unterschieden innerhalb des Specieskreises: Rassen, Varietäten, Saisondimorphismen u. a. m. Daß also *P. dardanus* eine Reihe äußerlich auffallend verschieden gezeichneter Weibchen besitzt, fordert keine gesonderte Erklärung, es ist ebenso erklärlich — wohl eher ebenso rätselhaft — als der größere oder geringere Sexualunterschied monogyner Tiere, oder die unendliche Fülle der Farbenmuster überhaupt.

Zusammenfassend möchte ich also behaupten: Das Auftreten der mimetischen Weibchenformen bei *P. dardanus* läßt sich restlos erklären durch den Einfluß der Erblichkeit, wodurch ursprünglichere Farben, Zeichnungen und Gestalten aus dem Erbschatz der generischen, familiären oder selbst ordinalen Merkmale, bei den weiblichen Exemplaren einer bestimmten Art sich erhielten oder auf dem Wege des Atavismus zurückkehrten. Weil diese Merkmale die genetisch älteren waren, müßten sie auch andern Schmetterlingsgruppen eigen sein, und in dieser Weise könnte es zu mimetischer Ähnlichkeit kommen. War diese einmal aufgetreten, so wäre es möglich, daß sie sich als den Tieren nützlich herausstellte, und in diesem Falle könnte Natürliche Auslese vielleicht dazu beitragen, daß die zu neuer Aktivität aufgewachten Kennzeichen sich auch weiter behaupteten. Aber immerhin muß die schützende Ähnlichkeit (protektive Mimicry) als ein beiläufiger, zufälliger Umstand betrachtet werden; sie kann in Fällen auffallender äußerer Ähnlichkeit ebensogut fehlen. Auf keinen Fall darf sie als Ursache der Entstehung der sogenannten abweichenden Weibchenformen hervorgehoben werden. Umgekehrt ist es ungerechtfertigt, für die vom sogenannten Genus- oder Familientypus abweichenden Mimicrysten eine spezielle Erklärung ihres abweichenden Habitus und Farbenkleides zu fordern, auf welche man in andern Fällen von Zeichnungsverschiedenheiten verzichtet.

## 4. Die Blutzellen von Astacus.

Von Dr. R. Nold.

(Aus dem Zoologischen Institut in Marburg.)

(Mit 7 Figuren.)

Eingeg. 28. September 1920.

Die geformten Bestandteile des Blutes bei *Astacus fluviatilis* bestehen aus zwei Elementen, den Amöbocyten und den Trophocyten. Beide kommen in der Blutflüssigkeit vor, außerdem haben die Trophocyten die Fähigkeit in die Gewebe einzudringen und dort herumzuwandern. Am zahlreichsten findet man in der Blutflüssigkeit die Amöbocyten, die Trophocyten sind dort viel geringer an Zahl, der größte Teil ist in die Gewebe eingedrungen. Hierin besteht der Unterschied gegenüber den Mollusken, bei denen ich diese Verhält-

nisse ebenfalls genauer untersuchte. Bei ihnen kommen die Trophocyten nur im Gewebe, nie in der Blutflüssigkeit vor. Die Bildung der Trophocyten geht so vor sich, daß gewisse Amöbocyten in das Gewebe eindringen und hier in sich Granulationen bilden, die in engstem Zusammenhang mit dem Nahrungstransport stehen.

Beide Arten von Blutkörperchen sind farblos. Wie der Name Amöbocyten schon sagt, haben sie die Eigenschaft der amöboiden Bewegung. Wie Amöben strecken sie ihre spitzen, hyalinen Pseudopodien nach allen Richtungen hin aus, wobei sie Anastomosen eingehen können. Die Bewegungen des Protoplasmas sind recht lebhaft, die sofort bei starken Erschütterungen sowie bei Druck zum Stillstand kommen; die Pseudopodien werden dann schnell zurückgezogen. In kurzer Zeit zeigt die Blutzelle kugelförmige Gestalt, also die kleinste Oberfläche für den konstanten Inhalt des Protoplasten. Mit etwas Blutflüssigkeit lebend auf den Objektträger gebracht erscheinen die Amöbocyten rund, offenbar infolge der Erschütterungen und Reizungen. Desgleichen findet man die Blutzellen in konserviertem Zustande, sei es frei auf dem Objektträger oder in den Gefäßen bzw. Lakunen des Gewebes stets in Kugelform. Durch das relativ langsame Eindringen der Konservierungsflüssigkeit haben die leicht reizbaren Blutzellen genügend Zeit Kugelgestalt anzunehmen. Allmählich beginnen die amöboiden Bewegungen, es treten Pseudopodien auf, indem an der Peripherie des Blutkörperchens hyaline Vorwölbungen entstehen; so breitet sich das Protoplasma allmählich flächenförmig aus, die spitzen fadenförmigen Pseudopodien nach allen Richtungen hin aussendend. Meine Untersuchungen führen mich zu der Ansicht, daß die Amöbocyten bei ihrem Flottieren in den Gefäßen wohl gewöhnlich Kugelform besitzen; erst in den kleineren arteriellen Gefäßen und Kapillaren mit verlangsamtem Blutstrom wird die flächenhafte Ausbreitung vor sich gehen. Eine Formveränderung muß beim Durchgang durch die Kapillaren eintreten, denn ihr Durchmesser wird oft kleiner als der der Blutkörperchen.

Zum Erkennen der Struktur eignet sich ausgezeichnet das Lebendfärben mit Neutralrot und Methylenblau. Am ersten färben sich der Kern bzw. das Chromatin, dann erst die Granulationen, soweit solche schon gebildet sind. Das Protoplasma bleibt vorerst farblos, färbt sich jedoch auch nach längerer Zeit. Das Cytoplasma erscheint völlig homogen; der Kern tritt durch stärkere Lichtbrechung deutlich hervor. Konserviert man Amöbocyten etwa mit Flemmingscher Lösung und färbt mit den üblichen Farbstoffen, dann findet man, daß weitaus die Mehrzahl der Blutkörperchen ein Plasma von verschwommenem, wabigem Bau zeigen, welche Struktur freilich im lebenden Zustande

nicht zu erkennen ist. Auch Malaczynska hat diesen wabigen Aufbau beobachtet. M. Kollmann bezeichnet das Protoplasma als hyalin. Eine gewisse Protoplasmastruktur ist jedenfalls vorhanden. So schreibt Janisch über die Blutkörperchen von *Astacus* schon vor meinen Untersuchungen: »... Das Plasma erscheint annähernd gleichartig gebaut mit wabenförmiger Struktur (Fig. 23a)«.

Beobachtet man einen Tropfen Blutflüssigkeit auf dem Objektträger, so findet man bald Blutkörperchen von ganz verschiedener Größe, z. B. solche mit ganz dünner Protoplasmazone. Bei andern dagegen ist diese sehr ausgedehnt. Dazwischen erkennt man deutliche Übergangsstufen. Ich bin geneigt die Blutzellen mit ganz geringer Protoplasmazone als die jüngsten anzusprechen, weil sich in dem Wachstum der Protoplasmazone eine gewisse Entwicklung des

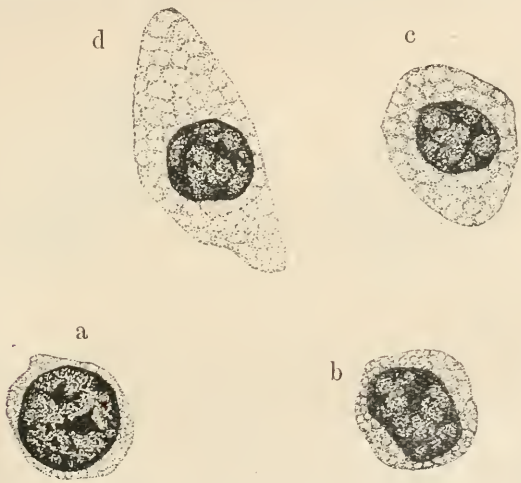


Fig. 1a—d. Junge wachsende Blutkörperchen.

ganzen Blutkörperchens feststellen läßt. Bei den jüngsten findet man also eine sehr dünne homogen erscheinende Protoplasmazone. Der Kern ist stark chromatinhaltig und dementsprechend stark färbbar (Fig. 1a). Ganz allmählich nimmt das Protoplasma an Ausdehnung zu, die Wabenstruktur wird deutlich erkennbar (Fig. 1b). Dieses Wachstum dauert fort bis das Protoplasma schließlich die Masse des Kernes mehrfach übertrifft (Fig. 1c, d).

Mittlerweile sind auch Veränderungen im Kerne vor sich gegangen. Das ursprünglich sehr dichte Chromatinnetz ist lichter geworden; es hat sich zu einem feinen Gitternetz umgebildet. Der Kern hat an Größe zugenommen (Fig. 2a, b). Auch die Kernform kann Veränderungen erleiden, sie geht von der Kugel zur elliptischen

Form über. Der Kern streckt sich oft noch mehr in die Länge und buchtet sich ein, so daß Formen wie in Fig. 2 u. 3 zustande kommen. Dies führt zu einer Art Polymorphie des Kernes, die für die Mollusken (*Helix*) typisch, hier aber bei *Astacus* nicht so ausgesprochen ist. Blutzellen mit derartig polymorphen Kernen sind ziemlich häufig.

Unmittelbar mit diesem Zustand hängt die Frage nach dem Vorkommen einer direkten Kernteilung bei den Blutzellen zusammen. Kollmann, der sich mit dieser Frage schon beschäftigt hat, kommt zu keinem abschließenden Ergebnis. Häufig sind die Teilungsstadien, wenn sie wirklich vorhanden sein sollten, nicht — denn sonst müßten sie mir bei meinen Beobachtungen mehr entgegengetreten sein. Den Kern in Fig. 3 könnte man wohl für einen in amitotischer Teilung befindlichen Kern halten. Es ist eine deutliche Einschnürung des Kernes festzustellen, die, wenn auch nur schwach, auch am Zellkörper zu

Fig. 2a, b. Etwas ältere Blutzellen, das Chromatin ist lichter geworden.

beobachten ist. Wenn aber Teilungen bei den Blutzellen die Regel wären, dann müßten sie doch wohl häufiger auftreten. Sehr wahrscheinlich ist also die Teilung der Blutzelle innerhalb der Blutflüssigkeit kaum. Trotz der großen Ähnlichkeit mit einem amitotischen Zustand dürfte also wohl auch die Blutzelle der Fig. 3 einen polymorphkernigen Zustand darstellen, wie er auch bei *Helix* häufig vorkommt, bei *Astacus* jedoch seltener ist.

In dem Zustand der Polymorphkernigkeit hat dann das Blutkörperchen seine maximale Größe erreicht; das Protoplasma besitzt jetzt das zwei- bis dreifache Volumen des Kernes. Die wabige Struktur des Protoplasmas wird ausgesprochener. Der Kern wird noch lichter, das Chromatin spärlicher; die Zelle übernimmt als letzte Funktion die Tätigkeit der Phagocytose, die wohl gewöhnlich Amöbocyten mit ausgebildetem Protoplasmakörper zukommt. Um über diese Frage Aufschluß zu bekommen, injizierte ich in physiologischer Kochsalzlösung gelöste Tuscheteilchen in die Leibeshöhle des lebenden Krebses. Die Nadel wurde in den Spalt zwischen Thorax und Abdomen eingeführt und darauf die Flüssigkeit gegen die Thoraxdecke ausgepreßt.

Noch günstiger erwies sich die Injektion zwischen den Thoraxextremitäten, weil hier die Tuscheteilchen unmittelbar in die dort liegenden Venenräume gelangen und dann schnell durch das arterielle System im Körper verteilt werden. Die Injektion wurde am Morgen am lebenden Krebs ausgeführt, der dann nach 7 Stunden getötet wurde; darauf wurden die Blutkörperchen des Herzens und der lakunären Bluträume im Leben und konserviertem Zustand untersucht. Alle älteren Blutkörperchen hatten Tuscheteilchen aufgenommen; zum Teil in großen Mengen, die aber alle noch infolge der kurzen Zeit nach der Injektion in der Nähe des Plasmarandes lagen. Die jüngeren Stadien enthielten meistens keine oder nur vereinzelte Teilchen. Es ist also der Schluß gerechtfertigt, daß die älteren Amöbocyten phagocytär tätig sind, die jüngeren dagegen noch nicht, solange eben das Protoplasma noch wächst.

Fig. 3. Polymorphkerniges Amöbocyt.

Die jungen Blutkörperchen liefern aber außerdem noch die Grundlage für die zweite Form, die Trophocyten. Das Protoplasma der jungen Blutkörperchen wächst, wie bereits vorher geschildert, heran, doch bald sehen wir um den Kern eine Zone von Körnchen auftreten, die immer mächtiger wird (Fig. 4a). Dabei ist eine gewisse Lichtung und Auflockerung des Kernchromatins eingetreten, so daß man auf den Gedanken kommen könnte, daß dieser Körnchenkranz eine Bildung des Kernes sein möchte, zumal diese Körnchen in dessen unmittelbarer Nähe liegen. In der Tat gibt es Autoren, die sich dieser Auffassung anschließen, so M. Kollmann und L. Cuénot, wenn sie auch diese ersten Stadien der Anhäufung der Körnchen um den Kern nicht beobachtet hatten. Ihre Hauptstütze ist die Auflockerung des Kernes und die Netzbildung des Chromatins. Dieser Auffassung ist zunächst entgegen zu halten, daß der gleiche Vorgang auch bei den gewöhnlichen Amöbocyten auftritt. Er kann somit einen allgemeinen Entwicklungszyklus des Kernes darstellen.

Ein unmittelbarer Körnchenaustritt aus dem Kern läßt sich nicht beobachten. Solche Körnchenkränze im Kern sind bereits von vielen Autoren an den verschiedensten Objekten und Gewebearten festgestellt worden. Ich erinnere nur an secretorische Zellen, Nervenzellen, dann vor allem auch an die Keimzellen. Die neueren Untersuchungen über die Mitochondrien förderten eine Unmenge solcher Bildungen zutage. Die Vertreter der Mitochondrienlehre fassen bekanntlich diese Körnchen im Plasma, besonders auch die Kränze um den Kern, als Mitochondrien auf, und ihre Abbildungen zeigen in der Tat große Ähnlichkeit mit den meinigen. Bald läßt sich an

etwas älteren Blutkörperchen feststellen, daß sich die Körnchen der Körnerkränze, die »Mitochondrien«, über das ganze Protoplasma ausbreiten (Fig. 4a, b u. 5). Doch schon frühzeitig entstehen in den Kränzen, nach dem diese sich etwas gelockert haben, größere Granula. So ist in Fig. 4b gerade ein Stadium dargestellt, bei dem zwei Granula angegeben sind, ein größeres Granulum, das seine größte Ausdehnung erlangt haben dürfte und ein kleineres, das noch an Umfang zunehmen wird. Auffällig ist, daß in allen diesen Stadien die Protoplasmastruktur stark verwischt wird und nur gelegentlich deutlich hervortritt. In der Umgebung dieser Körnchen entstehen so allmählich in großer Anzahl die Granula, die Trophoplasten, wie ich sie nenne (Fig. 6). Sie sind in allen Größen und Übergängen anzutreffen. Da sie stets in der Umgebung der Körnerkränze entstehen, so nehme ich an, daß ihre Bildung im engen Zusammenhang mit diesen Gebilden steht.

Fig. 4a.

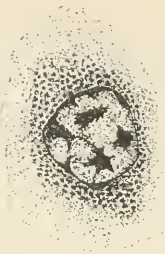

Fig. 4.b

Fig. 5.

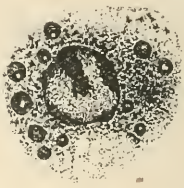

Fig. 4. a) Blutzelle mit Körnerkranz; b) Zwei Trophoplasten sind gebildet.
Fig. 5. Blutzelle mit mehreren Trophoplasten.

Die Trophoplasten sind als Nährsubstanzen aufzufassen, die für den Organismus in die geeignete Form übergeführt sind. Die Trophoplasten werden bei der Wanderung gelöst, indem sich einmal die Anzahl der Granulationen durch intramolekulare Auflösung verringert, wodurch das Protoplasma einen vacuoligen Bau erhält, oder indem die Zelle freie Trophoplasten in die Blutflüssigkeit entläßt, womit also eine Art von innerer Secretion gegeben wäre. Diese eigenartige alveolare, vacuolige Struktur ist in Fig. 7 wiedergegeben. Nach der Lösung oder Abgabe sämtlicher Trophoplasten bleibt im wesentlichen nur ein stark färbbares Gerüst übrig. Der Kern ist aufgebraucht und zusammengefallen; eine Erscheinung, wie sie auch bei andern degenerierenden Zellen beobachtet wird. Wichtig ist noch, daß diese Trophocyten auch phagocytäre Eigenschaften haben, wie das durch Tuscheinjektionen einwandfrei festzustellen war, so daß sie auch in dieser Beziehung neben ihrem Entwicklungsgang gleiche Eigenschaften

wie die Amöbocyten besitzen. Das vermittelnde Element zur Bildung der Trophoplasten wären die Mitochondrien, das würde also bedeuten, die Mitochondrien sind die Bildner der Secretgranula, denn die Trophoplasten müssen wir wohl als eine Art Secret auffassen. In dieser Hinsicht wären sie also ergastische Bildungen, d. h. morphologische Bestandteile der Zelle, die von Protoplasten erarbeitet werden und neu entstehen können. Doch sei gleich hierbei erwähnt, daß die Trophoplasten keineswegs homogen erscheinen. Hat man Kügelchen im Durchmesser angeschnitten, dann stellt man im Innern ein kleines helles Centralkorn fest, um das die übrige Trophoplastensubstanz

Fig. 6.

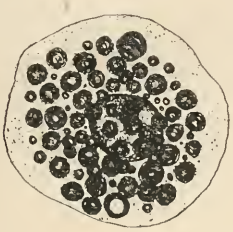

Fig. 7.

Fig. 6. Blutkörperchen mit vielen Trophoplasten. Der Kern ist noch undeutlich zu sehen
Fig. 7. Degenerierende Blutzelle nach Abgabe der Trophoplasten.

ringförmig angeordnet ist. Gelegentlich ist dieses Centralkorn von einem Faden- und Netzwerk durchzogen, von dem einem die gröbsten Balken in die Augen fallen.

Ähnliche Verhältnisse konnte Arthur Meyer (1919) an Fettzellen des Kaninchens beobachten. Er sagt darüber folgendes: »Einmal sah ich in sehr vielen durch Osmiumsäure geschwärzten Fettzellen das Fettgewebe des Kaninchens, welches sofort in 2 % ige Osmiumsäure eingelegt und mehrere Wochen darin gehalten war, Höhlungen, die in der in Fig. 109 dargestellten Weise von Lamellen durchzogen waren, und dann war der Inhalt der Fettzellen, die sorgfältig nach der Osmiumschwärzung mit Wasserstoffsuperoxyd entfärbt und lange in Xylol ausgezogen waren, bei Eisenhämatoxylin niemals farblos«. Meyer meint, daß die Fetttröpfchen sich aneinander legen und das zwischen ihnen liegende Cytoplasma zu feinen Lamellen zusammendrücken. Die Ansicht mag wohl für den betreffenden Fall zutreffen, kann jedoch für die Bildungen in den Trophoplasten keineswegs in Frage kommen. Selbst ganz kleine Trophoplasten, die etwas größer als die Mitochondrien sind, haben schon diese Höhlungen, es findet also lediglich in jedem Fall konzentrische Anlagerung statt. Diese

angelagerte Substanz färbt sich sehr stark, so daß Ringbildungen von relativ ansehnlicher Dicke zustande kommen. Die centrale Höhlung bleibt stets hell. An einer ganzen Anzahl von Granulationen (Trophoplasten) zeigt sich nun diese Höhlung nicht, das ist einfach so zu erklären, daß diese »Körner« nicht angeschnitten sind, sondern kugelförmig im Protoplasma eingebettet liegen. Infolge der kräftigen Färbung der äußeren Hülle ist die centrale Höhlung überdeckt. Auch an andern Objekten sind solche Ringbildungen beobachtet worden. Benda (1914) hält alle die Ringbildungsprodukte für Kunstprodukte, infolge ungenügendem Eindringen der Fixierflüssigkeit und Erhärten der äußeren Ringpartien. Aber dagegen spricht die Tatsache, daß auch diese Bildungen bei allen hauptsächlich im Gebrauche befindlichen Fixierungsmitteln im Schnitte zu beobachten sind. Benda sucht sich dennoch dadurch zu helfen, daß er sagt, wenn die Mitochondrien die Orte der Secretbildung sind, dann müßten doch auch Übergänge vom Mitochondrium zur Secretkugel vorhanden sein; nun konnte ich in der Tat feststellen, daß sehr kleine Secretkügelchen im Plasma bereits mit Ringbildungen vorhanden sind, kaum größer als die Mitochondrien selbst.

Wie nun die Umwandlung im einzelnen vor sich geht, das ist bei Anwendung der uns heute zur Verfügung stehenden optischen Hilfsmittel schwer zu sagen; die Objekte sind eben zu klein dazu. Jedenfalls war im Innern der Trophoplasten kein Bildungskern, etwa ein Mitochondrium oder deren mehrere zu sehen, schließlich können dieses bzw. diese sich ja auch umgewandelt haben. Jedenfalls müssen wir folgende Tatsache feststellen. Um den Kern treten Mitochondrien auf, die sich allmählich über das Protoplasma hin ausbreiten; in diesen Körnchenbildungen treten die ersten Trophoplasten auf, die beim centralen Schnitt eine helle Höhlung aufweisen. Ob diese Höhlung gefärbt ist, vermag ich nicht zu sagen, weil die starke optische Brechung jede Beobachtung in dieser Richtung ausschließt. In der Zelle sind Trophoplasten in jeder Größe anzutreffen, manchmal sind diese auch fast alle gleich groß und dann ist die Zelle vollgepfropft. Bietet man ihnen Farbgemische an, so kann es vorkommen, daß sich die einzelnen Kügelchen ganz verschieden färben, ein Zeichen, daß die Farbreaktion sehr trügerisch sein kann. Sinn allein hat es, festzustellen, welcher chemischen Natur diese Trophoplasten sind; sie lassen sich mit Sudan 3 färben, danach hätten wir es mit fettähnlichen Substanzen zu tun. Die Reaktion auf Farbgemische zeigt schon, daß wahrscheinlich die Trophoplasten während ihres Bestehens nicht gleich sein werden. Sie färben sich manchmal mit sauren, dann aber auch mit basischen Farbstoffen gleich stark.

Durch Hinzufügen und Herausnehmen von Bildungsstoffen werden diese Umwandlungen wohl verursacht werden. Nach der Auffassung von A. Meyer über ähnliche Gebilde könnte man die Trophoplasten ansehen als ergastische Gebilde, welche aus chemischen Substanzen bestehen, die eine deutliche Fettreaktion zeigen und die im stofflichen wie energetischen Getriebe der Zellen, wie für die Ernährung eine wichtige Rolle spielen.

Literaturangabe.

Cuénot, L., L'organe phagocytaire des crustacées décapodes. Arch. zool. exp. Tome 3. 1905.
Haeckel, E., Über die Gewebe des Flußkrebses. Müllers Archiv 1857.
Kollmann, M., Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoide des Invertebrés. Ann. sc. nat. Tome 8. Paris 1908.
Malaczynska, M., Beitrag zur Kenntnis des Bindegewebes der Crustaceen. Bull. Acad. Cracovie B. 1912.
Meyer, A., Analyse der Zelle. Jena 1920.

## 5. Eine eigenartige Überwinterungsweise bei einer Chironomidenlarve.

Von August Thienemann.
(Aus der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Plön.)

(Mit 1 Figur.)

Eingeg. 22. November 1920.

Im allgemeinen überwintern die Chironomiden im Larvenstadium, und zwar die freilebenden und gehäusebauenden Arten am Grunde der Gewässer frei zwischen Schlamm und Pflanzen sowie deren Resten oder in ihren Röhren, die in Pflanzen minierenden Formen in den zerfallenden und am Boden der Gewässer sich ansammelnden Teilen ihrer Wirtspflanzen. Der Bau besonderer Überwinterungshülsen oder Kokons war bisher nicht bekannt. Daß aber derartiges auch vorkommt, zeigt der im folgenden beschriebene Fall.

Ich verdanke das Material der Freundlichkeit des schwedischen Fischereibiologen, Herrn Dr. Gunnar Alm-Stockholm, der es im Yxtasjö, einem kleinen »baltischen« Binnensee im Södermanland, sammelte. Der Yxtasjö ist ein flacher See, der zu den *Chironomus*-seen im Sinne meiner Einteilung der Seen (Archiv f. Hydrobiologie XII, 1918, S. 4—5; 53—56) gehört; der Seeboden wird bevölkert von *Chironomus*-Larven der *Plumosus*- und *Bathophilus*-Gruppe, von *Tanypus*-Larven sowie von wurmförmigen Ceratopogoninenlarven; auch *Corethra*-Larven sind häufig.

Herr Dr. Alm schrieb mir, als er mir das Material schickte: »Von den übersandten Proben ist besonders eine von Interesse, die kleine Vegetationsformen in einer Art von Überwinterungshülsen enthält. Ich fand solche sowohl spät im Herbst, wie zeitig im Früh-

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologischer Anzeiger

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 52

Autor(en)/Author(s): Nold Richard

Artikel/Article: Die Blutzellen von Astacus. 277-285