

die vordersten Patellen, etwas glänzend, vorn gewölbt und mit längeren und kürzeren, abstehenden, steifen Borsten spärlich bewachsen.

Die Maxillen gewölbt, ziemlich gleichbreit, schräg an die Lippe gelehnt, vorn schräg abgestutzt und gerundet, gewölbt, mit steifen abstehenden und vorwärts gerichteten Borsten bekleidet. Die Lippe mehr als halb so lang wie die Maxillen, aus breiter Basis verschmälert und abgerundet zulaufend, gewölbt, mit steifen Borsten wie die Maxillen besetzt.

Das Sternum herz-eiförmig, sehr schwach gewölbt, ohne seitliche Impressionen, glanzlos, mit längeren und kürzeren, vor- und einwärts gerichteten Borsten.

Das Abdomen oben nur schwach gewölbt, in der Mitte am breitesten, wo die Breite der Länge beinahe gleich kommt, in den Seiten und hinten gerundet, glanzlos, ziemlich dicht mit längeren und kürzeren, zum Theil paarweise und in Reihen gestellten Borsten.

An den Schenkeln des ersten Paares drei, an denjenigen der anderen Paare je ein Stachel; die Tibien des ersten Paares vorn mit 1, 1, (die jedoch bisweilen fehlen) und unten mit zwei Reihen, die aus 4—6 Stacheln bestehen. Die Metatarsen des vorderen Paares mit Stacheln, sowohl vorn und unten als auch hinten.

Vulva (Fig. 3) ist eine sechseckige, braune Area, die keine deutliche Grube hat, aber durch eine längsgehende, erhöhte Falte, die von dem Vorderrande, wo sie am breitesten ist, nach hinten sich allmählich verliert, ausgezeichnet ist. In Fluidum sieht man die Form der Vulva am deutlichsten; die Längsfalte scheint dann von einer schwarzen Linie an jeder Seite eingerahmt zu sein.



Fig. 3.

Länge des Cephalothorax  $2\frac{4}{5}$  mm, des Abdomen  $3\frac{1}{3}$  mm, eines Beines der ersten Paare 7, derjenigen der hinteren Paare  $4\frac{1}{2}$  und 5 mm lang.

Mas unbekannt.

Von dieser Art entdeckte ich drei subadulte (die ich mit ziemlicher Gewißheit hierher ziehe) und ein adultes Weibchen in Skarmodalen und zwei adulte Weibchen bei Krutaa (bei Rössvandet) (1899). Sonst ist sie nirgends gefunden worden.

### 3. Über die Krümmung der zusammengesetzten Arthropodenaugen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von Dr. Em. Rádl in Pardubitz (Böhmen).

eingeg. 9. Juni 1900.

Sämmtliche zusammengesetzte Augen sind bekanntlich nach außen convex und es folgt schon aus der Allgemeinheit dieser Er-

scheinung, daß sie von irgend einer wichtigeren Bedeutung ist. Es hat dieselbe auch Joh. Müller in seiner Theorie eine wichtige Rolle spielen lassen; heute, wo nach Grenacher und S. Exner seine Theorie wieder in ihre Rechte trat, ist es angezeigt, derselben größere Aufmerksamkeit zu widmen. Ich möchte hier die Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen kurz zusammenfassen; die ausführliche Erörterung derselben soll später veröffentlicht werden.

## I.

1) Als allgemeines Schema des zusammengesetzten Auges kann man ein Kugelsegment wählen, dessen Radien durch die Ommatidien dargestellt werden; diesem Schema nähern sich in der That viele Augen (*Cicindelidae*, *Carabidae*, *Lepidoptera* etc.). Viel häufiger aber ist die Krümmung in verschiedenen Ebenen verschieden, so z. B. bei der Biene horizontal viel stärker als vertical. Diese ungemein häufige Krümmungsart scheint darin ihren Grund zu haben, daß das Arthropodenaugenaus zwei Anlagen aufgebaut ist, einer oberen und einer unteren. Bei den Crustaceen kommt wieder der entgegengesetzte Fall vor, daß die horizontale Krümmung kleiner ist als die verticale (*Astacus*, *Palaemon*); der Grund davon scheint mir derselbe zu sein, nur daß hier die obere Augenanlage unterdrückt (*Astacus*) oder rudimentär (*Palaemon*) ist.

In speciellen Fällen kann es zu ganz eigenthümlichen Krümmungen kommen. Ich hebe folgende Fälle hervor: Die Wespe *Thyreopus cribrarius* hat den oberen Augenabschnitt normal gekrümmt, der untere, nach unten gekehrte, ist fast gänzlich eben. Es ist augenscheinlich, daß diese Erscheinung mit der Lebensweise dieser Wespe zusammenhängt, welche daneben noch das erste Fußpaar verdickt hat, offenbar um die Beute geschickt packen zu können.

Bei den Tabaniden (*Tabanus*, *Haematopota* etc.) sind die Augen in der Mitte fast ganz eben, nach hinten und unten stark convex, nach vorn ein wenig concav gekrümmt, wie die Stirn dieser Fliegen nach vorn geschoben ist.

Sehr viele Variationen in der Krümmung der Arthropodenaugen kommen dadurch zu Stande, daß die obere Augenanlage sich mehr oder weniger unabhängig von der unteren entwickelt hat, wie z. B. in den Fällen, über welche C. Chun<sup>1</sup>, C. Zimmer<sup>2</sup>, O. Miltz<sup>3</sup> und früher schon J. Carrière<sup>4</sup> und W. Patten<sup>5</sup> berichtet haben. Typisch

<sup>1</sup> Leuchtorgane und Facettenaugen, Bibl. zool. 1896.

<sup>2</sup> Das Auge der Ephemeriden, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1898.

<sup>3</sup> Das Auge der Polyphemiden, Zoologica 1899.

<sup>4</sup> Kurze Mitth. aus fortgesetzt. Untersuch. über die Sehorgane. Zool. Anz. 1886.

<sup>5</sup> Studies on the Eyes of Arthropods I and II. Journ. of Morphol. 1887. —

Patten hat aber im II. Abschnitt dieser Abhandlung den im I. ausgesprochenen hierhergehörenden Gedanken, falls ich ihn verstehe, zurückgenommen.

und allgemein bekannt in dieser Hinsicht ist das Doppelauge der Ephemeren.

2) Die äußere Krümmung der zusammengesetzten Augen (ich werde dieselbe im Folgenden einfach Corneakrümmung nennen) wird durch mehrere Mittel hervorgebracht: a) Die Basalmembran des Auges (seine proximale Begrenzungsfläche) ist gekrümmt und die Cornea derselben mehr oder weniger parallel. b) Die Ommatidien sind an verschiedenen Orten verschieden lang; sind sie z. B. von der Mitte gegen den Augenrand kürzer, so wird dadurch die Corneakrümmung verstärkt. c) Die Ommatidien sind auf bestimmten Stellen des Auges mehr oder weniger gekrümmt (gebogen, wellenförmig), wodurch die beiden Begrenzungsebenen des Auges einander genähert werden und die Corneakrümmung an solchen Stellen verkleinert wird. Diese Eigenthümlichkeit des zusammengesetzten Auges hat schon O. Schmidt bemerkt<sup>6</sup>, wie ich aber glaube, unrichtig gedeutet.

Ich habe dieselbe bei *Calopteryx* und *Lestes* gefunden. — Gewöhnlich combinieren sich mehrere dieser Bedingungen zur Bildung einer speciellen Corneakrümmung.

3) In dem schematischen Auge haben wir angenommen, daß die Ommatidien in der Richtung der Radien der Corneakrümmung laufen. Sehr oft ist dem aber nicht so, sondern die Ommatidien sind gegen diese (schematische) Richtung mehr oder weniger geneigt. Die Bedeutung dieser Erscheinung liegt darin, daß durch ein solches Ommatidium nicht Lichtstrahlen percipiert werden, welche senkrecht auf die Cornea (an dieser Stelle) fallen, sondern die Lichtstrahlen müssen dann im Allgemeinen schräg auf die Cornea fallen, um auf die Retina zu gelangen. Obwohl man den Fall wieder in einer anderen Hinsicht schematisiert, kann man annehmen, daß die physiologisch thätige Krümmung in diesem Falle nicht die Corneakrümmung ist, sondern eine Fläche, welche auf dem Ommatidium resp. auf den Ommatidien senkrecht steht. Die Corneafäche (resp. Corneakrümmung) ist die thatsächlich vorhandene äußere Begrenzungshaut des Auges; ich nenne die Sehfeldfläche (resp. Sehfeldkrümmung) diejenige theoretische Fläche (Krümmung), auf welcher alle Ommatidien senkrecht stehen. Die Sehfeldfläche ist die eigentlich physiologisch thätige Fläche; im schematischen Auge deckt sich dieselbe mit der Corneafäche, sonst sind beide verschieden.

Die Fälle, wo die Sehfeldkrümmung von der Corneakrümmung verschieden ist, sind sehr häufig, fast regelmäßig. Es können dabei zwei Fälle unterschieden werden. Wenn man die Normalstellung

<sup>6</sup> Die Form der Krystallkegel im Arthropodenaug. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX. Suppl.



der Ommatidien diejenige nennt, wo sie zu der Augenoberfläche senkrecht stehen (wie es regelmäßig in der Mitte des Auges der Fall ist), so kommt es vor, daß die (gewöhnlich randständigen) Ommatidien von der Normalstellung entweder nach außen (bis zu  $40^\circ$ ) oder nach innen (viel weniger) geneigt sind. Im ersteren Falle ist dadurch die Sehfeldkrümmung gegenüber der Corneakrümmung sehr verstärkt, im zweiten Falle geschwächt.

Den ersten Fall hat schon S. Exner<sup>7</sup> bei einigen Species beobachtet (*Limulus*, *Vespa*, *Sirex*, viele Lepidopteren) und hat versucht sie biologisch zu erklären, daß nämlich durch die Schiefstellung der randständigen Ommatidien das Sehfeld vergrößert wird, wobei das Auge verhältnismäßig flach bleibt; es soll den Thieren von Nutzen sein, welche im Sande wühlen (*Limulus*), oder welche in Spalten und Löcher kriechen (*Vespa*), damit die sonst stark vorgequollenen Augen nicht durch die rauhe Umgebung geschädigt würden. Allein diese Erklärung kann nur auf specielle Fälle angewendet werden, genügt aber nicht, um die fast allgemeine Verbreitung der Erscheinung verständlich zu machen. Ungemein häufig kommt es vor, daß die randständigen Ommatidien auf der Corneafläche zwar senkrecht stehen, daß aber ihr Krystallkegel im weiteren Verlaufe nach innen oder nach außen gekrümmt ist. Diese Krümmung des Krystallkegels hat denselben Einfluß wie die Schiefstellung des Kegels, nur im verminderten Grade, wie man sich durch physikalische Analyse dieses Falles überzeugen kann.

## II.

Aus dem Erwähnten folgt, daß zur Erreichung einer bestimmten Krümmung sehr viele Mittel im zusammengesetzten Auge angewendet werden, namentlich wenn wir statt der sichtbaren die theoretische, physiologisch wichtige Sehfeldkrümmung betrachten. Ich werde jetzt versuchen die physiologischen Folgen der convexen Krümmung des zusammengesetzten Auges zu suchen; ich führe hier nur die Principien an und lasse alle speciellen Abweichungen außer Acht. Die einzige Hypothese, welche den folgenden Entwicklungen als Basis dient, ist, daß die Convexität der zusammengesetzten Augen physiologisch wichtig ist.

Da wir uns durch keinen Versuch überzeugen können, daß das zusammengesetzte Auge zur Perception eines ruhigen Bildes fähig ist, lasse ich diesbezügliche Betrachtungen außer Acht und stelle die Frage so: Der Reihenfolge äußerer Veränderungen entspricht eine Reihenfolge der Veränderungen auf der Retina; wie wird also die

<sup>7</sup> Physiol. d. facett. Auges 1891.

äußere objective Reihenfolge der Veränderungen durch die Convexität des Auges modificiert?

1) Die Projection jedes Punctes auf das zusammengesetzte Auge (auf dessen Retina) erhält man, wenn man den Punct mit dem Krümmungsmittelpuncte der Sehfeldkrümmung verbindet (wenn man ein Loth auf die Sehfeldfläche fällt). Der Leser möchte sich nach diesem — wohl selbstverständlichen — Princip das im Folgenden Angeführte construieren. Da die folgenden Sätze aus der Construction ohne Weiteres einleuchtend sind, will ich dieselben nicht besonders beweisen.

2) Bewegt sich ein Gegenstand mit constanter Geschwindigkeit in einer mit der Sehfeldfläche parallelen Linie, so entspricht derselben auf der Retina eine Reihe von isochronen Veränderungen (eine mit der Sehfeldfläche concentrische Fläche wird auf der Retina in jeder Richtung proportional verkleinert, aber nicht verzogen abgebildet).

3) Bewegt sich ein Gegenstand in einer anderen als concentrischen Bahn mit constanter Geschwindigkeit, so werden die Veränderungen auf der Retina heterochron; bewegt sich z. B. ein Punct von der Mitte des Auges auf einer seiner Tangenten mit constanter Geschwindigkeit fort, so ist die Zeitfolge der Veränderungen auf der Retina verspätet. (Anders ausgedrückt: Die Projection einer jeden mit der Sehfeldfläche nicht concentrischen Fläche auf diese selbst ist dieser Fläche unähnlich, verzogen<sup>8</sup>.)

4) Bewegt sich ein Punct in der Richtung eines Ommatidium von dem Auge weg, so wird diese Bewegung auch als Veränderung gesehen, welche darin besteht, daß das Bild des Punctes desto mehr Ommatidien trifft, je weiter von dem Auge der Punct kommt, denn es werden nicht nur die axialen, sondern bis zu einem bestimmten Grade auch die schief auf ein Ommatidium fallenden Strahlen percipiert<sup>9</sup>.

Aus diesen Sätzen, deren specielle Durchführung ich für diesmal dem Leser überlasse, folgt: Die Zeitfolge der Veränderungen auf der Retina des zusammengesetzten Auges hängt a) von der objectiven Zeitfolge dieser Veränderungen, b) von der räumlichen Anordnung derselben ab. Die für uns räumliche Anordnung der Veränderungen wird also im dioptrischen Apparat des zusammengesetzten Auges in eine ganz specifische zeitliche Folge umgewandelt. Ob dadurch für

<sup>8</sup> Etwas Ähnliches kommt bei unserem Auge vor: beobachten wir von der Nähe einen vorbeifliegenden Schnellzug, so scheint seine Bewegung, indem er sich nähert, beschleunigt, indem er sich entfernt, verlangsamt. Der Grund dieser Ähnlichkeit liegt darin, daß wir in diesem Falle auch eine kugelförmige convexe Sehfeldfläche besitzen, deren Centrum in den sich drehenden Halswirbeln (nicht im Auge) liegt.

<sup>9</sup> Vergleiche: Exner l. c. p. 23 u. A.

das zusammengesetzte Auge der Begriff des Raumes unnöthig gemacht wird, müßte erst speciell untersucht werden.

In concreto kommt es selbstverständlich nicht darauf an, ob ein Insect eine beschleunigte von einer verzögerten Bewegung unterscheidet, sondern die Frage muß umgekehrt werden: ob die Bewegungen (der Flug) der Insecten, bei welchen doch die Orientierung durch das Auge mithilft, durch die specifische Thätigkeit des Auges beeinflußt werden. Ob ein Zusammenhang zwischen dem Flug und dem Bau der zusammengesetzten Augen besteht, soll im dritten Abschnitte untersucht werden.

Hinsichtlich der Unterschiede in der Krümmung in verschiedenen Ebenen eines und desselben Auges, oder verschiedener Augen, kann noch hinzugefügt werden:

1) Je stärker die Krümmung, desto unähnlicher wird die Reihenfolge der objectiven und der retinalen Veränderungen; je geringer die Krümmung, desto geringer die Deformation der objectiven Veränderungen. Da bei großer Krümmung verhältnismäßig große (räumliche) Unterschiede nöthig sind, um empfunden zu werden, so folgt noch:

2) Je geringer die Krümmung, desto deutlicher ist ceteris paribus das Sehen.

3) Auf einem und demselben zusammengesetzten Auge pflegt die geringste Krümmung in der Mitte zu sein. In diesen Fällen ist also die Mitte des Auges der Ort des deutlichsten Sehens.

4) Sonst wird von einem Gegenstande die Veränderung in demjenigen Punkte am deutlichsten empfunden, der dem Auge am nächsten ist.

### III.

Ich werde jetzt auf einige Eigenthümlichkeiten in der Lebensweise der Arthropoden hinweisen, welche mir mit dem Bau des zusammengesetzten Auges zusammenzuhängen scheinen. Vergleichen wir den Flug der Insecten mit dem anderer Thiere, z. B. der Vögel, so tritt eine Eigenthümlichkeit desselben hervor. Alle Insecten, wenn sie nicht zu schwerfällig sind, fliegen unter bestimmten Bedingungen in eigenthümlichen, oft ganz unregelmäßigen, oft ganz charakteristischen Zickzacklinien.

Betrachten wir z. B. im Freien eine Hummel, so fliegt sie in der Höhe von einigen Metern über der Erde pfeilschnell und ziemlich gerade fort, bis sie sich irgendwo zu der Erde herabläßt. Dort angelangt, fliegt sie etwas langsamer einige Decimeter hoch, in einer bogenförmigen Bahn, an welcher übrigens nichts Characteristisches zu sehen ist. Wenn sie aber endlich eine Blüthe wahrnimmt, wird ihr Flug auf einmal ganz eigenthümlich: sie fliegt mehrmals, oft



ziemlich lange vor der Blüthe in der Art, als ob ihr Kopf mit der Blüthe durch einen Faden verbunden wäre; sie macht horizontale Bogen, welche etwas weniger als  $180^\circ$  betragen, dabei ist sie aber immer mit dem Kopfe gegen die Blüthe gekehrt, was namentlich an beiden Enden der pendelnden Bewegung sehr deutlich hervortritt.

Daß diese eigenthümlichen Bewegungen der Hummel mit dem Sehen, nicht mit dem Riechen derselben zusammenhängen, ist daraus zu ersehen, daß die Hummel dieselben Bewegungen vor einem Loche macht, in welches sie kriechen will. Wenn wir dann die Hummel auf irgend eine Art reizen, fliegt sie auf und macht dieselben pendelnden Bewegungen vor unserem Kopfe; daß sie dieselben macht um uns zu verjagen, wäre doch zu naiv zu glauben. Dasselbe kann man an der Biene, Wespe etc. sehr deutlich beobachten. Immer, wenn es sich um Besichtigung eines nahen Gegenstandes handelt, treten die pendelnden Bewegungen auf.

Bei den Fliegen sieht man den zickzackförmigen Flug immer, wenn sie sich in einem begrenzten Raume (im Zimmer, über einer Wiese, unter den Baumästen etc.) bewegen. Weniger regelmäßig, aber doch deutlich, kann man dieselbe Erscheinung bei den Käfern (*Telephorus*, *Melolontha*, *Agriotes* etc.) beobachten. In allen diesen Fällen ist die zickzackförmige Bahn horizontal (d. h. rechts-links in Bezug auf das Insect).

2) Betrachtet man an einem ganz ruhigen Abend die Ephemeren (namentlich die große *Heptagenia*), so sieht man, daß sie in einer Höhe von etwa 3—15 m eine sehr eigenthümlich zickzackförmige Bahn beschreiben, deren Ecken aber nach oben und nach unten gerichtet sind. Indem das Thier nach oben fliegt, richtet es den Kopf nach oben und schließt die beiden Cerci und die vorderen Füße zusammen; bald läßt es sich wieder herunter, mit dem Kopfe nach unten und mit ausgespreizten Cerci. Der Flug nach oben geschieht mit viel größerer Geschwindigkeit als der nach unten. Dabei paaren sich die Ephemeren; das Männchen überfällt sein Weibchen immer von unten.

Da die Ephemeren sehr empfindlich anemotropisch sind, ist ihr Flug im schwachen Wind in so weit gestört, daß alle mit dem Kopfe gegen den Wind gekehrt sind und nach oben und unten fliegend, den Körper immer horizontal halten. In ähnlichen zickzackförmigen, nach oben und unten gerichteten Linien fliegen auch die Libelluliden, wobei ihr Flug sehr elegant und viel präciser als bei den Ephemeren ist. In ähnlichen, wohl aber sehr schwerfälligen Linien fliegen auch die Tipuliden<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Anhangsweise kann hier auf das Schwebevermögen mancher Insecten hinge-

3) In einer Bahn, welche in mehreren Ebenen gekrümmt ist, fliegen auch sehr viele Insecten. Allgemein bekannt ist der etwa spiralförmige Flug der Culiciden, auch die Culiciden sind sehr empfindlich anemotropisch!), das Schwärmen der Phryganiden, der Flug der Lepidopteren im Allgemeinen und typisch der Flug der Microlepidopteren.

Ich bleibe für diesmal bei diesen allgemeinen Angaben und überlasse es vorläufig dem Leser, sich den Zusammenhang der erwähnten Eigenthümlichkeiten im Fluge der Insecten mit der Function der Augen selbst zu erklären; denn es ist unmöglich, in den Grenzen dieses kurzen Referates das Problem ausführlicher zu behandeln. Daß ein solcher Zusammenhang besteht, darüber kann kaum gezweifelt werden.

Die vorliegende Mittheilung kann in folgenden Worten kurz zusammengefaßt werden: Die Convexität der zusammengesetzten Augen ist ein typischer Character derselben, wird auf mehrere Arten erlangt, hat specielle physiologische Folgen, und die Variationen in ihrer Ausbildung stehen im Zusammenhange mit den Variationen im Fluge der Insecten.

#### 4. Diagnosen einiger neuer japanischer Landschnecken.

Von Paul Ehrmann, Leipzig.

eingeg. 10. Juni 1900.

Aus einem reichen Material japanischer Binnenschnecken, das mir gegenwärtig zur Bearbeitung vorliegt — es stammt zum größten Theil aus dem Museum der Universität Tokio —, seien vorläufig die conchologischen Diagnosen einiger charakteristischer Novitäten mitgetheilt. Die genauere Erörterung ihrer systematischen und zoogeographischen Stellung soll später folgen.

##### 1. *Plectotropis polyplecta* n. sp.

Testa latissime et perspectivice umbilicata, umbilico  $\frac{1}{3}$  baseos testae superante, valde depressa, subacute carinata, fusco-cornea, tenuis, striis membranaceis ciliiferis ornata, ciliis validis, in seriebus spirilibus regulariter ordinatis, quarum in anfractu ultimo 1—2 supra carinam longe denseque fimbriatam, 5—6 infra eandem, in basi testae,

wiesen werden, welchem eine ganz specielle Einrichtung im Bau des Körpers zu dienen pflegt, z. B. die langen vorderen Beine und die Cerci der Ephemeren. Beobachtet man eine gegen den Wind fliegende *Heptagenia*, so wird man unwillkürlich an die eigenthümlichen Structuren erinnert, welche C. Chun bei den in den Meerestiefen schwebenden Crustaceen beschrieben hat (C. Chun, Atlantis). Verschieden modificiert findet man diese Einrichtungen bei den Tipuliden, Musciden und Libelluliden.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Radl Em.

Artikel/Article: [Über die Krümmung der zusammengesetzten Arthropodenaugen. 372-379](#)