© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

den Übereinstimmung in der Größe mit der Mundumgebung normaler Thiere von gleicher Armdicke (vgl. Semon's Fig. 4) nicht einmal wahrscheinlich. Neugebildet aber scheint an der Scheibe der nach außen und dorsalwärts vom Peristom gelegene Bezirk zu sein, welcher überhaupt bei vielen Ophiuren besonders leicht verloren geht.

8) Demnach bin ich der Ansicht, daß es sich im vorliegenden Falle um eine noch nicht ganz ausgewachsene *Ophiopsila aranea* handelt, welche ihre Scheibe bis auf das Peristom, ferner drei von ihren Armen und von den zwei übrigen Armen auch noch die Spitzen verloren hatte und nunmehr alle diese Theile durch Regeneration wieder ersetzt hat. Bei dieser Auffassung braucht man auch weder eine Umkehrung der Nervenleitung, noch eine Neubildung derselben in Arm V anzunehmen, und es ordnet sich der ganze Fall in ungezwungener Weise zu den zahlreichen anderen, in welchen Seesterne und Ophiuren ihre Scheibe oder Theile derselben regeneriren, ohne daß diese Neubildung jemals in der Kontinuität eines einzigen Armes auftritt.

Schließlich bemerke ich, daß das Objekt durch meine Nachuntersuchung so gut wie unversehrt geblieben ist und demnach weiterhin zur Verfügung gestellt werden kann.

Bonn, den 2. August 1889.

3. Eigenthätige Schwimmbewegung der Blutkörperchen der Gliederthiere.

Von Dr. H. Dewitz.

eingeg. 6. Aug. 1889.

An einigen Gliederthieren angestellte Beobachtungen haben mich zu der Überzeugung geführt, daß die Blutkörperchen im Stande sind, sich selbständig zu bewegen, wobei es sich nicht um ein amöboides Kriechen, sondern um ein freies Schwimmen in der Blutflüssigkeit handelt.

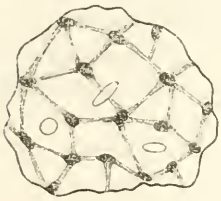
In den Hinterflügeln der noch nicht ausgefärbten Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*), welche eben die Puppenhülle verlassen haben, beginnt das Matrixgewebe (Hypodermis), welches zwischen den beiden Chitinhäuten des Flügels liegt und diese abgeschieden hat, zu schwinden; es zeigt sich uns an frischen wie an gefärbten Flügelstücken als maschiges Gewebe (s. Fig.). Von dem um die Kerne gruppirten Protoplasma des Zellkörpers strahlen Fortsätze aus, welche in die der benachbarten Matrixzellen übergehen. Während diese Fortsätze bei dem eben ausgeschlüpften Thier noch dicker sind, zeigen sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

sich später nur noch als dünne Fäden und sind bei dem ausgefärbten, schwarzbraunen Thier, ebenso wie der übrige Theil der Zellen ganz geschwunden. Dieses Maschenwerk ist von Blut erfüllt. Auch bei anderen Insecten, welche die Puppenhülle verlassen und deren Flügel eben die definitive Größe erreicht hatten, zeigte sich dieses maschige Matrixgewebe [1].

Schneidet man den Hinterflügel eines noch weißen Mehlkäfers [2] dicht am Körper ab, legt ihn in einen auf dem Objectträger befindlichen Tropfen Speichel und benetzt die obere Seite ebenfalls mit Speichel, so sieht man unter dem Microscop die meisten der Blutkörperchen still liegen. Doch befinden sich immer noch einige in Bewegung.

Die Körperchen sind meistens an beiden Enden zugespitzt, spindelförmig, und segeln wie Schiffchen, oft eine eckige Bahn zurücklegend, eine Spitze vorgerichtet, durch das Maschenwerk. Sie haben verschiedenes Aussehen, indem sie entweder stark lichtbrechend erscheinen (in diesem Falle nimmt man von der Structur nichts wahr) oder man sieht, daß sie aus einem von dunklen Körnchen durchsetzten Protoplasma bestehen. — Statt des ganzen Flügels kann man auch ein beliebiges Stückchen abschneiden. Legt man ein Deckglas auf, so kann man statt Speichel auch Wasser verwenden. Ohne Deckglas haftet Wasser schlecht. Bei diesem wie auch bei allen folgenden mit dem Mehlkäfer und der Wasserassel angestellten Versuchen ist es gleich, ob das aufgelegte Deckglas durch untergelegte Glasstückchen gestützt wird oder nicht. Auch das Blut des Thieres wandte ich als Einbettungsflüssigkeit an. Dasselbe quillt in großem Tropfen hervor, wenn man bei der noch weißen Imago die Spitze des Vorderflügels mit der Schere abschneidet. Bei der Puppe sticht man mit feiner Nadel in das Knie, in Folge dessen meistens ein Bluttropfen austritt, welchen man durch directes Betupfen überträgt.



Stück vom Hinterflügel eines eben ausgeschlüpften *Tenebrio molitor* (Mehlkäfers).

Es gelingt nun meistens, das eine oder andere der zur Ruhe gekommenen Blutkörperchen wieder in Bewegung zu setzen und zwar dadurch, daß man die Körperchen erschüttert oder erwärmt. Man klopft mit einem metallenen Gegenstand so lange auf den festge-

[1] Rehberg beschreibt es von *Blatta germanica* (Programm des Gymnasiums in Marienwerder 1886).

[2] Die Puppen legte ich auf den Boden einer Schachtel frei hin, so daß ich jeder Zeit bemerkte, wenn ein Käfer die Puppenhülle verlassen hatte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

klemmten Objectträger, welchen man außerdem mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand festhält, den Tubus des Microscopes von vorn umspannend und mit diesen beiden Fingern auf je ein Ende des Objectträgers drückend, bis sich ein im Gesichtsfelde befindliches, bis dahin ruhendes Blutkörperchen eine Strecke weit bewegt. Das Körperchen ändert oft seine Gestalt, wenn es sich zur Bewegung anschickt, sich an beiden Enden zuspitzend, falls es vorher kugelig oder ellipsoidisch war. Bisweilen beginnt es die Bewegung damit, daß es sich dreht oder zuckt. Das Protoplasma ist in zitternder Bewegung. Die Körperchen segeln, die eine Spitze vor gerichtet, sich schlängelnd, durch das Maschengewebe, oft eine eckige Bahn zurücklegend, wie vorher die noch nicht zur Ruhe gekommenen. Meistens bewegt sich das Körperchen in der Richtung fort, welche es vor der Ruhe verfolgte, doch finden auch Ausnahmen statt. Die Bewegung tritt oft erst ein, wenn man mit dem Klopfen aufgehört hat. Oft muß man sehr lange klopfen, so daß man die Geduld nicht verlieren darf. Am besten kommt man zum Ziel, wenn man das Flügelstück schnell unter das Microscop bringt, ein sich bewegendes Körperchen verfolgt, bis es stille steht und dann gleich zu klopfen beginnt. Es fängt dann meistens schon nach einigen Secunden an, sich zu bewegen. Steht es still, so kann man es durch Klopfen noch einmal, ja noch zweimal in Bewegung setzen, doch dann bleibt es unbeweglich und alles fernere Klopfen ist vergeblich. Einige Male beobachtete ich, wie ein Körperchen nach längerem Klopfen plötzlich auffuhr, gleichsam einen Sprung machend, um dann wieder still zu stehen. Während der Bewegung zeigte sich eine Gestaltsänderung oder auch eine solche des Aussehens, indem das Körperchen Kugelgestalt annahm oder das starke Lichtbrechungsvermögen verlor und sehr blaß wurde, so daß es nur noch schwer wahrgenommen werden konnte. Nur selten beobachtet man diese Erscheinung und zwar nur, wenn ein Körperchen auf längeres Klopfen nicht reagirte, bis es endlich, nachdem man 10—15 Minuten ununterbrochen klopfte, sich zu dem Sprunge entschloß. Mag man noch so sehr an dieser Eigenbewegung der Blutkörperchen zweifeln, wer einmal die gewissermaßen widerwillige, springende Fortbewegung eines Blutkörperchens im Flügel von *Tenebrio molitor* mit der gleichzeitigen Änderung des Aussehens und der Gestalt des Körperchens gesehen hat, wird sicher von der Richtigkeit überzeugt sein. Freilich gehört viel Geduld dazu, um diese Erscheinung wahrzunehmen.

Unwillkürlich muß man an die von L. Plate an den Bärenthierchen (*Tardigraden*) gemachten Beobachtungen denken: Man trocknet die Thiere mit dem Moose, auf dem sie sich befinden, in einem geheizten Zimmer, begießt es in einem Gefäß mit Wasser und läßt kurze

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

Zeit stehen. Die zu Klümpchen eingetrockneten Bärenthierchen fallen auf den Boden des Gefäßes, wo man sie leicht auffindet, blähen sich auf und sind starr, obgleich lebend. Das Moos wird entfernt und kann man alle 3—4 Tage frisches Wasser geben, ohne daß der Scheintod unterbrochen wird. Die Thiere lebten wieder auf, wenn sie geschüttelt oder gedrückt wurden, wodurch die Molekularbewegungen wieder wachgerufen werden (cf. Humboldt 8. Bd. 1889 p. 72). So werden auch die Blutkörperchen der Gliederthiere durch Klopfen zu erneuter Thätigkeit aufgerüttelt.

Noch leichter ist es, die Körperchen durch Erwärmen zur Bewegung anzutreiben. Wir bringen auf das obere aufgekittete Deckglas des von mir im Archiv für microscopische Anatomie[3] beschriebenen Apparates einen kleinen Tropfen Wasser, legen einen Flügel ein, bedecken mit einem angefeuchteten Deckglase und klemmen den Apparat auf dem Microscop so fest, daß wir das Flügelstück im Gesichtsfelde haben. Sobald die Körperchen vollkommen still liegen, erwärmen wir den Apparat durch die unter das Rohr gesetzte Spirituslampe. Wir werden sehen, daß einige der Körperchen anfangen zwischen den Maschen durchzusegeln, eine Spitze stets vor gerichtet. Bei einer Temperatur über 30° R. bewegen sich die Körperchen meistens nicht mehr. Bei Herabgehen der Temperatur sieht man nur selten ein Körperchen sich noch bewegen, ein ruhendes durch Abkühlung zur Weiterbewegung anzutreiben ist mir nie gelungen. Um Abkühlung hervorzurufen, wird der oben erwähnte Apparat zur Hälfte mit Wasser von Stubenwärme gefüllt und auf dem Microscop festgeklemmt. Das Präparat wird, wie oben beschrieben, auf den Apparat gebracht und mit einem Deckglase bedeckt. Man faßt eine Gruppe ruhender Körperchen in's Auge, wirft in den Apparat Eisstückchen und steckt ein Thermometer in die dazu bestimmte Öffnung. Es gelingt, die Temperatur im Inneren des Apparates bis auf + 2° R. herunterzubringen. Abkühlung hemmt die Körperchen also in ihrer Fortbewegung, doch fängt eine Anzahl wieder an, sich zu bewegen, sobald die Temperatur auch nur um einige Grade steigt.

Eine Strömung kann nicht die Ursache der Bewegung bei der Erwärmung sein, da eine solche bei der Abkühlung wie auch bei Temperaturen über + 30° R. ebenfalls hervorgerufen werden müßte. Ein Gerinnen des Blutes in der Kälte tritt nicht ein. Schneidet man nämlich einem eben ausgeschlüpften noch ganz weißen Mehlkäfer einen Flügel zur Hälfte ab, tupft den hervorquellenden Bluttropfen auf einen Objectträger, mischt pulverisirtes Carmin zu und legt ein

[3] 30. Bd. p. 666—668.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

durch Glasstückchen gestütztes Deckglas auf, so bleibt sowohl in der Wärme, wie auch in der Kälte das Blut flüssig, da die Carminkörnchen bei Erschütterungen erzittern. Electrische Reizung konnte ich leider nicht anwenden, da mir die hierzu nöthigen Einrichtungen fehlten.

Um beim unversehrten noch weißen Käfer die Circulation im Flügel zu beobachten, legte ich das Thier mit der Rückenseite auf einen angefeuchteten Objectträger und zog die 4 Flügel vom Körper ab. Gelingt es auf diese Weise nicht, so klebt man die Vorderflügel mit gelöstem Schellack auf den Objectträger vor der Benetzung fest. Einen Hinterflügel benetzte ich dann mit Speichel, legte ein Deckglas auf und schob den Objectträger nur so weit unter das Microscop, daß das Objectiv Körper und Beine des Thieres nicht berührte. Bei jeder Zuckung des Thieres wurden die Blutkörperchen im Flügel hin- und hergestoßen, doch verfolgten stets einige ihre Bahn, sobald das Thier ruhig lag.

Unmöglich kann das schwindende maschige Matrixgewebe, welches schließlich nur noch aus, die Kerne mit einander verbindenden, dünnen Fäden besteht, eine propulsatorische Function ausüben. Es wäre das ebenso, als wenn man in einem Zimmer nach allen Richtungen hin daumendicke Gummiseile ausspannte, diese verknüpfte, so daß die Seile zwischen je zwei Knoten etwa ein Meter lang wären und nun durch Contraction einiger Seile einen einseitigen Druck auf einen im Zimmer schwebenden Gegenstand ausüben wollte, so daß der Gegenstand fortgetrieben wird. Auch sieht man nichts von irgend welcher Verkleinerung oder Vergrößerung der Maschen in Folge der Contraction der Fäden.

Auch an Blutkörperchen, welche sich außerhalb des Körpers befinden, nimmt man, wenngleich sehr schwache Bewegungen wahr. Schneidet man einer Küchenschabe (*Blatta germanica*) einen Tarsus, einen Fühler oder einen der am Hinterleibsende befindlichen Styli mit einer Schere ab, hält auf den hervorquellenden Bluttropfen, der noch größer wird, wenn man das Thier zwischen zwei Fingern drückt, ein Deckglas, legt dieses auf den Objectträger, nachdem man ein kurzes feines Haarstückchen darauf gebracht hat und beobachtet mit scharfer Vergrößerung (Zeiß F), so sieht man, daß die meisten Blutkörperchen ruhig liegen. An dem einen oder anderen nimmt man jedoch wackelnde Bewegungen wahr. Dieselben bringen die Körperchen zwar nicht weiter, oder nur um ein Minimum, doch stimmen sie ganz mit den Bewegungen überein, welche die Körperchen im Flügel des Mehlkäfers beim Klopfen ausführen, wenn sie sich zum Aufnehmen der Weiterbewegung anschicken. Das Protoplasma ist bei ihnen ebenso

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

unruhig, wie bei jenen. Auch sieht man Contractionen an der einen oder anderen Stelle des Körperchens. Klopfen konnte sie zu energischerer Bewegung nicht antreiben. Nur einmal sah ich ein Blutkörperchen schnell sich weiter bewegen, einen halbkreisförmigen Weg zurücklegend. Ein anderes stieß wohl 10—15mal sehr energisch etwa um die fünffache Länge des Körperchens vor, wobei es jedoch immer wieder auf den alten Platz zurückkehrte.

Manche der ruhenden haben pseudopodienartige Fortsätze entsandt, die nicht mehr eingezogen werden, was nach Lieberkühn[4] bei den Blutkörperchen der Raupen der Fall ist. An den sich bewegenden, (wackelnden) sah ich die Pseudopodien nie. Sie sind meistens stärker lichtbrechend, die ruhenden blasser und durchsichtiger. Ein Kriechen vermittels dieser Pseudopodien habe ich nicht wahrgenommen.

Eine sehr eigenthümliche Erscheinung zeigt sich bei noch nicht ausgefärbten Imagines der Marienkäfer (*Coccinellen*). Obwohl die Thiere im Körper eben solche Blutkörperchen, wie die *Blatta* und der *Tenebrio* besitzen, so sieht man im Flügel, sowohl beim unversehrten Thier, wie auch, wenn er abgeschnitten wird, keine Blutkörperchen, sondern zahllose Körnchen in Strömen dahinfließen. Bald hört im abgeschnittenen Flügel die Strömung auf, um einer hin- und hertanzenden Bewegung, ähnlich einer Molecularbewegung, Platz zu machen. Die Körnchen hüpfen hin und her, bewegen sich oft weiter, um im dicken Haufen der übrigen zu verschwinden. Das eine geht nach rechts, das andere nach links. Es sammeln sich große Partien dicht an einander. Außerdem beobachtete ich die Bewegung der Blutkörperchen in den Fühlern und Kiemen der Wasserassel (*Asellus aquaticus*).

Wir setzen eine erwachsene Assel in aufrechter Stellung auf die Mitte des Objectträgers, tropfen etwas Wasser darauf und ziehen einen Fühler mit einer Nadel vor. Die meisten Thiere liegen einige Minuten, oft auch länger, ganz still. Wir haben zu sorgen, daß der Fühler nicht austrocknet. Vorsichtig schiebt man den Objectträger so unter das Microscop, daß die vom Körper weit abstehende Spitze des Fühlers in das Gesichtsfeld des Microscops kommt, ohne daß der Körper der Assel berührt wird. Mit nicht zu starker Vergrößerung und hinreichendem Abstande des Objectivs (Zeiß D) kann man den Blutstrom im Inneren des Fühlers ohne aufgelegtes Deckglas beobachten. Oder man legt die Assel in einen hohlgeschliffenen Objectträger, benetzt

[4] Über Bewegungserscheinungen der Zellen. — Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. 9. Bd. p. 365.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

sie, zieht einen Fühler über den Rand der Vertiefung und legt ein Deckglas auf. Hierbei kann man auch stärkere Vergrößerung (F) anwenden. Die Blutkörperchen steigen an der Innenseite des Fühlers empor zur Spitze, an der Außenseite begeben sie sich zurück zur Basis. Sie treten an den Fühlergliedern aus der arteriellen Bahn in die venöse, wobei sie sich wie Aale durchwinden. Meistens legen sich die schlanken Formen, nachdem sie in die venöse Bahn übergetreten sind, mit beiden Enden zusammen, so daß sie eine kugelige oder scheibenartige Gestalt annehmen. Auch sonst kann sich die Gestalt während der Weiterbewegung ändern. Schreitet einmal eins der Körperchen langsamer vor, so sieht man, daß das Protoplasma in zitternder Bewegung sich befindet, wobei die Körnchen des Protoplasmas auf und ab tanzen. Deutlich sieht man diese Bewegung jedoch erst bei den folgenden Versuchen.

Man bringt eine Wasserassel in einem Tropfen Wasser auf den Objectträger, schneidet einen Fühler dicht am Kopf ab und bedeckt mit einem Deckglase. Werden diese Manipulationen schnell gemacht, so sieht man oft noch einige Zeit lang Blutkörperchen in Bewegung. Nachdem Stillstand eingetreten ist, kann man einzelne Körperchen durch Erwärmen oder Klopfen zur Weiterbewegung antreiben. Die Körperchen bewegen sich nach der Richtung, welche sie vor dem Stillstehen inne hatten. Haben sie sich zur Ruhe begeben, so glückt es oft, durch etwas erhöhte Temperatur des Wassers sie abermals anzutreiben. Die erhöhte Temperatur ruft man hervor, indem man das wagrecht abstehende Rohr des oben erwähnten Apparates näher nach dem Apparat zu erhitzt. Die Körperchen beginnen bei 22° R. sich zu bewegen. Über 30° R. ruhten alle. Doch bewegen sich nie sämmtliche im Fühler befindliche Körperchen. Während das eine die Bewegung aufnimmt, bleibt das unmittelbar dahinterliegende ruhig auf seinem Platz. Statt des ganzen Fühlers kann man auch kurze Stücke abschneiden.

Die Blutkörperchen der Assel bestehen aus einer glashellen zähen Substanz, in der gelbliche Körnchen (Kügelchen) eingestreut sind. Da die Bewegung der Körperchen im abgeschnittenen Fühler nie eine so schnelle ist, wie beim unversehrten Thier, so kann man auch die Vorgänge am Körperchen selbst gut studiren. Man sieht dann während des Weiterschwimmens eine Bewegung auf der Oberfläche des Körperchens, die Körnchen sind in zitternder tanzender Bewegung wie bei einer Molecularbewegung. Vor dem Verlassen des Ortes in Folge von Klopfen oder Erwärmen sieht man oft das Blutkörperchen sich drehen, zucken und wackeln. Beim Stillstehen werden auch die Körnchen ruhiger oder hören vollständig auf sich zu bewegen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;download www.zobodat.at

An einem Ende der Blutkörperchen der abgeschnittenen Fühler sieht man oft einen wasserhellen, gar nicht gekörnten, nur bei scharfem Hinsehen wahrnehmbaren Tropfen hängen, welcher dem Blutkörperchen an Größe gleichkommen kann. Auch bewegen sich die Körperchen mit diesem Tropfen.

Ebenso gelingt es in den abgerissenen Kiemenlamellen Blutkörperchen in Bewegung zu setzen. Sowohl in den Fühlern, als auch besonders hier, ist es oft kein freies Schwimmen, sondern ein Fließen des Protoplasmas auf einer festen Unterlage, welche Art der Fortbewegung die langsamere ist. Das Blutkörperchen kriecht dann wie eine Schnecke. Pseudopodien habe ich hierbei nicht wahrnehmen können.

Fragen wir uns nun, auf welche Weise die Schwimmbewegung zu Stande gebracht wird. Wimpern konnte ich auch mit Leitz'scher Ölimmersion nicht constatiren. Wenngleich das Protoplasma in Bewegung ist, so konnte ich doch regelmäßige Wellen auf der Oberfläche des Blutkörperchens ebenso wenig wahrnehmen, wie solche Brock an den Spermatozoen eines Mollusks beobachtete. Als drittes bliebe nur die Annahme übrig, daß die Körperchen Blutflüssigkeit aufnehmen und wieder ausstoßen und auf diese Weise die Fortbewegung bewirken. Bei dieser Annahme fände auch die sprungweise Fortbewegung wie auch das Wackeln eine Erklärung. Die weißen Blutkörperchen der Wirbelthiere zeigen nur kriechende Bewegungen, nie schwimmende[5].

Daß die Blutkörperchen der Gliederthiere eine größere Beweglichkeit an den Tag legen, als die weißen der Wirbelthiere, ist eigentlich selbstverständlich, da erstere sich in einem nicht geschlossenen Gefäßsystem bewegen und bei Zurücklegung ihrer Bahn wohl oft genug auf eigene Thätigkeit angewiesen sind. Natürlich soll hiermit keineswegs in Abrede gestellt werden, daß das Herz die wichtigste Rolle bei der Circulation spielt.

Ob bei den rothen Blutkörperchen ganz junger Hühnerembryonen die von Max Schultze entdeckte active Bewegung eine schwimmende, wie bei den Blutkörperchen der genannten Gliederthiere oder eine amöboide kriechende, wie bei den weißen der Wirbelthiere ist, habe ich nicht ermitteln können (cf. hierüber: Landois, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 2. Aufl. 1881. p. 22).

---

[5] cf. Lawdowsky, Über die Bewegung von Leucocyten beobachtete Erscheinungen und über die Bedeutung dieser Erscheinungen für die Frage nach der Emigration. — Biologisches Centralblatt 2. Bd. 1882—1883. p. 264—270.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologischer Anzeiger

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 12

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

Artikel/Article: 3. Eigenthätige Schwimmbewegung der Blutkörperchen der Gliederthiere 457-464