



Über die Temperatur der Insekten.

Von Prof. P. Bachmetjew.

Suweilen im Winter, im Januar—Februar, wenn einige warme Tage nacheinander folgen, kann man lustig umherfliegende Schmetterlinge sehen, die uns an das Erwachen der Natur, an das Herannahen des Frühlings erinnern. Es sind einige Arten aus der Gattung „Vanessa“ (*Vanessa polychloros*, *V. urticae*, *V. atalanta* z.); sie befanden sich im Winterschlaf und sind jetzt unter der Einwirkung der warmen Sonnenstrahlen erwacht, um morgen—übermorgen wieder bis zum April—Mai einzuschlafen.

Wie konnten aber diese Schmetterlinge die kalten Dezember- und Januartage aushalten? Es ist wahr, daß ihr kleiner Körper mit kurzen Haaren bedeckt ist und außerdem können sie ihren Leib mit den Flügeln umwickeln; das aber kann den Schmetterling nur auf kurze Zeit vor der Kälte schützen und nicht den ganzen Winter hindurch.

Von dem Satze ausgehend: „Das Kalte fühlt das Kalte nicht“, kann man sich fragen, ob die Temperatur der Schmetterlinge nicht eine variable Größe und von der Temperatur des umgebenden Mediums abhängig sei?

Die Lösung dieser Frage hätte in der Entomologie eine große Bedeutung zur Erklärung geographischer Verbreitung der Insektenarten, da solche Arten, bei welchen die Körpertemperatur in größeren Grenzen variieren kann, natürlich auch viel stärkere Kälte oder Wärme aushalten, und sie würden daher sowohl in Lappland als auch in Italien Nachkommenschaft haben, wenn dort nur das nötige Futter vorhanden ist.

Zur Lösung dieser Frage unternahm ich die nötigen Messungen noch im vorigen Jahre und will in der heutigen Abhandlung über die bis jetzt von mir erzielten allgemeinen Resultate referieren.

Mittels eines Quecksilber-Thermometers kann man natürlich

die Temperatur z. B. eines Flohes nicht messen, wo sollte man es plazieren? Ich habe deshalb die elektrische Methode gewählt. Aus der Physik ist es bekannt, daß zwei Drähte, deren Enden aneinander gelötet sind, einen thermo-elektrischen Strom erzeugen, sobald die Lötstelle erwärmt oder abgekühlt wird. Diese Erscheinung habe ich nun zur Konstruierung eines empfindlichen Thermometers für Insekten benutzt. Ich nahm einen Kupfer- und einen Nickeldraht von ca. $\frac{1}{100}$ mm Durchmesser. An beide Enden des Nickeldrahtes lötete ich Kupferdrähte, wobei eine Lötstelle ins Eis und die andere ins warme Wasser, dessen Temperatur bekannt war, plaziert wurde. Die erwähnten Kupferdrähte wurden außerdem mit einem empfindlichen Galvanometer von Wiedemann verbunden, in welchem ich mittels Skala, Fernrohr und Spiegel den thermo-elektrischen Strom beobachten konnte. Wenn man weiß, daß die im warmen Wasser sich befindende Lötstelle z. B. 20° hat und der Strom hat 150 Skalenteile betragen, so ist es leicht zu berechnen, daß, wenn die Lötstelle nur 1° hat, der Strom $150:20 = 7,5$ Skalenteile betragen wird. Diese Zahl (7,5) war bei mir die sogenannte konstante Größe meines elektrischen Thermometers.

Setzt umgekehrt, wenn eine Lötstelle sich permanent im Eis, d. h. bei 0° befindet und die andere z. B. in einem Insekt, dessen Temperatur unbekannt ist, wobei der Strom 22,5 Skalenteile beträgt, so würde die Temperatur des Insekts $22,5:7,5 = 3^{\circ}$ sein.

Nach dem genauen Kontrollieren meines elektrischen Thermometers und nach Beseitigung aller dabei vorkommenden Fehler, die ich hier nicht weiter erwähnen will, trat ich endlich an die vorläufige Beobachtung der Temperatur der Insekten. Die eine Lötstelle des Thermometers befand sich permanent im Eis, während die andere sehr feine und scharfe in den oberen Teil des Insektenrückens (Thorax) hineingesteckt war. Daraufhin wurden jede Minute Beobachtungen des elektrischen Stromes gemacht.

Zuerst wurden den Beobachtungen Schmetterlinge aus der Familie der Saturniden (*Saturnia pyri*) unterzogen. Diese haben gezeigt, daß die Temperatur dieser Art nicht konstant ist (obwohl die Zimmertemperatur nicht variiert hatte), sondern sich sehr stark veränderte, je nachdem, ob der Schmetterling sich in Bewegung oder im Ruhezustande befand. Ich werde hier meine Beobachtungsergebnisse vom 13./25. V. 1898 über *Saturnia pyri* ♂ im Auszuge mitteilen.

Zimmertemperatur = $18,0^{\circ}$ C. Am Anfang hatte der Schmetterling $19,5^{\circ}$ und befand sich in Ruhe, nach 7 Minuten

jedoch fing er mit den Flügeln zu zittern an, aber nicht zu schlagen, und zwar fünfmal pro Sekunde, wobei seine Temperatur regelmäßig stieg, sodaß sie nach 6 Minuten 25° erreichte. Der Schmetterling beruhigte sich dann wieder und seine Temperatur fiel in den nächsten 4 Minuten bis auf 21° , er fing dann wieder an mit den Flügeln zu zucken (2 Minuten lang), wobei die Temperatur auf $25,5^{\circ}$ stieg. Die dieses Mal folgende Ruhe dauerte etwas länger, nämlich 6 Minuten, und die Temperatur sank auf $19,7^{\circ}$. Darauf folgende neue Zuckungen dauerten nur 3 Minuten und die Temperatur stieg nur auf $24,0^{\circ}$. Die Ruhe zur Abkühlung dauerte jetzt nur 8 Minuten und die Temperatur sank auf $18,6^{\circ}$. Während der darauf folgenden Bewegung, welche nur 2 Minuten andauerte, erhöhte sich die Temperatur auf $22,6^{\circ}$, endlich kühlte sich der Schmetterling infolge der Ruhe (die jetzt 9 Minuten dauerte) auf $18,3^{\circ}$ ab und bei der darauf folgenden kurz dauernden Bewegung (2,5 Minuten) erhöhte sich seine Temperatur auf $22,2^{\circ}$.

Daraus ist klar zu ersehen, daß die Bewegung des Schmetterlings seine Temperatur bedeutend erhöht. Außerdem beobachtete ich noch folgende Regelmäßigkeit: Bei jeder nachfolgenden Bewegung steigt die Temperatur des Schmetterlings schwächer und schwächer ($25,5^{\circ}$; $24,0^{\circ}$; $22,6^{\circ}$; $22,2^{\circ}$) während der Abkühlung infolge der Ruhe, sinkt dann immer tiefer und tiefer ($21,0^{\circ}$; $19,7$; $18,6^{\circ}$; $18,3^{\circ}$) und nähert sich schließlich der Zimmertemperatur ($18,0^{\circ}$). Die Beobachtungen, welche ich mit noch einigen Exemplaren dieser Art ausführte, ergaben ähnliche Resultate.

Die hier beschriebenen Erscheinungen lassen sich erklären, wie folgt:

Der Schmetterling fühlte nach einiger Zeit, daß das Drähtchen, welches ihm in den Rücken gesteckt war, nicht eine vorübergehende Sache sei, sondern eine solche, welche ihm permanente Schmerzen verursachte; er fing an mit den Flügeln zu zucken, um diese Ursache zu beseitigen, wobei infolge der Bewegung seine Temperatur stieg, wie es ja auch beim Menschen, wenn auch nicht in diesem großen Maßstabe, beobachtet wird. Bei der Erhöhung der Temperatur des Schmetterlings ist der Schmerz, welcher ihm bis jetzt fühlbar war, wie es scheint, schwächer geworden und der Schmetterling beruhigte sich; dabei hat seine anormale Temperatur infolge der Strahlung angefangen zu sinken; bei der Abkühlung aber hat er die frühere Unannehmlichkeit wieder gefühlt und fing von neuem mit den Flügeln zu zucken an. Daß bei den nachfolgenden Zuckungen die Temperatur immer niedriger und niedriger wird, läßt sich durch seine immer kürzer werdenden Bewegungen erklären. Dieser Umstand kann dahin aufgefaßt werden,

daß der Schmetterling den Schmerz immer schwächer und schwächer fühlt, bis er sich schließlich mit seiner Lage „versöhnt“ hat, und gleichzeitig wird auch seine Temperatur immer niedriger, bis dieselbe schließlich der Zimmertemperatur gleich kommt.

Hiernach können wir schon jetzt sagen, wenn diese Analogie auch auf andere Insekten anzuwenden ist, daß im Sommer die Körpertemperatur des in Ruhe sich befindenden Insekts der Temperatur des umgebenden Mediums, wenn nicht ganz, so doch fast gleich kommt.

Nach Feststellung dieser Thatsache entsteht folgende Frage:

Welche Temperatur des umgebenden Mediums wirkt tödlich auf das Leben des Insekts ein, d. h. bei welcher Hitze und bei welcher Kälte können die Insekten nicht mehr leben? Ich fange mit der Kältewirkung an. Bei diesen Beobachtungen wurde, wie wir unten sehen werden, ein ganz unerwartetes Resultat erzielt. Der Schmetterling wurde in ein mittelgroßes Glas gesteckt, welches mit einer Glasplatte versehen wurde, letztere hatte in der Mitte eine runde Öffnung, welche durch einen Kautschukstößel verschlossen war. Durch diesen Stößel waren die Drähte beider elektrischen Thermometer, wovon der eine zur Messung der Temperatur des Schmetterlings und der andere zur Messung der Temperatur im Glase dienten, durchgeleitet. Dieses Glas wurde in ein größeres, mit gestoßenem Eis gefülltes Glas gestellt. Um eine größere Kälte zu erzeugen, wurde zum Eise entweder Kochsalz oder Spiritus hinzugefügt. Die Beobachtungen an dem Insekt in der Luft wurden jede Minute angestellt. Zuerst wurde der Beobachtung *Saturnia pyri*, welcher zwei Tage vorher aus der Puppe ausgekommen war, unterzogen. Ich werde hier meine Beobachtungen bei diesem Exemplare im Auszuge anführen. Zimmertemperatur = 16,1°.

Zeit	Temperatur		Bemerkung
	des Schmetterl.	d. umgebenden Luft	
11h54'	+ 31,7°	+ 16,0°	Bewegung mit den Flügeln.
12.07	+ 19,7	—	

Das große Gefäß ist mit Eis gefüllt.

2.22	+ 0,2	— 0,8
3.22	0,0	— 0,8

Zeit	Temperatur		Bemerkung
	des Schmetterl.	d. umgebenden Luft	
Zum Eise ist Kochsalz beigemischt.			
3.43	— 2,5	— 9,9	Die Bewegung der Flügel hörte auf.
3.45	— 4,0	— 11,9	
3.47	— 5,4	— 12,7	
3.55	— 8,6	— 13,8	
3.56	— 9,0	— 14,1	
3.57	— 9,2	— 14,2	
3.58	— 9,4	— 14,0	Nach 3h hat der Schmetterling 7 Eier gelegt.
3.59	— 1,4	— 12,7	
4.—	— 1,4	— 12,8	
4.10	— 1,5	— 13,5	
4.12	— 1,7	— 13,8	
4.14	— 1,9	— 13,5	
4.15	— 2,1	— 13,5	

Der Schmetterling ist aus dem Gefäße herausgenommen worden.

4.23	— 2,1	+ 16,1	Bewegt mit den Flügeln nicht.
4.25	— 1,9	+ 16,1	
4.29	— 1,5	+ 16,1	
4.32	— 0,3	+ 16,1	
4.36	+ 7,9	+ 16,1	
4.41	+ 10,8	+ 16,1	
4.45	+ 12,3	+ 16,1	

Schließlich um 5h 20' gab er wieder Lebenszeichen von sich. In der darauf folgenden Nacht hatte er viel Eier gelegt und fuhr damit am folgenden Tage bis zum Abend fort. Der Schmetterling ist 4 Tage darauf eingegangen.

Dabei müssen wir folgende ins Auge springende Thatsachen konstatieren:

Die umgebende Luft hatte um 11h 54' die Temperatur = 16°, während der Schmetterling infolge seiner Bewegung 31,7° hatte, d. h. fast um 16,0° höhere Temperatur als die Luft.

Von 12h 0,7' an befand sich der Schmetterling in der mit Eis umgebenden Luft und zwar bis 2h 22', d. h. 2,5 Stunden, und seine Temperatur war dennoch nicht 0,0°, sondern + 0,2°; nach 3,5 Stunden zeigte der Schmetterling 0,0°. Daraus folgt, daß das Strahlungsvermögen des Schmetterlings

dieser Art sehr klein ist. *Saturnia pyri* kann sogar dann Eier legen, wenn die Temperatur seines Körpers fast $= 0,0^{\circ}$ ist.

Die interessanteste Tatsache aber stellt die momentane Erhöhung der Temperatur seines Körpers um 3h 59' dar. Wie aus der angeführten Tabelle ersichtlich, war seine Temperatur um 3h 58' $= -9,4^{\circ}$, während um 3h 59' dieselbe nur $-1,4^{\circ}$ betrug. Die Kontrollversuche mit andern Exemplaren zeigten das Vorhandensein dieser Erscheinung auch, wobei es mir mehrmals gelang, unmittelbar zu überwachen, wie die Magnetnadel des Galvanometers plötzlich aus ihrer gewissen Stellung in eine andere, der gegebenen Temperatursteigerung entsprechende Lage, überging.

Zur Erklärung dieser Erscheinung müssen wir uns zu analogen Erscheinungen auf dem Gebiete der Physik wenden. Es ist bekannt, daß man Wasser überkühlen, d. h. seine Temperatur viel niedriger als seinen Erstarrungspunkt, der $0,0^{\circ}$ beträgt, sinken lassen kann. Es genügt aber ein schwacher Stoß, damit dieses überkühlte Wasser momentan zu Eis wird, wobei seine Temperatur auf einmal (z. B. von $-10,0^{\circ}$) auf $0,0^{\circ}$ steigt. Eine ähnliche Erscheinung wird auch bei der konzentrierten Lösung von Glaubersalz beobachtet. Dieses Salz, wenn es durch Erwärmung in seinem eigenen Krystallwasser aufgelöst wird, kann in flüssigem Zustande auch bei Zimmertemperatur erhalten werden, obwohl sein Schmelzpunkt im eigenen Krystallwasser bei $+32,0^{\circ}$ liegt; es genügt aber, ein kleines Stückchen desselben Salzes in die überkühlte Flüssigkeit hineinzuworfen, damit die Lösung sofort erstarre, wobei seine Temperatur sofort auf $+32,0^{\circ}$ steigt.

Da bei der normalen Erstarrung einer abgekühlten flüssigen Masse (nicht aber der unterkühlten) ihre Temperatur während der ganzen Zeit konstant bleibt, bis dieselbe erstarrt, so ist es klar, daß in dem oben beschriebenen Falle die Säfte des Schmetterlings nicht normal erstarren. Sein Saft hat daher den Erstarrungspunkt $= -1,4^{\circ}$, und bevor der Saft erstarrt, befindet sich derselbe in einem unterkühlten Zustande, d. h. er hatte die Temperatur $-9,4^{\circ}$.

Wir müssen hier bemerken, da bei der Erstarrung die Temperatur des Schmetterlings nicht $0,0^{\circ}$ ward, sondern $-1,4^{\circ}$, so bedeutet es, daß wir es hier nicht mit der Erstarrung des Wassers, sondern mit einer andern Flüssigkeit, deren Erstarrungspunkt bei $-1,4^{\circ}$ liegt, zu thun haben, d. h. mit dem Insektensaft.

Die oben erwähnte Tabelle giebt uns Auskunft über den Erstarrungsprozeß der Säfte von *Saturnia pyri*, angefangen von $-9,4^{\circ}$, als der Stoß im Gange der Temperatur des

Schmetterlings eintrat. Aus dieser Tabelle ersehen wir ferner folgende Details:

Nachdem der überkühlte Saft erstarrte und seine Temperatur auf $-1,4^{\circ}$ stieg, behielt der Schmetterling diese Temperatur ($-1,4^{\circ}$) fast während 10 Minuten, obwohl die Temperatur der umgebenden Luft ca. $-13,6^{\circ}$ betrug. Daraus folgt, daß während dieser 10 Minuten die latente Wärme der Erstarrung seiner Säfte allmählich ausschied, welche die Strahlung des Schmetterlings kompensierte. Als endlich um $4^h 10'$ die Erstarrung der Säfte aufhörte, und die latente Wärme sich nicht mehr entwickeln konnte, fing der Schmetterling an, immer niedrigere und niedrigere Temperatur zu zeigen. Mit andern Worten, ein Teil der Säfte erstarrte auf einmal, während die Erstarrung des andern Teiles langsam vor sich ging.

Da der Schmetterling nach diesem Versuche Lebenszeichen von sich gab und noch 4 Tage lebte, so hat folglich der Erstarrungsprozeß seiner Säfte keinen tödlichen Einfluß auf ihn.

Aus den nachfolgenden Versuchen wird der Leser ersehen, welche Bedeutung diese niedere Temperatur, bei welcher der momentane Stoß erfolgte (in unserem Falle $-9,4^{\circ}$) — wollen wir der Kürze halber denselben als kritischen Punkt bezeichnen — in der Lebensökonomie der Insekten hat.

Vor allem will ich sagen, daß auf den kritischen Punkt die Erschütterung des Schmetterlings, wie es z. B. beim überkühlten Wasser beobachtet wird, keinen Einfluß hat, und ist daher diese Erscheinung bei Insekten mehr derjenigen im Glaubersalz ähnlich.

Die bis jetzt ausgeführten Versuche zeigten, daß der kritische Punkt bei verschiedenen Insektenarten nicht bei derselben Temperatur liegt und sogar bei einer und derselben Art für verschiedene Exemplare variiert, welcher Umstand durch individuelle Eigenschaften erklärt wird.

So war z. B. bei *Aporia crataegi* der kritische Punkt bei verschiedenen Exemplaren: $-9,2^{\circ}$; $-8,0^{\circ}$; $-10,0^{\circ}$; $-6,8^{\circ}$; $-11,0^{\circ}$; $-7,2^{\circ}$; $-9,9^{\circ}$, und die Temperatur während des Stoßes stieg entsprechend bis: $-1,4^{\circ}$; $-0,8^{\circ}$; $-1,2^{\circ}$; $-1,1^{\circ}$; $-1,7^{\circ}$; $-1,2^{\circ}$; $-1,2^{\circ}$.

Bei anderen Schmetterlingsarten war der kritische Punkt bei

<i>Sphinx ligustri</i>	— $9,3^{\circ}$,	worauf die Temp. auf $-1,7^{\circ}$ stieg.			
<i>Smerinthus ocellatus</i>	— $3,7^{\circ}$,	"	"	"	"
<i>Phalera bucephala</i>	— $11,0^{\circ}$,	"	"	"	"
<i>Pieris rapae</i>	— $8,6^{\circ}$,	"	"	"	"
<i>Plusia gamma</i>	— $7,8^{\circ}$,	"	"	"	"
"	— $10,3^{\circ}$,	"	"	"	"

Vanessa cardui	— 7,0°	worauf die Temp. auf — 1,0° stieg.
Cossus cossus	— 7,5°	" " " " — 1,0° "
Cerambyx scopoli	— 8,6°	" " " " — 1,9° "

In welcher Beziehung der kritische Punkt des Insekts zu seinem Gewichte im gewöhnlichen und trockenen Zustande steht (d. h. zum Gewichte seines Saftes), habe ich noch nicht festgestellt. Bis jetzt ist nur die unzweifelhafte Thatsache konstatiert, daß eine bedeutende Differenz zwischen diesen Punkten für männliche und weibliche Individuen existiert.

Zur Lösung der Frage, bei welcher niedrigsten Temperatur die Insekten sterben, wurden folgende Versuche angestellt:

In einem Glasgefäß wurden 20 Exemplare einer und derselben Schmetterlingsart (*Aporia crataegi*) plaziert; das Gefäß war mit einem geschliffenen Glasdeckel, durch welchen ein Quecksilber-Thermometer ging, zugedeckt. Dieses Gefäß wurde in ein größeres, mit gestoßenem Eise gefülltes, gestellt. Dem Eise wurde wiederum je nach Bedarf Spiritus oder Kochsalz hinzugefügt. Als die Temperatur im innern Gefäße — 8,1° erreichte und während 5 Minuten konstant war, wurden aus demselben 2 Exemplare herausgenommen, die nach Verlauf weniger Minuten Lebenszeichen von sich gaben. Die übrigen Exemplare wurden daraufhin auf — 12,4° abgekühlt, worauf (nach Verlauf von wiederum 5 Minuten) noch 4 Exemplare herausgenommen wurden, von denen nur ein Exemplar noch lebte. Die übrigen wurden bei — 12,5° während der folgenden 15 Minuten gehalten, worauf von denselben nur noch 4 Exemplare zum Leben gebracht werden konnten; die übrigen starben alle.

Obwohl aus diesen Versuchen auch zu ersehen ist, daß die Temperatur der umgebenden Luft = — 12,5° tödtlich auf gewisse Schmetterlings-Individuen von der Art *crataegi* zu wirken anfängt, so ist jedoch daraus nicht ersichtlich, welche Temperatur die Schmetterlinge selbst hatten und was mit ihren Säften geschah.

In Anbetracht dessen habe ich eine neue Serie von Versuchen mit *Aporia crataegi* vorgenommen, wobei ich das oben beschriebene elektrische Thermometer benutzte.

Ich führe hier im Auszuge einige dieser Versuche an:

Die Lufttemperatur im innern Gefäße war konstant und zwar = — 12,0°.

Das erste Exemplar zeigte den kritischen Punkt bei — 10,0° und seine Temperatur stieg auf — 1,2°. Der Schmetterling wurde darauf sofort herausgenommen und auf dem Tische bei + 21,5° liegen gelassen. Einige Minuten später kam er wieder zum Leben.

Das zweite Exemplar. Der kritische Punkt = $-8,0^{\circ}$, die Temperatur stieg auf $-0,8^{\circ}$. Der Schmetterling wurde herausgenommen und auf dem Tische liegen gelassen, als seine Temperatur auf $-6,5^{\circ}$ sank. Auch dieses Exemplar kam wieder zum Leben.

Drittes Exemplar. Der kritische Punkt = $-6,8^{\circ}$, die Temperatur stieg auf $-1,1^{\circ}$. Der Schmetterling wurde herausgenommen, nachdem seine Temperatur = $-10,0^{\circ}$ erreicht hatte. In der Luft bei $+21,5^{\circ}$ konnte der Schmetterling nicht mehr zum Leben gebracht werden.

Daraus folgt, daß, wenn die Temperatur des Schmetterlings niedriger als sein kritischer Punkt sein wird, er nicht mehr belebt werden kann. Diese Regel ist auch dann am Platze, wenn, wie die Versuche zeigten, der Schmetterling nicht sofort bei $+21,5^{\circ}$ zum Auftauen liegen gelassen wird, sondern auch dann, wenn seine Temperatur allmählich steigt, zu welchem Zwecke man ihn im innern Gefäße solange liegen läßt, bis das im äußern Gefäße sich befindende Eis schmilzt und die Temperatur des ganzen Systems der Zimmertemperatur gleich wird.

Es ist nicht uninteressant zu bemerken, daß die Erscheinung des kritischen Punktes auch bei Pflanzen beobachtet wird. Ich untersuchte ein Stück des Stengels von *Malva sylvestris*. Der kritische Punkt lag bei $-6,1^{\circ}$ und die Temperatur stieg darauf plötzlich auf $-2,6^{\circ}$. Ich will hier bemerken, daß Sachs unter dem Mikroskope die Änderung der Pflanzensäfte bei der Abkühlung beobachtete und fand*), daß sich dabei prismatische Krystalle ausschieden. Auf diese Art scheinen die physikalischen Veränderungen der Säfte von Insekten und Pflanzen bei der Abkühlung einander ähnlich zu sein.

Versuche, die Erwärmung der Insekten betreffend, sind nicht viele angestellt worden, aber man kann schon aus den angestellten Beobachtungen einige Resultate ableiten.

Ich werde hier nur die Schlussergebnisse anführen. *Phalera bucephala* wurde in ein Luftbad, welches allmählich mittels einer Lampe von $+16,8^{\circ}$ auf $44,5^{\circ}$ (während einer halben Stunde erwärmt) plaziert. Als die umgebende Luft $+42,5^{\circ}$ erreichte, während der Schmetterling $+38,1^{\circ}$ hatte, starb derselbe.

Saturnia pyri starb bei der Temperatur seines eigenen Körpers = $46,0^{\circ}$.

Ein anderes Exemplar von *Saturnia pyri* ♀ wurde in ein zugedecktes Glas, welches in Wasser stand, erwärmt durch Dampf.

*) S. Sachs. Pflanzenphysiologie, Bd. I. S. 45. 1892.

plaziert. Die Lufttemperatur wurde mittels eines Quecksilber-Thermometers gemessen. Die Erwärmung von $+20,0^{\circ}$ bis $+51,0^{\circ}$ dauerte eine halbe Stunde. Der Schmetterling, im Anfang sich stark bewegend, zeigte keine merkliche Bewegung bei der Lufttemperatur $= 51,0^{\circ}$. Nachdem derselbe aus dem Glase genommen und auf dem Tisch bei $+20,0^{\circ}$ liegen gelassen wurde, legte er noch am folgenden Tage Eier ab, war aber fast leblos.

Auf diese Art sterben *Saturnia*, wenn die Temperatur ihres Körpers $+46,0^{\circ}$ erreicht, während *Phalera bucephala* bei der Temperatur des eigenen Körpers $= 38,0^{\circ}$ stirbt. Selbstverständlich muß dabei die Dauer der Erwärmung einen Einfluß üben, vielleicht auch die Feuchtigkeit der umgebenden Luft. Nach Untersuchungen von **Sachs***) stirbt das Protoplasma einer Pflanzenzelle bei $+45,0^{\circ}$, wenn diese Temperatur auf die Pflanze während 10 Minuten einwirkt. M. Schulze findet diese tödliche Temperatur zu $47 - 48,0^{\circ}$ bei der Dauer ihrer Wirkung von 2—3 Minuten.

Aus den hier beschriebenen Beobachtungen über die Temperatur der Insekten kommen wir zu folgenden allgemeinen Schlüssen: Die Insekten, in Folge des kleinen Volumens ihres Körpers, sind viel stärker dem Einflusse der Temperaturänderung der Luft unterworfen und könnten daher an solchen Stellen des Erdballes nicht existieren, wo es bei Tage sehr warm und bei Nacht sehr kalt ist, wenn die Temperatur ihres Körpers nicht veränderlich wäre.

Der Mensch, wenn es ihm kalt wird, zieht einen Pelz an, und wenn es ihm warm wird, nimmt er kalte Douchen; und die Vögel, beim Herannahen der Kälte, ziehen in wärmere Gegenden und umgekehrt, wenn es zu warm wird, in Gegenden mit gemäßigtem Klima. Außerdem sind sie zum Schutze ihres Körpers gegen Einflüsse rapider, aber nicht dauernder Veränderungen der Lufttemperatur, mit einer Masse von Daunen und andern Federn (sehr schlechte Wärmeleiter) bedeckt. Die Insekten, welche diese Eigenschaften anderer Tiere nicht besitzen, haben durch natürliche Auswahl eine neue Eigenschaft zum Schutze ihres Lebens — die Temperatur ihres Körpers in breiten Grenzen zu variieren und auf diese Art gegen die Veränderung der klimatischen Verhältnisse unempfindlich zu sein — ausgearbeitet. Noch mehr, wenn die Lufttemperatur sehr stark sich erniedrigt, während der Körper des Insekts diese Temperatur nicht ertragen kann, so hat es noch ein Reserve-

*) *ibid.* S. 127.

mittel zum Schutze seines Lebens — die latente Wärme der Erstarrung seiner Säfte. Sein Saft erstarrt, und die Temperatur des Körpers steigt um einige Grade, dem Insekt auf diese Weise die Möglichkeit gebend, noch einige Zeit mit der tödtlichen Kälte zu kämpfen, und wenn die Lufttemperatur wieder steigt, kommt das Insekt wieder zum Leben, wenn nicht, stirbt es, aber wiederum nur dann, wenn die Temperatur seines Körpers wieder zu derjenigen Temperatur fällt, bei der sein Saft erstarrt.

Solche Mittel hat das Insekt zum Schutze seines Lebens gegen die verderblichen Änderungen des Klimas. Es ist daher kein Wunder, daß die Insekten eine so große Verbreitung auf der Erde haben.

Die nächste Aufgabe der Entomologie in dieser Richtung wird die Bestimmung der Grenztemperaturen (höher und niedrig), bei welchen jede einzelne Art noch leben kann, sein. Die Vergleichung dieser Extreme bei ein und derselben Art, aber von verschiedenen Gegenden, kann zur Lösung der Frage z. B. über das ehemalige Vorhandensein der Eisperiode in der gegebenen Gegend, über die Abstammung des Insektes in der gegebenen Gegend u. s. w. u. s. w. dienen.

Mit der Bestimmung dieser Grenztemperaturen für verschiedene bulgarische Schmetterlings- und Carabus-Arten bin ich gegenwärtig beschäftigt, und ich hoffe im nächsten Jahre diese Untersuchungen mit den Arten anderer Gegenden Europas auszuführen.

Sofia (Bulgarien), Hochschule.

Protest.

Die „Ornithologische Monatschrift des Deutschen Vereins zum Schutze der Vogelmwelt“ bringt in Nr. 1, 1898 einen Artikel, betitelt „Vogelschutz oder Insektenschutz?“ Der Verfasser, Herr Dr. D. Koepert, empfiehlt zur Klarstellung gewisser Fälle, beispielsweise bei Magenuntersuchungen und dergleichen, den Ornithologen, mit den Entomologen Hand in Hand zu gehen und giebt den „Entomologen von Fach“ (!?) den ausgezeichneten Rat, „sich mehr der Biologie zuzuwenden als der Systematik.“

Wir sind erstaunt, daß genannter Herr Verfasser nicht besser orientiert ist, denn er kommt bedauerlicherweise mit seinem guten Rate immerhin etwas zu spät: seit Jahrzehnten schon treiben die Entomologen fast ausnahmslos Biologie. Wir stehen deshalb nicht an, diesen den Vertretern der Entomologie gemachten Vorwurf nachdrücklichst zurückzuweisen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologisches Jahrbuch \(Hrsg. O. Krancher\). Kalender für alle Insekten-Sammler](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [1899](#)

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

Artikel/Article: [Über die Temperatur der Insekten 121-131](#)