

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Entomologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	20 (1946-1947)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Die Bekämpfung der Engerlinge mit Hexachlor-cyclohexan-Präparaten
<b>Autor:</b>	Günthart, E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-401006">https://doi.org/10.5169/seals-401006</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Die Bekämpfung der Engerlinge mit Hexachlor-cyclohexan-Präparaten**

von

E. GÜNTHART

(Chemische Fabrik Dr. R. Maag A.G., Dielsdorf-Zürich.)

## **Inhaltsübersicht :**

- A. Einleitung.
  - B. Versuche mit Schwefelkohlenstoff- und DDT-Emulsionen.
  - C. Versuche mit Hexachlor-cyclohexan-Präparaten.
  - D. Ausarbeitung einer Methode zur kurativen Engerlingsbekämpfung mit Hexa-Giessmitteln in Pflanzschulen, bei jungen Obstbäumen, Beeren und Zierpflanzen.
  - E. Nebenwirkungen der Engerlingsbekämpfung mit Hexa-Präparaten.
  - F. Die Behandlungsmethoden mit Hexa-Präparaten.
- Zusammenfassung.  
Literatur.

## **A. Einleitung.**

In den folgenden Ausführungen beschränken wir uns auf die chemische Bekämpfung der Engerlinge, möchten aber nicht unterlassen, kurz auf das systematische Sammeln und die Bekämpfung der Maikäfer hinzuweisen (SCHNEIDER-ORELLI UND BRAUN, 1943), sowie auf die Offenhaltung des Bodens während der Eiablagezeit der Maikäfer, die Fruchtfolge, die gute Pflege und Düngung der gefährdeten Kulturen, den Weidegang und die Pflege der natürlichen Vertilger des Schädlings. Wir betonen ferner, dass in vielen Pflanzschulen durch Ausstreuen von Roh-Naphthalin ein grosser Teil der Maikäferweibchen von der Eiablage abgehalten werden konnte (BRAUN, 1946; ENGELHART, 1943; LEUZINGER, 1934; RIETH, 1938).

Mitarbeiter der Firma Maag haben sich schon seit dem Jahre 1922, als letztere eine schwefelkohlenstoff- und paradichlorbenzolhaltige Emulsion<sup>1</sup> in den Handel brachte, mit dem Problem der Engerlingsbekämpfung befasst. Obschon damit bei geeigneten Boden-

---

<sup>1</sup> Terpur.

verhältnissen und bei sorgfältiger Anwendung eine gute Vernichtung der Engerlinge erzielt wurde (LEUZINGER, 1934; WIESMANN, 1938 und 1942), konnte sich diese Behandlung nicht zu einer allgemeinen praktischen Anwendung entwickeln, weil der Erfolg zu stark durch die Bodenverhältnisse beeinflusst wird, eine Zuwanderung von neuen Engerlingen nicht verhindert wird und zudem trotz vorsichtiger Anwendung bei den behandelten Pflanzen oft Wurzelverbrennungen auftreten können.

Seit 1943 hatten wir Gelegenheit, eine DDT-Emulsion<sup>1</sup> in umfangreichen Versuchen als Engerlingsbekämpfungsmittel zu prüfen. Sie ist ungefährlich für die Pflanzen, vernichtet aber die grösseren Engerlinge weniger gut als Schwefelkohlenstoff + Paradichlorbenzol. Dagegen hat sie den Vorteil, dass sie frasslähmend wirkt. Für die Behandlung grosser Felder sind aber beide Präparate zu teuer.

Im Jahre 1944 übernahmen wir in Zusammenarbeit mit den uns befreundeten französischen Firmen Progil (Lyon) und Péchiney (Paris) die Ausarbeitung von Hexachlor-cyclohexan-Präparaten (Lizenz Dupire). Damit konnte erstmals eine wirtschaftliche und für die Pflanzen ungefährliche Methode zur Engerlingsbekämpfung entwickelt werden, die im Folgenden beschrieben ist.

Die Versuche wurden unter der Leitung der Biologen R. Clausen, E. Günthart, H. Hänni, R. Holenstein und L. Zobrist und unter Mitarbeit von F. Christen, R. Conrad, A. Despland, E. Hoffmann, L. Meier, W. Meier und M. Stahel durchgeführt. Alle Konzentrationsangaben in den später beschriebenen Versuchen beziehen sich ausschliesslich auf die in Tabelle 1 genannten Präparate.

Tab. 1.

Sachbezeichnung	Verwendetes Präparat	Wirkstoffgehalt	Verwendung als
CS <sub>2</sub> -Emulsion	Terpur (Maag)	70% Schwefelkohlenstoff 5% Paradichlorbenzol	Giessmittel
DDT-Emulsion	Gesapon (Geigy)	5% DDT	Giessmittel
Hexa-Emulsion	Hexamul-122(Maag)	—	Spritz- und Giessmittel
Hexa-Suspension	Hexa-941 (Maag)	ca. 1,6 % $\tau$ -Hexa	Spritz- und Giessmittel
Hexa-Streumittel	Hexaterr-142(Maag)	ca 2,5 % $\tau$ -Hexa	Streumittel

In den Kontrollen der Versuche unterschieden wir *lebende* Engerlinge, *gelähmte* (besitzen eine reduzierte Vitalität und vermögen sich nicht in lockere Erde einzubohren, können sich aber später ev.

<sup>1</sup> Gesapon.

wieder erholen), *stark geschädigte* (können sich nicht mehr fortbewegen, nur noch schwache Lebenszeichen, gehen später zugrunde) und *tote Engerlinge*. Ferner bewerteten wir den Frassschaden und wogen den Ertrag in den verschiedenen Parzellen. Daraus berechneten wir zur einheitlichen und übersichtlichen Darstellung folgende verschiedenen Wirkungskoeffizienten, und zwar so, dass bei unbehandelt immer eine Wirkung von 0 %, bei einem maximalen Erfolg eine solche von 100 % gilt:

*Abtötung in %*: Berechnet auf Grund der % toten und stark geschädigten Engerlinge.

*Lähmung in %*: Berechnet auf Grund der % gelähmten Engerlinge.

*Abhaltung in %*: Berechnet nach der Anzahl der Engerlinge je  $m^2$  oder je Pflanze (lebende, gelähmte, stark geschädigte und tote Engerlinge zusammen), wenn vor der Behandlung in den verschiedenen Parzellen die statistisch gleiche Anzahl Engerlinge vorhanden war.

*Befallsreduktion in %*: Berechnet nach der Anzahl lebender und gelähmter Engerlinge je  $m^2$ . Die Befallsreduktion ist ein Ausdruck des praktischen Behandlungserfolges und wird durch die Abtötung, die Abhaltung und ev. auch durch die Zuwanderung neuer Engerlinge bestimmt.

*Frasslähmung in %*: Verminderung der Frasstätigkeit einer bestimmten Anzahl lebender oder z. T. gelähmter, behandelter Engerlinge in % des Frasses der gleichen Anzahl unbehandelter Engerlinge. Die Frasslähmung kann nur in Topf- oder Kistenversuchen, wo der Frass jedes einzelnen Engerlings kontrolliert wird, festgestellt werden.

*Frassreduktion in %*: Berechnet auf Grund des Frasschadens aller Engerlinge, der Anzahl Pflanzen oder des Ertrages. Vor der Versuchsbehandlung ist in den behandelten und unbehandelten Parzellen die statistisch gleiche Anzahl Engerlinge vorhanden.

## B. Versuche mit $CS_2$ - und DDT-Emulsionen.

Eingangs wollen wir über einige Grossversuche mit Schwefelkohlenstoff- und DDT-Emulsionen berichten, welche Mittel zum Teil auch in den späteren Versuchen mit den Hexa-Präparaten zum Vergleich herangezogen wurden.

### 1. Versuche in einer Baumschule im Zürcher Weinland, April/Mai 1943.

Am 19. April 1943 wurden mehrere Parzellen 4-jähriger Apfel- und Birnpyramiden mit  $CS_2$ - oder DDT-Emulsionen angegossen

(1 oder 2 l je Pflanze in 4 ca. 10—15 cm tiefe Löcher). In diesem Zeitpunkt begannen die Engerlinge gerade zu den Wurzeln aufzusteigen, und es sollte die Dauerwirkung und die abhaltende Wirkung der Behandlung festgestellt werden.

Am 7. Mai 1943 wurden in derselben Baumschule Weichseln, Apfelunterlagen und Birnpyramiden mit denselben Präparaten behandelt (1—1,5 l je Pflanze, 3 Einstiche mit der Düngelanze). Zur Kontrolle beider Versuche wurden 102 Pflanzen mit total 283 Engerlingen ausgegraben.

Ergebnis : Tab. 2.

Behandlung am 19. April	nach 2 $\frac{1}{2}$ Wochen	
	Abhaltung	Abtötung
1 % DDT-Emulsion, 1—2 % DDT-Emulsion, 1 % CS <sub>2</sub> -Emulsion,	1 l je Pflanze 2 l je Pflanze 2 l je Pflanze	ca. 16 % ca. 67 % 0 %
unbehandelt		0 % 0 % 0 %
		3,0 Engerlinge je Pflanze
Behandlung am 7. Mai	nach 1 $\frac{1}{2}$ - 3 Wochen	
	Lähmung	Abtötung
1 % DDT-Emulsion, 1—1,5 l je Pflanze 2 % DDT-Emulsion, 1—1,5 l je Pflanze 1 % CS <sub>2</sub> -Emulsion, 1—1,5 l je Pflanze	28 % 68 % 7 %	6 % 0 % 82 %
unbehandelt		2—5 Engerlinge je Pflanze, alle lebend

Diese beiden Versuche zeigen, dass die Schwefelkohlenstoff-Emulsion einen grossen Teil der direkt getroffenen Engerlinge abtötet, hingegen keine Dauerwirkung besitzt. Die DDT-Emulsion gab bei den Engerlingen im zweiten Entwicklungsjahr nach ca. 3 Wochen noch fast keine Abtötung, hingegen wurde ein mehr oder weniger grosser Teil der direkt getroffenen Engerlinge gelähmt und bei vorbeugender Behandlung zeigte sich eine Dauerwirkung des DDT, sodass bei den grösseren DDT-Konzentrationen eine deutliche abhaltende Wirkung festgestellt werden konnte. Im zweiten Versuch konnte diese abhaltende Wirkung nicht konstatiert werden, da die Anzahl Engerlinge pro Pflanze zu stark schwankte. Hingegen bestätigte sich diese abhaltende Wirkung in einer Rebschule im Kanton Schaffhausen (Behandlung im August 1943, nach 1—2 Wochen total 88 lm<sup>1</sup> Pflanzung mit ca. 300 Engerlingen kontrolliert). Hier betrug die abhaltende Wirkung nach 1—2 Wochen bei 1 % DDT-

<sup>1</sup> lm = Laufmeter.

Emulsion, mit einer Giessmenge von 2,5 l je lm, 73 % $\pm$  7, bei der doppelten Giessmenge oder der doppelten Konzentration 88 % $\pm$  2 (bei unbehandelt 0 % $\pm$  8).

In diesen, sowie in weiteren Versuchen bei Endiviensalat und Blumenkohlsetzlingen beobachteten wir, dass nach den Behandlungen mit DDT-Emulsionen nur ein kleiner Teil der Engerlinge im zweiten Entwicklungsjahr abgetötet wurde, die Ueberlebenden aber zum Teil gelähmt erschienen und je nach der verwendeten DDT-Menge während 2-3 Wochen fast gar nichts frassen; nach 4-8 Wochen war die Frassreduktion aber nur noch ca. 50 % und nach 8-16 Wochen zeigte sich in den Freiland-Versuchen keine deutliche Frassreduktion mehr gegenüber den unbehandelten Parzellen.

## 2. Versuche bei jungen Obstbäumen in den Kantonen Luzern und Graubünden, Mai 1943.

Pflanzen im Kt. Luzern: 4  $\frac{1}{2}$ -jährige Buschobstbäume, verschiedene Apfelsorten, Unterlage EM IX.

Befall: Die jungen Bäume wurden schon 1939-1941 stark durch Engerlinge beschädigt. Die während des Maikäferfluges 1942 durchgeföhrten Vergrämungs-Versuche mit verschiedenen Mitteln ergaben keine brauchbaren Erfolge (z. T. wiederholte Behandlungen des Bodens mit DDT-Präparaten, mit emulgiertem Obstbaumkarbolineum z. T. mit Kaseinkalk gemischt, oder mit Dinitrokresol-Spritzmitteln, sowie Abdecken des Bodens mit Stroh. Nur emulgiertes O. K. oder «Stroh» gaben eine Befallsreduktion von 30—40 %; Rohnaphthalin wurde nicht geprüft), sodass im April 1943 in der Wiese zwischen den Obstbäumen im Durchschnitt aus 25 Kontrollgrabungen ein Befall von 50  $\pm$  4 Engerlinge je  $m^2$  festgestellt wurde. Im Mai 1943 fanden wir im Durchschnitt aus 37 Grabungen bei behandelten und unbehandelten Bäumen 31  $\pm$  2 Engerlinge je Baumscheibe, im August 1943 bei 8 Bäumen immer noch 25  $\pm$  2 Engerlinge je Baumscheibe (die Baumscheiben sind etwas kleiner als 1  $m^2$ ).

Behandlung am 3. Mai 1943 von 200 Bäumen mit 1—2 % DDT-Emulsion oder 1 % CS<sub>2</sub>-Emulsion. 5—10 l der Giessflüssigkeit wurden je  $m^2$  Baumscheibe in eine Giessmulde um den Stamm gegossen oder mit Hilfe der Düngelanze mit 5—9 Einstichen eingespritzt. Am 17. Mai 1943 wurden weitere 600 Bäume mit 1 % CS<sub>2</sub>-Emulsion, 10 l je  $m^2$  in eine Mulde um den Stamm begossen. Bei der ersten Behandlung am 3. Mai war der Boden durch einen ausgiebigen Regen sehr gut durchnässt, am 17. Mai hingegen ziemlich trocken.

Kontrollen nach 1—5 Tagen und nach 3 1/2 Monaten, total 45 Bäume mit rund 1300 Engerlingen ausgegraben.

*Ergebnis: Tab. 3.*

Behandlung am 3. Mai 1943	nach 1 - 5 Tagen			nach 3 1/2 Monaten
	Abhaltung	Lähmung	Abtötung	Abhaltung und Befallsreduktion
1 % DDT-Emulsion, 10 l je m <sup>2</sup> oder 2 % DDT-Emulsion, 5 l je m <sup>2</sup>	ca. 9 %	42 %	3 %	0 %
2 % DDT-Emulsion, 10 l je m <sup>2</sup>	ca. 15 %	47 %	6 %	0 %
1 % CS <sub>2</sub> -Emulsion, 10 l je m <sup>2</sup>	0 %	0 %	65—80%	0 %
unbehandelt . . . . .	33 Engerlinge je Baum			21 Engerl. je Baum

1—2 % DDT-Emulsion bewirkte nach einer Woche fast bei der Hälfte der Engerlinge sichtbare Lähmungsscheinungen, und die Frasstätigkeit aller Engerlinge war für einige Zeit eingestellt. Nach 3 1/2 Monaten fanden sich aber bei den behandelten Bäumen ebenso viele Engerlinge wie bei den unbehandelten Kontrollbäumen, und es konnte auch neuer Frass an den Wurzeln festgestellt werden.

1 % CS<sub>2</sub>-Emulsion ergab nach einer Woche eine Abtötung von 65—80 %, je nach der Behandlungsmethode. Nach 3 1/2 Monaten fanden sich aber ebenso viele Engerlinge wie bei «unbehandelt». Da sich die Engerlinge in horizontaler Richtung ca. 2—3 m bewegen können, ist es gut möglich, dass inzwischen neue Engerlinge aus der unbehandelten Wiese zu den Baumscheiben zuwanderten.

Die Behandlung mit der Schwefelkohlenstoff-Emulsion verursachte am 3. Mai bei feuchtem Boden keinerlei Verbrennungen an den Wurzeln. Hingegen hatte eine weitere Behandlung am 17. Mai bei ausgetrocknetem Boden ein Welken oder kahnförmiges Einrollen der Blätter zur Folge. Diejenigen Bäume, deren Wurzeln vor zwei Jahren durch die Engerlinge stark beschädigt worden waren, littcn durch die Behandlung am meisten. Die Anwendung der DDT-Emulsion verursachte an den Wurzeln keinerlei Schädigungen.

In einem weiteren Versuch im Kanton Graubünden wurden ungefähr zu gleicher Zeit (4. Mai und 10.—20. Mai 1943) mit denselben Präparaten Behandlungen bei 1 1/2-jährigen Buschobstbäumen durchgeführt. Der Engerlingsbefall war ungefähr gleich gross wie im oben genannten Versuch im Kanton Luzern.

Bei den 9 Bäumen, die mit 1 % DDT-Emulsion angegossen wurden, konnte im sandigen Boden nach einer Woche eine deutliche

Abwanderung der Engerlinge beobachtet werden (Abhaltung), nach 3 Wochen betrug die Befallsreduktion fast 100 %. Der Frass hatte sofort nach der Behandlung aufgehört, und die Bäume bildeten neue Wurzeln und zeigten kräftig grünes Laubwerk.

1 % CS<sub>2</sub>-Emulsion, womit die restlichen ca. 1000 Bäume behandelt wurden, gab nach einer Woche eine Abtötung von 95 % der Engerlinge, nach 3 Wochen eine solche von 100 %. Eine Abhaltung der Engerlinge konnte nicht nachgewiesen werden. Die Bäume zeigten aber nach 3 Wochen ein gehemmtes Wachstum und einzelne gelbe Blätter. Ueberall traten trotz der sofort einsetzenden Bewässerung mehr oder weniger starke Wachstumsstörungen auf. In den feuchtern Lagen und bei lehmigem Boden verschwanden diese Wachstumshemmungen nach einiger Zeit wieder, im trockenen und sandigen Boden hingegen beobachteten wir bei 19 % der Bäume Verbrennungsschäden. Aehnlich wie im vorhergehenden Versuch, stehen auch hier die Verbrennungsschäden nach der Behandlung mit der Schwefelkohlenstoff-Emulsion in erster Linie mit der sehr grossen Trockenheit und dem sandigen Boden in Zusammenhang, sowie auch mit den Frassbeschädigungen, die in den vorhergehenden Jahren oder kurz vor der Behandlung durch die Engerlinge an den Wurzeln verursacht wurden.

### C. Versuche mit Hexachlor-cyclohexan-Präparaten.

Bald nachdem wir im Frühling 1944 mit der Prüfung dieses neuen, organischen Insektizides begannen, stellten R. Clausen und H. Hänni in Vorversuchen im Vorsommer 1944 fest, dass selbst ausgewachsene Engerlinge nach direkter Berührungen mit Hexa-Suspensionen oder -Emulsionen abgetötet werden. Da im Berner-Flugjahr-Gebiet, das grosse Teile des Schweizerischen Mittellandes umfasst, im Juli 1944 die Verpuppung der Engerlinge einsetzte, konnten die Versuche erst im Vorsommer 1945 weitergeführt werden. Die Prüfung von Hexa-Präparaten zur Engerlingsbekämpfung schien uns besonders interessant, da wir inzwischen eine neuartige Tiefenwirkung der Hexa-Präparate feststellten, wodurch z. B. die Eier und Larven der Kohlgall- und Kohltriebrüssler im Innern der Pflanzenorgane abgetötet werden können (GÜNTHART 1945), und da einzelne Beobachtungen zeigten, dass die Wirkung der Hexa-Präparate im Boden während langer Zeit erhalten bleibt, während sie auf den oberirdischen Pflanzenteilen schon nach wenigen Tagen abnimmt. Wir legten daher im Herbst 1945 fast gleichzeitig die folgenden 3 Grossversuche an:

1. Versuch mit Hexa-, DDT- und  $CS_2$ -Giessmitteln im Kanton Aargau, August 1945.

Versuchsfeld : Naturwiese auf ziemlich leichtem, sandigem Lehmboden.

Engerlingsbefall im August 1945 über das ganze Versuchsfeld gleichmäßig,  $282 \pm 34$  Engerlinge je  $m^2$ . Die Engerlinge befanden sich im ersten Entwicklungsjahr. Der Rasen war vollständig abgefressen und liess sich leicht abheben, er war aber noch nicht ganz abgestorben. Die meisten Engerlinge befanden sich nur in 3—5 cm Tiefe (Abb. 1).

Behandlung am 28. August 1945 : je 5 oder 10 l je  $m^2$  der Hexa-Suspension oder der DDT- und  $CS_2$ -Emulsion wurden mit einem Schlauch aus einem Jauchefass verteilt. Parzellengrösse  $8 \times 8 m$ , Anordnung der Parzellen-Nr.

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	

Kontrollen  $1 \frac{1}{2}$ ,  $2 \frac{1}{2}$  und  $3 \frac{1}{2}$  Wochen nach der Behandlung. Total  $30 m^2$  mit mehr als 3500 Engerlingen bis zu 40 cm Tiefe umgegraben. Spätere Kontrollen waren unmöglich, da die Wiese irrtümlicherweise gepflügt und die Engerlinge gesammelt wurden.

Ergebnis : Tab. 4.

Parz. Nr.	Behandlung am 28. August 1945	nach $1 \frac{1}{2} - 3 \frac{1}{2}$ Wochen	
		Befallsreduktion	Reduktion der Regenwürmer
8	0,75 % Hexa-Suspension, 10 l je $m^2$	92 % $\pm$ 5	ca. 75 %
9	0,75 % Hexa-Suspension, *10 l je $m^2$	92 % $\pm$ 3	ca. 90 %
3	1,5 % Hexa-Suspension, 5 l je $m^2$	74 % $\pm$ 5	ca. 70 %
2	1,5 % Hexa-Suspension, 10 l je $m^2$	94 % $\pm$ 3	ca. 90 %
5	2 % DDT-Emulsion, 5 l je $m^2$	30 % $\pm$ 14	ca. 50 %
11	2 % DDT-Emulsion, 10 l je $m^2$	68 % $\pm$ 3	ca. 90 %
10	1 % $CS_2$ -Emulsion, 5 l je $m^2$	60 % $\pm$ 12	ca. 60 %
4	1 % $CS_2$ -Emulsion, 10 l je $m^2$	82 % $\pm$ 3	ca. 85 %
1/6/7	unbehandelt . . . . .	0 % $\pm$ 12	0 %
1/6/7	unbehandelt . . . . .	$282 \pm 34$ Eng. je $m^2$	ca. 200 Regen- würmer je $m^2$

\* Hexa-Suspension mit «Gülle» anstatt mit Wasser verdünnt.



Abb. 1. — Natürliche Dichte des Engerlingsbefalles in der Wiese im Versuch Abschnitt C1 : Im Durchschnitt 282 Engerlinge pro  $m^2$ , wovon sich Ende August 1945 der grösste Teil direkt unter dem völlig abgefressenen Rasen aufhielt.

Da sich die meisten Engerlinge in einer Tiefe von nur 3—5 cm befanden, konnten sie bei der Behandlung von der Giessflüssigkeit zum grössten Teil getroffen werden.

Besonders bei den ersten Kontrollen fanden wir sehr viele tote Engerlinge, diese gingen aber schnell in Verwesung über, sodass es schwer wurde, auf einem  $m^2$  in nützlicher Zeit alle toten Engerlinge zu finden ; wir geben daher nur die Befallsreduktion an, berechnet auf Grund der überlebenden oder schwach gelähmten Engerlinge.

0,75 % oder 1,5 % Hexa-Suspension gaben bei einer Giessmenge von 10 l je  $m^2$  nach 3  $\frac{1}{2}$  Wochen eine Befallsreduktion von 92—94 %. Zwischen 0,75 % und 1,5 % Hexa-Suspension besteht in der Wirkung kein gesicherter Unterschied. Die Hexa-Suspension gibt auch die gleiche Wirkung, ob sie mit Wasser oder mit «Gülle» verdünnt wird.

Die DDT- und  $\text{CS}_2$ -Emulsionen wirken bei gleicher Giessmenge deutlich schlechter als die Hexa-Suspension.

Die kleinere Giessmenge von 5 l je  $\text{m}^2$  gab bei allen verwendeten Präparaten nach 3  $\frac{1}{2}$  Wochen immer eine um 20, 22 oder 38 % kleinere Wirkung als das entsprechende Präparat mit der Giessmenge von 10 l je  $\text{m}^2$ , zudem ist der mittlere Fehler der Wirkung bei 5 l immer auffallend grösser als bei 10 l.

Der Rasen war in den Kontrollparzellen total abgestorben und liess sich leicht abheben. In den behandelten Parzellen bildeten sich neue Wurzeln. Einzig die  $\text{CS}_2$ -Emulsion verursachte stellenweise Verbrennungen am Rasen.

Von der Giessflüssigkeit getroffene Regenwürmer sind offenbar vernichtet worden, die überlebenden verhielten sich jedoch normal.

## 2. Versuch mit Hexa- und DDT-Giessmitteln im Zürcher Oberland, September 1945.

Versuchsfeld: Naturwiese auf mittelschwerem Boden.

Engerlingsbefall im September 1945:  $48 \pm 8$  Engerlinge je  $\text{m}^2$ .

Diese befanden sich im ersten Entwicklungsjahr und in einer Tiefe von durchschnittlich 10 cm. Der Rasen war beschädigt, liess sich aber nicht abheben.

Behandlung am 21. September 1945 mit der Hexa-Suspension und der DDT-Emulsion, je 5 oder 10 l je  $\text{m}^2$  mit der Giesskanne gleichmässig gegossen. Parzellengrösse  $2 \times 3$  m, Anordnung der Parzellen-Nr.:

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18

Kontrollen 6 Wochen und 9  $\frac{1}{2}$  Monate nach der Behandlung: In jeder Parzelle wurde 1  $\text{m}^2$  bis zu 40 cm Tiefe umgegraben, total 36  $\text{m}^2$  mit 726 Engerlingen.

Ergebnis: Tab. 5.

Parz. Nr.	Behandlung am 21. September 1945	nach 6 Wochen	nach 9 $\frac{1}{2}$ Monaten
		Befallsreduktion	Befallsreduktion
2/10/18	0,75 % Hexa-Suspension, 5 l je $\text{m}^2$	$39\% \pm 12$	$96,2\% \pm 2,5$
1/9/17	0,75 % Hexa-Suspension, 10 l je $\text{m}^2$	$36\% \pm 19$	$97,1\% \pm 1,7$
4/12/14	1,5 % Hexa-Suspension, 5 l je $\text{m}^2$	$36\% \pm 24$	$100\% \pm 0$
3/11/13	1,5 % Hexa-Suspension, 10 l je $\text{m}^2$	$68\% \pm 8$	$100\% \pm 0$
5/7/15	2 % DDT-Emulsion, 10 l je $\text{m}^2$	$33\% \pm 6$	$44\% \pm 7$
6/8/16	unbehandelt . . . . .	$0\% \pm 17$	$0\% \pm 17$
6/8/16	unbehandelt . . . . .	$48 \pm 8$ Engerl. je $\text{m}^2$	$35 \pm 6$ Engerl. je $\text{m}^2$

Die Engerlinge, die sich bei der Behandlung in ca. 10 cm Tiefe befanden, konnten hier, im Gegensatz zum vorhergehenden Versuch, nur zum kleinen Teil von der Giessflüssigkeit direkt getroffen werden, weil diese durch den noch geschlossenen Rasen zurückgehalten oder filtriert wurde. Daher war nach 6 Wochen der Erfolg selbst bei der grossen Giessmenge von 10 l je m<sup>2</sup> nur ungenügend. Nach 9 1/2 Monaten, d. h. im folgenden Juli, stellten wir hingegen in den mit Hexa behandelten Parzellen eine Wirkung von 96—100 % fest. (GAMBRELL, 1946, fand bei der Bekämpfung der Engerlinge von *Amphimallon majalis* nach Begießen mit Bleiarsen z. T. auch erst nach 2 3/4 Jahren eine gute Befallsreduktion).

Es bestehen keine gesicherten Unterschiede in der Wirkung von 0,75 % und 1,5 % Hexa-Suspension, desgleichen nicht zwischen 5 und 10 l Giessmenge je m<sup>2</sup>. Offenbar hätte schon eine kleinere Konzentration oder Giessmenge nach dieser Zeit eine ebenso gute Wirkung ergeben.

Obschon die Parzellen nur 2 × 3 m gross und behandelte und unbehandelte Parzellen schachbrettartig verteilt sind, befanden sich in den mit Hexa-Suspension behandelten Parzellen keine oder nur äusserst wenige Engerlinge. Dies ist um so interessanter, als sich in den direkt daneben liegenden unbehandelten Parzellen im Juli 1946 noch durchschnittlich  $35 \pm 6$  Engerlinge je m<sup>2</sup> vorhanden und in den mit der DDT-Emulsion behandelten Parzellen  $19 \pm 2$ . Entweder wurden die zugewanderten Engerlinge in den mit Hexa behandelten Parzellen abgetötet, oder diese wurden von der Zuwanderung abgehalten.

Die DDT-Emulsion gab in diesem Fall sowohl 6 Wochen als auch 9 1/2 Monate nach der Behandlung nur eine ungenügende Befallsreduktion von 33—44 %. Wie gross die abtötende und die abhaltende Wirkung war, konnte nicht festgestellt werden.

### 3. Versuch mit Hexa- und DDT-Streumitteln im Kanton Aargau, August 1945.

Um die Behandlungsmethode für grössere Felder zu vereinfachen und vor allem auch zu verbilligen, untersuchten wir die Wirkung eines Hexa-Streumittels.

Als Versuchsfeld wählten wir eine Wiese, worin wir im September 1945 durchschnittlich 190 Engerlinge je m<sup>2</sup> fanden. Fast alle Engerlinge standen im ersten Entwicklungsjahr. Der Rasen war überall vollständig abgefressen und liess sich leicht abheben. Es blieben nur noch einige resistente Pflanzenarten übrig, wie z. B. Kriechender Hahnenfuss, Wiesenkerbel, Bärenklau und Blacken, sowie etwas Rotklee, Schotenklee und Wucherblumen.

Behandlung am 28. August 1945 : Während des Pflügens wurden von Hand in und auf jede Pflugfurche verschiedene Mengen des Hexa-Streumittels (z. T. mit Kalkstickstoff gemischt), Kalkstickstoff oder ein DDT-Streumittel (Gesarol-Stäubemittel mit 5 % DDT) gestreut. Parzellengröße 8 × 8 m, Anordnung der Parzellen-Nr. :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Bearbeitung und Bepflanzung des Feldes nach der Behandlung : Im Herbst 1945 lag es brach, im Frühling 1946 wurde es mit dem Hackpflug einige Male gehackt. (Dabei wurden irrtümlicherweise in den unbehandelten und in den mit Kalkstickstoff oder DDT behandelten Parzellen viele Engerlinge herausgelesen ; in den mit Hexa behandelten Parzellen fand sich aber kein einziger Engerling, so dass dort auf das Sammeln verzichtet wurde). Ende April 1945 wurde Futtermais gesät, Reihendistanz 16 cm.

Kontrollen 1 ½ und 2 ½ Wochen nach der Behandlung (im September 1945) sowie 11 Monate später (im Juli 1946). In jeder Parzelle wurde 1 m<sup>2</sup> bis zu 40 cm Tiefe umgegraben, total 30 m<sup>2</sup> mit ca. 2800 Engerlingen.

Ergebnis : Tab. 6.

Parz. Nr.	Behandlung am 28. August 1945	nach 1 ½ - 2 ½ Wochen	nach 11 Monaten			
			Befalls- reduktion	Frassreduktion beim Mais		
				nach An- zahl fl.	nach Höhe der Pfl.	nach Ertrag
2	Hexa-Streum., 1,3 kg je a	ca. 60 %	100 %	100 %	100 %	100 %
3	Hexa-Streum., 2,7 kg je a	ca. 80 %	100 %	100 %	100 %	100 %
4	Hexa-Streum., 5,4 kg je a	ca. 87 %	100 %	100 %	100 %	100 %
5	Hexa-Streum., 3,4 kg je a + Kalkstickstoff, 2,7 kg je a	ca. 77 %	100 %	100 %	100 %	100 %
6	Kalkstickstoff, 3,1 kg je a	0 %	(0 %)	7 %	0 %	0 %
8	DDT-Streum., 2,8 kg je a	0 %	(0 %)	31 %	6 %	5 %
9	DDT-Streum. 5,6 kg je a	ca. 5 %	(0 %)	40 %	17 %	18 %
10	DDT-Streum. 11,4 kg je a	ca. 10 %	(0 %)	70 %	60 %	69 %
1/7/11	unbehandelt . . . . .	190 Eng. je m <sup>2</sup>	(26 Eng. je m <sup>2</sup> )	53 Pfl. je m <sup>2</sup>	14 cm Höhe	45 kg je a
2/3/4/5	Maximalertrag . . . . . (Hexa-Parzellen)	—	0 Eng. je m <sup>2</sup>	95 Pfl. je m <sup>2</sup>	85 cm Höhe	355 kg je a

Das Hexa-Streumittel gab ca. 2 Wochen nach der Behandlung gegenüber den unbehandelten Parzellen nur eine ungenügende Befallsreduktion von ca. 60—87 % der Engerlinge. In diesem Zeitpunkt konnten auch tote Engerlinge gefunden werden, allerdings weniger als nach der Befallsreduktion erwartet werden müsste. Nach 11 Monaten ist aber in den mit Hexa-Streumittel behandelten Parzellen kein einziger Engerling mehr zu finden. Im Ertrag des Maises zeigten sich in diesem Zeitpunkt innerhalb der verschiedenen Hexa-Streumengen keine gesicherten Unterschiede (Anzahl Pflanzen je  $m^2$ , Pflanzenhöhe und Gewichtserträge unterschieden sich nur zufällig. Es konnten daher zur Berechnung der Frassreduktionen die Mittelwerte aus allen Hexa-Parzellen benutzt werden.) Offenbar hätte auch schon eine kleinere Hexa-Streumenge genügt.

Das Hexa-Streumittel kann ohne merkliche Einbusse der Wirksamkeit mit Kalkstickstoff gemischt werden; die Hexa+Kalkstickstoff-Parzelle zeigt dank der Düngewirkung eher einen kleinen Mehrertrag gegenüber den übrigen Hexa-Parzellen.

Die Beurteilung der übrigen Behandlungs-Präparate ist nicht einwandfrei möglich, da im Frühling 1946 ein Teil der Engerlinge aufgelesen wurde. Immerhin ist beim DDT-Streumittel, besonders bei den grösseren DDT-Mengen, eine deutliche Frasslähmung und Frassreduktion sichtbar.

In allen Parzellen fanden sich 11 Monate nach der Behandlung ca. 58 Regenwürmer je  $m^2$ , nur bei Kalkstickstoff+Hexa oder Kalkstickstoff allein waren 5—20 % weniger Regenwürmer vorhanden.

Wirkung der Behandlungen auf benachbarte Parzellen: Im Sommer 1946 stand längs der behandelten Parzellen ein Sommerweizenfeld, als Nachfrucht von Runkelrüben. Das Weizenfeld war daher im Verhältnis zum Versuchsfeld nur sehr schwach von Engerlingen befallen. Im Juli 1946 zeigte sich nun folgende interessante Erscheinung: Im Sommerweizenfeld war das Getreide in einem Streifen von 2—3 m Breite direkt neben denjenigen Versuchs-Parzellen, die mit Kalkstickstoff oder DDT behandelt wurden oder unbehandelt blieben, nur sehr kümmerlich entwickelt und fast vollständig vernichtet. Neben den Versuchs-Parzellen, die mit dem Hexa-Streumittel behandelt wurden, war dagegen ein 2—3 m breiter Streifen Weizen sehr schön entwickelt und zeigte sogar weniger Engerlingsfrass als das übrige Weizenfeld. Daraus ist zu schliessen, dass aus den unbehandelten oder mit Kalkstickstoff oder DDT behandelten Parzellen Engerlinge in das Weizenfeld abwanderten, während aus den Hexa-Parzellen keine Engerlinge abwanderten und die neu zuwandernden Engerlinge in den Hexa-Parzellen abgetötet wurden.

*4. Prüfung der Nachwirkung der Bodenbehandlung mit Hexa- oder DDT-Streumitteln, August 1946.*

Um die Nachwirkung der Engerlingsbehandlung mit den Streumitteln im vorhergehenden Versuch noch genauer zu prüfen, wurden aus einem Teil der Versuchsparzellen ein Jahr nach der Behandlung, d. h. im August 1946, gleichmässig gemischte Erdproben entnommen und damit je 10 Blumentöpfe (Durchmesser 12 cm) gefüllt. In jeden Topf gaben wir einen Engerling (im zweiten Entwicklungs-jahr) und eine mittelgrosse Kartoffel. Die Töpfe wurden im Freien aufgestellt und nach 1, 4 und 15 Wochen kontrolliert.

*Ergebnis: Tab. 7.*

Behandlung der Erde am 28. August 1945	Prüfung der Nachwirkung, beginnend am 7. Aug. 1946					
	Befallsreduktion nach			Frasslähmung bei den «überlebenden» Engerlingen		
	1 Woche	4 Wochen	15 Wochen	1. Woche	2.-4. Woche	5.-15. Woche
Hexa-Streum., 1,3 kg je a	11 %	11 %	20 %	0 %	8 %	45 %
Hexa-Streum., 2,7 kg je a	22 %	53 %	(90 %)	0 %	11 %	54 %
Hexa-Streum., 3,4 kg je a *	44 %	65 %	76 %	19 %	55 %	77 %
Hexa-Streum., 5,4 kg je a	55 %	88 %	93 %	50 %	90 %	98 %
DDT-Streum., 11,4 kg je a	11 %	11 %	20 %	23 %	22 %	40 %
unbehandelt . . . . .	90 % lebend	85 % lebend	70 % lebend	—	—	—
10 lebende Engerlinge fressen in 1 Woche	—	—	—	0,78 Kartoffeln	0,42 Kartoffeln	0,24 Kartoffeln

\* Gemischt mit 2,7 kg Kalkstickstoff je a.

Die mit Hexa-Streumittel behandelte Erde zeigt nach einem Jahr bei steigender Streumenge eine sehr deutliche, abtötende Wirkung, bei den überlebenden Engerlingen zudem eine frasslähmende Wirkung. Bei den grösseren Streumengen kamen 40—80 % der Engerlinge mit Lähmungserscheinungen an die Oberfläche und wurden dort von Vögeln etc. vernichtet. Eine ähnliche Erscheinung konnte bei den Engerlingen in unbehandelter Erde nicht beobachtet werden (daher wählten wir als Maßstab für die Wirkung nicht die Abtötung, sondern die Befallsreduktion).

Erde, die vor einem Jahr mit 11,4 kg DDT-Streumittel behandelt wurde, zeigt nur eine undeutliche Nachwirkung in Bezug auf die Reduktion der lebenden Engerlinge, hingegen eine etwas deutlichere Frasslähmung bei den überlebenden Engerlingen.

Durch diesen Topfversuch wird das Ergebnis des vorhergehenden Freiland-Versuches bestätigt. In einem weiteren Topfversuch prüften wir vergleichsweise die Nachwirkung von Erde, die vor ca. 3, 6, 7 oder 8 Monaten mit der Hexa-Suspension begossen wurde (Behandlung der Erde am 26. November oder 21. Dezember 1945, oder am 9. Februar oder 8. Mai 1946 mit 1,5 % Hexa-Suspension, und zwar mit 0,1, 1, 10 oder 20 l je  $m^2$  — Prüfung der Erde am 8. August 1946, für jede Behandlungsart 10 Töpfe.) Da sich kein deutlicher Unterschied in der Wirkung zeigte, ob die Behandlung im November, Dezember, Februar oder Mai erfolgte, sind in der folgenden Tabelle die entsprechenden Wirkungen zusammengefasst.

Ergebnis: Tab. 8.

Behandlung der Erde im November 1945 bis Mai 1946	Prüfung der Nachwirkung, beginnend am 8. Aug. 1946					
	Befallsreduktion nach			Frasslähmung bei den «überlebenden» Engerlingen		
	2 Wochen	4 Wochen	14 Wochen	1.-2. Woche	3.-4. Woche	5.-14. Woche
1,5 % Hexa-Susp. 0,1 l je $m^2$	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
1,5 % Hexa-Susp. 1 l je $m^2$	7 %	8 %	10 %	25 %	50 %	60 %
1,5 % Hexa-Susp. 10 l je $m^2$	25 %	55 %	85 %	88 %	92 %	90 %
1,5 % Hexa-Susp. 20 l je $m^2$	35 %	92 %	97 %	95 %	100 %	100 %
unbehandelt	94 % lebend	90 % lebend	86 % lebend	—	—	—
10 lebende Engerlinge fressen in einer Woche	—	—	—	0,73 Kar- toffeln	0,51 Kar- toffeln	0,18 Kar- toffeln

Auch dieser Versuch mit der Hexa-Suspension zeigt bei den grösseren Giessmengen eine starke Reduktion der Anzahl lebender Engerlinge und bei den Überlelenden zudem noch eine Frasslähmung. Wenn man berücksichtigt, dass 1,5 % Hexa-Suspension, 1 l je  $m^2$ , einer Streumenge von 1 kg Hexa-Streumittel je a entspricht, so erkennt man, dass sich die Ergebnisse beider Topf-Versuche gut decken.

##### 5. Weitere Versuche mit dem Hexa-Streumittel, Herbst 1946.

Die überraschend guten Ergebnisse mit dem Hexa-Streumittel veranlassten uns, mit diesem Präparat weitere Versuche anzulegen, wobei die Wirkung bei verschiedenen Kulturen und bei verschiedenartiger Anwendung und Mischung mit Düngemitteln untersucht werden sollte.

Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, wir möchten aber doch schon den folgenden Versuch mitteilen.

Als Versuchsfeld wählten wir eine Wiese, die schon im Herbst 1945 sehr stark von Engerlingen beschädigt wurde (ca. 200 Engerlinge je  $m^2$ ). Im Frühling 1946 erholte sich die Wiese wieder etwas, so dass einmal Gras geschnitten werden konnte. Im Juli 1946 vertrocknete aber der ganze Rasen bis auf einige widerstandsfähige Unkräuter. Anfangs August hatten wir noch ca. 100 Engerlinge je  $m^2$  gefunden.

Behandlung am 6. August mit folgenden Behandlungsmethoden und Streumengen des Hexa-Streumittels :

1. Vor dem Pflügen 0,25 kg, 0,5 kg, 1,25 kg oder 5 kg Hexa-Streumittel auf die Wiese gestreut und nachher untergepflügt : Der Wirkstoff befindet sich zur Hauptsache in einer Tiefe von ca. 15 cm (Parzellen-Nr. 5, 4, 2 und 7).
2. Nach dem Pflügen dieselben Mengen auf die rauhe Furche gestreut und eingeeggt : Der Wirkstoff befindet sich in der obersten Erdschicht verteilt (Parzellen-Nr. 11, 13, 14 und 8).
3. Nach dem Pflügen 0,25 kg Hexa-Streumittel + 8 kg Thomas-schlacke (= Pt) gemischt ausgestreut und eingeeggt (Parzelle Nr. 10).
4. Während des Pflügens 1,25 kg Hexa-Streumittel in und auf jede Pflugfurche gestreut : Der Wirkstoff ist bis zu einer Tiefe von ca. 15 cm  $\pm$  gleichmäßig mit der Erde vermischt (Parzelle Nr. 1).
5. 3 unbehandelte Parzellen (Parzellen-Nr. 3, 6 und 12).

Die vierte unbehandelte Parzelle Nr. 9 scheidet aus, weil die angrenzende Parzelle Nr. 8 nach dem Pflügen mit 5 kg Hexa-Streumittel behandelt wurde und beim nachherigen Eggen längs über die Parzellenreihe ein Teil des Hexa-Streumittels in die obere Schichten der unbehandelten Parzelle verschleppt wurde. Diese Parzelle Nr. 9 verhielt sich im Engerlingsschaden, im Wachstum und im Ertrag der Pflanzen ungefähr gleich wie die mit 0,25 kg Hexa-Streumittel behandelten Parzellen Nr. 5 und 11.

Parzellengröße 14  $\times$  14 m, Anordnung der Parzellen-Nr. :

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14

Das Versuchsfeld wurde 1 Tag nach der Behandlung gepflügt und geeggt und 6 Tage später, am 12. August, mit Landsberger Gemenge, Herbstrüben oder Futtermais bestellt.

Kontrollen ca. alle 2 Wochen, 1 und 2 Monate nach der Behandlung wurden Kontrollgrabungen von je 1  $m^2$  in jeder Parzelle durchgeführt.



Abb. 2. — Versuch mit dem Hexa-Streumittel, Abschnitt C 5. Aufnahme zwei Monate nach der Behandlung. Rechts hinten Parzelle Nr. 1, rechts vorn Nr. 7; die unbehandelten Parzellen Nr. 3, 6 und 13 sind als helle Flächen gut erkennlich. Im Herbst 1945 fanden sich in diesem Feld ca. 200 Engerlinge je  $m^2$ , im Spätsommer 1946 noch ca. 100, zur Zeit der Aufnahme des Bildes in den unbehandelten Parzellen ca. 60 Engerlinge je  $m^2$ . In dieser Gemeinde wurden im Sommer 1946 in den Feldern mehr als 11 000 Liter Engerlinge gesammelt!

Anfangs September befanden sich 77 % der Engerlinge in einer Tiefe von 0—20 cm, 21 % in 20—40 cm und ca. 2 % tiefer als 40 cm. Anfangs Oktober fanden wir 35 % der Engerlinge in 0—20 cm Tiefe, 49 % in 20—40 cm, 14 % in 40—60 cm und ca. 2 % tiefer als 60 cm. Bei allen Behandlungsarten wurden die Engerlinge ungefähr in der gleichen Tiefe festgestellt. Einzelne gelähmte und tote Engerlinge lagen auf der Oberfläche, sicher wurden auch solche von Krähen etc. fortgetragen. Die Befallsreduktion gibt daher ein besseres Bild über die Wirkung als die Abtötung.

Bei den Herbstrüben sind die Unterschiede im Ertrag ähnlich wie beim Landsberger Gemenge; der Futtermais konnte wegen der mangelhaften Keimfähigkeit des verwendeten Saatguts und des späten Saattermins nicht mehr geschnitten werden (Abb. 2 u. 3).

Ergebnis: Tab. 9.

Parz. Nr.	Menge des Hexa-Streum.	Behandlungsart	nach 1 und 2 Monaten			nach 2 1/2 Monaten
			Abtötung	Befalls- reduktion	Frassreduktion*	
5	0,25 kg je a vor Pflügen		1 %	0—5 %	50—60 %	30 %
11	0,25 kg je a nach "		1 %	0—5 %	65—70 %	62 %
10	0,25 kg je a } + 8 kg Pt je a } nach "		3 %	40—50 %	60—70 %	78 %
4	0,5 kg je a vor "		5 %	10—20 %	60—65 %	47 %
13	0,5 kg je a nach "		5 %	20—50 %	75—80 %	72 %
2	1,25 kg je a vor "		10 %	0—30 %	75—100 %	83 %
14	1,25 kg je a nach "		5 %	30—60 %	80—100 %	73 %
1	1,25 kg je a während "		16 %	40—50 %	93—100 %	100 %
7	5 kg je a vor "		40 %	40—70 %	90—100 %	91 %
8	5 kg je a nach "		30 %	40—70 %	90—100 %	55 %
3/6/12	unbehandelt		4 % tote Eng.	70—50 lebende Eng. je m <sup>2</sup>	2 Rüben- pflanzen je lm	0,1 kg je a
1	Maximalertrag (nur 7% der Rübenpflanzen abgefressen)		19 % tote Eng.	40—25 lebende Eng. je m <sup>2</sup>	21 Rübenpfl. je lm	108 kg je a

\* geschätzt nach der Anzahl abgefressener und überlebender Rübenpflanzen, sowie nach dem Wuchs des Landsberger Gemenges.

\*\* berechnet nach dem Ertrag des Landsberger Gemenges.

Aus diesem Hexa-Streuversuch, der noch nicht abgeschlossen ist, können jetzt schon folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Je grösser die verwendete Hexa-Streumenge ist, umso grösser ist nach 1—2 Monaten die Abtötung und die Reduktion der Zahl der überlebenden Engerlinge. Nach 2 Monaten ist aber selbst bei den grösseren Streumengen die Befallsreduktion noch ganz ungenügend. Spätere Kontrollen im Frühling 1947 werden zeigen, ob diese Streubehandlungen eine ähnlich gute Nachwirkung ausüben, wie wir im ersten Streu-Versuch (Abschnitt C<sub>3</sub>) feststellten.



Abb. 3. — Detail aus Abb. 2, zwei Monate nach der Behandlung. Links die unbehandelte Parzelle Nr. 3, rechts die Parzelle Nr. 2 (1,25 kg Hexa-Streumittel je a).

2. Das Hexa-Streumittel wirkt aber schon in den kleinen Streumengen sehr stark frasslähmend auf die überlebenden Engerlinge, so dass trotz der ungenügenden Befallsreduktion ein guter Schutz der Kulturpflanzen resultiert, was sich im Wachstum und im Ertrag der Pflanzen auswirkt. (Ueber ähnliche Erscheinungen bei der Bekämpfung der Drahtwürmer mit 2—2,5 kg je a eines Streumittels mit 0,45 %  $\gamma$ -Hexa referierte J. M. BURNET im September 1946 in Louvain).
3. Die Art der Verteilung des Hexa-Streumittels im Boden spielt in Bezug auf die Raschheit der Frasslähmung eine entscheidende Rolle. Die schnellste Wirkung wird erzielt, wenn das Streumittel während des Pflügen angewendet wird. Das Streuen nach dem Pflügen und nachheriges Eineggen wirkt bei den praktisch wichtigen

Streumengen von 0,25—0,5 kg Hexa-Streumittel je a eher besser als deren Anwendung vor dem Pflügen.

4. Nur bei den praktisch nicht in Betracht kommenden grossen Streumengen von 5 kg Hexa-Streumittel je a zeigte sich beim Landsberger Gemenge eine deutliche Wachstumsstörung des Grases, was sich auch im Ertrag auswirkte. Diese Wachstumsschädigung trat aber nur in Erscheinung, wenn 5 kg Hexa-Streumittel nach dem Pflügen auf die rauhe Furche gestreut wurde.
5. Das Hexa-Streumittel kann ohne Reduktion der Wirkung mit den zur Düngung gebräuchlichen Mengen Thomasschlacke oder Kalkstickstoff gemischt werden. Dies ist wichtig, da die kleinen Streumengen von z. B. 0,5 kg je a nicht mehr genügend gleichmäßig verteilt werden könnten. Die Engerlingsbekämpfung kann also im gleichen Arbeitsgang mit dem Düngen ausgeführt werden.
6. Die Wartezeit zwischen der Behandlung und der Bestellung des Feldes war im vorliegenden Versuch zu klein. Bei längerer Wartezeit werden voraussichtlich schon 0,5 kg Hexa-Streumittel je a einen praktisch genügenden Erfolg ergeben.
7. Wirkung des Hexa-Streumittels auf andere Bodentiere : Die Beobachtungen hierüber werden in unseren weiteren Versuchen weitergeführt. Bis jetzt liegen folgende Feststellungen vor :

Ergebnis : Tab. 10.

Behandlung	1—2 Monate nach der Behandlung		
	Regenwürmer je m <sup>2</sup>	Regenwurm- häufchen je m <sup>2</sup>	Ameisenstrassen je Parzelle
unbehandelt . . . . .	50 ± 5	75 ± 15	9
0,25 kg Hexa-Streumittel je a . . . . .	71 ± 12	86 ± 14	11
0,5 kg Hexa-Streumittel je a . . . . .	76 ± 6	76 ± 16	12
1,25 kg Hexa-Streumittel je a . . . . .	75 ± 10	66 ± 10	7
5 kg Hexa-Streumittel je a . . . . .	82 ± 24	80 ± 18	2

Die Regenwurmtätigkeit wurde demnach in keiner Weise beeinträchtigt. Auch die Tätigkeit der Ameisen erfuhr bei den kleineren Streumengen keine Behinderung, einzig bei den praktisch viel zu grossen Streumengen zeigte sich eine Reduktion der Ameisen ; ein Hinweis, dass diese Beobachtungen genau weitergeführt werden müssen.



Abb. 4. — Selleriefeld im Versuchsgut Waisenhof, Dielsdorf. In der Mitte des Feldes ist ein Streifen mit Hexa-Suspension,  $1\frac{1}{2}$  dl je Pflanze, gegen Engerlinge behandelt worden. Ertrag 180 kg Knollen und 127 kg Blätter je a. Die unbehandelten Pflanzen links und rechts daneben sind zum grossen Teil vernichtet, Ertrag durchschnittlich 53 kg Knollen und 40 kg Blätter je a. Aufnahme August 1946.

#### 6. Vorbeugende Engerlingsbekämpfung mit kleinen Giessmengen.

Die bisher erörterten Versuche befassen sich mit der Wirkung von Hexa-Präparaten gegen Engerlinge in verschiedenen Entwicklungsstadien. Als besonders auffallende und erfreuliche Tatsache erwies sich dabei die ausserordentlich lange, über ein Jahr dauernde Nachwirkung der verwendeten Hexa-Präparate. Die lang anhaltende Wirkung einer Behandlung schützt die Pflanzen somit auch vorbeugend gegen ev. neu zuwandernde Engerlinge.

Wir prüften auch die vorbeugende Bekämpfung der Engerlinge durch Anwendung eines Hexa-Giessmittels kurz vor der Eiablage der Maikäfer und fanden dabei schon mit geringen Wirkstoffmengen die nachstehend beschriebenen, überraschend guten Resultate.

*Versuche bei Lausanne, April 1945.*

In der La Côte behandelte R. Clausen kurz vor der Eiablage der Maikäfer, am 25. April 1945, mit 1,5 % Hexa-Suspension eine 112 m<sup>2</sup> grosse Parzelle in einer Wiese (Giessmenge 1,8 l je m<sup>2</sup>) und bei Lausanne in einer Baumschule eine 300 m<sup>2</sup> grosse Parzelle (Giessmenge 1 l je m<sup>2</sup>).

Am 12. Mai 1945 konnten Weibchen der Maikäfer, die sich zur Eiablage in den Boden einbohren wollten, in 2—3 cm Tiefe tot aufgefunden werden. Kontrollen im Laufe des Sommers 1945 und 1946 zeigten, dass in der Wiese zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen keine Unterschiede im Graswuchs vorhanden waren. Dagegen traten im unbehandelten Teil der Baumschule starke Engerlingsschäden auf, so dass dort eine kurative Behandlung mit dem Hexa-Giessmittel gemacht werden musste. In der vorbeugend behandelten Baumschul-Parzelle traten hingegen keine Engerlingsschäden auf, und es konnten auch keine Engerlinge im Boden gefunden werden.

Eine genaue Kontrolle am 9. Oktober 1946, d. h. 1 1/2 Jahre nach der Hexa-Behandlung, wurde in der Wiese folgendermassen durchgeführt: In einem Streifen von 2 m Breite und 30 m Länge, wovon die mittleren 14 m in der behandelten Parzelle lagen, wurde während des Pflügens die Erde bis auf 15 cm Tiefe sorgfältig auf Engerlinge untersucht. Im unbehandelten Boden fand man durchschnittlich  $2,9 \pm 0,3$  Engerlinge je m<sup>2</sup>, in der behandelten Parzelle war eine Befallsreduktion von  $85\% \pm 6$  vorhanden.

Es konnte nicht genau abgeklärt werden, ob diese Behandlung die Weibchen von der Eiablage abgehalten hat, ob alle Weibchen vernichtet oder ob erst später die Eier oder die jungen Larven abgetötet wurden. Wichtig ist die Feststellung, dass zur Zeit der Eiablage besonders im offenen Boden, wo die Hexa-Suspension besser eindringen kann, schon die kleinen Giessmengen von ca. 1 l je m<sup>2</sup> (1,5 % Hexa-Suspension) genügen, um einen Engerlingsschaden zu verhindern.

## D. Ausarbeitung einer Methode zur kurativen Engerlingsbekämpfung mit Hexa-Giessmitteln in Pflanzschulen, bei jungen Obstbäumen, Beeren und Zierpflanzen.

Die Engerlingsschäden traten im Herbst 1945 und im Sommer 1946 besonders katastrophal auf. Es bot sich in beiden Jahren reichlich Gelegenheit, die praktische Durchführung der Engerlingsbekämpfung mit der Hexa-Suspension und -Emulsion in verschiedenen Kulturen und unter wechselnden Verhältnissen genau zu verfolgen.

So wurden z. B. in 16 grösseren Baumschulen insgesamt eine Fläche von ca. 550 a mit 126 000 Pflanzen, in 6 Rebschulen etwa 160 000 Rebstecklinge und in 7 Obstanlagen ca. 2700 junge Bäume unter unserer Kontrolle behandelt. Diese enge Zusammenarbeit mit der Praxis gestattete uns, das Problem der Engerlingsbekämpfung unter den verschiedensten Aspekten zu studieren. Im Folgenden werden einzelne dieser praktischen Anwendungen beschrieben, welche Aufschluss über die Behandlungsmethoden und besondere Beobachtungen geben.

### 1. Behandlungsversuch in einer Baumschule im Zürcher Weinland, Oktober 1945.

Im Frühling 1946 wurde ein Quartier mit Quitten-Unterlagen in einem Feld angelegt, wo im Sommer 1945 Getreide stand. Im Stoppelfeld fanden wir im Oktober 1945  $25 \pm 3$  Engerlinge je  $m^2$ .

Am 9. Oktober 1945 behandelten wir einige Parzellen mit 0,75 % Hexa-Suspension, 5 oder 10 l je  $m^2$  (gegossen oder mit der Düngelanze in 5—15 cm Tiefe eingespritzt). Eine Woche nach der Behandlung betrug die Abtötung nur  $35 \% \pm 5$ . Bei den zweiten Kontrollgrabungen im Juli 1946, d. h. 9 Monate nach der Behandlung, betrug die Befallsreduktion nahezu 100 %. Während in diesem Zeitpunkt die Quittenunterlagen in der unbehandelten Parzelle durch 2—5 Engerlinge je Pflanze sehr stark beschädigt wurden, das Wachstum eingestellt hatten und daher nicht okuliert werden konnten, wiesen die Quitten in den behandelten Parzellen keinen Schaden auf und zeigten kräftige Neutriebe (Abb. 5 u. 6).

Ein Teil der Unterlagen im unbehandelten Boden wurde am 20. Juni 1946, als sich Engerlingsschäden schon deutlich zeigten, mit 1 % Hexa-Suspension behandelt, und zwar 1 l je Pflanze mit der Düngelanze in 2 Einstiche verteilt. 2 Wochen nach dieser Behandlung waren ca. 90 % der Engerlinge abgetötet. An den Wurzeln liessen sich noch alte Frasspuren feststellen, es bildeten sich aber seit der Abtötung des grössten Teils der Engerlinge und der Frass-

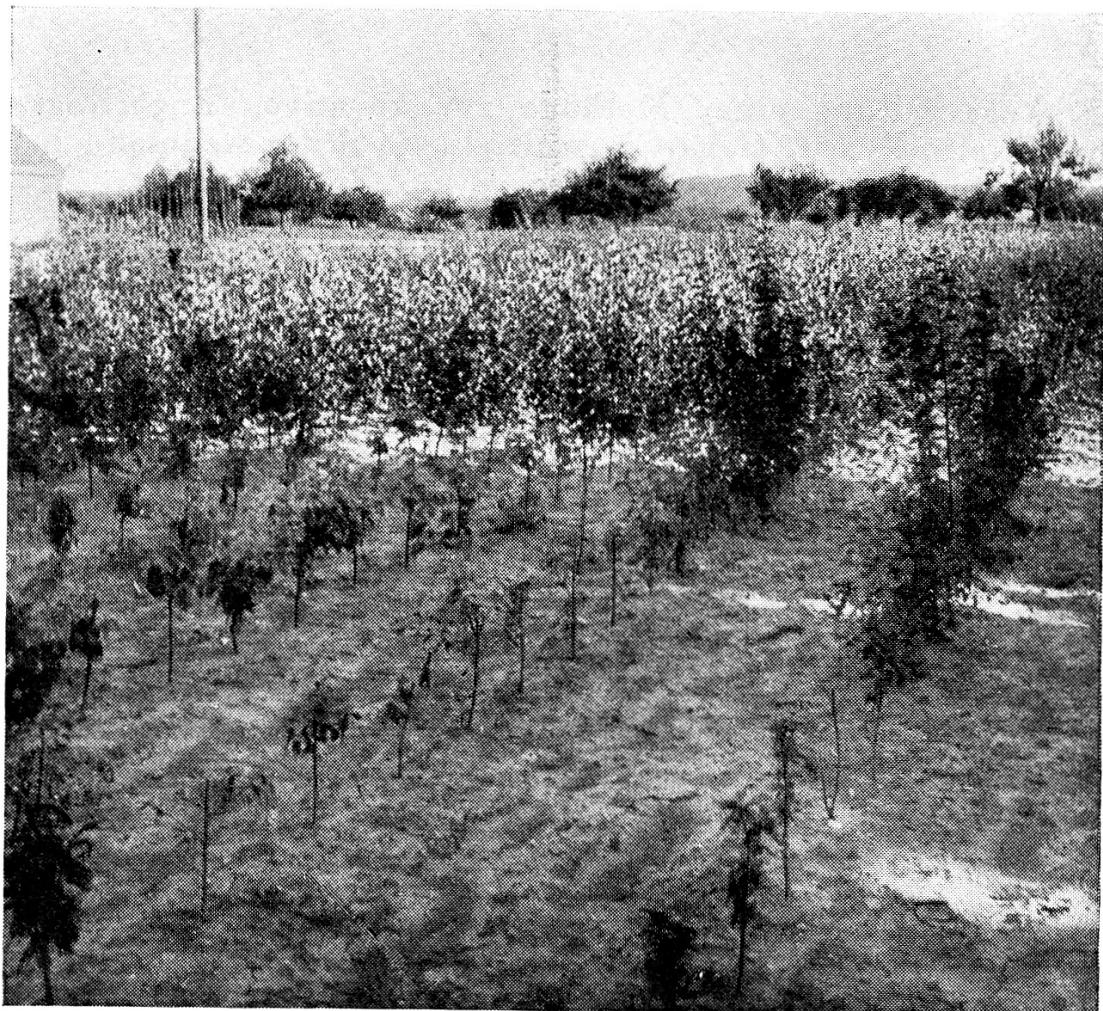


Abb. 5. — Ausschnitt aus einem Behandlungsversuch in einer Baumschule im Zürcher Weinland (Abschnitt D 1). Im Vordergrund unbehandelte und von Engerlingen sehr stark beschädigte Quittenunterlagen. Im Hintergrund gleich alte Quittenunterlagen, die aber nach der Engerlingsbekämpfung mit der Hexa-Suspension ein gutes Wachstum zeigen (Behandlung z. T. im Oktober 1945 vor der Bepflanzung des Feldes, z. T. erst im Juni 1946). Aufnahme anfangs September 1946.

lähmung der Uebrigen neue Wurzeln und mit der Zeit auch neue Triebe.

Der Versuch zeigt deutlich, dass die Engerlingsbehandlung möglichst frühzeitig durchgeführt werden soll.

## 2. Behandlungsversuch in einer Baumschule bei Lausanne, April 1946.

Von Mitte April 1946 an bis in den Sommer hinein war ein Arbeiter fast ständig mit den Engerlingsbehandlungen beschäftigt. Man verwendete 1 % Hexa-Suspension; 1—3 l der Giessflüssigkeit wurden in eine flache Mulde um die Stammbasis gegossen und die Mulde nach dem Versickern der Flüssigkeit wieder zugedeckt. Schon

eine Woche nach der Behandlung stellten wir eine Abtötung von 50 % und eine Lähmung von 38 % fest. Bei den überlebenden 12 % muss aber bald eine Frasslähmung eingetreten sein, denn nach der Behandlung hörte jeglicher Frassschaden auf. In den späteren Kontrollen im Mai, Juni, Juli und Oktober 1946 konnten in den behandelten Quartieren keine lebenden Engerlinge mehr gefunden werden, und die Pflanzen wiesen ein gutes Wachstum auf.

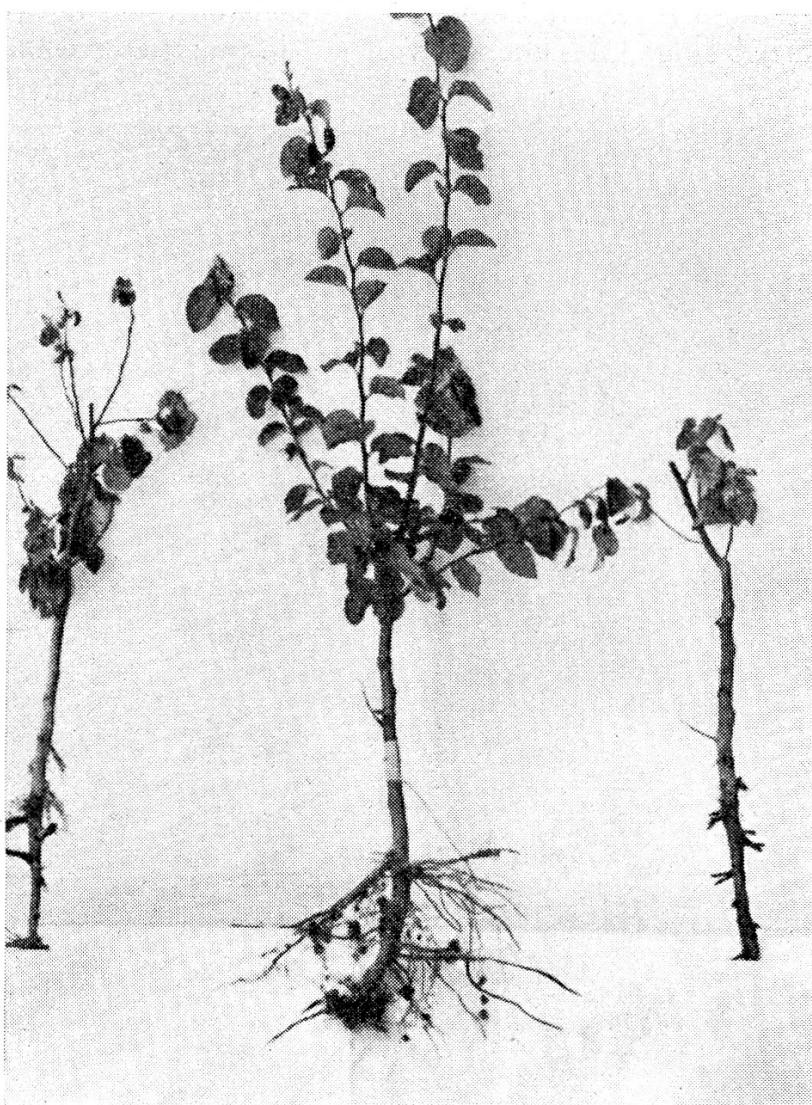


Abb. 6. — In der Mitte ist eine okulierte Quittenunterlage aus einer behandelten Parzelle sichtbar, links und rechts Quittenpflanzen aus der angrenzenden unbehandelten Parzelle (siehe Abb. 5). Die Nebenwurzeln und die Rinde der Pfahlwurzel sind bei den unbehandelten Pflanzen abgenagt, und die meisten konnten nicht okuliert werden. Aufnahme anfangs September 1946.

### 3. Behandlungsversuche in Rebschulen.

Der Besitzer einer grössern Rebschule berichtete uns am 3. Juli 1946 über grosse Engerlingsschäden. Wir unternahmen sofort, d. h. vom 3. bis 6. Juli, Behandlungen mit der Hexa-Suspension und -Emulsion. Längs der Pflanzenreihen wurde ein schmaler, ca. 10 cm tiefer Graben geöffnet und darin alle 10 cm ein kleines Sickerloch angefertigt.

Am besten und raschesten wirkte die Behandlung mit 0,5 % Hexa-Emulsion bei einer Giessmenge von 4 l je lm: Jeder weitere Enger-



Abb. 7. — Teilansicht einer Rebschule im Kanton Aargau (Abschnitt D 3). Im Vordergrund Burgunderreben auf Unterlage 3309, die viel zu spät, erst anfangs August 1946, mit der Hexa-Suspension behandelt wurden: Nur 18 % brauchbare Pflanzen, bei unbehandelt sogar nur 1—2 %. Im Hintergrund dieselbe Rebensorte, die aber am 3. Juli gleich behandelt wurde: Ueber 60 % gute Pflanzen. Eine voll wirksame Behandlung hätte noch früher durchgeführt werden sollen! Aufnahme anfangs September 1946.

lingsfrass hörte sofort auf und es konnten im Herbst 93 % Pflanzen 1. und 2. Qualität gewonnen werden. Die Hexa-Suspension drang bei dieser Behandlungsmethode weniger gut zu den gefährdeten Wurzeln, so dass der Engerlingsfrass erst etwas später vollständig verhindert wurde. Immerhin gab auch diese Behandlung einen guten Erfolg, und es konnten trotz der zu späten Anwendung noch ca. 60 % brauchbare Pflanzen gewonnen werden, in den unbehandelten Parzellen dagegen nur 1—2 %.

Behandlungen Ende Juli oder anfangs August gaben mit derselben Giessmethode nur noch einen ungenügenden Erfolg, weil in der Zwischenzeit die Rebenstecklinge schon zu stark geschädigt waren und sich später nicht mehr erholen konnten (siehe Abb. 7).

In Rebschulen darf die Engerlingsbekämpfung nicht zu spät durchgeführt werden. Bei später Behandlung muss die Hexa-Giessflüssigkeit so in den Boden gebracht werden, dass der ganze Wurzelbereich der Pflanzen gut durchtränkt wird, wodurch jeder weitere Frass sofort abgestoppt wird. Bei der Hexa-Emulsion genügt auch bei später Behandlung ein Giessen in eine Rinne längs den Reihen. Bei der Hexa-Suspension gelingt dies, wie wir in zwei weiteren Versuchen in anderen Rebschulen feststellten, durch Einspritzen der Suspension in den Boden mit der Düngelanze oder einfacher mit dem Spritzrohr ohne Düse (siehe Abb. 15).

Auch frisch gepflanzte Reben wurden mit ähnlichen Behandlungsmethoden erfolgreich vor Engerlingsfrass geschützt.

#### *4. Behandlungsversuche bei jungen Obstbäumen im Kanton Luzern September 1945.*

Es handelt sich um dieselbe Obstanlage mit 6 ½-jährigen Apfelschäben, in welcher wir schon im Jahre 1943 einen Versuch mit CS<sub>2</sub>- und DDT-Emulsionen (Terpur und Gesapon) durchführten (Abb. 8).

Am 21. — 22. September 1945 konnten verschiedene Behandlungsmethoden mit der Hexa-Suspension geprüft werden. Da der Besitzer diesmal ein Zuwandern neuer Engerlinge aus der Wiese zum vornherein ausschliessen wollte, behandelten wir die Baumscheiben und die dazwischen liegenden Wiesenflächen.

Folgende verschiedenen Behandlungsmethoden mit dem Hexa-Giessmittel ergaben eine gute Wirkung :

- a) Ganze Fläche mit der Giesskanne begossen.
- b) Ganze Fläche mit der Giesskanne begossen und pro Baumscheibe in 2 ca. 10 cm tiefe Löcher je 3 l gegossen.
- c) Ganze Fläche mit der Düngelanze behandelt, 9 Einstiche je m<sup>2</sup>.

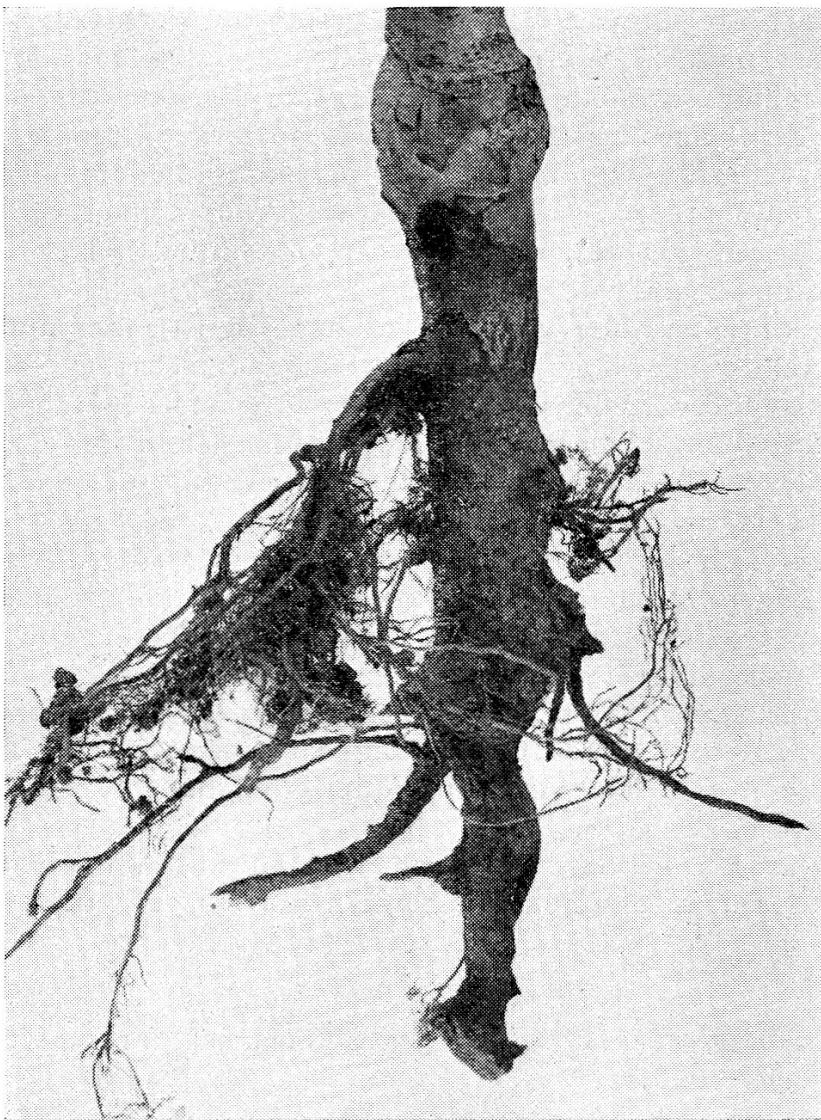


Abb. 8. — 6 ½-jähriger Apfelbuschbaum, Unterlage EM IX, der in den Jahren 1939/41 und 1942/44 von Engerlingen sehr stark beschädigt wurde (25—31 Engerlinge je Baum). 1944/45 bildeten sich oben neue Wurzeln, die im Spätsommer 1945 wieder von ca. 15 Engerlingen je Baum angegriffen wurden. Ein weiterer Schaden konnte seit Herbst 1945 durch die Behandlung mit der Hexa-Suspension verhindert werden und im Herbst 1946 wiesen die behandelten Bäume im Verhältnis zu den unbehandelten viel kräftigere Neutriebe auf. (Abschnitt B 2 und D 4). Aufnahme September 1945.

Abb. 9 (*siehe nebenstehende Seite*). — In der Nähe von Grandson wurden im Frühling 1946 600 Apfelbäume gepflanzt. Im Mai entwickelten sich die Bäume gut, aber am 20. Juni machten sich starke Engerlingsschäden bemerkbar; der grösste Teil der feinen Wurzeln war abgefressen und die Rinde der grösseren Wurzeln beschädigt (Zeitpunkt der Aufnahme). Die Bäume wurden sofort mit der Hexa-Suspension behandelt. Der Frass hörte auf, und in den folgenden Wochen bildeten sich neue Triebe. Zur Verhütung eines Engerlingsschadens hätte die Behandlung aber früher durchgeführt werden sollen.

*Ergebnis: Tab. 11.*

Behandlung am 21. September 1945	nach 3 Wochen		nach 8 1/2 Monaten	
	Abhaltung	Abtötung	Befallsreduktion	
			Wiese	Baumscheiben
0,75 % Hexa-Susp., 10 l je m <sup>2</sup>	0 %	35 %	92 % ± 3	98 % ± 2
unbehandelt	$27 \pm 2$ Engerl. je m <sup>2</sup> Wiese $16 \pm 2$ Engerl. je Baumsch.		$26 \pm 7$ Engerl. je m <sup>2</sup>	$15 \pm 2$ Engerl. je Baumscheibe

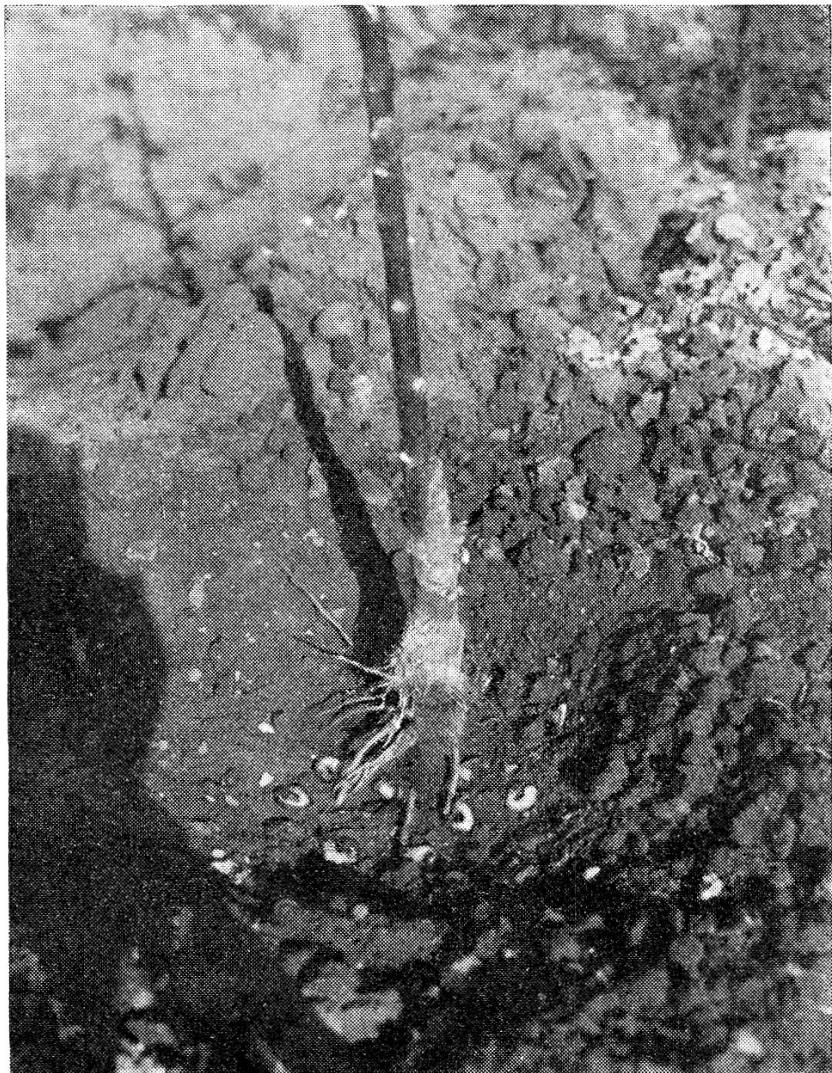


Abb. 9. — *Text siehe nebenstehende Seite, unten.*

3 Wochen nach der Behandlung war also die Abtötung oder die Befallsreduktion noch ungenügend, nach ca.  $\frac{3}{4}$  Jahren hingegen bei diesen Behandlungsmethoden sehr gut. Alle behandelten Bäume wiesen im Herbst 1946 relativ kräftige Neutriebe auf, während die unbehandelten Bäume einen sehr schlechten Wuchs zeigten. In bezug auf die Regenwürmer stellten wir 3 Wochen nach der Behandlung keine schädliche Wirkung der Hexa-Suspension fest (bei unbehandelt  $94 \pm 33$  je  $m^2$ , bei behandelt  $97 \pm 7$ ), auch nach 8  $\frac{1}{2}$  Monaten konnten keine Unterschiede in der Regenwurmtätigkeit beobachtet werden.

##### 5. Behandlungsversuch in Beerenkulturen.

In mehr als 10 Baumschulen konnten bei ca. 15 500 Beerenpflanzen Behandlungen durchgeführt werden, vor allem bei Himbeerstecklingen, Johannisbeeren, Stachelbeeren und Erdbeeren.



Abb. 10. — Unbehandelte Himbeerpflanzen (die letzjährigen Ruten sind noch nicht entfernt worden). Es bildeten sich nur wenige Neutriebe. (Abschnitt D 5.) Aufnahme September 1946.

Wie für Baumschulen und junge Obstbäume, so änderten wir auch hier die Behandlungsmethode je nach der Pflanzenart, der Tiefe der Engerlinge im Boden und den Bodenverhältnissen. Der Erfolg war in allen Behandlungen sehr gut.

Interessant und typisch ist folgende Beobachtung in einer Himbeeranlage: Ein Teil der Anlage wurde im Oktober 1945 und Mai 1946 mit 0,75 % Hexa-Suspension, 10 l je m<sup>2</sup>, mit der Düngelanze behandelt, ein Teil nur Mitte Mai 1946. Anfangs Juni fanden wir bei den unbehandelten Himbeeren  $9,6 \pm 3,6$  Engerlinge je Pflanze. Obschon diese Himbeeren im Oktober 1945 noch wenig Schaden zeigten, trieben sie im Frühling 1946 sehr schlecht aus, und im Juni war der grösste Teil der Triebe abgestorben (Abb. 10). Die im Oktober und Mai mit Hexa behandelten Pflanzen bildeten normale, kräftige Neutriebe (Abb. 11). Wo nur eine Behandlung im Mai durchgeführt wurde, fanden wir nach 3 Wochen 90 % tote Engerlinge, es



Abb. 11. — Aus der gleichen Himbeeranlage wie Abb. 10, aber im Oktober 1945 und im Mai 1946 mit der Hexa-Suspension gegen Engerlinge behandelt (Abschnitt D 5). Die behandelten Pflanzen trieben normal aus. Aufnahme September 1946.

war aber ein so starker Frassschaden vorhanden, dass sich die beschädigten Pflanzen nur langsam erholten.

Dieser Versuch zeigt erneut, dass nur durch frühzeitige Behandlung, bevor starker Frassschaden entstanden ist, ein voller Erfolg erzielt werden kann.

#### 6. Behandlungsversuche bei Zierpflanzen und Ziersträuchern.

Die Behandlungen erfolgten hauptsächlich bei den folgenden Zierpflanzen in Baumschulen, auf Friedhöfen oder in einzelnen Fällen bei Sträuchern an ihrem definitiven Standort in den Gärten: Rosen, Flieder, Thuja, Taxus, Carpinus, Erigeron, Dahlien (Abb. 12 u. 13), Chrysanthemen (Abb. 14), ferner Spiraeaen, Liguster, Nelken-und Pensees-Anzuchtbeete. Alle Pflanzen entwickelten sich nach der Behandlung gut, einzig bei *Spiraea arguta* und *Spiraea Thunbergii* beobachtete ein Gärtner nach einer Behandlung mit Hexa-Suspension ein Braunwerden der Wurzeln und vorübergehende Wachstumshemmungen.



Abb. 12. — Dahliengarten, der im Sommer 1946 stark von Engerlingen beschädigt wurde. Aufnahme September 1946.

Bei *Thuja* konnten wir nachweisen, dass bei Pflanzen, die kurz vor der Behandlung kräftig gewässert wurden, die Hexa-Giessflüssigkeit weniger gut eindringt und demzufolge die unmittelbare Wirkung auf die Engerlinge weniger gut ist ( $1\frac{1}{2}$  Wochen nach der Behandlung mit 1 % Hexa-Suspension waren bei den bewässerten Pflanzen nur 18 % der Engerlinge abgetötet und 15 % gelähmt, bei den nicht bewässerten Pflanzen 35 % tot und 65 % gelähmt).



Abb. 13. — Dahlienpflanzen aus demselben Quartier, wie jene in Abb. 12, aber im Mai 1946 gegen Engerlinge behandelt! Aufnahme September 1946.



Abb. 14. — Chrysanthemen in den Versuchsanlagen Dielsdorf. Die beiden Reihen links wurden im Mai 1946 mit der Hexa-Suspension angegossen, die Reihe rechts blieb unbehandelt (desgleichen eine Reihe weiter links, die ebenso stark geschädigt wurde). Jede Reihe enthält die gleichen Sorten und wurde im Sommer gegen Blattäpfchen gleich behandelt; der Unterschied ist einzig durch den Engerlingsfrass bedingt.  
Aufnahme Ende Juli 1946.

### E. Nebenwirkungen der Engerlings-Behandlung mit Hexa-Präparaten.

#### 1. Einfluss auf die Kulturpflanzen.

Obschon eine sehr grosse Zahl der verschiedensten Pflanzen mit 1 % Hexa-Suspension, ca. 10 l je  $m^2$ , behandelt wurden, traten an den Wurzeln dieser Pflanzen nur in ganz vereinzelten Fällen und meist nur vorübergehende Beschädigungen auf. Normalerweise entwickelten sich die behandelten Pflanzen ebenso gut oder besser als die unbehandelten Kontrollpflanzen, auch wenn letztere keinen sichtbaren Engerlingsschaden aufwiesen.

Nur in folgenden Fällen konnten Wachstumsstörungen beobachtet werden :

- a) Bei frischverpflanzten Obstbäumen, die vor dem Anwachsen mit ca. 10 Liter 1,5 % Hexa-Suspension begossen wurden, traten in einem Fall nach ca. 1 Woche Wachstumshemmungen auf, die aber später vollständig verschwanden.
- b) Bei Rebenstecklingen, die mit 3—4 l je lm Pflanzung behandelt wurden, zeigte sich in 2 Fällen eine vorübergehende Wachstumsstockung.
- c) Die Zierpflanze *Spiraea arguta* und andere Spiraeen erlitten durch eine Behandlung mit ca. 10 l je m<sup>2</sup> Wurzelbeschädigungen.
- d) Ein Rasen, der kurz nach dem Keimen mit 10 l je m<sup>2</sup> 1 % Hexa-Suspension begossen wurde, entwickelte sich nach einiger Zeit schlecht, während grössere Grasfianzen durch dieselbe Behandlung in allen Fällen nicht beschädigt wurden.

Wir prüften auch, ob die Ertragsfähigkeit des Bodens nach der Behandlung irgendwie beeinträchtigt wird.

In einem Versuch z. B. wurden einzelne Parzellen mit verschiedenen Mengen von 1,5 % Hexa-Suspension im September 1945, andere im Dezember 1945 oder im Februar 1946 begossen. Anfangs Mai wurden verschiedene Gemüsearten gesät oder gepflanzt und eine Serie Parzellen erst 4 Wochen nach der Bepflanzung begossen. Es zeigte sich in der Folge kein deutlicher Unterschied, ob die Behandlung des Bodens ca. 3—5 Monate vor oder erst 4 Wochen nach der Bepflanzung durchgeführt wurde, so dass wir die in folgender Tabelle 12 zusammengestellten Relativ-Zahlen vergleichen können.

Tab. 12.

Behandlung	Bierrettich und Karotten			Kohlrabi	Kartoffeln
	Anzahl Pfl. je Parzelle	Ertrag je Parzelle	Gewicht je Pfl.	Gewicht je Pfl.	Gewicht je Pfl.
unbehandelt . . . . .	100±10	100±10	100±11	100± 7	100±10
1,5 % Hexa-Susp., 0,1 l je m <sup>2</sup>	101±10	99±11	98±10	100± 7	98±12
1,5 % Hexa-Susp., 1 l je m <sup>2</sup>	110±14	120±10	108±10	103± 5	94± 9
1,5 % Hexa-Susp., 10 l je m <sup>2</sup>	130±15	170±20	133±18	168±17	75±10
1,5 % Hexa-Susp., 20 l je m <sup>2</sup>	82±12	128±25	162±25	158±18	24± 9

Diese Feststellungen sind wohl folgendermassen zu deuten :

- a) Pflanzen, die auch auf chlorhaltige Düngemittel empfindlich sind, wie z. B Kartoffeln, erlitten nach der Behandlung des Bodens mit mehr als 10 l je m<sup>2</sup> sehr deutliche Wachstumshemmungen. Bei Giessmengen bis zu 1 l je m<sup>2</sup> von 1,5 % Hexa-Suspension (das entspricht einer Streumenge bis zu 1 kg Hexa-Streumittel je a) sind keine deutlichen oder nur sehr leichten Störungen aufgetreten.

- b) Bei den nicht chlorempfindlichen Pflanzen, wie z. B. Karotten, Rettich und Kohlrabi (Rübkohl) treten bei den Giessmengen über 10 l je m<sup>2</sup> in erster Linie deutliche Keimschädigungen auf. Bei den Giessmengen von weniger als 10 l je m<sup>2</sup> von 1,5 % Hexa-Suspension (das entspricht bis zu 10 kg Hexa-Streumittel je a!) wird die Entwicklung dieser Pflanzen nicht nachteilig beeinflusst oder sogar deutlich gefördert.

## 2. Einfluss auf andere Bodenlebewesen.

Selbstverständlich sind die Hexa-Giessmittel nicht nur gegen die schädlichen Engerlinge wirksam, sondern sie können auch auf weitere schädliche und nützliche Bodeninsekten und eventuell andere Bodenlebewesen einen Einfluss ausüben. Auf den mit Hexa-Präparaten behandelten Feldern hörte z. B. auch der Frass durch Drahtwürmer auf, und wir konnten tote und gelähmte Drahtwürmer finden. Auch tote Werren wurden festgestellt.

Wir beobachten in allen unseren Versuchen genau die Wirkung auf die nützlichen Tiere, können jedoch noch kein abschliessendes Urteil geben, weil sich diese Untersuchungen über eine längere Zeitspanne erstrecken müssen.

Durch das Hexa-Giessmittel wird z. B. ein Teil der getroffenen Regenwürmer abgetötet, doch ist diese Vernichtung nicht grösser als bei den andern, bisher gebräuchlichen Engerlingsbekämpfungsmitteln oder z. B. bei einer «Güllendüngung». Ferner wird die Entwicklung der überlebenden Regenwürmer und die Zuwanderung in die behandelte Erde nicht behindert. Die Wirkung des Hexa-Giessmittels auf die Boden-Mikroorganismen konnte noch nicht genau geprüft werden, doch liegen keine Beobachtungen vor, die eine schädliche Wirkung vermuten liessen.

Grössere Giessmengen als 10 l je m<sup>2</sup> einer 1 % igen Hexa-Suspension sollten vermieden werden und sind bei geeigneter Anwendungsmethode auch gar nicht nötig. Für grössere zusammenhängende Felder arbeiten wir weiter an einer Behandlungsmethode mit dem Hexa-Streumittel. Bei den relativ kleinen, noch wirksamen Streumengen von ca. 0,5 kg Hexaterr je a, in Spezialfällen bis maximal ca. 1 kg, besteht keine Gefahr, dass das Wachstum der Kulturpflanzen ungünstig beeinflusst wird.

## 3. Einfluss auf Haustiere und Wild.

In Fütterungsversuchen, die von der Gutsverwaltung der Eidg. Versuchsanstalten in Liebefeld-Bern durchgeführt wurden (Ing. agr. H. Gutknecht), erwies sich die Hexa-Suspension gegen Haustiere als ungefährlich. In kombinierten Gruppen-Perioden-Versuchen

wurden Kaninchen während 4 Wochen mit Gras gefüttert, das einmal mit der normalen oder 10-fachen Konzentration der Hexa-Suspension, 10 l je a, bespritzt wurde. Auch Schafe und Kühe erhielten während 4 Wochen behandeltes Grünfutter, das hingegen wegen des regnerischen Wetters täglich bespritzt wurde. Die Fresslust, der Stoffwechsel und die Gewichtszunahme verhielten sich bei den so gefütterten Tieren genau gleich wie bei den entsprechenden Kontrolltieren, und auch in der Nachperiode zeigten sich bei diesen starken Ueberdosierungen keinerlei schädliche Einwirkungen (SCHOCH u. HAUSER, 1946).

Wir fütterten auch Kaninchen kurz nach der Geburt bis zur Schlachtung mit Rüбли, die einen starken Hexa-Geschmack aufwiesen. Die Fresslust und das Wachstum der Kaninchen war aber völlig normal, und auch die Fleischqualität wurde nicht beeinflusst.

#### *4. Möglichkeit einer Geschmacksbeeinflussung der Feldfrüchte.*

Hexa besitzt einen unangenehmen und lange anhaltenden Moder- oder Kellergeruch. Es wurde untersucht, inwieweit sich dieser Geruch den Feldfrüchten mitteilen und diese ev. geschmacklich beeinträchtigen kann. Die entsprechenden genauen Untersuchungen beanspruchen eine längere Zeitdauer und sind noch nicht abgeschlossen.

Wir möchten betonen, dass die einwandfreie Durchführung und Auswertung der «Geschmacksversuche» äusserst schwierig ist. Oft findet man auch bei den unbehandelten Proben einen Beigeschmack (alle Proben sind natürlich für die Degustation nur mit einer Nummer bezeichnet), und es darf nicht jede Beeinflussung auf das Hexa zurückgeführt werden.

Wir empfehlen, dass auf Böden, die mit Hexa-Präparaten gegen Engerlinge behandelt wurden, folgende Pflanzen bis Ende des 2. Jahres nach der Behandlung vorsichtshalber nicht angebaut werden: Kartoffeln, Rüibli, Randen, Bodenrüben, Rettich, Zwiebeln, Lauch und ähnliche Pflanzen, die zur menschlichen Ernährung dienen und deren Ertrag ganz oder teilweise im Boden wächst. Zudem ist bei Pflanzen, deren Ertrag den Boden berührt, wie z. B. bei Erdbeeren, Buschbohnen, Gurken, Kohlrabi, (Rübkkohl) etc. Vorsicht am Platze (HÄNNI, 1946 ; MAAG, 1947).

#### **F. Die Behandlungsmethoden mit Hexa-Präparaten.**

Vorläufig möchten wir die Engerlingsbekämpfung mit Hexa-Präparaten erst bei folgenden Kulturen empfehlen: *In Baum-, Forst- und Rebschulen, bei jungen Obstbäumen, bei Beeren und Zierpflanzen*, besonders in den Vermehrungs- und Anzuchtbeeten der-

selben; bei Sträuchern, Hecken und Stauden auch am definitiven Standort.

### 1. Anwendung der Hexa-Giessmittel.

Alle Versuche haben ergeben, dass die Engerlinge im ersten und zweiten Entwicklungsjahr durch eine Behandlung mit 0,75—1 % Hexa-Suspension vollständig vernichtet werden, bei einer Giessmenge von 7—10 l je m<sup>2</sup> oder 4—6 l je lm bei Reihenpflanzung. Die Hexa-Suspension kann mit «Gülle» (Jauche) vermischt werden. Die Wirkung stellt sich erst nach einiger Zeit ein und ist desto rascher, je besser die Engerlinge vom Giessmittel direkt getroffen werden.

Wichtig ist die Feststellung, dass der Frass sofort nach der Behandlung aufhört. Ein Boden, der mit 10 l Hexa-Suspension je m<sup>2</sup> begossen wurde, zeigte auch ein Jahr nach der Behandlung noch eine sehr gute und rasche frasslähmende und eine langsame abtötende Wirkung auf frisch zugesetzte Engerlinge.

Es ist zu empfehlen, die Bekämpfung möglichst frühzeitig, im April, durchzuführen, bevor grösserer Frassschaden entstanden ist. Einzelne Versuche haben ergeben, dass es möglich ist, durch eine Behandlung des Bodens mit der Hexa-Suspension kurz vor der Eiablage das schädliche Auftreten von Engerlingen zu verhindern. Es genügt dabei schon die geringe Giessmenge von ca. 2 Liter 1 % Hexa-Suspension je m<sup>2</sup>. Diese vorbeugende Behandlung dürfte somit die billigste und wirksamste Bekämpfungsmethode der Engerlinge darstellen.

Ueber die Durchführung der Behandlung ist folgendes zu sagen: Das Einbringen der Flüssigkeit in den Boden muss sich nach der Bodenart und — Beschaffenheit, nach der Pflanzenart und der Tiefe der Engerlinge im Boden richten.

- a) *Das Giessen* mit einer Giesskanne oder mit dem Schlauch der Motorspritze eignet sich bei flachwurzelnden Pflanzen und bei gut durchlässigem Boden. Durch Anlegen einer Giessmulde um die Pflanzen oder einer Furche längs der Pflanzenreihen, sowie durch Anbringen einzelner kleiner Löcher am Grunde der Giessmulden gelangen auch tiefere Bodenschichten in den Wirkungsbereich der Hexa-Suspension. Die Giessmulden werden nach der Behandlung wieder zugedeckt.
- b) *Das Einspritzen* der Hexa-Flüssigkeit mit der Düngelanze, oder mit dem Spritzrohr ohne Spiraleinsatz oder ohne Düse, eignet sich bei tiefer wurzelnden oder grösseren Pflanzen, sowie in schweren, weniger gut durchlässigen Böden. Neben der Einstichtiefe ist auch die Verteilung der Einstiche wichtig (Abb. 15 u. 16). — Einige Baumschulbetriebe verwendeten eine selbst angefertigte Lanze.

In gewissen sandigen oder sehr undurchlässigen, schweren Lehmböden ist es möglich, dass der Wirkstoff der Hexa-Suspension an der Oberfläche abfiltriert wird. In diesen Fällen führt eine Hexa-Emulsion zum Ziel.

## 2. Anwendung des Hexa-Streumittels.

Die Verwendung des Hexa-Streumittels anstelle eines Giessmittels erspart grossen Wasser- oder Gülletransport und verkleinert damit den Arbeitsaufwand.

Die Verwendung der Streumethode wird sich voraussichtlich



Abb. 15. — Einspritzen der Hexa-Suspension mit Hilfe des Spritzrohres ohne Düse. Bei jeder Quittenunterlage wurde ein Einstich durchgeführt, und zwar immer einmal links, dann rechts der Reihe.

für die Engerlingsbekämpfung in Wiesen und Feldern eignen, wird aber auch in Baum- und Rebschulen für eine vorbeugende Behandlung als rationellste und wirtschaftlichste Engerlingsbekämpfung in Betracht kommen. Es sind hierüber weitere abklärende Versuche im Gange.

Für landwirtschaftliche Zwecke kommt voraussichtlich Streuen von ca. 0,5 kg Hexa-Streumittel je a, z. B. mit Kalkstickstoff oder Thomasschlacke gemischt, in Frage; das Streuen auf die rauhe Furche und sofortiges Eineggen wird sich am besten eignen. Für Baumschulen wird es besser sein, 1 kg Hexa-Streumittel je a während des Umgrabens oder vor dem Fräsen zu streuen, so dass der Wirkstoff bis in eine Tiefe von ca. 15 cm gleichmässig verteilt wird.

Es sollten zwischen der Behandlung und der Bestellung des Feldes etwa 3—8 Wochen vergehen, damit die frasslähmende Wirkung im empfindlichen Entwicklungsstadium der Pflanzen voll einsetzt.

### **Zusammenfassung.**

Es werden Versuche zur Engerlingsbekämpfung in Pflanzschulen, bei jungen Obstbäumen, Zierpflanzen und einigen stark befallenen Wiesen dargestellt. Die Eignung von  $\text{CS}_2$ -, DDT- und Hexachlorcyclohexan-Emulsionen sowie von Hexa-Suspensionen zur kurativen Bekämpfung von Engerlingen wurde verglichen. Die Hexa-Giessmittel (Suspension und Emulsion) gaben die besten Resultate, indem sie nicht nur alle direkt getroffenen Engerlinge rasch abtöteten, sondern auch später bei den neu zugewanderten Engerlingen eine Frasslähmung und schliesslich die Abtötung bewirkten.

Wir untersuchten auch den Einfluss der Behandlungen mit Hexa-Präparaten auf andere Bodentiere und auf die Pflanzen selbst, sowie auf den Ertrag und den Geschmack der später in den behandelten Böden kultivierten Pflanzen. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, es werden aber für die Praxis entsprechende Vorsichtsmassnahmen empfohlen.

Für Pflanzschulbetriebe (Baum-, Forst- und Rebschulen und Anzuchtbeete von Beeren und Zierpflanzen), für junge Obstbäume, Beeren und ausdauernde Zierpflanzen konnte eine Behandlungsmethode mit der Hexa-Suspension durch zahlreiche praktische Versuche ausgearbeitet werden.

Ferner konnten grundlegende Versuche mit einem Hexa-Streumittel für eine wirtschaftlich gut tragbare Engerlingsbekämpfung in grösseren, landwirtschaftlich genutzten Feldern durchgeführt werden.



Abb. 16. — Behandlung eines Goldparmänen-Hochbusches (Unterlage EM II, gepflanzt 1941). Mit dem Spritzrohr ohne Düse wurden 6 Einstiche je  $m^2$  ausgeführt und 3—4 Liter 1% Hexa-Suspension je Baum eingespritzt (Versuchsanlagen Dielsdorf).

### Résumé.

Le présent travail résume les essais et les expériences entrepris dans la lutte contre les vers blancs, au moyen d'insecticides divers, par les collaborateurs de la maison Maag S. A., Dielsdorf.

Les émulsions de sulfure de carbone additionnées de paradichlorobenzène ont été expérimentées dès 1922. Judicieusement utilisées, elles permettent la destruction des vers blancs, mais leur effet n'est malheureusement pas durable.

Les émulsions de DDT, employées dès 1943, sont moins toxiques pour les vers blancs, mais ont l'avantage de préserver les plantes pendant un certain temps.

Des essais entrepris dès 1944 ont montré que les produits à base d'hexachlorocyclohexane offrent actuellement de nouvelles possibilités de lutte contre ces ravageurs du fait de leur application facile, de leur efficacité et de leur prix.

Les fortes apparitions de vers blancs des années 1945 et 1946 ont permis d'entreprendre des essais de grande envergure portant simultanément sur les trois produits cités et de mettre au point les méthodes d'emploi des différentes préparations d'hexachlorocyclohexane.

Ces expériences démontrent l'efficacité comparable des émulsions et des suspensions, ainsi que la possibilité de les utiliser soit en arrosage, soit en injections, selon la nature du sol et des cultures à protéger. Ces produits sont, de plus, miscibles au purin. Nous avons, en outre, établi le mode d'épandage d'une poudre à base d'hexachlorocyclohexane, qui, mélangée aux engrains (scories Thomas, cyanamide par exemple), permet de combiner traitement insecticide et fumure.

L'attaque des vers blancs peut être arrêtée immédiatement par l'emploi des produits à base d'hexachlorocyclohexane. Les vers blancs touchés par le produit sont tués. Dans certains cas, suivant le mode d'emploi et la quantité de produit utilisée, la destruction complète des vers blancs ne peut être réalisée qu'après des mois ; ils cessent néanmoins de manger dès l'application et les végétaux se trouvent ainsi protégés contre leurs dégâts. Il est même possible de préserver une surface de terrain en traitant pendant le vol des hannetons.

Sur la base des essais entrepris dans des cultures nombreuses et importantes, nous avons mis au point des méthodes de traitement de pépinières (fruтиères, forestières, ornementales ou viticoles), ainsi que de cultures fruitières à demeure, par l'emploi de suspensions, d'émulsions ou de poudres à base d'hexachlorocyclohexane.

Nous avons entrepris l'étude des effets du traitement sur la faune du sol, vers de terre et fourmis par exemple, et sur d'autres parasites comme les vers fil de fer. Des recherches ont été faites afin de préciser dans quelle mesure le traitement influence la croissance des végétaux.

Les produits à base d'hexachlorocyclohexane répandent une odeur désagréable qu'ils peuvent transmettre aux bulbes, aux racines et aux plantes traités. Ces questions ont fait l'objet de recherches et nous avons indiqué les précautions qu'elles imposent.

### Literatur.

- BLUNCK, H. u. NEU, W., 1942. *Fortschritte in der Maikäferbekämpfung (Literaturangaben)*. Anz. Schädl. kunde 18: 37—40.
- BRAUN, W., 1946. *Heutiger Stand der Bekämpfung der Maikäfer und Engerlinge*. Schweiz. landw. Monatshefte: 344—353.
- BURNET, J.-M., 1946. *Gammexane as an agricultural insecticide*. 1<sup>er</sup> congr. int. Phytopharm., Louvain, Belgique, 15.—29. Sept.
- CLAUSEN, R. u. GÜNTHER, E., 1946. *Essais de lutte contre le ver blanc (Melolontha melolontha L) avec l'hexachlorocyclohexane*. 1<sup>er</sup> congr. int. Phytopharm., Louvain, Belgique.
- ENGELHART, W., 1943. *Zur Maikäferbekämpfung (Vergrämung mit Naphthalin)*. Die kranke Pfl., 20: 110—111.
- FLEMING, W. E. u. MAINES, W. W., 1944. *Influence of temperature on the effectiveness of DDT, and the comparative toxicity of DDT and lead arsenate to larvæ of the Japanese Beetle in soil*. U. S. Dep. agric. Bureau of Ent. a. Plant Quarantine, Sept. 1944, E. 624.
- GAMBRELL, F. L., 1946. *The Europ. Chafer Amphimallon majalis and its control in lawns (Bekämpfung der Larven mit Bleiarsen und DDT-Gießmitteln)*. J. econ. Ent. 39: 168—173.
- GÜNTHER, E., 1945. *Ueber die insektizide Wirkung eines Benzolhexachlorid-Präparates (Hexa-Suspension gegen Ceuthorrhynchus spp.)*. Mitt. schweiz. Ent. Ges. 19: 648—649.
- HÄNNI, H., 1946. *Wird der Geschmack der Feldfrüchte durch die Anwendung der Hexachlor-cyclohexan-Produkte beeinträchtigt?* Schweiz. Landw. Monatshefte: 355—356.
- LEUZINGER, H., 1934. *Versuche zur Maikäferbekämpfung im Wallis (Vergrämung mit Naphthalin, Bekämpfung mit Terpur)*. Schweiz. Zeitsch. f. Obst- u. Weinbau.
- MAAG, A. G., Chemische Fabrik, 1947. *Kann der Geschmack von Gemüse und weiteren Kulturen durch die Hexa-Präparate beeinflusst werden? Wichtige Mitteilung an alle Gärtnner und Landwirte, die im Jahre 1946 Kulturen mit dem Hexa-Präparat 941 behandelt haben*. Der Gemüsebau, Zürich, 10: Heft 4.
- RIETH, G., 1938. *Ein Versuch zur Vergrämung von Maikäfer-Weibchen (mit Naphthalin)*. Anz. f. Schädl. kunde 14: 18—21.
- SCHOCH, W. u. HAUSER, H., 1946. *Bericht über Fütterungsversuche mit der Hexa-Suspension 941, bei Kaninchen, Schafen und Kühen*. Gutsverwaltung der eidg. landw. Versuchsanstalten in Liebefeld- Bern und Veterinär-pathologisches Institut der Universität Bern.
- SCHNEIDER-ORELLI, O. u. BRAUN, W., 1943. *Die Grenzverschiebungen zwischen Berner- und Urnerflugjahrsgebieten des Maikäfers in der Umgebung von Zürich*. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges. 53 A: 500—516.
- SCHWERDTFEGER, F., 1944. *Die Waldkrankheiten (Literaturangaben: 144, 421, 423)*. Parey, Berlin.
- WANNER, E., 1938. *Engerlingsbekämpfung in der Rebschule (mit CS<sub>2</sub>)*. Der Deutsche Weinbau 17: 278—280.
- WIESMANN, R., 1928. *Vernichtung von Engerlingen in Pflanzschulen (mit Terpur)*. Schweiz. Zeitsch. f. Forstwesen, 79: 295—298.
- 1942. *Versuche zur Bekämpfung des Maikäferengerlings in Rebenneuanlagen (Vergrämung, Bekämpfung mit Terpur)*. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau, 51: 479—483.