Landwirtschaftliches Lehrbuch

Allgemeiner Pflanzenbau

Herausgegeben von
Prof. Dr. Dr. h. c. K.-U. Heyland,
Bonn
Unter Mitarbeit von

Prof. Dr. R. Aldag, Prof. Dr. H. Braun,
Dr. G. Brugger, Prof. Dr. V. H. Paul,
Dipl.-Ing. F. O. Ripke, Dr. R. Schmid,
Dr. F. W. Schulze, Dr. G. Spielhaus

7., völlig neubearbeitete Auflage
149 Abbildungen
106 Tabellen

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Vorwort V

1 Landwirtschaftliche Chemie (R. Schmid) 11

1.1 Einführung 11
1.2 Atombau, Periodensystem 12
1.2.1 Das Atom 12
1.2.2 Die relative Atommasse 13
1.2.3 Das Molekül 13
1.2.4 Radioaktivität 16
1.2.4.1 Natürliche Radioaktivität 16
1.2.4.2 Künstliche Radioaktivität 16
1.2.4.3 Kernspaltung 17
1.2.4.4 Kernverschmelzung 17
1.2.4.5 Radioaktive Strahlung 17
1.3 Chemische Bindung 18
1.3.1 Atombindung, Ionenbindung, Salze, metallische Bindung 18
1.3.2 Wichtige chemische Reaktionen 20
1.3.2.1 Reduktion – Oxidation 20
1.3.2.2 Säure-Base-Reaktionen 22
1.4 Anorganische Chemie 25
1.4.1 Nichtmetalle 25
1.4.1.1 Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser 25
1.4.1.2 Luft, Stickstoff 27
1.4.1.3 Kohlenstoff 30
1.4.1.4 Silizium, Silikate, Tonmineralien 31
1.4.1.5 Phosphor, Schwefel, Bor 33
1.4.1.6 Halogene 34
1.4.2 Metalle 35
1.4.2.1 Alkali- und Erdalkalimetalle 35
1.4.2.2 Aluminium, Eisen 36
1.4.2.3 Andere Metalle 37
1.5 Organische Chemie 39
1.5.1 Kohlenwasserstoffe 39
1.5.2 Alkohole, Aldehyde, Ketone, Säuren 41
1.5.3 Ester, Wachse, Fette, Öle 43
1.5.4 Kohlenhydrate 44
1.5.5 Eiweißstoffe – Aminosäuren, Peptide, Proteine, Enzyme 46
1.5.6 Ringförmige Verbindungen 47
1.5.7 Kunststoffe 51
1.6 Grundlegende chemische Vorgänge in Boden und Pflanze 53
1.6.1 Bodenbildung durch Verwitterung 53
1.6.2 Bodenacidität und Kalkzustand 53
1.6.3 Boden als Lieferant von Haupt- und Spurennährstoffen 54
1.6.4 Organische Substanz und Stickstoff im Boden 55
1.6.5 Schwermetalle im Boden 56
1.6.6 Nährstoffaufnahme und Stoffproduktion durch die Pflanzen 57
1.7 Düngemittel 57
1.7.1 Herstellung und Begleitstoffe 57
1.7.2 Verfügbarkeit der Nährstoffe 58
1.8 Technische Prozesse in der Landwirtschaft 59
1.8.1 Gärungsvorgänge 59
1.8.2 Zucker- und Stärkeproduktion 60

2 Bodenkunde (R. Aldag) 61

2.1 Einleitung 61
2.2 Bestandteile des Bodens 62
2.2.1 Mineralische Bestandteile 62
2.2.2 Organische Bestandteile 65
2.2.3 Wasser 67
2.2.4 Luft 68
2.3 Funktionen und Eigenschaften des Bodens 68
2.3.1 Bodenwasser 68
2.3.2 Bodenluft 71
2.3.3 Humus, Bildung und Zusammensetzung 72

2.3.4 Bodennährstoffe ... 76
2.3.5 Schadstoffe ... 80
2.4 Bodengefüge ... 80
2.5 Bodenentwicklung, Bodentypen, Bodensystematik ... 82
2.6 Bodenbewertung ... 93

3 Standort und Pflanzenproduktion (G. Spielhaus) ... 99

3.1 Bodenfruchtbarkeit ... 99
3.2 Integrierter Pflanzenbau ... 101
3.2.1 Grundlagen des Integrierten Pflanzenbaues ... 101
3.2.2 Grenzen des Integrierten Pflanzenbaues ... 102
3.3 Anbau und Fruchtfolge ... 103
3.3.1 Anbauverhältnis ... 103
3.3.2 Fruchtfolgen ... 105
3.3.2.1 Monokultur ... 105
3.3.2.2 Getreidefruchtfolgen ... 105
3.3.2.3 Dreifelderfruchtfolge ... 106
3.3.2.4 Fruchtwechselfolge ... 106
3.3.2.5 Vielgliedrige Fruchtfolgen ... 106
3.3.3 Zwischenfruchtanbau ... 107

4 Bodenbearbeitung (G. Spielhaus) ... 111

4.1 Ziel der Bodenbearbeitung ... 111
4.2 Bodengefüge und Bodengare ... 113
4.3 Beseitigung von Gefügeschäden ... 116
4.4 Bodenbearbeitungssysteme ... 119
4.4.1 Pflugkultur ... 119
4.4.2 Bestellsaatverfahren ... 120
4.4.3 Mulch- und Direktsaat ... 122

5 Landschaft und Landwirtschaft (G. Spielhaus) ... 127

5.1 Klima und Witterung ... 127
5.2 Bewirtschaftungssysteme ... 128
5.3 Landwirtschaft und Abfallverwertung ... 129
5.3.1 Tierische Wirtschaftsdünger ... 131
5.3.2 Erntereste ... 135
5.3.3 Klärschlamm ... 136
5.3.4 Müllkompost ... 137
5.4 Schäden durch Schwermetalle ... 138
5.5 Wasser- und Bodenschutz ... 139
5.6 Maßnahmen zum Erosionsschutz ... 140
5.7 Landschaftsschutz ... 142

6 Pflanze als Produktionsort und Produkt (H. Braun) ... 143

6.1 Die Zelle als Lebensstruktur ... 143
6.1.1 Zellaufbau ... 143
6.1.2 Zellorganellen ... 144
6.1.3 Zellphysiologie ... 147
6.1.3.1 Photosynthese ... 147
6.1.3.2 Atmung und Gärung ... 148
6.1.3.3 Stoffsynthese ... 149
6.1.3.4 Zellvergrößerung und -teilung ... 152
6.1.3.5 Speicherung der Erbinformation ... 152
6.1.3.6 Weitergabe der Erbinformation ... 153
6.2 Gewebebildung und -funktion ... 154
6.2.1 Bildungsgewebe ... 155
6.2.2 Grundgewebe ... 156
6.2.3 Abschlußgewebe ... 156
6.2.4 Festigungsgewebe ... 157
6.2.5 Leitungsgewebe ... 157
6.2.6 Ausscheidungsgewebe ... 159
6.3 Organbildung und -funktion ... 159
6.3.1 Wurzelsystem ... 160
6.3.2 Hypokotyl ... 162
6.3.3 Sproßaufbau und -funktion ... 162
6.3.4 Blattaufbau und -funktion ... 168
6.3.5 Organumwandlung ... 170
6.4 System Pflanze ... 179
6.4.1 Die Wachstums- und Entwicklungsabschnitte ... 179
6.4.2 Entwicklungszyklus ... 181
6.4.3 Hormonale Steuerung ... 182
6.4.4 Temperatur, Licht, Luft und Niederschlag als Steuerungsfaktoren ... 183
6.4.4.1 Temperatur ... 184
6.4.4.2 Licht und Luft ... 188
6.4.4.3 Niederschlag ... 190
6.5 Klima und Vegetation ... 193
6.5.1 Klima und Vegetation der Naturlandschaft ... 193
6.5.2 Klima und Vegetation der Kulturlandschaft ... 193
6.6 Nährstoffhaushalt und Stoffwechsel der Pflanzen ... 193
6.6.1 Nährstoffbedarf ... 193
6.6.2 Nährstoffquellen ... 196

6.6.3 Mineralstoffaufnahme sowie deren Umsetzung in Ertrag und Nährstoffgehalt ... 207
6.7 Grundlagen der Ertrags- und Qualitätsbildung im Pflanzenbestand ... 211
6.7.1 Ertragsbildung der ganzen Pflanze und einzelner Pflanzenteile im Bestand ... 211
6.7.2 Saatdichteeinfluß auf Einzelpflanzen- und Flächenertrag ... 212
6.7.3 Keimbettbereitung ... 217
6.7.4 Pflegemaßnahmen ... 217
6.7.5 Stoffbilanzen im Ackerbau ... 218
6.7.5.1 Humusbilanz und Humusersatzstoffe ... 218
6.7.5.2 Nährstoffbilanz und Versorgung mit N, P, K, Mg, Ca ... 222
6.7.6 Produktqualität in Abhängigkeit vom Erntetermin ... 225
6.7.7 Regenerationssysteme bei mehrjährig genutzten Kulturen ... 228

7 Pflanzenzüchtung und Saatgutwesen
(F. W. Schulze) ... 229

7.1 Pflanzenzüchtung ... 229
7.1.1 Allgemeines ... 229
7.1.1.1 Sortenwahl, Sortenwert ... 229
7.1.1.2 Züchtungspraktische Maßnahmen ... 230
7.1.1.3 Zuchtrichtung, Zuchtziele ... 230
7.1.1.4 Formenreichtum, Genbank ... 231
7.1.2 Zuchtmethoden ... 232
7.1.2.1 Auslesezüchtung ... 232
7.1.2.2 Kombinationszüchtung (Kreuzungszüchtung) ... 232
7.1.2.3 Hybridzüchtung ... 233
7.1.2.4 Züchtung synthetischer Sorten ... 235
7.1.2.5 Züchtung vegetativ vermehrbarer Arten (Klonzüchtung) ... 235
7.1.3 Erhaltungszüchtung ... 236
7.1.4 Biotechnologie und Pflanzenzüchtung ... 236
7.2 Saatgutwesen ... 237
7.2.1 Allgemeines ... 237
7.2.1.1 Historischer Überblick ... 237
7.2.1.2 Weg einer Neuzüchtung ... 237
7.2.2 Saatgutrecht ... 238
7.2.2.1 Sortenschutz ... 238
7.2.2.2 Saatgutverkehr ... 239
7.2.3 Saatgutanerkennung ... 240
7.2.3.1 Saatgutkategorien ... 242
7.2.3.2 Anerkennungsverfahren ... 242
7.2.3.3 Kennzeichnung und Verschließung ... 246
7.2.4 Saatgutverkehrskontrolle ... 246
7.2.5 Saatgutvermehrung (Saatgutproduktion und -aufbereitung) ... 247

8 Schaderreger und Pflanzenschutz
(V. H. Paul) ... 251

8.1 Integrierter Pflanzenschutz ... 251
8.2 Schadbilder ... 252
8.3 Schadursachen ... 252
8.3.1 Unbelebte Schadursachen ... 254
8.3.1.1 Wettereinflüsse ... 254
8.3.1.2 Bodeneinflüsse ... 255
8.3.1.3 Immissionen ... 255
8.3.1.4 Pflanzenschutzmittel ... 258
8.3.2 Viren als Schaderreger ... 259
8.3.2.1 Systematik und Lebensweise ... 259
8.3.2.2 Schadbilder ... 259
8.3.2.3 Bekämpfungsmaßnahmen ... 259
8.3.3 Bakterien als Schaderreger ... 260
8.3.3.1 Systematik und Lebensweise ... 260
8.3.3.2 Schadbilder ... 260
8.3.3.3 Bekämpfungsmaßnahmen ... 260
8.3.4 Pilze als Schaderreger ... 260
8.3.4.1 Systematik und Lebensweise, Zyklen ... 260
8.3.4.2 Schadbilder ... 267
8.3.4.3 Bekämpfungsmaßnahmen ... 269
8.3.5 Niedere Tiere als Schaderreger ... 270
8.3.5.1 Nematoden ... 274
8.3.5.2 Schnecken ... 276
8.3.5.3 Milben ... 293
8.3.5.4 Insekten ... 293
8.3.6 Vögel als Schädlinge ... 299
8.3.7 Mäuse als Schädlinge ... 308
8.3.8 Höhere Pflanzen als Konkurrenten (Unkräuter, Ungräser) ... 309
8.3.8.1 Bedeutung ... 309
8.3.8.2 Biologie und Ökologie ... 309
8.3.8.3 Bekämpfung ... 316
8.4 Epidemiologie der wichtigsten Schaderregergruppen ... 316
8.4.1 Viren ... 318
8.4.2 Pilze ... 319
8.4.3 Insekten ... 319
8.5 Pflanzenschutzmaßnahmen ... 319
8.5.1 Grundsätze und methodische Voraussetzungen ... 319
8.5.2 Physikalische Maßnahmen ... 323

8.5.3 Chemische Maßnahmen (Pflanzenschutzmittel) ... 323
8.5.3.1 Verfahren ... 324
8.5.3.2 Formulierungen ... 324
8.5.3.3 Ausbringungsformen ... 325
8.5.3.4 Fungizide ... 325
8.5.3.5 Herbizide ... 326
8.5.3.6 Insektizide ... 338
8.5.3.7 Folgen der Anwendung chemischer Maßnahmen ... 338
8.6 Gesetze und Verordnungen ... 352
8.7 Organisation des Pflanzenschutzes ... 356

9 Applikationstechnik
(F. O. Ripke) ... 357

9.1 Anwendungsverfahren ... 357
9.1.1 Spritzen ... 357
9.1.2 Sprühen ... 357
9.1.3 Streuen ... 358
9.1.4 Streichen ... 358
9.2 Anforderungen an Pflanzenschutzgeräte ... 358
9.3 Sachgerechte Handhabung von Feldspritzgeräten ... 359
9.3.1 Vorbereitung des praktischen Einsatzes ... 359
9.3.2 Durchführung des praktischen Einsatzes ... 361
9.3.3 Nachbereitung des praktischen Einsatzes ... 361
9.4 Zielflächenangepaßte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln ... 363
9.4.1 Grundlagen der hydraulischen Zerstäubung ... 363
9.4.2 Sachgerechter Praxiseinsatz von geeigneten Zerstäubern ... 367
9.4.2.1 Abtrift gezielt vermeiden ... 367
9.4.2.2 Gute Benetzung als Grundlage für Mitteleinsparungen ... 369
9.5 Gute fachliche Praxis als Anwendungsnorm ... 370

10 Ökologischer Landbau
(G. Brugger) ... 371

10.1 Einführung ... 371
10.1.1 Anbauorganisationen und ihre Aufgaben ... 371
10.1.2 Rahmenrichtlinien ... 372
10.1.3 Entwicklung und Umfang ... 372
10.2 Anbauverhältnisse und Fruchtfolge ... 372
10.2.1 Anbauverhältnisse ... 372
10.2.2 Fruchtfolge ... 373
10.3 Bodenbearbeitung ... 376
10.3.1 Ziele der Bodenbearbeitung ... 377
10.3.2 Maßnahmen der Bodenbearbeitung ... 377
10.4 Pflanzenernährung und Düngung ... 378
10.4.1 Notwendigkeit und Umfang des Nährstoffersatzes ... 378
10.4.2 Nährstoffersatz und Düngung ... 378
10.5 Unkrautregulierung ... 381
10.5.1 Kulturmaßnahmen ... 381
10.5.2 Direkte Bekämpfungsmaßnahmen ... 382
10.6 Pflanzenschutz ... 383
10.6.1 Vorbeugende Maßnahmen ... 383
10.6.2 Direkte Bekämpfungsmaßnahmen ... 384
10.7 Umstellung auf ökologischen Landbau ... 385
10.8 Ökologische Methoden als Beispiel für eine Integrierte Pflanzenproduktion ... 387

Literaturverzeichnis ... 389

Sachregister ... 393