

# Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlings- bekämpfungsmittel

Band I

Einführung • Insektizide • Chemosterilantien • Repellents  
Lockstoffe • Akarizide • Nematizide • Vogel- bzw. Säugetier-  
abschreckmittel • Rodentizide

Herausgegeben von R. Wegler

Mit 23 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin • Heidelberg • New York 1970

# Inhalt Band 1

## Einführung

Zur wirtschaftlichen Bedeutung des Pflanzenschutzes

*H. H. Cramer*

1. Problemstellung . . . . .	3
2. Der ernährungswirtschaftliche Aspekt . . . . .	4
a) Historischer Überblick . . . . .	4
b) Gegenwärtige Situation . . . . .	7
3. Der agrarwirtschaftliche Aspekt . . . . .	12
4. Der industrielle Anteil . . . . .	14
5. Literatur . . . . .	15

Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittel

*W. Bartels*

1. Wirtschaftliche Faktoren, welche die Pflanzenschutzmittelforschung beeinflussen . . . . .	17
a) Die Marktsituation . . . . .	17
b) Die Markttendenzen . . . . .	22
2. Die biologischen Aspekte der Pflanzenschutzmittelforschung . . . . .	23
a) Neue Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter . . . . .	24
b) Auftreten von Mittelresistenz . . . . .	25
c) Die Verschiebung der Artendominanz . . . . .	28
d) Spezifisch wirkende Mittel . . . . .	29
e) Die Toxikologie . . . . .	29
f) Die Rückstandsfrage . . . . .	30
g) Zur biologischen Schädlingsbekämpfung . . . . .	31
3. Vom neuen Wirkstoff zum Präparat. Die Stationen der Pflanzenschutzmittelprüfung . . . . .	32
4. Die Kosten der Pflanzenschutzmittelforschung . . . . .	36
5. Literatur . . . . .	38

Handelsformen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln

*O. Teile*

1. Handelsübliche Präparatetyphen . . . . .	42
a) Stäubemittel . . . . .	42
b) Streumittel und Granulate . . . . .	42
c) Präparate mit Wasser als Verdünnungsmittel . . . . .	42
d) Präparate in organischen Verdünnungsmitteln . . . . .	42
e) Unverdünnte flüssige Zubereitungen . . . . .	43
f) Saatgutbehandlungsmittel . . . . .	43

## Inhalt Band 1

2. Spezielle Zubereitungen . . . . .	43
3. Entwicklungsgang eines Pflanzenschutzmittels. . . . .	44
4. Randbedingungen bei der Aufbereitung von Pflanzenschutzmitteln. . . . .	44
a) Chemische Indifferenz . . . *	45
b) Biologische Wirksamkeit . . . . .	46
c) Technische Anwendbarkeit . . . . .	48
d) Handels- und Transportvorschriften (Sicherheitsvorschriften). . . . .	51
5. Aufbau einer Formulierung und Technologie. . . . .	51

## Insektizide

### Allgemeines über Biologie und Prüfung der Insektizide und Akarizide

#### *G. Unterstenhöfer*

1. Einleitung: Insekten und Milben und ihre Bekämpfung . . . . .	57
2. Der gegenwärtige Stand auf dem Gebiet der Insektizide und Akarizide. . . . .	59
3. Entwicklung, Erforschung und Bewertung von Insektiziden und Akariziden. . . . .	61
a) Grundlagen der Entwicklung von Insektiziden und Akariziden. . . . .	61
b) Die physiologische Wertbestimmung von Insektiziden und Akariziden. . . . .	66
c) Die Eigenschaftsanalyse von Insektiziden und Akariziden. . . . .	70
4. Literatur. . . . .	76

### Zur Beeinflussung der Resistenzentwicklung

#### *G. Unterstenhöfer*

1. Einleitung . . . . .	77
2. Allgemeine Ausführungen zum Resistenzgeschehen. . . . .	78
a) Begriffsbestimmung und Bedeutung der Resistenz. . . . .	78
b) Wie entsteht Resistenz?. . . . .	79
c) Cross-Resistenz und Multiresistenz . . . . .	79
d) Genetik und Stabilität der Resistenz. . . . .	8C
e) Mechanismus der Resistenz. . . . .	8(
3. Kann Resistenzentwicklung verhindert werden?. . . . .	8:
4. Kann Resistenzentwicklung verzögert werden?. . . . .	8!
5. Kann Resistenz „gebrochen" werden?. . . . .	8
6. Zusammenfassung . . . . .	8
7. Literatur. . . . .	?

### Natürlich vorkommende Insektizide

#### *U. Claussen*

1. Einleitung . . . . .	
2. Pyrethrine . . . . .	
a) Geschichte, Vorkommen und Gewinnung . . . . .	
b) Die natürlich vorkommenden Pyrethrine . . . . .	
2.1. Pyrethroide . . . . .	
a) Synthesen der Chrysanthemumsäure . . . . .	
b) Synthesen der Chrysanthemum-dicarbonsäure . . . . .	

2.2. Synergisten . . . . .	98
3. Rotenoide . . . . .	103
4. Alkaloide . . . . .	105
5. N-Isobutylamide ungesättigter Fettsäuren . . . . .	109
6. Insektizide Proteine . . . . .*	109
7. Stickstofffreie insektizide Naturstoffe aus Pflanzen; Insektizide aus Tieren . . . . .	110
8. Literatur . . . . .	111

Chlorkohlenwasserstoffe

*H. Röchling, K. H. Büchel, R.A.E. Galley, W. Klein und F. Körte*

1. DDT und verwandte Stoffe ( <i>H. Röchling</i> ) . . . . .	121
a) DDT . . . . .	121
b) DDT-ähnliche Wirkstoffe . . . . .	125
c) Methoxychlor . . . . .	125
d) DFDT . . . . .	126
e) TDE . . . . .	126
f) Perthane . . . . .	127
g) Dilan . . . . .	127
h) DDT-verwandte Stoffe . . . . .	128
2. Hexachlorcyclohexan und verwandte Stoffe ( <i>H. Röchling</i> ) . . . . .	129
3. Toxaphen ( <i>H. Röchling</i> ) . . . . .	133
Literatur zu Abschnitt 1—3 . . . . .	134
4. Cyclo dien-Insektizide ( <i>K. H. Büchel und R.A.E. Galley</i> ) . . . . .	138
4.1. Addukte mit monocyclischen und acyclischen Dienophilen ( <i>K. H. Büchel</i> ) . . . . .	138
a) Chlordan . . . . .	138
b) Heptachlor . . . . .	145
c) Dihydroheptachlor . . . . .	148
d) Telodrin . . . . .	150
e) Thiodan . . . . .	154
f) Alodan . . . . .	156
g) Bromodan . . . . .	158
Literatur zu Abschnitt 4.1 . . . . .	159
4.2. Adducts with Polycyclic Dienophiles ( <i>R. A. E. Galley</i> ) . . . . .	163
4.2.1. Introduction . . . . .	163
4.2.2. Individual Compounds . . . . .	164
The Intermediates . . . . .	164
a) Hexachlorocyclopentadiene . . . . .	164
b) Sym.-bicycloheptadiene . . . . .	165
c) Hexachlorobicycloheptadiene . . . . .	166
The Active Compounds . . . . .	167
a) Aldrin . . . . .	167
b) Dieldrin . . . . .	168
c) Endrin . . . . .	168
4.2.3. Chemical and Physical Properties . . . . .	169
4.2.4. Photochemical Derivatives of Aldrin, Dieldrin, Endrin, and Isodrin . . . . .	173
4.2.5. Stereochemistry . . . . .	175
4.2.6. Mode of Action and Chemical-Biological Relationships . . . . .	176
4.2.7. General . . . . .	178
4.2.8. Formulation . . . . .	180

## Inhalt Band 1

a) Aldrin, with Special Reference to Field Strength Dusts . . . . .	180
b) Dieldrin, with Special Reference to Water-Dispersible Powders (Wettable Powders), Emulsifiable Oils and Seed Dressings . . . . .	181
c) Endrin . . . . .	182
4.2.9. Analysis of Aldrin, Dieldrin, Endrin, and Isodrin . . . . .	182
4.2.10. Biological Activity and Use Pattern. . . . .	184
a) Aldrin . . . . .	184
b) Dieldrin . . . . .	185
c) Isodrin . . . . .	186
d) Endrin . . . . .	187
4.2.11. Toxicology. . . . .	187
References to Section 4.2. . . . .	190
5. Verschiedene Chlorkohlenwasserstoffe ( <i>K. H. Büchel</i> ). . . . .	194
a) Kepone. . . . .	194
b) Mirex. . . . .	196
c) Pentac. . . . .	197
Literatur zu Abschnitt 5. . . . .	198
6. Metabolismus von Chlorkohlenwasserstoffen ( <i>W. Klein und F. Körte</i> ). . . . .	199
a) p,p'-DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis(p-chlorphenyl)äthan). . . . .	200
b) $\gamma$ -Hexachlorcyclohexan (Lindan, Gammexan). . . . .	205
c) Aldrin-Dieldrin. . . . .	207
d) Isodrin-Endrin . . . . .	211
e) $\alpha$ -Chlordan. . . . .	212
f) Chlorden. . . . .	213
g) Telodrin. . . . .	213
h) Heptachlor. . . . .	214
i) $\beta$ -Dihydroheptachlor (DHHC). . . . .	215
Literatur zu Abschnitt 6. . . . .	215

## Carbamate

### *E. Böcker* unter Mitarbeit von *W. Draber*

1. Geschichtliche Entwicklung . . . . .	220
2. Wirtschaftliche Bedeutung . . . . .	221
3. Carbamat-Synthesen . . . . .	221
4. Allgemeine Eigenschaften der Carbamate. . . . .	222
5. Wirkungsweise. . . . .	222
6. Konstitution und Wirkung . . . . .	223
7. Abbau und Entgiftung (Metabolismus). . . . .	225
8. Synergisten. . . . .	225
9. Resistenz . . . . .	225
10. Warmblüter-Toxizität . . . . .	225
11. Anwendung . . . . .	226
12. Dimethylcarbamate. . . . .	226
13. Methylcarbamate von Phenolen . . . . .	228
a) Monophenol-Derivate. . . . .	228
b) Carbamate von Aminophenolen. . . . .	231
c) Carbamate von Dioxyphenylen und entsprechenden Mercapto-Verbindungen . . . . .	235
d) Carbamate von Mehr-ring-Phenolen und heterocyclischen Phenolen. . . . .	236
e) N-Acyl-N-methylcarbamate. . . . .	237
14. Methylcarbamate von Oximen . . . . .	238
15. Literatur. . . . .	240

**Insektizide Phosphorsäureester**

*Christa Fest und K.-J. Schmidt*

1. Allgemeiner Teil . . . . .	248
1.1. Reaktivität . . . . .	248
a) Hydrolyse, Alkoholyse . . . . .	248
b) Alkylierungseigenschaften . . . . .	256
c) Phosphorylierungseigenschaften . . . . .	259
1.2. Nomenklatur . . . . .	264
1.3. Geschichtliche Entwicklung . . . . .	268
2. Chemischer Teil . . . . .	273
2.1. Allgemeines (Grundsynthesen, Produktionszahlen etc.) . . . . .	273
a) Phosphor- und Phosphonesterchloride . . . . .	275
b) Phosphor- und Phosphonestersäuren . . . . .	281
c) Di- und Trialkylphosphite . . . . .	285
2.2. Einzelverbindungen . . . . .	298
a) Hergestellt durch Umhalogenierung von Esterchloriden etc. . . . .	298
b) Hergestellt durch Acylierung mit Esterhalogeniden . . . . .	301
c) Hergestellt durch Alkylierung von Estersäuren . . . . .	327
d) Hergestellt durch Phosphitreaktionen (Enolphosphate etc.) . . . . .	347
e) Hergestellt durch sonstige Reaktionen (Oxidationen etc.) . . . . .	351
2.3. Chemosterilisantien . . . . .	353
3. Biochemischer Teil . . . . .	358
3.1. Wirkungsmechanismus . . . . .	358
a) Beim Warmblüter . . . . .	358
b) Bei Arthropoden . . . . .	371
3.2. Struktur und Wirkung . . . . .	373
3.3. Um- und Abbau (Metabolismus) . . . . .	380
3.4. Wirkstoffgemische (Synergismus, Antagonismus etc.) . . . . .	397
3.5. Resistenz . . . . .	400
3.6. Toxische Wirkung . . . . .	407
3.7. Neurotoxische Wirkung . . . . .	416
4. Anhang . . . . .	422
4.1. Handelsnamen und Common names . . . . .	422
4.2. Bibliographie . . . . .	437
4.3. Literatur . . . . .	438

**Weitere Insektizide verschiedener Stoff Massen**

*K. H. Büchel*

1. Phenothiazin . . . . .	454
2. Diphenylamin . . . . .	456
3. Nitrocarbazole . . . . .	456
4. Chlormethyl-p-chlorphenyl-sulfon . . . . .	457
5. Organische Thiocyanate . . . . .	457
5.1. Allgemeines . . . . .	457
5.2. Lethane . . . . .	458
a) Lethane 384 . . . . .	458
b) Lethane A-70 . . . . .	458
c) Lethane 60 . . . . .	458

## Inhalt Band 1

5.3. Thanite . . . . .	458
5.4. Lauryl-rhodanid . . . . .	459
6. Indandione . . . . .	459
7. Xanthogenate . . . . .	460
Dixanthogen . . . . .	460
8. Chemische Mittel für den Vorratsschutz . . . . .	460
9. Literatur . . . . .	462

## Bodeninsektizide

### B. Homeyer

1. Einleitung . . . . .	465
2. Die wichtigsten Bodeninsekten und ihre wirtschaftliche Bedeutung . . . . .	465
a) <i>Coleoptera</i> (Käfer) . . . . .	466
b) <i>Lepidoptera</i> (Schmetterlinge) . . . . .	467
c) <i>Diptera</i> (Zweiflügler) . . . . .	467
d) <i>Rhynchota</i> (Schnabelkerfe) . . . . .	468
e) <i>Orthoptera</i> (Geradflügler) . . . . .	468
f) Sonstige Bodenschädlinge . . . . .	468
3. Zur Prüfung und Entwicklung von Bodeninsektiziden . . . . .	469
a) Wirkungsgrad im Boden . . . . .	469
b) Verteilung im Boden . . . . .	469
c) Wirkungsdauer im Boden . . . . .	470
4. Die wichtigsten Bodeninsektizide und ihre Eigenschaften . . . . .	47C
4.1. Chlorkohlenwasserstoffe . . . . .	47C
a) DDT . . . . .	471
b) Lindan . . . . .	471
c) Chlordan und Heptachlor . . . . .	47
d) Aldrin und Dieldrin . . . . .	47
4.2. Organophosphorsäureester . . . . .	47
a) Parathion . . . . .	47
b) Diazinon . . . . .	47
c) Fensulfothion . . . . .	47
d) Trichloronat . . . . .	41
e) Bromophos . . . . .	4'
f) Chlorfenvinfos . . . . .	4'
5. Literatur . . . . .	4'

## Chemosterilantien

### K. H. Büchel

1. Einleitung und theoretische Grundlagen . . . . .	
2. Chemie der Chemosterilantien . . . . .	
2.1. Alkylierungsmittel . . . . .	
a) Aphoxide, Tapa, APO . . . . .	
b) Tetramine, TEM, Triäthylmelamin . . . . .	
c) Apholate . . . . .	
d) Aphamide, Aphomide . . . . .	
e) Methaphoxide, MAPO, Metepa . . . . .	
f) N,N-Alkylen-bis-(1 -aziridincarbonsäureamid)	

g) ENT-50761, ENT-50765	480
h) Thiophosphorsäure-di-äthylenimid-3-methoxypropylamid	480
i) ENT-50792	480
j) ENT-50457	480
k) ENT-50845	481
l) ENT-50848	481
m) ENT-50664	481
n) Chlorambucil	481
2.2. Antimetaboliten	482
a) Amethopterin, Methotrexate	482
b) 5-Fluorurazil, 5-Fluororotsäure	482
2.3. Chemosterilantien aus sonstigen Stoff klassen	482
a) Hempa, Hexamethylphosphorsäuretriamid	483
b) Hemel, Hexamethylmelamin	483
c) Triphenyl-Zinn-Derivate	483
d) Cyclische Harnstoffe	483
3. Schlußbetrachtung	484
4. Literatur	485

## Insekten-Repellents

*K. H. Büchel*

1. Einleitung	487
2. Historische Mittel	488
3. Synthetische Repellents	489
a) Dimethylphthalat	490
b) Rutgers 612	490
c) Indalone	491
d) Dimethylcarbat	491
e) Diäthyl-toluamid	492
f) MGK-Repellent 11	492
g) MGK-Repellent 326	492
4. Schlußbetrachtung	495
5. Literatur	496

## Insekten-Sexuallockstoffe

*K. Eiter*

1. Einleitung	497
2. Insekten-Sexuallockstoffe	498
a) der Wasserwanze <i>Belostoma indica</i>	498
b) des Seidenspinners <i>Bombyx mori</i>	499
c) des Schwammspinners <i>Lymantria dispar</i>	500
d) der Amerikanischen Küchenschabe <i>Periplaneta americana</i>	502
e) des Roten Kapselwurms <i>Pectinophora gossypiella</i> (pink bollworm)	503
f) des cabbage looper <i>Trichoplusia ni</i>	505
g) des Schwarzen Teppichkäfers <i>Attagenus megatoma</i>	505
h) des fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i>	507
i) des Zuckerrübenraupenwurms <i>Limonius californicus</i>	507
3. Zusammenfassung	507



## Inhalt Band 1

4. Weitere Pheromone. . . . .	508
a) Sekret der Bienenkönigin <i>Apis mellifica</i> . . . . .	508
b) Pheromon des Kalifornischen Borkekäfers <i>Ips confusus</i> . . . . .	509
c) Lockstoff der männlichen Florfliege <i>Chrysopa septempunctata</i> . . . . .	509
d) Sekret der Haarbüschel des Trinidad-Schmetterlings <i>Lycorea ceres ceres</i> . . . . .	510
e) Lockstoff des western pine beetle <i>Dendroctonus brevicornis</i> . . . . .	511
f) Sexuallockstoff der männlichen Hummel <i>Bombus terrestris</i> . . . . .	512
g) Sexuallockstoff des boll weevil <i>Anthonomus grandis</i> . . . . .	512
h) Sexuallockstoff des tobacco budworm <i>Heliothis virescens</i> . . . . .	512
i) Sexuallockstoff des Egyptian cotton worm <i>Prodenia litura</i> . . . . .	512
5. Ausblick . . . . .	521
6. Literatur. . . . .	521

## Akarizide

*K. Sasse und G. Unterstenhöfer*

1. Allgemeines zur Biologie. . . . .	526
2. Allgemeines und Geschichtliches zur Spinnmilbenbekämpfung . . . . .	527
3. Akarizide Wirkstoffe. . . . .	528
a) Anorganische Stoffe. . . . .	528
b) Chlorkohlenwasserstoffe. . . . .	529
c) Fluoräthanol-Derivate. . . . .	529
d) Fluoressigsäure-Derivate. . . . .	530
e) Thiocyan säureester. . . . .	531
f) Diarylmethane und Diaryl-carbinole. . . . .	532
g) Nitrophenol-Derivate. . . . .	537
h) Diaryl-thioäther und -sulfone. . . . .	541
i) Aryl-benzyl-thioäther, -sulfoxide und -sulfone und Aryl-alkyl-thioäther. . . . .	544
k) Diaryloxy- und Diarylmercapto-alkane. . . . .	546
l) Disulfide. . . . .	548
m) Arylsulfonsäure-arylester und -thioarylester. . . . .	549
n) Isonitrile. . . . .	551
o) Arylhydrazin- und Arylazo-Verbindungen, Triazene. . . . .	551
p) Amidine. . . . .	554
q) Kohlensäure-Derivate. . . . .	554
r) Phosphorsäure-Derivate mit akarizider Wirkung. . . . .	557
s) Schweflensäure-Derivate. . . . .	558
t) Sauerstoff-Heterocyklen. . . . .	560
u) Stickstoff-Heterocyklen. . . . .	560
v) Polybutene. . . . .	562
4. Literatur. . . . .	563

## Nematizide und Vogel- bzw. Säugetierabschreckmittel

Nematizide

*B. Homeyer*

1. Einleitung. . . . .	5'
2. Die wichtigsten phytopathogenen Nematoden und ihre Wirtspflanzen. . . . .	5'
a) Freilebende Wurzelnematoden. . . . .	5
b) Wurzelgallennematoden, Meloidogyne-Arten. . . . .	5

c) Zystennematoden, Heterodera-Arten. . . . .	575
d) Stengelnematoden, Ditylenchus-Arten. . . . .	575
e) Blattnematoden, Aphelenchoides-Arten. . . . .	576
3. Wirtschaftliche Bedeutung der Nematoden. . . . .	576
4. Die wichtigsten Nematizide und ihre Eigenschaften. . . . .	577
a) Vergasungsmittel. . . . .	577
b) Wasserlösliche Mittel. . . . .	579
5. Prüfung und Entwicklung neuer Nematizide. . . . .	581
6. Literatur. . . . .	582

Chemische Produkte gegen Schäden durch Vögel und Säugetiere

*G. Hermann*

1. Einleitung. . . . .	584
2. Mittel gegen Vogelschäden. . . . .	586
a) Avizide. . . . .	586
b) Vogelabwehrmittel. . . . .	587
c) Schwarm-Abschreckmittel. . . . .	588
d) Narkotika. . . . .	589
e) Sterilantien. . . . .	590
3. Mittel gegen Schäden durch Säugetiere. . . . .	590
a) Abwehrmittel gegen Kleinnager. . . . .	590
b) Abwehrmittel gegen Schäden durch Wild und Haustiere. . . . .	591
4. Literatur. . . . .	593

**Rodentizide**

*E. Enders*

1. Allgemeines. . . . .	601
2. Rodentizide Wirkstoffe. . . . .	603
2.1. Anorganische Rodentizide. . . . .	603
a) Thalliumsulfat. . . . .	603
b) Zinkphosphid. . . . .	603
c) Sonstige anorganische Rodentizide. . . . .	604
2.2. Organische Rodentizide. . . . .	605
a) Akut wirkende Rodentizide. . . . .	605
b) Chronisch wirkende Rodentizide. . . . .	614
2.3. Vergasungsmittel. . . . .	627
2.4. Sonstige. . . . .	628
3. Literatur. . . . .	628

Namenregister. . . . .	645
Sachregister. . . . .	653
Stoffregister. . . . .	657