

Erdbeeren die Regel ist, müßten allerdings erst weitere Versuche klären. Bei reifen Erdbeeren ist schon nach einem Tag eine stärkere Beeinträchtigung möglich. Um Fehler Teile zu vermeiden, ist sorgfältig darauf zu achten, daß Erdbeeren, die zu Proben verwandt werden, nicht die geringsten Faulstellen haben. Bei größeren Früchten kann der Hexa-Geschmack durch die verhältnismäßig große, saftige Fruchtfleischmenge teilweise verdeckt werden; sie sind deshalb weniger geeignet als kleinere.

Stachelbeeren wurden in den diesjährigen Versuchen etwa 4 Wochen vor der Vollreife behandelt. Bei der Kontrolle nach 25 Tagen war hier die Geschmacksbeeinträchtigung auch bei sonst sehr schlecht schmeckenden Mitteln sehr gering. Z. T. muß das sicher auf die abwaschende Wirkung mehrerer Gewitterregen (insgesamt 155 mm) zurückgeführt werden.

Johannisbeeren wurden als hellrote Früchte behandelt, die Proben an roten, vollreifen Beeren vorgenommen. Auffällig war hierbei das starke Haften der Staubbeläge an der Beerenoberfläche. Selbst beim Waschen im Laboratorium waren die Staubreste nur schwer, zum Teil überhaupt nicht zu entfernen. Entsprechend der größeren Haftfähigkeit war die Geschmacksbeeinträchtigung verhältnismäßig stark, obwohl die Kontrolle erst 23 Tage nach der Behandlung vorgenommen wurde und die Gesamtregenmenge 39 mm betragen hatte.

Unter den Gemüsen wurden mit Salat als Testpflanze gute Erfahrungen gemacht. In unseren Versuchen wurde nach kurzer Einwirkungszeit eine verhältnismäßig starke Beeinflussbarkeit festgestellt. Die einfache und schnelle Anzuchtmöglichkeit während der ganzen Vegetationsperiode lassen ihn für die serienmäßige Prüfung der geschmacksbeeinflussenden Wirkung der Hexa-Präparate als Testpflanze geeignet erscheinen. Behandelt wird er am besten schon, wenn 3—4 große Blätter vorhanden sind. Kontrollen werden nach 1, 3 und 8 Tagen vorgenommen. Die Verwendung zarter Blätter für diese Versuche ist deshalb wichtig, weil ältere häufig bitter sind und so eine Geschmacksbeeinflussung vollkommen verdecken können.

Radieschen, die ebenfalls während der ganzen Vegetationszeit leicht anzuziehen sind, erwiesen sich als Testpflanze weniger geeignet. Der scharfe Eigengeschmack wirkt in manchen Fällen störend. Der typisch muffige Hexa-Geschmack tritt zwar neben dem Eigengeschmack deutlich hervor; aber die manchen Hexa-Präparaten eigene scharfe Komponente verschwindet. Nahezu erntereife Radieschen nehmen ver-

hältnismäßig schnell den muffigen Hexa-Geschmack an: Das Probieren einer großen Anzahl von Radieschen bei Serienversuchen wurde im allgemeinen als unangenehm empfunden. Gut ließen sich die Proben jedoch durchführen, wenn Brot dazu gereicht wurde.

Erbsen eignen sich für die Geschmacksprüfung nur dann, wenn sie ganz jung behandelt werden. Ältere Erbsen weisen häufig einen bitteren Eigengeschmack auf und sind ohnehin in rohem Zustand schlecht zu probieren. Das Kochen von Erbsen wiederum ist bei einer großen Anzahl von Proben wegen der langen Kochzeit zu umständlich. Um die Möglichkeit, beim Palen Mittelspuren von der Außenseite der Hülse durch die Hand auf die Erbsen zu übertragen, auszuschalten, werden die Erbsen nach dem Öffnen der Hülsen mit einem ständig wieder gereinigten Gegenstand herausgestoßen. Die geschmackliche Beeinflussung findet durch die Schale hindurch statt. Einzelne jung behandelte Proben wurden im reifen Zustand geerntet, getrocknet und gekocht. Bei schlechten Mitteln war auch dann eine deutliche Beeinträchtigung festzustellen.

Buschbohnen und Kohlrabi müssen aus denselben Gründen wie der Salat sehr jung behandelt werden; denn nur sehr zart eignen sie sich für die Rohkostproben.

Für die serienmäßige Prüfung von Hexa-Präparaten auf ihre geschmacksbeeinflussende Wirkung steht uns also eine ganze Reihe geeigneter Früchte und Gemüse als Testpflanzen zur Verfügung. Man kann sie je nach Jahreszeit und örtlichen Verhältnissen wählen.

Literaturverzeichnis.

1. Trappmann: Geschmacksbeeinträchtigungen von Erntegut durch Hexa-Präparate. Nachrichten Biol. Zentralanst., Braunschweig, Nr. 6, 1949, S. 80.
2. v. Skramlik, E.: Physiologie des Geschmackssinnes. Handb. der normalen und pathologischen Physiologie (Bethe, Bergmann, Embden, Ellinger, Bd. 11, I. Berlin 1926).
3. Höber: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Berlin 1934.
4. Hofmann, F. B.: Der Geruchssinn des Menschen. Handbuch der normalen und pathol. Physiologie. Bd. 11, I, Berlin 1926.
5. Zwaardemaker, H.: Methoden der Untersuchung des Geschmacks und der Geschmacksstoffe. Abderhalden: Handb. der biol. Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 7, 1. Hälfte, Berlin 1930.
6. Zwaardemaker, H.: Prüfung des Geruchssinnes und der Gerüche. Abderhalden: Handb. der biol. Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 7, 1. Hälfte, Berlin 1930.

Keimung von Unkräutern und Kulturpflanzen nach Behandlung des Bodens mit 2,4 D-Mitteln

Von Dr. M. Hanf, Pflanzenschutzamt Hessen-Nassau, Bezirksstelle Gießen

Ein wesentliches Problem der Bekämpfung von Ackerunkräutern ist die Ausschaltung der Samenverbreitung und die Vernichtung der im Boden ruhenden Samen. Während die Einschränkung der Samenverbreitung durch die verschiedensten Maßnahmen weitgehend gelingt (Saatgutreinigung, Mistaufbereitung usw.) haben wir heute noch keine Möglichkeiten, die in die Hunderttausende gehende Zahl der ruhenden Unkrautsamen je qm im Boden zu vermindern. (Gute Bodengare bringt uns diesem Ziel allerdings etwas näher). Durch die Bodenbearbeitung gelangen immer wieder neue Samen in eine bestimmte günstige Bodenschicht, keimen und bedingen jährlich neuen Unkrautbesatz. Durch Vernichtung der Gesamtheit der in den verschiedensten Bodenschichten liegenden Samen mit einer Behandlung, wäre auf Jahre hinaus die Verunkrautung eines Acker- oder Gartenlandes unterbunden.

Für die Ausschaltung all dieser Unkrautsamen gibt es theoretisch zwei Möglichkeiten:

entweder wird durch Anwendung irgendwelcher Chemikalien die Samensubstanz zerstört

oder durch bestimmte Behandlung die Keimung auch in größerer Tiefe bei allen ruhenden Samen angeregt. Letzterer Weg würde dazu führen, daß die in tieferen Schichten keimenden Samen zugrunde gehen, weil die Keimlinge nicht in der Lage sind, die Bodenschichten zu durchbrechen. Die auflaufenden Keimlinge können dann unschwer durch geeignete Bekämpfungsmittel ausgemerzt werden.

Durch die Einführung der Wuchsstoffe in die Unkrautbekämpfung scheinen Möglichkeiten gegeben, auch auf die Samen im Boden einzuwirken. Die in dieser Richtung angestellten Versuche führten zunächst nicht zu dem gewünschten Ergebnis, brachten aber doch für die Bekämpfungsmöglichkeiten der Unkräuter im

frühesten Stadium beachtliche Hinweise.

Das Ziel der angestellten Versuche war, den Unkrautwuchs möglichst schon vor der Saat oder dem Pflanzen auf den behandelten Böden weitgehend einzuschränken. In der Tat gelang es, die mit 2,4 D begossenen oder bespritzten Böden für lange Zeit praktisch frei von Unkraut zu halten. Zur Verwendung kamen vor allem U 46 (Badische Anilin- und Sodafabrik) und Selektion sowie die Präparate ON 1303-1308 (Borchers, Goslar). Die Berichte über „Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung“ von Dr. R. Maag Nr. 23 vom Februar 1949 enthalten Hinweise in der gleichen Richtung. Es wird erwähnt, daß Klee-Einsaat auf mit „Erpan“ behandelten Böden erst nach 4 Wochen möglich ist, bzw. daß behandelte Böden noch Wochen frei von keimenden Unkräutern bleiben, wodurch Kulturpflanzen sich ungehemmt entwickeln können).

1. Keimung von Unkrautsamen nach Behandlung mit 2,4 D-Mitteln.

a) Gewächshausversuche.

Die ersten Tastversuche mit U 46 0,2 % zeigten, daß die eigentliche Keimung verschiedener Unkrautsamen nur unbedeutend gehemmt, das weitere Wachstum dagegen fast vollständig unterbunden wird. In Blumentöpfe wurden in 2, 1 und 0 cm Tiefe je 4 verschiedene Samenarten (je 50 Stück) ausgesät und am 3. Tag, eine 2. Serie am 6. Tag nach der Aussaat mit je 5 ccm einer 0,2 %igen Lösung von U 46 übersprüht (2 Wiederholungen). (Abb. 1.) Die Menge der Flüssigkeit

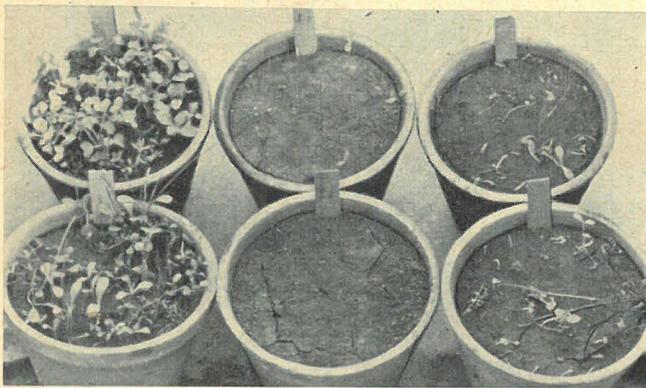


Abb. 1. Blumentöpfe mit Unkrauteinsaat in 1 cm Tiefe. Links unbehandelt, Mitte am 3. Tag, rechts am 6. Tag nach der Aussaat mit U 46 0,2 % übersprüht. Die Keimung der Unkräuter bzw. das Weiterwachsen ist fast vollständig unterbunden (Aufnahme: Dr. Heidt, Zentralbildarchiv, Gießen).

¹⁾ Ein nach Drucklegung dieser Arbeit erscheinender Aufsatz von W. Holz „Versuche mit 2,4 D zur Unkrautbekämpfung im Gemüsebau“ in „Schädlingsbekämpfung“ 42, H. 3, befaßt sich mit den gleichen Fragen und kommt zu ähnlichen Ergebnissen.

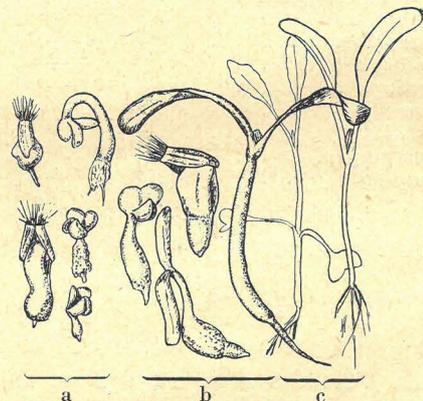
Übersicht 1: Verminderung der Keimlingszahl durch Behandlung von Blumentöpfen mit U 46

	Aussaat der Unkräuter					
	unbehandelt	Oberfläche		in 1 cm Tiefe		
		U 46 0,2% am 3. Tag	U 46 0,2% am 6. Tag	unbehandelt	U 46 0,2% am 3. Tag	U 46 0,2% am 6. Tag
<i>Matricaria inodora</i>	60	1,5	16,5	8,5	1	1,5
<i>Chenopodium album</i>	7	0,5	—	7	0,5	0,5
<i>Centaurea cyanus</i>	45	0,5	4	19	5	4
<i>Alopecurus agrestes</i>	40	12	25	13,5	6	12
<i>Papaver rhoeas</i>	44	24	54	29	4,5	15
<i>Sinapis arvensis</i>	10	1,5	3,5	9	—	—
<i>Galinsoga parviflora</i>	4	1	—	25	—	7
	210	41,0	103,0	111	17	40
	100%	20%	49%	100%	15%	36%

entsprach etwa einer Aufwandmenge von 1000 Litern je ha. In weiteren Versuchen kam dann auch noch eine 0,1 %ige Lösung zur Anwendung.

Am 3. Tage waren die Samen noch nicht gekeimt. Das Austreten der Kotyledonen verzögerte sich gegenüber „unbehandelt“ um einige Tage. Am 6. Tage war ein großer Teil der Samen bereits in Keimung. Das weitere Wachstum wurde aber auch hier vielfach abgestoppt. Charakteristisch ist das Fehlen jeglicher Wurzelbildung (Abb. 2). Das Hypokotyl ist stark verdickt. Die meisten Keimlinge blieben auf diesem Stadium stehen und gingen bald zugrunde, ohne weitere Blätter zu bilden.

Die einzelnen Unkräuter reagieren auf die Behandlung recht verschieden. Die Ergebnisse der Keimung von 7 Unkrautarten sind in Übersicht 1 zusammengefaßt. Die Keimung in 1 cm Tiefe ist auch in den



a) 3 Tage nach Aussaat behandelt
b) 6 Tage nach Aussaat behandelt
c) unbehandelt

Abb. 2. Keimlinge aus dem in Abb. 1 dargestellten Versuch. Kornblume und Ackersenf („Unbehandelt“ im halben Maßstab gezeichnet) (Originalzeichnung).

unbehandelten Töpfen geringer als bei oberflächlicher Aussaat. Die Keimhemmung²⁾ wirkt sich aber in gleichem Sinne bei Behandlung am 3. Tag stärker aus als am 6. Bei Anwendung nur 0,1 %iger Lösung in gleicher Aufwandsmenge verminderte sich die gesamte Keimlingszahl nur auf 48 bzw. 43 % gegenüber unbehandelt.

Alle angelegten Versuche sowohl in Töpfen als auch in Keimkästen verliefen in gleicher Weise, obwohl manche Arten mehr, andere weniger geschädigt wurden. Hierbei ergab sich die bemerkenswerte Tatsache, daß die Keimlinge sich ähnlich verhalten, wie ältere Pflanzen gleicher Art. Zum Beispiel Klettenlabkraut (*Galium aparine*) und Ackerhohlzahn (*Galeopsis tetra-*

²⁾ Verstanden wird hier unter: Keimhemmung — völliges Ausbleiben der Keimung bei einem Teil der Samen. Keimverzögerung — späteres Auskeimen als normal.

hit) erfahren weder eine Keimverzögerung noch Wachstumsänderungen des Keimlings (vgl. Übersicht 2).

Übersicht 2: Wirkung von 2,4 D-Mitteln auf verschiedene Unkrautarten

	Keimverzögerg.	Schädigung
<i>Chenopodium album</i>	++	++++
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+	++++
<i>Cetuaurea cyanus</i>		++++
<i>Sinapis arvensis</i>	+	++++
<i>Papaver rhoeas</i>	+	++++
<i>Thlaspi arvense</i>	+	++++
<i>Anthemis arvensis</i>	+	++++
<i>Matricaria inodora</i>	+	++++
<i>Melandrium album</i>	+	++++
<i>Vicia hirsuta</i>	0	+
<i>Polygonum lap. und pers.</i>	0	+
<i>Lamium amplexicaule</i>	0	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	++	0
<i>Capsella bursa pastoris</i>	+	0
<i>Stellaria media</i>	+	0
<i>Sonchus asper</i>	+	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0	0
<i>Chenopodium polysp.</i>	0	0
<i>Alopecurus agrestis</i>	+	0
<i>Galium aparine</i>	0	0

++++ = sehr starke Keimverzögerung bzw. Schädigung.
 +++ = mittlere
 ++ = schwache
 + = keine
 0 = keine

Die ersten Versuche ergaben, daß es möglich ist, durch Befeuchten des Bodens mit Lösungen von 2,4 D-Mitteln den Unkrautwuchs wesentlich zu beeinflussen.

b) Freilandversuche.

Die Ergebnisse der Gewächshausversuche galt es im Freiland nachzuprüfen. Am 16. 7. 1948 wurden im Garten des Pflanzenschutzamtes mehrere Beete mit U 46 und dem Spritzmittel ON 1303, sowie dem, den gleichen Wirkstoff enthaltenden Stäubemittel ON 1304 behandelt. Der an sich schon recht starke Unkrautwuchs dieses Gartenbodens erfuhr durch Aussaat von Ackersenf und anderen Unkräutern noch eine Verstärkung. 15 Unkrautarten liefen auf, davon waren aber nur die in Übersicht 3 zusammengestellten 7 Arten gleichmäßig über die 3 Wiederholungen aller Versuchsgruppen verteilt, so daß ein zahlenmäßiger Vergleich möglich war.

Die Versuchsfläche bot ein verblüffendes Bild. Während die „unbehandelten“ Parzellen dicht mit einem grünen Pflanzenteppich bedeckt waren, fanden sich auf den behandelten Teilstücken nur vereinzelte, meist nur kümmerliche Exemplare (Abb. 3). Insgesamt gesehen war der Besatz auf 9 bzw. 12 % bei den Spritzmitteln abgesunken. Ein unterschiedliches Verhalten der Arten zeigte sich auch hier (vgl. *Stellaria media* Übersicht 3). Die Hauptmasse der Unkrautkeimlinge wurde vom Hirtentäschelkraut gestellt.

Ein weiterer Versuch — angelegt am 26. 8. 49 — bestätigte dieses Ergebnis, zeigte aber bei ausschließlicher Verwendung von U 46 in verschiedenen Konzentrationen, daß die Menge des Wuchsstoffes für die Keimhemmung maßgeblich ist. Während nach 5 Wochen auf der unbehandelten Parzelle 1598 Pflänzchen (davon 1500 *Papaver rhoeas*) standen, wurden bei einer

Konzentration von 0,05 %	1534	=	96 %
von 0,1 %	1000	=	63 %
von 0,2 %	300	=	19 %

gezählt (Flüssigkeitsmenge wie in allen Versuchen einer Aufwandmenge von 1000 l/ha entsprechend).

Übersicht 3: Auszählung aufgelaufener Unkräuter nach Bodenbehandlung mit verschiedenen 2,4 D-Mitteln. (Aussaat und Behandlung 16. 7. 1948.) Durchschnitt aus 3 Parzellen. Auszählung 15. 9. 1948.

Unkrautart	Unbehandelt	U 46 0,2%	ON 1304 0,2%	ON 1304 (Staub)
<i>Sinapis arvensis</i>	13	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	12	2	0	2
<i>Galinsoga parviflora</i>	35	3	1	2
<i>Sonchus arvensis</i>	5	2	1	2
<i>Capsella bursa pastoris</i>	1160	1	20	11
<i>Lepidium ruderales</i>	160	0	70	75
<i>Stellaria media</i>	140	135	90	110
	1525	143	182	202
= 100%		9%	12%	13%
Ohne <i>Stellaria media</i>	= 100%	0,6%	6,6%	6,6%
Konzentration von 0,05 %		1534	=	96 %
„ 0,1 %		1000	=	63 %
„ 0,2 %		300	=	19 %

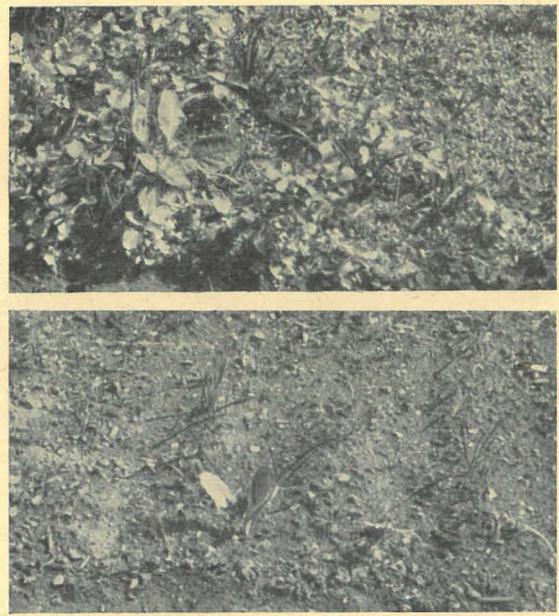


Abb. 3. Gartenbeete unten mit 2,4 D-Mitteln begossen, oben unbehandelt. Aufnahme 6 Wochen nach Bodenbearbeitung. (Aufnahme: Dr. Heidt, Zentralbildarchiv, Gießen).

Zur Kontrolle der Nachwirkung der Wuchsstoffe im Boden im Frühjahr 1949 angelegte Versuche zeigten das gleiche Bild:

die behandelten Parzellen frei von Unkraut oder nur mit kümmerlichem Bewuchs. In allen Versuchen ergab sich demnach, daß es möglich ist, das Auflaufen im Boden ruhender Samen (allerdings nur oberste Schicht) weitgehend zu unterdrücken. Gekeimte Pflänzchen gingen meist durch ungenügende Wurzelentwicklung ein. Nur wenige bildeten kümmernde Pflanzen.

2. Weitere Entwicklung gekeimter Unkräuter.

Das Aufbringen der Wuchsstoffe auf den Boden vor oder während der Keimung der Unkräuter hat zur Folge, daß der größte Teil nicht zu wachsen vermag.

Absterben der Keimwurzel, Verdickungen des Hypokotyls und Verkrümmungen der Kotyledonen mit Schädigung des Vegetationspunktes folgen meistens auf die Berührung mit Wuchsstoffen. In Einzelfällen wurde sowohl in Topf- wie Freilandversuchen beobachtet, daß die Keimlinge weiter wachsen, aber zu Mißbildungen führen. Diese äußern sich vorwiegend in Verwachsungen der Blätter, die unmittelbar auf die Keimblätter folgen (Abb. 4). „Trichter-“ oder „Fächerblätter“ kommen zustande. Manchmal wirkt sich der Wuchsstoff nur auf Blattanlagen der ersten Blätter aus, ohne den Vegetationspunkt gänzlich zu zerstören, so daß dieser aus den Trichtern heraus weiter wachsen kann (vgl. *Stellaria media* Abb. 4). Diese in frühesten Jugend geschädigten Pflanzen ergeben aber nur sehr selten normale Pflanzen. Meist bleiben sie Kümmerer. Der tatsächliche Erfolg der geschilderten Methoden ist demnach an sich noch größer, als er sich in den Prozentzahlen der übrigbleibenden Keimlinge ausdrückt. Die Unterschiede der Wirkung liegen wohl hauptsächlich darin begründet, in welchem Keimstadium die Pflänzchen vom Wuchsstoff getroffen werden. Auch die Verbildungen an älteren Pflanzen hängen von dem jeweiligen Wachstumszustand der einzelnen Organe ab. Über die zwangsläufig eintretenden morphologischen Änderungen soll in einer besonderen Arbeit berichtet werden.

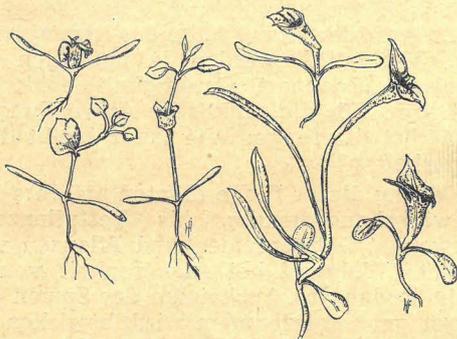


Abb. 4. Blattverwachsungen an Keimlingen nach Behandlung mit 2,4 D-Mitteln (links *Stellaria media*, rechts *Centaurea cyanus*) (Originalzeichnung).

3. Verhalten von Kulturpflanzensamen.

Das Verfahren der Bodenbehandlung mit Wuchshormonen zur Unterdrückung des Unkrautwuchses hat selbstredend nur dann einen praktischen Nutzen, wenn die auf dem betreffenden Boden anzubauenden Kulturpflanzen nicht ebenfalls geschädigt werden. Der Art der verwendeten Wirkstoffe entsprechend wird sich ein grundsätzlich anderes Verhalten monokotyler (also vorwiegend Getreide) und dikotyler Pflanzen ergeben. Untersucht wurde in diesem Zusammenhang einmal die Keimung von Weizen, daneben auch Hafer, Roggen und Gerste, sowie die Keimung verschiedener Gemüse, vor allem Buschbohne, Möhre, Radieschen und das Verhalten von Salat- und Kohlpflanzen, die in behandelten Boden gepflanzt wurden.

a) Getreide:

Bei den Freilandversuchen im Garten 1948 und z. T. auch 1949 wurden in die mit Wuchsstoffen behandelten Beete Reihen von verschiedenen Getreidearten eingesät, und zwar meist in Abständen von mehreren Tagen jeweils 1—2 Reihen. Eine exakte zahlenmäßige Auswertung dieser Versuche ist nicht möglich, da an einzelnen Beeten erhebliche Schäden durch Spatzenfraß entstanden. Die Beurteilung des Aufwuchses insgesamt bei allen 4 in Betracht kommenden Versuchen und bei allen Getreidearten zeigt gleichsinnig folgendes Verhalten:

Bei Behandlung des Bodens mit U 46 0,1 und 0,2 %, ON 1303 und 1305 0,5 %, tritt eine geringe Keimverzögerung von etwa 1—3 Tagen ein. Die Keimlinge bleiben zunächst im Wachstum zurück, holen den Vorsprung der unbehandelten Keime aber bald restlos ein. Die Mittel ON 1307 und 1308, die einen etwas anderen Wirkstoff enthalten, machten eine Ausnahme, indem sie keimfördernd und wachstumsbeschleunigend wirken.

Parallel zu den ersten Freilandversuchen liefen Versuche im Labor in mit Sand gefüllten Keimkästen, die

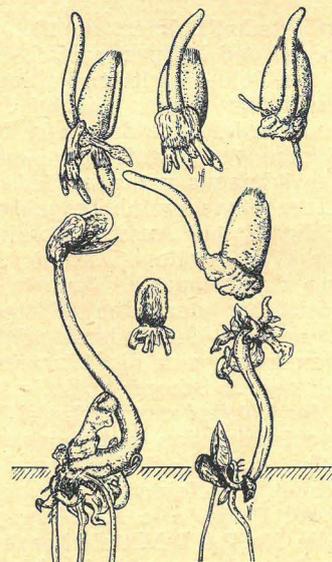


Abb. 5. Verbänderungen der Keimwurzeln von Weizen und Bohnen nach Behandlung des Bodens vor Aussaat mit 2,4 D-Mitteln (Originalzeichnung).

mit je 100 Weizenkörnern besetzt wurden (2 Versuchsreihen mit je 2 Wiederholungen). Da beide Versuche völlig gleich verliefen, kann das Ergebnis zusammengefaßt zur Darstellung kommen. Es kamen 2 Dosierungen zur Anwendung, einmal die der normalen Aufwandmenge von 1000 l/ha im Freiland entsprechende

Flüssigkeitsmenge, zum anderen eine 25-fache Überdosierung (Flüssigkeitsmenge, nicht Konzentration). Hier zeigten sich erhebliche Unterschiede. Die normale Gabe wirkte in dem Sandboden der Blechkästen zunächst in geringem Maße keimbeschleunigend (3. Tag), die hohe Aufwandmenge stark hemmend. Die Keim-

ung des verwendeten Weizens insgesamt war auch in „unbehandelt“ mit 54,5 % nach 10 Tagen gering.

Die Höhe der Keimlinge war bei der normalen Gabe fast gleich, nur bei ON 1307 deutlich gefördert. Die Überdosierung führte zu starken Keim- und Wachstumsschädigungen, die sich vor allem in Verbänderung der Wurzeln, Wachstumsstockung der Keimwurzeln und Krümmungen des Keimlings äußerten (vgl. Abb. 5 oben).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei normalen Aufwandmengen die Keimung des Getreides auch bei Aussaat unmittelbar nach dem Aufbringen von Wuchsmitteln auf den Boden nicht beeinträchtigt wird. Das weitere Verhalten der Pflanzen bis zum Fruchten wurde nicht verfolgt. Schäden sind aber später nicht zu erwarten, da Organverbildungen nur dann eintreten scheinen, wenn die betreffenden Teile bereits im Vegetationspunkt im allerjüngsten Stadium angelegt sind. Eine wesentliche Aufnahme des Wuchsstoffes durch die Wurzel ist nach den bisher vorliegenden Beobachtungen unwahrscheinlich.

b) Gemüsesamen.

Bekanntlich reagieren dikotyle Pflanzen besonders stark auf die Behandlung mit 2,4 D-Mitteln. Es ist daher erklärlich, daß Gemüsesamen wie Kohl, Radieschen, Bohnen, Möhren u. a. stärker auf eine Bodenbehandlung ansprechen als Getreide. Die angelegten Versuche sollten vorwiegend die Frage klären, wie lange eine Nachwirkung im Boden standhält. Zunächst sei aber das allgemeine Verhalten der Samen besprochen.

Das Aufbringen von 2,4 D-Spritzmitteln auf frisch bearbeitetem Boden hat in allen Fällen eine Keim-

verzögerung der Gemüsesämereien zur Folge. Meist kommt es darüberhinaus zu erheblichen Wuchsschädigungen der Keimlinge. Im Sommer 1949 wurde im Garten des Pflanzenschutzamtes in Gießen eine größere Parzelle in 16 je 2 qm große Teilstücke eingeteilt. Je 4 Beete bekamen am gleichen Tage eine 0,1 %ige Gabe von U 46, und zwar 200 ccm je Beet mit einer Handspritze gleichmäßig verteilt. Gespritzt wurde

Gruppe	1	am	19.	4.	beim Keimen der Unkräuter
„	2	„	12.	5.	bei Aussaat der Bohnen
„	3	„	24.	5.	nachdem Bohnen aufgelaufen waren.

Die Aussaat der Gemüse erfolgte bei Bohnen am 12. 5. bei Radieschen und Möhren am 1. 6.

Die stärkste Schädigung der Bohnen tritt ein, wenn am Tage der Aussaat der Boden vorher mit 2,4 D gespritzt wurde. Anscheinend nehmen die Samen beim Quellen eine erhebliche Menge Wuchsstoff auf. Versuche in Keimkästen im Gewächshaus mit verschiedenen Böden und verschiedener Wasserzufuhr ergaben ebenfalls die stärkste Schädigung bei Aussaat unmittelbar nach Aufbringen der Wuchsstoffe. Charakteristisch ist eine Verzögerung der Keimung, Verkrümmung des Hypokotyls, Hemmung der Primärblätter und vor allem eine Verkürzung und Verbänderung der Wurzeln. In manchen Fällen heben sich die Wurzeln aus der Erde und stehen als wirrer Schopf in die Luft (Abb. 5). Aus den Achseln der Kotyledonen bilden sich neue Wurzeln. Die leicht abbrechenden Kotyledonen bewurzeln sich oft selbständig. Auch die Bodenbehandlung 24 Tage vor der Aussaat hat Keimverzögerung, aber keine Keimhemmung zur Folge. Die Ausbildung der Primärblätter erfährt die für 2,4 D-Mittel charakteristische Reduzierung des Parenchyms und eine Verbreiterung und Vereinfachung der Blattnervatur. Die Schäden gleichen sich im Verlauf des Wachstums weitgehend aus. Eine Spritzung nach der Aussaat beim Auflaufen der Keimlinge hat keinen Einfluß mehr auf Keimlingszahl und Ausbildung der Primärblätter. Hier werden lediglich die Folgeblätter lanzettlich verbändert.

Die Keimung der Radieschen und Möhren war infolge der großen Sommertrockenheit auch auf den unbehandelten Beeten sehr schlecht. Trotzdem sind auch hier die Unterschiede deutlich, wie die folgende Übersicht zeigt.

Keimung von Möhren. Aussaat 1. 6.

		Summe der Keimlinge	
		auf allen 4 Beeten	
unbehandelt		53 Keimlinge	
2,4 D 52 Tage vor Aussaat	0	„	
2,4 D 19 „ „ „	1	„	
2,4 D 7 „ „ „	15	„	(stark geschädigt, nicht weiterwachsend).

Die Auszählung der Versuche erfolgte am 28. 6., also 4 Wochen nach Aussaat. Eigenartig ist, daß auf den nur 7 Tage vor Aussaat behandelten Beeten die meisten Keimlinge aus dem Boden kamen. Von den 15 Keimlingen fanden sich aber 11 Keime auf einem Beet, alle mit Blattverwachsungen und Krümmungen. Es besteht die Vermutung, daß der Streifen, auf dem die 11 Keime (dicht beieinander) zu finden waren, nicht genügend mit dem Mittel benetzt wurde. Dieser negative Versuchsbefund zeigt, wie empfindlich die Pflanzen reagieren und daß geringste Unterschiede in der Dosierung sich stark auswirken.

Die Versuche ergeben, daß die auf den Boden aufgebrauchten 2,4 D-Mittel die Keimung und das Wachstum von Gemüsekeimlingen stark beeinträchtigen. Eine gewisse Nachwirkung ist festzustellen. Die Zeit der Nachwirkung ist für die praktische Anwendung des Verfahrens von besonderer Bedeutung und war Gegenstand weiterer Untersuchungen.

4. Nachwirkung der 2,4 D-Mittel im Boden.

Die Wirkung der zur Unkrautbekämpfung verwendeten Wuchshormone auf die Pflanzen beruht bekanntlich darauf, daß diese Stoffe beim Aufbringen auf die Pflanze von dieser aufgenommen werden und dann Verbildungen wachsender Teile auslösen. Bei den Samen scheint eine Aufnahme bei der Quellung zu erfolgen, wie ein Versuch mit Rapssamen zeigte. Ein Teil der Samen wurde mit einer 0,2 %igen Lösung von U 46 sieben Stunden eingequollen, danach sorgfältig und vielfach ausgewaschen und leicht getrocknet. Nach der Aussaat zeigte sich, daß die „gebeizten“ Samen zwar alle keimten, aber auf dem frühesten Wachstumsstadium stehen blieben. Die Keimblätter waren normal ausgebildet, das Hypokotyl kurz und rübenförmig verdickt, die Keimwurzel blieb eine kurze Spitze, von Wurzelhaaren umgeben. Die gleichen Bilder finden wir bei kreuzblütigen Unkräutern (vgl. Abb. 2). Eine kurze Berührung bzw. Aufnahme oder Anhaften geringster Mengen genügt also schon, um erhebliche Schädigungen auszulösen.

Wenn Wuchsstoffe auf den Boden gelangen, was absichtlich bei der Behandlung vor der Saat, unbeabsichtigt bei jeder Spritzung gegen wachsende Unkräuter geschieht, muß eine gewisse Zeit eine Wirkung verbleiben. Unwirksam können die Stoffe werden entweder durch Umsetzung und Inaktivierung irgendwelcher Art im Boden, oder durch Auswaschen aus den oberen Bodenschichten mit Hilfe des Regen- bzw. Gießwassers. Vermutlich werden je nach den örtlichen Verhältnissen (Bodenart, Feuchtigkeit) beide Faktoren beteiligt sein. Für die praktische Anwendung interessiert zunächst die Frage: Wie lange bleibt die Wirksamkeit erhalten?

Der Klärung dieser Frage dienten mehrere Freiland- und Gewächshausversuche. Als „Testpflanzen“ wurden verwendet Bohnsamen und Pflanzen von Kohl bzw. Salat. Während bei Anwesenheit von Wuchsstoffen im Boden das Auskeimen der Samen gehemmt oder sogar ganz unterbunden wird, bewirken die gleichen Wuchsstoffe bei frischen Setzpflanzen die fast vollständige Behinderung der Wurzelbildung.

Zunächst seien die Ergebnisse eines Gewächshausversuches geschildert. Von 54 Pikierkästen wurde die eine Hälfte mit Sand (gelber Bausand), die andere mit Gartenerde gefüllt. Die Behandlung mit Wuchsstoff erfolgte gleichzeitig am 22. 8. 49. Je 9 Kästen bekamen 100 ccm einer 0,1 bzw. 0,2 %igen Lösung von U 46, 9 Kästen blieben unbehandelt. Wesentlich war nun eine Variierung der Wasserzufuhr, die durch verschiedenes Gießen erreicht wurde, wobei eine Serie dauernd naß, die andere mäßig feucht und die dritte Serie ausgesprochen trocken gehalten wurde. Zunächst war vorgesehen, der „nassen“ Serie die 3fache Wassermenge, der „trockenen“ Serie nur $\frac{1}{3}$ der Wassermenge der normal feuchten Gruppe zu geben. Das eine erwies sich als zu hoch, das andere als zu niedrig für normales Wachstum. Die tatsächlichen Wassergaben sind aus Übersicht 4 zu ersehen.

Die Bohnsamen wurden in Reihen zu 5 Stück in Abständen von einer Woche ausgelegt. Die Schäden äußerten sich in völliger Unterdrückung der Keimung, Verkrümmungen des Hypokotyls, Wurzelverbänderungen und Veränderung der Primärblätter (rhombisch mit zurücktretendem Parenchym und Verbreiterung der Adern). Die Stärke der Schädigung ist in Übersicht 4 durch 1, 2 oder 3 Kreuze angedeutet. In der naß gehaltenen Serie keimten schon die 14 Tage nach der Bodenbehandlung ausgelegten Samen fast normal. 54 Liter Wasser je qm waren in dieser Zeit gegeben. In der „feuchten“ Serie wird der Unterschied der Wirkstoffkonzentration und der Bodenart deutlich. Im Sand mit 0,1 % U 46 ist nach 2 Wochen bei nur 21 l Wasser

Übersicht 4: Schädigung von Bohnenkeimlingen in verschieden bewässerten Böden.

Bodenart und Feuchtigkeitsgrad	U 46 0,1%				U 46 0,2%			
	Aussaat der Bohnen nach				Aussaat der Bohnen nach			
	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Erde naß	28,5 l	54 l	61,5 l	68,25 l	28,5 l	54 l	61,5 l	68,25 l
	Verfault	+	—	—	Verfault	+	—	—
Sand	„	—	—	—	„	—	—	—
Erde feucht	10,5 l	21 l	31,5 l	38,25 l	10,5 l	21 l	31,5 l	38,25 l
	+++	++	+	—	+++	++	+	—
Sand	+++	+	—	—	+++	++	—	—
Erde trocken	4,5 l	9 l	18 l	24 l	4,5 l	9 l	18 l	24 l
	+++	+++	++	+	+++	+++	++	+
Sand	+++	++	+	—	+++	+++	++	+

... l = Wassermenge je qm bis zur Aussaat der Bohnen
 +++ = stärkste Schäden
 ++ = mäßige Veränderung
 + = leichte Keimschäden
 — = keine Schäden.

kaum noch eine Wirkung zu sehen. Nur leichte Wurzelverbreiterungen und Krümmungen sind noch feststellbar. In Erde mit 0,2 % 2,4 D-Lösung ist an den Keimlingen der Aussaat 4 Wochen nach Bodenbehandlung immer noch eine geringe Schädigung zu bemerken, obwohl fast 40 l Wasser gegeben wurden. Die Serien mit geringster Wassergabe zeigen am längsten die Nachwirkung.

Die Nachwirkung bei Bohnen im Freiland ist eine ähnliche. Noch 24 Tage nach der Bodenbehandlung gesäte Bohnen weisen deutliche Schäden an den Primärblättern auf, die sich aber später wieder auswachsen. Die Regenmenge in dieser Zeit betrug nur 11,7 mm.

Wie bereits erwähnt, wird die Ausbildung der Wurzeln von Kohl und Salatsetzlingen bei Anwesenheit von 2,4 D-Wuchsstoffen im Boden gehemmt. Beim ersten Versuch dieser Art schien indessen eine deutliche Förderung des Kohlwachstums vorzuliegen. Die Bodenbehandlung mit den Mitteln U 46 0,2 %, ON 1303 0,5 % und ON 1304 (Staub) erfolgte am 16. 7. 48. Am 15. 8. wurden auf die stark verunkrauteten Beete und die fast völlig unkrautfreien behandelten Beete je einige Kohlpflanzen gesetzt. Die Regenmenge betrug bis dahin 58,3 mm, dazu kam gelegentliches Gießen. Das Durchschnittsgewicht der Grünkohlpflanzen war nach 6 Wochen auf den verschiedenen Beeten folgendes:

unbehandelt	18 g
U 46	73 g
ON 1303	82 g
ON 1304	107 g.

Die Pflanzen auf den wuchsstoffhaltigen unkrautfreien Beeten (vgl. Abb. 3) übertrafen die im Unkraut fast erstickten Kontrollpflanzen um das 4—6fache. Es ist hier wohl keine Förderung durch Wuchsstoff, sondern vielmehr eine Unterdrückung der Kohlpflanzen auf den unbehandelten Beeten durch das Unkraut anzunehmen.

Wiederholungen dieses Versuches im Jahre 1948 und 1949 zeigten, daß weniger die Zeit, als vielmehr die bis zum Pflanzen gefallene Regenmenge für das Anwachsen der Pflanzen von Bedeutung ist. Etwa 50 bis 60 mm Niederschläge sind notwendig, um Schäden für Kohl weitgehend auszuschalten (vergl. Übersicht 5, Vers. I/48 und V/49), wobei die Bodenart ebenfalls eine Rolle spielt. Salat erwies sich als wesentlich empfindlicher.

Übersicht 5: Niederschläge von Bodenbehandlung mit 2,4 D-Mitteln bis zum Pflanzen von Kohl und Salat und Anteil der gesunden Pflanzen.

Zeit zwischen Bodenbehandlung und Pflanzen	Regenmenge	Gesunde Pflanzen in %	
		Kohl	Salat
Vers. I/48 28 Tage	58,3 mm	100	—
Vers. III/48 0 Tage	0 mm	0	—
Vers. IV/48 5/10 Tage 15 Tage	0 mm	—	0,7
	6 mm	—	0
Vers. V/49	1 Tage	1 mm	4,5
	9 Tage	13,7 mm	24
	22 „	24,3 mm	29
	39 „	25,5 mm	64
	46 „	55,3 mm	79
	51 „	56,9 mm	90
	93 „	113,9 mm	100

Zusammenfassung.

Die ungeheuer große Zahl von Unkrautsamen im Boden ist eine stete Quelle starker Verunkrautung der Felder und Gärten. Die vorliegenden Versuche sollten die Frage klären, inwieweit es möglich ist, den Unkrautwuchs durch die 2,4 D-Mittel schon im Anfangsstadium — bei der Keimung — auszuschalten. Die Versuche führten zu folgendem Ergebnis:

1. Mit Wirkstoffmengen, die einer Aufwandmenge von 1—2 kg 2,4 D je ha entsprechen, ist es möglich, die Keimung von Unkräutern bis auf etwa 10 % zu vermindern.
2. Die gekeimten Pflanzen wachsen nur zum Teil normal weiter. Meist zeigen sich Blattverwachsungen, Krümmungen oder Triebstauungen.
3. In behandelte Böden gesätes Getreide zeigt bei normaler Dosierung keine Schäden, lediglich teilweise eine geringe Keimverzögerung (Weizen). Bei Überdosierung (25fach) treten starke Wachstumshemmungen mit Wurzelverbänderung auf.
4. Gemüsesamen (Bohnen, Möhren, Radieschen) werden in gleicher Weise wie Unkräuter am Keimen bzw. Weiterwachsen gehindert.
5. Die Wirkung der 2,4 D-Mittel im Boden bleibt längere Zeit erhalten. Wesentlich ist die Wassermenge, die zwischen Bodenbehandlung und Pflanzen bzw. Aussaat auf den Boden fällt. Etwa 50—60 mm Regen sind notwendig, um den Wuchsstoff so weit aus dem Gartenboden zu entfernen, daß Kohlpflanzen normal anwachsen. Für normale Keimung von Bohnen scheinen 40 mm zu genügen. Unterschiede in der

Bodenart sind vorhanden (Sand wird schneller als Gartenerde „ausgewaschen“).

6. Die Versuche haben ergeben, daß es durchaus möglich ist, durch Behandlung des Bodens den Unkrautwuchs weitgehend auszuschalten, so daß später eingesäte oder gepflanzte Kulturpflanzen ohne Behinderung durch die Unkräuter wachsen könnten. Die Böden bleiben auf Monate hinaus frei von Unkraut, vorausgesetzt, daß höchstens die oberen Bodenschichten leicht gehackt werden. In tieferen Schichten liegende Samen werden nicht geschädigt und keimen nach tieferer Bodenbearbeitung aus. Die zwi-

schen Bodenbehandlung mit Wuchsstoffen und Pflanzung bzw. Saatzeit liegende Zeitspanne beträgt aber meist mehrere Wochen, so daß eine praktische Anwendung im Gemüsebau nur in Ausnahmefällen gegeben zu sein scheint. Durch starkes Wässern könnte die Wartezeit abgekürzt werden.

Zu untersuchen wäre noch, ob alle Gemüsearten in gleicher Weise empfindlich sind bzw. ob bei anderen Kulturen (Hackfrüchte?) die Vorteile frühzeitiger Unkrautbekämpfung durch Verhindern der Keimung doch auszunutzen wären.

Beobachtungen über das Auftreten des „Leindotterrüßlers“ *Ceuthorrhynchus syrites* Germ. (I)

Von Dr. Waldemar Madel, Forschungsstelle und Feldversuchsstation für Schädlingsbekämpfung der Fa. C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim/Rhein, Staufen/Brg.*) — Mit 2 Abbildungen

Der Leindotter (*Camelina sativa* Crantz, syn. *Myagrum sativum* L., *Alyssum sativum* Scop., *Cochlearia sativa* Caw., *Linostrophum sativum* Schrank) ist eine zur Familie der Kreuzblütler gehörende, allgemein wenig bekannte Ölplanze. Je nach den Gegenden wird diese Ölfrucht verschieden benannt. So ist im Südbadischen der Name Dotter häufig, im Nassauischen spricht man von Buttersämchen, in Westfalen von Rautensaat oder Hüttentütt, in Hannover von Hahnenkassen, in der Schweiz von Beseliraps (weil aus den Stengeln Besen gebunden werden können), in Frankreich: Cameline, camonille de Picardie, sesame d'Allemagne, Lin bâtard; in England: Camelina, Gold of pleasure; in Italien: Camellina, camamina, camarina, dretto, dorello, miagro falsa.

Die Kultur des Leindotters ist sehr alt. Man fand in Tongefäßen aus der La-Tène-Zeit und der Hallstattzeit Samen des Leindotters in solchen Mengen, daß man annehmen muß, er wurde damals bereits angebaut. In historischer Zeit reichen sichere Angaben bis in das 15. Jahrhundert zurück. Heute ist der Anbau des Leindotters zugunsten der Ölfrüchte mit besseren Ölausbeuten sehr zurückgegangen und beschränkt sich allgemein auf schlechte Böden. In der Gegend zwischen Freiburg und Lörrach befindet sich ein altes Leindotteranbauebiet, das sich, gefördert durch Anbauwerbung von seiten des südbadischen Landwirtschaftsministeriums, ab 1946 ausgedehnt hat.

Die in den ersten Jahren nach dem Kriege sehr schlechten Rapsertträge brachten vielfach eine Umstellung auf den Leindotteranbau. Nach Angaben des südbadischen Landwirtschaftsministeriums wurde für das Jahr 1948 eine Leindotteranbaufläche von 47,81 ha gemeldet. Im Jahre 1949 hat die Anbaufläche sicher bereits 100 ha überschritten. Der Leindotter hat trotz des verhältnismäßig geringen ha-Ertrages von 10 bis 15 dz Samen den großen Vorteil, daß er bei Breitsaat ohne zusätzliche Hackarbeit in 3 Monaten erntereif ist. Seine Ansprüche an den Boden sind gering und außerdem hatte man bisher keinerlei Schädlinge feststellen können, welche das Ernteergebnis schmälerten.

Nach einer Mitteilung von Dr. W. Kotte (Institut für Pflanzenpathologie, Freiburg) hatte nun dieser bereits im Jahre 1947 beobachten können, daß in der Gegend südlich Freiburg an den Leindotterschoten Schäden durch einen kleinen Rüsselkäfer verursacht wurden. 1948 wurden uns von den Leindotterfeldern in und um Staufen größere Schäden gemeldet und entsprechende Proben zur Untersuchung vorgelegt. Die Bestimmung der Rüsselkäfer, verbunden mit ausführ-

lichen Literaturhinweisen, übernahm dankenswerterweise Herr Pfarrer Horion, Überlingen, der das Tier als den *Ceuthorrhynchus syrites* Germar (1824) erkannte.

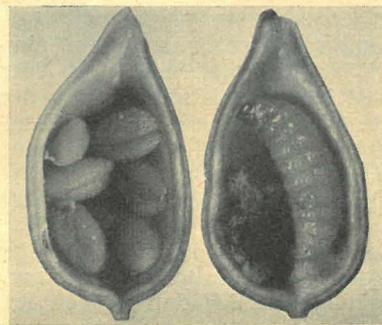


Abb. 1. Links: Hälfte einer Leindotterschote mit unversehrten Samenkörnern.

Rechts: Verpupungsreife Larve des Leindotterrüßlers kurz vor dem Ausbohren aus der Schote.

• (Aufn.: Geiges)

Der Käfer ist nur 2—3 mm groß, matt dunkelgrau bis schwärzlich gefärbt. Eine helle Kiellinie, gebildet von den Mittelkanten der Deckflügel, ist auffällig. Die Männchen sind deutlich kleiner als die Weibchen.

Nach Horion war diese als selten zu bezeichnende Art bisher für Baden noch nicht gemeldet worden. Nach H. W a g n e r gilt der Rüßler innerhalb der Cruciferen als oligophag. Nach seinen eigenen Beobachtungen kommt er aber zu dem Schluß, daß für diesen Rüsselkäfer *Camelina sativa* die Hauptnährpflanze zu sein scheint. Da es sich nun bei *C. syrites* um einen in seiner Eigenschaft als landwirtschaftlicher Schädling neu zu wertenden Rüßler handelt, sei im Rahmen dieser Zusammenstellung gestattet, auf die bisherigen Funde näher einzugehen.

Den aus der Literatur zu entnehmenden Angaben und nach eigenen Beobachtungen wurde der Käfer bisher an folgenden Kreuzblütlern festgestellt:

Camelina sativa (Everts 1903, Sainte-Claire Deville 1924, Scheuch 1930, Wagner 1943, West 1941), *Camelina linicola* (West 1941), *Camelina microcarpa* (Rapp 1934), *Sysimbrium officinale* (Kleine 1922, Sainte-Claire Deville 1924, West 1941), *Sysimbrium sophiae* (Horion 1940, briefl. Mitteilung), *Sysimbrium altissimum* (Wagner 1943), *Lepidium draba* (Scheuch 1930, Wagner 1943, West 1941), *Sinapis arvensis* (Sainte-Claire Deville 1924, West 1941), *Raphanus raphanistrum* (Wagner 1943, Madel 1948), *Brassica spec.* (Wagner 1943), *Crambe tartarica* (Petri 1912), *Alliaria officinalis* (Madel 1948, 1949). Die Angaben über Funde an *Salix aurita* und *Mercurialis annua* (beide Eggert 1901) und *Silene inflata* (Joy 1932, West 1941) dürften nur als Meldungen von Zufallsfunden zu werten sein, ohne daß damit gesagt werden kann, daß die Käfer diese

*) Für die Mitarbeit an den oft sehr zeitraubenden Beobachtungen habe ich den Damen Pflaumann und Bastgen, sowie Herrn cand. phil. Haas bestens zu danken.