

Untersuchungen über den Bau der Ocellen der Insekten.

Von

W. Redikorzew.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit Tafel XXXIX—XL und 7 Figuren im Text.

Das Studium der Litteratur, welche über die Ocellen der Insekten vorliegt, zeigt, dass dieses Thema schon lange die Aufmerksamkeit einer Reihe Forscher auf sich lenkte; nichtsdestoweniger blieb der Gegenstand bis jetzt verhältnismäßig wenig bearbeitet. Ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich diese Thatsache vor Allem den Schwierigkeiten, rein technischer Natur, zuschreibe, welche der Erforschung dieser Organe oft kaum überwindbare Hindernisse entgegenseetzen. Alle, die sich mit Arthropoden beschäftigten, wissen, welche Mühe die Anfertigung einer Schnittserie häufig bereitet, wegen der oft so dicken Cuticula. Wenn wir uns zur vorhandenen Litteratur über die Ocellen wenden, so fällt auf, dass die Mehrzahl der Arbeiten sich mit Arthropoden beschäftigten, die eine verhältnismäßig dünne und weiche Cuticula besitzen (Arachnoidea, Coleopterenlarven) oder mit solchen, welche einer periodischen Häutung unterworfen sind, und daher zu gewissen Zeiten ebenfalls neugebildete weiche Cuticula besitzen (außer den ebenerwähnten, Raupen, Crustacea, Myriapoda etc.). Das Imagostadium der Insekten wurde am seltensten untersucht, wesshalb wir hierüber die spärlichsten und ungenügendsten Angaben erhielten. So erwähnt z. B. GRENACHER in seinem großen Werk (1879) oft, dass ihm dieser oder jener Schnitt misslang, dass er nicht im Stande war Manches auf ihm zu beobachten und desshalb genöthigt war, Mancherlei zu schematisiren und zu kombiniren, was auch aus seinen Zeichnungen genügend ersehen werden kann, welche — abgesehen von all' ihren Vorzügen — etwas schematisirt sind.

Die Cuticula wird bekanntlich nur von wenigen chemischen Reagentien angegriffen und die Behandlung erfordert äußerste Vorsicht, weil beim Eindringen der Flüssigkeit ins Innere (durch natürliche oder künstliche Öffnungen) alle Weichtheile rasch zerstört werden. In den meisten Fällen erschwert das Vorhandensein sehr dicker Chitinlinsen die Anfertigung der Schnitte noch mehr.

Die vorstehenden Erwägungen, aus denen folgt, dass noch mancherlei Zweifel über den Bau der Insektenocellen bestehen und ein erneutes Studium auf diesem Gebiet nicht unerwünscht sein dürfte, veranlassten mich, auf den Rath meines Lehrers Prof. BÜTSCHLI, zu versuchen, den Gegenstand noch einmal zu untersuchen.

Herrn Prof. BÜTSCHLI sage ich bei dieser Gelegenheit meinen tiefsten Dank für seine stete Mithilfe und Kontrolle bei der Bearbeitung dieses Themas; auch Herrn Prof. SCHUBERG bin ich, besonders für seine werthvollen technischen Anweisungen, zum Dank verpflichtet. Ich halte es ferner für meine Pflicht an dieser Stelle Herrn H. BITZEL (in Lützensachsen) meinen Dank auszusprechen für die Lieferung des reichen Materials von Bienenpuppen.

Als Material für vorliegende Arbeit dienten mir ausschließlich die Ocellen von Insekten. Leider war der Sommer 1899 sehr regnerisch, wesshalb ich nur über spärliches Material verfügte. Die gesammelten Insekten wurden dekapitirt und in frischem Zustand konservirt; als Konservierungsflüssigkeiten dienten: 1) Pikrinschwefelsäure, 2) Pikrinessigsäure, 3) Chromessigsäure (nach FLEMMING: 1% Chromsäure 70 cc, Eisessig 5 cc und Wasser 90 cc), 4) konzentrirte Sublimatlösung, 5) konzentrirte Sublimatlösung mit 2% Essigsäure, 6) Platinchloridchromsäure (nach MERKEL: 1% Chromsäure 100 cc, 1% Platinchlorid 100 cc, Wasser 600 cc). Als die besten ergaben sich die 1, 2, 4 und 5 dieser Flüssigkeiten. Was die Platinchloridchromsäure betrifft, so verwirklichte sie nicht die Hoffnungen, welche ich an sie knüpfte, da diese Flüssigkeit von GRENACHER besonders warm empfohlen wird. Die konservirten Objekte wurden ausgewaschen und in 70%igem Alkohol aufbewahrt; später in Paraffin eingebettet und nach verschiedenen Richtungen in Schnitte zerlegt. Die eigenthümliche Anordnung der Ocellen am Kopfe des Insektes (siehe darüber unten) erschwerte die sichere Orientirung der Schnitte. Die genauesten Medianschnitte des mittleren Ocellus wurden auf Sagittalschnitten durch den Kopf erhalten. In manchen Fällen sind Querschnitte durch den Ocellus besonders entscheidend für gewisse Fragen. Das Vorhandensein der harten Cuticula erlaubte nicht die Schnitte dünner als

10 μ zu machen, wenn es sich darum handelte, eine vollständige Serie zu bekommen. Die Bienenpuppen, welche eine sehr dünne Cuticula besitzen, wurden dagegen 5 μ und selbst dünner geschnitten.

Da die weitere Behandlung und Färbung der Präparate in der Regel nicht von den üblichen Methoden abwich, so gehe ich nicht genauer hierauf ein; nur eine, anscheinend nicht oft verwendete, Färbung will ich erwähnen, welche sehr gute Resultate ergab. Es ist dies die, namentlich von MAURICE und SCHULGIN (*Embryogénie de l'Amaroeicum proliferum*, *Annales des Sciences naturelles*, 6. Série, T. XVII, pp. 6—7) empfohlene Kombination von Boraxkarmin und Bleu de Lyon. Das Objekt wurde 24 Stunden lang in toto in Boraxkarmin auf dem Wärmeschränk (ca. 45°) gefärbt und dann 1—2 Stunden mit 1 %iger Salzsäure extrahiert. Hierauf wurde in gewöhnlicher Weise eingebettet und geschnitten; die Färbung mit Bleu de Lyon wurde dann auf dem Objektträger vorgenommen und die Schnitte mit Wasser aufgeklebt, um die Mitfärbung des Klebstoffes zu vermeiden. Bleu de Lyon verwendete ich in sehr schwacher Lösung (1/4 % in 70%igem Alkohol) und ließ das Präparat nicht länger als 1—2 Minuten darin. In dieser Weise wurde eine vorzügliche Doppelfärbung erreicht. Nach Extrahirung des Boraxkarmins blieben nur die Kerne gefärbt; die Nervenfasern und Stäbchen färbten sich stets sehr intensiv blau; das Plasma der Zellen färbte sich ebenfalls blau, aber nicht so stark, so dass die Stäbchen und Nerven immerhin deutlich hervortraten. Die Cuticula ist in ihren älteren Partien immer mit Boraxkarmin roth, — in jung abgelagerten dagegen von Bleu de Lyon blau gefärbt.

Als Macerationsflüssigkeiten habe ich bei gelegentlichen Versuchen, die histologischen Elemente der Ocellen zu isoliren, folgende Flüssigkeiten verwendet: Kochsalzlösung mit 1/5 % Essigsäure (auf dem Wärmeschränk); 0,005 % Chromsäure (in geringer Quantität, so dass das Objekt mit der Flüssigkeit nur bedeckt war); ganz schwachen Alkohol (10%); sehr stark verdünntes Eau de Javelle.

Als Mittel zur Entfernung des Pigmentes wurde Salpetersäure (25%) mit gutem Erfolg angewendet, indem ich sie auf die Schnitte unter dem Deckglas wirken ließ. Die schon gefärbten Präparate werden dabei natürlich entfärbt und erfordern also nachträgliche Neufärbung. Außerdem verwendete ich Chromsalpetersäure (nach der Angabe JANDER's: *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie etc.* XV, Heft 2, 1898, pp. 163—165). Diese Flüssigkeit wirkt sehr langsam aber sicher.

Zum vorgängigen Erweichen der Cuticula für Schnitte benutzte

ich Eau de Javelle. Dasselbe ist hierfür sehr geeignet, erfordert jedoch äußerste Vorsicht; das betreffende Objekt darf der Flüssigkeit keinen Zutritt ins Innere gestatten, da sonst alle Weichtheile rasch zerstört werden, bevor die Cuticula im mindesten erweicht ist. Um diesen Übelstand zu beseitigen, verschloss ich die Mund- und Halsöffnung des vom Körper abgetrennten Kopfes immer sehr sorgfältig mit Paraffin.

Eine historisch-kritische Übersicht der Litteratur unseres Themas glaube ich hier nicht geben zu sollen; die Angaben anderer Forscher sollen bei der Darlegung meiner eigenen Beobachtungen berücksichtigt werden.

1. Allgemeines über Vorkommen, Stellung und Zusammensetzung der Ocellen bei den Insekten.

Ehe wir die feinere Zusammensetzung der Ocellen betrachten, möge das Vorkommen, ihre Stellung, Zahl und Gestalt kurz besprochen werden.

Die Ocellen können bei Insekten entweder während der ganzen Lebensperiode vorhanden sein (Pediculidae, Aphaniptera), oder nur im Larvenzustand (Coleoptera, Makrolepidoptera und die Mehrzahl der Mikrolepidoptera), oder sie finden sich nur im Imagostadium (Diptera, Hymenoptera, mit Ausnahme der Tenthredinidae). Es kommt jedoch auch vor, dass sowohl die Larve wie das Imago ein und desselben Insekts Ocellen besitzt (einige Mikrolepidopteren, Neuropteren, Tenthredinidae unter den Hymenopteren). Nach den Angaben von WILLEM (1897) sind dagegen die bei Collembola vermutheten Ocellen in Wirklichkeit zusammengesetzte Augen von euconem Typus.

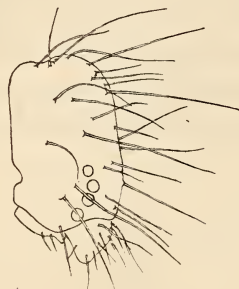
Nach ihrer Lage kann man die Ocellen in zwei Gruppen bringen, nämlich die der Scheitelocellen und die der Seitenocellen, d. h. solche, die am Scheitel des Kopfes liegen und solche, die an seinen Seiten stehen. Die letzteren sind allen Insekten und Insektenlarven eigen, welche der facettirten Augen entbehren (Aphaniptera, Pediculidae, Larven, Raupen); wo dagegen zusammengesetzte Augen vorhanden sind, nehmen die Ocellen in der Regel die Scheitellage zwischen den facettirten Augen ein. Zwischen der Lage und dem feineren Bau des Ocellus besteht ein gewisser Zusammenhang. Die an den Seiten des Kopfes sitzenden Ocellen haben gewöhnlich einen einfacheren Bau und bestehen nur aus einer kleinen Zahl von Zellen. Die am Scheitel angebrachten Ocellen dagegen besitzen einen viel

komplizirteren Bau. Eine Ausnahme bilden die Tenthrediniden-larven, deren Ocellen an den Seiten des Kopfes liegen, aber nach dem Typus der Scheitelocellen gebaut sind.

Die seitlichen Ocellen kommen gewöhnlich in großer Zahl vor, indem sie an den beiden Ecken des Kopfes, unweit von der Anheftungsstelle der Mandibeln, einen Kreis, ein Oval, oder eine Kurve bilden (Textfig. 1 u. 2). Bei den Insekten stehen diese seitlichen



Textfig. 1.



Textfig. 2.

Fig. 1. *Sphinx euphorbiae* (Raupe). Kopf von der linken Seite. Fig. 2. *Mamestra brassicae* (Raupe). Kopf von der rechten Seite.

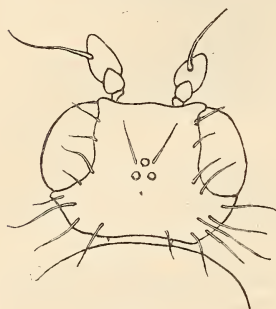
Ocellen in gewissen, oftmals jedoch in ganz unbedeutenden, Entfernungen von einander; bei den Myriapoden kommt es bekanntlich vor, dass diese Ocellen so dicht zusammengedrückt sind, dass ihre Linsen mit einander zusammenfließen wie die Facetten der Cornea im zusammengesetzten Auge (*Scutigera* z. B.).

Die Zahl dieser seitlichen Ocellen ist sehr verschieden und kann zwischen 5, 6, 7 und mehr an jeder Seite des Insektenkopfes schwanken. Bei den Coleopterenlarven sind die Ocellen gewöhnlich dichter zusammengedrückt; bei den Lepidopterenraupen ist der Abstand zwischen den einzelnen Ocellen beträchtlicher. Die Raupe der Tenthredinidae hat nur zwei seitliche Ocellen, je einen großen an jeder Seite des Kopfes.

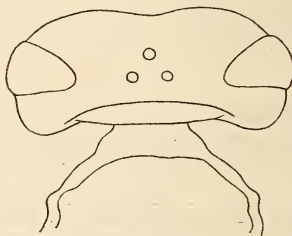
Die Scheitelocellen stehen in den meisten Fällen genau auf dem Scheitel zwischen den beiden facettirten Augen; zuweilen rücken sie übrigens mehr gegen die Stirn herab (*Mikrolepidoptera*). Die Zahl dieser Ocellen ist entweder zwei (*Mikrolepidoptera*), oder drei (die Mehrzahl der Insekten mit Scheitelocellen). In ersterem Falle sind sie symmetrisch angeordnet, im zweiten beobachtet man in der Regel, dass der mittlere oder Medianocellus etwas nach vorn gedrückt ist und dadurch mit den zwei seitlichen ein Dreieck bildet,

dessen Spitze nach vorn gerichtet ist (Textfigg. 3, 4 und 5). Die Gestalt des in dieser Weise gebildeten Dreiecks ist von dem Grad des Abstandes der einzelnen Ocellen von einander, resp. der Breite seiner Basis abhängig. Wo die facettierten Augen sehr dicht zusammengedrückt sind und der Scheitel daher sehr schmal erscheint (Diptera, besonders bei Männchen, Textfig. 5), sind die hinteren paarigen Ocellen sehr nahe zusammengedrückt und daher ist der vordere Winkel des Dreiecks sehr spitz; bei Insekten mit breitem Scheitel (wie z. B. Libellulidae) scheinen dagegen umgekehrt alle drei Ocellen fast auf einer geraden Linie zu liegen.

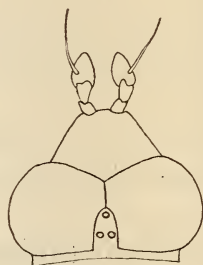
Die Lage der Scheiteloellen zum Gehirn, mit dem sie durch die zugehörigen Nervi optici verbunden sind, ist verschieden; während



Textfig. 3.



Textfig. 4.



Textfig. 5.

Fig. 3. *Leria serrata*. Kopf von oben. Fig. 4. *Apis mellifica* (Puppe). Kopf von oben.
Fig. 5. *Syrphus balteatus* ♂, Kopf von oben.

der vordere immer in der Medianebene des Kopfes angebracht und etwas ventralwärts geneigt ist, richten sich die lateralen Ocellen ebenfalls etwas ventralwärts und nach den entsprechenden Seiten. Damit hängt auch der Bau dieser beiden Ocellenarten zusammen; während der Medianocellus vollkommen symmetrisch gebaut ist, ist jeder Lateralocellus, in den meisten Fällen, in sich asymmetrisch und spiegelsymmetrisch mit dem der anderen Seite.

Bei Besprechung der von mir ermittelten Resultate werde ich, um vielfache Wiederholungen zu vermeiden, die Ocellen der einzelnen von mir untersuchten Insektenarten nicht gesondert beschreiben. Ich ziehe es vor, den Bau der Ocellen im Gesamt zu betrachten, d. h. die die Ocellen zusammensetzenden histologischen Elemente nach einander zu besprechen, indem ich jedes Mal die Abweichungen anmerke, welche die oder jene Art geliefert hat.

Zur vorläufigen Orientirung über den allgemeinen Bau will ich

diejenigen Elemente aufzählen, welche an der Zusammensetzung des Ocellus Theil nehmen, in ihrer Reihenfolge von außen nach innen.

Es sind dies: 1) die Linse, 2) der Glaskörper, 3) die Retina und 4) der Nervus opticus. Dazu gesellen sich noch die an die Linse grenzende Cuticula der allgemeinen Kopfbedeckung, ferner die dem Ocellus anliegende Hypodermis, welche gewöhnlich eine pigmentirte Verdickung bildet (sog. Iris); dann diejenigen indifferenten Zellen, welche zwischen den Retinazellen auftreten und eben so auch zwischen den Nervenfasern sich finden, und endlich das Pigment, welches theils in den Retinazellen, theils zwischen denselben abgelagert ist.

In der weiteren Besprechung gehe ich auf die Ocellen der Dytiscuslarve und der Lepidopterenraupen nicht näher ein. Die ersteren übergehe ich desshalb, weil ich sie wegen mangelnden Materials nicht eingehend studiren konnte, und da das, was ich von ihrem Bau beobachtete, mit der Darstellung PATTEN's (1887²) übereinstimmt. Von den Lepidopterenocellen untersuchte ich die Ocellen der Raupen von *Vanessa Io*, *Sphinx euphorbiae* und *Mamestra* sp. Hier vermag ich ebenfalls den Angaben von PANKRATH (1890) nichts Wesentliches hinzuzufügen.

2. Die Linse.

Die Linse, welche als Fortsetzung und lokale Verdickung der allgemeinen Cuticularbedeckung des Kopfes erscheint, erreicht bei allen untersuchten Insekten eine beträchtliche Entwicklung, sowohl nach außen hervortretend als ins Innere des Ocellus eine starke Hervorwölbung bildend (Figg. 1, 24, 25, 26, 27). Der Grad der Konvexität der Linse ist verschieden und das Verhältniß zwischen äußerer und innerer Wölbung ist ebenfalls kein gleichmäßiges; in der Regel ist die innere Linsenfläche stärker gekrümmt und bildet eine Kugel- fläche von kleinerem Radius als die äußere.

Von der Gestalt des Ocellus hängt auch die Form der Linse ab. In den vollständig symmetrisch kugelförmigen Ocellen der Cimexlarve und den medianen Scheitelocellen der Mehrzahl der Insekten ist sie gleichfalls völlig symmetrisch (Figg. 1, 26, 27). In den asymmetrisch gebauten lateralen Scheitelocellen der Mehrzahl der Insekten ist die Linse ebenfalls asymmetrisch. Das gilt insbesondere von ihrem gegen die Retina gerichteten Segment, das auf Frontalschnitten des Kopfes mehr oder weniger dreieckig erscheint, da es medianwärts sehr stark vorspringt und sich von da gegen außen allmählich abflacht (Fig. 24). Die Richtung der Längsachse einer solchen Linse weicht

daher sehr beträchtlich von der zur Kopfoberfläche senkrechten Richtung nach außen ab. Da, wie schon oben angegeben wurde, auch die Achse des Medianocellus nicht genau senkrecht oder radial zur Scheitelfläche steht, sondern etwas ventralwärts geneigt ist, so dass der Winkel, welcher die Längsachse dorsalwärts mit der Kopfoberfläche bildet, kleiner ist als der entsprechende ventralwärts gelegene Winkel, so steht auch die Linse dieses Medianocellus nicht genau senkrecht, sondern etwas ventral geneigt zur Scheitelfläche.

Bei den der Häutung unterworfenen Insektenlarven kann man während der Vorbereitung zur Häutung die beiden Cuticulae beobachten, d. h. außen die noch nicht abgestreifte alte und unter ihr die neugebildete. In diesem Falle ist die letztere immer sehr weich und färbt sich mit Reagentien viel intensiver als die erstere; sie ist auch weniger stark pigmentirt und zeigt eine deutlichere Schichtung. Die Linse der neuen Cuticula ist, so lange die alte noch nicht abgeworfen, weniger stark nach außen vorgewölbt als später, vielmehr auf ihrer äußeren Oberfläche bedeutend abgeplattet (Fig. 25 L); die alte Cuticula ist auf der Zeichnung nicht ausgeführt.

An dem Rand der Linse, wo diese in die Cuticula übergeht, ist diese bei vielen Insekten (Apis, Fig. 27, Vespa, Cimbex, Fig. 26) eingebuchtet und erzeugt eine Art von mehr oder weniger tiefer Rinne, welche die ganze Linse umzieht. Diese Ausbuchtung ist durch eine pigmentirte Verdickung der Hypodermis (Iris) ausgefüllt.

Sowohl in der Cuticula als in der Linse kann man mit Leichtigkeit eine Schichtung unterscheiden, in so fern dies in der ersteren nicht durch starke Pigmentirung verhindert wird (Allanthus z. B.). Man kann in der Cuticula stets drei solche Schichten unterscheiden: die äußerste Schicht, welche als eine sehr dünne gelbe Lage über die ganze Cuticula und auch über die Linse ohne Veränderung hinzieht. Diese Schicht (Figg. 1, 24, 25, 26, 27) ist von Natur etwas gelblich und wird bei der Färbung der Schnitte meist nicht tingirt. Darauf folgt eine zweite Schicht. Sie ist in der Regel pigmentirt, hellgelb bis tiefbraun oder schwarz und verliert diese Pigmentirung erst beim Übergang in die Linse. Wo die Cuticula im Ganzen hell gefärbt ist (Cimbex grün, Perla schmutziggelb), findet sich um die Linse herum dennoch ein Ring dunkelpigmentirter Cuticula (Figg. 1, 25, 26). Die innerste Schicht endlich, welche unmittelbar an die Hypodermis angrenzt, ist meistens nicht pigmentirt. In verschiedenen Ocellen ist die Dicke der mittleren und inneren Schichten verglichen mit einander verschieden; bald ist die mittlere

bedeutend dicker als die innerste (*Cimbex*, Figg. 1, 26), bald ist es umgekehrt (*Calopteryx*, Fig. 24; *Perla*, Fig. 25). In der Linse fließen die beiden inneren Schichten zusammen und lassen sich von einander nicht abgrenzen. In der inneren Schicht ist stets eine feine senkrechte Streifung bemerkbar, zuweilen auch eine feinere Schichtung; in der mittleren Lage ist diese Struktur nur auf schwach pigmentirten Cuticulae bemerkbar; sie existirt jedoch, aller Wahrscheinlichkeit nach, überall. Man kann dies aus dem feineren Bau der Linse schließen, welche in ihrem äußeren Theil, — der Fortsetzung dieser Lage — ebenfalls fein geschichtet erscheint. Die innerste Lage färbt sich viel intensiver als die mittlere, was auch in der Linse zu bemerken ist, welche in ihrer äußeren Partie nicht so stark tingirbar ist als in der inneren. Die feine Schichtung der Linse tritt manchmal mit großer Deutlichkeit durch ihre ganze Dicke hervor (*Cimbex*, *Perla*, Fig. 25); in anderen Fällen erscheint nur die innere Partie der Linse deutlich geschichtet (*Diptera*). Nicht selten kann man beobachten, dass die einzelnen Schichten der Linse von einander abgeblättert sind, wodurch die lamellöse Zusammensetzung noch deutlicher hervortritt.

Der Verlauf der Schichten in der Linse wiederholt in der äußeren und inneren Partie die Umrisse der entsprechenden Oberflächen. Während die äußere Oberfläche der Linse immer glatt ist, erscheint die innere oft leicht gekerbt oder besitzt, wie das nämlich an den asymmetrisch gebauten Linsen der lateralen Scheitelocellen der Fall ist, beträchtliche Ausbuchtungen und Vorsprünge (Figg. 1, 24); hier wiederholen die Schichten alle diese Unebenheiten und zeigen mehr oder minder starke wellenartige Biegungen.

Wie erwähnt, kann man in der Cuticula außer der Schichtung noch eine senkrechte Streifung beobachten (Fig. 1). Ich glaube nicht, dass diese Erscheinung von Porenkanälen der Cuticula herkommen kann, weil diese Streifen nicht selten (z. B. bei *Cimbex*larve, Fig. 1) bogenförmig durch die ganze Dicke der mittleren und inneren Schichten der Cuticula hinziehen; ferner fallen sie in der mittleren und inneren Lage nicht zusammen, sondern sind ganz unabhängig von einander und außerdem sind sie zu fein und nur bei Anwendung starker Vergrößerungen nachweisbar. Sie für Poren zu halten ist nicht möglich, weil sie auch keinen doppelten Kontour erkennen lassen, was für Poren nothwendig wäre. In der Cuticula trifft man Porenkanäle, aber viel gröbere, welche als Ausführgänge der in der Hypodermis eingeschlossenen Drüsen dienen, als Basalkanäle der Haare, Borsten etc.

Ich habe die feinere Struktur der Cuticula nicht näher untersucht. Man darf übrigens vermuthen, dass wir analoge Erscheinungen vor uns haben wie in den von anderer Seite¹ eingehender untersuchten Cuticulae der Crustaceen und Anneliden, sowie in dem Cellulosemantel von *Cynthia*. Die Streifung der Cuticula oder des Cellulosemantels wird dadurch erklärt, dass die Waben der Grundsubstanz sich an gewissen Stellen in gerader Linie anordnen. Diese feinere Struktur kann natürlich nur bei der Anwendung sehr starker Vergrößerungen nachgewiesen werden; bei schwacher Vergrößerung dagegen ist die wabige Struktur überhaupt nicht mehr mit Sicherheit erkennbar und die Stellen der regelmäßig angeordneten Waben erscheinen nur als feine Streifen.

Was die Porosität der Linse betrifft, welche für die *Araneina* von GRUBER (1880) und BERTKAU (1886) beschrieben wurde, so muss ich sie für die Insektenlinse auf das entschiedenste verneinen. Auch GRÉNACHER (1879) weist darauf hin, indem er sagt, dass er die bei den Spinnen vorhandene Porosität der Linse bei Insekten nie gefunden hat. Ich habe die Ocellen von *Araneinen* nicht untersucht, und obgleich ich keinen besonderen Zweifel an der Richtigkeit der Untersuchungen genannter Forscher hege, will ich doch bemerken, dass auf den von ihnen gegebenen Figuren die fraglichen Poren entweder gar nicht abgebildet sind, oder als solche nicht erkannt werden können. Außerdem scheint es mir, dass das Vorhandensein von Poren in der Linse die Vollkommenheit derselben als lichtbrechenden Apparat stören müsste. Porenkanäle finden sich, wie bemerkt, in der Cuticula, aber sie gehen nicht auf die Linse über, eben so wenig wie das Pigment und die auf der angrenzenden Cuticula häufig in großer Menge vorhandenen Haare und Borsten (z. B. bei *Apis*).

In der Linse einiger Insekten sieht man kleine Hohlräumchen verschiedener Gestalt, welche hauptsächlich im Centrum angehäuft sind oder mehr in der inneren Partie. In der Linse des Ocellus von *Apis* ist das Vorkommen dieser Höhlen äußerst wechselnd (zuweilen fehlen sie gänzlich) und eben so ist ihre Zahl sehr verschieden. Ihr Aussehen erinnert auffallend an Spalten oder Sprünge, welche beim Austrocknen einer flüssigen Masse entstehen. GRÉNACHER (1879, p. 59)

¹ O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über Strukturen, insbesondere über Strukturen nichtzelliger Erzeugnisse des Organismus und über ihre Beziehungen zu Strukturen, welche außerhalb des Organismus entstehen. Leipzig 1898.

B. SUKATSCHOFF, Über den feineren Bau einiger Cuticulae und der Spongienfasern. Diese Zeitschr. Bd. LXVI. 3. Heft. 1899.

beschreibt und bildet ab eine solche Erscheinung in der Linse des Ocellus von *Vespa* und erklärt ihr Auftreten als durch die Konservirung hervorgerufene Gerinnung und dabei entstandene Volumenänderung.

Ganz anderer Art sind die Hohlräumchen in der Linse des Ocellus der Cimbexlarve (Fig. 2). Hier sind sie von bestimmter Form, fast alle von gleicher Größe und mit einer gewissen Regelmäßigkeit angeordnet, kreisförmig, entsprechend der Gestalt der Linse. Sie sind hauptsächlich um den Mittelpunkt der Linse konzentriert und werden gegen die Peripherie immer seltener. Die Hohlräumchen sind meist etwas länglich oval; sie liegen entweder vereinzelt oder zu zweien, eng an einander gerückt, so dass nur ein schmales Brückchen von Linsensubstanz zwischen ihnen bleibt; die einander zugewandten Seiten zweier solcher Räumchen sind abgeplattet, während die abgewendeten mehr oder weniger gewölbt sind. Diese Hohlräumchen sind sehr winzig (0,002 mm) und nur bei Anwendung der Immersion bemerkbar.

LANDOIS (1866, p. 31) erwähnt in der Linse von Schmetterlingsraupen feine Fasern mit einem 0,004 mm großen Kern, welche kreisförmig um den Mittelpunkt der Linse angeordnet sein sollen. Er giebt nichts Genaueres an, weder über die Herkunft noch über die Natur dieser Fasern. Diese Angabe erscheint mir sehr zweifelhaft, um so mehr als ich nichts derart in der Linse der Raupen beobachtet habe. PANKRATH (1890), der diese Augen sonst sehr genau untersucht und geschildert hat, erwähnt diese Thatsache auch nicht.

Die Linse, wie die Cuticula überhaupt, ist ein Produkt der Hypodermis. Auf frühen Stadien ist die Linse von der allgemeinen Cuticularbedeckung noch nicht unterschieden (Figg 29, 33). Später wird die Cuticula fortdauernd von der gewöhnlichen Hypodermis abgesondert, die Linse dagegen wird von dem aus letzterer differenzirten Glaskörper gebildet. Bei der Entwicklung des Ocellus von *Apis mellifica* sehen wir, dass die erste Andeutung der Linse sehr spät erscheint. Wenn der Ocellus der Puppe schon sehr weit in seiner Entwicklung fortgeschritten ist, so dass sich schon das Pigment in den Retinazellen und der Iris abgelagert hat und die Stäbchen schon ausgebildet sind, existirt die Linse noch nicht, oder erscheint höchstens als kaum bemerkbare Verdickung der Cuticula, welche kontinuierlich in die angrenzende übergeht (Fig. 36). Erst nach der vorletzten Puppenhäutung erhält die Linse eine bedeutende Stärke, welche jedoch hinter der Dicke der definitiven Linse noch zurück-

bleibt, indem besonders die innere dem Glaskörper zugewendete Partie noch schwach entwickelt ist. Erst bei dem Ausschlüpfen des Imago aus der Puppe (der letzten Häutung) erscheint die Linse vollentwickelt (Fig. 27). Auf allen diesen allmählichen Stadien kann man den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Glaskörperschicht und der Linse verfolgen. Während der Glaskörper der jungen Puppe eine sehr hohe (0,125—0,130 mm) Zellschicht darstellt (Figg. 29, 30, 32, 33, 34, 36), die Linse dagegen sich fast gar nicht von der Cuticula unterscheidet, hat ersterer bei der erwachsenen, zum Ausschlüpfen bereiten Puppe bedeutend an Dicke abgenommen. Die Linse aber ist umgekehrt sehr dick geworden. Der Imagozustand der Biene schließlich zeigt uns eine sehr niedrige (0,005 mm) Schicht von Glaskörperzellen und eine Linse von gewaltig entwickelter (0,140 mm) proximaler Hervorwölbung (Fig. 27). Indem wir die Maße dieser beiden Theile vergleichen, finden wir, dass die Dicke der Linse des Imago im Ganzen fast genau mit der Dicke des Glaskörpers und der Linse der Puppen übereinstimmt.

Daraus wird klar, dass beim Übergang in den Imagozustand die Linse nachträglich auf Kosten der Glaskörperschicht gebildet wird.

3. Hypodermis in der Umgebung des Ocellus.

Ehe wir zur Besprechung des Glaskörpers übergehen, wollen wir den Bau der dem Ocellus benachbarten Hypodermis, aus welcher der Glaskörper entsteht und mit welcher er in stetem Zusammenhang bleibt, kurz besprechen.

Die Hypodermis umkleidet überall den Körper unmittelbar unter der Cuticula und besteht aus hohen prismatischen Zellen mit in der Mitte liegendem Kern. Außer diesen gewöhnlichen Zellen sind in der Hypodermis noch Drüsenzellen vorhanden, zuweilen von sehr bedeutender Größe, so dass sie mit ihren proximalen Enden über die Hypodermissschicht hervorragten. An der Grenze von Hypodermis und Ocellus verdickt sich die erstere und bildet einen Wulst (Figg. 24, 27, 33, 35, 36 *Ir*), der manchmal zu einer Falte gebogen ist (Fig. 26) und in die rinnenförmige Einschnürung zwischen Linse und Cuticula hineinreicht. Diese Stelle der Hypodermis erscheint immer mehr oder minder stark pigmentirt und unterscheidet sich im Bau ihrer Zellen etwas von der übrigen Hypodermis. Die Zellen sind nämlich höher und stehen zum Rand der Linse senkrecht eben so wie die Zellen der Hypodermis zur Cuticula senkrecht stehen. Die Lage dieses Theiles der Hypodermis um den Ocellus herum und seine

Pigmentirung geben Veranlassung, denselben als eine Art von Iris anzusehen, wie wir diesen Theil, der Kürze wegen, auch fernerhin nennen werden.

4. Der Glaskörper.

Die Glaskörperzellen sind etwas verschieden im Ocellus von Larven und Puppen (Perla, Cimbex, Apis) und in Ocellen des Imago gebaut. Im ersteren Falle (Figg. 4, 5, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36 *Glk*) erscheinen sie als stark verlängerte prismatische Gebilde (oder besser gesagt abgestutzte Pyramiden, weil der Basaltheil der Glaskörperzellen an der Retina etwas breiter ist als der distale an die Linse grenzende). Die Glaskörperzellen liegen sehr dicht an einander und erscheinen im Querschnitt als polygonale fünf- oder sechseckige Gebilde (Fig. 3). Den Kern sieht man immer mit genügender Deutlichkeit; er ist verhältnismäßig klein und befindet sich in der basalen Partie der Zelle, welche der Retina zugewendet ist.

Der Glaskörper des Imago unterscheidet sich bei den von mir untersuchten Insekten (Apis, Allanthus, Eristalis, Syrphus, Leria) von dem eben beschriebenen der Larven und Puppen durch geringere Höhenentwicklung seiner Zellen (Fig. 27). Sie sind sehr niedrig; ihre Höhe übertrifft nicht ihre Breite, oft ist das Umgekehrte der Fall. Im Querschnitt erscheinen sie ebenfalls als dicht an einander liegende fünf- oder sechseckige Gebilde.

THOMPSON (1878, p. 578) leugnet die Existenz der Glaskörperschicht im Ocellus von *Eristalis tenax*; nach seiner Meinung soll die Retina der Linse unmittelbar anliegen. Indessen ist diese Angabe irrig; die Glaskörperschicht ist im Ocellus von *Eristalis* eben sowohl vorhanden wie bei allen Insekten.

Die von GRABER (1880, p. 64—65), PURCELL (1894, p. 8) und HENTSCHEL (1899) beschriebene sogenannte »präretinale« Membran konnte ich nur bei Dipteren finden; bei anderen von mir untersuchten Insekten habe ich nichts davon gesehen. Im Ocellus von *Eristalis* und *Syrphus* kann man wirklich das Vorhandensein einer besonderen durchsichtigen Membran, welche zwischen Retina und Glaskörper eingeschaltet ist, beobachten. Diese Membran wird aus zwei Lagen sehr platter Zellen gebildet und die Ränder beider Lagen gehen in einander über. Normaler Weise liegen ihre beiden Lagen dicht an einander und sind nur auf Axialschnitten durch den Ocellus, auf welchen die Membran aus ihrer normalen Lage gebracht wurde,

zu erkennen. Die beiden Lagen sind dann gegen einander verschoben und offenbaren dadurch ihre doppelte Bildung.

Was den Bau dieser Membran betrifft, so ist sie bei den Dipteren, im Gegensatz zu dem, was GRABER und HENTSCHEL bei Araneinen und Myriapoden fanden, nicht strukturlos homogen, sondern zelliger Natur; die zu ihr gehörigen Zellen sind sehr stark abgeplattet und nur an der Stelle, wo der Kern liegt, etwas angeschwollen, so dass sie auf dem Längsschnitt sichelförmig erscheinen. Diese Zellen sind sehr groß und äußerst flach, daher trifft man die Kerne in großer Entfernung von einander und auf ungünstigen Schnitten können sie gar nicht getroffen sein; darauf beruht wahrscheinlich die Annahme, dass diese Membran der Zellen entbehrt.

Bei anderen Insekten habe ich eine solche »präretinale« Membran nicht gefunden und überhaupt keine scharfe Grenze zwischen Glaskörper und Retina bemerkt. Während bei Hymenopteren und Dipteren die Glaskörperschicht als eine gesonderte Schicht zum Vorschein kommt, finden wir bei anderen Insekten (z. B. Cimexlarve, Figg. 5, 26, Calopteryx, Fig. 24, Perlalarve, Figg. 4, 25), dass die Glaskörperschicht keineswegs von den distalen Enden der Retinazellen scharf abgesetzt ist. Ihre Zellen schieben sich vielmehr zwischen diese und reichen manchmal sehr weit, so dass wir auf Querschnitten durch die distale Partie der Retinazellen die Querschnitte der basalen Enden der Glaskörperzellen (*gk*) finden (Fig. 11).

Als etwas eigenthümlich muss ich hier den Glaskörper des Ocellus der Cimexlarve besonders erwähnen. Überhaupt zeigen diese Ocellen, im Vergleich mit anderen, viel Eigenthümliches in ihrem Bau, worauf ich noch hinweisen werde. Die Glaskörperzellen des Ocellus der Cimexlarve unterscheiden sich von denjenigen anderer Ocellen mit hohen Glaskörperzellen nicht wesentlich; sie besitzen nur an ihrem distalen Ende, unweit von der Linse, eine halsartige Einschnürung (Figg. 5, 26). Das distale, der Linse anliegende Ende verbreitet sich wieder schirmförmig. In den durch diese Einschnürungen entstandenen Zwischenräumen liegen noch andere ziemlich große abgerundete Zellen mit deutlichem Kern (Figg. 5, 26 *Erz*). Außerdem ist das distale Ende der Zelle etwas eigenthümlich beschaffen: es besitzt eine Art von dünnem Alveolarsaum (Fig. 5 *s*), bestehend aus sich dunkel färbenden Protoplasmabälkchen und dazwischen liegenden Alveolarräumen.

5. Die Retina.

Die Retinazellen sind stark in die Länge gezogene spindelförmige, d. h. an beiden Enden zugespitzte Zellen. Das distale Ende ist gewöhnlich länger ausgezogen, das basale dagegen verjüngt sich rasch. Dies hängt damit zusammen, dass der recht große Kern näher dem proximalen Ende liegt; die Stelle aber, wo der Kern sich befindet, ist immer die breiteste und etwas angeschwollen. Die distalen Enden der Retinazellen, welche dem Glaskörper zugewendet sind, enthalten die Stäbchen, während die proximalen direkt in die Fasern des Nervus opticus übergehen. Der Kern der Retinazelle zeichnet sich stets durch seine bedeutenden Dimensionen aus, im Vergleich zu den Kernen anderer Zellen, welche in die Bildung des Ocellus eintreten. Daher sind die Kerne der Retinazellen immer leicht zu beobachten. Sie sind entweder ganz kugelig oder ellipsoidisch; stets mit deutlichem Nucleolus (Figg. 4, 7, 8). Das Protoplasma der Retinazellen ist in der Regel fein längsfaserig structurirt (Figg. 7, 8).

Von besonderer Wichtigkeit ist nun, dass die Retinazellen nicht gleichmäßig vertheilt, sondern zu Gruppen von je zwei, drei und vier Zellen vereinigt sind; mehr als vier Zellen einer Gruppe habe ich in den Ocellen der Insekten nicht beobachtet. Am häufigsten trifft man zwei und drei Zellen. In den Ocellen gewisser Arten finden wir stets eine konstante Zahl von Zellen in jeder Gruppe (zwei bei *Perlalarve*, Figg. 11, 12, vier bei *Cimbexlarve*, Fig. 14); in anderen eine verschiedene Zahl (*Apis* je zwei oder drei, Fig. 13; *Calopteryx* zwei, drei und vier, Fig. 10). Diese Gruppierung ist sehr deutlich, vor Allem auf den Querschnitten oder dort, wo die einzelnen Gruppen in einiger Entfernung von einander stehen und der Zwischenraum zwischen ihnen von jenem Zwischengewebe erfüllt ist, von welchem unten die Rede sein wird (z. B. *Cimbexlarve*, Fig. 26).

Wie bekannt, sind die Meinungen über die Bildung von Gruppen der Retinazellen in den Ocellen der Arthropoden verschieden: einige Autoren leugnen diese Gruppierung der Retinazellen (GRENACHER, BERTKAU), andere dagegen gestehen diese Thatsache zu (LANKESTER für die Skorpione, PURCELL für Phalangiden, PATTEN für die *Aciliuslarve*). GRENACHER, als Vertreter der ersteren Ansicht, macht dabei einige nicht zutreffende Angaben. Er schreibt z. B. den Retinazellen zum Theil zwei, selbst drei Kerne zu, während diese Kerne in Wirklichkeit einer ganzen Gruppe angehören; ferner nimmt

er an, dass jedes Stäbchen das Erzeugnis von nur einer einzigen Zelle sei, so complicirt es auch gebaut sein kann.

Indessen ist die Anordnung der Retinazellen in Gruppen (Retinulae) für mich außer Zweifel, da man sich von diesem Thatbestand leicht an jedem mehr oder weniger günstigen Querschnitt der Retina überzeugen kann.

6. Das Stäbchen.

Wie oben schon erwähnt, enthalten die distalen Enden der Retinazellgruppen (Retinulae) sogenannte Stäbchen. Die Stäbchen bilden sich an den Berührungsstellen der zu einer Gruppe vereinigten Retinazellen. Damit hängt auch die Form des Stäbchens zusammen. Wenn die Retinula nur aus zwei Zellen besteht (wie wir das sehr oft in der Retina von *Apis*, *Perla* oder *Calopteryx* sehen, Figg. 11, 12, 13), so besitzt das Stäbchen die Gestalt eines Plättchens (oder richtiger zweier meist ununterscheidbar verwachsener Plättchen, da jede Retinazelle eine Hälfte des Plättchens liefert); wo die Retinula aus drei Zellen besteht, erscheint das Stäbchen aus drei Plättchen zusammengesetzt, welche mit einander unter bestimmten Winkeln verschmolzen sind (Figg. 10, 13). Im Querschnitt erscheinen die ersterwähnten plattenförmigen Stäbchen als eine gerade Leiste, die zweiten — als dreieckige sternartige Figuren. Im Ocellus der *Cimbex*larve (Fig. 14) wird jede Retinula von vier Retinazellen gebildet; dem entsprechend erscheint das Stäbchen aus vier halben Cylindermänteln zusammengesetzt; im Querschnitt bekommen wir eine viertheilige hufeisenförmige Figur, deren Arme zur äußeren Fläche der Retinazelle gerichtet sind und welche mit ihren gewölbten Theilen im Mittelpunkt der Retinula unter einander verschmolzen sind. Endlich liegen in dem Ocellus der Dipteren (*Eristalis tenax*, *Syrphus*, Fig. 17, *Leria serrata*) die distalen Enden der Retinazellen sehr dicht an einander, so dass jede dicht und allseitig an ihre Nachbarinnen angrenzt. Im Querschnitt dieser Region berühren sich die Retinazellen dicht mit einander als sechseckige Gebilde (Fig. 15). Dem entsprechend nehmen die Stäbchen die Form ausgehöhlter sechseckiger Prismen an, deren Boden und Deckel offen ist, und die im Querschnitt als ein regelmäßiges zusammenhängendes Netzwerk von Sechsecken sich zeigen.

Da die Stäbchen nur an Stellen gebildet werden, wo sich die Retinazellen seitlich berühren, so ist die Frage, wie weit sie in proximaler Richtung hinziehen, von selbst gelöst. Dort, wo die ein-

zelen Retinazellen, welche an der Zusammensetzung einer Retinula Theil nehmen, aus einander weichen, was ungefähr in der Höhe der Kerne stattfindet, dort hören auch die Stäbchen auf, indem sie allmählich in die Zellmembran von gewöhnlicher Dicke übergehen. Da die distalen Enden der Retinazellen sich auf eine beträchtliche Strecke berühren, so nehmen die Stäbchen beinahe $\frac{2}{3}$ der ganzen Zellenlänge ein. Dieses Verhältnis bleibt auch an dem peripherischen Rande des Ocellus bestehen, wo die Retinazellen viel kürzer sind als in der Centralpartie, weil dort auch die Stäbchen entsprechend kürzer sind.

Dem über die Stäbchen Bemerkten wäre noch hinzuzufügen, dass die Stäbchen der mittleren und basalen Partie der Retinula ihrer Breite nach der Gesamtbreite der sich berührenden Zellen entsprechen, welche sie erzeugen; am distalen Ende verschmälern sie sich mehr und wir bekommen dadurch das Bild, welches auf den Figuren 11 und 12 dargestellt ist. Auf Fig. 12 sehen wir, dass auf den Querschnitten durch die mittlere und proximale Partie der Stäbchen diese letzteren die Grenze bilden zwischen den Retinulazellen auf der ganzen Ausdehnung ihrer Berührungslinien, während der Querschnitt durch die distale Spitze der Retinazellen (Fig. 11) uns zeigt, dass hier das Stäbchen nur einen Theil der Berührungslinie bildet, und zwar den mittleren oder axialen Theil; nach außen von ihm dagegen grenzen die Retinazellen mit ihrer gewöhnlichen Oberfläche an einander.

Auf macerirten und zerklopften Präparaten der Ocellen der Bienenpuppe begegnet man zuweilen einzelnen Retinulae mit zerstörter basaler Partie (Fig. 16), so dass das basale Ende des Stäbchens hervorragt. Dieses freie basale Stäbchenende erscheint nun in der Regel wellenartig oder zickzackartig hin und her gebogen. Diese Erscheinung dürfte dafür sprechen, dass das Stäbchen in normalem Zustand, im Zusammenhang mit den übrigen zugehörigen Zellen der Retinula und den übrigen Bestandtheilen des Ocellus gewissermaßen der Länge nach gespannt ist.

Wir finden also, dass man die einzelnen Stäbchen nicht, wie GRENACHER meint, für Erzeugnisse je einer einzigen Retinazelle ansehen kann; sie sind ein Produkt der Ausscheidung einer Gruppe von zwei oder mehreren Retinazellen (Retinula), und stellen also ein eben so charakteristisches Rhabdom dar, welches aus einzelnen Rhabdomeren zusammengesetzt ist, wie die Rhabdome, welche im facettirten Auge innerhalb jeder Retinula angetroffen werden.

Das Protoplasma der Retinazellen ist in der Nachbarschaft der Stäbchen etwas anders beschaffen. Hier bemerkt man nämlich, dass dem Stäbchen entweder eine ganz dünne Schicht besonders großer Waben anliegt (*Calopteryx*, Fig. 6), welche wir als eine Alveolarschicht bezeichnen können, oder man beobachtet beiderseits des Stäbchens eine breite, mehr als die Hälfte der Zellenbreite einnehmende Zone, mit deutlicher querer Anordnung der Waben (*Perla*, Figg. 4, 11, 12 *a*). Diese letztere Zone charakterisirt sich noch dadurch, dass sie viel schwächer gefärbt wird als das übrige, die Peripherie der Zelle bildende Protoplasma, welches seinerseits aus längsangeordneten Waben besteht.

7. Der Sehnerv.

Das basale Ende jeder Retinazelle geht in eine Faser des Nervus opticus über. Feine, gut gelungene und gut geführte Axialschnitte, sowie auch Macerationspräparate lehren uns, dass jeder Retinazelle eine Nervenfaser zugehört (Figg. 7, 17). Da das Stäbchen immer an den Berührungsstellen der distalen Theile der Retinazellen einer Gruppe (oder Retinula) auftritt, also zwischen die Zellen der Retinula eingeschlossen ist, so kann keine Rede sein von einer direkten Verbindung des Stäbchens mit einer Faser des Opticus.

Unter den Insektenocellen wurden bis jetzt nirgends invertirte beobachtet, wie das bei einigen Arachnoideen und Crustaceen der Fall ist; in den Ocellen aller untersuchten Insekten verbinden sich die Nervenfasern mit den basalen Enden der Retinazellen.

Ich kann aus den Präparaten mit voller Bestimmtheit schließen, dass, wie gesagt, das basale Ende jeder Retinazelle unmittelbar und kontinuierlich in eine Nervenfaser übergeht. Ob in dem Leib der Retinazelle noch eine Fortsetzung der Faser besteht, ist schwer zu entscheiden. Nur in den Retinazellen des Ocellus von *Calopteryx splendens* fand ich sichere Beweise dafür, dass die Nervenfaser nicht nur einfach in die Retinazelle übergeht, sondern dass in deren Inneren ein Gebilde zu sehen ist, welches sich ziemlich tief in die Retinazelle verfolgen lässt und wie eine Fortsetzung der Faser erscheint. Bei seitlicher Betrachtung der Retinazellen bemerken wir eine helle, ziemlich breite (0,008 mm) Linie (Fig. 18 *N.opt.*), welche die Fortsetzung der Faser des Nervus opticus darstellt und in der Retinazelle hinzieht, auf mehr als $\frac{2}{3}$ ihrer Länge. Auf den Querschnitten durch die Retinazelle (Fig. 19) sehen wir neben dem Kern der Retinazelle den Querschnitt durch die Nervenfaser (*N.opt.*). Die Fort-

setzung der Nervenfaser in der Retinazelle verläuft zunächst im basalen Theile der Zelle innerlich und streicht dicht neben der Oberfläche des Kernes vorbei, distal, vor dem Kern, tritt sie an den inneren Rand der Zelle, wo sich ja auch das gemeinsame Rhabdom ausbildet.

Die Verbindungsart der Nervenfaser mit der Retinazelle, welche BERTKAU (1886, p. 627) im Ocellus gewisser Spinnen beschreibt, wonach die Nervenfaser sich nicht mit dem basalen Ende der Retinazelle verbindet, sondern in dieselbe etwas höher, in der Kerngegend, eintritt, habe ich in Ocellen von Insekten nicht beobachtet. Eben so habe ich von der Verbindungsart der Nervenfasern mit den Retinazellen, welche PATTEN (1887²) beschreibt, nichts beobachtet. Die Nervenfasern sollen nach PATTEN die Retinazelle umspinnen, d. h. sie dringen zwischen die Zellen ein und breiten sich an deren Oberfläche aus, indem von ihrem Hauptstamm, der längs verläuft, seitliche Zweige abgehen, nach Art der Endigung der Nervenfasern in den Muskelzellen bei gewissen Vertebraten.

Die einzelnen Nervenfasern eines Ocellus, welche die Retinazellen innerviren, vereinigen sich in ihrem rückwärtigen Verlauf gegen den Sehnerv zu mehr oder weniger dicken Bündeln, die schließlich zum Nervus opticus zusammentreten. Der Nerv jedes Ocellus zieht entweder selbständig bis zum Gehirn oder vereinigt sich unweit vom Ocellus mit den beiden anderen zu einem gemeinsamen Nerv (Diptera). Der Zerfall des Opticus in einzelne Bündel und das Auseinanderweichen der letzteren in einzelne Fasern — entsprechend der Zahl der Retinazellen — findet unweit von der Eintrittsstelle des Opticus in den Ocellus statt. Die axialen Fasern ziehen direkt zu den axialen Retinazellen, die seitlichen, viel längeren Fasern dagegen biegen äquatorial aus und treten successive mit den Retinazellen in Verbindung. Je weiter sich diese gegen den Äquator ziehenden Bündel der Nervenfasern von der Achse des Ocellus entfernen, desto mehr nimmt ihre Dicke ab, indem sie successive Fasern zu Retinazellen abgeben (Figg. 25, 26, 27, 36). Die einzelnen Nervenfasern treten in den Bündeln nur zusammen, verschmelzen dagegen nicht etwa unter einander.

Die Optici gehen vom hinteren Theil des Gehirns aus und ziehen schief nach vorn und dorsal zu den Ocellen (Textfig. 6, p. 611). Der Opticus des medianen Ocellus entspringt aus dem Gehirn stets mit zwei Wurzeln (Textfig. 7, p. 612), die sich jedoch zu einem Stamm vereinigen; zwischen diesen beiden Wurzeln tritt eine große Trachee

hindurch, welche über das Gehirn in den vorderen Theil des Kopfes zieht und dort in eine Anzahl von Ästchen zerfällt. Der Nervus opticus ist von einer Hülle umkleidet. Diese Hülle hat denselben Bau wie die Hülle (Membran), welche den gesammten Ocellus umkleidet und welche ich weiter unten noch eingehender besprechen werde. Von dieser Hülle entspringen Fortsätze nach innen, welche um jede Nervenfasern eine eigene, höchst feine Hülle bilden, von deren Anwesenheit man sich leicht auf den Querschnitten (Fig. 23) überzeugen kann. Auf dünnen Querschnitten durch den Nerven oder seine Zweige bekommt man daher ein Netzwerk zu Gesicht, welches von diesen Hüllen gebildet wird; die scheinbaren Zwischenräume dieses polygonalen Netzwerkes sind nichts Anderes als eben die einzelnen Nervenfasern, welche sich stets viel schwächer färben als die Hüllsubstanz. Auf der Fig. 23 sind die Nervenfasern, der Übersichtlichkeit wegen, nicht entsprechend dem wirklichen Thatbestand, mit viel dunklerer Farbe gezeichnet. Auf dieser Figur sieht man stellenweise neben den Querschnitten durch die Nervenfasern große Kerne der Zwischengewebszellen (N).

8. Das Zwischengewebe.

Zwischen den Retinazellen des Ocellus finden sich indifferente Stütz- oder Zwischenzellen, welche wir in ihrer Gesamtheit »das Zwischengewebe« nennen wollen. Die Zellen dieses Gewebes (Fig. 20) sind kugelig, birn- oder spindelförmig, mit deutlichem Kern. Der Raum der Zelle wird in der Regel nicht vollständig von Protoplasma erfüllt, es verbreitet sich vielmehr an deren Wand und bildet Züge, welche den Zellraum in verschiedenen Richtungen durchziehen und den Kern, welcher gewöhnlich im Centrum der Zelle liegt, halten; der Kern kann auch wandständig sein. Anscheinend sind diese Zellen außerdem mit einem flüssigen Inhalt gefüllt, aus dem sich schwach färbenden Niederschlag zu schließen, welcher den Eindruck einer geronnenen Flüssigkeit macht. Charakteristisch für die Mehrzahl dieser Zellen sind die feinen Ausläufer, welche entweder von beiden zugespitzten Enden oder von drei Ecken der Zelle abgehen, je nach der Beschaffenheit der Zelle. Diese zarten Ausläufer ziehen zwischen den Retinazellgruppen hin und lassen sich manchmal sehr weit in distaler Richtung verfolgen.

Ihrer morphologischen Bedeutung nach sind diese Zellen sehr wahrscheinlich derselben Natur wie diejenigen, welche wir in den Augen von Würmern und Mollusken zwischen den Sinneszellen an-

treffen und welche als »Sekretzellen«, »Gallertzellen« oder »Stützzellen« gedeutet werden. Sie differenzieren sich, natürlich, wie die übrigen Zellen des Ocellus, aus den Hypodermiszellen. Auf früheren Entwicklungsstadien, wo die einzelnen histologischen Elemente des Ocellus noch nicht differenziert sind, liegen diese Zellen in einer Reihe mit den Glaskörper- und Retinazellen, wie es in dem primitiver gebauten Auge der Würmer und Mollusken zeitlebens bleibt. Erst später, bei fortschreitender Entwicklung des Ocellus werden sie basalwärts gedrängt und nehmen ihre definitive Lage in der basalen Partie des Ocellus zwischen den Retinazellen und zwischen den Nervenfasern ein.

Während die Glaskörperzellen sehr dicht einander anliegen, mit ihren Rändern sich berührend, sind die Retinazellen nur dort dicht zusammengedrückt, wo sie zusammen eine Retinula bilden. Das ist auch der Fall bei Dipteren, wo die sämtlichen Retinazellen mit ihren distalen Enden ebenfalls dicht an einander liegen. In beiden Fällen sind es jedoch nur die distalen, stäbchenbildenden Enden der Zellen, welche sich dicht berühren; basalwärts weichen die Zellen meist aus einander und die dadurch entstandenen Lücken zwischen ihnen sind eben durch das Zwischengewebe erfüllt. In der Regel sind die distalen Enden der Retinulae einander so dicht genähert, dass sich zwischen sie nur die oben erwähnten zarten aufsteigenden Ausläufer der Zwischenzellen erstrecken können als äußerst feine Fasern. In der basalen Partie weichen die Enden der Retinazellen und besonders die der Retinulae weiter aus einander und es finden hier die Zwischenzellen ihren Platz.

Die Ausläufer der Zwischenzellen anastomosieren mit einander; wir sehen daher auf Querschnitten durch die proximale Partie der Retina (Figg. 21, 22) nicht selten wie die einzelnen Retinazellen durch ein feines, oft sich auflösendes Netzwerk dieser Ausläufer allseitig umhüllt werden.

GRABER (1880, p. 68, 71—72) und BERTKAU (1886, p. 598 und 605) beschreiben in Spinnenocellen besondere bipolare Ganglienzellen, welche, nach der Meinung GRABER's, als Vermittler zwischen der Nervenfaser und der Retinazelle dienen, oder — mit anderen Worten — die Nervenfaser bilde, bevor sie zur Retinazelle trete, eine ganglienzellenartige Verdickung. GRENAGHER (1880, p. 323—424) bezweifelt die Existenz dieser Ganglienzellen. So viel ich nach den Zeichnungen von GRABER und BERTKAU schließen kann, sind diese Zellen, nach Bau und Lage, die eben beschriebenen Zwischenzellen.

GRENACHER hat in so weit Recht, als er die Deutung dieser Zellen als Ganglienzellen für falsch hält; er irrt sich aber, indem er ihre Existenz überhaupt leugnet. Auf GRENACHER's Zeichnungen liegen die Retinazellen immer ganz dicht beisammen, ohne Platz für andere Elemente zu lassen.

Beim Zerklopfen von Macerationspräparaten werden die Kerne dieser Zellen leicht isolirt und schwimmen dann herum. Wenn es die Kerne von Ganglien- oder Retinazellen wären, so würden sie nicht so leicht isolirt werden können, während sie aus den Zwischenzellen ohne Mühe herausgebracht werden, dank des blasenförmigen Baues und des geringen Protoplasmainhaltes derselben.

Die Deutung dieser Zellen als Ganglienzellen führte GRABER zu einem scharfsinnigen und weitgehenden, aber irrthümlichen Vergleich der Retinula mit einem einzelnen Element des Gehörapparates der Acrididae.

9. Die Umhüllungsmembran des Ocellus.

Um die Beschreibung der histologischen Elemente des Ocellus abzuschließen, verbleibt uns noch die Besprechung der Membran, welche den ganzen Ocellus äußerlich umgiebt. Diese Membran setzt sich einerseits unterhalb der allgemeinen Hypodermisschicht des Kopfes und andererseits auch auf den Nervus opticus und das Gehirn fort (Figg. 24, 25, 26, 29, 36 *Mbr*). In ihrer den Ocellus umhüllenden Partie unterscheidet sie sich zuweilen nur durch sehr starke Pigmentirung von ihrer sonstigen Ausbreitung. Dieses Pigment, wie das der Iris, der die Linse umgrenzenden Cuticula und der einzelnen Retinazellen dient offenbar dazu, um die seitlichen Lichtstrahlen zu absorbiren.

Diese Umhüllungsmembran wurde von allen Autoren, welche sich mit der Untersuchung der Arthropodenocellen beschäftigten, beschrieben. Nur PANKRATH (1890, p. 696) leugnet sie am Ocellus der Raupen, worin er sich jedoch sicher irrt. POLETAJEV (1886, p. 46) konnte sie bei Phryganiden auch nicht auffinden.

Ich muss betonen, dass diese Membran, im Gegensatz zu jener der Ocellen der Myriapoden und Arachnoideen, bei den Insekten nicht strukturlos und homogen erscheint, sondern aus Zellen besteht, welche der inneren Oberfläche des Ocellus dicht anliegen (Fig. 25 *Mbr*). Die Membran ist dünn und von gleicher Dicke auf ihrer ganzen Ausdehnung; ihre Zellen sind sehr groß und flach, so dass sie auf Schnitten nur an der Stelle, wo der Kern liegt, und die Zelle

dadurch etwas angeschwollen erscheint, mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Von der Fläche gesehen, erscheinen sie als große polygonale Zellen mit centralliegendem Kern. Die Membran ist also ähnlich der zwischen Glaskörper und Retina bei gewissen Insekten liegenden »präretinalen« Membran beschaffen.

10. Das Pigment.

Pigment findet sich hauptsächlich in den Retinazellen, doch begleitet es auch die davon ausgehenden Nervenfasern des Opticus noch ziemlich weit. Pigmentirt erscheinen auch diejenigen Theile der Hypodermis, welche in Form einer bedeutenden Verdickung die Linse allseitig umgeben (sog. Iris); doch sind die ebengenannten Theile nie so stark pigmentirt als die Retinazellen (Figg. 24, 25, 27). Sehr stark pigmentirt (bis tief-schwarz) ist ferner die vorhin erwähnte Membran, welche den ganzen Ocellus als dicht anliegende Hülle umgiebt (Fig. 24 *Mbr*) und sich dann unpigmentirt unter der Hypodermis fortsetzt. Auch die Fortsetzung dieser Membran auf den Opticus ist durchaus pigmentirt und erst beim Eintritt des Sehnerv in das Gehirn hört die Pigmentirung auf.

Das Pigment tritt entweder in Form ziemlich großer Körner (Perla, Figg. 4, 25, Cimbex, Figg. 5, 14) auf, oder in ziemlich kleinen (Apis, Figg. 7, 8, 9, 13, 16, 27, 36, Calopteryx, Fig. 24), oder in sehr feinen (Syrphus, Figg. 15, 17). Mit der verschiedenen Größe der Pigmentkörner hängt auch ihre Farbe gewissermaßen zusammen: wo die Pigmentkörner sehr groß sind, sind sie schwarz, kleinere Körner sind braun und ganz kleine endlich hellbraun, ja gelb gefärbt.

Die Vertheilung des Pigmentes zwischen den Fasern des Nervus opticus ist sehr unregelmäßig; wir treffen sowohl einzelne Körner als auch hier und da ganze Gruppen von solchen; meistens sind sie jedoch vereinzelt in großem Abstand von einander und werden mit der Entfernung von der Retina immer seltener.

Die Zellen der Iris sind am gleichmäßigsten pigmentirt; sie sind durchaus von Pigment erfüllt (Figg. 24, 25, 27).

In der Retina ist das Pigment nicht in besonderen Zwischenzellen abgelagert, sondern in den Retinazellen selbst. Die wenigen Ausnahmen hiervon sollen weiter unten noch besprochen werden. Das Pigment konzentriert sich gewöhnlich in dem Theil der Retinazelle, welcher die Stäbchen bildet. Wenn wir z. B. Querschnitte durch die Retinazellen des Ocellus von Apis betrachten (Fig. 13), so

finden wir jederseits des Stäbchens ein Häufchen von Pigmentkörnern in jeder der beiden Retinazellen, welche das Stäbchen erzeugen. Auf dem Querschnitt durch die Retina des Ocellus von *Syrphus* (Fig. 15), wo wir sechseckige Stäbchen vorfinden, ist das Pigment in der gesammten peripherischen Zone der Retinazellen vertheilt, indem es die sechseckige Figur des Stäbchens wiederholt. Die Thatsache, dass sich beiderseits der Stäbchenwände je ein Streifen von Pigment findet, liefert den Beweis, dass das Pigment nicht etwa zwischen den Retinazellen liegt, sondern in sie eingeschlossen ist. Selten ist das Pigment regelmäßig durch die ganze Länge der Retinazelle vertheilt; in den meisten Fällen sammelt es sich entweder in ihrer distalen oder in ihrer proximalen Partie. Wenn wir z. B. einen seitlichen Ocellus der Biene betrachten (Fig. 36), so finden wir, dass das Pigment in der der Kopfseite zugewendeten Region des Ocellus fast bis zum Distalende der Retinazelle emporreicht, während es in der dem Medianocellus zugewendeten Region in die basale Partie der Retinazelle hinabsteigt. In dem Medianocellus der Biene (Fig. 27) ist das Pigment der peripheren Retinazellen in dem Stäbchentheil konzentriert, in den axialen Retinazellen dagegen in den basalen Abschnitten (vgl. auch die Textfig. 6, p. 611).

Hinsichtlich der »Ausnahmen« von dem Angegebenen, sind besonders die Ocellen von *Calopteryx splendens* und der *Cimbex*-larve zu erwähnen. Die Retinazellen der Ocellen von *Calopteryx splendens* (Fig. 24) sind ganz frei von Pigment, es konzentriert sich ausschließlich auf die Iris, die Hüllhaut des Ocellus und auf die Stelle, wo der Nervus opticus in die Retina eintritt und wo eine deutliche Verengung besteht. An dieser Stelle ist das Pigment jedoch verhältnismäßig spärlich und steigt nicht weit empor in die Retina, noch in entgegengesetzter Richtung in den Nervus opticus herab. Die Hauptsache ist aber, dass die Pigmentkörner hier nicht in die Retinazellen eingeschlossen sind, sondern zwischen ihnen liegen. Ob es den Zellen des Zwischengewebes eingelagert ist, vermochte ich nicht sicher zu beobachten. Diese letztere Thatsache ist um so merkwürdiger, als sogar in den Ocellen der nächstverwandten Art, *Calopteryx virgo*, das gewöhnliche Verhalten sich findet, nämlich das Pigment in die Retinazellen selbst eingelagert ist. Übrigens sind in allen anderen Beziehungen die Ocellen beider Art vollkommen gleich. Ich habe die Ocellen mehrerer Individuen von *Calopteryx splendens* untersucht, dennoch möchte ich nicht mit Sicherheit behaupten, dass dieser Pigmentmangel der Retinazellen bei *Calopteryx splen-*

dens eine ganz normale Erscheinung ist, da die untersuchten Individuen alle am gleichen Tag und am gleichen Ort gesammelt wurden.

Im Ocellus der *Cimbex*larve ist das Pigment äußerst stark entwickelt, die Körner sind sehr groß und es ist immer zwischen den Retinazellen, resp. den Retinulae angeordnet, ihnen dicht allseitig anliegend (Figg. 5, 14). Hier haben wir es nicht mit vereinzelt Pigmentkörnern zu thun, sondern mit echten Pigmentzellen, während im Ocellus von *Calopteryx splendens* zwischen den Retinazellen nur einzelne Pigmentkörner oder Gruppen von solchen beobachtet wurden. Dass es sich hier um Zellen handelt und nicht etwa bloß um spindelförmige Anhäufungen von Pigmentkörnern, wird dadurch bewiesen, dass man in diesen Anhäufungen Kerne nachweisen kann; allerdings trifft man diese Kerne sehr selten. Auf einem und demselben Querschnitte bemerkt man sie vielleicht nur in zwei bis drei Zellen mit Deutlichkeit. Dies hängt jedoch davon ab, dass erstens der Kern öfters durch das Pigment verdeckt wird (bei nicht genügend dünnen Schnitten), und zweitens davon, dass die Kerne auf verschiedenen Höhen liegen und daher auf einem Querschnitt nur wenige getroffen werden.

11. Allgemeines.

Wenn wir versuchen die im Vorhergehenden dargelegten Resultate in kurzen Worten zusammenzufassen, so ergibt sich etwa Folgendes:

1) Die Retinazellen sind zu Gruppen oder Retinulae von je zwei, drei und mehr Zellen zusammengestellt. Jede dieser Gruppen bildet ein Stäbchen oder Rhabdom.

2) Das Stäbchen ist ein Produkt der Absonderungsthätigkeit aller an der Bildung einer Retinula theilnehmenden Retinazellen. Es wird durch die Vereinigung einzelner Rhabdomeren zusammengesetzt und stellt also ein typisches Rhabdom dar.

3) Die Nervenfaser verbindet sich mit dem basalen Ende der Retinazelle und lässt sich zuweilen noch als einfache Fortsetzung in den Leib der Retinazelle verfolgen.

4) Die Lücken zwischen den basalen Partien der Retinazellen sind durch besondere blasenförmige Zellen des Zwischengewebes ausgefüllt, welche feine Ausläufer zwischen die distalen Theile der Retinazellen senden.

5) Die den Ocellus umgebende Umhüllungsmembran, sowie die

in den Ocellen der Dipteren vorkommende »präretinale« Membran sind nicht strukturlos, sondern aus flachen Zellen gebildet.

Ich gehe nun zu einigen Folgerungen aus diesen Sätzen über.

In der Litteratur begegnet man nicht selten Versuchen, einen Zusammenhang zwischen dem Ocellus und dem zusammengesetzten Auge festzustellen. Nach der Meinung der Autoren erscheint als das Haupthindernis, abgesehen von der Verschiedenheit im Bau der Cornea (im Fall des Ocellus eine einzige gemeinsame Chitinlinse — im facettirten Auge eine ganze Reihe solcher, nach der Zahl der Retinulae), die Ansicht, dass im facettirten Auge die Retinazellen zu Retinulae sich vereinigen, während dies im Ocellus nicht der Fall sein soll. Wie wir gesehen haben, ist diese Behauptung nicht richtig, da die Retinazellen der Scheitelocellen ebenfalls zu Gruppen zusammengeordnet sind. Wir können daher das facettirte Auge nicht als einen Komplex von Ocellen, welche nach dem Typus des Scheitelocellus gebaut sind, auffassen. Anders verhält sich die Sache, wenn wir uns zu den Ocellen der Schmetterlingsraupen wenden. Hier sehen wir, dass der ganze Ocellus mit seinen sämtlichen Bestandtheilen ungefähr einer Retinula im facettirten Auge entspricht. Wenn wir uns jetzt eine große Anzahl solcher Raupenocellen denken, welche neben einander gestellt sind, so erhalten wir ungefähr das Bild eines facettirten Auges. Das ist auch der Fall bei gewissen Myriapoden (z. B. *Scutigera*), wo die dicht zusammengestellten Ocellen auf den ersten Blick den Eindruck eines facettirten Auges machen.

Wie schon oben erwähnt wurde, haben viele Insekten die Ocellen bloß im Larvenzustand; andere, welche im Larvenzustand laterale Ocellen haben, besitzen im Imagozustand Scheitelocellen; hier wird der Platz der lateralen Ocellen durch die facettirten Augen eingenommen, welche aber erst im Imagozustand zur Entwicklung gelangen. Wie CARRIÈRE (1885, p. 139 und 182) gezeigt hat, gehen die Ocellen dabei nicht unmittelbar in die facettirten Augen über, sondern sie werden reducirt, verschwinden und an ihrem Platz erscheinen ganz unabhängig von ihnen die facettirten Augen.

Eine Ausnahme bilden, meiner Meinung nach, die *Tenthredinidae* unter den Hymenopteren. Sie bilden schon dadurch eine Ausnahme, als ihre Larven, im Gegensatz zu den übrigen Hymenopteren, Ocellen besitzen. Diese Thatsache findet ihre Erklärung in der Lebensweise dieser Larven. Die anderen Hymenopteren leben als Larven in Pflanzentheilen (Gallenwespen, *Xylophaga* überhaupt), parasitiren im Inneren anderer Insekten (*Ichneumonidae*), in Waben

(Apidae, Vespidae), im Boden (Grabwespen, Ameisen). Dadurch sind sie vor dem Tageslicht geschützt und entbehren außerdem der Beweglichkeit. Es fehlen ihnen auch die Füße, Augen und das Pigment. Die Larven der Tenthredinidae dagegen leben auf Blättern verschiedener Pflanzen; dem entsprechend besitzen sie außer drei echten Fußpaaren eine große Zahl (bis zehn Paare) sogen. »Pseudofüße«, sind mehr oder minder lebhaft gefärbt und, was die Hauptsache ist, sie sind mit zwei relativ großen Ocellen, je einem an jeder Seite des Kopfes versehen.

Wenn wir nun kurz die Besonderheiten im Bau ihrer Ocellen in den Hauptzügen wiederholen, so finden wir folgendes Resultat:

1) Diese Ocellen sind, im Gegensatz zu anderen larvalen und lateralen Ocellen, nach dem Typus der Scheitelocellen gebaut, obwohl sie seitlich am Kopfe angebracht sind.

2) Zwischen den Distalenden ihrer Glaskörperzellen finden sich die zwischenliegenden Ergänzungszellen.

3) Die Retinazellen gruppieren sich stets zu je vier Zellen in jeder Retinula und bilden ein typisches viertheiliges Rhabdom.

4) Das Pigment findet sich nicht in den Retinazellen, sondern zwischen denselben und gehört echten Pigmentzellen an.

Wenn wir die Ergänzungszellen des Glaskörpers mit den den Krystallkegel bildenden Zellen im facettirten Auge vergleichen, ferner die stete Anordnung der Retinazellen zu vier und die sie umgebenden Pigmentzellen in Betracht ziehen, so fällt unwillkürlich die große Ähnlichkeit dieses Ocellus mit dem zusammengesetzten Auge auf. Ihre laterale Lage spricht ebenfalls für diese Annahme. Wir müssen uns nur vorstellen, dass zugleich mit dem Abwerfen der Larvenhaut auch die Linse abgeworfen wird und an ihre Stelle eine ganze Reihe von Cornealfacetten tritt, welche, wahrscheinlich, von den schirmförmig verbreiterten distalen Enden der Glaskörperzellen (Fig. 5s) abgesondert werden. Es müssen dabei wohl auch die Krystallkegel des euconen Auges des Imago zur Ausbildung kommen, auch muss die ganze Retina sich etwas modificiren, aber das wird nach Vergleich des Ocellus der Larve mit dem Auge des Imago nicht so auffallend und unwahrscheinlich erscheinen.

Betreffs des Sehvermögens des Ocellus glaube ich, dass dasselbe nicht vollkommen sein kann, wenn man das Vorhandensein einer unbeweglich mit der Cuticula verbundenen Chitinlinse in Betracht zieht und das Fehlen irgend eines Apparates, welcher im Stande wäre, die gegenseitige Lage der Weichtheile des Ocellus zu ver-

ändern. Aus dem Bau der Linse schließend, giebt es in der Retina ein verkehrtes Bild des äußeren Gegenstandes; aber aus den oben-erwähnten Gründen nur in bestimmter Entfernung, welche nur in geringem Maßstab schwanken kann. Alle näher oder weiter entfernten Gegenstände werden vom Ocellus aller Wahrscheinlichkeit nach nur undeutlich unterschieden, ohne klare Erkenntnis ihrer Umrisse.

Über das Sehvermögen der Arthropoden mittels der Ocellen besitzen wir sehr interessante und mühsame experimentelle Versuche von PLATEAU (1888). Dieser Forscher ist der Ansicht, dass alle von ihm untersuchten Arthropoden mit den Ocellen nur sehr unvollkommen zu sehen vermögen. Myriapoden (I, p. 420—447) sehen sehr schlecht, und nicht nur von der Natur blinde (ohne Ocellen) Formen, sondern auch die sehenden benutzen mehr ihre Antennen und vielleicht auch die Hautsinnesorgane (*»sensation dermatoptique«*) bei der Wahrnehmung der Gegenstände, als die Ocellen. Dasselbe kann man auch von den Phalangiden sagen (I, p. 588—594). Unter den Araneinen sehen die Jägerspinnen (Attidae, Lycosidae) am besten (I, p. 545—577), welche Gegenstände schon auf Entfernungen von 2—12 cm unterscheiden können; die klare Wahrnehmung der Beute beginnt übrigens erst auf 1—2 cm Entfernung und doch macht die Spinne manchmal falsche Bewegungen und der Angriff misslingt ihr. Die Sehweite der Skorpione (I, p. 578—587) bestimmt der Verfasser auf 1 cm für die mittleren Ocellen und 2½ cm für die lateralen. Die Raupen (II, p. 28—46) besitzen nur sehr geringfügiges Sehvermögen; dennoch glaubt PLATEAU, dass die Ocellen mehr leisten können, als den Unterschied zwischen Licht und Dunkel wahrzunehmen. Die Entfernung, auf welche die Raupen den Gegenstand mehr oder weniger deutlich wahrnehmen können, geht nicht über 1 cm hinaus. Eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung der Gegenstände spielen die am ersten Rumpfsegment sitzenden Tastborsten, also wird auch hier das schwache Sehvermögen durch Tastgefühl ergänzt.

Bei den Imagines der Insekten (III, p. 395—457) soll die Rolle der Ocellen fast gleich Null sein. Die Insekten, welche ihrer facettierten Augen beraubt sind, benehmen sich in gleicher Weise wie solche ohne Augen und Ocellen. Wenn nur die Ocellen beseitigt, die facettierten Augen erhalten sind, benehmen sich die operirten Thiere wie normale. Die Ocellen also, welche bei Myriapoden, Arachnoideen und Raupen als einziges Sehorgan vorhanden sind und

sehr unvollkommen funktionieren, hätten demnach bei den mit facettierten Augen versehenen Insekten ihre Bedeutung fast gänzlich verloren.

Das Vorhandensein von Muskelfasern, die nach der Beschreibung einiger Autoren (BERTKAU [1886], TULK [1843, p. 324], LANDOIS [1866, p. 36—37]) in den Ocellen der Arachnoideen und Schmetterlingsraupen vorkommen, und einerseits an der Kopfbedeckung, andererseits am Ocellus sich befestigen, wird von GRENACHER geleugnet; oder, wenn diese Muskelfasern beschrieben werden, so wird doch ihre Anheftung am Ocellus bezweifelt (PURCELL, 1894, p. 36). Im Insektenocellus konnte ich nichts Ähnliches finden und es scheint mir ebenfalls die Existenz von Muskeln, welche zur Verschiebung des Ocellus oder zur Veränderung seiner Form dienen können, äußerst zweifelhaft.

Einige Experimente erlauben uns den Schluss zu ziehen, dass das Pigment im Ocellus nicht nur die Rolle des Lichtabhalters und Strahlenführers spielt, sondern auch bei dem Process des Sehens selbst beteiligt ist. Bei Arthropoden, die im Dunkeln gehalten wurden, sammeln sich die Pigmentkörner der Retinazellen in ihren basalen Enden, sich ganz aus den distalen entfernend, und umgekehrt sammeln sie sich unter dem Einfluss des Lichtes an den distalen Enden an, die entgegengesetzten Enden fast vollständig von Pigment freilassend (STEPHANOWSKA, 1890, PURCELL, 1894, PARKER, 1896, 1897, 1899).

Daraus muss man schließen, dass unter der Wirkung der Lichtstrahlen eine Wanderung der Pigmentkörner innerhalb der Retinazelle stattfindet.

12. Entwicklung der Ocellen von *Apis mellifica*.

Die Entwicklung der Ocellen habe ich, wegen Mangels an sonstigem Material, nur bei *Apis mellifica* verfolgt. Hierzu dienten mir die Puppen dieses Insektes auf verschiedenen Stufen ihrer Entwicklung. Zum Vergleich wurde auch der Ocellus des Imago herangezogen. Die aus den Waben des Bienenstocks genommenen Puppen wurden dekapitiert und in frischem Zustand in die Konservierungsflüssigkeiten gebracht. Nach Einbettung in Paraffin wurden sie nach verschiedenen Richtungen in Schnittserien zerlegt. In den meisten Fällen wurden zur Färbung Hämatoxylin und Orange, oder Boraxkarmin und Bleu de Lyon verwendet.

Die von mir erzielten Ergebnisse weichen etwas von den vorhandenen Ansichten über den Entwicklungsgang des Ocellus ab.

Ich werde die Resultate in chronologischer Reihenfolge darlegen, d. h. den Ocellus nach den Fortschritten seiner Entwicklung zu beschreiben versuchen.

Die ersten Spuren der Anlage des Ocellus treffen wir frühzeitig bei sehr jungen Puppen, die in der noch nicht abgeworfenen Larvenhaut eingeschlossen sind. Hier erscheint der Ocellus (Fig. 28 *Oc*) als eine lokale linsen- oder kugelförmige Verdickung der Hypodermis und steht bereits mittels des Nervus opticus in Verbindung mit dem Gehirn. Die dem Ocellus angehörigen Zellen unterscheiden sich von den gewöhnlichen Hypodermiszellen nur dadurch, dass sie schmaler und länger sind.

PATTEN (1887¹, p. 212; 1887³, p. 601) giebt an, dass bei *Vespa* der unpaarige Medianocellus aus einer paarigen Anlage entsteht und erst später, allerdings auf sehr frühen Stadien, in einen einzigen zusammenfließt.

Ich konnte eine solche paarige Anlage des medianen Ocellus nicht mit Sicherheit beobachten (vielleicht waren die jüngsten von meinen Puppen doch nicht jung genug); ich bin jedoch geneigt, diese Angabe PATTEN's zu unterstützen. Eine Thatsache habe ich nämlich mit Sicherheit gesehen: dass der Opticus des medianen Ocellus bei jungen Puppen seiner ganzen Länge nach doppelt ist, d. h., dass in diesem sehr frühen Stadium der Medianocellus durch zwei selbständige Bündel von Nervenfasern innervirt wird. Bald verwachsen diese beiden Nervenbündel in ihrem distalen Theile mit einander und nur die an das Gehirn tretende Partie bleibt doppelt, eine mächtige Trachee zwischen sich fassend.

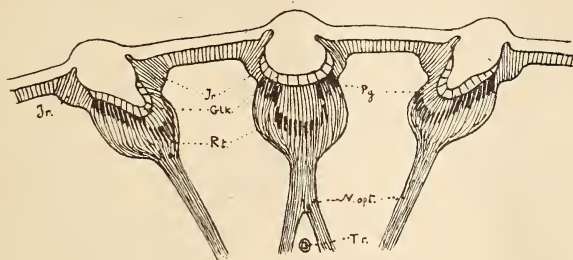
Zu demselben Schluss über die doppelte Anlage des medianen Ocellus kann man auch auf anderem Wege kommen, nämlich durch die Betrachtung seiner morphologischen Eigenschaften.

Wie oben, bei der Besprechung des Pigments, bereits erwähnt wurde, ist dessen Vertheilung in den Retinazellen der Ocellen ungleichmäßig: im lateralen Ocellus (Fig. 36) steigt es in den Retinazellen an der nach außen gewendeten Region des Ocellus in die distalen Enden der Zellen empor, während es in der inneren Region in die basalen Enden der Retinazellen rückt. Im medianen Ocellus (Fig. 27) sind die distalen Enden der an der Peripherie des Ocellus liegenden Retinazellen und die basalen Enden der im Centrum liegenden mit Pigment erfüllt.

Daraus ist zu ersehen, dass jede der beiden Hälften des medianen Ocellus, hinsichtlich der Pigmentvertheilung genau dem Bau eines

ganzen lateralen gleicht; mit anderen Worten, er scheint aus zwei lateralen Ocellen zusammengesetzt zu sein. Die nachstehende Textfigur 6 soll das im Bilde erläutern.

Mit der fortschreitenden Entwicklung vermehren sich die den Ocellus bildenden Zellen sehr rasch und rücken in Folge dessen aus einander, indem sie sich in zwei oder mehr Reihen über einander anordnen. Diese mehrschichtige Anordnung kann nur dadurch erklärt werden, dass die betreffenden Zellen keinen Platz mehr neben einander finden. Der Ocellus ist in dieser Weise viel dicker als die



Textfig. 6.

Apis mellifica. Median- und beide Lateralocellen. Frontalschnitt. Schema. Die Zeichnung zeigt die Pigmentverhältnisse der Retina in den Ocellen beider Art. Alle drei Ocellen sind in einer Ebene abgebildet; in Wirklichkeit liegt der mittlere weiter vorn.

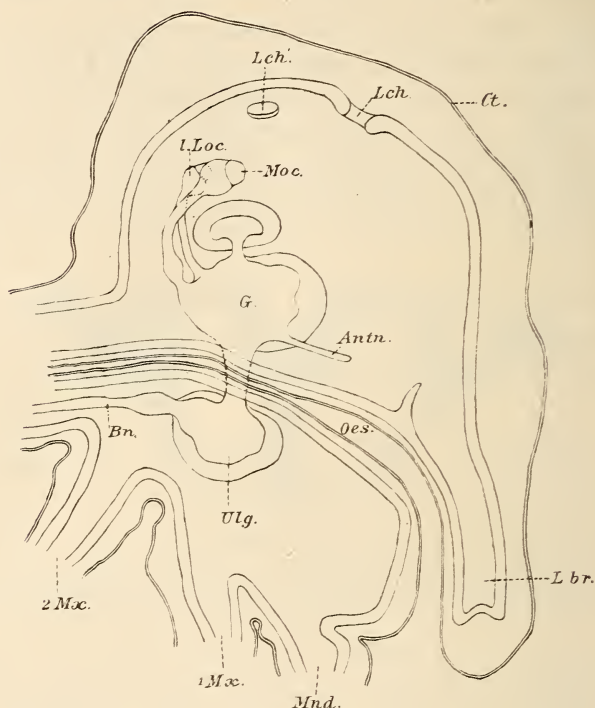
angrenzende Hypodermissschicht geworden und hat eine halbkugelförmige Gestalt angenommen mit nach innen gerichteter Wölbung (Fig. 29).

Zu dieser Zeit ist die Larvenhaut bereits abgeworfen. Schon an diesem früheren Stadium macht sich eine gruppenweise Anordnung der tieferen Zellen bemerkbar.

Ferner entsteht eine Einsenkung an der Außenfläche jedes Ocellus, welche sich allmählich vertieft (Fig. 30). In dieser Einsenkung liegen beide Schichten des Ocellus in ihrer normalen Lage. Die ganze Erscheinung macht den Eindruck, als ob die sämtlichen Theile des Ocellus ins Innere des Kopfes eingezogen wären. Die an den Ocellus grenzende Hypodermis, welche schon früher sich allmählich zu verdicken begann, folgt dem Ocellus und krümmt sich auch einwärts.

Nun tritt eine sehr eigenthümliche Erscheinung auf: sämtliche Theile des Ocellus schnüren sich von den verdickten Hypodermisstellen ab und werden ins Innere des Kopfes hereingezogen. An ihrer Stelle bleiben nun drei Löcher in der Hypodermis übrig, entsprechend der Zahl der Ocellen (Fig. 31 *Lch*).

Zuerst erschien mir diese Beobachtung sehr zweifelhaft, da sie allen Angaben über den Entwicklungsvorgang des Insektenocellus



Textfig. 7.

Apis mellifica. Sagittaler Medianschnitt durch den Kopf der Puppe. Schema. *M.oc*, Medianocellus; *l.Loc*, linker Lateralocellus; *Lch*, Loch, welches dem medianen Ocellus entspricht; *Lch'*, dem linken Lateralocellus entsprechendes Loch; *G*, Gehirn; *Antn*, Antennennerv; *Oes*, Ösophagus; *Bn*, Bauchnerv; *Ulg*, Unterschlundganglion; *Lbr*, Labrum; *Mnd*, Mandibel; *1Mx*, erste Maxille; *2Mx*, zweite Maxille; *Ct*, Cuticula.

widersprach. Ich habe jedoch viele Gründe für diese Thatsache anzugeben:

1) Es sind an einem und demselben Kopf nicht nur etwa ein oder zwei Ocellen von der Hypodermis abgelöst, sondern stets alle drei zugleich;

2) die Abtrennung findet immer auf dem gleichen Stadium statt wie man nach der Ausbildung der Ocellen und der übrigen Theile des Kopfes (facettirten Augen z. B.) sicher schließen kann;

3) die Art wie die Ocellen sich von der Hypodermis loslösen, d. h. die Beschaffenheit der Ränder der in der Hypodermis sich findenden drei Löcher, giebt keine Veranlassung zur Vermuthung, dass

hier etwas Pathologisches oder durch Schrumpfungsprozesse bei der Konservierung Bewirktes vorliege. Die Ränder der Löcher, wo die Hypodermis vor der Ablösung der Ocellen mit dem Glaskörper des Ocellus in Verbindung standen (Fig. 31 *Hyp*), zeigen keine Spuren von Verletzungen oder Zerreißen irgend welcher Art, welche bei künstlicher Abtrennung zum Vorschein kommen müssten; sie sind glatt und haben scharfe Umrisse;

4) ich habe ferner eine große Anzahl solcher Präparate erhalten und, wie gesagt, alle von einem und demselben Entwicklungsstadium.

Vor der Ablösung von der Hypodermis ist der Ocellus in seiner Ausbildung schon bedeutend fortgeschritten: Glaskörper- und Retinaschicht sind schon vollständig gegen einander differenziert; in letzterer sind schon die Stäbchen angelegt und Pigment gebildet, obgleich noch nicht reichlich (Fig. 32).

Als folgendes Stadium können wir das sekundäre Zusammenwachsen des Ocellus mit der Hypodermissschicht betrachten.

Da die Nervi optici der Puppe viel länger sind (Fig. 34), als diejenigen der Imago (Fig. 27) und alle Theile des Imagokopfes im Vergleich mit denjenigen der Puppe mehr an einander gerückt erscheinen, so glaube ich, dass das erneute Zusammenwachsen des Ocellus mit der Hypodermis nicht in dem Sinne vor sich geht, dass der Ocellus zur Kopfbedeckung wieder emporwächst, sondern, dass die gesammte Kopfbedeckung zusammengezogen wird, sie verkleinert die Kapazität des Kopfes und nähert sich zugleich den, nun nahe dem Gehirn liegenden und mit ihm durch die kurzgewordenen Nervi optici verbundenen Ocellen.

Ferner verstopfen die Ocellen die drei entsprechenden Löcher der Hypodermissschicht wieder und ihre Glaskörper verwachsen nun mit den verdickten Rändern der Hypodermis, welche die Löcher begrenzen und die Iris der Ocellen liefern.

Unvollständige Verwachsung des Ocellus mit der Hypodermissschicht kann man zufällig auf einigen Präparaten mit Deutlichkeit beobachten (Fig. 33 *).

Wenn die Ocellen schon vollständig mit der Iris verwachsen sind, ist bei genauer Betrachtung doch die Grenzlinie dieser Verwachsung bemerkbar (Fig. 36).

Es kann sich nun die Frage erheben: wie ist es möglich, dass die Ocellen bei diesem Vorgang stets wieder so regelmäßig gerade in die Öffnungen der Hypodermis gelangen. Dieser Vorgang hat etwas Unverständliches und lässt daher gewisse Zweifel über die

Richtigkeit dieser Beobachtung. Wir müssen jedoch berücksichtigen, dass sowohl die Verdickung wie die Einwärtskrümmung der Hypodermisränder der drei Löcher bei der Wiederaufnahme der Ocellen vermuthlich von Nutzen sein können.

Die fernere Entwicklung des Ocellus besteht in der fortdauernden Weiterbildung seiner einzelnen Theile, besonders der Stäbchen, und in der Ablagerung des Pigmentes, sowohl in den Retinazellen, als in der Iris und den übrigen pigmenthaltigen Theilen. Die Linse, welche früher als eine schwache Verdickung der Cuticula auftrat, verdickt sich allmählich bis zu ihrer definitiven Dicke, womit die entsprechende Größenabnahme der Glaskörperschicht Hand in Hand geht. Die Kerne der Glaskörperzellen liegen schon von Anfang an in deren proximalen Enden. Am vollständig ausgebildeten Ocellus (Fig. 27) erscheint der Glaskörper als einschichtige, aus kubischen Zellen bestehende Lage. Der ganze Entwicklungsprocess macht den Eindruck, als ob die distale Partie der Glaskörperschicht für die Bildung der Linse verbraucht wurde, und nur die proximale Partie, sammt den darin liegenden Kernen, übrig geblieben ist. Da mit der fortschreitenden Entwicklung des Ocellus und der Weiterbildung der Linse auch die Hypodermiszellen der sogenannten Iris an Dicke abnehmen, so darf man annehmen, dass diese Zellen bei der Ausbildung der Linse gleichfalls einen gewissen Antheil haben.

Wir sehen also, dass bei der Bildung und Entwicklung des Ocellus der Biene folgende Erscheinungen sich besonders geltend machen.

1) Erste Anlage des Ocellus in Form einer lokalen Verdickung der Hypodermis. Die den Ocellus zusammensetzenden Hypodermiszellen unterscheiden sich noch nicht von einander, sind noch nicht differenzirt und von den übrigen Hypodermiszellen bloß durch ihre Größe und mehr dichtere Anordnung verschieden.

2) Die Differenzirung der Zellen des Ocellus in zwei deutliche Schichten: die distale Glaskörperschicht und die proximale Retinaschicht. Diese Differenzirung entsteht durch Auseinanderrücken der zuerst einschichtig angeordneten Zellen. Das Auseinanderrücken ist die Folge der schnellen Vermehrung der Zellen; die Zahl der Zellen wird so groß, dass sie sich nicht mehr in eine Schicht neben einander lagern können. Dadurch entstehen zwei über einander gelagerte Schichten von Zellen.

3) Das Auftreten einer oberflächlichen Einsenkung oder Einstülpung in der Ocellusanlage und allmähliche Vertiefung dieser Grube. Die Bildung der grubenartigen Vertiefung lässt sich ebenfalls dadurch

erklären, dass die rasch sich vermehrenden Zellen nicht mehr in einer geraden Ebene Platz finden und sich daher in einer gekrümmten anordnen.

4) Die Ablösung der Ocellen aus dem Verband der Hypodermis. Auftreten der drei Löcher an der Stelle, wo die Ocellen sich befanden. Der ganze Ocellus wird ins Innere des Kopfes hereingezogen, was von der Verkürzung der Nervi optici bewirkt ist.

5) Sekundäre Wiederverwachsung der Ocellenanlage mit der Hypodermis an der früheren Stelle. Die das Loch begrenzende verdickte Partie der Hypodermis verwächst mit der Glaskörperschicht des Ocellus. Die Glaskörperschicht hat zu dieser Zeit ihre bedeutendste Entwicklung erreicht; die Linse dagegen ist noch gar nicht bemerkbar und an ihrer Stelle findet man eine Cuticularschicht von gleicher Dicke mit der des übrigen Kopfes.

6) Als definitive Entwicklungsstufe des Ocellus müssen wir den Ocellus des zum Ausschlüpfen aus der Puppenhaut bereiten Insektes betrachten. Die Linse wird sehr dick und die Glaskörperschicht entsprechend dünner. Die Irishypodermis verdünnt sich auch. Es werden die Rhabdome voll ausgebildet.

Ich lasse jetzt einen kurzen Überblick der Angaben anderer Forscher über die Entwicklung des Ocellus bei den Insekten und verwandten Arthropoden folgen.

Über die Entwicklung der Insektenocellen haben wir Angaben von GRENACHER, PATTEN und CARRIÈRE.

GRENACHER (1879) theilt nur Weniges über die Entwicklung des Ocellus bei der Larve von *Acilius* mit. Hier soll der Ocellus durch eine grubenartige Einsenkung, deren Boden zur Retina wird, entstehen. GRENACHER vermuthet ganz richtig, dass sämtliche Theile des Ocellus durch Differenzirung und Auswanderung aus der Hypodermis hervorgehen.

PATTEN (1887²) stellt die Entwicklung des Ocellus derselben Käferlarve folgendermaßen dar. Es entsteht eine Einsenkung, welche sich allmählich durch Zusammenwachsen ihrer Öffnungsrän der schließt; das in dieser Weise gebildete Bläschen schnürt sich jedoch nicht von der Hypodermis ab. Die nach außen schauende Wand dieser Blase wird in ihrer centralen Partie zum Glaskörper, in ihrer peripheren dagegen zur Iris. Die innere Wand der Blase entwickelt sich zur Retina.

PATTEN (1887¹) hat auch die erste Anlage des Ocellus einer

Vespa beschrieben. Er beobachtete, wie schon bemerkt, die doppelte Anlage des medianen Ocellus aus zwei grubenförmigen Einsenkungen, welche hierauf mit einander verwachsen. Die weitere Entwicklung hat er nicht verfolgt. Er vermuthet nur, dass die Entwicklung der beiden Zellschichten des Ocellus (Glaskörper und Retina) entweder durch Einfaltung oder durch Auseinanderrücken (Delamination) der Zellen vor sich gehe, indem er den ersteren Vorgang für wahrscheinlicher hält.

Mit den Angaben CARRIÈRE's (1886) über die Entwicklung der Ocellen bei Hymenopteren (Chrysididae und Ichneumonidae) stimmen meine eigenen Beobachtungen am meisten überein, besonders was die früheren Stadien der Entwicklung betrifft. Nach CARRIÈRE soll die erste Anlage des Ocellus als eine Verdickung der Hypodermis auftreten. Dieselbe differenzirt sich durch Auseinanderrücken der Zellen in zwei Schichten (Glaskörper und Retina). Ferner bilden diese beiden Schichten eine taschenförmige Einsenkung, welche mittels ihrer Ränder in stetem Zusammenhang mit der Hypodermis des Kopfes bleibt und zuerst sich seitlich unter dieselbe schiebt, später aber wieder die aufrechte Lage einnimmt, so dass die Längsachse der taschenförmigen Einsenkung senkrecht zur Kopffläche steht. Die beiden Schichten des Ocellus finden sich in der Tasche in ihrer normalen Lage. Von einer Ablösung des Ocellus von der Hypodermis berichtet CARRIÈRE nichts, obwohl er die Ocellen sehr nahe verwandter Hymenopteren untersuchte.

Etwas genauer ist die Entwicklung der Ocellen bei den Araneinen, Phalangiden und Skorpionen untersucht worden. Darüber haben wir Angaben von BOURNE (1883), HENTSCHEL (1899), KISHINOUE (1891), LANKESTER (1883), LOCY (1886), MARK (1887), PARKER (1887) und PURCELL (1894).

Nach PURCELL soll der Ocellus der Phalangiden durch eine Einstülpung entstehen, welche sich von der Hypodermis zwar abschnürt, aber dicht unter derselben verbleibt. Die distale Wand der Augenblase verdickt sich, so dass sie in das Lumen der Blase stark vorspringt und dies sehr eng wird. Diese verdickte Außenwand der Blase entwickelt sich zur Retina, deren Zellen in einer Schicht angeordnet sind und an ihren distalen Enden die Rhabdome bilden. Die Hypodermissschicht, welche die Blase äußerlich überdeckt, bildet den Glaskörper aus, welcher seinerseits die Linse absondert.

Nach LOCY und MARK soll, bei den Araneinen, eine vollständige Abschnürung der Augenblase, welche durch schiefe Einsenkung

gebildet wird, stattfinden. Die Ränder der Einsenkung wachsen über der Blase zusammen und bilden die Glaskörperschicht. Die distale dickere Wand der Blase, welche aus mehreren Schichten von Zellen besteht, bildet die Retina, die proximale dagegen, welche nur aus einer Zellenlage besteht, wird von LOCY in ihrer morphologischen Bedeutung nicht erklärt.

Nach HENTSCHEL's Darstellung ist der Vorgang folgender: die Entwicklung beginnt mit einer Vertiefung der Hypodermis. Die Ränder der so gebildeten Grube schließen sich vollständig, so dass eine Augenblase entsteht, welche mit der Hypodermis in dauernder Verbindung bleibt. Mit dem proximalen Pol dieser Augenblase steht der Sehnerv in Verbindung. Im Umkreis der Verbindungsstelle mit dem Opticus stülpt sich die proximale Wand der Augenblase zu einer ringförmigen Falte aus, welche endlich mit dem Sehnerv verwächst. Aus der äußeren Zellwand dieser Falte entsteht die »postretinale« Membran, während die innere Zellwand das Tapetum des Spinnenauges bildet.

Nach den Angaben MARK's dagegen soll sich eine ähnliche ringförmige Falte durch Einstülpung der proximalen Wand der Augenblase in das Innere der Blase bilden und das Tapetum erzeugen.

Während also LOCY die Einstülpung von der Hypodermis sich lösen und als eine Augenblase ausbilden lässt, findet HENTSCHEL nur eine grubenartige Einsenkung, welche ihre Verbindung mit der Hypodermis nie aufgibt.

Wenn wir nun die Angaben der übrigen oben erwähnten Forscher über die Entwicklung der Ocellen bei Skorpionen und Spinnen zusammenstellen, so bekommen wir folgendes Bild: die medianen Ocellen der Skorpione und die vorderen mittleren Ocellen der Araneinen entstehen als eine Verdickung der Hypodermis, welche hernach eine Einsenkung bildet und sich schließlich zu einer taschenförmigen Einstülpung entwickelt; diese Tasche liegt unter der Hypodermis und legt sich mit einer Fläche derselben dicht an. Aus dieser, der Hypodermis anliegenden verdickten Schicht entwickelt sich die Retina, aus der unteren, dünnen — die »postretinale« Schicht, welche noch eine den ganzen Ocellus umschließende Membran ausscheidet. Die über der Tasche liegende Hypodermissschicht bildet den Glaskörper und scheidet die Linse aus. Während die taschenförmige Einstülpung des Medianocellus der Skorpione sich von der Hypodermis nicht abschnürt, tritt dies dagegen bei den Spinnen ein und führt dadurch zur Bildung einer Augenblase.

Die Bildung der hinteren, mittleren und der beiden seitlichen Paare der Ocellen der Spinnen vollzieht sich in derselben Weise, nur mit dem Unterschied, dass die Stäbchen nicht an den distalen Enden der Retinazellen, sondern an ihrer centralen Partie gebildet werden, während die Kerne an die distalen Enden der Zellen rücken.

Die seitlichen Ocellen der Skorpione entstehen als eine Verdickung der Hypodermis; dann erscheinen, der Zahl der Ocellen entsprechend, Einsenkungen, welche die Retina liefern; neben den Einstülpungsöffnungen liegende Zellen überwachsen diese Öffnungen und scheiden die Linse aus. Nach KISHINOUE sollen die hinteren mittleren, sowie die seitlichen Ocellen der Araneinen sich in derselben Weise entwickeln, mit dem Unterschied allerdings, dass die die Öffnung der Grube nach außen umwachsenden Hypodermiszellen eine Glaskörperschicht bilden, welche die Linse absondert.

Bei den Myriapoden (*Julus terrestris*) sollen, nach den Angaben von HEATHCOTE (1888), die Ocellen in ganz eigenthümlicher Weise sich entwickeln. Die Hypodermis verdickt sich an der Bildungsstelle des Ocellus, worauf ein Hohlraum in dieser kugelförmigen Verdickung auftritt, so dass das Ganze als eine mit der Hypodermis in Verbindung stehende Blase erscheint. Während die distale Wand dieser Blase sich verdünnt und die Linse absondert, verdickt sich die proximale und wandelt sich in die Retina um.

Es giebt also im Allgemeinen zwei Ansichten über den Entwicklungsvorgang der Ocellen der Insekten und Arachnoideen. Nach beiden soll der Ocellus Anfangs als eine offene grubenartige Vertiefung der verdickten Hypodermissschicht auftreten. Bei der weiteren Entwicklung soll nun diese Grube entweder eine offene bleiben, oder sich zu einer taschenförmigen Einstülpung weiter bilden. Letztere bleibt entweder in stetem Zusammenhang mit der Hypodermis oder schnürt sich von dieser in Form einer geschlossenen Blase ab.

Meine, nur bei Apis angestellten Beobachtungen sind nicht ausreichend, um über die Entwicklung der Insektenocellen im Allgemeinen weitere Schlussfolgerungen zu ziehen. Jedenfalls aber folgt aus ihnen, dass bei der Entwicklung des Bienenocellus keine eigentliche Augenblase gebildet wird, sondern der Ocellus, abgesehen von den besonderen, in seiner Entwicklung auftretenden Komplikationen, die wohl keine allgemeine Bedeutung beanspruchen können, das Produkt der Differenzirung einer verdickten Hypodermisstelle ist.

Heidelberg, im Juni 1900.

Litteraturverzeichnis.

1886. P. BERTKAU, Beiträge zur Kenntnis der Sinnesorgane der Arthropoden. I. Die Augen der Spinnen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII.
1885. J. CARRIÈRE, Die Sehorgane der Thiere. München und Leipzig.
1886. J. CARRIÈRE, Kurze Mittheilungen aus fortgesetzten Untersuchungen über die Sehorgane. 7. Die Entwicklung und die verschiedenen Arten der Ocellen. Zool. Anz. Bd. IX.
1889. J. CARRIÈRE, Bau und Entwicklung des Auges der zehnfüßigen Crustaceen und Arachnoiden. Biol. Centralbl. Bd. IX.
1891. C. CLAUS, Das Medianauge der Crustaceen. Arbeiten Zool. Inst. Wien. Bd. IX.
1880. V. GRABER, Über das unicorneale Tracheaten- und speciell Arachnoiden- und Myriapodenaugen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVII.
1877. H. GRENACHER, Untersuchungen über das Arthropodenaugen. Klin. Mon.-Blätter f. Augenheilkunde. XV.
1879. H. GRENACHER, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen.
1880. H. GRENACHER, Über die Augen einiger Myriapoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVIII.
1888. F. G. HEATHCOTE, The post-embryonic development of *Iulus terrestris*. Philos. Trans. Roy. Soc. London. Vol. CLXXXIX.
1899. E. HENTSCHEL, Beiträge zur Kenntnis der Spinnenaugen. Zool. Jahrb. Abth. für Anat. Bd. XII, Heft 3.
1888. J. KENNEL, Die Ableitung der sog. einfachen Augen der Arthropoden, nämlich der Stemmata der Insektenlarven, Spinnen, Skorpionen etc. von den Augen der Anneliden. Sitzungsber. Naturf. Gesellsch. Dorpat. Bd. VIII.
1891. K. KISHINOUE, The lateral Eye of Spiders. Zool. Anz. Bd. XIV.
1866. H. LANDOIS, Die Raupenaugen (Ocelli compositi). Diese Zeitschr. Bd. XVI.
1883. RAY LANKESTER and BOURNE, The minute Structure of the lateral and the central Eyes of *Scorpio* and *Limulus*. Quart. Journ. of Microsc. Sc. XXIII.
1864. F. LEYDIG, Das Auge der Gliederthiere.
1886. W. A. LOCY, Observations on the development of *Agelena naevia*. Bull. of the Museum Comp. Zool. XII. No. 3.
1887. E. L. MARK, Simple Eyes in Arthropods. Bull. of the Mus. of Comp. Zool. XII.
1890. O. PANKRATH, Das Auge der Raupen und Phryganidenlarven. Diese Zeitschr. Bd. XLIX.
1887. G. H. PARKER, The Eyes in Scorpions. Bull. of the Mus. Comp. Zool. XIII. No. 6.
1896. G. H. PARKER, Pigment migration in the Eyes of *Palaemonetes*. Zool. Anz. XIX. No. 506.
1897. G. H. PARKER, Photomechanical changes in the retinal pigment cells of *Palaemonetes*, and their relation to the central nervous system. Bull. Mus. Comp. Zool. XXX.

1899. G. H. PARKER, The photomechanical changes in the retinal pigment of Gammarus. Bull. Mus. Comp. Zool. XXXV.
- 1887¹. W. PATTEN, Studies on the Eyes of Arthropods. I. Development of the Eyes of Vespa, with Observation on the Ocelli of some Insects. Journ. of Morphology. I.
- 1887². W. PATTEN, Studies on the Eyes of Arthropods. II. Eyes of Acilius. Journ. of Morphology. II.
- 1887³. W. PATTEN, Segmental sense-organ of Arthropods. Journ. of Morphol. II.
1888. J. PLATEAU, Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes. Bull. de l'Acad. de Belgique. XIV, XV et XVI.
1886. N. A. POLETAJEV, Über die Ocellen und deren Sehvermögen bei den Phryganiden. (Russisch.) Horae Soc. Entom. Rossicae. XVII.
1894. J. PURCELL, Über den Bau der Phalangidenaugen. Diese Zeitschr. Bd. LVIII.
1884. W. M. SCHIMKEWITSCH, Étude sur l'anatomie de l'épeire. Ann. Sc. natur. 6. Série. Zoologie. XVII.
1890. M. STEPHANOWSKA, La disposition histologique du pigment dans les yeux des Arthropodes sous l'influence de la lumière directe et de l'obscurité complète. Recueil. Zool. Suisse. V.
1878. B. LOWN THOMPSON, On the Modifications of the simple and compound Eyes of Insects. Philos. Trans. of the Soc. London. CLXIX.
1843. A. TULK, On the Anatomy of Phalangium opilio. Ann. Mag. nat. hist. XII.
1891. V. WILLEM, Sur la structure des Ocelles de la Lithobie. Comptes rendus de l'Acad. sc. Paris. CXIII.
1897. V. WILLEM, Les yeux et les organes postantennaires des Collembolles. Ann. Soc. Entom. Belgique. XLI.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen für sämtliche Figuren:

<i>Ct</i> , Cuticula;	<i>N</i> , Kern;
<i>Hyp</i> , Hypodermis;	<i>N.opt</i> , Nervus opticus;
<i>Glk</i> , Glaskörper;	<i>Pg</i> , Pigment;
<i>Ir</i> , Iris;	<i>Rt</i> , Retina;
<i>Mbr</i> , Membran;	<i>St</i> , Stäbchen;
	<i>Zwz</i> , Zwischenzelle.

Ich schicke voraus, dass, wenn ich von »Frontalschnitt«, »Sagittalschnitt« spreche, ich darunter die Schnittführung durch den Kopf des Insektes, nicht aber durch den Ocellus selbst oder durch sonstige Theile des Kopfes verstehe.

Tafel XXXIX.

Fig. 1. *Cimbex* sp. Raupe. Längsschnitt durch die Linse und die angrenzende Cuticula. 1, die äußere, 2, die mittlere und 3, die innere Schicht der Cuticula. In der Linse ist nur die äußerste dünne Schicht von den zwei übrigen scharf abgesetzt; die mittlere und die innere dagegen sind zusammengefloßen. Die mittlere und die innere Schicht in der Cuticula sind fein quer-

gestreift; diese Streifung geht in der Linse in eine Längsstreifung über; diese letztere ist nur in der proximalen Partie der Linse deutlich zu beobachten. Die an die Linse angrenzenden Theile der mittleren Schicht der Cuticula sind stark pigmentirt (*Ir*). Vergr. 365.

Fig. 2. *Cimbex* sp. (Raupe). Centralpartie der Linse bei starker Vergrößerung. In der Grundsubstanz der Linse sind mehrere Vacuolen zerstreut, welche gegen die Peripherie der Linse an Anzahl abnehmen. Unter diesen Vacuolen trifft man sowohl einfache ovale, als doppelte, deren einander zugewendete Flächen etwas abgeplattet erscheinen. Vergr. 1550.

Fig. 3. *Cimbex* sp. (Raupe). Glaskörperzellen im Querschnitt. Die Zellen sind sehr regelmäßig, polygonal; in zwei von ihnen bemerkt man den Kern (*N*). Vergr. 850.

Fig. 4. *Perla bicaudata* (Larve). Ein Stück von Glaskörper- und Retinaschicht im Längsschnitt. Oben an der Zeichnung sieht man die langen schmalen Glaskörperzellen (*Glk*) mit basal liegenden Kernen. Darunter befindet sich die Retinaschicht, welche aus Retinulae von je zwei Retinazellen besteht. Jede Retinula erzeugt in ihrem distalen Ende ein Stäbchen (*St*). Das letztere wird beiderseits von Protoplasmapartien der Retinazelle mit deutlicher querer Anordnung der besonders großen Waben (*a*) begrenzt. In der proximalen Partie finden sich die Kerne. Das Pigment konzentriert sich an der Stelle, wo zwei Retinazellen einander berühren und besonders reichlich an der Grenze zwischen den einzelnen Retinulae. Vergr. 615.

Fig. 5. *Cimbex* sp. (Raupe). Frontalschnitt. Proximaler Theil der Linse (*L*), Glaskörper (*Glk*) und distaler Theil der Retina. Die distalen Enden der Glaskörperzellen sind etwas hervorgewölbt, dem entsprechend die proximale Fläche der Linse kleine Ausbuchtungen aufweist; an dieser Stelle bildet jede Glaskörperzelle eine Art von dünnem Saum (*s*), der aus einer Reihe kleiner Vacuolen und dazwischen verlaufenden Längszügen des Protoplasma gebildet wird. Weiter in proximaler Richtung sind die Zellen etwas eingeschnürt und in den auf diese Weise entstandenen Räumen sind besondere runde Zellen eingeschaltet (Ergänzungszellen, *Erz*). Die distalen Enden der Retinulae dringen etwas in die Glaskörperschicht ein, so dass die Glaskörperzellen mit ihren basalen Enden zwischen die Retinulae sich einsenken. Das Pigment ist, im Gegensatz zu den Ocellen anderer Insekten, nicht in den Retinazellen, sondern zwischen den einzelnen Retinulae abgelagert. Vergr. 430.

Fig. 6. *Calopteryx splendens* (Imago). Das distale Ende einer aus zwei Retinazellen bestehenden Retinula. Flächenansicht. Zwischen beiden Retinazellen ist ein Stäbchen (*St*) eingeschlossen. Das letztere erscheint als eine einfache gerade Leiste. Das Protoplasma der Retinazellen bildet an der Berührungsfläche mit dem Stäbchen eine schmale Alveolarschicht (*a*) von etwas größeren Waben; in den übrigen Theilen der Zellen sind die Waben kleiner und regellos angeordnet. Vergr. 1570.

Fig. 7. *Apis mellifica* (Puppe). Macerationspräparat. Eine aus zwei Retinazellen bestehende Retinula. Die Zellen berühren sich fast auf ihrer ganzen Länge; das Stäbchen (*St*) ist daher sehr lang. Die proximalen Enden der Retinazellen gehen unmittelbar in die Fasern des Nervus opticus (*N.opt*) über. Das Pigment (*Pg*) ist nur in der distalen Partie der Zellen abgelagert und findet sich nahe bei dem Stäbchen. Vergr. 1565.

Fig. 8. *Apis mellifica* (Puppe). Macerationspräparat. Eine aus drei

Retinazellen bestehende Retinula von einer noch sehr jungen Puppe. Das Stäbchen ist noch nicht ausgebildet, das Pigment ist nur spärlich vorhanden. Vergr. 1565.

Fig. 9. *Apis mellifica* (Puppe). Eine Gruppe von Retinulae, von welchen jede aus zwei, bzw. drei Retinazellen zusammengesetzt ist. Der gemeinsame Ast des Nervus opticus (*N.opt*) verzweigt sich in vier Ästchen, entsprechend der Zahl der vorhandenen Retinulae. Vergr. 1560.

Fig. 10. *Calopteryx splendens* (Imago). Eine Partie der Retina im Querschnitt. Distale, stäbchentragende Enden der Retinulae, von welchen einige aus drei, andere aus vier Retinazellen bestehen; das Rhabdom (*St*) der ersteren ist dreiflügelig, das der letzteren vierflügelig. Die einzelnen Retinulae finden sich in gewissem Abstand von einander, was noch deutlicher auf die gruppenartige Anordnung der Retinazellen hindeutet. Vergr. 1670.

Fig. 11. *Perla bicaudata* (Larve). Querschnitt durch die distale Partie der Retinazellen. Sechs Retinulae von je zwei Retinazellen und dazwischen liegende Glaskörperzellen (*GK*) mit ihren Kernen. Die Stäbchen (*St*) bilden die Grenze zwischen beiden Retinazellen nur in der Mittelpartie von deren Berührungslinie. Beiderseits vom Stäbchen macht sich die wabige Struktur des Protoplasmas (*a*) besonders bemerkbar. Vergr. 965.

Fig. 12. *Perla bicaudata* (Larve). Querschnitt durch die mittlere Partie zweier Retinulae. Das Rhabdom (*St*) bildet die Grenzlinie zwischen den beiden die Retinula bildenden Retinazellen. Beiderseits des Rhabdoms besonders deutliche quere Anordnung der Waben des Protoplasmas (*a*). Vergr. 1480.

Fig. 13. *Apis mellifica* (Puppe). Querschnitt durch die distalen oder Stäbchentheile einiger Retinulae; die meisten Retinulae bestehen aus zwei Retinazellen und besitzen daher einfach lamellenförmige Stäbchen (*St*); in der Mitte eine aus drei Zellen bestehende Retinula mit dreiflügeligem Rhabdom. Vergr. 1210.

Fig. 14. *Cimex* sp. (Raupe). Querschnitt durch die distale Partie zweier Retinulae. Jede Retinula besteht aus vier Zellen; das Rhabdom (*St*) erscheint daher auch viertheilig, indem jede Retinazelle ein, im Querschnitt hufeisenförmiges, Rhabdomer bildet. Pigmentzellen (*Pg*) liegen den Retinazellen an. Vergr. 1025.

Fig. 15. *Syrphus* sp. (Imago). Querschnitt durch die distale Partie der Retinazellen. Drei vollständig gezeichnete und neun angrenzende nur ange deutete Retinazellen liegen ganz dicht an einander. Die an ihren Berührungsflächen zur Ausbildung kommenden Stäbchen (*St*) erscheinen daher auf dem Querschnitt als Sechsecke. Das in den Retinazellen eingeschlossene Pigment findet sich hauptsächlich an der Wand der Retinazellen und wiederholt deren sechseckige Form. Vergr. 970.

Fig. 16. *Apis mellifica* (Puppe). Eine durch Maceration isolirte Retinula aus zwei Retinazellen bestehend. Die basalen Enden der Retinazellen sind künstlich abgerissen; das Stäbchen (*St*) ist in dieser Partie bloßgelegt und wellig gebogen. Vergr. 1565.

Fig. 17. *Syrphus* sp. (Imago). Sagittalschnitt. Eine Partie der Retina. Die distalen Enden der Retinazellen sind alle dicht an einander gelegt, während die proximalen etwas aus einander weichen und den Zwischenzellen (*Zwz*) Platz machen. Die proximalen Enden der Retinazellen (*Rt*) gehen in die Nervenfasern über, welche sich zu Bündeln vereinigen (*N.opt*). Vergr. 560.

Fig. 18. *Calopteryx splendens* (Imago). Das proximale Ende einer Retinazelle. In der Medianlinie der Zelle zieht eine Nervenfaser (*N.opt*) hindurch. Vergr. 1025.

Fig. 19. *Calopteryx splendens* (Imago). Die proximalen Enden zweier Retinazellen im Querschnitt. Neben dem Kern (*N*) sieht man eine Nervenfasern im Querschnitt (*N.opt*). Vergr. 1460.

Fig. 20. *Apis mellifica* (Puppe). Eine Zelle des Zwischengewebes in Theilung begriffen. Das Protoplasma ist nicht gleichmäßig in der Zelle vertheilt, sondern bildet feine Züge. In der Mitte die Kernspindel. Vergr. 2590.

Fig. 21. *Eristalis tenax* (Imago). Querschnitt durch die mittlere Region der Retinazellen (*Rt*). Die einzelnen Retinazellen sind allseitig von feinen Anastomosen der Ausläufer der Zwischenzellen (*Zwz*) umgeben. Vergr. 1550.

Fig. 22. *Eristalis tenax* (Imago). Querschnitt durch die proximale Partie der Retinazellen (*Rt*). Zwischen denselben befinden sich die Zellen des Zwischengewebes (*Zwz*), deren feine Ausläufer sich allseitig ausbreiten. Diese Fortsätze anastomosiren unter einander und bilden dadurch ein Netzwerk um die Retinazelle herum. Vergr. 955.

Fig. 23. *Cimbex* sp. (Raupe). Querschnitt durch die Fasern des Nervus opticus (*N.opt*). Jede Nervenfasern ist von feinen Fortsätzen der Zwischengewebszellen umspinnen, deren Kerne (*N*) daneben auch sichtbar sind. Vergr. 1020.

Fig. 24. *Calopteryx splendens* (Imago). Frontalschnitt. Seitlicher (rechter) Scheitelocellus. Die Längsachse der asymmetrisch gebauten Linse (*L*) steht schief zur cuticularen Kopfbedeckung. Die Linse ist allseitig von einer wulstartigen pigmentirten Verdickung der Hypodermis (*Ir*) umgeben. Die Glaskörperschicht (*Glk*) ist von der darunter liegenden Retinaschicht (*Rt*) nicht scharf abgesetzt; ihre Zellen schieben sich vielmehr zwischen dieselben ein. An der Stelle, wo die Retina in den Nervus opticus übergeht, ist eine deutliche Einschnürung, an welcher eine starke Ablagerung des Pigmentes stattfindet. Die Retinazellen sind von Pigment frei. Der ganze Ocellus sammt dem Nervus opticus ist von einer sehr stark pigmentirten Membran (*Mbr*) umgeben. Vergr. 460.

Tafel XL.

Fig. 25. *Perla bicaudata* (Larve). Sagittalschnitt. Seitlicher (linker) Scheitelocellus. Vergr. 240.

Fig. 26. *Cimbex* sp. (Raupe). Frontalschnitt. Ein Ocellus nach Entfernung des Pigmentes. Die Hypodermis ist an der Stelle, wo sie eine pigmentirte Verdickung (*Ir*) bildet, in eine Falte gebogen und geht in die Ausbuchtung der Linse hinein. In der distalen Partie des Glaskörpers (*Glk*) sind zwischen die eigentlichen Glaskörperzellen noch besondere »Ergänzungszellen« (*Erz*) eingelagert. Die Retina (*Rt*) besteht aus vierzelligen Retinulae. Vergr. 210.

Fig. 27. *Apis mellifica* (Imago). Sagittalschnitt. Medianer Scheitelocellus. Die stark entwickelte Linse (*L*) hat eine Einschnürung an der Stelle, wo sie in die Cuticula des Kopfes übergeht; diese rinnenförmige Vertiefung ist mit Iriszellen (*Ir*) ausgefüllt. Der proximalen Fläche der Linse liegt die Glaskörperschicht (*Glk*) unmittelbar an. Diese Schicht besteht aus niedrigen kubischen Zellen mit deutlichem Kern. In der centralen Partie des Ocellus sind die proximalen Enden der Retinazellen (*Rt*) pigmentirt, in der peripheren dagegen die distalen. Vergr. 225.

Die Figg. 28—36 beziehen sich auf die Entwicklung des Ocellus bei *Apis mellifica*.

Fig. 28. Sagittalschnitt. Medianocellus einer in die Larvenhaut eingeschlossenen Puppe. Der auf dem Schnitt getroffene Medianocellus (*Oc*) erscheint als eine linsenförmige Verdickung der Hypodermis (*Hyp*). Die den Ocellus bildenden

Zellen sind noch einschichtig angeordnet und unterscheiden sich von gewöhnlichen Hypodermiszellen nur durch ihre größere Länge und dichtere Lage. Es besteht schon die Verbindung des Ocellus mit dem Gehirn mittels des doppelten Nervus opticus (*N.opt.*). Vergr. 300.

Fig. 29. Sagittalschnitt. Seitlicher Scheitelocellus. Beginn der Einsenkung, welche allerdings noch ganz schwach auf der Außenfläche des Ocellus angedeutet ist. Die Glaskörper- und die Retinaschicht (*Glk* und *Rt*) haben sich bereits differenziert durch Auseinanderrücken der zuerst gleichartigen und in einer Ebene liegenden Hypodermiszellen. Vergr. 350.

Fig. 30. Sagittalschnitt. Medianocellus. Stark ausgeprägte Einsenkung. Die den Ocellus begrenzenden Theile der Hypodermis sind ebenfalls einwärts gekrümmt und zugleich beträchtlich verdickt. Vergr. 94.

Fig. 31. Sagittalschnitt. Die verdickten, den Ocellus begrenzenden Partien der Hypodermis (spätere Iris) und das Loch (*Lch*), das an der Stelle des ins Innere des Kopfes hereingezogenen Ocellus erscheint. Dieses Loch entspricht dem linken Lateralocellus. *Ftz*, Fettzelle. Vergr. 300.

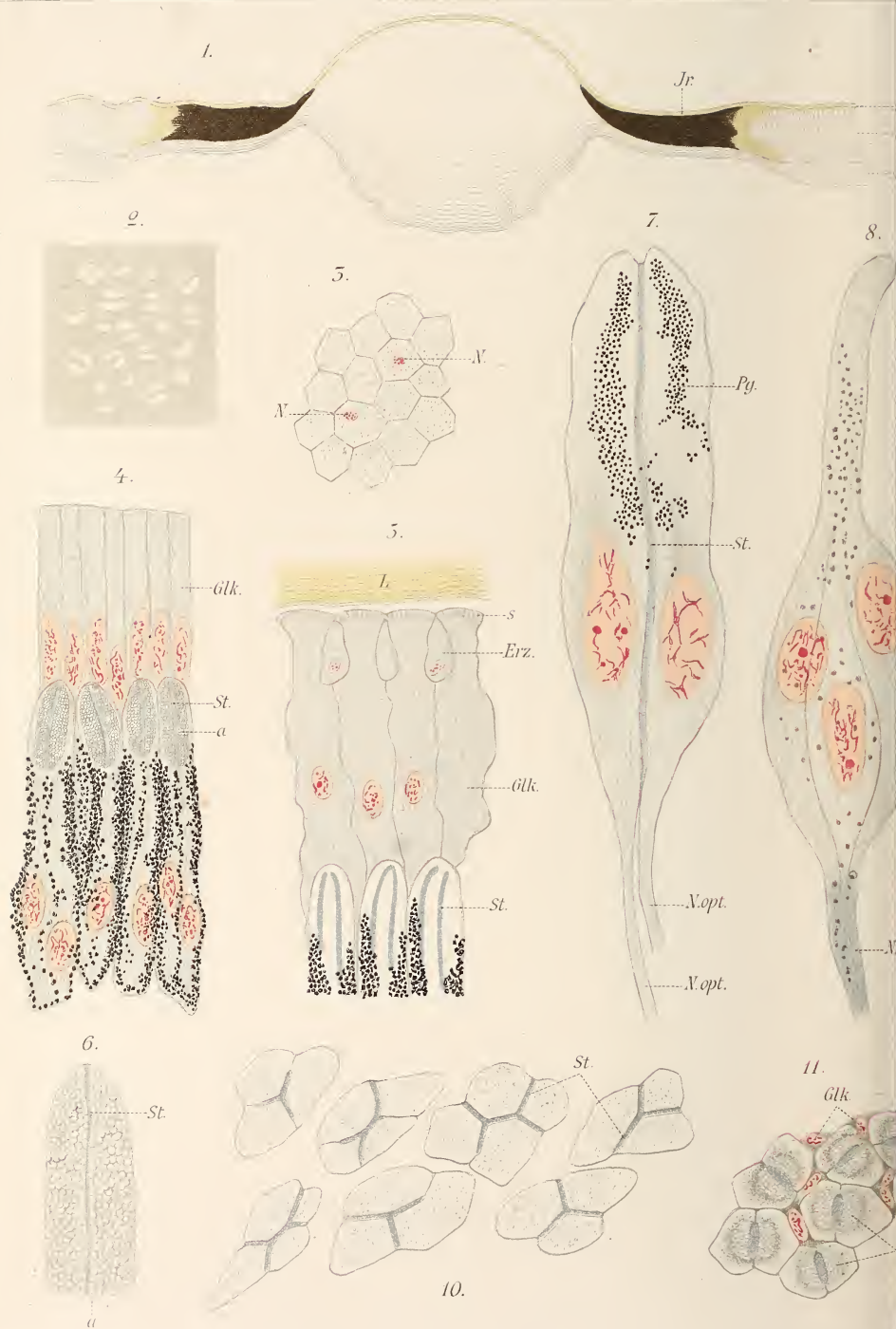
Fig. 32. Sagittalschnitt. In die Tiefe des Kopfes hereingezogener rechter Lateralocellus nach seiner Abtrennung von der Hypodermis. Vergr. 260.

Fig. 33. Frontalschnitt. Die beiden Lateralocellen nach sekundärer Verwachsung mit der Hypodermis. An * die unvollständige Verwachsung mit der verdickten Iris. Vergr. 225.

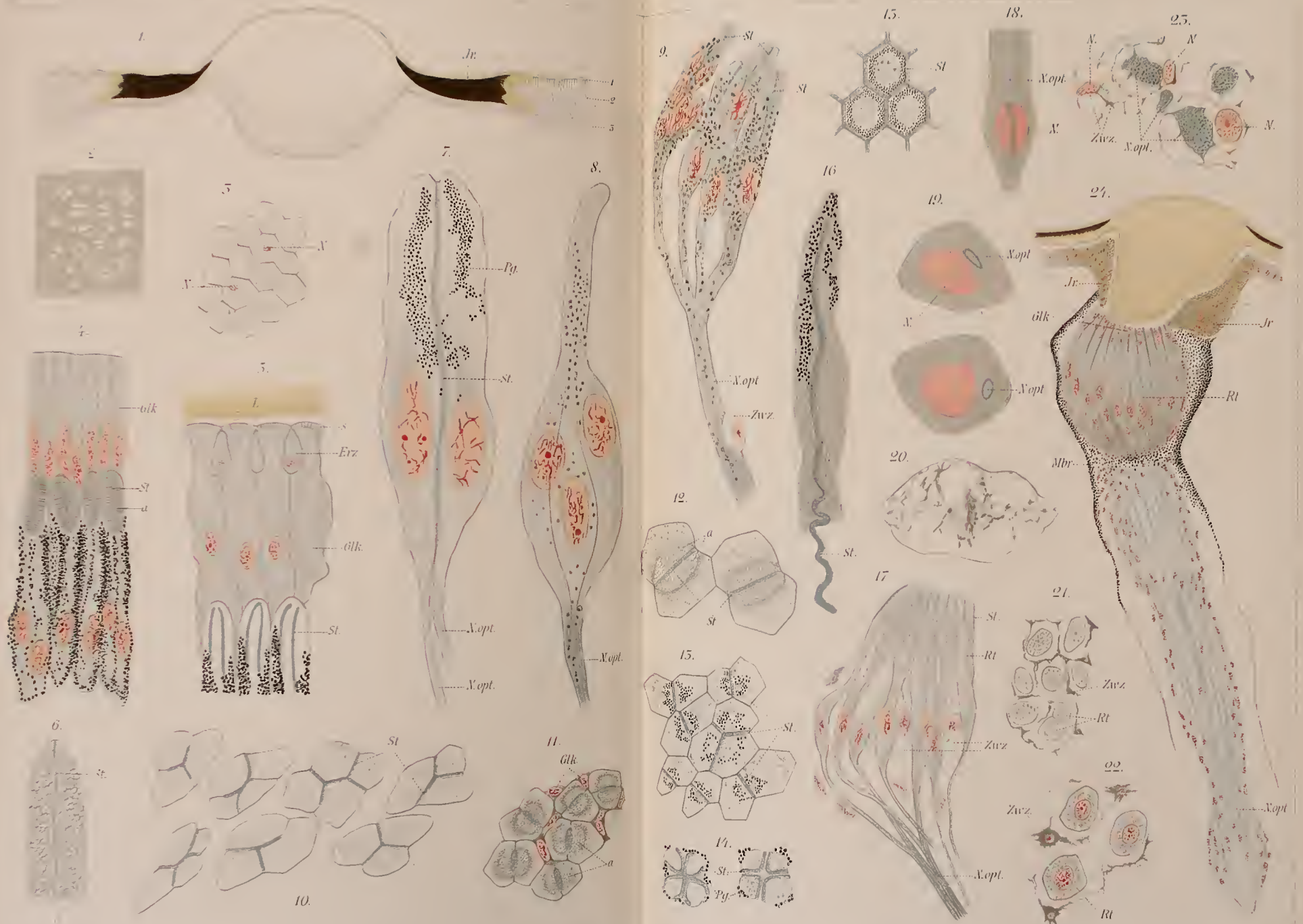
Fig. 34. Frontalschnitt. Die beiden Lateralocellen einer sehr jungen Puppe. Die schwach ausgebildeten Ocellen sind mit dem Gehirn durch die langen Nervi optici verbunden. *Tr*, Trachee. Vergr. 95.

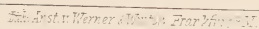
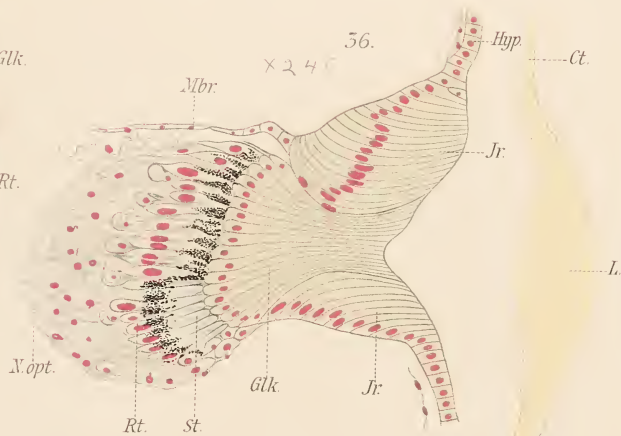
Fig. 35. Frontalschnitt. Die beiden Lateralocellen einer alten Puppe. Die gut ausgebildeten Ocellen sind mit dem Gehirn durch die kurzen Nervi optici verbunden. Der Hohlraum an * existiert in Wirklichkeit nicht, sondern wird durch den proximalen Theil der Linse ausgefüllt. *N¹opt*, Nervus opticus des Medianocellus. Vergr. 225.

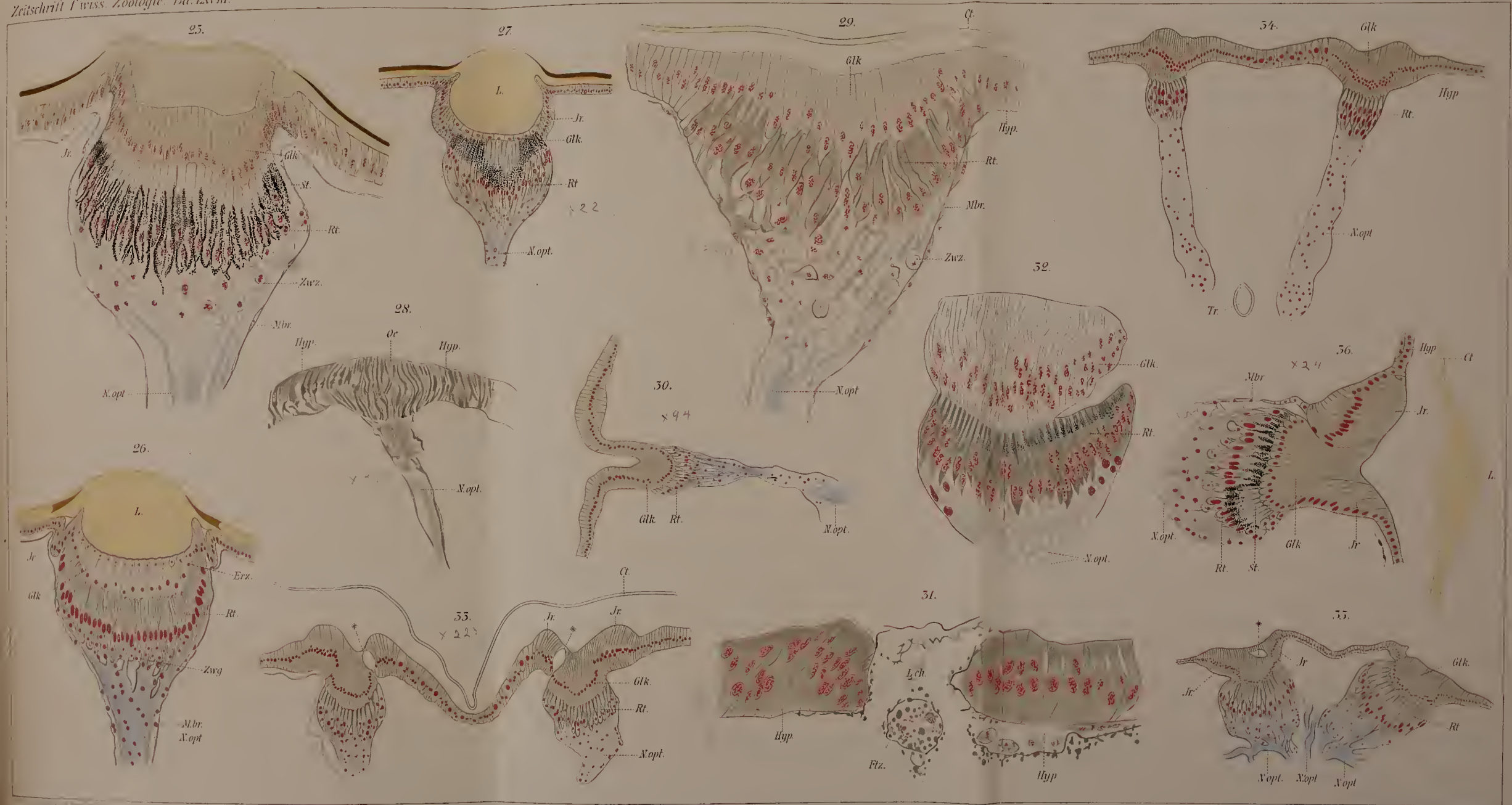
Fig. 36. Frontalschnitt. Linker Lateralocellus von einer alten Puppe. Die Linse (*L*) ist schon bedeutend entwickelt. Die eingebogenen Theile der Hypodermis, die früher das Loch begrenzt haben (*Ir*), sind sehr stark verdickt, besonders der linke, und seitlich fest mit dem Glaskörper (*Glk*) des Ocellus verwachsen. Die Glaskörperschicht ist sehr mächtig entwickelt und besteht aus stark in die Länge gestreckten Zellen. Die Retinazellen (*Rt*) sind deutlich in die Retinulae gruppiert, haben die Stäbchen (*St*) voll ausgebildet und sind stark pigmentiert, wobei im linken Theil des Ocellus die Pigmentierung auf die distalen Spitzen der Retinazellen sich beschränkt, im rechten dagegen auf die proximalen. Vergr. 245.











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Redikorzew W.

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau der Ocellen der Insekten. 581-624](#)