

## Über die Wirkung von Kleieködern und Mineraldüngemitteln auf die Larven der Sumpfschnake (*Tipula paludosa* Meig.).

Von H. Maercks,

Fliegende Station Oldenburg der Biologischen Reichsanstalt.

Zur Großbekämpfung der Wiesenschnakenlarven bediente man sich bisher ausschließlich des Giftkleieverfahrens. Über die damit von den Versuchsanstellern und Grünlandwirten erzielten Erfolge bzw. Mißerfolge wurde bereits früher kurz berichtet (1939, S. 246). Um die Frage nach der Wirkung von Arsen- und Fluorkleieködern auf die verschiedenen Stadien der Wiesenschnakenlarven grundsätzlich zu klären, wurden in den Jahren 1939 und 40 umfangreiche Laboratoriumsarbeiten durchgeführt, über deren Ergebnis im Folgenden berichtet wird.

Außer durch Giftkleie versuchte man auch mit Ätzzgiften den Larven beizukommen. Unter diesen verdienen die Mineraldüngemittel besondere Beachtung, da bei ihrer Anwendung zugleich mit der Bekämpfung eine Düngung erfolgt. Sellke (1937) wies zuerst darauf hin, daß die Bekämpfungsaussichten für die Mineraldüngemittel dann am günstigsten sein müssen, wenn sie gegen Eier und Junglarven angewendet werden. Sellke hat im Laboratorium und im Freiland Hederickkainit mit Erfolg angewandt. Über mit Hederickkainit und Kalkstickstoff durchgeführte Vorversuche habe ich bereits früher berichtet (1939, S. 249). Das Ergebnis der Versuche wurde inzwischen durch zahlreiche Reihenversuche gesichert, über die ebenfalls berichtet wird.

Als Versuchstiere dienten die Larven der Sumpfschnake (*Tipula paludosa* Meig.), da diese allgemein auf Grünland verbreitet ist und unter den verschiedenen *Tipula*-Arten als Hauptschädling angesehen werden muß.

### 1. Arsen- und Fluorkleieköder.

Für die Anwendbarkeit des Köderverfahrens ist die Frage von grundsätzlicher Bedeutung, ob die Larven auf der Erdoberfläche in der Grasnarbe Nahrung aufnehmen. Sie leben mit Ausnahme des ersten Stadiums, das sich in der Grasnarbe aufhält, unter der Erdoberfläche. Man findet nun allgemein die Ansicht vertreten, daß sie auf die Erdoberfläche herankommen müßten, etwa wie die Regenwürmer nach starken Regenfällen, um die auf den Erdboden gestreuten Kleiebröckchen aufzunehmen. Sellke (1937, S. 279) untersuchte deshalb in Tag- und Nachtbeobachtungen das Verhalten erwachsener Larven von *T. paludosa* und *T. czizeki*, die in Töpfen mit anmoorigem Boden ohne frische Pflanzenteile untergebracht waren. Auch nach Besprengen und Überdecken mit feuchtem Filtrierpapier fand er nur einen verschwindend geringen Teil der Larven auf der Oberfläche. Sellke beobachtete auch eine Wiesenfläche in einer

warmen feuchten Nacht mit leichten Regenschauern und fand nur ganz vereinzelt ein oberirdisch kriechendes Tier. Er schließt daraus, daß die Bekämpfungsaussichten für Kleieköder sehr gering sind.

Auch ich fand in zahllosen dicht besetzten Zuchtkästen nur in den seltensten Fällen eine auf der Oberfläche kriechende Larve. Oft wiederholte nächtliche Beobachtungen zeigten das gleiche Bild. Trotzdem knickten in Zuchtkästen mit Roggenkeimlingen eine Pflanze nach der andern um. Der Sproß war über dem Erdboden angefressen. Die nach dem Umfallen des Sprosses auf dem Boden aufliegenden Roggenblätter zeigten große Fraßlöcher. Genaue Beobachtungen in den Abend- und Nachtstunden ergaben, daß die Larven senkrecht oder schräg im Boden steckten, während der Kopf bis zu 1 cm weit steil über die Bodenoberfläche herausragte, und die Mundwerkzeuge den Sproß zerfaserten. Auf einem Hanffeld beobachtete ich, wie die Larven die Sproßachsen der Keimpflanzen in der gleichen Weise annagten. In Gefäßversuchen fraßen die Larven vergiftete Kleibröckchen mit ihren eben über den Erdboden gestreckten Mundwerkzeugen an. Obwohl bei den nächtlichen Kontrollen keine lebenden Larven auf der Erdoberfläche angetroffen wurden, zeigte sich die Giftwirkung bereits am nächsten Morgen an den toten und verendenden Tieren. Daß diese obenauf liegen, ist kein Beweis für ein nächtliches Umherwandern auf der Erdoberfläche. Die Larven reagieren auf ihnen unangenehme Reize, wie etwa Benzin- oder Ammoniakgase, indem sie den ganzen Körper um seine Längsachse wälzen. Da sie mit dem Kopf nach oben im Boden stecken, führen sie diese Drehbewegungen zwangsläufig aufwärts auf die Erdoberfläche. Die nach einer Giftköderbehandlung auf dem Boden liegenden sterbenden Larven zeigen durch ihre Walzbewegungen, daß sie den durch das aufgenommene Gift im Darm entstehenden inneren Reiz in gleicher Weise wie äußere Reize beantworten. So erklärt sich ihr Erscheinen auf der Erdoberfläche.

Durch die vorstehenden Beobachtungen ist erwiesen, daß das Fehlen von im Rasen kriechenden Larven nicht gegen die Anwendbarkeit des Köderverfahrens spricht. Es ist jedoch zu beachten, daß Kleie für *Tipula*-larven kein aktiver Köder ist, der sie anlockt und zu bevorzugter Aufnahme reizt. Die Kleibröckchen werden vielmehr beim Blattfraß nebenbei aufgenommen. Die Köderbekämpfung wird daher nur dann Erfolg haben, wenn die Larven nicht nur im Boden an den Wurzeln, sondern auch über dem Boden an den Blättern fressen. Daß sie eine besondere Vorliebe für Blattnahrung haben, zeigen die Fraßbeschädigungen an Sproß und Blatt von Roggenkeimpflanzen in Laboratoriumszuchten und der Kahlfraß an Weißkleesprossen bei *Tipula*-Befall auf Grünland. Vorbedingung für den Blattfraß und damit auch für die Annahme von Giftködern ist jedoch neben Frostfreiheit eine gut durchfeuchtete Oberflächenschicht des Bodens.

Da auch die älteren Larven Feuchtigkeit lieben, ziehen sie sich nach unten in die feuchten Erdschichten zurück, sobald der Boden oben austrocknet. Sie kommen dann nicht mehr an die Oberfläche, und die Anwendung des Köderversfahrens ist aussichtslos. So war im Frühjahr 1938 die obere Bodenschicht auch im Grünland durch fast ständig wehende Ostwinde ausgetrocknet. Bei Befallszahlen von 90—300/qm blieben Giftköderversuche erfolglos, da die Larven 5—10 cm tief in den noch feuchten Bodenschichten saßen. Auch de Jong betont, daß die Bekämpfung nur solange mit Erfolg durchgeführt werden kann, als der Boden naß ist und die Larven sich in den oberen Bodenschichten aufhalten.

Die Wirksamkeit von Schweinfurtergrün-Kleie auf Wiesenschnakenlarven ist schon früher in zahlreichen Versuchen nachgewiesen worden (u. a. von Packard & Thompson, de Jong, Gasow). Dagegen fehlten bisher Untersuchungen über die Wirkung der Arsen- und Fluorkleieköder auf die verschiedenen Entwicklungsstadien. Es war daher notwendig, entsprechende Untersuchungen einzuleiten.

Die Versuche wurden in offenen 8 cm hoch mit gut durchfeuchtetem Moorboden bzw. Torf gefüllten Schüsseln durchgeführt. Der Durchmesser der Oberfläche betrug 28—30 cm. Die Versuchstierzahl je Schüssel war bei den Stadien I 150, bei II 50—100, bei III 50, in einem Fall 728, bei IV 80—40. Der Besatz von 50 Larven entsprach einer Zahl von 700—800/qm. Die verschiedenen Populationsdichte beeinflusste die Sterblichkeit während der Versuchsdauer nicht. Der Köder wurde ein bis zwei Tage nach dem Einsetzen der Larven aufgestreut. Je Schüssel kam eine Ködermenge von 0,5—2 g Trockensubstanz, mit einigen Wassertropfen zu einer gut krümelnden Masse verarbeitet, zur Anwendung. Die Höhe der Sterblichkeit wurde durch die verschiedenen Ködermengen nicht beeinflusst. Die Menge von 1,5 g, entsprechend 210—240 kg/ha, ließ sich in gleichmäßig dünner Schicht gut auf der Oberfläche verteilen und wurde deshalb meistens angewendet. Da die Larven im Grünland zur Zeit der Bekämpfung gewöhnlich noch genügend Nahrung vorfinden, wurde die Giftkleie auch in den Versuchen meist nur als Beifutter gereicht. Als Hauptfutter dienten Salat- oder Kleeblätter oder ganze Roggenkeimpflanzen, die entweder obenauf oder in die oberste Bodenschicht eingelegt waren. Die Versuche liefen vier Tage. Am 5. Tage wurde die Zahl der Überlebenden festgestellt (die Toten lösen sich bei Zimmertemperatur schon nach zwei Tagen bis zur Unkenntlichkeit auf). Die Arsenversuche waren mit der Auszählung der Überlebenden beendet, da weitere Tote nicht mehr zu erwarten waren.<sup>1)</sup> In den Fluorversuchen starben die Larven langsamer. Die Überlebenden erhielten deshalb am 5. Tage Roggen ohne Giftfutterbeigabe und wurden noch fünf Tage weiter beobachtet.

Das Ergebnis der Arsenköderversuche mit Uraniagrünweizenkleie (U.-Kleie) in dem üblichen Mischungsverhältnis von 1 Teil Uraniagrün auf 25 Teile Kleie ist in Tab. 1 zusammengefaßt. Unter N ist die Summe

<sup>1)</sup> Von 33 am 5. Tage noch lebenden III und jungen IV aus Arsenversuchen starben bis zur Verpuppung 67%, von 16 unbehandelten der gleichen Versuchsserie 75%.

der Larven aus jeweils 6 Einzelversuchen angeführt. Zur Orientierung über die im Material liegende Sterblichkeit ist jeweils die Prozentzahl der nach vier Tagen noch lebenden unbehandelten Kontrolltiere angeführt. Die Abtötungsprozente (a) sind nach der Formel

$$a = \frac{100(u-b)}{u}$$

berechnet, worin u die Prozentzahl der überlebenden Unbehandelten und b der behandelten Larven angibt.

Tab. 1. Wirkung von Uraniagrün-Kleie 1:25 auf Larven von *T. paludosa*. Überlebende nach 4 Tagen. 1939. 6fache Wiederholung.

Nr.	behandelt		unbehandelt		Abtötung	Hauptfutter	Bemerkungen
	N	überlebend %	N	überlebend %			
1	900 I	8 ± 2	800 I	72 ± 5	89 %	Salat od. Roggen eingelegt	
2	460 II	8 ± 2	855 II	90 ± 4	91 %	ohne	jung
3	435 II	18 ± 4	805 II	92 ± 4	80 %	Klee aufgelegt	"
4	495 II	35 ± 4	847 II	84 ± 4	58 %	Salat eingelegt	"
5	428 II	67 ± 4	801 II	85 ± 5	21 %	Salat bzw. Klee aufgelegt	in Häutung
6	978 III	32 ± 3	280 III	98 ± 1	67 %	Klee und Roggen bzw. Salat aufgelegt	jung
7	282 III	57 ± 3	280 III	99 ± 1	42 %	Roggen eingesät	in Häutung
8	250 IV	78 ± 3	220 IV	98 ± 1	26 %	Klee u. Roggen aufgelegt	jung
9	214 IV	75 ± 5	221 IV	98 ± 1	28 %	" " " "	"
10	210 IV	41 ± 4	212 IV	97 ± 1	58 %	" " " "	nach 3 tåg. Hunger

Ein Vergleich der Zahl der Überlebenden in den Köderversuchen der Reihen 1, 3, 6, 8 und 9 zeigt, daß diese mit zunehmendem Alter der Larven wächst, mithin die Wirksamkeit des Giftködernachläßt. Die Abtötungsprozente fallen entsprechend. Obwohl vom Stadium IV nur junge Larven ohne Fettkörper benutzt wurden, die in diesem Entwicklungsstand besonders viel fressen und im Freiland den größten Schaden verursachen, waren die Abtötungsprozente hier höchst unbefriedigend.

Bei einem Vergleich der Versuchsreihen 2, 3 und 4 zeigt sich, daß es nicht ohne Einfluß auf das Versuchsergebnis bleibt, ob und in welcher Form das Hauptfutter gegeben wird. In Reihe 2 wurde mit 91 % die höchste Abtötung erreicht, da die Larven nur Giftkleie als Nahrung vorfanden. Wurde Salat, der den Larven als Futter ganz besonders zusagt, in die oberste Erdschicht eingelegt, so ging der Abtötungsprozentsatz auf 58 zurück. Beide Versuchsreihen zeigten, daß die Larven nicht von der Kleie angelockt werden. Sonst hätte in Reihe 4 eine höhere Abtötung erzielt werden müssen. Durch das Auflegen von Klee wurden die Larven veranlaßt, ihre Nahrung auf der Oberfläche zu suchen. Damit stiegen die Aussichten, daß sie auch Kleibröckchen aufnahmen, und die Abtötung

erhöhte sich auf 80  $\frac{0}{0}$ . Die Art des obenanf gelegten Futters (Klee, Salat oder Roggen) beeinflusste in den weiteren Versuchen das Ergebnis nicht.

Dagegen wirkte sich der Hungerfaktor auf das Versuchsergebnis aus. In Versuchsreihe 10 hungerten die Larven IV drei Tage vor Versuchsbeginn. Infolge gesteigerter Nahrungsaufnahme nach dem Fasten erhöhte sich der Abtötungssatz auf 58  $\frac{0}{0}$ . Verringert sich dagegen die Freßlust der Larven, was knrz vor den Häutungen der Fall ist, so läßt die Köderwirkung nach, wie die Versuchsreihen 5 beim Stadium II und 7 beim Stadium III deutlich erkennen lassen.

Durch niedrige Temperaturen (Frostgrade ausgenommen) wird die Freßlust der Larven nicht beeinträchtigt, wie eine vom 3.—9. 11. 39 bei Freilandtemperaturen durchgeführte Versuchsserie zeigte. Die im Stadium II stehenden Larven erhielten als Hauptfutter obenanf gelegten Salat, als Beifutter U-Kleie 1 : 25. Die Temperaturen schwankten auf der Erdoberfläche der Schüsseln morgens zwischen 2 $^{\circ}$  und 10 $^{\circ}$ , mittags zwischen 5 $^{\circ}$  und 12 $^{\circ}$ . Die Auszählung 6 Tage nach dem Aufstreuen des Köders ergab in den fünf behandelten Schüsseln mit je 50 II einen Prozentsatz von 10  $\pm$  1 Überlebenden, während in der unbehandelten Schüssel von 50 II noch 68  $\frac{0}{0}$  lebten. Es wurden somit 85  $\frac{0}{0}$  abgetötet, was mit der bei Zimmertemperatur erzielten Abtötung übereinstimmt (Tab. 1, Reihe 3). Auch die von de Jong bei milden Wintertemperaturen im Dezember durchgeführten Bekämpfungsversuche hatten ein gutes Ergebnis. Die Morgentemperaturen betrug an der Oberfläche 6 und 7 $^{\circ}$ , die Mittagtemperaturen 6, 7, 9 und 11 $^{\circ}$ , die Minima lagen zwischen 3 und 5 $^{\circ}$ .

Tab. 2. Wirkung von Fluor-Kleieködern auf Stadien IV von *I. paludosa*. Hauptfutter Roggen. 6fache Wiederholung. 4 Tage Gifffutter, danach Roggen. 1940.

Mittel	Mischungsverhältnis	N	nach 9 Tagen	
			überlebend %	Abtötung %
Pertipan		195 IV	19 $\pm$ 3	78
Fluornatrium-Kleie	1 : 25	195 IV	87 $\pm$ 2	1
" "	1 : 5	195 IV	62 $\pm$ 5	28
" "	1 : 2	195 IV	43 $\pm$ 5	50
Kieselfluornatrium-Kleie	1 : 25	195 IV	56 $\pm$ 5	35
" "	1 : 5	195 IV	22 $\pm$ 3	74
" "	1 : 2	195 IV	19 $\pm$ 4	78
Uraniagrün-Kleie	1 : 25	195 IV	74 $\pm$ 5	14
unbehandelt	—	195 IV	86 $\pm$ 4	—
Uraniagrün-Kleie	1 : 5	180 IV	8 $\pm$ 4	91
Kieselfluorbarium-Kleie	1 : 25	180 IV	69 $\pm$ 4	20
" "	1 : 5	180 IV	21 $\pm$ 2	76
Kryolith-Kleie	1 : 25	180 IV	78 $\pm$ 2	9
" "	1 : 5	180 IV	62 $\pm$ 5	28
unbehandelt	—	172 IV	86 $\pm$ 4	—

Während der Versuchsdurchführung mit Stadien IV zeigte sich, daß mit dem Fluor enthaltenden anerkannten Fertigpräparat Pertipan (P) eine befriedigende Abtötung erzielt wurde, während Uraniagrün-Kleie (U-Kleie) versagte. Es wurden deshalb weitere Versuche angesetzt und auch Fluornatrium- und Kieselfluornatrium-Kleie (F- und K-Kleie)<sup>1)</sup> zunächst in dem von Gasow empfohlenen Mischungsverhältnis 1:25, danach mit erhöhtem Giftanteil auf ihre Wirksamkeit geprüft. Das Ergebnis ist in Tab. 2 zusammengestellt. F- und K-Kleie versagten wie U-Kleie im Mischungsverhältnis 1:25, während mit P 78 % abgetötet wurden. F-Kleie erreichte selbst in der stark giftigen Mischung von 1:2 nicht die Wirkung des P. Dagegen konnten mit K-Kleie (1:5) 74 % abgetötet werden. Durch die Erhöhung des Giftanteils auf 1:2 wurde hier eine stärkere Wirkung nicht erzielt. In einer weiteren Versuchsserie wurden nun U-Kleie im Mischungsverhältnis 1:5 sowie Kieselfluorbarium und Kryolith (Aluminiumnatriumfluorid) geprüft. U-Kleie tötete nun 91 % der Larven ab. Dagegen versagten die Fluormittel wiederum im Mischungsverhältnis 1:25. Kryolith blieb auch in der verstärkten Gabe unbefriedigend, während Kieselfluorbarium-Kleie 1:5 mit 76 % Toten die Wirkung des P erreichte.

Es zeigte sich also, daß die Stadien IV befriedigend abgetötet werden konnten, wenn der Giftanteil im Kleiegemisch auf 1:5 erhöht wurde, außer bei Fluornatrium und Kryolith, die selbst mit verstärkter Gabe versagten.

Tab. 3. Wirkung von Fluor-Kleieködern auf Stadien III von *T. paludosa* Schüsseln mit je 40 III. Hauptfutter Roggen. 1940.

Mittel	Mischungsverhältnis	Zahl der Larven	überlebend nach 6 Tagen %
Kieselfluornatrium-Kleie <sup>2)</sup>	1:25	80 III	81
Fluornatrium-Kleie <sup>2)</sup>	1:25	80 III	96
" "	1:25	80 III	81
" "	1:12	80 III	85
" "	1:5	80 III	59
" "	1:2	40 III	30
Pertipan		40 III	25
unbehandelt		80 III	88

F- und K-Kleie im Mischungsverhältnis 1:25 blieben auch gegen die Stadien III ohne Wirkung, wie Tab. 3 zeigt. Eine Erhöhung des Giftanteiles bei F-Kleie führte erst bei einer Konzentration von 1:2 zu einer Verminderung der Zahl Überlebender auf 30 %. P war auch hier von hoher Wirksamkeit.

<sup>1)</sup> Die Fluorsalze wurden von der Saline Ludwigshalle in Bad Wimpfen am Neckar bezogen.

<sup>2)</sup> Versuche aus dem Jahr 1939.

Die Ergebnisse stehen im auffallenden Gegensatz zu den Angaben von Gasow (S. 91 u. 101—104) über die gute Wirkung von F- und K-Kleie 1:25 im Freiland. Die Versuche von Gasow können jedoch nicht überzeugen, da (in den angeführten Fällen) Angaben über den Befall auf unbehandelten Kontrollstücken fehlen und eine Nachschau auf die im Boden noch lebenden Larven unterblieb. Zu bedenken gibt auch, daß die Zahl der toten und sterbenden Larven je Quadratmeter sehr oft unter 50 liegt, obwohl die Versuche hauptsächlich im Jahre 1925 durchgeführt wurden, das starke Tipulaschäden brachte. Die Larven werden jedoch auf Grünland erst bei einem Besatz von über 100/qm schädlich.

Auch Stolze führte Versuche mit F-Kleie 1:25 durch. Seine Ergebnisse stimmen mit unseren Befunden überein. Im Mai 1932 durchgeführte Bekämpfungsversuche ergaben auf mit P behandelten Parzellen einen Befallsrückgang von 49 0/0, mit F-Kleie jedoch nur von 31 0/0. In Laboratoriumsversuchen ohne Hauptfutter wurden mit P 100 0/0, mit F-Kleie nur 45 0/0 abgetötet. Stolze schreibt: „Das . . . Fluornatrium-Kleiegemisch wirkte vollkommen ungenügend.“

Zusammenfassend ergibt sich als Ergebnis der Untersuchungen über Arsen- und Fluor-Kleieköder folgendes:

1. Die einzelnen Stadien der Sumpfschnaken-Larven zeigten eine verschiedene Empfindlichkeit gegen Uraniagrün-Kleie im Mischungsverhältnis 1:25. Bei den Stadien I und II wurden die höchsten Abtötungsprozente erzielt (89 bzw. 90 %). Auch auf das Stadium III war die Wirkung noch befriedigend (67 %). Das Stadium IV zeigte dagegen eine hohe Widerstandskraft und eine unbefriedigende Abtötung (16—26 %).
2. Zu einer befriedigenden Abtötung des Stadiums IV mußte der Giftanteil um das fünffache erhöht werden. Im Mischungsverhältnis 1:5 wurden mit Uraniagrün-Kleie 91 %, mit Kieselfluornatrium- bzw. Kieselfluorbarium-Kleie 75 % abgetötet.
3. Fluornatrium eignet sich nicht für die Bekämpfung, da seine Giftwirkung selbst im Mischungsverhältnis 1:5 auch auf Stadien III zu gering ist.
4. Auch Kieselfluornatrium zeigte eine geringere Wirksamkeit als Schweinfurtergrün. Es versagte im Mischungsverhältnis 1:25 auch gegen das Stadium III.
5. Die Wirkung des Fluor enthaltenden anerkannten Ködermittels Peritipan übertraf die des Uraniagrüns, da es auch die Stadien IV abtötete (78 % Tote).
6. Die Larven verlassen im allgemeinen auch bei günstigsten Feuchtigkeitsverhältnissen ihre Erdgänge nicht und wandern nicht auf der Erdoberfläche. Trotzdem ist eine Vergiftung möglich, da sie vom Erdinnern aus an den Blättern fressen und dabei auch Kleiebröckchen aufnehmen.
7. Bei trockener Oberflächenschicht ziehen sich die Larven in das feuchte Erdinnere zurück. Da dann die Aufnahme von Kleiebröckchen unterbleibt, ist eine erfolgreiche Köderbekämpfung nicht mehr möglich.

Für die praktische Durchführung der Köderbekämpfung folgt daraus:

1. Wegen der Widerstandsfähigkeit des IV. Larvenstadiums muß die Bekämpfung frühzeitig durchgeführt werden. Außer den Stadien I und II eignet sich das Stadium III noch gut zur Bekämpfung. Bei milder Witterung beginnt die Häutung zu III bereits im November, bei niedrigen Wintertemperaturen setzt sie sich erst bei Tauwetter allgemein durch. Im allgemeinen sind die Larven von Ende Februar bis Anfang März an größtenteils im Stadium III. Die Bekämpfung kann deshalb während des ganzen Winters, besonders aber nach Eintritt milder Witterung im März, durchgeführt werden.
2. Vorbedingung für den Erfolg sind ein frostfreier Boden, Temperaturen über 0° an der Erdoberfläche und eine gute Feuchtigkeit in der oberen Bodenschicht.
3. Die Bekämpfung kann mit Schweinfurtergrün-Kleie im Mischungsverhältnis 1:25 oder mit dem anerkannten Fertigpräparat Pertipan durchgeführt werden. Fluornatrium ist ungeeignet. Kieselfluornatrium kann bis zum Vorliegen weiterer Untersuchungen über die wirksame Grenzkonzentration vorläufig nicht empfohlen werden.

## 2. Hederich-Kainit und Kalkstickstoff.

Nach den Untersuchungen des Jahres 1939 erschienen unter den verschiedenen Mineraldüngemitteln nur Kalkstickstoff (KS) und Hederich-Kainit (HK) als Bekämpfungsmittel aussichtsreich. Während KS eine starke Wirkung auf Eier und Junglarven erzielte, konnten mit HK die kurz vor dem Schlüpfen stehenden Eier abgetötet werden. Die Untersuchungen des Jahres 1940 beschränkten sich daher auf diese beiden Düngemittel.

Die Versuche wurden, wie bereits 1939 (S. 250) näher beschrieben, in Blumentöpfen mit Moorboden durchgeführt. Die Töpfe blieben diesmal ohne Stoffmullverschluß, da ein Entweichen der Larven nur bei durch zu starkes Gießen verursachter Vernässung zu beobachten war. An Eiern wurden je 100, an Larven I je 50 und an Larven II je 25 in einen Topf eingesetzt. Die Auszählung erfolgte bei den Eiern und Larven I 12—14 Tage, bei den Larven II 10 Tage nach Versuchsbeginn mit Hilfe der Salzmethode. Statt Kochsalz wurde eine 20%ige Viehsalzlösung benutzt. Die rote Farbe dieser Lösung beeinträchtigt die Methode nicht. Es muß jedoch der beim Auflösen des Salzes sich bildende Schaum mit einem Tuch abgeschöpft werden.

Tab. 4. Wirkung von Mineraldüngemitteln auf 8—12 Tage alte Eier von *T. paludosa*. 1940. 5 fache Wiederholung.

Mittel	g/100 qcm	N	Überlebende I %	Abtötung
Kalkstickstoff (ungeölt)	0,25	500	26 ± 2	64 %
Hederich-Kainit	1,0	500	41 ± 5	48 %
" "	1,5	500	28 ± 2	68 %
Hederich-Kainit + Kalkstickstoff	0,6 + 0,15	500	15 ± 4	79 %
unbehandelt	—	500	72 ± 6	

Das Ergebnis der Versuche gibt Tab. 4 wieder. Mit KS in in Pulverform (ungeölt) wurde diesmal eine geringere Wirkung erzielt. Während 1938 KS in einer Gabe von 0,3 g/100 qcm 100 % der Eier abtötete, erreichte 1940 eine Gabe von 0,25 g eine Abtötung von nur 64 %, Wahrscheinlich ist dies nicht auf die geringe Mengenverminderung, sondern auf das bessere und damit widerstandsfähigere Eimaterial zurückzuführen. Denn die unbehandelten Eier ergaben 1938 nur 42—49 % lebende Larven, 1940 dagegen 72 %. HK 1,0 g wirkte unbefriedigend. Die Wirkung einer Gabe von 1,5 g entsprach jedoch mit einer Abtötung von 68 % der des KS. Damit konnte das Ergebnis der Voruntersuchungen (vgl. 1939, S. 251) bestätigt werden. Die Abtötungszahl selbst war wie beim KS diesmal niedriger als 1938 (86 %). Die beste Abtötung (79 %) erzielte eine Mischung von 0,6 g HK mit 0,15 g KS. Hier summierte sich offenbar die Wirkung der beiden Komponenten.

Tab. 5. Wirkung von Mineräldüngemitteln auf 5—11 Tage alte Larven I von *T. paludosa*. 1940. 6fache Wiederholung.

Mittel	g/100 qcm	N	Überlebende %	Abtötung
Kalkstickstoff ungeölt (alt)	0,2	300 I	3 ± 1	95 %
" " " (neu)	0,3	300 I	0 ± 0	100 %
" " " "	0,2	300 I	0 ± 0	100 %
" " " "	0,3	300 I	0 ± 0	100 %
Kalkstickstoff gekörnt	0,2	300 I	0 ± 0	100 %
" " " "	0,3	300 I	0 ± 0	100 %
Hederich-Kainit	1,0	300 I	62 ± 10	2 %
" " " "	1,5	300 I	52 ± 6	19 %
Hederich-Kainit + Kalkstickstoff	0,6 u. 0,15	300 I	8 ± 4	88 %
unbehandelt	—	300 I	64 ± 6	—

Die abtötende Wirkung des KS auf Larven I war einheitlich sehr gut, wie aus Tab. 5 hervorgeht. In 5 Versuchsreihen mit je 6 Versuchsmitgliedern und insgesamt 1500 I wurden sämtliche Larven abgetötet. Nur in einer Reihe blieb ein Prozentsatz von 3 ± 1 am Leben. Das Ergebnis der Voruntersuchungen ist hiermit vollauf bestätigt. Darüber hinaus konnte auch mit der schwächeren Gabe von 0,2 g eine restlose Abtötung erzielt werden. Die zweijährige Lagerung des alten KS beeinträchtigte seine Wirkung nicht. Die wegen ihrer guten Streufähigkeit für die praktische Anwendung besonders geeignete gekörnte Form erzielte ebenfalls eine restlose Abtötung. Dagegen versagte auch diesmal HK selbst in der verstärkten Gabe. Die Mischung aus 0,6 g HK + 0,15 g KS erzielte praktisch die gleiche Wirkung wie KS, da die Prozente der Überlebenden innerhalb der Fehlergrenzen liegen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Differenz der beiden Reihen ist in 8 ± 4 nicht größer als der zweifache mittlere Fehler.

Tab. 6. Wirkung von Kalkstickstoff auf 23 Tage alte Larven II von *T. paludosa*. 1940. 6fache Wiederholung.

Mittel	g/100 gem	N	Überlebende %	Abtötung
Kalkstickstoff geölt	0,2	141 II	14 ± 8	76 %
" " "	0,3	141 II	5 ± 2	92 %
Kalkstickstoff gekörnt	0,2	141 II	30 ± 7	49 %
" " "	0,3	141 II	20 ± 4	66 %
unbehandelt	—	141 II	59 ± 8	—

Die Wirkung des KS verschlechtert sich bei Behandlung der Larven II (Tab. 6). Bei einer Gabe von 0,2 g vergrößerte sich die Zahl der Überlebenden und der mittlere Fehler. Die gekörnte Form blieb hinter der Pulverform in ihrer Wirksamkeit zurück. Im Vergleich zu den Voruntersuchungen liegen die Abtötungszahlen diesmal höher: KS geölt 0,3 g erzielte 1940 eine Abtötung von 92 % gegenüber 75 % im Jahre 1938. Die höhere Wirkung entspricht der schlechteren und damit anfälligeren Beschaffenheit des Tiermaterials, wie in der geringen Zahl von Überlebenden und dem hohen mittleren Fehler bei der unbehandelten Kontrolle zum Ausdruck kommt (59 ± 8 im Jahre 1940 gegenüber 79 im Jahre 1938).

Nach den mitgeteilten Versuchsergebnissen kommt von den beiden untersuchten Düngemitteln in erster Linie KS für die Bekämpfung in Frage, da er Eier und Junglarven abtötet und damit einen größeren Spielraum in der Anwendungszeit ermöglicht als HK, der nur gegen ältere Eier wirkt.

Düngungstechnisch fügt sich die Verabreichung von Kali zum Herbst gut in den Düngeplan für Grünland ein. Auch Stickstoff kann in der Form des langsam wirkenden KS im Herbst gegeben werden. Er wird noch im Frühjahr von der Grasnarbe ausgenutzt, die dann früher und kräftiger austreibt.<sup>1)</sup> Bezüglich der anzuwendenden Mengen sind 15 dz/ha HK für das an sich kalkbedürftige Hochmoorgrünland wegen der entkalkenden Wirkung des HK sehr viel. Die öftere Anwendung von HK scheidet deshalb für das am meisten unter *Tipula*-Fraß leidende Hochmoorgrünland aus. Mit Rücksicht auf eine zweckmäßige Düngung erscheint dagegen die Mischung von 6 dz HK mit 1,5 dz KS als am besten geeignet. Damit wird eine gute Kali- und Stickstoffdüngung verabfolgt. Gleichzeitig wird aber auch, wie die vorstehenden Untersuchungen gezeigt

<sup>1)</sup> Gegen die Anwendung der Stickstoffdüngung auf Hochmoorgrünland spricht allerdings, daß der Klee durch starke Begünstigung der Gräser unterdrückt werden soll. Es bleiben jedoch weitere Versuche über die Wirkung des im Herbst gegebenen KS abzuwarten.

haben, eine gute Abtötung von Eiern und Junglarven erzielt. Es bleibt abzuwarten, wie sich diese Mischung bei Anwendung im Freiland auf Befall und Grasnarbe auswirkt.

Der Anwendungstermin von KS und des Gemisches HK + KS richtet sich nach der Zeit der Eiablage. Sie ist dann gekommen, wenn in größerer Zahl Pärchen gefunden werden. Nach dreijährigen Beobachtungen (1938—40) im Sumpfschnakengebiet auf dem Hochmoorgrünland Nordwestdeutschlands dauert diese Zeit 14 Tage. Sie fällt in die beiden letzten Augustwochen und dehnt sich bei kühler Witterung, wie im Jahre 1940, auf die ersten Septembertage aus. Da die Eier 14 Tage zu ihrer Entwicklung brauchen, beginnen Anfang September die Larven aus den zuerst abgelegten Eiern zu schlüpfen. Bis zur ersten Häutung brauchen sie 14 Tage, bei kühlem Wetter auch drei Wochen. Da die Larven II eine größere Widerstandsfähigkeit besitzen, müssen mit Beginn der dritten Septemberwoche die Anssichten für eine erfolgreiche Bekämpfung weniger günstig werden. Zur Anwendung der Düngemittel ergibt sich somit die Zeit von Anfang bis Mitte September. Zweckmäßig wird man sie in die zweite Septemberwoche legen. Dann finden sich neben den Junglarven nur ältere Eier, auf die bei Verwendung des Gemisches die HK-Komponente noch einwirken kann. Der Spielraum für die Anwendungszeit umfaßt dann mindestens acht Tage.

Die Kosten werden bei der Mineraldüngemittelbekämpfung natürlich wesentlich größer als bei Verwendung von Giftkleie. Bei einem Preis von 2,80 RM. für 1 kg Uraniagrün und 15 RM. für 100 kg Weizenkleie kostet die Bekämpfung mit Uraniagrün-Kleie 6,55 RM. je Hektar. Dagegen stellen sich die Kosten bei Verwendung von 2 dz KS auf 30 RM., bei Verwendung des Gemisches von 6 dz HK + 1,5 dz KS auf 40,50 RM. je ha, das ist für KS das 4,6-fache und für das Gemisch das 6,2-fache des Giftkleiepreises. Man muß jedoch einkalkulieren, daß gleichzeitig mit der Bekämpfung besonders bei Verwendung des Gemisches eine gute Düngung des Grünlandes erfolgt, die der Kali- und Stickstoffversorgung dient.

Zusammenfassend ergibt sich als Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen:

1. In Topfversuchen mit Moorboden ohne Grasnarbe gegen 8—12 Tage alte Eier erzielte Hederich-Kainit (1,5 g / 100 qcm = 15 dz / ha) die gleiche Wirkung wie ungeölter Kalkstickstoff (0,25 g / 100 qcm = 2,5 dz / ha). Es wurden 68 bzw. 64 % der Eier abgetötet. Ein Gemisch von 0,6 g Hederich-Kainit + 0,15 g Kalkstickstoff (= 6 + 1,5 dz) erreichte eine Abtötung von 79 %.
2. Mit 0,2 und 0,8 g (= 2 und 8 dz) ungeöltem und gekörntem Kalkstickstoff wurde gegen Larven I eine Abtötung von 100 % erzielt. Eine zweijährige Lagerung des Kalkstickstoffs beeinträchtigte seine Wirkung nicht. Hederich-Kainit versagte auch in der verstärkten

Gabe von 1,5 g (= 15 dz). Eine Mischung von 0,6 g Hederich-Kainit + 0,15 g Kalkstickstoff erzielte praktisch die gleiche Wirkung wie 0,2 g Kalkstickstoff.

3. Gegen Larven II zeigte Kalkstickstoff besonders in der gekörnten Form eine geringere Wirksamkeit.
4. Vom Standpunkt der Düngung aus erscheint die Mischung von 6 dz Hederich-Kainit + 1,5 dz Kalkstickstoff als am besten geeignet.
5. Nach Beobachtungen über Eiablage und Entwicklungsdauer der Eier und Junglarven sind Kalkstickstoff und das Gemisch innerhalb zwei Wochen nach beendeteter Eiablage, das ist während der beiden ersten Septemberwochen, zur Bekämpfung arwendbar.
6. Die Kosten einer Bekämpfung mit Mineraldüngemitteln sind wesentlich höher als bei Anwendung von Gift-Kleie. Sie betragen für Kalkstickstoff 2 dz ha das 4,6 fache, für das Gemisch das 6,2 fache des Urania-grün-Kleiepreises.

### Schrifttum.

- de Jong, W. H., Een studie over emelten en har bestrijding. Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst Wageningen, 42, 1—105, 1925.
- Gasow, H., Zur Bekämpfung der Schnakenlarven (*T. paludosa* Mgn. und *T. olivacea* L.) mit chemischen Mitteln. Landw. Jahrb., 77, 69—112, 1938.
- Maercks, H., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung schädlicher Tipuliden. Arb. physiol. angew. Ent. Berlin-Dahlem, 6, 222—257, 1939.
- Sellke, K., Biologische und morphologische Studien an schädlichen Wiesenschnaken (*Tipulidae*, *Dipt.*). Ztschr. wiss. Zool. (A) 148, 465—555, 1936.
- Beobachtungen über die Bekämpfung von Wiesenschnakenlarven (*Tipula paludosa* Meig. und *T. czizeki* de J.). Ztschr. angew. Ent., 24, 277 bis 284, 1937.
- Stolze, K. V., Ergebnisse von Versuchen zur Bekämpfung der *Tipula*, Oldenburg. Landwirtschaftsbl., 80, 384, 1932.

## Zur Biologie von *Phthorimaea operculella* Zell. als Kartoffelschädling.

Von Erika von Winning,

Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

(Mit 5 Textfiguren.)

### I. Einleitung.

Durch den internationalen Kartoffelhandel ist die Gefahr der Verschleppung von *Phthorimaea operculella* Zeller, zu deutsch Kartoffelmotte, einer in tropischen und subtropischen Gebieten an Solanaceen, vor allem an Kartoffeln und Tabak als Schädling, teils sogar als Großschädling auftretenden Motte gegeben. Vor dem Weltkriege durchgeführte Einfuhrkontrollen bei den Zollämtern haben ergeben, daß dieser Schädling verschiedentlich durch Einfuhrsendungen von Kartoffeln nach Deutschland verbracht worden ist, die Fortentwicklung der eingeschleppten Entwick-