

## Über das Vorkommen von Lokalrassen des Kleinen Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.).

Ein Beitrag zum Verständnis der verschiedenen Flugzeiten.

Von W. Speyer,

Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt.

(Mit 6 Textfig.)

### Einleitung.

Der Kleine Frostspanner (*Cheimatobia brumata* L.) verdient ebenso das Interesse der angewandt arbeitenden Entomologen wie die Aufmerksamkeit der Obstbauern. Die eigenartige Tatsache, daß die Falter im Herbst, etwa zur Zeit der ersten Nachtfröste oder der ersten Reifbildung (Härlein 1841) erscheinen, hat schon die ältesten Beobachter in Staunen versetzt und weiterhin zu allerlei, größtenteils ergebnislosen Untersuchungen und Experimenten angeregt. Es blieb nicht verborgen, daß in Gegenden mit frühen Wintern die Frostspanner frühzeitiger erscheinen als in milderen Gegenden. Daraus zog Kleemann (1792) den auch von vielen späteren Forschern angenommenen Schluß, daß der herannahende Frost das Schlüpfen eher fördert als hindert. Daß aber in der Tat nicht der Frost die Falter zum Schlüpfen bringt oder die Puppenentwicklung beschleunigt, sondern verzögert, und daß eine festgefrorene Bodendecke das Schlüpfen verhindert, wußten schon Glaser (1780), Feige (1790) und andere. „Ohne einigen Grad der Wärme ist das Auskommen an sich unmöglich“ (Esper 1794). Dies konnte Schneider-Orelli (1916) u. a. dadurch beweisen, daß er Puppen aus Wädenswil (480 m hoch) auf den Großen St. Bernhard (2473 m hoch) brachte, wo ihre Entwicklung deutlich verzögert verlief. Auch Thiem (1923) konnte feststellen, daß der Flugbeginn durch Frost nicht ausgelöst, sondern im Gegenteil verzögert wird. In Sizilien fliegt der Frostspanner erst im Januar bis Februar, in der Krim Ende November, in Südrußland Anfang November, Mittelrußland Anfang bis Mitte Oktober, Nordrußland Mitte bis Ende September, in Westpreußen etwa am 15. Oktober, im Rheingau am 25. Oktober, in Schlesien Ende Oktober, in den Sudeten schon Ende September usw. Der zeitliche Zusammenhang des Ausschlüpfens mit dem Beginn der Herbst- oder Winterfröste ist demnach vollkommen klar, nur über die ursächliche Verkettung ließ sich zunächst nichts sagen. Durch Wärme hat man (z. B. Schneider-Orelli 1916) die Entwicklung der Puppen nicht beschleunigen können. Umgekehrt glauben Faes, Staehelin und Brüderlein (1924) beobachtet zu haben, daß nach besonders heißen Sommern, z. B. 1921, der Flug sogar später beginnt als in Normaljahren. Auch Thiem (1923) kommt auf Grund meteorologischer und phänologi-

scher Statistiken zu der in physiologischer Hinsicht so merkwürdigen Überzeugung, daß durch größere Wärme die Puppenruhe verlängert wird. Thiem (a. a. O.) hat auch in einem Versuch Puppen von Mai bis Juni im Treibhause bei 25—42° gehalten und im Juli 8 Tage lang unter Wasser getaucht. Es schlüpfen erst im Januar 3 Falter. Infolge der Kombination von Wärme- und Wasserbehandlung ist das Ergebnis nicht eindeutig auf die Wirkung der Wärme zu beziehen. Thiem (1923, S. 85) hat der Deutung von Schneider-Orelli (1916) zugestimmt, der das Erscheinen der *brumata*-Falter als den „Abschluß außerordentlich komplizierter physiologischer Reifungsprozesse“ bezeichnet.

Die Klärung dieser Frage ist nicht nur von wissenschaftlicher sondern auch von praktischer Bedeutung, da die zum Abfangen der flugunfähigen Weibchen bestimmten Leimringe nur dann den gewünschten Erfolg bringen können, wenn sie rechtzeitig — d. h. weder zu spät noch zu früh — den Bäumen umgelegt werden. Wenn sich auch die Leimung gegen den Frostspanner in solchen Obstanlagen erübrigt, in denen regelmäßig mit Obstbaumkarbolineum und — im Frühsommer — mit Arsengiften gespritzt wird, so ist doch die Leimung für die zahllosen weniger sorgfältig gepflegten Anlagen oder Straßen-Obstbäume oft das einzige Mittel, schwere Raupenschäden zu verhindern.

Die Frostspanner-Untersuchungen des Verfassers begannen im Jahre 1920. Die Ergebnisse sind jetzt so weit gesichert, daß ihre Veröffentlichung berechtigt erscheint.

### A. Die Entwicklung der Puppen.

Hering (1926, S. 111) ist der Ansicht, daß die in der kalten Jahreszeit fliegenden Schmetterlinge sehr lange als fertig ausgebildete Imago in der Puppe liegen und erst durch das Einsetzen von Nachfrösten den letzten Anstoß zum Ausschlüpfen erhalten. Wie im Folgenden gezeigt wird, verhält sich *Cheimatobia brumata* aber ganz anders.

Um die Entwicklungsvorgänge in der Puppe zu verfolgen, wurden im Jahre 1930 von Anfang Juni ab in Zwischenräumen von 1—2 Wochen Puppen präpariert. Die Raupen waren im Mai in der Umgegend Stades gesammelt worden. Bis zum 1. 6. hatten sich alle Raupen eingesponnen, bis zum 6. 6. verpuppt. Die Puppen wurden in Blumentöpfen im Freiland eingegraben.

Präparation am 6. 6.: Unter der Puppenhaut sind die Extremitäten bereits deutlich angelegt. Der Darm ist mit einer hellgelben feinkörnigen Flüssigkeit gefüllt, die dünnen malpighischen Gefäße sind gelb. Das reichlich vorhandene Fett ist teils bläulich-grün (♂), teils weiß (♀). Die Hoden bestehen aus kleinen hyalinen, flachgedrückten und äußerlich segmentierten Kugeln. Jederseits in der Basis des Thorax findet man bei weiblichen Puppen ein langes, ziemlich dünnes weißes Rohr, das in einen Endfaden mündet; es handelt sich hier offenbar um die embryonalen Ovarien.

Am 11. und 18. 6. sind weder äußerlich noch an den inneren Organen Fortschritte zu erkennen.

Am 24. 6. sind die im 3. und 4. Abdominalsegment liegenden Hoden unverändert; die Ovarien liegen als sehr kleines, zweizipfliges Gebilde ebenfalls etwa auf der Grenze vom 3. und 4. Abdominalsegment (Fig. 1).

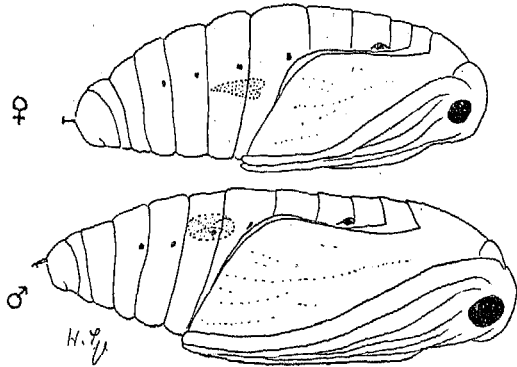


Fig. 1. Lage und relative Größe von Hoden und Ovar in Frostspannerpuppen (Zustand von Ende Juni). Vergr.

Am 2. 7. ist kein Fortschritt zu erkennen.

Am 21. 7. ist erst in einigen Puppen der Hoden deutlich gewachsen die Ovarien sind unverändert.

Am 28. 7. ist zwar äußerlich noch keine Veränderung wahrnehmbar, aber die Ovarien haben sich fadenförmig verlängert; sie sind 0,6—0,8 mm lang.

Am 4. 8. nimmt der Hoden bereits fast die Breite von 2 Abdominalsegmenten ein, auch die Länge der doppelteiligen Ovarien hat zugenommen.

Am 12. 8. macht sich die beginnende Flügelbildung durch eine leichte Trübung unter den bisher klar durchsichtigen Flügelscheiden der Puppe bemerkbar. Der Fettkörper nimmt eine bröckelige Beschaffenheit an.

Am 21. 8. haben sich bei vielen, aber noch nicht allen Puppen die Augen bereits gebräunt. Das Abdominalende der Imago hat sich aus der Puppenhaut etwas losgelöst. Die Eiröhren sind stark gewachsen; sie sind jetzt 3—4 mm lang.

Am 28. 8. ist die Haut der Imago mit den Schuppen schon weitgehend entwickelt. Die Flügel und auch die Beine schimmern deutlich durch die Puppenhaut. Die Augen sind braun bis schwarzbraun. Die Hoden haben jetzt einen Durchmesser von etwa 1—1,5 mm erreicht, auch die Ovarien sind gewachsen. Das Abdominalende der Imago hat sich noch weiter befreit.

Am 4. 9. sind die Anlagen der Flügel, Beine und Fühler noch deutlicher zu erkennen. Besonders Fühler und Beine sind bei einigen Tieren schon braun pigmentiert. Die Imaginalhaut ist jetzt schon so fest, daß sie beim Öffnen der Puppenhaut nicht ohne weiteres einreißt. Die Körperschuppen sind noch ganz hell. Die Flügel beider Geschlechter sind noch recht klein; sie liegen unter der vorderen Hälfte der Puppen-Flügelscheiden. Die weit entwickelten Ovarien sind dicht in Fett eingehüllt. Jedes Ovar besteht aus einer länglichen Blase (?Eikelch), die ziemlich unvermittelt in einen bis weit in den Thorax reichenden, völlig ungegliederten Faden übergeht. Die Hinterleibsspitze der Imago reicht nur noch bis zur Hälfte des letzten Puppensegmentes. Die Rektalampulle

ist groß und von weißem dickflüssigen Meconium angefüllt. In dem großen Hoden finden sich Spermien in allen Entwicklungsstadien; meist sind die Spermien zu Bündeln vereinigt, aber auch einzelne freie Samenfäden kommen schon vor.

Am 11. 9. beginnen sich bei einigen Tieren die Schuppen des Körpers und der Flügel dunkel zu färben. Die individuellen Unterschiede sind recht groß; männliche Puppen sind im allgemeinen weiter entwickelt als weibliche. Ovarien und Hoden sind unverändert. Die mit Meconium gefüllte Rektalampulle ist sehr groß<sup>1)</sup>.

Am 18. 9. ist die Pigmentierung der Schuppen weiter fortgeschritten. Die Fußkrallen sind ebenso wie die Augen braunschwarz. In den Ovarien beginnt die Abschnürung der Eier.

Am 26. 9. sind einige Tiere nahezu ausgefärbt. Unter den Flügeldecken liegen — so weit der Raum nicht von den Flügeln eingenommen wird — zahlreiche große Luftblasen.

Am 2. 10. sind die meisten Tiere fast ausgefärbt. Nur bei einigen Stücken ist die Pigmentierung noch weit in der Entwicklung zurück; der fadenförmige Teil der Ovarien hat sich zu einer Perlenschnur gegliedert; die größten Ovarialeier haben einen Längs-Durchmesser von 0,3 mm. Die beim Schlüpfen der Falter prall mit reifen Eiern gefüllten Eikelche sind jetzt noch völlig leer.

Ende Oktober begann das Ausschlüpfen der Falter.

Vergleichsweise wurden auch Puppen der gleichen Herkunft im Gewächshaus aufbewahrt (Durchschnittstemperatur des Gewächshauses im Juni: 23,6°; im Juli: 18,8°; im August: 17,8°; im September: 15,6° C)<sup>2)</sup>. Am 12. 8., 28. 8. und 19. 9. wurden Puppen präpariert; ihr Entwicklungszustand stimmte vollständig mit dem der Freilandpuppen überein.

Ebenso wenig hatte ein kurzfristiger Aufenthalt der Puppen bei niedrigen Temperaturen irgendwelchen Einfluß: 1. Puppen, die am 23. 6. für etwa 24 Stunden bei 0 bis — 1° C, vorher und nachher im Freiland gehalten worden waren, zeigten bei der Präparation am 12. 8. den gleichen Entwicklungszustand wie Freilandpuppen. 2. Puppen, die am 23. 6., 30. 6. und 21. 7. für je 24 Stunden bei + 1 bis 0° C gehalten worden waren, wurden am 13. 8. präpariert und zeigten keine Abweichungen. 3. Puppen, die am 23. 6., 30. 6. und 21. 7. für je 24 Stunden bei + 1 bis 0° C gehalten worden waren, schienen bei der Präparation am 28. 8. etwas in der Entwicklung zurück geblieben zu sein. Die Abweichung lag aber im Rahmen der auch sonst beobachteten Variationsbreite. 4. Puppen der vorhergehenden Serie, die erst am 18. 9.

<sup>1)</sup> Fast durchweg ist die Rektalampulle der männlichen Puppen bedeutend größer als die der weiblichen Puppen; der Inhalt der weiblichen Ampulle ist viel heller, oft durchsichtig weinrot und nur sehr selten dunkelbraun wie beim Männchen. Das Meconium der Weibchen enthält offenbar weniger Sedimente.

<sup>2)</sup> Die Durchschnitts-Lufttemperatur im Freien betrug in den gleichen Monaten 17,3°, 16,3° 16° und 13,1° C. Der Juni hatte 100 Sonnenscheinstunden mehr als der Juli.

präpariert wurden, hatten den gleichen Entwicklungszustand wie die Freilandpuppen erreicht.

Anders dagegen wirkt ein Daueraufenthalt bei niedrigen Temperaturen: Puppen, die 1923 in Naumburg/S. schon bald nach der Verpuppung in ein Schlachthaus (etwa  $+ 3^{\circ} \text{C}$ ) gebracht worden waren, hatten Ende Oktober erst einen Zustand erreicht, den Freilandpuppen bereits Mitte Juni überwunden hatten. Die Entwicklung war also nahezu stehengeblieben.

Bei der Präparation von Puppen und Faltern findet man sehr häufig an den verschiedensten Stellen in der Leibeshöhle rotbraune bis schwarze Körper von mannigfacher Gestalt. Bald sind es kleine Körnchen, bald mehr oder weniger große unregelmäßige Klumpen, bald wieder verschlungene Fäden. Es handelt sich offenbar um ähnliche Bildungen, wie sie von Eickstein (1930) beschrieben und durch Einführen von Fremdkörpern künstlich erzeugt worden sind. In unserem Falle kommen Parasiten als Ursache der Melaninbildung im allgemeinen nicht in Frage, da wir zumeist mit jahrelang weitergezüchteten Tieren gearbeitet haben, die einer Parasitierung nicht ausgesetzt waren. Gelegentlich konnte man den Eindruck gewinnen, daß es sich um melanisierte Reste von Raupenorganen (malpighische Gefäße, Tracheenstückchen usw.) handelt, die von den Einschmelzungsprozessen in der Puppe nicht erfaßt worden sind.

## B. Die Schlüpfzeit der Falter.

Von 1920 bis 1925 habe ich die Schlüpfzeiten des Frostspanners in und bei Naumburg und von 1926 bis 1937 im Niederelbegebiet beobachtet und mit den meteorologischen Daten verglichen. Jancke (1937) hat meine Naumburger Notizen kürzlich in einer Veröffentlichung verwertet. Irgendwelche Schlußfolgerungen haben weder Jancke noch ich aus diesen Beobachtungen ziehen können.

Schon Miss Ormerod (1898) fiel auf, daß die Falter mitunter an recht nahe benachbarten — also wohl klimatisch ziemlich gleichartigen — Örtlichkeiten zu recht verschiedenen Zeiten erscheinen <sup>1)</sup>. Die gleiche Beobachtung konnte ich im Niederelbegebiet machen. Während die Falter z. B. in Campe bei Stade etwa vom 31. Oktober an fliegen, erscheinen sie in Ruschwedel (bei Harsefeld, Kr. Stade) am 15. Oktober, in Jork am 5.—10. Oktober und in Neuenkirchen bei Horneburg sogar schon am 21.—25. September. Die beiden zuletzt genannten Orte liegen in der Marsch, und zwar grenzt Neuenkirchen an weite Moorländereien, während Ruschwedel und Campe auf der Geest liegen. Wenn auch merkliche Unterschiede im Klima und in der Bodenart zwischen Marsch und Geest bestehen, so sind doch diese beiden Landschaftsformen in sich einigermaßen

<sup>1)</sup> Die auf eigne und fremde Beobachtung gegründeten Mitteilungen Schneider-Orelli's (1916) beziehen sich auf benachbarte Örtlichkeiten verschiedener Höhenlagen, d. h. verschiedenen Klimas.

einheitlich. Aus unseren Beobachtungen geht hervor, daß man die Erscheinungszeiten der Falter in verschiedenen Jahren nur dann miteinander vergleichen darf, wenn man seine phänologischen Beobachtungen alljährlich an der gleichen, möglichst eng umschriebenen Örtlichkeit anstellt — eine Forderung, die wohl in der Mehrzahl der Fälle bisher nicht erfüllt worden ist.

Als ich im Jahre 1930 darauf aufmerksam wurde, daß in Neuenkirchen die Falter mindestens einen Monat früher erscheinen als in nahe benachbarten Ortschaften, stellte ich die Arbeitshypothese auf, daß es sich in Neuenkirchen um eine Lokalrasse handelt, zu deren Eigenschaften ein frühzeitiges Schlüpfen der Falter gehört<sup>1)</sup>. In der ziemlich niedrig gelegenen Ortschaft wurden vor dem Bau des Schöpfwerkes im Jahre 1931, d. h. vor verhältnismäßig sehr wenigen Jahren, alljährlich schon frühzeitig im Herbst (etwa Ende September) weite Strecken vom Moor her überschwemmt; sie standen dann oft lange Zeit unter Wasser<sup>2)</sup>. Dadurch mußten alle spät schlüpfenden Formen der Population am Schlüpfen gehindert und somit von der Fortpflanzung ausgeschlossen worden sein, während umgekehrt die frühschlüpfenden Formen das Übergewicht erhielten. Durch die Flugunfähigkeit der Frostspanner-Weibchen wird die hier angenommene Bildung einer Lokalrasse zweifellos begünstigt. Wenn meine Annahme richtig ist, dann dürften auch die frühschlüpfenden Rassen in Gegenden mit frühzeitigem Einsetzen der Herbst- oder Winterfröste in genau der gleichen Weise entstanden sein. Ob Überschwemmungen oder Frost die Bodendecke abschließen, ist praktisch gleichgültig. (Meine Auffassung wurde zum ersten Male veröffentlicht im Tätigkeitsbericht der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Stade, für die Zeit vom 1. April 1931 bis 31. März 1932. K. Braun, *Aldänder Zeitung*, Jork, Juli bis August 1932.) Nach dieser Theorie ist es ohne weiteres verständlich, daß die Erscheinungszeiten der Frostspanner überall ungefähr mit den ersten Herbstfrösten zusammenfallen. Allerdings muß noch vorausgesetzt werden, daß die frühschlüpfenden Formen in Gegenden mit spätem Winterbeginn irgendwie ausgemerzt werden, oder daß ganz allgemein beim Frostspanner spät schlüpfende Mutanten häufiger entstehen als frühschlüpfende.

Ich habe versucht, durch mehrjährige Weiterführung von Zuchten Beweise für meine Hypothese zu erhalten. Hierzu dienten Frostspanner verschiedener Herkunft.

<sup>1)</sup> Es ist bezeichnend, daß auch in Hohenfelde bei Mittelnkirchen (außerordentlich niedriges und in früheren Jahren viel überschwemmtes Marschland) die Falter im letzten Drittel des September zu erscheinen pflegen!

<sup>2)</sup> Thiem (1929) berichtet, daß Puppen „ganz sicher ein Wasserbad von über 8 Tagen“ vertragen.

## I. Versuche der Jahre 1930 und 1931.

Den Versuchen dieser beiden Jahre hatten noch verschiedene erhebliche Mängel an. Zunächst standen in den meisten Zuchten (wohl infolge fehlerhafter Haltung und durch Einschleppung eines hochvirulenten parasitischen Pilzes) zu wenig Tiere zur Verfügung. Sodann ist ihre genaue Herkunft vielfach nicht mit Sicherheit bekannt. Immerhin sind die erzielten Ergebnisse nicht wertlos. In einigen Zuchten wurden die Elterntiere (1930) versuchsweise wärmeren oder kälteren Temperaturen ausgesetzt. Sämtliche Zuchten von 1931 dagegen wurden einheitlich behandelt: die Eier wurden über Winter im Freien aufbewahrt, die Raupen vom Beginn des Schlüpfens bis zur Verpuppung in Petrischalen im Laboratorium (Nordzimmer) mit dem gleichen Futter (erst Salix-, dann Kirschblätter) gefüttert, die Puppen in Petrischalen ohne Erde, aber mit leicht angefeuchtetem Fließpapier im frostfreien Laboratorium gehalten.

1. **Zucht a 1—5.** Ein Pärchen unbekannter Herkunft kopulierte am 27. 10. 30. Die Falter der Tochtergeneration (10 ♂ und 11 ♀) schlüpften vom 15. 10. bis 17. 11. 31. Das Ausschlüpfen der Männchen beginnt mehr als einen halben Monat früher als das Schlüpfen der Weibchen. Die Mehrzahl der Tochter-Falter schlüpft erheblich später als die Eltern.

2. **Zucht a.** Im Freiland (Ruschwedel) im Frühjahr 1930 eingesammelte Raupen wurden in einem Raupenkästen im Gewächshaus weiter gezüchtet. Bis zum 1. 6. 30 haben sich alle Raupen eingesponnen. Am 8. 6. 30 wurden die jungen Puppen in einem Blumentopf mit Gartenerde im Freien unter Gebüsch eingegraben und von Anfang Oktober ab täglich kontrolliert. Die Falter (8 ♂, 14 ♀) schlüpften vom 15. 10. bis 18. 11. 30. Auch hier erscheinen die Männchen früher (10 Tage) als die Weibchen. Zur Weiterzucht diente ein Männchen vom 15. 10. und ein Weibchen vom 25. 10. 30. Die Falter der Tochtergeneration (3 ♂, 2 ♀) schlüpften vom 11. 10. bis 1. 11. 31. Die Schlüpzeiten der Eltern und der Tochtergeneration decken sich also. Weitere Schlüsse können wegen der geringen Anzahl der Falter nicht gezogen werden.

3. **Zucht I und H.** Herkunft und Behandlung der Raupen wie Zucht a. Am 3. 6. kamen die Puppen in Blumentöpfen in das Freiland. Nur vom 23. 6. bis 26. 6. standen die Blumentöpfe in einer Kältekammer bei etwa 0° C (Minimum -5°). Die Falter (4 ♂ und 14 ♀) schlüpften vom 23. 10. bis 14. 11. 1930. Zur Weiterzucht dienten 1 ♂ vom 25. 10. und 1 ♀ vom 29. 10. als Zucht I; ferner 1 ♂ und 2 ♀ vom 31. 10. als Zucht H. Im Jahre 1931 schlüpften die Falter in Zucht I (2 ♂ und 7 ♀) vom 24. 10. bis 6. 11., in Zucht H (4 ♀) vom 30. 10. bis 15. 11. Wieder liegen die Schlüpzeiten der Tochtergeneration später als die der Elterngeneration, doch läßt das geringe Material keine weitgehenden Schlüsse zu.

4. **Zucht e und Q.** Herkunft und Behandlung der Raupen wie Zucht a. Zwischen dem 1. und 4. 6. hatten sich die Raupen eingesponnen. Die Puppen kamen am 5. 6. in Blumentöpfen ins Freiland. Die Falter (17 ♂ und 25 ♀) schlüpften vom 18. 10. bis 13. 11. Die Männchen begannen vor den Weibchen zu erscheinen. Zur Weiterzucht in Zucht e dienten 1 ♂ vom 20. 10. und 1 ♀ vom 22. 10.; in Zucht Q 1 ♂ und 1 ♀ vom 1. 11. Das Schlüpfen der Tochtergeneration erfolgte vom 3. bis 15. 11. 31. (e 7 ♀) und vom 6. bis 15.

11. 31 (Q 1 ♂ und 3 ♀). In beiden Zuchten liegen demnach die Schlüpfdaten später als in der Elterngeneration — so weit man aus dem geringen Material Schlüsse ziehen darf. Wenn hier wie in den Zuchten I und H die Weibchen überwiegen, so deutet das auf eine größere Widerstandskraft der weiblichen Raupen und Puppen.

5. Zucht o und Y. Herkunft und Behandlung der Raupen wie in Zucht a; sie spannen sich zwischen dem 1. und 4. 6. ein. Die Blumentöpfe mit den Puppen wurden vom 23. 6. bis 26. 6. und vom 30. 6. bis 3. 7. in die Kältekammer bei etwa 0° C (Minimum —5°) gestellt. Die Falter (10 ♂ und 20 ♀) schlüpfen vom 13. 10. bis 22. 11. Wieder endet das Schlüpfen der Männchen früher als das der Weibchen. Ein besonders frühzeitig (am 13. 10.) geschlüpfte Weibchen fällt offenbar aus dem Rahmen. Zur Weiterzucht dienen 1 ♂ und 2 ♀ vom 25. 10. (Zucht o) und 2 ♂ vom 4. 11. und 4 ♀ vom 3. 11. (Zucht Y). Die Schlüpfzeiten der Tochterfalter liegen in beiden Zuchten merklich später als die der jeweiligen Eltern. Die Nachkommen der später angesetzten Zucht Y (13 ♂ und 21 ♀) erscheinen auch später als die Nachkommen der frühen Zucht o (6 ♀, vgl. auch Zucht I und H). Immerhin liegen die Schlüpfzeiten von o und Y (1931) noch einigermaßen innerhalb der Zeitspanne, in der die Eltern und ihre Geschwister erschienen waren — wenn auch stark zu deren Ende hin verschoben. Diese Beobachtung, die bei fast allen Zuchten von 1930/31 zu machen ist, wird später noch erörtert werden müssen. Wieder wie in den Zuchten I, H, e und Q überwiegen in der Tochtergeneration die Weibchen.

Zucht h und 23 a. Die im Frühjahr 1930 (? Ruschwedel) eingesammelten Raupen wurden im Gewächshaus weitergezogen, sie verspannen sich zwischen dem 4. und 7. 6. Die Puppen kamen am 8. 6. in Blumentöpfen ins Freiland. Vom 22. 10. bis 16. 11. 30 schlüpfen die Falter (4 ♂ und 26 ♀), von denen 1 ♂ vom 23. 10. und 1 ♀ vom 22. 10. in Zucht h, 1 ♂ und 5 ♀ vom 9. 11. in Zucht 23a zur Weiterzucht dienen. Die Tochterfalter erschienen in Zucht h (2 ♂ und 2 ♀) vom 3. 11. bis 10. 11., in Zucht 23a (1 ♂ und 2 ♀) vom 10. 11. bis 27. 11. 31. Auch hier besteht eine deutliche Beziehung zwischen den Schlüpfzeiten der Eltern- und Tochtergeneration, während sich weiterhin die allgemeine Tendenz zur Verzögerung des Schlüpfens bemerkbar macht.

7. Zucht p und 45a. Herkunft und Behandlung der Raupen (1930) ist bis zum 8. 6. die gleiche wie die der Elterntiere von Zucht h und 23a. Die Blumentöpfe mit den Puppen wurden aber vom 23. 6. bis 26. 6., vom 30. 6. bis 3. 7., vom 21. 7. bis 24. 7. und vom 18. 8. bis 16. 8. 30, also insgesamt 16 Tage, in die Kältekammer gestellt (etwa 0° C; Minimum —5°). Dementsprechend verläuft auch das Schlüpfen der Falter gegenüber der Elternzucht von h und 23a merklich verzögert; die Falter (7 ♂ und 14 ♀) erschienen vom 30. 10. bis 22. 11. 30. Zur Weiterzucht dienen 1 ♂ vom 1. 11. und 3 ♀ vom 3. 11. (Zucht p) und 1 ♂ und 1 ♀ vom 14. 11. (Zucht 45a). Daß die Tochterfalter von 45a (1 ♂ und 2 ♀) etwa am gleichen Datum wie die Elterntiere (11. bis 15. 11.) und nicht wie in den anderen Zuchten verzögert ausschlüpfen, scheint damit zusammenzuhängen, daß die Eltern infolge der vorhergehenden wiederholten Kältebehandlung später aus der Puppe ausgeschlüpft sind als es unter normalen Verhältnissen geschehen wäre. Unverständlich ist in diesem Zusammenhange die starke Verzögerung der Zucht p (7. — 15. 11.).

8. Zucht 30/8. Herkunft und Behandlung der Raupen wie in Zucht h



und 23a. Die Puppen wurden am 8. 6. in einem Blumentopf mit Erde ins Freiland gebracht. Vom 30. 8. bis zum 3. 9. kamen die Puppen in die Kältekammer (etwa 0° C; Minimum -5° C). Die Falter (1 ♂ und 2 ♀) schlüpften am 12. und 13. 11. 30. Die geringe Zahl der Falter erlaubt keine sichere Entscheidung, ob die Schlüpzeit gegenüber der Elternzucht von h und 23a (s. Nr. 6) verzögert ist. Allerdings sprechen die Schlüpzeiten der Tochterfalter (4 ♂ und 3 ♀), die zwischen dem 4. 11. und 9. 11. 31 liegen, für eine Verzögerung der Eltern-Schlüpzeiten.

9. Zucht x und 14a. Die im Frühjahr 1930 in einem vorher mit Arsen gespritzten Obsthof in Hollern (Altes Land) eingesammelten Raupen wurden im Gewächshaus weitergezogen; sie haben sich zwischen dem 4. und 7. 6. eingesponnen. Die Puppen kamen am 8. 6. in einem Blumentopf ins Freiland. Die Falter (7 ♂ und 15 ♀) schlüpften vom 18. 10. bis 16. 11. 30. Zur Weiterzucht dienten 1 ♂ und 1 ♀ vom 29. 10. (Zucht x) und 2 ♂ und 3 ♀ vom 9. 11. (Zucht 14a). Die Tochterfalter in Zucht x (3 ♂ und 3 ♀) schlüpften am 5. und 6. 11. 31, in Zucht 14a (13 ♂ und 14 ♀) vom 5. 11. bis 20. 11. 31. Das Bild der 2jährigen Zucht von x und 14a ähnelt auffallend dem Bilde der Zuchten h und 23a.

10. Zucht K und 40 a. Herkunft und Behandlung der Raupen und Puppen bis zum 8. 6. wie in Zucht x und 14 a. Die Puppen wurden aber vom 23. 6. bis 26. 6., vom 21. 7. bis 24. 7. und vom 13. 8. bis 16. 8. in die Kältekammer gestellt. Die Falter (8 ♂ und 10 ♀) schlüpften vom 31. 10. bis 22. 11. 30. Zur Weiterzucht dienten 1 ♂ und 1 ♀ vom 31. 10. (Zucht K) und 1 ♂ und 3 ♀ vom 14. 11. (Zucht 40 a). Die Schlüpfdaten der wenigen Tochterfalter (K = 3. 11. bis 15. 11. 31 und 40 a = 11. 11. bis 17. 11. 31) decken sich annähernd mit den Schlüpfdaten der Eltern; vgl. die Zuchten P und 45 a, deren Eltern als Puppen ebenfalls mehrfach der Kälte ausgesetzt worden waren. Die dort gegebene Erklärung gilt demnach auch hier.

11. Zucht 32 a. Die (? in Ruschwedel) im Frühjahr 1930 eingesammelten Raupen wurden im Gewächshause weitergezogen. Bis zum 8. 6. hatten sich alle Raupen verpuppt; auch die Puppen blieben im Gewächshause. Vom 15. 10. bis 22. 10. 30 erschienen die Falter (6 ♂ und 15 ♀), also etwa in demselben Zeitraum wie die anderen Zuchten der gleichen Herkunft, die als Puppen teils im Freilande, teils vorübergehend in Kältekammern aufbewahrt worden waren. Am 11. 11. schlüpften 1 ♂ und 2 ♀, die zur Weiterzucht dienten. Die Tochterfalter (1 ♂ und 6 ♀) schlüpften vom 3. 11. bis 15. 11. 31.

12. Zucht Neuenkirchen a und b. Am 26. 9. 30 wurden in Neuenkirchen 48 *brumata*-Pärchen (a) und am 29. 9. 30 weitere 17 Pärchen (b) eingetragen und ihre Eier weitergezogen. Das Zuchtergebnis ist wieder, offenbar wegen starker Verpilzung, recht dürftig: in Zucht a erschienen die Tochterfalter (3 ♂ und 3 ♀) vom 29. 9. bis 14. 10. 31, in Zucht b (2 ♂ und 7 ♀) vom 3. 10. bis 29. 10. 31, also später als die Eltern, aber doch noch früher als in sämtlichen anderen Zuchten. Möglicherweise sind die frühesten Individuen nicht zur Entwicklung gekommen.

Die Tatsache, daß die Weibchen in den Zuchten von 1931 stark überwiegen (62 ♂ : 108 ♀) könnte darauf hindeuten, daß vielfach die erste Hälfte der Schlüpfkurve irgendwie verloren gegangen ist, bezw. daß die männlichen Tiere empfindlicher sind als die weiblichen. Allerdings überwiegen auch bei den im Jahre 1930 aus eingesammelten Raupen ge-

zogenen Faltern die Weibchen sehr erheblich (65 ♂ : 141 ♀); trotzdem macht hier die gegenseitige Lage der Schlüpfkurven von Männchen und Weibchen einen durchaus normalen Eindruck.

Aus den Zuchten von 1930/31 sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Behandlung der Puppen mit Wärme (Gewächshaus) hat keinen sicheren Einfluß auf die Schlüpfzeiten der Falter.

2. Periodische Behandlung der Puppen mit Kälte (etwa 0°C) beschleunigt das Ausschlüpfen der Falter nicht. Eine Verzögerung des Ausschlüpfens kann möglicherweise eintreten, wenn sich die Kältebehandlung bis Ende August oder Anfang September erstreckt. Werden die Puppen bereits kurz nach der Verpuppung der Kälte ausgesetzt und bis Ende Oktober darin gehalten, bleibt die Entwicklung stehen.

3. Die Falter der Tochtergeneration erscheinen größtenteils etwas später als die Elterntiere. Gründe für dieses von den Zuchten 1932 bis 1937 abweichende Verhalten sollen später erörtert werden.

4. Das Ausschlüpfen der Männchen beginnt und endet früher als das Schlüpfen der Weibchen.

5. Je später (früher) die zur Weiterzucht benutzten Falter einer Population der Puppe entschlüpft sind, umso später (früher) liegen im allgemeinen auch die Schlüpfzeiten der Nachkommen. Dies spricht dafür, daß einerseits die Schlüpfzeiten erblich fixiert sind, und daß andererseits die Populationen der verschiedenen Örtlichkeiten genetisch nicht vollkommen einheitlich sind.

6. Die Schlüpfzeiten der aus Neuenkirchen stammenden Falter und ihrer Nachkommen liegen bedeutend früher als die Schlüpfzeiten der Falter aus anderen Herkünften. Auch diese Beobachtung spricht für die erbliche Bedingtheit der Schlüpfzeiten.

## II. Versuche der Jahre 1932 bis 1937.

Nachdem durch die Zuchten der Jahre 1930/31 wahrscheinlich geworden war, daß die Schlüpfzeiten der Frostspanner-Falter erblich bedingt sind, kam es darauf an, Frostspanner verschiedener Herkünfte nebeneinander unter vollkommen gleichen Bedingungen durch mehrere Jahre hindurch zu prüfen.

Hierfür standen aus der Umgebung Stades zur Verfügung:

1. Raupen, die am Ostrande der Stadt Stade (auf Geestboden) im Frühjahr 1932 eingesammelt worden waren (Zucht 42);

2. Raupen, die in Schölisch bei Stade (auf Marschboden) im Frühjahr 1932 eingesammelt worden waren (Zucht 41);

3. Frostspanner-Falter (4 Pärchen), die im Moor bei Stade-Campe am 27. 10. 32 gefangen worden waren (Zucht 117);

4. Frostspanner-Falter (6 Pärchen), die in Neuenkirchen am 5. 10. 32 gefangen worden waren (Zucht 109 b).

Vergleichsweise wurden auch ausländische Frostspanner beobachtet:

5. Durch die Freundlichkeit von Herrn Professor Lundblad erhielt ich am 1. Juli 1933 Puppen, die von 2 Örtlichkeiten nahe bei Stockholm-Experimentalfältet stammten (Zucht 67);

6. Herr Professor Dr. Faes in Lausanne sandte mir 1932 auf meine Bitte Raupen, die in 2 verschiedenen Höhenlagen gesammelt waren: a) in 600 m Höhe bei la Croix sur Lutry, am Ufer des Genfer See's (in der Nähe von Lausanne) (Zucht 88) und b) in 900—1000 m Höhe bei Nendaz oberhalb von Sion (Canton du Valais) am Südhange des Rhône-tales. In den Obstgärten dieser Höhenlage tritt *Cheimatobia brumata* nur schwach auf (Zucht 40 A)<sup>1)</sup>.

Zur Begattung und Eiablage wurden die Falter in einem frostfreien aber ungeheizten Nordzimmer in Glasgefäßen mit mehrfach geknickten bzw. angebrochenen Zweigen gehalten. Die mit Eiern belegten Zweige wurden in beiderseits offenen Glaszylindern im Freien unter einer Überdachung überwintert. Auch die Überwinterung der Zweige in Nesselbeuteln hat sich gut bewährt. Sobald die ersten Eier im Frühling die dem Schlüpfen der Räumchen vorausgehende metallische Verfärbung zeigten, kamen sämtliche Zylinder, die nun mit Cellophan verschlossen wurden, gleichzeitig in das oben genannte Nordzimmer. Die ausgeschlüpften Räumchen wurden täglich den Zylindern entnommen und in mit Fließpapier zugebundenen Glasschalen zuerst mit Weide, später mit Kirsche oder (in anderen Jahren) Weißdorn gefüttert. Die Raupenschalen standen serienweise in größeren Glasgefäßen, in denen nötigenfalls durch nasses Fließpapier eine ausreichende Luftfeuchtigkeit gehalten wurde. Mit dem Heranwachsen der Raupen wurden fortlaufend größere Zuchtgefäße gewählt; außerdem wurde die Zahl der Zuchtgefäße vermehrt, um die Gefahren einer Übervölkerung zu vermeiden. Die verpuppungsreifen Raupen wurden in Blumentöpfe mit Gartenerde übertragen<sup>2)</sup>. Die mit Nessel zugebundenen Töpfe kamen alsdann in das Freiland, wo sie im Schatten

<sup>1)</sup> Den oben genannten Herren danke ich auch an dieser Stelle sehr für ihre liebenswürdige Unterstützung. — Herr Professor Schneider-Orelli in Zürich, an den ich mich ebenfalls unter eingehender Darlegung meiner Gedankengänge gewandt hatte, antwortete leider nicht, sondern schickte nur einige Monate später den Sonderdruck eines jüngst veröffentlichten kurzen Aufsatzes (1932), in dem er, ohne auf meine Mitteilung einzugehen, einen von ihm im Jahre 1916 geschriebenen Brief abdruckt; in diesem Brief hatte er die Trennung der Art in verschiedene Rassen erörtert.

<sup>2)</sup> Abweichend von den folgenden Jahren wurden 1932 die Puppen ohne Kokon und ohne Erde in Petrischalen bis zum Schlüpfen der Falter in einem Nordzimmer gehalten.

von Gebüsch bis fast an den Rand in den Boden eingesenkt wurden. Anfang September<sup>1)</sup> wurden die Puppenkokons aus der Erde herausgesiebt, die Puppen aus den Kokons befreit (um das Verschimmeln zu vermeiden) und zuchtenweise getrennt in Petrischalen mit gelegentlich angefeuchtetem Fließpapier) im ungeheizten Nordzimmer aufbewahrt. Die Puppen sind also in keinem der Zuchtjahre dem Frost ausgesetzt gewesen.

1. Zucht 42 (Fig. 2). Im Herbst 1932 schlüpften vom 13. bis 22. 11. 5 ♂ und vom 17. bis 25. 11. 9 ♀. Zur Weiterzucht dienten 1 ♂ vom 18. 11. und 2 ♀ vom 25. 11. Deren Nachkommen schlüpften als Falter im Jahre 1933 vom 6. bis 20. 11. (58 ♂) und vom 10. bis 28. 11. (30 ♀). Zur Weiterzucht wurden sämtliche zwischen dem 11. 11. und 26. 11. geschlüpften Falter benutzt. Im Jahre 1934 erschienen die Nachkommen vom 1. 11. bis 22. 11. (24 ♂) und vom 9. 11. bis 29. 11. (15 ♀).

Die Schlüpfzeit hat sich also gegenüber dem Ausgangsmaterial langsam zunehmend verbreitert. Da die Männchen überwiegen, waren die Zuchtbedingungen offenbar richtig gewählt worden.

2. Zucht 41 (Fig. 2). Im Herbst 1932 schlüpften vom 7. bis 20. 11. 6 ♂ und vom 15. bis 23. 11. 6 ♀. Zur Weiterzucht dienten 1 ♂ vom 17. 11. und 1 ♀ vom 19. 11. Im Jahre 1933 schlüpften deren Nachkommen vom 7. bis 16. 11. (10 ♂; 1 weiteres ♂ ganz isoliert bereits am 31. 10.) und vom 9. bis 21. 11. (38 ♀). Zur Weiterzucht kamen alle zwischen dem 7. 11. und 17. 11. geschlüpften Falter. Im Jahre 1934 erschienen die Falter vom 8. bis 20. 11. (21 ♂; 1 weiteres ♂ ganz isoliert bereits am 11. 10.) und vom 7. 11. bis 30. 11. (23 ♀).

Wieder ist die Schlüpfzeit in den 3 Jahren im allgemeinen gleich geblieben, aber sie hat sich etwas verbreitert. Besonders auffallend ist es, daß sowohl 1933 wie 1934 je 1 ♂ sehr viel früher erschien als die Mehrzahl seiner Geschlechtsgenossen. Man könnte hieraus den Schluß ziehen, daß die Tiere der Zucht 41 eine gewisse Bereitschaft haben, frühzeitig schlüpfende Mutanten zu bilden.

3. Zucht 117 (Fig. 2). Als Ausgangsmaterial dienten 4 am 27. 10. 1932 gefangene Pärchen. Die Nachkommen schlüpften 1933 vom 30. 10. bis 23. 11. (45 ♂) und vom 15. 10. bis 22. 11. (82 ♀). Sehr auffallend ist das Überwiegen und frühzeitigere Erscheinen der Weibchen, obwohl die Zuchtbedingungen die gleichen waren wie in Zucht 42 (s. o.).

<sup>1)</sup> Genaue Daten: 1933 am 8. 9., 1934 am 10. 9., 1935 am 2. 9., 1936 am 14. 9., 1937 am 19. 8. — Am 14. 9. 1936 waren bereits einige Falter der Zucht 109b geschlüpft; der Termin war also zu spät gewählt worden.

Zur Weiterzucht dienten sämtliche vom 15. 10. bis 7. 11. geschlüpften Falter. Deren Nachkommen erschienen 1934 vom 22. 10. bis 17. 11. (46 ♂) und vom 20. 10. bis 27. 11. (122 ♀). Die Weibchen überwiegen also noch stärker als im Vorjahre. Der zeitliche Unterschied im Erscheinen der beiden Geschlechter hat sich dagegen verringert. Zur Weiterzucht

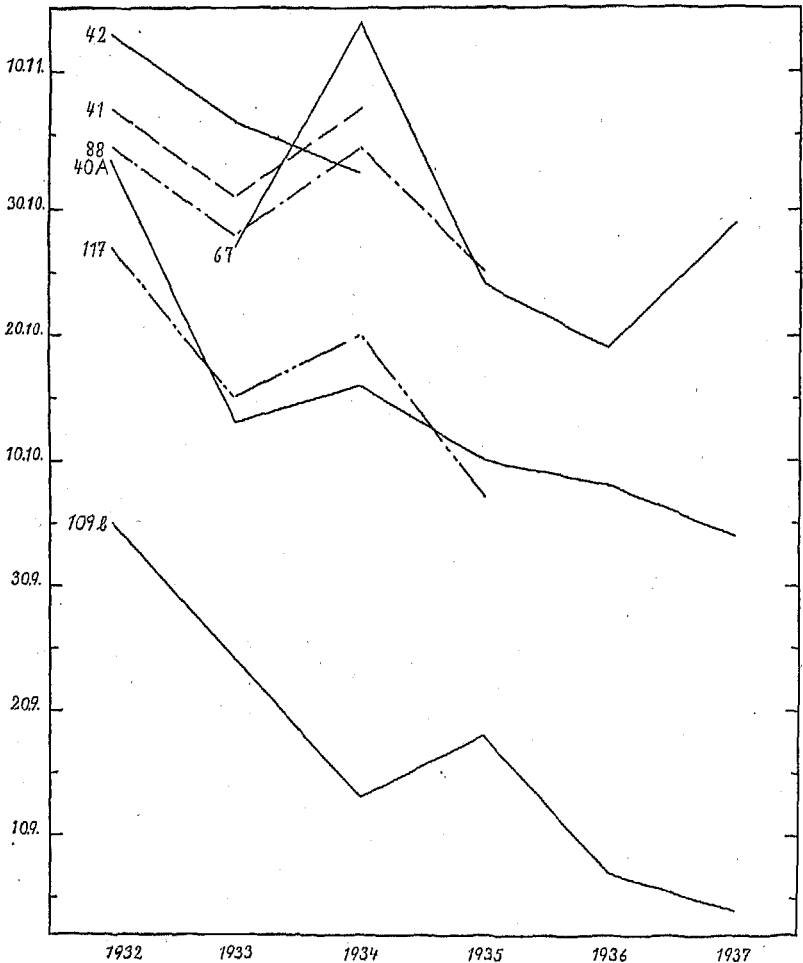


Fig. 2. Beginn des Ausschlüpfens der Falter in den verschiedenen Zuchten von 1932 bis 1937.

dienten alle vom 20. 10. bis 12. 11. geschlüpften Falter. Deren Nachkommen schlüpfen 1935 vom 7. 10. bis 11. 11. (163 ♂) und vom 14. 10. bis 15. 11. (154 ♀). Jetzt ist das Zahlenverhältnis der Geschlechter normal, ebenso der geringe Vorsprung der Männchen. — Nach

unseren Notizen schlüpfte schon am 11. 9. 35 1 ♂; es wurde aber nicht mitgerechnet, da hier möglicherweise ein Irrtum vorliegt.

Während also in den Jahren 1933 und 1934 der Gipfel der Schlüpfkurve etwas später liegt als der Schlüpftermin der Pärchen von 1932, ist die Übereinstimmung im Jahre 1935 sehr gut. In der Zucht 117 erschienen alljährlich verhältnismäßig viele hier noch nicht mitgezählte Zwitter<sup>1)</sup>. Das spricht für das Vorhandensein einer gewissen erblichen

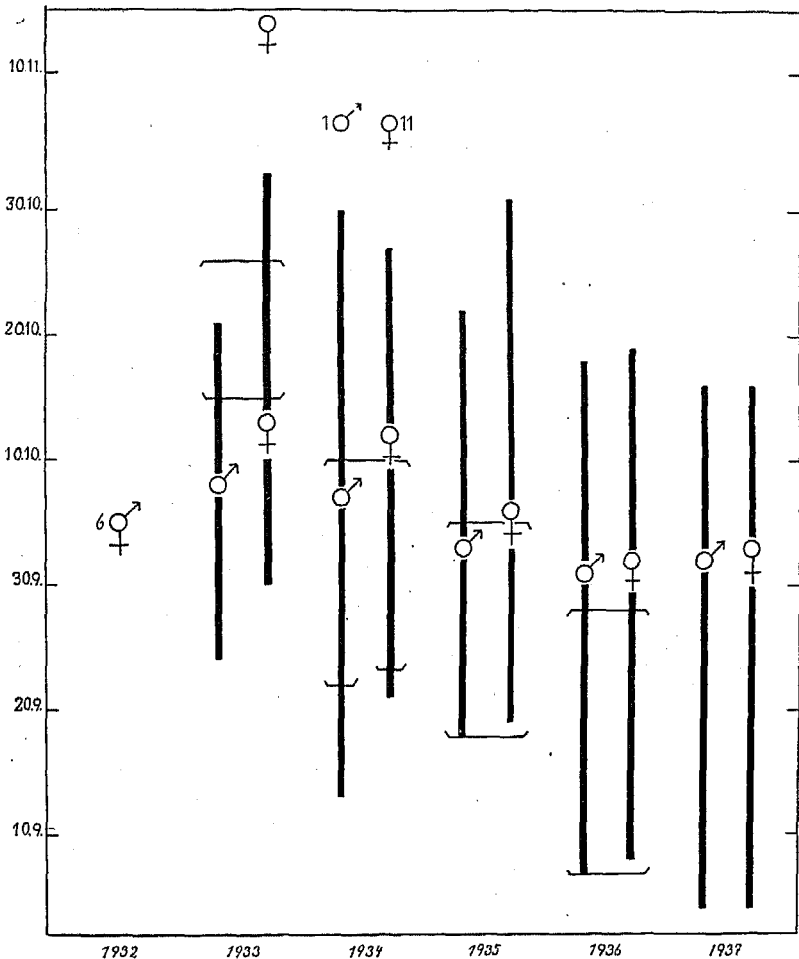


Fig. 3. Zucht 109 b (Neuenkirchen). Schlüpfdauer der Männchen und Weibchen in den verschiedenen Jahren. Die zur Weiterzucht benutzten Falter sind eingeklammert.

<sup>1)</sup> Eine Bearbeitung der Frostspanner-Zwitter wird in einer besonderen Veröffentlichung erfolgen.

Störung. Ob das auffallende zahlenmäßige Überwiegen der Weibchen hiermit zusammenhängt, kann jedoch nicht entschieden werden.

4. Zucht 109b (Fig. 2 und 3). Die Zucht begann mit 6 Pärchen, die am 5. 10. 1932 gefangen worden waren. Die Nachkommen schlüpfen im Jahre 1933 vom 24. 9. bis 21. 10. (21 ♂) und vom 30. 9. bis 2. 11. (27 ♀). Ein weiteres Weibchen erschien am 14. 11., also sehr verspätet. Gegenüber den Elterntieren hat sich der Gipfel der Schlüpfkurve etwas in den Spätherbst hin verschoben. Zur Weiterzucht dienten alle vom 15. 10. bis 26. 10., also die spät geschlüpften Falter, während in den meisten anderen Zuchten auch in den anderen Zuchtjahren der Zucht 109b gerade die früh geschlüpften Tiere zur Weiterzucht ausgewählt wurden. Deren Nachkommen erschienen 1934 vom 13. 9. bis 30. 10. (116 ♂) und vom 21. 9. bis 27. 10. (91 ♀). Am 6. 11. schlüpfen als Nachzügler noch 1 ♂ und 11 ♀. Die Schlüpfkurven von 1933 und 1934 decken sich demnach ungefähr. Für die weitere Zucht wurden die vom 21. 9. bis 10. 10., d. h. die früh geschlüpften Tiere ausgewählt. Deren Nachkommen schlüpfen 1935 vom 18. 9. bis 22. 10. (121 ♂) und vom 19. 9. bis 31. 10. (165 ♀). Wieder deckt sich die Schlüpfkurve ungefähr mit der des Vorjahres, doch ist ihr Schwergewicht offensichtlich etwas zum September hin verlagert. Zur Weiterzucht dienten alle vom 19. 9. bis 5. 10. geschlüpften Falter, also wiederum die frühen Varianten. Deren Nachkommen erschienen 1936 vom 7. 9. bis 18. 10. (153 ♂) und vom 8. 9. bis 19. 10. (162 ♀); die Schlüpfkurve ist demnach deutlich vorverlegt. Zur Weiterzucht dienten wieder die frühen Varianten, nämlich die vom 7. 9. bis 28. 9. geschlüpften Falter. Deren Nachkommen schlüpfen 1937 vom 4. 9. bis 16. 10. (23 ♂, 36 ♀), also nochmals etwas früher als die Falter von 1936.

Wenn also auch die Schlüpfkurve von 1937 die Erscheinungszeit der Ausgangsfalter (1932) noch umgreift, so ist doch — wohl durch wiederholte Anlese der früh schlüpfenden Varianten — die Schlüpfkurve immer weiter vorverlegt worden.

5. Zucht 67 (Fig. 2 und 4). Aus den am 1. Juli 1933 eingeführten Puppen schlüpfen die Falter vom 27. 10. bis 4. 11. (5 ♂) und vom 27. 10. bis 5. 11. (5 ♀). Deren Nachkommen erwiesen sich im Jahre 1934 als nicht recht lebenskräftig: es schlüpfen nur 5 Falter: 1 ♂ am 22. 11. und 4 ♀ vom 14. 11. bis 26. 11. Der Anfang der Schlüpfkurve fehlt offenbar. Die Nachkommen dieser 5 Falter erschienen im Jahre 1935 vom 24. 10. bis 23. 11. (37 ♂) und vom 6. 11. bis 2. 12. (43 ♀). Zur Weiterzucht wurden sämtliche vom 30. 10. bis 25. 11. geschlüpften Falter benutzt, also nur die Extremen ausgeschaltet. Bei ihren Nachkommen im Jahre 1936 beobachteten wir wieder eine geringe Vorverlegung der Schlüpfkurve: Die Falter erschienen vom 19. 10. bis

15. 11. (52 ♂) und vom 24. 10. bis 20. 11. (67 ♀). Ein weiteres Weibchen, das nach unseren Notizen bereits am 30. 9. schlüpfte, fällt so stark aus dem Rahmen, daß man die Richtigkeit der Notiz bezweifeln kann. Zur Weiterzucht dienten wiederum fast alle, nämlich die vom 19. 10. bis 17. 11. geschlüpften Falter. Das Ausschlüpfen deren Nachkommen im Jahre 1937 begann sehr verzögert: Die Falter erschienen vom 29. 10. bis 18. 11. (21 ♂) und vom 6. 11. bis 25. 11. (15 ♀).<sup>1)</sup> Da die Puppen vielfach auch ziemlich klein waren, handelt es sich offenbar um eine Degenerationserscheinung, zumal bei den anderen in gleicher Weise gehaltenen Zuchten des Jahres 1937 nicht nur keine Verzögerung sondern sogar eine geringe Vorverlegung der Schlüpfkurven zu beobachten war. (vgl. Zucht 109b und 40a).

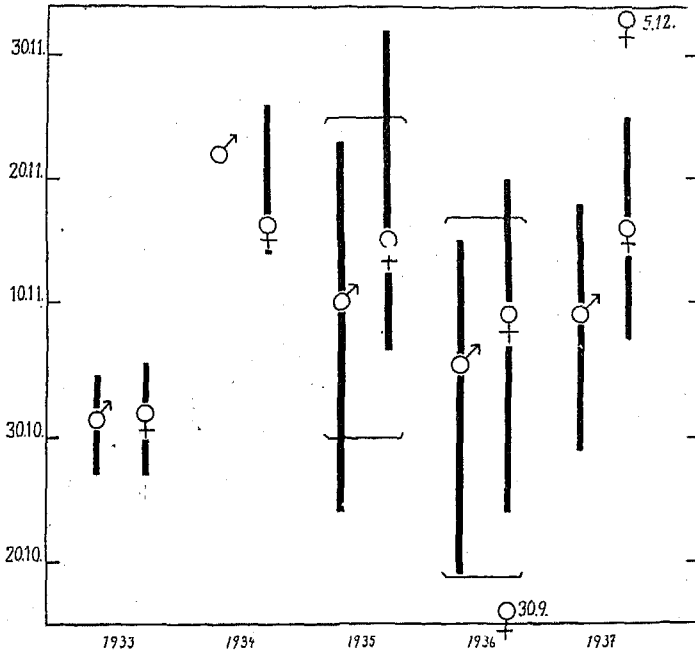


Fig. 4. Zucht 67 (Schweden). Schlüpfdauer der Männchen und Weibchen in den verschiedenen Jahren (vgl. Fig. 3).

6a. Zucht 88 (Fig. 2). Die 1932 in 600 m Höhe gesammelten und nach Stade geschickten Raupen ergaben die Falter vom 4. 11. bis 24. 11. (9 ♂) und vom 7. 11. bis 29. 11. (11 ♀). Zur Weiterzucht dienten ein ♂ vom 19. 11. und 1 ♀ vom 29. 11. Deren Nachkommen erschienen 1933 auffallend früh: es schlüpfte vom 31. 10. bis 11. 11.

<sup>1)</sup> 1 Nachzügler (♀) schlüpfte erst am 5. 12.



13 ♂ und vom 1. 11. bis 13. 11. 17 ♀. Sämtliche 30 Falter dienten zur Weiterzucht: im Jahre 1934 schlüpfen ihre Nachkommen vom 7. bis 8. 11. (3 ♂) und vom 4. 11. bis 14. 11. (4 ♀), also etwa in der gleichen Zeitspanne wie die Eltern. Sämtliche Falter von 1934 dienten zur Weiterzucht. Das Ausschlüpfen ihrer Nachkommen erfolgte 1935 wiederum zu einem früheren Termin: 3 ♂ vom 24. 10. bis 1. 11. und 1 ♀ am 3. 11. Die Vitalität dieses Stammes, die schon 1933 nicht sehr groß war, ist, wie sich aus der geringen Nachkommenszahl ergibt, bereits 1934 stark gefallen und sie fiel 1935 noch weiter, so daß dann auf die Weiterführung der Zucht verzichtet wurde.

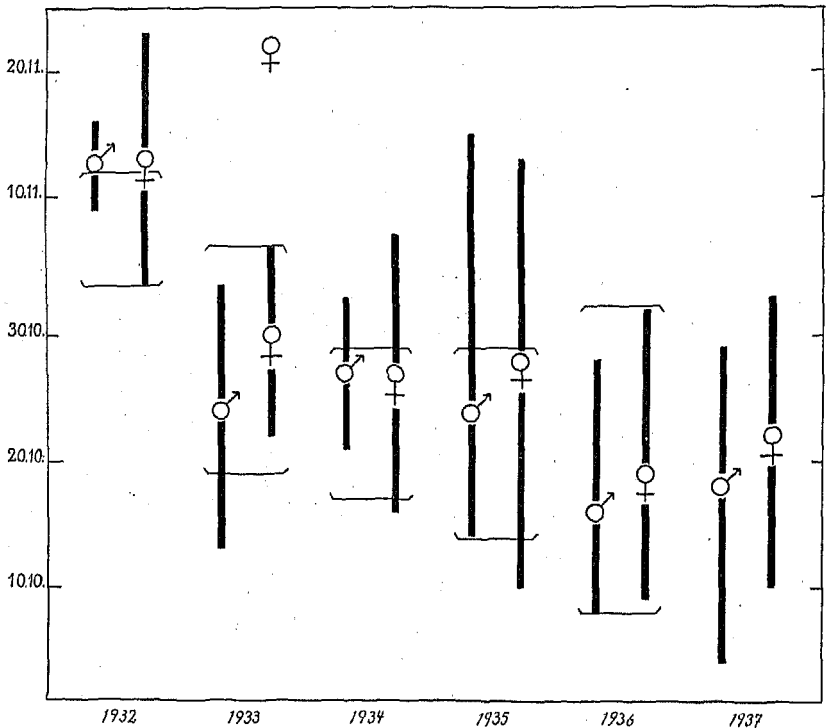


Fig. 5. Zucht 40 A (Schweiz, 900—1000 m hoch). Schlüpfdauer der Männchen und Weibchen in den verschiedenen Jahren (vgl. Fig. 3).

b. Zucht 40 A. (Fig. 2 u. 5). Die 1932 in 900—1000 m Höhe eingesammelten und hierher geschickten Raupen ergaben die Falter vom 9. 11. bis 16. 11. (8 ♂) und vom 3. bis 23. 11. (7 ♀). Das Schlüpfen der Falter ist also eigentlich unerwartet spät erfolgt, es ist aber immerhin früher beendet gewesen als in der aus geringerer Höhe stammenden Zucht 88. Wie dort hat sich in der nächsten Generation der Schlüpftermin stark vorverlegt. Die Nachkommen der vom 3. 11. bis 11. 11. 32

geschlüpften Falter erschienen 1933 vom 13. 10. bis 3. 11. (39 ♂) und vom 22. 10. bis 6. 11. (39 ♀). Ob ein weiteres, erst am 22. 11. geschlüpftes Weibchen wirklich in diese Zucht gehört, muß zunächst zweifelhaft erscheinen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß es sich um eine Mutation handelt (vgl. die Züchten 41, 117, 109b, 67). In der Heimat dieses Stammes werden solche spätschlüpfenden Mutanten bei frühzeitigem Eintritt des Winters den Boden nicht verlassen können. In milderem Klima ist aber bei der Langlebigkeit der Männchen sogar damit zu rechnen, daß derartige Spätlinge zur Begattung und Eiablage kommen. Zur Weiterzucht dienten alle vom 19. 10. bis 6. 11. geschlüpften Falter. Deren Nachkommen erschienen 1934 vom 21. 10. bis 2. 11. (36 ♂) und vom 16. 10. bis 7. 11. (57 ♀). Der Anfangsteil der männlichen Schlüpfkurve scheint zu fehlen. Zur Weiterzucht wurden nur die vom 17. 10. bis 29. 10. geschlüpften Falter genommen. Deren Nachkommen erschienen 1935 vom 14. 10. bis 15. 11. (253 ♂) und vom 10. 10. bis 13. 11. (244 ♀). Die Schlüpfkurve ist demnach gegenüber 1934 etwas umfangreicher geworden, aber im Wesentlichen unverändert geblieben. Zur Weiterzucht dienten die vom 14. 10. bis 29. 10. geschlüpften Falter. Ihre Nachkommen schlüpften 1936 vom 8. 10. bis 28. 10. (120 ♂) und vom 9. 10. bis 31. 10. (123 ♀). Hier ist die Schlüpfkurve offensichtlich wieder etwas vorverlegt worden. Sämtliche Falter wurden zur Weiterzucht benutzt. Die Nachkommen erschienen 1937 vom 4. 10. bis 29. 10. (68 ♂) und vom 10. 10. bis 2. 11. (54 ♀). Gegenüber dem Schlüpfbeginn von 1932 hat also das Schlüpfen der Falter im Jahre 1937 fast einen Monat früher begonnen. — Faes, Staehelin und Brüderlein (1924, S. 12) berichten, daß 1923 in der Gegend von Sion der Flug am 15. bis 20. Oktober begann und Ende Oktober bis Anfang November seinen Höhepunkt erreichte. Hiermit stimmen die in Stade bei dieser Zucht beobachteten Schlüpfzeiten im allgemeinen gut überein. Nur die auffallend späte Schlüpfzeit des Jahres 1932 fällt ganz aus dem Rahmen.

Temperaturversuche. Aus früheren Versuchen war mir bekannt, daß die Puppen einen längeren Aufenthalt im Thermostaten bei + 32° nicht aushalten. Schneider-Orelli (1916) hatte bereits beobachtet, „daß bei andauerndem Aufenthalt im Thermostaten bei 25° alle Puppen abstarben“; auf Grund weiterer Versuche hält er 22° für „die Temperaturgrenze, oberhalb der ein Ausschlüpfen kaum mehr stattfindet“. Ich habe daher im Jahre 1937 Puppen der Zucht 67 nur vom 21. 8. bis 13. 10 im Thermostaten bei + 23 bis + 26° gehalten, danach in ein ungeheiztes Nordzimmer gebracht. Während die normal gehaltenen Puppen vom 29. 10. bis 25. 11. (ein Nachzügler am 5. 12.) ausschlüpfen, ergab die Warmzucht nur am 30. 11. und 1. 12. je 1 ♀ und am 15. 12.

2 ♂. Alle anderen Puppen sind eingeschrumpft, obwohl für hinreichende Luftfeuchtigkeit in den Zuchtschalen gesorgt worden war. Die alte Erfahrung, daß die Puppen größere Wärme schlecht vertragen, und daß sich die Entwicklung der Puppen durch Zufuhr von Wärme nicht beschleunigen läßt, hat sich demnach wieder bestätigt. Anscheinend leiden diejenigen Puppen am stärksten, deren Entwicklung bei Beginn der Wärmebehandlung am weitesten vorgeschritten ist (vgl. den auf S. 1 erwähnten Versuch von Thiem).

Ganz anders verlief ein Versuch mit niedrigen Temperaturen<sup>1)</sup>. Von der Zucht 109 b wurde eine Anzahl Puppen vom 21. 8. bis 30. 10. 37 in einem Kühlhaus (Schlachthaus) bei  $+ 1$  bis  $+ 3^{\circ}$  gehalten, danach in das mehrfach genannte Nordzimmer überführt. Die Falter der normal gehaltenen Zucht schlüpften vom 4. 9. bis 16. 10. Im Kühlhaus schlüpften die ersten beiden Weibchen ebenfalls bereits am 8. 9. und 13. 9.! Das erste Männchen erschien erst am 22. 9. Bis zum 30. 10. schlüpften im Kühlhaus insgesamt 6 ♂ und 9 ♀. Nachdem die Puppen am 31. 10. in das Zimmer gebracht worden waren, schlüpften sofort 2 weitere Männchen, während bis zum 16. 11. noch 16 Weibchen ausschlüpfen. In der Normalzucht verhielten sich Männchen:Weibchen etwa wie 2:3, in der Kaltzucht war das Verhältnis etwa 1:3. Auch hieraus ist zu schließen, daß die männlichen Puppen empfindlicher sind als die weiblichen. Frühzeitig einsetzende Abkühlung kann die frühen Varianten am Schlüpfen nicht hindern, verzögert aber das Ausschlüpfen der späten Varianten so stark, daß sie unter Freilandverhältnissen Gefahr laufen, durch Zufrieren der Bodendecke am Schlüpfen endgültig gehindert zu werden. — Die sehr spät geschlüpfen Weibchen waren übrigens auffallend träge; ihre Körperschuppen hatten einen hellen, an Kupferbronze erinnernden Schimmer, wie ihn sonst nur die Schuppen der Männchen besitzen.

Aus den Zuchten 1932—1937 ist Folgendes zu entnehmen:

1. Jeder Zuchtstamm hat eine ihm eigentümliche und ergebundene Schlüpfzeit, die in einer bestimmten ursächlichen Beziehung zu den klimatischen Bedingungen und Bodenverhältnissen seines Herkunftsortes steht.

Daß von den drei Stader Zuchten der Geest-Stamm (Nr. 42) und der Marsch-Stamm (Nr. 41) am spätesten — um den 5. 11. — zu erscheinen und am spätesten — um den 29. 11. — zu verschwinden beginnen, hängt unmittelbar mit dem Klima zusammen (vgl. Tabelle 1). Daß

<sup>1)</sup> Zweck der Temperatur-Versuche war, die normalerweise zeitlich weit getrennten Falter der Zuchten 109 b und 67 nach Möglichkeit gleichzeitig zum Schlüpfen zu bringen, um alsdann ihre Eigenschaften durch einen Kreuzungsversuch zu prüfen. Die Kreuzung scheint geglückt zu sein. Der Erfolg bleibt abzuwarten.

Tabelle 1.  
Übersicht über das Herbstklima von Stadel<sup>1)</sup>.

	Normal 1926-1935	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Mittel- temperatur	8,9° 5,1° 1,4°	7,3° 6,2° 2,5°	9,6° 2,2° -2,7°	9,1° 7,1° 0,9°	9,5° 5,1° 4,2°	9,1° 5,5° 1,1°	8,1° 5,3° 1,7°	8,3° 4,8° 2,4°	9,1° 8,4° -2,2°	10,3° 5,2° 4,8°	8,8° 5,8° 1,5°
Anzahl der a) Frosttage (Mi- nimum unt. 0° C) b Eistage (Maxi- mum unter 0 C)	a   b 2   0 7,3   0,8 17,6   6,5	a   b 4   0 5   0 16   1	a   b 2   0 17   7 29   18	a   b 3   0 5   0 21   6	a   b 2   0 6   0 9   6	a   b 0   0 8   0 17   6	a   b 5   0 7   1 19   4	a   b 0   0 8   0 16   2	a   b 0   0 7   0 25   17	a   b 1   0 8   0 6   2	a   b 3   0 2   0 18   3
Erster Herbst-Frosttag	21. 10.	21. 10.	19. 10.	4. 10.	21. 10.	5. 11.	23. 10.	9. 11.	5. 11.	18. 10.	22. 10.
Erster Herbst-Eistag	9. 12.	27. 12.	17. 11.	17. 12.	20. 12.	5. 12.	30. 11.	11. 12.	3. 12.	25. 12.	14. 12.
Erster Schnee	30. 11.	25. 10.	24. 11.	14. 12.	-	17. 11.	30. 10.	-	30. 11.	1. 1.	22. 11.
Anzahl der Schneetage (mindestens 0,1 mm)	0,1 0,8 4,9	0 0 2	0 0 19	0 0 4	0 0 0	0 3 2	1 0 2	0 0 0	0 1 9	0 2 0	0 2 11
Zusammenhängende Schneedecke (bis Ende Dezember)	Bis Ende Dez. 0 Tage	Bis Ende Dez. 0 Tage	16. 12. - 22. 12. - 26. 12. - 31. 12.	14. 12. - 24. 12. - 26. 12. - 31. 12.	Bis Ende Dez. 0 Tage	17. 11. - 31. 11. - 26. 12. - 28. 12.	29. 12. - 30. 12. - -	Bis Ende Dez. 0 Tage	1. 12. - 20. 12. - 26. 12. - 31. 12.	Bis Ende Dez. 0 Tage	16. 12. - 26. 12. - -

<sup>1)</sup> Zum Vergleich sei verwiesen auf die Arbeit von E. Knoch (1927).

die nur wenig frühere Flugzeit der Zucht 41 (Schöllisch) mit der im Herbst größeren Nässe des schweren Marschbodens in ursächlicher Beziehung steht, ist zu vermuten. Aber da die Ortschaft Schöllisch teilweise unmittelbar an den Geestrand angrenzt, konnte sich dort nur schwer eine Lokalrasse mit scharf bestimmten Merkmalen herausbilden. Die außerordentlich frühe Flugzeit der Neuenkirchener Moorzucht (Nr. 109 b) ist offensichtlich auf die noch vor wenigen Jahren regelmäßig im frühen Herbst einsetzenden und lange anhaltenden Überschwemmungen des Moores zurückzuführen (vgl. S. 4). Klimatisch unterscheidet sich das Mooregebiet bei Neuenkirchen von den in Stade gemessenen Werten höchstens durch häufigere Nachtröste im Frühjahr und Herbst. Sehr verständlich ist es, daß die Zucht 117, die aus einem sehr schmalen zwischen Stader Geest und Marsch eingeschobenen Moorstreifen stammt, eine Mittelstellung zwischen den Zuchten 41 und 42 einerseits und 109 b andererseits einnimmt. Da der an diesen Moorstreifen angrenzende Geesthang mit Buschwerk und Bäumen bestanden ist, die Marsch aber an der in Frage kommenden Stelle weithin baumlose Weideflächen trägt, dürfte sich der Stamm 117 durch Selektion aus dem benachbarten Geest-Stamm entwickelt haben.

Auffallend sind die späten Schlüpfzeiten der schwedischen Zucht (Nr. 67). Nach den meteorologischen Daten von Experimentalfältet bei Stockholm, die ich der Freundlichkeit von Herrn Kollegen Dr. Ahlberg verdanke (vgl. Tabelle 2), hätte man erwarten sollen, daß die Schlüpfzeit bereits Anfang November beendet ist. Ich kann mir nur denken, daß bereits durch das zu einem späten Zeitpunkt erfolgte Einsammeln der Raupen eine unbeabsichtigte Auswahl der späten Varianten stattgefunden hat. Denn daß die aus den Eiern spät ausschlüpfenden Raupen auch spät schlüpfende Falter ergeben, wird unten näher gezeigt werden. Allerdings liegen gerade im ersten Jahre (1933) die Schlüpfzeiten erwartungsgemäß früh; und erst in den folgenden Jahren verzögern sich die Schlüpfzeiten. Hierfür können noch keine Erklärungen gegeben werden.

Die beiden Schweizer Zuchtstämme (Nr. 88 und 40 A) verhalten sich zueinander durchaus erwartungsgemäß. Andererseits überraschte die von Croix sur Lutry bei Lausanne stammende Zucht 88 schon im ersten Zuchtjahre durch ihre relativ frühe Schlüpfzeit. Hiermit stimmen aber die von Herrn Dr. Bovey bei Lausanne (553 m über dem Meere) gesammelten Beobachtungen überein: Der Flug begann dort 1932 und 1933 in der ersten Woche des November, 1934 und 1935 in der letzten Woche des Oktober, 1936 Anfang November (nach brieflicher Mitteilung). Nach einer Veröffentlichung von Faes, Staehelin und Bröderlein (1924) begann 1923 der Flug bei Croix sur Lutry Anfang November, er erreichte Mitte November seinen Höhepunkt und endete Anfang Dezember. Die meteorologischen Daten von Lausanne (Tabelle 3) stimmen

Tabelle 2.

Übersicht über das Herbstklima von Experimentalfältet (Schweden)<sup>1)</sup>.

	Normal <sup>2)</sup>	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
Mitteltemperatur	6,2° 1,5° -1,7°	4,0° 3,6° -2,6°	5,5° -0,4° -5,3°	6,7° 3,2° -1,0°	7,5° 4,0° 3,3°	7,8° 2,8° 1,1°	5,6° 3,9° -1,5°	5,2° 2,7° 2,6°	7,8° 1,3° -2,8°
Anzahl der a) Frosttage (Minimum unter 0° C)	a   b 4   1 0,5   0,1 1,1   11,5	a   b 12   0 0   3 2   16	a   b 3   0 0   12 0   25	a   b 2   0 1   2 1   13	a   b 0   0 0   0 0   0	a   b 0   0 2   4 2   6	a   b 8   1 0   2 1   12	a   b 8   0 1   0 2   2	a   b 0   0 0   4 1   18
Erster Herbst-Frosttag		16. 10.	15. 10.	15. 10.	—	2. 11.	22. 10.	6. 10.	5. 12.
Erster Herbst-Eistag		1. 11.	9. 11.	8. 11.	—	17. 11.	1. 11.	8. 12.	16. 11.
Erster Schnee		23. 10.	3. 11.	6. 11.	20. 11.	21. 11.	21. 10.	20. 10.	7. 11.
Anzahl der Schneetage (mindestens 0,1 mm)	2 3 8	8 3 11	1 8 8	0 1 10	0 1 2	0 1 9	5 0 14	4 2 2	0 8 8
Zusammenhängende Schneedecke (bis Ende Dezember)	7. 12.— 30. 12.	23. 10.— 29. 10.— 29. 11.— 31. 12.	3. 11.— 8. 11.— 31. 12.	6. 11.— 11. 11.— 12. 12.— 31. 12.	24. 12.— 26. 12.	14. 12.— 31. 12.	1. 12.— 31. 12.	—	16. 12.— 31. 12.

<sup>1)</sup> Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. O. Ahlberg in Experimentalfältet.

<sup>2)</sup> Die Mittelwerte der Temperatur sind aus den Beobachtungswerten der Jahre 1859—1925 berechnet worden, die Mittelwerte der Frost-, Eis- und Schneetage aus den Daten der Jahre 1926—1933.

recht gut mit diesen Beobachtungen überein. Über die weitere Vorverlegung der Schlüpfzeiten von Zucht 88 und 40 A s. u. Die meteorologischen Daten des Herkunftsortes der Zucht 40 A waren trotz der freundschaftlichen Bemühungen von Herrn Dr. Bovey nicht zu erhalten.

Tabelle 3.

Übersicht über das Herbstklima von Lausanne, Champ-de-l'Air (553 m hoch).<sup>1)</sup>

		Normal	1932	1933	1934	1935	1936	1937
Mitteltemperatur	Oktober	9,1°	9,6°	10,2°	9,6°	9,3°	6,4°	?
	November	4,5°	5,2°	3,7°	3,8°	5,3°	5,0°	?
	Dezember	0,9°	1,6°	2,7°	5,0°	0,3°	2,2°	?
Anzahl der a) Frosttage (Minimum unter 0° C) b) Eistage (Maximum unter 0°)	Oktober	a   b	a   b	a   b	a   b	a   b	a   b	a   b
	November	?   ?	0   0	0   0	0   0	0   0	0   0	0   0
	Dezember	?   ?	1   0	8   0	11   0	3   0	9   0	7   0
Erster Frosttag			6. 12.	13. 11.	2. 11.	5. 12.	8. 12.	15. 11.
Erster Schnee			9. 12.	27. 11.	—	4. 12.	8. 12.	11. 11.

2. Im Verlauf der Jahre begann in unseren Zuchten der Flug im allgemeinen immer früher. Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, ist hierfür die Temperatur, der die Puppen während ihrer Ruhe ausgesetzt waren, nicht verantwortlich zu machen.

Tabelle 4.

Durchschnittstemperaturen in Stade (1932 im Nordzimmer, 1933 bis 1937 im Freilande).<sup>2)</sup>

	Mai	Juni	Juli	August	Summe
1932	17,3	18,1	21,7	20,8	77,9
1933	11,6	15,3	17,5	16,4	63,8
1934	12,0	15,5	17,4	16,5	61,4
1935	10,3	16,4	16,7	16,1	59,5
1936	11,3	16,3	16,8	16,4	60,8
1937	13,9	15,7	17,0	17,2	63,8

<sup>1)</sup> Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. Bovey, Station fédérale d'essais viticoles in Lausanne und von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich.

<sup>2)</sup> Für 1932 wurden die Mittelwerte aus dem Maximum und Minimum berechnet, für die anderen Jahre aus 3 täglichen Ablesungen nach der meteorologischen Methode  $\frac{a + b + 2 \cdot c}{4}$ .

Allenfalls könnte man die sehr spät beginnende Flugzeit der Zuchten 41, 42, 40 A und 88 im Jahre 1932 mit der verhältnismäßig hohen Durchschnittstemperatur des Zuchtraumes in Verbindung bringen (die Zuchten 117 und 109 b begannen erst im Herbst 1932 mit frisch gefangenen Faltern). Daß hohe Temperaturen die Entwicklung verzögern können, habe ich oben bereits erwähnt. Wahrscheinlicher ist es aber, daß die Raupen im Jahre 1932 im Freilande später zur Verpuppung kamen als in den folgenden Jahren im Laboratorium und daß hierauf das späte Erscheinen der Falter im Jahre 1932 zurückzuführen ist (s. u.). In vielen Fällen wird man die Vorverlegung der Schlüpfzeiten auf die wiederholte Auslese der frühschlüpfenden Varianten zur Weiterzucht zurückführen können. Dies gilt besonders für die Zuchten 40 A, 117 und 109 b. Auffallend ist in Fig. 2 die gleichsinnige Schlüpfverzögerung der meisten Zuchten im Jahre 1934. Es lohnt sich, hiermit den Verlauf der Raupen-Schlüpfkurven zu vergleichen (Fig. 6): Die Schlüpfkurven der

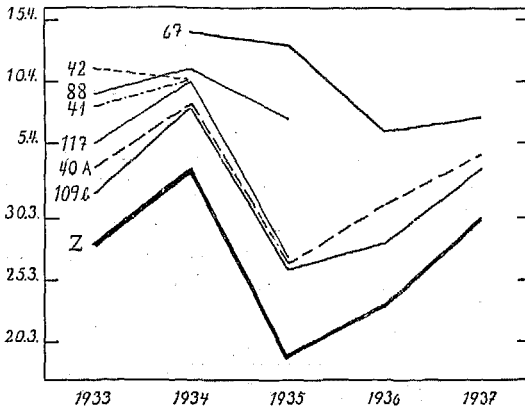


Fig. 6. Schlüpfbeginn der Jungraupen sämtlicher Zuchten verglichen mit dem Zeitpunkt (Z), zu dem die Eier aus dem Freilande in das Laboratorium gebracht wurden.

verschiedenen Zuchtstämme verlaufen vollkommen gleichsinnig, d. h. die Jungraupen schlüpfen umso früher, je früher die Eier der Wärme ausgesetzt werden. Allerdings reagieren die Eier der verschiedenen Zuchtstämme verschieden schnell: je früher die Falter im Herbst zu erscheinen pflegen (z. B. Zucht 109 b und 40 A), umso schneller schlüpfen im Frühjahr die Jungraupen und umgekehrt (z. B. Zucht 67). Der Einwand, daß ein frühzeitiges Erscheinen der Jungraupen in der Heimat der als Falter früh erscheinenden Zuchtstämme (etwa Zucht 40 A) wegen des dort spät einsetzenden Frühjahres nicht denkbar sei, ist nicht stichhaltig.



Denn vor Beginn der Frühjahrs-Erwärmung können die Raupen natürlich nicht schlüpfen. Da sie aber schnell auf die Erwärmung reagieren, werden sie den kurzen Sommer in Gebirgslagen usw. besonders gut ausnutzen können. Im Jahre 1934 wurden die Eier viel später als sonst in das Laboratorium gebracht, und dementsprechend schlüpften die Raupen aller Zuchten sehr spät. Den gleichen Knick zeigen die meisten Falter-Schlüpfkurven des Jahres 1934 (Fig. 2). Auch hier sieht man, daß die Schlüpfzeit der Falter von der Schlüpfzeit der Raupen abhängig ist. Mit anderen Worten, die Entwicklungsdauer der Puppen bleibt (innerhalb eines Zuchtstammes) alljährlich annähernd gleich — weitgehend unabhängig von der Temperatur. Wenn also an einem und demselben eng umschriebenen Orte beobachtet wird, daß der Falterflug in den verschiedenen Jahren nicht genau am gleichen Tage beginnt, so dürfte hierfür nicht das Klima der Sommer- und Herbstmonate, sondern in der Hauptsache die zu verschiedenen Zeiten einsetzende und verschieden starke Frühjahrs-erwärmung verantwortlich gemacht werden müssen<sup>1)</sup>. Das Auftreten von Mutanten oder die Vermischung der heimischen Rasse durch Einschleppung einer fremden Rasse (deren Eier an eingeführten jungen Bäumen usw. sitzen können) kann hier außer Betracht gelassen werden. — Jetzt findet auch die eigenartige Tatsache ihre Erklärung, daß die Falter des Jahres 1931 (s. o.) später schlüpften als ihre Eltern im Jahre 1930: die über Winter im Freien aufbewahrten Eier wurden am 2. 4. 31 in eine Kältekammer ( $-1$  bis  $+2^{\circ}$  C) gebracht und erst am 8. 4., also ganz besonders spät, in das ungeheizte Laboratorium überführt. Erst am 17. 4. begann dementsprechend das Schlüpfen der Jungraupen!

### Zusammenfassung.

*Cheimatobia brumata* hat unter dem selektiv wirkenden Einfluß von Klima und Boden, begünstigt durch die Flugunfähigkeit der Weibchen, zahlreiche Lokalrassen gebildet, deren Eigentümlichkeiten, ganz besonders deren Schlüpfzeiten, im Großen und Ganzen auch bei jahrelanger Zucht erhalten bleiben. Da es sich nicht um genetisch ganz einheitliche Rassen handelt, können durch die vom Züchter getriebene Auslese Veränderungen erzielt werden. Gelegentlich treten früh- bzw. spätschlüpfende Mutationen auf. Dadurch erhalten die Lokalrassen die Möglichkeit, sich Klima-Änderungen anzupassen.

Je früher (später) die Jungraupen aus den Eiern schlüpfen, umso früher (später) erscheinen im Herbst die Falter. Dies gilt sowohl für die

<sup>1)</sup> Auch der Barometerstand zur Zeit des Ausschlüpfens der Falter ist nicht ohne Bedeutung. Wir haben gelegentlich beobachtet, daß die Falter bei fallendem Luftdruck besonders zahlreich schlüpfen.

Unterschiede der einzelnen Rassen wie für die Verschiedenheiten, die bei den Schlüpfzeiten ein und derselben Rasse im Laufe der Jahre beobachtet werden.

Männliche Raupen und Puppen sind empfindlicher als weibliche. Je ungünstiger die Lebensverhältnisse für Raupen und Puppen sind, umso stärker wird daher bei den Faltern das Zahlenverhältnis der Geschlechter zugunsten der Weibchen verschoben. Da die Männchen bis zu 7 mal kopulieren können, kann die Zahl der Männchen ohne Gefahr recht stark verringert werden.

In der Puppe verlaufen die Umbildungs- und Neubildungsvorgänge ganz kontinuierlich. Eine länger anhaltende Diapause der physiologischen Prozesse besteht nicht. Auch ein Überliegen der Puppen wurde niemals von mir beobachtet. Während die Embryonalentwicklung im Frühjahr und die Entwicklung der Raupen unter der Einwirkung der Temperatur stehen, ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der Puppen weitgehend von der Temperatur unabhängig. Kurze Zeit anhaltende Einwirkungen von Temperaturen, die erheblich niedriger oder höher als die Normalwerte liegen, beeinflussen die Entwicklungsgeschwindigkeit der Puppen in keiner Weise. Länger andauernde Einwirkung führt dagegen in jedem Fall zu Schlüpfverzögerungen. Es handelt sich also bei der Reifung der Puppe offenbar um Vorgänge, die allein unter dem Einfluß von Fermenten, Hormonen oder ähnlichen Katalysatoren in erblich fixierten Bahnen ablaufen, nachdem irgendwie ein Anstoß erteilt worden ist. Umgekehrt wäre es auch möglich, daß etwa durch den Vorgang der Verpuppung ein Ferment oder dergl., das in der Raupe die Wirkungen der Temperatur auf Wachstum und Entwicklung zur Geltung bringt, gebunden oder unwirksam gemacht wird, und daß hiernach nur noch extreme Temperaturen einen Einfluß, und zwar einen schädlichen Einfluß, ausüben können. Die in der Entomologie mit viel Nutzen gebrauchte Wärmesummenregel (Blunck 1923) und das Exponentialgesetz (Janisch 1927) lassen sich demnach auf die Entwicklung der Frostspanner-Puppen — obwohl keine Diapause vorliegt — nicht ohne weiteres anwenden. Daß es überhaupt Objekte gibt, die diesen Regeln oder Gesetzen nicht gehorchen oder wenigstens nicht zu gehorchen scheinen, verdient die größte Aufmerksamkeit der experimentell arbeitenden Entomologen.

Durch die vorliegenden Untersuchungen ist das Problem des Frostspannerfluges weitgehend geklärt worden. Es wird sich empfehlen, bei weiteren Versuchen auch die im Vorfrühling fliegenden Frostspanner-Arten (*Hibernia leucophaearia* Schiff. und *H. marginaria* Bkh.) zu berücksichtigen.

## Schriftenverzeichnis.

- Blunck, H., Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. 2. Teil. Die Metamorphose (B. Das Larven- und das Puppenleben). — Zeitschr. f. wiss. Zool., 121, 171—391, Leipzig 1928.
- Eckstein, F., Ein Beitrag zur experimentellen Parasitologie der Insekten. — Zeitschr. f. Parasitenkunde, 2, 571—582, Berlin 1930.
- Espér, E. I. Ch., Die Schmetterlinge. Abbildungen nach der Natur. 5, 208—218, Erlangen 1794.
- Faes, H., Staehelin, M. & Brüderlein, J., La lutte contre nos phalènes hiémales. — Annuaire agric. de la Suisse, 25, 299—314, Berne 1924.
- Feige, C. Th. L., Anweisung zu sicherer Vertilgung des schädlichen Blütenwicklers nebst einer Beschreibung von mehreren schädlichen Obstraupen. Berlin 1790.
- Glaser, Joh. Fr., Physikalisch-Oeconomische Abhandlung von den Schädlichen Raupen der Obstbäume, und bewährten Hilfsmitteln, solche Raupen von den Obstbäumen abzuhalten und zu vertreiben. 2. Aufl. Leipzig 1780.
- Härlin, C. B. F., Die Naturkunde des Obstbaues, nebst der Naturbeschreibung des Obstbaumes und Naturgeschichte der darauf einwirkenden nützlichen und schädlichen Thiere. Stuttgart 1841.
- Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.
- Jancke, O., Frostspanneruntersuchungen. — Arb. phys. angew. Ent., 4, 232—244, Berlin-Dahlem 1937.
- Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. Berlin 1927.
- Kleemann, Chr. Fr. C., Beyträge zur Natur- und Insektengeschichte. (Anhang zu den Rösel vom Rosenhof'schen Insektenbelustigungen). Nürnberg 1792.
- Knoch, K., Die Eintrittszeiten der Spät- und Frühfröste in Norddeutschland. — Veröffentl. d. Preuß. Meteorol. Inst., Abh. 8, Nr. 10, Berlin 1927.
- Ormerod, E. A., Handbook of Insects injurious to Orchard and Bush Fruits with Means of Prevention and Remedy. London 1898.
- Schneider-Orelli, O., Temperaturversuche mit Frostspannerpuppen, *Operophtera brumata* L. — Mitt. Entomologia Zürich u. Umgebung, Heft 2, S. 184—152, Zürich 1916.
- Weitere Versuche mit Frostspannerpuppen *Operophtera brumata* L. — Mitt. Schweiz. Entom. Ges., 15, 266—268, 1932.
- Thiem, H., Die Frostspannerplage im Niederungsgebiet der Weichsel bei Marionwerder Wstpr. und Beiträge zur Biologie des kleinen Frostspanners. — Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., 11, 1—94, Berlin 1928.