



NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin durch die Institute der Biologischen Zentralanstalt in Aschersleben, Berlin-Kleinmachnow, Naumburg/Saale

Die Auswirkung von Insektiziden auf die terricole Makrofauna. (Quantitative Untersuchungen begifteter und unbegifteter Waldböden)

Von G. Richter

Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Biologische Zentralanstalt Kleinmachnow*

Die Praxis stellt uns nicht selten die Frage: Ist bei der Anwendung neuzeitlicher Insektenbekämpfungsmittel, insbesondere auf Großflächen, eine Schädigung der belebten Welt des Bodens zu befürchten? Diese Frage ist bei der immer allgemeiner werdenden Anwendung von Insektiziden nur zu berechtigt. Ich habe deshalb meine Bodenuntersuchungen insbesondere auf praktische Gesichtspunkte abgestellt.

Die terricole Makrofauna ist nur ein Teil des Edaphons, und eine exklusive Betrachtungsweise einzelner Lebewesen oder auch einzelner Tiergruppen im Boden kann die Gefahr von Trugschlüssen bergen. Tischler (1951) hat auf Kettenreaktionen im biologischen Geschehen hingewiesen, und wir dürfen meines Erachtens annehmen, daß auch bei einem Ausfall primitiver Lebewesen im Boden, hervorgerufen durch chemische Behandlungen, eine Veränderung der Populationsdynamik höherer sich sehr bald bemerkbar machen wird. Es erscheint mir durchaus vertretbar, aus dem genannten Teilgebiet des Edaphons Schlüsse auf das Ganze zu ziehen, unter der Voraussetzung, daß möglichst zahlreiche Bodenanalysen durchgeführt werden von begifteten Böden, verglichen mit möglichst homogenen unbegifteten. Über welche Zeitspannen sie durchzuführen sind, wage ich noch nicht zu beurteilen. Collembolen und Milben sind unter der Großfauna des Bodens die zahlreichsten und wichtigsten Vertreter. Viele Arten sind an der Zersetzung und Umwandlung der Streu maßgeblich beteiligt (Franz 1950). Wieweit jedoch die Bodenzoologie noch Neuland für die Forschung ist, geht daraus hervor, daß nach Gisin unter Collembolen-Arten im Jahre 1929 51 Prozent noch gar nicht beschrieben waren und auch seine eigenen Hilfstabellen von 1944, wie er selbst schreibt, teilweise schon sehr überholt sind

(Gisin 1951). Auch nach Franz (1950) sind unsere Kenntnisse von der Tätigkeit der Kleintiere in der Erde heute noch völlig unzureichend. So interessant und wichtig eine qualitative und quantitative Erfassung der einzelnen Tierarten auch ist, habe ich mich mit einer zahlenmäßigen Feststellung wichtiger Tiergruppen begnügt. Produktionsbiologisch gesehen, ergibt eine Auslese nach Tiervolumina ein weniger falsches Bild als Individuensummen (Gisin 1951). Mir kam es mehr darauf an, ein Allgemeinbild der terricolen Makrofauna begifteter Waldböden, verglichen mit unbegifteten Böden zu erhalten; ich habe deshalb Tierauszählungen durchgeführt. Pflanzensoziologische Untersuchungen gehörten mit in den Fragenkomplex; sie wurden auch gelegentlich bei Bodenbegiftungen (Engerlingsbekämpfungen) durchgeführt. Sie erscheinen mir von sekundärem Charakter und werden am Schluß anhangsweise mitgeteilt.

Methodik und Versuchsanordnung

Die Entnahme der Bodenproben wurde mit einem Metallstechzylinder von 11,5 cm Durchmesser durchgeführt. Es wurden somit rund 100 cm² Bodenfläche erfaßt. Die Bodenflora wurde bei der Entnahme nicht entfernt; epigäisch lebende Tiere können mit erfaßt sein. Die Tiefe jeder Bodenprobe betrug einschließlich der Streuschicht 10 cm. Sie erfaßte im allgemeinen 5 cm Streuschicht einschließlich Rohhumus und 5 cm Mineralboden. Bei der Anlage der Versuchsflächen und bei der Entnahme der einzelnen Bodenproben wurde mit Sorgfalt auf möglichst gleichartige Boden-, Bestandsabfall- und Belichtungsverhältnisse geachtet. Die einzelnen Bodenproben lagen zumeist etwa 20 cm voneinander entfernt. Zur Erfassung der Bodenmakrofauna wurde ein selbsthergestellter Serienauserautomat nach Tullgren verwendet. Dieser Apparat ist von der Überlegung

*) Vorarbeiten und faunistische Bodenanalysen wurden im Institut für Waldschutz Eberswalde gefertigt.

ausgehend gebaut, daß edaphisch lebende Tiere austrocknenden Boden verlassen und negativ phototaktisch, alsolichtscheu sind. Daß nach Strebel positive Hygrotaxis der negativen Phototaxis überlegen sein kann, spielt hierbei keine Rolle. Die Bodenproben wurden in einer Schicht von etwa 3 cm auf Maschendrahttellern von 24 cm Durchmesser und 2 mm Maschenweite ausgebreitet. Der Anordnung der Ausbreitung des Bodens und der Streuschicht wurde, soweit dies möglich war, insofern eine gewisse Sorgfalt zuteil, als zumeist die Streu- und Rohhumusschicht zuunterst und darauf der Mineralboden vorsichtig gebettet wurde. Da mir die Maschenweite von 2 mm zum Passieren für Lumbriciden und auch Coleopteren zu eng vorkam und etwas größerer Maschendraht nicht zu haben war, habe ich in 3 cm Abstand zusätzlich Löcher von 4 mm Durchmesser in den Maschendraht gestoßen. Dieses bewährte sich durchaus und ergab noch sehr saubere Bodenauslesen, was bei Verwendung von 4 mm Maschenweite auch für Waldböden nicht mehr der Fall war. Vier handelsübliche Glasrichter mit einer oberen lichten Weite von 30 cm wurden erschütterungsfrei (im Kellerraum des Waldschutzinstitutes Eberswalde) aufgestellt. In die Glasrichter wurden die Maschendrahtteller, die mit kurzen Füßen versehen waren, eingesetzt. Ohne die Füße kam es oft vor, daß die Glaswand im Inneren des Trichters wegen mangelnder Ventilation feucht beschlug. Das wollte ich vermeiden, um ein schnelles Abgleiten der Tiere im Trichter zu sichern. An der Trichtermündung wurden, durch Korkringe gehalten, Marmeladengläser angesetzt, die wenig Wasser enthielten und die fliehenden bzw. abgleitenden Tiere auffingen. Ulrich (1933) zog Wasser der Verwendung von Alkohol oder Formalin wegen Abschreckwirkung bei letzteren vor. Ich habe mich dieser Ansicht angeschlossen. Ein Mazerieren habe ich nach drei Tagen nie beobachtet, es war vielmehr die Mehrzahl der Tiere noch lebend im Fangglas. Als Lichtquelle zur Austrocknung der Bodenproben wurden 60-Watt-Glühlampen mit einfachen Schreibtischlampen in 30 bis 35 cm Abstand verwandt. Der Abstand wurde so gehalten, daß sich der Boden nicht über 30 bis 32° C erwärmte. Zur Abschirmung der Bodenproben, um ein seitliches Entfliehen von Tieren auszuschließen und um eine gleichmäßige Temperatur auf der Bodenfläche zu haben, wurden weiße Papierzylinder auf die Drahtteller gesetzt. Jede Bodenprobe enthielt 1000 cm³ Boden und war im allgemeinen nach drei Tagen pulverig trocken und damit frei von lebenden Tieren. Daß es besonders zarthäutigen Collembolen, Milben und Jungtieren oft nicht gelingt, dem austrocknenden Boden zu entfliehen, hat Forslund (1948) nachgewiesen. Je größer die Bodenprobe ist, desto größer sind die Ausleseverluste. Bei Bodenproben von einem Liter können nach Forslund dreiviertel der Milben und Collembolen der Auslese verlorengelangen. Bei meinen Versuchen wurde stichprobenweise das trockene Substrat unter dem Binokular untersucht, mit zumeist negativem Erfolg. Die Größe des Verlustes läßt sich eben nur annähernd an homogenen kleineren Bodenanalysen, verglichen mit größeren, nachweisen. Das sei hier nur gesagt, um festzustellen, daß gewonnene Zahlen bei derartigen Untersuchungen allein relativen Wert haben, aber wiederholt durchgeführte Untersuchungen Rückschlüsse auf Veränderung des Edaphons gestatten.

Methodik der Auslese

Bei der Auslese kam es mir darauf an, ein Verfahren zu finden, welches nicht zu zeitraubend ist und doch hinreichend genau für die Arbeit erschien. Ich sah daher im allgemeinen von einer Sondierung der Tiere aus dem Detritus ab. Der gesamte Tierfang wurde aus den Aufganggläsern in flache Petrischalen gegossen. Dem Wasser wurde Alkohol beigelegt, so daß die Verdünnung 50prozentig war. Durch Wärme wurde die Flüssigkeit in einigen Stunden soweit verdunstet, bis der Boden der Schalen noch feucht war, aber ein Schwimmen des Inhalts verhindert wurde. Sobald das der Fall war, wurden die Schalen mit einer Glasscheibe belegt, um ein völliges Austrocknen zu verhindern. In diesem feuchten Zustande wurde die faunistische Auszählung durchgeführt. Behelfsmäßig wurde zur Übersicht bei der Zählung unter die Schale ein weißes Papier mit farbiger 5-mm-Strichzeichnung geschoben. (In Zukunft werden Spiegelglasküvetten verwendet, denen im Boden von außen farbige Linien in 5 mm Abstand eingeritzt sind.) Die Auszählung erfolgte mit dem Binokular bei 25facher Vergrößerung. Sie wurde nach genügender Übung und Einprägung der einzelnen Tiergruppen selbständig durch die Laborantin Fräulein M. Heyer im Waldschutzinstitut Eberswalde durchgeführt. Ihre gewissenhafte Arbeit sei an dieser Stelle hervorgehoben.

Als Untersuchungsflächen wurden insbesondere vorgesehen: Fünf Kleinflächen, deren Böden mit verschiedenen Insektiziden behandelt und von denen laufend bis 320 Tage nach der Begiftung Bodenanalysen der beschriebenen Art durchgeführt wurden.

Nur je eine Bodenuntersuchung fand bisher statt auf Waldflächen, die mittels Motorstäuber und Nebelblaser begiftet waren, und in einem Forstkamp, dessen Boden zur Engerlingsbekämpfung mit Hexastaub behandelt war. Beim Einsatz des Motorstäubers handelt es sich um eine praktische Mäikäferbekämpfung des Flugjahres, 1952 in Wallitz bei Rheinsberg, beim Nebelblaser um eine Eichenprozessionsspinnerbekämpfung in Jederitz/Mecklenburg. Auf sämtlichen überprüften Flächen kamen anerkannte Insektizide der DDR zur Anwendung.

Die Versuche 1 bis 5 liegen in der Nähe des Waldschutzinstitutes Eberswalde. Der Boden ist mäßig frischer bis frischer, schwach humoser Sand, dem in mehr als 1,50 m Tiefe Lehm unterlagert ist.

I. Versuchsfläche

Mäßig frischer Sand mit 80jährigem Kiefernaltholz bestockt, einzelne Buchen eingesprengt, geringe Bodenvegetation mit schwacher Streu- und Rohhumusschicht.

9. 1. 52 a) 3 qm Fläche werden mit 20 cm breitem und tiefem Graben umzogen und mit Hexastäubemitteln (ungereinigt) 10 kg/ar = 240 g/ar Gamma bestreut.
- b) Wie vorher, das Präparat wird jedoch bis 15 cm tief eingehackt.
- c) Kontrollfläche unbehandelt.

(Der Graben war als Isoliergraben gedacht, um ein Zuwandern insbesondere von Collembolen und Milben aus unbegifteter Fläche zu verhindern.)

Protokoll der I. Versuchsfläche

Probe entnommen		a							b							c						
		240 g/ar Gamma auf Waldboden gestreut							240 g/ar Gamma auf Waldboden gestreut und 15 cm tief eingehackt							Boden unbehandelt Kontrolle						
		Tierzahl je Bodenprobe																				
Datum	Tage nach Befügung	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Bodentiere	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Bodentiere	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Bodentiere
10. 1.	1		29	41	48	26		144		61	59	155	23		298		31	17	161	18		227
11. 1.	2		23	27	9	4	2	65		4	17	6	6		33		21	107	54	19		201
14. 1.	5		14	39	84	6		143		4	6		11		21							
15. 1.	6		11	34	23	3		71		1	2				3							
17. 1.	8																9	36	72	7		124
18. 1.	9		17	44	36	1		98														
19. 1.	10									38	29	16	9		92							
21. 1.	12		8	12	22	2		44									19	39	56	20		164
23. 1.	14									123	62	87	9		281							
24. 1.	15									12	27	10	5		54							
24. 1.	15									24	59	39	7		129							
30. 1.	21		76	72	87	1		236		8	21	22	4		55		16	26	30	43		115
4. 2.	26		4	2	18	1		25		23	33	37	1		94		46	106	57	28		237
8. 2.	30	1	53	60	68	5		187		22	16	10			48	1	160	31	189	3		384
19. 2.	41	13	22	46	61	7		149		58	67	63	8		196		77	183	90	24		374
23. 2.	45		12	43	109	6		170	5	17	41	28	3		94	4	14	36	81	9		144
27. 2.	49	1	33	78	68	2		182		17	67	41	13		138		15	51	91	5	1	163
1. 3.	52		162	134	193	6		495		6	43	6	5		60		1	46	9	13		69
8. 3.	59		170	115	95	5		385		5	18	2	2		27		96	62	156	1		318
25. 3.	76		152	118	57	5		332		43	55	68	2	1	169		26	23	100	15	3	167
20. 8.	224		280	98	45	8	6	435	5	118	60	9	1	7	200		331	209	217	17	12	786
25. 8.	229	1	286	98	10	2	1	398		397	116	8	2	1	524		41	151	17	58	5	272
25. 8.	229								3	73	11	6	1		94							
6. 10.	271		404	58	59		78	599		80	20	49	1	1	151	1	727	184	312	22	6	1252
6. 10.	271								5	131	114	35	1	11	297							
10. 10.	275		336	103	44	2	1	486		1174	192	34	1	17	1418	5	191	344	545	27	17	1129
10. 10.	275	1	609	216	205	2	15	1048														
22. 10.	287	2	1006	125	297	4	12	1446	10	210	52	44	1	4	321	9	300	236	314	18	3	880
6. 11.	302	2	1053	198	365	3	19	1640	4	87	15	20			126	10	598	199	105	15		927
6. 11.	302															3	348	1194	130	8	3	1686
24. 11.	320		281	40	152	1	1	475		65	59	16	1		141		288	69	455	8	2	822
24. 11.	320									39	51	11			101							
Sa. Tiere		21	5041	1801	2153	102	135	9253	32	2840	1312	822	117	42	5165	33	3385	3349	3241	381	52	10441
Tiere je qm in Tausend		0,1	21,9	7,8	9,4	0,4	0,6	40,2	0,1	10,5	4,9	3,0	0,4	0,2	19,1	0,2	16,1	16,0	15,4	1,8	0,2	49,7
1-320 Tage nach Befügung																						

Zur I. Versuchsfläche

Tage nach Befügung	a			b			c		
	240 g/ar Gamma aufgestreut			240 g/ar Gamma aufgestreut und eingehackt			Kontrolle, Boden unbehandelt		
	Acar.	Orib.	Coll.	Acar.	Orib.	Coll.	Acar.	Orib.	Coll.
Tierzahl in Tausend je qm									
1-76	5,2	5,8	6,5	2,7	3,7	3,5	4,3	5,9	8,8
224-320	53,2	11,7	14,7	23,7	6,9	2,3	35,3	32,3	26,2
Ausfall in % gegenüber Kontrolle (+ = 0% mehr als Kontrolle)									
1-76	(+ 21)	2	26	37	37	60			
224-320	(+ 51)	64	44	33	79	91			

Anmerkung für die Protokolle: Unter „div. Bodentiere“ wurden zusammengefaßt:

1. Arachnoidea: Afterskorpione, Webspinnen
2. Myriapoda: Diplopoden, Chilopoden.

3. Apterigota, Dipluren, Proturen.

Die häufigsten Vertreter waren Proturen.

Unter den Insekten waren Dipteren-Larven häufig vertreten.

Beurteilung der I. Versuchsfläche.

Im Rahmen dieser Arbeit interessiert das starke Schwanken der Tierzahlen der einzelnen Bodenanalysen bei diesen und auch bei den folgenden Versuchen während eines Jahres nicht besonders. Außer klimatischen Einflüssen kann die Populationsdichte des Edaphons durch Faktoren beeinflusst werden, die oft kettenmäßig ineinandergreifen und noch weitgehend unbekannt sind. Wenn jedoch erhebliche Schwankungen des Tierbesatzes bei Analysen auftreten, die an einem Tage nur in 20 cm Entfernung als Bodenproben entnommen wurden, wie z. B. am 6. Oktober bei b), wo bei der einen 20, bei der anderen 114 Hornmilben und noch extremer bei b) am 6. Oktober 80 Milben, am 10. Oktober 1174 Milben gefunden werden, so liegt die Erklärung wohl darin begründet, daß nach Glasgow (1939) Acariden- und Collembolen-Arten ausgesprochen kolonieweise auftreten und bei Entnahme der Bodenproben sich Zufälligkeiten in der Besatzdichte nie ganz vermeiden lassen, obwohl bei Verwendung von Mischproben nach Franz (1950) Ungleichmäßigkeiten des Organismenbesatzes sich besser ausgleichen ließen. Auch nicht ganz gleichmäßiges Einarbeiten des Hexastäubes in den Boden könnte die Schwankung verursacht haben.

Die wesentlichsten Punkte, die im Rahmen dieser Arbeit interessieren, sind folgende:

- Zu a) Hexastaub ausgestreut, nicht eingehackt: 240 g/ar Gamma haben die Gesamt tierzahl des Edaphons 1 bis 320 Tage nach der Begiftung nur unwesentlich verringert. Eine Schädigung der Hornmilben und Collembolen 224 bis 320 Tage nach der Begiftung könnte nach den Befunden angenommen werden. Da diese Tiere sich überwiegend von pflanzlichen Abfallstoffen ernähren, kann ihre Dezimierung die Umwandlung der Abfallstoffe zu Humus verlangsamen. Milben, hier überwiegend räuberisch lebende Arten, haben offenbar keinen Schaden erlitten.
- Zu b) Hexastaub ausgestreut und bis 15 cm tief eingehackt: 240 g/ar Gamma haben zehn Monate nach der Begiftung das Edaphon noch schwer geschädigt. Die stärkste Schädigung zeigen Collembolen, die schwächste Milben. Eine Totalschädigung könnte sechs Tage nach der Begiftung angenommen werden. Oligochaeten (Regenwürmer und Verwandte) erwiesen sich resistent.

II. Versuchsfläche

Die Boden- und Bestandsverhältnisse sind die gleichen wie bei der ersten Versuchsfläche. Das gleiche Präparat wird in unveränderter Dosierung ausgestreut.

25. 3. 52 a) 3 qm Fläche werden mit 20 cm tiefem Graben umzogen und mit Hexastäubemittel 10 kg/ar = 240 g/ar Gamma bestreut,
- b) Kontrollfläche zu a) unbehandelt,
- c) 3 qm Fläche werden mit 20 cm tiefem Graben umzogen und mit Hexastäubemittel 10 kg/ar = 240 g/ar Gamma bestreut, Fläche wird grobschollig spatentief umgegraben,
- d) Kontrollfläche zu c) unbegiftet, aber umgegraben wie bei c).

Beurteilung der II. Versuchsfläche

Zu a) Hexastaub ausgestreut:

240 g/a Gamma 5 bis 7 Monate nach der Begiftung haben für Hornmilben und Collembolen etwa die gleichen Schädigungen ausgelöst, wie bei Versuch I. Milben erfahren Schädigung im Gegensatz zu Versuch I.

Zu c) Hexastaub ausgestreut und umgegraben:

240 g/ar Gamma haben 5 bis 7 Monate nach der Begiftung nur bei Collembolen die gleichen Schädigungen ausgelöst wie bei Versuch I. Daß Hornmilben nicht geschädigt wurden, könnte ich mir dadurch erklären, daß bei dem grobscholligen Umgraben der Hexawirkstoff tiefer und weniger verteilt im Boden zu liegen kam als bei „eingehackt“ der Versuchsfläche I b, und da der Lebensraum der Hornmilben in den obersten Bodenschichten liegt; im Gegensatz zu dem der zarthäutigen Collembolen kamen erstere weniger mit dem Giftstaub in Berührung.

III. Versuchsfläche

Frischer, schwach humoser Sand mit Buchen- und Kiefernaltholz bestockt, dichter Buchenaufschlag, 10- bis 20jährig, unterständig; keine Bodenvegetation.

4. 7. 52 a) 2 qm Fläche mit Wofatox-Spritzmittel (Ester-Emulsion) 0,2 %, mittels Gießkanne angegossen, 20 l/qm (Boden ist feucht und nimmt Giftflüssigkeit gut auf).
- b) 2 qm Fläche mit Hexitol (HCH-Emulsion) 0,2 % wie vorher, 20 l/qm angegossen.
- c) 2 qm Fläche mit Ruscalin (HCH-Suspension) 2 % wie vorher, 20 l/qm angegossen.
- d) Kontrollfl. mit Wasser, 20 l/qm angeg. (Flächen werden nicht durch Gräben isoliert.)

Zur II. Versuchsfläche

Tage nach Begiftung	a 240 g/ar Gamma aufgestreut			b Kontrolle zu a			c 240 g/ar Gamma aufgestreut u. eingegraben			d Kontrolle zu c Boden umgegraben		
	Acari.	Orib.	Coll.	Acari.	Orib.	Coll.	Acari.	Orib.	Coll.	Acari.	Orib.	Coll.
3 - 62	2,3	4,0	10,0	4,5	6,0	16,4	8,4	9,3	11,4	9,4	5,3	10,3
150 - 230	27,4	5,2	13,3	43,6	14,2	19,5	24,6	6,6	5,7	22,0	6,6	56,8
Ausfall in % gegenüber Kontrolle (+ = % mehr als Kontrolle)												
3 - 62	49	33	39				11	(+ 75)	(+ 40)			
150 - 230	37	63	32				(+ 12)	0	90			

Gesamt tierzahl je Quadratmeter in Tausend betrug 3 bis 230 Tage nach Begiftung bei:

a 35,6

b 60,2

c 35,8

d 59,9

Von a bis d wurden in der Zeit vom 28. März bis 10. November 1952 je elf Bodenproben entnommen. Das Protokoll wird hier nicht mitgeteilt, steht aber zur Einsicht frei.

Protokoll der III. Versuchsfläche

Probe entnommen Datum 1952		Tage nach Begiftung		a Wofatox 20 l/qm, 0,2 ‰						b Hexitol 20 l/qm, 0,2 ‰						c Ruscalin 20 l/qm, 2 ‰						d Kontrolle							
				Tierzahl je Bodenprobe																									
				Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Tiere	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Tiere	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta	div. Bodentiere	Sa. Tiere	Oligochaeta	Acarina	Oribatei	Collembola	Insekta
5. 7.	1	2	11	5	116	5	1	143	1	7	3		2	1	14		7	3	2	1	1	17		2	5	70	2	1	80
7. 7.	3	1	23		86		2	112	1	16		2	1		20		18	4	1	5	1	29	3	21	1	135	5		165
9. 7.	5	5	19	11	105	6		146		3	2	2	2	1	10	1	4	4	5	1		18		24	11	265	7	1	308
11. 7.	7	2	6	6	18	2	1	35		3	2	3	1	1	10		5	1	1	3		10	1	17	7	147	12	2	186
14. 7.	10	2	25	20	30	42	6	125		4	3		7		14	1	2	4	1	2		10	1	27	13	20	11	1	76
16. 7.	12		2	6	10	2	1	21	1	6	5	2	2		16	8	6	2	2	2	6	26	2	3	6	80	4		95
19. 7.	15	1	2	9	5	1	1	19		10	3	1			14		7		1		8	1	4	7	34	7	3	56	
18. 8.	45		5	13	8	2		28		2			2	4				1		3	4	8	2	4	9	48	6	3	72
29. 8.	56		17	12	11	12	1	53			1	3	4	1	9	6	1	2	1	5	2	17	6	41	7	127	17		198
23. 9.	81	1	103	27	123	11	3	268	14	1	1		2	1	22	1	9	1	2	1	3	17	2	27	20	52	2		103
25. 9.	83	3	34	23	116	7	7	190	8	1			1		10	11	4	3	2	1	5	26	17	47	20	106	24	4	218
27. 9.	85	3	82	28	134	13	1	261	2	2	1	6	1	1	13	1	3			1		5	5	55	29	379	6	2	476
28. 10.	116		35	33	97	9	10	184	3	7	2	3	2	1	18	3	11	1	11	1	1	28	1	61	17	123	11	3	216
13. 11.	132	2	66	25	37	21	6	157	3	8		2	3	1	17	1	2	1	3	2		9	3	27	20	65	7	3	125
Sa. Tiere		22	433	218	896	133	40	1742	33	73	23	24	30	8	191	33	79	27	32	34	23	228	44	360	172	1651	124	23	2374
Tiere je qm in Tausend 1-132 Tage nach Begiftung			3,1	1,5	6,4					0,5	0,2	0,2				0,6	0,2	0,2						2,6	1,2	11,8			

Ausfall in ‰ gegenüber Kontrolle (+ = ‰ mehr als Kontrolle)

(+19) (+25) 46

81 83 98

77 83 98

Beurteilung der III. Versuchsfläche

Zu a): Bei der Wofatox-Emulsion könnte nur eine leichte Schädigung der Collembolen trotz der hohen Gießmenge angenommen werden.

Zu b) und c): Die Hexapräparate als Emulsion wie Suspension zeigen auffallend übereinstimmende Schädigungen. Besonders für Collembolen sind sie während der gesamten Untersuchungszeit unverkennbar. Sie lassen an Heftigkeit auch 4 Monate nach der Befügung nicht nach.

IV. Versuchsfläche

Mäßig frischer und humoser Sand mit Buchen- und Kiefernaltholz bestockt, verlichtet, üppige Bodenflora, *Calamagrostis epigeios* dominierend.

1. 8. 52 a) 2 qm Fläche werden an den Umfassungsrändern mit 50 cm breiten Dachpappstreifen, die 25 cm tief in den Boden eingelassen sind, von unbehandelter Fläche getrennt.
Mit Wofatox-Spritzmittel, 0,2prozentig, 10 l/qm, angegossen;
- b) wie vor mit Hexitol, 0,2prozentig, 10 l/qm, angegossen;
- c) wie vor mit Ektolit Extra 20 (DDT-Emulsion) 2prozentig, 10 l/qm, angegossen.
- d) Kontrollfläche ohne Dachpappenumgrenzung mit Wasser, 10 l/qm, angegossen.

Zur IV. Versuchsfläche

Protokoll wird hier nicht mitgeteilt. Von a bis d wurden in der Zeit vom 2. August 1952 bis 17. November 1952 je 10 Bodenproben entnommen.

Tierzahl in Tausend je qm

A. cari.	a Wofatox			b Hexitol			c Ektolit			d Kontrolle		
	Orb.	Coll.		A. cari.	Orb.	Coll.	A. cari.	Orb.	Coll.	A. cari.	Orb.	Coll.
0,6	1,9	2,4		0,9	0,5	1,0	4,6	0,3	0,9	13,9	1,1	7,4
Ausfall in % gegenüber Kontrolle (+ = % mehr als Kontrolle)												
53	73	68		29	55	86	67	73	88			

Beurteilung der IV. Versuchsfläche im Vergleich zur III. Versuchsfläche

Der Gesamttierausfall beträgt bei:

Wofatox	0,2prozentig	10 l/qm	44 Prozent,
Wofatox	0,2prozentig	20 l/qm	27 Prozent,
Hexitol	0,2prozentig	10 l/qm	47 Prozent,
Hexitol	0,2prozentig	20 l/qm	92 Prozent,
Ruscalin	2prozentig	20 l/qm	90 Prozent.

Anmerkung zu Wofatox:

Das Esterpräparat Wofatox hat sich als Stäubemittel bei einer Maikäferbekämpfung in Wallitz 1952 bestens bewährt, bei der Engerlingsbekämpfung hat es versagt. Während bei Hexapräparaten mit steigender Dosierung der Pflanzenausfall, hervorgerufen durch *Melolontha* E III, im gleichen Verhältnis sich verminderte, mußte bei Wofatox mit steigender Dosierung sogar stärkerer Fraß auf gleicher Fläche festgestellt werden. Auch bei Laborversuchen war die insektizide Wirkung unbefriedigend, so daß dieses Präparat zur Engerlingsbekämpfung ausgeschieden wurde.

Protokoll der V. Versuchsfläche

Probe entnommen Datum 1952	Tage nach Befügung	Tierzahl je Bodenprobe												Ausfall in % gegenüber Kontrolle (+ = % mehr als Kontrolle)							
		a DDT-Stäubemittel (10% Wirkstoff) 200 kg/qr flach eingeharkt						b Kontrolle zu a und c Boden flach geharkt						c Hexa-Stäubemittel 200 kg/qr = 3000 g/qr Gamma flach eingeharkt		d Boden unbehandelt					
		Oligochaeta	Acarina	Oribat	Collembola	Insekta	div. Bodenhiere	Sa. Tiere	Oligochaeta	Acarina	Oribat	Collembola	Insekta	div. Bodenhiere	Sa. Tiere	Oligochaeta	Acarina	Oribat	Collembola	Insekta	div. Bodenhiere
2. 10.	43	8	3	1	20	3	143	1	4	1	2	1	9	11	86	9	115	10	2	233	
4. 10.	45	17	11	1	32	1	295	2	24	2	5	1	37	8	61	10	100	10	5	189	
3. 11.	75	15	52	1	71	6	302	4	9	5	5	3	18	4	49	44	44	8	5	110	
20. 11.	92	7	5	1	16	2	54	1	4	4	1	3	8	1	43	7	28	6	1	86	
Sa. Tiere		47	76	5	139	10	791	8	41	3	12	5	72	24	239	26	287	34	8	618	
Tiere je qm in Tausend		1,2	1,9	1,1	4,1	35	10	7,2	1,0	0,1	0,3	5	3	6,0	0,7	7,2	0,7	0,7	0,7	3,4	
		77	98	84	81	91	98														

Anmerkung zu Ektolit Extra 20:

Die DDT-Emulsion Ektolit wurde in der IV. Versuchsfläche nur vergleichsweise mit aufgenommen. Es ist anzunehmen, daß die deutliche Schädigung, insbesondere der Collembolen, weniger durch den DDT-Wirkstoff, als vielmehr durch den Emulgator verursacht worden ist. Da DDT-Wirkstoffe zur Bekämpfung von Bodenschädlingen kaum in Frage kommen werden (bei der Engerlingsbekämpfung haben sie völlig versagt), so interessiert dieser Versuch praktisch nur am Rande.

V. Versuchsfläche

Boden und Bestockungsart wie bei IV.

- 20. 8. 52 a) 4 qm Fläche werden mit einem handelsüblichen Stäubemittel auf DDT-Basis (10 Prozent Wirkstoff) bestreut. 200 kg/ar Präparat wird flach eingeharkt.
- b) 4 qm Fläche, geharkt wie bei a). Kontrollfläche unbegiftet.
- c) 4 qm Fläche werden mit Hexastäubemittel bestreut, 200 kg/ar = 3000 g/ar Gamma. Präparat wird flach eingeharkt.
- d) Kontrollfläche unbehandelt.

Beurteilung der V. Versuchsfläche

Die Versuchsfläche hat eine Überdosierung an Insektiziden erhalten, wie sie in der Praxis nie zur Anwendung gelangen. Die Präparate lagen noch nach Monaten als schlammige Masse in der Streuschicht. Diese Versuchsfläche wurde insbesondere zur Überprüfung pflanzensoziologischer Veränderungen angelegt. Oligochaeten haben trotz der hohen Dosierung offenbar keinen Schaden erlitten.

Nach Überprüfung der für edaphische Untersuchungen angelegten Versuchsflächen I bis V werden die Ergebnisse der faunistischen Bodenanalysen von Waldflächen mitgeteilt, die anlässlich praktisch durchgeführter Insektenbekämpfungen mit Insektiziden behandelt waren. Ob auf diesen Flächen eine Totalschädigung des Edaphons wenige Tage nach

der Begiftung stattgefunden hat, wurde nicht überprüft. Eine Zuwanderung, insbesondere von Collembolen und Milben, aus unbegifteten, angrenzenden Waldflächen scheidet meines Erachtens für die Reviere Wallitz und Jederitz wegen der Größe der Giftflächen praktisch aus. Die Bodenproben wurden aus dem Zentrum der behandelten Flächen entnommen, die stets mehrere Hektar Größe hatten. Bei Entnahme der Vergleichsbodenproben aus unbehauelter Fläche wurde, soweit als möglich, auf homogene Verhältnisse betreffs Bodenart, Bodenvegetation, Bestandsabfall und Beschattung geachtet. Jede Bodenprobe erfaßte auch hier 100 cm² Fläche und 10 cm Tiefe, also 1 cdm Boden. Die Bodenvegetation wurde vor der Entnahme nicht entfernt. Eine Miterfassung epigäisch lebender Tiere ist demzufolge möglich.

1. Das Revier Wallitz bei Rheinsberg hatte 1952 Hauptflugjahr des Maikäfers. Begiftungen wurden auf 50 Hektar Waldfläche mit Stäubeinsektiziden durchgeführt, die dem Institut für Waldschutz in Eberswalde von verschiedenen Herstellerfirmen der Deutschen Demokratischen Republik auf Anforderung unentgeltlich für Großversuche zur Verfügung gestellt wurden. Die Ausbringung der Präparate erfolgte mittels Motorstäuber. Die angewendeten Mengen betragen im Durchschnitt 45 kg/ha. Die Bekämpfungserfolge waren im allgemeinen sehr gut. Die höchste Initialtoxizität zeigte Wofatox. Eine Gesamtauswertung dieser Maikäferbekämpfungsaktion ist bisher noch nicht erfolgt.

Der Boden ist ein feinkiesiger, schwach anlehmiger Sand.

2. Das Revier Jederitz bei Perleberg (Mecklenburg) hatte eine Eichenprozessionsspinnergradation, die zum Teil mit einem Nebelblaser des Elektrochemischen Kombinat Bitterfeld mit Kombi-Aerosol Forst (kombiniertes Präparat HCH + DDT) bekämpft wurde. Die Aktion leitete Herr Tempelin, Waldschutzinstitut Eberswalde. Der Boden ist ein amooriger Ton mit üppiger Vegetation (Auewald).

Ergebnisse der Bodenanalysen aus Wallitz

(Proben entnommen 3. September 1952)

Jagen Bestand	Tag der Begiftung	Präparat	Tierfang aus 1 cdm Waldboden									
			Oligochaeta	Araneina	Acarina	Oribatei	Chilopoda	Collembola	Diptera	Protura	Insekta	Sa. Tiere
153 Mischbestand	6. 5. 52	Duplexan	1	2	79	49	1	10		1	17	160
163 Kahlfläche mit Laubholzgruppen	9. 5. 52	Wofatox	9	2	128	23		176			15	353
166 Mischbestand	14. 5. 52	Arbitex	1	1	71	13		65			22	203
166 Mischbestand	14. 5. 52	Wofatox	1	2	122	48		5		1	10	189
167 Eichenbestand	14. 5. 52	Gesarol	4	3	33	53		196			15	304
179 Mischbestand	19. 5. 52	Gesaktiv	3	2	84	83		94			13	279
178 Mischbestand		unbehandelt			12	2	3	5	2		6	30

Ergebnisse der Bodenanalysen aus Jederitz

(Proben entnommen 31. August 1952)

Jagen	Tag der Begiftung	Präparatmenge	Tierfang aus 1 cdm Waldboden											
			Oligochaeta	Araneina	Acarina	Oribatei	Diplopoda	Chilopoda	Collembola	Diplura	Protura	Insekta	Sa. Tiere	
13 a ²	4. 6. 52	6,5 l/ha		17	155	155				202			22	511
10 a	4. 6. 52	10,5 l/ha	3	16	183	66		1		422			16	707
7 a		unbehandelt	1	16	346	38	1	5		667	9	3	23	1109

Ergebnisse der Bodenanalysen aus Grafenbrück

(Begiftung der Flächen 7. Mai 1951,

Proben entnommen 24. Oktober 1952)

	Tierfang auf 1 cm ² Boden							
	Oligochaeta	Araneina	Acarina	Oribatei	Collembola	Diplura	Insekta	Sa. Tiere
Kampfläche begiftet, gepflügt	2				1102		1	1105
Kampfläche unbegiftet, gepflügt	3		95		869	2	1	973
Randfläche begiftet, gehackt, Unkrautvegetation	1		8		326		8	343
Randfläche unbegiftet, gehackt, Unkrautvegetation	1	1	59	1	103		3	173

Für die Waldflächen in Jederitz wird eine qualitative Ermittlung der wichtigsten edaphischen Tiere mitgeteilt.*)

Bodenprobe Jagen 10 a, 10,5 l/ha Kombi-Aerosol Forst

Oribatiden:

- Achipteria coleoptrata* (L.)
- Steganacarus* sp. sp.
- Phthiracarus* sp. sp.
- Li acarus* sp.
- Galumna obivius* Berl.
- Belba corynopus* (Herm.)
- Scheloribates laevigatus* (C. L. Koch)
- Gustavia fusifer* (C. L. Koch)
- Chamobates* sp.
- Oribatula* sp.
- Oppia subpectinata* (Oudms.)

Collembolen:

- Hypogastrura cir. armata* (juv.)
- Folsomia quadrioculata* Tullbg.
- Onychiurus* sp. (armatus. Gruppe).

Bodenprobe Jagen 7 a, unbehandelt

Mesostigmata:

- Zercon* sp. *Trachytes* sp.
- Parasitidae* gen. sp.
- Uropodina* gen. sp.
- Macrocheles* sp.

Oribatiden:

- Steganacarus spinosus* (Selln.)
- Steganacarus magnus* (Nic.)
- Euzetes* sp.
- Damaeus onustus* (C. L. Koch)
- Damaeus riparius* (Nic.)

Metabelba sp.

Damaeus sp.

Achipteria coleoptrata (L.)

Hypochthonius riuulus (C. L. Koch)

Hermaniella sp.

Xenillus tegeocranus (Herm.)

Suctobelba sp.

Oppia sp.

Oppia subpectinata (Oudms.)

Scheloribates confundatus (Selln.)

Punctoribates punctum (C. L. Koch) Berl.

Collembolen:

Folsomia quadrioculata (Tullbg.)

Onychiurus sp.

3. Der Forstkamp Grafenbrück bei Eberswalde hatte im Jahre 1950 schwere Pflanzenausfälle durch Melolontha-Engerlinge E II—III. Am 7. Mai 1951 wurden 10 a Kampfläche mit einem ungereinigten Hexa-Stäubemittel 6 kg/ar = 90 g/ar Gamma bestreut und flach eingehackt. Wenige Tage danach wurde ein Teil der Fläche bis 20 cm tief gepflügt. Boden schwach humoser Sand.

Kritische Betrachtungen im Hinblick auf praktische Engerlings- und Maikäferbekämpfungen

Da Hexa-Wirkstoff besonders zur Bekämpfung von Bodenschädlingen sich bewährt hat, ist es erforderlich, eine kritische Betrachtung betreffs seiner Auswirkungen auf das Edaphon nach den bisherigen eigenen Erkenntnissen in Verbindung mit der mir bekannten Literatur durchzuführen.

Die Schädigungen der für den Abbau pflanzlicher Abfallstoffe besonders wichtigen Collembolen sind bei den Dosierungen, wie sie gegen Engerlinge des Stadiums III zu vollständiger Fraßhemmung notwendig sind, eindeutig und nachhaltig. Ob sie bei

*) Die Bestimmung wurde von Herrn Dr. K. Strenzke, Hydrobiologische Anstalt Pion, durchgeführt.

den weit schwächeren Dosierungen, wie sie gegen *Melolontha*-Engerlinge des Stadiums I zur Abtötung der Tiere genügen, auch auftreten, wird zur Zeit noch überprüft. Grigorjewa, T. (1952) teilt mit, daß bei einer Aufwandmenge von 5 kg/ha HCH-Wirkstoff Collembohlen (auch Lumbriciden) gegenüber unbehandeltem Boden sich erheblich vermehren, während bei 15 kg/ha Collembohlen erst Schädigungen erfahren. Es werden von der Verfasserin sogar höhere Ernteerträge durch Einbringung von Hexa in den Boden genannt, die allerdings nicht allein durch stimulierende Wirkungen auf bodennützliche Tiere, sondern auch durch Fraßhemmung auf die Schädlinge sich ergeben haben sollen. Runge, U. (1952) teilt Ertragssteigerungen bei Tomaten und Bohnen mit, bedingt durch Blüenspritzungen mit Hexachlorocyclohexan. Obwohl diese Anwendung zu unserer edaphischen Betrachtung nicht zugehörig ist, sei sie doch mit erwähnt. Horber, E. (1948) teilt mit, daß im Institut Pasteur in Paris festgestellt wurde, daß Hexamittel keinen hemmenden Einfluß auf zelluloseabbauende Bakterien, die Nitritbakterien, die ammonifizierenden Bakterien sowie auf Aktinomyzeten ausüben; vielmehr wurde stärkere Vermehrung der aeroben Stickstofffixierer (*Azotobakter*) und Nitratbakterien festgestellt; über edaphische Tiere wird nichts berichtet. Von Baudissin (1952) teilt mit, daß das kombinierte Präparat Multanin 50 (DDT + Gamma-Hexa) kurz nach Behandlung des Bodens eine Reduktion des Organismenbesatzes, danach jedoch eine starke Zunahme der Individuendichte beobachten ließ, die er sich durch chemotaktische Stimulationseffekte erklärt.

Meine eigenen Untersuchungen anlässlich praktisch durchgeführter Insektenbekämpfungen, denen hier nur abtastender Wert beigemessen werden kann, lassen insbesondere bei Grafenbrück und Wallitz die Möglichkeit stimulierender Wirkungen nicht ausgeschlossen erscheinen. Schädigungen der Springschwänze und Milben sind längere Zeit nach der Begiftung keinesfalls zu erkennen.

Nach den bisherigen Ergebnissen glaube ich den Schluß ziehen zu können, daß stärkere Hexa-Dosierungen das Edaphon schwer schädigen können, während schwächere Dosierungen, wahrscheinlich unter 100 g/ar Gamma liegend, in der Lage sein können, Stimulationseffekte hervorzurufen.

Im Hinblick auf die künftige Engerlings- und Maikäferbekämpfung darf ich nach meinen bisherigen Erkenntnissen folgende Darstellung geben: Zur Bekämpfung älterer Engerlinge, richtiger gesagt zu ihrer nahezu 100prozentigen Fraßhemmung, sind nach meinen Ergebnissen etwa 150 g/ar Gamma notwendig. Ich habe auf meinen Versuchsflächen I und II 240 g/ar Gamma, also eine Überdosierung von 66 Prozent zur Anwendung gebracht. Die anhaltende Schädigung der Collembohlen auf den Flächen, auf denen Hexamittel durch Hacken oder Graben mechanisch eingebracht waren, ist eindeutig. Die III. und IV. Versuchsfläche erhielt Dosierungen, wie sie zur Fraßhemmung ausgewachsener Engerlinge notwendig sind. Dabei ist bemerkenswert, daß bei einer Gießmenge von Hexitol 10 l/qm gegenüber 20 l/qm die Collembohlenschädigung sich nur unwesentlich verringert hat. Sie bleibt während der gesamten Untersuchungszeit gleichmäßig hoch. Bei Versuchsfläche III war Zuwanderung von der unbegifteten Fläche möglich, bei IV nicht; ein Unterschied ist nicht erkennbar.

Die Bekämpfung älterer Engerlinge läßt sich wirtschaftlich wegen der benötigten großen Präparatmengen nur in Teilflächenbegiftung durchführen. Zur Erläuterung der Verhältnisse bin ich gezwungen, eine von mir durchgeführte Engerlingsbekämpfung in Potsdam, März 1951, kurz zu schildern (siehe Richter 1952): Eine Waldfläche auf frischem humosem Sand wurde mittels Waldpflug als Streifenkultur angelegt. Vor der Pflanzung kam unter anderem Streifenbegiftung zur Anwendung. Hexa-Stäubemittel wurden ausgestreut und 15 bis 20 cm tief eingehackt. Von dieser Fläche wurden am 21. Januar 1953, also nach fast 2 Jahren, mittels Erdbohrer Mischproben aus „begiftet“ und „unbegiftet“ entnommen, um den Tierbesatz festzustellen. Die Bodenuntersuchungen fielen bei begiftet wie unbegiftet negativ aus. Der nackte Boden der Pflanzstreifen, der durch den Streifenpflug bei Kulturanlage seiner Humusdecke beraubt wurde, hatte kaum Tierbesatz. Die belebte Humusdecke liegt seitlich auf den „Balken“, die keine Präparatbehandlung erfahren. Die behandelten wie die unbehandelten Pflanzstreifen sind hier, wie wahrscheinlich auch auf den meisten Kiefernkulturen mit leichten Böden, tiersociologisch betrachtet, in den ersten Jahren nach ihrer Anlage nahezu tot. Die Schädigung des Edaphons dürfte deshalb bei Kiefernkulturen auf leichten Böden, die mittels Pflug- oder Hackstreifen angelegt werden, völlig belanglos sein. Die doppelte Humusdecke auf den Balken könnte dafür ein gutes Reservoir für edaphisch lebende Tiere für die Übergangszeit der Devastierung der Pflanzstreifen darstellen. Bei anders gelagerten Verhältnissen kann jede Teilflächenbegiftung, je enger sie raummäßig im Boden fixiert ist, dem Edaphon auch nur einen Teilausfall zufügen, der meines Erachtens unwesentlich ist. Die Bekämpfung von *Melolontha*-Engerlingen Stadium I erfordert viel geringere Hexamengen. 24 bis 48 g/ar Gamma genügen zur Abtötung. In diesem Falle dürfte eine Vollbegiftung vertretbar sein. Ob und welche Böden dann tatsächlich mit Stimulationseffekten antworten, müssen weitere Forschungen ergeben.

Bei der Bekämpfung epigäisch lebender Schadinsekten kann nach den bisherigen Erkenntnissen das Edaphon kaum geschädigt werden, zumal Hexa an der Luft seine Wirkung in wenigen Wochen verloren hat.

Zur Hexawirkung und Lagerung im Boden wird noch Stellung genommen, zumal in der mir bekannten Literatur zuweilen Ansichten vertreten werden, die mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmen.

1. Zur Gaswirkung

Ich habe *Melolontha* E III und *Anomala*-Larven in Reihenversuchen in humosen, sandigen Böden (die Standardböden bei Engerlingsbefall) gezwungert. Die Böden wurden mit einem ungereinigten Hexa-Stäubemittel 10 kg/ar = 240 g/ar Gamma lokal behandelt. Absperrgitter gestatteten den Engerlingen, bis auf 2 cm an die insektizide Zone zu gelangen. Die Prüfung wurde nur vertikal durchgeführt, d. h. die Tiere waren in einem Reihenversuch oberhalb und in einem anderen unterhalb der Giftzone mit Nahrung untergebracht. Trotz der hohen Dosierung konnte keinerlei Gaswirkung erkannt werden. Noch nach 3 Monaten waren alle Tiere gesund und zeigten starken Fraß. Auch andere Laborergebnisse (siehe Richter

1951) und eigene Freilandverfahren mit älteren Engerlingen ließen nicht auf eine Gaswirkung im Boden schließen. Mit weniger resistenten Tieren müssen diese Versuche wiederholt werden. Ich glaube vorerst nicht, allenfalls an eine örtlich sehr begrenzte Gaswirkung von Hexa im Boden.

2. Zur mechanischen Abschwemmung in größere Bodentiefen

Schon in früheren Versuchen konnte ich durch Testung mit Engerlingen nie die geringste Einwaschung in humose, sandige Böden auch nach einer vollen Vegetationsperiode mit über 300 mm Niederschlag erkennen. Letztlich konnte durch Testungen mit *Drosophila* und *Aedes* nachgewiesen werden, daß das wasserunlösliche Hexa nach zweijähriger Lagerung im Freilandboden nicht tiefer eingeschwemmt wurde. *Drosophila* ist nach Sellke (1952) besonders hexaempfindlich. Die Niederschläge von zwei Jahren haben den Wirkstoff in humosem, frischem Sand auch rein mechanisch nicht verlagert.

3. Zur insektiziden Wirkung

Im Schrifttum ist, soweit mir bekannt, immer nur von einer Mindestwirkungsdauer von Hexa im Boden die Rede. Nach Grigorjewa (1952) soll Hexa bis fünf Jahre wirksam sein. Mir stehen solche alten Hexa-Freilandböden nicht zur Verfügung. Hingegen habe ich den zuvor erwähnten Boden in Potsdam, der vor fast zwei Jahren gegen Engerlingsbefall behandelt war, mit Taufliegen getestet und mit frisch begiftetem Boden verglichen. Eine genaue Beschreibung erscheint mir notwendig: Von im März 1951 begifteten Kulturstreifen in Potsdam, Jagen 125, wurden aus Pflanzenreihen, die mit 144 g/ar Gamma eines ungereinigten Hexa-Stäubemittels, 15 bis 20 cm tief eingehackt, behandelt waren, am 21. Januar 1953 sieben Mischproben mittels Erdbohrer entnommen. Sie wurden in drei Schichten getrennt gehalten: erste Schicht bis 10 cm, zweite über 10 bis 20 cm, dritte über 20 bis 30 cm Bodentiefe. Die gleichen Mischproben wurden von unbehandelten Streifen entnommen. Dieser Kontrollboden wurde nunmehr mit dem gleichen Hexa-Präparat und mit gleicher Dosierung begiftet, und zwar mit 144 g/ar Gamma, berechnet auf 15 cm Bodentiefe. Alle Testungen waren verhältnismäßig einheitlich.

Letzte Testung am 9. Februar 1953.

Drosophila 100prozentige Rückenlage nach Stunden bei:

	12 — 15° C	22° C
Alter Giftboden, Schicht I	5	3 ⁰⁵
Alter Giftboden, Schicht II	7 ⁰⁰	4
Alter Giftboden, Schicht III	keinerlei Vergiftungserscheinungen	
Frischer Giftboden	5 ²⁵	3 ²⁵

Bei keiner Testung trat bei dem frisch angesetzten Kontrollboden die Rückenlage früher ein als bei der Schicht I des fast zwei Jahre alten Hexa-Freilandbodens, ein frischer, schwach anlehmiger und schwach saurer Sand. Die scheinbar rasantere Giftwirkung des alten Bodens der Schicht I ist damit zu erklären, daß im Freiland geringe Ungleichmäßigkeiten beim Giftausstreuen nicht zu vermeiden sind, die sich nur durch eine große Anzahl von

Mischproben ausgleichen ließen. Die Bodenschicht über 10 bis 20 cm Tiefe hatte im allgemeinen geringere Wirkung als Schicht I. Diese Verhältnisse könnten auch der ursprünglichen Einarbeitung des Präparates in den Boden entsprechen. Es ergab sich somit die überraschende Tatsache, daß der Wirkstoff sich nach fast zwei Jahren im Freilandboden nicht im geringsten vermindert hat. Auch Testungen mit frischen Stammlösungen bestätigten diese Feststellungen.

Anhangsweise werden einige pflanzensoziologische Auswertungen hexabegifteter Böden verglichen mit unbegifteten mitgeteilt.

a) Forstkamp Grafenbrück am 7. Mai 1951 mit 6 kg/ar Hexa-Stäubemitteln begiftet (Durchführung der Arbeiten bei Grafenbrück bereits beschrieben).

Das Ergebnis einer floristischen Vergleichsaufnahme im Kamp Grafenbrück ein Jahr nach durchgeführter Bodenbegiftung. Die Aufnahme für Grafenbrück wurde auf meine Bitte hin von Herrn Dipl.-Forstwirt K. Großer, Institut für Waldkunde Eberswalde, durchgeführt.

	begiftet	unbegiftet	begiftet	unbegiftet
	gepflügt	unpflügt	gepflügt	unpflügt
Feldschicht				
<i>Erigeron canadensis</i> L.	5-5 F*)	4-3 F	3-3	1-1
<i>Senecio viscosus</i> L.	1-2	1-1	1-1	2-1
<i>Verbascum Lychnitis</i> L.	1-1	1-1	.	1-1
<i>Trifolium arvense</i> L.	1-1	2-1	2-3	1-1
<i>Agropyron canium</i> (L.) Pal. Beauv.	1-2	1-3	.	2-4
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	.	2-1	3-3	2-3
<i>Poa pratensis</i> L.	.	1-1 ^o (Pflz- befall)	1-2	1-1
<i>Viola tricolor</i> L.	.	1-1	1-2	1-1
<i>Apera spica venti</i> (L.) Pal. Beauv.	1-2	.	.	2-3
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	1-1	.	1-2	.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1-2	.	1-2	.
<i>Carex muricata</i> L. subsp. Pairaei (F. Schultz) Aschers. et Graebn.	.	.	1-1	1-1
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	.	.	1-2 ^o	1-2
<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	.	1-1	1-1
<i>Veronica officinalis</i> L.	.	.	1-1	1-1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	1-1	.	1-1
<i>Capsella Bursa pastoris</i> (L.) Medik.	.	1-1	.	1-1
<i>Corynephorus canescens</i> L. Pal. Beauv.	.	.	.	1-1
<i>Solanum nigrum</i> L.	.	1-1	.	.
<i>Tilia cordata</i> Mill.	.	.	.	1-2
<i>Verbascum nigrum</i> L.	.	.	.	1-1
<i>Poa annua</i> L.	.	.	.	1-2
<i>Gnaphalium silvaticum</i> L.	.	.	.	1-1
<i>Vicia L. spec.</i>	.	.	1-1	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	.	1-1	1-1
<i>Potentilla L. spec.</i>	.	.	1-1	.

	begiftet		unbegiftet	
	g e p f l ü g t	u n g e p f l ü g t	g e p f l ü g t	u n g e p f l ü g t
<i>Rumex Acetosella</i> L.	.	.	1:2	.
<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	1:2	.
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	1:1	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1:2	.	.	.
Mooschicht				
<i>Ceratodon purpureus</i> (L.) Brid.	.	.	1:2	3:2
Aufnahmefläche:	2x5 m	2x5 m	2x5 m	2x5 m
Artenzahl:	10	11	18	22

*) F = Fazies.

„Zu untersuchen war, ob sich auf einer mit Hexa begifteten Kampfläche im Gegensatz zu einer unbegifteten ein Unterschied in der Vegetation einstellt. Hierzu wurden die in Frage kommenden Vergleichsflächen pflanzensoziologisch aufgenommen. Untersucht wurden nach der Skala von Braun-Blanquet Dominanz und Soziabilität. Jeweils eine Hälfte beider Probestellen war gepflügt und zeigte floristisch in der Artenverteilung ein etwas anderes Bild als die unbearbeitete Hälfte. Ein Vergleich der Aufnahmen der ungepflügten begifteten und der ungepflügten unbegifteten Fläche zeigt ein knappes Mehr an Arten auf der letzteren. Auf dem begifteten Teil zeigen *Erigeron canadensis* und *Trifolium arvense* einen höheren Deckungsgrad als auf dem unbegifteten; hierin mag nun der Grund für den etwas größeren Artenreichtum der unbegifteten Fläche liegen. Bei *Linaria* *vg.* ist auf der begifteten Fläche die Vitalität merkbar herabgesetzt. Auffällig ist das Verhalten von *Ceratodon purpureus*, dessen Ausbreitung an der Grenze zwischen unbegifteter und begifteter Fläche eine scharfe Trennungslinie zeigt: während er auf dem unbegifteten Teil den Boden zu etwa 40 bis 50 Prozent in größeren Polstern deckte, zieht er sich auf dem begifteten Teil in kleineren, schütterten Flecken in den Schatten einiger größerer und dichter Pflanzen zurück.

Auf dem gepflügten Teil ist auf beiden Vergleichsflächen eine faziesartige Ausbreitung von *Erigeron cd.* festzustellen; dieser Umstand scheint die Vegetationszusammensetzung zu bestimmen. Im großen scheint hier der Faktor ‚Bodenlockerung‘ den Faktor ‚Gift‘ zu überwiegen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß im Laufe der einjährigen Gifteinwirkungszeit eine wesentliche und nachteilige Beeinflussung der Unkrautflora nicht stattgefunden hat.

Die Frage nach einer nachhaltigen Beeinflussung der Unkrautvegetation läßt sich allerdings endgültig erst nach einer mehrjährigen Behandlung und Aufnahme der Vergleichsflächen beantworten.

Eberswalde, den 21. Juni 1952 K. H. Großer.“

b) Eine von Mel. Engerl. Stadium II/III befallene Kiefernkultur in Caputh, Jagen 40, wurde am 15. Mai 1951 in Streifenbegiftung mit einer Überdosierung von 20 kg/ar eines ungereinigten Hexa-Streumittels begiftet und anschließend mit einjährigen Kiefern bepflanzt; das Präparat wurde eingehackt. Die floristische Vergleichsaufnahme am 30. Juni 1952 wurde nach Dominanz und Soziabilität auf je 0,5 x 6 m Kulturstreifen durchgeführt.

Der geringere Artenreichtum auf unbegifteter Fläche könnte durch Engerlingsfraß verursacht worden sein. Eine evtl. später noch auftretende Veränderung der Unkrautflora, hervorgerufen durch den

Hexa-Wirkstoff im Boden, soll bei engerlingsfreiem Boden 1953 weiter überprüft werden.

An den gepflanzten Kiefern waren ein Jahr nach der Bodenbegiftung keinerlei phytotoxische Wirkungen erkennbar.

	Begiftet	Unbegiftet
<i>Rumex Acetosella</i> L.	1.3	2.3
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1.2	1.2
<i>Senecio viscosus</i> L.	1.2	1.1
<i>Veronica officinalis</i> L.	1.3	1.3
<i>Aera flexuosa</i> Trin.	2.3	1.2
<i>Carex spec.</i> Micheli	1.2	1.2
<i>Ceratodon purpureus</i> (L.) Brid.	1.3°	1.3°
<i>Pteridium aquilinum</i> Kuhn.	1.1	1.1
<i>Pinus silvestris</i> L.	3.2	1.1
<i>Spergula arvensis</i> L.	1.2	.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	1.1	.
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	1.2	.
<i>Juncus L. spec.</i>	1.1	.

Zusammenfassung:

Die Frage, inwieweit die terricole Makrofauna durch Anwendung von Insektiziden geschädigt wird, muß nach zwei Richtungen hin getrennt beantwortet werden. Bei der Bekämpfung epigäisch lebender Schadinsekten ist mit einer Störung des biologischen Gleichgewichtes der lebenden Organismen im Boden nicht zu rechnen. Stimulationseffekte zugunsten nützlicher Lebewesen können dann möglicherweise sogar auftreten.

Bei der Bekämpfung von Bodenschädlingen, insbesondere von älteren Engerlingen, treten mit den hierfür nötigen Dosierungen schwere und anhaltende Schädigungen wichtiger Bodentiergruppen, insbesondere der Collembolen und Milben, ein. Diese Schädigungen können nur bei Vollbegiftung verhängnisvoll für den Boden werden. Man sollte deshalb und auch aus wirtschaftlichen Gründen Vollbegiftungen, insbesondere auf Großflächen, nur mit schwachen Dosierungen gegen Schädlinge, z. B. Engerlinge im Jugendstadium, zur Anwendung bringen. Bei Aufwandmengen unter 100 g/ar Gamma scheinen keine Edaphonschäden hervorgerufen zu werden, was aber noch nachzuprüfen ist. Oligochaeten (Regenwürmer und Verwandte) sind in jedem Falle resistent.

Hexa-Wirkstoff, mechanisch in den Boden eingebracht, hat auf humosen Sandböden, den Standardböden für Engerlingsbefall, nach zwei Jahren seine volle insektizide Wirkung, wie zu Anfang der Behandlung, beibehalten.

Literatur:

- v. Baudissin, F. (1952), Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. (Ein Beitrag zur Agrarökologie.) Zool. Jahrb., Abt. Ökol., **81**, 1—2, 47—90.
- Dahl, F., Die Tierwelt Deutschlands, Jena 1928, 1929, 1931, 1934, 1939.
- Forslund, K. H. (1948), Über die Einsammlungsmethodik bei Untersuchungen der Bodenfauna. Meddel. fran. Statens Skogsförsöksanstalt **37**, 1—22.
- Franz, H. (1950), Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Akademie-Verlag Berlin.
- Franz, H. (1950), Qualitative und quantitative Untersuchungsmethoden in Biozönotik und Ökologie. Acta Biotheoretica, Vol. IX, Pars III.

- Francé, R. H. (1921), Das Edaphon. Stuttgart.
- Glasgow, I. P. (1939), A Population Study of Subterranean Soil Collembola. *J. Animal Ecology* 8, 323—353.
- Goffart, H. (1949), Die Wirkung neuer insektizider Mittel auf Regenwürmer. *Anz. f. Schädlingskde.* 22, 72.
- Gisin, H. (1951), Neue Forschungen über Systematik und Ökologie der Collembolen. *Die Naturwissenschaften*, 38, 23, 549.
- Grigorjewa, T. (1952), Wirkung des in den Boden gebrachten Hexachlorans auf die Bodenfauna. *Ber. der allruss. Akademie der Landwirtschaftlichen Moskau*, 12, 16—20.
- Hartmann, Fr. (1952), Der biologisch- und abiotisch-dynamische Zustand des Waldbodens als Gradmesser seiner Fruchtbarkeit. *Allg. Forstzeitschr.*, 7, Nr. 37/38.
- Horber, E. (1948), Das Verhalten wichtiger kleiner Lebewesen im Boden bei der Bekämpfung der Engerlinge und Drahtwürmer mit Hexa-Präparaten. *D. Ostschweiz. Landwirt.* 43, 1783—1785. Ref.: *Pflanzenschutzber.* Wien, 1949, 9/10, 155.
- Jann, E. (1950), Bodentieruntersuchungen in den Flugsandgebieten des Marchfeldes. *Z. f. angew. Entomol.*, 32, 2.
- Keller, H. (1951), Über die Wirkung einer Bodenbegiftung mittels DDT- und Hexa-Mitteln auf die Kleinarthropoden, insbesondere Collembolen. *Die Naturwissenschaften*, 38, 20, 480.
- Kühnelt (1950), Bodenbiologie (mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt). Wien, Herold, 368 Seiten.
- Langenbuch, R. (1951), Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes* (Braunschweig), 177—185.
- Mayer, K. (1951), Zur Problematik der neuen Kontaktinsektizide. *Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 5, 5.
- Petrowa, N. A. (1952), Kiefernplantation unter Anwendung von Hexachloran. Übersetzung aus „Die Forstwirtschaft“, Nr. 1.
- Pillai, S. K. (1921), Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu (Kiefernstreuuntersuchungen). *Z. f. angew. Entomol.* VIII, 1.
- Pschorn-Walcher, H. (1951), Die Bedeutung der Bodentierwelt für den Lebenshaushalt des Waldes. *Allgem. Forstzeitschr.*, 33/34, 336—337.
- Reinmuth, E. (1950), Bodenkrankheit und Fruchtfolge. *Ges. Pflanze*, 2, 12, 293—296.
- Richter, G. (1952), Der Wurzelschutz für Kiefer mit Hexa-Präparaten, ein neues Verfahren gegen Engerlingfraß. *Archiv f. Forstwesen*, 1, 1/2, 71—87.
- Richter G. (1951), Laboratoriumserhebungen im Dienste der Engerlingsbekämpfung mit Hexa- und Ester-Mitteln. *Forstwirtsch. Holzwirtsch.* 5, 4, 112—117.
- Richter, G. (1952), Beitrag zur Engerlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln auf Kiefern-kulturen und in Kämpen. *Der Wald*, 4, 105—109.
- Runge, U. (1952), Ertragssteigerung bei Tomaten und Bohnen, bedingt durch Blütenspritzung mit Hexachlorcyclohexan. *Ztschr. der Vereinigung f. angew. Botanik*, XXVI, 3/4, 130—138.
- Schärfenberg, B. (1950), Untersuchungen über die Bekämpfung der Enchyträiden als Humusbildner und Nematodenfeinde. *Ztschr. Pflanzenkrh. u. Pflanzenschutz*, 57, 5/6, 183—191.
- Schaller, F. (1949), Die Collembolen in der Ökologie. *Die Naturwissenschaften*, 36, 10, 296 bis 299.
- Schimitschek, E. (1937), Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. (Unter besonderer Berücksichtigung der Bodeneigenschaften.) *Z. f. angew. Entomol.* XXIV, 216—247.
- Schwerdtfeger, F. (1952), Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbekämpfung mit Gamma-Mitteln auf der unbestockten Kulturfläche. Sonderdruck aus „Allgem. Forstzeitschrift“, Nr. 47.
- Stöckli, A. (1950), Die Ernährung der Pflanze in ihrer Abhängigkeit von der Kleinlebewelt des Bodens. *Bodenkde. u. Bodenernährung*, 48, 264 bis 279.
- Sellke, K. (1952), Die Wirkung von Berührungsgiften auf verschiedene Insektenarten und eine biologische Methode zur quantitativen Bestimmung von Gamma-Hexachlorcyclohexan in Pflanzenschutzmitteln. Sonderdr. aus „Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd.“, Neue Folge (32), 6, 201—207.
- Strebel, O. (1932), Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer Collembolen. *Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere*, 25, 31—153.
- Strenzke, K. (1949), Ökologische Studien über die Collembolengemeinschaften feuchter Böden Ostholsteins. *Arch. f. Hydrobiologie*, 42, 201—303.
- Strenzke, K. (1951), Die Biozönologie der Oribatiden norddeutscher Böden. *Die Naturwissenschaften*, 38, 12, 284—285.
- Thiem, E. (1952), Die Wirkung von Hexa-Mitteln auf Kartoffelkäfer in Abhängigkeit von ihrem Gehalt an Gammexan. *Pflanzenschutztagung Berlin März 1952*, Dtsch. Bauernverlag Berlin, 151—164.
- Tischler, W. (1950), Ergebnisse und Probleme der Agrarökologie. *Schriftenr. d. Landw. Fak. d. Univ. Kiel*, 3, 71—81.
- Tischler, W. (1951), Kettenreaktionen im biologischen Geschehen und ihre Bedeutung für die Schädlingsbekämpfung. *Die Umschau*, 18, 545 bis 547.
- Ulrich, A. Th. (1933), Die Makrofauna der Waldstreu. *Mittlg. aus Forstwirtschaft u. Forstwiss.*, IV, 283—323.

Antibiotika und ihre Bedeutung in der Pflanzenpathologie

Sammelreferat (III Teil)

Von H. Köhler

Biologische Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie, Aschersleben

II. Antibiotika der Actinomyceten

Actinomycin (Waksman und Woodruff, 1940) wird von verschiedenen Streptomycesarten gebildet, und zwar von *S. antibioticus*, *S. flavus* und *S. parvus*. Als geeignetes Nährmedium hat sich erwiesen: 1 Prozent Trypton, 0,5 Prozent Stärke, 0,2 Prozent KH_2PO_4 , 0,2 Prozent NaCl, 0,25 Prozent

Agar und aqua dest. Die Organismen benötigen zur Bildung des antibiotischen Stoffwechselproduktes eine Wachstumszeit von sechs bis zehn Tagen bei 25 bis 35° C.

Reinigung: Actinomycin wird aus dem Kulturfiltrat direkt mit Äther extrahiert, der Äther abgedampft, der Rückstand mit Benzin aufgenommen und mit Aluminiumhydroxyd nach Brock-