



# NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft

## Die Einwirkung des Hexachlorcyclohexans auf die Pflanzen und auf den Geschmack von Erntegut.

Von Dr. Kurt Sellke

Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin.

Während das Verhalten des E-Wirkstoffes auf und in der Pflanze schon kurz nach der Einführung des Insektizids in die Praxis gründlich vom pflanzenphysiologischen Gesichtspunkt bearbeitet wurde (2), begann die Anwendung hexahaltiger Pflanzenschutzmittel ohne nähere Kenntnis ihrer Nebenwirkungen. Untersuchungen über die Reaktion der Pflanzen auf den Hexawirkstoff sind in verschiedenen Instituten und Industrielaboratorien noch im Gange. Die bisherigen Veröffentlichungen behandeln den Einfluß des HCCH auf das Wachstum der Pflanzen (Geisler 1950), sonstige Bewirkungen, wie z. B. Melaninbildung bei UV-Strahlung (Stoll 1949) und die Insektenabtötung durch pflanzliche Gewebe, die sogenannte Tiefenwirkung (Sellke 1950, Thiem 1951). Eine umfangreiche Erörterung ist entstanden über die Geschmacksbeeinflussung, die HCCH auf das Erntegut damit behandelte Pflanzen ausübt. Stark widersprechende Ansichten sind hierbei ausgesprochen worden.

Im folgenden wird über das bisher Bekannte ein kurzer Überblick gegeben und zur Frage der Geschmacksveränderung von Kartoffeln durch Hexamittel eigenes Beobachtungsmaterial vorgelegt.

Erika Geisler (3) geht den Ursachen der von ihr schon 1947 beobachteten wachstumshemmenden Wirkung von Hexamitteln nach und kommt zu folgenden Feststellungen: Keimender Roggen wird im Längenwachstum — nicht bei der Keimung — gehemmt, sofern die Hexapräparate in der 5—6fachen Normaldosis dem Keimbett zugesetzt werden. Bei einigen hochgereinigten Präparaten glaubt die Verfasserin bei einfacher und doppelter Dosierung sogar eine Wachstumsbeschleunigung zu erkennen. Mir erscheint dabei nicht bewiesen, daß die mitgeteilten Werte der Wachstumsförderung tatsächlich außerhalb der Versuchsschwankung im Vergleich zum unbehandelten Kontrollversuch liegen. Soviel ist jedoch sicher, daß mit hochgereinigten Hexa-Handelspräparaten noch keine Wachstums- hemmung auf Roggenkeimlinge bewirkt wird, wenn doppelt dosiert wird. Das ist erst bei höheren Gaben der Fall.

E. Geisler behandelt weiter die Frage, welche Isomeren des Hexawirkstoffes die Wachstumshemmung verursachen und findet, daß  $\gamma$ - und  $\delta$ -Isomere sie bewirken,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Isomere daran nicht beteiligt sind. Das Komponentengemisch 1:1:1:1 zeigt die Keimlingsstauchung ebenfalls in dem für die  $\gamma$ - und  $\delta$ -Isomere beobachteten Maße. Die Verfasserin zieht aus ihren Versuchen den Schluß, daß das Hexachlorcyclohexan in die physiologischen Vorgänge in der Pflanze nach Art eines Wuchsstoffes eingreift, daß es also in die Gewebe eindringt. Über den entomologischen Nachweis für das Eindringevermögen des Hexawirkstoffes in pflanzliche Gewebe ist von Sellke (10) berichtet worden. In Versuchen mit abgeschlossenen Blattlausgallen wurde insektizide Wirkung durch die Gallenwand hindurch festgestellt, allerdings nur mit Wirkstoffemulsionen. Es war keine von Hexastäubmitteln ausgehende insektizide Wirkung z. B. auf die Insassen der Beutelgallen von *Tetraneura ulmi* zu beobachten, sofern die Einwirkung gasförmiger Wirkstoffabscheidungen unterbunden wurde.

Nach einer Vortragsmitteilung von Bodenstein wirken alle bisher technisch dargestellten fünf Isomeren des HCCH auf Maiskeimlinge phytotoxisch. Die Keimlingswurzeln erfahren in hexahaltiger Nährlösung eine Stauchung, die Kugelform erreichen kann. Die Ausbildung der Wurzelhaare unterbleibt. Bei der in der Pflanzenschutzpraxis üblichen Aufwandmenge bleiben diese Wirkungen aber unerschwellig.

Erika Geisler teilt die bemerkenswerte Beobachtung mit, daß zerschnittene Roggenhalme, die auf einem hexahaltigen Keimbett gewachsen waren, Tauffliegen abtöteten, die in Zwingerversuchen damit in Berührung kamen. Ich habe stark muffig schmeckende, in Scheiben geschnittene Kartoffelknollen von hexabehandelten Stauden daraufhin geprüft, und zwar ohne Erfolg. Weder die stark geschmacksveränderten Kartoffeln noch ihre Schalen verursachten eine Schädigung an *Drosophila*, im Gegensatz zu Knollenstücken und -schalen, die leicht mit einem angetrockneten Hexabelag versehen

waren. — Der aus dem Keimbett durch die Roggenwurzel aufgenommene Hexawirkstoff war also unzersetzt geblieben. Die auf das Kartoffelkraut aufgebrauchte insektizide Substanz war auf dem Wege in die Knollen dagegen so verändert worden, daß keine insektentötende Wirkung mehr nachzuweisen war.

Thiem beobachtete an Kartoffelpflanzen, die mit Hexamitteln behandelt waren, daß nach kurzer Zeit die Kontaktwirkung auf Kartoffelkäferlarven verschwand. Dafür gingen aber Junglarven zugrunde, sobald sie von den äußerlich giffreien Blättern — oder auch von neu zugewachsenem, also nicht mitbehandeltem Laub — fraßen.

Im Sommer 1950 wurde auf der Kartoffelversuchsfeldfläche in Kleinmachnow bei der Arbeit mit Spritz- und Staubmitteln folgendes bemerkt: bei 4--5facher Überdosierung waren die mit Hexapräparaten behandelten Staudenreihen zwei bis drei Tage nach der Behandlung daran zu erkennen, daß das Kraut Welkeerscheinungen zeigte. Ein Stäubepreparat mit relativ ungereinigtem Wirkstoff fiel zwar besonders stark auf, aber auch die hochgereinigten Produkte boten beim bloßen Aufblick auf die Reihen erkennbare Veränderungen an den Stauden dar. Ob die Ursache hierfür einem physiologischen Einfluß des Gammhexans oder Verunreinigungen des technischen Produktes beizumessen ist, kann nicht entschieden werden. Im übrigen gilt auch für den E-Wirkstoff, daß bei starken Übergaben z. B. von Wofatox, in vereinzelten Fällen unter bisher nicht genauer bekannten Bedingungen Blattverbrennungen hervorgerufen werden können. Stoll (12) teilt z. B. mit, daß mit DDT-Staub behandelte Rettichschoten eine pathologische Melaninbildung in der Subepidermis aufweisen, und daß die Epidermis- und die Spaltöffnungszellen die Plasmolysierbarkeit verlieren, und zwar unter Einwirkung des Sonnenlichtes oder bei UV-Bestrahlung mittels Quarzlicht. Das ist auch bei der Behandlung mit Hexamitteln der Fall.

Es ist unbestritten, daß gewisse Hexastaub- und -spritzmittel den Geschmack des Erntegutes behandelter Kulturpflanzen verändern. Besonders trifft das für Mittel aus den ersten Jahren der industriellen Hexaproduktion zu. Diese unerwünschte Nebenwirkung ist ein Anlaß zur Vorsicht bei der Verwendung des Hexachlorcyclohexans insbesondere zur Kartoffelkäferbekämpfung, für die das Insektizid mit der raschen Wirkung und der Ungefährlichkeit für Mensch und Haustiere an sich das gegebene Mittel wäre. Auch im gärtnerischen Pflanzenschutz haben die Hexaerzeugnisse deshalb nur zögernd und keineswegs in großem Umfang Eingang gefunden. Zahlreiche Untersucher haben sich mit der Prüfung und Bestimmung der Geschmacksbeeinträchtigung an Erntegut befaßt, zumal die amtliche Pflanzenschutzmittelprüfung sich bei diesen Präparaten auf die Erprobung der insektiziden Eigenschaften allein nicht beschränken kann.

Bemerkenswert erscheinen unter den mir bekanntgewordenen Stimmen zwei Ansichten, nämlich die von Münchberg (4) in einer früheren Arbeit, in der er der Geschmacksbeeinträchtigung an Kartoffelknollen durch Hexamittel keine besondere Bedeutung beimißt, und die mir mündlich mehrfach vorgetragene Erfahrung eines mitteldeutschen Industriobiologen, der mitteilte, daß trotz Über-

dosierung mit einem Hexastäubemittel an den Knollen behandelter Stauden keine Geschmacksbeeinträchtigung hervorgerufen werden konnte. Ob Bodeneigentümlichkeiten oder die atmosphärischen Bedingungen der Industriegebiete diese Beobachtungen erklären können, steht dahin und bleibt zu untersuchen. Es könnte im Sinne der Beobachtung von Stoll an eine Mitwirkung des Sonnenlichtes an der Zersetzung des Hexawirkstoffes im Pflanzengewebe gedacht werden, die in Industriegegenden anders ablaufen kann als in Bezirken ohne Rauchschwägerung der Luft.

Nach Münchberg ist das ausgezeichnete Insektenberührungsgift HCCH nur deshalb im In- und Ausland in „Verruf“ gekommen, weil allgemein zuerst von der Pflanzenschutz- und Schädlingsmittelindustrie das Rohprodukt verarbeitet worden ist, was dann in der Praxis Blattverbrennungen, Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen zur Folge hatte. Mehrere Betriebe West- und Ostdeutschlands haben sich der Aufgabe der Reinigung des technischen Rohproduktes mit Erfolg angenommen und sind zu Erzeugnissen gekommen, die kaum noch Spuren des penetranten Geruchs der vor wenigen Jahren üblichen Präparate aufweisen. Hand in Hand mit der Reinigung der Mittel ist auch ihre Geschmacksbeeinflussung geringer geworden, und einzelne westdeutsche Fabrikate haben sogar die amtliche Erlaubnis erhalten, die sonst geforderte Warnung vor möglicher Geschmacksbeeinflussung auf der Verpackung fallen zu lassen.

Da, wie erwähnt, die amtliche Bewertung der Hexamittel auch die Prüfung der von ihnen bewirkten Erntegutbeeinträchtigungen einschließt, sind auf der Suche nach sicheren Methoden dazu die verschiedensten Vorschläge gemacht und Meinungen geäußert worden.

Weder Obst, Gemüse, lagerndes Getreide noch andere Vorräte haben sich unempfindlich gegen Hexa gezeigt. Kartoffeln sollen am leichtesten den Fremdgeschmack annehmen. Soviel auch schon darüber geschrieben und vorgetragen ist, so herrscht doch noch nicht völlige Klarheit darüber, welche Verunreinigungen des technischen Erzeugnisses die Urheber des muffig-erdigen Geruches oder der Geschmacksveränderungen sind. Münchberg (6) bleibt nach eingehender Prüfung des Fragenkomplexes in seiner jüngsten Mitteilung bei seiner schon früher vertretenen Ansicht, daß für die geruchliche und geschmackliche Herabminderung des Erntegutes Fremdstoffe verantwortlich sind, deren Bildung bei der Herstellung des Wirkstoffes bisher nicht vermieden werden kann. Höhere Chlorabkömmlinge des Cyclohexans, nämlich hauptsächlich Heptachlorcyclohexan und Trichlorbenzohexachlorid, sollen den muffig-modrigen Geruch bewirken. Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse erlaubt nach M. nicht zu sagen, ob auch durch oxydativen Abbau des ins Pflanzengewebe eingedrungenen Wirkstoffes zusätzlich noch „Duft- und Geschmacksstoffe“ gebildet werden können, oder ob die Pflanze dadurch zur Bildung geschmacksverändernder Stoffe selbst angeregt wird. Unwahrscheinlich erscheint jedoch der Einfluß der HCCH auf eine — früher vermutete — Erhöhung des Solaningehaltes in der Kartoffelknolle. Nach E. R. A. Gater (aus Trappmann [13]) soll der muffige Geschmack von Früchten durch Zusammenwirken des Hexawirkstoffes mit dem lebenden Plasma als Ergebnis eines physiologischen

Prozesses entstehen, eine Auffassung, die der eingangs mitgeteilten von E. Geisler entspricht.

Unklar ist bisher ferner, ob und welche klimatischen Bedingungen auf die Geschmacksveränderung des Ertegutes einwirken. Vermutet wurde, daß Feuchtigkeit sie begünstigt; Erfahrungen in vergangenen trockenen Jahren sprechen dagegen. Stellenweise waren (nach Trappmann) auf südbadischen schweren Böden die Kartoffeln besonders muffig; aber auch leichte, trockene Böden verhierten oder milderten das Übel nicht.

Geschmacksprüfungen mit vielen Hexapräparaten haben die Frage aufgeworfen, ob HCCH überhaupt auf den Geschmacks- und nicht vielmehr auf den Geruchssinn wirkt. Das hat zu sinnesphysiologischen Betrachtungen Anlaß gegeben, deren Ergebnis nach Frey (1) ist, daß der dumpfig-modrige Hexageschmack eigentlich eine Geruchsqualität ist, oder genauer durch „gustatorisches Riechen“ in komplexer Riech-Geschmacks-wahrnehmung mit der Atemluft erkennbar wird. Ich selber habe auch jedesmal die Empfindung bei Kostproben.

Die in den Experimenten selbstverständlich auftretenden subjektiven Unterschiede der Wahrnehmung, über die bekanntlich nicht zu streiten ist, werden von manchen Versuchsanstellern mittels eines größeren Personenkreises eliminiert (Erika Schwartz, 9), Frey hält wenige geschmacks-tüchtige Personen für ausreichend zur Beurteilung eines Erzeugnisses.

Die Beeinflussung des Knollengeschmacks hexabehandelter Kartoffeln findet wegen der Kartoffelkäferbekämpfung besonderes praktisches Interesse. Die Prüfung ist erst nach der Ernte möglich. Die Methoden zielen daher darauf ab, Schnellverfahren zu finden, die an Gemüse oder Obst die Geschmacksbeeinträchtigung durch Hexamittel allgemein zu beurteilen gestatten, also auch für Kartoffeln gültig sind. Im Verein mit E. Schwartz ist diese Frage im Sommer 1950 mittels der zur amtlichen Prüfung angemeldeten Hexamittel der DDR sowie mit Vergleichspräparaten behandelt worden. Es war zunächst zu prüfen, inwieweit die bisher angewandten Methoden zur Geschmacksprüfung zu fehlerkritisch gesicherten Ergebnissen führen.

Zu diesem Zwecke konnte das von Erika Schwartz (9) beschriebene Versuchsschema übernommen werden, weil es eine variationsrechnerische Bearbeitung der Ergebnisse zuläßt — und nach meiner Ansicht auch verlangt; außerdem ermöglichte es den Vergleich der in beiden Laboratorien der BZA gewonnenen Beurteilungen.

Es ist bekannt, daß die Knollen hexabehandelter Kartoffelstauden nicht alle gleichmäßig geschmacksverändert zu sein brauchen. Die Ungleichmäßigkeit ist teilweise dadurch ausgeschaltet worden, daß den Versuchspersonen ein Kartoffelbrei gereicht wurde. Um ihnen jedoch den zweifelhaften Genuß salzloser Quetschproben zu ersparen, wurden meist gekochte Pellkartoffeln angeboten. Die Geschmacksunterschiede an den einzelnen Knollen wurden durch eine relativ große Zahl der probenden Personen ausgeglichen, aus deren Bewertung nach dem geläufigen Zahlenschema von 1 (sehr gut) bis 5 (ungenießbar) der Mittelwert samt mittlerer Abweichung errechnet wurden. Die (objektiven) Geschmacksunterschiede der einzelnen Knollen beeinflussen diesen Wert nicht stärker im Sinne der Versuchsschwankung als die subjektiven Urteils-

unterschiede verschiedener Personen beim Genuß ein und derselben Knolle. Diese können im einzelnen Fall nämlich stets zwischen „gut bzw. unbeeinträchtigt“ bis „ungenießbar“ schwanken. Wie bei allen üblichen Geschmacksproben an Lebens- und Genußmitteln wurde Wert darauf gelegt, daß die Versuchspersonen ihr Urteil unbeeinflusst von den mitessenden Nachbarn niederschrieben. Neben der zahlenmäßigen Bewertung der Genießbarkeit wurde eine Beschreibung der Geschmacksempfindung verlangt, d. h. die Äußerung „muffig“, „fade“ oder dgl. Die Zahl der am Probeessen teilnehmenden Personen betrug 11 bis 16.

Es ergab sich folgende Bewertung des Knollengeschmackes bei den Kartoffelsorten Capella und Aquila: (Tabelle siehe Seite 44)

Dabei ist zu bemerken, daß bei den unter „Kleinmachnow“ aufgeführten Versuchen die fünffache Menge der normalen Dosis (etwa 100 kg/ha) dreimal im Laufe der Vegetationszeit (am 30. Juni, 21. Juli, 11. August 1950) auf je 10 behandelte Stauden gestäubt worden war, bei den unter „Mühlhausen“ genannten die dreifache Menge.

Nach der Bemessung der Geschmacksbeeinträchtigung kann die Tabelle von Erika Schwartz übernommen werden. Sie lautet wie folgt:

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| 1 bis 2     | unbeeinträchtigt,                     |
| 2,1 bis 2,5 | kaum merklich beeinträchtigt,         |
| 2,6 bis 3,5 | beeinträchtigt,                       |
| 3,6 bis 5   | stark beeinträchtigt bis ungenießbar. |

Aus den mitgeteilten Bewertungszahlen ergibt sich Antwort auf folgende Fragen:

1. Ist eine Geschmacksbeeinträchtigung von Kartoffelknollen auch durch hochgereinigte Hexapräparate möglich?

In den Hexamittelversuchen ist der Durchschnitt der mittleren Versuchsschwankung

|             |                |
|-------------|----------------|
| bei Capella | $m_c = 0,20$ , |
| bei Aquila  | $m_A = 0,18$ , |
| im Mittel   | $m = 0,19$     |

bei zusammenfassender Betrachtung der Spritz- und Stäubemittel. Nach einem Lehrsatz der Variationsrechnung sind zwei Mittelwerte fehlerkritisch nur dann unterschieden, wenn ihre Differenz das Dreifache des mittleren Fehlers der Differenz beträgt. Dieser Wert, nämlich das Dreifache des mittleren Fehlers zwischen

$$M_{\text{unbeh}} = 2,36 \pm 0,16$$

und dem mittleren Fehler der Hexaeinzelbewertung beträgt

$$3 m_{(U\text{-Hexa})} = 3 \times 0,25 = 0,75,$$

d. h. der Wert der Hexabeurteilung im Einzelversuch muß kleiner als 3,11 sein, um statistisch die Bezeichnung „Geschmack wie unbehandelte Kartoffel“ zu verdienen. Es zeigt sich:

Kein einziges Hexamittel erfüllt diese Bedingung bei beiden Kartoffelsorten. Entweder ist es nur bei einer Sorte im Rahmen der Schwankungsbreite statistisch gleich mit „Unbehandelt“ beurteilt worden, oder es ist sogar bei beiden Sorten als geschmacks-mindernd bezeichnet. Das bedeutet: Alle geprüften Hexapräparate verursachen in der fünffachen Überdosierung merkliche Geschmacksbeeinträchtigung, ganz gleich, ob sie hochgereinigte (fast geruchsfreie) Erzeugnisse (wie 9, 21, Hortex, Hexacid) oder minder gereinigte (wie 40) sind. Diese

Feststellung deckt sich mit der von M ü n c h b e r g (7) mitgeteilten Beobachtung der BZA Braunschweig, die mir erst nach Fertigstellung der eigenen Versuche bekannt geworden ist, nämlich, daß bei Überdosierung — und bei Anwendung kurz vor der Ernte — auch Hexamittel, die nur die  $\gamma$ -Isomere als Wirkstoff enthalten, eine Beeinflussung des Geschmacks bewirken können. Die westdeutschen Hexahersteller sind amtlicherseits vor einem Jahr auf diese Tatsache hingewiesen worden. Es habe sich (nach M ü n c h b e r g zitiert) außerdem gezeigt, daß stark geruchsverunreinigte Präparate nicht selten das Erntegut unbeeinflusst gelassen hätten, was für die qualitative Verschie-

denheit der geruchs- und der geschmacksverändernden Substanzen sprechen würde. Jedenfalls schließt eine Reinigung des technischen Insektizids keineswegs immer eine geschmackliche Herabminderung des Erntegutes aus.

Anders verhält es sich schon bei dreifacher Überdosierung wie in den Versuchen der Kartoffelkäfer-Forschungsstation Mühlhausen. Die mittleren Fehler dieser Versuche sind mir zwar nicht bekannt, können aber wie oben angenommen werden, weil der Versuchspersonenkreis von gleicher Größe war. Bei dreifacher Dosierung erfüllen also die Mittel 3, 9, 13, 20, Verindal Hx 49 und gerade noch 21 die Bedingung. Ihre Beurteilung ist variationsrechner-

| Mittel             | Capella      | Aquila      | Aquila<br>(Wdhlg.) | Aquila<br>Mühlhaus. | Birne       | Apfel       |
|--------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|
|                    | Kleinmachnow |             |                    |                     |             |             |
| <b>Hexa</b>        |              |             |                    |                     |             |             |
| Stäubemittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 3                  | 3,70 ± 0,28  | 3,50 ± 0,13 | 3,56 ± 0,14        | 2,7                 | 4,82 ± 0,12 | 2,36 ± 0,16 |
| 9                  | 2,67 ± 0,17  | 3,17 ± 0,11 | 3,9 ± 0,18         | 2,5*)               | 2,91 ± 0,16 | 1,78 ± 0,14 |
| 13                 | 3,62 ± 0,14  | 2,46 ± 0,14 | 3,36 ± 0,14        | 1,8                 | 2,27 ± 0,04 | 2,0 ± 0     |
| 20                 | 3,39 ± 0,17  | 3,38 ± 0,14 | 3,81 ± 0,17        | 2,5                 | 3,55 ± 0,20 | 2,36 ± 0,16 |
| 21                 | 2,68 ± 0,20  | 4,07 ± 0,16 | 4,37 ± 0,17        | 3,1                 | 3,54 ± 0,21 | 1,78 ± 0,14 |
| 40                 | 3,94 ± 0,06  | 4,42 ± 0,14 | 3,64 ± 0,16        | 4,5                 | 3,12 ± 0,14 | 2,50 ± 0,17 |
| Verindal Hx 49     | 3,27 ± 0,22  | 3,38 ± 0,32 | 4,0 ± 0            | 2,3                 | 3,84 ± 0,15 | 2,62 ± 0,16 |
| Hortex             | 3,38 ± 0,24  | 2,79 ± 0,15 | 3,33 ± 0,18        | 1,7                 | 2,85 ± 0,20 | 2,14 ± 0,13 |
| Hexacid            | 2,29 ± 0,24  | 3,27 ± 0,23 | 3,36 ± 0,14        |                     | 3,69 ± 0,19 | 2,40 ± 0,16 |
| Spritzmittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 14                 | 3,29 ± 0,21  | 2,96 ± 0,17 | 3,06 ± 0,26        |                     | 2,25 ± 0,34 | 2,64 ± 0,14 |
| 15                 | 2,50 ± 0,19  | 3,62 ± 0,20 | 3,36 ± 0,23        |                     | 3,44 ± 0,23 | 2,05 ± 0,14 |
| 22                 | 3,20 ± 0,37  | 2,57 ± 0,19 | 3,27 ± 0,19        | 2,7                 | 2,22 ± 0,20 | 2,22 ± 0,14 |
| 23                 | 3,54 ± 0,15  | 3,50 ± 0,19 | 3,62 ± 0,13        | 2,4                 | 2,33 ± 0,16 | 2,07 ± 0,23 |
| <b>Hexa-Ester</b>  |              |             |                    |                     |             |             |
| Stäubemittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 27                 | 3,07 ± 0,27  | 2,90 ± 0,26 | 4,0 ± 0            | 1,9                 | 3,46 ± 0,28 | 2,22 ± 0,14 |
| 28                 | 2,50 ± 0,19  | 3,10 ± 0,22 | 3,61 ± 0,21        | 2                   | 4,33 ± 0,22 | 2,07 ± 0,23 |
| Spritzmittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 29                 | 3,25 ± 0,13  | 3,58 ± 0,18 | 2,75 ± 0,13        | 1,8                 | 3,22 ± 0,21 | 2,21 ± 0,14 |
| 30                 | 3,10 ± 0,22  | 2,29 ± 0,16 | 1,90 ± 0,09        | 3,3                 | 3,13 ± 0,21 | 2,02 ± 0,13 |
| <b>Estermittel</b> |              |             |                    |                     |             |             |
| Stäubemittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 24                 | 2,80 ± 0,24  | 3,14 ± 0,20 | 2,31 ± 0,13        |                     | 2,39 ± 0,19 | 1,89 ± 0,16 |
| 50                 | 2,31 ± 0,20  | 2,10 ± 0,08 | 2,58 ± 0,20        |                     | 2,92 ± 0,30 | 3,61 ± 0,15 |
| E 605              | 2,32 ± 0,12  | 2,62 ± 0,17 | 2,27 ± 0,19        |                     | 2,20 ± 0,13 | 1,82 ± 0,12 |
| Spritzmittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 25                 | 3,54 ± 0,28  | 2,50 ± 0,14 | 2,82 ± 0,28        |                     | 2,39 ± 0,22 | 2,01 ± 0,09 |
| 51                 | 2,75 ± 0,17  | 2,57 ± 0,17 | 2,18 ± 0,22        |                     | 2,00 ± 0,16 | 2,11 ± 0,19 |
| <b>DDT</b>         |              |             |                    |                     |             |             |
| Stäube-Gesarol     |              |             |                    |                     |             |             |
|                    | 2,15 ± 0,21  | 2,50 ± 0,14 | 2,54 ± 0,23        | 2,1                 | 2,39 ± 0,14 | 2,0 ± 0,11  |
| Spritz-Gesarol     |              |             |                    |                     |             |             |
| 1                  | 3,00 ± 0,28  | 2,27 ± 0,13 | 2,62 ± 0,14        |                     |             | 2,22 ± 0,14 |
|                    | 2,90 ± 0,26  | 2,17 ± 0,16 | 3,91 ± 0,20        |                     |             | 1,91 ± 0,09 |
| <b>DDT-Hexa</b>    |              |             |                    |                     |             |             |
| Stäubemittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 2                  | 3,57 ± 0,17  | 3,75 ± 0,13 | 3,82 ± 0,25        | 2,7                 | 2,36 ± 0,15 | 2,18 ± 0,17 |
| 10                 | 3,82 ± 0,14  | 3,00 ± 0,26 | 3,00 ± 0,11        | 2,0                 | 2,92 ± 0,25 | 1,77 ± 0,12 |
| Spritzmittel:      |              |             |                    |                     |             |             |
| 11                 | 3,19 ± 0,15  | 2,64 ± 0,23 | 2,57 ± 0,12        |                     |             | 2,05 ± 0,17 |
| 12                 | 3,25 ± 0,15  | 3,31 ± 0,17 | 2,45 ± 0,19        |                     |             | 2,17 ± 0,19 |
| Unbehandelt:       |              |             |                    |                     |             |             |
|                    | 2,36 ± 0,16  |             |                    |                     |             |             |

\*) Nur zweimal behandelt.

risc „Unbehandelt“ gleichzusetzen, d. h. ihre Geschmacksbeeinträchtigung fällt nicht ins Gewicht. Dieses Ergebnis unterstreicht die Feststellung des 1950 vom Pflanzenschutzdienst der DDR durchgeführten Großversuches in vier Ländern mit Hexacid: bei der angewendeten üblichen Dosierung traten keine Geschmacksängel an den behandelten Kartoffeln auf.

Das nicht genügende Produkt 40, das schon in dreifacher Dosierung die Kartoffeln fast ungenießbar macht, entspricht also nicht dem Stande der technischen Entwicklung der Hexamittel.

2. Ist die angewendete Geschmacksprüfungsmethode soweit vertrauenswürdig, daß die in Kleinmachnow und Mühlhausen durchgeführten Versuchsbeispiele vergleichbar sind?

Stellt man für sämtliche in beiden Laboratorien (Kleinmachnow und Mühlhausen) an der Sorte Aquila geprüften Präparate die Bewertungszahlen in einer Korrelationstabelle zusammen, so ergibt sich als Korrelationskoeffizient:

$$r = 0,611 \pm 0,152,$$

d. h. eine zufriedenstellende Übereinstimmung.

An der Kleinmachnower Aquilaernte wurde untersucht, wie die Kartoffeln von 32 verschiedenen behandelten Parzellen im Wiederholungs-Geschmacksversuch von demselben Personenkreis beurteilt wurden (siehe Tabelle). Stellt man die Zensuren der beiden in zwei Monaten Abstand durchgeführten Versuche in einer Korrelationstabelle zusammen, so ergibt sich als Korrelationskoeffizient:

$$r = 0,465 \pm 0,138,$$

d. h. eine gesicherte Beziehung; allerdings ist sie locker, hauptsächlich wohl infolge der subjektiven Urteilsschwankungen. Trotzdem jedoch und trotz der sich bei zwei verschiedenen Anbauorten ergebenden Unterschiede liefert die angewendete Methode der Geschmacksprüfung rechnerisch gesicherte, vergleichbare Ergebnisse. Diese Tatsache berechtigt dazu, den im folgenden gezogenen Schlüssen Nachdruck zu verleihen.

3. Wie verhalten sich die beiden Kartoffelsorten Aquila und Capella in bezug auf die Geschmacksbeeinträchtigung durch Pflanzenschutzmittel?

Die Korrelationstabelle der Beurteilungen der beiden Sorten ergibt einen Korrelationskoeffizienten

$$r = 0,421 \pm 0,145,$$

d. h. es besteht zwischen den Bewertungen beider Sorten keine gesicherte Beziehung. Es kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob dieser Mangel an Übereinstimmung wirklich auf sortenverschiedene Geschmacksveränderung zurückgeführt werden muß. Die Korrelation zwischen den beiden Aquila-Geschmacksversuchsreihen ist eben auch nur locker.

Immerhin läßt die Tatsache, daß die Beziehung zwischen zwei Probeessen derselben Kartoffelsorte nur relativ gering, wenn auch noch erkennbar ist, bei dem Vergleich verschiedener Sorten aber überhaupt nicht besteht, von vornherein Zweifel aufkommen an der Verwendung von „Obsttesten“ oder „Gemüsetesten“ zum Zwecke der Beurteilung der Geschmacksveränderung an Kartoffeln.

Die folgende Frage behandelt zwei Fälle:

4. Wie verhält sich die Geschmacksbeeinflussung der Kartoffeln durch Pflanzenschutzmittel zu der von behandeltem Obst?

Der Korrelationskoeffizient aus den Geschmacksbewertungen von Aquila (Wiederholungsversuch) und einer Apfelsorte (Berner Rosenapfel?) errechnet sich zu

$$r = 0,075 \pm 0,191.$$

Vergleicht man z. B. Capella und eine weichfleischige Frühbirne (Typ Gute Luise), so ergibt sich als Korrelationskoeffizient:

$$r = 0,057 \pm 0,200,$$

d. h. es besteht in beiden Fällen nicht die Andeutung einer Beziehung, so daß folgendes erklärt werden muß:

Es ist nicht möglich, von der Geschmacksveränderung an Obst auf die zu erwartende Geschmacksbeeinflussung an Kartoffeln den geringsten Schluß zu ziehen. Für Tomaten läßt sich dasselbe feststellen.

Die für die Versuche benutzten Früchte wurden roh mit der doppelten Normalmenge unter der Lang-Welte-Glocke bestäubt bzw. mit der doppelten Konzentration der Spritzmittel besprüht. Sie wurden roh mit Schale nach Abspülen in kaltem Wasser genossen.

5. Zeigen andere Kontaktinsektizide (DDT- und E-Mittel) bei exzessiver Dosierung ebenfalls Geschmacksbeeinträchtigung an Kartoffeln in dem bei Hexamitteln festgestellten Maße?

Es seien hier lediglich die bei der Sorte Aquila bestimmten Geschmacksbewertungen betrachtet. Dann ergibt sich als durchschnittliche Zensur der Hexamittel (Staub- und Spritzmittel zusammen):

$$M_{\text{Hexa}} = 3,24 \pm 0,12.$$

Für die E-Spritz- und Staubmittel ist

$$M_{\text{E}} = 2,59 \pm 0,15.$$

Demnach:

$$\text{Diff.} = 0,65 \pm 0,19.$$

Das bedeutet, daß eine gesicherte Differenz zwischen den Geschmacksbewertungen beider Mitteltypen besteht, oder anders ausgedrückt: Die Hexamittel verursachen bei sonst gleicher exzessiver Dosierung eine eindeutig höhere Geschmacksbeeinflussung als die E-Mittel. Das angewendete Bewertungsschema ist in der Lage, den Unterschied fehlerkritisch gesichert zum Ausdruck zu bringen.

Erst recht bestehen fehlerkritisch sichere Differenzen zwischen den Hexamitteln und den DDT-Mitteln, denn es ist im Durchschnitt:

$$M_{\text{DDT}} = 2,29 \pm 0,14,$$

und ebenso zwischen der Bewertung der hexa- und der unbehandelten Kartoffeln, denn es ist

$$M_{\text{U}} = 2,36 \pm 0,16.$$

Selbstverständlich sind  $M_{\text{U}}$ ,  $M_{\text{DDT}}$  und  $M_{\text{E}}$  mit den errechneten Versuchsschwankungen (mittleren Fehlern) „dieselben“ Werte. Ihrer Differenz entspricht kein Tatbestand innerhalb der Schwankungsbreite des Experiments. Es ist nötig, sich bei solchen Versuchen darüber Rechenschaft abzulegen, ob Zahlenunterschieden eine Bedeutung zugelegt werden kann. Das ist hier z. B. nicht der Fall. Auch die um 0,07 schlechtere Zensur von „Unbehandelt“ gegenüber DDT ist ohne Belang.

Im Gegensatz zu den Hexapräparaten verursachen also DDT- und E-Mittel auch bei starker Überdosierung

rung keine experimentell meßbaren Geschmacksveränderungen an Kartoffeln. Es soll damit nicht bestritten werden, daß auch diese Erzeugnisse gelegentlich den Kartoffeln „chemischen“ oder „Apothekengeschmack“ verleihen, jedoch erhielten in den angestellten Versuchsreihen die „blind“, d. h. unbezeichnet genossenen unbehandelten Kartoffeln Zensuren derselben Variationsbreite, jedoch immer außerhalb der Variationsbreite der Hexamittel liegende Bewertungen.

Für die Hexa-Ester-Präparate gilt, wenn man beide Sortenversuche (Capella und Aquila) zusammenfaßt:

$$M_{HE} = 2,97 \pm 0,13.$$

Die Differenz

$$M_{HE} - M_U = 0,61 \pm 0,20$$

ist gerade noch fehlerkritisch sicher, die Wirkung des Hexagehaltes ist in der Geschmacksbeeinflussung aber sofort erkennbar. Dasselbe gilt erst recht für die DDT-Hexa-Gemische bei beiden Kartoffel-sorten:

$$M_{DDT-Hexa} = 3,32 \pm 0,13,$$

deren Geschmacksbeeinträchtigung mit der bei un- vermischten Hexapräparaten variationsrechnerisch wieder vollkommen übereinstimmt.

Vorstehende Erörterungen sollen nicht etwa die Brauchbarkeit von Hexapräparaten zur Kartoffel- käferbekämpfung in Zweifel ziehen. Die Eignung hochgereinigter Erzeugnisse für diesen Zweck scheint praktisch bewiesen zu sein. Gegen mangel- haft gereinigte Isomerengemische ist Vorsicht ge- boten. Sicher ist, daß auch die nach dem gegen- wärtigen Entwicklungsstande besten Erzeugnisse im Gegensatz zu den E- und DDT-Mitteln bei Kar- toffeln den Geschmack beeinflussen können, nämlich z. B. bei Überdosierung. Es erscheint kaum wahrscheinlich, daß unerwünschte Beimischungen dafür verantwortlich sind, vielmehr stellt sich diese Erscheinung als Folge eines Eingriffs der  $\gamma$ -Isomere in die Physiologie der Pflanze dar.

#### Literaturverzeichnis:

1. Frey, W. Über die Prüfung der geschmacks- beeinträchtigenden Wirkung von Hexa-Präpa- raten an Obst und Gemüse. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig), 2, 1950, S. 81—84.
2. Frohberger, P. E. Untersuchungen über das Verhalten des Insektizids Diäthyl-p-nitro- phenylthiophosphat (E 605) auf und in der Pflanze. Höfchen-Briefe f. Wiss. u. Praxis 1949, Heft 2, S. 1—92.

3. Geisler, Erika. Einige Beobachtungen über den Einfluß des HCC auf die Pflanze. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braun- schweig), 2, 1950, S. 131—135.
4. Münchberg, P. Über das Hexachlorcyclo- hexan und dessen vermeintliche Nachteile als Wirkstoff von Pflanzenschutzmitteln. Nach- richtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braun- schweig), 1, 1949, S. 52—56.
5. Derselbe. Zur Chemie der Verunreinigungen des HCC. Anz. f. Schädlingskunde XXII, 1949, 116—119.
6. Derselbe. Über die wahrscheinlichen Ursachen der Beeinflussung von Geruch und Geschmack des Erntegutes nach dessen Behandlung mit Hexapräparaten. Ztschr. hyg. Zool. 1950, Heft 5, 136—144.
7. Derselbe. Wie können wir uns die von den Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungs- mitteln auf Hexa-Basis evtl. ausgehenden nach- teiligen Wirkungen auf pflanzliches und tieri- sches Erntegut erklären? Schädlingsbekämp- fung, 42, 1950, Heft 7/8.
8. Schönherr, Karl-Eduard. Über die Geschmacksbeeinflussung von Speisekartoffeln durch Hexamittel. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig), 2, 1950, S. 135 bis 137.
9. Schwartz, Erika. Zur Geschmacksbeein- flussung der Kartoffel durch die Behandlung mit Hexa-Präparaten. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F., 4 (30), 1950, S. 101—105.
10. Sellke, Kurt. Über die Tiefenwirkung der modernen Insektenbekämpfungsmittel. Nach- richtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F., 4 (30), 1950, 221—227.
11. Stellwaag, F. Gibt es Hexachlorpräparate ohne Geruch und Geschmack? Vortrag Pflsch.- Tag. 1948 Rothenburg, Zs. Pfl.-Krkh. Bd. 56, 1949, S. 27—31.
12. Stoll, K. Über Melaninbildung in Rettich- schoten, hervorgerufen durch Kontaktinsekti- zide. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. 3 (29), 1949, S. 13—15.
13. Thiem, E. Eigenschaften und Wirkungsweise des Hexachlorcyclohexans. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. 5 (31), 1951, 24—30.
14. Trappmann, W. Geschmacksbeeinträchti- gung von Erntegut durch Hexa-Präparate. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braun- schweig), 1, 1949, S. 78—80.

## Die Bekämpfung der Larve der Zwiebelfliege (*Hylemyia antiqua*) mit Kontaktinsektiziden.

Von H.-W. Nolte

(Aus der Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft)

#### Zusammenfassung:

In Freilandversuchen wurden 19 Stäube- und Spritzmittel gegen die Larven der Zwiebelfliege geprüft. Nur Ester-Spritzmittel und Gesapon, 3 l/qm gegossen, sind wirksam. Infolge zu kurzer Wirkungsdauer muß aber mindestens zweimal behandelt werden. Der sich dadurch ergebende sehr hohe Wasserbedarf macht die Maßnahme unwirtschaftlich und verbietet ihre Durchführung auf größeren Flächen.

Die Bekämpfung der Zwiebelfliege auf Groß- flächen wird vorläufig immer noch fast ausschließ- lich mit Hilfe des Halleschen Köderverfahrens,

das sich direkt gegen die Fliege selbst richtet, durchgeführt, obgleich sowohl seitens der Praxis schon lange die Erarbeitung besserer und einfache-