

# Inhalt Band 2

## Fungizide

### I. Allgemeiner Teil: Fungi und Fungizide

Wesen, Einteilung, Prüfungsmethoden und Geschichte der Fungizide

*F. Grewe* unter Mitarbeit von *P. E. Frohberger, H. Scheinpflug* und *H. Kaspers*

1. Fungizide und Pflanzenkrankheiten . . . . .	4
2. Wirkungsweise der Fungizide . . . . .	5
3. Einteilung der Fungizide . . . . .	8
a) Die Wirkungsart der Fungizide . . . . .	8
$\alpha$ ) Protektive Fungizide . . . . .	8
$\beta$ ) Locosystemische Fungizide . . . . .	10
$\gamma$ ) Systemische Fungizide . . . . .	11
b) Anwendungsart und Anwendungsort der Fungizide . . . . .	12
$\alpha$ ) Blattfungizide . . . . .	12
$\beta$ ) Beizmittel . . . . .	12
$\gamma$ ) Bodenfungizide . . . . .	14
4. Die Prüfung von Fungiziden (Test-Methoden) . . . . .	15
5. Geschichte der Fungizide . . . . .	17
6. Einige wichtige pilzparasitäre Pflanzenkrankheiten . . . . .	25
a) Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln ( <i>Phytophthora infestans</i> ) . . . . .	25
b) Der Apfelschorf ( <i>Venturia inaequalis</i> ) . . . . .	26
c) Der Apfelmehltau ( <i>Podosphaera leucotricha</i> ) . . . . .	27
d) Der Grauschimmel der Erdbeeren ( <i>Botrytis cinerea</i> ) . . . . .	27
e) Der Steinbrand des Weizens ( <i>Tilletia caries</i> und <i>Tilletia foetida</i> ) . . . . .	37
f) Der Flugbrand des Weizens und der Gerste ( <i>Ustilago nuda tritici</i> und <i>Ustilago nuda hordei</i> ) . . . . .	38
g) Pflanzenkrankheiten, die durch Bodenpilze verursacht werden . . . . .	38
h) „Rice blast“ (Blattfleckenkrankheit des Reises) . . . . .	39
7. Einige wichtige Erreger pilzparasitärer Pflanzenkrankheiten . . . . .	39
8. Lehrbücher über Pflanzenkrankheiten (Phytopathologie) und Fungizide . . . . .	41
a) Allgemeine Phytopathologie und Mykologie . . . . .	41
b) Spezielle Phytopathologie . . . . .	42
c) Chemie und Wirkungsweise der Fungizide . . . . .	42
9. Literatur . . . . .	42

### II. Spezieller Teil: Chemie der Fungizide

*H. Schlör*

1. Anorganische Fungizide . . . . .	45
Allgemeines . . . . .	45
1.1. Metall-Verbindungen . . . . .	46
a) Kupfer-Verbindungen . . . . .	46

b) Zink-Verbindungen . . . . .	49
c) Cadmium-Verbindungen . . . . .	49
d) Quecksilber-Verbindungen . . . . .	49
e) Derivate der Seltenen Erden . . . . .	50
f) Chrom-Verbindungen . . . . .	50
g) Mangan-Verbindungen . . . . .	51
h) Nickel-Verbindungen . . . . .	51
1.2. Schwefel und Schwefel-Verbindungen . . . . .	51
a) Der Schwefel . . . . .	51
b) Calciumpolysulfide . . . . .	52
c) Bariumpolysulfide . . . . .	52
d) Zur Wirkung des Schwefels und der Polysulfide . . . . .	53
2. Organische Fungizide . . . . .	53
Allgemeines . . . . .	53
2.1. Acyclische Verbindungen . . . . .	54
a) Aliphatische Kohlenwasserstoffe, Halogen, Nitroso- und Nitro-Gruppen enthaltend . . . . .	54
b) Alkohole, Mercaptane, Äther und Thioäther, auch Sulfoxide, Sulfone und Disulfide . . . . .	56
c) Oxo-Verbindungen . . . . .	57
d) Carbonsäuren und deren Derivate einschließlich Thio-Verbindungen . . . . .	57
e) Abkömmlinge der Kohlensäure . . . . .	59
f) Sulfonsäuren, Amidosulfonsäuren und Derivate . . . . .	71
g) Amine und Ammonium-Verbindungen . . . . .	71
2.2. Isocyclische Verbindungen . . . . .	72
a) Isocyclische Kohlenwasserstoffe, gegebenenfalls Halogene und/oder Nitro-Gruppen enthaltend . . . . .	72
b) Hydroxyl-Verbindungen und Derivate einschließlich analoge Schwefel-Verbindungen . . . . .	75
c) Oxo-Verbindungen (Aldehyde, Ketone und Chinone) . . . . .	86
d) Carbonsäuren und Derivate einschließlich Nitrile . . . . .	89
e) Sulfonsäure-Derivate . . . . .	92
f) Amine . . . . .	92
g) Hydrazo- und Azo-Verbindungen, Hydroxylamin-Derivate . . . . .	99
2.3. Heterocyclische Verbindungen . . . . .	101
a) Verbindungen mit einem Sauerstoff- oder Schwefel-Ringatom . . . . .	101
b) Verbindungen mit zwei oder mehreren Sauerstoff- oder Schwefel-Ringatomen . . . . .	104
c) Verbindungen mit einem Stickstoff-Ringatom . . . . .	108
d) Verbindungen mit zwei Stickstoff-Ringatomen . . . . .	114
e) Verbindungen mit drei und mehr Stickstoff-Ringatomen . . . . .	119
f) Verbindungen mit einem oder mehreren Sauerstoff- oder Schwefel-Ringatomen und einem Stickstoff-Ringatom . . . . .	121
g) Verbindungen mit einem oder mehreren Sauerstoff- oder Schwefel-Ringatomen und mehreren Stickstoff-Ringatomen . . . . .	124
2.4. Phosphor-organische Verbindungen . . . . .	130
a) Allgemeines . . . . .	130
b) Phosphorsäureester . . . . .	130
c) Phosphorsäureester-amide . . . . .	133
d) Phosphorsäureester und Derivate . . . . .	135
e) Phosphorsäureester und Derivate . . . . .	135
2.5. Metall-organische Verbindungen . . . . .	137
a) Quecksilber-organische Verbindungen . . . . .	137
b) Bor-organische Verbindungen . . . . .	147
c) Zinn-organische Verbindungen . . . . .	147
d) Arsen-organische Verbindungen . . . . .	150
3. Literatur . . . . .	152
a) Autorenregister . . . . .	152
b) Patentregister . . . . .	156

# Herbizide

R. Wegler und L. Eue

Einleitung . . . . .	172
Literatur . . . . .	176
1. <i>Einteilung der Herbizide</i> . . . . .	177
2. <i>Unterscheidung der Herbizide nach ihrer Anwendung und Wirkungsweise</i> . . . . .	178
3. <i>Teste zur Prüfung von Herbiziden</i> . . . . .	182
Literatur . . . . .	191
4. <i>Anorganische Herbizide</i> . . . . .	192
4.1. Schwefelsäure und andere Säuren . . . . .	192
4.2. Sulfamidsäure . . . . .	192
4.3. Sulfate . . . . .	192
a) Eisen(II)-sulfat . . . . .	192
b) Ammoniumsulfat . . . . .	193
c) Kainit, Kaliumchlorid-magnesiumsulfat . . . . .	193
4.4. Rhodanide . . . . .	193
a) Ammoniumrhodanid . . . . .	193
b) Natriumrhodanid . . . . .	193
4.5. Kaliumcyanat . . . . .	193
4.6. Cyanamide . . . . .	193
a) Calciumcyanamid . . . . .	193
b) Natriumcyanamid . . . . .	194
4.7. Chlorate . . . . .	194
a) Natriumchlorat . . . . .	194
b) Magnesiumchlorat . . . . .	194
4.8. Borate . . . . .	194
4.9. Arsenverbindungen . . . . .	194
a) Natriumarsenit . . . . .	194
b) Arsentrioxid . . . . .	195
c) Arsensäure . . . . .	195
d) Calciumarsenat . . . . .	195
4.10. Schwermetall-Salze . . . . .	195
Kupfersulfat . . . . .	195
Literatur . . . . .	195
5. <i>Organische Herbizide</i> . . . . .	196
5.1. Kohlenwasserstoffe, Sulfone sowie einige Ketone . . . . .	196
Literatur . . . . .	198
5.2. Alkohole und Äther . . . . .	198
5.2.1. Aliphatische Alkohole . . . . .	198
a) Monoalkohole . . . . .	198
b) Diole . . . . .	199
c) Cyclo-aliphatische Alkohole . . . . .	199
5.2.2. Aromatisch-aliphatische Alkohole . . . . .	199
a) Benzylalkohole und Derivate . . . . .	199
b) Thiobenzylalkohol-Derivate . . . . .	201
c) Phenoxyäthanol, Äther und Ester . . . . .	201
Literatur . . . . .	203
5.3. Aldehyde und Ketone . . . . .	204
5.3.1. Aliphatische Aldehyde und Ketone . . . . .	204

5.3.2. Aromatische Aldehyde und Ketone . . . . .	205
Literatur . . . . .	206
5.4. Phenolderivate . . . . .	206
5.4.1. Phenole, Thiophenole sowie ihre Ester . . . . .	206
5.4.2. Phenoläther . . . . .	212
Phenolacetale . . . . .	214
5.4.3. Diphenole . . . . .	214
Literatur . . . . .	214
5.5. Kohlensäure- und Thiokohlensäure-Derivate . . . . .	217
5.5.1. Kohlensäure- und Thiokohlensäureester . . . . .	217
5.5.2. Carbamidsäureester und entsprechende Thioverbindungen . . . . .	218
a) Carbamidsäureester aliphatischer Amine mit Alkoholen und Phenolen . . . . .	218
Carbamidsäureester araliphatischer Alkohole . . . . .	219
Carbamidsäureester . . . . .	220
Literatur . . . . .	220
b) Mono- und Dithiocarbamidsäureester sekundärer aliphatischer Amine . . . . .	221
Dialkyl-carbamidsäure-thioester . . . . .	221
Dialkyl-carbamidsäure-thionoester oder Thionourethane . . . . .	223
Carbamidsäure-dithioester, Dithiourethane . . . . .	224
Isothiocyanate . . . . .	225
Literatur . . . . .	225
c) Carbamidsäureester aromatischer Amine . . . . .	227
Carbamidsäureester aromatischer Amine mit aliphatischen Alkoholen sowie deren Abwandlungen . . . . .	227
N-acylierte Urethane . . . . .	231
Carbamidsäureester aromatischer Amine mit Phenolen . . . . .	231
Oximcarbamate . . . . .	231
Carbamidsäureester mit zwei Urethangruppierungen oder einer Urethan- und einer Harnstoffgruppe . . . . .	231
N-Oxyphenyl-carbamidsäureester . . . . .	233
d) Mono- und Dithio-carbamidsäureester aromatischer Amine . . . . .	233
Thiocarbamate . . . . .	233
Thionocarbamate . . . . .	233
Dithiocarbamate . . . . .	233
Thiocarbamidsäureester des Phenylhydroxylamins . . . . .	234
e) Sulfonylcarbamidsäureester . . . . .	234
Benzolsulfonylcarbamate . . . . .	234
N,N'-Sulfonyl-biscarbaminat . . . . .	234
f) Carbamidsäureester heterocyclischer Amine . . . . .	235
g) Darstellung der Carbamidsäureester . . . . .	235
Literatur . . . . .	236
5.5.3. Harnstoffe . . . . .	238
a) Aliphatische Harnstoffe und Thioharnstoffe . . . . .	238
b) Cyclo-aliphatische Harnstoffe . . . . .	239
c) Bicyclo-aliphatische Harnstoffe . . . . .	240
d) Cyclo-aliphatische N-Oxy-methylharnstoffe . . . . .	241
e) Aromatisch-aliphatische Harnstoffe und Thioharnstoffe . . . . .	241
Harnstoffe mit Äther-, Thioäther- und Sulfamidgruppen im Phenylkern . . . . .	247
Harnstoffe mit Urethangruppierungen . . . . .	248
Am N <sup>1</sup> acylierte Arylharnstoffe . . . . .	248
Am N <sup>2</sup> acylierte Arylharnstoffe . . . . .	249
N <sup>2</sup> -Sulfenamidharnstoffe . . . . .	249
N <sup>1</sup> -Methoxy-Harnstoffe . . . . .	249
N <sup>2</sup> -Oxyharnstoffe (Harnstoffe des Phenylhydroxylamins) . . . . .	251
Thioharnstoffe . . . . .	251

	Von aromatisch-aliphatischen Harnstoffen und Thioharnstoffen sich ableitende Verbindungen, wie Biurete, Isoharnstoffäther, Isothioharnstoffäther, Harnstoffdichloride und Guanidine	251
	Semicarbazide	253
f)	Benzylharnstoffe	253
g)	Heterocyclisch-aliphatische Harnstoffe	253
	5-Ring-Verbindungen mit 1 N und 1 S mit Harnstoffgruppierung	254
	5-Ring-Verbindungen mit 2 N	254
	5-Ring-Verbindungen mit 2 N und 1 S	255
	6-Ring-Verbindungen mit Harnstoffgruppierung	255
5.6.	Sulfamide	255
	Literatur	256
5.7.	Carbonsäuren, Nitrile und Aldehyde	261
5.7.1.	Aliphatische Carbonsäuren	262
	a) Monocarbonsäuren	262
	Aminocarbonsäuren	265
	b) Dicarbonsäuren	265
5.7.2.	Cyclo-aliphatische Carbonsäuren	266
	a) Cyclo-aliphatische Monocarbonsäuren	266
	b) Cyclo-aliphatische Dicarbonsäuren	266
	Literatur	266
5.7.3.	Araliphatische Carbonsäuren	268
	a) Geschichtliche Entwicklung	268
	b) Araliphatische Monocarbonsäuren und Nitrile	269
	Phenyllessigsäure-Derivate	269
	Diarylessigsäure-Derivate	271
	Phenylpropionsäuren und höhere Carbonsäurederivate	272
	Naphthyllessigsäure-Derivate	273
	Fluorencarbonsäuren	273
	Phenoxyessigsäuren	274
	$\alpha$ -Phenoxypropionsäuren	278
	$\gamma$ -Phenoxybuttersäuren	280
	Phenoxyacrylsäuren	281
	Naphthoxyessigsäuren	281
	Heterocyclische Oxyessigsäuren	281
	Heterocyclische Essigsäuren	282
	Heterocyclisch-aliphatische Dicarbonsäuren	283
	Literatur	284
5.7.4.	Aromatische Carbonsäuren	289
	a) Allgemeiner Überblick	289
	b) Aromatische Monocarbonsäuren	290
	Monohalogenbenzoesäuren	290
	Dihalogenbenzoesäuren	291
	Trihalogenbenzoesäuren	293
	Tetrahalogenbenzoesäuren	295
	c) Aromatische Dicarbonsäuren und entsprechende Thioverbindungen	295
5.7.5.	Heterocyclische Carbonsäuren	296
	a) Pyridincarbonsäuren	296
	b) Furancarbonsäurederivate	297
	c) Thiophencarbonsäuren	297
	Literatur	297
5.8.	Aromatische Aldehyde	301
5.8.1.	Schiffsche Basen und Oxime des 2,6-Dichlorbenzaldehyds	302
	Literatur	302

## Inhalt Band 2

5.9. Aromatische Nitrile . . . . .	303
Literatur . . . . .	305
5.10. Aromatische Sulfinssäuren . . . . .	306
5.11. Aromatische Sulfonsäuren . . . . .	306
5.11.1. Sulfonsäureamide . . . . .	306
Literatur . . . . .	306
5.12. Amine . . . . .	307
5.12.1. Aliphatische Amine . . . . .	307
5.12.2. Aromatische Amine . . . . .	307
5.12.3. Aromatisch-aliphatische Amine . . . . .	309
Literatur . . . . .	310
5.12.4. Carbonsäureamide . . . . .	311
a) Acylverbindungen aliphatischer Amine und Hydrazine . . . . .	311
b) Acylverbindungen aromatischer Amine . . . . .	311
Oxalsäureesterhalbaniilide . . . . .	315
Acylverbindungen der Anthranilsäure . . . . .	315
Am Stickstoff alkylierte Acylanilide sowie Bisacylanilide . . . . .	315
Acyl- und Diacylanilide von Carbonsäuren mit eingebauten Heteroatomen . . . . .	318
c) Acylphenylhydroxylanilide . . . . .	318
d) Monoacylanilide von Dicarbonsäuren, die zur cyclischen Imidbildung befähigt sind . . . . .	318
e) Acylverbindungen des Diphenylamins . . . . .	318
Diacylverbindungen von Phenylendiaminen . . . . .	318
5.12.5. Aromatisch-aliphatische Amidine . . . . .	319
5.12.6. Acylverbindungen heterocyclischer Amine . . . . .	319
5.12.7. Sulfonsäureanilide . . . . .	319
Literatur . . . . .	319
5.13. Quartäre Ammoniumverbindungen . . . . .	323
5.13.1. Quartäre aliphatische Ammoniumverbindungen . . . . .	323
Quartäre aliphatische Hydrazoniumverbindungen . . . . .	324
5.13.2. Quartäre aromatische Stickstoffverbindungen . . . . .	326
5.13.3. Quartäre heterocyclische Ammoniumverbindungen . . . . .	327
a) Chemische Konstitution und herbizide Wirkung bei heterocyclischen quartären Salzen . . . . .	328
b) Anwendung von Di- und Paraquat . . . . .	330
c) Konstitution und Wirkung anderer bisquartärer heterocyclischer Ammoniumverbindungen . . . . .	331
Literatur . . . . .	332
5.14. Heterocyclen . . . . .	334
5.14.1. Heterocyclische 5-Ring-Verbindungen . . . . .	334
a) 5-Ring-Verbindungen mit 1 O . . . . .	334
b) 5-Ring-Verbindungen mit 1 N . . . . .	334
c) 5-Ring-Verbindungen mit 1 S . . . . .	335
d) 5-Ring-Verbindungen mit 1 N und 1 O . . . . .	335
e) 5-Ring-Verbindungen mit 1 N und 1 S . . . . .	336
f) 5-Ring-Verbindungen mit 2 N . . . . .	337
Pyrazole . . . . .	337
Imidazole . . . . .	337
g) 5-Ring-Verbindungen mit 2 N und 1 O . . . . .	340
1-Oxa-3,4-diazol-2-one . . . . .	340
1-Oxa-2,4-diazol-3,5-dion . . . . .	341
h) 5-Ring-Verbindungen mit 2 N und 1 S . . . . .	341

Thiadiazole, Isothiadiazole, Thiadiazolone, Isothiadiazolone und Benzothia-	
diazole . . . . .	341
i) 5-Ring-Verbindungen mit 3 N . . . . .	342
1,3,4-Triazole . . . . .	342
Literatur . . . . .	344
5.14.2. Heterocyclische 6-Ring-Verbindungen . . . . .	346
a) 6-Ring-Verbindungen mit 1 N (Pyridinderivate) . . . . .	346
Pyridine mit Oxygruppen . . . . .	347
6-Ring-Verbindungen mit 1 N und einer Carbonylgruppe . . . . .	347
Pyridine mit einer Aminogruppe . . . . .	347
b) 6-Ring-Verbindungen mit 2 O . . . . .	348
c) 6-Ring-Verbindungen mit 1 N und 1 O . . . . .	348
1,3-Oxazin-one-2 . . . . .	348
d) 6-Ring-Verbindungen mit 2 N . . . . .	348
1,2-Pyridazine und 1,2-Pyridazinone . . . . .	348
1,2-Tetrahydro-pyridazindione-3,6 (Cyclische Säurehydrazide) . . . . .	352
Pyrimidine . . . . .	353
Chinazoline . . . . .	357
6-Ring-Verbindungen mit 2 N und 1 O sowie 2 N und 1 S . . . . .	358
Literatur . . . . .	360
e) 6-Ring-Verbindungen mit 3 N . . . . .	364
Symmetrische Triazine . . . . .	364
Teilhydrierte 1,3,5-Triazine . . . . .	376
1,2,4-Triazine bzw. Triazinone . . . . .	378
f) 6-Ring-Verbindungen mit 4 N . . . . .	380
Literatur . . . . .	380
5.15. Phosphor enthaltende organische Verbindungen . . . . .	384
5.15.1. Phosphite . . . . .	385
5.15.2. Phosphorsäureester . . . . .	386
a) Phosphorsäureesteramide . . . . .	387
b) Phosphorsäureester-diamide . . . . .	388
5.15.3. Phosphonsäureester . . . . .	388
5.15.4. Phosphinsäureester . . . . .	390
5.15.5. Phosphinamide . . . . .	390
5.15.6. Phosphinoxide . . . . .	390
5.15.7. Phosphoniumverbindungen . . . . .	390
5.16. Arsen enthaltende organische Verbindungen . . . . .	391
5.17. Bor, Zinn und Silicium enthaltende organische Verbindungen . . . . .	392
5.17.1. Borverbindungen . . . . .	392
5.17.2. Zinnverbindungen . . . . .	392
5.17.3. Siliciumverbindungen . . . . .	393
Literatur . . . . .	393

## Natürliche Pflanzenwuchsstoffe – Phytohormone

*W. Draber und R. Wegler*

1. Allgemeines ( <i>W. Draber</i> ) . . . . .	400
1.1. Literatur . . . . .	400
2. Gibberelline ( <i>W. Draber und R. Wegler</i> ) . . . . .	401
a) Vorkommen in der Natur . . . . .	402

b) Biosynthese und Hemmstoffe der Biosynthese . . . . .	406
c) Biologische Wirkung . . . . .	408
d) Wirkungsmechanismus . . . . .	409
e) Möglichkeiten der praktischen Anwendung . . . . .	409
2.1. Literatur . . . . .	410
3. Cytokinine ( <i>W. Draber</i> ) . . . . .	413
a) Vorkommen in der Natur . . . . .	413
b) Biologische Wirkung . . . . .	416
c) Struktur und Wirkung . . . . .	417
d) Wirkungsmechanismus . . . . .	419
e) Möglichkeiten der Anwendung . . . . .	420
3.1. Literatur . . . . .	420
4. Abscisinsäure — Abscisin II, Dormin ( <i>W. Draber</i> ) . . . . .	423
a) Vorkommen in der Natur . . . . .	424
b) Biologische Wirkung . . . . .	425
c) Wirkungsmechanismus . . . . .	425
d) Chemie . . . . .	427
4.1. Literatur . . . . .	429

## Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Nahrung und Umwelt

Analytische, toxikologische und gesetzliche Fragen

*H. Frehse*

1. Einleitung . . . . .	434
2. Das Aufgabengebiet der Rückstandsanalytik . . . . .	435
3. Wirkstoffdepot und Rückstand . . . . .	438
4. Abbau und Stabilität von Rückständen . . . . .	441
5. Wirkstoffumwandlung und -metabolisierung . . . . .	448
6. Analytik der Rückstände . . . . .	457
a) Extraktion der Rückstände und Extraktreinigung . . . . .	458
b) Rückstandsnachweis und -bestimmung . . . . .	460
c) Nachweisgrenzen, „Nulltoleranzen“, Angabe von Rückstandsdaten . . . . .	468
d) Methoden der Lebensmittelkontrolle . . . . .	472
7. Die Rückstandssituation in der Praxis . . . . .	476
a) „Akademische“ Untersuchungen . . . . .	476
b) Rückstände in gehandelten Lebensmitteln . . . . .	476
c) Rückstände in der täglichen Nahrung . . . . .	478
8. Zur Toxikologie der Pestizide und ihrer Rückstände . . . . .	479
9. Gesetze und Verordnungen über Rückstände . . . . .	488
10. Pflanzenschutz und „Umwelt“ . . . . .	495
Die „Nahrungskette“ . . . . .	499
Probleme der menschlichen Gesundheit . . . . .	500
Die freilebende Tierwelt . . . . .	501
11. Literatur . . . . .	504
<b>Namenregister . . . . .</b>	<b>517</b>
<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>523</b>
<b>Stoffregister . . . . .</b>	<b>527</b>