

Beobachtungen über das Blut der Insecten.

Von

Dr. H. Landois,

in Botzlar bei Bork in Westphalen.

Mit Tafel VII—IX.

I. Krystallisation im Insectenblute.

Das Insectenblut eignet sich aus einem doppelten Grunde ganz vorzüglich zum Studium der Krystallisation, denn einerseits finden wir durchschnittlich in dieser Thierclassen sehr grosse Blutkörperchen, und andererseits sind dieselben in der Regel sehr spärlich vorhanden, sodass die aus denselben entstehenden Krystalle sich frei und ungestört in der Mutterlauge bilden können. Dieser natürliche Vorzug wird häufig dadurch getrübt, dass in dem Blute fremde Körper sich vorfinden, welche dem Fettgewebe angehören oder als Zellen der Verdauungsorgane erkannt werden. Um das Blut rein zu erhalten, muss man nach der Verschiedenheit der Formen verschiedene Wege einschlagen. Den Raupen schneidet man mit einer Scheere ein Paar falsche Beine ab, worauf sich mit einer Pipette das austretende Blut leicht auffangen lässt. Den vollkommenen Insecten schneidet man am besten die sechs Beine an den Trochanteren ab. Durch die Muskelcontractionen wird darauf eine hinreichende Menge Blutes auf das Objectglas ausgepresst. Sind die Insectenspecies mit Schuppen und Haaren bedeckt, so ergab es sich als sehr zweckmässig, mit einer Bürste dieselben vorher von der Bedeckung zu befreien, weil das Blut im entgegengesetzten Falle zu sehr durch die abstäubenden Schuppen und Haare verunreinigt wird.

Die Krystallisation kann unter verschiedenen Bedingungen stattfinden. Die einfachste Methode, sehr hübsche Krystalle darzustellen, ist die, dass man das Blut auf einem Objectglase verdunsten lässt. Bedient man sich hierbei nicht eines Deckgläschens, so ist es nothwendig, einige Tropfen Wasser zuzusetzen, und namentlich dann, wenn man nicht über grössere Mengen des betreffenden Blutes zu verfügen hat. Auf diese Weise das Blut behandelt, geht wegen der schnellen Verdunstung die Krystallisation sehr rasch von Statten. Unter einem Deckglase hingegen bilden

sich die Krystalle erst nach längerer Zeit, und zwar an den Bändern desselben eher, als in der Mitte.

Gewöhnlich erweist sich die angegebene Präparationsmethode zur Krystallisation des Blutes hinreichend; allein es giebt doch Fälle, in denen es uns bisher nicht gelingen wollte, durch blosse Verdunstung das Blut zum Krystallisiren zu bringen. Hier leistet ein Tropfen Alkohol manchmal gute Dienste, den man entweder dem mit destillirtem Wasser verdünnten Blute sogleich zusetzen kann, bevor das Präparat mit einem Deckglase bedeckt wurde; oder man lässt das Blut so lange stehen, bis das Blutserum etwa um ein Drittel unter dem Deckgläschen eingetrocknet ist und setzt dann einen oder zwei Tropfen Alkohol zu, welche den unter dem Deckglase entstandenen Luftraum wieder ausfüllen. Es tritt darauf sogleich eine weissliche Trübung im Präparate ein, und nach einiger Zeit setzen sich die Krystalle ab. Wollte der zugesetzte Alkohol die Krystallisation nicht befördern, so erwies sich auch ein Zusatz von Ammoniak wirkungslos.

Ausser diesen Krystallen, welche entweder durch blosse Verdunstung des Blutserums oder durch den Zusatz von Wasser und Alkohol entstanden waren, erhielten wir durch Anwendung von Essigsäure eine besondere Gruppe, welche sich von der erstgenannten wesentlich unterschied. Jede Insectenart lieferte eine verschiedene Krystallisation, je nachdem das Blut auf diese oder jene Weise behandelt wurde.

Ob die Krystalle im Inneren oder ausserhalb der Blutkörperchen entstehen, darüber wollen wir uns bei den einzelnen Arten verbreiten, nachdem wir die Blutkörperchen selbst näher kennen gelernt haben werden.

Sowie man bei den höheren rothblütigen Thieren eine vierfache Reihe von Blutkrystallen dargestellt hat, so gelingt es auch bei den Insecten, diese unter Zusatz derselben Reagentien zu erzielen. Trotzdem wagen wir nicht darüber zu entscheiden, ob diejenigen Krystalle, welche wir bei den Insecten durch Zusatz von Wasser und Alkohol erhalten haben, wirklich Hämatokrystallin-Krystalle sind; und noch weniger wollen wir behaupten, dass die Häminkrystalle der rothblütigen Thiere den Krystallen entsprechen, welche aus dem Insectenblute unter Anwendung von Essigsäure anschiessen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von uns dargestellten Krystalle organischer Natur sind. Sie hinterliessen bei der Verbrennung auf dem Platinbleche wenig Asche, in welcher keine Spur krystallinischer Form mehr zu erkennen war. Während der Verbrennung derselben entwickelt sich Ammoniak, woraus man auf einen stickstoffhaltigen Körper schliessen kann. Mit Salzsäure übergossen nahmen die Krystalle eine weissliche Farbe an, quollen wenig auf und verwitterten allmählich, bis sie in eine feinkörnige Masse zerfielen. In Wasser sind sie schwer löslich und schwimmen darin frei herum. Bei Anwendung von Schwefelsäure

quellen sie schneller auf und zerfallen auch viel schneller in feinkörnige Massen. Salpetersäure färbt sie gelblich und übt dann denselben Einfluss auf sie aus, wie die vorhin genannten stärkeren Säuren. In Essigsäure schienen viele Krystallnadeln fast unlöslich zu sein, während grössere Krystalle endlich aufgelöst wurden. Da es uns bisher nicht ermöglicht wurde, grössere Quantitäten darzustellen, und dieselben von ihrer Mutterlauge zu befreien, so mag es späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, über die chemische Natur der Insectenblutkrystalle zu entscheiden.

Ueber die Dauerhaftigkeit der Krystalle können wir anführen, dass acht Monate alte Präparate zwar von ihrer schönen Form etwas eingebüsst haben, aber noch gut zu erkennen sind. Wenn die Krystalle nicht mit einem Deckgläschen verschlossen werden, trocknen sie zu sehr ein und schrumpfen zuletzt vollständig.

Von dem Formenreichtum der Blutkrystalle der Insecten mögen die beschriebenen Arten ein anschauliches Bild geben, indem fast jede Insectenspecies ihre besondere Krystallbildung zeigt.

4. *Agrotis segetum*.

Die Raupe dieser Noctuide fing ich im Anfange des Monates März unter der Rinde eines alten Birkenstumpfes; ihr Fettvorrath war während des Winterschlafes ziemlich verzehrt und das Blut verhältnissmässig dickflüssig. Die runden Blutkörperchen hatten einen Durchmesser von 0,0117—0,013 Mm., und man fand viele in Theilung begriffen (vgl. Fig. 1—11). In dem, behufs der Krystallisation angefertigten Präparate waren viele Blutkugeln zu Grunde gegangen, jedoch mochte die Hälfte derselben ihre ursprüngliche äussere Form annähernd beibehalten haben. Wir unterscheiden unter den erzielten Blutkrystallen der Saateule folgende Formen:

a. Die regelmässige hexagonale Säulenform. An den Stellen, wo die Blutkugeln in dem Präparate vollständig verschwunden waren, lagen die regelmässigsten hexagonalen Säulen mit gerader Endfläche. An Grösse differirten die Krystalle, indem die Breite der Seitenflächen von 0,008—0,0013 Mm., die Länge derselben von 0,0125—0,019 Mm. betrug (vgl. Fig. 24).

Ueber die Entstehungsweise dieser Krystallform sind wir nicht im Geringsten im Unklaren geblieben, namentlich, wenn der Inhalt einer Blutzelle in einen Krystall übergeht. Man sieht nämlich in dem Präparate, dass die einzelnen Blutkugeln ihre gewöhnliche kreisförmige Gestalt verlieren und an der Peripherie eine sechsseitige Begrenzung annehmen (vgl. Fig. 24—24). Diese Umwandlung lässt sich nicht allein an verschiedenen Kugeln schrittweise verfolgen, sondern auch an ein und demselben Blutkörperchen. Bevor sich der Inhalt eines Blutkörper-

chens in einen regelmässigen Krystall umwandelt, wird derselbe granulöser. Dieses beruht darauf, dass der Inhalt schon in diesem Vorbildungsstadium sich in überaus viele kleine Krystallstäbchen verwandelt. Die Stäbchen legen sich in bestimmter senkrechter Lage an die Hülle der Blutzelle an; unterdessen plattet sich die Blutzelle nach oben mehr ab. Die Anlagerung der kleinen Krystallnadeln kann nur dann ein deutliches Bild geben, wenn man die Bildung von oben zu sehen bekommt, d. h. in der Verlängerung der Hauptaxe des sich bildenden grösseren Krystalls. Bald nachher liegt der Krystall meist isolirt fertig in der Mutterlauge. Die concentrischen Schichten, welche sich in dem Krystalle bemerkbar machen, glaube ich dadurch entstanden erklären zu müssen, dass sich allmählich die Schichten von Aussen nach Innen ablagern; denn man bemerkt schon lange die an der Blutzellwandung angehefteten Krystalle, wenn auch der mittlere Inhalt der Zelle eine regelmässige Lagerung noch vermissen lässt (vgl. Fig. 24). Zuweilen kommen diese Krystallformen nicht zur vollständigen Ausbildung, denn man bemerkt häufig dreiseitige Prismen, welche jedoch an der Grösse des einen Winkels hinreichend erkennen liessen, dass sie zum Hexagonalsysteme gehörten.

b. Die zweite Form der Krystallbildung im Blute der Saateule ist nicht so sehr durch die Krystallform, als vielmehr durch die Entstehungsweise von der Ersteren verschieden. Die Blutkügelchen, welche in einigem Abstände von einander entfernt liegen, sind nämlich strahlenförmig ringsum mit feinen Krystallnadeln besetzt. Die feinen Nadeln variiren sowohl in Bezug auf ihre Länge, wie auch auf ihre Dicke, so jedoch, dass sie an ein und demselben Blutkügelchen ungefähr gleiche Grösse haben. Einige sind 0,0003 Mm. breit und 0,037 Mm. lang; andere 0,06 Mm. lang und 0,005 Mm. breit; noch andere hatten selbst bei 600facher Vergrösserung kaum 1 Mm. Länge; und dazwischen alle möglichen Grössen. Von der hexagonalen Nadelform weichen sie nicht ab und sie setzen sich meist an die Oberfläche der Blutkügelchen an (vgl. Fig. 44—48). Die Blutkügelchen schienen jedesmal um so heller, je mehr Krystallnadeln sich an denselben befanden. Die Zahl der Krystalle an einem Blutkörperchen war ebenso verschieden, als ihre Grösse; an einigen hafteten 2—4, an andern konnte man bis 200 zählen, und an vielen war die Zahl nicht einmal annähernd zu bestimmen, wo sie dann die Zahl 1000 gewiss überstiegen. An den Blutkügelchen, welche nicht in Theilung begriffen waren, lagerten sich die Krystallnadeln regelmässig nach allen Richtungen des Raumes an; wo dagegen sich eine Theilung bemerkbar machte, lagerten sich dieselben mehr an die Ausbuchtungsstellen und nicht in den Einschnürungen an. Nur in Ausnahmefällen waren auch diese mit Krystallnadeln besetzt, aber dann immer sehr spärlich. An den freiliegenden Blutkügelchen, welche an einer Stelle eine Oeffnung bekommen hatten, aus welcher der Inhalt feinkörnig heraustrat, befanden sich ebenfalls häufig Krystallnadeln, aber immer vereinzelt, und nie habe ich sie an der Seite

der Blutzellenhülle wahrgenommen, wo die Oeffnung sich befand (vgl. Fig. 15).

Im Uebrigen waren nicht allein die freiliegenden Blutkörperchen mit Krystallnadeln besetzt, vielmehr kommen sie auch bei denen vor, welche in gedrängten Haufen liegen und nie ein regelmässiges Gewebe sechsseitiger Zellen darstellen. In diesem Falle zeigten sich die Nadeln nur an den Stellen, wo je zwei Blutzellen aneinanderstiessen und waren stets kräftiger und länger, als die der freien Blutzellen, im Uebrigen sind sie jedoch nicht von jenen verschieden.

Aus den vorgelegten Thatsachen wird es nicht schwer halten, über die Entstehung dieser zahlreichen Krystallnadeln an den Blutzellen einiges Licht zu verbreiten. Da der Inhalt der Blutzelle nach der Krystallbildung ein ganz anderer ist, so geht daraus hervor, dass der Inhalt auf exosmotischem Wege in die Mutterlauge getreten ist. Dass ferner gerade nur an den Stellen, an welchen der exosmotische Process stattfindet, sich Krystallnadeln bilden, davon überzeugen wir uns, wenn wir an den Umstand denken, dass an den gerissenen Stellen der Blutzellen nie Krystallnadeln sich absetzen. Wird die ausgetretene Flüssigkeit der Blutzellen nicht behindert, so setzen sich die Nadeln direct an die Hüllen der Zellen an; liegen diese aber gedrängt, so sucht sich die Flüssigkeit einen Ausweg, sie strömt weiter, und setzt sich an den Stellen, wo sie keine Hindernisse mehr vorfindet, in Krystallen ab. Durch den exosmotischen Process erklären wir es uns auch, dass an den Zellen, welche in Theilung begriffen sind, sich die Krystalle an den Ausbuchtungen der Blutzellen ansetzen, denn der eingeschnürte Theil der Membran lässt den Zellinhalt nicht so gut durch, als die ausgedehnten Enden derselben Zelle. Wie es komme, dass sich in einzelnen Zellen nur ein Krystall bildet, an andern hingegen sich eine grosse Zahl Nadeln ansetzt, dafür giebt uns die Beobachtung einen Anhaltspunct, dass sich in Zellen, welche in Theilung begriffen waren, nie ein einzelner Krystall bildet, vielmehr sind diese stets reichlich mit Krystallnadeln überzogen. Die äussere Membran wird für die Exosmose geeigneter sein, als die Membranen der einzelnen fertigen und ausgebildeten Blutzellen. Letztere lassen den Inhalt nicht leicht durch und bilden einen einzelnen Krystall im Innern.

c. Endlich haben wir noch diejenigen Krystalle zu besprechen, welche ohne Zusammenhang mit den Resten der Blutkörperchen entstehen. Auch diese kommen zahlreich genug vor; aber in der Regel sind sie sehr klein und meistens unregelmässig durcheinander krystallisirt. Namentlich finden sie sich da, wo die Mutterlauge zu schnell verdampfte. Ausserdem machen wir noch auf eine ganz eigenthümliche Anordnung der Krystallnadeln aufmerksam. Von einem Mittelpuncte strahlen in entgegengesetzten Richtungen viele Nadeln aus, sodass eine Bildung entsteht, die zweien mit ihren Handhaben genäherten Ruthen gleicht (vgl. Fig. 19). Die Bilder werden häufig noch complicirter, in-

dem manchmal die Strahlenbüschel nach vier, fünf bis sechs verschiedenen Richtungen divergiren (vgl. Fig. 49).

Die Entstehung dieser Anordnung kann man leicht verfolgen. An einem Blutkörperchen, welches in Theilung begriffen ist, mag es nun in zwei oder vier Segmenten sich abschnüren, setzen sich die Nadeln an die Ausbuchtungsstellen an. Indem der Inhalt der Blutzelle allmählich heraustritt, geht derselbe in Nadelform über und so bleibt zuletzt nur ein Mittelpunkt übrig, der von dem Reste der Blutzelle gebildet jene Nadelbüschel noch zusammenhält. Die Zwischenformen zwischen der vollständig erhaltenen Zellhülle mit einzelnen Nadeln, und der völlig aufgelösten und geschwundenen Hülle lassen sich leicht beobachten.

d. Die Krystallformen, welche unter Zusatz von Essigsäure entstehen. Weil die meisten Insecten, namentlich während der Geschlechtsreife wenig Blut in ihrem Körper enthalten, so schneidet man am erfolgreichsten behutsam einige Löcher in die Chitinhaut, giesst darauf in ein Uhrglas einige Tropfen destillirten Wassers und spült darin das Insect ab, wodurch sich das ausgetretene Blut mit dem Wasser vermischt. Nun schüttet man Essigsäure zu und lässt die Mischung unter einer Glasglocke langsam verdunsten. Nach einigen Tagen ist die Masse so eingetrocknet, dass man das Uhrglas mit einer feinen Kruste überzogen findet. In dieser Borke liegen die ausgebildeten Krystalle, die man entweder direct untersuchen kann, oder nachdem man sie mit Wasser unter ein Deckglas bringt.

Das Blut der Saateule wurde in dieser Weise nur mit der Vorsichtsmassregel präparirt, dass auf das eine Uhrgläschen ein anderes als Deckel gelegt wurde. Ein Stückchen Wachs hielt die beiden Gläser so von einander, dass an der einen Seite eine kleine Fuge blieb. Obschon die eingetrocknete Borke eine intensiv russisch-grüne Farbe trug, so waren die Krystalle doch wasserhell; wenn mehrere zusammenlagen, sah man sie als hellschimmernde feine Pünctchen. Sie krystallisiren sowohl im hexagonalen, wie auch im regulären quadratischen Systeme. Die Hauptformen derselben finden sich Fig. 26—30 abgebildet, weil selbst eine genaue Beschreibung kein deutliches Bild von ihnen entwerfen würde.

2. *Euprepia fuliginosa* und *Eupr. caja*.

Von dieser Nachtschmetterlingsart lieferte eine halb erwachsene weibliche Raupe regelmässige vierseitige Krystalle (vgl. Fig. 32).

Das Blut der gemeinen Bärenraupe hatte schon nach 24 Stunden eine grosse Menge hexagonaler Krystalltafeln gebildet, welche mit dreiseitigen Pyramiden und hexagonalen Prismen untermengt waren. Feine Nadeln fehlten völlig; die Mutterlauge war gelbbraun, die Krystalle hingegen wasserhell.

3. *Porthesia auriflua*.

Die Raupe des Goldafters hat grosse Blutkörperchen von 0,02 Mm. im Durchmesser (vgl. Fig. 33). Die Blutkrystalle schiessen in regelmässigen Stäben an, welche sich unter einem bestimmten Winkel über und aneinander lagerten (vgl. Fig. 34).

4. *Gastropacha potatoria*.

Eine ausserordentlich üppige Krystallisation findet in dem Blute dieser Gluckenraupe selbst ohne Anwendung von Wasser und Alkohol statt. Aus einzeln liegenden Blutzellen entsteht eine, um einen Mittelpunkt gruppierte Anzahl von feinen Nadeln. An diese schiessen allmählich noch andere Nadeln, bis grosse Nadelhaufen entstanden sind. Solche Krystallbüschel können aber auch so entstehen, dass mehrere zusammengelegene Blutzellen Nadeln bilden (vgl. Fig. 35—38).

5. *Cossus ligniperda*.

Aus einer vierjährigen Raupe des Weidenbohrers erhält man eine grosse Menge reinen Blutes, weil das Fett bei diesen Phalänen in dichten Lappen eingebeutet liegt. Das übelriechende Blut hat eine Weinfarbe, nimmt aber beim Stehen auf der Oberfläche eine dunkelbraune Farbe an, indem sich dort eine Haut bildet, die aber keine Krystallisation gewahren lässt.

Die Blutkörperchen sind 0,0092 Mm. gross, ziemlich kugelrund und von körnigem farblosen Inhalte (vgl. Fig. 39). Kern und Kernchen sind ohne Anwendung von Reagentien sichtbar. Schon am ersten Tage zeigten sich in dem mit Wasser versetzten Präparate flache Krystallnadeln, die meist büschelförmig neben einander lagen (vgl. Fig. 40). Um die chemische Constitution aufzuhellen, wurden sie mit verschiedenen Reagentien behandelt. Alkohol löste die eingetrocknete Masse an den Rändern des Deckglases auf und drang tiefer in das Präparat ein. Durch die entstehenden Strömungen wurden einzelne Nadeln und selbst ganze Büschel losgerissen, die Krystalle selbst aber blieben unverändert. Ammoniak löste die Krystalle ebenfalls nicht auf, und in dieser Hinsicht scheinen unsere Krystalle nicht mit denen der rothblütigen Thiere zu harmoniren, indem bekanntlich die Hämatokrystallkrystalle dieser in Ammoniak löslich sind. Concentrirte Kalilösung löste dieselben nicht auf; Schwefelsäure wirkte ebenfalls wenig auf die unter dem Deckglase befindlichen Krystalle.

6. *Sphinx ligustri*.

Eine am siebenten August eingefangene Raupe eines Ligusterschwärmers wurde einige Tage ohne Nahrungszufuhr aufbewahrt, damit das Blut eine grössere Dichtigkeit annähme. Das Blut hat eine olivengrüne

Farbe. Die Blutkugeln mit deutlichem Kern, sind relativ klein. Wir wendeten folgende Präparationsmethoden an: Trocknung des Blutes ohne allen Zusatz auf einem Objectglase; Trocknung unter einem Deckglase; Zusatz von Wasser, Alkohol, Essigsäure, Eisessig und Ammoniak. Schon am Mittage desselben Tages sah man in einem Präparate der ersten Art schon mit unbewaffneten Augen die Krystallisation beginnen, indem sich die Krystalle inselförmig in dem Blute absetzten. Unter dem Mikroskope ergab sich ein Bild, von dem die beigefügte Abbildung (vgl. Fig. 41 u. 42) einen schwachen Schimmer seiner Schönheit wiederzugeben vermag. Das Blut nahm schon kurz nachher eine tief grauschwärzliche Farbe an, sodass die Deckgläschen mit Asphaltlack verkittet zu sein schienen. Auch das Rückengefäss, welches in verdünntem Alkohol aufbewahrt wurde, nahm diese schwarze Farbe an. Es zeigten jedoch nicht sämtliche Präparate diese Eigenthümlichkeit, vielmehr behielten diejenigen, welche mit Eisessig versetzt worden waren, den olivengrünlischen Schein. Das Ergebniss der übrigen Behandlungsweisen war unbefriedigend, indem sich keine Krystalle bildeten.

7. *Pontia brassicae*.

Da mir im Frühlänge mehrere Puppen dieses Schmetterlings zu Gebote standen, so konnte ich eine hinreichende Menge Blut zu Präparaten verwenden. Die gelbe Farbe des Blutes wird durch eine grosse Anzahl kleiner Fetttröpfchen hervorgebracht. Die Blutkörperchen sind durchschnittlich 0,015 Mm. gross; man findet viele in Theilung begriffen. Die Krystalle, welche sich ohne Zusatz des Alkohols an den Rändern der Deckgläschen bilden, sind in der Regel flache, an den Enden zerfetzte breite Nadeln. Sie krystallisiren unregelmässig durcheinander. Zwischen den Nadeln liegen regelmässige hexagonale Tafeln, welche oft im Durchmesser die Breite der Nadeln übertreffen. Andere Tafeln gehen allmählich in die regelmässige sogenannte hexagonale Säulenform über. An den Stellen, wo grössere hexagonale Säulen lagen, waren keine Nadeln anzutreffen. Zuweilen kommt auch hier eine regelmässige dreiseitige Pyramide vor.

Von den Krystallen, welche unter Zusatz von Essigsäure entstehen, habe ich in dem Blute dieser Puppen nur eine einzige Form und zwar Nadeln in Büscheln aufgefunden, aber die Entstehungsweise hier desto besser verfolgt. Die Vorläufer dieser Nadelkrystalle entstehen bereits in den Blutkörperchen, indem sich dieselben an den Kern derselben ansetzen und zwar radienförmig bis zur Hülle der Blutzelle. Solche durch strahligen Bau auffallende Blutkörperchen finden sich häufig. Allmählich wird nun die äussere Haut vergänglich, und nachdem sie zerfallen treten die Nadelkrystalle einzeln deutlich hervor. Oft sind die Hüllen der Blutzellen nur theilweise geschwunden, wo sich dann mithin nur an diesen

geschwundenen Stellen die Nadeln deutlich erkennen lassen (vgl. Fig. 43 — 45).

8. *Vanessa urticae*.

Das Blut der ihrer Verpuppung nahen Raupen des kleinen Fuchses hat eine grasgrüne Farbe, welche bei längerem Stehenlassen in eine dunkelbraune überging. Nach Verlauf von 24 Stunden hatten sich bereits viele Krystalle gebildet. Die Art und Weise ihrer Gruppierung würde schwierig zu beschreiben sein, wesswegen wir auf die beigefügte bei 230facher Vergrösserung dargestellte Abbildung verweisen. Nur sei bemerkt, dass diese Form eine der einfachsten war und dass andere bei gleichem Habitus bedeutend mehr durcheinander krystallisirt waren (vgl. Fig. 46). Die Blutkörperchen haben einen grossen Kern (vgl. Fig. 47).

9. *Silpha obscura*.

Bei der Darstellung der Blutkrystalle aus dem Blute dieses Käfers muss man einige Vorsicht gebrauchen, denn die Käfer geben bei ihrer Berührung sowohl aus dem Munde, als auch aus dem After eine dunkelbraune übelriechende Flüssigkeit von sich. Diese kann sich bei der Oeffnung des Chitinpanzers leicht mit dem Blute vermischen; sie erzeugt harnsaure Krystalle bei ihrer Verdunstung und giebt leicht zu Verwechselungen Veranlassung. Man muss daher vor der Dissection des Insectes dasselbe so lange gelinde drücken, bis es sich in der Entleerung dieses Saftes vollständig erschöpft hat. Es wurden in dem mit Alkohol behandelten Blute drei verschiedene Krystallformen bemerkt, wie sie in Fig. 48 abgebildet sind.

10. *Carabus granulatus*.

Die Blutkrystalle dieses Laufkäfers bildeten platte, zuweilen unregelmässig begrenzte Nadeln, welche sich in Sternform aneinander legten. Von Mittelpunkt der Sternform verliefen die einzelnen Radien mehr oder weniger keilförmig. Die Anzahl dieser Keile betrug 5—7 (vgl. Fig. 49).

11. *Libellula vulgata*.

Aus den Larven der Wasserjungfern erhält man in der Regel eine ansehnliche Menge Blut; die Blutkügelchen sind aber darin äusserst sparsam und stehen mit der Menge der entstehenden Krystalle in keinem Verhältniss. Es muss daher dem eiweissartigen Körper in dem Insectenblute überhaupt die Krystallisationsfähigkeit zugeschrieben werden. Obschon die Krystalle, welche ohne Zusatz von Essigsäure entstehen, im Hexagonalsystem krystallisiren, so kommt ihnen doch ein ganz eigenenthümlicher Typus zu. Bei einer 60fachen Vergrösserung sieht man im Präparate ein Gebilde, nicht unähnlich in seinen Umrissen der Epidermis der Tritonen. Es haben sich nämlich Reihen von Krystallen, welche eine Länge von 0,083 Mm. haben, jedesmal in einem Winkel von 120

Grad aneinander gelegt, sodass dadurch die Form eines regelmässigen sechsseitigen Zellgewebes entsteht, indem die Umrisse der Zellen hier durch Krystallreihen vertreten werden. Diese Krystallreihen bestehen aus einer grossen Anzahl theilweise mit einander verwachsener Krystalle. In der Längsrichtung der Reihen verläuft eine erhabene Mittelkante, von der zu beiden Seiten die Krystallstäbchen herablaufen. An den Knotenpunkten, von denen sich die Krystalle abzweigen, laufen auch über diese Zweigkrystalle die erhabenen Längskanten. Die Breite der einzelnen Krystalle wechselt von 0,0017 Mm. — 0,02 Mm., und die Länge derselben von 0,0013 — 0,032 Mm.

Ueber die Entstehung dieser Krystalle kann ich Folgendes angeben: Es geht der Bildung der grösseren Krystalle das Entstehen sehr kleiner Krystalle voran. Letztere lagern sich bereits in der erwähnten Zellnetzform, und wachsen allmählich zu grösseren Krystallen aus. Selten findet man einzeln liegende grössere Krystalle. Die Krystallnadelbildung findet in dem Libellenblute vorzugsweise dann statt, wenn man das Blut ohne Zusatz von Alkohol langsam verdunsten lässt, doch bilden sich auch nach Zusatz von solchem grössere Krystalle. Diejenigen Nadeln, welche an Blutkörperchen sich ansetzen, sind am längsten. Die kleinern Nadeln bilden häufig niedliche Gruppen von baum- und strauchartigen Verzweigungen (vgl. Fig. 50 — 54).

42. *Phryganea striata*.

Die Larven der Frühlingsfliegen haben ein sehr wässriges Blut, sodass es durchaus nicht nothwendig ist, demselben noch Wasser hinzuzufügen, die Blutkörperchen sind rund, scheibenförmig von 0,017 Mm. Durchmesser. An den Rändern des Deckgläschens entsteht bald eine dunkelbraune Färbung. Die mikroskopische Untersuchung lässt an diesen Stellen eine Menge dunkelbrauner Krystallnadeln unterscheiden, welche sich zuweilen in fuchsschwanzartige Gruppen zusammenlegen (vgl. Fig. 57). Sechsheitige Prismen kommen schon seltener vor (vgl. Fig. 56).

43. *Pteromalus puparum*.

Die Larven dieser Schlupfwespenart hatten den Winter hindurch den Inhalt ihrer Wirthe, der Puppen vom Rübenweissling, vollständig verzehrt. Die durch Essigsäure erzielten Krystalle, welche sich schon nach 24 Stunden gebildet hatten, gehörten dem rhombischen Systeme an. Die auf gleiche Weise erzielten Krystalle ihrer Wirthe hingegen bildeten meist hexagonale Nadeln. Die sehr dünnen und durchsichtigen rhombischen Tafeln lagen nahe zusammen, einige sogar übereinander geschichtet. Seltener finden sich zu sternförmigen Figuren ineinandergewachsene kleinere Krystalle. Ohne Zusatz von Essigsäure bilden sich die Krystalle einen Tag später, es sind bräunliche Nadeln,

welche sparsam von einem Punkte auslaufen. Obschon also die Ichneumonienlarven ihr Blut aus dem Körper ihrer Wirthe erzeugen, so sind doch die aus ihrem Blute erzielten Krystalle von ganz anderem Baue, als diejenigen ihrer Wirthe (vgl. Fig. 58).

Auch in der Raupe einer *Euprepia fuliginosa* fanden wir eine nicht bestimmbare Larve eines Ichneumon, und auch hier ergab sich die Wahrheit des oben aufgestellten Satzes (vgl. Fig. 58).

14. *Gryllus domesticus*.

Das Blut der Hausheimechen ist wasserhell, die Blutkügelchen klein. Die Nadeln schiessen büschelförmig an, andere kräftigere gruppiren sich zur Sternform. Ganz ähnliche Krystallnadelbündel erhielten wir aus dem Blute der Feldgrille (*Gryllus campestris*) und der grünen Heuschrecke (*Locusta viridissima*).

Schliesslich sei noch bemerkt, dass auch das Blut der Arachniden krystallisationsfähig ist.

II. Bemerkungen über das Blut der Insecten.

Um über die chemische Natur der aus dem Insectenblute gewonnenen Krystalle genauere Aufschlüsse zu erhalten, wurde das Blut einer eingehenderen Untersuchung unterworfen. Das Insectenblut besteht aus dem Blutserum und den Blutkörperchen. Im frischen Zustande reagirt es alkalisch; nach dem Kochen desselben wird diese Reaction schwächer. Das Blutserum ist meistens wasserhell, oft aber auch gefärbt und dann bald grünlich, gelblich, bräunlich, röthlich. Die Blutkügelchen sind in dem gefärbten Serum oft wasserhell, woraus der Umstand seine Erklärung findet, dass die Blutkrystalle fast nie eine Farbe haben. Wenn aber einige Krystalle einen Anflug von Farbe haben, so ist dieses meist auf Rechnung des anklebenden gefärbten Blutserums zu setzen. Zuweilen zeigen aber auch die Blutkörperchen einen Stich ins Grüne oder ins Blaue und ins Röthliche. Die Farbe des Blutserums harmonirt sehr selten mit der Farbe des vollkommenen Insectes. So ist z. B. das Blut der Raupe von *Vanessa urticae* (kleiner Fuchs) grün und der Schmetterling hat eine braune Grundfarbe. Die Phryganeenlarven haben ein wasserhelles Blut, die vollkommenen Insecten sind durchschnittlich bräunlich gefärbt. Sobald aber das Blut getrocknet wird, zeigt es meist die Grundfarbe des vollkommenen Insectes. Andere Larven tragen aber auch schon im Blutserum die Grundfarbe der geschlechtsreifen Insecten. Ich füge hier noch eine Tabelle der über die Blutfärbung gemachten Beobachtungen ein.

Namen des untersuchten Larvenblutes.	Farbe des frischen Blutes.	Farbe des getrockneten Blutes.	Grundfarbe des vollkommenen Insectes.
Euprepia caja	bräunlich	braun	braun
Vanessa urticae	nesselgrün	braun	fuchsig
Cossus ligniperda	blassröthlich	graulich	grau
Euthrix potatoria	gelblich	gelb	quittengelb
Phryganea	wasserhell	braun	bräunlich
Pontia brassicae	gelblich	gelb	weiss-gelb
Pontia crataegi	gelblich	gelb	gelb
Melolontha vulgaris	wasserhell	bräunlich	braun
Sphinx ligustri	olivengrün	grünschwartz	grauschwartz
Gryllus domesticus	wasserhell	kaum gefärbt	hellgelblich

Aus dem vorstehenden Verzeichniss lässt sich schliessen, dass das Blut der Insectenlarven im getrockneten Zustande meist vollkommen mit der Färbung des fertigen Insectes harmonirt, wenn auch das Blutserum im frischen Zustande eine gänzlich verschiedene Farbe hatte. Das Blutserum enthält als den färbenden Bestandtheil in vielen Insecten Fetttröpfchen, welche erst bei mikroskopischer Untersuchung als solche gesehen werden können. Geringe Mengen Fett sind stets im Insectenblute vorhanden, ohne auf die Farbe desselben Einfluss auszuüben.

Das Blutserum der Insecten ist eine wässrige Flüssigkeit, in welcher organische und anorganische Stoffe aufgelöst sind.

Der vorwiegende aufgelöste organische Bestandtheil in demselben ist das Eiweiss. Durch eine Tanninsolution (in 4 Unze Wasser 3 Gran Tannin) wird dasselbe noch in sehr stark mit Wasser verdünntem Blute als eine flockige Masse niedergeschlagen. Dasselbe bewirken Alkohol und mineralische Säuren. Das durch Kochen gerinnende Eiweiss hat eine schmutzigere Färbung, als die durch Säuren entstandenen Niederschläge.

Im Verhältniss zum Eiweiss ist die Menge des Faserstoffes des Insectenblutes sehr geringe. Das Fibrin macht sich schon bei der Untersuchung des frischen Blutes unter dem Mikroskope dadurch kenntlich, dass es die Blutkugeln wie in einem Netze allmählich zusammenzieht. Aus Lösungen wird es durch Zusatz von Aether oder auch durch Anwendung concentrirter Salzlösungen niedergeschlagen.

Ausserdem enthält das Blutserum der Insecten Globulin. Um das Blut von dem Faserstoff und den Blutkugeln zu befreien, wird dasselbe filtrirt. Die durch das filtrirte Blutserum streichende Kohlensäure bewirkt sogleich einen Niederschlag von Globulin. Dasselbe bewirkt die Anwendung von kaustischem Ammoniak und Essigsäure. Wir bemerkten oben, dass bei der üppigen Krystallisation im Insectenblute die Anzahl der Krystalle häufig in gar keinem Verhältnisse zu der geringen Menge der Blutkörperchen steht. Durch die Anwesenheit des Globulins im Blutserum findet diese Erscheinung ihre hinreichende Erklärung.

Auf den Zusatz einer Lösung von Schwefelecyankalium nimmt das Blut keine rothe Farbe an, und ebenso wird bei der Vermischung mit Kaliumeisencyanid keine blaue Färbung in demselben wahrgenommen. Es kommt also in dem Blutserum weder Eisenoxydul noch Eisenoxyd vor. Wird jedoch dem Blutserum zuvor als Oxydationsmittel Salpetersäure zugesetzt, so färbt sich dasselbe nach Behandlung mit Schwefelecyankalium roth, was auf das Vorhandensein von Eisenoxyd schliessen lässt. Es ist also im Blutserum der Insecten metallisches Eisen in Lösung vorhanden.

Der Geruch des Insectenblutes kann eine verschiedene Ursache haben. Bei vielen Insecten ist er als Folge der aufgenommenen Nahrung anzusehen. So riecht das Blut der Raupen des kleinen Fuchses und des Pfauenauges gerade so, wie die Nesselblätter, von denen sie sich nähren; das Blut der Käferlarven, welche von Mulm leben, riecht ebenfalls nach diesem Stoffe. Das Blut anderer Insecten hingegen hat oft einen Geruch, der sich aus der Einwirkung der Nahrung auf das Blut nicht erklären lässt. Das Blut der Weidenbohrerraupen riecht sehr unangenehm, und dieser Geruch kommt ihrer Nahrung, dem Pappelholze durchaus nicht zu. Der eigentliche Träger dieses Geruches ist das Fett, von dem er sich dem Blute mittheilt. Gegenstände, welche mit dem Fett solcher Raupen bestrichen werden, behalten Monate lang diesen unangenehmen Geruch.

Um die Menge und das Gewicht des Insectenblutes im Verhältniss zur Körpermasse zu ermitteln, wurden viele Wägungen angestellt, deren Resultate in Folgendem zusammengefasst sind. Die Larven sind stets blutreicher, als die vollkommenen Insecten. Schlechte Flieger und die lange lebenden geschlechtsreifen Insecten haben mehr Blut, als diejenigen, welche gut fliegen und denen ein kurzes Leben vergönnt ist. Bei den Larven ist das Verhältniss des Körpergewichtes zum Gewichte des Blutes, wie 4 : 1. Ein Durchschnittsbeispiel liefere etwa eine 65 Gran schwere Raupe von *Gastropacha rubi*, deren Blut 16 Gran wog. Bei vollkommenen Insecten ist die Menge des Blutes sehr gering und sie lässt sich eben dieses Umstandes wegen schwer genau ermitteln.

Die Abscheidung der Blutkörperchen von dem Blutserum geschieht am besten durch Anwendung einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron, in welcher die Blutzellen unversehrt erhalten bleiben. Nachdem man das Blut mit jener Lösung vermischt hat, filtrirt man dasselbe und wäscht nochmals mit derselben Lösung aus. Das Filter mit den darauf zurückgebliebenen Blutkügelchen bringt man in Wasser, filtrirt die dadurch erzielte Lösung des Blutzelleninhaltes und leitet durch dieselbe einen Strom von Kohlensäure. Das vorhandene Globulin giebt sich darin als ein weisslicher Niederschlag zu erkennen. Wir haben mithin als den krystallisirbaren Theil des Insectenblutes das Glo-

bulin anzusehen, welches sowohl in den Blutkörperchen, als auch in dem Blutserum vorkommt.

Die Anzahl der Blutkörperchen ist meist sehr gering, und diese kleine Menge nimmt bis zum vollkommenen Entwicklungsstadium der Insecten stetig ab. Ihr Maximum erreicht ihre Anzahl bei den Raupen in der Zeit, wo sie sich zur Verpuppung anschicken. Ein ähnliches Resultat ergab sich überhaupt für diejenigen Insecten, welche eine Verpuppung eingehen. Die Durchschnittszahl der Blutzellen lässt sich schon deswegen nicht gut geben, weil es einige Larven giebt, welche verhältnissmässig drei bis viermal soviel Blutzellen enthalten, als andere derselben Ordnung.

Im Vergleich zu den rothblütigen Thieren haben die Insecten sehr grosse Blutkörperchen, bis 0,045 Mm. im Durchmesser. Die Grösse der Blutzellen steht nicht immer im gleichen Verhältniss zur Körpergrösse der Insecten. Grosse Insecten haben oft kleine Blutkörperchen, wie z. B. die Raupe des Weidenbohrers, deren Blutkörperchen die des Menschen nur ein wenig an Grösse übertreffen; dahingegen trifft man in kleineren Insecten oft grosse Blutzellen an. In ein und demselben Individuum aber ist die Grösse derselben keinen erheblichen Schwankungen unterworfen.

Die Gestalt der meisten Blutzellen nähert sich der runden Kugelform; andere sind mehr oder weniger zu runden Scheibchen abgeplattet. Die verzweigten und verästelten Blutzellen, welche bei mehreren Insecten beobachtet sind, entstehen dadurch, dass sich an die runden Blutzellen Eiweissstoffe ansetzen; wenigstens liessen dieses die scheinbar verästelten Zellen, welche mit Rosanilinnitrat⁴⁾ behandelt wurden, deutlich erkennen. Durch eine Färbung des Blutes mit diesem Reagens lassen sich sogar an vielen Blutzellen grosse Eiweisstropfen nachweisen, welche man unter gewöhnlichen Umständen nicht bemerkt. Diese Eiweisstheile geben leicht zur Annahme verästelter Zellen Anlass. In den Blutzellen kommt stets ein Kern vor, welcher ein bis fünf Kernchen einschliesst. Eine Zellhaut lässt sich bei den Blutzellen der Insecten leicht durch Anwendung von Magenta nachweisen. Die Blutzellen bekommen nach Anwendung dieses penetrirenden Färbestoffes in der Regel an einer Stelle eine kleine Oeffnung, aus welcher der Zellinhalt sich beutelförmig austülpt. Das austretende Plasma ist stets von scharfer Contour umgrenzt, woraus man vielleicht auf ein Vorhandensein eines Primordialschlauches in den Blutzellen schliessen könnte.

Die Vermehrung der Blutzellen findet durch Theilung statt. Der Beginn der eintretenden Theilung geht von dem Kernchen aus, welches

4) Rosanilinnitrat oder Magenta ist ein sehr penetrirender rother Farbstoff, der namentlich den Vorzug vor karminsaurem Ammoniak besitzt, dass er fast augenblicklich die Zellkerne deutlich macht. Die Blutzellen des Menschen mit demselben behandelt, zeigen nie Kerne.

sich gewöhnlich in zwei Theile theilt. Mit der darauf folgenden Abschnürung des Kernes ist die Einschnürung der Zellhaut unmittelbar verbunden. Es kommt nicht selten vor, dass sich das Kernchen der Blutzelle zuerst in drei oder vier Kernchen theilt, was dann das Zerfallen der Blutzelle in ebenso viele Theile zur Folge hat.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen sind nach einer 59fachen Vergrößerung angefertigt unter einem Objectiv Nr. 9 und Ocular Nr. 3 eines Hartnack'schen Mikroskopes.

Taf. VII.

- Fig. 4 — 6. Blutkörperchen einer Eulenraupe, *Agrotis segetum*.
Fig. 7 — 10. Blutzellen derselben Raupe in Theilung begriffen.
Fig. 11 — 18. Krystallbildung aus dem Inhalte der Blutzellen dieser Raupe an der Blutzellenhülle.
Fig. 19. Krystallnadelbüschel, welche unabhängig von den Blutzellen sich bilden in demselben Raupenblute.
Fig. 20. Krystallnadeln an einer Blutzelle.
Fig. 21 — 23. Umwandlung des ganzen Inhaltes einer Blutzelle in einem einzelnen Krystall.
Fig. 24. Zwei grössere Blutkrystalle derselben Raupe.
Fig. 25 — 30. Krystalle, welche unter Zusatz von Essigsäure aus dem Blute dieser Eulenraupe entstehen.
Fig. 34. Blutkrystalle von *Euprepia fuliginosa*.

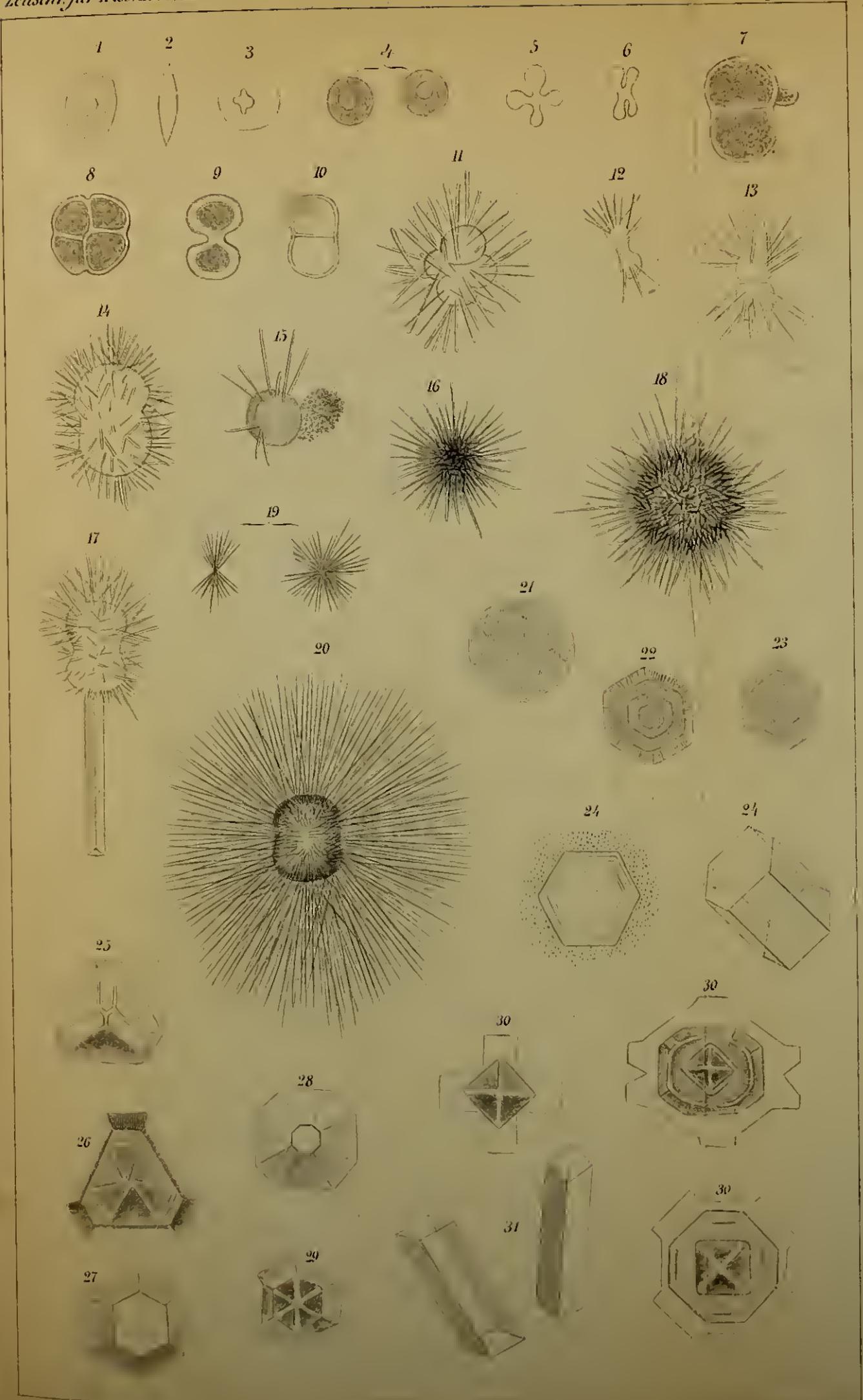
Taf. VIII.

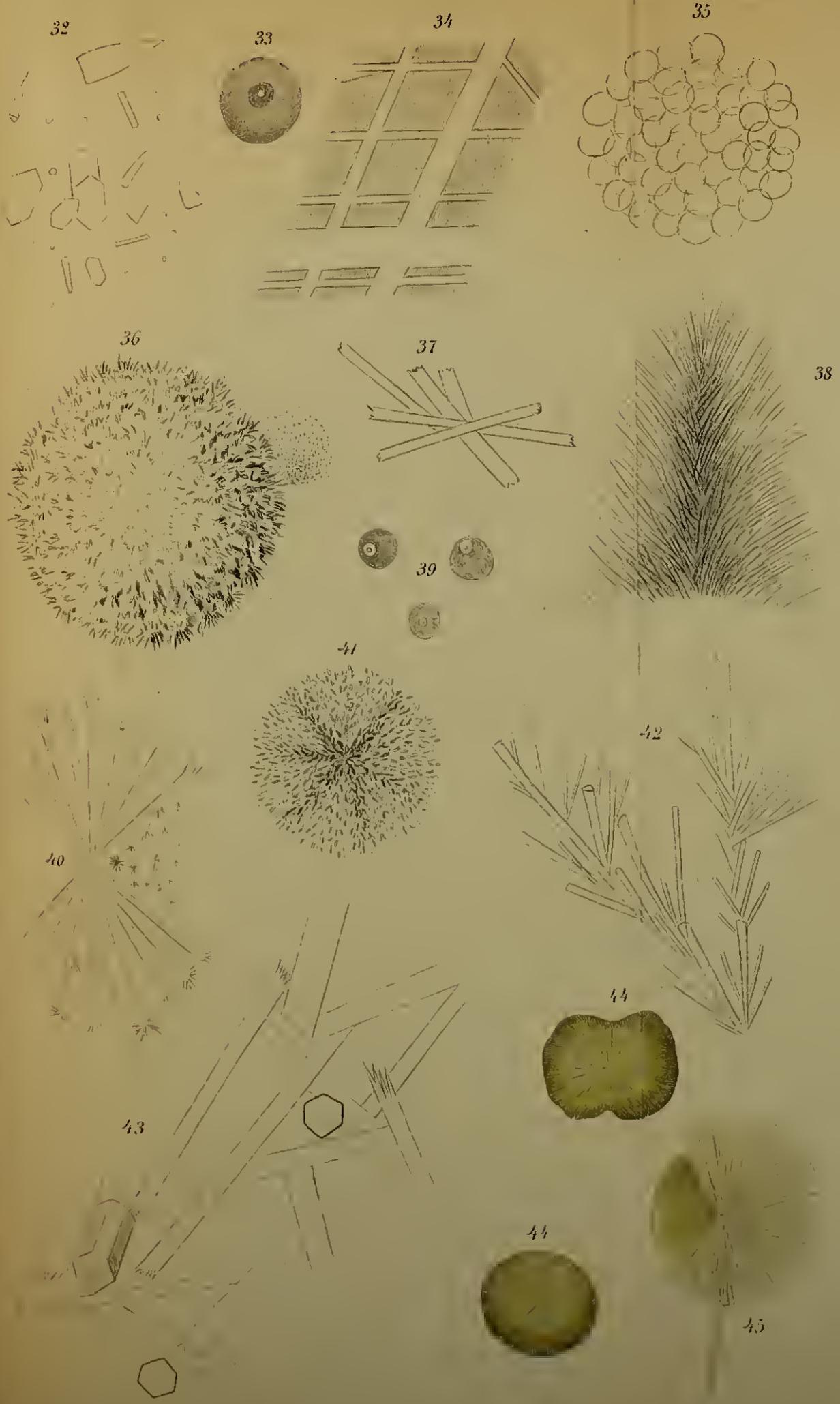
- Fig. 32. Krystalle von *Euprepia caja*.
Fig. 33. Blutkörperchen von *Porthesia auriflua*.
Fig. 34. Blutkrystalle derselben Raupe.
Fig. 35. Blutkörperchen von *Gastropacha potatoria* im Umriss.
Fig. 36. Nadelbüschel, welche aus den zusammenliegenden Blutzellen derselben Gluckenraupe entstanden.
Fig. 37. Grössere Blutkrystalle derselben Raupe.
Fig. 38. Dünnere Krystallnadeln in grösseren Gruppen gelagert.
Fig. 39. Blutkörperchen von *Cossus ligniperda*.
Fig. 40. Krystalle des Weidenbohrerraupenblutes: Die Abbildung wurde um die Hälfte verkleinert.
Fig. 41. Kleinere Krystalle aus dem Blute von *Sphinx ligustri*, welche von einem Mittelpuncte aus strahlig zusammengruppirt sind.
Fig. 42. Theile grösserer Krystallstrahlenäste aus dem Blute derselben Schwärmer-raupe.
Fig. 43 — 45. Krystalle, flache Nadeln und Nadelbüschel aus dem Blute von *Pontia brassicae*.

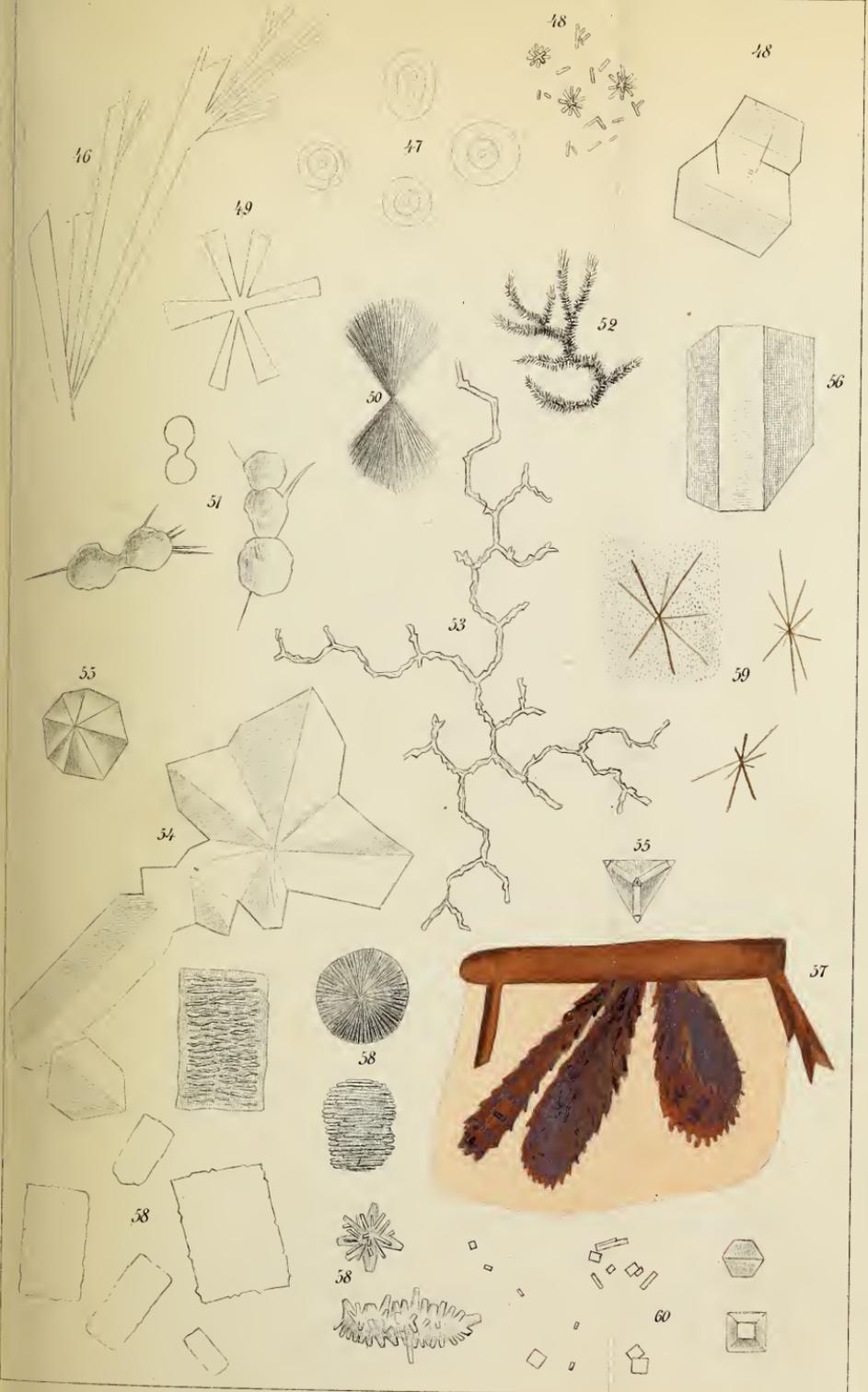
Taf. IX.

- Fig. 46. Blutkrystalle aus dem Blute einer *Vanessa urticae*.
Fig. 47. Blutzellen derselben Raupe mit deutlichem Kern und Kernchen.
Fig. 48. Blutkrystalle von *Silpha obscura*.
Fig. 49. Blutkrystalle von *Carabus granulatus*.
Fig. 50. Krystallnadelbüschel von *Libellula vulgata*.
Fig. 51. Blutzellen derselben Libelle, zum Theil mit Nadeln besetzt.
Fig. 52. Gruppen kleinerer Krystallnadeln derselben Libelle.
Fig. 53. Verästelte Reihen von Krystallen dieser Libelle bei geringer Vergrößerung.
Fig. 54. Ein Stück einer solchen Reihe stärker vergrößert.
Fig. 55. Einzelne grössere Krystalle aus dem Blute derselben Libelle.
Fig. 56. Blutkrystalle von *Phryganea striata*.
Fig. 57. Krystallnadelbüschel derselben Larve.
Fig. 58. Krystalle von *Pteromalus puparum*, welche unter Zusatz von Essigsäure aus dem Blute der Larve erhalten wurden.
Fig. 59. Krystallnadeln derselben Larve ohne Essigsäure aus dem Blute entstehend.
Fig. 60. Blutkrystalle einer *Ichneumon* species.

Wenn es nicht besonders angemerkt ist, sind die Krystalle aus dem Blute der Insecten entweder bei langsamer Verdunstung entstanden, oder es wurde in einzelnen Fällen etwas Wasser und auch manchmal ein Tropfen Alkonol zugesetzt.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1864

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Landois Hermann

Artikel/Article: [Beobachtungen über das Blut der Insecten. 55-70](#)