

> AGRARWIRTSCHAFT <

Fachstufe

LANDWIRT

FACHTHEORIE FÜR

Pflanzliche Produktion:

Planung, Führung, Verwertung
und Vermarktung von Kulturen

Tierische Produktion:

Haltung, Fütterung, Zucht
und Vermarktung von Nutztieren

Energieproduktion:

Erzeugung und Vermarktung
regenerativer Energie

Inhalt

Pflanzliche Produktion

1 Getreideproduktion

1 Grundlagen 13

- 1.1 Bedeutung des Getreidebaus 13
- 1.2 Botanik 14
 - 1.2.1 Aufbau der Getreidepflanze 14
 - 1.2.2 Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten 15
 - 1.2.3 Entwicklung der Getreidepflanze 17
 - 1.2.4 Getreideertrag 20
- 1.3 Produktionstechnik 22
 - 1.3.1 Bestandesführung 22
 - 1.3.2 Schädigung der Getreidepflanze 24
 - 1.3.3 Ernte 30
 - 1.3.4 Schädigung des Erntegutes 31
- 1.4 Pflanzenzüchtung und Saatgut 33
 - 1.4.1 Leistungsfähige Sorten 33
 - 1.4.2 Züchtungsverfahren 33
 - 1.4.3 Saatgutwesen 35
 - 1.4.4 Saatgutrecht 36
 - 1.4.5 Saatgutvermehrung 36

2 Agrartechnik 38

- 2.1 Getreidesaat 38
 - 2.1.1 Aufbau und Arbeitsweise von Drillmaschinen 38
 - 2.1.2 Einstellen der Maschine zur Saat 40
 - 2.1.3 Einstellen der Fahrspur 42
 - 2.1.4 Saatriegel 43
 - 2.1.5 Wartung der Drillmaschine 43
- 2.2 Getreideernte 44
 - 2.2.1 Mähdrescher 45
 - 2.2.2 Pflege des Mähdreschers 47
 - 2.2.3 Alternative Abscheidesysteme 48
 - 2.2.4 Dreschen von Sonderfrüchten 48
- 2.3 Getreidelagerung 49
- 2.4 Getreidetrocknung 50
 - 2.4.1 Lagerbelüftungstrocknung 51
 - 2.4.2 Warmlufttrocknung 52
- 2.5 Getreideaufbereitung 57
 - 2.5.1 Absätzigte Futteraufbereitung 57
 - 2.5.2 Kontinuierliche Futteraufbereitung 58
 - 2.5.3 Bauarten und Bauteile von Futteraufbereitungsanlagen 59

2 Anbau von Getreide

1 Anbau von Weizen (*Triticum aestivum*) 62

- 1.1 Bedeutung 62
- 1.2 Produktionstechnik 62
 - 1.2.1 Standortansprüche 62
 - 1.2.2 Fruchtfolge, organische Düngung 63
 - 1.2.3 Sortenwahl 63
 - 1.2.4 Aussaat 64

- 1.2.5 N-Düngung 65
- 1.2.6 Bestandesführung 66
- 1.2.7 Rentabilität 68
- 2 **Anbau von Gerste (*Hordeum vulgare*) 69**
 - 2.1 Bedeutung 69
 - 2.2 Produktionstechnik 69
 - 2.2.1 Standortansprüche 69
 - 2.2.2 Fruchtfolge 69
 - 2.2.3 Erzeugungsrichtungen, Sortenwahl 70
 - 2.2.4 Aussaat und Bestandesführung 71
 - 2.2.5 Rentabilität 72
- 3 **Anbau von Roggen (*Secale cereale*) 73**
 - 3.1 Bedeutung 73
 - 3.2 Produktionstechnik 73
 - 3.3 Bestandesführung 73
 - 3.4 Rentabilität 74
- 4 **Anbau von Triticale (\times *Triticosecale*) 75**
 - 4.1 Bedeutung 75
 - 4.2 Produktionstechnik 75
 - 4.3 Rentabilität 76
- 5 **Anbau von Hafer (*Avena sativa*) 77**
 - 5.1 Bedeutung 77
 - 5.2 Produktionstechnik 77
 - 5.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 77
 - 5.2.2 Aussaat 77
 - 5.2.3 Bestandesführung 78
 - 5.3 Rentabilität 78

3 Anbau anderer Mähdruschfrüchte

1 Raps zur Körnernutzung (*Brassica napus*) 82

- 1.1 Bedeutung und Qualität 82
- 1.2 Produktionstechnik 83
 - 1.2.1 Standortansprüche 83
 - 1.2.2 Fruchtfolge 84
 - 1.2.3 Aussaat 85
 - 1.2.4 Bestandesführung 86
- 1.3 Rentabilität 89

2 Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) 91

- 2.1 Botanische Merkmale, Bedeutung 91
- 2.2 Produktionstechnik 91
 - 2.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 91
 - 2.2.2 Aussaat 91
 - 2.2.3 Bestandesführung 92
- 2.3 Rentabilität 92

3 Anbau von Körnerleguminosen 93

- 3.1 Ackerbohnen 93
 - 3.1.1 Produktionstechnik 93
 - 3.1.2 Rentabilität 95
- 3.2 Erbsen 95
 - 3.2.1 Produktionstechnik 95
 - 3.2.2 Rentabilität 96
- 3.3 Ernte der Körnerleguminosen 97

4 Anbau von Mais

- 1 Grundlagen 100**
 - 1.1 Bedeutung 100
 - 1.2 Botanische Besonderheiten 100
 - 1.3 Nutzungsmöglichkeiten und -formen 101
- 2 Produktionstechnik 102**
 - 2.1 Standortansprüche 102
 - 2.2 Sorten und Saatgut 103
 - 2.3 Anbau 104
 - 2.3.1 Vorbereitungen zur Saat 104
 - 2.3.2 Aussaat 105
 - 2.3.3 Erosionsschutz 106
 - 2.4 Technik der Maisaussaat 106
 - 2.4.1 Mechanische Säorgane 107
 - 2.4.2 Pneumatische Sägeräte 108
 - 2.4.3 Einstellungen zur Saat 108
 - 2.5 Düngung 110
 - 2.6 Bestandespflege 111
 - 2.7 Ernte, Verwertung 113
 - 2.7.1 Silomais 113
 - 2.7.2 Corn-Cob-Mix (CCM) 114
 - 2.7.3 Körnermais 114
 - 2.7.4 Lieschkolbenschrot (LKS) 115
- 3 Rentabilität im Maisanbau 116**

5 Hackfruchtbau

- 1 Grundlagen 120**
 - 1.1 Bedeutung 120
 - 1.2 Botanik 121
- 2 Zuckerrüben (*Beta vulgaris* var. *altissima*) 122**
 - 2.1 Bedeutung 122
 - 2.2 Produktionstechnik 122
 - 2.2.1 Standortansprüche 122
 - 2.2.2 Fruchtfolge 122
 - 2.2.3 Leistungsmerkmale 123
 - 2.2.4 Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung 124
 - 2.2.5 Aussaat 124
 - 2.2.6 Technik der Rübensaat 126
 - 2.3 Bestandesführung 128
 - 2.3.1 Bestandespflege 128
 - 2.3.2 Düngung 129
 - 2.4 Ernte 132
 - 2.4.1 Allgemeines 132
 - 2.4.2 Technik der Zuckerrübenenernte 133
 - 2.5 Produkte der Rüben 136
 - 2.6 Rentabilität 137
- 3 Futterrüben (*Beta vulgaris* var. *crassa*) 138**
 - 3.1 Allgemeines 138
 - 3.1.1 Bedeutung 138
 - 3.1.2 Merkmalsunterschiede 138
 - 3.2 Produktionstechnik 139
 - 3.2.1 Anbaumethoden und -maßnahmen 139
 - 3.2.2 Technik der Futterrübenenernte 140
 - 3.3 Rentabilität 141
- 4 Kartoffeln (*Solanum tuberosum*) 143**
 - 4.1 Allgemeines 143
 - 4.1.1 Bedeutung 143

- 4.1.2 Verwertungsgerechte Erzeugung 143
- 4.1.3 Botanik 144
- 4.1.4 Sorten 145
- 4.2 Produktionstechnik 145
 - 4.2.1 Standortansprüche, Fruchtfolge 145
 - 4.2.2 Nährstoffbedarf und Düngung 145
 - 4.2.3 Anbau 146
 - 4.2.4 Technik des Kartoffellegens 147
- 4.3 Bestandespflege 149
- 4.4 Ernte 149
 - 4.4.1 Erntebedingungen 149
 - 4.4.2 Technik der Kartoffelernte 152
 - 4.4.3 Einlagerungs-, Lagerungs- und Aufbereitungstechnik 155
- 4.5 Rentabilität 157

6 Anbau von Futterpflanzen

- 1 Ackerfutterbau 160**
 - 1.1 Kleeartige Futterpflanzen (*Trifolium* spp.) 160
 - 1.2 Luzerne (*Medicago* spp.) 163
 - 1.3 Klee-Gras-Gemische 164
 - 1.4 Rentabilität 166
- 2 Zwischenfruchtbau 168**
- 3 Begrünung stillgelegter Flächen 170**
- 4 Weitere Nutzpflanzen auf dem Acker 171**
 - 4.1 Lupinen (*Lupinus* L.) 171
 - 4.2 Öllein (*Linum usitatissimum*) 171
 - 4.3 Zuckerhirse (*Sorghum bicolor*) 172
 - 4.4 Zichorie (*Cichorium intybus*) 173
 - 4.5 Heil- und Gewürzpflanzen 173

7 Sonderkulturen

- 1 Feldgemüsebau 176**
 - 1.1 Allgemeines 176
 - 1.2 Salate (*Lactuca sativa*) 177
 - 1.3 Kopfkohl (*Brassica oleracea* spp.) 178
 - 1.4 Möhren, Karotten (*Daucus carota*) 179
 - 1.5 Spargel (*Asparagus officinalis*) 180
 - 1.6 Zwiebeln (*Allium cepa*) 181
- 2 Hopfen (*Humulus lupulus*) 183**
 - 2.1 Bedeutung 183
 - 2.2 Botanische Besonderheiten 184
 - 2.3 Produktionstechnik 184
 - 2.3.1 Neuanlage 184
 - 2.3.2 Bestandespflege 185
 - 2.3.3 Ernte und Trocknung 187
 - 2.3.4 Zertifizierung und Qualitätsuntersuchung 187
 - 2.3.5 Rentabilität 188

8 Grünland

- 1 Allgemeines 192**
 - 1.1 Bedeutung 192
 - 1.2 Ökosystem Wiese 193

- 2 Pflanzen des Grünlandes 194**
 - 2.1 Bedeutung der Gräser 194
 - 2.2 Bedeutung der Leguminosen 199
 - 2.3 Bedeutung der Kräuter 200
- 3 Nutzung des Grünlandes 201**
 - 3.1 Wiesennutzung 202
 - 3.1.1 Extensive Wiesen 202
 - 3.1.2 Mittelintensive Wiesen 202
 - 3.1.3 Intensive Wiesennutzung 203
 - 3.2 Mähweide 204
 - 3.3 Weiden 206
 - 3.3.1 Leistungsdaten der Weide 206
 - 3.3.2 Nutzungsformen der Weide 206
- 4 Produktionstechnik 208**
 - 4.1 Grundlagen der Düngung des Grünlandes 208
 - 4.1.1 Organische Düngung 208
 - 4.1.2 Mineralische Düngung 209
 - 4.2 Pflege des Grünlandes 210
 - 4.2.1 Mechanische Pflegemaßnahmen 210
 - 4.2.2 Bekämpfung unerwünschter Pflanzen auf dem Grünland 211
 - 4.2.3 Tierische Schädlinge 212
 - 4.3 Verbesserung von Grünlandnarben 212
 - 4.3.1 Gründe für die Entartung von Grasnarben 212
 - 4.3.2 Verfahren zur Narbenverbesserung 213
 - 4.4 Rentabilität 214

9 Futterernte und -konservierung

- 1 Allgemeines 218**
- 2 Gärfutterbereitung 219**
 - 2.1 Gärprozess 219
 - 2.2 Gärfutterbeurteilung 220
 - 2.3 Produktionstechnik 221
 - 2.4 Umwelt- und Unfallschutz 225
- 3 Heuwerbung 226**
 - 3.1 Produktionsverfahren 226
 - 3.2 Heubeurteilung 227
- 4 Agrartechnik 229**
 - 4.1 Mähtechnik 229
 - 4.1.1 Mähwerke 229
 - 4.1.2 Geräte zur Futteraufbereitung 232
 - 4.1.3 Maschinen zur Futterwerbung 233
 - 4.3 Bergetechnik 235
 - 4.3.1 Ladewagen 235
 - 4.3.2 Sammelpressen 236
 - 4.3.3 Feldhäcksler 240
 - 4.4 Transport und Einlagerung von Grundfutter 243

10 Waldwirtschaft

- 1 Die Funktionen des Waldes 246**
 - 1.1 Allgemeines 246
 - 1.2 Bedeutung des Waldes 246
 - 1.2.1 Nutzfunktion 247
 - 1.2.2 Schutzfunktion 247
 - 1.2.3 Erholungsfunktion 248
 - 1.3 Waldgesetze 248

- 2 Sachgemäße Waldbewirtschaftung 249**
 - 2.1 Wichtige Baumarten 249
 - 2.2 Bestandesbegründung 252
 - 2.2.1 Naturverjüngung 252
 - 2.2.2 Künstliche Verjüngung 253
 - 2.2.3 Pflanzung 253
 - 2.2.4 Saat 255
 - 2.3 Bestandespflege 255
 - 2.3.1 Kultur- und Jungwuchspflege 255
 - 2.3.2 Dickungspflege 256
 - 2.3.3 Durchforstung 257
 - 2.4 Fachgerechte Holzzernte 258
 - 2.4.1 Vermeiden von Holzverlusten 258
 - 2.4.2 Unfallverhütung 259
 - 2.4.3 Waldtechnik 260
 - 2.5 Holzverkauf 264
 - 2.5.1 Ausformung 264
 - 2.5.2 Vermessen 264
 - 2.5.3 Sortierung nach Handelsklassen 266
 - 2.5.4 Preisermittlung 269
 - 2.6 Rentabilität und Waldbewirtschaftung 271
- 3 Gefahren für den Wald 273**
 - 3.1 Klima- und Wettereinflüsse 273
 - 3.2 Ungleichgewicht im Ökosystem Wald 273
 - 3.3 Waldsterben 274
 - 3.4 Waldbrand 275

Tierische Produktion

11 Rinderhaltung

- 1 Bedeutung der Rinderhaltung 279**
 - 1.1 Wirtschaftlicher Stellenwert 279
 - 1.2 Rinderbestände und Formen der Haltung 280
- 2 Rinderzucht 283**
 - 2.1 Rinderrassen 283
 - 2.2 Leistungsprüfungen 287
 - 2.2.1 Milchleistung und Fleischleistung 288
 - 2.2.2 Gesundheit und Fruchtbarkeit 291
 - 2.3 Rinderbeurteilung 291
 - 2.4 Zuchtwertschätzung 295
 - 2.5 Zuchtprogramme 300
 - 2.6 Künstliche Besamung (KB) 301
 - 2.7 Embryotransfer (ET) 302
 - 2.8 Abstammungs- und Leistungsnachweis (Versteigerungskatalog) 304
 - 2.9 Zuchtdurchführung in der Praxis 306
 - 2.9.1 Zulassung zur Zucht 306
 - 2.9.2 Trächtigkeit und Trockenstellen 308
 - 2.9.3 Geburt 310
 - 2.10 Fruchtbarkeitsstörungen 313
- 3 Kälberaufzucht 320**
 - 3.1 Allgemeine Grundlagen 320
 - 3.2 Biestmilch-Periode 320
 - 3.3 Fütterungsmethoden 322
 - 3.4 Aufzucht von Zukaufkälbern 324
 - 3.5 Fütterungstechnik 325
 - 3.6 Kälberhaltung 326
- 4 Jungrinderaufzucht 330**
 - 4.1 Aufzuchtziele 330

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.2 | Fütterungshinweise zu den verschiedenen Aufzuchtphasen | 331 |
| 4.3 | Haltung | 332 |
| 5 | Milchviehhaltung | 334 |
| 5.1 | Milchviehfütterung | 334 |
| 5.1.1 | Allgemeine Fütterungsgrundsätze | 334 |
| 5.1.2 | Leistungsbezogene Milchviehfütterung | 337 |
| 5.1.3 | Richtige Fütterungstechnik | 339 |
| 5.1.4 | Erkennen von Fütterungsfehlern | 340 |
| 5.1.5 | Fütterung trockenstehender Kühe (Vorbereitungsfütterung) | 341 |
| 5.1.6 | Winterfütterung | 342 |
| 5.1.7 | Übergangsfütterung | 344 |
| 5.1.8 | Sommerfütterung | 345 |
| 5.1.9 | Kraftfuttermittel | 348 |
| 5.1.10 | Futterplanung | 350 |
| 5.2 | Pflege der Tiere | 352 |
| 5.2.1 | Viehputzen | 353 |
| 5.2.2 | Klauenpflege | 353 |
| 5.2.3 | Fliegenbekämpfung | 355 |
| 5.3 | Der Milchviehstall | 355 |
| 5.3.1 | Stallklima | 355 |
| 5.3.2 | Stalllüftung | 356 |
| 5.3.3 | Aufstallungsformen | 357 |
| 5.3.4 | Entmistungsverfahren | 362 |
| 5.3.5 | Fütterungsverfahren | 364 |
| 5.3.6 | Melkverfahren | 369 |
| 5.4 | Die Milch und ihre Gewinnung | 370 |
| 5.4.1 | Bestandteile und Eigenschaften der Milch | 370 |
| 5.4.2 | Euter | 371 |
| 5.4.3 | Milchbildung und Laktationskurve | 372 |
| 5.4.4 | Milchgewinnung | 373 |
| 5.4.5 | Milchqualität | 374 |
| 5.4.6 | Milchzahlungspreis | 377 |
| 6 | Rindermast | 379 |
| 6.1 | Kälbermast | 379 |
| 6.2 | Bullenmast | 382 |
| 6.2.1 | Grundlagen der Bullenmast | 382 |
| 6.2.2 | Grundsätze für Haltung und Fütterungstechnik | 385 |
| 6.2.3 | Mastmethoden | 386 |
| 6.2.4 | Haltung | 390 |
| 6.3 | Mast weiblicher Jungrinder | 392 |
| 6.4 | Ochsenmast | 392 |
| 6.5 | Mutterkuhhaltung | 393 |
| 7 | Vermarktung von Schlachtrindern | 396 |
| 7.1 | Kaufrecht | 396 |
| 7.2 | Vermarktungswege und Transport | 397 |
| 7.3 | Lebendvermarktung | 397 |
| 7.4 | Geschlachtet-Vermarktung | 399 |
| 8 | Förderung der Rinderzucht und -haltung | 402 |
| 8.1 | Gesetzliche Regelungen | 402 |
| 8.2 | Staatliche Einrichtungen | 403 |
| 8.3 | Selbsthilfeeinrichtungen der Landwirte | 403 |
| 9 | Wichtige Rinderkrankheiten | 406 |
| 9.1 | Äußere Erkrankungen | 406 |
| 9.2 | Innere Erkrankungen | 406 |
| 9.2.1 | Erkrankung des Verdauungsapparates | 406 |
| 9.2.2 | Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten | 408 |
| 9.2.3 | Infektionskrankheiten | 409 |
| 9.3 | Parasitäre Erkrankungen | 413 |
| 9.3.1 | Endoparasiten | 413 |
| 9.3.2 | Ektoparasiten | 415 |
| 9.4 | Seuchenbekämpfung | 416 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 10 | Rentabilität | 417 |
| 10.1 | Produktionsverfahren Milchkuh | 417 |
| 10.2 | Produktionsverfahren Bullenmast (Maissilage) | 418 |

12 Schweinehaltung

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | Bedeutung und Formen der Schweinehaltung | 422 |
| 2 | Schweinezucht | 424 |
| 2.1 | Aufgaben | 424 |
| 2.2 | Schweinerassen | 424 |
| 2.3 | Leistungsprüfungen | 427 |
| 2.3.1 | Zuchtleistungsprüfung | 427 |
| 2.3.2 | Mast- und Schlachtleistungsprüfung | 427 |
| 2.3.3 | Prüfung auf Stress-Resistenz | 429 |
| 2.3.4 | Prüfung auf Fleischqualität | 432 |
| 2.3.5 | Prüfung auf Anomalien | 433 |
| 2.4 | Schweinebeurteilung | 433 |
| 2.5 | Zuchtwertschätzung und Zuchtprogramme | 434 |
| 2.6 | Zuchtmethoden | 436 |
| 2.6.1 | Reinzucht | 436 |
| 2.6.2 | Kreuzung | 436 |
| 2.6.3 | Hybridzucht | 437 |
| 2.7 | Praktischer Zuchtbetrieb | 438 |
| 2.7.1 | Auswahl der Zuchttiere | 439 |
| 2.7.2 | Brunst (Rausche) und Paarung | 440 |
| 3 | Sauenhaltung und Herdenführung | 442 |
| 3.1 | Ferkelerzeugung | 442 |
| 3.1.1 | Trächtigkeit | 442 |
| 3.1.2 | Ferkelgeburt | 442 |
| 3.1.3 | Ferkelaufzucht | 444 |
| 3.1.4 | Ferkelfütterung | 446 |
| 3.2 | Herdenführung | 448 |
| 3.2.1 | Formen der Datenerfassung | 448 |
| 3.2.2 | Datenerfassung | 448 |
| 3.2.3 | Kennzeichnung der Schweine | 450 |
| 4 | Fütterung der Schweine | 451 |
| 4.1 | Futteraufnahme und Verdauung | 451 |
| 4.2 | Futterbewertung | 452 |
| 4.3 | Wirkstoffe | 454 |
| 4.3.1 | Mineralstoffe | 454 |
| 4.3.2 | Vitamine | 454 |
| 4.4 | Zusatzstoffe | 455 |
| 4.4.1 | Hilfsstoffe | 455 |
| 4.4.2 | Wachstums- und Leistungsförderer | 455 |
| 4.5 | Futtermittel für Schweine | 455 |
| 4.5.1 | Futtermittelrecht | 456 |
| 4.5.2 | Futtermittel pflanzlicher Herkunft | 456 |
| 4.5.3 | Futtermittel tierischer Herkunft | 458 |
| 4.5.4 | Industrielle Mischfuttermittel | 459 |
| 4.5.5 | Zusammenstellen von betriebseigenen Futtermischungen | 460 |
| 5 | Zuchtsauen | 462 |
| 5.1 | Fütterung | 462 |
| 5.1.1 | Allgemeines | 462 |
| 5.1.2 | Bedarf an Nährstoffen, Mineralstoffen und Vitaminen | 462 |
| 5.1.3 | Fütterungsmethoden | 462 |
| 5.1.4 | Berechnung der Futtermittelration | 464 |

- 5.2 Fütterungsverfahren für Zuchtsauen 466
- 5.3 Zuchtsauenhaltung 467
- 6 Züchtläufer und Eber 471**
- 6.1 Fütterung 471
- 6.2 Haltung 471
- 7 Schweinemast 473**
- 7.1 Fütterung der Mastschweine 473
- 7.1.1 Grundsätzliches 473
- 7.1.2 Arten der Mastschweinefütterung 476
- 7.2 Haltung 482
- 7.2.1 Allgemeines 482
- 7.2.2 Maststall 483
- 7.2.3 Aufstallungsformen 486
- 7.2.4 Immissionsschutz 486
- 8 Förderung der Schweinehaltung 488**
- 9 Schweinekrankheiten 490**
- 9.1 Krankheiten bei Ferkeln 491
- 9.2 Krankheiten bei Muttersauen 493
- 9.3 Krankheiten bei Mastschweinen 494
- 9.4 Anzeigepflichtige Seuchen 495
- 9.5 Parasitäre Erkrankungen 496
- 9.5.1 Endoparasiten beim Schwein 496
- 9.5.2 Ektoparasiten 497
- 10 Vermarktung von Schweinen 498**
- 10.1 Marktsituation 498
- 10.2 Transport, Schlachtung, Fleischbehandlung 498
- 10.3 Schlachtkörperqualität 499
- 10.4 Fleischqualität 500
- 10.5 Vermarktungsstrategie 501
- 11 Rentabilität 504**
- 11.1 Produktionsverfahren Zuchtsau 504
- 11.2 Produktionsverfahren Ferkelerzeugung 504
- 11.3 Produktionsverfahren Mastschweine 505

13 Weitere Nutztiere

- 1 Schafhaltung 508**
- 1.1 Bedeutung 508
- 1.2 Rassen 508
- 1.3 Zucht 510
- 1.4 Haltung 511
- 1.5 Fütterung 512
- 1.6 Lämmermast 513
- 1.7 Fortpflanzung 514
- 1.8 Rentabilität in der Schafhaltung 515
- 1.9 Schafkrankheiten 516
- 1.9.1 Krankheiten 516
- 1.9.2 Parasiten beim Schaf 518
- 2 Pferdehaltung 520**
- 2.1 Bedeutung 520
- 2.2 Rassen 520
- 2.3 Haltung 520
- 2.4 Fütterung 522
- 2.5 Pferdezücht 524
- 2.6 Pensionspferdehaltung 524
- 2.7 Rentabilität in der Pferdehaltung 525
- 2.8 Pferdekrankheiten 526
- 2.8.1 Krankheiten 526
- 2.8.2 Parasitenerkrankungen 528

- 3 Geflügelhaltung 530**
- 3.1 Bedeutung 530
- 3.2 Rassen 530
- 3.3 Haltung 530
- 3.4 Fütterung 532
- 3.5 Rentabilität in der Geflügelhaltung 533
- 3.6 Geflügelkrankheiten 534
- 3.6.1 Erkrankungen bei Geflügel 534
- 3.6.2 Parasitenerkrankungen bei Geflügel 536

Energieproduktion

14 Energieproduktion

- 1 Biogas 540**
- 1.1 Grundlagen 540
- 1.1.1 Biogasbildung 540
- 1.1.2 Zusammensetzung von Biogas 541
- 1.1.3 Bedeutung der zu vergärenden Biomasse 542
- 1.2 Arbeitsweise einer Biogasanlage 543
- 1.3 Wirtschaftlichkeit 544
- 1.3.1 Nutzung der Energie 544
- 1.3.2 Vergütung nach EEG 544
- 2 Biomasseheizung 546**
- 2.1 Grundlagen 546
- 2.2 Brennstoff Holz 546
- 2.2.1 Scheitholz 547
- 2.2.2 Holzhackschnitzel 547
- 2.2.3 Holzpellets 547
- 2.3 Sonstige Brennstoffe 548
- 3 Fotovoltaik 550**
- 3.1 Bedeutung der Fotovoltaik 550
- 3.2 Aufbau einer Solarstromanlage 550
- 3.2.1 Die Solarzelle 550
- 3.2.2 Das Solarmodul 551
- 3.2.3 Der Wechselrichter 552
- 3.3 Ertrag einer Solarstromanlage 553
- 3.4 Wartung und Pflege 553
- 3.5 Rentabilität 553
- 4 Windkraft 555**
- 4.1 Bedeutung der Windkraft 555
- 4.2 Funktionsprinzip und Aufbau 555
- 4.3 Einflüsse auf den Stromertrag 557
- 4.4 Rentabilität 557

15 Anhang

- 1 Tabellen 560**
- 2 Grundlagen für landwirtschaftliches Rechnen mit Lösungen der Rechenaufgaben 576**
- 2.1 Grundlagen für landwirtschaftliches Rechnen 576
- 2.2 Lösungen der Rechenaufgaben 581
- 3 Literaturhinweise 584**
- 4 Fachbegriffe 586**
- 5 Internet-Adressen (Auswahl) 593**
- 6 Stichwortverzeichnis 595**
- 7 Verzeichnis verwendeter wissenschaftlicher Namen 612**

Wurzelmasse. Bei Sommergerste ist sie am geringsten. Je größer die Wurzelmasse, desto größer ist das Nährstoffaneignungsvermögen.

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 Blüten. 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.

1.2.2 Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten

Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

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



Abb. 6 Die Keimprobe gibt über die Keimfähigkeit des Saatgutes Aufschluss.

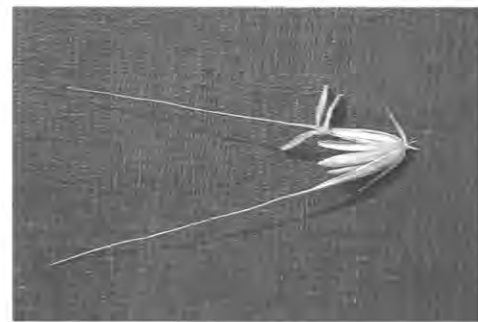


Abb. 7 Getreideähren bestehen aus mehreren einzelnen Blütenchen (Beispiel Roggen).

Abb. 8 Schematischer Schnitt durch ein Getreidekorn.

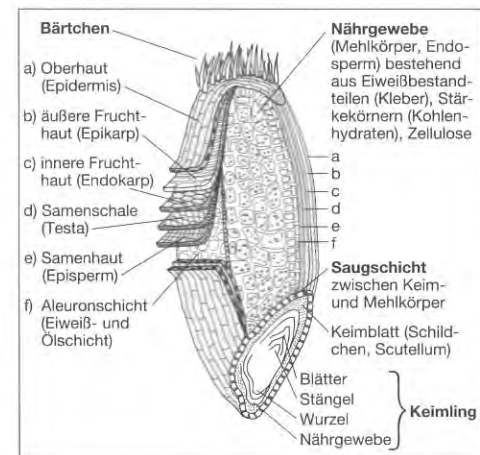

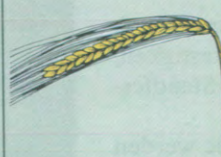








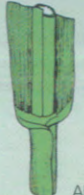







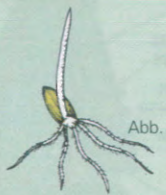
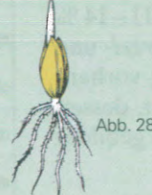
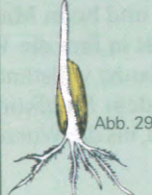

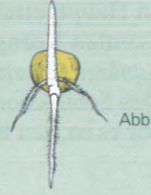


Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale der Getreidearten einschließlich Mais

| 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. 9 |  Ähre Abb. 10 |  Ähre Abb. 11 |  Rispe Abb. 12 |  Kolben Abb. 13 |
| Ährchenform |  Weizenährchen mit 5 Blüten-Kornanlange Abb. 14 |  Ährchen einer zweizeiligen Gerste Abb. 15 |  Spindelglied der Ähre Abb. 16 |  Außenkorn Abb. 17 |  männlicher Blütenstand: gipfelständige Rispe Abb. 18 weiblicher Blütenstand: blattachselständiger Kolben mit Lieschenblättern und Narbenfäden Abb. 19 |
| Blattöhrchen |  Abb. 19 |  Abb. 20 |  Abb. 21 |  Abb. 22 | |
| Blatthäutchen |  lang Abb. 23 |  kurz Abb. 24 |  kurz Abb. 25 |  lang, fransig Abb. 26 | |
| Form der Keimpflanze |  Abb. 27 |  Abb. 28 |  Abb. 29 |  Abb. 30 |  Abb. 31 |
| Tausendkorn-gewicht (TKG) in g | Winterweizen 41-52 Sommerweizen 38-49 | Wintergerste 37-47 Sommergerste mehrzeilig - zweizeilig 42-53 38-48 | Winterroggen 31-39 | 29-37 | 150-400 |

Körnerverluste – Sie sind beim *Mähdrusch* unvermeidlich, sollten aber 2 % nicht überschreiten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die häufigsten Ursachen für die Kornverluste.

2.2.2 Pflege des Mähdreschers

Ernten bedeutet immer, unter Zeitdruck zu arbeiten, um den optimalen Erntezeitpunkt zu nutzen. Regelmäßige und sorgfältige **Wartung des Mähdreschers** trägt dazu bei, dass möglichst keine Stillstandszeiten beim Einsatz entstehen.

- ▶ Täglich den Antriebsmotor warten, insbesondere 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.

2.2.3 Alternative Abscheidesysteme

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:



Abb. 128 Bei Mäharbeiten mit Hangausgleich bleiben die Schütler und Siebe bis zu 20 Grad Querhang waagrecht.

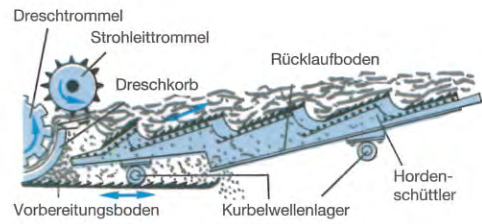


Abb. 129 Der Hordenschüttler (Schema).

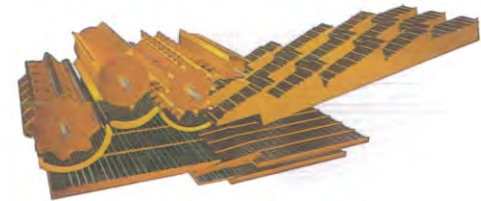


Abb. 130 Zusätzliche Abscheidevorrichtungen erhöhen die Durchsatzleistung des Mähdreschers.

Abb. 131 Die Reinigungsanlage (Schema).

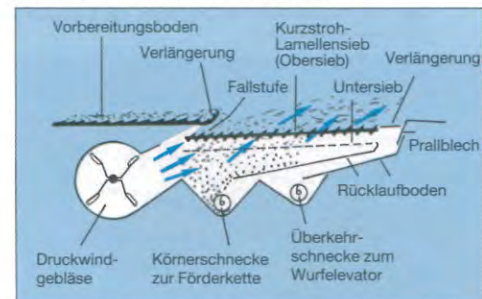


Abb. 132 Mitte: Mähdrescher mit Axial-Dreschsystem (Funktionsschema).

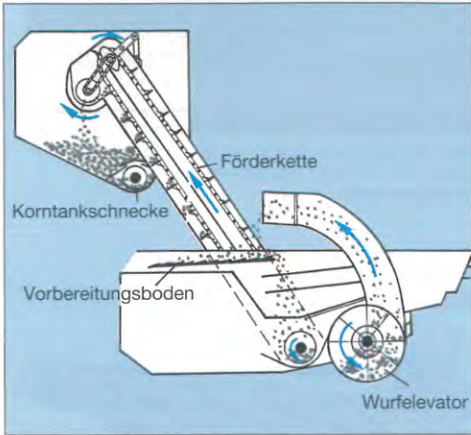
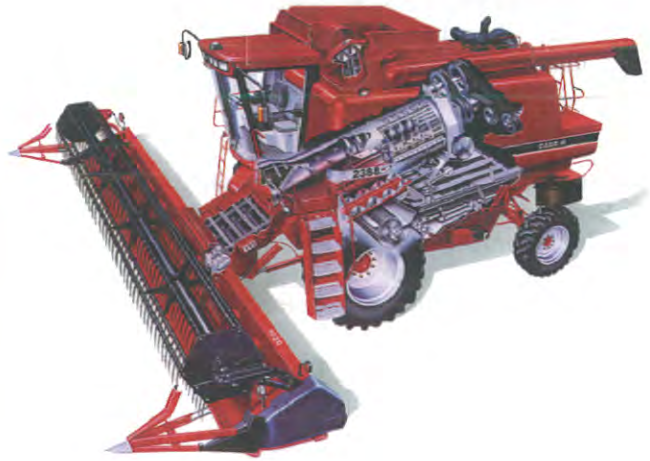


Abb. 133 Ährenanteile werden in einem Wurfelevator ausgedroschen und gelangen dann auf den Vorbereitungsboden.

- ▶ **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.
- Im **Axialfluss-Mähdrescher** sind längs zur Fahrtrichtung maximal zwei Rotoren eingebaut für Drusch, Trennung und Abscheidung.

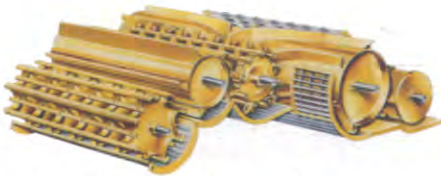


Abb. 134 Tangential-Dreschsystem mit Abscheidetrommel und rotierendem Strohabscheider.

2.2.4 Dreschen von Sonderfrüchten

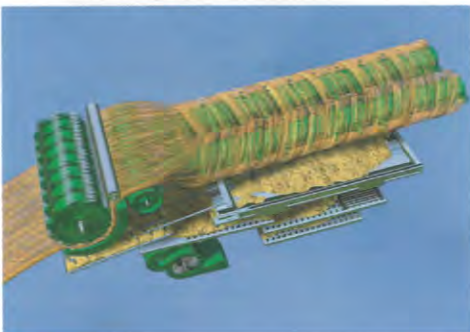
Das **Dreschen von Sonderfrüchten** wie Raps, Sonnenblumen, Bohnen, Erbsen oder Grassamen erfordert eine **Umrüstung des Mähdreschers**. Die einzelnen Baugruppen sind spezifisch auf die Fruchtart einzustellen.

Für den **Rapsdrusch** wird ein *verlängerter Schneidwerkstisch* benötigt. Zum Durchtrennen der Rapsbestandes an den Seiten sind *Seitenschneidwerke* nötig. Die abgeschnittenen Rapspflanzen sollen möglichst gleichmäßig und durch leichte Unterstützung der Haspel der Einzugschnecke zugeführt werden. Auf Verlustminderung im Schneidstischbereich ist hier besonders zu achten.

Zum **Sonnenblumendrusch** ist ein *spezielles Schneidwerk* mit eingebauten *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 Einzugschnecke zugeführt.

Beim Drusch von **Ackerbohnen** ist es vorteilhaft an den Schneidwerksträndern mit dem *Seitenschneidwerk*, wie beim Rapsdrusch zu arbeiten. Der Mähdrusch von **Erbsen** ist bei den rankenden, stehenden Sorten mit dem Getreideschneidwerk möglich. Ebenso

Abb. 135 Tangential-Dreschsystem mit 2 axialen Strohabscheiderrotoren.



Anbau von Mais

(*Zea mays*)

4

| | |
|-----------------------------|-----|
| 1 Grundlagen | 100 |
| 2 Produktionstechnik | 102 |
| 3 Rentabilität im Maisanbau | 116 |

Pflanzenbauliche, produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Gründe haben dazu geführt, den Anbau von Mais in den letzten 50 Jahren erheblich auszuweiten. Die heutige Bedeutung des Maisanbaus ist neben den züchterischen Verbesserungen der Maissorten vor allem auf die relativ problemlose Kulturführung und auf die Mechanisierung des Produktionsverfahrens zurückzuführen.

Das folgende Kapitel informiert sowohl über den Anbau von **Körnermais** als auch über den Anbau von **Silomais**.



4 Anbau von Mais (*Zea mays*)



Abb. 265 Männliche Maisblüte (Fahne, Rispe).

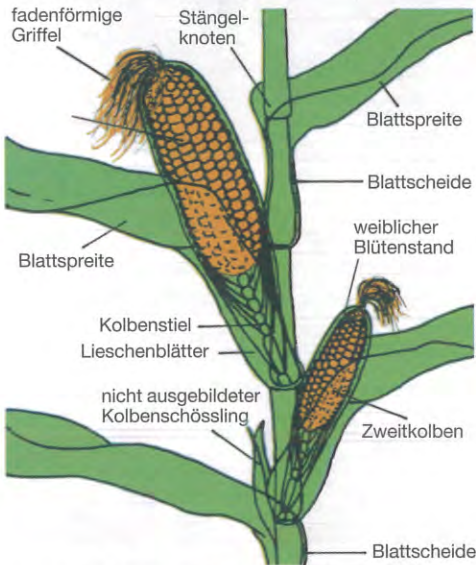


Abb. 266 Maispflanze mit Haupt- und Zweitkolben (Schema).

Abb. 267 Stützwurzeln an Maispflanzen.



1 Grundlagen

1.1 Bedeutung

Jährlich werden weltweit ca. 600 Mio. t Mais erzeugt. Damit gehört Mais zusammen mit Reis und Weizen zu den wichtigsten Nahrungspflanzen, die überwiegend über die Tierproduktion der menschlichen Ernährung dienen. Die Haupterzeugungsländer in der EU sind Frankreich, Deutschland und Italien, die nahezu eine 100%ige Selbstversorgung erzielen.

Die große Verbreitung des Maisanbaus in Deutschland hat folgende Gründe:

- ▶ Zahlreiche Einsatzmöglichkeiten sichern eine vielseitige Nutzung als Futtermittel und Verkaufsf Frucht,
- ▶ gute Vorfruchtwirkung,
- ▶ Überlegenheit gegenüber Getreide im Nährstofftrag,
- ▶ einfache Konservierung,
- ▶ Mechanisierbarkeit von Anbau, Pflege und Ernte,
- ▶ gute Gülleverwertung,
- ▶ hohe Selbstverträglichkeit.

1.2 Botanische Besonderheiten

Mais gehört wie das Getreide zur Familie der *Gräser*. Der Stängel ist durch *Knoten* unterteilt und mit *Mark* gefüllt, in das die *Geäßbündel* eingelagert sind. Die bei uns angebaute Sorten haben ca. 8–16 Blätter. Je spätreifer eine Sorte ist, desto mehr Blätter bildet sie.

Der großen oberirdischen Masse entsprechend ist auch die Wurzelbildung stark. Zuerst wachsen 3–5 Keimwurzeln nach unten, später erscheinen aus dem unter der Bodenoberfläche liegenden Sprosssteil die *Kronenwurzeln*, die in Krumentiefe am dichtesten sind (Wurzelbüschel), aber auch seitlich bis zu 1 m und mehr ausgreifen.

Die Wurzeln können bis zu 2,5 m tief in den Boden eindringen. Mais ist damit Tief- und Flachwurzler zugleich. An den untersten Nodien über dem Boden bilden sich die *Stützwurzeln* (Luftwurzeln).

Mais gehört zu den einhäusigen, getrenntgeschlechtigen Pflanzen, d. h., jede Pflanze hat einen männlichen und mehrere weibliche Blütenstände. Der männliche Blütenstand ist die *Rispe* (Fahne) an der Stängelspitze, die weiblichen Blütenstände bestehen aus *Kolbenschäften* und *Narbenfüden*. Sie sind von *Hüllblättern* (Lies-

chen) umgeben, sitzen auf kurzen Stielen und erscheinen in den Blattachseln.

Jeder Fruchtknoten bildet einen 40–50 cm langen Narbenfaden, der die Pollenkörner aufnimmt. An der Spitze des Kolbenschaftes dringen die Narbenfäden durch die Lieschenumhüllung und bilden eine Quaste.

Die Pollenkörner einer Pflanze reifen 2–4 Tage vor dem Erscheinen der eigenen Narbenfäden. Deswegen überträgt der Wind die Pollen in der Regel auf die Nachbarpflanzen (Fremdbestäubung).

! Gute Befruchtungsergebnisse werden bei feuchtwarmer Witterung während der Blüte erreicht. Anhaltender Regen zur Blütezeit verringert die Befruchtungsrate.

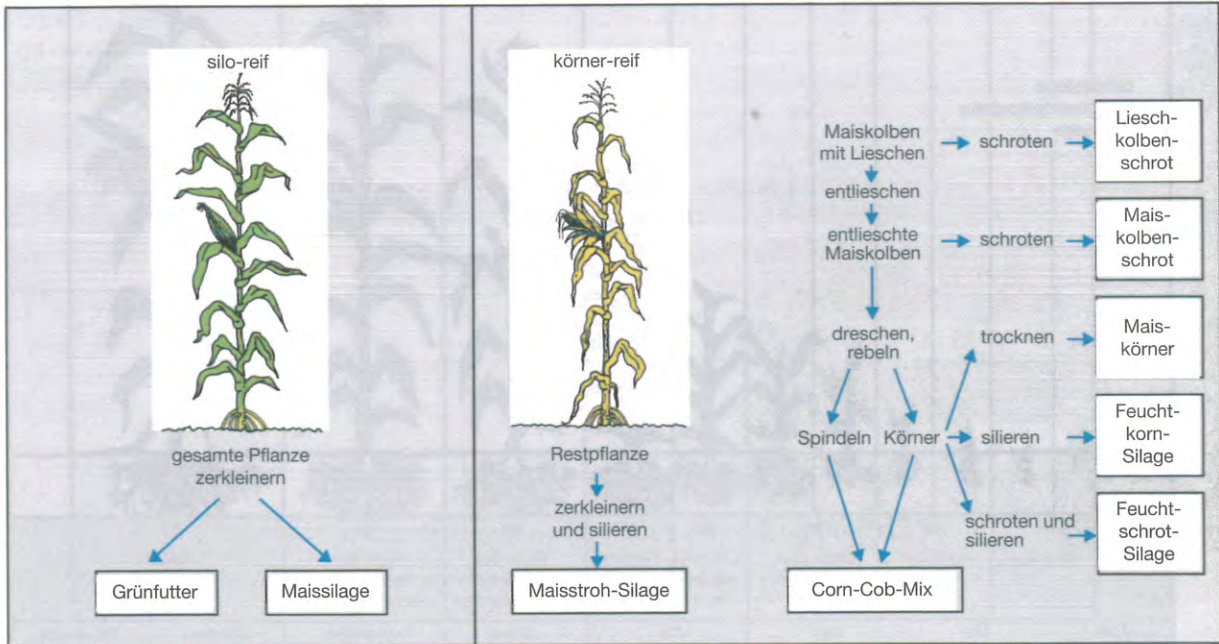


Abb. 268 Wurzelsystem der Maispflanze.

1.3 Nutzungsmöglichkeiten und -formen

- ▶ **Silomais:** Silage aus den gesamten oberirdischen Pflanzenteilen, vorwiegend zur Rinderfütterung.
- ▶ **Corn-Cob-Mix (CCM):** Gemisch aus Kolbenspindeln und Körnern, das als Silage vorwiegend zur Schweine(flüssig)fütterung eingesetzt wird.
- ▶ **Körnermais:** Getrocknete, feucht konservierte oder silierte Maiskörner, die als Kraftfutter oder Verkaufsfrucht dienen.
- ▶ **Lieschkolbenschrot (LKS):** Gemisch aus Maiskolben und Lieschen. Es wird siliert als Kraftfutter in der Rinderfütterung und abgesiebt in der Schweinefütterung eingesetzt.

Abb. 269 Verwertungsmöglichkeiten für siloreifen Mais.



2 Produktionstechnik

2.1 Standortansprüche



Abb. 270 Mais ist in seiner Jugendentwicklung windgefährdet.

Boden – Mais stellt an die Bodenart keine besonderen Ansprüche. Er bevorzugt pH-Werte zwischen 5,5 und 7,5.

Witterung – An Klima und Witterung stellt Mais dagegen recht hohe Ansprüche. Dabei spielt nicht nur die Summe der Niederschläge während der Vegetationszeit, sondern auch ihre regelmäßige Verteilung eine Rolle. Die Durchschnittstemperatur zwischen 1. Mai und 30. September sollte 13,5 °C, die Sonnenscheindauer vom Anfang bis zur physiologischen Reife ca. 900 Stunden betragen (davon 360 Stunden August/September).

Mais verträgt nur kurzzeitig geringen Frost bis -4 °C. Solange die Wachstumsspitze der Pflanze nicht geschädigt ist, regeneriert sich die Pflanze wieder. Im Herbst wird Mais bereits durch geringe Frühfröste von -0,5 bis -1 °C erheblich geschädigt.

Während der Jugendentwicklung, aber auch kurz vor der Ernte ist Mais ausgesprochen *windempfindlich*. Deswegen sind für windge-

Abb. 271 Klimaansprüche von Mais (Schema).

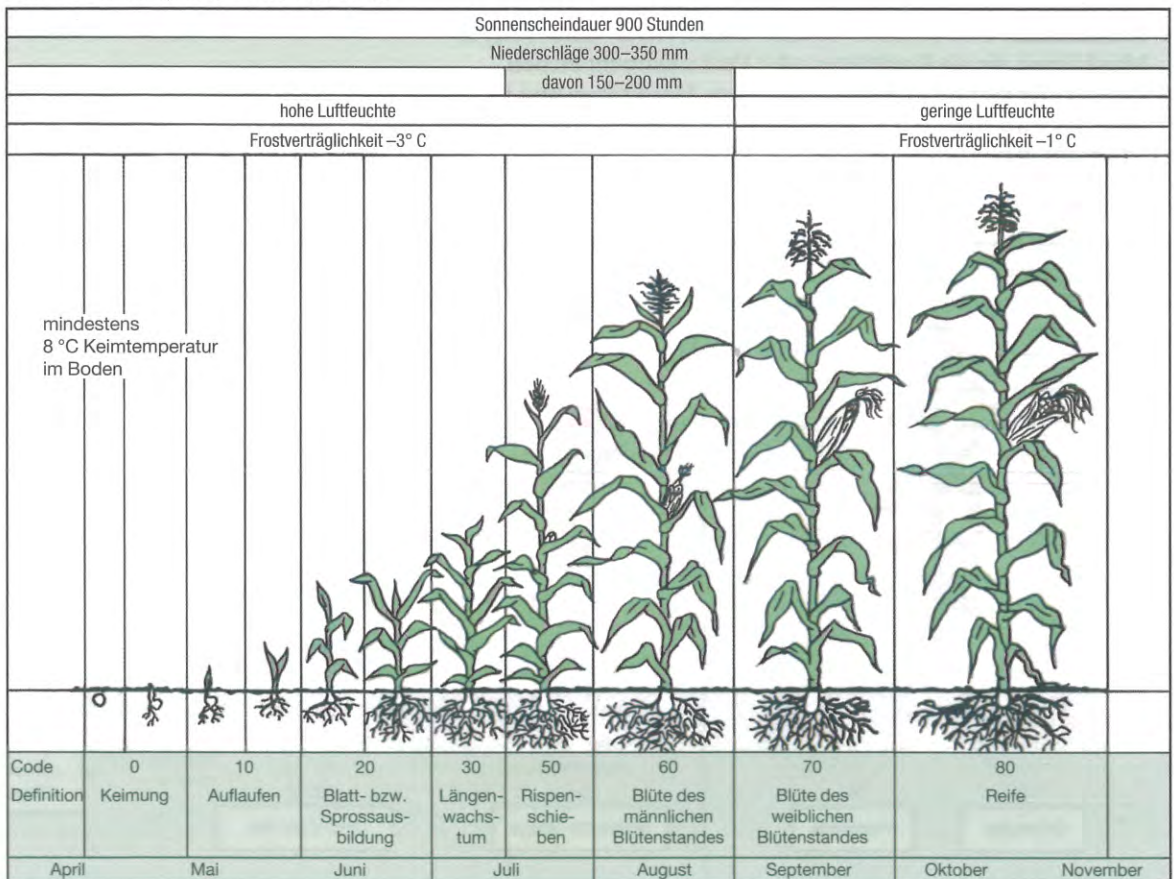




Abb. 438 Der Feldfutterbau liefert Pflanzenmasse für das tägliche Grundfutter und für die Futtermittelkonservierung.

6 Anbau von Futterpflanzen

1 Ackerfutterbau

Neben der Erzeugung von Futterpflanzen (Getreide, Mais, Futterrüben) versteht man unter **Feldfutterbau** im engeren Sinne den Anbau von kleeartigen Pflanzen, Luzerne, Gräsern und Leguminosen-Gräser-Mischungen, die mehrjährig, überjährig (Ansaatjahr und ein weiteres Nutzungsjahr) oder nur sommerjährig genutzt werden.

Der Feldfutterbau liefert im Jahresverlauf über einen längeren Zeitraum wirtschaftseigenes Futter mit annähernd gleich bleibender Qualität. Als Grünfutter verbessert es die Schmackhaftigkeit der Futterration und erhöht somit die Futteraufnahme. Ganzjährige Silagefütterung führt jedoch zu einem Rückgang dieser traditionellen Futterpflanzen und zur Verarmung der Fruchtfolgen.

Die eiweißreichen Futterpflanzen sind – auch bei annähernd schmutzfreier Bergung – schwieriger zu silieren. Die Konservierung mithilfe von Trocknungsanlagen ist deshalb vorteilhaft, um den optimalsten Trockenmasse-Ertrag bei geringsten Bröckelverlusten zu erzielen.

Die wichtigste kleeartige Futterpflanze ist der **Rotklee**, dessen Kultivierung bereits auf die Römer zurückgeht. Seine Ausbreitung ist teilweise auch geschichtlich bedingt, da der Kleeanbau auf Brachflächen abgabefrei war.

Die älteste bekannte Futterpflanze ist aber die **Luzerne**, die bereits 470 v. Chr. von Asien nach Griechenland gebracht wurde.

Alexandrinischer Klee und **Perser Klee** tauchten erst in den 50er- und 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts in Deutschland auf.

Abb. 439 Klee-Untersaat in Getreide.



1.1 Kleeartige Futterpflanzen (*Trifolium* ssp.)







Botanik – Alle kleeartigen Pflanzen zählen zu den **Leguminosen**. Sie leben in Symbiose mit den Knöllchenbakterien an ihren Wurzeln, die den Luftstickstoff pflanzenverfügbar machen.

Tabelle 33 gibt einen Überblick über die botanischen Besonderheiten, die Anbau- und Verwendungsmöglichkeiten sowie die Ansprüche an Boden und Klima.

Fruchtfolge – Bestände mit kleeartigen Pflanzen haben einen hohen Fruchtfolgewert, sofern sie nicht lückig oder verunkrautet sind. Die große Wurzelmasse verbessert die Bodenstruktur und erleichtert den Nährstoffaufschluss. Die Weiterverbreitung von Fruchtfolgeschäden in getreidereichen Fruchtfolgen wird unterbrochen. Kleeartige Pflanzen zählen deshalb auch zu den **Gesundungsfrüchten**.

Die **Speicherung von Luftstickstoff** im Wurzelwerk muss bei der Düngebilanz der Folgefrucht mit bedacht werden. Die anspruchs-

Tabelle 33: Übersicht gebräuchlicher Futter-Leguminosen

| Futterpflanze | botanische Merkmale | Anbau- und Verwendungsmöglichkeiten | Ansprüche an | |
|--|---|---|---|--|
| | | | Boden | Klima |
| Rotklee <i>Trifolium pratense</i>  Abb. 440 | tief reichende Pfahlwurzel mit vielen Nebenwurzeln schon im 1. Jahr; Einziehen der Basalknospen im Herbst (→ Unempfindlichkeit gegen Tiefschnitt und Beweidung) | wichtigste Kleeart; Reinanbau oder im Gemisch; überjährige Nutzung | liebt mittlere bis schwere Böden; meidet sehr leichte, saure, humusarme Böden | rotkleesicher: kühle und feuchte Sommer; wintert in schneereichen Wintern leicht aus |
| Weißklee <i>Trifolium repens</i>  Abb. 441 | stärker verzweigte, aber weniger tiefe Pfahlwurzel als Rotklee; oberirdische Kriechtriebe führen zu raschem Bestandschluss; 2 Typen: Ladino-Typ, Morsö-Typ | beweidbar; Bestandteil von Weidemischungen; Reinsaat nur im Zwischenfruchtbau | für alle Böden | recht frostsicher; geringere Anforderungen an Niederschläge als Rotklee |
| Bastardklee (Schwedenklee) <i>Trifolium hybridum</i>  Abb. 442 | Wurzeln wie Rotklee, aber weniger tief gehend; Blüte rosa | nur in Mischungen verwendbar | geeignet für alle Böden, außer sehr trockenen | verträgt mehr Kälte und Nässe als Rotklee |
| Inkarnatklee <i>Trifolium incarnatum</i>  Abb. 443 | längliche, tiefrote Blütentraube; dicht behaarte Blätter; stark verzweigte Pfahlwurzel; rasche Frühjahrsentwicklung | nur für Winterzwischenfruchtbau | liebt mittlere bis leichte Böden | übersteht nur milde Winter |
| Alexandriner Klee <i>Trifolium alexandrinum</i>  Abb. 444 | Blatt luzerneähnlich; Stängel dünner als Persischer Klee; Blütenfarbe: gelb bis weiß | Reinsaat und Gemische für sommerjährigen Feldfutterbau Trockenheit | liebt leichte bis mittlere, alkalische Böden | nicht winterhart; verlangt reichliche und regelmäßige Niederschläge; versagt bei |
| Persischer Klee <i>Trifolium resupinatum</i>  Abb. 445 | Stängel dick und hohl; Blütenfarbe: rosa bis violett; verholzt weniger schnell als Alexandriner Klee | eventuell auch Zwischenfruchtbau möglich; wie Alexandriner Klee | | |

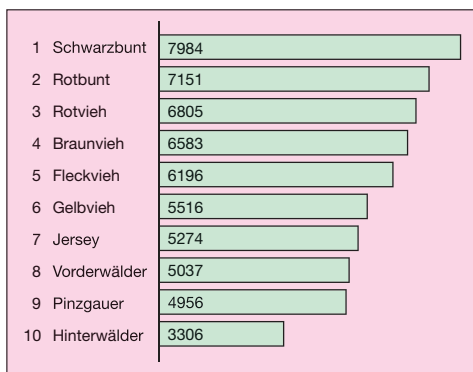


Abb. 787 Rangfolge der Rinderrassen nach Milchmenge (305-Tage-Leistung aller MLP-Kühe, 2004).

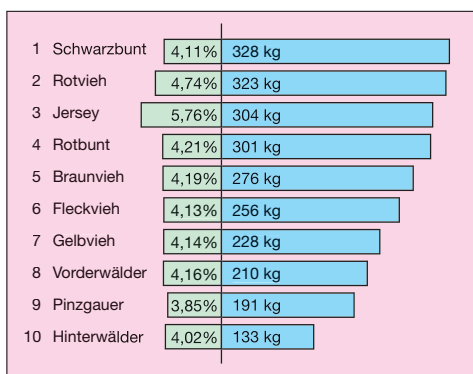


Abb. 788 Gehalt (in %) und Menge (in kg) an Milchfett bei den verschiedenen Rassen (305-Tage-Leistung aller MLP-Kühe, 2004).

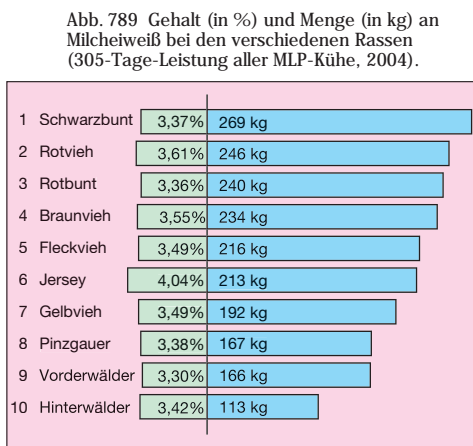


Abb. 789 Gehalt (in %) und Menge (in kg) an Milcheiweiß bei den verschiedenen Rassen (305-Tage-Leistung aller MLP-Kühe, 2004).

Tabelle 78: Überblick über Rinderrassen Deutschlands

| Rasse äußere Merkmale | Nutzungsrichtung | | Lebend- masse (Kuh) kg | Wider- rsthöhe (Kuh) cm |
|--|---|---------|---------------------------------|----------------------------------|
| | Milch | Fleisch | | |
| Deutsche Schwarzbunte (Holstein-Sbt) schwarz-weiß gefleckt | sehr milchbetontes Zweinutzungsrind | | 650–750 | über 145–150 |
| Deutsches Fleckvieh gelbbrot-weiß gefleckt weißer Kopf | Zweinutzungsrind mit gleicher Betonung von Milch und Fleisch | | ca. 750 | 138–142 |
| Deutsche Rotbunte (Holstein-Rbt) rot-weiß gefleckt | milchbetontes Zweinutzungsrind | | 650–750 | 145–150 |
| Deutsches Braunvieh grau bis grau-braun | milchbetontes Zweinutzungsrind | | über 600 | 138–152 |
| Deutsches Gelbvieh einfarbig gelb | fleischbetontes Zweinutzungsrind | | 700–800 | 138–142 |
| Deutsches Rotvieh 75 % des Bestandes sind | milchbetontes Zweinutzungsrind | | 650 | 140 |
| Angler einfarbig rot | milchbetontes Zwei- nutzungsrind (hoher Milch-/Fettgehalt) | | 650 | 140 |
| Vorderwälder und Hinterwälder gelb/rot-weiß gefleckt | Zweinutzungsrind Zweinutzungsrind | | ca. 600 400–450 | 134 118–120 |
| Pinzgauer dunkelbraun mit weißer Rücken- und Bauchblässe | Zweinutzungsrind mit gleicher Betonung von Milch und Fleisch | | 600–700 | 130–135 |
| Deutsche Jersey einfarbig gelbbraun bis hellrot | Milchrind (sehr hoher Fett- und Eiweißgehalt) | | mehr als 400 | 125 und mehr |
| Deutsche Angus hornlos, schwarz bis dunkelbraun sowie rot bis gelbgrau, gelegentlich weiße Flecken | Fleischrind | | 520–620 | 125 |
| Deutsche Charolais weiß bis weiß-gelb | Fleischrind | | 800–950 | 137–147 |



Abb. 790 Schwarzbunte (Holstein-Sbt).



Abb. 791 Fleckvieh.



Abb. 792 Rotbunte (Holstein-Rbt).



Abb. 793 Braunvieh.



Abb. 794 Gelbvieh.



Abb. 795 Angler.



Abb. 796 Jersey.



Abb. 797 Deutsche Angus.

Folgende **Angaben** müssen dabei gemacht werden:



- ▶ *Anzahl* der behandelten Tiere,
- ▶ *Identität* und
- ▶ *Standort* während der Behandlungs- und Wartezeit,
- ▶ *Bezeichnung des Arzneimittels*,
- ▶ *Verabreichungsart*,
- ▶ verabreichte *Menge* und *Wartezeit*,
- ▶ *Datum*,
- ▶ *Name* des Anwenders,
- ▶ *Belegnummer* des tierärztlichen Anwendungs- und Abgabebelegs.

Das Bestandsbuch ist 5 Jahre aufzubewahren.

Die folgenden Tabellen geben eine knappe **Übersicht über wichtige Schweinekrankheiten**, wobei die Einteilung insofern problematisch ist, weil manche Krankheiten nicht auf eine Altersstufe der Schweine beschränkt sind, z.B. Ferkelgrippe oder TGE.

9.1 Krankheiten bei Ferkeln

Tabelle 133: Übersicht wichtiger Ferkelkrankheiten

| Krankheit | Krankheitsbild, Ursache | Abhilfe |
|---|--|---|
| Blutarmut (Anämie)  | Haut und äußere Schleimhäute werden porzellanweiß, die Haut stumpf, Ferkel machen einen müden Eindruck, Erscheinungen ab der 3. Lebenswoche beobachtbar; Ursache ist Mangel an Fe in der Sauenmilch Abb. 1277 | Injektion von Fe-Präparaten innerhalb der ersten 3 Lebenstage des Ferkels, eventuell Wiederholung in der 3. Lebenswoche |
| Ferkelgrippe (Enzootische bzw. Mycoplasmen-Pneumonie)  | schleichend verlaufende Lungenentzündung mit Husten (besonders beim Auftreiben der Tiere), eventuell Fieber, Atemnot, Kümmern; Primär-Erreger sind Mycoplasmen, die in fast allen Schweinebeständen vorhanden sind und die durch beim Husten ausgestoßene Tröpfchen übertragen werden; Sekundärerreger (vor allem Pasteurellen) erschweren den Krankheitsverlauf; es erkranken vorwiegend abgesetzte Ferkel und junge Mastschweine. Abb. 1278 | tierärztliche Behandlung erkrankter Tiere, Vorbeuge durch besseres Stallklima, nicht zu hohe Belegdichte; zweimalige Schutzimpfung der Ferkel; Entfernen chronischer Huster aus dem Stall |

| Krankheit | Krankheitsbild, Ursache | Abhilfe |
|--|---|--|
| <p>Schnüffelkrankheit (PRa = Progressive Rhinitis atrophicans = Nasenentzündung mit fortschreitendem Gewebeschwund)</p>  | <p>chronische Bestandsseuche, schleimig-eitrig bis blutiger Nasenausfluss, Faltenbildung auf dem Rüssel, Augenausfluss, Zerstörung der Nasenmuscheln, Oberkieferverbiegung, Erreger: Toxin bildende Pasteurellen, begleitend Bordetellen u. a., Tröpfchen-Infektion; Ferkel erkranken ab der 2. Lebenswoche</p> <p>Abb. 1279</p> | <p>meldepflichtig Haltung, Klima und Fütterung optimal gestalten, Schutzimpfung der tragenden Sauen; Ausmerzung aller offensichtlich erkrankten Tiere</p> |
| <p>Coli-Ruhr Abb. 1280</p>  | <p>ab dem 1. Lebenstag wässriger Durchfall, Austrocknung, Schwäche; Sauglust häufig noch erhalten, bei unbehandelten Tieren tritt oft der Tod nach 1–3 Tagen ein, bei späterer Infektion (3. Lebenswoche, 1. Woche nach dem Absetzen) geringere Sterblichkeitsrate (20–30%), Erreger: verschiedene Typen von Coli-Bakterien, Ansteckung über Aufnahme von Kot</p> | <p>sofortige tierärztliche Behandlung des ganzen Wurfs, Ferkel warm halten, sauberes Trinkwasser; Rein-Raus-Methode im Abferkelstall mit gründlicher Reinigung und Desinfektion, optimales Stallklima, sauberes Trinkwasser, Schutzimpfung der tragenden Sauen, keine Keimverschleppung über Stiefel oder andere Gerätschaften</p> |
| <p>Ödem-Krankheit (Coli-Enterotoxämie)</p> <p style="text-align: right;">Abb. 1281</p>  | <p>etwa eine Woche nach dem Absetzen oder nach Futterumstellungen treten Ödeme (Wasseransammlungen im Gewebe) an Augenlidern, Nasenrücken auf, Krämpfe, Übererregbarkeit, heisere Stimme, Kurzatmigkeit, Lähmung, Festliegen, Tod nach 1–2 Tagen, Erreger: verschiedene Typen von Coli-Bakterien, die sich bei Verdauungsstörungen stark vermehren und vom Dickdarm in den Dünndarm einwandern, die gebildeten Gifte (Enterotoxine) lösen Durchfall, Ödemkrankheit oder Schock aus</p> | <p>sorgfältige tierärztliche Behandlung und Futterentzug für 1–2 Tage bei reichlichem Wasserangebot; nach dem Absetzen hochwertiges und hochverdauliches Spezialfutter mit niedrigem Säurebindungsvermögen für mindestens 2 Wochen portioniert füttern, Tränken kontrollieren</p> |
| <p>Nässendes Ekzem (Ferkelruß)</p>  | <p>feuchter, schmieriger, später brauner, krustiger Hautausschlag bei Saugferkeln, der sich auf den ganzen Körper ausdehnt; Tiere kümmern oder verenden; bei älteren Ferkeln örtliche begrenzte Veränderungen, vorwiegend an den Ohren; Erreger: Staphylokokken, die über Hautverletzungen eindringen</p> <p>Abb. 1282</p> | <p>tierärztliche Behandlung des ganzen Wurfs; Schutzimpfung der tragenden Sauen mit stallspezifischer Vakzine</p> |
| <p>Influenza</p> | <p>hochansteckende, plötzlich einsetzende Erkrankung mit kurzfristig hohem Fieber, Husten, beschleunigter und angestrenzter Atmung, Apathie, Appetitlosigkeit; Saugferkel erkranken nicht so schwer, Erholung nach 8 Tagen, Erreger: Influenza-A-Virus</p> | <p>Förderung der Selbstheilung durch Erhöhen der Stalltemperatur bei ausreichender, zugfreier Belüftung; Einstreu; hochgradig erkrankte Tiere behandeln lassen (Gefahr von Kreislaufkollaps, Abort, Milchmangel), Schutzimpfung</p> |

14 Energieproduktion

1 Biogas

Mit dem *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG)* soll der Anteil der Energiegewinnung aus regenerativen Energiequellen mittelfristig auf 20 % erhöht werden. Ziel ist es, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu vermindern und die Umweltbelastung zu reduzieren.

Die **Produktion von Biogas** setzt *organische Masse* als Ausgangsmaterial voraus. Diese kann in Form von Grünpflanzen, Silagen, Getreide, Gülle oder Mist vorliegen. Damit ist die Produktion von Biogas unzweifelhaft ein Aufgabenbereich der Landwirtschaft; die Erzeugung von Biomasse steht am Beginn der Produktionskette.

Außer durch die Landwirtschaft wird Biogas auch in den Faulbehältern von *Kläranlagen* produziert und dort dementsprechend als *Faulgas* bezeichnet.

In der Kombination Tierhaltung und Biogas-Produktion entsteht für die Landwirtschaft eine zusätzliche **Einnahmequelle**. Die Anforderungen in fachlicher Hinsicht sind dabei relativ hoch, werden aber oft falsch eingeschätzt, so dass manche Investition nicht die erhoffte Rendite bringt.

1.1 Grundlagen

Grundsätzlich ist die Produktion von Biogas für den Landwirt kein neuer Bereich. Seit jeher entsteht in den Mägen von Wiederkäuern Methan und wird und dann allerdings an die Umwelt abgegeben.

Bei den **Biogas-Anlagen** wird dieser natürliche Vorgang in einem technisierten Gärprozess für die energetische Verwendung optimiert und das entstehende Biogas zur **Wärme- und Stromgewinnung** genutzt.

Dieser Vorgang läuft CO₂-neutral ab und entlastet damit die Umwelt.

1.1.1 Biogas-Bildung

Biogas wird beim Abbau von organischer Masse unter Luftabschluss durch anaerobe Bakterien erzeugt. Dieser Vorgang, an dem verschiedene Bakterienstämme beteiligt sind und der etwa 30 Tage dauert, kann in vier **Schritte** unterteilt werden.

► **Hydrolyse:** Hierbei werden die großen organischen Moleküle in ihre Grundbausteine zerlegt. So werden Fette in Fettsäuren, Polysaccharide (z. B. Stärke) in Einfachzucker und Proteine in Peptide und Aminosäuren zerlegt.

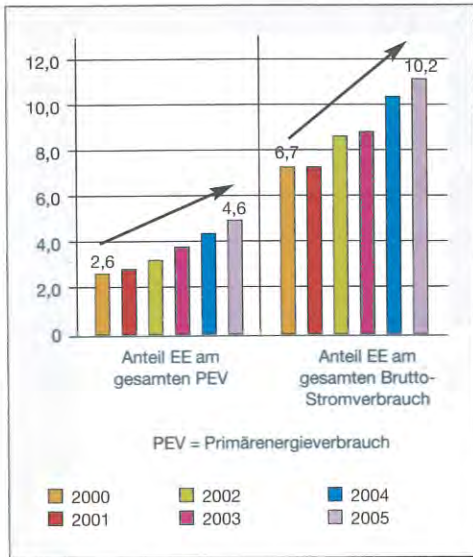
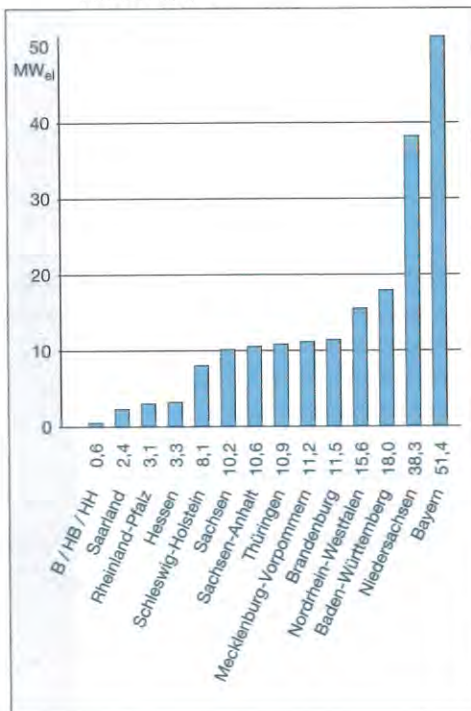


Abb. 1376 Entwicklung der erneuerbaren Energien (EE, Februar 2006).

Abb. 1377 Installierte elektrische Gesamtleistung (in MW_{el}) der Biogasanlagen in den Bundesländern (gesamt: 190 MW; Stand Februar 2004).



► **Fermentation:** Bei diesem Vorgang, wissenschaftlich als Acidogenese bezeichnet, werden die einfachen Grundbausteine zu niedrigen Fett-/Karbonsäuren (z. B. Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure, Propionsäure) und in niedrige Alkohole (z. B. Ethanol) umgewandelt.

► **Acedogenese:** Die vorher entstandenen Fett- und Karbonsäuren sowie die Alkohole werden nun, wieder durch Mikroorganismen, primär zu Essigsäure und deren Salz, dem Acetat, und zu Kohlendioxid abgebaut.

► **Methanogenese:** Im letzten Teil der Biogasbildung wird, zwingend unter Luftabschluss, die Essigsäure in Methan (CH_4), Kohlendioxid (CO_2) und Wasserstoff (H_2) umgewandelt.

Zurück bleiben die schwer abbaubaren organischen Stoffe wie etwa Lignin sowie anorganische Stoffe wie Sand und Mineralstoffe.

Für die optimale Gasproduktion ist eine gleichbleibende Temperatur erforderlich. Je nach Art der Produktion wird dabei zwischen dem mesophilen Bereich ($35-42^\circ\text{C}$) und dem thermophilen Bereich (ca. 55°C) unterschieden. Die meisten Anlagen arbeiten im mesophilen Bereich bei etwa 39°C .

Damit diese Temperatur im Gärbehälter konstant vorliegt, wird ein Teil der bei der Biogas-Verbrennung entstehenden Abwärme wieder zum Beheizen des Fermenters benötigt.

1.1.2 Zusammensetzung von Biogas

Die **Zusammensetzung von Biogas** hängt stark vom Ausgangssubstrat und der Betriebsweise des Fermenters ab. *Methan* ist der wertvolle Bestandteil von Biogas. Je höher sein Anteil ist, desto energiereicher ist das Gas.

Wasserdampf und *Kohlendioxid* sind nicht nutzbar; der Wasserdampf wird vor der Verbrennung durch Kondensation entfernt. *Ammoniak* und *Schwefelwasserstoff* sind aggressive Bestandteile und müssen vor der Verbrennung entfernt bzw. durch gezielte Oxidation unschädlich gemacht werden, um die eingesetzten Gasmotoren vor Korrosion zu schützen. Biogas mit weniger als 50 % Methan führt zu Problemen bei der Verstromung mit reinen Gasmotoren.

Biogas hat eine **Dichte** von ca. $1,2\text{ kg/m}^3$ und ist damit leichter als Luft. Eine **Explosionsgefahr** besteht nur bei einem Methananteil von 5–15 % in der Luft; bei einer höheren Konzentration kommt es zu einer Verbrennung. Die **Zündtemperatur** von Biogas beträgt

Tabelle 157: Durchschnittliche Zusammensetzung von Biogas (in %)

| | |
|---------------------|-------|
| Methan | 40–75 |
| Kohlendioxid | 25–55 |
| Wasserdampf | 0–10 |
| Stickstoff | 0–5 |
| Sauerstoff | 0–2 |
| Wasserstoff | 0–1 |
| Ammoniak | 0–1 |
| Schwefelwasserstoff | 0–1 |

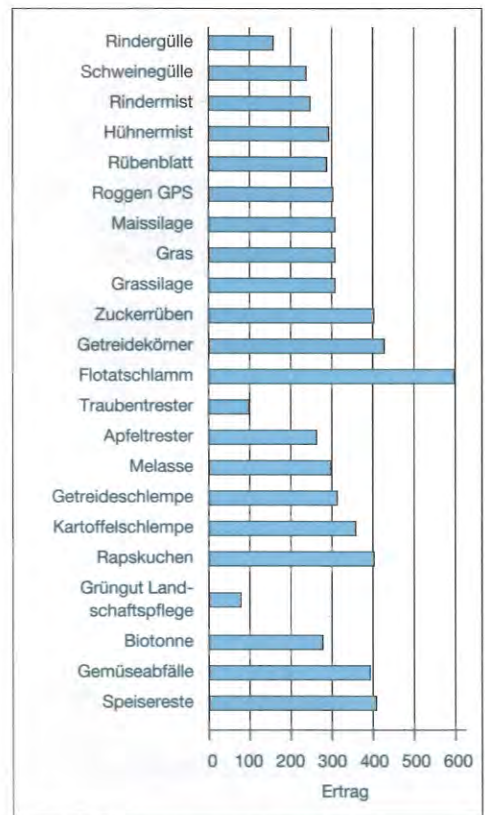


Abb. 1378 Methanertrag (in l/kg oTS) verschiedener Ausgangsstoffe.

Abb. 1379 Trockenmasseertrag (dt TS/ha) verschiedener Biogaspflanzen.

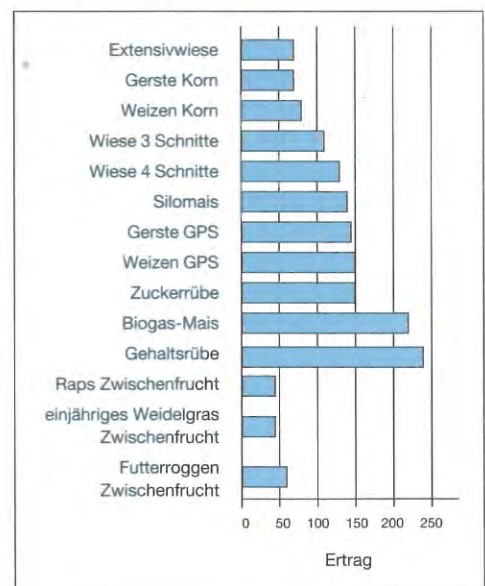




Abb. 1380 Feststoffdosierer zum Einbringen von Mist, Silagen oder Grüngut in dem Fermenter.



Abb. 1381 Kennzeichen von Biogasanlagen ist fast immer die Folienhaube über dem Fermenter. Unter ihr wird das Biogas gesammelt.

700 °C. Sein Heizwert hängt vom Methan-Gehalt ab und liegt zwischen 4 und 7,5 kWh/m³. Der durchschnittliche Heizwert von 1 m³ Biogas entspricht damit etwa dem von 0,61 Heizöl. *Ungereinigtes Biogas* riecht wegen des Schwefelwasserstoffs nach faulen Eiern, gereinigtes Biogas ist nahezu geruchlos.

1.1.3 Bedeutung der zu vergärenden Biomasse

Der **Gasertrag** und damit die Wirtschaftlichkeit hängt im hohen Maße von der eingesetzten Biomasse ab. Maßgeblich ist dabei der Gehalt an organischer Trockenmasse (oTS), wobei ein hoher Anteil an leicht verdaulicher organischer Substanz angestrebt werden muss. Verholzte Pflanzenmasse mit einem hohen Ligninanteil kann in der begrenzten Zeit im Fermenter kaum genutzt werden. Da die Gasausbeute der bereits durch die tierische Verdauung energieärmeren **Gülle** natürlich geringer ist, als bei noch nicht genutzter Biomasse, ist die Zugabe von weiteren Substraten, wie etwa Maissilage, Grüngut oder Getreide zur Gülle sinnvoll. Gülle ist zwar in der Regel sehr preiswert und liefert eine gute Grundsubstanz für die Vergärung, es ist aber auch möglich, eine Biogasanlage ohne Gülle, nur mit pflanzlichen Rohstoffen, zu betreiben.

Eingesetzte Gülle sollte einen möglichst hohen TS-Gehalt haben. Problematisch kann der Zusatz von Wasser und darin enthaltene Spül- und Desinfektionsmittel sein.

Da die **Vergütung** für den **ingespeisten Strom** teilweise auch von der verarbeiteten Biomasse abhängt, ist für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage nicht nur der Gasertrag entscheidend. Zusätzlich muss der landwirtschaftliche Betrieb bei den Überlegungen zur Auswahl des eingesetzten Substrats auch pflanzenbauliche Aspekte berücksichtigen.

Hier stellt sich die Frage nach dem Biomassertrag je Hektar und dem maximalen Anteil der ausgewählten Feldfrucht in der Fruchtfolge. Wie bei einer Futterplanung im Bereich der Rinderhaltung muss dabei der gesamte Ackerbau mit der Möglichkeit von Zwischenfrüchten berücksichtigt werden.

Abschätzung von landwirtschaftlichen Ressourcen für die Stromproduktion:

Für 1 kW elektrische Dauerleistung benötigt man bei der Verstromung von Biogas im Durchschnitt:

- ▶ 0,5 ha Silomaisfläche,
 - ▶ 0,7 ha Getreide,
 - ▶ 1 ha Wiese,
- oder
- ▶ Gülle von 7 Kühe,
 - ▶ Gülle von 53 Schweinen

Aufgrund des hohen Flächenertrages und der einfachen Mechanisierbarkeit hat sich in der Praxis der Anbau von speziell für die Biogas-Produktion gezüchteter Silomaisarten durchgesetzt. Das Ziel ist ein möglichst hoher Trockenmasseertrag je ha bei einem relativ geringen Trockenmassegehalt von ca. 28 % TM. Die Bedeutung des Stärkegehalts ist bei Biogas-Mais geringer als in der

Rinderfütterung. Der niedrigere Trockenmassegehalt soll nicht durch eine frühe Ernte, sondern durch den Anbau spät reifender Sorten angestrebt werden.

Bei der Neuzüchtung wird bei diesen Sorten auf eine verbesserte Jugendentwicklung geachtet. Je nach Marktpreisen werden zusätzlich Getreideschrot, Gemüse, oder Ölsaaten zugesetzt.

1.2 Arbeitsweise einer Biogas-Anlage

Eine landwirtschaftliche Biogas-Anlage wird heute in der Regel als **kontinuierliche Durchflussanlage** betrieben. Die Hauptbestandteile sind:

- ▶ Beschickung,
- ▶ Fermenter,
- ▶ Blockheizkraftwerk,
- ▶ Lager für Substrate.

Beschickung – Das kontinuierliche Durchflussverfahren macht auch eine kontinuierliche Beschickung notwendig. Durch gleichmäßige Zugabe in kleineren Mengen gibt es geringere Schwankungen beim Gärprozess und bei der Temperatur im Fermenter. Die Gülle aus der Tierhaltung wird hierzu in einem Vorbehälter gesammelt. Von dort wird in regelmäßigen Zeitabständen eine bestimmte Menge in den Fermenter gepumpt. Die als Co-Substrat eingesetzte Biomasse wird über mechanische Dosiereinrichtungen in mehreren über den Tag verteilten Intervallen zugeführt. Diese Feststoffdosierer arbeiten mit Schnecken oder mit hydraulisch angetriebenen Stempeln.

Fermenter mit Rührwerk und Gasspeicher – Der **Fermenter** ist üblicherweise ein isolierter Rundbehälter mit Rührvorrichtung und Heizung. Die Heizung kann sowohl im Boden integriert, als auch an der Wand angebracht sein. Im Fermenter findet bei etwa 39 °C durch die Mikroorganismen die Vergärung der organischen Substanz zu Methan und Kohlendioxid statt.

Im Durchflussverfahren wird dabei durch das Einbringen neuer Substanz automatisch eine gleiche Menge an vergorener Substanz über einen Überlauf herausgedrückt und fließt in einen Lagerraum. Der Füllstand im Gärbehälter bleibt damit immer konstant. Das **Rührwerk** sorgt für eine gute Durchmischung und erleichtert das Aufsteigen des Gases. Die **Heizung** wird mit der Abwärme aus dem Blockheizkraftwerk betrieben und sorgt für gleichmäßig optimale Temperaturbedingungen.

Gelegentlich wird noch ein zweiter Gärbehälter nachgeschaltet, um durch eine Nachgärphase die Gasausbeute zu erhöhen.

Der **Gasspeicher** befindet sich häufig direkt über dem Gärbehälter in Form einer gasdichten Folienhaube als Abdeckung. Eingesetzt werden aber auch Foliensäcke. Alle Rohrleitungen für das Biogas müssen aus korrosionsfestem Material hergestellt werden.

Blockheizkraftwerk – Mithilfe von Gasmotoren, die einen Generator antreiben, wird das entstehende Biogas verbrannt. Dabei entstehen Strom und Abwärme.

Bei den Motoren gibt es reine Gasmotoren und Zündstrahlmotoren, bei denen ein mit Heizöl oder bei einer Inbetriebnahme nach

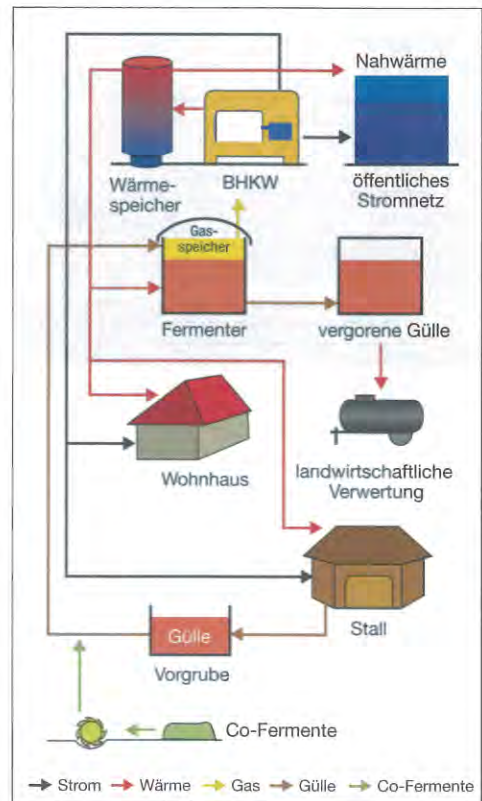


Abb. 1382 Schematischer Aufbau einer Biogasanlage.