

# Societas entomologica.

„Societas entomologica“ gegründet 1880 von Fritz Rühl, fortgeführt von seinen Erben unter Mitwirkung bedeutender Entomologen und ausgezeichneter Fachmänner.

Journal de la Société entomologique internationale.

Toutes les correspondances devront être adressées aux héritiers de Mr. Fritz Rühl à Zurich-Hottingen. Messieurs les membres de la société sont priés d'envoyer des contributions originales pour la partie scientifique du journal.

Jährlicher Beitrag für Mitglieder Fr. 10 = 5 fl. = 8 Mk. — Die Mitglieder geniessen das Recht, alle auf Entomologie Bezug nehmenden Annoncen kostenfrei zu inserieren. Wiederholungen des gleichen Inserates werden mit 10 Cts. = 8 Pfennig für 4 mal gespaltene Petitzeile berechnet. — Für Nichtmitglieder beträgt der Insertionspreis für 4 mal gespaltene Petitzeile 25 Cts. = 20 Pfg. — Das Vereinsblatt erscheint monatlich zwei Mal (am 1. und 15.) Mit und nach dem 1. Oktober eintretende neue Mitglieder bezahlen unter portofreiem Nachbezug der Nummern des Winterhalbjahres nur die Hälfte des Jahresbeitrages.

Organ für den internationalen Entomologenverein.

Alle Zeitschriften an den Verein sind an Herrn Fritz Rühl's Erben in Zürich-Hottingen zu richten. Die Herren Mitglieder des Vereines werden freundlichst ersucht, Originalbeiträge für den wissenschaftlichen Teil des Blattes einzusenden.

Organ for the International-Entomological Society.

All letters for the Society are to be directed to Mr. Fritz Rühl's inheritors at Zürich-Hottingen. The Hon. members of the Society are kindly requested to send original contributions for the scientific part of the paper.

## Das vitale Temperaturminimum bei Insekten abhängig von der Zeit.

Von Prof. P. Bachmetjev, Sofa.

(Schluss)

Die Säfte eines Insektes, welches der niederen Temperatur ausgesetzt wird, gefrieren nicht bei ihrem normalen Erstarrungspunkt, wie z. B. das Blut von *Smeriethus populi* in den oben erwähnten Versuchen von *H. Rödel* (bei  $-2^{\circ}$  bis  $-3^{\circ}$ ), sondern, weil sie sich in Zellen, Kapillaren etc. befinden, sich unterkühlen lassen werden, d. h. der Anfang ihres Erstarrens wird bei viel tieferer Temperatur liegen (z. B. bei  $-15^{\circ}$ ), wobei, wie es auch z. B. bei unterkühltem Wasser beobachtet wird, die Temperatur der Säfte sofort bis zu ihrem normalen Erstarrungspunkte steigt. Dies erklärt sich dadurch, dass Flüssigkeiten, deren Massen klein sind, besonderen Gesetzen folgen; diese Gesetze sind die Gesetze der Kapillarität oder allgemein Oberflächenspannungs-Gesetze. Wie ich bereits gezeigt habe<sup>1)</sup>, wird die Unterkühlung einer Flüssigkeit unter sonst gleichen Umständen desto stärker, je grösser die Oberflächenspannung ist. Die Oberflächenspannung nimmt, wie bekannt, mit der Verminderung des Radius zu. Daraus folgt, dass je kleiner die flüssigen Massen sind, desto grösser deren Unterkühlung ist.

Es ist mir auch gelungen nachzuweisen, dass die Unterkühlung in hohem Grade von der Abkühlungsgeschwindigkeit ( $V$ ) abhängig ist<sup>2)</sup>, und zwar erreicht die Unterkühlung der Säfte in einer Puppe

ihren minimalen Wert nur bei einer gewissen mittleren  $V$ . Ist  $V$  kleiner oder grösser als dieser mittlere Wert, so ist auch die Unterkühlung kleiner. Bei Schmetterlingen wurde bis jetzt allerdings das Umgekehrte beobachtet: bei einer gewissen mittleren Abkühlungsgeschwindigkeit erreicht die Unterkühlung nicht mehr den minimalen, wie bei Puppen, sondern den maximalen Wert. In dieser Beziehung haben die *Reppensäfte* Aehnlichkeit mit flüssigem Benzol und die Schmetterlingssäfte mit Para-Nitrotolol. (Diese Untersuchung ist noch nicht veröffentlicht).

Zieht man in Betracht, dass, wie *H. Rödel* (auch *Pouchet*) sagt, das Gefrieren des gesamten Blutes ein Hauptgrund ist, weshalb das Gefrieren schädlich auf den tierischen Organismus wirkt, so werden wir gestehen müssen, dass die Insekten, welche nicht „durch und durch gefroren“ sind, keineswegs als tot betrachtet werden können.

Dabei können allerdings verschiedene Nebenumstände eine gewisse Rolle spielen; so fand z. B. *V. Graber*, dass eine Temperatur von  $-6^{\circ}$  die Küchenschaben tötet, wenn sie während 20 Minuten einwirkt, „wobei die Tiere noch keineswegs durchgefroren sind.“ Nämlich schon bei  $+4^{\circ}$  tritt bei ihnen das sogenannte „lokomotorische Minimum“ ein.

*Dönhoff* setzte Bienen einer Temperatur von  $-1^{\circ}$  während 10 Stunden aus. Erwärmt, taumelten sie mehrere Stunden herum und starben. Die Redaktion der Bienen-Zeitung machte zu seiner Abhandlung folgende Bemerkung: „Weil Sie ihnen kein Futter reichten“.

Also Erschöpfung, Austrocknen und sonstige Beschädigungen können dabei, wie gesagt, eine gewisse Rolle spielen; diese Ursachen sind aber von zufälligem

<sup>1)</sup> Berichte der St. Petersburger Akademi der Wissenschaften. 1900. (im Druck). [Deutsch.]

<sup>2)</sup> Zeitschr. für wissensch. Zool. LXVII. p. 529. 1900.

© Biodiversity Heritage Library, <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)  
 Charakter und können nicht auf alle Insekten Bezug haben.

Also kann man im allgemeinen die Insekten nur dann als tot betrachten, wenn sie durch und durch gefroren sind. Bevor sie aber zu gefrieren anfangen, müssen sie zuerst ein gewisses Temperaturminimum erreichen, welches ich früher als „kritischen Punkt“ bezeichnet habe. Dieser Punkt stellt, wie wir gesehen haben, keine konstante Grösse dar, sondern er variiert bei einem und demselben Individuum, hauptsächlich je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit.

Somit wäre das vitale Temperaturmaximum für ein und dasselbe Exemplar keine konstante Grösse, folglich in der Form, unter der man es bis jetzt verstanden hat, etwas gar nicht Vorhandenes. Mit anderen Worten: kann z. B. eine Fliege in einer Temperatur von  $-5^{\circ}$ , welche auf sie während einer Stunde einwirkt, sterben oder auch nicht, es kommt darauf an, auf welchem Wege die Fliege zu dieser Temperatur gelangt war, ob durch schnelle oder langsame Abkühlung.

Angenommen, die Lufttemperatur, da die Insekten der Einwirkung der Kälte ausgesetzt sind, beträgt  $-20^{\circ}$ . Die zu untersuchenden Insekten sind z. B. Falter von *Vanessa atalanta* und *levana*. Es seien  $-10^{\circ}$  und  $-15^{\circ}$  die maximalen Unterkühlungen der Säfte dieser Lepidopteren-Arten, welche bei oben erwähnter mittlerer Abkühlungsgeschwindigkeit (V) eintreten. Die Falter seien z. B. um 10 Uhr der angeführten Kälte ( $-20^{\circ}$ ) ausgesetzt worden. Wir nehmen auch an, dass *V. levana* in dieser Kälte sich gerade so schnell abkühlt, wie die erwähnte mittlere Abkühlungsgeschwindigkeit es verlangt. Da *V. atalanta* grösser ist als *V. levana*, so wird sie sich auch langsamer abkühlen als letztere, also wenn z. B. um 10 h. 15' *V. levana* eine Temperatur von  $-15^{\circ}$  erreichte, wird *V. atalanta* zu dieser Zeit erst  $-10^{\circ}$  erreichen, worauf der bekannte „Sprung“ in der Temperatur beider Falter stattfindet, d. h. ihre Temperatur wird auf z. B.  $-1,5^{\circ}$  plötzlich steigen. Bis *V. levana* „durch und durch“ gefriert, wird es, wollen wir sagen, 25 Minuten dauern, und der Schmetterling stirbt dann. *V. atalanta* wird dagegen nach dieser Zeit noch einen Teil ihrer Säfte flüssig haben, da ihre Masse grösser ist und folglich zu völliger Erstarrung mehr Calorien, d. h. mehr Zeit erforderlich ist. Im Resultate hätten wir in gewohnter Sprechweise ausgedrückt: *V. levana* hat zu ihrem vitalen Temperaturminimum  $-20^{\circ}$  bei der Dauer von 40 Minuten; *V. atalanta* dagegen

kann bei demselben Minimum ( $-20^{\circ}$ ) längere Zeit aushalten, oder bei derselben Zeit (40 Minuten) ein viel tieferes Minimum.

Hätten wir von dem hier beschriebenen Gefrier-Prozesse nichts gewusst, so wäre die Erklärung verschiedener vitaler Temperaturminima resp. verschiedener Zeitdauer für Insekten nicht möglich und wir müssten uns mit den Worten von *Dönhoff* begnügen: „Es ist ein unbekanntes Etwas, von dem wir keine Vorstellung haben.“ Jetzt sind wir aber in der Lage, verschiedene „rätselhafte“ Erscheinungen von einem neuen Standpunkt aus zu erklären.

Im Folgenden versuche ich einige von anderen Forschern beobachtete diesbezügliche Tatsachen zu erklären.

#### *Dönhoff's* Versuche mit Fliegen.

1. 5 Stunden bei  $-1,5^{\circ}$ . Die Tiere bewegten sich. — Die Fliegen-Säfte fingen gar nicht an zu erstarren.

2. 8 Stunden, anfangs bei  $-3^{\circ}$ , zuletzt bei  $-2^{\circ}$ . Die Tiere bewegten die Beine und lebten ganz auf. — Dieselbe Erklärung.

3. 12 Stunden, anfangs bei  $-3^{\circ}$ , zuletzt bei  $-6\frac{1}{4}^{\circ}$ . Scheintot. Beim Erwärmen lebten sie wieder auf. — Der kritische Punkt wurde erreicht, der „Sprung“ fand statt, aber die Säfte hatten keine Zeit, völlig zu erstarren.

4. 3 Stunden, anfangs bei  $-10^{\circ}$ , zuletzt bei  $-6^{\circ}$ . Sie sind gestorben. — Der kritische Punkt wurde erreicht, der „Sprung“ fand statt und die Säfte kühlten sich weiter ab, bis sie völlig erstarrt waren.

Aus dieser Erklärung folgt, dass der kritische Punkt der Säfte in diesen Versuchen ca.  $-6^{\circ}$  betragen sollte.

*G. Dorfmeister* hielt *Vanessa*-Puppen bis 8 Wochen bei  $-2^{\circ}$  R. Ein Teil der Puppen ergab ihm Schmetterlinge. Weil der kritische Punkt noch nicht erreicht wurde. Ein anderer Teil starb wahrscheinlich an Erschöpfung, da der Stoffwechsel beim Vorhandensein flüssiger Säfte auch bei dieser Temperatur noch möglich war.

*H. Rödel* fand, dass Ameisen die Temperatur von  $-19^{\circ}$  während  $\frac{1}{4}$  Stunde aushalten. — Weil während dieser kurzen Zeit der kritische Punkt nicht erreicht werden konnte.

Es ist übrigens bemerkenswert, dass *Rödel* für Ameisen ein vitales Temperaturminimum, welches während 3 Stunden einwirkt, im Mittel zu  $-1,5^{\circ}$  R. fand. Wird ihr kritischer Punkt bei dieser Temperatur

liegen, oder hat die Ameisensäure irgend einen Einfluss? Die Sache ist also noch zu untersuchen, besonders, da auch die Honigbiene dieses vitale Minimum hat und auch Ameisensäure enthält.

Seine Resultate mit *Musca domestica* sind auch so zu erklären wie die Versuchsergebnisse von *Dönhoff* mit dem gleichen Insekt. Weil aber in seinen Versuchen die Fliegen nach 40 Minuten bei  $-5^{\circ}$  R. =  $-6\frac{1}{2}^{\circ}$  C. starben, so stimmt es mit dem vermuteten kritischen Punkte ( $-6^{\circ}$ ) dieses Tiers.

Die Versuchsergebnisse von *Merrifield* mit Raupen und Schmetterlingen von *Selenia illustraria*, wobei die ersten die Temperatur von  $+0,5^{\circ}$ , während 3 Wochen und die meisten der letzteren die gleiche Temperatur während 55 Tagen nicht anhalten konnten, sind mit der Erschöpfung der Tiere zu erklären, da ihre Säfte noch flüssig waren.

Bei *W. Schmujdsinowitsch* starben die Seidenraupen bei  $-4^{\circ}$  R. innerhalb 3 Tagen nicht, weil die Säfte nicht erstarrt waren. Da aber bei den Versuchen von *Loiseleur-Deslongchamps* solche Raupen während 25 Minuten bereits bei  $+5^{\circ}$  starben, so geschah dieses wahrscheinlich infolge irgend einer Krankheit.

*N. Kulagin* fand, dass die Eier von *Ocneria dispar* bei  $-40^{\circ}$  R. nicht verderben, ohne eigene Wolle aber halten sie nicht einmal  $-15^{\circ}$  R. aus. — In erstem Falle, als die Eier ihre schützende Wolle hatten, kühlten sie sich langsamer ab als im letzten Falle. Der kritische Punkt aber hängt von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab. Ausserdem besitzen die Eier viel kleinere Masse, als Insekten selbst; nach weiter oben Erwähntem aber haben geringere Massen viel bedeutendere Unterkühlung als grössere und die Folge davon ist die, dass die Eier  $-40^{\circ}$  R. und auch mehr aushalten können, während die Insekten spätestens bei  $-35^{\circ}$  (nach *A. Welter*) sterben. (Auf die gleiche Weise lassen sich auch Versuche von *Spallanzani* erklären.

Bei *V. Pikkell* starben die Wanzen bei  $-7^{\circ}$  R. innerhalb 12 Stunden, weil der kritische Punkt noch nicht erreicht war, als er aber die Temperatur bis  $-17^{\circ}$  R. fallen liess, starb nach 3 Tagen eine der zwei Bettwanzen, da der kritische Punkt, welcher tiefer als bei  $-7^{\circ}$  R. liegt, bereits erreicht wurde und der Tod wahrscheinlich viel früher als nach 3 Tagen eingetreten war.

Die interessantesten Versuche sind von *M. Standfuss* und *E. Fischer* in dieser Beziehung angestellt worden.

In der Beschreibung seiner Frost-Versuche mit Puppen sagt *M. Standfuss*: „Bei diesen bis an das Äusserste, wenn auch nur vorübergehend ertragenen hochgespannten Graden wirkt eine, selbst kleine weitere Steigung tödlich oder doch missbildend.“

Dies wäre dahin zu deuten, dass bei dieser niedern Temperatur (ca.  $-20^{\circ}$ ) die Puppen ihren kritischen Punkt hatten, wobei bei einigen Exemplaren der bekannte „Sprung“ der Temperatur bereits stattfand und sie bei längerem Liegen im Bade den tödlichen Punkt erreichten. Die anderen gefroren auch, erreichten aber den tödlichen Punkt noch nicht, weil sie wahrscheinlich etwas grösser als die übrigen waren.

Da ich die Sterblichkeit der Vanessa-Puppen in Versuchen von *E. Fischer* auf p. 121 der „Illustr. Zeitschrift f. Entomol., Neudamm“, Bd. V. 1900, zu erklären versuchte, so lasse ich diesen Teil aus und werde nur noch folgendes beifügen:

Dieser Forscher sagt: „Während z. B. eine Temperaturerniedrigung von  $+20^{\circ}$  auf  $-2^{\circ}$  C, also eine Differenz von  $22^{\circ}$ , eine Aberration zu erzeugen vermag, kann eine nur um wenige Grade stärkere Kälte, wie eine Erniedrigung von  $+20^{\circ}$  auf  $-4^{\circ}$  innerhalb eines Zeitraumes von 50 Minuten und mit einem Anhalten der Temperatur von  $-4^{\circ}$  während bloss 3 bis 4 Minuten bereits deletäre Eigenschaften auf den Puppenkörper aussern; sie erwachen nicht mehr nach dem Erwärmen.“<sup>1)</sup> (p. 7.)

Da, wie schon oben erwähnt, der kritische Punkt unter anderem auch von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängt, so ist aus den Versuchen von *E. Fischer* zu schliessen, dass der kritische Punkt im zweitem Falle (also bei grösserer Abkühlungsgeschwindigkeit) zwischen  $-2^{\circ}$  und  $-4^{\circ}$  liegt, während derselbe im ersten Falle gar nicht erreicht wird. Also kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit sagen, dass *E. Fischer* im ersten Falle stets Puppen mit flüssigen Säften hatte.

Es muss dabei bemerkt werden, dass *M. Standfuss* direkte Überführung der Puppen aus der Tages-temperatur in  $-2^{\circ}$  deshalb für die Puppen schädlich hält, weil „auch vegetabilische Gewebe gesprengt werden, wenn die Abkühlung eine ganz plötzliche ist“ (p. 9). Ich brachte oft, sowol voriges wie dieses Jahr, die Puppen und Schmetterlinge aus der Temperatur von ca.  $+20^{\circ}$  in die Temperatur von  $-20^{\circ}$  und nach dem „Sprunge“ wieder in  $+20^{\circ}$  und habe stets das Aufleben der Tiere beobachtet, wenn der „tödliche Punkt“ noch nicht erreicht wurde.

<sup>1)</sup> Neue exper. Unters., etc. Berlin, 1896.

Etwas schwer ist die Erklärung der bei Kapitän Ross verzeichneten Tatsache, dass die Raupen bei einer Temperatur von  $-33\frac{1}{2}^{\circ}\text{R}$  3 Monate aushielten, wobei sie zu Eis froren. Die wahrscheinliche Erklärung wäre jedoch die folgende: Die Tatsache, dass die Raupen „augenblicklich“ zu Eis froren, spricht dafür, dass nicht die inneren Säfte der Raupe dabei froren, sondern die Feuchtigkeit auf ihrer Oberfläche, da eine Raupe in meinem Luftbad von  $-20^{\circ}$  gewöhnlich 5–10 Minuten zubrachte, ehe sie den „Sprung“ zeigte. Die nötige Feuchtigkeit fand sich aber in der „Büchse“, welche sich bei rapider Abkühlung condensirte. Ein Teil der Säfte trat infolge der Ausdehnung beim Abkühlen in Form von Wasser aus den Gefässen heraus und verdichtete die bereits entstandene Eiskruste von innen. Es ist wol möglich, dass gewisse Factoren weiteres Gefrieren des Restes der Säfte verhinderten und zwar:

1. Der zurückgebliebene flüssige Saft befindet sich jetzt unter dem Druck seitens der Eiskruste. Die Flüssigkeiten unter dem Druck aber gefrieren bei viel tieferer Temperatur als sonst.

2. Der übrige Saft ist jetzt dichter geworden, da ein Teil des Wassers ansfro. Dies hat aber die Erniedrigung des Erstarrungspunktes zur Folge.

3. Die einzelnen Massen der Säfte sind jetzt geringer geworden; dies vergrößert die Oberflächenspannung und erniedrigt folglich den Erstarrungspunkt.

4. Die Zusammensetzung der Säfte dieser Raupen könnte eine solche sein, dass die Unterkühlung einen viel grösseren Grad erreicht als bei gewöhnlichen Säften.

5. Die Abkühlungsgeschwindigkeit war eine so grosse, dass die festen Krystallembryo keine Zeit hatten, sich zu bilden und somit die unterkühlten Säfte in gewissen Gefässen gar nicht zum Gefrieren gelangten.

Die letzte Möglichkeit ist von *G. Tammann*,<sup>1)</sup> experimentell an einer Reihe von Flüssigkeiten bestätigt worden, wobei er so stark unterkühlte Flüssigkeiten amorphe nennt.

Aus diesen Betrachtungen geht somit hervor, dass das vitale Temperaturminimum von der Zeit deshalb abgänglich ist, weil, wenn die Insekten den kritischen

<sup>1)</sup> *G. Tammann*. Zeitschrift für physik. Chemie XXIII p. 326, 1897; XXIV, p. 152, 1897; XXV, p. 441, 1898; XXVI, p. 307, 1898; XXVII, p. 96, 1899; XXVIII, p. 16, 1899; XXIX, p. 51, 1899; Wiedemanns Ann 62, p. 280, 1897; 66, p. 73, 1898; 68, p. 552, 1899; 68, p. 629, 1899

Punkt noch nicht erreichten, die Erschöpfung infolge Stoffwechsels eintritt, und wenn sie denselben bereits erreichten, die Erstarrung aller Säfte noch eine geraume Zeit dauert. Die Hauptursache dieser Abhängigkeit besteht aber darin, dass der kritische Punkt von der Abkühlungsgeschwindigkeit und folglich von der Zeit abhängig ist.

Auf diese Art ist es klar, dass man zum Auffinden des vitalen Temperaturminimums in erster Linie die Abhängigkeit des kritischen Punktes von der Abkühlungsgeschwindigkeit für verschiedene Insekten-Arten ermitteln muss. Ohne diese Abhängigkeit hat das Minimum keinen Sinn. Was in zweiter und dritter Linie noch zu ermitteln ist, finden die Leser in meiner Abhandlung im „Arch. des sciences biolog. publiées par l'Institut. Impér. de médecine expérimentale à St Petersburg“ (russisch und französisch).

## Ein gynandromorphes *Sm. populi*-Exemplar.

V. v. Carl Frings.

Am 30. April 1900 schlüpfte mir ein so eigenartiger, zwitteriger *Sm. populi*, dass ich eine genauere Beschreibung desselben geben möchte.

Die Geschlechtsverteilung ist rechts ♀, links ♂. Am Kopfe ist diese Teilung scharf durchgeführt. Der linke Fühler ist männlich, der rechte weiblich, Auge und Palpe links weit grösser, die Behaarung länger, das Volumen des Kopfes hier überhaupt grösser. Thorax und Hinterleib weisen eine Teilungslinie nicht auf. Rechts ist die Schulterdecke dunkler, beide Flügel sind hier, also auf der weiblichen Seite, weit intensiver gefärbt, schärfer gezeichnet, weniger ausgerandet und grösser. Im Aussenrandsfelde der Zellen I—III des rechten, weiblichen Vorderflügels ziehen durch die violettgraue Grundfarbe dunkelbraune, unregelmässige männliche Streifen. Das linke, männliche Vorderbein ist weit kürzer und stärker behaart als das rechte. Sehr interessant ist der Hinterleib des Stückes gebildet. Er ist oberseits und seitlich rein männlich behaart und gefärbt, unterseits jedoch mit vielen unregelmässigen, weiblich gefärbten und kurz behaarten Stellen. Diese rötlichbräunen Flecken fallen in der schwarzgrauen, langen, männlichen Behaarung sehr in die Augen. Der Hinterleib ist auffallend dick und lang, von dem Umfange desjenigen eines grossen ♀, rechts weit stärker ausgebaucht als links, mit rein männlichen normalen äusseren Genitalien, welche beim frischen Falter untersucht

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Societas entomologica](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Bachmetjew P.J.

Artikel/Article: [Das vitale Temperaturminimum bei Insekten abhängig von der Zeit 49-52](#)