

vorn abgeschlossene Puppenwiege im Innern des Holzes. Das Larvenleben dauert sehr lange. Hierüber liegen ältere Literaturangaben vor. Die hier angestellten Versuche hatten den Zweck, zu untersuchen, ob sich die Käfer durch verschiedene Arten der Teerbedachung nach außen durcharbeiten und das Dach dadurch undicht machen, ferner sollte geprüft werden, ob Holz, das auf dem Landwege transportiert wurde, sich den Angriffen gegenüber anders verhält als gefloßtes Holz, und schließlich sollte auch die Generationsdauer festgestellt werden. Es ergab sich, daß die Käfer erst nach 3—11 Jahren aus den Versuchsbalken erschienen. Nachdem das Flugloch genagt ist, dauert es noch 5—7 Monate, bevor der Käfer, den man in demselben von Zeit zu Zeit beobachten kann, hervorkommt. Etwa 14 Tage nach dem Verlassen des Holzes sterben die Käfer nach erfolgter Fortpflanzung. Perris, der zuerst (Ann. Soc. Entomol. France. Ser. 3. Tom. 4. 1856. p. 440—486) hierüber berichtet, glaubt annehmen zu müssen, daß die Käfer sich fortpflanzen, ohne das Holz zu verlassen. Seine Angabe ist durch die angestellten Versuche nicht bestätigt worden. Es hätten dann die Reste von Käfern früherer Generationen sich in dem Holze befinden müssen. In den Versuchshölzern, die sorgfältig gespalten und untersucht wurden, sind weder Larvenhäute, noch Puppen, noch Reste der in dem Holze etwa verbliebenen und dort gestorbenen Käfer gefunden worden. Durch eine inzwischen begonnene neue Versuchsreihe soll die Lebensdauer und die Entwicklung einzelner Larven festgestellt werden, während seither nur von zahlreichen Larven besetzte, aus befallenem Balkenwerk entnommene Stücke zur Verfügung standen und andre den Käfern zur Fortpflanzung dargebotene Stücke möglichst stark mit Eiern belegt werden sollten.

Das langdauernde Larvenleben des *H. bajulus* ist nicht vereinzelt; es kommt auch bei *Molorchus minor* L. und bei der Wespengattung *Sirex* vor.

Der ausführliche Bericht über die Versuche ist inzwischen in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen Bd. 52. S. 65—89 erschienen.

### 3. Das rudimentäre Sehorgan eines Höhlendecapoden *Munidopsis polymorpha* Koelbel aus der Cueva de los Verdes auf der Insel Lanzarote.

Von W. Harms.

(Aus dem Zool. Institut d. Univ. Marburg a. d. L.)

(Mit 7 Figuren.)

Eingeg. am 12. Dezember 1919.

Bei allen im Dunkeln lebenden Tieren, wie Tiefseetieren, Höhlentieren usw., finden wir eine große Pigmentarmut, ja oft völlige Pigmentlosigkeit. Auch das Auge, welches ja besonders reichlich mit

Pigmentzellen versehen ist, macht davon keine Ausnahme. Hier geht aber die Reduktion noch weiter und ergreift auch die optischen Elemente, so daß Tiefsee- und Höhlentiere oft vollständig blind sind.

Höhlentiere kommen in allen Teilen der Erde vor, namentlich in den Wasseransammlungen, die in den oft sehr ausgedehnten Höhlen vorkommen. Besonders reichhaltig an Tieren sind die berühmte Adelsberger Grotte, die Grotten bei St. Kanzian und andre Höhlen des Karstgebirges, die Mammothöhle Nordamerikas usw. Von Wirbeltieren sind bisher nur der *Proteus anguineus* und eine Reihe von Fischen beobachtet worden, die wie die meisten Höhlentiere pigmentlose und rudimentäre Augen besitzen. Die Insekten (z. B. Höhlenkäfer und Heuschrecken) und Höhlenspinnen dagegen sind nicht abgeblaßt, dafür aber einförmig gefärbt. Besonders reich ist die Höhlenfauna an höheren und niederen Krebsen, die durchweg vollständig abgeblaßt und oft durchsichtig und blind sind, so z. B. die Höhlenflohkrebs ( *Niphargus puteanus* ) und Höhlenasseln ( *Asellus cavaticus* ) unter den niederen Krebsen. Von höheren Krebsen sind besonders eine Garnele ( *Troglocaris schmidti* Dorm.) in der Krainer Höhle und einige, unsern Flußkrebse verwandte amerikanische Formen, z. B. *Cambarus pellucidus*, bemerkenswert. Auch Schnecken, Oligochaeten und Turbellarien der Höhlen sind farblos.

Die von mir in der Cueva de los Verdes auf Lanzarote gefundene *M. polymorpha* Koelbel reiht sich diesen Decapoden an. Bemerkenswerterweise gehört der Krebs zu den Galatheiden, die nach den Untersuchungen von Doflein, Balss und v. Dobkiewicz je nach ihrem Vorkommen im Meere in den verschiedenen Tiefenregionen sich in ihrer Pigmentierung und Augenreduktion verschieden verhalten, worauf noch näher eingegangen werden soll.

Die Insel Lanzarote, auf der die Höhle sich befindet, gehört zum Kanarischen Archipel. Sie liegt zwischen den 25° 50' bis 29° 15' Breitengrad und dem 13° 26' bis 13° 53' Längengrad. Sie ist 58,5 km lang und 21,25 km breit. Auf die Höhle war ich durch einen englischen Reiseführer »Browns Madeira, Canary Islands and Azores, London 1910« aufmerksam geworden. Die Höhle befindet sich unter Lavagestein, aus dem die ganze Insel besteht. Sie liegt ungefähr 10 km nordöstlich eines ärmlichen Dörfchens Haria, 27,5 km von Arrecife, der Hauptstadt der Insel, und 6 km von einem an der Ostküste gelegenen Hafenorte Arrietta. Das Auffinden der Höhle ist ohne Führer kaum möglich, da ein eigentlicher Weg nicht dorthin führt und das Gehen auf dem heißen zerklüfteten Lavagestein außerordentlich beschwerlich ist. — Ich bediente mich, um an die Höhle zu gelangen, eines Kamels, das sehr geschickt über die Lava-

gesteine zu gehen vermag, indem es möglichst zwischen die mit Sand angefüllten kleinen Vertiefungen im Lavagestein tritt. Die Fortbewegung des Tieres ist allerdings sehr langsam, es macht 6 km in 2 Stunden.

Die Höhle soll die größte bekannte Lavagrotte der Erde sein. Nach Aussage der Einwohner hat sie früher als Zufluchtsstätte bei feindlichen Invasionen gedient. Mich interessierte besonders eine kleine Nebenhöhle, deren Eingang durch ein steil abfallendes geräumiges Gewölbe gebildet wird und deren Boden eine abschüssige Steinwand darstellt. Die Höhle selbst ist ein länglicher, sehr hoher Raum aus zerklüfteten Lavasteinen. Schon das Eindringen in die Höhle, wie auch das Bewegen in der Höhle selbst, ist durch die spitzen und scharfen Steine sehr erschwert. Mein Führer hat sich in nicht unerheblicher Weise beim Vorgehen am Bein verletzt.

Der Grund der Höhle ist mit sehr tiefem Wasser bedeckt, das dem Meerwasser in seiner Zusammensetzung ähnelt, auch im gewissen Grade der Ebbe und Flut folgt, so daß anzunehmen ist, daß es durch Felsspalten mit dem nahen, 6 km entfernten Meere in Verbindung steht. In der Mitte der Decke des Gewölbes ist neuerdings, nach Aussage der Inselbewohner, die Decke z. T. eingestürzt. Wann, ließ sich bei der Unwissenheit dieser Leute nicht feststellen. Die Einbruchöffnung ist zwar nicht sehr groß, immerhin dringt in der Mitte schon etwas diffuses Licht ein, so daß das Wasser hier einen eigenartig grünlich-schwarzen Schimmer bekommt. Die Einbruchstelle wird sich mit der Zeit allmählich erweitern, so daß der Höhlencharakter verloren gehen wird.

In dem vorerwähnten Reiseführer von Brown steht: »The writer has been told that there is a subterranean deposit of water somewhere in this neighbourhood (der Höhle, d. Verf.) in which there is a race of fish without eyes. So far he has not been able so verify the fact.«

Fische habe ich in der Höhle nicht auffinden können, auch erzählte mir mein Führer, der die Höhle gut kannte, wie auch andre Eingeborene, daß solche nicht vorhanden wären. Nun versteht der Engländer, selbst der gebildete, unter »fish« alles mögliche im Wasser lebende. Es ist möglich, daß eine Verwechslung mit den den Eingeborenen bekannten Krebsen (cray fish) vorgekommen ist, die tatsächlich vorhanden sind. Ein in Arrecife lebender Drogist, der Sammler war, hatte mir schon einige dieser Tiere verkauft. Er und ein ansässiger Schiffsagent hatten gerade dem Londoner Museum einige Stücke geliefert.

Die etwa 1—1½ cm langen Krebse sind leicht bei künstlicher Beleuchtung, in der Mitte der Höhle auch bei Tageslicht, zu erkennen.

Sie sind schlohweiß durchscheinend und heben sich dadurch gut von dem grünschwarzen Gesteingrunde ab. Sie sind allerdings schwer zu fangen, da sie meist in Felsspalten sitzen und sich bei der geringsten Beunruhigung des Wassers unter Gesteinen verkriechen. Mit großer Mühe ist es meinem Führer gelungen, 15 Stück zu fangen, die ich z. T. sofort in Flemmingscher Lösung, Zenker und Formol fixierte, oder lebend mit in mein Standquartier nahm, um sie noch genauer zu beobachten.

Nach der Bestimmung im Museum zu München handelt es sich um *Munidopsis polymorpha* Koelbel<sup>1</sup>. Die Gattung enthält sonst nur Tiefseeformen, während *M. polymorpha* bisher nur als Höhlenform ausschließlich von Lanzarote bekannt geworden ist. Sie wurde 1890 von Simony entdeckt und 1892 von Koelbel beschrieben.

Mit dem Planktonnetz fing ich dann noch einen zu den Mysiden gehörenden Krebs und einen kleinen Squilliden, die ebenfalls weiß und pigmentlos sind, aber noch wohlerhaltenes Augenpigment und wenige große, aber gut ausgeprägte Augenkeile haben; also Dämmerungsaugen besitzen. Weiter fing ich auch noch einen schlohweißen etwa 8 cm langen *Cestus veneris*.

Wie schon die lebende Untersuchung bei *M. polymorpha* Koelbel ergab, ist — wie der ganze Körper — auch das Auge pigmentlos. Auch Facetten ließen sich auf der Cornea nicht feststellen.

Da die Konservierung sich als eine ausgezeichnete erwies, so dürfte es nicht uninteressant sein, Näheres über den Bau dieses zum mindesten sehr rudimentären Auges zu erfahren, zumal v. Dobkiewicz 1912 auf Dofleins Anregung die Augen der Tiefseegalatheiden der Valdivia-Tiefsee-Expedition 1898—1899 und der ostafrikanischen Forschungsreise Dofleins 1904 untersucht hat. Auf die Feinheiten des histologischen Baues konnte v. Dobkiewicz nicht eingehen, da das Material für histologische Zwecke nicht konserviert war und seit 10 Jahren in Alkohol lag.

Vorliegende Untersuchung über die Augen von *M. polymorpha* Koelbel war schon im Juli 1914 nahezu beendet. Während der Kriegsjahre mußte die Arbeit liegen bleiben, so daß sie erst jetzt vollendet werden konnte. Wegen der jetzigen schlechten Publikationsverhältnisse wird sie ohne Tafeln und so gedrängt wie möglich veröffentlicht.

Die beiden Komplexaugen sind beim lebenden Krebse kaum aufzufinden, da das Tier vollständig weiß und durchscheinend ist. Die beiden Augenstiele stellen zwei kleine stumpfkegelförmige Erhebungen

<sup>1</sup> Die Bestimmung wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Balss, Zool. Sammlung des bayrisch. Staates vorgenommen, wofür ich meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

zu beiden Seiten des Rostrums dar (Fig. 1 *Au*), auf denen kappenförmig die Komplexaugen sitzen. Eine facettierte Cornea ist nicht festzustellen.

An Total- und Schnittpräparaten wurde nun dieses Auge genauer untersucht. Die Augenstielmuskeln, der Musculus oculi adductor (Fig. 2 *Moad*) und der Musculus oculi abductor sind beide wohl erhalten.

Die Cornea ist als solche rückgebildet. Die an ihrer Stelle liegende Chitinschicht ist unverhältnismäßig dick (Fig. 2 *Co*) und besteht aus drei Schichten, einer sehr dicht lamellierten Grundmembran,

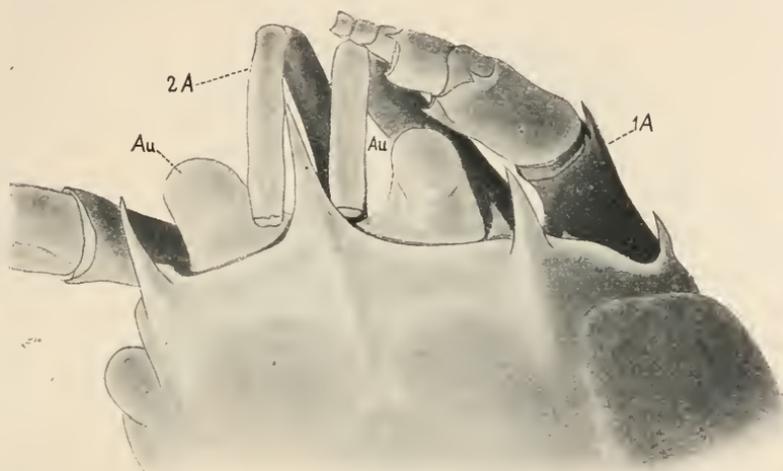


Fig. 1. Totalansicht des Kopfes von *M. polymorpha* von der Dorsalseite. *Au*, Augen; 1A, 1. Antenne; 2A, 2. Antenne.

einer darauf folgenden dicken homogenen Mittelschicht mit feinen Lamellen und einer mäßig starken Decklage, die alle in Figur 2 zu erkennen sind. Totalpräparate der mit Kalilauge ausgekochten reduzierten Cornea lassen manchmal in der centralen Partie eine netzartige unregelmäßige Felderung auf der Oberfläche erkennen; manchmal ist sie auch ganz glatt. Nie habe ich eine regelmäßige Facettierung erkennen können.

Ebenso wie die Cornea verschiedenartig differenziert sein kann, so sind auch demgemäß die Augenkeile, soweit noch solche nachweisbar sind, verschiedenartig im Bau.

In der Hauptsache lassen sich zwei Typen von Augen nachweisen, solche mit kernhaltigen Augenkeilen (s. Fig. 2 *Ak* und Fig. 5) und Augenkeile mit wenig Kernen, dafür aber noch mit scheinbaren

Resten von Kristallkegeln und spärlichen Rhabdomen (Fig. 3 *KrK* und *Rh*). Daneben gibt es aber auch Übergänge. Im ersteren Falle ist die Cornea noch wenigstens central netzartig strukturiert und sieht im Längsschnitt durch das Auge wellig aus (Fig. 2 *Co*). Im letzteren dagegen ist die Cornea vollständig glatt.

Einen Längsschnitt durch ein Auge mit kernhaltigen Schläuchen an Stelle der Augenkeile zeigt Figur 2. Die Schläuche (*Ak*) sind nur vereinzelt vorhanden, zwischen ihnen liegen scheinbar frühere Augenkeile, die einen faserigen spärlichen Inhalt zeigen. Die Schläuche enthalten ein homogenes Protoplasma mit oft 12—15 Kernen, Zell-

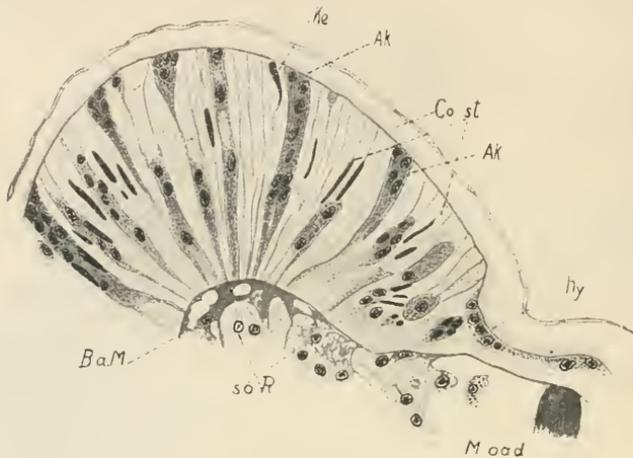


Fig. 2. Längsschnitt durch das Auge von *M. polymorpha* ( $\frac{3}{4}$  des ganzen Schnittes ist wiedergegeben). Stark rückgebildet. *Co*, frühere Cornea, *Ak*, kernhaltige Zellen-säulen, die Reste der Augenkeile; *Ke*, Kegelzellen (früher Irispigmentzellen?); *st*, stark lichtbrechende Stäbchen (Reste der Rhabdome oder Retinapigmentzellen?); *hy*, Hypodermis; *BaM*, Basalmembran; *soR*, subocularer Raum; *Moad*, Musculus oculi adductor. Vergr. Oc. 4. Obj. C.

grenzen sind nicht wahrzunehmen. In der der Basalmembran zugewandten Partie liegt im Centrum des Schlauches ein kurzer Spalt, der von einer festen Masse umhüllt ist, scheinbar das frühere Rhabdom. Zwischen den kernhaltigen Schläuchen liegen in den faserig degenerierten Keilen, lange ungefärbte, stark lichtbrechende, mit Heidenhain intensiv schwarz färbbare Stäbchen (*st*), die vielleicht Reste der früheren Retinapigmentzellen sind, da sie meist in der Grenze zweier benachbarter degenerierter Augenkeile liegen.

Eine Basalmembran ist immer gut ausgeprägt (Fig. 2—6 *BaM*); sie zeigt bei stärkerer Vergrößerung die typische Fensterung (Fig. 3 *BaM*).

Der zweite Augentyp, von dem in Figur 3 ein Teil eines Längsschnittes dargestellt ist, zeigt im Gegensatz zum eben beschriebenen

ersteren die Reste der perzipierenden und rezipierenden Reste der Augenkeile, während im ersteren nur Zellelemente enthalten waren. Die Augenkeile (*Ak*) machen einen überraschend leeren Eindruck. Sie sind an der distalen, der Cornea zugekehrten Partie vollkommen homogen. Einige zeigen langgestreckte Kegel in diesem Teil, die, an der Basis eingesenkt, ein stark lichtbrechendes Kügelchen zeigen, welches sich nicht wie der Kegel mit Heidenhain schwarz färbt. Dieser Kegel entspricht offenbar dem früheren Kristallkegel (Fig. 3 *KrK*).

An dem der Basalmembran zugekehrten Teil der Augenkeile ist die Struktur eine deutlich faserige. Die Fasern setzen sich durch die Fenster der Basalmembran in den subocularen Raum fort.

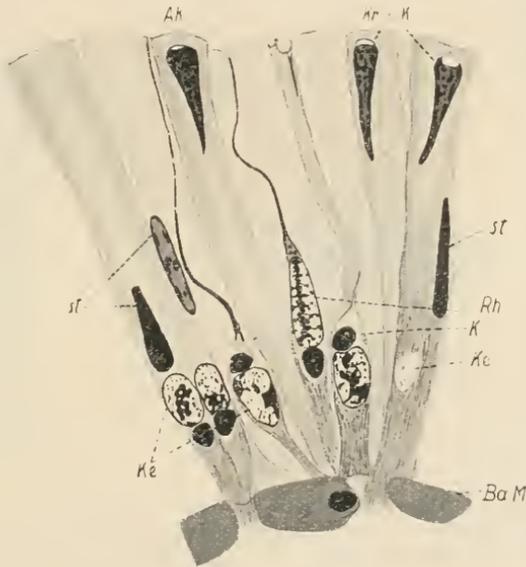


Fig. 3. Stark vergrößerter Teil eines Längsschnittes eines Auges von *M. polymorpha*. *Ak*, Augenkeile; *KrK*, Kristallkegel?; *st*, stark lichtbrechende Stäbchen; *Rh*, Rhabdom; *Ke*, Retinulakerne?; *K*, stark lichtbrechende und mit Heidenhain schwarz färbbare Körner; *BaM*, Basalmembran mit Fensterung. Vergr. Oc. 3. Hom. Imm. 1/12.

In einem der Augenkeile sieht man auch ein noch erkennbares Rhabdom (Fig. 3 *Rh*) als ein längliches Körperchen mit der typischen dendritenartigen Struktur. Das Rhabdom setzt sich nach der Cornea zu in einen stark färbaren axialen Faden fort. Dieser Faden ist auch in dem übernächsten linken Augenkeil zu erkennen; das Rhabdom ist hier nur angeschnitten. Ob es sich in dem 4., 7., 8. Augenkeil von rechts in der Figur um Rhabdomreste bezüglich der intensiv mit schwarzen Körnern und Fäden angefüllten ovalen Gebilde oder um Kerne handelt, läßt sich schwer sagen. Ich möchte

das erstere glauben, da im ersten Augenkeil ein zweifelloser Kern liegt, der aber viel blasser gefärbt ist als die Rhabdomreste. Die zwischen den Augenkeilen oder auf ihnen liegenden langen, stark färbaren Stäbchen sind auch hier vorhanden. Ich möchte sie für Retinulapigmentzellreste ansprechen.

Eigenartig sind auch die schwarzgefärbten Kugeln (*K*), die distal oder proximal dem Rhabdomen anliegen. Eine Deutung ist mir nicht möglich.

Den Bau der in Figur 3 schon erwähnten Kristallkegelreste (*KrK*) zeigt Figur 4 bei stärkerer Vergrößerung. Die Kegel laufen in einen spitzen Faden aus. Der Kegel selbst ist — mit Ausnahme der Partie, wo der Kern liegt — mit Heidenhain dunkelschwarz färbbar. Fast unmittelbar unter der Cornea, die

Fig. 4.

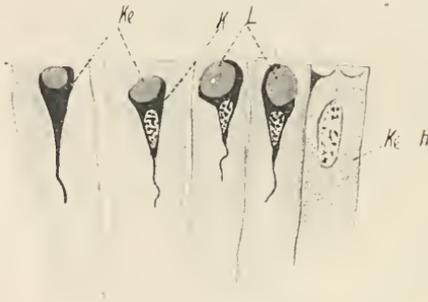


Fig. 5.

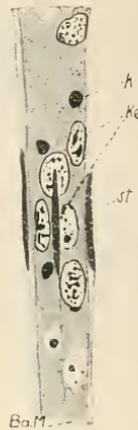


Fig. 4. Längsschnitte durch distale Teile von Augenkeilen (Cornea nicht mit gezeichnet). *Ke*, Kegelzellen (früher Kristallkegel?); *K*, Kern der Kegelzellen; *L*, lichtbrechender distaler Einschuß; *Ke h*, kernhaltiger Augenkeil. Vergr. Oc. 4. Hom. Imm. 1/12.

Fig. 5. Längsschnitt durch einen kernhaltigen Augenteil ohne Kristallkegel und Rhabdom. *Ke*, Kerne; *K*, stark lichtbrechende, mit Heidenhain schwarz färbbare Körner; *BaM*, Basalmembran; *st*, stark lichtbrechende Stäbchen (Reste der Retinulazellen). Vergr. Oc. 4. Obj. C.

nicht mit gezeichnet ist, liegt, in die Kegelbasis eingebettet, ein ovaler bis kreisrunder lichtbrechender Körper, der auch bei Heidenhain-scher Färbung nur wenig gelb wird. In der Mitte oder mehr seitlich findet sich oft ein heller bläschenartiger Einschuß. Augenkeile mit solchen Kegelzellen können mit kernhaltigen Keilen abwechseln, wie ein solcher rechts in der Figur 4 liegt.

Einen typischen kernhaltigen Schlauch (reduzierten Augenkeil) zeigt Figur 5. An der der Cornea zugekehrten Seite liegen halbkugelförmige helle Einschlüsse im Plasma, die auch in Figur 4 in

dem kernhaltigen Schlauch zu sehen sind. Die Kerne sind unregelmäßig im Plasma des Schlauches verstreut. Das Plasma hat eine körnige Struktur; Zellgrenzen sind auch bei stärkerer Vergrößerung nicht zu erkennen. Dagegen befindet sich im letzten Drittel nach der Basalmembran zu ein dünner Faden, der oft auch eine dünne Spalte erkennen läßt.

Zu beiden Seiten der Mitte des Augenkeils und ihm aufliegend, sieht man wieder die schon mehrfach erwähnten Stäbchen, die ich nur für den Rest einer Retinulapigmentzelle halten kann.

Nur in einem Falle ist es mir gelungen einen Augenkeil aufzufinden, der noch in den Hauptzügen die typischen Elemente aufweist; er ist in Figur 6 dargestellt. In der der Cornea zugewandten Seite erkennt man deutlich drei von den vier Kristallkegelzellen, die beiden seitlichen mit Kernen (*Ke*). Der darunter gelegene Kristallkegel ist stärker gefärbt und daher leicht zu erkennen (*Ky*). Ein heller Achsenfaden durchzieht den ganzen Keil von der Spitze des Kegels an bis zur Basalmembran.

In der Mitte des Kegels liegen zwei unregelmäßig gestaltete Stäbchen, die ungefärbt stark lichtbrechend, mit Heidenhainfärbung aber dunkel erscheinen; sie müssen wohl reduzierte Teile des Rhabdoms sein. In dem angeschnittenen Rhabdom rechts sieht man sie ebenfalls, sie haben an ihrer Spitze noch ein kleines Knöpfchen. Nach der Basalmembran zu liegen lamellenförmig geschichtete Platten, die am ersten mit Rhabdomeren zu vergleichen sind.

Um noch einen genaueren Einblick in das reduzierte Auge zu bekommen, wurden Querschnitte durch ein Auge angefertigt, das in seinem Bau etwa dem in Fig. 3 dargestellten entspricht. Sechs typische aufeinanderfolgende Querschnitte werden uns das Weitere erläutern.

Bei einem normalen Decapodenaugen besitzt jeder Augenkeil unter der Cornea zwei rechtwinkelige dreieckige Corneazellen, die zusammengesetzt ein Quadrat ergeben. Bei unsrer Form lassen sich Corneazellen oft überhaupt nicht, oft nur ganz vereinzelt nachweisen. Bei weiteren Querschnitten durch einen normalen Augenkeil treffen wir dann auf die vier fast quadratischen Kristallkegelzellen, die



Fig. 6. Längsschnitt durch zwei noch teilweise wenig reduzierte Augenkeile. *Ky*, Kristallkegel; *Ke*, Kerne derselben; *Rh*, Rhabdome (?); *BaM*, Basalmembran. Vergr. Oc. 4. Obj. E.

zusammen wieder zu einem Quadrat zusammengefügt sind. Darauf kommen die gleichgestalteten Kristallzellen, die den im Querschnitt quadratischen Kristallkegel bilden; dem an zwei gegenüberliegenden Ecken je eine Hauptpigmentzelle anliegt. Weiter basalwärts folgen dann die sieben Retinulazellen, die in sich das scheinbar vierteilige Rhabdom einschließen. Die Querschnitte ergeben also außerordentlich regelmäßige geometrische Figuren.

Anders bei den reduzierten Augen von *M. polymorpha* Koelbel.

Wie wir schon an den Längsschnitten gesehen hatten, sind nur wenige Augenkeile noch so weit erhalten, daß die wesentlichen Ele-

Fig. 7a.

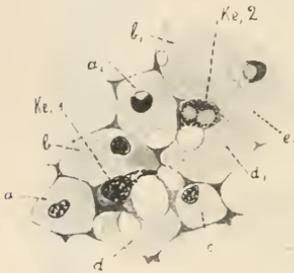


Fig. 7b.

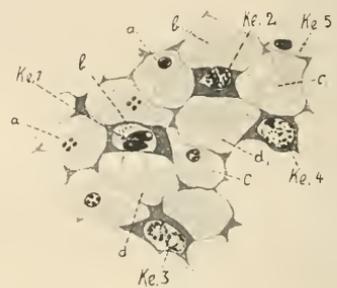


Fig. 7a—f. Aufeinanderfolgende Querschnitte durch ein stark reduziertes Auge; etwa Figur 3 entsprechend.

Fig. 7a. Schnitt unmittelbar unter der früheren Cornea gelegen. *Ke 1, 2*, Kegelzellen (Kristallkegel?); 1 und 2 mit je vier anliegenden Zellen *a, b, c, d* und *a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>, d<sub>1</sub>*, davon *a, b, c* mit kernähnlichen Einschlüssen, die sich im nächsten Schnitt in Quartette auflösen (Fig 7b). Die Zelle *a<sub>1</sub>* mit stark färbbarer Kappe, die einen lichtbrechenden Körper enthält (siehe *L*, lichtbrechende distale Einschlüsse, Fig. 4).

Fig. 7b. *Ke 1, 2*, Kegelzellen (Kristallkegel) rechteckig; *Ke* enthält neben dem angeschnittenen Kern zwei stark färbbare Einschlüsse, *Ke 2* einen Kern; *Ke 3* und *Ke 5* weitere Kegelzellen angeschnitten. Die Zellen *a, b, c* enthalten Quartette.

mente eines Omma in ihnen noch zu erkennen sind. Außerdem sind die Augenkeile plumpe, unregelmäßige Säulen, die zudem sehr kurz sind, während normalerweise sehr lange dünne und regelmäßig gebaute Keile vorkommen.

Vermutlich ist in den Schnitten Figur 7(a—f) jeder Zellkomplex einmal ein Augenkeil gewesen. Aber nur zwischen vier Keilen hat sich ein Augenkeil etwas länger erhalten. Sehen wir uns den Schnitt 7a an, der unmittelbar unter der Cuticula (früher Cornea) liegt, so bemerken wir in *Ke 1* und *2* zwei unregelmäßig winkelige, stärker färbbare Elemente, die von je vier Zellen umgeben werden, *a—d* und *a<sub>1</sub>—d<sub>1</sub>*. Auf den weiteren Schnitten kommen dann noch die Augenkeilreste

*Ke*3—7 hinzu. Bei diesen sind aber manchmal die umgebenden Zellen andern zugleich benachbart, z. B. gehören  $e_1$  und  $d_1$  auch *Ke*4 an,  $e_1$  auch *Ke*5 usw.

Betrachten wir nun nacheinander die verschieden stark reduzierten Augenkeile. Am besten erhalten ist noch *Ke*6 (Fig. 7c—f). In Fig. 7c bemerken wir vier Zellen, die in der Mitte einen lichtbrechenden geformten Einschuß haben. Die vier Zellen sind offenbar die vier Kristallkegelzellen, der Einschuß der Rest des Kristallkegels. Die die Zellen umgebende harte Masse wäre vielleicht als Haupt-

Fig. 7c.

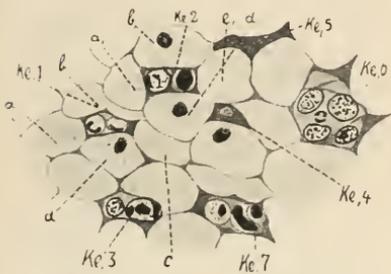


Fig. 7d.

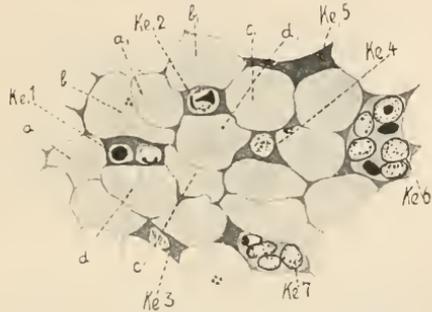


Fig. 7c. Bezeichnung wie b, rechts noch ein weiterer Kristallkegel angeschnitten. *Ke*6 mit vier Kernen, die auf die normalen vier Kristallkegelzellen hindeuten. Central ein stark lichtbrechender Körper, der auch in *Ke*1 und *Ke*4 zu sehen ist. Fig. 7d. Etwas tieferer Schnitt mit einem weiteren Kristallkegel *Ke*7 mit drei Kernen und lichtbrechendem Einschuß. In *Ke*5 fünf Kerne sichtbar, vielleicht Retinulakerne.

pigmentzellrest zu deuten. Auf den folgenden Schnitten nimmt nun diese Masse an Ausdehnung zu. Die in Fig. 7d dargestellten 5 Kerne gehören vielleicht Retinulazellen an, während die beiden schwarzen ovalen Körper Reste des Rhabdoms wären. Im nächsten Schnitt haben die Kerne bis auf einen abgenommen, dafür treten jetzt aber zwei ovale Körper auf, die stark schwarz färbbare Einschlüsse bergen, die dann vermehrt noch in Fig. 7f auftreten. Ob diese auch als Reste des Rhabdoms zu deuten sind, vermag ich nicht zu sagen.

Schon etwas weiter reduziert ist *Ke*7, Fig. 7c—f. In Fig. 7c ist noch ein Kern einer Kristallkegelzelle zu erkennen, daneben schwarz gefärbte Reste des Kristallkegels. Im weiteren Schnitt 7d sind scheinbar drei Retinulazellkerne getroffen und ein Rest des Rhabdoms (?), das sich bis in Fig. 7f verfolgen läßt.

Viel weiter reduziert sind nun die übrigen Augenkeile *Ke*1—5. Namentlich von *Ke*5 ist kaum noch etwas von den wesentlichen perzipierenden und rezipierenden Elementen erhalten.

In einigen von den Augenkeilen treffen wir auch die bei den Längsschnitten beschriebenen Kegelzellen wieder, die deutlich den lichtbrechenden, nicht färbbaren, kugelförmigen Einschluß direkt unter der Cuticula aufweisen. In Figur 7a sieht man in *Ke2* zwei solcher Einschlüsse, ebenso einen in *Ke7*, Fig. 7d. An den übrigen umgrenzten Gebilden *a* *d* und *a*<sub>1</sub>—*d*<sub>1</sub> ist nur bemerkenswert, daß sie ein sehr lockeres körniges Plasma haben, in dem die verschiedensten Einschlüsse anzutreffen sind. Besonders charakteristisch sind die in

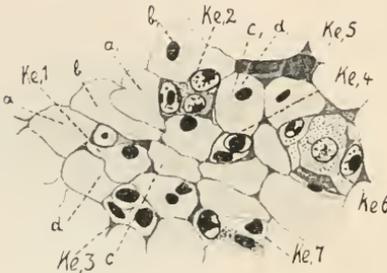


Fig. 7e. Bezeichnung wie d. In den Zellen *a*<sub>1</sub>, *b*<sub>1</sub>, *c*<sub>1</sub>, *d*<sub>1</sub> stark lichtbrechende, schwarz gefärbte Einschlüsse, die dem lichtbrechenden Stäbchen *st* in Fig. 5 entsprechen.

auf, die in der Einzahl oder zuzweit in einer Zelle liegen.

Wir haben nun bei *M. polymorpha* Koelbel ein Auge kennen gelernt, das nicht nur individuell verschiedenartig gebaut ist, sondern auch in der verschieden weiten Reduzierung seiner Augenkeile eigenartige Verhältnisse aufweist.

Zum eigentlichen Sehen ist das Organ wohl kaum noch geeignet, da man sich nicht vorstellen kann, wie ein Bild in diesem Torso von Augenelementen zustande kommen soll; wohl aber könnte das Auge nach Art niederer Tiere gewisse Helligkeitsgrade perzipieren, da ja die Höhle durch den kleinen Einbruch der Decke nicht mehr vollständig dunkel ist. Hierfür kämen vielleicht die Kegelzellen mit ihrem linsenartigen Einschluß in Betracht, die fast den Bau einer äußerst primitiven Sehzelle bei einfachen Augen wiederholen.

Einige Worte bleiben jetzt noch über den Vergleich mit andern genauer, auch histologisch, untersuchten Formen der Tiefseegalatheiden von v. Dobkiewicz und den Macruren von Doflein und Dohrn zu sagen übrig.

v. Dobkiewicz unterscheidet:

Einschlüsse in der Zelle *a* und *b* oval gestaltet mit stark gefärbten Körnchen, so daß man sie für Kerne halten könnte. Auf dem folgenden Schnitt sind indessen in *a*, *b* und *d* nur 4 zu einem Quartett vereinte Körnchen vorhanden, die in *b* nicht einmal mehr von einer Membran umhüllt sind. Weiter nach

der Basalmembran zu, namentlich in Schnitt 7e—f,

treten dann homogen dunkel

gefärbte, ovale Einschlüsse

auf, die in der Einzahl oder zuzweit in einer Zelle liegen.

Wir haben nun bei *M. polymorpha* Koelbel ein Auge kennen gelernt,

das nicht nur individuell verschiedenartig gebaut ist, sondern auch

in der verschieden weiten Reduzierung seiner Augenkeile eigenartige

Verhältnisse aufweist.

Zum eigentlichen Sehen ist das Organ wohl kaum noch geeignet,

da man sich nicht vorstellen kann, wie ein Bild in diesem Torso von

Augenelementen zustande kommen soll; wohl aber könnte das Auge

nach Art niederer Tiere gewisse Helligkeitsgrade perzipieren, da ja

die Höhle durch den kleinen Einbruch der Decke nicht mehr voll-

ständig dunkel ist. Hierfür kämen vielleicht die Kegelzellen mit

ihrem linsenartigen Einschluß in Betracht, die fast den Bau einer

äußerst primitiven Sehzelle bei einfachen Augen wiederholen.

Einige Worte bleiben jetzt noch über den Vergleich mit andern

genauer, auch histologisch, untersuchten Formen der Tiefseegalatheiden

von v. Dobkiewicz und den Macruren von Doflein und Dohrn

zu sagen übrig.

v. Dobkiewicz unterscheidet:

1) Typische Dämmerungsaugen mit übermäßig starker Ausbildung der Corneafacettenregion, große Zahl der überlangen Augenkeile, dünne Cornea, starke Entwicklung des Ganglia optica und große Beweglichkeit des Augenstieles.

2) Augen aus aphotischen Regionen, teils mit Pigment (*Munida microphtalma* M. Edw.) und geringer Zahl der Augenkeile, kurze breite Kristallkegel, Verkümmern der ersten Ganglia optica und verringerte Beweglichkeit des Augenstieles, teils ohne Pigment. Die Augen ohne Pigment, z. B. *Munidopsis tridentata* Esmark, und *subchelata* v. Dobkiewicz, zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Sehelemente verschieden stark reduziert sind. v. Dobkiewicz spricht von rückgebildeten Augen, bei denen die Augenkeile spärlich, aber noch oft in einigen Teilen als solche zu erkennen sind und umgebildete Augen, bei denen die photorezeptorischen Teile rückgebildet und der Augenstiel die Form eines Dornes angenommen hat, an dem sich zahlreiche Sinneshaare befinden, so daß also ein Funktionswechsel der Augen eingetreten ist.

Während bei den rückgebildeten Augen wenigstens noch die vier typischen Ganglien, wenn oft auch rudimentär und verschmolzen, aufzufinden sind, lassen sie sich bei den umgebildeten Augen entweder nicht mehr nachweisen, wie bei *Munidopsis hertissima* v. Dobk., oder es ist nur ein ganz kleines Ganglion im Nervenstrang nachweisbar, wie es bei *Munidopsis subchelata* der Fall ist. Die Membrana fenestrata fehlt hier bei beiden letzten Formen vollständig.

Ähnlich sind die älteren Befunde Dofleins an Tiefseekrabben. Auch hier gibt es Augen, bei denen Rückbildung der optischen Elemente mit Pigmentverlust einhergeht. Ebenso ist eine Rückbildung der Ganglia optica zu konstatieren. Besonders interessant ist *Cycloporippe uncifera*, die sich verschieden, je nach ihrem Vorkommen, in verschiedenen Tiefen verhält. Bei der Form aus 700 m Tiefe ist die Cuticula, die statt der Cornea vorhanden ist, sehr dick, ähnlich wie bei der von mir beschriebenen Höhlenform. Es sind keine Facetten mehr vorhanden. An diese dicke Cuticula setzen sich nun in ganz geringer Anzahl die kümmerlichen Reste der Augenkeile an.

Letztere bestehen nur aus Rhabdomteilen, während die Kristallkegelzellen winzig sind. Der Ganglienkomplex ist noch vollständig,

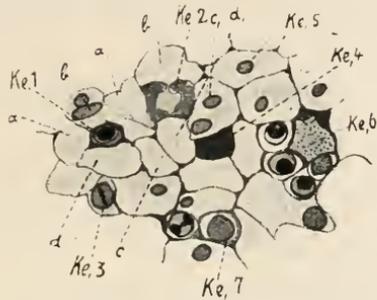


Fig. 7f. Querschnitt durch die Augenkeile nahe der Basalmembran. Bezeichnung wie oben.

wenn auch an den beiden distalen Ganglien Vereinfachung nachzuweisen ist. Andererseits hat *Cyclodorippe uncifera* aus 50 m Tiefe ein ganz normales Auge.

Die extremste Rückbildung bei den Krabben fand Doflein bei *Cymonomus granulatus* (Dorm.) aus großen Tiefen, wo umgebildete Augen im Sinne von v. Dobkiewicz vorhanden sind, die nur Tasthaare tragen, aber keine optischen Elemente mehr enthalten. Bei einem Exemplar aus mittleren Tiefen dagegen waren noch eine nicht facettierte Cornea und Rhabdomreste vorhanden.

Die Rudimentierung des Auges kann also von der Tiefe, in der das Tier lebt, und damit von dem teilweisen oder gänzlichen Mangel an Licht abhängen.

Bemerkenswert ist, daß die Embryonen der Tiefseeform von *Cyclodorippe uncifera* nach Doflein noch gut erhaltene Augen haben. Auch bei den Höhlencrustern *Troglocaris schmidti* ist das der Fall. Die angelegten Augen bilden sich also immer von neuem unter dem Einfluß des Lichtmangels zurück. Umgekehrt konnte Kammerer zeigen, daß der blinde Grottenolm durch Lichtentwicklung wieder normale Augen bekommen kann.

Bei der Höhlenform *M. polymorpha* Koelbel finden wir merkwürdigerweise verschieden ausgeprägte rudimentäre Augen. Der Bau des Auges erinnert an die stark rückgebildeten Formen von v. Dobkiewicz, z. B. *Munidopsis subchelata*, nur daß bei meiner Form keine Tasthaare vorhanden sind. Die Rückbildung der Ganglien ist bei *M. polymorpha* K. viel weiter gegangen als bei *Munidopsis subchelata*. Bei letzterer Form bilden die optischen Ganglien eine in der Mitte des Augenstieles im Nerven gelegene winzige Masse; bei ersterer ist ebenfalls nur noch ein ganz kleiner Ganglienrest innerhalb der Augennerven vorhanden. Dieses Ganglion liegt aber basal vom Augenstiel.

Wir haben also bei Tiefsee- und Höhlengalatheiden dieselben Rückbildungserscheinungen der Augen; in beiden Fällen durch den Mangel an Licht hervorgerufen.

Die Ausbildung der Kegelezellen mit Linse in den Augen von *M. polymorpha* Koelbel ist vielleicht eine Anpassung an die diffuse Lichtquelle, die durch den Deckeneinsturz der Höhle hereinströmt, so daß Helligkeitswerte wahrgenommen werden können.

Die wieder einsetzende geringe Beleuchtung der Höhle hätte also aus den rudimentären optischen Augenkeilresten wieder eine Ausbildung von phylogenetisch niedriger stehenden lichtrezeptorischen Elementen angeregt.

## Literaturverzeichnis.

- 1) Bernhards, H., Der Bau des Komplexauges von *Astacus fluviatilis* (*Potamobius astacus* L.). Z. f. wiss. Zool. Bd. CXVI. 1915.
- 2) Calman, W. T., On *M. polymorpha* Koelbel, a cave dwelling marine Crustacean from the Canary Islands. Annals and Magazine of nat. hist. Ser. VII. Bd. XIV.
- 3) Dobkiewicz, v., Über die Augen der Tiefseegalatheiden. Z. f. wiss. Zool. Bd. 99. 1912.
- 4) Doflein F., Die Augen der Tiefseekrabben. Biol. Centralbl. Bd. XXIII. 1903.
- 5) — *Brachyura*. Ergeb. d. deutsch. Tiefseexp. Bd. VI. 1904.
- 6) Doflein und Balss, Galatheiden der Valdivia-Expedition. Ergeb. d. Valdivia. Bd. XX.
- 7) Dohrn, R., Über die Augen einiger Tiefseemacuren. Diss. Marburg. 1908.
- 8) Hamann, O., Europäische Höhlenfauna. Jena 1896.
- 9) Hesse-Doflein, Tierbau und Tierleben. Bd. 2. Das Tier als Glied des Naturganzen. Leipzig und Berlin 1914.
- 10) Koelbel, K., Beiträge zur Kenntnis der Crustaceen der Kanarischen Inseln. Annal. d. Hofmus. Wien. Bd. VII. 1892.

4. Psyllidologica VI<sup>1</sup>.

Von Dr. Günther Enderlein, Berlin.

(Mit 2 Figuren.)

Eingeg. 22. November 1919.

Eine Reihe Notizen über Psylliden, zum Teil auch über selbstgesammelte einheimische Formen, mache ich nachstehend bekannt.

Subfam. *Aphalarinae*.

*Syncoptozus* Enderl. 1918.

Typus: *S. maculipennis* Enderl. 1918, Südbrasilien.

Hierher gehört wahrscheinlich: *Pauropsylla brevicephala* Crawf. 1915 von Mindanao.

*Pauropsylla* Rübs. 1899.

Typus: *P. udei* Rübs. 1899, Sumatra.

Pterostigma fehlt. Freier Radialstamm kurz. Media und Cubitus mit ziemlich kurzem Stiel. Mediagabel und Cubitalgabel sehr kurz, Stiele sehr lang, viel länger als die Gabeln.

Hierher gehört noch z. B.: *P. bakeri* (Crawf. 1915), Philippinen (Luzon), *P. obscura* (Crawf. 1912). Indien.

*Pelmatobrachia* nov. gen.

Typus: *P. spondiasae* (Crawf. 1915) Ceylon.

*Pauropsylla* p. p. Crawford, Philippine Journ. sci. X. 1915. p. 260. Taf. 1. Fig. g.

Unterschied von *Pauropsylla*: Cubitalgabelstiel viel kürzer als cu<sub>2</sub>.

<sup>1</sup> Psyllidologica V. findet sich in Zool. Jahrb. Syst. 1918. Bd. 41. S. 479 bis 486. Taf. 7 und 7 Abbildungen im Text.

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

Artikel/Article: [Das rudimentäre Sehorgan eines Höhlendecapoden \*Munidopsis polymorpha\* Koelbel aus der Cueva de los Verdes auf der Insel Lanzarote. 101-115](#)