Beiträge zur Kenntniss der Sinnesorgane der Spinnen.

Von

Dr. **Ph. Bertkau** in Bonn.

Hierzu Taf. XXXI—XXXII.

I. Die Augen der Spinnen.

Die Augen der Spinnen sind in den letzten Jahren von verschiedenen Forschern untersucht worden, nachdem 20 Jahre lang die nicht hoch genug anzuschlagenden Mittheilungen Leydig's über die Augen der Spinnen (Zum feineren Bau der Arthropoden, Müller's Archiv S. 432 ff., Taf. XXVI Fig. 20 ff., XXVII Fig. 40) das Mass unserer dermaligen Kenntnisse erschöpften. Von den neueren Untersuchungen sind in erster Linie Grenacher's grundlegende Mittheilungen in seinem grossen Werke: Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden zu nennen, in welchem S. 40—57, Fig. 15—28 der Darstellung von Augen von Arachniden gewidmet ist; dann desselben Rechtfertigung den vermeintlichen Berichtigungen Graber's gegenüber (Ueber die Augen einiger Myriapoden, dieses Archiv XVIII S. 419 ff.); ferner Graber (Ueber das unicorneale Tracheaten-Auge, dieses Archiv XVII S. 58 ff.); Schimkewitsch (Étude sur l'anatomie de l'Epeire; Ann. d. Sci. natur., Zoolog., (6. Sér.) T. XVII Art. No. 1); Locy (Observations on the development of Agelena naevia; Bull. Mus. Comp. Zool. XII No. 3). Unserem speziellen Gegenstand etwas ferner stehen Ray Lankester's und Bourne's Untersuchungen über die Augen von Skorpionen und des Limulus (Quart. Journ. Microsc. Sci. 89 S. 177 ff.) und Lowne's gelegentliche Aeusserungen über das Auge von Epiblemum scenicum (Transact. Linn. Soc. London (2. S.) Vol. II S. 404).

Meine eigenen lange Zeit hindurch fortgesetzten Untersuchungen habe ich auf eine grosse Zahl einheimischer Gattungen

ausgedehnt, die auf den folgenden Blättern in ausführlicher Weise nur zum kleineren Theile zur Sprache kommen werden. Um das Hauptresultat hier schon hervorzuheben, so kann ich sagen, dass ich durchweg Grenacher's Angaben bestätigen kann. Dies gilt vor allen Dingen in der Frage des Retinaelementes, dem Graber und theilweise auch Schimkewitsch eine Zusammensetzung aus 2 oder 3 Zellen, wenigstens den Besitz von 2—3 Kernen, zusprechen wollten. Ferner hinsichtlich des Dimorphismus, über den ich die genauere Mittheilung machen kann, dass die Stirnaugen stets die Stäbchen in unmittelbarem Anschluss an den Glaskörper, die Kerne am entgegengesetzten Zellenende tragen; bei ihnen allein fand ich Muskeln und vermisste sie hier nie; ferner fand ich bei diesen Augen nie ein Tapetum lucidum. Die drei übrigen Augenpaare, wenn auch bei derselben Art in untergeordneten Einzelheiten von einander verschieden, stimmen in dem Mangel der Muskulatur, in der scheinbar anderen Lage des Kerns zum Stäbchen und in den allermeisten Fällen auch in dem Besitz eines Tapetum mit einander überein. Graber hat für die Augen ersterer Gattung die Benennung „Augen mit postbacillärem Kern", und für die letzteren „Augen mit präbacillärem Kern" vorgeschlagen; aus später zu erörternden Gründen halte ich diese Bezeichnung für irreführend und schlage statt derselben Hauptaugen und Nebenaugen vor.

In einem wesentlichen Punkte indess bin ich anderer Ansicht wie Grenacher, nämlich in der Frage nach der Verbindung der Nervenfaser mit der Retinazelle in den Nebenaugen und der Lage des Kerns. Während Grenacher das Stäbchen in die Mitte zwischen Nervenfaser und Kern verlegt und letzteren an das Ende des Retinaelementes, ist nach meiner Anschauung die Nachbarschaft des Kernes die Stelle, an der die Nervenfaser, bezw. die Nervenröhre mit der Retinazelle in Verbindung tritt und das Stäbchen nimmt überall das Ende ein. — Ueber das Tapetum hatte Grenacher keine Mittheilungen gemacht; ich denke, dass meine genauen Angaben selbst nach den ausführlichen Daten Leydig's (a. a. O. S. 439 f.) nicht überflüssig sein werden.

Meine Untersuchungsmethoden sind die jetzt überhaupt gebräuchlichen, und die Vortheile, die einzelne derselben bieten, sind im Text angegeben. Zur Beseitigung des Pigmentes habe ich mich zuletzt nur der Salpetersäure bedient, nachdem ich mich

überzeugt hatte, dass diese weit weniger als die von anderen angewandten Mittel (namentlich Kalilauge) das übrige Gewebe verändere. Hier möchte ich aber besonders hervorheben, dass man dieselbe in möglichster Verdünnung, deren Grad man ausprobieren muss, anwende und durch reines Glycerin etc. ersetze, nachdem man mit ihr den gewünschten Erfolg der Entfärbung erreicht hat. Man erhält dann leicht Schnitte, welche sich zum genaueren Studium der Retina noch eignen und auch das Tapetum noch ganz unversehrt enthalten.

Eine Bemerkung über die zur Untersuchung geeignetste Zeit dürfte auch nicht überflüssig sein. Da die meisten unserer Spinnenarten, namentlich die grösseren, zu ihrer Entwicklung mindestens zwei Jahre bedürfen[1]), so kann man sich auch im Winter leicht Exemplare verschiedener Altersstufen verschaffen, wenn man nur genügende Kenntniss ihrer Lebensweise und ihrer Schlupfwinkel hat. Dennoch empfiehlt sich die Untersuchung solcher winterlicher Exemplare nicht, da bei ihnen sich die zarten Gewebe in einem Zustande befinden, der ihre Erkenntniss fast unmöglich macht. — Ein Hinderniss bei Anfertigung feiner Schnitte ist die Linse, und man könnte glauben, diesem Hinderniss dadurch aus dem Wege zu gehen, dass man der Häutung nahe stehende Exemplare (bei denen man die alte Haut schon abheben kann) oder frisch gehäutete verwendet. Aber auch hier ist der Zustand der Gewebe in ähnlicher Weise verändert. Auch die geschlechtsreifen Männchen sowie die Weibchen nach dem Eierlegen eignen sich weniger zur Untersuchung als die lebenskräftigen Exemplare. Endlich zeigen sich auch gar nicht selten individuelle Verschiedenheiten, so dass man erst nach Untersuchung mehrerer Exemplare ein Urtheil darüber haben kann, was normal und was aussergewöhnlich ist.

Die nachfolgenden Mittheilungen zerfallen in einen allgemeinen und einen speziellen Theil. Der letztere enthält die detaillirte Beschreibung von Augen solcher Gattungen, die als Vertreter einer grösseren (nicht systematischen) Gruppe mit Rücksicht ihrer Augenbildung gelten können; einige kurze Schlussbemerkungen berühren Fragen von allgemeinerem Interesse.

---

1) S. Zoolog. Anzeig. 1885. S. 462.

I. Allgemeiner Theil.

Zur allgemeinen Orientirung mag vorausgeschickt sein, dass die hinter der Cornealinse befindlichen Weichtheile des Auges (Augenbulbus; Ommateum Ray-Lankester's und Bourne's) von einer bindegewebigen Hüllhaut (Sklerotika Graber's) umschlossen werden, welche nichts anderes als die an der Innenfläche der Hypodermis entwickelte Basalmembran ist, welche sich überhaupt auf die mit der Haut in Verbindung tretenden Organe (Hautdrüsen, Muskeln, Nerven) fortsetzt. Dieselbe entwickelt eine das Auge quer durchsetzende Lage, die präretinale Lamelle Graber's, durch welche der Augenbulbus in zwei Kammern getheilt wird, deren vordere die als direkte Fortsetzung der Hypodermisschicht erscheinenden Pigment- und Glaskörperzellen enthält, während die hintere von der Retina eingenommen wird.

1. Die Linse.

Die äussere Umgrenzung der Linse ist entweder kreisförmig oder elliptisch; bei den Hauptaugen hat sie immer die erstere Gestalt, wogegen die Nebenaugen sehr häufig einen elliptischen Umriss aufweisen. Die Aussenfläche ist stets konvex gewölbt, kugelig bei den Augen mit kreisförmigem Umriss, während bei den elliptischen Augen die Wölbung nach den verschiedenen Richtungen verschieden und in zwei auf einander senkrechten Richtungen ein Maximum und Minimum ist. Die Innenfläche ist ebenfalls gewöhnlich konvex und zwar meist in stärkerem Grade als die Aussenfläche, so dass sie einer Kugel von kleinerem Radius angehört als jene und macht von dieser Kugel ein grösseres Stück als die Hälfte aus. Eine Folge hiervon ist, dass an der Innenseite im Umkreis der Linse ein rinnenförmiger Raum entsteht, der wesentlich von den Pigmentzellen ausgefüllt ist. Bei den elliptischen Linsen ist die Innenfläche manchmal schwächer gewölbt als die Aussenfläche; sie kann sogar plan oder konkav sein. Letzteres kommt z. B. an den Scheitelaugen einiger Drassiden vor und ist am stärksten bei Pythonissa nocturna entwickelt, wo die Linse kaum noch im Stande ist, ein Bildchen zu entwerfen.

Wie die Cornealinse ein Theil der allgemeinen Körpercuticula

ist, so nimmt sie auch an den meisten Eigenschaften derselben Theil. Zu diesen Eigenschaften gehört zunächst die Schichtung in zahlreiche Lamellen von verschiedener Dichtigkeit und verschiedener Lichtbrechung. An der Linse sind diese Lamellen fast eben so deutlich wie an der allgemeinen Cuticula wahrzunehmen, aber weit zahlreicher. Ganz besonders macht sich unter allen Umständen eine äussere Lage, die in sich aber wiederum geschichtet sein kann, bemerkbar. Dieselbe ist eine direkte Fortsetzung der pigmentirten äussersten Lage der Cuticula. Während nämlich die inneren Schichten der letzteren ungefärbt, weiss sind, ist eine äussere von gewöhnlich geringer Dicke diffus pigmentirt, und diese Färbung bedingt in allen den Fällen die Färbung des Körpers, wo nicht die Hypodermis oder noch tiefer gelegene Gewebe starkes Pigment enthalten, das durch die Cuticula hindurchscheint und die schwache Färbung der letzteren zum Verschwinden bringt. Bei den meisten Augen ist nun der jener pigmentierten Lage der Körpercuticula entsprechende Theil der Linse ungefärbt oder so schwach gefärbt, dass die Linse farblos erscheint; bei den Attiden dagegen ist das Pigment (gewöhnlich metallisch grün oder kupferroth) auch in der Linse erhalten, und hier gewöhnlich sogar stärker als in der benachbarten Körpercuticula, bis auf einen kleinen Kreis in der Mitte der Linse; daher rührt der lebhafte, schöne Metallglanz, der namentlich die Stirnaugen dieser Arten auszeichnet.

Ausser einer Zusammensetzung aus der Oberfläche parallelen Schichten weist die Cuticula auch eine solche aus senkrecht zur Oberfläche stehenden Lagen auf, so dass dadurch die ganze Cuticula in kleinere neben und über einander liegende Prismen zerlegt wird. Auch diese letztere Schichtung fehlt der Linse nicht, ist aber hier weit weniger deutlich als an der allgemeinen Körpercuticula. Graber, der sie namentlich an der Linse von Julus demonstrirt (a. a. O. S. 60, Taf. IV, Fig. 22), hält die dadurch entstehende Streifung für den Beweis von dem Vorhandensein von Porenkanälen, eine Anschauung, die nur bedingt richtig ist, wenn man nämlich dem Begriff der Porenkanäle die Ausdehnung giebt, die nach der vorhergehenden Auseinandersetzung nöthig wäre. Wahre Porenkanäle, wie sie in verschiedener Dicke die Körperhaut durchsetzen, fehlen indessen auch der Linse nicht. Schon Leydig (a. a. O. S. 434, Taf. XV, Fig. 22) hatte sie bei

Phalangium und einer Theraphoside angegeben, und an den Nebenaugen unseres Atypus lassen sie sich immer mit der grössten Leichtigkeit wahrnehmen. Sie verlaufen hier nicht so gestreckt wie gewöhnlich in der Cuticula und sind an den peripheren Theilen zahlreicher als in der Mitte, wo sie zuletzt ganz schwinden; es sind überhaupt nur die feineren Porenkanäle in der Linse vertreten. Immerhin ist aber in dem Vorkommen derselben eine unvollkommenere Differenzirung der Linse zu sehen, die auch wohl eine niedrigere Leistung bedingt.

In einigen Linsen kommt es zu einer noch komplizirteren Struktur, indem sich im Inneren ein sphärisch-begrenzter Körper deutlich aus der Umgebung abhebt, ohne dass ich mit Bestimmtheit sagen könnte, wodurch er zu Stande kommt (vgl. Fig. 1, das hintere Auge, oder Fig. 12, das vordere Auge). Es scheint, als ob in seiner Umgebung die weicheren Schichten eine noch weichere Beschaffenheit annähmen, während in diesem Körper selbst der Unterschied in der Dichtigkeit der Schichten geringer und alle Schichten dichter sind. Grenacher erwähnt dasselbe bei Epeira diademata (Sehorgan der Arthropoden S. 48, Taf. II, Fig. 18). Am auffälligsten ist diese Differenzirung bei Oecobius, wie ich früher angemerkt habe (Ueber das Cribellum und Calamistrum etc. in Troschel's Archiv, 43, S. 344). Die dort ausgesprochene Vermuthung, dass die erwähnte Eigenthümlichkeit vielleicht mit der bevorstehenden Häutung zusammenhänge, muss ich jetzt, wo ich zahlreiche Exemplare anderer Arten unmittelbar vor der Häutung untersucht habe, fallen lassen und andererseits Grenacher die Priorität der Entdeckung dieser Einrichtung zusprechen, die vielleicht im spezielleren Sinne die Bedeutung einer Sammellinse hat.

Im Leben ist die ganze Linse von Flüssigkeit, sagen wir Perilymphe, durchtränkt, die natürlich in den weicheren Schichten sich reichlicher ansammelt als in den dichteren. Durch die Behandlung mit Alkohol wird diese Flüssigkeit ausgezogen, und es kann dann zu Spalten und Sprüngen innerhalb der Linse kommen, die ich alle parallel der Oberfläche, nicht auch senkrecht dazu, gefunden habe, was auch begreiflich ist, da ja die erstere Schichtung viel deutlicher ausgeprägt ist als die letztere. Ein Verhältniss aber wie es Lowne (On the compound vision and the morphology of the eye in Insects, Transact. Linn. Soc. of London,

2. Ser., Vol. II, S. 404, Pl. 41, Fig. 34) von Epiblemum scenicum beschreibt und abbildet, habe ich nie gefunden, obwohl ich nicht nur die genannte Art, sondern auch andere Attiden zahlreich untersucht habe; ich vermuthe, dass hier die mittlere Portion des Schnittes auf irgend eine Weise verloren gegangen und auf diese Art der Schein einer „absolut hohlen" Linse entstanden ist.

Es mag nicht überflüssig zu bemerken sein, dass die ganze Cornealinse bei der Häutung unverändert mit abgeworfen wird, die darunter angelegte neue Linse daher anfänglich eine concave anstatt einer convexen Oberfläche besitzt; erst allmählich, wenn auch in kurzer Zeit, erlangt sie ihre definitive Gestalt, Dicke und Festigkeit.

2. Glaskörper und Pigmentzellen.

Wie die Cornealinse eine differenzirte Stelle in der allgemeinen Körpercuticula ist, so sind die Pigment- und Glaskörperzellen eine Modification der Hypodermis. Die Hypodermis der Spinnen zeigt bei den verschiedenen Arten und an den verschiedenen Körperstellen eine verschiedene Beschaffenheit. Am häufigsten hat sie den Character eines Syncytium mit dicht gedrängten Kernen. An anderen Körperstellen ist sie von hohen schmalen Cylinderzellen gebildet, wieder an anderen von kugeligen oder polygonalen bläschenförmigen Zellen, und endlich kommt es auch zu einer unregelmässigen Uebereianderlagerung von 2 oder 3 Zellen. Wie nun aber auch in der Nachbarschaft der Linse die Hypodermis beschaffen sein mag, im Umkreis der Linse gehen die Hypodermiszellen in Pigmentzellen und unter der Linse in Glaskörperzellen über, und beide Zellenarten haben in den meisten Fällen einen stark ausgeprägten eigenen Charakter.

Die Pigmentzellen sind immer lang und schmal, die Zellwände schwach ausgebildet und das feinkörnige Plasma streifig angeordnet, so dass die Zelle fast den Eindruck einer Faser macht. Der Zellkern, klein und spindelförmig oder lang elliptisch, liegt gewöhnlich in der Mitte der Zelle, die im natürlichen Zustande mit einem (gewöhnlich dunkelbraunen) feinkörnigen Pigment so dicht erfüllt ist, dass von allen Einzelheiten in ihr absolut nichts zu sehen ist. Erst wenn das Pigment durch Reagentien

(Acid. nitr., Kalilauge u. s. w.) aufgelöst und entfernt ist, werden die angegebenen Verhältnisse sichtbar. Der von den Pigmentzellen gebildete Ring hat eine Dicke von mindestens 8—10 Zellen. In den Augen, bei denen die innere Wölbung der Linse die oben angeführte rinnenförmige Vertiefung hat, ist diese Rinne von Pigmentzellen ausgefüllt, so dass bei einer Flächenansicht des Auges, bevor das Pigment entfernt ist, die Linse kleiner zu sein scheint, als sie thatsächlich ist; auf diese Weise entsteht der bereits von Leydig (a. a. O. S. 439) erwähnte irisartige Gürtel (s. Fig. 7 und 8).

Der Glaskörper ist in sehr verschiedener Weise ausgebildet. In vielen Fällen — und nach meinen Erfahrungen in den Hauptaugen immer — stellen seine Zellen polygonale abgestutzte Pyramiden von beträchtlicher Höhe dar. Am vollkommensten ist dieser Typus bei den Thomisiden (Xysticus, Misumena, Diaea) ausgeprägt. Die Zellwände sind ungewöhnlich stark ausgebildet, und schon die älteren Anatomen heben die Aehnlichkeit dieses Gewebes (auf Querschnitten) mit pflanzlichem Zellgewebe, z. B. Markparenchym, hervor. Im lebenden Zustande ist der Inhalt dieser Zellen eine gelbliche, das Licht stark brechende Masse (Gallertkolben Leydig's), die durch Härten in Alkohol zu kleinen Kügelchen gerinnt, welche den Glaskörper bei auffallendem Lichte weiss, bei durchfallendem dunkel erscheinen lassen. Zusatz von Glycerin löst diese Kügelchen rasch auf, beim Beginn der Einwirkung erkennt man noch einen durch Verschmelzung der in der Auflösung begriffenen Kügelchen entstandenen gallertigen Kolben; sehr bald aber schwindet auch dieser, und die Zelle erscheint dann leer bis auf den am Grunde der Pyramide befindlichen stets sehr deutlichen Kern, der durch einige Fäden von Spongioplasma an der Zellwand befestigt ist (Fig. 10A).

In den Fällen, wo der Glaskörper am vollkommensten und regelmässigsten ausgebildet ist, strahlen die Pyramidenzellen von der inneren Linsenfläche regelmässig nach den verschiedenen Richtungen aus und haben annähernd die gleiche Länge, so dass ihre gemeinsame Grundfläche eine mit der inneren Linsenfläche concentrische Kugelschale vorstellt, auf der die Pyramiden senkrecht stehen. In anderen Fällen, z. B. Lycosiden, z. Th. auch Attiden, schlagen die Zellen von einem Aequator der Linse aus entgegengesetzte Richtungen ein, wobei die dieser Linie zunächst

liegenden stark gebogen und in ihrem Endtheil der Retina fast parallel verlaufen; vgl. Fig. 7A und 8A.

Dies führt zu den Erscheinungen hinüber, wo der Glaskörper unsymmetrisch ausgebildet ist, indem seine Zellen, in diesem Falle immer sehr lang und schmal, fast faserartig, von einem excentrisch gelegenen Punkte der Linse aus, vorwiegend nach der einen Seite der Linse hin entwickelt sind und fast alle der Retina mehr oder weniger parallel verlaufen. Endlich ist nach Ausbildung der Linse thatsächlich ein Theil derselben frei von Glaskörperzellen, oder diese sind nur noch in ihren Kernen erhalten, wie es z. B. bei den Nebenaugen von Atypus, den Seitenaugen von Dysdera der Fall ist (Fig. 6, 12, 13, 15). Man erhält hier den Eindruck, als ob durch den gegen das Auge vordringenden Nerv der Glaskörper zur Seite gedrängt sei.

An den Seitenaugen der Skorpione fehlt nach Ray Lankester und Bourne (a. a. O. S. 182, Pl. X, Fig. 2, 4) der Glaskörper ganz, eine Angabe, die nach den bisherigen Erfahrungen einer erneuten Prüfung bedarf.

An den Hauptaugen von Atypus sind die Glaskörperzellen von den Pigmentzellen durch eine spaltförmige Unterbrechung geschieden; gewöhnlich gehen aber beide Zellenarten allmählich in einander über, wie denn auch echte Glaskörperzellen an ihrem Grunde Pigment enthalten können. Natürlich ist dies nur bei denen der Fall, die nicht auf der präretinalen Lamelle, sondern der seitlichen Hüllhaut enden, z. B. bei Lycosiden, auch Attiden (s. Fig. 8, 8A).

3. Retina.

Musste schon bei der bisherigen Besprechung der übrigen Augentheile hin und wieder eine Unterscheidung zwischen Haupt- und Nebenaugen gemacht werden, so ist eine solche bei der Schilderung der Retina unbedingt geboten; war es doch gerade die Retina, an der Grenacher den Dimorphismus der Augen entdeckte, und in der That ist ausser dem Umstand, dass das Retinaelement eine einfache Zelle ist, die einen Theil zu dem lichtempfindenden Organ umgewandelt hat, kaum ein weiterer Zug beiden Augen gemeinsam.

Hauptaugen. Bei diesen Augen tritt der Sehnerv selten in der Achse des Auges ein, gewöhnlich seitlich, so dass der

Augenbulbus an dem Nerv sitzt, wie etwa eine Eichelcupula an ihrem Stiel. Er löst sich innerhalb des Bulbus in mehrere Aeste auf, von denen einer, die ursprüngliche Richtung beibehaltend, quer durch die Retina, oft dicht unter der präretinalen Lamelle her geht und am entgegengesetzten Ende mit den Retinazellen in Verbindung tritt, während die übrigen Aeste nach verschiedenen Richtungen hin aus einander treten und sich ebenfalls mit Retinazellen verbinden. Die Art dieser Verbindung ist mir nicht gelungen mit Sicherheit nachzuweisen; nach zahlreichen Bildern indess, die ich namentlich an den grösseren Augen von Tarentula und Dolomedes erhielt, ist mir folgendes wahrscheinlich. Die Nervenfaser, welche bereits in dem Nerv. opt. gegen den Augenbulbus hin deutlich den Charakter einer Röhre angenommen hat, erweitert sich trichterförmig gegen die Retinazelle, und während die Wand der Röhre mit der Wand der Retinazelle verschmilzt, tritt auch eine Verschmelzung des netzartig angeordneten Plasmas beider Gebilde ein.

Die Nervenzellen sind lang, schlauchartig und senkrecht auf die Wand des Augenbulbus gestellt, so dass die im vorderen Theile desselben befindlichen der präretinalen Lamelle fast parallel streichen; diese sind aber natürlich auch weit kürzer, als die aus der Tiefe hervorragenden. Der grosse, kugelige Kern liegt stets in der Basis der Zelle, in unmittelbarer Nachbarschaft der Stelle, wo die Verbindung derselben mit der Nervenröhre stattgefunden hat, daher meistens der Innenwand des Augenbulbus genähert; an der Stelle, wo der Nerv ins Auge eintritt, finden sich nur ganz vereinzelte Kerne.

Die meisten der Retinazellen lassen nun an dem dem Kern entgegengesetzten, an den Glaskörper, resp. die präretinale Lamelle angrenzenden verjüngten Ende die sog. Stäbchen hervorgehen, die hier diesen Namen vielleicht nicht mit Recht führen. Es sind diese Stäbchen hier nämlich nichts anderes, als das umgewandelte wandständige Plasma des Endtheiles der Zelle selbst. Und zwar besteht die Umwandlung darin, dass das Plasma homogen, fester und stark lichtbrechend wird. Oft tritt diese Umwandlung im ganzen Umkreise der Schlauchzelle ein, und dann erscheint das „Stäbchen" somit als ein Röhrchen, in dessen innerem Hohlraum man immer unschwer einen Strang von gestricktem Plasma wahrnehmen kann, der mit dem Plasma der übrigen Zelle in Verbindung steht. In

anderen Fällen sind es einzelne Portionen des wandständigen Zellinhaltes, die die angegebene Umwandlung eingehen, und dann erscheinen sie eher als „Stäbchen", vgl. Fig. 6 C und 15 B, welche Querschnitte durch diese Region darstellen. In manchen Fällen erscheint auch die Zelle vor dem das „Stäbchen" tragenden Theil wie eingeschnürt; die bis dahin so sehr deutliche Zellwand wird undeutlich und das die Zelle füllende Spongioplasma wird feinkörnig, so dass es einige Schwierigkeit hat, die Zugehörigkeit des Stäbchens zu dem dahinter liegenden Theile zu erkennen; vgl. namentlich Fig. 6 A. Zwischen den einzelnen Retinazellen sieht man hier und da längliche, platte Kerne, ähnlich aber etwas grösser als diejenigen, welche auch in den N. opt. zwischen den einzelnen Nervenfasern, resp. -röhren sich finden. Bisweilen drängen sich dieselben hinter den Stäbchen, da, wo das Plasma der Zelle die feinkörnige Beschaffenheit hat, zusammen; sie gehören hier wahrscheinlich zu den Zellen, die das die Stäbchen an ihrer Basis einhüllende Pigment liefern; s. Fig. 6 A.

Bei Atypus ist die Hüllhaut des Augenbulbus an manchen Stellen von einem grosszelligen Epithel mit grossen Kernen, ähnlich den Kernen der Retinazellen, ausgekleidet, und zwischen diesen und den Retinazellen ein deutliches Netz von Bindegewebe mit kleinen platten Kernen entwickelt; s. Fig. 15 und 15 A.

Die zu den Hauptaugen tretenden N. optici bilden ein Chiasma, und zwar begibt sich der von der rechten Seite des Gehirns austretende Nerv über dem von der linken Seite entspringenden zu dem linken Auge; so fand ich es wenigstens bei Tarentula und anderen Lycosiden.

Nebenaugen. Eine weit grössere Mannigfaltigkeit als bei den Hauptaugen besteht im Bau der Retina der Nebenaugen. Als ein den Hauptaugen fehlender Theil[1]) sei zunächst das Tapetum besprochen.

Das Tapetum bildet eine den hinteren Theil des Augenbulbus quer durchsetzende zusammenhängende Schicht bei Micrommata und, wie es scheint, den Sparassiden überhaupt. In vielen, viel-

---

1) Wenigstens der echten Spinnen. Die beiden Augen der Opilionen, die nach Stellung und sonstigem Bau den Hauptaugen der Spinnen entsprechen, besitzen ein Aequivalent des Tapetums, wie schon Leydig wusste; a. a. O. S. 439.

leicht den meisten Fällen ist es in Gestalt zweier, gegen einander geneigter, an den Enden mit einander verbundener Flügel entwickelt, die zusammen einen länglichen trichterförmigen Raum umschliessen. An den schmalen Enden hängt das Tapetum mit der Hüllhaut des Bulbus zusammen, die Langseiten desselben stehen aber von ihm ab. Der Grund des Trichters ist entweder ein schmaler Spalt oder ist gegittert, indem schmale Tapetumbrücken von dem einen Flügel zu dem anderen reichen. Dies scheint die verbreitetste Form des Tapetum zu sein; sie findet sich bei Segestria, Epeira, Meta, Zilla, Tegenaria, Amaurobius, Drassus, Gnaphosa, und zwar am vollkommensten ausgebildet an den Scheitelaugen; s. Fig. 3A und 14.

Eine dritte Form zeigt das Tapetum bei den Lycosiden und Thomisiden (Dolomedes, Ocyale, Pirata, Tarentula, Trochosa, Arctosa, Lycosa, Xysticus, Misumena, Diaea). Man kann es sich hier aus dem deckenförmigen Tapetum der Micrommata entstanden denken dadurch, dass in regelmässigen Abständen parallele Spalten dasselbe durchbrochen haben, die an ihren Enden noch einen kleinen Rest übrig gelassen haben; die Breite der Spalten ist $^1/_5$—$^1/_3$ der Breite der Tapetumstreifen. Das ganze System der durch Spalten getrennten Tapetumstreifen erinnert ungemein an einen Ofenrost, nur dass die Spalten so viel schmäler sind. Bei den grösseren Augen der Lycosiden zeigt sich dabei noch folgendes (Fig. 8C, untere Hälfte): Die Spalten setzen sich von der Mitte ihrer Länge an mit einer Verschiebung um die halbe Breite eines Tapetumstreifens fort. Bei den Thomisiden habe ich dieses nicht bemerkt.

Nicht weniger verschieden als die gröberen Verhältnisse der Anordnung des Tapetum ist der feinere Bau derselben bei den verschiedenen Arten. Ueber seine Beschaffenheit bei Micrommata kann ich nur wenig aussagen, da mir nicht genügendes Material zu Gebote stand, um diesen für das eigentliche Ziel der Untersuchung immerhin nebensächlichen Punkt ins Klare zu setzen. Es schien mir hier denselben Charakter wie das rostförmige Tapetum zu haben, nur dass die Dicke und Widerstandsfähigkeit gegen auflösende Stoffe geringer ist. Das trichterförmige Tapetum ist deutlich faserig; die Fasern verlaufen im Allgemeinen in der Längsrichtung der beiden Tapetumflügel und enthalten lange spindelförmige Kerne, welche der unteren Fläche des hier be-

trächtlich verdickten Tapetum genähert oder ganz an dieselbe gerückt sind. Zwischen den Fasern und namentlich an der oberen Fläche liegen dann die später noch zu erwähnenden krystallinischen Partikelchen, welche wohl den Hauptantheil an dem Leuchten des Tapetum haben. — Bei den Lycosiden und Thomisiden endlich besteht das Tapetum aus einer nur schwach faserig erscheinenden, fast homogenen Grundmasse, die meist gelb gefärbt ist, und längliche Partikelchen verschiedener Gestalt enthält. Kerne liessen sich hier nur in den an die Hüllhaut unmittelbar angrenzenden Stellen auffinden. — Dieser Form nähert sich auch das trichterförmige Tapetum mancher Arten, namentlich von Epeira und Meta.

Bei auffallendem Lichte leuchtet das Tapetum gewöhnlich mit silberfarbenem oder violett bläulichem Schimmer, und zwar scheint diese Fähigkeit auf die vordere (dem Lichte zugewendete) Fläche beschränkt oder hier wenigstens am stärksten entwickelt zu sein; die Reagentien, welche überhaupt das Tapetum zerstören, greifen umgekehrt diese leuchtende Schicht am ehesten an.

Untersucht man zerzupftes Tapetum frisch im Blut des Thieres, oder in Serum etc., so findet man zahlreiche Kryställchen von kaum messbarer Grösse und zweierlei Gestalt. Die einen sehen kahnförmig oder quadratisch octaedrisch aus, die anderen scheinen rectanguläre Säulen zu sein (vgl. Fig. 8D), und diese Krystalle sind noch von einer staubartigen Masse umgeben. Sie befinden sich in beständiger Molekularbewegung, und bei verdunkeltem Gesichtsfeld sieht man bald hier, bald dort, Meteoren am dunkelen Himmel gleich, Punkte aufleuchten, verschwinden und wieder aufleuchten, je nachdem eine Fläche des Krystalls bei seiner Bewegung eine solche Lage einnimmt, dass das von ihr reflektirte Licht in das Auge des Beschauers fällt. Der Anblick eines solchen Präparates gehört mit zu den farbenprächtigsten Bildern, die das Mikroskop gewährt. Salpetersäure, Salzsäure und Kalilauge lösen das Tapetum auf, so dass zuletzt von ihm nichts mehr zurückbleibt, und dies mag auch der Grund sein, weshalb die neueren Beobachter fast nichts über dasselbe zu sagen wissen; aber die Widerstandsfähigkeit gegen die genannten Agentien sind bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Am raschesten und vollständigsten wird dasselbe bei Micrommata zerstört, am längsten leistet es bei Amaurobius, Segestria, Epeira, überhaupt den Arten mit trichterförmigem

Tapetum Widerstand. Am frühesten wird, wie schon angeführt, die leuchtende Schicht angegriffen, und man kann durch geeignetes Sistiren der zerstörenden Wirkung Präparate erhalten, bei denen das Tapetum in seinen anatomischen Eigenthümlichkeiten noch erhalten ist, aber nicht mehr oder nur wenig leuchtet.

Zur weiteren Charakterisirung des Tapetum sei noch angeführt, dass es sich in kleineren und grösseren Portionen isoliren lässt. Bei Maceration des ganzen Auges in verdünnten Chromsalzlösungen oder in Osmiumsäure kann man den ganzen Trichter aus Augen der zweiten Gruppe oder lange Stücke der einzelnen Streifen eines rostförmigen Tapetums isoliren.

Das verschiedene Aussehen des Tapetum, namentlich der Umstand, dass in einigen Fällen Kerne in demselben nicht nachzuweisen sind, macht eine Deutung seiner Natur schwierig, und die wenigen Beobachter, die dasselbe überhaupt berücksichtigt haben, gehen dieser Frage aus dem Wege. Graber (a. a. O. Taf. VII, Fig. 27) zeichnet (bei Tegenaria) die krystalloiden Körperchen des Tapetum als in den Zellen des Glaskörpers und in den die „Achsenstäbe" umschliessenden Retinazellen eingeschlossen; alle meine Erfahrungen aber lehren die anatomische Unabhängigkeit des Tapetum sowohl von den Zellen des Glaskörpers als den Retinazellen[1]). Ueberhaupt habe ich die Krystalle des Tapetum bei meinen sehr ausgedehnten Untersuchungen nie in Zellen eingeschlossen gefunden, während dies bei den Wirbelthieraugen die Regel ist, obwohl auch hier sich die Zellgrenzen manchmal schwer nachweisen lassen. — Mir scheint es am meisten den bisherigen Kenntnissen zu entsprechen, wenn man die leuchtende Schicht des Tapetum als eine Art Sekret auffasst. Die dasselbe liefernde Zellen liegen bei Micrommata und den Arten mit trichterförmigem Tapetum unter (hinter) der leuchtenden Schicht und verrathen sich durch ihre Kerne; bei dem rostförmigen Tapetum sind auch die letzteren zu Grunde gegangen, oder man müsste andere Zellen (z. B. die der Hüllhaut oder Pigmentzellen) auch noch mit der Abscheidung des Tapetum betrauen.

---

1) Ich glaube, dass sich Graber in der Deutung des ihm vorliegenden Bildes geirrt und Retina- für Glaskörperzellen gehalten hat; an den Scheitelaugen der Tegenaria haben weder die Glaskörperzellen noch ihre Kerne bei der angegebenen Vergrösserung die Dimensionen, wie sie die Zeichnung zeigt.

Zwischen der präretinalen Lamelle und dem Tapetum, zu letzterem immer in engere Beziehung tretend, finden sich die „Stäbchen", und auch bei diesen zeigt sich sowohl mit Rücksicht auf Anordnung als auf Beschaffenheit eine dreifache, der Ausbildung des Tapetum parallel gehende Verschiedenheit.

In den Augen von Micrommata stehen die Stäbchen dicht gedrängt neben einander und senkrecht auf dem Tapetum, ohne eine bestimmte Anordnung in Reihen erkennen zu lassen.

In den Augen mit trichterförmigem Tapetum senken sie sich von beiden Flügeln des Tapetum her bis in den Grund des Trichters, hier sowohl als auch an den Seitenwänden umbiegend, so dass die Gestalt der Stäbchen V-förmig ist. Ihre Zahl ist bei allen diesen Augen eine geringe; auch darin weichen sie von den übrigen ab, dass ihre Grösse in demselben Auge beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist und dass sie nicht in Pigment eingehüllt sind, das in dem ganzen Tapetumtrichter fehlt.

In den übrigen Augen haben alle Stäbchen die gleiche Länge und sind von Pigmentscheiden umhüllt. Am charakteristischsten ist die Anordnung und Beschaffenheit der Stäbchen in den Augen der Lycosiden und Thomisiden. Hier sind sie alle von gleicher Länge und in zwei Reihen auf je einem Tapetumstreifen angeordnet. Der Abstand beider Reihen ist genau so gross wie der zweier benachbarter, die auf zwei Tapetumstreifen stehen, und bei einem Querschnitt durch die Stäbchenschicht sieht man daher äquidistante Parallelreihen von Stäbchen. Neben dieser durch die Aufreihung der Stäbchen auf den Tapetumstreifen bedingten, immer sehr deutlich ausgesprochenen parallelreihigen Anordnung kommt eine zweite in parallelen Linien weniger deutlich zum Ausdruck. Dieses zweite Liniensystem kreuzt das erstere etwa unter 70°, ist übrigens nicht gerade, sondern leicht S-förmig gebogen. Es ist anzunehmen, dass die gleiche Grösse und der gleiche Abstand im Zusammenhang mit der Gestalt des Querschnitts der Stäbchen diese zweite Anordnung bedingt.

Im frischen Zustande treten die Stäbchen nur wenig hervor und besitzen einen schwachgelben bis rosafarbenen Schimmer; nach Erhärten in Alkohol werden sie deutlicher und namentlich bei Lycosiden und Thomisiden hebt sich das nach dem Glaskörper gerichtete, aus dem Pigment hervorragende kuppelförmig abgerundete Ende durch seinen bläulichen Glanz deutlich ab; am klarsten

aber sind sie nach Behandlung mit Salpetersäure zu sehen, welche die übrigen zarteren Theile grösstentheils zerstört. — Eine Querstreifung, die auf eine Zusammensetzung aus einzelnen Scheibchen hindeutete, habe ich an ihnen nicht wahrgenommen, noch weniger einen Zerfall in Scheibchen; man bemerkt zwar häufig eine parallele feine Querstreifung an ihnen, überzeugt sich aber leicht, dass dieselbe ausserhalb der Stäbchen liegt und ununterbrochen über mehrere Stäbchen fortzieht, namentlich an den Augen mit trichterförmigem Tapetum.

Bei den letzteren Augen sind die Stäbchen nicht in Pigmentscheiben eingehüllt; ihre Gesammtheit füllt vielmehr als eine im natürlichen Zustand blassgelbe Masse den Tapetumtrichter aus. Bei Lycosiden und Thomisiden ist das Pigment immer sehr stark entwickelt, und zwar am dicksten in Längsstreifen zwischen zwei Stäbchenreihen, die zwei benachbarten Tapetumstreifen angehören, weniger breit zwischen zwei Reihen desselben Tapetumstreifens und am schwächsten zwischen zwei Stäbchen derselben Reihe, vgl. Fig. 8 C obere Hälfte. Dieses Pigment hüllt aber nur die Seitenwände der Stäbchen ein; das auf dem Tapetum stehende Ende ist frei von denselben und das entgegengesetzte Ende ragt noch etwas aus ihm hervor. Die Stäbchen sind auch in den Nebenaugen Differenzirungen des peripheren Theiles des Zellleibes, aber nicht einfach röhrenförmig, sondern in zwei Halbröhren[1]), innerhalb deren ein Plasmastrang vom Tapetum an verläuft, sich bis zum Kern und von da in die Nervenröhre fortsetzt.

Bei Micrommata liegen die Kerne der Retinazellen im Umkreis des Augenbulbus, theils vor, theils hinter dem Tapetum (s. Fig. 6, links) und sind mit ihren zugehörigen Stäbchen durch längere, vielfach verschlungene Röhren oder Schläuche verbunden. Bei den Augen mit trichterförmigem Tapetum liegen einige wenige in dem Trichter, in dem vorderen Theile desselben, die meisten befinden sich aussen, zwischen Tapetum und der Hüllhaut; vgl. Fig. 1 A, 2, 12 A, B, 14. Bei Lycosiden und Thomisiden liegen sie zwischen Stäbchen und Glaskörper, bei ersteren alle ohne Ausnahme, bei letzteren ist ein Theil an eine Seite der Retina, in gleicher Höhe mit dem Tapetum gedrängt.

---

1) Bei den Augen mit trichterförmigem Tapetum entwickelt eine Retinazelle vielleicht mehr als zwei Stäbchen.

Die Nervenfaser ist in allen mir bekannten Fällen röhrenförmig und erweitert sich innerhalb des Augenbulbus zu einem Schlauch. Im Inneren desselben findet sich ein feingestricktes (Spongio-)Plasma von rothem Schimmer und im zentralen Theile ein mehr homogenes von bläulichem Schimmmer; letzteres ist wahrscheinlich der Achsenfaden Schimkewitsch's (a. a. O. S. 13). In dem oberflächlichen Theile ist körniges Pigment abgelagert, das je näher dem Tapetum um so dichter wird und unter demselben eine dicke Lage bildet. Auch rückwärts vom Augenbulbus setzt sich das Pigment in den Nervenscheiden bisweilen fort, am weitesten in den zu den hinteren Seitenaugen von Eresus führenden Nerven, die es fast bis zum Gehirn begleitet.

Nebenorgane der Augen.

Als Nebenorgane mögen hier die Blutgefässe und Muskeln der Augen eine kurze Erwähnung finden. In manchen Arten, z. B. Tarentula, Trochosa, gibt die Aorta um die grossen Augen ein Gefäss ab, das wiederum einen Ast quer durch den Augenbulbus und zwar dicht oberhalb der Stäbchen, senkrecht auf die Richtung der Tapetumstreifen ausschickt. Ein die Nebenaugen umgebendes ringförmiges Gefäss findet sich auch bei den Attiden, und dieses bildet nach der Stäbchenschicht hin zahlreiche Schleifen in fast regelmässigen Abständen, wie denn überhaupt das Gehirn der Attiden sehr gefässreich ist.

Muskeln habe ich nur bei den Hauptaugen beobachtet. Bei Atypus heften sich mehrere Muskelbündel mit dem einen Ende an die Stirn, mit dem anderen verbreiterten an die Hüllhaut; s. Fig. 15A. Ob hier auch, wie ich bei allen anderen Arten beobachtet habe, ein Muskel von dem Scheitel zum Auge geht, kann ich nicht sagen, halte es aber für wahrscheinlich, da die erste Nachricht über Muskeln des Spinnenauges von Brants nach Untersuchungen eines Verwandten des Atypus gemacht war und Muskeln angab, die von dem Zungenbein an das Auge treten sollten.

Am genauesten habe ich die Augenmuskeln bei Micrommata studirt. Hier sind vier Muskeln zu unterscheiden, die am Auge (an der Hüllhaut) mit breiter Anheftung, an der Körperwand spitz inseriren. Zwei dieser Muskeln verlaufen ungefähr in der Längsachse des Auges; das eine inserirt hinter dem Stirnauge, der

Mittellinie des Körpers mehr genähert, als das Stirnauge; das andere vor, resp. unter dem Stirnauge. Die beiden anderen Muskeln heften sich seitlich von dem Auge an die Rückenwand an; s. Fig. 4 A.

Die beiden ersten Muskeln habe ich bei allen Augen gefunden; ob die letzteren eben so verbreitet vorkommen, kann ich nicht sagen, da ich nicht besonders darauf geachtet habe. — Schimkewitsch (a. a. O. S. 14) behauptet das Vorhandensein eines Sphinkter bei Epeira, den ich nicht habe finden können.

II. Beschreibung einzelner Augen.

1. Micrommata virescens. Fig. 4—6.

Die 8 Augen dieser Art sind in zwei Querreihen angeordnet, von denen die erste von vorn, die zweite von oben betrachtet nahezu gerade erscheint, die aber in Folge der Krümmung des Vorderrands und der Wölbung des Cephalothorax gebogen sind, die erstere in einer Horizontal-, die letztere in einer Vertikalebene. Die Achsen dieser 8 Augen sind natürlich paarweise symmetrisch gerichtet; statt einer Beschreibung werden Fig. 4 B und 4 C eine Vorstellung der Richtung derselben geben, 4 B der Himmelsrichtung, 4 C der Neigung gegen die Horizontale. Es ergiebt sich hieraus, dass die Spinne in horizontaler Stellung mehr als den vor ihr liegenden Halbkreis beherrscht; weniger ausgedehnt ist ihr Gesichtsfeld in vertikaler Richtung. Die Augen, an Grösse wenig von einander verschieden, haben noch das Eigenthümliche, dass ihre Cornealinse von einem dichten Kranze weisser, leicht ausfallender Federhaare umgeben ist (s. Fig. 4).

Hauptaugen. Die Hauptaugen sind die kleinsten der 4 Augenpaare; ihre Linse ist aussen und innen regelmässig kugelförmig gewölbt; die Zellen des Glaskörpers, abgestutzt kegelförmig und von mässiger Länge, stehen sowohl auf der inneren Linsenfläche als der präretinalen Lamelle senkrecht. Die Zellen der Retina sind ungewöhnlich hoch, da der Augenbulbus sehr gestreckt erscheint, und lassen in der deutlichsten Weise den allmählichen Uebergang der Nervenröhre in die Zelle erkennen (s. Fig. 6 rechts). Der N. opt. tritt als ein einfaches Bündel in den Augenbulbus ein, theilt sich aber hier sofort in mehrere Aeste, von denen die Fig. 6

3 quer durchschnitten zeigt. Die Retinazellen tragen den grossen kugeligen Kern an ihrer Basis, die meisten in unmittelbarer Nachbarschaft der Hüllhaut, während in dem der Achse genäherten Theile nur wenige Kerne zu sehen sind. Der an den Glaskörper stossende Theil der Zelle bildet die sog. Stäbchen aus, die im Umkreise der Retina kürzer sind als nach der Mitte hin; die ersteren sind auch dem Glaskörper mehr parallel verlaufend als senkrecht auf dieselben gerichtet, was in der Fig. nicht recht zum Ausdruck gelangt ist. Bei dieser Art lassen sich die „Stäbchen" so recht deutlich als röhrenförmige Differenzierungen des Zellplasmas erkennen, die noch von einer zarten Haut umgeben sind und im Inneren unverändertes Plasma enthalten, das sich in das rückwärts befindliche Plasma fortsetzt. Unmittelbar hinter den Stäbchen ist auf eine Strecke, die etwa der Länge der Stäbchen gleich kommt, die Struktur der Zelle eine von der übrigen ganz abweichende: die Zellwand und damit auch die Grenze der einzelnen Zellen gegeneiander werden undeutlich; das Plasma, das bis dahin deutlich als ein Gerüst feiner Fädchen sich darstellte, erscheint als kleine Kügelchen und Tröpfchen; doch lässt sich immerhin eine schwach ausgeprägte streifige Anordnung dieser Partikelchen von dem unteren Theil der Zelle durch die in Rede stehende Zone hindurch bis in den Inhalt der Stäbchenröhren hinein verfolgen. Diese Zone enthält das dichteste Pigment, das sich auch zwischen die Stäbchen fortsetzt und hier den Raum zwischen ihnen und der zarten Haut ausfüllt. Nach Auflösung derselben bleiben unregelmässige, stark pigmentirte Körper zurück (Fig. 6 und 6 A), die vielleicht Zellkerne sind und zu besonderen Pigmentzellen gehören; in ihrem Aussehen weichen sie von unzweifelhaften Zellkernen nicht unbedeutend ab. — Die Muskulatur dieser Stirnaugen ist die oben beschriebene.

Nebenaugen. Die drei übrigen Augenpaare sind von den Stirnaugen wesentlich verschieden, unter einander aber so ziemlich gleich; ich beschreibe zunächst die vorderen Seitenaugen (Fig. 6 links, 6 C, D). Der Glaskörper bereits zeigt solche Unterschiede von den Stirnaugen, dass man daran sofort die beiden Augen mit Sicherheit erkennen kann. Seine Zellen sind länger und schmäler als an den Stirnaugen, und während sie hier von der inneren Linsenfläche radial ausstrahlen, sind sie an den Seitenaugen hauptsächlich nach aussen gerichtet.

Am auffallendsten ist aber der Unterschied beider Augen in der Retina. Bei einem Schnitt durch das Auge, wie ihn Fig. 6 darstellt, zieht sich quer durch den Bulbus ein breiter Streifen dichten, schwarzen Pigmentes, der an seinem Ende verschmälert flügelartig gegen den Glaskörper in die Höhe steigt und hier mit dem Pigment der Pigmentzellen und dem in der Hüllhaut abgelagerten verschmilzt; der Boden dieses von Pigment umgebenen muldenförmigen Raumes trägt die Stäbchen. Hat man durch vorsichtige Anwendung von Acid. nitr. dieses Pigment aufgelöst resp. entfernt, so erkennt man, wie an der Stelle, wo der breite Streifen Pigments sich befand, die Nervenröhren ihre Beschaffenheit im Vergleich zu dem dahinter liegenden Theil total verändert haben. Die bis dahin sehr deutlichen Wände der schlauchartigen Retinazellen enden nämlich ganz plötzlich wie abgeschnitten, und an der Stelle, wo sich das Pigment befand, liegt jetzt, in eine homogene Masse eingebettet, eine Menge kleiner Körnchen und Kügelchen, die eine bestimmte Anordnung nicht erkennen lassen; insoweit ist das Bild also noch ähnlich dem der Stirnaugen. Nach vorn zu endet die Körnchenschicht ebenfalls wie abgeschnitten, und hier schiebt sich zwischen sie und die weiter nach vorn liegenden Stäbchen als eine zusammenhängende, aber (im Vergleich zu anderen Arten) dünne und leicht vergängliche Decke das leuchtende Tapetum, das an den Rändern ebenfalls in die Höhe steigt, aber weit kürzer als das Pigment. Auf seiner Rückseite liegen, der Ebene des Tapetum parallel, lang-spindelförmige Kerne. Auf seiner Vorderseite stehen senkrecht die Stäbchen, die alle von gleicher Länge sind. Ihre vorderen Enden, von dem nun noch folgenden Theile der Zelle scharf abgesetzt, liegen daher in einer mit dem Tapetum parallelen Fläche, und man kann dadurch zu dem Glauben verleitet werden, als ob auch ihre Vorderenden, wie die Hinterenden vom Tapetum, von einer besonderen Schicht begrenzt wären, was aber nicht der Fall ist. — Weiter nach vorn setzen sich die Stäbchen in zartwandige Röhren fort, welche nach dem Umkreise der Retina ausstrahlen, aber nicht auf dem geradesten Wege, sondern in mehrfachem Sinne gebogen. Allmählich werden sie dicker und dickwandiger und umschliessen einen grossen Kern, der stets am Umkreis des Bulbus liegt, aber sowohl vor, wie weit hinter dem Tapetum, resp. der Stäbchenschicht. Der Kern liegt in deutlich gestricktes Plasma eingebettet, das sich auch

in der den Stäbchen entgegengesetzten Richtung noch eine kurze Strecke weit verfolgen lässt (vergl. Fig. 6 C und D).

Ueber die Natur der Stäbchen habe ich nicht zur vollen Klarheit kommen können, z. Th. vielleicht, weil mir nur Weibchen nach dem Eierlegen zur Verfügung standen, bei denen, wie ich in anderen Fällen erfahren habe, manche Einzelheiten sich nicht mehr erkennen lassen. Zunächst glaube ich aber mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass die einzelnen Stäbchen von einander durch keine noch so feinen Pigmentscheiden getrennt sind, dass vielmehr alles Pigment hinter ihnen und dem Tapetum liegt. Ferner sind die Stäbchen auch hier Differenzirungen des wandständigen Inhaltes der Röhren, in die sie sich fortsetzen, und zwar ist die Umwandlung ganz unvermittelt, so dass sich das Stäbchen wie abgeschnitten von der Röhre absetzt. Zwischen den Röhren, die die Verbindung zwischen den Stäbchen und dem kernhaltigen Theile der Zellen herstellen, findet sich ein Netzwerk derber Fasern, durch dessen Maschen die Röhren hindurchtreten und zu denen vielleicht die Kerne gehören, die man in spärlicher Zahl auch zwischen den Stäbchen und dem Glaskörper bemerkt.

Soweit der thatsächliche Befund, dessen Schilderung einige Schwierigkeit macht; noch schwieriger wird es sein, sich nach der Beschreibung eine Vorstellung zu bilden; doch denke ich, dass es mit Hülfe der Figuren wohl gelingen wird.

Sehen wir nun zu, wie sich dieses Auge auf das Grenacher'sche Schema zurückführen lässt! Da (abgesehen von den unzweifelhaften Bindegewebskernen) andere als die grossen Kerne im Umkreis des Bulbus nicht auftreten, so scheint mir dadurch die von Graber angeregte Frage nach der Zwei- oder Dreizahl von Kernen in einem „Retinalschlauch" zu Gunsten der Grenacher'schen Ansicht entschieden und ebenso sicher zu sein, dass es eine einfache Sinneszelle ist, mit der die Nervenfaser in Verbindung tritt. Forscht man nun weiter nach den unter den Spinnenaugen unterschiedenen Kategorieen, so ist es unzweifelhaft, diese Augen nicht zu den von Graber als Augen mit postbazillärem Kern unterschiedenen gehören; ob man sie zu den mit präbazillärem Kern ausgerüsteten Augen rechnen kann, mag zweifelhaft bleiben, da hier der Kern nirgends unmittelbar vor, sondern seitlich von den Stäbchen, und zwar sowohl vor, wie hinter ihnen liegt. Von den Spinnenaugen, über die in der Literatur Angaben vorliegen, würden

mit Rücksicht auf die Lagerung der Kerne zu den Stäbchen die Nebenaugen der Attiden am ehesten einen Vergleich mit unseren Augen zulassen. Bei denselben ist nach Grenacher (a. a. O. S. 51) das Verhältniss kurz so: Die in den Bulbus eingetretene Nervenfaser schwillt ganz allmählich an, nimmt ein Stäbchenpaar auf und setzt sich dann in einen dünnen Plasmafaden fort, der nach dem Umkreis der Retina strebt und hier den Kern umschliesst; der Kern würde also das Ende der Zelle einnehmen, das Stäbchen zwischen Kern und dem nach dem Centralorgan laufenden Theil der Nervenfaser liegen.

Zunächst waren es nun die Verhältnisse bei anderen Augen, welche mir eine andere Auffassung nahe legten. Diese meine abweichende Ansicht besteht, kurz gesagt, darin, dass die Nervenfaser sich mit dem kernhaltigen Theil der Zelle in Verbindung setzt, sich dann in der Röhre fortsetzt, die an ihrem Ende das Stäbchen entwickelt; dieses nimmt also nach meiner Auffassung das Ende der Zelle ein und der Kern schiebt sich zwischen dieses und die Nervenfaser; die äusserste Nervenfaser rechts in Fig. 6 C versinnlicht den Verlauf, wie ich ihn mir vorstelle.

Bei der Besprechung der Gründe pro et contra ist nun zuvörderst daran zu erinneren, dass eine direkte Beobachtung weder für die eine noch für die andere Ansicht vorliegt (das Auge von Epeira, bei dem scheinbar eine solche Beobachtung gemacht ist, wird weiter unten besprochen werden). Gegen die Ansicht, dass die Nervenröhre das Stäbchen aufnehme, sich dann weiter fortsetze und dann mit dem Kern ende, spricht einmal der Umstand, dass eine Trennung der einzelnen Nervenröhren schon in ziemlicher Entfernung von den Stäbchen optisch nicht mehr existirt, ferner das Tapetum, das sich neben dem Pigment wie eine trennende Wand zwischen Stäbchen und Nervenröhre schiebt, endlich der Umstand, dass sich über den Kern hinaus noch die Zelle verfolgen lässt. Gegen meine Auffassung könnte man nur den Augenschein geltend machen. Es ist mir nie gelungen, direkt die von mir angenommene Art des Zusammenhanges zwischen Nervenröhre und Sinneszelle wahrzunehmen, und in so fern ist die Fig. 6 C halb schematisch. Ich möchte aber diesem negativen Ergebniss nicht allzuviel Gewicht beilegen. Aus Querschnitten ergiebt sich nämlich, dass gerade die peripheren Nervenröhren in einem fort die Ebene ihrer Krümmung ändern, so dass man nicht erwarten kann, auf feinen

Längsschnitten eine solche Faser auf eine längere Strecke zu Gesicht zu bekommen. Zupfpräparate nach Osmiumsäurebehandlung habe ich von Micrommata nicht gemacht und habe jetzt kein Material mehr, um diese Untersuchungsmethode, die ich bei Lycosiden mit gutem Erfolge angewendet habe, auch hier zu erproben.

Gewisse Befunde unterstützen aber auch in direkter Weise meine Ansicht. An Tangentialschnitten zeigt es sich nämlich, dass die Kerne in Zellen liegen, die sich nach beiden Seiten ihrer Längsrichtung hin eine beträchtliche Strecke fortsetzen. Ferner beobachtet man in manchen Fällen ausser dem zu dem Tapetum direkt strebenden Bündel von Fasern solche, welche die Richtung nach den Kernen einschlagen. Endlich ist bei meiner Auffassung der Unterschied zwischen den Hauptaugen und den Nebenaugen, soweit dabei die Retina in Betracht kommt, geringer als bei der Grenacher'schen, namentlich wenn man noch in Betracht zieht, dass auch bei jenen die peripheren Nevenzellen in ihrer Längsrichtung fast dem Glaskörper parallel streichen; eine Ansicht, welche keinen prinzipiellen Unterschied, sondern nur einen relativen zwischen den beiden gleichwerthigen Organen annimmt, verdient aber, meine ich, schon desshalb mehr Beachtung.

Eine bei Annahme meiner Anschauung sich sofort aufdrängende Frage muss ich unentschieden lassen, die Frage nämlich, ob die direkt zum Tapetum strebenden Fasern hier, um mich so auszudrücken, blind enden, oder ob sich von ihnen aus ein feiner Faden parallel dem Tapetum nach aussen zieht und sich hier mit dem Kern verbindet. Nachdem ich bei wiederholten sorgfältigen Prüfungen nie ein Bild erhalten habe, das auf die letztere Alternative hindeutet, entscheide ich mich für erstere, zumal da ja weit vor dem Tapetum zu den Kernen verlaufende Fasern zur Beobachtung gekommen sind; ich nehme also an, dass ein Theil der Nervenfasern (vorzüglich die zentralen) weder Stäbchen entwickeln noch Kerne enthalten; die mehr peripheren Fasern schwellen an, und zwar ziemlich plötzlich, nehmen den grossen Kern auf und setzen sich dann in die sich mehr verschmächtigende Röhre fort, welche vom Umkreise des Augenbulbus her zwischen Glaskörper und Tapetum verläuft und sich auf letzteres neigt, an ihrem Ende das „Stäbchen" tragend.

Ist diese meine Auffassung des Micrommataauges richtig, so stimmt die Retina desselben, abgesehen von untergeordneten

Punkten, in der vollkommensten Weise mit der des Pecten und Spondylus überein, namentlich wenn man dem Vergleich Hickson's Darstellung (Stud. Morphol. Laborat. Cambridge, II S. 8.) zu Grunde legt, der Hensen gegenüber das Vorhandensein eines Zellenepithels hinter dem Tapetum in Abrede stellt. — In einem Punkte liegen die Verhältnisse bei Pecten günstiger als bei Micrommata, insofern bei Pecten die blind endenden Nervenfasern ein von den die Stäbchen entwickelnden gesondertes Bündel bilden und daher der Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Stäbchen und die intermediäre Lage des Kerns sicherer zu konstatiren ist.

Sollte man vielleicht meinen, dass ich die Beobachtungen nicht weit genug geführt und den Vermuthungen zu viel Raum gewährt habe, so verweise ich auf den Ausspruch, den Hensen bezüglich des Auges von Pecten gethan hat (Zeitschr. w. Zoolog. XV. S. 226): Es ist so wunderbar entfaltet und dabei doch so einfach, dass man an den Schnitten über jede Zelle, jeden Nerv glaubt Rechenschaft geben zu können; aber — wie viel Mühe wird erforderlich sein, bis man wirklich den ganzen Bau dieses Kubikmillimeters erfasst hat!

Die übrigen beiden Augenpaare bei Micrommata virescens sind im wesentlichen wie die vorderen Seitenaugen gebaut; an den hinteren Seitenaugen ist das Tapetum und die ganze Retina flacher, an den Scheitelaugen umgekehrt mehr napfartig vertieft. In den Retinazellen letzterer fand ich auch, bei einigen Exemplaren, grosse, das Licht stark brechende Kugel, welche wohl mit den von Graber aus dem Skorpionauge beschriebenen identisch sind (Phaosphäre Ray-Lankester's). — Die Augen der zweiten einheimischen mit virescens nahe verwandten Art, M. ornata, habe ich nicht untersucht; sie dürften wohl keine wesentlichen Unterschiede von M. virescens zeigen.

Es schien mir unter allen Umständen von Wichtigkeit, auf die Bedeutung der Augen von Micrommata hinzuweisen. Unter den einheimischen Vertretern der Familie ist diese Gattung für die Untersuchung am günstigsten, da Tibellus und Thanatus noch kleinere Augen haben. Erstere Gattung habe ich nicht untersucht; von letzterer habe ich mir Th. formicinus und gratiosus angesehen und, soweit eine oberflächliche Prüfung ein Urtheil gestattet, keinen erheblichen Unterschied von Micrommata gefunden. Dies giebt zu

der Hoffnung Berechtigung, dass die Augen der übrigen Sparassiden nach demselben Plane wie Micrommata gebaut sind, und ich möchte alle, die Gelegenheit haben, frisches oder gut konservirtes Material der riesigen tropischen Sparassiden zu untersuchen, dringend zu einem Studium der Augen einladen; bei diesen wird sich die Hauptfrage mit weit grösserer Leichtigkeit als bei Micrommata beantworten lassen.

2. Dolomedes limbatus und andere Lycosiden. Fig. 7—9.

Die kleinen Stirn- und vorderen Seitenaugen zeigen keine erheblichen Unterschiede von den Stirnaugen der Micrommata, resp. den hinteren Augen der Lycosiden. Nur ist bei den vorderen Seitenaugen die Anordnung der Tapetumstreifen und Stäbchen nicht so regelmässig wie bei den hinteren; auch sind die Stäbchen weit dicker, plumper als bei den hinteren Augen. Von den letzteren sind die Mittelaugen (Augen der 2. Reihe) die grössten und ihre schräg nach vorn und aussen gerichtete Sehachse ist für die Schnittführung die günstigste; die hinteren Augen sehen nach hinten und aussen; sonstige Unterschiede existiren zwischen beiden Augen nicht. Aus den angeführten Gründen mag es genügen, wenn ich die Augen der zweiten Reihe schildere.

Die Linse ist schön regelmässig rund, die innere Linsenfläche einer Kugel mit kleinerem Radius angehörig wie die äussere. Der Glaskörper zeigt keine so einfache regelmässige Anordnung seiner Elemente wie das Stirnauge von Micrommata, sondern eine symmetrische, wobei die Symmetrieebene eine durch die Augenachse gehende auf der Horizontalebene senkrecht stehende Ebene ist. Die sehr langen und schmalen Zellen des Glaskörpers, die nach aussen von dieser Ebene liegen, sind nach aussen, die nach innen liegenden nach innen gerichtet (s. Fig. 8, welche einen Transversalschnitt durch das rechte Auge darstellt). Die Kerne liegen wie gewöhnlich am Fusse der Zellen, der sich in den meisten Fällen an den Seitenwänden der Hüllhaut befindet, und nur im Umkreis der flach vertieften Retina auch auf dieser, so dass die im näheren Umkreise der Sehachse sich an die Linse anheftenden Zellen des Glaskörpers stark gebogen und in ihrem Endtheile der Retina fast parallel verlaufen. Ausser den eigentlichen Pigmentzellen im Umkreis der Linse enthält auch der

Fusstheil der an die Hüllhaut sich ansetzenden Zellen des Glaskörpers (grob-) körniges Pigment, das den Kern vollständig einhüllt; neben dem Kern finden sich im Fusstheil häufig glänzende Kugeln, die mit dem Kern nicht zu verwechseln sind.

Die von dem Glaskörper durch die hier sehr deutlich ausgebildete präretinale Lamelle geschiedene Retina zeigt, wie schon Grenacher hervorgehoben hat, beim ersten Anblick mehrere, scheinbar selbständige Schichten. Grenacher (a. a. O. S. 48) unterscheidet deren drei: Eine kernhaltige, an den Glaskörper stossende Schicht, die Stäbchenschicht und die den Grund des Augenbulbus ausfüllende längsstreifige, granulirte Schicht, und führt dieselben mit Recht auf eine gleichmässige Differenzirung innerhalb der die Retina bildenden Zellen zurück. Ausser den genannten drei Schichten lassen sich aber noch zwei weitere unterscheiden, und von diesen ist die eine sicherlich, die andere aber höchst wahrscheinlich, nicht auf eine innerhalb der Retinazellen zum Ausdruck kommende Differenzirung zurückzuführen, sondern selbständiger Natur. Die eine liegt hinter den Stäbchen (Tapetum), die andere vor denselben und besteht aus feinen Fasern. Von aussen nach innen fortschreitend würde man demnach folgende Schichten zu unterscheiden haben: kernhaltige, Faser-, Stäbchen-, Tapetum- und längsstreifige Schicht. Da das Tapetum für die Anordnung der Elemente in den übrigen Schichten massgebend ist, so beginne ich mit dem

Tapetum. — Die Tapetumschicht durchsetzt die Retina in ihrem vorderen Theil als eine mit der präretinalen Lamelle parallele Decke. Hat man (an Macerationspräparaten) die davorliegenden Theile entfernt, so lässt sie schon bei der Betrachtung von oben mit der Lupe auf einem silberfarbenen Grunde feine, parallele schwarze Streifen erkennen. Die mikroskopische Prüfung der nach verschiedenen Richtungen geführten Schnitte lehrt nun folgendes: Das Tapetum ist von einem System paralleler, quer gestellter Spalten durchbrochen, die am Rande einen nur schmalen Saum übrig lassen; diese Spalten gehen ferner nicht durch die ganze Breite ununterbrochen hindurch, sondern nur bis zur Mitte, so dass z. B. die Spalten der linken Augenhälfte sich rechts erst nach einer vertikalen Verschiebung um eine halbe Streifenbreite fortsetzen (vgl. Fig. 8 C, untere Hälfte). Auf einem Sagittalschnitt sind die Tapetumstreifen sämmtlich quer durchschnitten und durch

die schmalen Spalten getrennt (Fig. 9, vgl. Fig. 10 A), bei einem richtig geführten Transversalschnitt hingegen durchzieht ein Tatumstreifen die ganze Breite des Schnittes ununterbrochen oder nur in der Mitte eine geringe Unregelmässigkeit zeigend (Fig. 7 A; 8). Bei Dolomedes limbatus mass ich die Dicke des Tapetums zu 2,66 mm[1]), die Breite der Streifen 21, die der Spalten 4 mm. Es besteht aus einer feinkörnigen längsstreifigen Masse, in der krystallinische Elemente von oktaëdrischer und säulenförmiger Gestalt eingelagert sind (s. Fig. 8 D).

In dem allgemeinen Theile habe ich oben (S. 602) die Gründe angegeben, welche mich veranlassen, das Tapetum als eine selbständige Schicht anzusehen. Ob die „Faserschicht" ebenfalls eine solche ist, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Sie liegt vor den Stäbchen und zeigt feine Fasern, deren Längsrichtung den Tapetumstreifen folgt; auf Sagittalschnitten ist sie daher undeutlicher. In der Mitte der Retinaist sie am dicksten; Kerne, welche unzweifelhaft auf diese Schicht bezogen werden müssten, habe ich nicht gefunden; doch können sehr ungezwungen längliche platte Kerne, welche dem Streichen der Fasern gleich gelagert sind, zu ihnen gezogen werden. Ich neige mich daher der Ansicht zu, dass wir es hier mit einer selbständigen Schicht von Bindegewebsfasern zu thun haben, und dass diese Fasern nicht als die verschlungenen Theile der Retinazellen selbst anzusehen sind (vgl. weiter unten).

Zwischen den genannten beiden Schichten liegen die

Stäbchen. Ein durch diese Schicht geführter Flächenschnitt zeigt ungefähr das Bild von Fig. 8 C, obere Hälfte. Man sieht hier langgezogene bandartige Streifen mit zugerundeten Enden, welche die halbe Breite der Retina einnehmen. Die einzelnen Streifen sind durch breite Pigmentstreifen getrennt und durch ihre Mitte verläuft der Länge nach ein schmäleres, aber immerhin noch breites Pigmentband; die Streifen der rechten und linken Hälfte sind um ihre halbe Breite gegen einander verschoben. Durch eine grosse Zahl quer gerichteter dünner Pigmentfäden sind sie in eine Menge abgerundet polygonaler Felder getheilt, deren jedes ein Stäbchenpaar umschliesst. Im frischen Zustande oder nach einfacher Alkoholbehandlung heben sich die Stäbchen wenig ab und

1) Ein mm = 0,001 Millimeter.

scheinen den ganzen vom Pigment freigelassenen Raum bis auf einen kleinen mittleren Fleck einzunehmen; Salpetersäuse veranlasst ein Zusammenziehen der Stäbchen, wodurch sie stärker lichtbrechend werden und einen bläulichen Glanz bekommen; sie sind dann viel leichter wahrzunehmen (Fig. 9 A). Bei vorsichtiger Anwendung des Lösungsmittels des Pigmentes erkennt man dann auch neben den zwei auf dem Querschnitt abgerundet viereckig oder nierenförmig gestalteten Stäbchen ein kleines Pünktchen, das regelmässig vor der Naht liegt, in der die beiden ein Paar bildenden Stäbchen zusammenstossen. Sie stellen den Querschnitt eines den Stäbchen parallel laufenden Fadens dar und zeigen gleichfalls eine sehr charakteristische Anordnung. Sie finden sich nämlich abwechselnd an derselben Seite einer Reihe von Stäbchenpaaren, so dass zwei auf einander folgende Längsreihen dieselben entweder an den einander zu- oder an den abgewandten Seiten erkennen lassen. Schrägschnitte lehren noch, dass sie in den Zwischenräumen zweier Stäbchenreihen liegen, welche den Tapetumspalten entsprechen. Ich lege auf diese Erscheinung, die ich zu oft beobachtet habe, als dass ich sie für zufällig halten könnte, aus später ausführlicher zu erörternden Gründen ein besonderes Gewicht.

Die Zahl der Stäbchenpaare auf einer Lycosidenretina ist immer eine sehr grosse; ich zählte deren bei einer kleinen Lycosa paludicola auf 30 Tapetumstreifen gegen 2500; der von der Retina eingenommene Flächenraum war in diesem Falle noch nicht 0,2 Quadratmillimeter, und der Abstand der Stäbchenpaare (vom Mittelpunkte derselben gemessen) von einander beträgt nach den beiden Hauptrichtungen 8 mm.

Die Kernschicht lässt grosse, Ganglienkernen ähnliche Kerne in einem Gewebe erkennen, das aus vorwiegend nach einer Richtung gestreckten, dabei unregelmässig durch einander gewundenen Zellen besteht, deren eines Ende schlauchartig verlängert ist und die Stäbchen umschliesst. An sehr feinen Schnitten erkennt man ganz deutlich, dass das andere Ende, polyedrisch gestaltet, bis zur präretinalen Lamelle reicht; hier sind die Zellwände bisweilen mit derselben Leichtigkeit wie an den Glaskörperzellen wahrzunehmen.

Die Kerne sind kugelig, mit sehr grossen granulirten Kernkörperchen, und von einer Hülle von Spongioplasma umkleidet, das sich immer als ein Faden nach den Stäbchen hin verfolgen

lässt; in der Nachbarschaft des Kerns, aber etwas näher nach der Stäbchenschicht, macht sich eine elliptische, scharf umschriebene Stelle bemerkbar, an der die Wand der Zelle wie durchbrochen erscheint; an dieser Stelle tritt nach meiner Anschauung die Nervenfaser mit der Retinazelle in Verbindung. — Mitten durch die Kernschicht verläuft, senkrecht zu den Tapetumstreifen, ein starkes Blutgefäss, das die benachbarten Retinazellen nöthigt, auszuweichen; ein Transversalschnitt zeigt daher eine symmetrische Anordnung derselben (s. Fig. 7 A und 8).

Innerste längsstreifige Schicht. Diese Schicht wird gebildet von den in den Augenbulbus eintretenden und hier schlauchförmig anschwellenden Fasern des N. opt. Wie man an etwas schräg geführten Querschnitten erkennt, ordnen sich diese Schläuche im weiteren Verlaufe regelmässig so, dass in reihenförmiger Anordnung auf einen Tapetumstreifen 2 Reihen von Fasern kommen (s. Fig. 7 B). Der Querschnitt der letzteren in der Nähe des Tapetum ist ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Spitze mit spitzem Winkel nach dem Spalt zwischen zwei Tapetumstreifen gerichtet ist; die einander zugewendeten Spitzen sind in einander gekeilt; die Grundlinie nimmt stets die Mitte eines Tapetumstreifens ein.

Bei einem Sagittalschnitt (vgl. Fig. 10 A) treten in Folge der angegebenen Gestalt der Fasern die auf die Mittellinie eines Tapetumstreifens fallenden Grenzlinien zweier Fasern sehr deutlich hervor, während die in einander geschobenen verschmälerten Säume, welche in einen Spalt fallen, gewöhnlich eine trennende Grenze vermissen lassen. Es hat dann den Anschein, als ob eine Faser auf die Breite je zweier Hälften zweier benachbarten Tapetumstreifen käme und als ob diese von beiden Seiten her gleichmässig eingeschnürt sei, um verschmälert zwischen den Tapetumstreifen hindurchzutreten [1]) (vgl. Fig. 10 A); Querschnitte zeigen aber aufs evidenteste, dass sich die Sache in der von mir geschilderten Weise verhält.

Das Plasma dieses Theiles der Nervenfaser ist theils röthlich

---

1) Aus dieser falschen Ansicht entstand meine Angabe in den Sitzber. Niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde, 1885, S. 223, man müsste, wenn man an der Grenacher'schen Anschauung festhalte, annehmen, dass dieselbe Nervenfaser rechts und links jenseits des Tapetum ein Stäbchenpaar aufnehme.

schimmerndes Spongioplasma, theils bläulich oder grünlich glänzendes Hyaloplasma; letzteres nimmt mehr die Mitte des Schlauches ein und wendet sich erst gegen das Tapetum hin nach der einen Seite, um sich als dünner Faden hier fortzusetzen. In dem peripheren Theile ist körniges Pigment abgelagert, je näher dem Tapetum, um so dichter, so dass unmittelbar unter dem Tapetum ein dicker Streifen von dunkelem Pigment lagert. Auch der zwischen den Stäbchen in die Höhe steigende Theil der Faser hat in seinem Mantel dasselbe Pigment, das nur wenig weiter nach vorn reicht als das die Stäbchen einhüllende.

Ueber die Art und Weise, wie die Nervenfaser mit der Retinazelle in Verbindung tritt, glaube ich nach Osmiumsäure-Zupfpräparaten folgende Aufschlüsse erhalten zu haben (vgl. Fig. 8 B, die beiden Fig. rechts). Diese Zupfpräparate zeigten mir fast überall da, wo ich die kernhaltigen Theile der Retinazellen mit den Stäbchen im Zusammenhang erhielt — und dies war gewöhnlich der Fall —, unterhalb des Kernes eine elliptische Stelle, von der ein allmählich sich verschmälernder Faden nach unten lief; ich sehe diesen Faden als mit dem auf Sagittalschnitten als Fortsetzung der Nervenfaser zwischen den Stäbchen und auf Querschnitten als das Pünktchen vor der Naht zweier Stäbchen sichtbar werdenden Faden identisch an.

Die zu dem Auge gehörigen Nerven entspringen in mehreren getrennten Stämmen, die sich z. Th. noch weiter spalten, von der Vorderseite des Gehirns und unter den Nerven der Hauptaugen; ein Chiasma der Nerven scheint hier nicht vorzukommen. Die Zahl der in den Augenbulbus eintretenden Aeste ist sehr gross; ich zählte bei einer grossen Tarentula inquilina 16, und weiss nicht, ob ich sie alle berücksichtigt hatte.

Ich lasse hier noch einige Masse der Kerne der vorderen Mittelaugen und der grossen Augen der zweiten Reihe von Lycosa paludicola folgen:

	Kerne	Kernkörperchen
Kerne der Glaskörperzellen in beiden Augen	5—6 mm	
Vorderes Mittelauge, Retinazellen	10—13 mm	6—7 mm
Auge der zweiten Reihe	8— 9 mm	5—6 mm

Versuche ich mir nun auf Grund der verschiedenen thatsächlichen Befunde eine Vorstellung über den Verlauf der Nervenfaser und ihren Zusammenhang mit der Retinazelle zu machen, so mag

diese durch die (schematische) Fig. 8 B links veranschaulicht werden. Die in den Augenbulbus eingetretene Nervenfaser erweitert sich kolbig, verschmälert sich dann plötzlich wieder und tritt als dünner Faden zwischen zwei Tapetumstreifen und den auf diesen aufgereihten Stäbchenpaaren hindurch. Jenseits der Stäbchen verbreitert sich die Faser wieder etwas, nimmt einen „gestrickten" Bau an und vereinigt sich an einer scharf umschriebenen Stelle zwischen Kern und Stäbchen mit dem ebenso gebauten Plasma der Stäbchenzelle.

Ich glaube nicht nöthig zu haben, in ausführlicher Weise diese meine Anschauung zu rechtfertigen. Man hat eben nur die Wahl zwischen dieser und der folgenden. Unmittelbar vor dem Tapetum verbreitert sich die Nervenröhre ebenso plötzlich, wie sie sich dahinter eingeschnürt hatte, bildet das Stäbchenpaar aus und setzt sich dann in einen anfangs dünnen, dann keulig anschwellenden Schlauch fort, der den Kern umschliesst. — Abgesehen davon, dass man nie auch nur die kleinste Andeutung davon sehen kann, dass vor dem Tapetum die Nervenfaser sich auf die Stäbchen herumschlägt, würde diese Auffassung für den zwischen den Stäbchen verlaufenden Faden keine Verwendung haben, den man auf Querschnitten immer sieht, und der auf Sagittalschnitten durch seine über die Stäbchen hinausreichende Pigmentirung seine Unabhängigkeit von diesem Theil der Zelle dokumentirt.

Einige Worte seien mir noch gestattet zu einem Vergleich meiner Angaben mit denen Grenacher's und Schimkewitsch's. Abgesehen davon, dass Grenacher das Tapetum in seiner Darstellung nicht berücksichtigt hat und daher auch nicht die durch dasselbe bedingte Einschnürung der Nervenröhre kennt, weichen unsere Ansichten wesentlich nur in dem Punkte des Zusammenhanges der Nervenfaser mit der Retinazelle ab: Grenacher hat die vorhin als zweite mögliche Ansicht ausgesprochene Vorstellung, nach der das Stäbchen zwischen Nervenfaser und Kern liegt.

Weit weniger als mit Grenacher stimme ich mit Schimkewitsch überein, der in seiner Étude sur l'anatomie de l'Epeire auch ein Element des Auges von Tarentula beschreibt und abbildet (a. a. O. S. 13 Pl. 2 Fig. 7). Die Zeichnung gibt einen gestreckt verlaufenden, überall fast gleich dicken Nervenschlauch, der an seiner Basis einen grossen Kern, gegen das Ende ein „bâtonnet" und weiterhin noch einen kleinen Kern umschliesst. Von dem

Stäbchen, dessen Gestalt mit meinen sämmtlichen Befunden nicht in Einklang zu bringen ist, soll ein Achsenfaden zu dem hinteren Kern verlaufen. Von diesem Kern habe ich nie eine Spur gesehen, während Schimkewitsch den vor dem Stäbchen liegenden Kern im Vergleich zum Durchmesser des Stäbchens weit kleiner zeichnet, als ich ihn immer gefunden habe. — Da ich die Figur Schimkewitsch's mit meinen Erfahrungen absolut nicht in Einklang bringen konnte, so dachte ich einen Augenblick daran, dass „Tarentula" hier vielleicht = Phrynus genommen sei; aber einmal spricht der Verfasser von „dem hinteren Auge" seiner Tarentula, während man bei Phrynus höchstens von 2 Gruppen von 3 hinteren Augen sprechen könnte; er gebraucht ferner das Wort ohne weitere Bemerkung in unmittelbarer Folge auf Epeira und andere unzweifelhafte Gattungsnamen echter Spinnen, und endlich wendet er es geradezu als synonym mit Lycosa an (S. 50, wo er eine Mittheilung Kessler's über die Gattung Lycosa auf eine „Tarentula" überträgt). — Es bleibt mir daher nichts anderes übrig, als einfach die Verschiedenheit meiner Darstellung und der Schimkewitsch's hervorzuheben. Vielleicht ist die Vermuthung auszusprechen erlaubt, dass die Behandlung der Schnitte mit Kalilauge Schimkewitsch zu seiner von mir für ganz unzutreffend gehaltenen Schilderung gebracht hat.

3. Augen einiger Thomisiden; Fig. 10, 11.

Von dieser Familie habe ich verschiedene Arten der Gattung Xysticus, dann Misumena vatia, Diaea Diana, Coriarachne depressa, Philodromus aureolus, letzteren aber nur oberflächlich untersucht; ich lasse die Beschreibung dieser Augen auf die der Lycosiden folgen, weil die hinteren Augen in ihrem Bau bei beiden in den wesentlichsten Punkten übereinstimmen. Am genauesten habe ich Xysticus Kochii untersucht, und meine Angaben beziehen sich auf diese Art, wo nichts anderes gesagt ist.

Vorausgeschickt sei folgende allgemeine Bemerkung. Die Haut des Cephalothorax zeigt an der Aussenseite schuppenartige Verdickungen, die oft so dicht gedrängt sind, dass das Bild eines Tannenzapfens entsteht. Die Hypodermis ist durch weisse oder gelbliche Körnchen, welche die Zellen dicht anfüllen, ganz undurchsichtig gemacht, und aussen lagert auf der Chitinkutikula,

diese nebst allen ihren schuppenartigen Verdickungen überkleidend, noch eine glashelle, dünne Haut, welche, da sie sich mit Leichtigkeit abheben lässt, nicht als die äusserste Schicht der Kutikula, sondern als ein Durchschwitzungsprodukt der Hypodermis anzusehen ist, wie es von Leydig für manche andere Arthropoden als reifartiger u. s. w. Ueberzug angeführt, in dieser Form und von Arachniden aber noch nicht bekannt ist; ohne Zweifel hängt damit bei Xysticus und noch mehr bei Oxyptila der Staub- und Schmutzüberzug zusammen, der diese Thiere einem Klümpchen Dreck ähnlich macht. An der Linse fehlt die erwähnte Haut.

Die Hauptaugen zeigen sich hier in einer von Micrommata und den Lycosiden abweichenden Form und mögen daher etwas genauer beschrieben werden. Ueber Linse und Glaskörperzellen ist nicht viel zu sagen; die Kerne der letzteren sind kleiner als in den meisten Fällen. Die Hüllhaut der Retina ist zunächst grösstentheils — ausgeschlossen bleibt nur der Fundus — mit einem netzartigen Bindegewebe mit kleinen Kernen ausgekleidet, auf welches mehr nach innen grössere (Nervenzellen ähnliche) Zellen folgen mit grossem Kern und stabähnlicher Differenzirung in dem verschmälerten am Glaskörper endenden Theil. Diese letzteren Zellen enthalten ein ziegelrothes Pigment, sie nehmen etwa $^2/_3$ der Breite der gesammten Retina ein. Der von ihnen freigelassene Raum in der Mitte ist mit ganz dichtem schwarzbraunem Pigment erfüllt und lässt ohne Entfärbung kaum etwas anderes erkennen als etwa einige Stäbchen, deren Enden aus dem Pigment hervorragen. Nach vorsichtiger Behandlung mit Acid. nitr. werden in diesem Theile grosse Kerne, ähnlich denen, die sich auch in dem peripheren Theile finden, sichtbar, sowie ferner 2—3 Stäbchen, die bis fast auf den Grund der Hüllhaut reichen und hier umbiegend sich allmählich verlieren. Die Kerne liegen bisweilen unregelmässig dem Boden der Retina genähert, gewöhnlich aber in bestimmter Anordnung (Fig. 10 D), so dass es den Anschein hat, als ob innerhalb der Hüllhaut, von dieser durch das Bindegewebe und die ziegelroth gefärbten Zellen getrennt, die eigentliche Retina sich befände. Zellgrenzen sind in diesem Theile nicht zu erkennen; ich muss aber dabei bemerken, dass ich nur Alkoholpräparate angefertigt habe.

Der N. optic. tritt sehr excentrisch ein und verläuft eine Strecke weit dicht unter dem Glaskörper, um sich dann in die

Tiefe zu senken und in die erwähnte schwarz pigmentirte Masse aufzulösen; s. Fig. 10 C. Ob an die ziegelrothen Zellen ebenfalls Nervenfasern treten, kann ich nicht sagen, halte es aber für wahrscheinlich, da ihre Enden ebenfalls Stäbchen enthalten. Auf die angeführte Differenzirung innerhalb der Retina und die Thätigkeit der an die Hüllhaut sich anheftenden Muskeln sind die Veränderungen zurückzuführen, welche das Auge lebender Thiere dem Beschauer bietet; vergl. Leydig a. a. O. S. 441 und Blackwall, Spiders of Great Britain and Ireland S. 83.

Die 3 Nebenaugenpaare stimmen in den wesentlichen Verhältnissen unter einander und mit den Augen der Lycosiden überein, so dass es genügen wird, die Unterschiede hervorzuheben; vergl. Fig. 10 A. — Die Zellen des Glaskörpers sind sehr regelmässig prismatisch; ihre Zahl verhältnissmässig klein und ihr Querschnitt dementsprechend gross. Eine Anordnung derselben symmetrisch zu einer Mittelebene des Auges habe ich nicht beobachtet, vielmehr sind sie ganz regelmässig zur Achse des Auges angeordnet.

Die Nervenfasern resp. -Schläuche lassen eine so deutliche Wandung wie bei den Lycosiden nicht erkennen, dagegen ist zwischen ihnen ein stärkeres Gerüst von Bindegewebe ausgespannt, dessen kleine Kerne ihnen aussen anliegen. Die Stäbchen sind im Verhältniss zur Grösse des Auges grösser als bei Lycosiden. Die Kerne liegen mehr in einfacher Lage zwischen Stäbchen und präretinaler Lamelle und die Zusammengehörigkeit der Stäbchen zu den betreffenden Kernen ist schwieriger nachzuweisen, was wohl damit zusammenhängen mag, dass ein Theil der Kerne ganz am Rande der Retina liegt.

Zupfpräparate habe ich von Xysticusaugen nicht gemacht; aber auch an Schnitten erkennt man deutlich, dass die Nervenfaser verschmächtigt zwischen 2 Tapetumstreifen und Stäbchen in die Höhe steigt, und dass jenseits der Stäbchen von den Kernen ein feiner röhrenförmiger Faden ausgeht, der das Stäbchenpaar umschliesst. — Tapetum und Stäbchen sind wie bei Lycosiden; den Streifen des ersteren fehlt aber die mittlere Verschiebung und der Kernschicht das mittlere Blutgefäss. — Noch möchte ich erwähnen, dass ich von Xysticus nur winterliche und unentwickelte Exemplare unter dem Messer gehabt habe.

Der N. opticus der einzelnen Augen tritt nicht als gesonderter

Strang aus dem Gehirn, sondern sämmtliche 6 Stränge sind vereinigt und lösen sich erst vor den Augen in die einzelnen Aeste auf, an denen die Augen wie die Lichter an den Armen eines Lichtständers sitzen; s. Fig. 10[1]).

Die Augen von Misumena und Diaea lassen denselben Bau erkennen; hervorzuheben wäre die starke Verbreiterung der Retina an den Seitenaugen von Misumena; s. Fig. 11. — Von Philodrominen, deren sehr kleine Augen einer Untersuchung nicht besonders günstig sind, habe ich nur Phil. aureolus, und auch diesen nur oberflächlich studirt. Haupt- und Nebenaugen schienen mir mehr Micrommata als Thomisinen nahe zu kommen.

4. Augen von Epeiriden; Fig. 1—3.

Von Epeiriden habe ich verschiedene Arten von Epeira, E. diademata, sclopetaria, sollers und umbratica, sowie Meta Merianae und segmentata mir angesehen. Fig. 1 zeigt einen Sagittalschnitt durch den vorderen Theil des Cephalothorax von Meta Merianae, der das Stirn- und Scheitelauge getroffen hat. Das erstere bedarf keiner grossen Erläuterung, da es mit dem Stirnauge von Micrommata fast vollkommen übereinstimmt.

An dem Scheitelauge ist zunächst hervorzuheben, dass die Zellen des Glaskörpers nicht im ganzen Umfang der Linse gleichmässig ausgebildet sind, sondern dass es den Anschein hat, als ob dieselben durch eine von vorn nach hinten wirkende Kraft zurückgedrängt seien, gerade wie es an den Seitenaugen von Micrommata schien, als ob sie von innen nach aussen zur Seite gedrängt seien. Dabei sind die Zellen des Glaskörpers lang und schmal, fast faserig. Das Tapetum ist einem zusammengedrückten Trichter ähnlich, vergl. Fig. 3 A rechts; der Grund des Trichters ist von einem Spalt eingenommen, der hier und da durch kleine Brücken von Tapetumgewebe unterbrochen ist; die Längsrichtung des Spaltes fällt mit der des Körpers zusammen. In unserer Figur hat der etwas seitlich von dem Spalt geführte Schnitt den einen

1) Ich will diese Gelegenheit benutzen, um die in einer Schülerarbeit, Troschel's Archiv 1870, S. 101, ausgesprochene Behauptung, der Giftdrüse von Atypus, Dysdera und einigen Thomisiden fehle die Muskulatur, zurückzunehmen; die Muskeln lassen bei diesen Arten nur die Querstreifung schwieriger erkennen.

Flügel des Tapetumtrichters getroffen; in dem Tapetum sind einige spindelförmige Kerne sichtbar, unterhalb desselben die durchschnittenen angeschwollenen Nervenröhren, und auf dem Tapetum die stark lichtbrechenden Stäbchen, welche sich weiterhin in einen Schlauch fortsetzen, der den Kern umschliesst, s. Fig. 1 A. Den gleichen Bau wie das Scheitelauge haben die beiden Seitenaugen.

Auf den Bau der Scheitelaugen von Epeira muss ich etwas näher eingehen; Fig. 2 und 3. In dem Glaskörper zeigen sie dieselbe Beschaffenheit wie Meta, in der Retina dagegen nur zum Theil, während der (grössere) übrige Theil einen bis jetzt noch nicht beschriebenen Anblick gewährt. Die Nervenröhren dieses Theiles schwellen nämlich ganz allmählich an und umschliessen, bevor sie am Glaskörper ihr Ende erreichen, einen länglich viereckigen, durchsichtigen, stark lichtbrechenden Körper und zwischen diesem und Glaskörper in manchen, aber nicht in allen Fällen, einen unregelmässig kugeligen Ballen. Die angeführten lichtbrechenden Körper sind an den Seiten ringsum von dichtem Pigment umgeben. Was die Natur derselben anlangt, so ist wohl hervorzuheben, dass sie in ihrer optischen Eigenschaft weit mehr Variabilität zeigen, als die typischen Elemente der Augen, so variabel dieselben auch nach dem Ernährungs- und Entwicklungszustand des jeweiligen Thieres sind. Die Figuren 2 und 3 geben das sich am häufigsten darbietende Bild wieder; es sind viereckige, von einer Membran umschlossene und mit einem homogenen, zähflüssigen Inhalt erfüllte Kästchen; der Inhalt zieht sich bei Alkoholbehandlung unregelmässig zusammen und gewinnt auch nach Glycerinzusatz seine frühere homogene Beschaffenheit nicht wieder. Sämmtliche Kästchen liegen in dem gleichen Niveau und sind von derselben Grösse. Von echten Stäbchen unterscheiden sie sich ausser durch ihre Lage in den Nervenröhren durch ihre bedeutende Dicke und ihr geringeres Lichtbrechungsvermögen. Ueber die Natur der vor ihnen liegenden Ballen bin ich nicht in's Klare gekommen; Grenacher erklärt sie für „vergängliche“ Kerne, ich enthalte mich in dieser Frage eines abschliessenden Urtheils und möchte nur auf den Unterschied hinweisen, der zwischen ihnen und den unzweifelhaften Kernen von Retinazellen des anderen Augentheiles besteht und der in Fig. 2 keineswegs übertrieben dargestellt ist.

Der zweite Theil des Auges stimmt mit dem ganzen Auge

von Meta ziemlich überein; nur liegen die Kerne der Retina hier weniger zwischen Stäbchen und Glaskörper, als vielmehr ausserhalb des äusseren Flügels des Tapetumtrichters. Der erstbeschriebene Theil des Auges nimmt etwa 2 Dritttheile, der Tapetum- und Stäbchenhaltige das äussere Drittel ein.

Die total verschiedenartige Ausbildung der verschiedenen Theile desselben Auges ist eine Erscheinung, die wohl eine Erklärung verlangt; ich habe mir folgende Vorstellung als die einfachste und die mit den Vorkommnissen bei anderen Arten am meisten übereinstimmende gebildet: Nur die nach dem Tapetumtrichter strebenden Nervenröhren treten mit Retinazellen in Verbindung; die die Mehrzahl ausmachenden übrigen enden blind, haben aber als Ersatz dafür die erwähnten Kästchen ausgebildet, die etwa anderen Differenzirungen der Opticusfasern, z. B. den „Phaosphären" aus dem Skorpionauge, zu vergleichen sind. — Die Seitenaugen von Epeira zeigen denselben Bau wie bei Meta oder auch wie das Epeira-Scheitelauge in seinem äusseren, tapetumhaltigen Theile. Von Bedeutung scheint mir zu sein und für die eben abgegebene Erklärung zu sprechen, dass in den Opticusfasern der Seitenaugen hinter dem Tapetum oft ähnliche Differenzirungen zu beobachten sind, wie die Kästchen in dem Scheitelauge regelmässig.

Die Scheitelaugen von Epeira sind schon mehrmals untersucht und beschrieben worden, zuletzt von Grenacher, Graber und Schimkewitsch, und ich will hervorheben, in welchen Punkten ich glaube unsere Kenntnisse erweitert zu haben. Grenacher hatte anfänglich dem ganzen Auge den Bau zugeschrieben, den es in seinem inneren Theile hat, und erst nach Drucklegung seines grossen Werkes die Differenzirung innerhalb des Auges bemerkt, ohne sich aber weiterhin genauer über dieselbe auszusprechen; s. d. Arch. XVIII. S. 428. Graber hat dieselbe zuerst bekannt gemacht a. a. O. S. 76; aber abgesehen davon, dass er neben dem einzigen von mir zugelassenen Kern, der nach meiner Anschauung „postbacillär" ist, noch einen oder 2 Kerne dem Retinaelement typisch zuschreibt, hatte er den Zusammenhang der grossen „Ganglienzellen-Kerne" mit den Stäbchen nicht erkannt; er lässt dieselben vielmehr nach einem linsenähnlichen Punkte x in der Retina konvergiren, der eine Art subordinirten Binnenauges dar-

stellen soll. — Schimkewitsch hat keine bemerkenswerthen Angaben positiver Natur über das Scheitelauge.

5. Augen anderer Spinnen; Fig. 12—15.

Ausser den genannten Gattungen habe ich noch zahlreiche andere einheimische Vertreter der Ordnung auf ihre Augen hin untersucht, ohne bei ihnen Verhältnisse gefunden zu haben, die bisher noch nicht zur Sprache gekommen wären. Eine Ausnahme machen die Augen der Attiden, deren Darstellung einer besonderen Arbeit vorbehalten bleiben soll; vergl. meine vorl. Mittheil. in den Sitzungsber. Niederrh. Gesellsch. 1885. S. 221 f.

Folgende Bemerkungen über einzelne Augen mögen aber zur Erläuterung der Figuren nicht überflüssig sein.

Die Hauptaugen von Atypus (Fig. 15 rechts) zeigen innerhalb der Hüllhaut ein Gerüst von Bindegewebsfasern mit flachen Kernen, sowie an einigen Stellen ein grosszelliges Epithel mit grossen Kernen, Fig. 15 A; die Pigmentzellenzone ist von den Glaskörperzellen durch einen schmalen Spalt getrennt. An die Hüllhaut inseriren Muskeln, die von der Stirnwand entspringen und auf der Hüllhaut ein Geflecht bilden; bei ihrer Kontraktion würden sie also den Augenbulbus der Stirnwand nähern.

Die Nebenaugen sind am häufigsten nach dem Schema der Scheitelaugen von Meta gebaut, d. h. das Tapetum bildet einen länglichen Trichter mit mittlerem Spalt; der Trichter ist ausgefüllt mit den angeschwollenen Enden der Zellen, die die Stäbchen enthalten. Dieser Theil ist nicht pigmentirt und enthält gewöhnlich nur wenige der grossen Kerne; dieselben liegen meistens an der Aussenseite des Tapetumtrichters. Als Gattungen, bei denen ich diese Augen gefunden, nenne ich Drassus (Fig. 12), Gnaphosa, Clubiona, Anyphaena, Amaurobius (Fig. 12 A, 12 B), Tegenaria, Hyptiotes, Segestria (Fig. 14), Dysdera (Fig. 13).

An den Scheitelaugen mancher Drassiden, namentlich von Pythonissa nocturna, ist die schwache Wölbung der Linse erwähnenswerth, deren Innenfläche konkav ist. Das ganze Auge macht den Eindruck eines nur wenig funktionirenden Apparates. Bei Drassus lapidicola und Amaurobius ferox fand ich bisweilen (aber nicht immer) im Tapetumtrichter einen zusammengesetzten Körper neben den Stäbchen, der an den von Grenacher aus

den Augen von Semblis(Sialis-)larven beschriebenen erinnert; s. Fig. 12 C.

Die 6 Augen von Segestria und Dysdera besitzen alle ein Tapetum, und es würden demnach in dieser Familie die Hauptaugen fehlen. Die seitlich stehenden Augen sind namentlich bei Dysdera dadurch beachtenswerth, dass die Glaskörperzellen fast vollständig zur Seite gedrängt scheinen, s. Fig. 13; dieses Auge scheint dadurch „einschichtig", ist aber thatsächlich eben so zweischichtig, wie die übrigen Arachnidenaugen. Ganz ähnlich ist es mit den Seitenaugen von Atypus, Fig. 15 links, von dem noch hervorzuheben ist, dass das Tapetum schwach entwickelt ist und sich leicht auflöst. Die Stäbchen der Stirnaugen dieser Art zeigen auf dem Querschnitt eine strahlige Anordnung; s. Fig. 15 B.

III. Schlussbemerkungen.

Meine Untersuchungen haben mich zu dem Resultate geführt, dass das Retinaelement in allen Spinnenaugen nach demselben Schema gebaut ist. Es entsteht durch Verschmelzung einer Nervenfaser resp. -röhre mit einer Zelle, die nach der durch Locy bestätigten Vermuthung Grenacher's von der Hypodermis abzuleiten ist. Diese stets in die Länge gestreckte Zelle entwickelt an ihrem einen Ende, entfernt vom Kern, das „Stäbchen"; die Verbindung der Nervenfaser mit derselben tritt überall mit dem kernhaltigen Theil der Zelle, nie mit dem Stäbchen ein, so dass im physiologischen Sinne, mit Rücksicht auf die Reihenfolge, in der der Nervenreiz die einzelnen Bestandtheile durchläuft, der Kern stets hinter dem Stäbchen liegt; aus diesem Grund habe ich die Bezeichnung „Augen mit präbacillärem Kern" beanstandet. Das Stäbchen ist bald in unmittelbarer Berührung mit dem Glaskörper, bald von demselben getrennt durch andere Theile der Zelle, auch durch die Kerne; den Grund dafür, dass das Stäbchen bald an dem einem, bald an dem anderen Ende der Zelle entwickelt wird, sehe ich in dem Tapetum, das als sekundäre Lichtquelle die Stäbchen in seiner Nachbarschaft entstehen lässt. Insofern ist also das Stäbchen auch immer dem Lichte zugekehrt. Die Entwickelungsgeschichte hat eben in der Entstehung der beiden Augenarten keinen Unterschied aufgedeckt (s. Locy a. a. O S. 89), nur dass

nach Locy die beiden Schichten der eingestülpten Hypodermis bei den Nebenaugen durch ein „chitinous layer", wahrscheinlich unser Tapetum, getrennt sind.

Vielleicht wird man sich auch bei den Wirbelthieren nicht mehr bei der bisherigen, soviel ich sehe, zuerst von M. Schultze angedeuteten Erklärung der perversen Lagerung der Stäbchen beruhigen, sondern auch hier in dem Tapetum den Grund für die scheinbar dem Lichte abgewandte Stellung der Stäbchen sehen. Die jetzt das Tapetum entbehrenden Arten würde man dementsprechend folgerichtig von Arten mit Augentapetum abzuleiten haben, was bei den Spinnen (Attiden!) und Wirbelthieren mit anderweitigen Ergebnissen nicht im Widerspruch steht.

Dufour hatte bekanntlich nach dem Glanze, den der Augenhintergrund zeigt, yeux diurnes und yeux nocturnes unterschieden. Dieser Unterschied deckt sich nicht vollständig mit dem Mangel oder Besitz des Tapetum, indem z. B. Thomisiden und Lycosiden ein Tapetum, dabei aber doch yeux diurnes besitzen. Es kommt dies von dem zwischen den Stäbchen abgelagerten dunklen Pigment her, das den ganzen Augenhintergrund dunkel erscheinen lässt. Immerhin wird man die mit Tapetum versehenen Augen als im Dunkel oder bei schwachem Lichte noch funktionirend ansehen können, womit die Lebensweise und der Aufenthaltsort der verschiedenen Arten sehr gut übereinstimmt (Agaleniden, Amaurobiaden, Drassiden, Dysderiden, Atypus, mit stark entwickeltem Tapetum; die sonnenliebenden Attiden ohne Tapetum; Epeiriden, theils Tag-, theils Nachtthiere, Thomisiden und Lycosiden hinsichtlich ihres Tapetums in der Mitte stehend).

Unter den Nebenaugen sind (abgesehen von den hier nicht berücksichtigten Attiden) die Augen der Lycosiden und Thomisiden am vollkommensten und befähigen, nach der Zahl der Stäbchen zu urtheilen, das Thier zu einem ungemein scharfen Sehen in bestimmter Entfernung. Dagegen fehlt ihnen wie allen Nebenaugen die Muskulatur, welche eine Accommodation ermöglichen würde. An den sonst unvollkommener gebauten Hauptaugen ist eine solche vorhanden. Denn wenn auch ein Theil der Muskeln den Augengrund seitlich verschieben kann, und damit andere Theile des von der Linse entworfenen Bildes auf den allein perzipirenden Stäbchentragenden Theil bringt, so wirkt doch auch ein Theil der Muskeln, indem sie die Retina der Linse nähern oder

davon entfernen, als Accommodationsmuskeln. Nur ist hier das Prinzip der Accommodation in anderer Weise als bei dem Wirbelthierauge durchgeführt, nämlich ganz so wie in einer Camera obscura, wo der das Bild auffangende Schirm verschiebbar ist.

Ist meine Darstellung des Auges von Micrommata richtig, so ist der Bau der Retina dieses Auges in hohem Grade dem von Pecten ähnlich, und es würde demnach eine Uebereinstimmung im Bau der Retina zwischen Angehörigen zweier verschiedener Typen bestehen, die bisher in keine nähere Beziehung zu bringen waren. Ebenso zeigen die Lycosiden und Thomisinen eine grosse Aehnlichkeit in dem Bau ihrer Retina, zwei Familien, die sonst wenig mit einander gemein haben. Andererseits zeigen nahe Verwandte grosse Verschiedenheiten, z. B. Micrommata und die Thomisinen. Diese Erscheinung lässt wohl den Schluss gerechtfertigt erscheinen, dass die Aehnlichkeiten im Bau der Retina zum Theil nicht auf nähere Verwandtschaft hinweist, sondern als Konvergenzerscheinungen aufzufassen sind. Dasselbe Bedürfniss hat in verschiedenen Fällen unabhängig von einander nahezu übereinstimmende Organe geschaffen.

Nachschrift. Nachdem vorstehender Aufsatz bereits gedruckt war, erhielt ich Kenntniss von Patten's Arbeit in den Mitth. zool. Station Neapel. VI. S. 542 ff. Patten giebt eine andere Darstellung des Auges von Pecten als Hickson, indem er die Fasern des genannten Nervenstranges sich mit den Retinazellen verbinden lässt. Ist dies richtig, so würde mein Hinweis (s. oben S. 612) auf das Auge von Pecten als ein anderweitiges Beispiel von der blinden Endigungsweise von Nervenfasern hinfällig sein.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXI u. XXII.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch das Stirn- und Scheitelauge von Meta Merianae; ersteres mit Muskeln. Am Scheitelauge ist das Tapetum durchschnitten; in dem faserigen Tapetum liegen spindelförmige Kerne. Unterhalb des Tapetum die durchschnittenen angeschwollenen Nervenröhren, welche, über den Rand des Tapetumtrichters herüber-

reichend, sich mit den auf dem Tapetum stehenden Stäbchen verbinden. — 1A ein Stück Tapetum mit Stäbchen, stärker vergrössert.

Fig. 2. Schräger Transversalschnitt durch das rechte Scheitelauge von Epeira diademata. Links der Theil ohne Tapetum, ohne deutliche Kerne und ohne eigentliche Stäbchen; rechts Tapetum mit Stäbchen und Kernen.

Fig. 3. Sagittalschnitt (etwas schief ausgefallen) durch das Scheitelauge von Ep. sollers. Vorne ist der Tapetumhaltige, hinten der Tapetumfreie Theil getroffen. — 3A Flächenansicht der Retina des rechten Scheitelauges von Ep. diademata; die Stäbchen in dem Tapetumtrichter sind nicht gezeichnet.

Fig. 4. Aussenansicht einer Linse von Micrommata virescens. — 4A Muskeln des Hauptauges derselben. 4B Cephalothorax von oben, 4C von der Seite gesehen; die Pfeile deuten die Achsen der betreffenden Augen an.

Fig. 5. Schrägschnitt durch das Scheitelauge von Micr. vir. In der Mitte sind Glaskörperzellen nach verschiedenen Richtungen durchschnitten; links nach unten die Stäbchen und diese umgebend das Tapetum; ausserhalb desselben fast im ganzen Umkreis des Auges die grossen Kerne.

Fig. 6. Transversalschnitt durch die linke Cephalothoraxhälfte von M. vir. 6A ein Stück des Glaskörpers und der Retina des Stirnauges stärker vergrössert. 6B Flächenansicht auf die Stäbchen des Stirnauges; 6C Stück Retina des vorderen Seitenauges, halb schematisch; 6D Stück einer Retinazelle dieses Auges, nicht schematisch. Der Schlauch rechts würde in seinem weiteren Verlauf das Stäbchen enthalten.

Fig. 7. Flächenansicht auf das Auge von Trochosa; Pigmentzellen. 7A Transversalschnitt durch das Auge der 2. Reihe von Dolomedes; das nach der Mitte der Retina verlaufende Blutgefäss (?) ist quer durchschnitten. 7B Querschnitt durch dasselbe Auge; oben Tapetum getroffen, unten die Fasern des N. optic.

Fig. 8. Transversalschnitt durch das Auge der 2. Reihe von Tarentula inquilina. Die linke Hälfte ist nicht entfärbt. — 8A Stück der Retina desselben Auges stärker vergrössert; rechts nicht entfärbt. — 8B Osmiumsäure-Zupfpräparate der Retinazellen von Tarentula inquilina. — 8C Flächenansicht auf Stäbchenschicht (oben) und Tapetum (unten) von Tar. inquilina; die obere Hälfte nicht entfärbt. — 8D Die krystallinischen Elemente des Tapetum, frisch im Blute, stark vergrössert.

Fig. 9. Sagittalschnitt durch den Cephalothorax von Trochosa mit dem vorderen Ende des Gehirns, von dem die Aeste des N. opt. der Nebenaugen getrennt ihren Ursprung nehmen. — 9A Querschnitt durch die Stäbchenschicht.

Fig. 10. Transversalschnitt durch den oberen Theil des Cephalothorax von Xysticus Kochii; zu beiden Seiten der vereinigten Nervenstämme die durchschnittene Muskulatur der Giftdrüsen. — 10 A Sagittalschnitt durch die Retina eines Nebenauges. 10 B, C, D Sagittaldurchschnitte durch das Hauptauge, 10 B vor der Entfärbung.

Fig. 11. Seitenauge von Misumena vatia.

Fig. 12. Sagittalschnitt durch Stirn- und Scheitelauge von Drassus lapidicola. — 12 A Seitenauge von Amaurobius; 12 B Scheitelauge desselben quer auf den Tapetumtrichter durchschnitten. 12 C aus dem Tapetumtrichter von Amaurobius.

Fig. 13. Transversalschnitt durch das linke Seitenauge von Dysdera crocota. Der Glaskörper fast ganz zur Seite gedrängt. Links zieht ein Stück eines Tracheenröhrchens durch das Auge. — 13 A Retinazelle mit Nervenfaser, stärker vergrössert.

Fig. 14. Querschnitt durch ein Seitenauge von Segestria senoculata. Aussen die quer durchschnittenen Nervenröhren, z. Th. auch der kernhaltige Theil, darauf folgend der Tapetumtrichter, ausgefüllt von Stäbchen.

Fig. 15. Transversalschnitt durch das Stirn- und ein Seitenauge von Atypupiceus. — 15 A Hüllhaut des Stirnauges mit Muskeln, Bindegewebs- und Epithelzellen. — 15 B Stäbchen des Stirnauges im Durchschnitt.