

Einige Bemerkungen über das Medianauge und die Frontalorgane von *Artemia salina*.

Von

Dr. Michael Nowikoff.

Mit Tafel XXX.

Der vorliegende Aufsatz bildet einen Anhang zu meiner vor kurzem erschienenen Abhandlung »Über die Augen und die Frontalorgane der Branchiopoden¹.« Ich konnte die Verhältnisse bei der Gattung *Artemia* früher nicht berücksichtigen, da mir kein Material zur Verfügung stand. K. W. SPENCERS Angaben², nach welchen das dorsale Frontalorgan von *Artemia salina* einen von dem anderer Branchiopoden abweichenden histologischen Bau besitzen soll, veranlaßten mich jedoch, mir sobald wie möglich das nötige Material zu beschaffen, um die Richtigkeit seiner Angaben zu prüfen. Später werde ich zeigen, daß die Auffassung, zu welcher ich beim Studium des genannten Organs gekommen bin, der Darstellung SPENCERS nicht entspricht.

Als Material diente mir zuerst eine *Artemia* aus der Umgebung von Sebastopol, die ich Herrn stud. B. SCHAPOSCHNIKOFF verdanke. Einige Artemien haben sich bei mir im Aquarium aus den Eiern entwickelt. Ferner untersuchte ich zwei konservierte *Artemia*-Formen, von welchen die erste in einem Salzsee bei Pamir, die zweite in einem bittersalzigen See der Umgebung des Baikalsees gesammelt war. Die beiden letzteren Formen verdanke ich Herrn Priv.-Doz. W. ZYKOFF.

Nach der von W. SCHMANKEWITSCH³ aufgestellten systematischen

¹ Diese Zeitschr. Bd. LXXXIX. 1905.

² Zur Morphologie des Centralnervensystems der Phyllopoden. Diese Zeitschrift. Bd. LXXI. 1902.

³ Einige Krebse der Salzseen und süßen Gewässer und ihr Verhältnis zu dem sie umgebenden Elemente. Schriften der neuruss. Gesellsch. der Naturf. Bd. III. 1875. (Russisch.) Oder: Zur Kenntnis des Einflusses der äußeren Lebensbedingungen auf die Organisation der Tiere. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. 1877.

Einteilung der Gattung *Artemia* würde die Form von Sebastopol der von SCHMANKEWITSCH beschriebenen *A. salina* var. b. entsprechen. Die beiden asiatischen Artemien dagegen gleichen am meisten SCHMANKEWITSCHS erster Form der *A. milhausenii*. Die Kiemensäckchen (Epipodite) letzterer Artemien sind rundlich oval, im Gegensatz zu denen der *A. salina* var. b., die stark in die Länge gezogen sind. Die Körperlänge der *Artemia* von Pamir, welche bei den geschlechtsreifen Tieren nur etwa 6 mm erreicht, stimmt jedoch mit der Länge der eben erwähnten Varietät der *A. milhausenii* nicht überein. Die Länge der *Artemia* aus der Baikalgegend (etwa 10 mm) gleicht der *A. milhausenii*, doch ist das Längenverhältnis des Vorderkörpers zum Abdomen bei ersterer ein etwas anderes, nämlich 4:5 (dies Verhältnis beträgt bei der *A. milhausenii* 5:8). Alle drei von mir untersuchten Artemien besitzen Furcalborsten, welche bei den asiatischen Formen, was auch für *A. milhausenii* charakteristisch sein soll, in geringerer Zahl vorhanden sind als bei der Sebastopolschen *Artemia*.

Nachdem jedoch SAMTER und HEYMONS gezeigt haben, daß 1) die *Artemia*-Formen sämtlich ineinander übergehen, so daß »die fünf von SCHMANKEWITSCH beschriebenen Varietäten sich nicht voneinander sondern lassen« und deshalb ihre Aufstellung als unberechtigt anzusehen sei; 2) die *A. milhausenii* »weder eine eigne Art — Species —, noch eine konstante Rasse — Subspecies oder Varietät¹« — darstelle, so will ich auf die Bestimmung der Arten oder Varietäten meiner Artemien nicht weiter eingehen und sie daher in der folgenden Darstellung einfach als die Sebastopolsche, die Pamirsche und die Form vom Baikal bezeichnen.

Das Material für meine Untersuchung war teils mit GILSONscher Flüssigkeit, teils mit 70 % Alkohol konserviert. Von Farbmitteln habe ich mit besonderem Erfolg, wie es noch später besprochen werden wird, Boraxkarmin — Bleu de Lyon angewendet. Zum Studium der feineren histologischen Verhältnisse färbte ich jedoch meine 5—10 μ dicken Schnitte mit Eisenhämatoxylin nach BÜTSCHLI oder HEIDENHAIN.

Die Untersuchung wurde im vergleichend-anatomischen Institut der Universität Moskau ausgeführt. Ich danke Herrn Prof. M. MENZ-

¹ M. SAMTER u. R. HEYMONS, Die Variationen bei *Artemia salina* Leach. und ihre Abhängigkeit von äußeren Einflüssen. Abhandl. d. Akad. Berlin. 1902. S. 45, 47.

BIER bestens für seine liebenswürdige Erlaubnis, die Bibliothek des genannten Instituts zu benutzen.

Ich erwähnte schon oben, daß ich das Studium der *Artemia* mit der Absicht anfang, die von SPENCER beschriebenen Eigentümlichkeiten im Bau des Frontalorgans zu verfolgen. Dabei mußte ich jedoch auch das Medianauge berücksichtigen, welches einige Besonderheiten zeigt.

Die vier Partien, aus welchen das Medianauge der früher von mir untersuchten Branchiopoden besteht, sind bei fast allen diesen durch Pigment ganz deutlich voneinander gesondert. Eine scheinbare Ausnahme bildet nur *Branchipus*, dessen Medianauge dreiteilig zu sein scheint; genauere Betrachtung läßt aber auch in ihm vier, wenngleich nicht so deutlich voneinander gesonderte Teile unterscheiden¹. Das Medianauge von *Artemia* dagegen besteht nur aus drei Partien: zwei großen seitlichen (Fig. 1, 4 *Ag.e*) und einer unpaaren, nach vorn gerichteten, aus wenigen Retinazellen aufgebauten (Fig. 5 *Ag.e*). Das Auge von *Branchipus* bildet also eine Übergangsstufe zwischen dem der *Artemia* und den vierteiligen Augen der meisten andern Branchiopoden.

Was den feineren Bau der Retinazellen angeht (Fig. 1, 4, 5 *rtx*), so unterscheidet sich dieser nicht wesentlich von dem der Sehzellen des Medianauges der *Limnadia*. Sie sind ziemlich lang gestreckt dicht aneinander gedrängt und gehen allmählich in die Nervenfasern über (Fig. 5 *N*). In ihrer inneren, der Pigmentlage zugewendeten Region wird jede Zelle von den benachbarten durch einen cuticularen Zellsaum geschieden (Fig. 1, 4, 5 *r*). Auf einigen Schnitten erkennt man einen hellen Spalt in der Mitte dieses Saums (Fig. 4, 5), was seine Bildung durch die beiden benachbarten Sehzellen beweist. Das Plasma ist fibrillär und enthält oft dunkler färbbare Einschlüsse (Fig. 4, 5 *rtxe*), welche ich auch im *Limnadia*-Auge beobachtete. Die Kerne, welche bei allen übrigen Branchiopoden kugelig oder oval sind, sind hier polymorph; auf einem und demselben Schnitte, (z. B. Fig. 6) findet man ovale, stabförmige und verschiedenartig gebogene Zellkerne. Auch ihre feinere Struktur ist von der der *Branchipus*- und *Limnadia*-Kerne verschieden. Die letzteren enthalten in der Mitte des schwach tingierbaren Kerngerüsts einen dunklen

¹ M. NOWIKOFF, Über die Augen und die Frontalorgane der Branchiopoden. Diese Zeitschr. Bd. LXXIX. 1905. S. 435.

Nucleolus¹. Die Retinazellkerne des Medianauges und des Cerebralganglions von *Artemia* dagegen enthalten mehrere Chromatinkörnchen, so daß ihr Kernkörperchen häufig gar nicht zu sehen ist (Fig. 1, 4). Diese Kerne sind also (wie auch die der Copepoden) viel leichter färbbar als die Retinazellkerne von *Branchipus* und *Limnadia*. Die geringe Tingierbarkeit der Zellkerne der zwei letzteren Gattungen kann mit derselben Eigenschaft der Ostracodenkerne verglichen werden.

Besonderes Interesse erweckt eine linsenartige Verdickung der Hypodermis über den beiden seitlichen Augenpartien. Doch fand ich diese Bildung nicht bei allen von mir untersuchten Formen in gleicher Entwicklung. Der Sebastopolschen *Artemia* (Fig. 1) fehlt eine eigentliche Verdickung; am stärksten ausgeprägt ist sie bei der *Artemia* aus Pamir (Fig. 4, 7 L). Am klarsten tritt sie hier bei Behandlung der Präparate mit Boraxkarmin und einer 1/2%igen wässrigen Lösung von Bleu de Lyon hervor. Dann erscheint das Plasma der Hypodermis- und Retinazellen blau, die linsenartige Hypodermisverdickung dagegen rot. Dieses Verhalten zeigt, daß die Beschaffenheit der verdickten Hypodermispartie eine etwas andre ist, als die der umgebenden Hypodermis. Daß diese Hypodermispartie eine sehr feste Konsistenz besitzt, folgt daraus, daß sie beim Anfertigen der Schnitte oft herausfällt, während die Kristallkegel der Komplexaugen ganz gut durchgeschnitten werden. Zellgrenzen konnte ich in der linsenartig verdickten Hypodermis nie beobachten. Ihre Zellkerne unterscheiden sich von denen der angrenzenden Hypodermis durch bedeutendere Größe und abgeplattete Form; bei der erwähnten Färbung werden sie homogen rot, während in den übrigen Kernen außer roten Chromatinkörnern auch ein blau gefärbtes Kerngerüst wahrzunehmen ist. Doch existieren zwischen diesen beiden Kernarten allmähliche Übergangsstufen (Fig. 4, 6, 7). Die Zellkerne der umgebenden Hypodermis werden nämlich, je näher sie der linsenartigen Verdickung liegen, immer homogener, platter und röter. Ich zweifle nicht, daß die beschriebene Verdickung wirklich die Bedeutung einer Art Sammellinse besitzt.

Ganz ähnliche Verdickungen, jedoch von etwas kleineren Dimensionen habe ich auch über den Lateralpartien des Medianauges der *Artemia* aus der Baikalgegend beobachtet.

Die dritte oder mittlere Partie des Medianauges sämtlicher von mir untersuchten *Artemia*-Formen besitzt keinen lichtbrechenden Apparat.

¹ Diese Zeitschr. Bd. LXXIX. Taf. XXII. Fig. 6, 6a.

Am Medianauge der Sebastopolschen *Artemia* (Fig. 1) existieren überhaupt keine Hypodermisverdickungen. An ihrer Stelle finden wir jedoch einige Hypodermiskerne, welche, ähnlich den oben beschriebenen Kernen der Verdickungen, umgeformt, d. h. abgeplattet, homogen und stark rot gefärbt sind.

Bei jungen Exemplaren der Sebastopolschen *Artemia*, auf dem Stadium, wo die Bildung der Komplexaugen eben begonnen hat, finden wir (Fig. 2, 3) beiderseits vom Medianauge, in der Mitte zwischen den abgeplatteten Hypodermiskernen und dem Auge, noch je einen großen Hypodermiskern (Fig. 2 *lk*), in welchem sowohl rot gefärbte Chromatinkörnchen als auch ein blaues Kerngerüst leicht wahrzunehmen sind.

Es war mir leider nicht möglich, jüngere Exemplare der asiatischen Artemien zu untersuchen; ich möchte aber vermuten, daß auch bei ihnen auf einem gewissen Stadium eine solche Hypodermiszelle mit großem Kern existiert, und daß möglicherweise aus dieser Zelle die linsenartige Verdickung ihren Ursprung nimmt. Bei der Sebastopolschen *Artemia* erhält sich dagegen diese Zelle im erwachsenen Zustande als ein einfaches Hypodermiselement.

An dieser Stelle will ich eines weiteren Falles gedenken, wo diese große Hypodermiszelle auch im erwachsenen Zustand erhalten bleibt. Es handelt sich um die sogenannte Riesenzelle von *Branchipus stagnalis*. Als ich sie früher¹ beobachtete und abbildete, rechnete ich sie, mit andern Forschern übereinstimmend, dem dorsalen Frontalorgan zu, vermochte aber ihre physiologische Bedeutung nicht festzustellen. Jetzt, nach dem Studium der *Artemia*-Augen, bin ich geneigt, auch diese Riesenzellen von *Br. stagnalis* als einen lichtbrechenden Apparat des Medianauges aufzufassen, obgleich er hier nicht die Ausbildung erreicht wie bei *Artemia*.

Das Medianauge von *Artemia* liegt ganz dicht am Cerebralganglion (*Cbr*). Beiderseits von dem Auge, zwischen ihm und der linsenartigen verdickten Hypodermispartie finden sich einige Ganglienzellen, die mit dem Integument in Verbindung stehen (Fig. 1, 4, 8 *Fr.o.d*). Diese Zellgruppen bilden das dorsale Frontalorgan, welches hier also einen sehr primitiven Bau besitzt, und dem entsprechenden Organ von *Branchipus stagnalis* ähnlich ist. — Was die, von SPENCER gegebene Beschreibung dieses Organs angeht, so halte ich seine »zwei großen dunkel gefärbten Zellen«² für einen Teil der

¹ Diese Zeitschr. Bd. LXXIX. 1905. Taf. XXIII, Fig. 10.

² Ebenda Bd. LXXI. S. 519.

oben geschilderten linsenartigen Hypodermisverdickung, welche auf meinen Präparaten bei entsprechender Färbung (Eisenhämatoxylin) auch viel dunkler erscheint als die übrigen Hypodermiszellen. Weiter berichtet SPENCER von einem »ziemlich umfangreichen Körper«, der vor den großen dunkel gefärbten Zellen liegt, und nach Osmiumsäure-Fixierung und HEIDENHAINscher Färbung »stark dunkelblau erscheint«. Dieser Körper, den er »für eine Differenzierung entweder des Chitins oder aber der Hypodermis¹« hält, ist nichts anderes als ein abgeplatteter Hypodermiszellkern, der im optischen Querschnitt hervortritt und deswegen viel dunkler als die übrigen, von der Fläche gesehenen Kerne der Hypodermisverdickung erscheint (Fig. 4 links). — Schwieriger ist es, die von SPENCER geschilderten, zwischen den großen Zellen befindlichen »Fortsätze der langen, spindelförmigen Zellen«, ferner die in diesen Fortsätzen liegenden »stäbchenartigen Gebilde²« zu beurteilen; doch bin ich geneigt, seine spindelförmigen Zellen für wirkliche Sinneszellen des dorsalen Frontalorgans zu halten, die jedoch nicht zwischen, sondern neben den Zellen der Hypodermisverdickung liegen (Fig. 4, 8 *Fr.o.d*) und manchmal kurze, am Integument angeheftete Fortsätze besitzen. »Stäbchenartige Gebilde« konnte ich aber in diesen Fortsätzen mit den stärksten Vergrößerungen, weder bei *Artemia* noch bei andern Branchiopoden, beobachten.

Das **ventrale Frontalorgan** der *Artemia* (Fig. 5 *Fr.o.v*) stimmt in seinem Bau mit demselben Organ von *Branchipus* überein. Es besteht aus einigen Gruppen von Sinneszellen (*six*), welche auf den Zusammenstoßungsgrenzen oft cuticulare Säume (*r*) bilden, was ihnen eine große Ähnlichkeit mit den Retinazellen des Medianauges verleiht. Diese Ähnlichkeit wird noch dadurch verstärkt, daß die Kerne der genannten Sinneszellen, im Gegensatz zu den kugeligen oder ovalen Ganglien- und Hypodermiszellkernen, polymorph sind. Der letztere Umstand erlaubt mir, meine schon einmal³ ausgesprochene Meinung, daß die Sinneszellgruppen des ventralen Frontalorgans »nichts anderes als reduzierte Partien des einfachen Auges sind«, zu bestätigen.

Zum Schluß möchte ich die theoretische Bedeutung der oben dargestellten Tatsachen mit ein paar Worten besprechen.

¹ Diese Zeitschr. Bd. LXXI. S. 519.

² Ebenda. S. 520.

³ Ebenda. Bd. LXXIX. S. 461.

Einige Bemerkungen über das Medianauge usw. von *Artemia salina*. 697

In dem Bau des einfachen Auges und der Frontalorgane zeigen *Artemia* und *Branchipus* einen ursprünglicheren Charakter als die übrigen Branchiopoden.

Nach SCHMANKEWITSCH soll bekanntlich die Gattung *Artemia* »eigentlich nichts anderes, als eine unter dem Einfluß ihrer Umgebung degradierte Form von *Branchipus*« sein¹. SAMTER und HEYMONS schreiben der *Artemia* im Gegensatz zu *Branchipus* einen primitiveren Charakter zu, indem sie sagen, daß *Artemia* »mehr larvale Eigentümlichkeiten zur Schau trägt und daher gewissermaßen auf einer niederen Entwicklungsstufe verharrt, während *Branchipus* eine weiter fortgeschrittene, oder, im Sinne von SCHMANKEWITSCH gesprochen, eine weiter progressiv entfaltete Tierform darstellt².«

Beim Studium der drei *Artemia*-Formen konnte ich feststellen, daß, je stärker eine der Artemien in ihrer äußeren Gestalt von *Branchipus* abweicht, um so vollkommener auch die linsenartigen Hypodermisverdickungen ihres Medianauges entwickelt sind. Am besten ist der lichtbrechende Apparat am Auge der Pamirschen *Artemia* ausgebildet. Betrachtet man diese *Artemia* als eine primitive Form, so folgt daraus, daß die Vorfahren der heutigen Branchiopoden (die Urphyllopoden, von welchen CLAUS die Malacostraken wie Entomostraken abzuleiten versucht³) ein Medianauge besaßen, das funktionell höher entwickelt war, indem es einen lichtbrechenden Apparat besaß. — Erwies sich aber *Artemia* als eine, im Vergleich mit den übrigen Branchiopoden, rückgebildete Form, so schloße dies eine solche Auffassung doch nicht aus, da in diesem Fall die Entstehung des lichtbrechenden Apparates als Rückschlag auf eine Eigentümlichkeit, welche die Urphyllopoden charakterisierte, aufgefaßt werden könnte.

Moskau, im August 1905.

¹ W. SCHMANKEWITSCH, Über das Verhältnis der *Artemia salina* Miln. Edw. zur *Artemia Mühlhausenii* Miln. Edw. und dem Genus *Branchipus* Schaeff. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Supplem. 1875. S. 108.

² M. SAMTER u. R. HEYMONS, Die Variationen bei *Artemia salina* Leach. und ihre Abhängigkeit von äußeren Einflüssen. Abhandl. d. Akad. Berlin. 1902. S. 58.

³ C. CLAUS, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876. S. 100.

Erklärung der Abbildungen.

Gemeinsame Bezeichnungen:

<i>Ag.e</i> , Medianauge;	<i>ln</i> , Kern der Riesenzelle;
<i>cbr</i> , Cerebralganglion;	<i>N</i> , Nerv;
<i>ck</i> , Centraikörper d. Cerebralganglions;	<i>Psb</i> , Neuropil;
<i>cu</i> , Cuticula;	<i>p</i> , Pigmentkörnchen;
<i>epd</i> , Hypodermis;	<i>r</i> , dunkler Grenzsäum d. Retinazellen;
<i>epdf</i> , Fortsätze d. Hypodermiszellen;	<i>rtz</i> , Retinazellen;
<i>Fr.o.d</i> , dorsales Frontalorgan;	<i>rtze</i> , Einschlüsse dichteren Plasmas in den Retinazellen;
<i>Fr.o.v</i> , ventrales Frontalorgan;	<i>siz</i> , Sinneszellen.
<i>gz</i> , Ganglienzellen;	
<i>L</i> , linsenartige Hypodermisverdickung;	

Tafel XXX.

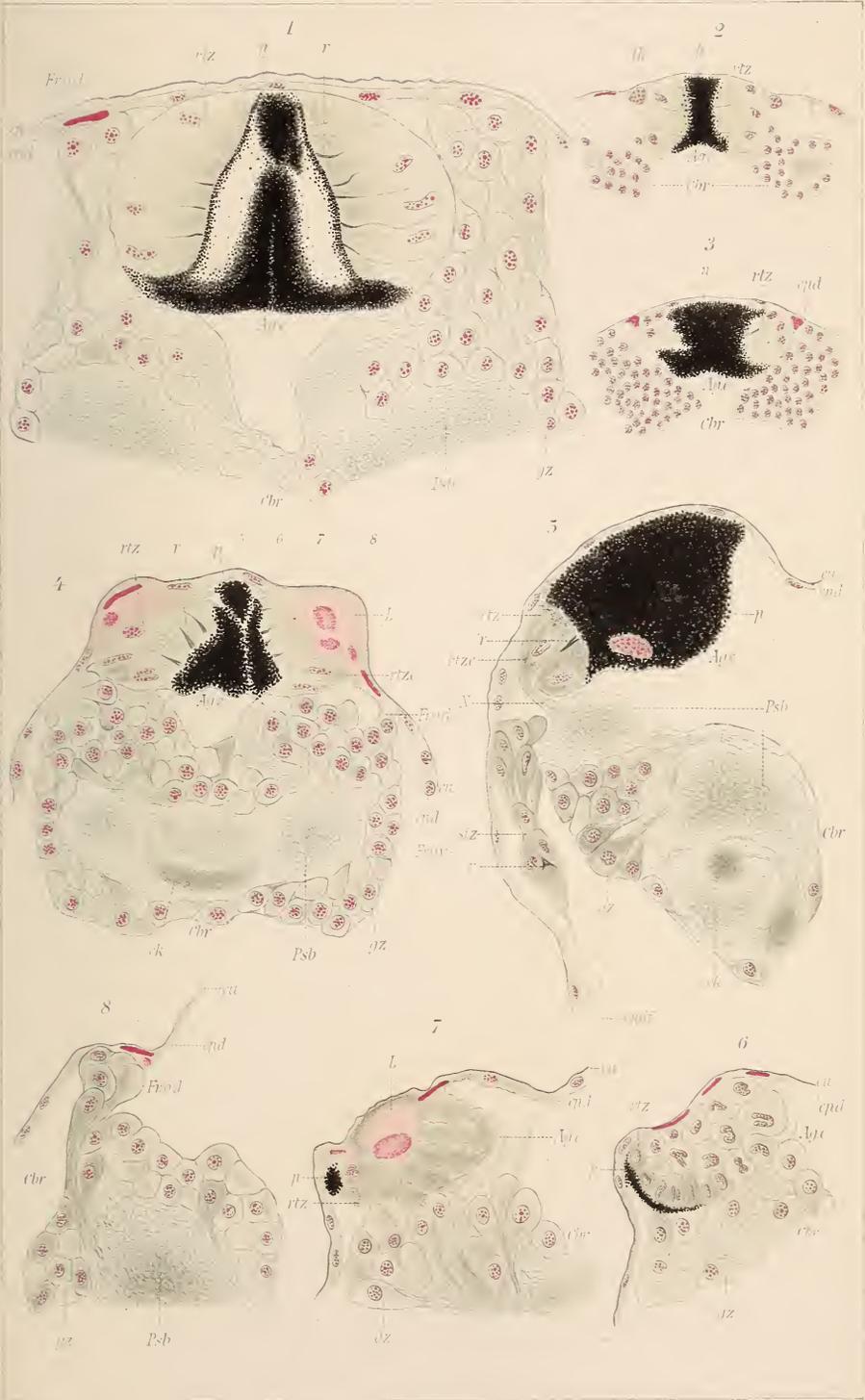
Alle Figuren sind mit Hilfe des ABBESchen Zeichenapparates entworfen. Vergröß. 370. Färbung: Boraxkarmin — Bleu de Lyon.

Fig. 1. *Artemia* aus der Umgebung von Sebastopol. Querschnitt durch einen Teil des Kopfes mit dem Medianauge und dem dorsalen Frontalorgan.

Fig. 2 und 3. *Artemia* aus der Umgebung von Sebastopol (junges Exemplar). Zwei aufeinanderfolgende Querschnitte durch einen Teil des Kopfes mit dem Medianauge und dem dorsalen Frontalorgan.

Fig. 4. *Artemia* von Pamir. Querschnitt durch einen Teil des Kopfes mit dem Cerebralganglion, dem Medianauge und dem dorsalen Frontalorgan.

Fig. 5—8. *Artemia* von Pamir. Vier aufeinanderfolgende Sagittalschnitte durch einen Teil des Kopfes mit dem Cerebralganglion, dem Medianauge und dem dorsalen Frontalorgan. Die Striche 5—8 der Fig. 4 zeigen die Regionen, durch welche diese Sagittalschnitte geführt wurden.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Nowikoff Michael

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen über das Medianauge und die Frontalorgane von Artemia salina 691-698](#)