

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 23 (1950)

**Heft:** 2: Festschrift zur Feier des 70. Geburtstages unseres hochverehrten Lehrers und väterlichen Freundes Herrn Prof. Dr. O. Schneider-Orelli

**Artikel:** Untersuchungen über die Diapause der Puppe der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. (Dipt. Trypetid.)

**Autor:** Wiesmann, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401100>

### Nutzungsbedingungen

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

### Conditions d'utilisation

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

### Terms of use

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

**Download PDF:** 21.02.2026

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

# Untersuchungen über die Diapause der Puppe der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. (Dipt. Trypetid.)

von

ROB. WIESMANN

Basel

## Einleitung

Anlässlich eingehender Untersuchungen über die Ökologie und Bekämpfung der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* L., in den Jahren 1932—1938 (vergl. WIESMANN, 9, I—III) habe ich das Phänomen der Diapause bei der Puppe dieser Diptere von ökologisch-physiologischen- und z. T. auch von morphologischen Gesichtspunkten aus studiert und diese Untersuchungen zu einem gewissen, vorläufigen Abschluss bringen können. Da neuerdings die Prognose für den besten Zeitpunkt der Bekämpfung dieses Dauerschädlings mit Kontaktinsektiziden wieder aktuell geworden ist (SCHNEIDER und VOGEL 6) und hier die Diapause der Puppe indirekt eine Rolle spielt, erschien es mir angezeigt meine diesbezüglichen Untersuchungen bekannt zu geben. Sie können für die genannte Prognose von Nutzen sein.

## I. Ökologische Beobachtungen über die Diapause der Kirschfliegenpuppe unter normalen Freilandbedingungen

Zur Zeit der Spätkirschenreife, vielfach etwas früher, Ende Juni bis Mitte-Ende Juli, verlassen die ausgewachsenen Kirschfliegenlarven die befallenen Früchte und graben sich zur Verpuppung oberflächlich in den Boden unter den Kirschbäumen ein. Innert 3—6 Tagen verwandelt sich die Larve aus der Vorpuppe in die eigentliche Puppe, die von der alten, stark mit Kalk inkrustierten Larvenhaut, dem Tönnchen, umschlossen wird. Je nach der herrschenden Bodentemperatur geht

die innere Umbildung im Puppenkörper 8—14 Tage weiter, wobei der bereits in der Vorpuppe beginnende phagozytäre Abbau der larvalen Organe weiter schreitet. Diese Entwicklung dauert höchstens bis Mitte August. Dann reißt die histologisch sichtbare Entwicklung ab und die Puppe bleibt auf einem ziemlich primitiven Stadium stehen und überdauert so den Winter. Erst im März-April des folgenden Jahres findet unter natürlichen Verhältnissen, unter der Einwirkung der steigenden Bodentemperatur die Weiterentwicklung zur fertigen Fliege statt.

Auffallend an dieser Puppenentwicklung unter Freilandbedingungen ist nun, dass im August und September, wo doch die Temperaturen zur Weiterentwicklung noch vollauf gegeben wären, die Puppe ihre Weiterbildung einstellt und in eine echte Diapause, ein Ruhestadium im Sinne von WHEELER (8) und HENNEGUY, (4) eintritt.

### 1. *Die Dauer der Diapause unter normalen Freilandbedingungen*

Es ist bekannt, dass bei heterodynamen (5), monovoltinen Insekten die Diapause durch optimale Entwicklungstemperaturen erst nach einer mehr oder weniger langen Ruhepause gebrochen und die Weiterentwicklung in Schwung gebracht werden kann. Zudem geschieht unter normalen Umständen die Reaktivierung aus der Diapause nur bei längerer Einwirkung von Kälte (WIGGLESWORTH 12).

Die erste Frage, die sich stellte und über die in der Literatur nur ungenügende Angaben zu finden sind, lautete: *Wie lange dauert unter normalen Freilandbedingungen bei der Kirschfliegenpuppe die Diapause, bis sie durch Wärmereize restlos überwunden werden kann?*

#### a) *Material und Technik*

Die Versuche wurden jeweils mit frischem, neuem Material in den drei Jahren 1935, 1936 und 1937 durchgeführt. Ich verwandte hiezu ein grosses Puppenmaterial, gewonnen aus ca. 300 kg stark wurmigen Kirschen, die jeweils im Dachboden des Laborgebäudes der Eidg. Versuchsanstalt in Wädenswil auf Drahtgittern ausgebreitet wurden. Die jährlich erhaltenen 30 000—40 000 Puppen wurden zu je 100 in bodenlose, unten mit Drahtgaze verschlossene Glastuben abgefüllt und mit Sand 2—3 cm überdeckt. Diese Tuben stellte man in Sandkisten. Sie wurden dann im Freien dem Regen exponiert aufgestellt. Die Puppen verbrachten also den Winter unter möglichst natürlichen Bedingungen.

In allen 3 Jahren wurden von Anfang August an in wöchentlichen Intervallen je 100 Puppen aus dem Freien in einem Brutraum zu 22° C gebracht und dort getrieben. Ein Teil dieser Puppen wurde beim Treiben feucht, der andere trocken gehalten, um eventuelle Unterschiede im Überwinden der Diapause und in der Entwicklungsgesch-

windigkeit unter diesen verschiedenen Verhältnissen festzustellen. Es zeigte sich aber, dass die beiden Proben sich an der Wärme ganz gleich verhielten, sodass ich in den folgenden Jahren nur noch trocken trieb.

Wie Mikrotomschnitte ergaben, waren die Puppen der ersten und vielfach auch noch der zweiten an die Wärme genommenen Probe noch nicht im Diapausestadium angelangt, sondern noch in voller Entwicklung. Von der dritten Probe an waren in allen Fällen die Puppen in Diapause getreten.

Die wöchentlichen Probeentnahmen wurden jeweils bis Mitte Mai durchgeführt, also kurz bis zu dem Zeitpunkte, wo gewöhnlich im Freien die ersten Kirschfliegen zu schlüpfen begannen.

Für histologische Untersuchungen entnahm man dem Freilandmaterial gleichzeitig mit den zu treibenden Proben je 10 Puppen, die in Carnoy fixiert, später in Mikrotomschnittserien zerlegt wurden. Dieses grosse Schnittmaterial ist zum grössten Teil untersucht, doch kann hier auf die Resultate dieser Untersuchungen nur so weit eingegangen werden, als es zum besseren Verständnis der vorliegenden Versuche nötig erscheint. Es ist vorgesehen über die histologischen Veränderungen während der natürlichen Überwinterung der Kirschfliegenpuppe im Zusammenhange mit der Diapause gelegentlich eine entsprechende Arbeit zu publizieren.

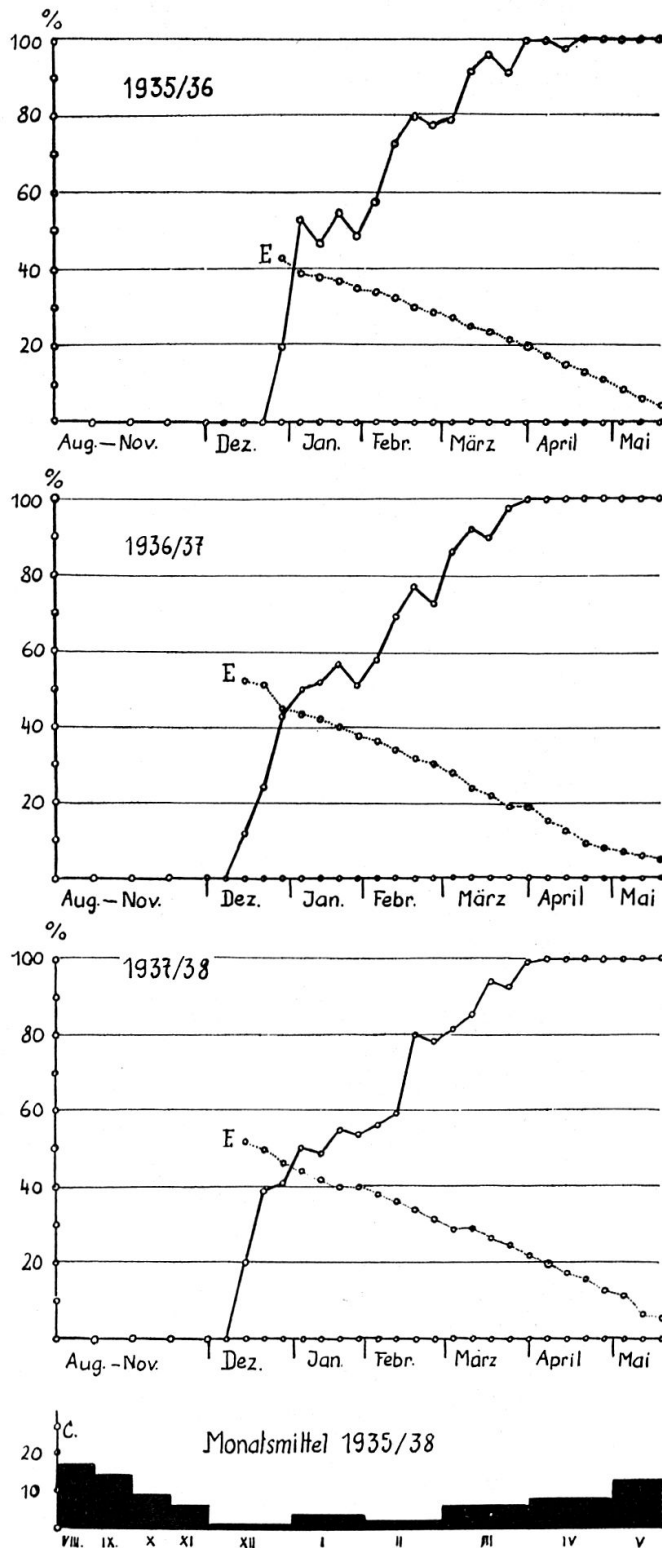
#### b) *Ergebnisse der Treibversuche*

Die Ergebnisse dieser fortschreitenden Treibversuche des Freilandmaterials der drei Jahre 1935—1937 sind in der Kurventafel von Abb. 1 festgehalten. *Die drei Kurven stimmen recht gut mit einander überein, sodass angenommen werden darf, dass durch sie der allgemein gültige Ablauf der Beendigung der Diapause der cerasi-Puppe erfasst wurde.*

Wie bei andern Insekten mit Diapause entwickelt sich die Kirschfliegenpuppe, wenn sie von ihrer Bildung an, d. h. im August, konstant bei 22° C gehalten wird nicht weiter. Zu den normalen Zeiten wurden aus diesem Material keine Fliegen erhalten. Bei den sonst optimalen Temperaturen verharren die Fliegen in Diapause. Dies gilt gleicherweise für alle Puppen, die den September, Oktober, November und die erste Hälfte des Dezember im Freien verbrachten und erst dann bei 22° C zum Treiben kamen. *Die Diapause war demzufolge beim Freilandmaterial bis Mitte Dezember nicht gebrochen.* Diese gut 4 Monate dauernde Ruheperiode der Puppen genügte als Anreiz zur Beendigung der Diapause und damit zur Weiterentwicklung noch nicht. Daraus ist mit aller Deutlichkeit ersichtlich, dass unter natürlichen Bedingungen im selben Jahre eine zweite *cerasi*-Generation unmöglich ist, auch wenn die Bodentemperaturen von Ende Juli bis Anfangs Oktober dazu noch günstig wären. Wie sich diese Puppen,



bei denen die Diapause durch Wärmeeinflüsse noch nicht gebrochen werden konnte, weiterhin verhielten, werden wir in einem späteren Kapitel feststellen.



Ein erster Treiberfolg war bei den Proben, die gegen Ende Dezember an die Wärme kamen, zu verzeichnen. Von den je 100 Puppen ergaben aber jeweils nur ca. 20 % Fliegen. Nur diese hatten die Diapause überwunden, während die restlichen unentwickelt weiter liegen blieben. Im Januar stieg die Zahl der Puppen mit gebrochener Diapause auf 50 % und von Mitte Februar bis Mitte März betrug der Prozentsatz der schlüpfenden Fliegen 75—85 %, schnellte dann auf 90—95 % hinauf, um endlich Ende März auf 100% anzusteigen, was in allen drei Jahren fast im gleichen Zeitpunkt der Fall war. Vorher verharren

Abb. 1. — Dauer der Diapause der Kirschfliegenpuppe unter normalen Freilandbedingungen in den Jahren 1935—1937. E. mittlere Entwicklungszeit der Puppen bei 22°C.

beim Treiben immer eine grösserer oder kleinerer Prozentsatz von Puppen in Diapause.

Aus diesen dreijährigen Versuchen ziehen wir den Schluss, dass die *cerasi*-Puppe unter natürlichen Freilandbedingungen zur restlosen Überwindung der Diapause eine Ruheperiode von rund 8 Monaten benötigt. Werden die Puppen früher an die Wärme gebracht, dann ergibt sich ein gewisser, mit fortschreitender Zeit fallender Prozentsatz überliegender, also weiter in Diapause verharrender Puppen. Hohe Temperaturen, die sonst bei gebrochener Diapause für die Weiterentwicklung optimal anregend wirken, unterbinden die Beendigung der Diapause, während längere Zeit einwirkende Wintertemperaturen die spätere Weiterentwicklung ermöglichen. Möglicherweise bestimmt dieses Verhalten der *cerasi*-Puppe die Verbreitungsgrenze der Kirschfliege nach Süden.

### c) Die Entwicklungszeiten der getriebene Puppen

Betrachten wir nun noch die mittleren Zeiten, die die Puppen zur Entwicklung bei 22° C benötigen.

In den ersten Proben, die im Dezember mit rund 20 % erfolgreich getrieben werden konnten, variierte die mittlere Entwicklungsdauer zwischen 42 und 53 Tagen. Mit fortschreitender Zeit sank sie dann aber in allen drei Jahren langsam und es hat den Anschein, dass die Entwicklungsgeschwindigkeit bei 22° C mit fortschreitender Zeit direkt linear zunimmt.

Wie wir aus frühern Untersuchungen wissen (WIESMANN 9), liegt der Entwicklungsnullpunkt für die *cerasi*-Puppe bei ca. 10° C. In allen drei Jahren erreichten die im Freiland herrschenden Januar- und Februartemperaturen in Wädenswil nicht oder nur ganz ausnahmsweise diese 10° C Grenze, sodass also bis zum März im Freien eine Weiterentwicklung der von der Diapause gelösten Puppen nicht möglich war. Die aus dieser Zeit stammenden, in Mikrotomschnitten untersuchten Puppen haben dies deutlich gezeigt, indem alle untersuchten Puppen auf dem im August erreichten Stadium stehen geblieben waren. Trotzdem konstatieren wir ein langsames, konstantes Absinken der Entwicklungsdauer von 42—53 Tagen im Dezember auf rund 30 Tage im Februar, also eine Abnahme der Entwicklungsdauer von 12—23 Tagen bei konstanter Temperatur von 22° C. Die im März untersuchten Freilandpuppen zeigten in allen drei Jahren ebenfalls noch keine Weiterentwicklung, was verständlich ist, da in den drei Versuchsjahren die mittleren Märztemperaturen noch stark unter dem Entwicklungsnullpunkte der Puppe lagen. Erst im April begann im Freilandmaterial sich eine geringe Weiterentwicklung zu zeigen, die dann im Mai rasch an Intensität zunahm. Trotzdem nimmt auch im März von Probe zu Probe die mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit

zu und sie erreicht in allen drei Jahren beim 100 % igen Treiberfolge eine mittlere Entwicklungsdauer von 18—20 Tagen bei 22° C. Seit Beginn der ersten Treiberfolge im Dezember hat sich somit die mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit mindestens verdoppelt. Diese Verkürzung der Entwicklungszeiten muss auf inneren Ursachen physiologischer Art beruhen, die wir histologisch nicht erfassen konnten. Wir werden in anderm Zusammenhange nochmals auf diese unabhängig vom Entwicklungsnullpunkt der *cerasi*-Puppe erfolgende zunehmende Entwicklungsbeschleunigung zu sprechen kommen.

Die aus den Proben erhaltenen Fliegen wurden in der Versuchsperiode 1936/37 zum grössten Teil in kleinen Zuchtkäfigen am Leben erhalten und gefüttert, um festzustellen, ob sie normale Geschlechtsfunktionen auszuüben imstande seien, oder ob sie durch dieses frühzeitige Treiben in ihrer Vitalität irgendwie geschädigt worden seien. Nach 8 Tagen wurden die Tiere jeweils seziert. Es zeigte sich dabei, dass sowohl die Grösse wie auch die sonstigen morphologischen Merkmale absolut den Normen entsprachen, und dass auch die Fertilität eine ganz normale war. *Durch das vorzeitige Treiben sind also keine Schäden irgendwelcher Art entstanden.* Wenn die Diapause einmal gelöst ist, dann kann die Weiterentwicklung demnach ganz normal einsetzen und zu Ende geführt werden.

## 2. Das weitere Verhalten der in Diapause verharrenden, überliegenden Puppen.

Es ist von Interesse zu wissen, wie sich die bei 22° C gehaltenen, aber nicht geschlüpften, in Diapause verbleibenden *cerasi*-Puppen im Verlaufe der Zeit weiter verhalten.

Die überliegenden Puppen aus dem Material 1935 verblieben bis zum August 1938, also rund 3 Jahre, im 22° C warmen Zuchtraum und sie wurden fortlaufend jeden Monat einer Kontrolle auf neugeschlüpfte Fliegen unterzogen. Zudem wurde jeden 4.—5. Monat der Sand, in dem sich die Puppen befanden, leicht angefeuchtet, um eventuelle Vertrocknungsschäden zu verhüten.

Am 16. August 1938 wurde der Versuch abgebrochen, die nicht geschlüpften Puppen geöffnet und auf ihren Zustand hin untersucht. Die nachfolgende Tabelle gibt Aufschluss über die Resultate dieser Untersuchung (siehe Tab. 1).

Die Tabelle gibt über Verschiedenes Aufschluss.

Die in Diapause verbleibenden, bis im August 1938 nicht geschlüpften Puppen haben eine Aufbewahrung von rund 3 Jahren ohne starken Abgang zu zeigen bei einer Temperatur von 22° C überlebt. Die wenigen toten Puppen waren vertrocknet. Die überlebenden Puppen waren weiss, prall und sie sahen normal aus. Ich habe je 5 solcher Puppen die im August, September und Oktober 1935 aus dem Freien

zum Treiben an die Wärme kamen in Carnoy fixiert, geschnitten und dabei an Hand der Histologie der Organanlagen feststellen können, dass sie einerseits noch lebend sein mussten und anderseits in keinem Falle eine Weiterentwicklung erfahren hatten.

*Verhalten der überliegenden Puppen bis zum August 1938*

TABELLE 1

Getrieben 1935/36	1936 geschl. bis Ende Mai	Zahl der weiter geschl. Fliegen					Rest der Puppen		% bis Aug. 1938 ge- schlüpft
		1936	1937	1938	Total Zahl	%	lebend	tot	
4. 8 .....	0	4	1	0	5	5	85	10	5
12. 8 .....	0	8	6	1	15	15	81	4	15
19. 8 .....	0	3	0	0	3	3	90	7	3
28. 8 .....	0	2	4	0	6	6	94	0	6
2. 9 .....	0	8	7	2	17	17	83	0	17
9. 9 .....	0	4	0	0	4	4	96	0	4
16. 9 .....	0	2	2	0	4	4	94	2	4
23. 9 .....	0	0	0	1	1	1	99	0	1
30. 9 .....	0	0	9	0	9	9	91	0	9
7. 10 .....	0	2	12	0	14	14	80	6	14
14. 10 .....	0	0	0	0	0	0	94	4	0
21. 10 .....	0	8	3	0	11	11	89	0	11
28. 10 .....	0	4	7	0	11	11	89	0	11
4. 11 .....	0	0	7	0	7	7	90	3	7
11. 11 .....	0	16	5	0	21	21	79	0	21
18. 11 .....	0	3	2	0	5	5	95	0	5
25. 11 .....	0	8	14	1	23	23	77	0	23
4. 12 .....	0	6	6	1	13	13	87	0	13
9. 12 .....	0	7	8	0	15	15	77	8	15
16. 12 .....	0	4	10	1	15	15	85	0	15
23. 12 .....	0	18	9	0	27	27	73	0	27
30. 12 .....	20	6	3	0	9	9	59	12	29
7. 1 .....	52	10	6	0	16	16	32	0	68
14. 1 .....	47	9	0	0	9	9	44	0	56
21. 1 .....	54	3	5	0	8	8	38	0	62
28. 1 .....	49	24	13	0	37	37	14	0	86
4. 2 .....	56	16	9	0	25	25	19	0	81
11. 2 .....	74	2	4	0	6	6	18	2	80
18. 2 .....	79	2	8	0	10	10	8	3	89
24. 2 .....	76	5	5	0	10	10	14	0	86
3. 3 .....	78	5	1	0	6	6	16	0	84
10. 3 .....	93	0	3	0	3	3	4	0	96
16. 3 .....	96	0	0	0	0	0	4	0	96
23. 3 .....	93	0	2	0	2	2	5	0	95

Wie lange die Puppen noch weiter am Leben geblieben und eventuell noch geschlüpft wären, lässt sich an Hand dieses Versuches nicht sagen. Immerhin deuten die geringen Schlüpfzahlen vom Jahre 1938

darauf hin, dass in den folgenden Jahren wahrscheinlich die Sterblichkeit zugenommen hätte. Eine gewisse Schädigung der Vitalität scheint durch die lange Aufbewahrung an der Wärme doch eingetreten zu sein. Immerhin ist zu sagen, dass bei hohen Temperaturen die in Diapause befindlichen *cerasi*-Puppen die Diapause über lange Zeit hindurch aushalten können und dass hier eine Aktivierung der Entwicklung nur in ganz seltenen Fällen eintritt.

Leider wurde damals aus Zeitmangel unterlassen einen Teil dieser Puppen wieder ins Freie oder in kühlere Temperaturen zu bringen um festzustellen, ob dadurch eine Reaktivierung möglich geworden wäre. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ein Grossteil der Puppen dadurch im darauffolgenden Jahre zur Brechung der Diapause und zur Weiterentwicklung bei optimalen Temperaturen hätte veranlasst werden können, da es bekannt ist, dass die *cerasi*-Puppe zum Überliegen neigt (WIESMANN) (9), also auch unter normalen Bedingungen eine verlängerte Diapause aufweisen kann.

In allen Proben mit überliegenden Puppen schlüpften die Fliegen in der Folge in ganz unregelmässigen Abständen, meistens in den Sommer- und Herbstmonaten. Die Fliegen waren aber normal und lebensfähig.

Die Schlüpfzahlen der überliegenden Puppen lassen keine Gesetzmässigkeiten erkennen. Sowohl aus den ersten im August 1935 an die Wärme gebrachten, als aus den mit mehr oder weniger Erfolg getriebenen Proben schlüpften im Verlaufe der Zeit verschiedene Mengen von Fliegen. Immerhin scheint es, dass bei den Proben mit Schlüpf-erfolg die Prozentsätze in den 3 folgenden Jahren in steigendem Masse höher sind als bei den ersten, nicht treibbaren Proben, sodass hier schliesslich am Ende des Versuches weniger überliegende Puppen vorkamen als bei den früher getriebenen Puppen.

## II. Braucht es zur Überwindung der Diapause Unternulltemperaturen ?

Bei verschiedenen Insekten mit Diapause, insbesondere bei Insek-  
teneiern (DUCLAUX 2) und *Lepidopteren*raupen (HENNEGUY 4) ist schon  
lange bekannt, dass Unternulltemperaturen die Diapause brechen,  
sodass dann hohe, optimale Temperaturen eine Weiterentwicklung  
hervorrufen können.

Wie Minustemperaturen auf die in Diapause befindlichen *cerasi*-  
Puppen einwirken, ob unter ihrem Einfluss die Diapause später rascher  
beendet werden kann, war bis anhin nicht bekannt. Schon aus den Ver-  
suchen mit dem im Freiland aufbewahrten Puppenmaterial kann man  
zur Ansicht gelangen, dass wenigstens die ersten Winterfröste bis  
Ende Dezember als Anreiz zur Beendigung der Diapause nicht genügen.

Auch später im Jahr war eine restlose Lösung der Diapause durch die inzwischen über die Puppen ergangenen Winterfröste noch nicht erfolgt.

Die im folgenden beschriebenen Versuche wurden im Jahre 1935/36 mit je 50 Puppen durchgeführt und im folgenden Jahre mit je 100 Puppen wiederholt.

### 1. *Einwirkung von Temperaturen von $-2$ und $-4^{\circ}\text{C}$*

Im August, September und Oktober wurden Puppen, die sich bis Versuchsbeginn im Freien befanden, zu konstanten Temperaturen von  $-2$  und  $-4^{\circ}\text{C}$  verbracht und darin jeweils 5, 10, 20, und 30 Tage gehalten. Nach dieser Zeit wurden sie im Labor bei  $20-22^{\circ}\text{C}$  getrieben.

Aus diesen total 6 Proben schlüpften bis zum 19. Juli 1938 keine Fliegen. Beim Öffnen der Puppentönnchen zeigte es sich, dass von den Puppen nur ganz wenige tot waren, die andern noch lebten, aber in Diapause verharrt waren.

### 2. *Einwirkung einer Temperatur von $-8^{\circ}\text{C}$*

Eine 1, 2, 5, 8, 14 und 30 tägige Einwirkung einer Temperatur von  $-8^{\circ}\text{C}$  mit einem nachherigen langsamen, resp. schnellen Auftauen bei  $22^{\circ}\text{C}$  und verbleiben bei dieser Temperatur, mit frischen Puppen im August, September und Oktober ausgeführt, ergab im folgenden Jahre keine Fliegen. Die Diapause konnte also auch durch diesen Eingriff nicht gebrochen werden.

Die Puppen aus diesem Versuche untersuchte ich am 20. Juli 1938 also nach 2—3 jährigem Liegen bei einer Temperatur von  $22^{\circ}\text{C}$ . Auch hier stellte sich heraus, dass zu dieser Zeit nur wenige Puppen tot waren; die übrigen waren lebend und befanden sich weiterhin in Diapause. Sie waren, wie durch entsprechende Mikrotomschnitte festgestellt wurde, auf dem ursprünglichen Überwinterungsstadium stehen geblieben.

### 3. *Einwirkung einer Temperatur von $-29^{\circ}\text{C}$*

Eine 1—3 tägige Einwirkung von  $-29^{\circ}\text{C}$ , im grossen Autofrigor der Versuchsanstalt erzeugt, auf frische *cerasi*-Puppen im August, September und Oktober, aktivierte die in Diapause befindlichen Puppen nicht.

Die Puppen wurden durch diese brüske Behandlung, wie eine spätere Kontrolle im Juli 1938 ergab, durchgehends abgetötet.

*Zusammenfassung.* Diese drei Versuchsreihen zeigen deutlich, dass die verschiedenen Kältereize die Diapause nicht zu beeinflussen



vermögen, sowohl bei Puppen im Vorpuppenstadium (Anfangs August) wie auch bei solchen, die sich bereits 1—2 Monate in Diapause befanden. *Es sind demnach nicht die Minustemperaturen, die die ruhende Puppe aktivieren, sondern es sind sicherlich andere Reize, die hier ausschlaggebend sind.* Man könnte sich zwar vorstellen, dass der durch das Gefrieren der Puppen bedingte Wasserentzug einen Anreiz zur Weiterentwicklung ergeben könnte, wie dies bei andern Insekten mit Diapause angenommen wird (WIGGLESWOTH) (12).

#### 4. Einwirkung einer Temperatur von $+4^{\circ}\text{C}$

1600 frische Puppen, in 32 Proben eingeteilt, wurden vom 5. August 1935 an im Kühlhaus der Versuchsanstalt bei  $+4^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt. Jede Woche entnahm ich diesem Material eine Probe von je 50 Puppen und brachte sie in den Zuchtraum zu  $22^{\circ}\text{C}$ . Diese Puppen waren also während der ganzen Zeit nie den Einflüssen von Minustemperaturen

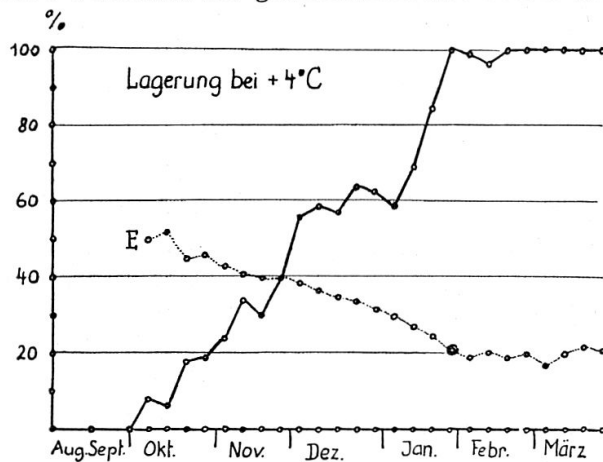


Abb. 2. — Dauer der Diapause der Kirschfliegenpuppe bei konstanter Lagerung bei  $+4^{\circ}\text{C}$ .  
E. mittlere Entwicklungszeit der Puppen bei  $22^{\circ}\text{C}$ .

ausgesetzt. Die letzte Probe kam am 25. März 1936 zum Treiben an die Wärme.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Abb. 2 aufgezeichnet. Ein ähnlicher Versuch wurde im Jahre 1936/37 durchgeführt, um die frühern Resultate nachzuprüfen. 400 Puppen kamen am 1. August 1936 zu  $+4^{\circ}\text{C}$ . Jeden ersten des folgenden Monats, also am 1. September, 1. Oktober, 1. November und 1. Dezember wurden je 100

Puppen in die Temperatur von  $22^{\circ}\text{C}$  zum Treiben gebracht.

Die Schlüpfresultate waren folgende :

TABELLE 2

Datum der Probeentnahme	Tage bei $4^{\circ}\text{C}$	Fliegen geschlüpft		Mittlere Entwicklungsdauer bei $22^{\circ}\text{C}$
		Anzahl	%	
1. Sept. ....	1 Monat	0	0	—
1. Okt. ....	2 Monate	2	2	51 Tage
1. Nov. ....	3 Monate	21	21	42 Tage
1. Dez. ....	4 Monate	64	64	39 Tage



Dieser, mit dem vorausgehenden gut übereinstimmende Versuch (s. Abb. 2), ergibt folgende neue Tatsachen :

Eine längere Einwirkung einer konstanten Temperatur von  $+4^{\circ}\text{C}$  auf die frisch in die Diapause eingetretenen Kirschfliegenpuppen lässt nach einer gewissen Versuchsdauer ein Abbrechen der Diapause bei  $22^{\circ}\text{C}$  zu. *Die cerasi-Puppen bedürfen also zur Aufhebung der Diapause keiner Minustemperaturen.* Immerhin aber müssen sie mindestens 2 Monate bei  $+4^{\circ}\text{C}$  verweilen, bis ein erster schwacher Treiberfolg eintritt. Einen vollen Schlüpfervolg erzielt man aber erst nach 6 Monaten.

In beiden Versuchen liess man je eine Probe von 100 Puppen 2 volle Jahre bei  $+4^{\circ}\text{C}$  konstant verweilen. Es wurde dabei festgestellt, dass während dieser Zeit keine Entwicklung irgendwelcher Art erfolgte. Diese Temperatur liegt ja auch bedeutend unter dem Entwicklungsnulldpunkt der Puppe. Diese Puppen ergaben aber nach dieser Zeit an die Wärme gebracht zu 96 % normale Fliegen, ein Beweis dafür, dass die Diapause unter den obwaltenden Umständen bei tiefen Temperaturen über mindestens 2 Jahre ohne Schaden ausgedehnt werden kann. Diese Beobachtung wirft ein interessantes Licht auf das auch im Freien zu beobachtende Überliegen der Kirschfliegenpuppe.

Die Entwicklungszeiten der Puppen an der Wärme stimmen bei beiden Versuchen gut mit einander überein. Die mittleren Entwicklungszeiten bilden annähernd eine Gerade, die mit längerem Verweilen bei  $+4^{\circ}\text{C}$  immer mehr gegen die Abszisse absinkt. Allerdings ist zu sagen, dass von Mitte Februar an, zum Zeitpunkte, wo 100 % der Puppen die Diapause überwunden hatten, die Entwicklungszeit ziemlich konstant bleibt und sich um 20 Tage herum bewegt.

Vergleicht man die hier erhaltenen Schlüpfzeiten resp. Treiberfolge mit den bei den Freilandzuchten erhaltenen Resultaten, dann kommt man zu folgenden Feststellungen :

Während das im Freien aufbewahrte Puppenmaterial erst Mitte bis Ende Dezember mit geringem Erfolge bei  $22^{\circ}\text{C}$  getrieben werden konnte, wurden bei der Aufbewahrung bei  $4^{\circ}\text{C}$  schon im Oktober Schlüpfervolge erzielt, *also 2 Monate früher.* Ein 100 %iges Schlüpfen fand beim Freilandmaterial erst Anfangs April, beim bei  $+4^{\circ}\text{C}$  aufbewahrten dagegen schon Ende Januar statt. Auch hier ist gegenüber dem Freilandmaterial eine Beschleunigung von ca. 2 Monaten zu verzeichnen.

Es handelt sich bei dieser Verzögerung in der Beendigung der Diapause beim Freilandmaterial möglicherweise um einen ungünstigen, hemmenden Einfluss der relativ hohen Freilandtemperaturen im August und September, die beim  $+4^{\circ}\text{C}$  Material von Anfang an ausgeschaltet waren. Es ist direkt auffallend, dass diese Differenz gerade 2 Monate beträgt, die wahrscheinlich eben durch die 2 warmen Monate August und September bedingt wird.

Vergleicht man endlich die Entwicklungszeiten des Freilandmaterials und des  $4^{\circ}\text{C}$ -Versuches mit einander, dann kann man

feststellen, dass diese Kurven vollkommen gleichsinnig verlaufen, aber bei  $4^{\circ}\text{C}$  entsprechend der früher beginnenden Schlüpfkurve, auch wieder um 2 Monate im Jahr zurückverschoben ist.

*Zusammenfassend* können wir aus diesem Versuche den eindeutigen Schluss ziehen, dass die *cerasi*-Puppen zur Überwindung der Diapause keine Winterfröste brauchen, sondern dazu auch niedrige Plustemperaturen genügen können, und dass diese einen bedeutend rascheren Abbruch der Diapause ermöglichen als die auf die Puppen sonst einwirkenden normalen Freilandtemperaturen.

### 5. Einwirkung einer Temperatur von $+10$ bis $+12^{\circ}\text{C}$

Am 5. August 1935 kamen 1800 frisch gebildete, eben in Diapause eingetretene oder eintretende *cerasi*-Puppen in einem Raum mit konstanter Temperatur von  $+10$  bis  $12^{\circ}\text{C}$ . Wöchentlich wurden aus diesem Material Proben von je 50 Puppen entnommen und bei  $22^{\circ}\text{C}$  weiter getrieben. Die letzte Probe kam am 18. März 1936 an die Wärme.

Die Resultate dieses Versuches sind in Abb. 3 aufgezeichnet. Sie lässt erkennen, dass unter diesen Bedingungen von Anfang Dezember an ein gewisser Treiberfolg eintrat, dass aber selbst im März, wo sowohl das Freilandmaterial, wie auch die bei  $4^{\circ}\text{C}$  zum Treiben gebrachten Puppen zu 100 % die Diapause überwunden hatten, bei diesem Material maximal 32 % der Puppen Fliegen ergaben. Die ganze Schlüpfkurve ist sehr unregelmässig gestaltet, wohl ein Zeichen dafür, dass diese Überwinterungstemperatur für ein Brechen der Diapause ungünstig ist. *Die Temperaturen von  $+10$  bis  $12^{\circ}\text{C}$  sind anscheinend die obersten*

*Temperaturen die nach längerer Einwirkung noch eine Auslösung der Entwicklung bei einigen Puppen zulassen.*

Im Vergleich zum Freilandmaterial tritt der erste Schlüpferfolg nur unbedeutend früher ein und auch hier ist immer noch gegenüber dem bei  $+4^{\circ}\text{C}$  gehaltenen Material ein 2 Monate betragender Unterschied zu verzeichnen. Bei  $4^{\circ}\text{C}$  hatte die Schlüpfkurve schon die 50 % Linie bedeutend überschritten in dem Moment, wo bei  $12^{\circ}\text{C}$  die ersten Fliegen erschienen.

Dieser Unterschied spricht für die bereits angeführte Annahme, dass die Temperaturen über dem Entwicklungsnullpunkt für die Brechung der Diapause abträglich sind.

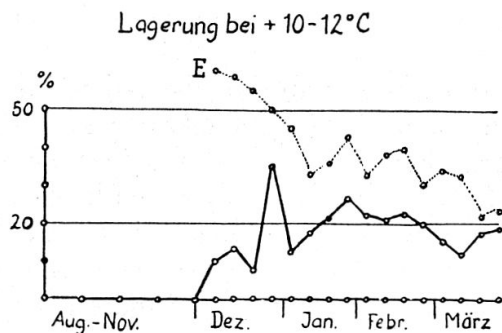


Abb. 3. — Dauer der Diapause der Kirschfliegenpuppen bei konstanter Lagerung bei  $+10$  bis  $+12^{\circ}\text{C}$ .  
E. mittlere Entwicklungszeit der Puppen bei  $22^{\circ}\text{C}$ .

Die mittleren Entwicklungszeiten in dieser Versuchsreihe werden auch mit längerer Einwirkung der 10—12° Temperatur immer kürzer, doch ist die sowohl beim Freilandmaterial als auch beim 4° C Material linear verlaufende Entwicklungsabnahme hier stark gestört. Dies deutet wiederum darauf hin, dass diese relativ hohe Übernulltemperatur an der obern Grenze liegt, wo die Diapause der Puppe noch erfolgreich gebrochen werden kann.

*Zusammenfassend* kann aus diesen 5 Versuchsreihen entnommen werden, dass sowohl tiefe wie mittlere Unternulltemperaturen zur Frühzeit der Diapause auf die Puppen bis zu einem Monat einwirkend, keine Brechung der Diapause ergeben. Tiefe Übernulltemperaturen dagegen (+4° C) bringen bei 2 monatelanger Einwirkung eine erste und nach 6 Monaten eine vollkommene Unterbrechung der Diapause zustande. Mittlere Übernulltemperaturen (10—12° C) erzeugen auch bei längerer Einwirkung nie eine völlige Lösung der Diapause. Hier verharren sehr viele Puppen in ständiger Diapause. Konstant bei 22° C aufbewahrte Puppen sind nicht im Stande die Diapause zu überwinden.

Ein völliger Bruch ist nur bei niedrigen Temperaturen möglich. Zudem geht klar hervor, dass bei allen erfolgreichen Temperaturen immer eine längere Einwirkung derselben von einigen Monaten nötig ist, bis endlich bei optimaler Wärme ein Abschluss der Diapause erfolgt.

*In keinem Falle gelang es durch diese Temperaturversuche sowohl den Eintritt der Diapause von Anfang an zu unterbinden, als auch die unter natürlichen Verhältnissen vorliegende Dauer der Diapause wesentlich zu verkürzen.*

### III. Versuche die Diapause durch Schockwirkungen zu brechen

#### 1. Temperaturversuche

Bei vielen Insekten, besonders bei *Lepidopteren*raupen und -Eiern kann die Diapause durch ein kurzes Bad in heissem Wasser von 50—80° C vorzeitig abgebrochen werden (BILLATI und QUAJAT 1). Diese Temperaturen liegen meist ziemlich nahe bei den für diese Tiere tödlichen obern Temperaturgrenzen. Durch dieselbe wird, wie angenommen wird, auf das in Diapause befindliche Insekt eine Schockwirkung ausgeübt, die irgendwie die abgebrochene Entwicklung wieder in Fluss bringt.

Es wurde auch bei der *cerasi*-Puppe versucht ob durch einen Temperaturschock eine frühere Überwindung der Diapause erzielt werden könne.

Die für die *cerasi*-Puppe obere, tötliche Temperaturgrenze liegt bei kurzer Einwirkung, z. B. kurzem Eintauchen in heisses Wasser, bei 56° C (WIESMANN 9). Als Schocktemperatur wurde 40° gewählt, die Mitte August, September und Oktober 5, 10, 20, 30, 40, 60 Minuten, 1 Stunde 30 und 2 Stunden auf die in Diapause befindlichen Puppen einwirkte. Nach diesem Hitzebad brachte man die Puppen zu einer konstanten Temperatur von 22° C.

*Dieses Bad blieb absolut ohne Erfolg*, die Puppen verharrten in der Diapause. Sie hatten durch diesen Wärmeschock keinen Entwicklungsantrieb erhalten. — Ob durch Erhöhung der Schocktemperatur und durch darauffolgendes starkes Unterkühlen andere Resultate erhalten worden wären, entzieht sich vorerst unserer Kenntnis. Da aber nach Allem die Diapause der *cerasi*-Puppe ausserordentlich stark verankert zu sein scheint, glaube ich nicht, dass auf diese Weise ein früherer Abbruch des Entwicklungsunterbruches, oder gar eine komplette Aufhebung der Diapause zu erzielen ist.

## 2. Andere Einflüsse

Eine grosse Serie von Versuchen, die hier nur kurz besprochen werden soll, befasste sich mit der Frage, ob durch die Einwirkung von Chemikalien als Flüssigkeit und Gas, ein vorzeitiger Abbruch der Diapause bei der Kirschfliegenpuppe erreicht werden könne. Diese Versuche wurden gleich wie die vorher besprochenen Temperaturversuche mit frisch in Diapause eingetretenem Material begonnen und dann mit entsprechend älterem Material wöchentlich bis Mitte November wiederholt.

Ohne jeglichen Einfluss auf die Diapause war die Einwirkung von Petroläther, Äther, Chloroform, Schwefliger Säure n Gasform, 2—20 Minuten auf die Puppen einwirkend, ferner Eintauchen in Na Cl, K Cl, Kaliumbichromat und Eisensulfat, 1—4 Tage.

Ebenso waren erfolglos die physikalischen Schocke durch: Unterdruck von 400, 200 und 150 mm, 30 Minuten bis 3 Stunden; Quarzlampebeleuchtung 20 Minuten bis 8 Stunden; Zentrifugieren 2—4 Minuten; Anstechen der Puppen mit glühenden Nadeln.

Eine gewisse Aktivierung, resp. Brechung der Diapause im Frühstadium wurde erzielt durch Tauchen der Puppen in Äther (60, 120 und 240 Min.), Kaliumpermanganat (1‰, 5‰ und 1%, 4 Tage), Natronlauge (5‰, 1%, 3%, 4 Tage), und CaOCl (1‰, 5‰ und 1%, 4 Tage), wobei es im Maximum gelang, bei 25% der Puppen, im September aus dem Freien genommen, eine Weiterentwicklung abzurufen. — Diese Versuche lehnten sich an solche aus der ältern Diapausenliteratur an, die im Handbuch von HENNEGUY (Seite 426-27) zusammengestellt sind.

Diese künstlichen Treibmittel, die im Spätsommer nur schwach reaktivierend wirkten, erzielten Mitte Januar an Freilandmaterial angewendet, bei dem schon 50 % der Puppen die Diapause überwunden hatten, z. T. einen 100 %igen Schlüpfserfolg. Hier war es also möglich alle Puppen zur Brechung der Diapause zu bringen.

Wir dürfen aus diesen letztgenannten Versuchen wohl schliessen, dass mit beginnender Reaktivierung der Puppen durch Schockwirkungen irgendwelcher Art die Diapause rascher und vollkommener überwunden werden kann als dies normal der Fall wäre. Bei vollkommener Diapause dagegen gelang eine Reaktivierung durch Schock etc. nicht oder nur in ganz geringem Masse.

#### IV. Zur Frage des Wirkungsmechanismus der Diapause bei der *cerasi*-Puppe

Die hier mitgeteilten Versuche und Untersuchungen geben über den physiologischen Mechanismus des Eintrittes und der Beendigung der Diapause wenig direkten Aufschluss. Über die Ursachen der Hemmung der Entwicklung bei der Diapause bestehen bekanntlich zwei Ansichten. Einerseits wird versucht für den Eintritt der Diapause ein Stocken der Tätigkeit hormonaussendender Organe verantwortlich zu machen (WIGGLESWORTH 12) (WILLIAMS 13, 14) und andererseits wird die Anhäufung eines im Verlaufe des Stoffwechsels unter Umständen sich bildenden Hemmungsstoffes (Latenzstoffes, (GOLDSCHMIDT 3) oder Giftstoffes (ROUBAUD 5) als Ursache der Diapause angesehen. Es handelt sich nach dieser Auffassung um eine Entwicklungsermüdung, Asthenobiose nach ROUBAUD, die als Folgeerscheinung von Selbstintoxikationen während der Entwicklung auftritt. Die Diapause ist nach dieser Ansicht nichts anderes als eine Entgiftungsperiode, während welcher jede Weiterentwicklung ausgeschaltet ist. Als Giftkörper in grossen Mengen angesammelt, konnte ROUBAUD in vielen Fällen Harnsäurekonkremente nachweisen, die entweder in den Malpighi oder im Fettkörper abgelagert waren. Zu Beginn der Diapause seien diese Organe prall mit Harnsäurekonkrementen gefüllt, die dann im Verlaufe der Diapause abgebaut werden und verschwinden. Dieser Abbau kann nach ROUBAUD nur bei niedrigen Temperaturen erfolgen.

Sind nun auch bei der *cerasi*-Puppe in Diapause aufgespeicherte Harnsäurekonkremente nachzuweisen, die während der Diapause abgebaut werden müssen und die eventuell für die Diapause verantwortlich sind? Harnsäure ist bekanntlich nach der Murexidprobe ziemlich leicht und eindeutig feststellbar. Diese Probe an einem grossen, frisch in Diapause getretenem Puppenmaterial durchgeführt, fiel immer negativ aus. Auch histologisch liess sich weder im Fettkörper



der Puppe noch in irgend einem andern Organkomplex Harnsäure nachweisen. Von den larvalen Malpighi sind bei der Puppe in Diapause nur noch geringe, unzusammenhängende Reste vorhanden, die anscheinend funktionslos sind. Der Hauptteil derselben ist beim Verpuppungsprozess eingeschmolzen worden. *Harnsäure als entwicklungshemmendes Gift ist bei der in Diapause befindlichen Puppe demzufolge nicht vorhanden.*

Dies ist auch ohne weiteres zu verstehen, wenn wir uns die Puppenentwicklung bei *Rhagoletis cerasi* vergegenwärtigen. Die verpuppungsreife *cerasi*-Larve besitzt Malpighi, die prall mit grossen und kleinen Harnsäurekonkrementen erfüllt sind. Dieselben werden in besondern Schläuchen gespeichert, die mit dem übrigen Malpighischen Apparat nicht in Kommunikation stehen. Im Vorpuppenstadium findet, wie in einer frühern Untersuchung festgestellt wurde (vergl. WIESMANN 10), eine Resorption dieses harnsauren Kalkes statt, der dann in das Chitin der alten Larvenhaut, also in das Tönnchen abgelagert wird, welches dadurch hart und spröde erscheint. So ist es verständlich, warum die Puppe frei von Harnsäure ist.

*An Hand dieser Ergebnisse glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Diapause bei der cerasi-Puppe nicht auf einer Harnsäureintoxikation beruhen kann, denn die Puppe ist in dieser Beziehung entschlackt. Für die Entstehung der Diapause müssen andere physiologische Ursachen vorliegen.*

Nach neuern Arbeiten, insbesondere denjenigen von WILLIAMS (13, 14) ist es wahrscheinlich, dass das Eintreten und die Unterbrechung der Diapause bei den Puppen von *Saturniden* in hormonalem Zusammenhange mit dem Hirn und endokrinen Drüsen stehen. Beim Unterbruch der Diapause wirkt das Gehirn nur indirekt, indem es die prothorakalen Drüsen aktiviert, die ihrerseits einen Stoff abgeben, der zur Reaktivierung des Gewebewachstums führen. Dabei wurde von WILLIAMS festgestellt, dass das larvale Cytochrom im Momente des Diapausebeginns zerstört wird, und erst wieder entsteht, wenn die Diapause unterbrochen werden kann. Diese Neusynthese des Cytochroms wird von den prothorakalen Drüsen angeregt; diese selbst erhalten ihren Impuls durch das Gehirn, welches durch die Kälteeinwirkung aber erst dazu fähig wird.

Es scheint nun nicht ausgeschlossen, dass auch in unserm Falle das Gehirn regulatorisch in den Verlauf der Diapause eingreift, umso mehr als das Gehirn der Puppe zur Zeit der beginnenden Diapause morphologisch und histologisch weitgehend dem Imaginalhirn entspricht, also sicherlich gewisse Funktionen ausüben kann.

Die Reaktivierung des in Diapause befindlichen Puppengewebes kann in unserm Falle erst nach einem mehr oder weniger langen Ruhestadium von mindestens 4 Monaten erfolgen. Wie die vorausgehend beschriebenen Versuche zeigten, gelang es nicht diese Ruhepause durch die verschiedensten Einflüsse, insbesondere auch Schockwirkungen wesentlich vom normalen Verlaufe abzubringen. Auch im

Falle der *cerasi*-Puppe braucht es für den Unterbruch der Diapause, d. h. für die Weiterentwicklung bei optimalen Temperaturen, eine Kälteeinwirkung von mehreren Monaten, die normalerweise die Wintermonate bringen. Diese Temperaturen brauchen nicht unter Null Grad C zu liegen, sondern auch bereits bei  $+4^{\circ}\text{C}$  kann bei 6 monatlicher Einwirkung die Diapause vollkommen unterbrochen werden. Liegt aber die Temperatur während der Diapause bei  $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ , dann gelingt es auch bei langer Einwirkung nur relativ wenig Puppen später bei optimalen Entwicklungstemperaturen die Diapause zu überwinden und sich zu fertigen Fliegen zu entwickeln. Diese relativ hohen Temperaturen sind nicht genügend in der Lage das Gehirn und die entsprechenden thorakalen Drüsen zu Resynthese der Cytochrome anzuregen. Puppen, die mit Diapausebeginn konstant bei  $22^{\circ}\text{C}$  gehalten werden, beenden ihre Diapause nie, bleiben aber, wie die Versuche zeigten, bis zu 3 Jahren überwiegend am Leben. Nach WILLIAMS müssen wir annehmen, dass diese in Diapause verbleibenden Puppen das gelbe Ferment aufweisen, das sie eben noch am Leben erhält, aber das keine Weiterentwicklung zulässt. Die Bildung von entwicklungsanregenden Stoffen durch Gehirn und Thorakaldrüsen unterbleibt. Tiefe Übernulltemperaturen, in unserem Falle  $+4^{\circ}\text{C}$  scheinen für den erfolgreichen Abbruch der Diapause der *cerasi*-Puppe besonders günstig zu sein.

Von Interesse ist, dass schon bei  $4^{\circ}\text{C}$ , einer Temperatur, die bedeutend unter dem Entwicklungsnullpunkt der Puppen liegt, nach einer Ruhepause von 2—6 Monaten Gehirn und Drüsen in Funktion treten müssen lange bevor überhaupt eine sichtbare Weiterentwicklung der Puppen erfolgt. Dies zeigt sich besonders deutlich darin, dass mit zunehmender Dauer der Lagerung bei  $+4^{\circ}\text{C}$  die Entwicklungsgeschwindigkeit bei der optimalen Temperatur von  $22^{\circ}\text{C}$  linear zunimmt. Es scheint, dass nach einer gewissen Zeit bei dieser Temperatur einfach die innersekretorische Funktion der Drüsen und des Gehirns beginnt, und dass die Abgabe der aktivierenden Stoffe zuerst zögernd erfolgt, dass sie dann aber mit länger dauernder Ruhe in immer grössern Mengen entstehen und dementsprechend bei höhern Temperaturen die Entwicklungsgeschwindigkeit vergrößert wird. Dasselbe finden wir auch bei der normalen Überwinterung im Freien, wo mit fortschreitender Zeit die Imaginalentwicklung in der Puppe bei optimalen Temperaturen immer kürzer wird.

Aus den Versuchen mit 2jähriger Lagerung der Puppen bei  $+4^{\circ}\text{C}$  geht zudem hervor, dass dieses die Entwicklung anregende Hormon auch während dieser langen Zeit aktiv bleibt. Sonst hätte nach Verbringen dieser Puppen in optimale Temperaturen nicht ein normales Weiterentwickeln und Schlüpfen eintreten können.

Es wird nun Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, die hier mehr theoretisch erwogenen physiologischen Vorgänge bei der Diapause der *cerasi*-Puppe experimentell zu bestätigen, wobei unter Umständen



die verpuppungsreifen Larven und die Vorpuppen in die Versuche einbezogen werden müssen. Dass hier eventuell der Eintritt der Diapause, das Aussetzen der Abgabe wachstumsfördernder Hormone verhindert werden kann, zeigen die neuen, interessanten Versuche von WAY, HOPKINS und SMITH (7). Es gelang ihnen nämlich durch Verlängerung der täglichen Belichtung, in dem der Diapause vorangehenden Stadium, den Entwicklungsunterbruch bei verschiedenen Insekten mit Diapause zu unterbinden.

### V. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Diapause der Puppe von *Rhagoletis cerasi* L.

1. In den Jahren 1935—1937 wurden aus einer grossen Menge wurmiger Kirschen alljährlich 30 000—40 000 Kirschfliegenpuppen gewonnen, die zu den nachfolgenden Versuchen verwendet wurden.
2. Unter natürlichen Freilandbedingungen wurde in den drei Jahren ein grösseres Puppenmaterial aufbewahrt. Von Anfang August an wurden von diesen Puppen jede Woche deren 100 zum Treiben zu einer Temperatur von  $+22^{\circ}\text{C}$  gebracht. Bis Mitte Dezember war in den drei Jahren die Diapause nicht beendet. Erste Treiberfolge erzielte man Ende Dezember (20 %). Im Januar betrugen sie 50, Mitte Februar bis Mitte März 75—85 % und Ende März hatten in allen drei Jahren alle Puppen die Diapause gelöst. Zur restlosen Überwindung der Diapause benötigen die *cerasi*-Puppen rund 8 Monate.  
Die mittleren Entwicklungszeiten bei  $22^{\circ}\text{C}$  nehmen vom Dezember bis zum März linear ab. Im Dezember betragen sie 42—53 Tage, im Februar rund 30 Tage und im März 18—20 Tage.  
Die frühzeitig getriebenen Puppen waren in allen Beziehungen normal. Die bei  $22^{\circ}\text{C}$  während 3 Jahren aufbewahrten, überliegenden Puppen bleiben während dieser Zeit zum grössten Teil am Leben und sie entliessen während dieser Zeit nur ganz wenig Fliegen, meist im Sommer und Herbst.
3. Durch eine Reihe von Versuchen wurde festzustellen versucht, ob es zur Überwindung der Diapause Unternulltemperaturen bedarf. Es zeigte sich, dass eine Einwirkung von  $-2^{\circ}$ ,  $-4^{\circ}$  und  $-8^{\circ}$  bis zu 30 Tagen, im August, September und Oktober durchgeführt, keine Brechung der Diapause ergab und dass eine 1—3 Tage einwirkende Temperatur von  $-29^{\circ}\text{C}$  die Puppen tötete. Bei einer konstanten Einwirkung von  $+4^{\circ}\text{C}$  wurde die Diapause zwei Monate früher gelöst als beim Freilandmaterial, doch brauchte es

auch hier zur völligen Brechung der Diapause eine Ruheperiode von 6 Monaten. Temperaturen von  $+10$  bis  $+12^{\circ}\text{C}$  können eben noch eine Beendigung der Diapause erzeugen, doch erzielt man hier maximal nur 32 %-ige Schlüpfertolge.

4. Durch Schockwirkung chemischer und physikalischer Art gelang es nur in wenig Fällen die Puppen aus der Diapause zu lösen.
5. In einem letzten Kapitel wird auf den Wirkungsmechanismus der Diapause eingegangen und dabei festgestellt, dass die Asthenobiose-Theorie von ROUBAUD bei der *cerasi*-Puppe nicht zutreffen kann, dass dagegen wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie bei der Diapause von Saturnidenpuppen von WILLIAMS beschrieben wurden.

#### ZITIERTE LITERATUR

1. BILLATI, M. und QUAJAT, E., 1894. *Experienze sullo schiudimento estemperaneo della uova del baco da seta*. Atti d. R. Inst. veneto d. Sc. lett. ed. Arti. Ser. 7, 3.
2. DUCLAUX, E., 1876. *De l'action physiologique qu'exercent sur les graines de Ver à soie des températures inférieures à zéro*. C. R. Acad. Sci. 83, 1043—51.
3. GOLDSCHMIDT, R., 1927. *Physiologische Theorie der Vererbung*. Springer, Berlin.
4. HENNEGUY, L.-F., 1904. *Les insectes*. Paris, Masson.
5. ROUBAUD, E., 1919. *Etudes sur le sommeil d'hiver préimaginal des Muscides*. Bull. Biol. Fr.-Belge, 56, 455—544.
6. SCHNEIDER, P. und VOGEL, W., 1950. *Neuere Erfahrungen in der chemischen Bekämpfung der Kirschfliege*. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau, 59, 37—47.
7. WAY, M. J., HOPKINS, B. und SMITH, P. M., 1949. *Phytoperiodism and Diapause in Insects*. Nature, 164, 615.
8. WHEELER, W. M., 1910. J. L. Expt. Zool. 8, 377—438.
9. WIESMANN, R., 1933—1935. *Untersuchungen über die Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege, Rhagoletis cerasi L. I-III*. Schweiz. Landw. Jahrbuch, 47, 711—760; 48, 281—338; 50, 811—858.
10. WIESMANN, R., 1938. *Untersuchungen über die Struktur des Chitins des Puppentönnchens der Kirschfliege, Rhagoletis cerasi L.* Mitt. d. Zürcher Naturf. Gesellschaft. Festschr. für Prof. K. Hescheler, 127—136.
11. WIGGLESWORTH, V. B., 1936. *The function of the corpus allatum in the growth and reproduction of Rhodnius prolixus*. Quart. J. Micr. Sci. 76, 99—121.
12. — 1942. *The principles of insect physiology*, London.
13. WILLIAMS, C. M., 1946. *Physiology of insect diapause. I. The role of the brain in the production and termination of pupal dormancy in the giant Silkworm Platysamia cecropa*. Biol. Bull. 90/91, 234—243.
14. — 1947. *Physiology of insect diapause. II. Interaction between the pupal brain and prothoracic glands in the metamorphosis of the giant Silkworm, Platysamia cecropa*. Biol. Bull. 93, 89—98.