



# NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Neue Folge · Jahrgang 17 · Der ganzen Reihe 43. Jahrgang

Januar 1963 — Heft 1

## Möglichkeiten zur Schnellprüfung von Nematiziden

Von L. KÄMPFE

Aus dem Zoologischen Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Die Praxis der Nematizidprüfung, bei der es zunächst auf eine schnelle, dabei aber möglichst sichere Vorprüfung einer großen Zahl von Wirkstoffproben ankommt, ist noch immer an Schnellverfahren interessiert, die ohne zu starken Arbeitsaufwand in kurzer Zeit vergleichbare Ergebnisse liefern. Dabei erscheint es zweckmäßig, daß man auf möglichst empfindliche Nematodenarten zurückgreift, die jederzeit leicht beschaffbar sind, also am besten durch leichte Züchtbarkeit den Vorzug homogenen Versuchsmaterials mitbringen. Die hohe Empfindlichkeit der zu wählenden Tiere gegenüber nematiziden Stoffen ist schließlich auch für die laufende biologische Gütekontrolle eines produzierten Bekämpfungsmittels eine wichtige Voraussetzung. Gerade hier kommt es auf die Feststellung kleiner Abweichungen in der Leistung eines Mittels besonders an. Die zystenbildenden Nematoden bringen als Testtiere unter den eben genannten Voraussetzungen nicht die günstigsten Eigenschaften mit. Ihre relativ lange Entwicklungsdauer, die an die Vegetation ihrer Wirtspflanzen gebundene Gesamtentwicklung und das nicht immer einheitliche Reagieren der Larven im Schlüpfversuch sind als Nachteile zu nennen.

Es sind deshalb einige andere Nematodenarten auf die Brauchbarkeit als Testtiere für kurzfristige Laborvorprüfungen und für die laufende Gütekontrolle untersucht und in ihrer Reaktionslage mit Vertretern der zystenbildenden Nematoden verglichen worden. Dabei haben sich als besonders aussichtsreich die Gattungen *Turbatrix* und *Panagrellus* herausgestellt, über deren Brauchbarkeit im folgenden berichtet werden soll.

### Material, Zuchtverfahren

Die vergleichsweise benutzten Larven des Kartoffelälchens waren aus Zysten in Kartoffelablaufwasser geschlüpft und bei Versuchsbeginn nie älter als eine Woche. Das Zystenmaterial entstammte verschiedenen befallenen Feldern des Kreises Greifswald. In entsprechender Weise wurde mit den Larven des Rübenälchens verfahren. Sie schlüpften in Rapsablaufwasser, die Zysten wurden aus Boden einiger Versuchspartzellen des Institutes für Zuckerrübenzüchtung Kleinwanzleben, Bez. Magdeburg, gewonnen.

Die Art *Panagrellus redivivus* (L. 1767) Goodey 1945 trat bei uns erstmalig in Zuchten von Enchytraeen auf, die mit gekochtem Haferflockenbrei gefüttert wurden. Nach Ansäuern dieses Futterbreies hatten sich dicke Polster dieser Älchen entwickelt, deren Vorliebe für gärende Substanzen bekannt ist. Die Älchen wurden auf Haferflockenbrei in Präparatengläsern mit Deckel ( $h = 7,5$  cm,  $\phi = 8,5$  cm) mühelos weitergezogen. Dazu sind die Gläser 1–2 cm hoch mit Brei beschickt und dann aus älteren Kulturen beimpft worden. Als Haltungstemperatur empfiehlt sich die Spanne zwischen  $+ 21^\circ$  und  $+ 25^\circ$  C. Innerhalb von ca. 5–6 Tagen entwickelt sich die Kultur so gut, daß die Älchen in breiten Straßen das breiigflüssige Substrat verlassen und an den Glaswänden emporkriechen. Jetzt kann das Material in reiner Form mit einem Spatel oder Pinsel entnommen und in Wasser oder die zu prüfende Flüssigkeit übergeführt werden. Es liegt dabei ein Gemisch verschiedener Entwicklungsstadien vor. Auf diese Tatsache wird später nochmals einzugehen sein.

Es sind inzwischen zahlreiche Erfahrungen gesammelt worden, welche Nährsubstrate und Haltungsbedingungen zur erfolgreichen Weiterzucht der Tiere am günstigsten sind. Dabei ergab sich, daß Haferflockenbrei, mit Wasser nicht zu steif gekocht und mit einer kleinen Prise Zucker versetzt, gute Ergebnisse liefert. Auch das Überspülen des abgekühlten Breies mit einer Bäckerhefe-Aufschwemmung führt zur schnellen Entwicklung der Älchen. Die Kulturen sind etwa einen Monat, teilweise etwas länger, benutzbar. Jedoch bringen die ersten 14 Tage die beste Älchenentwicklung. Es empfiehlt sich weiter, nicht zu kleine Gläser zu benutzen und von Zeit zu Zeit zu lüften oder die Deckel nicht zu dicht schließen zu lassen, weil sonst ein  $\text{CO}_2$ -Stau eintritt und die Älchen unbeweglich werden. Schließlich ist es angebracht, die Kulturen vor direktem Licht zu schützen und abgedunkelt aufzustellen.

Die Gattung *Panagrellus* wird in der Aquarienkunde als sogenanntes „Mikrofutter“ benutzt (BRAND, 1960).

Essigälchen (*Turbatrix aceti* (Müller 1783), (Peters 1927) traten in Taufliegengzuchten mit großer Regelmäßigkeit auf und werden in den Zuchtgläsern

noch heute gehalten. Das Zuchtmedium für die Taufliegen besteht dabei aus einer Mischung von gekochten, gequetschten Kartoffeln und Torfmoos, die mit 4%iger Essigsäure versetzt wird, so daß das Substrat gut durchgefuechtet ist. Gelegentliche Schimmelbildung kann durch neuerliches Befeuchten mit Essigsäure bald rückgängig gemacht werden. Wenn die Fliegenlarven und Bakterien das Nährmedium verändert haben, treten die Essigälchen während der Blüte der Kultur ähnlich wie *Panagrellus* in dichten, netzartigen Straßen an den Glaswänden auf, und zwar bestehen diese Straßen fast ausschließlich aus älteren Larven. Sehr vereinzelt befinden sich auch einmal adulte Tiere darunter, die jedoch leicht zu erkennen sind. Die Entnahme erfolgt in der gleichen Weise wie bei *Panagrellus*. Im allgemeinen genügt das Überfliegenlassen von Taufliegen aus infizierten Gläsern in neue Zuchtgläser, um dann auch in diesen Gefäßen wieder eine Älcheninfektion zu erhalten. Um sicher zu gehen, können neu beschickte Zuchtgläser auch mit einer Aufschwemmung von Essigälchen übersprüht werden. Über weitere Möglichkeiten der Zucht, über Vermehrungsrate, Gewinnung und Auszählung berichtet PETERS (1952). Er gibt als Kulturmedien Weinessig, 4%ige Zucker- oder 4%ige Äthylalkohollösungen an. Der Lebenszyklus ist durch PAI (1927 und ausführlicher 1928) untersucht worden. Die Lebensdauer erstreckt sich auf insgesamt etwa 6 Wochen. Nach erreichter Reife im Alter von ca. 20 Tagen bringen die Weibchen etwa 70 Junge hervor. Als Kulturmedium benutzte PAI 2,75% Weinessig mit einem pH von 2,8 und einer Haltungstemperatur von 21 °C. Für Massenkulturen wurden Erlenmeyer-Kolben herangezogen.

#### Durchführung des Kontakttests

Die Verwendung der beiden letztgenannten Älchenarten für Nematizidtests ist schon in der Literatur beschrieben. PETERS (1952) hat die Benutzung des Essigälchens besprochen, während TARJAN (1953 und 1955) einige Vorzüge von *Panagrellus* beleuchtet hat. Die von uns durchgeführten Versuche hatten zum Ziel, eine einfache Methode zu entwickeln und Vergleiche für die Empfindlichkeit und Brauchbarkeit der untersuchten Arten zu ermöglichen.

Dabei erwies sich der Kontakttest in folgender Form als geeignet: Eine größere Anzahl der zu prüfenden Älchen (meist mehrere Tausend) wurde unmittelbar vor Versuchsbeginn in Leitungswasser gebracht und eine Chrysoinlösung 1:10 000 im Verhältnis 4 Teile Larvenwasser: 1 Teil Chrysoinlösung zugesetzt. Vorher waren die zu prüfenden flüssigen und wasserlöslichen Nematizide in doppelter Konzentration, bezogen auf die gewünschten endgültigen Verdünnungsstufen, bereitgestellt worden. Die angesetzten Verdünnungen waren bei Versuchsbeginn nie älter als 3 Tage. Die eigentlichen Versuche liefen in Uhrsälchen ab, die in Petrischalen aufgestellt waren. Diese waren mit angefeuchtetem Fließpapier zu feuchten Kammern hergerichtet. Mit einer Pipette wurden nun aus der mit Farblösung versetzten Larvenaufschwemmung 0,5 cm<sup>3</sup> und ebenfalls von der jeweiligen Verdünnungsstufe des Nematizids eine gleiche Menge entnommen und in dem Uhrsälchen gemischt, so daß sich nun die Älchen in der gewünschten Endkonzentration des Mittels befanden. Als Kontrolltermine haben sich 1, 2, 3 und 5 Tage nach Versuchsansatz als zweckmäßig erwiesen. Die mit dem Versuchsansatz vorgenommene Anfärbung ermöglicht im allgemeinen

schon bei der ersten Kontrolle nach 1 Tag eine klare Unterscheidung lebender, geschädigter und toter Tiere für das Essigälchen und *Panagrellus*, während für Rüben- und Kartoffelälchen die Anfärbung in Abhängigkeit vom geprüften Mittel bisweilen nur zögernd einsetzt und nach 1 Tag noch unklar sein kann. Für die erstgenannten Älchen ist im Gegensatz zu *Heterodera*-Larven die Beweglichkeit ein weiteres wichtiges Hilfsmittel zur Feststellung einer eingetretenen Schädigung. Es lassen sich folgende Schädigungsstufen für die hier als Beispiel geprüften Mittel trennen:

- a) leichte Schädigungen = träge werdende Bewegungen, mit deutlicher Tendenz zum Ringeln der Tiere,
- b) deutliche Schädigungen = schwache, oft nur noch gelegentlich auftretende Bewegungen; oft mit zukunftsweisenden Bewegungen der Körperenden,
- c) schwere, irreversible Schäden = keine Bewegungen, die Tiere sind gestreckt.

Entsprechend diesen Schadstufen verhält sich die Tinktion der Tiere, die vom Vorhandensein rötlichbrauner Einschlusskörper über zunehmende Gelbfärbung des Körpers zum völligen Schwinden der rotbraunen Elemente und zur gleichmäßigen Gelbfärbung des gesamten Körpers führt und damit den eingetretenen Tod anzeigt. Schließlich läßt sich bei *Panagrellus* bei der mikroskopischen Kontrolle mit einem Blick feststellen, ob aus den vorhandenen Weibchen Junglarven in größerer Zahl freigeworden sind, was auf keine oder unbedeutende Schäden schließen läßt.

Die Kontrollen wurden auf gefelderten Objektträgern vorgenommen, auf die mit sauberen Pipetten eine Probe aus den Uhrsälchen gebracht worden war. Bei knapper Älchenzahl kann die ausgezählte Probe wieder in die Uhrschale zurückgegeben werden. Die Auszählung von 100 – 150 Tieren pro Probe reicht aus, um ein repräsentatives Bild zu gewinnen. Wir haben bei den Auszählungen lebende, geschädigte und tote Tiere getrennt. Es genügt aber bei einer Versuchsdauer von 5 Tagen auch die Zahl der lebenden und toten Tiere, da die zunächst nur geschädigten Tiere in dieser Zeit zu Tode gekommen sind. Für über Routine-Untersuchungen hinausgehende Versuche empfiehlt sich die Anfügung kurzer Bemerkungen über Zustand der Tiere, Grad ihrer Schädigung und Vorhandensein junger Larven.

#### Ergebnisse

In Abb. 1 A – C sind die Durchschnittswerte einer größeren Versuchszahl für das Rübenälchen (1 A), *Panagrellus* (1 B) und das Essigälchen (1 C) für verschiedene Konzentrationen dreier Mittel zusammengestellt worden. Die Wahl der Nematizide ist bedeutungslos; sie sind nur als Beispiele gedacht. Allerdings sind bewußt Mittel gewählt, die hinsichtlich ihres Wirkstoffes sehr ähnlich sind, um zu zeigen, daß auch feinere Unterschiede durchaus erfassbar sind. Die Ergebnisse für die Kartoffelälchen entsprechen denen für den Rübenematoden, so daß auf sie nicht besonders eingegangen werden soll. Folgende Hinweise und Erfahrungen lassen sich den dargestellten Versuchen entnehmen: Für das Rübenälchen als Vertreter der zystenbildenden Nematoden liegt die Zahl der Lebenden in Unbehandelt außerordentlich günstig. Die Versuchsdauer von 5 Tagen führt praktisch zu keiner Schädigung der Tiere, so daß die Abnahme der Lebenden in den behandelten Gruppen ausschließlich auf den Einfluß der Wirkstoffe zurückzuführen ist. Der Grad

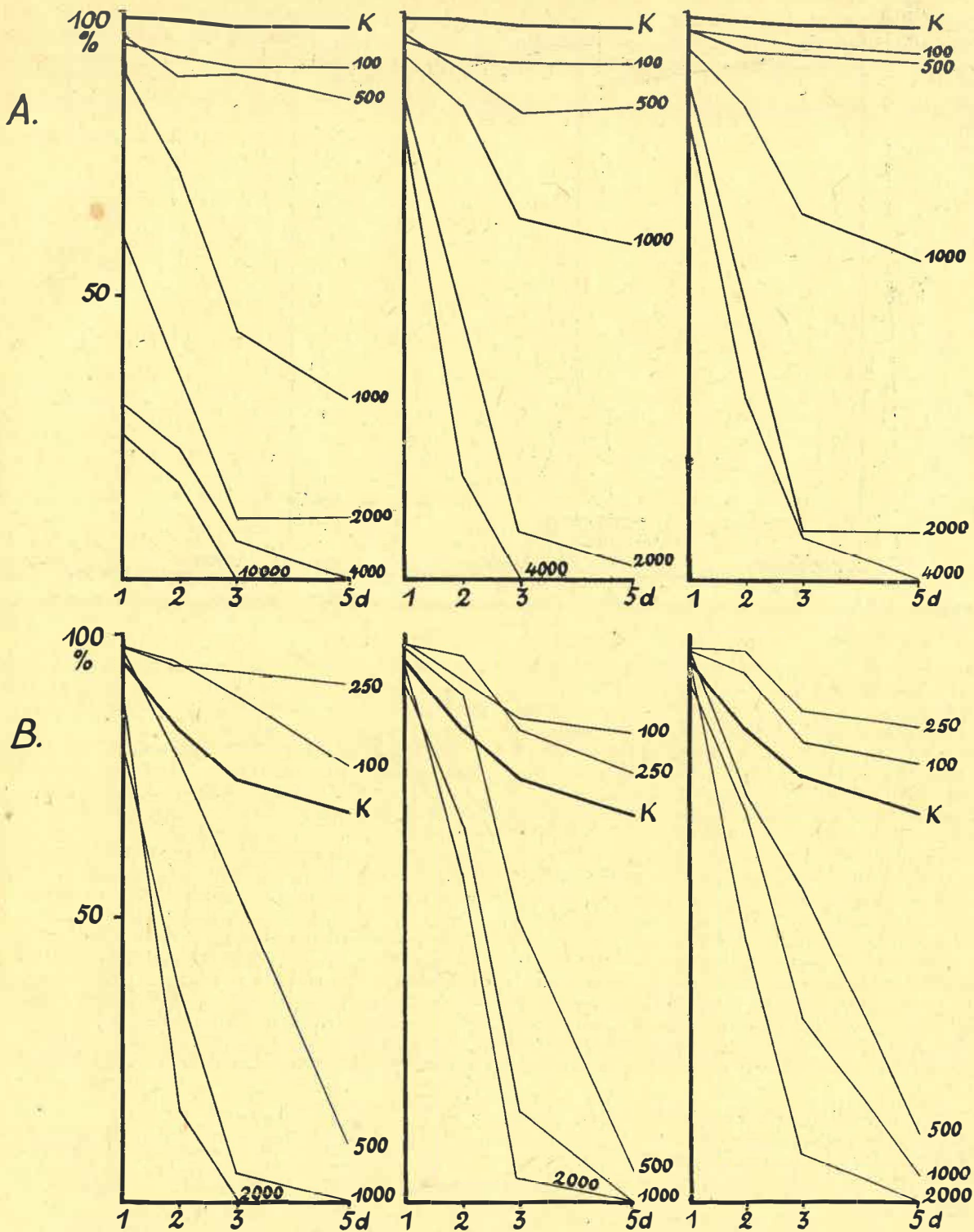


Abb. 1: Zahl der Toten (Ordinate) in Abhängigkeit vom Kontrolltermin (Abszisse) und von der Konzentration in ppm (Zahlen an den Kurven). K = Unbehandelte Kontrolle. A = Rübenälchen; B = *Panagrellus*; C = *Turbatrix*. Abbildungen von links nach rechts: Ne 45 alt, Ne 45 neu, Vapam (S. 4)

der Schädigung nimmt mit der Höhe ihrer Konzentration zu. Die abtötende Wirkung der drei geprüften Mittel unterscheidet sich nur geringfügig.

Für *Panagrellus* (Abb. 1 B) fällt auf, daß die unbehandelten Kontrollgruppen im Laufe der Versuchsdauer eine relativ starke Zunahme an Toten zeigen.

Nach 5 Tagen liegen ca. 30 % toter Tiere vor. Etwas weiteres erscheint widerspruchsvoll: Wirkstoffkonzentrationen bis 250 ppm einschließlich zeigen eine geringere Absterbequote als Unbehandelt. Beide Beobachtungen lassen sich wie folgt erklären: Für *Panagrellus* sind jeweils nur Adulte und die älteren Larvenstadien

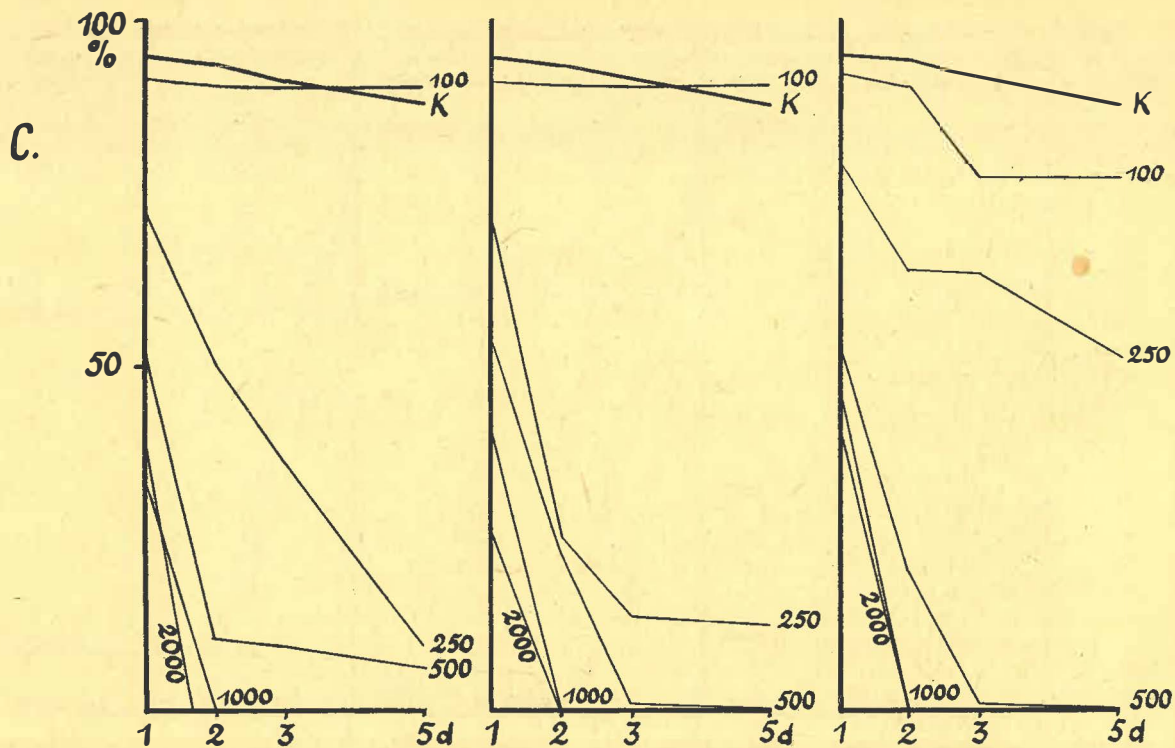


Abb. 1 C: Erklärung s. S. 3

gewertet worden, die Junglarven wegen ihrer großen und veränderlichen Zahl jedoch nicht. Die zu Versuchbeginn vorliegenden reifen Weibchen sterben sehr schnell nach Freisetzen ihrer Nachkommenschaft, meist schon vorher, so daß lebende Junge im toten mütterlichen Körper lebhaft herumkriechen und einen Ausgang suchen. Diese Erscheinung ist als *Endotokia matricida* bei verschiedenen Nematodenspecies bekannt (KÄMPFE, 1962). Über 90% aller Toten in Unbehandelt sind daher solche reifen Weibchen, die auf natürlichem Wege nach Vollendung ihres Lebenszyklus abgestorben sind. Verfolgt man die unbehandelten Tiere länger als 5 Tage, so kommt es wieder zu einem Anstieg der Zahl der lebenden Älchen, und zwar durch zwei Fakten hervorgerufen: 1. die zu Versuchbeginn abgestorbenen Weibchen haben sich inzwischen so stark zersetzt, daß sie nicht mehr zu erkennen sind. Damit nimmt die Zahl der Toten scheinbar ab. 2. Die Junglarven haben sich weiter entwickelt, so daß sich dadurch die Zahl der gewerteten Tiere wieder erhöht.

Die zweite oben erwähnte Erscheinung, die geringere Absterberate in schwach konzentrierten Nematizidlösungen, beruht auf der Tatsache, daß die geringe Giftwirkung schwacher Nematizidlösungen entwicklungshemmend wirkt und vor allem die Eireifung erheblich verzögert. Die enge Abhängigkeit zwischen Eireifung und Eintritt des Todes ist auch für andere negative Einflüsse, wie CO<sub>2</sub> und Kälte, nachgewiesen worden. Durch die verzögerte Eireifung verlängert sich also das Leben der erwachsenen Weibchen im Vergleich zu unbehandelten Tieren erheblich. Entsprechend ist selbstverständlich die Zahl freigewordener Junglarven wesentlich geringer als in Unbehandelt. Die Klarstellung dieser Beziehung ist für die Beurteilung der gefundenen Werte bei Nematizidprüfungen wichtig, weil erhöhte Überlebenszahlen bei Verwendung von *Panagrellus* damit – so paradox es zunächst

erscheint – Ausdruck einer beginnenden Störung des natürlichen Lebensablaufes darstellen können. Der biologischen Seite dieser Erscheinung wird eine besondere Studie gewidmet werden.

Für das Essigälchen (Abb. 1 C) erweist sich in den unbehandelten Kontrollen für Wasser als Wohnmedium eine gute Verträglichkeit. Durch das Vorherrschen von älteren Larven im Zuchtmaterial, das für die Versuche entnommen wird, sind die für *Panagrellus* beschriebenen Erscheinungen geringer ausgeprägt. Lediglich für 100 ppm ergab sich andeutungsweise eine höhere Zahl von Lebenden als in Unbehandelt.

Das bisweilen in den einzelnen Versuchen auftretende leichte Ansteigen der Prozentwerte für Lebende hat seine Ursache in der versuchsbedingten Tatsache, daß nicht immer dieselben Tiere bei den einzelnen Kontrollterminen ausgezählt werden konnten. Auch das Heranwachsen von jüngeren Larven kann den geringen Anstieg bewirken. Infolge ihres statischen Verhaltens stellen die Larven der zystenbildenden Nematoden in dieser Beziehung ein ausgeglicheneres Versuchsmaterial dar.

Wenden wir uns nun der Frage nach der zweckmäßigsten Versuchsdauer zu, so zeigt der Kurvenverlauf, daß nach einem Tag zwar im allgemeinen schon eine Abstufung der Zahl der Lebenden zu erkennen ist, daß diese aber nach 3 Tagen wesentlich klarer ausgeprägt ist. Die Hauptgründe, die Versuchsdauer nicht zu stark zu verkürzen, liegen in folgendem:

1. Für zystenbildende Nematoden ist die Anfärbung in den ersten Tagen meist noch nicht eindeutig. Das Kriterium der Beweglichkeit als Ausdruck fehlender Schädigung kann bei diesen Arten nicht herausgezogen werden (häufiges Auftreten von Starrezuständen trotz fehlender Nematizidschädigung!).

2. Für die beiden übrigen Arten ergeben die Prozentwerte der Lebenden in den ersten Tagen insofern kein völlig exaktes Bild, als in ihnen ein großer Teil

zwar noch lebender, aber deutlich geschädigter Tiere einbegriffen ist. Nach 3 oder 5 Tagen sind diese geschädigten Tiere zum Exitus gekommen. In gewissem Maße kann diese Schwierigkeit durch das Werten der Toten umgangen werden. Außerdem ist die Beweglichkeit bei diesen normalerweise außerordentlich aktiven Tieren ein wichtiges Hilfskriterium.

3. Besonders bei geringen Wirkstoffkonzentrationen treten eindeutige Schäden erst nach einiger Zeit auf. Um sie zu erfassen, sollten wenigstens 3, besser 5 Tage als Versuchsdauer benutzt werden.

4. Es sind nematizide Wirkstoffe denkbar, deren Wirkung sich im Organismus summieren muß, so daß etwa in den ersten 2 bis 3 Tagen kaum erhebliche Wirkungen feststellbar sind, diese aber dann schlagartig einsetzen können. Ein zu früher Versuchsabbruch würde hier ein völlig falsches Bild von der tatsächlichen Qualität des Mittels bringen.

Eine Verlängerung der Versuchsdauer über 5 Tage hinaus wäre am ehesten für zystenbildende Nematoden vertretbar, weil der natürliche Totenfall hier gering ist. Die Forderung nach einem Schnellverfahren verbietet aber eine zu lange Versuchszeit. Außerdem würden keine wesentlichen neuen Erkenntnisse zu erwarten sein.

Für die beiden anderen Arten bringt eine verlängerte Versuchsdauer Störungen durch die Populationsveränderungen infolge der schnelleren Entwicklung und Absterbefolge mit sich. Beweglichkeit und Anfärbefekt entsprechen sich so vollständig und sind so eindeutig, daß eine größere Versuchsdauer als 5 Tage auch hier keinen Gewinn brächte.

Es erhebt sich nun die Frage nach der Empfindlichkeit der einzelnen Arten. Zum Vergleich ist die LD<sub>50</sub> gewählt und die Befunde mit Hilfe der Probitmethode bearbeitet worden. Störungen im Kurvenverlauf treten besonders bei geringen Konzentrationen auf, wenn die Zahl der Überlebenden nicht in Abhängigkeit von der Konzentration steht, wie schon oben für *Panagrellus* näher erläutert wurde. Es ergibt sich aber eine klare Steigerung der Empfindlichkeit vom Rübenälchen über die Gattung *Panagrellus* bis zum Essigälchen; die sich für alle geprüften Mittel in einer Senkung der LD<sub>50</sub> zu erkennen gibt. Die folgende Tabelle 1 zeigt die mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsnetzes unter Berechnung der Schwerpunkte ermittelten Werte (vgl. BLUMER und KUNDERT, 1951):

Tabelle 1

Mittel	<i>Turbatrix</i>	<i>Panagrellus</i>	<i>Heterodera</i>	
Ne 45 alt, nach 3 Tagen	224	400	800	ppm
Ne 45 alt, nach 5 Tagen	180	262	785	ppm
Ne 45 neu, nach 3 Tagen	162	430	800	ppm
Ne 45 neu, nach 5 Tagen	160	230	750	ppm
Vapam, nach 3 Tagen	217	495	800	ppm
Vapam, nach 5 Tagen	192	286	800	ppm

Was die Wirksamkeit der 3 geprüften Mittel anbelangt, so ergibt sich eine weitreichende Übereinstimmung, die infolge der Ähnlichkeit des Wirkstoffes auch zu erwarten war. Vergleicht man die Nematodenarten untereinander, so kommt die verschiedenen große Empfindlichkeit deutlich zum Ausdruck. Legt man die Zahl der Überlebenden nach 3 Versuchstagen zugrunde, so ergibt sich ein durchschnittliches Verhältnis von 1 : 2,3 : 4,1 für die Höhe der LD<sub>50</sub>, wobei die empfindlichste Art, das Essigälchen = 1 gesetzt wor-

den ist. Der Rübenematode ist also etwa 4mal widerstandsfähiger als das Essigälchen. *Panagrellus* steht dazwischen.

Der Vergleich der LD<sub>50</sub> nach 5 Versuchstagen zeigt in den meisten Fällen eine Senkung der LD<sub>50</sub>, bezogen auf die Werte nach 3 Tagen. Dies ist verständlich, weil der Absterbevorgang weiter fortschreitet. Besonders auffallend ist diese Abnahme der LD<sub>50</sub> für *Panagrellus*, dessen Empfindlichkeit durch das rapide Absterben der anfänglich nur geschädigten Tiere gerade im Zeitraum zwischen 3 und 5 Tagen sich nun stark dem Essigälchen nähert. Die Verhältniszahlen für die Höhe der LD<sub>50</sub> lauten nach 5 Tagen: 0,9 : 1,5 : 4,4. Damit erweist sich auch in dieser Beziehung das Essigälchen als sehr geeignetes Testobjekt.

### Temperaturbeeinflussung

Es war auf Grund einiger Vorversuche zu erwarten, daß die Temperatur den Absterbeverlauf nicht unwesentlich beeinflussen würde. Für die zystenbildenden Nematoden ist dies an anderer Stelle schon dargestellt worden (KÄMPFE, 1962). Um zu prüfen, wie sich *Panagrellus* und das Essigälchen bei Nematizideinwirkung unter verschiedenen Temperaturen verhalten, wurde der Absterbeverlauf bei + 16°, + 22° und + 26 °C verfolgt. Als Beispiel ist die Reaktion gegenüber Vapam in Abb. 2 dargestellt worden, wobei die Älchen in 500 ppm gehalten wurden. Sowohl die unbehandelten als auch die dem Nematizid ausgesetzten *Panagrellus*-Gruppen lassen mit steigender Haltungstemperatur einen schnelleren Absterbeverlauf erkennen. Die Kontrollgruppen weisen wieder eine Besonderheit auf: Während bis zum 2. Tage die Zahl der Toten abnimmt, steigt sie bis zum 5. Tage wieder an, und zwar bei höherer Temperatur stärker als bei geringerer. Die Ursache liegt wieder im Gang der Populationsveränderungen bei dieser Art begründet. Vor allem die reifen Weibchen sterben bei höherer Temperatur sehr schnell ab und zersetzen sich auch bald, so daß sie nach 5 Versuchstagen kaum noch zu erkennen sind. Etwa ab 3. Tag sind die zu Versuchsbeginn vorhandenen Jungtiere so weit herangewachsen, daß sich durch sie die Zahl der Lebenden im Ganzen gesehen erhöht. Dieses Nachwachsen ist wieder bei höheren Temperaturen am ausgeprägtesten, was sich im Kurvenverlauf deutlich widerspiegelt.

Der mit Hilfe von Probitwerten ermittelte Zeitpunkt, an dem 50 % aller Tiere in den behandelten Gruppen abgetötet sind, beträgt bei + 16° 4,8 Tage, bei 22° 2,6 Tage und bei 26 °C schließlich 1,8 Tage. Die Verkürzung der Abtötungszeit bei einer Temperaturerhöhung von 10 °C entspricht den Forderungen der RGT-Regel in ihrer biologischen Modifikation.

Für das Essigälchen ist ebenfalls für unbehandelte und behandelte Gruppen eine deutliche Temperaturabhängigkeit im Absterbegang vorhanden. Es fehlt jedoch der Anstieg in den unbehandelten Kontrollen. Eine weitere Abweichung liegt darin, daß die Kurve für 21,5 °C in jedem Falle am günstigsten verläuft. Hingegen führen 26 °C zu einem ungewöhnlich schnellen Absterben aller Tiere unter dem Einfluß von Nematiziden (500 ppm). Die Unterschiede zu *Panagrellus* liegen einmal im verschiedenen Populationsaufbau und zum anderen in den artgebundenen verschiedenen Temperaturreaktionen beider Arten.

Im ganzen geht aus den Beispielen hervor, daß der Haltungstemperatur während der Versuche zur Er-

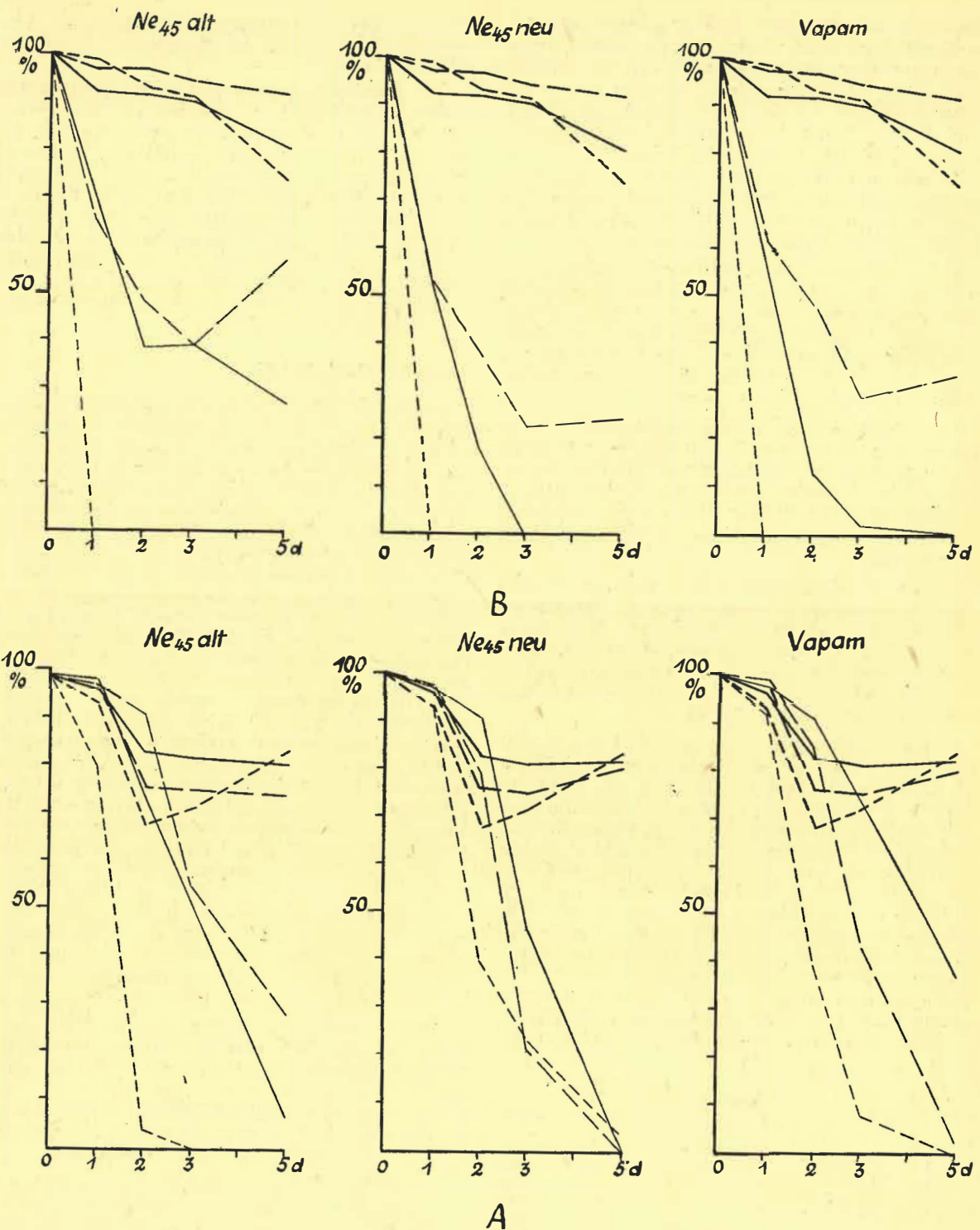


Abb. 2: Temperatureinfluß auf den Absterbeverlauf von *Panagrellus* (A) und *Turbatrix* (B) unter Nematocidwirkung.  
 ————— = + 16 °C; ———— = + 21,5 °C; - - - - = + 26 °C. Dicke Kurven = nicht nematocidbehandelte Kontrollen

zielung vergleichbarer Werte eine große Bedeutung beizumessen ist. Schon Schwankungen von einigen Graden (z. B. von + 22° zu + 26 °C) können völlig andere Absterbeverhältnisse mit sich bringen. Es empfiehlt sich für Tests eine Temperatur von + 20 bis 21 °C, die möglichst konstant zu halten ist.

#### Nachweis von Wirkungsschwankungen einzelner Nematocide

Um zu ermitteln, ob es möglich ist, auch feinere Wirkungsschwankungen einer Wirkstoffprobe zu erkennen, wie es etwa im Rahmen von Gütekontroll-Untersuchungen erforderlich ist, wurden verschieden

alte Gebrauchslösungen der drei Mittel jeweils mit frisch angesetzten Lösungen gleicher Konzentration (hier 1000 ppm) verglichen. Die Stammlösung war mit Leitungswasser verdünnt worden und die Gebrauchslösungen in verschlossenen Glasflaschen bei Zimmertemperatur 1, 2, 4, 6 und 9 Wochen aufbewahrt worden. In Abb. 3 ist das Ergebnis für *Panagrellus* dargestellt, wobei die Überlebenden-Werte als Durchschnittszahl für alle 4 Kontrolltermine (1, 2, 3, 5 Tage) benutzt worden sind. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß in den Durchschnittswert auch der mehr oder weniger schnelle Absterbeverlauf mit eingeht, was hier von besonderer Bedeutung ist. Selbstverständlich erscheint damit die Überlebendenzahl höher, als sie zu Versuchsende ist, weil ja in den ersten Tagen gewöhnlich relativ viele Tiere noch am Leben sind.

Die Abbildung läßt klar erkennen, daß 4 Wochen alte Lösungen im Vergleich zu frisch angesetzten Lösungen gleicher Konzentration bei allen drei Mitteln schon einen beachtlichen Leistungsabfall zeigen. Dieser Abfall steigert sich dann mit längerer Aufbewahrungsdauer noch etwas. In jeder Gruppe wird zwar nach 5 Tagen die vollständige Abtötung aller Tiere erreicht, was auf Grund der früher ermittelten  $LD_{50}$  und  $LD_{100}$  ja zu erwarten war. Aber der Absterbeverlauf ist bei älteren Lösungen ganz wesentlich verzögert, wodurch das Ansteigen der Durchschnittswerte bedingt ist. Eine andere Feststellung erscheint noch bemerkenswert: Auch die jeweils vor Versuchsbeginn frisch angesetzten Lösungen zeigen eine gewisse Verzögerung in der Absterbebeschwindigkeit, was auf eine mögliche Alterung auch der Stammlösungen schließen läßt. Wir vermuten, daß die relativ häufige Entnahme aus den nur wenige ccm enthaltenden Flaschen mit Stammlösung den geringen Leistungsabfall veranlaßt haben könnte.

Im ganzen verhalten sich die beiden vergleichsweise geprüften anderen Älchenarten – von ihren artspezifischen Eigenheiten abgesehen – sehr ähnlich, so daß sich feststellen läßt, daß das Essigälchen und *Panagrellus* durchaus geeignet erscheinen, auch feine Leistungsunterschiede einzelner Mittel nachzuweisen. Durch Hinzunahme weiterer Indizien, wie etwa die Zahl geschädigter Tiere oder die Beweglichkeit, läßt sich selbstverständlich das Bild weiter präzisieren.

### Prüfung der Gasphase von Nematiziden

Viele Nematizide sollen im Boden durch ihre Gasphase wirken, so daß es für Vorversuche wünschenswert ist, neben der Kontaktwirkung auch den Erfolg gasförmiger Stoffe prüfen zu können. Außerdem kann es sich als notwendig erweisen, daß wasserunlösliche Wirkstoffe zu prüfen sind. Um auch für diese Möglichkeit ein einfaches, schnelles Verfahren zu haben, ist die Anregung von SCHNEIDER (1961) aufgegriffen worden, der zum Nachweis von Trapexspuren in Erde einen Kresse-Test vorgeschlagen hat.

In Abwandlung dieses Vorgehens wurde von uns der auf Abb. 4 dargestellte Weg beschritten. In Glasgefäßen (etwa Bechergläser oder ähnliches) wird eine bestimmte Wirkstoffmenge, etwa 50 mg, eingebracht und auf Fließpapier aufgetropft. Am Deckel des Gefäßes ist ein Metallgestell angebracht, das unten als Ring ausgeführt ist. Radiäre Perlonfäden schaffen eine Auflage für eine im Durchmesser passende Fließpapierscheibe, die angefeuchtet wird und für die Aufnahme der Älchen bestimmt ist. Da die Fließpapierscheibe frei im Glasgefäß hängt, können die Älchen nicht ent-

weichen und stehen nicht in unmittelbarem Kontakt mit dem zu prüfenden Mittel, sondern können nur von den gasförmigen Bestandteilen erfaßt werden. Der Abstand zum aufgetropften Mittel und die Zeit der Einwirkung kann je nach Eigenart des Wirkstoffes variiert werden. Wir haben den Abstand im allgemeinen mit 2 cm gewählt und als Einwirkungsdauer 2, 6 oder 24 Stunden benutzt. Als Versuchstiere eignen sich wieder sehr gut Essigälchen und *Panagrellus*. Bei Benutzung geschlüpfter Larven II von zystenbildenden Arten bestätigt sich erneut ihre größere Unempfindlichkeit und ein zögernder Eintritt klarer Anfärbung.

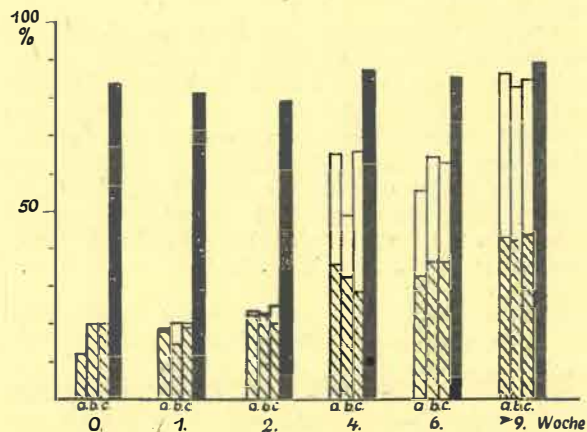


Abb. 3: Wirkung verschieden alter Nematizidlösungen auf *Panagrellus* als Durchschnitt aller 4 Kontrolltermine. a = Ne 45 alt; b = Ne 45 neu; c = Vapam. Schwarze Säulen = Unbehandelt; schraffierte = frisch angesetzte Lösungen; weiße = 1-9 Wochen alte Lösungen

Nach Ende der vorgesehenen Einwirkungsdauer werden die nematodenhaltigen Filterblättchen entnommen und in wassergefüllte Uhrschilden gebracht, dort wenige Minuten belassen, einige Male hin- und hergeschwenkt und leicht ausgedrückt. Damit ist im allgemeinen genügend Nematodenmaterial zurückgewonnen, um daran die Vitalität durch Anfärben mit Chrysoidin bestimmen oder die Ermittlung der Beweglichkeit vornehmen zu können. Bei knappem Versuchsmaterial empfiehlt sich die Anreicherung der zurückgewonnenen Älchen durch leichtes Zentrifugieren.

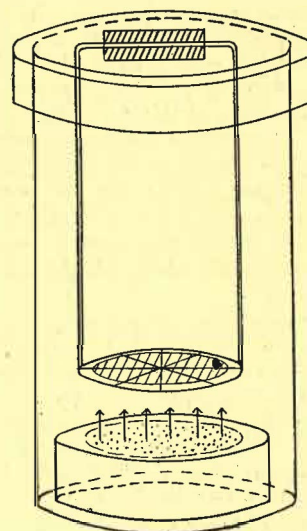


Abb. 4: Anordnung zur Prüfung der Gasphase von Nematiziden. Punktiert = aufgebrachttes Mittel; weit schraffiert = Fließpapier mit Älchen

Längere Versuchsdauer macht es erforderlich, die älchenhaltigen Filterscheiben gleichmäßig anzufeuchten oder durch einen feuchten Fließpapiermantel im Innern des Glases ein Austrocknen zu verhindern.

Mit der gleichen Methode lassen sich auch intakte Zysten der *Heterodera*-Arten prüfen, die je nach Versuchsziel trocken oder auf angefeuchtetem Filterpapier den Wirkstoffen ausgesetzt werden müssen. Hier sollten längere Einwirkungszeiten (etwa 6 und 24 Stunden) angewendet werden. Anschließend erfolgen Aufreißen, Anfärbung und Auszählen lebender und toter Eier und Larven. Die Auszählung wird nach 24 und 48 Stunden vorgenommen und der Durchschnitt gewertet.

Für die Behandlung von Rübennematodenzysten durch Vapam ergab sich, daß ein 6stündiger Aufenthalt in der Kammer noch nicht zur völligen Abtötung des Inhaltes führte, daß aber nach 24 Stunden mit 100%iger Abtötung gerechnet werden kann. Auch bei Benutzung von geschlüpften Larven des Rübensäulchens ist ein hoher Abtötungserfolg nach 24 Stunden zu erzielen. Für *Panagrellus* oder Essigälchen genügen jedoch schon 4 bis 6 Stunden Aufenthalt in den Kammern, was ihre große Empfindlichkeit erneut unterstreicht.

Selbstverständlich ist auch bei diesen Versuchen dafür Sorge zu tragen, daß die Temperatur in allen Versuchsgruppen die gleiche ist und daß die relative Luftfeuchtigkeit in den Kammern einheitlich gehalten wird. Beide Faktoren bestimmen ja maßgeblich den Grad der Verdampfung der zu prüfenden Mittel.

Anstelle des Auftropfens von Wirkstoff auf Fließpapier am Boden der Kammern kann auch eine Schicht behandelter Erde eingebracht werden, aus der das Mittel gasförmig entweicht. Die Eindringtiefe und -geschwindigkeit läßt sich prüfen, indem die Versuchstiere auf Fließpapier auf den Boden eines größeren Gefäßes, etwa eines 1- oder 2-l-Einwegglases gebracht werden. Die Erdfüllung wird durch eine auf 1 cm hohen Füßchen ruhende Gazefolie, die genau in das Glas paßt, von den Versuchstieren getrennt.

## Diskussion

Wägt man abschließend die Vorteile der einzelnen Nematodenarten, die hier geprüft wurden, in bezug auf ihre Eignung als Testtiere für Nematizide gegeneinander ab, so kann folgendes festgestellt werden. In der Empfindlichkeit steht das Essigälchen an erster Stelle, es folgt *Panagrellus* und schließlich die Larven II der zystenbildenden Älchen. Diese haben bei mehrtägigen Versuchen den Vorzug, daß sich kaum Verluste durch die Haltung in Wasser ergeben und Veränderungen ihrer Zahl und der Entwicklungsstadien nicht eintreten, was einen Vergleich mit den behandelten Gruppen eindeutig möglich macht. Nachteile liegen jedoch in der zögernden Anfärbung, die unter Umständen längere Zeit bis zum Erreichen klarer Farbumterschiede benötigt. Das Fehlen einer durchgängigen Beweglichkeit erschwert die zusätzliche Beurteilung des Schädigungsgrades.

*Panagrellus* besitzt den Vorzug leichter Züchtbarkeit und relativ hoher Empfindlichkeit, jedoch verbunden mit der Tatsache, daß immer verschiedene Entwicklungsstadien vorliegen und damit in den unbehandelten Kontrollen durch Absterben älterer Adulter und Nachwachsen jüngerer Stadien Populationschwankungen und Verlagerungen in den Altersstadien auftreten können (Abb. 2). Nur die Berücksichtigung dieser Eigenarten macht eine einwandfreie Beurteilung

der Wirkung sehr schwacher Wirkstoffkonzentrationen möglich. Die von TARJAN (1955) ausschließlich benutzte Aktivität bzw. Unbeweglichkeit der Tiere sollte deshalb immer durch den färberischen Vitalitätsnachweis ergänzt werden und dieser möglichst an erster Stelle stehen.

Dies erscheint um so notwendiger, als SANTMYER (1956) auf dem Wege über Stoffwechselversuche am gleichen Nematoden wahrscheinlich machen konnte, daß die Bewegungsaktivität nicht unmittelbar auf Nematizide ansprechen muß, was vor allem für schwächere Konzentrationen zutrifft. Erst wenn die Stoffwechselintensität unter der Wirkung eines Chemikals so weit absinkt, daß sie der Höhe entspricht, die für die Bewegungen erforderlich ist, kann eine Auswirkung auf die Bewegungsaktivität erwartet werden. Die Gattung *Panagrellus* spricht nach unseren Erfahrungen jedoch gut und schnell auf den Farbstoff Chrysoidin an.

Das Essigälchen verhält sich bezüglich der letzten Bemerkungen ähnlich, ist jedoch noch empfindlicher und liegt bei unseren Zuchtversuchen nahezu rein als präadultes Larvenstadium vor. Damit würde das Essigälchen im ganzen gesehen die günstigsten Voraussetzungen für Labortests aufweisen, vorausgesetzt, daß die Zucht und Haltung nicht als zusätzliche Belastung empfunden wird.

Die Beachtung des Temperaturfaktors ist in jedem Falle von Bedeutung. Dies unterstreichen auch die Bemerkungen von SANTMYER (1956), wonach mit höherer Temperatur der O<sub>2</sub>-Verbrauch von *Panagrellus* ansteigt, gleichzeitig aber die Resistenz gegenüber Chemikalien absinkt. Der gleiche Verfasser konnte auch nachweisen, daß Hungertiere etwas toleranter gegen Gifte sind. In den oben beschriebenen Versuchen handelte es sich ebenfalls um Hungertiere, die im Wasser oder wäßrigen Lösungen der Nematizide gehalten wurden.

## Zusammenfassung

Zur Durchführung von Schnellverfahren in der Nematizidprüfung haben sich die Spezies *Panagrellus redivivus* Goodey und *Turbatrix aceti* Peters als günstig erwiesen. Zucht- und Haltungsbedingungen werden beschrieben. An Hand von Beispielen wird die Durchführung der Kontakttests dargelegt und die Vor- und Nachteile der beiden Arten im Vergleich zu Larven der zystenbildenden Nematoden erörtert. Als Kriterien dienen die Zahl der Überlebenden und die Beweglichkeit. Die für jede Art ermittelte LD<sub>50</sub> einzelner Nematizide zeigt, daß *Turbatrix* am empfindlichsten und *Heterodera*-Larven am widerstandsfähigsten sind.

Die geprüften Nematodenarten eignen sich auch sehr gut zum Nachweis geringer Wirkungsschwankungen von Nematiziden und damit zur Gütekontrolle hergestellter Mittel.

Auch die Prüfung der Gasphase läßt sich sowohl mit intakten Zysten und freien *Heterodera*-Larven als auch besonders mit *Turbatrix* und *Panagrellus* leicht durchführen.

Auf die Bedeutung des Temperaturfaktors ist besonders hinzuweisen. In der abschließenden Diskussion werden die Möglichkeiten, die die einzelnen Arten zu bieten haben, gegeneinander abgewogen und den beiden freilebenden Spezies große Vorteile für Schnellverfahren zuerkannt. Sie liegen vor allem in der leichten Züchtbarkeit, großen Aktivität, hohen Giftempfindlichkeit und guten Färbbarkeit.



## Резюме

Скоростные методы испытания нематодов требуют опытных животных, которые легко поддаются разведению и которые реагируют по возможности чувствительно. Виды *Panagrellus redivivus* Goodey и *Turbatrix aceti* Peters отличаются этими преимуществами. Для них описывается контактный тест и простой метод испытания газовой фазы. Результаты показывают большую чувствительность, чем чувствительность личинок *Heterodera*. Таким образом оба вида очень хорошо пригодны для проверки качества нематодных веществ.

Из результатов опытов делаются выводы по наилучшим условиям опытов, причем температура играет особенно важную роль. При более продолжительных опытах у *Panagrellus* надо принимать во внимание изменения в отдельных стадиях развития, которые наступают вследствие отмирания взрослых и подрастания молодых особей.

В общем *Panagrellus* и *Turbatrix* хорошо пригодны в качестве подопытных объектов для исследования нематодов.

## Summary

Rapid tests for the examination of nematocides require experimental animals which are easily reared and react as subtly as possible. The species *Panagrellus redivivus* Goodey and *Turbatrix aceti* Peters have these properties. Concerning them a contact test and a simple proceeding for the examination of the gas phase is described. The results show a higher susceptibility that for free-living *Heterodera* larvae. Thus these two species are very well apt for the quality control of nematocidal materials.

The most favourable test conditions are concluded from the experimental results, whereby in general temperature is of great importance. As to *Panagrellus* dislocations in the different stages of development

must be observed in longer experiments, dislocations brought about by the dying of the adults and the growing up of young animals.

As a whole *Panagrellus* and *Turbatrix* offer good suppositions as test objects in the investigations of nematocides.

## Literaturverzeichnis

- BRAND, A.: Das „Mikro“-Älchen Mikrokosmos 1960, 49, 310 - 311  
BLUMER, S. u. J. KUNDERT: Methoden zur biologischen Laborprüfung von Kupferpräparaten. Phytopathol. Z. 1951, 17, 161 - 199  
COOMAN, E. P.: Le metabolisme respiratoire d'*Anguillula silusiae* de Man. Ann. soc. roy. zool. Belgique 1950, 81, 5 - 13  
GOODEY, T.: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Technical Bull. Min. of Agriculture and Fisheries, London, 1951, No. 2, 1 - 25  
HENNEBERG, W.: Zur Biologie des Essigaales (*Anguillula aceti*). Zbl. Bakter. Parasitenkd. (Jena) Abt. 2, 1900, 6, 180 - 184  
KÄMPFE, L.: Ein einfaches Labor-Prüfverfahren für Nematozide. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) N. F. 1954, 8, 9 - 13  
-, -: Vergleichende Untersuchungen zur Autökologie von *Heterodera rostochiensis* Wollenweber und *Heterodera schachtii* Schmidt sowie anderer Nematoden abweichender Lebensstätten. Parasitolog. Schrreihe 1962, H. 14, 205 pp.  
-, -: Beziehungen zwischen Endotokia matricida und Zystenbildung bei Nematoden. Zool. Anz. Suppl. 1962, 25, 478 - 486  
MAN, de J. G.: Beiträge zur Kenntnis der in dem weißen Schleimfluß der Eichen lebenden Anguilluliden. Zool. Jb. Syst. 1910, 24, 359 - 394  
PAI, S.: Lebenscyclus der *Anguillula aceti*. Zool. Anz. 1927, 74, 257-270  
-, -: Die Phasen des Lebenscyclus der *Anguillula aceti* Ehrenb. und ihre experimentell-morphologische Beeinflussung. Z. wiss. Zool. 1928, 131, 293-344  
PETERS, B. G.: On the bionomics of the vinegar eelworm. J. Helminthol. 1928, 6, 1 - 38  
-, -: Toxicity tests with vinegar eelworm. I. Counting and culturing. J. Helminthol. 1952, 26, 97 - 110  
SANTMYER, Ph. H.: A comparison of the thermal death time of two dissimilar species of nematodes: *Panagrellus redivivus* (Linn. 1767) Goodey 1945, and *Meloidogyne incognita* var. *acrita*, Chitwood, 1949. Proc. Helm. Soc. Washington 1955, 22, 22 - 25  
-, -: Studies on the metabolism of *Panagrellus redivivus* (Nematoda. Cephalobidae). Proc. Helm. Soc. Washington 1956, 23, 30 - 36  
SCHNEIDER, W.: Methoden zum Nachweis von Trapez in Erden. Gesunde Pflanzen 1961, 13, 14 - 17  
TARJAN, A. C.: Nematocidal potentialities of some agricultural pesticides based on contact, ovicidal and therapeutic tests. Phytopathol. 1953, 43, 485  
-, -: Evaluation of various nematodes for use in contact nematocide tests. Proc. Helm. Soc., Washington 1955, 22, 33-37  
-, -: Induction of traps of nematophagous fungi using *Panagrellus redivivus*. Nature 1960, 185, 779 - 780

## Über den Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauer der Imagines, auf Beginn, Verlauf und Dauer der Eiablage, sowie auf die Eizahlen (Eiproduktion) bei der Kohleule (*Mamestra (Barathra) brassicae* L.) und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Schädlings

Von J. NOLL

Biologische Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

In den Jahren 1954 und 1955 wurde zuletzt eine allgemeine Massenvermehrung von *Mamestra brassicae* L. beobachtet. In unseren Beobachtungsgebieten Kleinmachnow (Versuchsfeld des Institutes), Berlin-Buchholz (Rieselfelder) und im Oderbruch (Manschnow, Kreis Seelow) trat die Kohleule in diesen Jahren als Großschädling auf. Dabei war auffällig, daß die Raupen der ersten Generation im Berliner Raum viel stärker auftraten als diejenigen der nachfolgenden zweiten Jahresgeneration. Im Oderbruch wurde in beiden Jahren die zweite Generation als die stärker schädigende festgestellt. Die durch den Schädling ver-

ursachten Ernteverluste waren besonders im Berliner Anbaugesbiet sehr hoch, z. T. gab es Totalverluste; sie betrafen zudem den für die Versorgung wichtigen Frühkohl. Die Raupen der zweiten Jahresgeneration schädigen den Spätkohl, die von den Raupen befallenen Köpfe können nicht eingelagert werden. Diese Verluste waren der Anlaß für die Durchführung unserer Untersuchungen, deren Ziel eine Analyse der für die Massenvermehrung und den Massenwechsel maßgeblichen Faktoren war. Sie wird uns die Möglichkeit geben, entsprechende Prognosen auszuarbeiten, die Voraussetzung für eine gezielte Bekämpfung sind.

## I. Material und Methoden

Das Material für die Untersuchungen, die 1955 begonnen wurden, erhielten wir aus Puppen, die im Oderbruch (Rathstock, Krs. Seelow), im Norden von Berlin (Rieselfelder bei Berlin-Buch) und in Kleinmachnow (Versuchsfeld der Biologischen Zentralanstalt Berlin) gesammelt wurden. Mit den Faltern dieser Herkünfte wurde 1955 auch ein Freilandinsektarium besiedelt. Später wurde mit Material aus eigenen Zuchten sowie aus neuen Fängen – Eier, Raupen und Puppen – weitergearbeitet. Im Insektarium blieb die Population sich selbst überlassen. In die Zuchtversuche waren insgesamt – außer Insektarium – 410 ♀♀ und 426 ♂♂ einbezogen.

Entsprechend der gestellten Aufgabe wurden die Zuchten unter verschiedenartigen Außenbedingungen gehalten. So wählten wir als Versuchsorte: 1. das Gewächshaus – dieses erlaubte einen zeitigen Beginn im Frühjahr, es bot den Tieren Schutz bei schroffen Witterungsänderungen – 2. ein Freilandgestell – die Zuchtbehälter standen auf einem überdachten Regal, das gegen unmittelbare Sonneneinstrahlung geschützt war. – 3. ein Freilandinsektarium, das über dem gewachsenen Boden aufgebaut war und eine Grundfläche von 12 m<sup>2</sup>, später ab 1957 von 24 m<sup>2</sup> hatte. Hier waren die Tiere den Witterungsunbilden am stärksten ausgesetzt, daher entsprach dieser Standort am ehesten den natürlichen Bedingungen. Über die Entwicklung der Population im Insektarium wird in einer besonderen Arbeit berichtet werden.

Die Beobachtungen begannen mit dem Ansetzen der Zuchten nach dem Schlüpfen des Imagines. Die Flugzeit (Lebensdauer), Beginn, Verlauf und Dauer der Eiablage sowie die Eizahlen wurden festgestellt. Die frisch geschlüpften Tiere wurden paarweise (Einzelzuchten) oder zu mehreren Paaren (Massenzuchten) in Käfige mit den Maßen: Grundfläche: 30 × 30 cm, Höhe: 60 cm gesetzt, die für die Eiablage durch Anbringen von Filtrierpapierstreifen vorbereitet waren. In jedem Käfig war außerdem eine getopfte Kohlpflanze aufgestellt. Die Falter hatten ihre Aktivitätsperiode jeweils während der Dämmerung abends und morgens, sie dauerte etwa 30 bis 40 Minuten. Nahrung wurde nicht geboten, nur etwas Trinkwasser. Nach der Kopula begannen die Tiere mit der Eiablage. Eier wurden aber auch ohne Kopula abgelegt. In der Regel fanden sich die Eier an den Papierstreifen, mit denen die Holzteile der Käfige verkleidet waren, oft auch am Glas bzw. an der Drahtgaze. Die Eigelege wurden mit wenigen Ausnahmen täglich festgestellt und ausgezählt. Das gilt auch für das Insektarium. Die Analyse der Eiablage begann also mit der Aufzeichnung der an den einzelnen Tagen von jedem Weibchen (Einzelzuchten) bzw. von den Weibchen in den Massenzuchten abgelegten Eier. Die Einzelzuchten wie auch die Massenzuchten, die gleichzeitig an einem Versuchsort liefen, wurden zu Versuchsserien zusammengefaßt und aus diesen Listen wurden die Lebensdauer der Falter (dies nur für die Einzelzuchten) wie auch die Werte für Beginn und Dauer der Eiablage bestimmt, sowie die absoluten und durchschnittlichen Eizahlen errechnet. Die Temperaturangaben wurden aus Thermographenstreifen entnommen. Die Ablesungen wurden alle 2 Stunden vorgenommen und daraus für 24 Stunden ein Mittelwert errechnet. Aufzeichnungen über relative Luftfeuchtigkeit erhielten wir von Hygrographen. Die Extremwerte wurden jeweils unmittelbar vom Streifen abgelesen. Sowohl Thermographen wie Hygrogra-

phen standen in nächster Nähe der Zuchtbehälter, Geräte und Zuchtbehälter wurden gegen unmittelbare Sonneneinstrahlung geschützt. Im Insektarium war in Pflanzenhöhe, mit der Bodenfläche etwa 16 cm über der Erdoberfläche, eine kleine Wetterhütte mit Thermographen und Hygrographen aufgestellt.

## II. Ergebnisse der Versuche im Insektenzuchtkasten im Gewächshaus und im Freiland

### A. Lebensdauer der Imagines

Daten über die Lebensdauer der Falter sind nur aus Einzelzuchten zu gewinnen. Aus den Gewächshausversuchen standen 39 ♀♀ und 39 ♂♂, aus den Freilandversuchen 67 ♀♀ und 83 ♂♂ zur Verfügung, insgesamt 106 ♀♀ und 122 ♂♂. Alle zur gleichen Zeit laufenden Versuche wurden zusammengefaßt als Versuchsserien. In der Tabelle 1 ist eine Übersicht über die bei den einzelnen Versuchsserien festgestellten Tage der Lebensdauer gegeben. Die Daten sind nach Versuchsort und Generation geordnet. Wir sprechen von den Faltern der überwinterten Generation (Flugzeit Mai/Juni), die der zweiten Jahresgeneration der Raupen des Vorjahres entspricht, und von Faltern der ersten Jahresgeneration (Flugzeit Juli/August). Die für die Lebensdauer gefundenen Daten (Zahl der Tage: mittlere, Minimum, Maximum) wurden in der folgenden Tabelle 2 nach den Temperaturwerten geordnet.

Wir stellen eine unmittelbare Temperaturabhängigkeit fest, d. h. die Lebensdauer nimmt ab mit ansteigender Temperatur. Ein Versuch, diese Abhängigkeit mit Hilfe der Blunck'schen Wärmesummenregel  $t \times (T - T_0) = C$  zu erfassen, führte zu einem positiven Ergebnis. Aus den zur Verfügung stehenden Wert-

Tabelle 1

Lebensdauer der Imagines in den Gewächshaus- und Freilandversuchen bei der überwinterten und der ersten Jahresgeneration E (Einzelpaarzucht)

Zeit	Anzahl d		Lebensdauer (Tage)			Temperatur	
	♀♀	♂♂	der Weibchen der Männchen			in °C	
	++	♂♂	mittl.	Min.	Max.	mittl.	Max.
a) Gewächshaus – überwinterte Generation							
2. 5.–15. 5.	4	4	—	—	—	7,5	6 10 17,7 31,8
(E)							
3. 5.–14. 5.	15	15	7,0	5	10	6,2	5 9 20,1 33,0
(E)							
4. 4.–17. 4.	5	5	5,9	4	9	5,2	3 7 23,1 32,0
(E)							
b) Gewächshaus – erste Jahresgeneration							
5. 8.–16. 8.	11	11	8,5	6	11	8,2	4 14 17,9 31,8
(E)							
9. 7.–20. 7.	4	4	8	7	10	5,7	5 7 22,9 38,0
(E)							
c) Freiland – überwinterte Generation							
18. 5.–30. 5.	3	3	9,7	7	15	9,3	6 14 16,2 25,0
(E)							
3. 6.–19. 6.	9	10	11,9	7	15	10,7	6 15 16,5 30,0
(E)							
2. 6.–29. 6.	6	11	8,2	7	11	8,2	6 10 17,7 32,5
(E)							
12. 6.–25. 6.	3	3	8,3	6	12	6,0	3 8 19,6 32,8
(E)							
d) Freiland – erste Jahresgeneration							
20. 8.– 6. 9.	8	8	12,8	6	15	11,3	5 15 13,4 21,2
(E)							
22. 8.– 3. 9.	6	6	8,3	6	10	6,8	4 14 15,6 27,5
(E)							
17. 7.–31. 7.	9	10	10,4	8	14	9,6	8 12 19,4 31,0
(E)							
24. 7.–13. 8.	23	32	8,1	4	13	6,7	2 16 19,5 28,9
(E)							

**Tabelle 2**

Die in den Versuchen festgestellten Werte für die Lebensdauer nach den Temperaturstufen (Mittelwerte) geordnet.

F = im Freiland, G = im Gewächshaus

Lfd. Nr.	Temperatur		Lebensdauer (Tage)						Zahl der Tiere	
	Mittel	Max.	der Weibchen			der Männchen			♀	♂
			mittl.	Min.	Max.	mittl.	Min.	Max.	+	
1	13,4	21,2	12,8	6	15	11,3	5	15	8/8	F
2	15,6	27,5	8,3	6	10	6,8	4	14	6/6	F
3	16,2	25,0	9,7	7	15	9,3	6	14	3/3	F
4	16,5	30,0	11,9	7	15	10,7	6	15	9/10	F
5	17,7	31,8	—	—	—	7,5	6	10	4/4	G
6	17,7	32,5	8,2	7	11	8,2	6	10	6/11	F
7	17,9	31,8	8,5	6	11	8,2	4	14	11/11	G
8	19,4	31,0	10,4	8	14	9,6	8	12	9/10	F
9	19,5	28,9	8,1	4	13	6,7	2	16	23/32	F
10	19,6	32,8	8,3	6	12	6,0	3	8	3/3	F
11	20,1	33,0	7,0	5	10	6,2	5	9	15/15	G
12	22,9	38,0	8,0	7	10	5,7	5	7	4/4	G
13	23,1	32,0	5,9	4	9	5,2	3	7	5/5	G

**Tabelle 3**

Abhängigkeit der Lebensdauer (Weibchen) von der Temperatur. Wertpaare für die Berechnung des Schwellenwertes ( $T_0$ ) und der Konstante ( $C = \text{Wert}$ )

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage	Anzahl der Tiere	lfd. Nr. aus Tab. 2
$T_1$ 13,4	$t_1$ 12,8	8	1
$T_2$ 16,2	$t_2$ 9,7	3	3
$T_3$ 17,8	$t_3$ 8,4	17	6 u. 7 (Mittel)
$T_4$ 20,1	$t_4$ 7,0	15	11
$T_5$ 23,1	$t_5$ 5,9	5	13

**Tabelle 4**

Berechnung der Lebensdauer der Weibchen auf der Grundlage der errechneten Werte für  $T_0 = 5,5$  und  $C = 103$

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage errechnet	Anzahl der Tage im Versuch	Differenzbetrag abs.	%
$T_1$ 13,4	$t_1$ 13,04	12,8	+ 0,24	1,9
$T_2$ 16,2	$t_2$ 9,62	9,7	- 0,08	0,8
$T_3$ 17,8	$t_3$ 8,37	8,4	- 0,03	0,4
$T_4$ 20,1	$t_4$ 7,05	7,0	- 0,05	0,7
$T_5$ 23,1	$t_5$ 5,85	5,9	- 0,05	0,8

**Tabelle 5**

Lebensdauer der Weibchen in Tagen ( $t$ ). Gegenüberstellung der im Versuch gefundenen Werte für ( $t$ ) mit den errechneten Werten.

lfd. Nr. (wie Tab. 2)	mittlere Temperatur ( $T$ )	Anzahl der Tage errechnet	Anzahl der Tage im Versuch	Differenzbetrag abs.	%
1.	13,4	13,04	12,8	- 0,24	1,9
2.	15,6	10,2	8,3	+ 1,9	22,9
3.	16,2	9,62	9,7	- 0,08	0,8
4.	16,5	9,38	11,9	+ 2,62	22,0
6.	17,7	8,45	8,2	+ 0,25	3,0
7.	17,9	8,3	8,5	- 0,2	2,3
8.	19,4	7,42	10,4	- 2,98	28,7
9.	19,5	7,35	8,1	- 0,75	9,3
10.	19,6	7,3	8,3	- 1,0	12,0
11.	20,1	7,05	7,0	+ 0,05	0,7
12.	22,9	5,92	8,0	- 2,08	26,0
13.	23,1	5,85	5,9	- 0,05	0,8

paaren suchen wir die für eine Berechnung geeigneten heraus. Sie sind für die Weibchen in der Tabelle 3 angeführt.

Auf der Grundlage dieser Wertpaare wurde der Schwellenwert mit  $5,5^\circ$  berechnet und als Konstante ( $C = \text{Wert}$ ) 103 bestimmt. Die Werte ändern sich nicht, wenn die Anzahl der Tiere berücksichtigt wird. Setzen wir jetzt die Werte ein und errechnen für jede Temperaturstufe unserer 5 Wertpaare die Zahl der Tage

und den entsprechenden Differenzbetrag zum Versuchswert, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung. In der Tabelle 4 ist eine Übersicht über diese Berechnung gegeben.

Bei einer Berechnung der mittleren Temperatur ergibt sich dasselbe Bild, die Differenzbeträge liegen bei 1 %.

In der Tabelle 5 ist eine Zusammenstellung aller Versuchsdaten mit den dazugehörigen errechneten Werten gegeben, weiter eine Kennzeichnung der errechneten Werte durch die Berechnung der Differenzbeträge. Über die stark abweichenden Werte wird noch zu sprechen sein.

Lebensdauer in Tagen

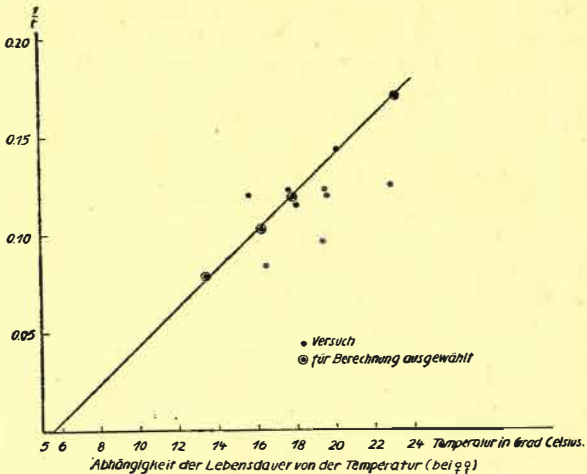
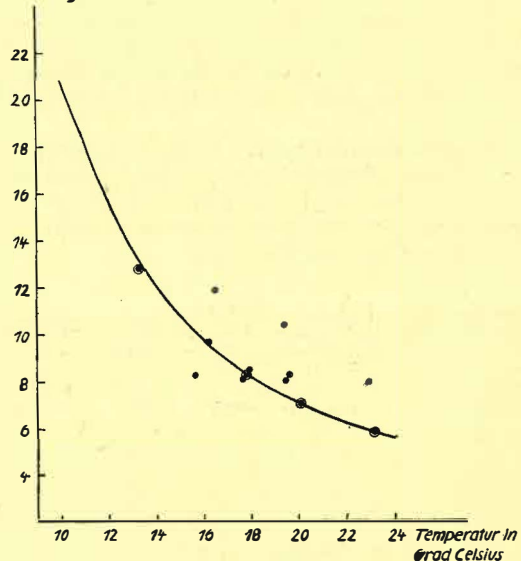


Abb. 1: Abhängigkeit der Lebensdauer von der Temperatur bei den von *Mamestra brassicae* L., oben: als Hyperbel, unten: als Reziproke der Kurve dargestellt

Abb. 1 zeigt die Lebensdauer der Weibchen in Abhängigkeit von der Temperatur, Kurvenwerte errechnet aus:  $t(T - 5,5) = 103$ , die Versuchswerte sind mit eingetragen.

In den graphischen Darstellungen lassen sich 4 Außenseiter erkennen, es sind dies die lfd. Nr. 2, 4, 8, 12 aus der Tabelle 2. Da diese Werte sich auch bei der für die Männchen berechneten Kurve nicht einordnen las-

sen, soll eine Diskussion erst nach der Darstellung dieser Berechnung gebracht werden.

Für die Darstellung der Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer der Männchen, für die Berechnung des Schwellenwertes ( $T_0$ ) und der Konstante ( $C = \text{Wert}$ ) haben wir folgende Wertpaare ausgewählt. (Tabelle 2)

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage	Anzahl der Tiere	lfd. Nr. aus der Tab.
$T_1$ 13,4	$t_1$ 11,3	8	1
$T_2$ 17,7	$t_2$ 7,5	4	5
$T_3$ 20,1	$t_3$ 6,2	15	11
$T_4$ 23,1	$t_4$ 5,2	5	13

Von diesen Wertpaaren ausgehend wurde der Schwellenwert ( $T_0$ ) mit  $5,3^\circ$  und die Konstante ( $C = \text{Wert}$ ) mit 92 errechnet. Wenn die Anzahl der Tiere berücksichtigt wird, ändert sich das Ergebnis nicht.

Werden die berechneten Werte eingesetzt und für jede Temperaturstufe ( $T_1$  bis  $T_4$ ) die Zahl der Tage und der Differenzbetrag zum Versuchswert errechnet, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung. In der Tabelle 6 wird eine Übersicht gegeben.

Tabelle 6

Berechnung der Lebensdauer der Männchen in Tagen auf der Grundlage der errechneten Werte :  $T_0 = 5,3^\circ$  und  $C = 92$

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage errechnet im Versuch		Differenzbetrag	
	abs.	in %	abs.	in %
$T_1$ 13,4	$t_1$ 11,35	11,3	+ 0,05	0,4
$T_2$ 17,7	$t_2$ 7,42	7,5	- 0,08	1,1
$T_3$ 20,1	$t_3$ 6,21	6,2	+ 0,01	0,2
$T_4$ 23,1	$t_4$ 5,16	5,2	- 0,04	0,8

Die Differenzbeträge liegen bei 1 %.

Die Tab. 7 zeigt eine Gegenüberstellung aller Versuchsdaten mit den errechneten Werten, außerdem die errechneten Differenzbeträge abs. und in %. Die Versuchsreihen mit hohen Differenzbeträgen sind bei Männchen und Weibchen dieselben.

Tabelle 7

Lebensdauer der Männchen. Gegenüberstellung der im Versuch gefundenen Werte mit den errechneten Werten.

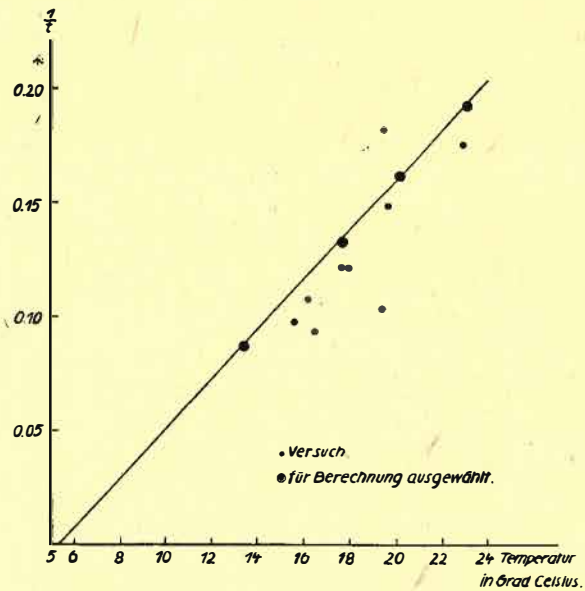
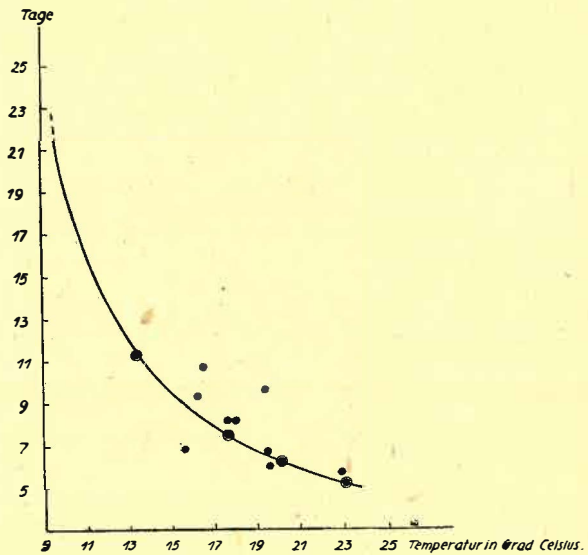
lfd. Nr. (wie Tab. 2)	mittlere Temperatur (T)	Anzahl der Tage (t) errechnet	Anzahl der Tage (t) im Versuch	Differenzbetrag abs.	Differenzbetrag in %
1.	13,4	11,35	11,3	+ 0,05	0,4
2.	15,6	8,92	6,8	+ 2,12	31,2
3.	16,2	8,43	9,3	- 0,87	9,4
4.	16,5	8,2	10,7	- 2,5	23,4
5.	17,7	7,42	7,5	- 0,08	1,1
6.	17,7	7,42	8,2	- 0,78	9,5
7.	17,9	7,30	8,2	- 0,9	10,9
8.	19,4	6,52	9,6	- 3,08	32,0
9.	19,5	6,47	6,7	- 0,23	3,4
10.	19,6	6,42	6,0	+ 0,42	7,0
11.	20,1	6,21	6,2	+ 0,01	0,2
12.	22,9	5,22	5,7	- 0,48	8,4
13.	23,1	5,16	5,2	- 0,04	0,8

In Abb. 2 wird der Verlauf der errechneten Kurven dargestellt, die in den Versuchen festgestellten Werte sind ebenfalls eingetragen (vgl. Tabelle 7).

Die im Versuch ermittelte maximale Lebensdauer für die Weibchen betrug 15 Tage, die der Männchen 16 Tage. Bei einer Temperaturspanne von  $13,4^\circ\text{C}$  -  $23,1^\circ\text{C}$  wurde für die Weibchen eine mittlere Lebens-

dauer von  $12,8 \sim 5,9$  Tagen und für die Männchen von  $11,3 \sim 5,2$  Tagen festgestellt. Die mittlere Lebensdauer der Weibchen liegt etwa 10 % höher als die der Männchen. Lebensdauer bedeutet für die Falter Flugzeit. So haben wir mit einer Flugzeit des einzelnen Falters mit einer bis höchstens zwei Wochen zu rechnen, je nach den gegebenen Temperaturbedingungen.

In der freien Natur kommen noch Niederschläge als erschwerender Faktor hinzu, außerdem wirken sich Feinde als Vernichtungsfaktoren aus, so daß die Lebensdauer des einzelnen Falters stark eingeschränkt ist.



Abhängigkeit der Lebensdauer von der Temperatur (bei  $\delta\delta$ ).

Abb. 2: Abhängigkeit der Lebensdauer von der Temperatur bei den von *Mamestra brassicae* L., oben: als Hyperbel, unten: als Reziproke der Kurve dargestellt

### Diskussion der graphischen Darstellung

4 bzw. 3 Wertpaare von insgesamt 12 bzw. 13 lassen sich nicht in die berechnete Kurvenlinie einpassen, wie die Kurven Abb. 1 und 2 und die Tabellen 5 und 7 erkennen lassen. Es sind die lfd. Nr. 2, 4, 8, 12 aus der Tabelle 2. Im einzelnen läßt sich dazu folgendes sagen.

Lfd. Nr. 2: erste Jahresgeneration 1956, Freiland, mittlere Temperatur 15,6 °C, Eizahl gering, Lebensdauer verkürzt. Die Ursachen können gesucht werden a) in niederen Temperaturen (Min. 6,9 °) bzw. starken Temperaturschwankungen b) in einer Erkrankung der Jugendstadien durch Virusinfektion (S. 20 und 22). Die übrigen Wertpaare zeigen eine verlängerte Lebensdauer, sie gehören alle in das Jahr 1958. Lfd. Nr. 4: überwinterte Generation, Freiland, 1958, mittlere Temperatur 16,5 °C: Temperaturminima liegen an 5 Tagen unter 10° bzw. 9 °C, wir vermuten, daß die Verzögerung im Lebensablauf (Tab. 20) darauf zurückzuführen ist. Lfd. Nr. 8: erste Jahresgeneration, Freiland, 1958, mittlere Temperatur 19,4 °C – hier deutet eine Verzögerung der Eiablage Hemmungen an, deren Ursachen bisher nicht geklärt werden konnten. Lfd. Nr. 12: erste Jahresgeneration, Gewächshaus, 1958, mittlere Temperatur 22,9 °C; auch in diesem Versuch gibt es starke Verzögerungen bei der Eiablage, die auf sehr hohe, ungünstig wirkende Temperaturen (bis 38 °C) zurückgeführt werden müssen.

### B. Beginn der Eiablage

Für die Abwehr der durch Kohleulenraupen drohenden Gefahr ist die Kenntnis, wann mit der ersten Eiablage gerechnet werden muß, von Bedeutung. Es ist uns bisher noch nicht möglich, den Falterflug voraus zu bestimmen. Die Falter lassen sich mit Licht anlocken, darüber wird in der Literatur (van den BUND 1955, 1956 und KOVACS 1959) berichtet. Außerdem liegen mir schriftliche Mitteilungen mehrerer Entomologen vor: E. HAEGER, Glienicke-Nordbahn, Dr. E. URBAHN, Zehdenik, G. WOLTER, Querfurt und A. RICHERT, Finow. So läßt sich Beginn und Verlauf der Flugzeit ermitteln.

Im folgenden Abschnitt soll die Abhängigkeit des Beginns der Eiablage von der Temperatur untersucht werden, mit dem Ziel, den Zeitraum zwischen dem Schlüpfen der Falter und dem Beginn der Eiablage rechnerisch zu ermitteln. In der Tabelle 8 sind die von uns in den Gewächshaus- und Freilandversuchen für die überwinterte Generation wie auch für die erste Jahresgeneration festgestellten Zeitspannen zwischen Schlüpftermin und Eiablagebeginn zusammengestellt. In der nachfolgenden Tabelle 9 sind die Einzelergebnisse nach Temperaturstufen geordnet. Wir können auch in diesem Falle auf der Grundlage der Blunck'schen Wärmesummenregel die Temperaturabhängigkeit des Beginns der Eiablage nachweisen.

Aus den Werten der Tab. 9 wurden die folgenden Wertpaare für die Berechnung des Schwellenwertes ( $T_0$ ) und der Konstanten ( $C = \text{Wert}$ ) ausgewählt.

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage	Anzahl der Tiere	lfd. Nr.
$T_1$ 15,3	$t_1$ 2,9	41	2
$T_2$ 15,6	$t_2$ 2,7	6	3
$T_3$ 17,9	$t_3$ 1,7	11	11
$T_4$ 19,5	$t_4$ 1,4	23	15

Auf der Grundlage dieser Wertpaare wurde als Schwellenwert ( $T_0$ ) 11,3 und als Konstante ( $C = \text{Wert}$ ) 11,5 bestimmt. Bei einer Berücksichtigung der Tierzahlen ergibt sich Übereinstimmung.

Wenn wir jetzt diese Werte einsetzen und für jede Temperaturstufe ( $T_1$  bis  $T_4$ ) die Anzahl der Tage und den Differenzbetrag zu dem im Versuch gefundenen Wert berechnen, so stellen wir eine gute Übereinstimmung fest. Eine Übersicht ist in der folgenden Tabelle 10 gegeben.

Tabelle 8

Anzahl der Tage nach dem Ansetzen eines Versuches (Schlüpfstag) bis zum Beginn der Eiablage für Massen- (M) und Einzel- (E) Zuchten im Gewächshaus und Freiland.

Zeit	Anzahl der O O ++	Anz. d. Tage n. Ansetzen bis zum Beginn der Eiablage			Temperatur in °C	
		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.
a) Gewächshaus — überwinterte Generation						
20. 5. — 12. 6. 55 (M)	43	2,9	1	5	15,3	28,0
30. 5. — 24. 6. 55 (M)	7	2,3	1	4	17,2	30,0
2. 5. — 15. 5. 57 (E)	4	2,0	1	3	17,7	31,0
3. 5. — 14. 5. 58 (E)	15	1,6	1	3	20,1	33
14. 4. — 17. 4. 58 (E)	5	0,8	0	1	23,1	32,0
b) Gewächshaus — erste Jahresgeneration						
5. 8. — 16. 8. 56 (E)	11	1,7	1	4	17,9	31,8
28. 8. — 9. 9. 56 (M)	48	1,2	0	2	18,3	34,0
28. 6. — 22. 7. 55 (M)	20	1,6	0	3	20,7	33,0
9. 7. — 20. 7. 58 (E)	4	3	1	5	22,9	38,0
c) Freiland — überwinterte Generation						
18. 5. — 30. 5. 59 (E)	3	3,3	3	4	16,2	25,0
3. 6. — 19. 6. 58 (E)	9	4,4	3	6	16,5	30,0
2. 6. — 29. 6. 57 (E)	6	2,7	1	4	17,7	32,5
12. 6. — 25. 6. 59 (E)	3	1,7	1	3	19,6	32,8
d) Freiland — erste Jahresgeneration						
20. 8. — 6. 9. 57 (E)	8	3,9*)	1	4	13,4	21,4
22. 8. — 3. 9. 56 (E)	6	2,7	2	6	15,6	27,5
11. 8. — 10. 9. 56 (M)	49	2,0*)	2	2	16,7	27,5
30. 6. — 12. 7. 55 (M)	21	3,3	2	5	17,8	25,7
24. 7. — 6. 8. 59 (M)	29	2,2	1	3	18,7	29,2
17. 7. — 31. 7. 58 (E)	9	3,4	2	8	19,4	31,0
24. 7. — 13. 8. 59 (E)	23	1,4	0	4	19,5	29,2

\*) Beginn der Eiablage am Kontrolltag angenommen

Tabelle 9

Nach Temperaturstufen geordnete Zeitspannen vom Ansetzen der Versuche bis zum Beginn der Eiablage. E = Einzelzuchten, M = Massenzuchten

Lfd. Nr.	Temperatur in °C		Beginn der Eiablage — Zahl der Tage nach Ansetzen			Anzahl der O O ++
	Mittel	Max.	Mittel	Min.	Max.	
1	13,4 F	21,2	3,9*)	1	4	8 (E)
2	15,3 G	28,0	2,9	1	6	41 (M)
3	15,6 F	27,5	2,7	2	6	6 (E)
4	16,2 F	25,0	3,3	3	4	3 (E)
5	16,5 F	30,0	4,4	3	6	9 (E)
6	16,7 F	27,5	2,0*)	2	2	49 (M)
7	17,2 G	30,0	2,3	1	4	7 (M)
8	17,7 F	32,5	2,7	1	4	6 (E)
9	17,7 G	31,0	2,0	1	3	4 (E)
10	17,8 F	25,7	3,3	2	5	21 (M)
11	17,9 G	31,8	1,7	1	4	11 (E)
12	18,3 G	34,0	1,2	0	2	48 (M)
13	18,7 F	29,2	2,2	1	3	29 (M)
14	19,4 F	31,0	3,4	2	8	9 (E)
15	19,5 F	29,2	1,4	0	4	23 (E)
16	19,6 F	32,8	1,7	1	3	3 (E)
17	20,1 G	33,0	1,6	1	3	15 (E)
18	20,7 G	33,0	1,6	0	3	20 (M)
19	22,9 G	38,0	3,0	1	5	4 (E)
20	23,1 G	32,0	0,8	0	1	5 (E)

\*) Beginn der Eiablage am Kontrolltag angenommen

Tabelle 10

Berechnung der Zahl der Tage zwischen Schlüpfen und Beginn der Eiablage mit Hilfe der gefundenen Werte für  $T_0 = 11,3$  und  $C = 11,5$

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage errechnet im Versuch		Differenzbetrag abs. in % (Tage)	
$T_1$ 15,3	2,87	2,9	-0,03	1,0
$T_2$ 15,6	2,68	2,7	-0,02	0,7
$T_3$ 17,9	1,74	1,7	+0,04	2,4
$T_4$ 19,5	1,40	1,4	-0,00	0,0

Die Differenzbeträge sind niedrig, im Höchsthalle beträgt die Differenz 2,4 %, der ein absoluter Wert von 0,04 entspricht.

In der Tabelle 11 ist eine Zusammenstellung aller Versuchswerte mit den entsprechenden errechneten Werten gegeben, weiter eine Kennzeichnung der errechneten Werte durch Berechnung der Differenzbeträge.

**Tabelle 11**

Beginn der Eiablage, Gegenüberstellung der im Versuch gefundenen Werte für  $t$  und den errechneten Werten.

lfd. Nr.	mittlere Temperatur $T$	Anzahl der Tage errechnet $t$	Anzahl der Tage im Versuch $t$	Differenzbetrag abs	Differenzbetrag in %
1.	13,4	5,48	3,9	+ 1,58	40,5
2.	15,3	2,87	2,9	- 0,03	1,0
3.	15,6	2,68	2,7	- 0,02	0,7
4.	16,2	2,35	3,3	- 0,95	28,8
5.	16,5	2,26	4,4	- 2,14	48,6
6.	16,7	2,13	2,0	+ 0,13	6,5
7.	17,2	1,95	2,3	- 0,35	15,2
8.	17,7	1,80	2,7	- 0,90	33,3
9.	17,7	1,80	2,0	- 0,20	10,0
10.	17,8	1,77	3,3	- 1,53	46,4
11.	17,9	1,74	1,7	+ 0,04	2,4
12.	18,3	1,64	1,2	+ 0,44	36,6
13.	18,7	1,55	2,2	- 0,65	29,5
14.	19,4	1,42	3,4	- 1,98	58,2
15.	19,5	1,40	1,4	- 0,00	0,0
16.	19,6	1,39	1,7	- 0,31	18,2
17.	20,1	1,31	1,6	- 0,29	18,1
18.	20,7	1,22	1,6	- 0,38	23,7
19.	22,9	0,99	3,0	- 2,01	67,0
20.	23,1	0,98	0,8	+ 0,18	22,5

In dieser Aufstellung sind die hohen Prozentwerte der Differenzbeträge auffällig. Da es sich um kurze Zeiträume handelt und die Kontrolle nur einmal innerhalb von 24 Stunden durchgeführt wurde, können sehr leicht hohe Differenzbeträge entstehen. Ein Unterschied von mehr als einem Tag ergibt sich bei den lfd. Nr. 1, 5, 10, 14, 19. Die Nr. 1 fällt für Beginn und Dauer der Eiablage aus dem Rahmen, ebenso bei der Eiproduktion. Trotz ungünstiger Temperaturverhältnisse liegt der Beginn der Eiablage früher als erwartet, ebenso ist die Eiproduktion erheblich höher bei stark verkürzter Eiablagedauer. Bei Beginn und Dauer der Eiablage liegen die Schwellenwerte bei 11,3° bzw. 13,1°, die durchschnittliche mittlere Temperatur für die Versuchsserie Nr. 1 beträgt 13,4. In diesem nahe am Schwellenwert liegenden Bereich ist die Wärmesummenregel nicht mehr anwendbar. Die vier anderen Versuchsserien (lfd. Nr. 5, 10, 14, 19) sollen im Anschluß an die graphische Darstellung besprochen werden.

In Abb. 3 ist die Abhängigkeit des Beginns der Eiablage von der Temperatur deutlich zu erkennen, auf die Darstellung der Hybenbel wurde verzichtet.

Die Eiablage folgt dem Schlüpfzeit in um so kürzerem Abstand, je höher die Temperatur ist. Die Erfassung durch die Wärmesummenregel ist möglich. Die im Versuch ermittelten Werte liegen zwischen 4,4 und 0,8 Tagen, die errechneten Werte zwischen 5,48 und 0,98 Tagen. In unserem Kurvenbild sind alle Versuchswerte eingetragen, dabei zeigt sich, daß sich die meisten Werte gut einordnen lassen bis auf die laufenden Nr. 1, 5, 10, 14, 19 (Tab. 1). Außer Nr. 1 sind es dieselben Versuchsserien, die uns schon bei der Untersuchung der Lebensdauer Schwierigkeiten bereiteten, und die aus dem Jahre 1958 stammen (S. 12). Lfd. Nr. 5: überwinterte Generation, Freiland 1958, mittlere Temperatur 16,5°; Temperaturminima liegen an 5 Tagen während des Versuchsablaufes unter 10°, nach einer starken Erwärmung (bis 26 °C) folgte ein Temperatursturz (Minima: 13,0; 11,0; 8,5 °C). Wir

schon S. 13 gesagt, könnte die Verzögerung darin begründet liegen. Die lfd. Nr. 10 fällt stark aus dem Rahmen, diese Versuchsserie besteht aus Massenzuchten, es waren 6 bzw. 10 Paare in einem Käfig untergebracht. Die starke Verzögerung kann durch gegenseitige Behinderung entstanden sein, auch die Dauer der Eiablage ist verlängert gegenüber der Norm (Tab. 15). Lfd. Nr. 14: erste Jahresgeneration, Freiland, 1958, mittlere Temperatur 19,4 °C – Temperaturverlauf: auf eine Erwärmung bis zu 34,8 °C folgte eine Abkühlung bis 16,8°, 15,0°, 10,2°, 13,9 °C. Sowohl der verzögerte Beginn der Eiablage wie auch der etwas unregelmäßige Verlauf dieser deuten auf Störungen in der Eientwicklung hin, die mit dem Temperatursturz zusammenhängen können. Laufende Nr. 19: erste Jahresgeneration, Gewächshaus 1958, mittlere Temperatur 22,9 °C. Die starke Verzögerung in der Eiablage bzw. Eientwicklung kann zurückgeführt werden auf starke Temperaturerhöhung auf 38 °C am Tage des Ansetzens. An 8 Stunden herrschte eine Temperatur über 30 °C. Auch die spätere Eiablage war gestört.

Der Beginn der Eiablage wird stark durch die Temperaturverhältnisse beeinflusst. Sowohl niedrige Temperaturen unter 10 °C, Temperaturstürze wie auch sehr hohe Temperaturen wirken sich hemmend auf die Eiablage aus.

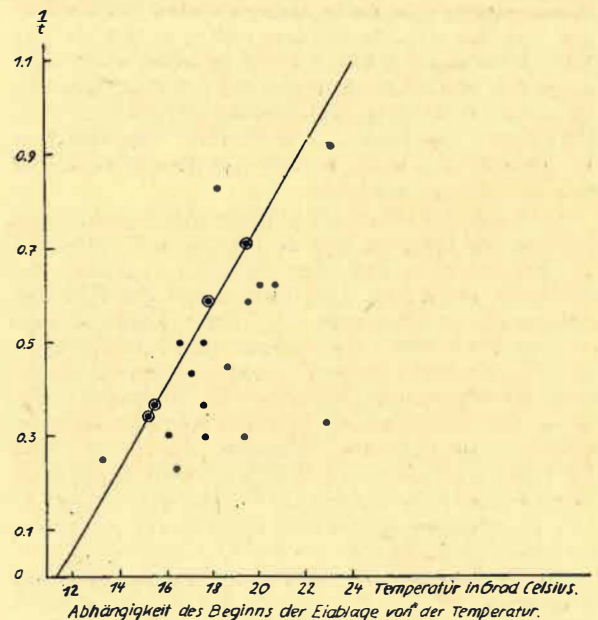


Abb 3: Temperaturabhängigkeit des Beginns der Eiablage bei *Mamestra brassicae* L. Zeichenerklärung wie Abb. 2

### C. Dauer der Eiablage

In Verbindung mit den Beobachtungen über die Schlüpfzeit der Falter, die Flugzeit und den Beginn der Eiablage sind auch Angaben und Feststellungen über die Dauer der Eiablage und deren Abschluß von Bedeutung. Auch wenn wir nur den Beginn der Eiablage kennen, findet diese Angabe eine gute Ergänzung in der Aussage über die Dauer dieser Lebensperiode. Die Dauer der Eiablage ist unmittelbar temperaturabhängig, eine rechnerische Erfassung ist mit Hilfe der Wärmesummenregel möglich. In der Tabelle 12 sind die Versuchsergebnisse aus Gewächshaus- und Freilandversuchen zusammengestellt. In der folgenden Tabelle 13 wurden die einzelnen Daten nach

Temperaturstufen geordnet. Aus den zur Verfügung stehenden Werten wurden für die Berechnung folgende Wertpaare ausgewählt.

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage	Anzahl der Tiere	lfd. Nr.
T <sub>1</sub> 15,3	t <sub>1</sub> 11,5	43	2
T <sub>2</sub> 16,7	t <sub>2</sub> 7,3	49	6
T <sub>3</sub> 19,6	t <sub>3</sub> 4,0	3	16
T <sub>4</sub> 20,1	t <sub>4</sub> 3,7	15	17

**Tabelle 12**

Dauer der Eiablage in Tagen für die überwinterte Generation und die erste Jahrgeneration in den Gewächshaus- und Freilandversuchen.

Zeit	Anzahl der O O	Dauer d. Eiablage			Temperatur in °C	
		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.
a) Gewächshaus — überwinterte Generation						
20. 5. — 12. 6. 55 (M)	43	11,5	5	17	15,3	28,0
30. 5. — 24. 6. 55 (M)	7	14,7	14	15	17,2	30,5
2. 5. — 15. 5. 57 (E)	4	4,3	3	5	17,7	31,0
3. 5. — 14. 5. 58 (E)	15	3,7	1	6	20,1	33,0
14. 4. — 17. 4. 59 (E)	5	2,4	2	3	23,1	32,0
b) Gewächshaus — erste Jahrgeneration						
5. 8. — 16. 8. 56 (E)	11	4,9	3	7	17,9	31,8
28. 8. — 9. 9. 56 (M)	48	6,3	5	8	18,3	34,0
28. 6. — 22. 7. 55 (M)	20	11,2	8	16	20,7	33,0
9. 7. — 20. 7. 58 (E)	4	2,8	2	4	22,9	38,0
c) Freiland — überwinterte Generation						
18. 5. — 30. 5. 59 (E)	3	3,7	1	9	16,2	25,0
3. 6. — 19. 6. 58 (E)	9	5,8	1	11	16,5	30,0
2. 6. — 29. 6. 57 (E)	6	4,1	2	7	17,7	32,5
12. 6. — 25. 6. 59 (E)	3	4	1	8	19,6	32,8
d) Freiland — erste Jahrgeneration						
20. 8. — 6. 9. 57 (E)	8	6,3	3	10	13,4	21,2
22. 8. — 3. 9. 56 (E)	6	3,5	2	6	15,6	27,5
11. 8. — 10. 9. 56 (M)	49	7,3	6	8	16,7	27,5
30. 6. — 12. 7. 55 (M)	21	10,3	5	15	17,8	25,7
24. 7. — 6. 8. 59 (M)	29	9	9	9	18,7	29,2
17. 7. — 31. 7. 58 (E)	9	4,9	3	7	19,4	31,0
24. 7. — 13. 8. 59 (E)	23	5,4	2	11	19,5	29,2

**Tabelle 13**

Nach Temperaturstufen geordnete Feststellungen über die Dauer der Eiablage in den Versuchen.

F = Freilandversuch, G = Gewächshausversuch

lfd. Nr.	Temperaturstufe Mittel	Dauer der Eiablage — Mittel	Dauer der Eiablage (Tage)			Anzahl der O O
			Min.	Max.	++	
1.	13,4 F	21,2	6,3	3	10	8 (E)
2.	15,3 G	28,0	11,5	5	17	43 (M)
3.	15,6 F	27,5	3,5	2	6	6 (E)
4.	16,2 F	25,0	3,7	1	9	3 (E)
5.	16,5 F	30,0	5,8	1	11	9 (E)
6.	16,7 F	27,5	7,3	6	8	49 (M)
7.	17,2 G	30,0	14,7	14	15	7 (M)
8.	17,7 G	31,0	4,3	3	5	4 (E)
9.	17,7 F	32,5	4,1	2	7	6 (E)
10.	17,8 F	25,7	10,3	5	15	21 (M)
11.	17,9 G	31,8	4,9	3	7	11 (E)
12.	18,3 G	34,0	6,3	5	8	48 (M)
13.	18,7 F	29,2	9	9	9	29 (M)
14.	19,4 F	31,0	4,9	3	7	9 (E)
15.	19,5 F	29,2	5,4	2	11	23 (E)
16.	19,6 F	32,8	4	1	8	3 (E)
17.	20,1 G	33,0	3,7	1	6	15 (E)
18.	20,7 G	33,0	11,2	8	16	20 (M)
19.	22,9 G	38,0	2,8	2	4	4 (E)
20.	23,1 G	32,0	2,4	2	3	5 (E)

Auf der Grundlage dieser Wertpaare wurde der Schwellenwert mit 13,1° und als Konstante (C-Wert) 26 bestimmt. Setzen wir jetzt diese Werte ein und errechnen für jede der 4 Temperaturstufen die Zahl der Tage und den entsprechenden Differenzbetrag zum

**Tabelle 14**

Berechnung der Dauer der Eiablage auf der Grundlage der oben errechneten Werte : To = 13,1 u. C = 26

mittlere Temperatur	Anzahl der Tage errechnet	Anzahl der Tage im Versuch	Differenzbetrag	
			abs.	in %
T <sub>1</sub> 15,3	11,8	11,5	+ 0,3	2,6
T <sub>2</sub> 16,7	7,22	7,3	- 0,08	1,1
T <sub>3</sub> 19,6	4,0	4,0	0	0
T <sub>4</sub> 20,1	3,71	3,71	+ 0,01	0,3

Versuchswert, so erkennen wir eine gute Übereinstimmung (Vergl. Tab. 14). Der Differenzbetrag liegt im Höchstfall bei 2,6%.

Bei einer Berechnung der mittleren Temperatur auf derselben Grundlage ergibt sich dasselbe übereinstimmende Bild. In der Tabelle 15 geben wir eine Zusammenstellung der Versuchswerte mit den durch Berechnung gefundenen Werten, weiter eine Kennzeichnung der errechneten Werte durch Berechnung der Differenzbeträge.

**Tabelle 15**

Gegenüberstellung der im Versuch gefundenen Werte für t mit den errechneten Werten.

lfd. Nr.	mittlere Temperatur	Anzahl der Tage errechnet	Anzahl der Tage im Versuch	Differenzbetrag abs. (Tage)	in %
1.	13,4	86,6	6,3		
2.	15,3	11,8	11,5	+ 0,3	2,6
3.	15,6	10,4	3,5	+ 6,9	196,0
4.	16,2	8,4	3,7	+ 4,7	127,0
5.	16,5	7,6	5,8	+ 1,8	31,0
6.	16,7	7,2	7,3	- 0,1	1,4
7.	17,2	6,3	14,7	- 8,4	57,1
8.	17,7	5,7	4,3	+ 1,4	32,6
9.	17,7	5,7	4,1	+ 1,6	39,0
10.	17,8	5,5	10,3	- 4,8	46,6
11.	17,9	5,4	4,9	+ 0,5	10,2
12.	18,3	5,0	6,3	- 1,3	20,6
13.	18,7	4,6	9,0	- 4,4	48,8
14.	19,4	4,1	4,9	- 0,8	16,3
15.	19,5	4,1	5,4	- 1,3	24,1
16.	19,6	4,0	4,0	0,0	—
17.	20,1	3,7	3,7	0,0	—
18.	20,7	3,4	11,2	- 7,8	69,6
19.	22,9	2,7	2,8	- 0,1	3,6
20.	23,1	2,6	2,4	+ 0,2	8,3

In der Abb. 4 ist die von uns berechnete Kurve (t (T - 13,1) = 26) dargestellt, außerdem sind alle Versuchswerte eingetragen. Einige Wertpaare lassen sich nicht einordnen; es sind die lfd. Nr. 1, 3, 4, 7, 10, 13, 18 (Tab. 13). Über diese soll einzeln gesprochen werden. Eine Verlängerung der Dauer der Eiablage finden wir bei Nr. 7, 10, 13, 18.

Nr. 7: Überwinterte Generation 1955, Massenzucht, Gewächshaus, mittlere Temperatur 17,2 °C, Verlauf der Eiablage fast regelmäßig, ohne eigentlichen Höhepunkt, verspäteter Beginn, Temperaturminima an 15 Tagen unter 11°, an 8 Tagen unter 10°. Die im Ablauf der Eiablage auftretende Verzögerung ist neben den in der Massenzucht vorliegenden gegenseitigen Behinderungen auf die sehr niedrig liegenden Temperaturminima zurückzuführen.

Nr. 10: Erste Generation 1955, Massenzucht (10 u. 6 Tiere in einem Käfig), Eizahlen unter dem Mittel. In diesem Fall dürfte die gegenseitige Behinderung der wesentliche Faktor gewesen sein.

Nr. 13: Erste Generation 1959, Massenzucht (8 bzw. 7 Tiere in einem Käfig) Eizahlen erheblich unter dem Mittel. Dieser Fall kann wie Nr. 10 behandelt werden.

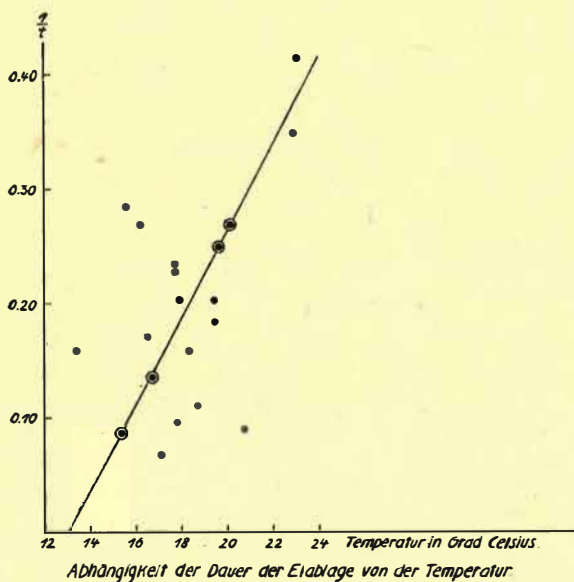
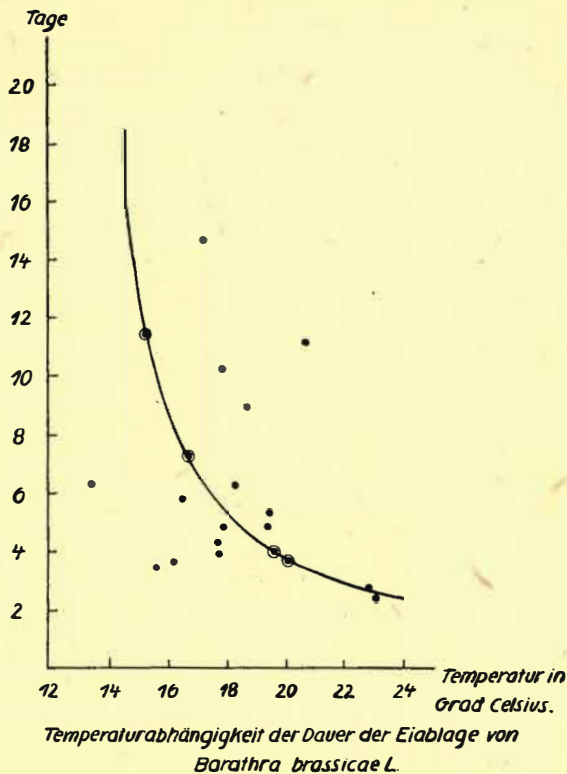


Abb. 4: Temperaturabhängigkeit der Dauer der Eiablage bei *Mamestra brassicae* L., oben: als Hyperbel, unten: als Reziproke der Kurve dargestellt. Zeichenerklärung wie Abb. 2.

Nr. 18: Erste Generation 1955, Massenzucht, Gewächshaus, mittlere Temperatur 20,7 °C, Temperatur an 10 Tagen über 30°, täglich im Durchschnitt 5,5 Stunden, Maximum 33 °C, niedrige Eizahl, verspäteter Beginn der Eiablage, an 6 Tagen keine Eiablage. Überoptimale Temperaturen könnten in diesem Falle die Dauer der Eiablage verlängert haben.

Eine Verkürzung dieses Zeitraums ergibt sich in den Fällen Nr. 1, 3 und 4.

Nr. 1: Erste Generation 1957, Einzelzuchten (n = 8), mittlere Temperatur 13,4 °C, Eizahlen über dem Mit-

tel liegend. Dieser Fall liegt außerhalb des von uns ermittelten Bereiches, das gilt auch für den Beginn der Eiablage (S. 14 u. 21 f.)

Nr. 3: Erste Jahresgeneration 1956, Einzelzuchten (n = 6), mittlere Temperatur 15,6 °C, die Eizahlen liegen unter der Norm.

Nr. 4: Überwinterter Generation 1959, Einzelzuchten (n = 3), mittlere Temperatur 16,2 °C, Eizahlen erreichen den Mittelwert nicht. In diesen beiden Fällen mag eine Konstitutionsschwächung die Ursache für eine Verkürzung der Eiablagezeit gewesen sein, während in der Versuchsserie Nr. 1 neben einer Verkürzung der Eiablagezeit zugleich eine überdurchschnittliche Eiproduktion ( $\bar{\phi}$  640,5, Max. 1042) festgestellt werden konnte. Es sei auch darauf aufmerksam gemacht, daß die Wärmesummenregel nicht angewendet werden kann, wenn die Temperaturwerte Extremwerte sind und sich dem Schwellenwert stark nähern. Wir erkennen schon bei diesen Versuchsserien, daß neben der Temperatur noch andere Ursachen gegeben sind, die den Verlauf bzw. die Dauer der Eiablage bestimmen.

#### D. Verlauf der Eiablage

Einen fast regelmäßigen Ablauf zeigt der Verlauf der Eiablage von 16 ♀♂ der ersten Jahresgeneration einer Massenzucht in 4 Käfigen in einem Freilandversuch 1959, dargestellt (Tab. 16 fällt fort).

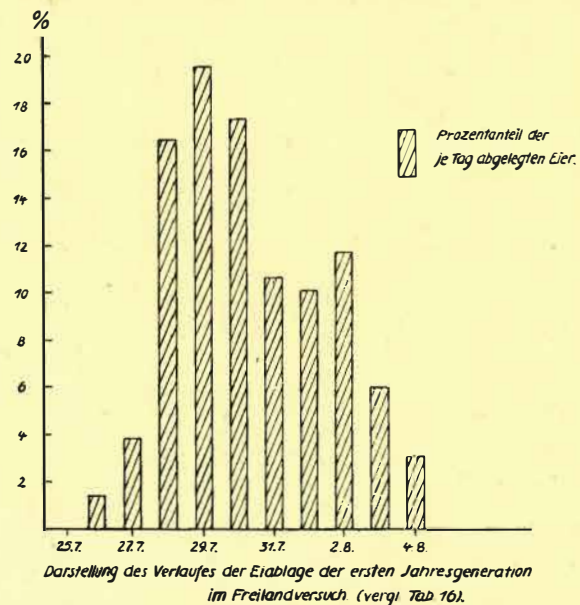


Abb. 5: Darstellung des Verlaufes der Eiablage der ersten Jahresgeneration im Freilandversuch (Tab. 16)

Die Abb. 5 zeigt noch einmal den Ablauf des Eiablageprozesses. Dabei ist deutlich zu sehen, daß der Höhepunkt am 4. Tage erreicht wird, bis dahin sind 41% der Eier abgelegt. In den kommenden 6 Tagen folgt der noch verbleibende Rest, 59%. Der aufsteigende Ast verläuft etwas steiler als der absteigende, diese Verzögerung läßt sich durch den Temperaturrückgang erklären; die niedriger bleibenden Temperaturen bewirken einen langsamen Ablauf. Vom 1. - 4. Tag betrug das Mittel 20,1 °C, vom 5. - 10. Tag nur noch 17,2 °C. Wie oben nachgewiesen werden konnte, besteht eine unmittelbare Abhängigkeit der Dauer der Eiablage von der Temperatur. In unserer Diskussion zu diesem Punkt ist auch der oben geschilderte Verlauf



genannt – unter der lfd. Nr. 13. Die Eiablagezeit ist insgesamt verlängert, gleichzeitig ist die Eizahl niedriger als der mittlere Wert (vergl. S. 18). Es handelt sich in diesem besonderen Fall um eine Massenzucht, je 8 Weibchen in 1 Käfig. Die Ursache für die Verzögerung wie auch für die niedrige Eizahl ist wohl auf die gegenseitige Behinderung zurückzuführen.

Als weiteres Beispiel folgt die Eiablage eines Weibchens der überwinterten Generation im Freilandversuch 1959.

**Tabelle 17**

Verlauf der Eiablage eines  $\bigcirc$  der überwinterten Generation im  
+  
Freilandversuch 1959

Datum	Anzahl d. Tage nach Ansetzen	Anzahl d. Eier gesamt	in %	Temperatur in °C		
				Mittel	Max.	20 <sup>h</sup> - Min.
Juni						
22.	0	0		22,9	29,5	26,0 15,8
23.	1	232	28,8	20,2	26,5	23,3 13,5
24.	2	361	44,7	20,2	26,1	24,8 13,0
25.	3	214	26,5	20,4	26,9	24,0 14,1
		807		20,9		

(Mittelwert)

Dieser Verlauf entspricht genau unseren Vorstellungen. Die Dauer von drei Tagen stimmt mit unserer Berechnung überein. Wir werden später noch zeigen, daß Temperaturen um 20 °C als optimale Bedingungen angesehen werden können (S. 21).

Höhepunkte gibt es bei allen beobachteten Eiablagen, diese Höhepunkte sind nicht unmittelbar von der Temperatur abhängig. Infolgedessen läßt sich auch kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Höhepunkt und der an diesem Tag herrschenden Witterung ermitteln. Der Gesamtverlauf der Eiablage ist unmittelbar temperaturegebunden und dadurch wird die jeweilige Lage des Höhepunktes im Verlauf des Prozesses bestimmt. In sehr vielen Fällen konnte ein regelmäßiger Ablauf der Eiablage festgestellt werden. Daß bei diesem Prozeß auch andere Ursachen wirksam werden, war schon bei der Diskussion der graphischen Darstellung gesagt worden.

**Tabelle 18**

Verlauf der Eiablage der ersten Jahresgeneration 1955 in den Massenzuchten im Gewächshaus. n = 11  $\bigcirc$ , angesetzt am 4. und 6. 7. 1955 in  
++  
2 Käfigen; mittlere Temperatur: 24,1 °C.

Datum	Tage nach dem Ansetzen	Anzahl d. Eier abs.	in %	Max.	Temperatur in °C			Luftfeuchtigkeit	
					Std.	20 <sup>h</sup>	Mittel	Min.	20/22 <sup>h</sup>
4. 7.	0	0	0	25,0	18,9	19,4	70	93	
5.	1	0	0	22,0	17,0	16,9	74	88	
6.	2	0	38	0,7	24,5	18,0	18,2	60 87	
7.	3	1	5	0,09	26,0	23,0	20,6	57 63/76	
8.	4	2	937	17,6	29,5	23,0	22,1	48 72/78	
9.	5	3	1602	30,2	30,0	25,1	22,6	57 66	
10.	6	4	963	18,1	32,5	4	27,8	23,9 58 72	
11.	7	5	471	8,9	32,5	4	28,2	28,4 62 72/75	
12.	8	6	622	11,7	32,4	6	25,7	26,4 62 79/86	
13.	9	7	198	3,7	31,8	4	26,3	25,5 etwa 60	
14.	10	8	101	1,9	31,0	2	23,6	24,9 66 84/86	
15.	11	8	0,15	32,5	9	30,0	26,4	—	
16.	12	0	0	32,3	4	28,4	25,8	—	
17.	13	0	0	34,0	7	30,8	26,9	—	
18.	14	0	0	36,0	10	29,8	30,7	62 78	
19.	15	0	0	28,2	24,7	24,4	75	84	
20.	16	0	0	30,2	26,3	24,5	63	76	
21.	17	28	0,5	32,2	27,2	25,3	56	70	
22.	18	342	6,5	31,8	27,3	25,4	58	72	
Summe		5315							
Mittel		483,2							

Wir wollen noch einige Fälle besprechen, die Störungen im regelmäßigen Ablauf aufweisen. In der Tabelle 18 ist der Verlauf der Eiablage der ersten Jahresgeneration 1955 in den Massenzuchten im Gewächshaus dargestellt. Der Höhepunkt wird am 4. Tage erreicht, bis zu diesem Tage sind 48,6% der Gesamtmenge abgelegt, die mittlere Temperatur betrug 24,1 °C. Der restliche Anteil (51,4%) wurde in den nächsten 13 Tagen abgelegt. Vom 16. – 20. 7. (10. bis 18. Tag) lag die Temperatur über 30°, im Durchschnitt je Tag etwa 5,5 Stunden, Maximum betrug 36°. In dem vorliegenden Fall wurde durch die überoptimale hohe Temperatur eine Störung der Entwicklung hervorgerufen und damit die Eiablage stark verzögert (Nr. 18).

Ein weiteres Beispiel sei angeführt. Der Verlauf der Eiablage ist in Tabelle 19 dargestellt und betrifft die erste Jahresgeneration 1958. Einzelzuchten im Gewächshaus.

**Tabelle 19**

Verlauf der Eiablage der ersten Jahresgeneration im Gewächshausversuch (Einzelzuchten) — n = 2  $\bigcirc$ , angesetzt am 9. und 11. Juli 1958, ++  
mittlere Temperatur: 23,5 °C.

Datum	Tage nach d. Ansetzen	Anzahl d. Eier abs.	in %	Max.	Temperatur in °C		Luftfeuchtigkeit		
					20 h	Mittel	Std.	über 30 °C	Min.
Juli									
10.	1/0	0	0	33,0	22,0	23,4	5	55	75
11.	2/0	0	0	29,6	21,8	22,7		60	75
12.	3/1	0	0	32,0	23,8	23,5	4	64	82
13.	4/2	626	66,7	37,5	25,8	26,4	8	54	73
14.	5/3	252	26,8	31,1	25,0	23,3		53	74
15.	6/4	60	6,4	31,3	23,0	21,9		55	68
		938							
Mittel		469							

Wie wir sehen, tritt eine Verzögerung des Eiablagebeginns ein, dann aber ist diese innerhalb von 3 Tagen abgeschlossen, der Höhepunkt fällt mit dem Beginn zusammen. Die Ursache für diese Verzögerung des Eiablagebeginns könnte eine starke Temperaturerhöhung am 10. 7. sein, das Maximum betrug 33,0°, die Temperatur über 30° hielt an diesem Tag 5 Stunden an. Am 16. 7. 58 wurde innerhalb derselben Serie ein Einzelpaarversuch angesetzt. An diesem Tag erreichte das Maximum 38 °C, über 8 Stunden hielt die Temperatur über 30° an, die mittlere Temperatur betrug 22,9 °C.

**Tabelle 20**

Verlauf der Eiablage der überwinterten Generation im Freilandversuch — Einzelzuchten, n = 9  $\bigcirc$ , angesetzt am 3., 4. und 5. Juni 1958, ++  
mittlere Temperatur: 16,5 °C

Datum	Tage nach dem Ansetzen	Anzahl d. Eier gesamt	in %	Max.	Temperaturen		Luftfeucht.	
					20 <sup>h</sup>	Mittel	Min.	Min. 20/22 <sup>h</sup>
Juli								
3.	0	0	0	0	22,8	17,8	17,4	14,0 54 70
4.	1	0	0	0	22,5	15,0	17,0	14,9 53 85
5.	2	1	0	0	16,2	15,0	14,2	13,0 66 68
6.	3	2	1	240	5,6	17,0	15,0	13,9 11,1 47 50/55
7.	4	3	2	548	12,8	23,2	20,8	16,6 8,5 45 50/62
8.	5	4	3	881	20,6	22,0	17,7	17,6 14,2 55 78
9.	6	5	4	1305	30,4	17,0	14,7	14,4 12,9 60 —
10.	7	6	5	287	6,7	16,7	13,0	12,6 11,4 58 67
11.	8	7	6	572	13,4	18,0	15,3	13,7 9,0 52 58/70
12.	9	8	7	171	3,9	18,0	14,7	13,9 9,6 53 65/70
13.	10	9	8	149	3,4	21,6	17,3	15,8 8,8 42 48/60
14.	11	10	9	106	2,4	22,0	17,3	16,4 9,9 44 58/70
15.	12	11	10	0	23,5	19,9	17,7	11,0 43 49/62
16.	13	12	11	16	0,4	27,0	24,6	21,2 12,0 43 50/54
17.	14	13	12	0	30,0	26,3	23,4	15,0 40 50/57
18.	15	14	13	16	0,4	24,0	16,0	18,4 14,0 68 87

Die Eiablage begann am 21. 7., das sind 5 Tage nach dem Ansetzen, sie dauerte 2 Tage und ergab 2 Gelege mit 146 Eiern. Dieses Beispiel läßt den hemmenden und schädigenden Einfluß der extrem hohen Temperatur erkennen.

Auch schroffe Temperaturstürze und tiefliegende Temperaturminima rufen Störungen im Verlauf der Eiablage hervor. Einen guten Einblick gibt uns ein Einzelpaarversuch im Freiland innerhalb der überwinterten Generation 1958. Der Verlauf der Eiablage ist in der Tabelle 20 dargestellt.

Der Beginn der Eiablage stimmt nur zum Teil mit dem von uns errechneten Termin überein, wenn wir ihn in Beziehung zur mittleren Temperatur bringen. Für einen anderen Teil setzte die Eiablage zu spät ein, die Ursache dafür könnte ein Temperatursturz sein, wie auf S. 14 lfd. Nr. 5 bereits ausführlich besprochen. Bis zum 4. Tage waren 69% der Eier abgelegt, der Höhepunkt fiel auf den 4. Tag mit 30,4%. Danach erstreckte sich die Eiablage noch über 9 Tage, an 2 Tagen wurden keine Eier abgelegt. Die durch die niedrigen Temperaturen verursachten Hemmungen betreffen vor allem die Eientwicklung. Auch aus dem Jahr 1959 innerhalb der überwinterten Generation liegen 3 Einzelpaarversuche vor, die diese Begründung bestätigen können. In der Tab. 21 ist der Verlauf der Eiablage mit den notwendigen Angaben dargestellt.

Tabelle 21

Verlauf der Eiablage der überwinterten Generation im Freilandversuch (Einzelpaarversuche) 1959 — n = 300, angesetzt am 18. 5. und 20. 5.,  
++  
mittlere Temperatur: 15,8 °C.

Datum	Anzahl d. Tage n. Ansetzen	Anzahl d. Eier gesamt in %	Temperatur in °C				Luftfeuchtigkeit	
			Max.	20 <sup>h</sup>	Mittel	Min.	20 <sup>h</sup>	22 <sup>h</sup>
Mai								
18.	0	0	25,2	20,2	19,0	11,8	—	—
19.	1	0	23,2	18,8	18,0	15,0	77	83
20.	2	0	18,4	16,0	14,7	12,0	79	81
21.	3	1	37,8	30,6	20,2	18,7	15,3	11,1
22.	4	2	109	8,9	20,0	18,0	14,8	10,0
23.	5	3	326	26,5	21,0	20,3	15,4	8,5
24.	6	189	15,3	24,6	23,5	16,8	7,0	58
25.	7	0	—	24,8	23,0	18,7	—	63
26.	8	122	9,9	17,8	14,3	14,0	10,0	76
27.	9	79	6,4	19,7	15,3	14,0	10,5	69
28.	10	0	ca.	18,0	14,9	13,1	11,8	72
29.	11	0	—	18,8	17,2	14,8	10,2	68
30.	12	29	2,4	24,2	23,3	17,3	12,2	61
Summe		1232						
Mittel		410,6						

Drei Tage nach dem Schlüpfen erfolgte die erste Eiablage, nach weiteren 7 Tagen war die Ablage beendet, an 3 Tagen wurden keine Eier abgelegt. Auch in diesem Falle lagen niedrige Temperaturminima von 8,5°, 7,0°, 10,0° usw. vor, die sich hemmend auf die Eientwicklung auswirken konnten.

Der Verlauf der Eiablage zeigt ebenso eine Temperaturabhängigkeit wie deren Beginn und Dauer. Sowohl überoptimale Temperaturen wie auch zu niedrige Temperaturen führen zu Hemmungen. Das Auftreten von Höhepunkten bei der Eiablage ist eine Folgewirkung des Einflusses der Temperatur auf Wachstum und Reifung der Eier. Die Temperatur kann nicht der einzige Faktor sein, der diese Vorgänge beeinflusst, wie sich schon bei der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Dauer der Eiablage deutlich gezeigt hat.

## E. Eiproduktion - Eizahlen - Fertilität

### 1. Einfluß der Temperatur auf die Eiproduktion

Als mögliche Eizahl für die Kohleule werden von F. P. MÜLLER (1953) 1000-2000 Eier, das Maximum mit über 2000 angegeben. NIKOLOWA (1946) nennt als Maximum 2725 für n = 9. In unseren Versuchen lag das Maximum bei 1346 für n = 372, das Minimum betrug 108, die mittlere Eizahl 507,0. Wir können aufzeigen, daß dieser Mittelwert sich unter optimalen Bedingungen erhöht, während er unter ungünstigen Umwelteinflüssen niedriger bleibt. Die im Mittel erreichte Höchstzahl aus 18 Versuchsserien mit 372 Tieren betrug 894,9 Eier.

In der Tabelle 22 ist eine Aufstellung aller Versuchsserien geordnet nach Standorten und Generationen gegeben. Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Temperaturmittelwerten und der Zahl der Eier läßt sich nicht ablesen. Die Aufstellung zeigt uns aber, daß die im Gewächshaus angesetzte überwinterte Generation und die unter Freilandbedingungen gehaltene erste Jahresgeneration unter den günstigsten Verhältnissen leben. Die Maximalwerte zeigen dies unmittelbar, nur in diesen Gruppen gibt es Werte über 1000.

Wenn wir die Zusammenfassungen aller Versuchsserien nach Standorten und Generationen miteinander vergleichen, wird der Sachverhalt noch deutlicher. In der Tabelle 23 ist diese Zusammenfassung gegeben.

Tabelle 22

Aufstellung aller einzelnen Versuche geordnet nach Standorten und Generationen

Zeit	Anzahl der OO ++	Anzahl gesamt OO ++	Anzahl d. abgel. Eier je O +			Temperatur	
			Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.
a) Gewächshaus — überwinterte Generation							
13. 4.—24. 6. 55 (M)	78	51135	655,6	236,6	1300,6	—	—
2. 5.—9. 6. 57 (E)	5	2717	543,4	373	748	18,2	32,2
3. 5.—15. 5. 58 (E)	15	9515	634,3	230	1346	20,1	33,0
14. 4.—17. 4. 59 (E)	5	2345	469,0	274	782	23,1	32,0
zusammengefaßt	103	65712	638,0	230	1346		
b) Gewächshaus — erste Jahresgeneration							
28. 6.—2. 8. 55 (M)	22	8483	385,6	166,4	741,0	—	—
5. 8.—27. 8. 56 (E)	12	6421	535,1	228	868	17,8	32,0
28. 8.—9. 9. 56 (M)	48	18690	389,4	265,3	504,5	18,3	34,0
5. 7.—22. 7. 58 (E)	4	1762	440,5	146	678	22,9	38,0
zusammengefaßt	86	35356	411,0	146	868		
c) Freiland — überwinterte Generation							
2. 6.—25. 6. 57 (E)	6	3251	541,8	109	873	17,7	32,5
2. 6.—15. 6. 58 (E)	9	4291	476,8	143	857	16,5	30,0
18. 1.—22. 6. 59 (E)	5	1706	341,2	176	678	17,5	32,8
zusammengefaßt	20	9248	462,4	109	873		
d) Freiland — erste Jahresgeneration							
30. 6.—1. 8. 55 (M)	31	16837	543,1	385,0	1036,6	—	—
10. 8.—13. 9. 56 (E)	11	4491	408,3	200	789	15,8	27,5
11. 8.—10. 9. 56 (M)	49	20471	417,8	249,4	780,2	16,7	27,5
20. 8.—6. 9. 57 (E)	8	5124	640,5	215	1042	13,4	21,2
17. 7.—25. 8. 58 (E)	12	7027	585,6	119	1298	19,6	31,0
24. 7.—6. 8. 59 (M)	29	11881	409,7	327,9	518,9	18,7	29,2
24. 7.—13. 8. 59 (E)	23	12090	525,7	108	1267	19,5	29,2
zusammengefaßt	163	77921	478,0	108	1298		

Wir vergleichen zunächst den Einfluß der Standortverhältnisse auf die Eiproduktion. In der Tabelle 24 werden die Eizahlen der überwinterten Generation miteinander verglichen. Die Gewächshauszucht erweist sich als überlegen. Das Ergebnis ändert sich nicht wenn die Massenzuchten (M) 1955 (n = 78) nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 23

Zusammenfassung aller Versuche nach Standorten und Generationen

Standort	Anzahl der $\begin{matrix} \circ \circ \\ ++ \end{matrix}$	Anzahl gesamt	Anzahl der abgelegten Eier		
			Mittel	Min.	Max.
<b>Gewächshaus</b>					
überwinterte Gen.	103	65712	638,0	230	1346
erste Jahresgen.	86	35356	411,0	146	868
<b>Freiland</b>					
überwinterte Gen.	20	9248	462,4	109	873
erste Jahresgen.	163	77921	478,0	108	1298

Tabelle 24

Vergleich zwischen den Eizahlen der überwinterten Generation an den Standorten Gewächshaus und Freiland

Standort	Eizahl je Weibchen		Max.	Mittel
	Mittel	Min.		
Gewächshaus	638,0	230	1346	100 %
Freiland	462,4	109	873	72,5 % (ohne „M“ = 79 %)

Wir stellen auch die Ergebnisse der Eiablage in den einzelnen Jahren 1957, 1958, 1959 gegenüber, Tab. 25. Die Mittelwerte der Eizahlen für die Gewächshauszuchten werden gleich 100 % gesetzt und der Prozentsatz für die Zuchten im Freiland errechnet.

Tabelle 25

Vergleich der Eizahlen der überwinterten Generation im Gewächshaus und Freilandversuch.

Standort	Gewächshaus				Freiland			
	Eizahl je Weibchen		Eizahl je Weibchen		Eizahl je Weibchen		Eizahl je Weibchen	
	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1957 (E)	543,4	373	748	100 %	541,8	109	873	99,7 %
1958 (E)	634,3	230	1346	100 %	476,8	143	857	75,2 %
1959 (E)	469,0	274	782	100 %	341,2	176	678	72,7 %

Dabei sehen wir das Ergebnis der Zusammenfassung bestätigt und erkennen weiter, daß die Unterschiede in den einzelnen Jahren unter sich Differenzen aufweisen. Die Erklärungen dafür lassen sich aus den jeweils herrschenden Witterungsbedingungen ableiten.

Im Jahre 1957 haben wir keinen Unterschied zwischen den Freiland- und Gewächshauszuchten für die überwinterte Generation feststellen können. Wenn wir den Verlauf der Eiablage an beiden Standorten miteinander vergleichen, so sind die Temperaturbedingungen etwa übereinstimmend; die mittlere Temperatur betrug 17,7 bzw. 18,2 °C. 1958 herrschten während der Eiablagezeit im Gewächshaus sehr günstige Bedingungen - 20,1 °C mittlere Temperatur -, während im Freiland weniger günstige Bedingungen gegeben waren - 16,5 °C mittlere Temperatur, Minimaltemperaturen an 5 Tagen unter 10 °C. Der Eiablageverlauf zeigt deutlich die Hemmungen an, die, wie angenommen werden kann, durch niedrige Temperaturen hervorgerufen wurden, vergl. dazu S. 18. Im Jahre 1959 zeigten die Tiere an beiden Standorten die niedrigste Eiproduktion, im Gewächshaus herrschten während der Eiablage sehr hohe Temperaturen, 23,1 °C wurde als mittlere Temperatur und 32,0 °C als Maximum bestimmt. Die Eiablage war in 3 Tagen (im Mittel in 2,4 Tagen) abgeschlossen. Die Eizahl war unter diesen Bedingungen niedriger als in den anderen Jahren. Wir können wohl annehmen, daß die hohen Temperaturen die Eientwicklung und Eiablage zwar beschleunigten, aber gleichzeitig eine Herabsetzung der Eizahl verursachten. Im Freiland verlief die Eiablage recht ungleichmäßig, vergl. Tab. 21 S. 18; auch bei diesem Versuch wurden während der Eiablage sehr niedrige Minimaltemperaturen nachgewiesen, an 5 Tagen lagen

die Temperaturen unter bzw. bei 10 °C. Einzelne Versuche lagen in günstigeren Witterungsperioden, vergl. Tabelle 17 S. 17. In diesem Versuch lagen die Eizahlen am höchsten, die mittlere Temperatur betrug 20,9 °C. Auch diese Beobachtungen berechtigten uns zu dem Schluß, daß die Temperatur für die Eizahl von Bedeutung ist, daß die überwinterte Generation im Freiland kaum so günstige Bedingungen findet, die es gestattet, daß das Vermehrungspotential ausgenutzt wird.

In der Tabelle 26 sind die Zusammenfassungen aller Versuchsserien der ersten Jahresgeneration im Gewächshaus und im Freiland miteinander verglichen. Die im Freiland angesetzten Zuchten sind den im Gewächshaus laufenden überlegen.

Tabelle 26

Vergleich zwischen den Eizahlen der ersten Jahresgeneration an den verschiedenen Standorten

Standort	Eizahl je Weibchen			Mittel
	Mittel	Min.	Max.	
Gewächshaus	411,0	146	868	100 %
Freiland	478,0	108	1298	116 %

Das spricht für eine bessere Ausnutzung des Fortpflanzungspotentials unter den Freilandbedingungen. Im Gewächshaus traten während dieser Zeit Störungen auf, die durch überoptimale Temperaturen verursacht wurden. Außer einer Verzögerung der Eiablage ergibt sich auch eine geringe Fruchtbarkeit (Fertilität).

Um ein klares Bild der Verhältnisse zu bekommen, werden wir die einzelnen Jahre getrennt betrachten. In der Tabelle 27 sind die Zahlenangaben für die Versuchsserien der Jahre 1955, 1956 und 1958 zusammengestellt.

Tabelle 27

Vergleich zwischen den Eizahlen der ersten Jahresgeneration an den verschiedenen Standorten in einzelnen Jahren.

Standort Jahr	Gewächshaus			Freiland				
	Eizahl je Weibchen			Eizahl je Weibchen				
	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1955 (M)	385,6	166,4	741,0	100 %	543,1	385,0	1036,6	141 %
1956 (M)	389,4	265,3	504,5	100 %	417,8	249,4	780,2	107 %
1956 (E)	535,1	228	868	100 %	408,3	200	789	76 %
1958 (E)	440,5	146	678	100 %	585,6	119	1298	133 %

Tabelle 28

Verlauf der Eiablage der ersten Jahresgeneration in den Massenzuchten im Freiland - n = 16  $\begin{matrix} \circ \circ \\ ++ \end{matrix}$ , angesetzt am 28. und 29. 8. in 2 Käfigen bei einer mittleren Temperatur von 16°.

Datum Tage	Anzahl d. Eier		Temperatur in °C			Luftfeuchtigkeit	
	nach d. Ansetzen	abs. in %	Max.	Min.	20 h Mittel	Min.	20 h
<b>August</b>							
28.	0		22,5	13,0	18,4	17,5	51 84
29.	1/0	109	2,1	20,6	10,5	15,9	15,5 62 77
30.	2/1	512	9,6	17,2	12,0	14,6	13,8 75 85
31.	3/2	320	6,0	18,5	6,9	15,0	12,5 54 78
<b>September</b>							
1.	4/3	1660	31,2	19,9	8,7	18,0	14,5 63 71
2.	5/4	1694	31,9	25,0	13,7	22,2	19,1 54 66
3.	6/5	564	10,6	27,5	15,0	16,8	20,2 55 84
4.	7/6	65	1,2	20,9	10,2	17,0	15,3 46 63
5.	8/7	394	7,4	22,5	9,5	16,1	15,6 47 72
		Summe	5318				
			Ø	332			

Die Ergebnisse der Jahre 1955 und 1958 entsprechen unseren Erwartungen, während im Jahre 1956

keine Steigerung der Eizahlen beobachtet bzw. sogar eine Verringerung um 24% festgestellt wurde. Diese Senkung der Eizahlen bedarf einer besonderen Erklärung. In der Tabelle 28 ist der Verlauf eines Versuchs im Freiland dargestellt, die mittlere Temperatur während der Eiablage lag bei 16,0 °C, die Minimaltemperaturen betragen an 5 von 8 Tagen: 6,9, 8,7, 9,5, 10,2, 10,5 °C.

Niedrige Temperaturen bringen Hemmungen bei der Eientwicklung, Verzögerung der Eiablage und Herabsetzung der Eizahlen. Vergl. S. 18. In der Tabelle 29 sind die Temperaturminima unter 10 °C zusammengestellt für die Zeitabschnitte, während der die Versuchsreihen der ersten Jahresgeneration 1956 abließen, die in den Tabellen 30 und 31 dargestellt sind.

**Tabelle 29**

Zusammenstellung der Temperaturminima unter 10 °C für die Versuchsreihen der ersten Jahresgeneration 1956.

Zeitabschnitt						Zahl der Tage
10. 8. — 20. 8.	9,2	9,2				2
22. 8. — 5. 9.	9,0	8,0	6,9	8,7	9,5	5
1. 9. — 13. 9.	8,7	9,5				2

**Tabelle 30**

Übersicht über die Eiablage der ersten Jahresgeneration in den Massenzuchten im Freiland (1956). +) 10. VIII. bis 5. IX. 7 Tage unter 10 °C.

Zeit	Anzahl d. Käfige		Anzahl d. abgelegten Eier je +			Temperatur in °C			
	OO ++	gesamt	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.	Min.	
11. 8.—20. 8.	13	2	6002	461,7	352,1	637,0	17,2	25,2	9,2 (13. 8.)
28. 8.— 5. 9.	16	2	5319	332,4	249,4	470,7	16,0	27,5	6,9 (31. 8.)
1. 9.—10. 9.	20	3	9150	457,5	346,1	780,2	16,9	27,5	9,5 (5. 9.)
Gesamt	49	7	20471	417,8	249,4	780,2	16,7	27,5	7,0+

**Tabelle 31**

Übersicht über die Eiablage der ersten Jahresgeneration in den Einzelpaarversuchen im Freiland (1956)

Zeit	Anzahl d. Käfige		Anzahl d. abgelegten Eier je +			Temperatur in °C		
	OO ++	gesamt	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Max.	Min.
10. 8.—17. 8.	3	1515	505	308	789	16,4	24,5	9,2 <sup>o</sup> (12. 8.)
22. 8.— 3. 9.	6	1977	329,5	200	533	15,6	27,5	6,9 (31. 8.)
5. 9.—13. 9.	2	999	499,5	271	728	15,7	26,0	9,5 (5. 9.)
Summe	11	4491	408,3	200	789	15,9	27,5	6,9 <sup>o</sup>

Dabei ergibt sich deutlich, daß die Versuchsreihen vom 22. 8. bzw. 28. 8. — 3. 9. bzw. 5. 9. besonders viele Tage mit derart niedrigen Minima aufweisen, während die beiden anderen Reihen wesentlich günstigere Verhältnisse und damit höhere Eizahlen aufweisen (Tabellen 30 und 31).

Wie wir bei späteren Untersuchungen feststellen konnten, kommt als Hauptbegrenzungsfaktor für *M. brassicae* eine Polyederkrankheit in Betracht, diese Krankheit hat nach unseren Beobachtungen im Feldbestand und unserem Freilandinsektarium im Jahre 1956 den Zusammenbruch nach der Massenvermehrung 1954 und 1955 verursacht. Die geringen Eizahlen des Jahres 1956 in unseren Freilandversuchen sind sicher zum Teil auch auf diesen Faktor zurückzuführen (S. 22).

Wenn wir die Eiproduktion der überwinterten Generation mit derjenigen der ersten Jahresgeneration im Freiland vergleichen, so gibt uns eine Zusammenfassung aller Versuchsreihen nur ein unklares Bild, danach besteht zwischen den beiden Generationen, von denen die erste im Juni und die zweite im August erscheint, kein Unterschied bezüglich der mittleren Eizahlen. Eine Übersicht gibt Tab. 32.

Erst ein Vergleich dieser Generationen in den einzelnen Jahren zeigt, daß die erste Jahresgeneration gegenüber der überwinterten Generation im Vorteil ist, was bereits aus dem Maximalwert für die Zahl der abgelegten Eier zu erkennen war. In der Tabelle 33 ist dieses Verhältnis für die Jahre 1957, 1958 und 1959 dargelegt.

**Tabelle 32**

Vergleich zwischen dem Ergebnis der Eiablage der überwinterten Generation und der ersten Jahresgeneration

Standort Freiland	Eizahl der Weibchen			
	Mittel	Min.	Max.	Mittel
überwinterte Gen.	462,4	109	873	100 %
erste Jahresgen.	478,0	108	1298	104 %

**Tabelle 33**

Vergleich der Eiablage der überwinterten Generation mit derjenigen der ersten Jahresgeneration im Freilandversuch.

E = Einzelzuchten

Jahr	Anzahl überwint. Generation			erste Jahresgeneration			Anz. der OO ++		
	Eizahl je Weibchen			Eizahl je Weibchen					
	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.			
1957 (E) 6	541,8	109	873	100 %	640,5	215	1042	118 %	8
1958 (E) 9	476,8	143	857	100 %	585,6	119	1298	123 %	12
1959 (E) 5	341,2	176	678	100 %	525,7	108	1267	115,4 %	23

**Tabelle 34**

Maximale Eiproduktion bei optimaler Temperatur im Bereich von 19 — 21 °C

Zeitl. lfd. Nr.	Ablauf d. Versuches	mittl. Temper.	Maximale Eizahl	überw bzw erste Jahres- generation	Freiland oder Gewächshaus
1.	8. 5.—15. 5.	19,1	1145	überw. Generation	Gewächshaus
2.	3. 5.—10. 5.	18,2	1346	überw. Generation	Gewächshaus
3.	21. 7.—30. 7.	18,9	1298	erste Jahresgen.	Freiland
4.	18. 8.—26. 8.	19,6	1243	erste Jahresgen.	Freiland
5.	26. 7.— 3. 8.	18,8	1267	erste Jahresgen.	Freiland

Dieses Ergebnis wird bei einer Zusammenfassung aller Versuchsreihen durch die niedrigen Eizahlen von 3 Serien stark gesenkt. Es sind die Versuchsreihen von 1956 Massenzuchten und 1956 Einzelzuchten, über die bereits ausführlich gesprochen wurde. Außerdem aber gibt es noch die Versuchsreihe 1959 Massenzucht vom 26. 7. bis 6. 8. mit einer mittleren Eizahl von 409,7 und einer Legedauer von 9 Tagen bei einer mittleren Temperatur von 18,7 °C. Diese Versuchsreihe bestand aus 4 Käfigen mit insgesamt 29 Weibchen und 18 Männchen. In jedem Käfig waren mindestens 7 Weibchen und 4 Männchen untergebracht. Die Verzögerung bei Beginn und Dauer der Eiablage wie auch die niedrige Eiproduktion führen wir zurück auf die gegenseitige Behinderung und Beunruhigung.

Wir können zusammenfassend sagen, daß die höchsten Eizahlen im Freiland von der ersten Jahresgeneration und im Gewächshaus von der überwinterten Generation (zweite Jahresgeneration des Vorjahres) erreicht werden. In der Tabelle 34 sind einige Einzelpaarversuche zusammengestellt, die darauf hinweisen,

daß die höchsten Eizahlen unter bestimmten Temperaturbedingungen festgestellt werden.

Die optimale Temperatur scheint demnach bei 19–21 °C zu liegen. Aus unserer Aufstellung Tab. 22 sind die Versuchsserien herausgezogen, bei denen die mittlere Temperatur über 18,5 °C lag. Die entsprechenden Daten sind in der Tabelle 35 zusammengestellt.

**Tabelle 35**

Übersicht über die Eizahlen je Weibchen, die bei mittleren Temperaturen von 18,7° bis 23,1 °C erreicht wurden. (Auswahl aus Tabelle 22 S. 18 M = Massenzuchten, E = Einzelzuchten, F = Freiland, G = Gewächshaus

lfd. Nr.	mittl. Temper.	Eizahl der Weibchen Mittel	überw. od. erste Jahrg.	Freiland oder Gew.	Anzahl d. O O + +	
1.	18,7	409,7	327,9	518,9	erste Jahrg. 59 F M	29
2.	19,5	525,7	108	1267	erste Jahrg. 59 F E	23
3.	19,6	585,6	119	1298	erste Jahrg. 58 F E	12
4.	20,1	634,3	230	1346	überw. Gen. 58 G E	15
5.	22,9	440,5	146	678	erste Jahrg. 58 G E	4
6.	23,1	469,0	274	782	überw. Gen. 59 G E	5

Die lfd. Nr. 2, 3, 4 entsprechen unserer Annahme, wir finden hier die höchsten mittleren Eizahlen wie auch die höchsten Maximalwerte. Nr. 1 ist als Massenzucht unterlegen, während die Nr. 5 und 6 zurückbleiben, weil die mittleren Temperaturen über das Optimum hinausgehen. Die Temperaturmaxima betragen 38 °C (Nr. 5) und 32 °C (Nr. 6).

Unsere Versuchsergebnisse lassen den Einfluß der Temperatur auf die Eiproduktion klar erkennen. Ein Vergleich der durchschnittlichen Eizahlen, die bei den Gewächshauszuchten und den Freilandzuchten erreicht wurden, zeigt eine Überlegenheit der Zuchten im Gewächshaus für die überwinterte Generation und eine Überlegenheit der Freilandzuchten für die erste Jahresgeneration. Diese höheren mittleren Eizahlen werden jeweils an dem Standort erreicht, der die relativ günstigeren Temperaturverhältnisse aufweist. So ist auch die Steigerung der Eizahlen der ersten Jahresgeneration gegenüber denen der überwinterten Generation im Freiland zu verstehen. Als optimaler Temperaturbereich für die Eiproduktion können Temperaturen zwischen 19° und 21° betrachtet werden. Aus den Angaben von BONNEMAISON (1959) kann entnommen werden, daß das Optimum für die Entwicklung von *M. brassicae* bei 18–22° liegt. Wir betrachten diese Angabe als eine Bestätigung.

In der Literatur wird über den Einfluß der Temperatur auf die Eizahlen bei anderen Insektenarten mehrfach berichtet, so von SCHUBERT (1928) bei *Piesma quadrata* Fieb., WEBER (1931) bei *Trialeurodes vaporariorum* Westw., ZWÖLFER (1930) bei *Pyrausta nubilalis* Hb., ders. (1931) bei *Panolis flammea* Schiff., ders. (1934) bei *Lymantria monacha*, WALOFF u. a. (1948) bei *Ephestia elutella* Hb., OLDIGES (1959) bei *Lymantria monacha* L., *Panolis flammea* Schiff. und *Bupalus piniarius* L., STERN und SMITH (1960) bei *Colias philodice eurythme* Boisouval, DAVID und GARDINER (1962) bei *Pieris brassicae* L.

## 2. Einfluß der Bevölkerungsdichte und einiger anderer Faktoren auf die Eiproduktion

Zum Abschluß unserer vergleichenden Betrachtungen sollen die Eizahlen bei den Massenzuchten mit den bei den Einzelzuchten erzielten miteinander verglichen werden. In der Tabelle 36 ist das entsprechende Zahlenmaterial zusammengestellt.

**Tabelle 36**

Vergleich der Eiproduktion in den Massenzuchten mit der in den Einzelzuchten innerhalb der ersten Jahresgeneration in gleichzeitig laufenden Versuchen. F = Freiland, G = Gewächshaus

Zeit	Anzahl d. O O + + je Käfig	Massenzuchten			Zeit	Einzelzuchten		
		Eizahl je Weibchen	Mittel	Min. Max		Eizahl je Weibchen	Mittel	Min. Max
1956								
11.8.-20.8.	7,5	461,7	352,1	637,0	100	10.8.-17.8.	505,0	308 789 109 F
28.8.-5.9.	8,0	332,4	249,4	470,7	100	22.8.-3.9.	329,5	200 533 99 F
1.9.-10.9.	6,3	457,5	346,1	780,2	100	5.9.-13.9.	499,5	271 728 109 F
1959								
26.7.-6.8.	7,2	409,7	327,9	518,9	100	24.7.-13.8.	525,7	108 1267 128 F
1956								
28.8.-9.9.	7	389,4	265,3	504,5	100	5.8.-27.8.	535,1	228 868 137 G

Daraus ergibt sich eine Überlegenheit der Einzelzuchten über die Massenzuchten. Sie wird auf die gegenseitige Behinderung innerhalb dieser zurückgeführt werden können. Diese Überlegenheit ist nicht in allen Fällen deutlich, wenn andere Faktoren sich stärker auswirkten wie z. B. in einem Falle, in dem auch die Einzelzuchten infolge niedriger Temperaturen Hemmungen zeigten (Tab. 28, 29; 30, 31). Die Populationsdichte hat also auch einen deutlichen Einfluß auf die Höhe der Eiproduktion.

Diese Schlußfolgerung finden wir in der über diesen Faktor vorliegenden Literatur bestätigt. So berichten PEARL (1926), ROBERTSON und SANG (1944), CHIANG und HODSON (1950) über Beobachtungen an *Drosophila*, zusammengefaßt von TISCHLER (1955), BODENHEIMER (1958) beobachtete diesen Einfluß ebenfalls bei *Drosophila*. Mit *Tribolium confusum* arbeiteten MACLAGAN und DUNN (1936) sowie BODENHEIMER (1958).

Unter den Freilandversuchen des Jahres 1957 liegt eine Versuchsserie vor, die vom 28. 8. bis 6. 9. durchgeführt wurde und die erste Jahresgeneration betraf. In der Tabelle 37 ist der Verlauf der Eiablage für einen Teil der Versuchsreihe wiedergegeben.

**Tabelle 37**

Verlauf der Eiablage der ersten Jahresgeneration im Freilandversuch (Einzelzuchten) 1957 - n = 200, angesetzt am 23. 8., durchschnittliche mittlere Tagestemperatur 12,9 °C

Datum dem Ansetzen	Tage nach dem Ansetzen	Anzahl der Eier gesamt	der Eier in %	Temperatur			Luftfeuch.	
				Max.	Min.	20 <sup>h</sup> Mittel	Min.	20 <sup>h</sup>
Aug.								
23.	0	0		21,4	9,0	20,2	13,8	53 66
24.	1	0		15,2	12,0	13,8	13,2	66 70
25.	2	0		21,0	8,9	14,5	12,9	46 76
26.	3	415	25,2	17,0	9,9	13,2	12,6	56 75
27.	4	121	7,4	18,0	11,0	12,2	13,0	58 83
28.	5	343	21,0	18,2	9,0	12,0	12,6	56 83
29.	6	105	11,3	18,0	9,8	12,7	12,3	58 75
30.	7	158	9,6	17,0	9,6	13,8	12,9	54 70
31.	8	90	5,5	17,5	9,8	10,2	12,7	52 84
Sept.								
1.	9	78	4,8	13,8	10,0	13,3	12,9	— 68
2.	10	163	9,8	18,2	11,0	14,0	14,3	64 84
3.	11	52	3,2	17,8	12,0	11,3	13,3	48 74
4.	12	36	2,2	18,3	6,0	11,0	11,8	48 72
Summe		1561						
Mittel		780,5						

Das Endergebnis des Versuches war folgendes:

Anzahl der O O + +	Anzahl der abgelegten Eier gesamt	Mittel		Temperatur	
		Min.	Max.	Mittel	Max.
8	5124	640,5	215	1042	13,4 21,2

Trotz niedriger Temperatur ist die Eiproduktion sehr hoch und entspricht den sonst bei höheren Temperaturen erzielten. Bezüglich der Lebensdauer ergibt sich Übereinstimmung mit den von uns errechneten Werten. Wir müssen annehmen, daß in diesem Fall noch andere Faktoren wirksam werden. Es ist bekannt, daß auch der Verlauf der Jugendentwicklung, die Ernährung der Raupen wie auch die erblichen Anlagen einen Einfluß auf die Eiproduktion (Fertilität) haben. Außerdem sei noch einmal auf die Unzulänglichkeit der Anwendung der Wärmesummenregel hingewiesen, denn der Temperaturmittelwert (13,4) liegt unmittelbar bei dem Schwellenwert, der 13,1° beträgt. Er stellt einen Extremwert dar, auf den die Wärmesummenregel nicht anwendbar ist.

Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß nach dem bisher vorliegenden, noch unzureichenden Material möglicherweise auch die bei *M. brassicae* L. auftretende Polyedrose einen bedeutenden Einfluß auf die Fertilität hat. VEBER und JASIC (1961) haben die Reduktion der Eizahlen bei *Bombyx mori* nach subletaler Infektion der Raupen mit *Nosema bombycis* Naegeli festgestellt. Für *Mamestra brassicae* L. ist dieser eindeutige Nachweis bei einer Polyedererkrankung noch zu führen.

Man könnte vermuten, daß auch die Schwankungen der Luftfeuchtigkeit, insbesondere das Absinken bei starker Sonneneinstrahlung, einen hemmenden Einfluß auf die Eientwicklung haben. Wir können wohl annehmen, daß diese Schwankungen nur eine sehr geringe Wirkung haben, da die Luftfeuchtigkeit während der abendlichen Aktivitätsperiode, etwa 1/2 Stunde nach Sonnenuntergang, immer Werte von 60–70% erreicht. Während der Sonnenscheinstunden halten sich die Tiere innerhalb des Pflanzenbestandes auf, dort bleibt die Luftfeuchtigkeit wohl ausreichend hoch.

### III. Die Bedeutung der Temperaturabhängigkeit für die Massenvermehrung

Die Auswertung der Beobachtungen über die Temperaturabhängigkeit der Eiablage von *Mamestra brassicae* L. hat ergeben, daß eine gesetzmäßige Abhängigkeit der Lebensdauer beider Geschlechter, des Beginns, der Dauer und des Verlaufs der Eiablage besteht. Weiter zeigte sich auch die Eiproduktion selbst temperaturabhängig. Eine mittlere Temperatur zwischen 19–21 °C kann als Optimum für die Eiproduktion angesehen werden. Überoptimale und niedrige Temperaturen, vor allem Temperaturen über 30 °C und unter 10 °C hemmen die Eientwicklung, es kommt zu Verzögerungen der Eiablage, ebenso bleiben die Eizahlen geringer. Als mittlere Eizahl für *M. brassicae* kann 500 gelten, als mittleres Maximum 900. Bei günstigen Temperaturbedingungen wird die mittlere Zahl von 500 überschritten und bei ungünstigen Verhältnissen bleibt die Eiproduktion geringer. Im allgemeinen haben die Weibchen der überwinterten Generation weniger günstige Verhältnisse, das Reproduktionspotential kann nicht ausgenutzt werden. Erst die Falter der ersten Jahresgeneration finden günstigere Bedingungen vor. So läßt sich erklären, daß meist die Raupen der zweiten Jahresgeneration stark schädigend auftreten. Die Eiablage ist die erste Voraussetzung für eine Massenvermehrung. Sind die Bedingungen für eine hohe Eiproduktion gegeben, so können bei entsprechenden Verhältnissen für die Embryonalentwicklung und die postembryonalen Stadien sehr schnell hohe Befallszahlen erreicht werden. Die Schadenswirkung kann sich schon bei einer geringen

Steigerung des Befalls stark erhöhen. Unter unseren Klimabedingungen treten in jedem Jahr zwei Generationen von *M. brassicae* L. auf, von denen die zweite im Puppenstadium überwintert, also in eine Diapause eintritt. Läßt man die Puppen im Freiland überwintern und bringt sie frühzeitig genug, etwa März/April in das Gewächshaus, so gelingt es auch bei uns, drei Generationen heranzuziehen, von denen die letzte überwintert. So ist es also leicht zu erklären, daß sich in den Landschaften, in denen der Frühlingsbeginn zeitig genug eintritt, drei Generationen entwickeln, wie es für Bulgarien nachgewiesen ist. Für das Eintreten in die Diapause ist die Photoperiode von Bedeutung. Durch eine 16stündige Belichtung der Raupen kann erreicht werden, daß die Diapause bei einem großen Teil der Tiere nicht ausgelöst wird, wie BONNE-MAISON (1959) berichtete. Wenn also die erste Generation zeitig genug heranwachsen kann, besteht die Möglichkeit, daß eine zweite Generation entsteht, die sich unter den günstigen Bedingungen des Langtages von 16 Stunden entwickelt und nicht in die Diapause eintritt oder doch nur zu einem geringen Anteil. Das gilt auch für die bulgarischen Verhältnisse, wie NIKOLOVA (1946) berichtete. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der beiden ersten Generationen ist von der Temperatur abhängig; wachsen beide unter günstigen Bedingungen heran, so wird die dritte Generation sich zu derselben Zeit entwickeln wie sonst die zweite. Dadurch, daß die erste Generation im Gewächshaus gehalten wurde, erschien die zweite Ende Juni, wenig später als die sonst im Freiland sich entwickelnden Raupen der ersten Generation. Bei der Aufhebung der Diapause ist außer der Lichteinwirkung auch die Temperatur von Bedeutung (BONNEMAISON 1960 und MASAKI 1956).

Übersicht (Generationenfolge 1960).

Im folgenden wird eine Übersicht gegeben über die Generationenfolge von *Mamestra brassicae* L. in unseren Zuchten im Jahre 1960

Freiland		Gewächshaus	
		Puppen in d. Gewächshaus gebracht	23. 3.
		Falter schlüpfen ab	16. 4.
		Eiablage begann	18. 4.
		I. Generation	} 14,5-16 Stunden- Tag
		erste Puppen nach	
		45 Tagen vorhanden	
		Falter schlüpfen ab	18. 6.
		Eiablage begann	22. 6.
		II. Generation	} 16,3-15,5 Stunden- Tag
		erste Puppen nach	
		38 Tagen vorhanden	
		Falter schlüpfen ab	17. 8.
		Eiablage begann	21. 8.
		III. Generation	} 14-11,5 Stunden- Tag
		erste Puppen nach	
		46 Tagen vorhanden	
		Überwinterung	6. 10.)
Falter schlüpfen ab	30. 5.		
Eiablage begann	6. 6.)	16	
I. Generation		} 16 Stunden- Tag	
erste Puppen nach			
44 Tagen vorhanden	19. 7.		
Falter schlüpfen	17. 8.		
Eiablage begann	25. 8.)	14,0-10,6	
II. Generation		} 14,0-10,6 Stunden- Tag	
erste Puppen nach			
4 Tagen vorhanden	17. 10.)		
Überwinterung			

### IV. Anwendung der bisher vorliegenden Ergebnisse für die kurzfristige Prognose

Es ist uns heute möglich, das Auftreten der ersten Falter durch Lichtfang oder durch Beobachtung der Eiablage festzustellen. An Hand der vorliegenden Versuchsergebnisse können wir nach der Beobachtung des Flugbeginns und des weiteren Verlaufes des Falterfluges die Termine für den Beginn und die Bedeutung der Eiablage auf Grund ihrer Temperaturabhängigkeit vorausberechnen. In einer späteren Mitteilung werden wir über die embryonale und postembryonale Entwicklung und ihre Abhängigkeit von der Temperatur berichten können. Die dann vorliegenden Ergebnisse werden es uns ermöglichen, auch über den

Beginn des Raupenfraßes und damit über den günstigsten Bekämpfungstermin eine Aussage zu machen. Auf Grund der Temperaturaufzeichnungen sind heute schon Rückschlüsse möglich auf die Eizahl, gegebenenfalls auch auf die Anzahl der zu erwartenden Raupen, die Größe des etwa eintretenden Schadens und die Notwendigkeit der Bekämpfung. So erlauben uns die vorliegenden Versuchsergebnisse eine kurzfristige Prognose über das Auftreten der Kohleule. Wenn wir die Bedingungen für die Unterbrechung der Diapause im Frühjahr kennen, werden wir den Termin des Schlüpfens der Falter vorausberechnen und die Beobachtungen über Falterflug und Eiablage nur noch als Kontrolle für die Berechnung betrachten können. Eine langfristige Prognose kann erst auf Grund weiterer Kenntnisse über die Populationsschwankungen des Schädling und deren Ursachen gegeben werden. Auch zu diesem Punkt liegen Teilergebnisse vor (NOLL 1962). Einige Begrenzungsfaktoren für das Massenaufreten sind uns bekannt. Das Ineinandergreifen dieser Faktoren und ihr Wirken innerhalb der Populationen über verschiedene Jahre hin müssen noch überprüft werden.

#### V. Ökonomische Bedeutung der gewonnenen Versuchsergebnisse

Im vorhergehenden Abschnitt wurde dargelegt, inwieweit eine Prognose gegeben werden kann. Im Anschluß an Beobachtungen beim Lichtfang kann der Termin für den Beginn der Eiablage wie auch für deren Beendigung errechnet werden. Wir gewinnen so Anhaltspunkte für die Beobachtungen der Eiablage im Freiland. Die Feststellung der optimalen Bedingungen für die Eiablage erlaubt Rückschlüsse über den zu erwartenden Befall. Um den günstigsten Bekämpfungstermin festlegen zu können, wird der Raupenfraß beobachtet. Sobald die Fraßspuren an den äußeren Blättern sichtbar werden, müssen die Bekämpfungsmaßnahmen einsetzen. Nur dieser Termin kann einen befriedigenden Erfolg bringen, weil die Raupen vom 3. Stadium an beginnen, sich in das Innere der Kohlköpfe bzw. Blumenkohlrösen hineinzufressen. Sie sind dann kaum noch zu erfassen, außerdem wird die Marktfähigkeit der Kohlköpfe bzw. Blumenkohlrösen durch den bereits vorhandenen Fraßschaden stark beeinträchtigt. Unsere vorliegenden Ergebnisse ermöglichen es dem Warndienst, rechtzeitig die Gefahr zu erkennen und auf die Notwendigkeit der Bekämpfung hinzuweisen. Dies ist um so wichtiger, weil der Schädling auch bei geringfügigem Auftreten bereits größeren Schaden anrichten kann. Eine Raupe kann einen Kohlkopf so stark beschädigen, daß er nicht mehr lagerfähig ist. Die entstandenen Verletzungen sind Einlaßstellen für Fäulniserreger, diese Gefahr wird noch verstärkt durch die Kotablagerungen des Schädling. Die rechtzeitige Bekämpfung verhütet das Auftreten dieser Schäden und sichert so den Ernteerfolg und die gute Lagerfähigkeit des Spätkohls.

#### VI. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Im Anschluß an das letzte verbreitete Massenaufreten von *Mamestra brassicae* L. wurden Untersuchungen über die Ökologie des Schädling begonnen. Die vorliegende Arbeit bringt einen Bericht über die Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer der Imagines, des Beginns und der Dauer der Eiablage sowie der Eiproduktion.

2. Die Tiere wurden unter verschiedenen Außenbedingungen gehalten, Massen- und Einzelzuchten sowie Gewächshaus- und Freilandzuchten wurden durchgeführt. In die Versuche waren 410 Weibchen und 426 Männchen einbezogen. Die Beobachtung der Tiere begann mit dem Schlüpfen der Falter. Flugzeit, Beginn, Verlauf und Dauer der Eiablage wurden festgestellt. Die Versuche erfassen eine Temperaturspanne von 13,4 bis 23,1 °C.

3. Die mittlere Lebensdauer betrug für die Weibchen 12,8 – 5,9 Tage, für die Männchen 11,3 – 5,2 Tage. Eine rechnerische Erfassung der Temperaturabhängigkeit mit Hilfe der Blunck'schen Wärmesummenregel ist möglich:  $t(T - 5,5) = 103$  für die Weibchen,  $t(T - 5,3) = 92$  für die Männchen.

4. Die Eiablage begann nach 4,4 bis 0,8 Tagen. Die Temperaturabhängigkeit des Beginns der Eiablage kann ebenfalls rechnerisch erfaßt werden:  $t(T - 11,3) = 11,5$ . Länger anhaltende Temperaturen über 30 °C wirkten hemmend, die Eiablage setzte verspätet ein.

5. Die Dauer der Eiablage wurde mit 14,7 bis 2,4 Tagen bestimmt. Die Anwendung der Wärmesummenregel war möglich:  $t(T - 13,1) = 26$ .

6. Auch der Verlauf der Eiablage ist temperaturgebunden. Niedrige Temperaturen und Temperaturstürze hemmten den Verlauf, ebenso verzögerte sich die Eiablage. Dasselbe gilt auch für überoptimale Bedingungen – Temperaturen über 30 °C. Höhepunkte im Verlauf der Eiablage sind eine Folge des Temperatureinflusses auf das Wachstum und die Reifung der Eier. Außer der Temperatur sind auch andere Faktoren wirksam.

7. Die Eizahlen (Eiproduktion) lassen eine unmittelbare Temperaturabhängigkeit erkennen. Vergleiche zeigen, daß im Gewächshaus die Weibchen der überwinterten Generation und im Freiland diejenigen der ersten Jahresgeneration überlegen sind. Als optimale Temperaturen für die Eiablage können mittlere Temperaturen von 19 – 21 °C gelten.

8. Bei den Massenzuchten kam es infolge der hohen Dichte zu einer Verringerung der Eizahlen.

9. Als weiterer Faktor, der die Eiproduktion hemmt, kann auch die für *Mamestra brassicae* nachgewiesene Polyedrose in Frage kommen.

10. Die gewonnenen Erkenntnisse geben uns die Möglichkeit, einige Erscheinungen des Massenwechsels dieses Schädling zu verstehen. Die erste Generation wird nur in Ausnahmefällen den stärkeren Schaden verursachen.

11. Die bisher vorliegenden Ergebnisse gestatten eine kurzfristige Prognose über den Beginn und die Dauer der Eiablage, in gewissem Umfang auch über die Stärke der Eiablage.

#### Резюме

Настоящие исследования занимаются зависимостью долговечности имажинес, начала, протекания и продолжительности яйцекладки капустной совки (*Mamestra (Barathra) brassicae* L.) от температуры. Эти зависимости арифметически уловимы при помощи Влунского правила о суммах теплоты. Температуры выше оптимальных (выше 30°) задерживают начало и протекание яйцекладки. Низкие температуры (ниже 10°) и резкое падение температуры задерживают протекание яйцекладки. Также количества яиц ясно проявляют

зависимость от температуры. В теплице самки перезимовавшего поколения превосходят других, в открытом грунте — самки первого годового поколения. Оптимальными считаются средние температуры от 19 до 21°. Тормозящим фактором, влияющим на количество яиц, кроме того можно считать полиэдроз. Результаты допускают краткосрочный прогноз начала и продолжительности яйцекладки.

### Summary

The present investigations deal with the imagines' depending on temperature as to their longevity, the beginning, the course, and the duration of the oviposition of the cabbage moth (*Mamestra (Barathra) brassicae* L.). The dependencies can be stated numerically by means of the Blunck rule of the thermic summation (Wärmesummenregel). Super-optimal temperatures (above 30 °C) are of an inhibitive effect on the beginning and the course of the oviposition. Low temperatures (below 10 °C) and a rapid fall of temperature check the course of the oviposition. The numbers of eggs, too, are of an evident dependence on temperature. At the glass house, the females of the hibernated generation are predominant, in the open those of the first generation of the year. Moderate temperatures of 19 – 21 °C can be regarded as an optimum. Also a polyedrosis can be an inhibitive factor to the oviproduction. The results allow a shortly limited prognosis concerning the beginning and the duration of the oviposition.

### Literaturverzeichnis

- ALLE, PARK, O., EMERSON, PARK Th. u. SCHMIDT: Principles of animal ecology. 1949, Philadelphia und London.  
 BERGMANN, A.: Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, Bd. 4, 1. und 2. Teil: Eulen 1954, Jena  
 BODENHEIMER, F.: Animal ecology to-day 1958, Den Haag  
 BONNEMAISON, L.: Remarques sur la diapause de la noctuelle de chou - *Mamestra brassicae* L. Bull. Soc. entomol. France 1959, 64, 142 – 151  
 BONNEMAISON, L.: Elimination de la diapause chez la noctuelle de chou (*Mamestra brassicae* L.) Bull. Soc. ent. Fr. 1960, 65, 73 – 78  
 BUND, VAN DEN, C. F.: Lepidoptera-vangsten, verricht met een electrocutie vauglamp op het proefterrein van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen. Versl. en Meded. Plantenz. K. Dienst no. 127, 1955, 177 – 185  
 --: De Lepidoptera-vangsten van 1955 vergeleken met die van 1954. Versl. en Meded. Plantenz. K. Dienst no. 129, 1956, 150 – 152  
 CROMBIE, A. C.: The effect of crowding upon the oviposition of graininfesting insects. J. Exper. Biol. 1942, 19, 311 – 340  
 DAVID, W. A. L. u. GARDINER, B. O. C.: Oviposition and the hatching of the eggs of *Pieris brassicae* L. in a laboratory culture Bull. entomol. Res. 1962, 53, 91 – 109  
 KOVACS, L.: Die Bedeutung der Angaben über die Flugzeiten der Schmetterlinge bei Lepidopterologischen Forschungen. Acta zool. Akad. scient. Hung. 1959, 5, 115 – 139

- MACLAGAN, D. S.: The effect of population density upon rate of reproduction with special reference to insects. Proc. Roy. Soc. London s. B. 1932, 111, 437 – 454  
 MACLAGAN, D. S. u. DUNN, E.: The experimental analysis of the growth of an insect population. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 1936, 55, 126 – 139  
 MASAKI, S.: The effect of temperature on the termination of pupal diapause in *Barathra brassicae* L. Jap. I. appl. zool. 1956, 21, 97 – 107; Rev. appl. entom. (A) 1958, 46, 363  
 MORS, H.: Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. Monograph z. angew. Entomol. Nr. 15 Berlin 1942. 176 – 206  
 MÜLLER, F. P.: Noctuidae in Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer) Bd. IV 1. Teil 2. Lieferung 5. Aufl. 1953, 379 – 380, Berlin, Verlag Paul Parey  
 NIKOLOVA, W.: Die Kohleule, (*Mamestra (Barathra) brassicae* L.) als Kohlschädling in Bulgarien und ihre Bekämpfung. Bulgarisch mit engl. Zusammenfassung. Agr. Sci. Plant industry Sofia 1946, 1, 123 – 156  
 NOLL, J.: Über den Einfluß von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit auf die Larven und Puppen der Kohldrehherzmücke (*Contarinia nasturtii* Kieffer) als Grundlage für die Vorausberechnung des ersten Schlüpftermins im Frühjahr. Archiv für Gartenbau 1959, 7, 362 – 415  
 --: a) Über den Einfluß der Umweltfaktoren auf die Eiablage der Kohleule (*Barathra brassicae* L.) (Vorläufige Mitteilung) Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 104, 1961, 143 – 145  
 --: b) Über die Begrenzungsfaktoren für die Massenvermehrung von *Mamestra brassicae* L. (Kohleule) Symposium: Pflanzenschutz im Gemüsebau im Inst. f. Phytopathol. Aschersleben 21 – 22. 6. 61 Tagungsber. der DAL Nr. 51, 1962, 33 – 44  
 OLDIGES, H.: Der Einfluß der Temperatur auf Stoffwechsel und Eiproduktion von Lepidopteren. Z. angew. Entomol. 1959, 44, 115 – 166  
 PEARL, R.: The influence of density of population upon egg production in *Drosophila melanogaster*. J. Exper. Zool. 1932, 63, 57 – 84  
 ROBERTSON, F. W. und SANG, J. H.: The ecological determinants of population growth in a *Drosophila* culture. I. Fecundity of adult flies. Proc. Roy. Soc. London, s. B. 1944, 132, 258 – 277  
 SCHUBERT, W.: Biologische Untersuchungen über die Rübenblattwanze *Pisuma quadrata* Fieb. im schlesischen Befallsgebiet. Z. angew. Entomol. 1928, 13, 129 – 155  
 SPEYER, W.: Entomologie 1937, Dresden und Leipzig  
 STERN, V. M. und R. F. SMITH: Factors affecting egg production and oviposition in populations of *Colias philodice eurytheme* Boisduval (*Pieridae*). Hilgardia 1960, 29, 411 – 454  
 TISCHLER, W.: Synökologie der Landtiere. 1955, Stuttgart  
 VEBER, J. und JASIE: Microsporidia as a factor in reducing of the fecundity in insects. J. insect. Pathology 1961, 3, 103 – 111  
 WALOFF, N., J. NORRIS, u. E. C. BROADHEAD: Fecundity and longevity of *Epehestia elutella* Hübner. Transact. Roy. Entom. Soc. London 1948, 99, 124 – 267  
 WEBER, H.: Biologie der Hemipteren Berlin 1930  
 --: Lebensweise und Umweltbeziehungen von *Trialeurodes vaporariorum*. Z. Morph. Ökol. Tiere 1931, 23, 575 – 753  
 --: Lehrbuch der Entomologie, 1933, Jena  
 WELLENSTEIN, G.: Zum Massenwechsel der Nonne. Monograph. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1942, 207 – 278, Berlin  
 WIGGLESWORTH, V. B.: Physiologie der Insekten, übers. von M. Lüscher. 2. Auflage, 1959, Basel und Stuttgart  
 ZWÖLFER, W.: Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) in Süddeutschland. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft 17, 1930, 459 – 499  
 --: Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kiefernraupen - *Panolis flammea* Schiff. Z. angew. Entom. 1931, 17, 475 – 562  
 --: Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. Z. f. angew. Entomol. 1934, 20, 1 – 50

Herausgeber: Deutsche Demokratische Republik · Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin · Biologische Zentralanstalt (Kleinmachnow und Aschersleben). – Schriftleitung: Prof. Dr. A. HEY, Kleinmachnow, Stahnsdorfer Damm 81. – Verlag: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin N 4, Reinhardtstr. 14, Fernsprecher: 42 56 61; Postcheckkonto: 200 75. – Erscheint monatlich einmal. – Bezugspreis: Einzelheft 2,- DM. Vierteljahresabonnement 6,- DM einschließlich Zustellgeb. – Postzeitungsliste eingetragen. – Bestellungen über die Postämter, den Buchhandel oder beim Verlag. – Bezug für das Ausland, Bundesgebiet und Westberlin über den Buchhandel oder den Deutschen Buch-Export und -Import in Leipzig, Leninstr. 16. Bezugspreis: Monatlich 2,- DM, vierteljährlich 6,- DM. – Anfragen an die Redaktion bitten wir direkt an den Verlag zu richten. – Alleinige Anzeigen-Annahme DEWAG-Werbung, Berlin C 2, Rosenthaler Str. 28/31, Telefon: 42 55 91, und alle DEWAG-Filialen in den Bezirksstädten der DDR. – Postcheckkonto: Berlin 1456, Zur Zeit ist Anzeigenliste Nr. 4 gültig. Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. ZLN 1170 – Druck IV-1-18, Salzland-Druckerei Staßfurt. – Nachdruck, Vervielfältigungen, Verbreitungen und Übersetzungen in fremde Sprachen des Inhalts dieser Zeitschrift – auch auszugsweise mit Quellenangabe – bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Verlages.