

A. Vorgeschichte und Entstehung der Arbeit.

Seit etwa 40 Jahren kennt man die Drehherzmücke als Schädling der Kohlgewächse. Zuerst wurde ihr Auftreten aus Holland gemeldet, bald darauf auch aus verschiedenen Gegenden Deutschlands, wie auch aus Dänemark, England und Frankreich. Jährlich wird über mehr oder weniger große Ernteverluste an Kohl und Kohlrüben durch die Drehherzmücke berichtet, so daß man die Drehherzmücke heute in allen Kohlanbaugebieten als einen der gefährlichsten Schädlinge betrachtet. In Sachsen war das große Blumenkohlanbaugebiet (etwa 400 ha) von Zittau besonders schwer betroffen; als in den Jahren 1930—32 hier die Drehherzmückenplage einen besonders großen Umfang annahm, entsandte der damalige Leiter der Hauptstelle für gärtnerischen Pflanzenschutz in Pillnitz, Prof. Dr. Gleisberg, im Jahre 1933 einen Sachbearbeiter nach Zittau mit der Aufgabe, die Lebensweise der Drehherzmücke eingehend zu erforschen und geeignete Bekämpfungsmaßnahmen auszuarbeiten. Wenn man auch den Massenwechsel der Drehherzmücke schon vorher aufmerksam verfolgt hatte (Gleisberg 1931), so war doch erst durch die ständige Anwesenheit eines Sachbearbeiters im Befallsgebiet die Voraussetzung für die Lösung der gestellten Aufgabe geschaffen. Die notwendigen Mittel wurden von 1933 an von dem Herrn Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft zur Verfügung gestellt; auch an dieser Stelle soll der Dank für die Gewährung der Beihilfe ausgesprochen werden. Der damit in Zittau entstandenen Außenstation der Hauptstelle — seit Übernahme des Pflanzenschutzdienstes durch die Landesbauernschaft (1939). Außenstation des Institutes für Pflanzenkrankheiten an der Staatl. Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau Pillnitz — wurde gleichzeitig die Aufgabe zuteil, die Gärtner in den Fragen des Pflanzenschutzes zu beraten und in den Versammlungen über diesen Gegenstand zu unterrichten.

Darüber hinaus bot sich auch Gelegenheit, den Massenwechsel anderer Schädlinge des Gemüsebaues zu verfolgen und die Bekämpfungsmöglichkeiten zu prüfen; besonders im Sommer 1934, als der Außenstation ein wissenschaftliches Arbeitslager, errichtet mit Hilfe der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“, mit 6 Teilnehmern angegliedert war, konnten einige Gemüsekrankheiten eingehend untersucht werden. Alle Untersuchungen wurden gefördert durch enge Zusammenarbeit mit der Fachschaft Gartenbau der Kreisbauernschaft Zittau und der dort seit dem Frühjahr 1936 bestehenden Arbeitsgemeinschaft der Zittauer Gärtner.

Der Sachbearbeiter — 1933—34 Dr. J. Noll, 1935—37/38 Dr. R. Roesler, ab 1938 Dr. J. Benner — arbeitete zunächst nur von April bis November im Anbaugebiet und in den Wintermonaten in Pillnitz; es zeigte sich aber, daß es zweckmäßiger ist, wenn dieser sich auch in den Wintermonaten im Anbaugebiet aufhält.

In jetzt 8jähriger Beobachtungs- und Versuchstätigkeit wurde die Lebensweise der Drehherzmücke geklärt und auf zahlreichen Versuchsfeldern, die von den Zittauer Gärtnern zur Verfügung gestellt wurden, konnten die Bekämpfungsmöglichkeiten erprobt werden.

Vorbemerkungen über die Artfrage und die Ergebnisse früherer Bearbeiter.

a) Artfrage.

Die Drehherzmücke wurde von de Meijere (1906) als *Contarinia torquens* aus Holland beschrieben. Dieser Beschreibung lagen Stücke vom Massenaufreten der Art auf den holländischen Kohlfeldern während der vorangegangenen Jahre zugrunde. In dem holländischen Schrifttum wie auch in dem deutschen, wenn man von den Verwechslungen mit *Dasyneura brassicae* Winn. absieht, hat dieser Name seither Anwendung gefunden.

In England, Taylor (1912), Dry (1915), Barnes (1926), Walton (1927) und Dänemark, Rostrup (1919, 1921, 1923), wird die Drehherzmücke *Contarinia nasturtii* Kieffer genannt. Diese Art wurde 1888 von Kieffer als Erzeugerin von Blütengallen an *Nasturtium palustre* beschrieben. Die Bestimmung des dänischen und englischen Materials erfolgte seinerzeit durch Barnes und Kieffer, beide haben sich für *C. nasturtii* entschieden. In der deutschen Pflanzenschutzliteratur ist eine Klärung dieser Frage nie versucht worden; im Handbuch von Sorauer werden beide Arten getrennt aufgeführt (Bearbeiter: Dr. G. Jegen, Wädenswil). Von einer weiteren Art *Contarinia geisenheyneri* Rübsaamen (1917) geben Rostrup-Thomsen (1931) an, nach einer Mitteilung Dr. Barnes' im Anschluß an eine Bestimmung dieser Art sei sie „wahrscheinlich identisch mit der Kräuselgallmücke (*Cont. nasturtii* Kieffer)“. Die drei Arten werden von Rübsaamen-Hedicke (1925/26) getrennt aufgeführt: *C. nasturtii* Kieffer in Blüten von *Nasturtium amphibium*, *N. officinale*, *N. palustre*, *N. silvestre* und von *Raphanus sativus* sowie *R. raphanistrum*, *C. torquens* de Meijere (*perniciosa* Rübs.) an Kohlpflanzen und *C. geisenheyneri* Rübs. in Blüten von *Brassica*. Ross-Hedicke (1927) führt nur 2 Arten an: *C. nasturtii* Kieffer an Blüten von *Nasturtium amphibium*, *N. officinale*, *N. palustre*, *N. silvestre* sowie von *Raphanus raphanistrum* und *R. sativus*, außerdem an Blüten von *Cochlearia* und *C. geisenheyneri* in Blütengallen von *Brassica*. Rostrup-Thomsen (1931) erwähnen neben *C. nasturtii* an Kreuzblütlern — besonders werden Kohlrüben und Kohl genannt — *C. geisenheyneri* (s. o.) an Blüten und Seitensprossen von Kohl, Radieschen, Kohlrüben, Hederich u. a. In dem französischen Schrifttum verwendet man *C. nasturtii* Kieffer und gibt als Synonym *C. torquens* de Meijere an (Mesnil (1934, 1938), Balachowsky & Mesnil (1936)); Mesnil gibt an, daß die Gallmücke zunächst als *C. torquens* de Meijere bestimmt worden sei, daß sich aber dann die Übereinstimmung mit *C. nasturtii* Kieffer ergeben habe, so daß er diesen älteren Namen wählte. Auch Mesnil (1938) erwähnt die Meinung Barnes' über die „Art“ *C. geisenheyneri* Rübs. als Synonym zu *C. nasturtii*. Barnes (1927) nennt nur die Art *C. nasturtii* und gibt sie an für „Swedes“ (Kohlrüben), Turnip (*Br. napus*, Speiserübe)!,

¹⁾ Dazu sei bemerkt, daß die Bezeichnung *Br. napus* nicht für Turnip-Speiserübe anzuwenden ist, sondern für die Kohlrübe, für turnip ist die Bezeichnung *Br. rapa* einzusetzen.

Rape (*Br. rapa*, Rübsen), Cabbage (*Br. oleracea*, Gartenkohl), Charlock (*Br. sinapis*, wilder Senf), Radish (*Raphanus sativus*, Radies), wild Radish (*R. raphanistrum*, Hederich), *Nasturtium palustre* und *N. silvestre*.

Bei unseren Untersuchungen wurde auf etwa auftretende Blütengallen bei Kohl und allen anderen Kreuzblütlern ganz besonders geachtet. So erhielten wir durch Aufzucht reiches Material aus Blütengallen von Hederich (*Raphanus raphanistrum* L.), wilden Rübsen (*Brassica rapa* L.), Weißkraut und Blumenkohl (*Brassica oleracea*) für den Vergleich mit gezüchteten Drehherzmücken; aus Rapsblüten (*Brassica napus* L.) liegt nur ein ♀ vor, und die aus Radieschenblüten (*Raphanus sativus* L.) erhaltenen Contarinienlarven sind nicht geschlüpft.

Die Untersuchungen, die zuletzt im Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem, von Herrn Dr. W. Hennig durchgeführt wurden, dem ich auch an dieser Stelle meinen besonderen Dank aussprechen möchte, ergaben eine Bestätigung der schon von Barnes (s. o. S. 3) und Mesnil (s. o. S. 3) geäußerten Ansicht, daß *C. torquens* de Meijere, die „Drehherzmücke“, identisch ist mit *C. nasturtii*, der „Swede Midge“, sowie mit der in Blüten gefundenen *C. geisenheymeri* Rübs. Sowohl die aus „Drehherzen“ an Kohl wie auch die aus Blütengallen von Hederich, wilden Rübsen, Weißkraut und Blumenkohl herangezogenen Tiere gehören einer Art an, für die der Name *C. nasturtii* Kieffer gelten muß. Wohl zeigen sich bestimmte Abänderungen in der Ausbildung der Fühler und des Genitalapparates der Männchen, es finden sich aber auch Übergangsstadien bei allen Zuchten. Eine Vergleichsbestimmung nach den in der Sammlung des Deutschen Entomologischen Instituts und den in der Sammlung Rübsaamen im Zoologischen Museum der Universität Berlin vorhandenen Stücken bestätigte die schon aus unserem Material sich ergebende Schlußfolgerung, daß *C. torquens* de Meijere keine besondere Art sei.

Dieses Ergebnis ist um so bedeutungsvoller, da nun nachgewiesen ist, daß die Drehherzmücke nicht nur an den verschiedenen Kohlarten, sondern auch an den anderen *Brassica*-Arten und anderen Gattungen aus der Familie der Cruciferen, nämlich an *Br. napus* (Kohlrüben, Swedes, wahrscheinlich auch Raps), an *Br. rapa* (Rübsen, Speiserüben, Turnip), an *Cochlearia armoracia* (Meerrettich), an *Nasturtium amphibium*, *officinale*, *palustre*, *silvestre* (Brunnenkresse), an *Raphanus raphanistrum* (Hederich) und *R. sativus* (Radies) sowie an *Sinapis arvensis* (Ackersenf) vorkommt. Wahrscheinlich kann diese Liste noch erweitert werden. Damit gewinnt auch die Unkrautvernichtung erhöhte Bedeutung für die Bekämpfung der Drehherzmücke.

b) Ergebnisse früherer Bearbeiter.

Mit Untersuchungen über die Drehherzmücke haben sich vor allem holländische Autoren befaßt. Quanjér (1907) und Spithoest (1929) haben

Bekämpfungsmethoden ausgearbeitet, seit 1936 sind neue Untersuchungen im Gange von Leefmans (1937/38/39). In England und Dänemark haben Taylor (1912), Dry (1915), Barnes (1926) und Rostrup (1919, 1921, 1928) Untersuchungen angestellt. Aus Deutschland liegen kaum eigene Beobachtungen vor. Es gibt zwar eine Reihe von kleineren und kleinsten Aufsätzen in der gärtnerischen Fachpresse, sie bringen aber fast ausschließlich die ausländischen Ergebnisse. Die von einigen Bearbeitern, z. B. Müller (1931) durchgeführten Untersuchungen brachten kaum neue Ergebnisse. Man hat schon eine ganze Reihe von Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Drehherzmücke ausgearbeitet, die Klagen über die geringe Wirksamkeit oder völliges Versagen sind aber noch nie verstummt. So wird in Holland, wo 1906 Quanjor und 1929 Spithost zu befriedigenden Ergebnissen gekommen zu sein glaubten, seit 1936 an derselben Aufgabe gearbeitet (Leefmanns) (1937/38/39). Auf die Angaben der einzelnen Autoren werden wir an den entsprechenden Stellen der Arbeit eingehen. Das Versagen der bisher ausgearbeiteten Maßnahmen in so vielen Fällen beruht hauptsächlich darauf, daß die Bearbeiter das Hauptgewicht der Untersuchungen auf das Ausarbeiten von Bekämpfungsmethoden legten und nur nebenbei der Lebensweise des Schädlings ihre Aufmerksamkeit schenkten. Durch die früheren Untersuchungen sind sehr viele Einzelheiten aus dem Verhalten der Drehherzmücke und ihrer Jugendstadien bekannt geworden, aber die Tatsache, daß die wenigsten klare Angaben über die Erscheinungszeiten der einzelnen Generationen enthalten, beweist, wie wenig Sorgfalt im allgemeinen auf das Studium des Schädlings selbst verwendet wurde; so wird z. B. die Dauer der Entwicklung einer Generation bald zu 3—4 Wochen, bald zu 6—8 Wochen angegeben.

Die genaue Kenntnis der Lebensweise eines Schädlings ist aber selbstverständlich Voraussetzung nicht nur für die Ausarbeitung von Bekämpfungsmaßnahmen, sondern auch für die Beurteilung der Möglichkeiten der Wirksamkeit und der Bekämpfung überhaupt. Im folgenden wird gezeigt werden, wie sehr die Bekämpfung der Drehherzmücke durch verschiedene Eigentümlichkeiten in ihrem Verhalten erschwert werden kann, und daß dadurch der Wirksamkeit der einzelnen Methoden bestimmte Grenzen gesetzt sind.

B. Eigene Untersuchungen.

I. Morphologie, Lebensgeschichte, Epidemiologie und Oekologie.

1. Morphologie und Lebensgeschichte.

Die Größe der Drehherzmücke schwankt zwischen 1,5 und 2 mm, der Körper ist schmutzig lehmgelb, der Thoraxrücken und die mehr oder weniger deutlichen Querbinden des Abdomens sind dunkler grau. Die Fühler des ♂ (Taf. 1, Fig. 1)¹⁾ sind etwas länger als der Körper, 2—12 gliedrig, jedes Geißelglied besteht aus 2 Knoten, trägt wiederum einen Stiel, an dem der proximale Knoten des nächsten Gliedes anschließt. Die proximalen Glieder sind bei den aus Kohl gezogenen Tieren annähernd kugelig, gegen das Fühlerende hin wenig länger als breit, bei den aus Hederich aufgezogenen Tieren etwas breiter als lang, zum

¹⁾ Alle Zeichnungen sind von E. Krebs-Jakobs nach Präparaten angefertigt.

Ende hin kugelig (Taf. 1, Fig. 2). Die distalen Knoten sind bei ersteren gestreckt, ihre Länge nimmt gegen das Fühlerende hin zu, bei letzteren sind sie fast kugelig. Die proximalen Stiele der mittleren Glieder sind bei den an Kohl herangewachsenen Tieren meist etwas kürzer, selten ebenso lang wie der kugelige Knoten, bei den Hederichttieren sehr oft länger als der Knoten. Der besonders stark gestreckte letzte Knoten (Endglied) trägt am Ende einen durch eine schwache Einschnürung scharf abgesetzten meist zylindrischen Endgriffel von sehr variabler Länge, hinter der Ansatzstelle des Endgriffels ist die feine Behaarung (Mikrotrichen) bei den Kohltieren im allgemeinen breit ringartig unterbrochen; bei den Hederichttieren ist der Endgriffel meist kürzer, weniger deutlich abgesetzt und schwach konisch, der kahle Ring weniger deutlich; bei einigen Tieren — Blumenkohlblüten und Hederich — geht der Knoten ohne Absatz allmählich in den kurzen Griffel über (Taf. 1 Fig. 3). Beim Genitalapparat des ♂ sind die Lappen der vorderen Lamelle im allgemeinen am Ende gerundet, an der Innenseite ist kaum die Spur einer Abschrägung bemerkbar; bei den Hederichttieren sind sie sehr häufig innen abgeschrägt. (Vergl. die Taf. 1, Fig. 4, 5). Diese bei unserem Material sowie an dem des Entomologischen Institutes festgestellten morphologischen Unterschiede weisen darauf hin, daß sie vor allem bedingt sind durch die verschiedene Art der Ernährung, besonders deutlich ergibt sich dies bei einem Vergleich zwischen den aus Kohl und den aus Hederich gezogenen Tieren. Die Beobachtungen bedürfen der Ergänzung.

Bei dem ♀ der Drehherzmücke sind die Fühler nur etwa halb so lang wie der Körper, die Geißelglieder zylindrisch, jedes am Ende mit kurzem Stiel. Die Länge der Stiele scheint variabel; an frischen Stücken wurden keine Messungen durchgeführt, bei Alkoholmaterial betrug die Länge etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{7}$ der Länge des übrigen Gliedes. Das Endglied ist mit einem ganz kurzen, oft deutlich abgesetzten Fortsatz oder seltener mit einem konischen stumpfen Ende ausgestattet. Morphologische Unterscheidungsmerkmale konnten nicht festgestellt werden. Die lange Legeröhre kann bis $\frac{3}{4}$ der Körperlänge ausgestreckt werden.

Im Freien wurden die Imagines nur auf den Kohlpflanzen gefunden, meist saßen sie zwischen den äußeren Herzblättern oder etwas tiefer, z. B. bei der Eiablage; auch tote ♀♀ wurden oft auf den Pflanzen gefunden. Ihr Flug ist ein unstetes rasches Schwirren, so daß man auf fliegende Mücken infolge der unscheinbaren Größe und unauffälligen Färbung meist sofort aus dem Auge verliert. Die Lebensdauer der Tiere aus den Zuchten betrug bei etwa 20° C kaum mehr als 4—5 Tage; bei 15° C starb das letzte ♀ am 10. Tag. In der Gefangenschaft konnte nur 1939 die Eiablage auf eingestopften Kohlpflanzen erzielt werden; auch die Kopula wurde beobachtet. Die Eiablage erfolgte innerhalb 6

Tagen in der Zeit vom 26. 7. bis 31. 7. Am 27. 8. wurden unter denselben Bedingungen neue Versuche eingesetzt, Eiablage konnte nicht festgestellt werden. Die 1940 im Juli und August in Pillnitz angesetzten Versuche hatten negative Ergebnisse, ebenso wie frühere Versuche.

Im Freien konnte nach besonders warmen Tagen eine ganz auffallende Zunahme der Zahl der Eigelege auf den Pflanzen festgestellt werden. Über die Beobachtungen der bei der Eiablage herrschenden Temperaturen und den Einfluß der Temperatur auf den Verlauf der Eiablage soll später berichtet werden.

Die Eier der Drehherzmücke sind überall dreimal so lang wie breit, wurstförmig gestreckt und leicht gekrümmt, ihre Länge beträgt 250—260 μ , ihr Durchmesser 80—85 μ , sie sind wasserklar und ohne jede Färbung und haben eine fast glatte, glänzende Oberfläche. Im durchfallenden Licht ist der Embryo bzw. die schlüpfbereite junge Larve deutlich erkennbar. Ursprünglich ist jedes Ei mit einem langen dünnen Faden versehen, der aber beim abgelegten Ei oft nicht mehr vorhanden ist.

Das Weibchen legt die Eier in Haufen zu 15—20 Stück tief zwischen den Blattstielen der jüngeren Herzblätter ab. Es kriecht dabei meist soweit zwischen die Herzblätter, wie es der vorhandene Raum gestattet und führt dann die Legeröhre weiter in die Zwischenräume hinein. Die Eihaufen werden dabei in ihrer Form durch diese Zwischenräume bestimmt. Die einzelnen Eier kleben aneinander, nach Freilegen des Eihaufens läßt sich das ganze Gelege leicht von der Unterlage ablösen (Taf. 1, Fig. 6). Bei stärkerem Befall wurden auf den Randpflanzen des Feldes oft über 10 Eigelege gefunden; in einem Falle waren alle Zwischenräume zwischen den Herzblättern so dicht mit Eiern angefüllt, daß die Zahl der Eigelege je Pflanze nicht mehr genau festgestellt werden konnte.

Da verschiedentlich Weibchen im Freien bei der Eiablage angetroffen wurden, konnte an diesen Eiern die Entwicklungszeit ermittelt werden. Bei Temperaturen von 20° C und etwas darüber, schlüpfen die Larven regelmäßig nach 4—5 Tagen, bei 15° C erschienen sie erst nach 9 Tagen, nach Leefmanns (1938) 3—5 Tage ohne Temperaturangabe. Das Auffinden der Eier ist nur nach dem Auseinanderpflücken der Herzblätter möglich; daher kann die Pflanze, auf der Eigelege gefunden wurden, nicht mehr zur Aufzucht der Larven benutzt werden. Außerdem mußte verhindert werden, daß sich auf einer Pflanze bereits ältere Eier oder Junglarven befanden; zur Aufzucht der Larven wurden deshalb vorher isoliert gehaltene Kohlpflanzen verwendet. Schlüpfbereite Eier oder frisch geschlüpfte Larven wurden vorsichtig zwischen die jüngeren Herzblätter geschoben; die Übertragung erfolgte mit einer

angefeuchteten feinen Nadel. Auf diese Weise konnte die Dauer der Larvenentwicklung ermittelt werden. Bei einer Durchschnittstemperatur von 20—22° C wanderten die Larven nach 7—8 Tagen zur Verpuppung ab; bei dieser Versuchsanordnung waren die Pflanzen unter natürlichen Verhältnissen aufgestellt, doch wurde dabei die Einwirkung der Sonne durch die umhüllende feine Gaze etwas abgeschwächt. Bei 15° C waren die Larven auch bereits nach einer Woche soweit herangewachsen, daß das Abwandern etwa am 9. und 10. Tage zu erwarten stand, doch starben die Tiere vorzeitig ab. Zeitweise standen mehr Ei-gelege zur Verfügung, als in der kurzen Zeit für Zuchtversuche gebraucht werden konnten. In diesen Fällen blieben die frischgeschlüpften Larven in kleinen Gläsern auf isolierten Teilen von Kohlherzen; die sich ziemlich lange frisch hielten. Diese Larven waren bei Zimmertemperatur (20° C) ebenfalls nach 8 Tagen erwachsen; doch war hier die Sterblichkeit sehr groß, und meist blieben nur die Larven am Leben, die sich dort, wo die Kohlblättchen das Glas berührten, in einer Flüssigkeitsansammlung festgesetzt hatten. Aus den mitgeteilten Beobachtungen ergibt sich, daß die Entwicklung der Larven auf der Pflanze nur kurze Zeit dauert; diese Tatsache wurde auch durch alle Freilandbeobachtungen bestätigt. Bei mittleren Temperaturen dürfte die Entwicklung der Larven vom Schlüpfen bis zum Abwandern von der Pflanze im Freiland kaum wesentlich länger als eine Woche in Anspruch nehmen.

Die Larven sind weißlich bis schwach gelblich gefärbt und können wie die aller *Contarinia*-Arten mehrere cm weit springen. Sie erreichen eine Länge von wenig mehr als 2 mm, die männlichen Larven sind meistens etwas kleiner. Die in den Hederichblüten heranwachsenden Larven zeichneten sich durch die viel sattere, tiefgelbe Färbung aus.

Die Larven der Drehherzmücke leben nach dem Schlüpfen aus dem Ei gesellig. Hatte das ♀ bei der Eiablage die Eier schon so tief wie irgend möglich zwischen die Herzblätter hineingeschoben, so dringen jetzt die Larven, soweit möglich, noch tiefer ein und setzen sich mit Vorliebe an der Innenseite der jungen Blattstiele in den Blattachseln fest. Die Larven saugen in den Blattachseln, die Saugstellen sind später als verkorkte Narben erkennbar. Während ihres ganzen Lebens auf der Pflanze sind die Larven in eine Flüssigkeit eingebettet. Nach Leefmanns (1937) und Olombel (1931) soll die Flüssigkeit auf einen Reiz der Larven hin von der Pflanze ausgeschieden werden, noch ehe die Larven mit Saugen beginnen. Von uns wurden keine näheren Untersuchungen darüber angestellt.

Die Wachstumsveränderungen an der Kohlpflanze, die infolge des Befalles durch die Larven eintreten, können kaum noch als echte Galle bezeichnet werden. Es handelt sich um Wachstumsstörungen,

die in unmittelbarer Nähe der Saugstellen auftreten; sie sind je nach dem Ort der Saugstelle sowie der Anzahl und Verteilung der Larven zwischen den Herzblättern verschieden ausgebildet. Ganz allgemein beobachtet man an der Saugstelle selbst eine Einkrümmung des Blattstielen, an dem der Saugstelle gegenüberliegenden Teil des Blattstielen eine Verdickung. Dieses Schadbild entsteht wahrscheinlich so, daß das Wachstum an der Saugstelle selbst gehemmt wird, während der außenliegende Teil des Blattstielen schneller und um die Saugstelle herum wächst (Taf. 2, Fig. 1). Das Blatt wird dadurch nach der Hauptachse der Pflanze hin eingebogen; hier befindet sich der Kegel der jüngsten Herzblätter, die ebenfalls oft in die Wachstumsänderung mit einbezogen sind; auf diese Weise kann eine starke einseitige Knickung des ganzen Herzens zustandekommen. Häufiger befinden sich Larven an mehreren Blattstielen; es erfolgt dann von mehreren Stellen her ein Druck gegen die Hauptachse, der allerdings nicht genau konzentrisch gerichtet ist. So kommt es zu einem Ausweichen und zu einer Drehung, an der auch die kleinsten Herzblätter teilhaben können; auf diese Weise entsteht das charakteristische Schadbild „das Drehherz“ (Taf 2, Fig. 2, 3, 4).

Die Zeitspanne vom Schlüpfen der Larven ab bis zum Sichtbarwerden der Schädigung ist abhängig von der Größe der Pflanze, von der jeweiligen Wachstumsgeschwindigkeit und von der Stärke des Befalles. Ganz junge Pflanzen können bereits am 2. Tag nach dem Schlüpfen der Larven das Drehherz zeigen, bei größeren Pflanzen vergehen 3 bis 6 Tage, — nach Taylor (1912) 3 bis 4 Tage, nach Leefmans (1938) 2 bis 5 Tage — ehe das Schadbild deutlich erkennbar wird; daher kommt es, daß die Larven beim Sichtbarwerden des Schadens schon fast erwachsen sind und einige Tage später bereits die Pflanze verlassen. Ein anhaltender Regen, der das Wachstum stark fördert, kann so der Anlaß sein, daß der Befall bei vielen Pflanzen gleichzeitig deutlich sichtbar wird. Es kann vorkommen, daß die Larven auf den Blattspreiten der Herzblätter sitzen bleiben und hier Verbeulungen und Kräuselungen erzeugen, in deren Vertiefungen sie saugen; es ist so möglich, daß ein Drehherz, das charakteristische Schadbild, gar nicht zustandekommt.

Die Wachstumsveränderungen werden zweifellos unmittelbar durch die Saugtätigkeit der Larven hervorgerufen; es ist aber wahrscheinlich, daß außerdem von den Larven Stoffe ausgeschieden werden, die auf die Pflanzen einwirken. Nach Leefmans (1937) kann durch mechanische Verletzung des Gewebes kein Drehherz erzeugt werden. Auch bei anderen saugenden Schädigern, so bei Thrips angusticeps und Blattläusen, konnten in den Blattachsen jüngerer Herzblätter von Kohlpflanzen Wachstumsveränderungen beobachtet werden, die nur schwach ausgebildeten Drehherzen zum Verwechseln ähnlich sehen.

Sind die Larven erwachsen, so begeben sie sich in die Erde, wo sie sich in einen mit kleinsten Erdteilchen dicht durchsetzten Kokon einzuspinnen. Die fast kugeligen, etwa 2 mm großen Kokons sind von gewöhnlichen Erdklümpchen nicht zu unterscheiden, nur durch Auswaschen der Erde mit dem „biologischen Bodensieb“ von Bastian, Naumburg, gelang es 1939 Larvenkokons in größeren Massen zu sammeln. Sie wurden im allgemeinen in geringer Tiefe — 0 bis 6 cm — gefunden, dabei scheint die mittlere Tiefe — 2 bis 4 cm — bevorzugt zu werden. Auch in Tiefen über 6 cm hinaus konnten noch eingespinnene Larven festgestellt werden, in geringer Anzahl sogar noch in einer Tiefe von 10—12 cm. Bei diesen handelte es sich sicher um überliegende Larven, die bei der Bodenbearbeitung in so tiefe Schichten gebracht waren. Die Larve ruht nach der Dorsalseite eingekrümmt im Kokon und verwandelt sich hier zur Puppe, die schon von de Meijere (1906) beschrieben wird. Vor dem Schlüpfen bohrt sich die Puppe aus dem Kokon heraus und dringt mit Hilfe der feinen Dörnchenkränze an den Hinterleibsringen bis zur Erdoberfläche vor. Hier schlüpft die Mücke und läßt die leere Puppenhülle zurück, die mit dem Vorderende aus der Erde herausragt. Die Flügel sind nach wenigen Minuten entfaltet, und nach 1 bis 2 Stunden ist die Ausfärbung beendet. Trifft die Puppe beim Durchbrechen der Erdoberfläche auf einen hervorragenden Gegenstand, z. B. in den Zuchtgläschen die Wand des Gläschens, so kriecht sie oft, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, eine Strecke an diesem hoch. Dadurch wird vermieden, daß die schlüpfenden Mücken bei zu nasser Erdoberfläche festkleben; allerdings können die Mücken auch über nasse Flächen kriechen, ohne Schaden zu nehmen.

Für Zuchtversuche stand bei stärkerem Auftreten sehr reichlich Larvenmaterial zur Verfügung; einmal konnten aus 40 eingetragenen frischen Drehherzen innerhalb weniger Tage weit über 5000 Larven erhalten werden. Die eingetragenen Drehherzen wurden, soweit sie noch Larven enthielten, zu je 6—8 Stück in große Einmachgläser eingelegt, vorher wurden alle überflüssigen Blätter entfernt, jedoch in der Weise, daß die Larven nach Möglichkeit nicht freigelegt wurden. Die Gläser waren mit Fließpapier ausgelegt und wurden mit Zeitungspapier zugebunden. Die Anwesenheit der Pflanzen genügte zur Bildung hinreichender Luftfeuchtigkeit im Glase. Die abwandernden Larven sammelten sich auf und unter dem Filtrierpapier; sie wurden täglich mit einem feinen Pinsel in Glasröhrchen (18×100 mm) überführt, die zu $\frac{1}{8}$ mit mäßig feuchtem, sterilem Sand gefüllt waren. Die Gläschen wurden mit einem Kork luftdicht verschlossen. In dem leicht festgedrückten Sand wurden entlang der Glaswand ringsherum 6—8 knapp streichholzstarke Gänge hineingestoßen, um den Larven das Eindringen in den Sand zu erleichtern; diese

Anordnung ist dem Werk von Rübsaamen-Hedicke (1925/26) „Anweisungen über die Zucht von Gallmücken“ entnommen. In diesen Rührchen wurden die Larven 1937 in annähernd konstanten Temperaturen von 15° C, 20—21° C und 29—30° C gehalten. Die geschlüpften Mücken wurden täglich herausgefangen und in die Listen eingetragen. Aus diesen Versuchen, denen ein Material von etwa 1000 gezüchteten Tieren zugrunde lag, ergab sich mit sehr großer Einheitlichkeit das Schlüpfen der ersten Mücken bei

29—30° C: 7 Tage nach dem Einsetzen der Larven in die Erde.
 20—21° C: 10—11 " " " " " " " " "
 15° C: 19—21 " " " " " " " " "

Nach der Blunk'schen Wärmesummenregel wurde daraus für die Entwicklung in der Erde der Entwicklungsnullpunkt mit etwa 8° C und die Wärmesumme mit 130—140 errechnet.

1939 und 1940 wurden Freilandzuchten unter wechselnden Temperaturen in größerem Umfang durchgeführt. Die Zuchten 1940 umfaßten ein Material von über 1000 Larven. Die Gläschen wurden in die Erde eingesenkt, sonst waren sie der Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Die nach der Blunk'schen Wärmesummenregel errechneten Werte sind folgende: Der Entwicklungsnullpunkt wurde mit etwa 8° C und die Wärmesumme mit 100—110 bestimmt; dabei wurde die mittlere Tagestemperatur nach der Formel $\frac{I+II+2\cdot III}{4}$ errechnet. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse 1937 und 1940 zeigt, daß die Entwicklung bei den Freilandzuchten — in der Sonne aufgestellt — schneller verläuft.

1937 wurden ebenfalls Zuchten im Freiland — schattig aufgestellt — durchgeführt. Auch für diese wurde die mittlere Tagestemperatur nach der oben angegebenen Formel errechnet. Die ermittelten Werte fügen sich in die Versuche von 1940 gut ein, allerdings zeigt sich eine gewisse Verzögerung. Dasselbe gilt auch für die im Jahre 1939 durchgeführten Freilandzuchten, soweit sie schattig aufgestellt waren.¹⁾

Um die Entwicklungsgeschwindigkeit im Freiland genau zu verfolgen, wurden ab 1934 „Fangkästen“ aufgestellt. Etwa $\frac{1}{4}$ qm bedeckende, unten offene Holzkästen, in die seitlich oben mehrere Glastuben eingesteckt wurden oder deren Oberseite aus innen mit Raupenleim bestrichener Gaze bestand (vergl. Klee und Rademacher 1935), wurden über befallene Kohlpflanzen gestülpt. Die geschlüpften Mücken konnten später in den Glastuben bzw. an der Gaze klebend festgestellt werden. Hier schlüpften die Mücken gleichzeitig mit denen aus den Zuchtgläsern, die im Freiland aufgestellt waren. Feldbeobachtungen bestätigten eben-

¹⁾ Einzelheiten aus den Aufzuchten sollen zusammen mit neuen Ergebnissen an a. O. mitgeteilt werden.

falls die Ergebnisse der Zuchtversuche, auf den Pflanzen konnten um dieselbe Zeit wie in den Zuchten Imagines festgestellt werden. Temperaturmessungen des Bodens auf Kohlfeldern in 5—10 cm Tiefe ergeben für die Sommermonate eine auffallende Übereinstimmung der Durchschnittstemperatur mit den entsprechenden Tagesmitteln der Lufttemperatur, dabei gleichen sich kleine Unterschiede meist innerhalb weniger Tage aus.

Die Überwinterung der Drehherzmücke erfolgt als Larve im Erdkokon (Roesler 1937). In der Literatur wird durchweg angegeben, daß die Puppe überwintert; Leefmans (1937) kommt auf Grund seiner Beobachtungen ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die Larven überwintern. In Zittau konnte eine Überwinterung der Puppen ebenfalls niemals festgestellt werden. Die Puppenruhe dauert immer nur kurze Zeit, auch nach der Überwinterung. Verpuppte Larven ergeben je nach der herrschenden Temperatur in 1—2¹/₂ Wochen die Mücken. Es wurde auch versucht, die Entwicklungszeit der Larven nach der Überwinterung rechnerisch zu erfassen. Unter Zugrundelegung des bei den Zuchten ermittelten Temperaturnullpunktes war eine rechnerische Bestimmung der Erscheinungszeiten in den einzelnen Jahren nicht möglich. Wahrscheinlich liegt der Temperaturnullpunkt zu hoch, denn die errechneten Werte (Tage) liegen unter den an Hand der Versuchsergebnisse ermittelten (Tage). Es bedarf weiterer Versuche, diese Fragen zu klären. Bestände die Möglichkeit, den Zeitpunkt des ersten Auftretens der Drehherzmücke in jedem Jahr für kurze Zeit im voraus zu bestimmen, so könnte der Termin für die ersten Bekämpfungsmaßnahmen sicher festgelegt werden.

2. Generationen und Massenwechsel.

Im Laufe eines Jahres treten im allgemeinen 3 Generationen auf, eine 4. wurde nur einmal beobachtet. Die ersten Mücken erscheinen im Freiland meist ab Anfang Juni, die ersten Drehherzen werden in der zweiten Hälfte des Juni sichtbar, daran schließen sich in etwa vierwöchigen Abständen die weiteren Generationen. Die zweite Mückengeneration fliegt dann ab Anfang Juli, Drehherzen werden in der zweiten Hälfte des Juli beobachtet. Die dritte Generation erscheint ab Anfang August, die Nachkommen erzeugen neue Drehherzen in der zweiten Hälfte des August. Eine vierte Generation konnte nur einmal, und zwar 1934, beobachtet werden, damals wurde der erste Befall (Drehherzen) schon zu Anfang Juni festgestellt. Für die Entwicklungsdauer einer Generation ergibt sich aus den auf S. 7 ff angegebenen Zeiten für eine fast konstante Durchschnittstemperatur von 19—20° C: Eientwicklung 4—5 Tage, Larve auf der Pflanze 7—8 Tage, Ruhe in der Erde bis zum Schlüpfen der Mücke 11—12 Tage, zusammen 22—25 Tage; dieses Ergebnis — für die ersten schlüpfenden Imagines berechnet — entspricht den vier-

wöchigen Abständen zwischen den einzelnen Generationen. Die erste Jahresgeneration (Mücken) tritt nicht in jedem Jahr zu gleicher Zeit auf, so konnte sie in Zittau 1934 und 1937 schon für Mai festgestellt werden. Die über Winter gehaltenen Zuchten 1935/36, 1938/39 und 1940/41 ließen ein Überliegen der Larven bis Ende Mai und bzw. Anfang Juni erkennen, die ersten Mücken schlüpften Anfang Juni, 1941 erst in der zweiten Junihälfte, die ersten Drehherzen wurden Mitte Juni sichtbar, 1941 erst Anfang Juli. In einigen Jahren trat diese erste Generation in 2 Schüben auf, der erste: Anfang bis Mitte Juni, Drehherzen ab Mitte Juni, der zweite: Ende Juni bis Anfang Juli, Drehherzen im ersten Drittel des Juli, sodaß sich die Eiablage über 4 Wochen erstreckte. Durch die im Freiland überwinterten Zuchten (1939) konnte nachgewiesen werden, daß dieses geteilte Auftreten auf einem längeren Überliegen eines Teiles der überwinterten Larven beruht. Das Überliegen eines Teiles der Larven wurde auch in Holland von Leefmanns (1938) festgestellt, auch konnten dort während der Flugzeit von 4 Wochen mehrere Höhepunkte beobachtet werden. Es kommt so zu einer schwer zu überblickenden Aufeinanderfolge von Befallszeiten, die zum Teil kürzere, zum Teil längere Abstände aufweisen, zum Teil sogar ineinander übergehen, sodaß eine klare Abtrennung ohne laufende Zuchten gar nicht möglich ist. Verfolgt man die in der Literatur angegebenen Befallszeiten, so ergibt sich, daß die Juligeneration am häufigsten schadete. Meist wird auch noch die Junigeneration genannt. Spithost (1929) allein erwähnt außerdem einen Befall in den ersten Junitagen, dem ein Mückenflug Ende Mai entsprechen würde; hier handelt es sich zweifellos um das auch im Zittauer Anbauggebiet 1934 und 1937 beobachtete frühe Auftreten der 1. Jahresgeneration. Oft wurde auch die August-Generation noch schädlich, während Schaden im September nur von Dry (1915) und Rostrup (1928) angegeben wird.

Die Tendenz der Larven zum Überliegen findet sich bei allen Generationen, sie kommt dadurch zum Ausdruck, daß die Verpuppung nicht zustande kommt. Der Anteil der überliegenden Larven kann bei den einzelnen Generationen sehr verschieden sein. Gegen Ende des Sommers nimmt er allgemein stark zu, so daß z. B. die im August bzw. September auftretende Generation deutlich schwächer ist als die vorhergehende. Auch bei der ersten Jahresgeneration kommt dieses Überliegen (s. o.) deutlich zum Ausdruck. Selbst bei den am stärksten und regelmäßigsten auftretenden Generationen kann ein Überliegen stattfinden. Das Überliegen kann 4 Wochen bis länger als ein Jahr dauern. So schlüpfte z. B. von einer größeren Anzahl im Juni 1935 eingetragener Larven im Juli und August nur etwa je 10 v. H., die übrigen überwinterten; Ende Mai, Ende Juni und Ende Juli 1936 schlüpften weitere Mücken, zu Anfang

August waren noch viele Larven übrig, die aus den Kokons genommen lebhaft umherkrochen. Infolge Schimmelbildung konnte die Zucht nicht weiter verfolgt werden. Andere Zuchten aus den verschiedenen Jahren ergeben ähnliche Bilder.

Durch das Überliegen der Larven erklärt es sich, wie schon oben angedeutet, daß die Generationen der Drehherzmücke in sehr wechselnder Weise auftreten. Bald scheinen manche Generationen ganz unterdrückt, bald kommt es ohne erkennbare Anzeichen zu einem Massenauf-treten; letzteres ist dadurch bedingt, daß wahrscheinlich infolge besonders günstiger Lebensbedingungen sehr viele der im Boden ruhenden Larven ihre Entwicklung plötzlich wieder aufnehmen. In erster Linie ist dabei wohl größere Feuchtigkeit, verbunden mit genügend hohen Wärme-graden, als Ursache anzunehmen; andererseits scheint aber Trockenheit allein nicht auszureichen, um die Larven zum Überliegen zu veranlassen. So gelang es 1937 nicht, durch Trockenhalten der Zuchten den Anteil der überliegenden Larven gegenüber den feuchter gehaltenen zu steigern; auch bei den Zuchten 1938/39 und 1939 zeigten sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den verschieden feucht gehaltenen Zuchten.

In den einzelnen Jahren ist das Überliegen ebenfalls verschieden stark, so betrug bei den Zuchten 1935 der Anteil der überliegenden Larven in den meisten Fällen 80—90 v. H., 1936 durchschnittlich 50 v. H. und 1937 in der Mehrzahl der Zuchten 0 v. H., in einigen wenigen 10—30 v. H., 1939 im Durchschnitt 40 v. H., im August 75 v. H., 1940 im Durchschnitt 70 v. H., zuletzt im August sogar 90 v. H.

Die Beziehungen zu dem schädlichen Auftreten sind sehr deutlich — 1935 war nur in wenigen Fällen mittelstarker Befall zu verzeichnen, 1936 kam es an verschiedenen Stellen zu starkem Befall, 1937 war allgemein ein Massenauf-treten zu beobachten, 1939 war der Befall im Juni bis Juli sehr stark — im allgemeinen 80 v. H. der Pflanzen befallen — im Juli/August waren allgemein nur noch 40 v. H. der Pflanzen ge-schädigt, im August/September trat ein Befall nicht hervor. 1940 war im Juni und Anfang Juli der stärkste Schaden festzustellen, später war dieser gering. Bei diesen Zittauer Beobachtungen sowie bei den in der Literatur vorliegenden Angaben über Drehherzmückenschäden in den einzelnen Jahren, für die gleichzeitig die Niederschläge erwähnt sind, fällt auf, daß die Jahre des starken Auftretens in den betreffenden Ge-genden besonders niederschlagsreich waren; die Frühjahrsmonate scheinen besonders wichtig zu sein, auch die Temperatur ist, wie z. B. das Jahr 1937 zeigt, von Bedeutung.

3. Vorkommen.

a) Geographische Verbreitung.

Die Drehherzmücke ist nachweisbar zum ersten Male kurz vor der Jahr-hundertwende in Holland schädlich aufgetreten, nach Qu an j er (1907) seit.

dem Jahre 1897. Nach Brunner (1900) trat sie 1900 bei Wetzlar auf. Später häufen sich die Meldungen aus allen Teilen Deutschlands. Weiter werden Schäden durch die Drehherzmücke (Kräuselgallmücke) gemeldet aus Dänemark — Rostrup (1919, 1921, 1928) —, aus England — Taylor (1912), Dry (1915), Barnes (1926), Walton (1927) —, aus Frankreich — Colombel (1931), Mesnil (1934, 1938) — und aus Norwegen — Schoyen (1928/29); Übersichten aus neuerer Zeit bringen Müller (1931) und Hähne (1938). In der Ukraine, in Korez (Korzec) an der Straße Rowno—Nowograd—Wolynskij, konnte Roesler im ersten Julidrittel 1941 in Hausgärten an Blumenkohl und Weißkraut frische Drehherzen und erwachsene Larven feststellen, über 50 v. H. der Pflanzen waren befallen.

Im einzelnen das Weiterumsichgreifen der Plage in Deutschland nach den auf die ersten Berichte folgenden Meldungen genauer zu verfolgen, wird durch die Ungenauigkeit der Angaben sehr erschwert, besonders durch Verwechslungen mit der Kohlschotengallmücke, *Dasyneura brassicae* Winn. Obwohl schon 1906 von Quanjér die Drehherzschäden und ihre Erreger genau beschrieben waren, wurden häufig noch lange Zeit hindurch alle Gallmückenschäden am Kohl einem mit dem Sammelnamen „Kohl gallmücke“ bezeichneten Schädling zugeschrieben, der mit dem wissenschaftlichen Namen „*Dasyneura brassicae*“ belegt wurde. Oft wurde auch nur die im Anschluß an Drehherzigkeit auftretende Herzfäule gemeldet.

Aus den „Berichten über Landwirtschaft“, „Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen“, fortgesetzt in den „Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt“ und später im „Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes“ lassen sich folgende Angaben als Drehherzmückenschäden deuten bzw. entnehmen:

- 1907: Billwärder bei Hamburg an Blumenkohl,
Chemnitz an Weißkraut (?).
- 1908: Bonn an Kopfkohl und Kohlrüben.
- 1912: Bayern an Kopfkohl,
Kandel (Pfalz) an Kopfkohl,
Schleswig-Holstein (?), Braunschweig (?), Mecklenburg (?), Brandenburg (?).
- 1920: Darmstadt, als Herzfäule beschrieben (?).
- 1921: Lübeck an jungen Kohlpflanzen.
- 1922: Brandenburg, Schlesien (?), Hamburg (?).
- 1923: Schlesien, Freistaat Sachsen.
- 1924: Brandenburg, Schlesien, Freistaat Sachsen (Weichfäule).
Ferner zum ersten Mal als *Cont. torquens*:
Schlesien, Hessen-Nassau, Rheinprovinz, Bayern (Allgäu, München, Fürth), Freistaat Sachsen, Mecklenburg.
- 1925: Westfalen.
Rheinprovinz (Herzfäule) (?).
- 1926: Brandenburg, Mecklenburg, Hessen-Nassau,
Württemberg (Herzfäule an Kohlrüben) (?).
- 1927: Bremen, Schleswig-Holstein, Lübeck, Mecklenburg, Westfalen, Rheingau,
Herzfäule an Kohl, Kohlrüben: Württemberg, Hannover (?).
- 1928: Hamburg, Freistaat Sachsen, Rheinprovinz.
- 1930: Westfalen, Hannover.

- 1931: Hannover, Pommern, Ostpreußen, Brandenburg, Oberschlesien, Freistaat Sachsen, Braunschweig, Hessen-Nassau, Rheinland.
- 1932: Hannover, Bremen, Mecklenburg, Brandenburg, Freistaat Sachsen, Thüringen, Anhalt, Westfalen, Hessen-Nassau, Rheinland.
- 1933: Hannover, Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Ostpreußen, Brandenburg, Provinz und Freistaat Sachsen, Westfalen, Hessen-Nassau, Rheinprovinz, Schwaben, Unterfranken, Oberbayern.
- 1934: Hannover, Oldenburg, Anhalt, Rheinprovinz, Mittelfranken, Oberbayern.
- 1935: Hannover, Oldenburg, Hamburg, Lübeck, Mecklenburg, Pommern, Ostpreußen, Brandenburg, Provinz Sachsen, Anhalt, Hessen-Nassau, Westfalen, Rheinprovinz, Pfalz, Unter- und Oberfranken, Oberpfalz, Mittelfranken, Schwaben, Ober- und Niederbayern.
- 1936: Hannover, Schleswig-Holstein, Lübeck, Mecklenburg, Ostpreußen, Schlesien, Brandenburg, Provinz und Freistaat Sachsen, Westfalen, Hessen-Nassau, Rheinprovinz, Pfalz, Schwaben, Oberbayern, Unter- und Mittelfranken, Anhalt.
- 1937: Hannover, Oldenburg, Bremen, Schleswig-Holstein, Pommern, Ostpreußen, Brandenburg, Provinz Sachsen, Anhalt, Sachsen, Hessen-Nassau, Westfalen, Rheinprovinz, Oberfranken, Mittelfranken, Schwaben, Oberbayern, Niederbayern.
- 1938: Hannover, Schlesien, Hessen-Nassau, Westfalen, Bayern.
- 1939: Hannover, Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Schlesien, Braunschweig, Sachsen, Thüringen, Westfalen, Rheinprovinz, Mainfranken, Oberpfalz, Oberbayern, Niederbayern.
- 1940: Hannover, Braunschweig, Hamburg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Pommern, Brandenburg, Schlesien, Sudetenland, Sachsen, Provinz Sachsen, Thüringen, Anhalt, Westfalen, Rheinprovinz, Hessen-Nassau, Ober-, Mittel- und Mainfranken, Schwaben, Oberpfalz, Saarpfalz, Nieder- und Oberbayern.

Nach den Aufzeichnungen der Hauptstelle für gärtnerischen Pflanzenschutz Pillnitz, die bis 1928 zurückgehen, sind in Sachsen alljährlich Drehherzmückenschäden gemeldet. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sich die Drehherzmücke seit ihrem zuerst gemeldeten starken Auftreten im Nordwesten von dort aus über die übrigen Gebiete ausgebreitet hat. Auffällig dagegen ist, daß das stärkere Auftreten des Schädling in engem Zusammenhang steht mit der Steigerung des feldmäßigen Kohlanbaues während der letzten 30—40 Jahre. Holländische Bearbeiter haben wiederholt darauf hingewiesen, es trifft auch für Deutschland zu. Es gab ohne Zweifel auch vorher schon Drehherzmückenschäden, wenn auch nicht in dem Umfang wie heute. Daß derartige Schäden nicht früher bekannt wurden, erklärt sich leicht daraus, daß die Praktiker anfangs an schädliche Witterungseinflüsse glaubten, eine Anschauung, die vielfach auch heute noch nicht verschwunden ist. Erst als sich die Drehherzmücke durch den gesteigerten Kohlanbau mehr und mehr zum Großschädling entwickelte, wurde man auf den Schädling aufmerksam; so wurde auch die Kenntnis von der Verbreitung gefördert. Das stärkere Auftreten

der Drehherzmücken in Jahren mit erhöhten Niederschlägen läßt erkennen, daß die Art atlantischen Ursprungs ist; so wurde sie auch in den Küstengebieten zuerst zum Schädling. Zweifellos war sie aber schon vorher über Mitteleuropa verbreitet.

b) Verbreitung im Anbaugbiet Zittau.

Im Zittauer Blumenkohlanbaugebiet soll die Drehherzmücke vor etwa 20 Jahren erstmalig als Schädling aufgetreten sein. Die Schadensgebiete sind die drei Hauptanbauflächen im Nordosten, Osten und Süden der Stadt, wo vor allem Sommerblumenkohl angebaut wird; die bei den Betrieben am Stadtrand gelegenen Anbauflächen werden infolge ihrer geschützteren Lage meist mit Frühblumenkohl und anschließend mit Spätblumenkohl bepflanzt, so daß die Hauptgenerationen der Drehherzmücke keine Brutstätten finden. Diese dicht am Haus gelegenen Flächen werden, da sie ständig unter Aufsicht sind, sorgfältiger gepflegt als die Felder außerhalb der Stadt. So kommt es, daß in Zittau der Sommerblumenkohl, der ohnehin stärker unter Schädlingen zu leiden hat, besonders gefährdet ist. Bei starkem Auftreten der Drehherzmücke bleibt der Sommerblumenkohl auch auf den kleinen Flächen innerhalb der Stadt von starkem Befall nicht verschont. Der Umstand, daß in dem in der Neißenerung gelegenen Anbaugbiet im Osten der Stadt der Befall meist am schwersten auftritt, bestätigt wiederum die Vorliebe der Drehherzmücke für größere Feuchtigkeit.

c) Verteilung und Ausbreitung des Befalls auf den Feldern.

Auf einem von der Drehherzmücke befallenen Felde haben immer die Randpflanzen am meisten unter dem Befall zu leiden. Bei schwachem Befall bleibt die Mitte des Feldes, wenn dieses nur groß genug ist, meist ganz verschont. Bestimmte Feldränder zeichnen sich oft durch besonders starken Befall aus; doch selten läßt sich als Erklärung dafür anführen, daß dieser Rand besonders windgeschützt liegt, etwa durch ein Gebäude, einen Zaun oder eine anstoßende Kultur hochwüchsiger Pflanzen. Wohl ist meist an windgeschützten Feldrändern der Befall höher, aber da auch alle anderen völlig freiliegenden Felder dieselbe auffällige Häufung des Befalls an einem oder mehreren Rändern zeigen, reicht Windschutz als Erklärung für diese Erscheinung nicht aus. Selbst wenn alle Pflanzen eines Feldes drehherzig wurden, war die Zahl der Eigelege auf den Randpflanzen viel größer — etwa 5 bis 10 mal so groß — als mitten auf dem Felde, wie wiederholt entnommene Stichproben zeigten. Der starke Randbefall ist zweifellos auf Zuwanderung von außen her zurückzuführen.

Bei Zittau sind zur Zeit des Auftretens der Drehherzmücke etwa

60—80 v. H. aller Felder mit Kohl, meist mit Blumenkohl, bestanden. Die übrige Fläche trägt vorwiegend Getreide, Kartoffeln und Sellerie, war aber im vorhergehenden Jahre meist mit Kohl bestanden. Dieser unzureichende Fruchtwechsel bringt es mit sich, daß alle Felder mit überliegenden Larven verseucht sind. Die schlüpfenden Mücken wandern offensichtlich auf die anstoßenden Kohlfelder ab. Diese Beziehungen werden bestätigt durch Beobachtungen der Zittauer Gärtner, die sie in der Äußerung niederlegten, die Plage käme aus den Kartoffel- und Getreidefeldern. Auch folgende Tatsache spricht für unsere Annahme; wird ein Feld von zwei Generationen hintereinander befallen, so sind die befallenen Pflanzen viel gleichmäßiger über das Feld verteilt, und zwar deswegen, weil nun auf dem Felde selbst schlüpfende Mücken in größerer Anzahl vorhanden sind.

Auch vom Wind können die Mücken ohne Frage weithin verschleppt werden, die Ausbreitung der Art durch den Wind scheint überall gegeben. Windgeschützte Stellen werden von den Mücken bevorzugt. Dabei haben sie wohl nicht die Möglichkeit, diese aktiv aufzusuchen; einmal vom Winde erfaßt, dürften sie die Flugrichtung kaum noch nennenswert beeinflussen können. Sind sie aber einmal an einen ihnen zusagenden, windgeschützten Ort gelangt, so werden sie ihn wohl zu behaupten versuchen.

II. Der Schaden.

Von der Drehherzmücke werden alle Kohlarten befallen. Im Zittauer Anbaugesbiet wurde Befall an Blumenkohl, Rotkraut, Weißkraut, Wirsing (Welschkraut), jungem Rosenkohl, Kohlrabi und Kohlrüben (*Br. napus* v. *napobrassica*) beobachtet. In Dänemark und England leiden auch Speiserüben (*Turnip*) (*Br. rapa*) sehr unter der Drehherzseuche. Da in Zittau in erster Linie Blumenkohl gebaut wird, konnten an dieser Kohlart die meisten Beobachtungen gemacht werden.

Das Schadbild und seine Entstehung ist bei allen Kohlarten gleich; es ist bereits bei der Schilderung der Lebensweise der Larve beschrieben worden. Die Verunstaltungen sind um so schwerer, je mehr Larven auf einer Pflanze saugen. Bei starkem Auftreten kommt es oft vor, daß 10 Eigelege und mehr auf einer Pflanze abgelegt werden, so daß sich auf einer Pflanze mehrere hundert Larven entwickeln können.

Anfällig sind Kohlpflanzen jeden Alters, so lange sie noch keine Kopfbildung aufweisen. Bei Blumenkohl wurden bei sehr starkem Befall gelegentlich auch ganz große Pflanzen befallen, die schon eine stärkere Rose angesetzt hatten. In diesem Falle befanden sich die Larven unter den kleinen Hüllblättern an der Außenseite der Rose, diese wiesen dann Verkrümmungen am Stiel bzw. am Grunde der Mittelrippe auf. Kohlrabi wird nur so lange befallen, als die Herzblätter noch nicht zu-

rückgebildet sind. Bei Kohlrabi ist die Eiablage auf den Blattspreiten der Herzblätter besonders häufig zu beobachten, befallene Kohlrabipflanzen fallen oft durch die starken Verbeulungen der Blätter auf. Kohlrüben sind dauernd anfällig.

Nachdem die Larven abgewandert sind, gestaltet sich die Weiterentwicklung des Schadbildes je nach der Witterung, der Schwere des Befalls, Art und Alter der Pflanzen verschieden. Häufig, namentlich bei warmem, nassen Wetter, tritt Herzfäule ein. (Taf. 2, Fig. 5). Durch sich sammelndes Regenwasser begünstigt, dringen Fäulniserreger in die Verletzungen ein; von den Blattachseln, die von den Larven bevorzugt werden und in denen sich Regenwasser besonders leicht stauen kann, nimmt diese Fäulnis ihren Ausgang und greift äußerst rasch um sich. Das Herz fault dann von unten, d. h. von den Befallstellen her ab, bisweilen lassen sich die noch grünen Herzblätter, ja das ganze Herz, vom durchgefaulten Grunde abheben. Im weiteren Verlauf greift die Fäule auf den Strunk über, von dem nur die äußeren Teile übrig bleiben. In diesem Stadium stirbt die Pflanze langsam ab; bisweilen entstehen neue Schosse von der Wurzel her. Die Fäule wird durch Stickstoffüberdüngung begünstigt, junge Pflanzen faulen weniger leicht als größere. Am stärksten tritt die Fäule nach unseren Beobachtungen bei Weißkraut, Welschkraut (Wirsing) und Kohlrüben in Erscheinung, bei nassem Wetter faulten fast alle befallenen Pflanzen. Bei Kohlrüben greift die Fäule auch auf das Wurzelfleisch über. Blumenkohl, Rotkraut und Kohlrabi faulten auch bei nassem Wetter weniger stark; in dem im Zittauer Gebiet 1935 sehr trocknen Sommer blieb die Fäule fast ganz aus.

Wenn keine Fäule eintritt, wachsen die Pflanzen weiter. Besonders bei Rotkraut, aber auch bei Weißkraut, Blumenkohl und Kohlrabi bilden sich manchmal aus den Knospen in den oberen Blattachseln Seitentriebe, wodurch Vielköpfigkeit entsteht (Taf. 2, Fig. 6). Es ist mehrfach der Vorschlag gemacht worden, bei eintretender Vielköpfigkeit alle Triebe bis auf einen zu entfernen; der durch die Neubildung des Triebes bedingte Zeitverlust verhindert jedoch das volle Ausreifen des sich neu bildenden Kopfes. Oft fallen die neugebildeten Seitentriebe dem Befall durch die nächste Generation der Drehherzmücke zum Opfer. Eine jüngere Kohlkultur kann zweimal von der Drehherzmücke befallen werden, da die Pflanzen in der kurzen, zwischen zwei Generationen bzw. Teilen einer Generation liegenden Zeit noch nicht aus dem Stadium der Anfälligkeit herausgewachsen sind; außerdem bedingt auch das Überwachsen des Befalls einen Zeitverlust. So kann es vorkommen, daß Pflanzen, die den ersten Befall fast überwunden haben, durch den nachfolgenden Befall ganz vernichtet werden.

Das Weiterwachsen der befallenen Pflanzen gestaltet

sich im übrigen weitgehend normal. War der Befall nicht stark, so wird der Schaden meist schnell überwachsen und es entsteht mit einem Zeitverlust von 1—2 Wochen ein durchaus normaler Kopf. An solchen Pflanzen ist nur an einem oder mehreren älteren Blattstielen der ehemalige Befall zu erkennen und zwar entweder an deren seitlicher Verkrümmung oder an verkorkten Stellen an der Innenseite des Blattstieles. Ist der Ansatz zur Kopfbildung zur Zeit des Befalles bereits vorhanden und tritt eine Schädigung ein, so entsteht ein mehr oder weniger verkrüppelter bzw. unregelmäßig entwickelter Kopf. Bei Blumenkohl ist in diesem Fall die z. T. deformierte Rose mit zahlreichen grünen Blättern durchwachsen. Zwischen einer solchen verkrüppelten Rose und einer ganz normalen gibt es alle Übergänge, je nach dem Grad der Schädigung durch die Larven. Bei Kohlrabi sind nach dem Befall oben auf der Knolle deutlich die Saugspuren der Larven als narbige, rissige Stellen erkennbar. Meist platzen die Knollen später an diesen Narben auf.

Bei einem Versuch, durch Kopfdüngung mit Kalksalpeter und Kalkstickstoff das Überwachsen des Schadens günstig zu beeinflussen, zeigten sich keine Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Pflanzen; dabei wurde vor bzw. während des Auftretens der Larven gedüngt und zwar je ar 5 kg Kalksalpeter bzw. 4 kg Kalkstickstoff zwischen die Reihen gestreut.

Da bei Zittau der Blumenkohlanbau bei weitem vorherrscht, konnte eine Prüfung der Sortenanfälligkeit nur bezüglich dieser Kohlart versucht werden. Einzelbeobachtungen der verschiedenen Felder führten zu keinem Ergebnis, denn sichere Anhaltspunkte für Unterschiede innerhalb der Sorten konnten nicht gewonnen werden; auch bei wachsender Zahl der Beobachtungen blieben Abweichungen und Widersprüche. Auf jedem Feld treten neben der Sortenverschiedenheit viele Faktoren auf, wie Lage, Düngung, Bodenbearbeitung, Vorfrucht, die ebenfalls größere Unterschiede aufweisen und deren Einfluß auf den Befall bisher nur ungenügend bekannt ist. Einwandfreie Ergebnisse über die Sortenanfälligkeit konnten auf zwei Versuchsfeldern der Arbeitsgemeinschaft der Zittauer Gärtner (Beratungsring) gewonnen werden. Auf dem ersten der Felder waren 1936 sechs verschiedene Sorten von Blumenkohl in dreifacher Wiederholung angebaut. Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Drehherzmücke wurden nicht durchgeführt. Eine Auszählung der befallenen Pflanzen ergab in allen drei Wiederholungen dieselbe Reihenfolge bezüglich der Befallstärke bei den einzelnen Sorten; im Durchschnitt waren von den Sorten: „Erfurter Großlaubiger“ 27, „Cito“ 39, „Perle 1502“ 50, „Dippes Erfolg“ 56 und „Meteor“ 68 v. H. der Pflanzen befallen. Die beiden großlaubigen Sorten „Erfurter Großlaubiger“ und „Cito“ fallen durch besonders niedrige Befallszahlen auf, während die zwei letzten

sehr breit und niedrig wachsenden Sorten, die höchsten Zahlen aufweisen.

Ein zweiter Anbauversuch wurde 1938 unternommen und konnte ebenfalls von uns wenigstens teilweise als Sortenversuch ausgewertet werden. Auf den von uns herangezogenen, unbehandelten Versuchsstücken waren die 10 Sorten bzw. Herkünfte zweimal hintereinander zu je 2 bzw. 3 Reihen gepflanzt, es konnten so 100 bzw. 150 Pflanzen in die Beurteilung mit einbezogen werden. Es handelte sich um 9 Herkünfte (Nachbau) der Sorte „Erfurter Zwerg“ und um eine Sorte — „Verbesserter Erfolg“ — Nachbau der Sorte „Dippes Erfolg“. Der Befallsunterschied zwischen den beiden Sorten — „Erfurter Zwerg“ hoch wachsend und „Dippes Erfolg“ niedrig breit wachsend — war nicht deutlich; doch stand die Sorte „Verbesserter Erfolg“ mit einem Anteil befallener Pflanzen von 44 v. H. an vorletzter Stelle (Höchstzahl 45 v. H.), während die Sorte „Erfurter Zwerg, Sonderzucht“ nur 23 v. H. befallene Pflanzen aufwies. Die Wuchsform scheint also für die Anfälligkeit von Bedeutung zu sein. In zwei anderen Fällen war die großlaubige Sorte „Ruhm von Norden“ auffallend gering befallen gegenüber niedrigen Sorten desselben Feldes. Gleichzeitig war aber festzustellen, daß die niedrigen Sorten infolge ihres schnelleren Wuchses imstande waren, den Befall rascher zu überwachsen, so daß der verursachte Schaden bei der Ernte weitgehend ausgeglichen war. Die offenbar geringere Anfälligkeit großlaubiger Blumenkohlsorten mit hohem geschlossenem Wuchs bedeutet also keinen besonderen Vorteil. Nichtanfällige Sorten gibt es nach unseren Zittauer Beobachtungen nicht. Hart herangezogene Pflanzen scheinen gegen die nach der Drehherzigkeit auftretende Fäule widerstandsfähiger zu sein und leichter den Schaden überwachsen zu können; es empfiehlt sich daher, auf besonders gefährdeten Feldern harte Sorten zu bevorzugen. Die bisherigen Erfahrungen deuten darauf hin, daß es weniger wichtig ist, Sorten festzustellen bzw. zu züchten, die von der Drehherzmücke nicht angenommen werden, als vielmehr solche Sorten, die durch den Befall weniger leiden, die möglichst schnell weiterwachsen. Über diese Punkte liegen bisher noch zu wenig Erfahrungen vor; planmäßige Versuche müßten durchgeführt werden.

Befall an wilden *Brassica*-Arten durch die Drehherzmücke, und zwar an *Brassica rapa* L. wildem Rübsen und *Br. oleracea* verwildert (Weißkraut und Blumenkohl), zeigt sich durch winzige drehherzartige Bildungen an den jungen Trieben, besonders Seitentrieben. Die Larven befinden sich unter den seitlich verkrümmten und an der Basis geschwollenen Hüllblättern der Triebe, oft auch zwischen den gestauchten übrigen Stengelteilen. Die Knospenanlagen werden dabei zu einer Rosette verschmolzen, dadurch entstehen Bildungen, die sehr an Drehherzigkeit bei

einer Blumenkohlrose erinnern (Taf. 3, Fig. 1). Gleichzeitig sind aber auch einige Blütenknospen befallen, diese bleiben geschlossen und schwellen unregelmäßig kugelig an (Taf. 3, Fig. 2, 3, 4). Die Kelchblätter sind etwas geschwollen und besonders in ihrer unteren Hälfte verdickt und fühlen sich hart an. An dieser Verhärtung können die Gallen meist leicht von den durch Rapsglanzkäfer befallenen, auch oft geschwollenen Knospen unterschieden werden, denn diese lassen sich leicht zusammendrücken. Blütenblätter und Staubgefäße verkümmern und werden überdies auch von den Larven zerstört. Der Griffel zeigt leichte Verkrümmungen und wächst oft aus der Knospenspitze heraus. Erst nachdem die erwachsenen Larven sich zwischen den Spalten der Knospenhülle herausgebohrt haben, klaffen die Kelchblätter auseinander und fallen später ab, von der gesamten Blüte ist dann meist nur der verbildete Griffel übrig. Dieselben Blütengallen wurden auch an Hederich (*Raphanus raphanistrum*) beobachtet und als Erreger ebenfalls *C. nasturtii* festgestellt. Durch das Vorkommen von *C. nasturtii* auf wilden *Brassica*-Arten u. a. Gattungen der Cruciferen erscheint auch die Herkunft der Drehherzmücke hinreichend geklärt.

III. Die Bekämpfungsmöglichkeiten.

Die Möglichkeiten, die für die Bekämpfung der Drehherzmücke gegeben erscheinen, bestehen zunächst in der unmittelbaren Bekämpfung durch Anwendung chemischer Mittel und weiterhin in einer mittelbaren, vorbeugenden Bekämpfung a) durch Anwendung von Mitteln, die den Schädling von den Pflanzen fernhalten und b) durch Kulturmaßnahmen verschiedenster Art, die im gleichen Sinne wirken oder der Entwicklung, Vermehrung oder Ausbreitung des Schädlings entgegenarbeiten. Es wurde in erster Linie nach Wegen gesucht, die sich für den Großanbau im Felde eignen.

1. Unmittelbare Bekämpfung mit chemischen Mitteln (Feldversuche).

Abgesehen von der Vernichtung der Larven und Puppen im Boden kommt das Vorgehen mit chemischen Mitteln praktisch nur gegen die Mücke bei der Eiablage, gegen die Eier und höchstens noch gegen die ganz jungen Larven in Frage. Bei Vorhandensein größerer Larven auf der Pflanze ist das „Drehherz“ schon entwickelt oder die Pflanze hat den Anreiz zu den Wachstumsveränderungen bereits erfahren; dann ist eine Bekämpfung nutzlos, denn der Schaden kann nicht mehr rückgängig gemacht werden. Außerdem sind die Larven, besonders ältere, sehr widerstandsfähig gegenüber den als Pflanzenschutzmittel angewendeten Stoffen wie Nikotin, Derris, Pyrethrum, was neuerdings auch Leefmanns

(1937), von dem die Widerstandsfähigkeit der Larven genau untersucht wurde, dargelegt hat. Die in Zittau durchgeführten Bekämpfungsversuche waren von Anfang an gegen die Mücken, Eier und Junglarven gerichtet. Durch Beobachtungen im Felde — Anwendung der Fangkastenmethode, Abkätschern der Kohlfelder — wurde der Flug der Mücken ermittelt und danach der Zeitpunkt der Durchführung der Maßnahmen auf den Versuchsfeldern festgesetzt; als Ergänzung kamen später noch die Ergebnisse der Zuchtversuche hinzu. Meist wurden die Mittel bis zum Sichtbarwerden des Befalls dreimal angewandt; die verschiedenen Mittel wurden sehr häufig in verschiedenen Konzentrationen verwendet, und außerdem die Zahl der Wiederholungen variiert.

Es kamen zur Anwendung:

A. Spritzmittel:

Pyrethrumpräparate: Agonit 0,2 %, Chrysanthol 0,5 %, Novo-Tox 2 % (+ Kaliseife 0,5 % oder Ölschmierseife 0,5 %), Spruzit 0,08 % und 0,16 %.

Derrispräparate: Derro-emulsion 1:15, Lianol 0,4 %.

Pyrethrum-Derrispräparate: Parexan 0,15 %.

Quassiapräparat: Speculin 2 % und 3 %.

Nikotinpräparate: Exodin 1 % und 2 %, Nikotin Spieß 0,12 % und 0,24 %, Nikopren 0,1 %, Rohnikotin Hansa 0,1 % und 0,15 %, Tabakextrakt 1 %; von diesen Nikotin Spieß 0,12 % und Rohnikotin Hansa 0,1 und 0,15 % sowie Tabakextrakt 1 % auch zusammen mit Ölschmierseife 1 % und Kresol 0,5 % sowie Ölschmierseife 1 %, außerdem Rohnikotin Hansa mit Netz- und Haftmittel „Hansa“ und Benetzungspaste „Tezet“.

Seifenlösungen: Kaliseife (D. A. B. 6) 1 %, Ölschmierseife 1 %, Ölschmierseife 1 % + Kresol 0,75 % und 0,5 %, dazu noch Nikotin, Ölschmierseife 0,5 % und 0,75 % und 0,8 % zusammen mit Nikotin.

Schwefelpräparat: Solbar 1 %.

Arsenpräparat: Bleiarsenat 0,4 %.

Quecksilberpräparat: Sublimat 0,06 %.

B. Stäubemittel:

Pyrethrumpräparat: Dusturan.

Derrispräparat: Derrothan.

Pyrethrum-Derrispräparat: Duplinal.

Nikotinpräparat: Sinaphit;

außerdem: Naphthalin, Naaki, Neurotol (alkaloidhaltig).

Schon im ersten Versuchssommer 1933 konnten viele der geprüften Mittel auf Grund der 12 Versuchsfelder als unbrauchbar ausgeschaltet werden, so daß sich die weiteren Versuche auf die Auslese der Mittel beschränken konnten, mit denen eine Bekämpfungswirkung erzielt werden war.

In den Jahren 1934 und 1935 war der Befall durch die Drehherzmücke im Zittauer Anbaugbiet nur schwach; einige Versuchsfelder

blieben überhaupt frei von Befall. Der Kreis der für die Praxis in Frage kommenden Mittel konnte jedoch noch enger gefaßt und weitere Anhaltspunkte für die Wirksamkeit ihrer Bestandteile gewonnen werden. Im Sommer 1936, der insgesamt starken Befall brachte, war es möglich, die Nikotinseifenlösung als wirksamstes Bekämpfungsmittel auf allen Feldern nachzuweisen. 1937 war der Befall noch wesentlich stärker als im Vorjahre. Eigene Versuchsfelder wurden nicht angelegt, sondern es wurden die inzwischen ausgearbeiteten Bekämpfungsmethoden einigen besonders interessierten Gärtnern zur selbständigen Durchführung überlassen, um Erfahrungen über die Durchführbarkeit in der Praxis zu sammeln. Die Ergebnisse übertrafen alle Erwartungen; alle Felder, die nach unseren Anweisungen zu den angegebenen Zeiten drei- oder viermal behandelt wurden, fielen durch äußerst geringen Befall (5 v. H.) auf, während auf allen Feldern, wo nur einmal oder keine Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt wurden, überall sehr starker Befall festgestellt werden konnte. Zwei unmittelbar an ein ordnungsgemäß behandeltes Feld anstoßende Flächen mußten neu bepflanzt werden, da alle Pflanzen befallen und anschließend durch Herzfäule vernichtet waren. Ein Schauversuch aus dem Jahre 1938 zeigte wiederum deutlich die Brauchbarkeit der von uns vorgeschlagenen Bekämpfungsmethode. Im Jahre 1939 wurden neue Versuche durchgeführt, mit dem Ziel, die Bekämpfungsarbeit zu erleichtern. Die Schmierseife sollte ersetzt werden durch Haftmittel, da das Auflösen der Schmierseife einen besonderen Aufwand notwendig macht; weiterhin sollte erprobt werden, ob nicht auch durch die Anwendung von Stäubemitteln ein guter Bekämpfungserfolg erzielt und damit die Bekämpfung vereinfacht werden könnte. Da anderwärts mit Pyrethrum-Derrismitteln gute Erfahrungen gemacht waren, haben wir auch diese Mittel mit in die Versuche einbezogen. Die Ergebnisse waren, soweit sie Stäubemittel betreffen, sehr gut, so daß für die Bekämpfung im Jahre 1940 ein Nikotinstäubemittel empfohlen werden konnte. Weitere Einzelheiten folgen bei der Besprechung der einzelnen Mittel.

Bei dem Anlegen der Versuchsfelder ergaben sich einige Schwierigkeiten, da sich der Befall immer sehr ungleichmäßig über das Feld zu verteilen pflegt. Dadurch wird die Beurteilung der Ergebnisse in den Einzelparzellen eines Versuchsfeldes überhaupt in Frage gestellt, wenn nicht alle Parzellen einen Teil des immer am stärksten befallenen Feldrandes enthalten; deshalb wurden nach Möglichkeit lange, schmale Felder für Versuche gewählt, die möglichst allseits von Rainen bzw. anderen Kulturen begrenzt waren, oder die Randreihen und Randstreifen blieben außerhalb des Versuches als sog. Schutzstreifen. Das Feld wurde in der Mitte längs geteilt, die beiden Hälften enthielten dann hintereinander die rechteckigen Flächen der Einzelparzellen. Jede zweite Fläche blieb

unbehandelt, und die Mittel, möglichst nicht mehr als 4 auf jedem Feld, folgten hintereinander auf den beiden Hälften des Feldes abwechselnd in vierfacher Wiederholung. Als ebenso vorteilhaft erwies es sich, daß lange schmale Feld in seiner ganzen Breite quer zu teilen, so daß die Mittel in einfacher Reihe in vierfacher Wiederholung hintereinander lagen; jede zweite oder dritte Parzelle blieb unbehandelt; dabei dürfen die Einzelparzellen nicht zu schmal sein.

a) Die einzelnen Mittel.

Schon die Ergebnisse der ersten Versuche zeigten, daß einige Mittel wirkungslos geblieben waren und daß die mit ihnen behandelten Flächen keine Unterschiede gegenüber den unbehandelten Parzellen aufwiesen. Diese Mittel waren folgende: Bleiarsenat 0,4 ‰, Solbar 1 ‰, Sublimat 0,06 ‰. Von den angewandten Pyrethrum-Mitteln hatte nur Novo-Tox + Seifenlösung ein gutes Ergebnis erzielt. Eine gute bis sehr gute Bekämpfungswirkung zeigten sämtliche Kombinationen der genannten Nikotinmittel mit Kali- bzw. Ölschmierseife mit und ohne Kresolzusatz, außerdem Speculin 3 ‰ und bisweilen auch reine Seifenlösungen. Da Speculin 3 ‰ und Novo-Tox + Seife sich bei keinem Versuch der Nikotin-Seife-Kombination als überlegen erwies, wurden sie aus wirtschaftlichen Gründen — ihre Anwendung ist etwa dreimal so teuer — nicht weiter berücksichtigt. Die Spritzversuche befaßten sich daher eingehend mit der Nikotineseifenlösung bzw. Kombinationen mit Kresol und Seife oder zuletzt mit Haft- bzw. Benetzungsmitteln als Seifenersatz.

Bei den Prüfungen der Nikotin-Kresol-Ölschmierseife-Kombinationen ergab sich folgendes:

Ölschmierseife. Ein Zusatz von Seife ist bei der Anwendung von Nikotinmitteln auf Kohlpflanzen notwendig, da sonst die Spritzbrühe die wachsbedeckten Blätter nicht genügend benetzt und nur unvollkommen in die schmalen Spalten zwischen den Herzblättern eindringen kann; die zuletzt mit der Benetzungspaste „Tezet“ und dem Haftmittel „Hansa“ angelegten Versuche zeigten, daß diese die Wirksamkeit der Ölschmierseife nicht erreichen. Die Anwendung der Seife allein erwies sich bei allen Konzentrationen zwar deutlich befallsvermindernd, aber nicht in demselben Maße wie zusammen mit Nikotin. Auch traten bei den Pflanzen in fast allen Fällen Wachstumshemmungen ein, die Ernteverzögerung mit sich brachten, wenn die Ölschmierseife oder Kaliseife 1 ‰ und stärker angewandt wurde. Für die Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen in der Praxis wurde mit Rücksicht auf die der Ölschmierseife selbst zukommende befallsvermindernde Wirkung die höchste Konzentration — 0,8 ‰ — gewählt, bei der keine Pflanzenschädigungen vorkamen.

Da während des Krieges Seife für Schädlingsbekämpfungszwecke-

nicht freigegeben wird, müssen als Ersatz Benetzungsmittel angewandt oder gegebenenfalls Fertigfabrikate — Nikotinmittel, die einen Benetzungsmittelzusatz enthalten — benutzt werden.

Nikotin: Sowohl Rohnikotin Hansa wie Tabakextrakt und die Fertigpräparate Nikotin Spieß und Exodin kamen zur Anwendung. Die Fertigpräparate haben sich nicht bewährt, Nikotin Spieß wurde später mit besonderem Seifenzusatz verwendet und brachte dann gute Erfolge. Sonst schien bei Rohnikotin (Hansa) die Wirkung etwas besser als bei Tabakextrakt, in den mit Tabakextrakt hergestellten Spritzbrühen traten oft nach ganz kurzer Zeit flockige Ausscheidungen auf; zum Schluß wurde nur noch Rohnikotin angewandt und empfohlen. Pflanzenschädigungen durch Nikotin kamen nicht zur Beobachtung, das Wachstum war nur bei 0,24 % Anwendung (Nikotin Spieß) etwas gehemmt, doch trat keine Ernteverzögerung ein. Die Steigerung der Konzentration bis 0,24 % brachte keine Erfolgsverbesserung gegenüber 0,1 % bzw. 0,12 % bei Nikotin Spieß. Die letzten Versuche wurden mit Rohnikotin in 0,15 % iger Konzentration durchgeführt, da mit dieser auch Kohlweißlingsraupen sicher abgetötet werden konnten.

Kresol: Kresol wurde als Spritzmittel — mit Seife als Emulgierungsmittel — eingeführt, da wir hofften, mit diesem Mittel auch einen Bekämpfungserfolg gegen die älteren Larven zu erzielen, diese Hoffnung erfüllte sich jedoch nicht. Kresol wurde der in wenig heißem Wasser gelösten Ölschmierseife zugesetzt und erst diese Mischung weiter verdünnt; es kam 0,3—0,5 % ig zur Anwendung, und zwar teils nur mit Ölschmierseife, teils mit Ölschmierseife und Nikotin zusammen. Dabei war die Kombination Kresol und Ölschmierseife in ihrer befallmindernden Wirkung der Ölschmierseife überlegen, blieb aber hinter der Kombination Nikotin-Kresol-Ölschmierseife zurück; bei der Vergleichsprüfung dieser Kombination mit Nikotin-Ölschmierseife schnitten beide Mischungen gleich gut ab, eine Steigerung der Wirkung zeigte sich nicht. Abschließend kann gesagt werden, daß sich von den Nikotinspritzmitteln in den zahlreichen Feldversuchen die Zusammensetzung: Rohnikotin 0,15 % + Ölschmierseife 0,8 % am besten bewährt hat.¹⁾

Pyrethrum-Derris-Spritzmittel:

Von den pyrethrumhaltigen Spritzmitteln hatte sich nur Novo-Tox mit Seifenzusatz bewährt; es wurde bei der späteren Versuchsanstellung nicht mehr berücksichtigt. Auf Grund gewisser Erfahrungen in der Praxis wurde 1939 neben dem Pyrethrum-Derris-Stäubemittel „Duplinal“ das Pyrethrum-Derris-Spritzmittel „Parexan“ in die Bekämpfungsversuche mit einbezogen und zwar mit demselben guten Erfolg wie Nikotin-Schmierseifenlösung.

¹⁾ Dies stimmt mit den Erfahrungen in Holland überein (Leefmans 1939).

Mit den Stäubemitteln wurden zum Teil ebenfalls Bekämpfungserfolge erzielt, einige Mittel, wie Dusturan (Pyrethrum) und Neurotol (alkaloidhaltiges Kontaktstäubemittel) versagten völlig. Naphthalinanwendung — Naphthalin wurde auf die Pflanzen gestreut — war teilweise erfolgreich, es traten aber meist starke Verbrennungen an den behandelten Pflanzen auf. Auch mit Naaki und Derrothan (Derris) konnte eine mäßige Befallsminderung erreicht werden.

Das Nikotinstäubemittel Sinaphit wie auch das Pyrethrum-Derris-Stäubemittel Duplinal konnte 1939 mit demselben guten Erfolg angewendet werden wie das Vergleichsmittel, die Nikotin-Schmierseifenlösung. Es besteht also jetzt die Möglichkeit, unter den entsprechenden Witterungsbedingungen als Ersatz für die bewährte Nikotinseifenlösung Stäubemittel zu verwenden; insbesondere kann auf diese Art die Bekämpfungsarbeit sehr erleichtert werden.

b) Anwendungszeiten und Wiederholung der Bekämpfungsmaßnahmen.

Es wurde angestrebt, mit einer möglichst geringen Anzahl von Behandlungen auszukommen; deshalb wurden auf einzelnen Versuchsfeldern die Anzahl der Spritztermine und ihre zeitliche Anordnung variiert. Der Erfolg zeigte sich dabei im allgemeinen proportional der Anzahl der Spritzungen; waren auf bestimmten Parzellen weniger Behandlungen durchgeführt, so war die Wirkung dort am besten, wo eine bzw. die einzige Behandlung etwa 7 bis 10 Tage vor dem Sichtbarwerden des Hauptschubes des Befalls lag. In jeder Generation ist häufig ein Höhepunkt erkennbar; oft, besonders bei der ausgedehnten Juligeneration, sind mehrere Höhepunkte wahrzunehmen. Diese kommen einmal zustande durch das Überliegen eines Teiles der Larven bei der zuerst auftretenden Generation (s. o. S. 16 ff); aus den Feldbeobachtungen ergab sich zum anderen, daß die Höhepunkte des Auftretens von Drehherzen auch durch besonders starke Eiablage an heißen Tagen zu erklären sind. Im allgemeinen dauert eine Hauptflugzeit selten länger als 8—10 Tage und am ersten heißen Tage dieser Flugzeit wird meist die Hauptmasse der Eier abgesetzt. Die Beobachtungen bezüglich der Eiablage werden durch das Auftreten d. h. Sichtbarwerden des Befalles bestätigt. Lag der Haupttermin der Eiablage nicht am Anfang der Flugzeit, weil zu deren Beginn kühleres Wetter herrschte, so setzte der Befall erst langsam ein, bis plötzlich der Höhepunkt eintrat; wenn dagegen der Anfang der Flugzeit in eine Periode warmer Tage fiel, wurde der Befall dementsprechend plötzlich in aller Stärke sichtbar. Diese Einzelheiten können bei der Festlegung der Spritztermine nicht berücksichtigt werden, denn wir erkennen sie erst deutlich rückblickend bei Sichtbarwerden des Befalles.

Für die praktische Durchführung der Bekämpfung ist von Bedeutung,

daß die Flugzeiten der Mücke alljährlich fast in denselben Zeitabschnitten liegen, nur die Höhepunkte sind je nach der Witterung verschieden. Es ist daher erklärlich, daß eine größere Anzahl von Spritzungen über die ganze Flugzeit hin, die größtmögliche Anzahl der Schädlinge erfaßt, während durch einzelne oder weniger zahlreiche Spritzungen immer nur ein Teil getroffen werden kann. Wird eine einmalige Bekämpfungsmaßnahme gerade an dem Haupttag der Eiablage durchgeführt, so hat sie von allen an anderen Tagen, besonders früher vorgenommenen Spritzungen, die größte Aussicht auf Erfolg, sie erfaßt jedoch nicht die aus vorher abgelegten Eiern sich entwickelnden Larven, sowie später abgelegte Eier und bleibt daher in ihrem Erfolg hinter einer während der ganzen Flugzeit einer Generation laufenden Behandlung zurück. Die unter diesen Gesichtspunkten durchgeführten Feldversuche bestätigen dies vollauf. Praktisch wird das Zusammentreffen einer einmaligen Bekämpfungsmaßnahme mit dem Höhepunkt der Flugzeit bzw. der Eiablage weitgehend dem Zufall überlassen sein; es können immer mehrere Höhepunkte eintreten und außerdem ist ein solcher Höhepunkt vorher kaum erkennbar; selbst bei gleichbleibender, mäßig warmer Witterung zieht sich die Eiablage über eine Woche lang hin. Man muß also mehrere Behandlungen während der gesamten Flugzeit vornehmen. Für die Anbauer, denen es nicht möglich ist, den Mückenflug oder die Eiablage zu beobachten, kann als Anhaltspunkt für die Bekämpfungstermine zunächst nur die allgemeine Konstanz der Flugzeiten dienen.

Die Fangkastenmethode — besonders von Leefmanns (1938/39) ausgearbeitet — kann dem Anbauer selbst nicht empfohlen werden; es erscheinen in den Kästen täglich eine Menge winziger Insekten, darunter auch eine Menge mit *Contarinia nasturtii* nahe verwandte Formen von Unkräutern her, so daß es ausgeschlossen erscheint, daß der Praktiker die richtigen Drehherzmücken dazwischen herausfindet. In der Hand der Pflanzenschutzsachverständigen ist sie brauchbar.

Die abgelegten Eier festzustellen, ist selbst für den in die Frage eingearbeiteten Entomologen eine sehr umständliche Arbeit. Bei sehr starkem Auftreten der Drehherzmücke findet man nach einiger Übung die Eigelege leicht bei starker Lupenvergrößerung, während einzelne Eigelege erst beim Auseinanderpräparieren unter dem Binokular festzustellen sind.

Um den Anbauern einen Anhaltspunkt für die Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen zu geben, wurde 1937 ein Spritzkalender aufgestellt, in dem für alle Generationen, deren Bekämpfung wichtig ist, drei Spritztage angegeben sind; diese sind so gelegt, daß die Hauptflugzeit der Mücken erfaßt wird, vergl. Roesler (1937). Der dort veröffentlichte Spritzkalender sieht folgende Spritzungen vor:

Gegen die erste Generation: am 25. Mai und 2. Juni (nur in Jahren mit sehr günstigem Frühjahr),
gegen die zweite Generation: am 12., 18. und 24. Juni,
gegen die dritte Generation: am 9., 15. und 24. Juli, bei starkem Auftreten ist eine 4. Behandlung am 30. Juli wünschenswert,
gegen die vierte Generation: am 12., 19. und 25. August (meist nur in Jahren mit starkem Befall notwendig).

Diesen Festsetzungen lagen die Erfahrungen über das Auftreten der Drehherzmücke bei Zittau während der Jahre 1933/36 zugrunde. Die Höhepunkte des Auftretens wichen während dieser Jahre zwar beträchtlich voneinander ab, doch war Anfang und Ende der Flugzeit bzw. des Sichtbarwerdens frischer Drehherzen weitgehend übereinstimmend.

Der Spritzkalender sieht etwa in jeder Woche ab letztes Drittel Mai eine Spritzung vor, außer der 3., 7. und 12. Woche. Wichtig sind besonders die Spritzungen im Juni und Juli, weil um diese Zeit immer der stärkste Schaden entsteht. Wie sich aus den Beobachtungen des Jahres 1939 und 1940, sowie früherer Jahre ergab und schon oben dargelegt wurde, ist das Auftreten der Generationen häufig nicht einheitlich, nur selten schlagartig, sondern die Drehherzen nehmen allmählich an Zahl zu; es können dabei mehrere Höhepunkte auftreten, so daß eine klare Trennung der Generationen nur bei eingehender Beobachtung möglich ist. Es erscheint daher nicht mehr zweckmäßig, die Bekämpfungsmaßnahmen nach dem Auftreten der Generationen einzurichten, sondern eine mehr schematische Anweisung zu geben. Da die erste Generation nur 1934 und 1937 bereits im Mai aufgetreten ist, in den übrigen Jahren bis 1941 aber erst im Juni erschien, ist eine so frühe Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen nur bei besonders günstiger Frühjahrswitterung notwendig. Die Bekämpfung muß im allgemeinen in der 1. Juni-Woche einsetzen und dann ist in jeder Woche bis Anfang August eine Wiederholung der Maßnahmen erforderlich; unter diesen Bedingungen läßt sich ein guter Bekämpfungserfolg erzielen, unabhängig von jeder Beobachtung über Flugzeit, Eiablage und Befall. Damit verzichten wir allerdings auf die Einengung der Bekämpfungszeiten entsprechend den biologischen Daten, ein Ziel, das wir seit Beginn unserer Arbeiten verfolgt haben. Die im Laufe der Jahre gewonnenen Erfahrungen zeigten aber, daß dieses Ziel für die praktische Bekämpfungsarbeit nicht erreicht werden kann. Von der Praxis in der jetzt vorgeschlagenen Form durchgeführte Maßnahmen haben sehr gute Erfolge gebracht.

Es müssen alle Pflanzen behandelt werden, die zur Zeit

des Spritztermins noch keine Kopfbildung aufweisen, d. h. die noch anfällig sind. Spritzungen, die wegen Regenwetter aufgeschoben werden, müssen baldmöglichst nachgeholt werden. Die nächstfolgende Spritzung darf dann nur um die Hälfte der ursprünglich vorgesehenen Pause später erfolgen: z. B. 1. Spritzung am 3. Juni, 2. festgesetzt am 10. 6. muß ausfallen, dann darf nicht bis 17. 6. gewartet werden, sondern die Spritzung muß bald nachgeholt werden und die 3. muß noch in der Zeit bis zum 19./20. 6. erledigt werden. Falls längere Regenperioden vorherrschen, muß angestrebt werden, die regenfreien Stunden für die Bekämpfung auszunutzen.

Der Schutz der Anzuchtplanzen erfordert besondere Maßnahmen. Häufig tritt in den Frühbeetkästen schon Mitte Mai ein Frühbefall ein; die Eltern der diesen Schaden verursachenden Larven fliegen entsprechend unseren Beobachtungen zu Anfang Mai, nach Leefmans (1938) auch in Holland festgestellt. Es handelt sich aber hier nicht um eine besondere Generation, sondern um Tiere, die wegen der in den Kästen besonders günstigen Entwicklungsbedingungen früher erscheinen; im Freiland ist so früh ein Befall nie festzustellen, nur ganz vereinzelt findet sich in unmittelbarer Nähe der Anzuchtkästen auch Befall an Freilandplanzen. Der Frühbefall war in einigen Gärtnereien regelmäßig zu finden, die Kastenerde war durch überliegende Larven verseucht, durch ständig sich wiederholenden Befall — im Laufe des Sommers — kamen immer wieder neue Larven hinzu. Die Anzuchtplanzen sind auch während der Flugzeit der im Freiland auftretenden Mückengenerationen gefährdet; dazu kommt, daß auch noch besondere Abweichungen in der Flugzeit auftreten können, so daß die Planzen dauernd in Gefahr sind. Es wird daher empfohlen, die Kohljungplanzen von Ende April an regelmäßig alle 8 Tage mit Nikotinseifenlösung zu spritzen. Diese Maßnahme hat sich bei den Zittauer Gärtnern infolge ihrer guten Wirksamkeit auch gegenüber einer Reihe von anderen tierischen Schädigern wie *Thrips tabaci*, *Thr. angusticeps* u. a., *Lygus pratensis*, *Phytomyza rufipes*, *Ceutorrhynchus*-Arten u. a., sehr rasch durchgesetzt. Drehherzkrankte Jungplanzen dürfen nicht ausgepflanzt werden, denn diese Planzen erholen sich nur selten so weit, daß sie normal weiterwachsen.

c) Wirksamkeitsgrenze der Mittel.

Es gelang in keinem Fall, durch Spritzungen den Befall ganz zu unterdrücken. Immer zeigten sich, auch bei den als am wirksamsten erkannten Mitteln bei drei- bzw. vierfacher Wiederholung befallene Planzen, wenn ihre Anzahl auch wesentlich geringer war, als auf den unbehandelt gelassenen Parzellen. Mit der Nikotinseifenlösung, die sich am besten bewährte, konnte der Befall auf ein Fünftel bis ein Zehntel, in einigen.

Fällen noch mehr, herabgemindert werden, so bleibt der Schaden auf ein erträgliches Maß beschränkt. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß mit dieser zahlenmäßigen Herabminderung des Befalls gleichzeitig der Befallsgrad der einzelnen Pflanzen verringert wird. Es werden auf jeder Pflanze Eier abgetötet; Befall entsteht dort, wo sie nicht alle vernichtet worden sind. Da nur ein Teil der Larven zur Entwicklung kommt, bleibt die Schädigung der Pflanzen auch in diesen Fällen geringer, und die Pflanze hat eher die Möglichkeit, den Schaden zu überwachsen.

Eine Erklärung dafür, daß der Bekämpfungserfolg nicht größer ist, läßt sich leicht finden; die Eier werden sehr tief zwischen den Herzblättern abgelegt, wohin die Spritzflüssigkeit in vielen Fällen nicht gelangen kann. Bei Weiß- und Rotkraut ist dies besonders schwierig, da sich die Herzblätter bereits bei jungen Pflanzen gegenseitig überdecken; aber auch bei Blumenkohl ist es nicht immer möglich, alle Eier zu treffen. Leider konnten — der Anbau ist im Zittauer Gebiet zu gering — Versuchsfelder mit Kopfkohl nicht angelegt werden. Alle nicht innen, sondern weiter außen abgelegten Eier — meist die größte Anzahl der Gelege — können durch Spritzungen erreicht werden. Eier auf Pflanzen, die nach einer Spritzung mit Nikotinseifenlösung entnommen waren, schlüpfen nicht, soweit sie nicht besonders tief zwischen den Herzblättern steckten; ebenso werden auch viele Mücken bei der Eiablage getötet, wie auch viele um die Pflanzen schwärmende Mücken. Larven, auch Junglarven dürften in den wenigsten Fällen erfaßt werden, da diese gleich nach dem Schlüpfen noch tiefer in das Innere kriechen; dazu kommt, daß sie, wie oben S. 31 schon erwähnt, gegenüber den meisten Pflanzenschutzmitteln weitgehend unempfindlich sind.

d) Geräte zur Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen.

Von den Anbauern werden rückentragbare Geräte benutzt: Niederdruck- und Hochdruckspritzen, Batteriespritzen in Verbindung mit Hand- und Motorfüllpumpen, ebenso auch rückentragbare Verstäuber. Mit diesen Geräten konnte mit gutem Erfolg gearbeitet werden, auch unsere Versuchsspritzungen wurden mit rückentragbaren Hochdruckspritzen ausgeführt.

Seit 1939 wird in einem Zittauer Betrieb eine pferdefahrbare Spritze (Herstellerefirma Drescher, Halle) mit Radantrieb, eine sogenannte Hederichspritze, mit einem Höchstdruck von 5—6 at. verwendet; die Spurweite ist verstellbar. Mit diesem Gerät kann eine Fläche von etwa 1 ha in einer Stunde gespritzt werden, während man mit der Rückenspritze für diese Fläche bei Einsatz von zwei Arbeitskräften 8 Stunden benötigt. Wie der Benutzer weiterhin angibt, ist der Spritzbrüheverbrauch dabei nicht höher als bei den Rückenspritzen. Die Spritze ist mit einem

geteilten, einschwenkbaren Spritzrohr versehen, dessen acht Düsen so angeordnet sind, daß je eine Düse über einer Pflanzenreihe steht, und so acht Reihen gleichzeitig gespritzt werden können. Die bisher mit diesem Gerät erzielten Erfolge sind nach Angaben des Gärtners sehr zufriedenstellend.

Die für die Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen notwendige Arbeitszeit kann so auf einen Bruchteil der bei Verwendung der Rückenspritzen erforderlichen Zeit herabgedrückt werden, die aufzuwendende Arbeitskraft wird zum größten Teil auf das Zugtier verlagert. Falls sich diese Bekämpfungsmethode bewährt und genügend Geräte zur Verfügung stehen, wird es möglich sein, die Bekämpfung der Drehherzmücke auf breiter Grundlage durchzuführen und einen allgemeinen Erfolg zu erzielen.

e) Wirtschaftlichkeit der Bekämpfung.

Die Kosten für die durchzuführenden Bekämpfungsmaßnahmen setzen sich zusammen aus:

- a) Kosten für das Pflanzenschutzmittel,
- b) Lohnaufwand,
- c) Gerätekosten.

Bei Verwendung der Nikotinseifenlösung bzw. Rohnikotin + Haftmittelzusatz betragen die Ausgaben für 200 Liter Spritzbrühe, ausreichend für die einmalige Behandlung einer Fläche von $\frac{1}{4}$ ha RM. 7.50. Zur Durchführung der Spritzung von 1 ha Fläche werden 8 Stunden gebraucht, wenn dabei 2 Mann eingesetzt sind, die mit Hochdruckspritzen arbeiten; werden diese als Leihgeräte benutzt, so sind je Spritztag RM. 1.— einzusetzen; sind es betriebseigene Geräte, so entfallen bei 50 Benutzungstagen im Jahr auf den Tag je RM. —.64, bei einem Anschaffungspreis von RM. 80.— je Spritze.

Die Kosten betragen demnach für die einmalige Behandlung von 1 ha mit Rückenspritzen:

Kosten für Pflanzenschutzmittel	
(800 Liter Spritzbrühe)	RM. 30.—
Lohnaufwand: 2 Männer je 8 Stunden =	
16 Arbeitsstunden je —.70	RM. 11.20
Gerätekosten: 2 Hochdruckspritzen, geliehen	
Leihgebühr je Tag	RM. 1.—
	Sa.: RM. 42.20

Eine Blumenkohlpflanzung muß 4—6 mal gespritzt werden, wenn ein voller Erfolg erreicht werden soll; für die Zahl der Wiederholungen — 4 bis 6 — ist die Zeit des Auspflanzens ausschlaggebend, die Ende

Mai bis Anfang Juli vorgenommenen Pflanzungen sind am meisten gefährdet. Die Kosten — berechnet für 5 Behandlungen — belaufen sich auf rund RM. 210.—. Der bei der Berechnung der Umsatzsteuer je 1 ha Blumenkohlfeld eingesetzte Wert beträgt RM. 4000.—, die errechneten Unkosten für die Spritzungen können also mit 5,2 v. H. dieses Wertes eingesetzt werden.

Bei Benutzung einer pferdefahrbaren Spritze (Hederichspritze) ist der Spritzbrüheverbrauch nach Angaben des Gärtners nicht höher als bei Verwendung von Rückenspritzen. Die Fläche von 1 ha kann innerhalb 1 Stunde behandelt werden, bei einer fünfmaligen Behandlung werden also 5 Arbeitsstunden für den Begleiter einzusetzen sein und weiterhin 5 Arbeitsstunden für Fahrer und Pferd. Die Gerätekosten werden bei einem Anschaffungspreis von RM. 500.— auf RM. 6.66 je Arbeitstag berechnet unter der Voraussetzung, daß von einer Gesamtanbaufläche von 10 ha je 3 ha gleichzeitig behandelt werden; für 1 ha ergibt sich danach je Arbeitstag RM. 2.22, für 5 Wiederholungen RM. 11.10. Die Gesamtkosten für 5 Spritzungen mit der pferdefahrbaren Spritze betragen also:

für Pflanzenschutzmittel 4000 Liter Spritzbrühe	RM. 150.—
Lohnaufwand:	
1 Begleiter 5 Stunden je —.70 „	3.50
1 Fahrer mit Pferd 5 Stunden je 1.80 „	9.—
Gerätekosten „	11.10
	Sa.: RM. 173.60

Diese Summe stellt 4,35 v. H. des Umsatzsteuerwertes dar.

Falls das Nikotinstäubemittel Sinaphit benutzt wird, so erhöhen sich die Kosten für das Pflanzenschutzmittel um das Doppelte, es werden je $\frac{1}{4}$ ha für eine einmalige Behandlung 10 kg des Mittels = RM. 15.— gebraucht, bei fünfmaliger Wiederholung betragen die Kosten für 1 ha Fläche berechnet RM. 300.—, allerdings erniedrigen sich dann die Gerätekosten — etwa um die Hälfte — ebenso sind auch die Lohnaufwendungen niedriger.

Bei diesen Berechnungen muß berücksichtigt werden, daß der Bekämpfungserfolg nicht nur darin besteht, daß die Anzahl der Pflanzen mit deutlichen Krankheitserscheinungen auf einen Bruchteil — ein Fünftel bis ein Zehntel und mehr — herabgemindert wird, sondern daß eine allgemeine Wertminderung des Ertrages vermieden wird, da nicht alle wirklich befallenen Pflanzen deutlich drehherzig werden. Es wird nicht nur eine Steigerung des Ertrages, sondern auch eine Verbesserung der Qualität erreicht. Unter diesen Umständen — der Absatz ist in jedem Falle gesichert — kann der Unkostenanteil von 5,2 bzw. 4,35 v. H.

bezogen auf den Umsatzsteuerwert, als wirtschaftlich tragbar bezeichnet werden.

Bezüglich der bei der Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen zu leistenden Arbeitsstunden erscheint eine Mechanisierung der Spritzarbeit sehr erwünscht, sie bringt bereits bei der Verwendung des pferdefahrbaren Gerätes eine Verbilligung der Schädlingsbekämpfungsarbeit mit sich und erhöht gleichzeitig die Erfolgssicherheit.¹⁾

2. Vorbeugende Maßnahmen.

a) Abschreckende Mittel.

Mittel dieser Art, die eine Eiablage der Mücken verhindern sollen, wurden nur in beschränktem Umfang geprüft.

Mit Kresol getränkte Lappen von doppelter Handgröße wurden auf Pfählen in etwa 50—60 cm Höhe über dem Boden zwischen den Pflanzen aufgehängt. Es stellte sich bald heraus, daß zur Durchführung dieser Maßnahme in größerem Umfang sehr große Mengen von Kresol nötig waren, die eine Wirtschaftlichkeit dieser Anwendung ausschlossen. Herrschte heißes, sonniges Wetter mit Windbewegung, dann verdunstete das Kresol so rasch, daß schon nach 2 Tagen an den Lappen selbst kaum noch eine Spur von Kresol durch den Geruch wahrgenommen werden konnte. Das Feld war später stark befallen.

Schädlingsnaphthalin wurde in reichlicher Menge zwischen den Pflanzen in die Furchen gestreut; das Feld war für einige Tage in eine anfangs starke Dunstwolke gehüllt, aber bald danach war auch am Boden keine Spur des Mittels mehr zu finden. Da bereits eine über das Maß der Wirtschaftlichkeit hinausgehende Menge verbraucht war, wurde von einer Wiederholung der Maßnahme abgesehen. Auch auf dieser mit Naphthalin behandelten Fläche trat ein Befall ein, der in seiner Stärke nicht von dem der Umgebung abwich.

Auf einem Feld konnte auch die Unwirksamkeit von „Rohem Tieröl“ („Franzosenöl“) festgestellt werden. Das ganze Feld wurde mit getränkten Lappen umgeben, die Anordnung war ebenso wie bei der Kresolanwendung. Das Öl verdunstete verhältnismäßig langsam und erfüllte das Feld lange mit einem widerlichen Geruch. Das für den Versuch bestimmte Feld wurde kurz vor dem Beginn der Flugzeit bepflanzt und sofort die mit dem Tieröl getränkten Lappen angebracht. Später waren alle unmittelbar neben den Pfählen stehenden Randpflanzen befallen, auch die durch herabtropfendes Öl stark verschmierten; der Geruch des Öles hatte also keine abschreckende Wirkung.

¹⁾ Vergl. Gleisberg, W., Pflanzenschutzmaschinen im Feldgemüsebau. Dtsch. Landw. Presse, 1929, Nr. 35.

Zusammenfassend kann über Maßnahmen mit abschreckenden Mitteln gesagt werden, daß die infrage kommenden Stoffe alle stark flüchtig sind und mehrfach erneuert werden müssen, wenn sie während der ganzen Flugzeit wirken sollen. Bereits eine einmalige Anwendung auf größeren Flächen ist wirtschaftlich nicht tragbar. Außerdem ist auch der Erfolg der Anwendung sehr in Frage gestellt. Zu demselben Ergebnis kommt auch Leefmanns (1937) auf Grund seiner Versuche.

b) Kulturmaßnahmen.

Unter den Kulturmaßnahmen, deren Anwendung vermindert auf den Befall einwirken könnten, erscheint die Bodenbearbeitung als die aussichtsreichste. Nach den vorliegenden Erfahrungen hat diese jedoch keinen nennenswerten Einfluß auf die durch Kokons geschützten Larven. Mit Hilfe der Fangkästen konnte das Schlüpfen von Mücken aus inzwischen umgearbeiteten und gedüngten Feldern nachgewiesen werden. Auf den großen Anbauflächen konnten wir nirgends einen Zusammenhang zwischen Drehherzmückenbefall und Bodenbearbeitung feststellen. Eine möglicherweise bestehende Abhängigkeit scheint durch die Zuwanderung der Mücken von einem Feld zum anderen weitgehend ausgeglichen.

In einem gegen die übrigen Anbauflächen gut abgegrenzten Betrieb, der früher äußerst stark unter Befallsschäden zu leiden hatte, ist man dazu übergegangen, den Blumenkohl nicht, wie sonst in Zittan üblich, auf Dämmen zu pflanzen, sondern vor dem Pflanzen den Boden zu walzen und auf ebener Fläche auszupflanzen. Durch gründliches Einregnen und darauf folgendes Trockenhalten bildet die Erdoberfläche eine feste Kruste, die nach der Ansicht des Besitzers von den schlüpfenden Drehherzmücken nicht durchstoßen werden könnte. Wie weit dies zutrifft, ist nicht zu entscheiden; bei der Bekämpfung der Weizengallmücke konnten ähnliche Beobachtungen gemacht werden, vergl. Klee & Rademacher (1935). Obwohl andere Bekämpfungsmaßnahmen, besonders Spritzungen, nicht regelmäßig durchgeführt wurden, ist der Befall in diesem Grundstück, das gegen Zuflug von außen her gut geschützt ist, von Jahr zu Jahr zurückgegangen und war in dem Befallsjahr 1937 beinahe frei von Drehherzmückenschäden. Für das Gedeihen der Pflanzen ist die mit der Maßnahme verbundene vorübergehende, schlechte Durchlüftung des Bodens ohne wesentliche Bedeutung; nach Überwachsen des anfälligen Stadiums wird der Boden gelockert. Im übrigen scheint diese Maßnahme nicht auf allen Böden gleich gut durchführbar, außerdem wäre dort, wo größere Anbauflächen dicht zusammenliegen, ein einheitliches Vorgehen erforderlich.

Eine Düngung mit Kainit war auf den Feldern der größeren Anbauflächen ebenfalls ohne sichtlichen Einfluß auf die Befallsstärke.

Trotzdem erhält sich unter den Zittauer Gärtnern die Meinung, die Kainitdüngung wirke befallsvermindernd. Feldversuche wurden nicht durchgeführt, auf einigen mehr isoliert liegenden Feldern bei Zittau ist der Befall zurückgegangen; diese Tatsache konnte mit Kainitgaben in Verbindung gebracht werden, da andere Maßnahmen gegen die Drehherzmücke nicht durchgeführt wurden. Für die Weizengallmücke wurde von Klee und Rademacher (1935) die abtötende Wirkung von Kainitgaben — 10 dz/ha — nachgewiesen. Tastversuche in Gläsern mit Kokons der Drehherzmücke — Kainitgabe entsprechend 10 dz/ha — ergaben eine gewisse Wirkung von Kainit: während in dem Glas mit einer normalen Nettolिंगabe 76 v. H. der Tiere (25) schlüpften, waren es bei Kainit nur 24 v. H. Eine Anwendung von Kainit wäre allerdings in einem Anbaugebiet nur dann erfolgversprechend, wenn sie einheitlich auf allen Feldern erfolgte; dabei muß berücksichtigt werden, daß Kainitgaben auf schweren Böden leicht verschlammend wirken.

Auch Kalkstickstoff soll nach Angaben einiger Gärtner auf die im Boden lebenden Larven abtötend wirken, vergl. auch F. (1940). Bei den von uns angelegten Tastversuchen schlüpfte aus der mit Kalkstickstoff — 5 dz/ha — behandelten Probe keine Mücke, während sich bei Nettolिंगabe 76 v. H. der Tiere (25) fertig entwickelten. Mit Kalkstickstoff sollen weitere Versuche durchgeführt werden. Kalkstickstoff, zur Flugzeit gestreut, hatte keinen Einfluß auf die Stärke des Befalls.

Auch ein Fruchtwechsel hat keinen Einfluß auf den Befall, wenn von mehreren nebeneinanderliegenden Feldern immer nur je eines mit Kohl bestellt wird, wandern die Mücken jeweils wieder auf das mit Kohl bestellte Feld; überdies kann sich die Drehherzmücke durch überliegende Larven längere Zeit im Boden halten.

Die Beseitigung der Ernterückstände ist für die Bekämpfung der Drehherzmücke nur von geringer Bedeutung. Frisch befallene Pflanzen, auf denen sich Larven befinden, zu vernichten, kann nicht angeraten werden, da sie den Befall unter Umständen gut überstehen; es wurde beobachtet, daß zuweilen Felder, die bis zu 80 v. H. befallen waren, noch eine gute Ernte lieferten. Ob eine befallene Pflanze sich noch weiter entwickeln kann, hängt von dem Eintreten der Fäule ab, kann also erst entschieden werden zu einem Zeitpunkt, an dem die Larven bereits abgewandert sind. Bei der Neubepflanzung eines befallenen und vernichteten Feldes ist zu beachten, daß die Jungpflanzen von der nächstfolgenden Generation befallen werden können.

Mitunter kommt es vor, daß im Frühjahr alte Kohlstrünke vom vorigen Jahr wieder austreiben und blühen; dadurch entstehen ebenfalls neue Brutstätten für die Drehherzmücke. Aus solchen blühenden Kohlstrünken konnten massenhaft Drehherzmücken gezüchtet werden, die teils

die Blütenknospen, teils die Seitentriebe befallen hatten. Die Vernichtung dieser Strünke gehört bereits in das Gebiet der Unkrautbekämpfung, die für die vorbeugende Abwehr der Drehherzmücke von besonderer Bedeutung ist, da diese auch auf wilden *Brassica*-Arten, z. B. wildem Rübsen wie auch auf Hederich vorkommt. Auf Ackersenf (*Sinapis arvensis*) konnten bisher die Larven der Drehherzmücke von uns nicht festgestellt werden, aus den Schoten von Ackersenf konnte *Dasyneura brassicae* Winn. herangezogen werden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die Zahl der von *Contarinia nasturtii* befallenen Unkräuter noch größer ist. Die Vernichtung der kreuzblütigen Unkräuter ist überdies für den Kohlanbau von größter Bedeutung, da sie zu den Nährpflanzen sehr vieler Kohlschädiger gehören, wie Erdföhre, Kohlgallenrüssler, Kohlleule, *Pieris*-Arten, Kohlschabe, Kohlhernie u. a.

Eine sehr einfache Maßnahme zur Vermeidung größerer Schäden durch die Drehherzmücke besteht darin, möglichst große, breite Felder mit gleichaltrigem Kohl zu bestellen; Voraussetzung ist, daß immer ein Jahr mit Kohl ausgesetzt werden kann. Die Randpflanzen sind immer am stärksten befallen, während der Befall nach dem Inneren des Feldes hin abnimmt. Lange, schmale Felder sind daher am meisten gefährdet; große breite Felder sind nur bei starker Massenvermehrung 100 %ig befallen, aber auch in diesem Falle werden die Randpflanzen besonders stark mit Eiern belegt, also stärker geschädigt und haben weniger Aussicht, den Schaden zu überwachsen. Auf gefährdeten Flächen sind niemals schmale Felder anzulegen, diese werden auch bei schwachem Auftreten meist zu 100 v. H. befallen. Auf einem großen breiten Feld wirken die Randpflanzen als Fangpflanzen, auf die dann meist — bei schwachem Befall immer — der Schaden beschränkt bleibt.

3. Parasitierung.

Die Larven der Drehherzmücke waren bisweilen parasitiert. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Bischoff-Berlin handelt es sich um Chalcididen und Platygasterinen (Proctotrypiden), die nähere Bestimmung des Parasitenmaterials steht noch aus. Die Zahl der parasitierten Larven hat seit dem Jahre 1937 stark zugenommen, sie betrug 1937 nicht einmal 1 v. H., 1939 konnten 8,6 v. H. der in den Sommerzuchten geschlüpften Imagines als Parasiten festgestellt werden, in den Sommerzuchten 1940 erhöhte sich diese Zahl auf 13 v. H. Die Parasiten schlüpften meist 14 Tage später als die Contarinien, zu einem Zeitpunkt, an dem sie die Larven der Contarinien mit Sicherheit antreffen. Die zunehmende Parasitierung zeigt, daß auch die Parasiten einer Massenvermehrung fähig sind; es erscheint daher aussichtsreich, diesen Fragen weiter nachzugehen.

IV. Ähnliche Krankheitserscheinungen an Kohlpflanzen, die zu Verwechslungen Anlaß geben.

Die Herz- oder Strunkfäule bei Kohl tritt oft im Anschluß an Drehherzmückenbefall auf. Da sie aber als reine Sekundärercheinung mit der Drehherzigkeit unmittelbar nichts zu tun hat, ist das Auftreten der Herzfäule nicht immer ein Beweis für vorausgegangenen Befall durch Drehherzmücke. Herzfäule bei Kohl kann überall dort auftreten, wo Fäulniserreger Gelegenheit finden, in Verletzungen der Pflanzen eindringen zu können. In stärkerem Maße tritt die Fäule nur bei feuchter Witterung auf; zu reiche Stickstoffdüngung fördert die Fäule. Herzfäule ohne vorausgehenden Drehherzmückenbefall ist bei Befall durch Kohltriebrüßler, Kohlweißling und Kohleule beobachtet worden, aber auch bei Fraßbeschädigung durch andere Raupen wie Kohlschabe (*Plutella cruciferarum* Zell.) oder auch durch Käfer und andere Insekten dürfte sie vorkommen. Weiterhin konnte in Zittau eine Herzfäule beobachtet werden, die wahrscheinlich auf Bakterienbefall zurückzuführen ist; die Fäule beginnt im Inneren des Strunkes und greift später auf den Herztrieb bzw. die Blume über (vergl. Taf. 4, Fig. 1—2.)¹⁾

Eine Reihe von Krankheitserscheinungen an Kohl wird mit dem Sammelbegriff Herzlosigkeit bezeichnet. Verwechslungen mit der Drehherzseuche werden auch noch dadurch gefördert, daß diese in manchen Gegenden fälschlich Herzlosigkeit benannt wird.

Die Herzlosigkeit ist dadurch ausgezeichnet, daß im Endstadium das Herz der Pflanze völlig fehlt, ohne daß offene Verletzungen vorliegen. An den Pflanzen sind nur die unteren vollentwickelten Blätter vorhanden, in der Mitte befinden sich an Stelle des Vegetationspunktes eine kahle, oft narbig rauhe Platte oder blattähnliche Gebilde, die sich nicht weiterentwickeln. Die Basis des Stieles des zuletzt ausgebildeten Blattes nimmt diesen Platz oft mehr oder weniger vollständig ein. Die Ursachen der Herzlosigkeit können sehr verschieden sein. Wir unterscheiden zwei Gruppen: parasitäre und nicht-parasitäre Herzlosigkeit. Beide haben in ihrer Entstehung und Ausbildung nichts miteinander zu tun, sie gleichen sich nur äußerlich im Endstadium.

Die parasitäre Herzlosigkeit ist auf Befall durch tierische Schädiger zurückzuführen. In den meisten Fällen sind Thripsarten als Erreger festzustellen und zwar *Thrips tabaci* und *angusticeps* (Roesler 1936). In einigen Fällen kommen auch *Lygus pratensis*, Blattläuse und Erdraupen in Frage. Im Gegensatz zur Drehherzseuche wird die parasitäre Herzlosigkeit in heißen trockenen Sommern am gefährlichsten, da diese Witterungsbedingungen für die Schädiger sehr günstig sind. Besonders die Anzuchtplanzen sind stark gefährdet; da der Schaden erst beim Weiterwachsen der Pflanzen sichtbar wird, werden diese meist ausgepflanzt. Bei Befall älterer Pflanzen durch Thrips wird seltener der Vegetationspunkt zerstört, die Voraussetzung der Herzlosigkeit; oft entstehen leichte Verkrümmungen der Stiele jüngerer Blätter, so daß drehherzartige Bildungen vorgetäuscht werden. Bei näherer Untersuchung sind diese dürrtigen und etwas saftlos erscheinenden „Drehherzen“ meist leicht von echtem Drehherzmückenbefall zu unterscheiden, besonders durch das Fehlen der kräftigen Stengelanschwellungen. Pflanzen, deren Vegetationspunkt nicht zerstört wurde, wachsen wieder normal weiter.

¹⁾ Für die freundliche Überlassung der Aufnahmen der Tafel 4 wie auch der Aufnahmen: Tafel 2, Fig. 3—6, danken wir Herrn Prof. Gleisberg.

Auch in Drehherzen findet man neben den Larven oft die oben genannten Thripsarten, die hier jedoch weiter keine Bedeutung zu haben scheinen.

Über die nicht parasitäre Herzlosigkeit (Taf. 4, Fig. 3—5) ist wenig bekannt. Als Ursache kommt u. a. Kälteeinwirkung in Frage. Sie wird demgemäß am häufigsten bei den überwinterten Pflanzen im Frühjahr beobachtet. Im übrigen ist sie an keine bestimmte Jahreszeit gebunden; es ist bekannt, daß fast bei jeder Aussaat ein kleiner Teil der Pflanzen schon in ganz jungem Stadium herzlos wird. Bestimmte Samenjahrgänge mancher Sorten neigen ganz besonders stark zum Herzloswerden. Bei Anbau mehrerer Sorten nebeneinander tritt unter denselben Bedingungen bisweilen bei einer Sorte stark die Herzlosigkeit in Erscheinung, während die anderen eine gesunde Entwicklung zeigen. Wie weit ungünstige Umstände vor oder während der Samenernte die Ursache sind oder eine erbliche Anlage vorliegt, ist bisher nicht geklärt.

Über die Herzlosigkeit und ihre Ursachen findet sich Näheres in den Mitteilungen von Roesler, R. (1936, 1937).

C. Zusammenfassung.

1. Als Erreger der Drehherzkrankheit konnte *Contarinia nasturtii* Kieffer auch für unser Gebiet festgestellt werden, die von de Meijere (1906) aufgestellte Art *torquens* ist identisch mit *nasturtii* Kieffer.
2. Die Lebensweise der Mücke und ihrer Entwicklungsstadien wird beschrieben. Die Überwinterung erfolgt als Larve im Boden.
3. Die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien konnte für bestimmte Temperaturen ermittelt werden. Für das Ruhestadium in der Erde (Zeit vom Abwandern der Larve von der Pflanze bis zum Schlüpfen der Mücke) wurde bei konstanten Temperaturen unter Zugrundelegung der Blunck'schen Wärmesummenregel der Entwicklungsnullpunkt bei etwa 8° und die Summe der wirksamen Temperatur bei 180—140° ermittelt. Die Durchführung derselben Versuche bei Wechseltemperaturen im Freiland ergab eine Verkürzung der Entwicklungszeit bei gleichem Entwicklungsnullpunkt.
4. Die Zahl der innerhalb eines Jahres möglichen Generationen beträgt vier, im allgemeinen treten drei Generationen auf, die häufig infolge längeren Überliegens eines Teiles der überwinterten Larven in zwei Schüben erscheinen.
5. Die Stärke des Auftretens der einzelnen Generationen kann durch das Überliegen der Larven im Boden sehr schwanken.
6. Das Überliegen der Larven findet sich bei allen Generationen, ist aber in den beiden letzten Generationen stärker. Die Ursachen des Überliegens sind nicht geklärt, durch Trockenhalten der Zuchten konnte der Anteil der überliegenden Larven nicht erhöht werden.
7. Die Verteilung des Befalles auf den einzelnen Feldern läßt in fast allen Fällen eine Verstärkung durch Zuwanderung von außen erkennen. Die Randpflanzen werden demgemäß am schwersten befallen.
8. Das Schadbild, seine Entstehung und Weiterentwicklung wird beschrieben. Im Anschluß an den Larvenbefall kann Herzfäule die Pflanzen ganz vernichten. Bei Ausbleiben der Fäule findet eine Überwachsung des Schadens statt, die je nach der Stärke der erfolgten Schädigung zu weiteren Verunstaltungen führt oder auch oft eine fast normale Ernte

- entstehen läßt. Auf die Eigentümlichkeiten des Verhaltens der einzelnen Kohlarten gegenüber dem Befall wird näher eingegangen.
9. Es wurden zahlreiche Spritz- und Stäubemittel auf ihre Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit in der feldmäßigen Bekämpfung geprüft und eine Nikotin-Ölschmierseifenlösung als vorläufig bestes Mittel gefunden.
 10. Der Wirksamkeit chemischer Mittel auf die Drehherzmücke sind durch die schwere Erreichbarkeit der z. T. sehr tief im Herzen abgelegten Eier Grenzen gesetzt. Bei dreimaliger Anwendung läßt sich der Befall bis auf $\frac{1}{10}$ seiner Stärke vermindern.
 11. Um der Praxis die Möglichkeit zu geben, von sich aus die richtigen Bekämpfungstermine innezuhalten, muß nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen folgende Anweisung gegeben werden: Ab Anfang Juni bis Anfang August muß in jeder Woche eine Behandlung der Felder durchgeführt werden.
 12. Die Bekämpfungsmaßnahmen werden mit rückentragbaren Spritzen wie auch mit pferdefahrbaren Geräten durchgeführt. Die Benutzung des pferdefahrbaren Gerätes erhöht die Sicherheit des Erfolges und macht eine allgemeine Durchführung der Maßnahmen möglich.
 13. Bei Verwendung von rückentragbaren Hochdruckspritzen betragen die Kosten für die fünfmalige Behandlung einer Fläche von 1 ha RM. 210.—, d. i. 5,2 v. H. des Umsatzsteuerwertes; durch Verwendung des pferdefahrbaren Gerätes lassen sich die Kosten auf RM. 173.60 senken, d. i. 4,35 v. H. des Umsatzsteuerwertes.
 14. Mittel, die auf die Mücken bei der Eiablage abschreckend wirken sollen, sind für den Großanbau im Felde als unwirtschaftlich abzulehnen.
 15. Bodenbearbeitung wirkt sich nicht nennenswert schädigend auf die ruhenden Larven aus. Bei Düngung mit Kalkstickstoff und Kainit scheint ein Teil der Larven abgestötet zu werden. Die Maßnahme kann nur auf isoliert liegenden Feldern oder bei einheitlicher Durchführung auf größeren Flächen empfohlen werden.
 16. Da die Drehherzmücke auch in wilden *Brassica*-Arten und anderen kreuzblütigen Unkräutern brütet, hat auch die Unkrautbekämpfung Bedeutung.
 17. Die Größe des Feldes hat wesentlichen Einfluß auf die relative Höhe des durch den Befall entstehenden Schadens.
 18. Von der Drehherzigkeit unterscheidet sich deutlich ein Krankheitsbild, das mit Herzlosigkeit bezeichnet wird; der Entstehung nach kann man eine parasitäre und nichtparasitäre Herzlosigkeit unterscheiden.

D. Schriftenverzeichnis.

- Anonymus, Verküppelung der Kohlherzen ohne Mitwirkung tierischer Schädlinge. Prakt. Ratgeb. Obst- u. Gartenbau, 35, 257, 1920.
- Gegen die Drehherzmücke. Sächs. Gärtnerbl., 13, 212—213, 1933.
- Kohlpflanzen mit falschem Herzen. D. Landwirtschaftsfrau, 4, Nr. 7, S. 27, 1933.
- B. Dr., Die Drehherzigkeit der Kohlpflanzen. Ratschl. Haus—Garten—Feld, 9, 16—17, 1934.
- Babel, Die Drehherzigkeit der Kohlpflanzen. Ratschl. Haus—Garten—Feld, 7, 90—93, 1932.
- Die Drehherzigkeit der Kohlpflanzen. Gärtnerbörse, 15, 82, 1933.
- Balachowsky, A. & Mesnil, L., Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, 2, 1199—1203, Paris 1936.

- Barnes, H. F., The gall midges of vegetables and market garden crops. Journ. Roy. Hort. Soc., 51, 331—336, 1926.
- Material for a monograph of the british cecidomyidae or gall midges. British gall midges of economic importance I—V S. Journ. South-Eastern Agric. Coll. Wye, Kent, 24, 65—146, 1927.
- Be., Drehherzmückenbekämpfung. Hannov. Land- u. Forstw. Ztg., 86, 514, 1933.
- Behrisch, R., Die Kohlherzmücke und die durch sie verursachte Drehherzigkeit der Kohlgewächse. Niedersächs. Ztg. Obst-, Gemüse-, Gartenbau, 40, 136—137, 1931.
- Benner, J., Neue Erfahrungen zur Bekämpfung der Kohlschädlinge im Zittauer Blumenkohlanbaugebiet. Gartenbauwirtsch., 56, Nr. 9, S. 9, 1939.
- Die Drehherzkrankheit des Kohlgemüses, ihr Erreger und seine Bekämpfung. Natur u. Volk, 69, 454—459, 1939.
- Böning, Die Drehherzigkrankheit der Kohlpflanzen. Bayer. Agrarpol. Rundschau, 15, Nr. 21, S. 20, 1933.
- Bos, J. Ritzema, Ziekten en beschadigingen veroor zaakt door Dieren: Tweefleugeligen (Diptera). Meded. Rijks Hoog. Land-Tuin-en Boschbouwschool Wageningen, 7, 57—61, 1914.
- Broeck, v. d., M. & Schenk, P. H., Ziekten en Beschadigingen der Tuinbougewassen. Bd. I. A., S. 111—113, Groningen 1925.
- Brunner, Ein Notschrei aus den Feldern der Kohlherzenseuche. Prakt. Ratgeb. Obst- u. Gartenbau, S. 337—338, 1900.
- Die Kohlherzenmade erkannt. Prakt. Ratgeb. Obst- u. Gartenb., S. 263 bis 264, 1901.
- Dry, F. W., An attempt to measure the local and seasonal abundance of the swede midge in parts of Yorkshire over the years 1912 to 1914. Ann. Appl. Biol., 2, 81—108, 1915.
- F., Kalkstickstoff gegen die Drehherzmücke. Obst- u. Gemüsebau, 86, S. 41, 1940.
- Zur Bekämpfung der Drehherzmücke. Blumen- u. Pflanzenbau, 44, H. 19, S. 170, 1940.
- Flachs, Blindherzigkeit u. Herzfäule der Kohlpflanzen. Lehrmeister Garten u. Kleintierhof, 23, 88—89, 1925.
- Frickhinger, H. W., Großer Schaden durch die Kohlgallmücke. Anz. Schädlingskde., 7, 107, 1931.
- Die Drehherzseuche d. Kohles. Land u. Frau, 15, 805, 1931.
- Die Drehherzseuche d. Kohles. Erf. Führer Obst- u. Gartenbau, 33, 149, 1932.
- Großer Schaden durch die Kohlgallmücke. Gärtnerei-Fachblatt, 19, 72: bis 73, 1933.
- Großer Schaden durch die Kohlgallmücke. Desinfektor, 8, 75, 1933.
- Gleisberg, W., Gefahren für den Kohlbau. Dtsch. Landw. Presse, 47, 705—706, 1920.
- Der Kohlherzräuber — Augen auf! Norddeutsch. Gartenfr. u. Kleintierz., 2, 16—18, 1921.
- Die Drehherzseuche bei Kohlgewächsen. Sächs. Gärtnerblatt, 11, 275 bis 278, 1931.
- Drehherzmückenbekämpfung. Gartenbauwirtsch. 1933, Nr. 31.
- Grimm, Die Kohlherzmade. Prakt. Ratgeb. Obst- u. Gartenbau, 42, 151, 1927.
- Hahmann, C., Massenaufreten der Kohlgallmücke in Blumenkohlkulturen. Landw. Ztg. f. d. Stadtgeb. Hamburg, 15, 1931.
- Hähne, H., Die Drehherzkrankheit des Kohles u. der Kohlrüben. Nachr.-Bl. Deutsch. Pflanzenschutzd., 12, 25—27, 1932.

- Hähne, H., Drehherzigkeit und Herzlosigkeit bei Kohlgewächsen. Obst- u. Gemüsebau, **79**, 74—75, 1933.
- Die Bekämpfung d. Kohldrehherzmücke. Kranke Pflanze, **10**, 122—123, 1933.
 - Die Drehherzkrankheit der Kohlgewächse. Forschungsdienst, **5**, 284 bis 292, 1938. (Sammelreferat).
- Kaiser, P., Die Knäuelkrankheit der Kohlpflanzen. Erf. Führ. Obst- u. Gartenbau, **24**, 122—123, 1923.
- Die Kohlherzenseuche. Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau, **42**, 253, 1927.
- Kieffer, Beiträge zur Kenntnis der Gallmücken. Ent. Nachr., **14**, 262—268, 1888.
- Klee, H. & Rademacher, B., Der Stand der Weizengallmückenbekämpfung nach Untersuchungen in Schleswig-Holstein. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., **15**, 3—6, 1935.
- König, C., Die Drehherzigkeit der Kohlpflanzen. Erf. Führ., **32**, 174, 1931.
- Ein wenig beachteter, aber gefährlicher Kohlschädling. Ratschl. Haus—Garten—Feld, Köln, **8**, 101, 1933.
 - Ein wenig beachteter, aber gefährlicher Kohlschädling. Siedlung u. Landhaus, **5**, 215, 1934.
- Krieg, H., Gemüsebau u. Gemüseschäden im Anbaugebiet Hellbrook-Bramfeld. Obst- u. Gemüsebau, **83**, 37/38, 1937.
- Leeffmans, S., De draaihartigheid bij kool. Med. van den tuinbouwvoorlichtingsdienst, Nr. 1, 1937.
- De draaihartigheid bij kool. II. Med. van den tuinbouwvoorlichtingsdienst, Nr. 5, 1938.
 - De draaihartigheid bij kool. III. Med. van den tuinbouwvoorlichtingsdienst, Nr. 11, 1939.
- Link, W., Krankheiten und Schädlinge der Kohlgewächse u. ihre Bekämpfung. Obst- u. Gartenbauztg., Nr. 11, S. 42, 1928.
- Lüstner, G., Vorläufige Mitteilung über eine neue Gallmücke der Kohlpflanzen. Bericht der Königl. Lehranstalt f. Wein-, Obst- u. Gartenbau i. Geisenheim, 138/139, 1900/1901.
- Herzenlose Kohlpflanzen. Geisenheim. Mitt. Obst- u. Gartenbau, **39**, 142—143, 1924.
- Meijere de, C. H., Über zwei neue holländische Cecidomyiden, von welchen die eine an Kohl schädlich ist. Tijdschr. Ent., **49**, 18—21, 1906.
- Mesnil, L. C. R., Nouvelle méthode par l'emploi de substances insectifuges. Acad. Agric. France, **20**, 29—33, 1934.
- Un traitement efficace contre la cécidomyie du chou-fleur. Rev. Path. vég. **24**, Nr. 1, S. 70—77, 1937.
 - La cécidomyie du chou-fleur dans la région de Saint-Omer. Ann. Epiphyt. Phytogénét., N. S. **4**, 281—311, 1938.
- Müller, K. R., Über die Drehherzigkeit d. Kohls, verursacht durch die Gallmücke *Contarinia torquens* de Meij. Fortschr. Landwirtschaft., **6**, 496 bis 499, 1931.
- Drehherzigkeit des Kohls durch die Gallmücke. Landw. Wochensh. Halle, **89**, 407—408, 1931.
 - Drehherzkrankheit des Kohls. Obst- u. Gemüsebau, **77**, 112, 1931.
- Noll, J., Versuche zur Bekämpfung der Drehherzmücke im Blumenkohl-anbaugebiet Zittau im Jahre 1933. Sächs. Gärtnerbl., **13**, 471—474, 1933.
- Die Bekämpfung der Drehherzmücke. Gartenbauwirtsch., Nr. 17, 1934.
 - Nochmals Drehherzkrankheit. Obst- u. Gemüsebau, **86**, 67, 1940.
- Ombel, M., Note préliminaire sur la cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia torquens* de Meij.) C. R. Acad. Agric. France, **17**, 178—182, 1931.

- Paulow, W., Die Knäuelkrankheit der Kohlpflanzen. Erf. Führ. Obst- u. Gartenbau, **24**, 103, 1923.
- Quanjér, H. M., Neue Kohlkrankheiten in Nordholland. Ztschr. Pflanzenkrankh., **17**, 258—267, 1907.
- Rattke, R., Kohlpflanzen ohne Herz. Erf. Führ. Obst- u. Gartenbau, **25**, 146—147, 1924.
- Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1936. Ann. Epiphyt. Phytogénét. N. S. **3**, S. 281/82, 1937.
- Reetz, A., Die Kohlherzfüule. Kleintierz. u. Gartenb., **51**, 481, 1926.
- Roesler, R., Herzlosigkeit u. Drehherzkrankheit des Blumenkohls. Obst- u. Gemüsebau, **82**, 92, 1936.
- Herzlosigkeit an Blumenkohl durch Blasenfüße (Thrips). Anz. Schädlingskde., **12**, 95, 1936.
- Drehherzkrankheit und Herzlosigkeit bei Kohl. Kranke Pflanze, **14**, 124—129, 1937.
- Die Drehherzmücke, ein Feind unserer Kohlgewächse. Gartenbauwirtschaft, 1938, Nr. 1, S. 7.
- Referat über: Leefmans, S. De draaihartigheid bij kool I. Obst- und Gemüsebau, **84**, 23, 1938.
- Die gefährliche Drehherzkrankheit. Obst- und Gemüsebau, **86**, 53, 1940.
- Roß, H. & Hedicke, H., Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas, ihre Erreger und Biologie u. Bestimmungstabellen. Jena 1927.
- Rostrup, S., Krusesyge i Kaalroer. Ugeskrift for Landmaend, Copenhagen, **64**, 563—64, 1919.
- Om Krusesyge i Gulerodder og korsblomstrede Kulturplanter Beret. Nordisk. Jordbrugsforsk. Forenings Kongres Kobenhavn, 301—312, 1921.
- Krusesygeangreb i korsblomstred Planter i 1926 og 1927. Tidsskr. Planteavl., **34**, 692—716, 1928.
- Rostrup, S. & Thomsen, M., Tierische Schädlinge des Ackerbaues. Übersetzt von H. Bremer und R. Langenbuch, Berlin, 1931.
- Rübsaamen, Ew. H., Cecidomyidenstudien III. Marcellia. **13**, 88—114, 1914.
- Cecidomyidenstudien VI. Sitz. ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin, 1917, S. 92.
- & Hedicke H., Die Cecidomyiden (Gallmücken) und ihre Cecidien. I. Allgemeiner Teil. II. Spezieller Teil. 1.) Die Supertribus der Cecidomyiden in: Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands u. ihre Bewohner. Zoologica, **61**, Stuttgart, 1925, **77**, 1926.
- Schoevers, T. A. C., De wijze, waarop de galmugmaden de planten beschadigen. — In: Draaihartigheid bij kool. Verslagen Med. Plantenziektenk. Dienst Wageningen, **54**, 1929.
- Schoyen, T. H., Beretning on skadeinsectenes optreden i land-og havebruget i årene 1928 og 1929. Sandbruksdirekt. Årsberet 1928/29, p. c₁—c₃₀.
- Spithost, Jr. C., Draaihartigheid. — In: Draaihartigheid bij kool. Verslagen Med. Plantenziektenk. Dienst Wageningen, **54**, 1929.
- Stronger, Die Drehherzkrankheit des Kohles und der Kohlrüben. Pommerblatt, **36**, 440, 1933.
- Taylor, T. H., Cabbage top in swedes. Publ. Yorkshire Counc. Agric. Educat. 1912, Nr. 82.
- Y., Blindherzigkeit des Kohles. Deutsch. Gärtner-Ztg., **23**, 45, 1925.
- Tomaszewski, W., Cecidomyiden (Gallmücken) als Grasschädlinge. Arb. Biolog. Reichsanst. **19**, 1—17, 1931.

Walton, C. L., Some observations on the swede midge in North Wales.
 Journ. Ministr. Agric. London, 34, 547—551, 1927.

Figurenerklärung der Tafeln 1—4.

Tafel 1.

- Fig. 1. *Contarinia nasturtii* Kieffer ♂.
 Alle Zeichnungen sind von E. Krebs-Jakobs nach Präparaten angefertigt.
- Fig. 2. Die distalen Fühlerglieder des ♂ von *C. nasturtii* Kieffer.
- Fig. 3. Fühler-Endglied des ♂ von *C. nasturtii* Kieffer:
 a) aus Kohl-Drehherz, b) aus Hederich-Blütengalle,
 c) aus Blumenkohl-Blütengalle.
- Fig. 4. Genitalapparat des ♂ von *C. nasturtii* Kieffer aus Kohl-Drehherz.
- Fig. 5. Genitalapparat, vordere Lamelle des ♂ von *C. nasturtii* Kieffer:
 a) aus Kohl-Drehherz, b) aus Hederich-Blütengalle.
- Fig. 6. Eihaufen von *C. nasturtii* Kieffer (nach einer Skizze von Roesler).

Tafel 2.

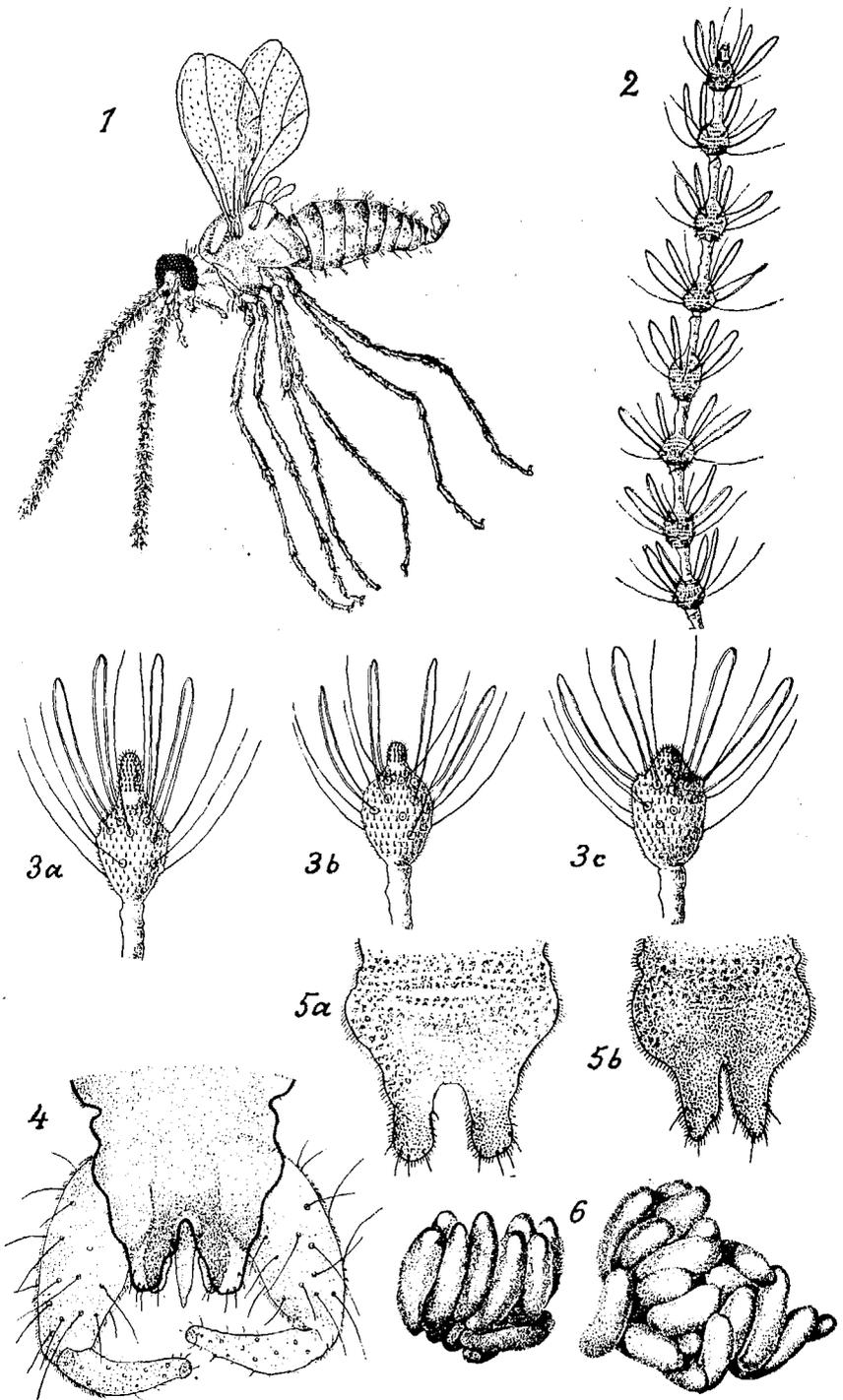
- Fig. 1. Drehherz an Rotkraut (phot. Roesler).
- Fig. 2. Drehherz an Blumenkohl, jüngere Pflanze (phot. Roesler).
- Fig. 3. Drehherz an Blumenkohl, ältere Pflanze (phot. Gleisberg).
- Fig. 4. Drehherz an Rosenkohl-Triebspitze (phot. Gleisberg).
- Fig. 5. Endstadium der Herzzerstörung bei Blumenkohl durch *Contarinia*-Be-
 fall, fortschreitende Herzfäule (phot. Gleisberg).
- Fig. 6. Entwicklung mehrerer Blumen aus Adventivtrieben nach Zerstörung
 des Herztriebes durch *Contarinia* (phot. Gleisberg).

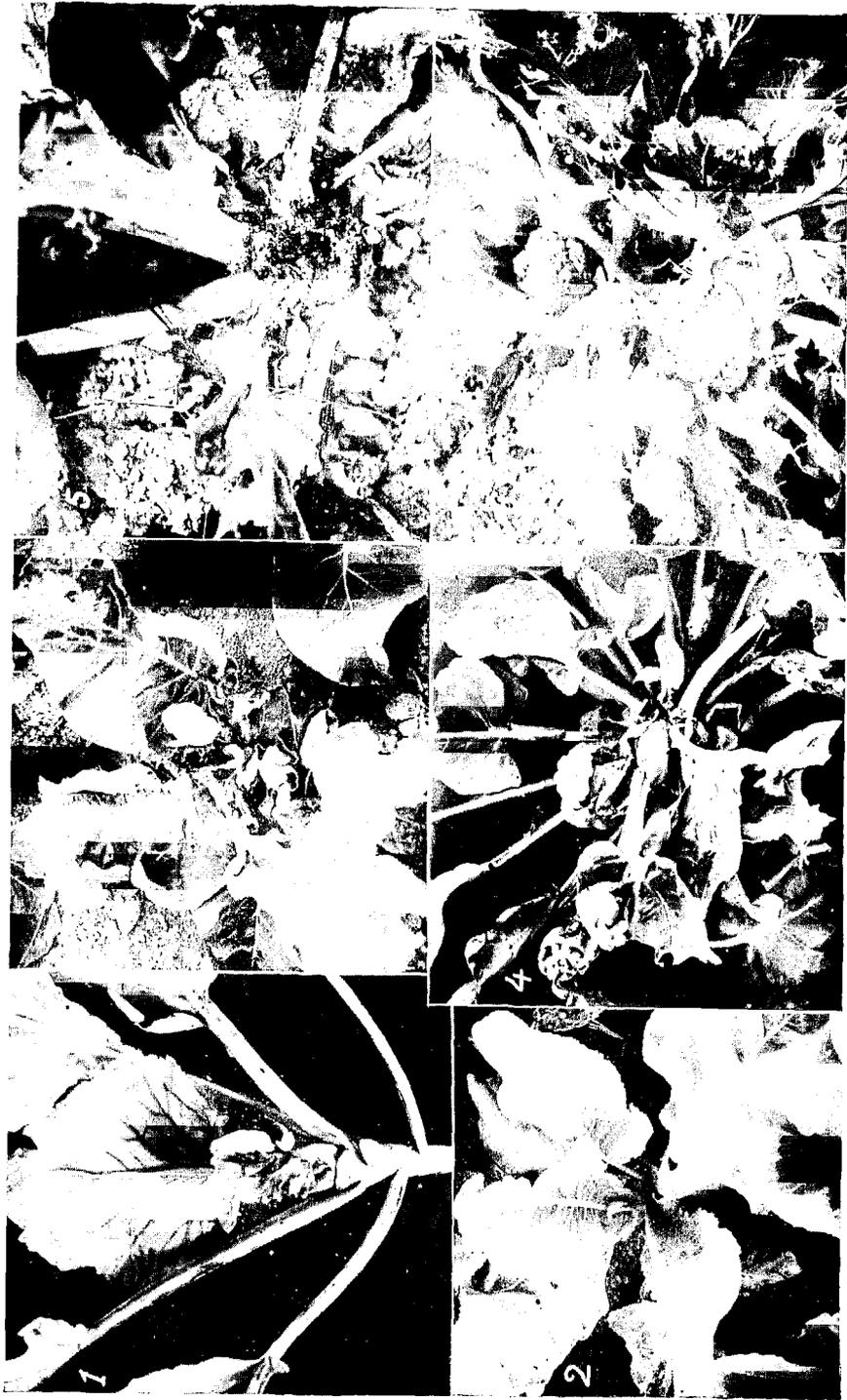
Tafel 3.

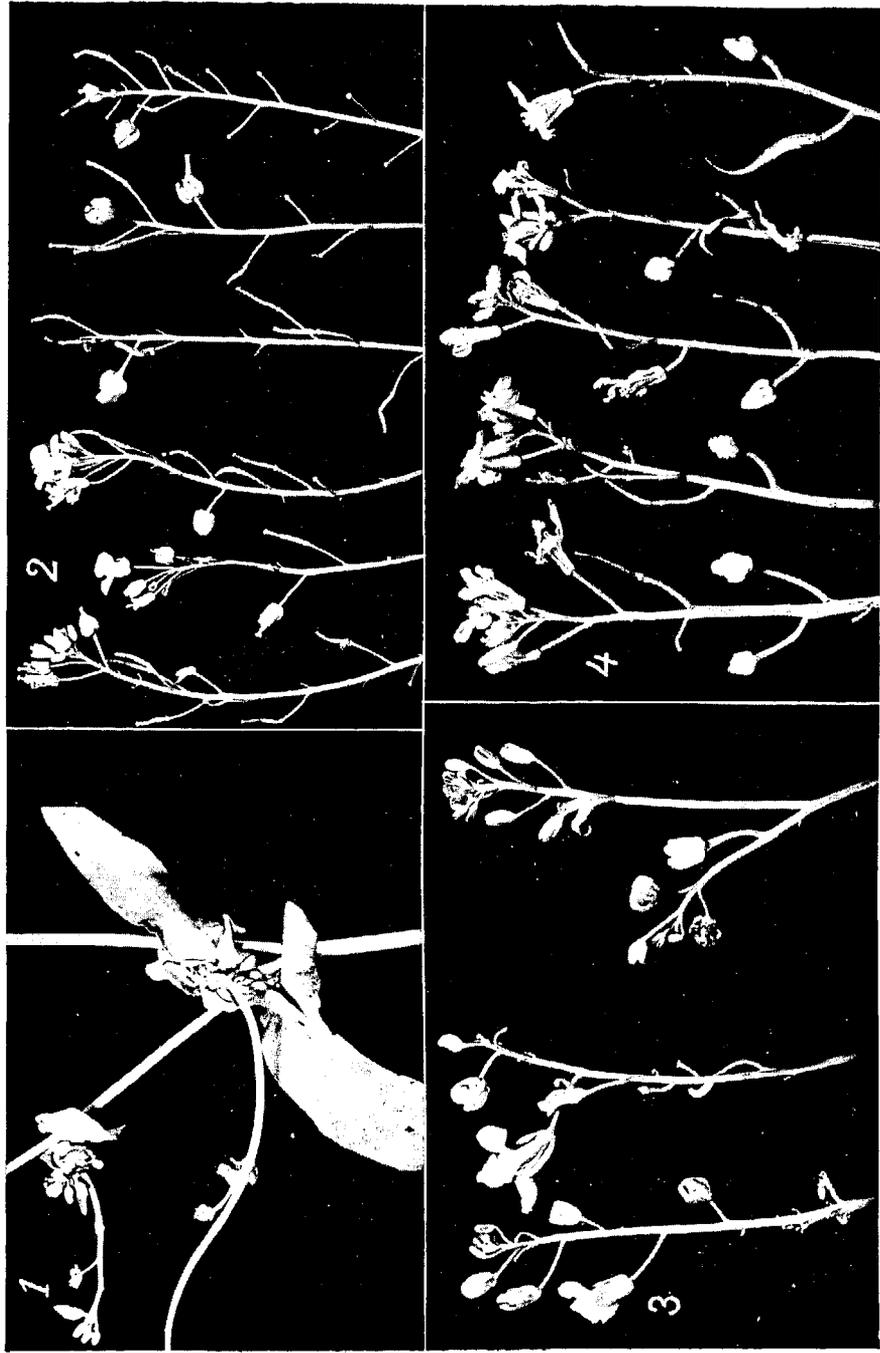
- Fig. 1. Drehherzähnliche Triebstauchung an *Brassica rapa* L., wildem Rübsen:
Contarinia nasturtii Kieffer (phot. Roesler).
- Fig. 2. Blütengallen an *Brassica rapa* L., wildem Rübsen: *Contarinia nasturtii*
 Kieffer (phot. Roesler).
- Fig. 3. Blütengallen an Blumenkohl: *Contarinia nasturtii* Kieffer (phot.
 Roesler).
- Fig. 4. Blütengallen an Radieschen: *Contarinia* sp., bisher nur ♀ erhalten
 phot. Roesler).

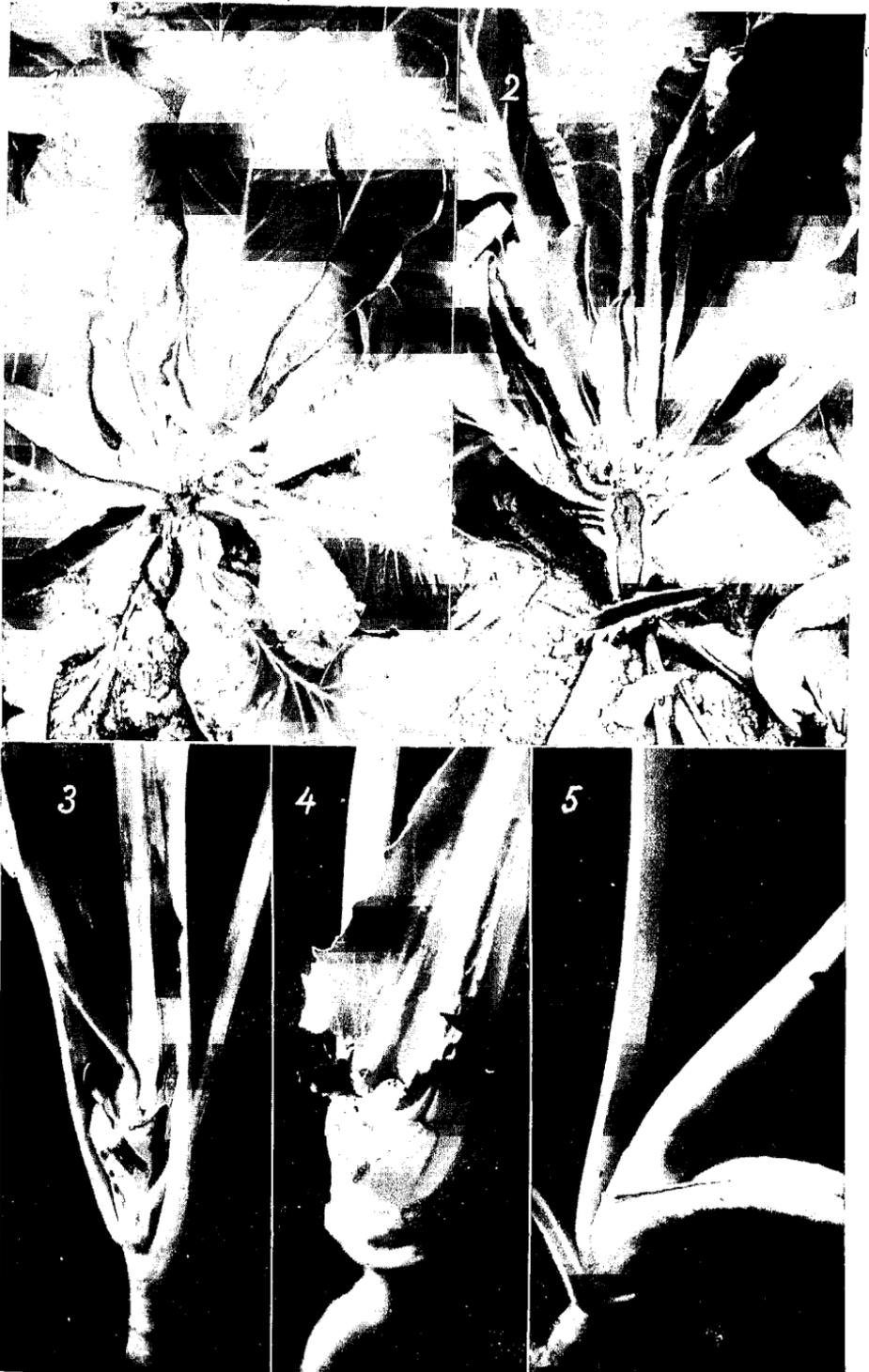
Tafel 4.

- Fig. 1—2. Naßfäule im Strunk und darauffolgende Zerstörung des Herztriebes,
 vermutlich bakterieller Natur: Fig. 1: Umfallen des Herztriebes, in
 dem eben die Blume in Entwicklung begriffen ist; Fig. 2: fortschrei-
 tende Bräunung der Blume (phot. Gleisberg).
- Fig. 3—5. Nichtparasitäre Herzlosigkeit bei Jungpflanzen von Blumen-
 kohl in 3 verschiedenen Auswirkungen. Fig. 3: Entwicklung eines
 den Trieb abschließenden Laubblattes; Fig. 4: erbsenförmige Auf-
 bauchung des Vegetationspunktes, an deren Spitze noch blattähnliche
 Gebilde zu erkennen sind, die sich nicht weiter entwickeln; Fig. 5:
 Einsenken des Vegetationspunktes in die sich aufwulstende Basis des
 letzten Laubblattes (phot. Gleisberg).









J. Noll, R. Roesler & J. Benner, Die Drehherzmücke.