

# Chemie der Pflanzenschutz und Schädlings- bekämpfungsmittel

Band 2

Fungizide • Herbizide • Natürliche Pflanzenwachsstoffe  
Rückstandsprobleme

Herausgegeben von R. Wegler

Mit 24 zum Teil farbigen Abbildungen

Springer-Verlag Berlin • Heidelberg • New York 1970

# 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
a) Protektive Fungizide	8
β) Locosystemische Fungizide	10
y) Systemische Fungizide	11
b) Anwendungsart und Anwendungsort der Fungizide	12
a) Blattfungizide	12
β) Beizmittel	12
y) 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 foetidd</i> )	37
f) Der Flugbrand des Weizens und der Gerste ( <i>Ustilago nuda tritici</i> und <i>Ustilgo nuda hordei</i> )	3 8
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

## Inhalt Band 2

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) Phosphonsäureester 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. Einteilung der Herbizide	177
2. Unterscheidung der Herbizide nach ihrer Anwendung und Wirkungsweise	178
3. Teste zur Prüfung von Herbiziden	182
Literatur	191
4. Anorganische Herbizide	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. Organische Herbizide	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) Phenoxyäthanoole, Äther und Ester	201
Literatur	203
5.3. Aldehyde und Ketone	204
5.3.1. Aliphatische Aldehyde und Ketone	204

## Inhalt Band 2

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
Carbamidsäureenolester. . . . .	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
Thiolcarbamate. . . . .	233
Thionocarbamate. . . . .	233
Dithiocarbamate. . . . .	233
Thiolcarbamidsäureester 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 Sulf amidgruppen im Phenylkern . . . . .	247
Harnstoffe mit Urethangruppierungen. . . . .	248
Am N <sup>1</sup> acylierte Arylharnstoffe. . . . .	248
Am N <sup>2</sup> acylierte Arylharnstoffe. . . . .	249
N2-Sulfenamidharnstoffe. . . . .	249
Ni-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
	Oxalsäureesterhalbaniide	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 Benzothiadiazole . . . . .	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 IS . . . . .	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



## Inhalt Band 2

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
Namenregister. . . . .	51'
Sachregister. . . . .	52
Stoffregister. . . . .	52
Errata Band 1. . . . .	54