Zeitschrift: Mitteilungen der Entomologia Zürich und Umgebung

Herausgeber: Entomologia Zürich und Umgebung

Band: - (1915-1922)

Heft: 2

Artikel: Temperaturversuche mit Frostspannerpuppen, Operophthera brumata L.

Autor: Schneider-Orelli, O.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-650846

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: 16.07.2025

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

Temperaturversuche mit Frostspannerpuppen, Operophthera brumata L.

Von ***O. Schneider-Orelli***

Schweizerische Versuchsanstalt in Wädenswil.

oo

Bekanntlich fällt die Flugzeit von *Operophthera* (*Cheimatobia*) *brumata* L., wie diejenige einiger anderer Schmetterlingsarten bei uns in den Spätherbst. Sie beginnt im schweizerischen Mittelland im allgemeinen Mitte Oktober, erreicht in den letzten Oktobertagen oder in der ersten Novemberhälfte den Höhepunkt, um Ende November oder zu Anfang Dezember zum Abschluß zu gelangen. In den gegen diesen Obstbaumschädling seit 1912 in großer Zahl durchgeführten Leimringversuchen in der Umgebung von Wädenswil fand ich die frühesten brumata-Falter am 11. und 12. Oktober in einer Höhenlage von 580 m über Meer, am Etzel bei 850 m dagegen ausnahmsweise schon am 8. Oktober, die Hauptmenge jedoch an beiden Orten erst Ende Oktober und anfangs November. Diese Verhältnisse scheinen im Laufe der letzten hundert Jahre bei uns recht konstant geblieben zu sein, denn Hegetschweiler[1], ein zürcherischer Arzt und guter entomologischer Beobachter, der Frostspanneruntersuchungen auf der Westseite des Albis bis in eine Höhe von 750 m durchführte, fand den frühesten brumata-Falter im Jahre 1827 am 10. Oktober und im folgenden Jahre am 17. Oktober.

Die kurzflügeligen und infolge dessen flugunfähigen brumata-Weibchen klettern nach Verlassen der im Boden befindlichen, selten nur auf demselben liegenden Verpuppungsorte an den Stämmen der benachbarten Bäume in die Höhe. Unterwegs findet die Paarung statt, so daß alsbald mit der Eiablage

---

[1] J. J. Hegetschweiler, Versuch zur Beantwortung der von der naturforschenden Schweizerischen Gesellschaft aufgestellten Fragen, die Verwüstungen der Obstbäume durch Insekten betreffend (Denkschriften der allg. Schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturwissenschaften. 1. Bd., 2. Abt. 1833, p. 93.

begonnen werden kann. Die anfangs gelbgrünen, nach einigen Tagen sich rotbraun färbenden Eier überwintern, und sie entlassen, bei uns frühestens in der letzten Märzwoche, in späten Frühjahren aber erst von Mitte April an die ersten Räupchen, denen die austreibenden Blatt- und Blütenknospen Nahrung darbieten. Bis gegen Ende Mai findet man bei uns heranwachsende Raupen in großer Zahl, anfangs Juni dagegen nur noch vereinzelte Nachzügler; die andern haben zur Verpuppung schon den Boden aufgesucht, wo sie während des ganzen Sommers, d. h. durch mindestens 5 Monate hindurch in der Puppenruhe verharren.

Ist schon an und für sich die Flugzeit von brumata eine auffallende, so erscheinen die biologischen Verhältnisse noch viel eigenartiger, wenn wir das Ausschlüpfen der Falter in den verschiedenen Gebieten, wo die Art vorkommt, an Hand der vorhandenen Angaben verfolgen. Ueber den Zeitpunkt des Ausschlüpfens der grönländischen brumata sind mir leider keine Daten zugänglich; dagegen wurden aus Rußland kürzlich interessante Beobachtungen bekannt. Nach Schreiner[1] erscheinen nämlich die brumata-Falter bei Petersburg und in den baltischen Provinzen Ende September und in der ersten Oktoberhälfte, in Zentralrußland dagegen etwa einen Monat später, Ende Oktober und in der Krim sogar erst Ende November. Auch im südlichen Tessin, wo brumata allerdings sehr selten zu sein scheint, flog z. B. 1916 ein vereinzeltes Männchen erst am 22. November (leg. Geo. C. Krüger)[2]; im Südtirol findet man den Falter nach Stauder[3] im Dezember, und im Walde von Ficuzza auf Sizilien fing Herr Geo. C. Krüger (Maroggia) im Januar und Februar 1904 bei 800 m eine Anzahl von Exemplaren, wie ich aus einer freundlichen brieflichen Mitteilung ersehe. Nach dem gleichen Beobachter lebt die brumata-Raupe dort fast ausschließlich an Eiche.

Unterschiede im Zeitpunkt des Ausschlüpfens treten jedoch nicht nur in weit von einander entfernten Gebieten, sondern auch auf kleinerm Raume — aber bei ungleicher Höhenlage — auf. Vorbrodt[4] schreibt über die vorliegende Art: „Der Falter erscheint von Ende Oktober an (im Hochgebirge oft schon Ende September), ist am häufigsten im November und fliegt

---

[1] Nach dem Referat in „The Review of Applied Entomology". Series A 1916, p. 141.

[2] Von Herrn Geo. C. Krüger mir übersandt.

[3] H. Stauder, Syst. Verzeichnis der 1900—1906 im Südtirol erbeuteten Makrolepidopteren. (Int. Ent. Zeitschrift. Guben. 9. Jahrg. 1915, p. 8.)

[4] K. Vorbrodt und J. Müller-Rutz, Die Schmetterlinge der Schweiz II. Band 1914, p. 46.

bis tief in den Dezember hinein. Er ist in der Ebene überall gemein und geht in den Alpen bis zur Baumgrenze hinauf." Nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Herrn Oberstlieutenant Vorbrodt beobachtete er z. B. bei Andermatt und Airolo am 28. September 1890 fliegende brumata-Männchen (also zwischen 1100—1500 m) und in den Notizen von Wullschlegel fand er gleichfalls Angaben über brumata-Flug im September. Das frühere Ausschlüpfen in größerer Höhenlage wird ferner durch eine freundliche briefliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomann, Direktor der landwirtschaftl. Schule Plantahof bestätigt, der am 7. Oktober 1916 bei Schuls (Unterengadin) in einer Höhe von 1200 m brumata-Männchen um alle elektrischen Bogenlampen fliegen sah, zu einem Zeitpunkt, wo beispielsweise bei Wädenswil (410—580 m) noch kein einziges zu sehen war. Übrigens gibt schon Wocke[1] als brumata-Flugzeit an: „Im Hochgebirge um 4000 Fuß schon im September." Nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. M. Standfuß stützt sich diese Notiz unzweifelhaft besonders auf Beobachtungen seines Vaters G. Standfuß im Riesengebirge.

Nach diesen zuverlässigen Angaben kann es als feststehend angesehen werden, daß der brumata-Flug im Gebirge im allgemeinen früher einsetzt als in tiefen Lagen. An und für sich finden wir diese Erscheinung verständlich, weil in größerer Höhe ein Ausschlüpfen der Falter aus dem Boden, der Schneedecke wegen, z. B. Mitte November oft gar nicht mehr möglich wäre. Aber selbst wenn die Flugzeit in großer Höhe zu gleicher Zeit einsetzen würde wie im Tale, so ständen wir gleichwohl vor der interessanten Tatsache, daß die Puppenruhe im erstern Falle weniger lang dauert, weil infolge des spätern Frühlingseintrittes im Gebirge die Raupen dort auch später zur Verpuppung schreiten können als in tiefern, geschützten Lagen.

Diese Voraussetzung wird übrigens durch eine Beobachtung Hoffmanns[2] direkt bestätigt, der am 18. Juni 1911 bei 1300 m in der Steiermark an Heidelbeeren eine große Zahl von brumata-Raupen sammelte (d. h. zu einer Zeit, wo sie beispielsweise bei Wädenswil nicht mehr zu finden sind); bis zum 20. Oktober ergaben sie im Puppenbehälter schon „eine Menge" brumata-Falter, während andere noch „einige Tage später" schlüpften. Das Puppenstadium dieser Tiere dauerte demnach mindestens drei Wochen weniger lang als bei unserm brumata-Material von Wädenswil. Allerdings fand Hoffmann noch am

[1] M. F. Wocke in „Zeitschrift f. Ent. herausgeg. v. Verein f. schlesische Insektenkunde zu Breslau". Neue Folge. 3. Heft 1872, p. 77.

[2] Fritz Hoffmann, Zur Biologie der Cheimatobia brumata L. (Ent. Zeitschrift. Frankfurt a. M. 25. Jahrg. 1912, p. 261.)

5. November bei 1300 m fliegende brumata-♂♂ in großer Zahl ein letztes ♂ am 18. November in nicht angegebener Höhenlage; doch muß die Frage nach dem dortigen Flugbeginn bei 1300 m offen gelassen werden. Ob unter Umständen auch die Ernährung der Raupen mit Heidelbeerblättern einen gewissen Einfluß auf die Dauer des brumata-Puppenstadiums ausüben könnte, müssen spätere Versuche entscheiden; auch Herr Dr. Thomann hat nach freundlicher brieflicher Mitteilung in der Umgebung von Preda (Graubünden) bei 1750 m sehr zahlreiche brumata-Raupen an Heidelbeersträuchern beobachtet.

Zwischen Neujahr und Frühjahr sah ich bisher noch nie brumata-Falter fliegen und erbeutete zu dieser Zeit auch keine solchen an zahlreichen Klebgürteln an Obstbäumen bei Wädenswil. Deshalb muß ich mich vorläufig in Bezug auf die vielen Literaturangaben, wonach brumata-♂♂ auch bei uns im Februar und März nicht selten fliegen sollen, reserviert verhalten; denn es gibt wohl keine zweite Schmetterlingsart, über die mehr Unrichtiges gedruckt worden wäre, als über diesen „allbekannten Schädling“ an Obst- und andern Laubbäumen. Auch ein Ueberliegen einzelner brumata-Puppen bis zum übernächsten Herbst konnte ich bisher nie beobachten, trotzdem in frühern Jahren mehrere hundert brumata-Puppen daraufhin geprüft wurden.

Die Tatsache, daß unter alpinen klimatischen Verhältnissen die sommerliche Entwicklungsphase bei Tieren und Pflanzen zu Gunsten einer verlängerten winterlichen Ruheperiode verkürzt werden kann, ist allgemein bekannt; bei Operophthera brumata liegt jedoch die Eigentümlichkeit besonders in dem Umstande, daß im Gebirge und in nördlichen Breiten unseres Wissens nur das ruhende Puppenstadium dieser Abkürzung unterworfen zu sein scheint. Der frühere Flug im Gebirge und in nördlichen Gegenden gegenüber den Verhältnissen in tiefern Lagen und in südlicheren Breiten ließ bisher den Schluß naheliegend erscheinen, daß der frühere Eintritt der herbstlichen Abkühlung im erstern Falle der auslösende Reiz sei, der das Ausschlüpfen der brumata-Falter zur Folge habe. Bei überwinternden Schmetterlingspuppen ist es zwar bekanntlich in erster Linie vermehrte Wärmezufuhr, welche ein früheres Schlüpfen ermöglicht; bei den übersommernden brumata-Puppen wäre es nach der bisherigen Auffassung im Gegensatz dazu die vermehrte Abkühlung. Daß diese Anschauung weit verbreitet ist, ergibt sich jedesmal, wenn in entomologischen oder in obstbautreibenden Kreisen die Diskussion auf diesen Punkt kommt; schon die deutsche Bezeichnung „Frostspanner“ gibt ihr in gewissem Sinne Aus-

druck; nach Heymons[1] erscheinen die brumata-Falter „beim Auftreten der ersten Nachtfröste“, nach L. Reh[2] „nach den ersten Frösten“ usw.

So feststehend nun auch zweifellos die Tatsache ist, wonach die Frostspanner im allgemeinen zur Zeit der ersten Fröste, oder richtiger gesagt, der spätherbstlichen Abkühlung, aus den Puppen schlüpfen, so muß doch hervorgehoben werden, daß wir in wissenschaftlicher Hinsicht über diese auffallende physiologische Erscheinung bisher nichts Näheres wissen und daß diesbezügliche Experimente — meines Wissens — überhaupt nicht vorliegen. Wenn ich deshalb an dieser Stelle einige kleine Versuche der Veröffentlichung übergebe, die sich sozusagen als physiologische Nebenprodukte längerer, zur Hauptsache auf praktische Fragen gerichteter Frostspanneruntersuchungen von den übrigen, an anderer Stelle zu besprechenden Ergebnissen absonderten, so erhebe ich dabei keineswegs den Anspruch, das interessante Problem auch nur annähernd gelöst zu haben. Die vorliegende Mitteilung ist nichts weiter als ein erster bescheidener Anfang.

Bevor ich auf die Versuche eingehe, möchte ich den oben genannten Herren Entomologen, die mich durch briefliche Mitteilungen unterstützten, meinen verbindlichen Dank aussprechen, sowie auch der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt, deren Direktor, Herr Dr. Maurer mir in bereitwilligster Weise alle notwendigen Temperaturangaben vermittelte. Das größte Verdienst um das Zustandekommen der beiden Hauptversuche erwarb sich jedoch Herr Dr. N. Cerutti im Hospiz auf dem Großen St. Bernhard (Wallis), der in liebenswürdigster Weise meiner Bitte entsprach, die nach dem Gr. St. Bernhard gesandten Zuchtgefäße mit brumata-Puppen unter seine sachverständige Obhut und Kontrolle zu nehmen. Nur infolge seines Entgegenkommens konnten die Parallelversuche über das Ausschlüpfen der brumata-Falter an zwei Orten mit annähernd 2000 m Höhendifferenz (Wädenswil und Gr. St. Bernhard) zur Durchführung gelangen.

Parallelversuche in Wädenswil (480 m) und auf dem Großen St. Bernhard (2473 m).

Von der Ueberlegung ausgehend, daß eine Beeinflussung der Dauer der brumata-Puppenruhe besonders dann auffällig

[1] R. Heymons im Insektenband von „Brehms Tierleben“. Leipzig und Wien 1915. p. 282.

[2] L. Reh, Die Frostspanner (Merkblatt Nr. 1 der Deutschen Gesellschaft für angewandte Ent. 1915).

zu Tage treten müßte, wenn Puppen gleicher Herkunft möglichst verschiedenen klimatischen Bedingungen ausgesetzt würden, führte ich im Sommer 1916 zwei Parallelreihen mit Wädenswiler brumata-Puppen in Wädenswil und auf dem Großen St. Bernhard durch. Die Puppen lagen in Glasgefäßen mit Sand in den von den ausgewachsenen Raupen angefertigten „Sandcocons"; die Sandschicht war nur zu Versuchsbeginn mit Wasser durchfeuchtet, später aber in den mit Gazestoff zugebundenen Gläsern sich selber überlassen worden. Dadurch sollten zufällige Unterschiede, wie sie durch ungleiches Befeuchten der Puppen aus zusammengehörigen Parallelreihen durch verschiedene Personen sich leicht hätten geltend machen können, möglichst ausgeschaltet werden. Frühere Zuchtversuche hatten mir gezeigt, daß die brumata-Puppen selbst eine monatelang andauernde Trockenheit gut überstehen. Die Aufstellung der Puppenbehälter erfolgte sowohl auf dem Großen St. Bernhard als auch in Wädenswil an einem geschützten Platze im Freien (vor einem Fenster) derart, daß der Regen nicht hineinfiel. Die Lufttemperatur des Standortes dagegen konnte ungehindert auf die Puppen einwirken.

Es mag hier am Platze sein, einige Bemerkungen über die beiden Versuchsorte an Hand der amtlichen Aufzeichnungen einzuschalten. Die mittlere Jahrestemperatur des Hospizes auf dem Großen St. Bernhard liegt in Anbetracht der großen Höhendifferenz von 2000 m ungefähr 10° C tiefer als diejenige von Wädenswil. Die folgende Tabelle mit den mittleren minimalen und maximalen Temperaturen der für unsere Versuche in Betracht kommenden Sommer- und Herbstmonate des Jahres 1916 gibt nähern Aufschluß über diese Unterschiede:

Mittlere Morgen- und Mittagtemperaturen in Celsiusgraden

1916	Morgentemperaturen		Mittagtemperaturen	
	Wädenswil	Gr. St. Bernhard	Wädenswil	Gr. St. Bernhard
Juli	16,31	4,30	21,53	7,43
August	13,34	4,86	18,18	8,45
September	9,87	0,81	15,83	4,04
Oktober	6,59	—1,40	12,17	1,73
November	2,94	—6,35	6,25	—4,15

Des weitern sei noch beigefügt, daß während der Versuchsdauer auf dem Gr. St. Bernhard kein Monat völlig frostfrei war;

Mitte Juni 1916 sank dort die Temperatur wiederholt auf —5°, am 12. Juli auf —0,8, am 20. August auf —0,2, im September erreichte sie den tiefsten Stand mit —5,5 nnd am 21. Oktober mit —9,9°. Dagegen erreichten die höchsten Mittagtemperaturen im Juni 11,5, im Juli 11,7, im August 14,8 und im September 10,1° C. Aber auch in dem in Bezug auf die Temperaturverhältnisse ganz bedeutend über dem Durchschnitt stehenden Oktober 1916 gab es auf dem Großen St. Bernhard noch recht milde Herbsttage (z. B. der 13. mit 6,1° Morgen- und 10,4° Mittagtemperatur); vom 16. Oktober an stieg dagegen selbst mittags die Temperatur während 14 Tagen nicht mehr über den Gefrierpunkt, so daß von diesem Witterungsumschlage an die Zuchtgläser in einem ungeheizten Raume aufgestellt wurden, bis Mitte November auch hier die Temperatur dauernd unter den Nullpunkt fiel. Dann kamen sie in ein geheiztes Zimmer, wo auch noch Falter schlüpften. In Wädenswil konnten die Zuchten dagegen bis zum Schlusse der Versuche im Freien bleiben; der erste stärkere Frost (—2,5°) trat hier erst am 17. November ein; im ganzen Monat November waren es nur zwei Tage, an denen mittags die Temperatur nicht über den Nullpunkt stieg.

Für jeden einzelnen Versuch kam möglichst gleichartiges Versuchsmaterial zur Verwendung, d. h. die nahezu ausgewachsenen brumata-Raupen wurden am gleichen Tag und an den gleichen Bäumen gesammelt. Es schien mir richtiger, dazu frei an Obstbäumen und nicht in Zuchtgefäßen herangewachsene Raupen zu benutzen, um von natürlichen Verhältnissen ausgehen zu können.

Versuch I.

Etwa 100 am 23. Mai 1916 an einem Apfelbaum bei Wädenswil gesammelte brumata-Raupen verpuppten sich in feuchtem Sand vom 26.—30. Mai und blieben hier bis am 8. Juni. An diesem Tage wurden die klumpenweise beisammenliegenden Sandcocons in drei — so gut es ohne Beschädigung möglich war — nur annähernd gleichen Partien auf ebenso viele mit feuchter Sandschicht versehene Zuchtgläser verteilt. Gefäß A kam ohne weiteres wieder an den bisherigen Standort ins Freie (vor ein Nordostfenster); Gefäß B stellte man dagegen vorerst vom 8. Juni bis 12. Juli in einen Eisraum, wo die Temperatur während der ersten drei Wochen ziemlich konstant auf + 2° C blieb, im Juli, als der Eisvorrat geschwunden war, jedoch allmählich anstieg. Vom 12. Juli an kam B ins Freie neben A. Das dritte Gefäß (C) schließlich wurde am 8. Juni

nach dem Hospiz des Gr. St. Bernhard abgesandt, wo es unter Aufsicht des Herrn Dr. Cerutti den oben geschilderten alpinen Temperatureinflüssen ausgesetzt blieb, bis nach Mitte Oktober anhaltender Frost seine Aufstellung in einem Raume bei 0 bis 10°, ausnahmsweise auch bis 13° C notwendig machte. Nachdem auch hier vom 15. November an die Temperatur unter den Nullpunkt fiel, kam das Glas am 21. November in ein temperiertes Zimmer zu 10° C.

Ueber den Zeitpunkt des Ausschlüpfens der brumata-Falter in den drei Gefäßen, deren Puppen so verschiedenen äußern Bedingungen ausgesetzt waren, gibt folgende Tabelle Aufschluß.

Datum d. Ausschlüpfens der brumata-Falter	Wädenswil 480 m					Gr. St. Bernhard 2473 m	
	A Stets im Freien			B 8.VI.-12.VII. im Eisraum		C	
	Tiefste Temp. in °C	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
23. Oktober 1916	+2,6	—	—				
24.	4,0	1	—				
25.	4,9	—	—				
26.	5,8	1	—				
27.	3.0	—	—				
28.	4,5	—	1				
29.	3,5	—	—				
30.	3,5	2	3				
31.	7,6	2	—				
1. November	7,0	2	1				
2.	7,0	—	4				
3.	7,3	—	1	—	—		
4.	7,0	1	—	—	1		
5.	1,9	—	—	—	—		
6.	1,2	—	5	3	—		
7.	5,2	—	—	—	—		
8.	5,6	—	2	—	1		
9.	5,8	—	1	—	3		
10.	6,0	—	—	2	—	—	—
11.	5,6	—	—	—	—	1	—
12.	5,3	—	—	—	1	—	3
13.	5,0	—	—	2	1	1	2
14.	7,2	—	—	1	—	—	—
15.—19.	—2,5	—	—	—	—	—	—
20.	+0,8	—	1	1	1	—	—
21.	1.9			—	—	—	—
22.	1,1			—	1	1	2
23.	1,0			—	3	—	2
24.	—2,8			—	—	—	2
25.	—2,5			—	—	—	1
26.	+2,3			—	2	—	—
27. Nov. bis 2. Dez.	Zwischen 0 u. +2°			—	—	—	—
3. Dezember				—	—	—	1
4.				—	—	—	—
5.				—	—	—	1
6.				—	1	—	—
		9	19	9	15	3	14

Im Gefäß A schlüpften demnach im Ganzen 28 Falter, in B 24, und auf dem Gr. St. Bernhard nur 17. Wie viele Puppen im letztern Falle abstarben, ist mir nicht genau bekannt, da es bei der Verteilung des Versuchsmaterials auf die drei Gefäße ohne Beschädigung nicht mehr möglich gewesen wäre, die klumpenweise beisammensitzenden Puppen genauer zu zählen. Dagegen konnte ich in den Wädenswiler Gläsern die Zahl der abgestorbenen Puppen nachträglich feststellen; im Gefäß A waren es 7 (20%), im Gefäß B, welches während eines Monats im Eisraum aufgestellt wurde, sogar 18. Nebenbei mag hier erwähnt sein, daß ein Ausfall von 20% bei brumata-Zuchten mit im Freien gesammelten Raupen für diese Art kein besonders hoher ist und auch bei einem Übersommern der Puppen im freien Land kaum vermindert werden kann. Die Verhältnisse dürfen nicht ohne weiteres mit denjenigen vieler anderer Schmetterlingsarten, deren Puppen überwintern oder nur eine kurze Puppenruhe durchmachen, verglichen werden.

Was uns bei obiger Zusammenstellung auf den ersten Blick auffällt, ist der Umstand, daß die vorübergehend (B) oder andauernd (C) kühler aufbewahrten brumata-Puppen die Falter später entließen, als es sonst der Fall gewesen wäre (A). In A schlüpften die meisten Falter Ende Oktober und anfangs November, also zu gleicher Zeit, als auch der Hauptflug in den benachbarten Wädenswiler Obstgärten stattfand; B zeigt demgegenüber eine durchschnittliche Verspätung um etwa 10 Tage. Im Gr. St. Bernhard-Versuch stört leider die geringe Falterzahl den Vergleich etwas, doch steht die unzweifelhafte Verspätung gegenüber A trotzdem ganz außer Frage. Hätte man übrigens die Puppen im Gefäß C auch nach Mitte Oktober auf dem Gr. St. Bernhard im Freien gelassen, so würde im Herbst 1916 dort kein einziger Falter ausgeschlüpft sein, da von diesem Zeitpunkte an die Temperatur nur noch an sechs Tagen, Ende Oktober und zu Anfang November, während der Mittagsstunden etwas über 0° stieg, im Maximum auf +2,8°. In Wädenswil dagegen fiel die Temperatur vom 30. Oktober bis 6. Nov., also in der Zeit wo die große Mehrzahl der Falter A schlüpfte, nie unter +1,2°, vom 31. Okt. bis 4. Nov. nicht einmal unter +7° und erreichte mittags stets 10—15° C. Die sieben frühesten Falter in C schlüpften in dem ungeheizten Raume auf dem Gr. St. Bernhard bei Temperaturen, die sich zwischen 0 und 13° bewegten, also unter ähnlichen Verhältnissen, wie sie sich zu dieser Zeit in Wädenswil im Freien vorfanden. Die übrigen Puppen von C, welche erst im warmen Zimmer bei 10° Falter lieferten, lagen vom 21. Nov. an in wesentlich höherer Temperatur, als sie damals in Wädenswil im Freien herrschte. Von Mitte November an sind infolge

dessen die Zahlen in den Kolonnen B und C nicht mehr direkt vergleichbar. Doch wird dadurch das Hauptresultat dieses Versuches ebensowenig in Frage gestellt, wie durch den Umstand, daß bei einer doppelt so großen Falterzahl als sie in C tatsächlich zum Ausschlüpfen gekommen ist, die ersten Schmetterlinge wahrscheinlich auch auf dem Gr. St. Bernhard einige Tage früher erschienen wären.

Versuch II.

Ein ähnlicher Versuch wurde gleichzeitig mit brumata-Puppen durchgeführt, die eine Woche älter als die vorigen waren; man hatte die Raupen am 13. Mai an Apfelbäumen bei Wädenswil gesammelt; um den 20. Mai herum fertigten sie sich ihre Sandcocons an. Am 8. Juni wurde die Hälfte der Puppen (F) nach dem Hospiz des Gr. St. Bernhard gesandt, wo sie genau den gleichen Bedingungen unterworfen wurden wie die Puppen C in Versuch I. Die in Wädenswil zurückbehaltenen Puppen blieben bis zum 19. September im Freien vor dem Nordostfenster, worauf man sie auf zwei Gefäße verteilte. Das eine (D) verblieb dauernd am bisherigen Standort, das andere (E) kam vom 19. Sept.—11. Okt. in einen Eisschrank, worin die Temperatur mit Hülfe einer Kältemischung auf -2^0 bis 0^0 erhalten werden konnte; nur am 6. Oktober stieg sie während einiger Stunden vorübergehend auf $+10^0$. Nach der dreiwöchigen Abkühlung kam das Gefäß wieder ins Freie neben D. Die künstliche Abkühlung erfolgte demnach hier nicht im Vorsommer, sondern erst im Herbst, wenige Wochen vor dem zu erwartenden Ausschlüpfen der Falter.

Folgende Zusammenstellung gibt über das Versuchsresultat Aufschluß:

Datum d. Ausschlüpfens der brumata-Falter	Wädenswil 480 m				Gr. St. Bernhard 2473 m	
	D Stets im Freien		E 19. IX.-11. X. bei 0°		F	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
22. Oktober 1916					—	—
23.					—	1
24.—26.	—	—			—	—
27.	1	—			—	—
28.	—	—			—	—
29.	1	—			—	—
30.	2	—			—	—
31.	1	—	—	—	2	1
1. November	—	3	1	—	—	—
2.	—	—	3	—	—	—
3.	—	—	—	—	—	1
4.	1	2	—	—	—	—
5.	—	—	—	—	—	—
6.	—	1	—	1	1	—
7.	—	1	—	—	—	—
8.	—	—	1	—	—	—
9.	—	—	1	—	—	—
10.	—	—	—	1	—	—
11.	—	—	—	—	3	—
12.	—	1	—	—	3	1
13.	—	—	—	1	—	5
14.			1	—	1	—
15.—21.			—	—	—	—
22.					1	5
23.					1	2
24.					—	2
	6	8	7	3	12	18

Der auffälligste Unterschied gegenüber Versuch I liegt darin, daß in dem auf dem Gr. St. Bernhard aufgestellten Gefäß F, im Gegensatz zu C, schon im Oktober einzelne Falter schlüpften, der erste sogar vier Tage früher als in Wädenswil. Das mag uns vor allem beweisen, daß die äußern Bedingungen, in dem Raume, wo C und F von Mitte November an Aufstellung fanden, das Ausschlüpfen der Falter wohl ermöglicht hätten, wenn die Puppenreife bei den meisten Tieren nicht im Rückstand gewesen wäre. Des weiteren können wir daraus entnehmen, daß vereinzelte brumata-Puppen durch die Temperaturverhältnisse des Großen St. Bernhard nur wenig oder gar nicht in der Entwicklung zurückgehalten wurden, während die Mehrzahl immerhin eine ähnliche Verspätung aufweist, wie im ersten Versuch. Die stets im Freien aufbewahrten Puppen D lieferten auch hier wieder die Mehrzahl der Falter Ende Oktober und anfangs November; diejenigen der künstlich abgekühlten Parallelreihe

E kamen einige Tage später. Die Verzögerung ist jedoch weniger auffallend als im ersten Versuche, auch wenn man die große Differenz zwischen den Falterzahlen von D und E einerseits und F anderseits gebührend in Rechnung stellt. Man bekommt den Eindruck, das vorliegende Puppenmaterial sei den Temperaturverhältnissen gegenüber etwas unempfindlicher als das vorige. Jedenfalls hat aber auch diesmal die vorzeitige Abkühlung durch Versetzen in den Eisschrank oder Verbringen der Puppen in alpine Verhältnisse keine Beschleunigung hervorgerufen, denn vor dem Nordostfenster in Wädenswil trat in einem andern gleichzeitigen Zuchtversuche mit brumata von Apfelbäumen der erste Falter schon am 16. Oktober auf, also noch eine Woche früher als der erste in Gefäß F auf dem Gr. St. Bernhard.

Wenn wir die Ergebnisse der beiden ersten Versuche überblicken, so finden wir die stark verbreitete aber nur hypothetische Anschauung, daß tiefe Temperaturen in den brumata-Puppen das Ausschlüpfen der Falter beschleunigen könnten, keineswegs bestätigt. Bei einer Wiederholung dieser Versuche würde es sich vielleicht empfehlen, die Puppen C und F nur etwa bis Ende September im Gebirge zu lassen und sie dann wieder neben den Talzuchten aufzustellen, damit sich zur Zeit des Schlüpfens alle Parallelreihen unter genau den gleichen äußern Einwirkungen befinden. In den vorliegenden Versuchsreihen war dies aber noch nicht angängig, weil ein Ausschlüpfen der Wädenswiler Frostspanner auf dem Gr. St. Bernhard möglicherwenn auch nicht wahrscheinlicherweise schon Ende September oder doch in der ersten Oktoberhälfte erfolgen konnte. Jetzt wissen wir's freilich besser! Andauernde starke Abkühlung wirkt auf die brumata-Puppen entschieden entwicklungshemmend; im Prinzip verhalten sie sich darin nicht anders als die überwinternden Puppen anderer Schmetterlingsarten. Das Erscheinen der brumata-Falter ist demnach nicht einfach die Folge der starken herbstlichen Abkühlung, sondern der Abschluß außerordentlich komplizierter physiologischer Reifungsprozesse, wie im Folgenden noch näher dargelegt werden soll.

Weitere Kälte- und Wärmeversuche mit Puppen, Raupen und Eiern.

Versuch III.

Ein weiterer Versuch sollte feststellen, ob eine kurze aber heftige Kälteeinwirkung anders auf die brumata-Puppen einwirke, als eine mehrere Wochen lange Abkühlung auf 0°.

Schon früher hatte ich einen kleinen diesbezüglichen Versuch mitgeteilt[1], wonach vierzehn Tage alte Puppen, die während 50 Stunden entweder auf 0° oder bis auf —12° abgekühlt wurden und dann wieder ins Freie kamen, von Ende Oktober an die Falter ergaben, ohne daß eine deutliche Beeinflussung der Puppenruhe nachzuweisen war.

Im Versuch III sollte teilweise eine länger andauernde schwächere Abkühlung im Sommer kombiniert werden mit einer kurzen aber heftigen Frostwirkung im Herbst. Leider erwies sich jedoch die Mehrzahl der zu diesem Zwecke am 16. Mai 1916 bei Wädenswil an jungen Apfelbäumen gesammelten brumata-Raupen in der Folge als bakterienkrank, so daß viele kurze Zeit nach dem Anfertigen der Sandcocons, vom 20. Mai an zu Grunde gingen. Ein Teil blieb dauernd im Freien aufgestellt (G); ein anderer (H) kam vom 9. Juni bis 12. Juli, gleichzeitig mit Zuchtgefäß B aus Versuch I in den dort erwähnten Eisraum; nachher blieben die Puppen dauernd im Freien. Am 18. September entnahm ich beiden Zuchten einige Puppen und setzte die letztern (G_1 und H_1) während 27 Stunden in einer Kältemischung einer von —20° bis —5° C ansteigenden Temperatur aus, worauf auch diese Proben neben den andern im Freien aufgestellt wurden. Im Behälter G, der die nicht weiter behandelten Puppen enthielt, schlüpften Falter am 16., 24. und 30. Okt. und 3. und 6. Nov.; in G_1, der der Kältemischung ausgesetzten Probe, erschienen dagegen bloß 2 ♀♀ am 25. Oktober, 13 andere Puppen waren abgestorben. Besser war das Ergebnis in H; hier erschienen die Falter am 24., 26., 30. Okt. und am 9., 10., 14., 20., 22. und 27. Nov. Die im Sommer im Eisraum und im Herbst in der Kältemischung abgekühlten Puppen H_1 lieferten Schmetterlinge am 29. Okt. und 1., 9., 20. Nov. und 2 letzte ♀♀ erst am 2. Dezember. Der kurze aber heftige Frost vom 18. Sept. hat demnach das Erscheinen der Falter keineswegs beschleunigt, die wochenlange Abkühlung im Eisraum macht sich auch hier wieder, wie im Versuch I, durch etwas späteres Schlüpfen bemerkbar.

Versuch IV.

Weniger zahlreich sind dagegen meine Erfahrungen über den Einfluß einer starken Temperaturerhöhung auf das Schlüpfen der brumata-Falter. In meinem oben erwähnten Auf-

[1] Weitere Untersuchungen über die Lebensweise und Bekämpfung des kleinen Frostspanners. (Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. 1915, p. 533.)

satze (l. c. p. 533) wurde dargelegt, daß bei andauerndem Aufbewahren im Thermostaten bei 25° alle Puppen abstarben. Setzte man dagegen frische brumata-Puppen Ende Mai nur 15 Stunden lang einer Hitze von +37° C aus und stellte sie nachher ins Freie, so schlüpften die ersten Falter gegen Ende Oktober, wie die nicht erwärmten. An jener Stelle wurde auch schon erwähnt, daß die kühle Herbsttemperatur keine unerläßliche Vorbedingung für das Ausschlüpfen der brumata-Falter sein kann, weil auch in den, einige Wochen vorher in ein temperiertes Zimmer verbrachten Zuchtgläsern Falter zur Entwicklung gelangten. Daraus schloß ich damals auf eine große Unempfindlichkeit der brumata-Puppen gegenüber Wärme- und Kältereizen. Brumata-Puppen, die am 24. Oktober 1916 in einen Thermostaten zu 22° gestellt wurden, ergaben bis zum 31. nur 3 verkrüppelte ♂♂, nachher nichts mehr, so daß wir es hierbei wohl mit der Temperaturgrenze, oberhalb der ein Ausschlüpfen kaum mehr stattfindet, zu tun haben. Dagegen kommen bei einem Versetzen der Zuchtgefäße, einige Wochen vor dem Ausschlüpfen, in einen Raum mit 14—16° C durchaus normale Falter zur Entwicklung, nur ist der Ausfall meist ein größerer als bei der Zucht im Freien. Die Schmetterlinge erschienen auch im Zimmer erst von der zweiten Oktoberhälfte an, doch bedarf die Frage der Beeinflussung der Puppenreife durch erhöhte Temperatur noch weiterer Versuche mit ausgedehnterem Material. In einem einzigen Falle konnte ich bisher eine deutliche, mehrwöchentliche Verspätung des Schlüpfens im warmen Zimmer konstatieren, nämlich bei einigen sehr trocken aufbewahrten brumata-Puppen, die vom Vorsommer bis zum Spätherbst unter einer Glasschale in dem mit Zentralheizung versehenen Laboratorium liegen blieben; noch am 29. Nov. fand ich beim Oeffnen in einer der Puppen ein fertig entwickeltes, aber trotzdem noch nicht geschlüpftes, zappelndes ♂ vor, während im Kontrollgefäß im Freien schon seit Wochen alle Tiere geschlüpft waren. Aber es konnte sich bei dieser Verspätung ebenso gut um eine Folge der übermäßigen Trockenheit als der höhern Temperatur im Laboratorium handeln.

Eingehender möchte ich dagegen an dieser Stelle noch einen Versuch besprechen, welcher das Ausschlüpfen einiger brumata-Falter zu einer ganz ungewohnten Zeit, nämlich Mitte Juli, zur Folge hatte. So schwierig, wenn nicht unmöglich es nach den obenstehenden Angaben erscheint, das brumata-Puppenstadium durch Temperaturveränderung wesentlich zu verkürzen (denn die bisher erzielten Abweichungen bestehen ausnahmslos in einer Verlängerung über die normale Dauer hinaus), desto leichter fällt die künstliche Abkürzung des Rau-

pen- und besonders des Eistadiums. Ich habe schon in der früheren Mitteilung (l. c. p. 531) gezeigt, daß man das Ausschlüpfen der brumata-Räupchen durch Verbringen der Eier in Treibtemperatur um mehrere Monate beschleunigen kann. Ich weise hier nur auf einen jener Versuche hin, bei dem Ende Oktober abgelegte Eier durch achtstündiges Erwärmen auf 35° C und nachfolgendes Aufbewahren bei konstant 20° C (vom 29. Okt. an), schon in den ersten Dezembertagen zahlreiche Räupchen entliessen, vier Monate früher als die im Freien überwinterten und nicht erwärmten Kontrolleier. Durch Aufzucht mit künstlich zum Austreiben gebrachten Salixblättern konnten damals schon Ende Dezember einige verpuppungsreife Raupen erhalten werden, und aus den Puppen schlüpften im folgenden Jahre auch drei Falter, die aber bei der Revision des Zuchtgefäßes im Herbst schon tot waren, so daß das Datum des Schlüpfens nicht mehr festzustellen war. Eine Wiederholung des Treibversuches war deshalb wünschenswert.

Am 14. Januar 1916 wurden eine Anzahl seit dem Herbst in einer Glasschale im Freien aufbewahrte brumata-Eier von Wädenswil durch 15stündiges Vorerwärmen auf 33° und nachfolgendes Aufbewahren bei 20° C zur vorzeitigen Weiterentwicklung veranlaßt, so daß am 29. Januar zahlreiche frischgeschlüpfte Räupchen zur Verfügung standen. Sie wurden im Warmhaus mit künstlich vorgetriebenen Knospen und Blättern von Salix und Aesculus gefüttert und erstellten vom 28. Febr. an im Verpuppungsgefäß die gewohnten Sandcocons. Das Glas kam vom 7. März an ins Freie, vor das schon erwähnte Nordostfenster. Die folgende Tabelle gibt die nötigen Angaben über das Zuchtresultat; es mag noch beigefügt werden, daß nach dem 21. Juli kein weiterer Falter mehr schlüpfte, trotzdem das Zuchtgefäß bis Ende November im Freien verblieb. Bei der Schlußuntersuchung fanden sich außer den leeren Puppenhüllen noch fünf abgestorbene Puppen vor, von denen jedoch nur eine es bis zur deutlichen Differenzierung des Falters in ihrem Innern gebracht hatte. Es schien mir wünschenswert, die täglichen Temperaturschwankungen schon für die dem Erscheinen des ersten Falters vorhergehende Woche in der Tabelle anzugeben.

Datum des Ausschlüpfens	brumata-Falter		Temperatur in °C	
	♂♂	♀♀	morgens	mittags
4. Juli 1916			18,3	24,6
5.			13,2	12,4
6.			11,2	21,6
7.			15,2	19,5
8.			15,4	20,6
9.			16,4	21,6
10.		1	19,2	20,8
11.			14,6	19,7
12.	2		15,3	17,6
13.			17,8	21,2
14.			18,2	23,4
15.			14,6	14,5
16.			13,5	18,6
17.		1	16,4	17,0
18.—20.			15,0—15,7	21,3—22,7
21.	1		15,9	22,5

Wenn wir den Zeitraum ausrechnen, der zwischen der Verpuppung und dem Schlüpfen dieser Tiere liegt, so finden wir 4 1/2 Monate, d. h. mindestens zwei Wochen weniger, als das Puppenstadium sonst bei Wädenswil beansprucht. Inwieweit diese Verkürzung auf die ungewohnten Temperaturverhältnisse im Frühjahr und Vorsommer, gegenüber den gewohnten im Sommer und Herbst oder auf die künstliche Raupenaufzucht zurückzuführen ist, läßt sich zur Zeit noch nicht entscheiden. Jedenfalls muß man sich hüten, das Erscheinen der Falter einfach mit der zu jener Zeit herrschenden kühlen Juliwitterung in kausalen Zusammenhang zu bringen, denn ein Vergleich mit den Herbsttemperaturen von Wädenswil (vgl. die zu Versuch I gehörende Tabelle) zeigt, daß im Oktober, wo der normale Frostspannerflug bei uns einsetzt, die Temperaturverhältnisse denn doch ganz andere sind. Eher könnten wir die Septembertemperaturen damit in Parallele setzen, doch fliegt bei Wädenswil brumata wie erwähnt in diesem Monat nie im Freien. Zudem kam in keinem andern der vor dem gleichen Fenster stehenden brumata-Zuchtgefäße vor Mitte Oktober ein Falter zum Schlüpfen, was jedenfalls beweist, daß die kühle Juliwitterung auf die zu normaler Zeit (im Mai) verpuppten Tiere keinen entwicklungsbeschleunigenden Einfluß ausübte, was übrigens mit unsern Kälteversuchen gut im Einklang steht. Eine andere Frage ist dagegen die, ob die kühle Juliwitterung nicht das Ausschlüpfen gut entwickelter Falter begünstigt hat, nachdem einmal die

nötige Reife im 5. Monat des Puppenstadiums erreicht war. Nach den Erfahrungen mit Zimmerzuchten ist es wohl denkbar, daß bei einem recht warmen Sommerwetter nur verkrüppelte Falter geschlüpft oder daß alle in der Puppe abgestorben wären.

Das am 10. Juli ausgeschlüpfte ♀ wurde mit einem der ♂ vom 12. zur Paarung gebracht, worauf es eine kleine Anzahl von Eiern (48) ablegte. Sie blieben jedoch dauernd grün (während normale nach einiger Zeit braunrot werden) und schrumpften dann ein, waren also wahrscheinlich unbefruchtet. Als das zweite ♀ erschien, waren die beiden ersten ♂♂ schon tot, und auch das ♀ lebte nicht bis zum Auftreten des dritten ♂, so daß es nicht möglich war, eine zweite Generation heranzuziehen.

Versuch V.

Durch einen Freilandversuch suchte ich des weitern festzustellen, ob brumata-Raupen gleicher Herkunft, die in verschiedener Höhenlage heranwachsen, nach der Verpuppung jedoch wieder gleichen äußern Bedingungen unterworfen werden, die Falter zu übereinstimmender oder zu verschiedener Zeit ergeben. Zu diesem Zwecke wurden am 30. März 1916 aus dem von Wädenswiler-brumata stammenden und im Freien überwinterten Eiervorrate 100 eben geschlüpfte Räupchen mit einem kleinen Pinsel auf besonders markierte Knospen eines Weidenstrauches bei Wädenswil (480 m) übertragen und das gleiche erfolgte vier Tage später mit 100 weitern Räupchen, die inzwischen aus dem gleichen Eimaterial geschlüpft waren, an einem Weidenstrauch auf dem Gipfel des Etzels (1100 m). Um die Verhältnisse möglichst natürlich zu gestalten, wurde davon abgesehen, die Raupen in Gaze einzubinden, trotzdem infolge dessen mit einem viel größern Verlust zu rechnen war. Kurz nach Versuchsbeginn setzte ein starker Kälterückfall ein, der auf dem Etzel zu vorübergehendem Schneefalle führte. Doch sind, wie ich in der frühern Mitteilung zeigte (l. c. p. 530), die jungen brumata-Raupen selbst gegen starken Frost wenig empfindlich, denn in einem diesbezüglichen Versuche mit Kältemischung gingen infolge eines 14stündigen Aufenthaltes in einer Kälte von —10 bis —17° C nur 10% der Versuchstiere zu Grunde.

Die Wädenswiler Raupen waren nach etwa 1 ½ Monaten ausgewachsen und bis zum 20. Mai in der Erdschicht des Verpuppungsgefäßes verschwunden. Die vier Tage später angesetzten und 600 m höher herangewachsenen Versuchstiere

auf dem Etzel waren erst am 3. Juni so weit. An beiden Orten hatte man die Raupen schon einige Tage früher gesammelt, es war aber nicht einmal der zehnte Teil der ursprünglich angesetzten vorhanden, und einige erwiesen sich zudem als von Tachinen parasitiert. Die Verpuppungsgefäße, allseitig durchlässige Drahtzylinder, wurden dann im Freien neben einander leicht eingegraben in einer Höhenlage von 900 m, so daß die Puppen bis zum Herbst ungehindert der Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit ausgesetzt blieben. Da unterdessen jedoch ein anderer ähnlicher Zuchtversuch dadurch ein vorzeitiges Ende nahm, daß ein unter einem Gesträuch in bedeutender Höhenlage eingegrabener Puppenbehälter bei einer Revision im Spätsommer verschwunden war, so fanden vorsichtshalber die am Etzel eingegrabenen Drahtgefäße mit den Puppen vom 10. Okt. an Aufstellung auf einem Vorsprung der Nordseite eines Hauses in 850 m Höhe.

Die ersten Falter erschienen hier aus dem in Wädenswil herangezüchteten Material vom 20.—22. Okt., 2 ♂♂ und 1 ♀, ein weiteres ♂ am 24. Okt. und das letzte am 1. Nov. In dem andern Puppenbehälter, der die auf dem Etzel herangewachsenen Tiere enthielt, schlüpften die zwei ersten ♂♂ vom 29. Okt. bis 1. Nov., ein weiteres ♂ und 1 ♀ am 3. Nov., ein viertes ♂ am 6. und ein letztes ♀ zwischen dem 11. und 15. Nov. Die auf dem Etzel aufgewachsenen Tiere lieferten, entsprechend ihrer späteren Verpuppung, demnach auch die Falter durchschnittlich 1—2 Wochen später. Daß es sich dabei um eine direkte Nachwirkung aus der Raupenzeit handelt, ist höchst wahrscheinlich, denn die beiden Puppenbehälter standen ja während der ganzen Puppenperiode der Versuchstiere neben einander unter den gleichen äußern Einflüssen. Es hätten, falls das Ausschlüpfen nicht in erster Linie vom innern Reifezustand der Puppen, sondern von äußern Temperaturreizen abhangen würde, die Falter in den beiden völlig gleich behandelten Zuchtgefäßen gleichzeitiger erscheinen müssen.

Schlußbetrachtung.

Wir haben gezeigt, daß bei *Operophthera brumata* die Dauer des Eizustandes, welche bei uns in tiefern Lagen gegen 5½ Monate, im Gebirge wohl noch mehr beträgt, durch Aufbewahren der Eier in hoher Temperatur auf beinahe den fünften Teil verkürzt werden kann. Desgleichen läßt sich das Raupenstadium, welches bei unsern Talfrostspannern durchschnittlich etwa sechs Wochen dauert, durch die Aufzucht in

künstlich erhöhter Temperatur bedeutend reduzieren (bei einer konstanten Zuchttemperatur von 25° C beispielsweise auf den dritten Teil der normalen Dauer). Dagegen ist es bis jetzt nicht gelungen, die Puppenruhe, welche bei unsern Talfrostspannern durchschnittlich 5 Monate dauert, auch nur in annähernd entsprechendem Maße abzukürzen; nur in einem Versuche, bei dem die Falter Mitte Juli zum Schlüpfen gelangten, wurde eine durchschnittliche Dauer des Puppenstadiums von blos 4 1/2 Monaten beobachtet. Das Verbringen von Talpuppen an einen 2000 m höher liegenden Standort im Gebirge oder vorübergehend auch in künstlich abgekühlte Räume rief wiederholt eine deutliche, wenn auch an und für sich nicht sehr bedeutende Verzögerung des Ausschlüpfens der Falter hervor. Wahrscheinlich aber dauert die Puppenruhe des Frostspanners in unsern höchsten Gebirgslagen nur etwa 3 1/2 Monate. Es wird sich in künftigen Versuchen vor allem darum handeln, mit solchen Gebirgsfrostspannern im Tale Zuchtversuche durchzuführen, um festzustellen, ob sie hier ihre kürzere alpine Puppendauer beibehalten, oder aber unter dem Einfluß der veränderten äußern Bedingungen sie verlängern, d. h. den Talfrostspannern ähnlicher werden. Jedenfalls läßt sich aus den vorliegenden Versuchen ersehen, daß das Ausschlüpfen der brumata-Falter in erster Linie vom innern Reifungsgrad der Puppen abhängt und durch Frostwirkung nicht beschleunigt werden kann.