

Konrad Martin/Joachim Sauerborn

Agrarökologie

192 Abbildungen

21 Tabellen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	10
1 Einführung	12
1.1 Grundbegriffe und Inhaltsübersicht	12
1.1.1 Ökosysteme	14
1.1.2 Agrarökosysteme	15
2 Beginn und Entwicklung der Landwirtschaft.	18
2.1 Die ersten Menschen	18
2.2 Beginn der Landwirtschaft	20
2.2.1 Von der Wild- zur Kulturpflanze	21
2.2.2 Entstehungszentren der Landwirtschaft	24
2.2.3 Ausbreitung von Landwirtschaft und Kulturpflanzen	26
2.3 Fortschritte und Folgen der Landwirtschaft	28
2.3.1 Technische Entwicklung und Mechanisierung	30
2.3.2 Künstliche Bewässerung	30
2.3.3 Dünger und Pflanzenschutzmittel	31
2.3.4 Pflanzenzüchtung	32
2.3.5 Auswirkungen intensiver Landbewirtschaftung	34
2.4 Einteilung der Agrarökosysteme	36
2.4.1 Wechselsysteme	38
2.4.1.1 Feldwaldwirtschaft	38
2.4.1.2 Feldbuschwirtschaft	39
2.4.1.3 Feldgraswirtschaft	40
2.4.2 Dauersysteme	41
2.4.2.1 Permanenter Ackerbau	41
2.4.2.2 Dauerkulturen	44
3 Muster und Prozesse in Ökosystemen	47
3.1 Biotische Interaktionen	47
3.1.1 Nahrungsbeziehungen	47

3.1.1.1	Autotrophe Organismen	47
3.1.1.2	Heterotrophe Organismen	48
3.1.1.3	Trophische Ebenen und Nahrungsnetze	50
3.1.2	Konkurrenz	51
3.1.3	Mutualismus	52
3.2	Biozöosen	54
3.3	Biodiversität	58
3.3.1	Artendiversität in natürlichen Systemen	58
3.3.2	Artendiversität in Agrarökosystemen	60
3.4	Sukzession	63
3.5	Energie- und Stoffflüsse	65
3.5.1	Energieflüsse durch Nahrungsnetze	65
3.5.2	Stofftransport durch Wasser und Wind	68
3.5.3	Energie- und Stoffflüsse in Agrarökosystemen	69
3.6	Globale Stoffkreisläufe	70
3.6.1	Wasser (H ₂ O)	70
3.6.2	Kohlenstoff (C)	73
3.6.2.1	Anthropogene Einflüsse auf den CO ₂ -Haushalt	75
3.6.3	Sauerstoff (O)	77
3.6.4	Stickstoff (N)	79
3.6.4.1	Prozesse im Stickstoffkreislauf	79
3.6.4.2	Anthropogene Einflüsse auf den Stickstoffkreislauf	83
3.6.5	Phosphor (P)	86
4	Die Kulturpflanze und ihre Umwelt	89
4.1	Strahlung und Energie	89
4.1.1	Fotosynthese	89
4.1.1.1	C ₃ -Pflanzen	91
4.1.1.2	C ₄ -Pflanzen	92
4.1.1.3	CAM-Pflanzen	93
4.1.1.4	Einstrahlung in Agrarökosysteme	93
4.1.2	Wärmeenergie	96
4.1.2.1	Temperatur und Standort	97
4.1.2.2	Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Kulturpflanzen	98
4.2	Wasser	100
4.2.1	Bodenwasserhaushalt	100

4.2.1.1	Infiltration	100
4.2.1.2	Verdunstung	102
4.2.2	Bewässerung	102
4.3	Boden	105
4.3.1	Bodenentwicklung und Bodeneigenschaften	106
4.3.2	Identifizierung und Einteilung von Böden	108
4.3.3	Pflanzennährstoffe	109
4.3.3.1	Verfügbarkeit der Nährstoffe	111
4.3.4	Bodenreaktion (pH-Wert)	113
4.3.5	Bodenorganismen	114
4.3.5.1	Zusammensetzung und Funktionen von Bodenbiozöosen	115
4.3.5.2	Einflussfaktoren auf Bodenbiozöosen	117
4.3.5.3	Bedeutung von Humus in Agrarökosystemen	121
4.3.6	Bodenerosion	122
4.4	Ackerbegleitflora	124
4.4.1	Konkurrenz zwischen Kulturpflanzen und Unkräutern	124
4.4.1.1	Konkurrenz um Licht	124
4.4.1.2	Konkurrenz um Nährstoffe	126
4.4.1.3	Konkurrenz um Wasser	126
4.4.1.4	Kombinierte Konkurrenzwirkungen	127
4.4.1.5	Spezielle Konkurrenzsituationen	127
4.4.2	Allelopathie	130
4.4.3	Parasitische Blütenpflanzen	130
4.5	Phytophagen	131
4.5.1	Trophische Gruppen der Phytophagen	132
4.5.1.1	Ektophage Konsumenten des Kormus	132
4.5.1.2	Endophage Konsumenten des Kormus	134
4.5.1.3	Konsumenten an Blüten, Samen und Früchten	136
4.5.2	Wirtspflanzenspektrum der Phytophagen	137
4.5.3	Schädlinge und ihre Wirkungen auf den Ertrag	139
4.5.3.1	Kompensationsfähigkeit der Pflanze	141
4.5.3.2	Ressourcenversorgung und Schädlingsbefall	142
4.5.4	Pflanzliche Abwehr von Phytophagen	143
4.5.4.1	Morphologische Merkmale	145
4.5.4.2	Sekundäre Pflanzenstoffe	146
4.5.4.3	Induzierte Abwehr	152
4.5.4.4	Effektivität der pflanzlichen Abwehr	156

4.6	Phytopathogene	158
4.6.1	Viren	159
4.6.2	Bakterien	160
4.6.3	Pilze	161
4.6.4	Pflanzliche Abwehr von Pathogenen	162
4.6.4.1	Konstitutive Mechanismen	163
4.6.4.2	Induzierte Mechanismen	164
5	Bekämpfung unerwünschter Organismen	168
5.1	Unkrautbekämpfung	168
5.1.1	Herbizide	168
5.1.2	Herbizid-resistente Kulturpflanzen	169
5.1.3	Kulturmaßnahmen	170
5.1.4	Weitere Methoden der Unkrautbekämpfung	172
5.2	Schädlingsbekämpfung	173
5.2.1	Chemische Schädlingsbekämpfung	173
5.2.1.1	Synthetische Insektizide	174
5.2.1.2	Natürliche Insektizide	175
5.2.1.3	Pheromone	176
5.2.1.4	Unerwünschte Insektizidwirkungen	177
5.2.2	Schädlingsresistente Kulturpflanzen	180
5.2.2.1	Transgene schädlingsresistente Kulturpflanzen	181
5.2.3	Kulturmaßnahmen zur Schädlingsbekämpfung	183
5.2.3.1	Fruchtfolge	183
5.2.3.2	Aussaattermin	183
5.2.3.3	Bestandesdichte	184
5.2.3.4	Bodenbearbeitung	185
5.2.4	Biologische Schädlingsbekämpfung	186
5.2.4.1	Hauptgruppen der Antagonisten	186
5.2.4.2	Beziehungen zwischen Antagonisten und Schädlingen	192
5.2.4.3	Beziehungen zwischen Antagonisten und Kulturpflanzen	200
5.2.4.4	Beziehungen zwischen Antagonistenarten	204
5.2.4.5	Konservative biologische Schädlingsbekämpfung	208
5.2.4.6	Inundative biologische Schädlingsbekämpfung	213
5.2.4.7	Klassische biologische Schädlingsbekämpfung	214
5.2.4.8	Biologische Schädlingsbekämpfung mit Pflanzen	216
5.3	Bekämpfung von Phytopathogenen	218
5.3.1	Viren	218
5.3.2	Bakterien	218
5.3.3	Pilze	218

6	Klimazonen und Landnutzung	222
6.1	Globale atmosphärische Zirkulation	222
6.1.1	Klima	225
6.2	Klimazonen	226
6.2.1	Tropen	230
6.2.1.1	Immerfeuchte Tropen	230
6.2.1.2	Wechselfeuchte Tropen	237
6.2.2	Subtropen	242
6.2.2.1	Trockene Subtropen	242
6.2.2.2	Winterfeuchte Subtropen	244
6.2.2.3	Immerfeuchte Subtropen	248
6.2.3	Gemäßigte Breiten	249
6.2.3.1	Feucht-gemäßigte Breiten	249
6.2.3.2	Trocken-gemäßigte Breiten	253
6.2.4	Boreale Klimazone	255
6.2.5	Subpolare und polare Klimazone	256
7	Agrarökologische Aspekte des Globalen Wandels	258
7.1	Der Globale Wandel	258
7.1.1	Anstieg der Weltbevölkerung	259
7.1.2	Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion	260
7.1.2.1	Ausweitung der Anbauflächen	261
7.1.2.2	Intensivierung des Anbaus	262
7.1.2.3	Potenziale der Zukunft	265
7.1.3	Klimawandel	268
7.1.3.1	Ursachen des Klimawandels	268
7.1.3.2	Klimaprognosen für das 21. Jahrhundert	273
7.1.4	Ausblick	280
	Literaturverzeichnis	282
	Sachregister	293