

53. STANNIUS, H., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 1846. Berlin. Verlag von Veit & Comp.
54. VERSLUYS, J., Das Skelet. In: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere von IHLE, VAN KAMPEN, NIERSTRASZ, VERSLUYS. Aus dem Holländischen übersetzt von G. Chr. Hirsch. 1927. Berlin. Verlag von Julius Springer.
55. DE VILLIERS, C. G. S., Neue Beobachtungen über den Bau und die Entwicklung des Brustschulterapparates bei den Anuren, insbesondere bei Bombinator. 1922. Inaugural-Dissertation. Zürich. Stockholm. Alb. Bonniers Boktryckeri.
56. — On the Anatomy of the Breast-Shoulder-Apparatus of *Xenopus*. 1924. Annals of the Transvaal Museum, Vol. X., Part IV, p. 197—211.
57. — Recent Researches on the Breast-Shoulder-Apparatus of the Anura. 1925. South African Journal of Science. Vol. XXII, p. 226—247.
58. VOGT, M., Über Wachstum und Gestaltungsbewegungen am hinteren Körperende der Amphibien. 1926. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der fünfunddreißigsten Versammlung in Freiburg i. Br. Ergänzungsheft zum 61. Band des Anatomischen Anzeigers. S. 62—74.
59. VOELTZKOW, A., u. DÖDERLEIN, L., Zur Frage nach der Bildung der Bauchrippen. 1902. Abhandlungen der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Band 26 (1901/1902).
60. WETZEL, ROBERT, Über die Entstehung des metazonalen Sternums bei *Bufo vulgaris*. (Auf Grund von Experimenten von Annie Gibian). 1925. Wilh. Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. Band 106 (BRAUS-Gedächtnisband), S. 75—85.
61. WHITE, PH. J., A Sternum in *Hexanchus griseus*. 1896. Anatomischer Anzeiger, Band 11, S. 222—224.
62. WIEDERSHEIM, R., Das Gliedmaßenskelet der Wirbeltiere, mit besonderer Berücksichtigung des Schulter- und Beckengürtels bei Fischen, Amphibien und Reptilien. 1892. Jena. Gustav Fischer.
63. — Grundriß der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 4. Auflage. 1898. Jena, Gustav Fischer.

Die orbitalen Sinusse bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln.

Von

D. Tretjakoff,

Mitglied der Ukrainischen Akademie
Odessa.

Mit 10 Abbildungen im Text.

Einleitung.

In der Augenhöhle des Neunauges befindet sich, nach meinen Untersuchungen (16), ein geräumiger orbitaler Blutsinus, der aus einzelnen sinusartigen Hohlräumen zusammengesetzt ist. Diese Bluträume gehören dem Venensystem an, stehen mit echten Venen im Zusammenhang und sind somit Venensinusse. Die meisten orbitalen Venensinusse liegen in der Augenhöhle des Neunauges außerhalb der Sclera; aber innerhalb der Chorioidea befindet sich ein subscleraler Sinus, der ebenfalls ein System von Venensinussen vorstellt und in offener Verbindung mit dem System der extrascleralen Venensinusse steht. Den letztgenannten Sinussen darf, soweit sie zwischen den Augenmuskeln liegen, eine mechanische Bedeutung zugeschrieben werden — sie umgeben nämlich die Augenmuskeln allseitig und schaffen dadurch die günstigsten mechanischen Bedingungen für die Muskelbewegungen. Andererseits dienen die Muskelbewegungen der Beschleunigung des Kreislaufs des Blutes in den Venensinussen.

Auch bei den Fischen fand ich venöse Sinusse innerhalb der Augenhöhle; in erster Linie sind sie den Selachiern eigen und zeigen dieselben Beziehungen zu den Augenmuskeln wie beim Neunauge. Bei den Haien stellen die orbitalen Sinusse, ebenso wie beim Neunauge, spaltförmige intermuskuläre Räume vor; bei den Rochen nimmt das ganze System der orbitalen Sinusse

das Aussehen eines kavernösen Gewebes an, das nicht nur die Augenmuskeln voneinander, sondern auch die innerhalb der Augenhöhle verlaufenden viszeralen Muskeln isoliert. Die orbitalen Venensinusse bei den Selachiern münden in die Vena jugularis ein.

Bei den Stören sind ebenfalls venöse Sinus in der Augenhöhle vorhanden, und zwar ein Sinus suprascleralis und ein S. suborbitalis. Sie stehen miteinander sowie mit der Vena jugularis in Verbindung. Die Beziehungen dieser Sinusse zu den Augenmuskeln sprechen dafür, daß den ersteren nicht nur eine nutritive, sondern auch genau die gleiche mechanische Bedeutung für die Muskelbewegungen zukommt, wie jene, die sich in den Beziehungen der Augenmuskeln zu den Venensinussen bei den Cyclostomen und Selachiern äußert.

Bei den Knochenfischen lassen sich die verschiedenartigsten Stufen in der Differenzierung der orbitalen Venensinusse konstatieren, von der Ausbildung nur eines suborbitalen Sinus bis zu einem Sinus, welcher wie bei den Haien die ganze intraorbitale Fläche der Sclera umfaßt. Bei einigen Fischen fehlen die Venensinusse der Augenhöhle, und im retrobulbären Gewebe verlaufen entweder gar nicht oder nur wenig erweiterte supraorbitale und suborbitale Äste der Jugularvene (TRETJAKOFF, 16).

Ein System extrascleraler Venensinusse befindet sich also innerhalb der Augenhöhle des Neunauges und der Fische und stellt ein homologes Gebilde vor. Was den subscleralen Venensinus des Neunauges anbelangt, so kann man ein ihm homologes Gebilde in der Suprachorioidea einiger Haie (*Mustelus*) und Störe erblicken. Bei den Teleostern erfährt der subsclerale Sinus eine weitere spezielle Differenzierung und wandelt sich in den chorioidealen Körper um. Eine weitere Modifikation des subscleralen Sinus findet sich wahrscheinlich schon außer bei den Fischen noch bei Amphibien, nämlich beim Frosch in Gestalt derjenigen Chorioideagefäße, die von ALTMANN (1) und von GAUPP (3) als venöse Blutsinusse beschrieben wurden. Venöse Sinusse treffen wir auch im retrobulbären Raume der Säugetiere an, wenigstens haben ULBRICH (17) und MARKOWSKI (12) beim Kaninchen solche Venensinusse entdeckt; außerdem sind Venensinusse in der Augenhöhle der Eidechsen schon seit lange bekannt und von WEBER (18) 1877 sehr genau beschrieben. Der ebengenannte Verfasser konnte auch mittels Injektion gefärbter Leimmasse durch die Vena jugularis den großen Orbitalsinus der Eidechse darstellen,

und es zeigte sich, daß dieser Sinus, vom Tarsus des unteren Lides an Umfang allmählich zunehmend, sich bis in die Gegend des *Musculus rectus* und *obliquus inferior* erstrecken kann. WEBER glaubte, daß die funktionelle Bedeutung des Sinus darin bestehe, daß er das fehlende Fettpolster der Augenhöhle ersetzt. Seine Teile füllen jeden freien Raum im ganzen Bereiche der Augenhöhle zwischen ihren Wänden, dem Bulbus und den Augenmuskeln aus. Soweit nach den literarischen Angaben zu urteilen ist, wiederholen sich in der Augenhöhle der Eidechse die gleichen Beziehungen zwischen den Augenmuskeln und den Venensinussen, wie die von mir beim Neunauge und bei den Fischen konstatierten. Diese Beziehungen sind für die Wirbeltiere überhaupt sehr typisch und ziemlich beständig, aber unsere diesbezüglichen Kenntnisse sind noch sehr lückenhaft. Es ist z. B. unbekannt, in welchem Maße die Ausbildung der orbitalen Sinusse bei den Eidechsen derjenigen bei anderen Reptilien entspricht.

Die vorliegende Mitteilung bezweckt, unsere Kenntnisse über die orbitalen Sinusse bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln einer Revision zu unterziehen und etwas zu erweitern. Das mir zur Verfügung stehende konservierte Museumsmaterial hat sich für den angegebenen Zweck als gänzlich unbrauchbar erwiesen, und ich mußte daher meine Untersuchungen ausschließlich auf frische, einheimische Tiere beschränken.

Zur Untersuchung benutzte ich hauptsächlich Serienschritte durch den ganzen Kopf des Tieres. Das Tier wurde gleich nach dem Tode einige Zeit mit dem Kopfe nach unten aufgehängt, damit die Kopfblutgefäße sich möglichst stark mit Blut füllen sollten; darauf wurden sie am Hals unterbunden und oberhalb der Unterbindung abgeschnitten. Als Fixationsmittel benutzte ich konzentrierte Sublimatlösung, 1prozentige Chromsäure oder Alkoholformol; die Dekalzinierung geschah mittels 3prozentiger Salpetersäure. Nach Erhärtung des Kopfes im Alkohol wurde die Hornhaut teilweise abgeschnitten und das ganze Stück in Celloidin eingebettet. Die Serienschritte färbte ich hauptsächlich mit Hämatoxylin-Picrofuchsin; einzelne Schnitte färbte ich noch nach verschiedenen anderen Methoden — zur Darstellung des Bindegewebes.

Diese Untersuchungsmethode lieferte mir sicherere Ergebnisse als die Anwendung der Injektion. Ich injizierte die Tiere mit Tusche oder mit gefärbter Gelatine von der Vena jugularis am

Halse aus. Die injizierten Präparate können nur zur Kontrolle der Serienschritte angewandt werden, denn die topographischen Beziehungen der orbitalen Sinusse sind an solchen Präparaten sehr entstellt. Die Untersuchung der injizierten Präparate ist aber für die Kontrolle der Serienschritte unerlässlich; denn wegen des verschiedenen Verhaltens der Bestandteile der Augenhöhle zu den Reagentien können Räume entstehen, welche weder mit Blut-, noch mit Lymph-Sinussen etwas zu tun haben, wenn auch in solchen Räumen Blutkörperchen oder Lymphocyten vorhanden sind; die genannten Zellen gelangen in die künstlichen Räume infolge des Zerreißen von Blut- oder Lymphgefäßen im Momente der Reagentieneinwirkung auf die Bestandteile der Augenhöhle.

Urodelen.

Das Blutgefäßsystem des Kopfes der Urodelen ist schon sehr eingehend untersucht; man findet aber in der Literatur keine Angaben über die Venensinuse in der Augenhöhle dieser Tiere. Über das Lymphgefäßsystem der Urodelen ist auch eine ganze Fülle von literarischen Angaben vorhanden, aber die Frage über die Beziehungen der Lymphgefäße zur Augenhöhle ist unberührt geblieben. In der neuesten Arbeit von H. HOYER und S. UDZIELA (7) über das Lymphgefäßsystem der Salamanderlarven finde ich ebenfalls keine Hinweise auf die Besonderheiten der Lymphgefäße in der Augenhöhle. Solche Hinweise fehlen auch in der älteren Arbeit von HOYER (6) über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven. Neben der Augenhöhle verläuft der tiefe Kopflymphstamm, den schon PANIZZI gesehen und HOYER bei der Froschlarve als Ductus cephalicus bezeichnet hat. In einer späteren Arbeit über das Lymphgefäßsystem der Salamanderlarven betonen die Verfasser (HOYER und UDZIELA) den Verlauf des Kopflymphstammes neben der V. jugularis (cardinalis anterior) und bezeichnen ihn als Truncus lymphaticus jugularis.

Ich hatte die Möglichkeit, die Augenhöhle bei Larven von *Molge cristata* sowie bei erwachsenen Tieren dieser Art zu untersuchen. Die V. jugularis und der lymphatische Jugularisstamm verlaufen bei der Larve von *Molge* zusammen im hinteren Kopfgebiet und gelangen bis zum Boden der Augenhöhle, wo sie aus ihren supraorbitalen und suborbitalen Ästen entstehen. Diese Äste zeigen keine sinusartigen Abschnitte, die lymphatischen Äste verlaufen dicht an der Sclera, die Venen mehr medial inner-

halb des lockeren larvalen, retrobulbären Bindegewebes. Erst bei den größeren, 30 mm langen Larven beginnen die sub- und supraorbitalen Lymphgefäße sich zu erweitern, um schließlich zu einem einzigen weiten, orbitalen Lymphsinus zusammenzufießen. Beim erwachsenen Tiere findet sich im retrobulbären Raume tatsächlich ein geräumiger orbitaler Lymphsinus, welcher seine Verbindung mit dem jugulären Lymphstamm bewahrt hat. Der orbitale Lymphsinus stellt ein Gebilde vor, von welchem aus auf bequemste

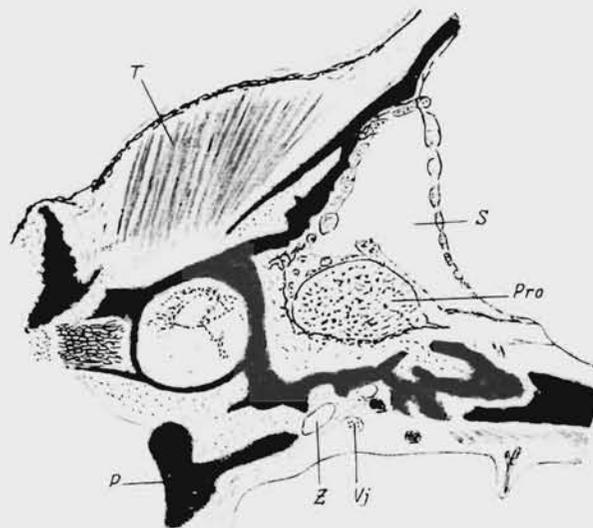


Abb. 1.

Querschnitt durch den Kopf von *Molge cristata* vor dem Gehörorgan, im Gebiet von Prooticum. Vergr. 25×. L = Truncus lymphaticus jugularis; P = Pterygoid; Pro = Ganglion prooticum; S = Saccus endolymphaticus; T = Musculus temporalis; Vj = Vena jugularis.

Weise eine Injektion des Lymphsystems der *Molge* ausführbar ist; nur muß man mit der scharfen Kanülenspitze durch die Haut der dorsalen Kopfseite dicht neben dem Rande des Frontoparietalknochens direkt in den Lymphsinus eindringen.

Den lymphatischen Truncus jugularis kann man leicht auch ohne Injektion an den Querschnitten durch den Kopf von *Molge* erkennen. In Abb. 1 (Z) ist der Truncus lateral von der V. jugularis genau unter der Naht gelegen, welche das Prooticum mit dem Pterygoid (Processus pterygoideus) verbindet.

Innerhalb der Augenhöhle erweitert sich der lymphatische Truncus in einen Sinus, der der medialen knöchernen Wand der Augenhöhle dicht anliegt und in seinem vorderen Teile breiter als im hinteren ist. Die Erweiterung des Truncus zu einem Sinus läßt sich schon unterhalb der kaudalen Portion des *Musculus retractor bulbi* und des kaudalen Randteils des *M. levator bulbi* erkennen. Die dünne Platte des letzteren Muskels bildet ein Dach für den spaltförmigen Sinusraum; sein Boden wird von der Gaumenschleimhaut gebildet. Der *M. levator bulbi* verbleibt auch rostralwärts in der lateralen Sinuswand. Im Gebiete des Augenmuskelkegels ist der unter dem letzteren gelegene Lymphsinus noch niedrig, aber vor dem Kegel wird er sofort hoch

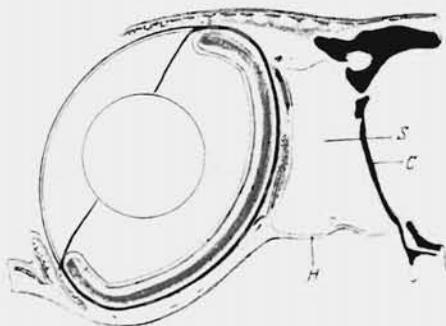


Abb. 2.

Querschnitt durch die Augenhöhle von *Molge cristata* vor dem *N. opticus*. Vergr. 25×.
C = laterale Schädelwand; H = Mundhöhlendach; S = Sinus orbitalis (lymphaticus).

und reicht bis an den äußeren Rand des Frontoparietale. Rostralwärts gelangt der Orbitalsinus bis zum rostralen Rand des Ethmoidalknochens und zum Planum antorbitale bzw. bis zur knorpeligen Hinterwand der Nasenkapsel und nimmt somit den ganzen retrobulbären Raum rostralwärts vom Sehnerven und dem Augenmuskelkegel ein. Ventral ist der Orbitalsinus breiter als dorsal. Seine mediale Wand liegt unmittelbar dem dünnen Periost des Ethmoidalknochens und des Frontoparietale an, die ventrale wird von der Gaumenschleimhaut begrenzt und unterkleidet.

Die schmale dorsale Wand des Orbitalsinus liegt unmittelbar unter dem äußeren Rande des Frontoparietale. Die laterale Wand bedeckt die bindegewebige Schicht mit den Augenmuskeln, welche letztere der Sclera aufliegt (Abb. 2).

Es darf also gesagt werden, daß der orbitale Lymphsinus bei *Molge* die distalen größeren Abschnitte der Augenmuskeln von der Knochenwand der Augenhöhle trennt, die Reibung der Muskeln am Knochen verhindert und im allgemeinen eine ähnliche mechanische Rolle bei der Arbeit der Augenmuskulatur spielt, wie die venösen Sinusse in der Augenhöhle der Cyclostomen und Fische.

Der innerhalb der Augenhöhle gelegene Abschnitt der *Vena jugularis (interna)* verläuft an der ventralen Sinuswand vollkommen frei im Sinusraum. Er ist an die ventrale Sinuswand nur mittels einer schmalen, mesenterienähnlichen, bindegewebigen Lamelle befestigt. Dieser Abschnitt der *V. jugularis* entsteht aus zahlreichen in der vorderen Augenhöhlenwand zusammen tretenden Venen und tritt zwischen den distalen Endstücken des *M. obliquus superior* und des *M. obliquus inferior* in den Sinusraum ein. Die erwähnten kleineren Venen gehen vom Riechorgan und von der rostralen Hälfte des bindegewebigen Scleraüberzugs aus.

In der Chorioidea der *Molge* lassen sich, wie beim Frosch, zwei Gefäßlamellen unterscheiden: eine *Lamina choriocapillaris* und eine *Lamina vasculosa*. Die *Lamina vasculosa* besteht aus zwei tiefschwarz pigmentierten Platten, die durch einen weiten Zwischenraum voneinander getrennt und nur, in wechselnden Abständen, durch ebenfalls schwarz pigmentierte Balken verbunden werden. In der Gegend der *Ora optica* hören die Räume auf, und die beiden Pigmentlamellen vereinigen sich zu einer einzigen.

Die *Lamina vasculosa* von *Molge* zeigt verhältnismäßig größere Räume als die gleiche Chorioideaschicht beim Frosch, und diese Räume hören noch sehr weit vom lateralen Chorioidearand auf — deswegen sind sie beim Triton weniger zahlreich als beim Frosch, und in dieser Beziehung zeigen sie eine ganz deutliche Ähnlichkeit mit den Räumen des subscleralen Venensinus des Neunauges. Wie beim Frosch sind diese Räume der *Lamina vasculosa* auch beim Triton zuweilen leer, zuweilen von roten Blutkörperchen erfüllt. Sie besitzen aber keine direkte Verbindung mit den chorioidealen Arterien, stehen stellenweise mit den Kapillaren der *Choriocapillaris* in Zusammenhang und bilden ein kollaterales System von sinusoidalen Gefäßen, welche ihr Blut von den Kapillaren der *Choriocapillaris* be-

ziehen und es wieder in die letztere ergießen. Die Bluträume der Lamina vasculosa besitzen somit keine direkte Verbindung mit den Arterien und Venen. In dieser Beziehung unterscheiden sie sich von den Räumen des subscleralen Venensinus des Neunauges, die über einen Abfluß durch besondere Venen in den episcleralen Venensinus verfügen. Diese Venen durchbohren die Sclera nach Art der Venae vorticosae der höheren Wirbeltiere.

In allen anderen Beziehungen sind die Bluträume der Lamina vasculosa der Urodelen und Anuren ein Homologon des subscleralen Venensinus des Neunauges sowie der bei den Fischen vorhandenen Reste dieses Sinus.

Im retrobulbären Raume befinden sich aber bei den Urodelen schon keine Venensinusse mehr, sondern nur ein Lymphsinus, welchem die gleiche mechanische Rolle wie den Venensinussen bei den Cyclostomen und Fischen zukommt.

Anuren.

Beim erwachsenen Frosch ist der retrobulbäre Raum von Lymphsinussen oder Lymphsäcken eingenommen, deren Anordnung schon bei GAUPP (Anatomie des Frosches, 3. Abt., 1904) gut beschrieben und abgebildet ist.

Die Augenhöhle wird beim Frosch nach GAUPP vom größeren vorderen Teil der Orbitotemporalhöhle des Schädels gebildet. Die hintere Wand der Orbita stellt die Fascia praetemporalis vor, welche die Mm. pterygoideus und temporalis bedeckt. Die mediale Wand der Augenhöhle wird von der knorpeligen Schädelseitenwand, dem Ethmoideum und dem Fronto-parietale, gebildet; die vordere Wand ist die knorpelige Hinterwand der Nasenkapsel (Planum antorbitale).

Ein eigentliches Dach der Orbita fehlt, der Augapfel liegt mit seinem dorsalen Teile direkt unter der Haut, berührt aber dieselbe nicht unmittelbar, sondern wird von ihr durch die lymphatischen Räume, den Saccus supraorbitalis und den Sinus supraocularis, sowie die beide Räume scheidende Membrana supraocularis getrennt.

Der Boden der Orbita ist häutig-muskulös; er wird von der Membrana orbito-temporalis mit dem Musculus levator bulbi gebildet. Die Augenschläfenhöhlenmembran stellt ein Diaphragma vor, das die Orbito-Temporalhöhle ventralwärts, gegen die Mundschleimhaut hin, abschließt. Unter der Augen-

schläfenhöhlenmembran befindet sich ein geräumiger Sinus basilaris, der lateralwärts unter dem Augapfel bis zum Pterygoid reicht. Die obere und laterale Wand des Sinus basilaris wird von der Augenschläfenhöhlenmembran mit dem in dieselbe eingeschlossenen Musculus levator bulbi gebildet; die ventrale Wand ist die Gaumenschleimhaut, und die mediale Wand stellt die knorpelig-knöchernen Wand der Augenhöhle vor.

Die GAUPP'sche Beschreibung des Inhalts der Augenhöhle beim Frosch ist vollkommen richtig. Wir finden beim Frosch somit nicht einen orbitalen Lymphsinus vor, wie das beim Triton der Fall ist, sondern drei. Um ihre Homologie mit dem Lymphsinus der Urodelen festzustellen, habe ich die Entwicklung der orbitalen Sinusräume beim Frosch verfolgt. In der Mitteilung von HOYER (6) über das Lymphgefäßsystem der Froschlarve sind keine orbitalen Lymphgefäße erwähnt. Nach meinen Untersuchungen ist der retrobulbäre Raum bei jungen Froschlarven außer von den Augenmuskelanlagen noch von sehr lockerem Mesenchymgewebe erfüllt, in welchem höchstens Blutgefäße, aber keine lymphatischen Räume zu erkennen sind. Erst nach Ausbildung der paarigen Extremitäten tritt zwischen dem Augapfel und jener Muskelgruppe, welche bei der Larve im Boden der Augenhöhle gelegen ist, ein nicht scharf begrenzter spaltförmiger Lymphraum in Erscheinung (Abb. 3, *So, Su*). Er verläuft von der vorderen Seite des Labyrinths bis zum Processus muscularis des Nasengebietes des Schädels. Unter dem Labyrinth geht der Lymphraum in ein ohne Injektion kaum bemerkbares Lymphgefäß über, welches sich lateralwärts wendet, an der vorderen Seite des Processus metapterygoideus quadrati bis zur Thymus gelangt, auf die laterale Seite dieses Organs übergeht und sich mit einem lateralen subkutanen, lymphatischen Längsgefäß verbindet.

Die oben erwähnte Muskelgruppe am Boden der Augenhöhle besteht aus dem M. adductor mandibulae posterius longus superficialis [A. LUTHER (11) = M. temporalis F. E. SCHULZE (15)], dem M. add. m. longus profundus (A. LUTHER = M. subtemporalis F. E. SCHULZE) und dem M. pterygoideus. Der orbitale Lymphsinus wird durch die dorsale Oberfläche des ersten und des dritten dieser Muskel begrenzt. Mit diesen beiden Muskeln zusammen setzt sich der orbitale Lymphsinus unter dem Sehnerven rostralwärts fort und nimmt schließlich die ganze Höhe der Augenhöhle ein. Unterhalb und kaudal vom Sehnerven verläuft

in der oberen Wand der hintere Teil des noch wenig entwickelten *Musculus levator bulbi*.

Der Orbitalsinus der Froschlarve wird in seinem vor dem Sehnerven gelegenen Abschnitt durch eine von seiner lateralen Wand ausgehende Zwischenwand in eine ventrale und eine dorsale Kammer geteilt (Abb. 4, II). Diese Zwischenwand besteht aus sehr lockerem Bindegewebe und ist nicht überall scharf begrenzt, so daß einzelne Zellstränge frei in den Sinus hineinragen; sie erreicht die mediale Sinuswand nicht und läßt eine weite Öffnung

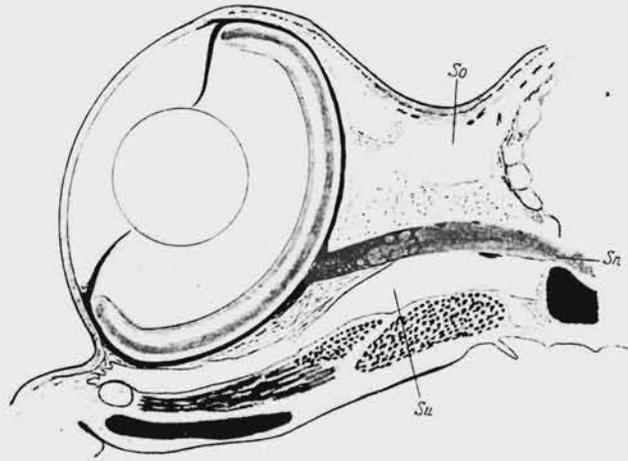


Abb. 3.

Querschnitt durch die Augenhöhle der Larve von *R. esculenta* var. *ridibunda*. Vergr. 32 \times . *Su* = Sehnerv; *So* = dorsaler Teil des orbitalen Lymphsinus; *Su* = ventraler Teil des orbitalen Lymphsinus.

frei, durch welche die beiden Sinuskammern miteinander in offener Verbindung stehen. Die dorsale Kammer wird von oben durch die Lederhaut begrenzt, die mediale Sinuswand wird von der fibrösen Schädelwand gebildet. Die ventrale Kammer ist viel breiter als die dorsale, weil sie sich lateralwärts unter dem Augapfel bis zur Haut fortsetzt, weshalb die *Vena cutanea magna*, welche an der unteren Wand des subokularen Sinusteils verläuft, teilweise in den Sinusraum hineinragt (Abb. 4, *Vc*).

Die Zwischenwand des orbitalen Sinus haftet am episcleralen Gewebe, welches die lateralen Abschnitte der Augenmuskeln einschließt. Die medialen Abschnitte dieser Muskel verlaufen im Sinusraum nicht ganz frei, sondern sind vom Gewebe der Zwischen-

wand umgeben. Insofern aber dieses Gewebe sehr locker ist, darf man auch bei der Froschlarve die Hauptbedeutung des orbitalen Lymphsinus darin erblicken, daß er für die Bewegungen der Augenmuskulatur die größtmögliche Freiheit schafft.

Bei der Metamorphose entwickeln sich aus dem einen orbitalen Lymphsinus der Larve drei Sinusse des erwachsenen Frosches, nämlich der *Sinus basilaris*, der *S. supraocularis* und der *Saccus supraorbitalis*. Der *S. basilaris* entsteht hauptsächlich aus der ventralen Kammer des larvalen orbitalen Lymph-

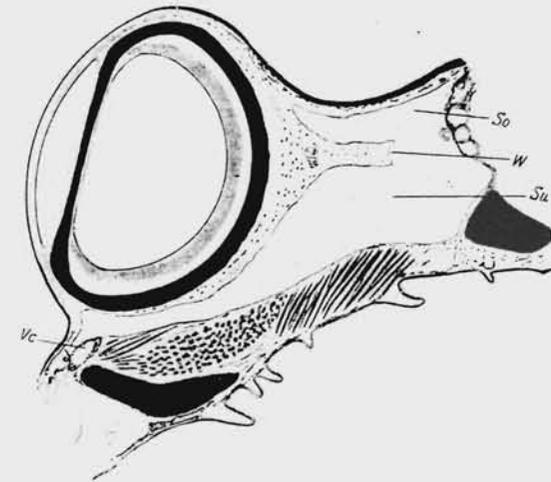


Abb. 4.

Querschnitt durch die rostrale Hälfte der Augenhöhle der Larve von *R. esculenta* var. *ridibunda*. Vergr. 32 \times . *So* = dorsaler Teil des orbitalen Lymphsinus; *Su* = ventraler Teil des orbitalen Lymphsinus; *Vc* = *Vena cutanea*; *W* = horizontale Zwischenwand.

sinus — beide dehnen sich in lateraler Richtung auf ganz gleiche Weise aus. Die in der ventralen Wand des larvalen Sinus verlaufenden Muskel (*M. adductor mandibulae posterior longus superficialis* und *M. pterygoideus*) nehmen nach der Metamorphose eine andere Lage ein als bei der Larve, deswegen finden wir sie beim erwachsenen Frosch nicht in der ventralen Wand des *Sinus basilaris* wieder; diese Muskel bleiben nur kaudal vom orbitalen Teil des genannten Sinus erhalten. Die Abgrenzung der beiden dorsalen orbitalen Sinusse vom *S. basilaris* steht in erster Linie mit der endgültigen Entwicklung der Augenschläfenhöhlenmembran und des *Musculus levator bulbi* in Zusammenhang. Während bei der Larve letztere Membran noch fehlt und der Muskel

nur ein schmales Bündel von Muskelfasern unterhalb des Sehnerven vorstellt, nimmt beim erwachsenen Frosch dieser Muskel parallel mit der Ausbildung der Augenschläfenhöhlenmembran in der lateralen Wand der ventralen Kammer des Orbitalsinus an Umfang zu und trennt schließlich diese Kammer von der dorsalen Kammer. Die dorsale Kammer wird, dank der Ausbildung der Membrana supraocularis, welche aus dem Material der Zwischenwand des larvalen Orbitalsinus entsteht, in einen Sinus supraocularis und einen Saccus supraorbitalis geteilt. Die Differenzierung der Membran steht mit der Ausbildung des periorbitalen fibrösen Ringes (*Anulus fibrosus periorbitalis*) in Zusammenhang, welcher ebenfalls aus dem lockeren Bindegewebe der Kammerzwischenwand über dem medialen Insertionsrand des *M. levator bulbi* hervorgeht und sich allmählich in ein derbes Bindegewebe verwandelt. Die supraokuläre Membran, welche die obere Sinuskammer in zwei spaltförmige Räume teilt, tritt als ein lateraler Auswuchs des fibrösen Ringes auf; jener Raum, welcher unmittelbar unter der Haut übrigbleibt, wird zum supraorbitalen Lymphsack; ein lateral von der supraokulären Membran gelegener Raum wird zum Sinus supraocularis.

Bei der Ausbildung beider Lymphsäcke entwickelt sich oberhalb des Frontoparietale der lymphatische Hautsack des Kopfes, der Sinus cranio-dorsalis, und dehnt sich bis zum medialen Rande des supraorbitalen Lymphsackes so aus, daß schließlich beide Säcke voneinander nur durch ein dünnes Septum getrennt sind, in welchem enge Verbindungsöffnungen entstehen. Der Saccus supraorbitalis schließt sich dem System der subkutanen Lymphsäcke des erwachsenen Frosches an.

Der Sinus supraocularis ist nicht so groß wie der Saccus supraorbitalis und ist am deutlichsten nur an der medialen Seite des *M. rectus superior* und des *M. obliquus superior* zu sehen; er stellt eine Einrichtung vor, welche die Reibung dieser beiden Muskeln zu vermindern hat, spielt also für diese Muskeln die Rolle eines Schleimbeutels. Im vorderen wie im hinteren Gebiete der Augenhöhle lassen sich mittels Injektion Verbindungsgänge zwischen dem supraorbitalen Lymphsack und dem Sinus supraocularis offenbaren. Im Sinus basilaris verlaufen ganz frei und nur mittels dünner Lamellen an seine Wand befestigt die *Vena jugularis interna*, ihre Äste sowie auch die Hauptäste des *N. trigeminus* (*N. ophthalmicus* und *N. maxillo-mandibularis*).

Im Vergleich mit den Orbitalsinussen der Cyclostomen und Fische unterscheiden sich also die orbitalen Sinusse der Amphibien dadurch, daß sie Lymphsinusse oder Lymphsäcke sind, während bei den ersteren die orbitalen Sinusse den Venenbahnen angehören. Die mechanische Rolle der orbitalen Venensinusse und der Lymphsinusse ist aber identisch, und ihre Beziehungen zu den übrigen Bestandteilen der Augenhöhle sind sehr ähnlich.

Eidechsen.

Über die Bestandteile der Augenhöhle bei den Eidechsen berichten die genauen und ausführlichen Mitteilungen von WEBER (18), der die Nebengorgane des Auges bei den einheimischen Eidechsen (*Lacerta*) untersuchte. Er bemerkte innerhalb der Augenhöhle Hohlräume, die sich auch ins untere Lid bis zum Tarsus erstrecken.

Zwischen der Cutis und der Schleimhautplatte des unteren Lides befindet sich, nach WEBER, bei der Eidechse ein großer Hohlraum, der durch einen Lidmuskel in zwei Abschnitte geteilt wird, welche sich ihrem Inhalt nach verschieden verhalten. Der äußere Abschnitt stellt einen Lymphraum vor und wird von größeren, größtenteils verzweigten Bindegewebsbalken durchsetzt. Die äußere Wand dieses Raumes wird von der Lederhaut gebildet.

Der mediale Abschnitt des Hohlraumes ist außen durch den Lidmuskel, innen durch den orbitalen Conjunctiveteil begrenzt und stellt, nach WEBER, einen venösen Blutraum vor. Zum besseren Verständnis der topographischen Beziehungen dieses Blutraumes muß man zuerst den Verlauf des Lidmuskels, des *M. depressor palpebrae inferioris*, verfolgen. Dieser Muskel setzt sich am unteren Rande des Tarsus und zum Teil auch an das dem Tarsus anliegende Bindegewebe an und ist netzartig im Augenlid ausgespannt. Andererseits ist der Lidmuskel am unteren Rande des Septum interorbitale, und zwar seiner ganzen Breite entlang befestigt. Die Muskelplatte schiebt sich, die ganze Breite der Augenhöhle einnehmend und sich nach oben hin dem Bulbus anschmiegend, zwischen den letzteren und den Grund der Augenhöhle. Hebt man den *M. depressor palpebrae inferioris* hoch, so bemerkt man unter demselben eine geronnene Blutmasse, die sich zwischen dem *M. depressor* und der Conjunctiva bis zum Tarsus nach aufwärts erstreckt und gegen den Bulbus hin nur von der Conjunctiva bedeckt wird. Gleichzeitig ist zu erkennen, daß

diese Blutmasse auch unter dem Auge zwischen den Augenmuskeln vorhanden ist, ja daß dieselbe im ganzen Bereiche der Orbita zwischen deren Wänden, dem Bulbus und den Augenmuskeln jeden freien Raum ausfüllt.

Daß man es hier nun mit einem großen venösen Sinus zu tun hat, wird, nach WEBER, noch deutlicher, wenn man Injektionen gefärbter Leimmasse von der Vena jugularis aus anwendet. Es zeigt sich dann, daß der Blutsinus, vom Tarsus ab an Umfang allmählich zunehmend, sich bis in die Gegend des *M. rectus* und *obliquus inferior* recht weit erstrecken kann. Der Innenraum des Blutsinus wird von brückenartigen, verzweigten Bindegewebsbalken durchsetzt.

Im ganzen beschränkt sich der Blutsinus genau auf den Innenraum der Orbita. Seinen Abfluß scheint er, nach WEBERS Angaben, durch einen Kanal zu nehmen, welcher am unteren äußeren Augenwinkel auf die *Columella* zu hinzieht. Außerdem steht der orbitale Blutraum mit einem Blutsinus in Verbindung, der oben am Schädeldache fast bis zum *Foramen magnum* reicht. Sinuös erweiterte Venen können auch im subtarsalen Lymphraum konstatiert werden.

Unter den neueren Verfassern widmete den Lymphgefäßen des unteren Lids der Eidechse in seinem Buche: „Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen“ R. KRAUSE (8) seine Aufmerksamkeit. Nach KRAUSE folgt auf den Tarsus des Unterlides ein schmaler Lymphraum, der von den subkutanen Lymphräumen des Unteraugenhöhlenrandes durch die am Tarsus und an der Haut sich anheftende Sehne des *M. depressor palpebrae inferioris* getrennt wird.

Ich untersuchte das Auge und die Augenhöhle bei der einheimischen, in der Umgebung von Odessa lebenden *Lacerta agilis exigua* EICHW. Außerdem benutzte ich eine Gelegenheit, *Lacerta ocellata* zu untersuchen. Ein Exemplar dieser letzteren Art wurde lebend zwischen Korkplatten gefunden, die nach Odessa aus Algier importiert worden waren. Gerade bei diesem Exemplar ist mir die Injektion der Kopfblutgefäße am besten gelungen; hier konnte ich daher die Blutgefäße innerhalb der Augenhöhle am bequemsten studieren. Bei demselben Exemplar waren die Kopflymphgefäße so prall mit Lymphe angefüllt, daß die Anordnung der Lymphgefäße der Augenhöhle und der Lider sowie ihre Beziehungen zu anderen Gebilden sehr deutlich waren.

Diese Beziehungen der orbitalen Blut- und Lymphgefäße lassen sich bei der Betrachtung der Abb. 5, die einen meridionalen senkrechten Querschnitt des Auges und der Augenhöhle der *Lacerta ocellata* wiedergibt, deutlich erkennen. Ventral und lateral vom Augapfel befinden sich große, von der Injektionsmasse ausgedehnte Blutsinuse, die tatsächlich, wie WEBER angibt, überall in der Orbita zwischen ihren Wänden, dem Bulbus und den Augenmuskeln jeden freien Raum ausfüllen (Abb. 5, SS, ST). Auf die dorsale Oberfläche des Augapfels, die vom knöchernen Dach der Augenhöhle durch einen weiten, supraokulären Lymphsinus getrennt wird, erstrecken sie sich nach meinen Beobachtungen nicht.

Weiter glaube ich, daß die topographische Beziehung des äußersten, in das Unterlid eindringenden Blutsinus zum *Musculus depressor palpebrae inf.* von WEBER nicht ganz richtig beschrieben ist. Der Blutsinus ist nicht unterhalb des Muskels gelegen, sondern befindet sich zwischen dem ventralen Conjunctivalsack, dem genannten Muskel und der Sclera.

Im allgemeinen zerfällt die gesamte Masse der Blutsinuse in der Augenhöhle der Eidechse in drei Abteilungen: in den *Sinus septalis*, in den *Sinus subocularis* und in den *Sinus subtarsalis*. Der *Sinus septalis* befindet sich zwischen dem *Septum interorbitale* und der medialen Fläche des Augapfels oder, soweit dieselbe von Muskeln bedeckt wird, zwischen dem *Septum* und den Muskeln. Im rostralen Gebiete der Augenhöhle gelangt der septale Sinus auch noch auf die dorsale Oberfläche des Augapfels, wo er den lymphatischen supraokulären Sinus von der Sclera abdrängt und bis zum Äquator des Auges reicht. Zwischen der Sclera und dem *M. rectus anterior* setzt sich der septale Blutsinus noch auf die rostrale Seite der Sclera fort. Im zentralen Gebiete der Augenhöhle reicht der *S. septalis* ebenso hoch wie das *Septum* und wird vom lymphatischen supraokulären Sinus durch eine dünne Zwischenwand getrennt. Er wird zugleich durch ähnliche dünne Wände in eine obere und eine untere Abteilung geschieden (Abb. 5, SS).

Der subokuläre Blutsinus umfaßt die ventrale Seite des Augapfels und wird durch die Zwischenwand, die sich oberhalb des *N. maxillaris* befindet, in eine distale und eine proximale Partie geteilt. Nicht injiziert ist dieser Sinus schmal und bei gewöhnlicher Präparierung schwer erkennbar. R. KRAUSE gibt ihn in

seiner Abbildung des Auges der Eidechse (8. S. 324. Fig. 136) nicht wieder. Im rostralen und im kaudalen Gebiete der Augenhöhle nimmt aber der subokuläre Blutsinus stark an Weite zu und ist auch ohne Injektion an den Präparaten leicht kenntlich. Mit dem septalen Blutsinus verbindet sich der subokuläre Sinus an der vorderen Seite des Sehnerven sowie auch kaudal vom

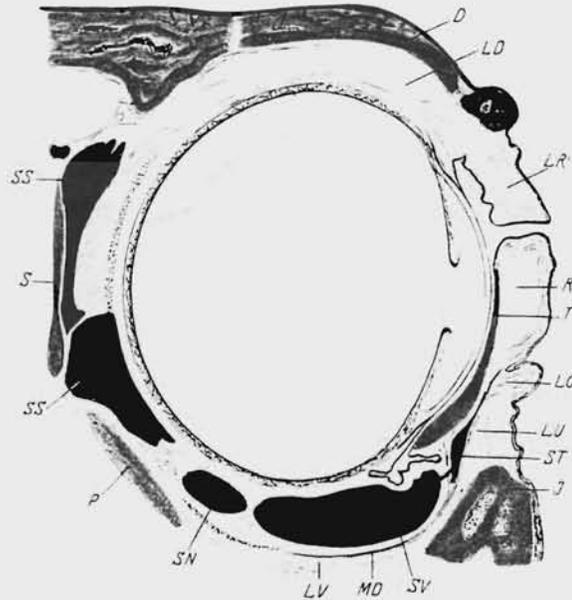


Abb. 5.

Querschnitt durch die Mitte der Augenhöhle der *Lacerta ocellata*. Vergr. 8 \times . Injektion der venösen Blutgefäße. *D* = Knochendach der Augenhöhle; *J* = Jugale; *LD* = dorsaler Lymphsinus, *LO*, *LU* = suprajugaler Lymphsinus des unteren Lids; *LR* = Randsinus des Oberlids; *LV* = ventraler Lymphsinus; *MD* = Musculus depressor palpebrae inf.; *P* = Pterygoid; *R* = lymphatischer Randsinus des unteren Lids; *S* = Septum interorbitale; *SS* = Sinus septalis; *ST* = subtarsaler Venensinus; *SV* = Sinus ven. subocularis.

letzteren. Auch an anderen Stellen innerhalb der rostralen Hälfte der Augenhöhle stehen beide Sinusse durch schmale Kanäle, die zwischen den Augenmuskeln verlaufen, in Verbindung. Um die Lage des subtarsalen Sinus zu verstehen, muß man zuerst die Lage des *M. depressor palpebrae inf.* betrachten. Der distale Muskelrand verbindet sich nämlich mit einer dünnen, aponeurotischen Platte. Diese Platte richtet sich gegen das untere Randgebiet des Tarsus und spaltet sich neben dem Tarsus in einzelne, noch dünnere

Platten und Bündel, die sich an der äußeren Oberfläche des Tarsus anheften. Von der Übergangsstelle des Muskels in die Platte entspringt noch eine dünne Schicht glatter Muskelzellen, die sich bis zur Lederhaut jener Falte fortsetzt, welche die untere Hälfte der äußeren Seite des Unterlids von der oberen abgrenzt (Abb. 5).

Zwischen der aponeurotischen Platte und der glatten Muskulatur bleibt ein dreieckiger Raum übrig, der vom subtarsalen Blutsinus eingenommen wird. Der subtarsale Blutsinus befindet sich meistens nur auf der Höhe der aponeurotischen Platte; im rostralen und im kaudalen Gebiete des Unterlids dringen die einzelnen Fortsätze an der äußeren Seite des Tarsus weiter dorsalwärts vor. An den Verbindungsstellen der beiden Lider setzt sich der subtarsale Sinus sogar in das Oberlid fort, gelangt aber nicht bis zur Mitte des letzteren.

Der subtarsale Blutsinus steht mit dem subokulären Blutsinus durch kurze Kanäle in Verbindung, welche die innere aponeurotische Platte durchsetzen. Solche Kanäle sind ziemlich zahlreich.

Am hinteren Pole des Augapfels treten der Sinus septalis und der *S. subocularis* oberhalb des Sehnerven zu einem geräumigen Sinus zusammen, der weiter kaudalwärts direkt in die Vena jugularis übergeht. Dieser Sinus, den ich Sinus temporalis nenne, liegt zwischen dem Musculus rectus post. und dem *M. temporalis* an der Grenze zwischen der Augenhöhle und der Fossa temporalis des Schädels. Der *S. temporalis* zeigt eine sehr unregelmäßige Form; in ihn münden von der lateralen Seite noch zwei sehr breite und sinusähnliche Muskelvenen ein. Die ventrokaudale Wand des *S. temporalis* weist einen sehr eigentümlichen Bau auf. Unter dem Endothel der Sinuswand liegt nämlich in der Sinuswand eine dichte, elastische Schicht. Die parallelen elastischen Fasern verlaufen dorsoventral. Unterhalb der elastischen Lamelle befindet sich ein sehr lockeres, faseriges Bindegewebe, das ein Kissen bildet, welches die rostrale Seite des *M. temporalis* bedeckt. Wahrscheinlich schützen die elastische Lamelle und das faserige Kissen den Sinus temporalis vom Druck seitens des *M. temporalis*. Der *M. temporalis* muß andererseits bei seiner Tätigkeit das Blut aus dem *S. temporalis* auspressen.

Die orbitalen Blutsinuse sind Venensinuse und zeigen ähnliche Beziehungen zu den Augenmuskeln wie bei den Cyclo-

stomen und Fischen (TRETJAKOFF, 16). Sie liegen nämlich zwischen den Augenmuskeln und den harten Wänden der Augenhöhle, sie trennen einzelne Augenmuskeln voneinander, und der *S. temporalis* scheidet die Augenmuskulatur vom *M. temporalis*. Innerhalb des *S. temporalis* verlaufen noch Arterien und Nervestämmchen. Die orbitalen Venensinuse in der Augenhöhle der Eidechse dienen wahrscheinlich nicht nur der Ernährung der Muskeln, sondern vielmehr der Erleichterung der Muskelbewegungen; ihnen kommt somit auch eine mechanische Bedeutung zu. Die Muskelbewegungen beschleunigen zugleich den Kreislauf des Blutes in den orbitalen Venensinussen. In diesen Beziehungen müssen wir den orbitalen Venensinussen bei der Eidechse dieselbe Bedeutung zugestehen, wie solchen bei den Cyclostomen und Fischen.

Außer mit venösen orbitalen Sinussen ist die Augenhöhle der Eidechse noch sehr reichlich mit Lymphsinussen versehen. Am größten ist der supraokuläre dorsale Lymphsinus. Der dorsale Lymphsinus spielt dieselbe Rolle wie der dorsale Abschnitt des septalen Venensinus — er trennt die *Sclera* mit dem distalen Abschnitte des *Musculus rectus superior* von dem knöchernen Dach der Augenhöhle. Im rostralen Gebiete der letzteren, wo der supraokuläre Venensinus am breitesten ist und fast bis zum Äquator des Augapfels reicht, ist der dorsale Lymphsinus schmal und spaltförmig, sein proximaler Teil befindet sich eigentlich zwischen dem Frontale und dem supraokulären Venensinus. Im Mittelteil der Augenhöhle ist der dorsale Lymphsinus (Abb. 5, LD) schon hoch und breit und bedeckt die ganze dorsale Seite der *Sclera* bis zum dorsalen Rande des septalen Venensinus. Im kaudalen Gebiete der Augenhöhle ist der dorsale Lymphsinus wieder niedrig und spaltförmig, verliert schließlich den Zusammenhang mit der *Sclera* und setzt sich kaudalwärts über dem *S. temporalis* als ein spaltförmiger Raum unter dem knöchernen Dach der *Fossa temporalis* fort. Vom dorsalen Lymphsinus dringen einzelne Äste in das Oberlid ein. Sie erweitern sich stellenweise und bilden kleine, unter der Lederhaut liegende Lymphsinusse; sie münden vorwiegend in den mächtigen Randsinus des Oberlides ein. Der Randsinus des Oberlides ist im Querschnitt dreieckig, seine ventrale Seite ist der Randfläche des Lides parallel. Die Lederhaut bildet die äußere Wand des Sinus, die conjunctivale bindegewebige Platte die innere Wand, die

Randwand stellt die Fortsetzung der Lederwand vor. Rostral und kaudal, an den Übergangsstellen zum Unterlid, gesellt sich zum Randsinus eine Fortsetzung des subtarsalen Venensinus, die sich an der äußeren Seite des Randsinus befindet. Der Randsinus selbst verbindet sich in den erwähnten Gebieten mit dem Randsinus des Unterlides.

Der ventrale Lymphsinus der Augenhöhle liegt unterhalb des *Musculus depressor palpebrae inferioris* und besteht aus einer Anzahl von spaltförmigen, zusammenhängenden Räumen, die den genannten Muskel von dem Jugale und vom bindegewebigen Polster am Boden der Augenhöhle trennen. Vor und hinter dem Sehnerven stehen der dorsale und der ventrale Lymphsinus mittels langer, zwischen den Muskeln und den venösen Sinussen verlaufender Lymphgefäße miteinander und mit den Lymphgefäßen, welche sich weiter kaudalwärts zwischen den Muskeln fortsetzen, in Verbindung. Die Lymphsinusse innerhalb der Augenhöhle der Eidechse dienen, ihrer Lage nach, nicht nur der Ableitung der Lymphe, sondern auch, wie die Lymphsinusse der Augenhöhle bei den Amphibien, mechanischen Zwecken. Gleichzeitig vermag der *M. depressor p. inf.* bei seiner Tätigkeit die Lymphströmung im ventralen Lymphsinus zu beschleunigen, weil er, bei seiner Verdickung, die Lymphe aus dem Sinus auspressen kann. Eine gleiche Bedeutung kommt den Kontraktionen des *M. depressor p. inf.* auch für den oberhalb des Muskels liegenden subokulären Venensinus zu. Bei der Eidechse haben somit die Lymphsinusse auch jene Bedeutung bewahrt, die von ihnen bei den Amphibien erlangt worden ist.

Vom ventralen Lymphsinus stammen Lymphgefäße, die ins Unterlid eindringen und hier in den suprajugalen oder in den Randsinus des Unterlides münden. Der suprajugale Lymphsinus besteht aus zwei Abschnitten, einem unteren und einem oberen. Der untere Abschnitt liegt unter der Lederhaut unmittelbar oberhalb des Jugale, nach außen von der äußeren aponeurotischen Platte des *M. depressor palp. inf.* Diese Platte liegt der inneren Wand des Sinus (Abb. 5) an und trennt denselben von dem subtarsalen Venensinus. Der obere Abschnitt des suprajugalen Sinus liegt in einer mittleren Falte der äußeren Seite des Unterlides und befindet sich bei hochgehobenem Lid über dem unteren Abschnitte (Abb. 5, LO). Bei gesenktem Unterlid wird seine ventrale Hälfte zusammengezogen, der obere Abschnitt des suprajugalen Sinus wird

nach unten verlagert und nimmt neben dem unteren Abschnitt an seiner inneren Seite Platz. Deswegen kommt jenes Aussehen eines doppelten Lymphsinus zustande, das in der Abbildung des Querschnitts durch das Auge der Eidechse im Buche von R. KRAUSE (8. S. 324) auffällt. Beide Abschnitte des suprajugalen Sinus weiten sich dabei, und ihre Wände werden glatter als im hochgehobenen Unterlid.

Der Randlymphsinus des Unterlides ist sehr mächtig, beim hochgehobenen Lid ist er breit, bei gesenktem spaltförmig und hoch. Die Lederhaut und ihre Fortsetzung in den Randteil des Lids begrenzen den Randsinus dorsal, lateral und ventral (Abb. 5, R), die innere dünne Wand des Randsinus bedeckt die obere Hälfte des Tarsus. Deswegen verändert sich bei Bewegungen des Tarsus die Form des Randsinus. Rostral und kaudal, in den Übergangsstellen zum oberen Lid, verbindet sich der Randsinus des Unterlides mit dem Randsinus des Oberlides so, daß ein ringförmiger, palpebraler Randlymphsinus entsteht, dessen ventrale Hälfte höher als die dorsale ist. Spaltförmige Gänge verbinden den Randsinus des Unterlides mit den oberen und unteren Abschnitten des suprajugalen Lymphsinus. Außer den erwähnten Verbindungen besitzt der Randsinus keine anderen Abflußwege und ist vom lymphatischen Hautnetz vollkommen isoliert. Die Bedeutung des Randsinus der Lider scheint nicht nur eine nutritive, sondern auch eine mechanische zu sein: wird der Sinus mit Lymphflüssigkeit prall angefüllt, erweitert, so müssen die conjunctivalen Lidflächen dicht an die conjunctivale Fläche des Augapfels angedrückt werden. Zur Illustration der angeführten Beschreibung der Blut- und Lymphsinusse der Augenhöhle der Eidechse soll die Abbildung eines Querschnittes der Augenhöhle von *L. ocellata* dienen. Für diese Abbildung habe ich einen Querschnitt gewählt, an welchem die Lage der Blutsinuse und ihre Beziehungen zu anderen Bestandteilen der Augenhöhle am deutlichsten zu sehen sind. Der Querschnitt gehört der kaudalen Hälfte der Augenhöhle an. Die dorsale Seite der Augenhöhle ist von Knochen (*D*) bedeckt; unter dieser Knochendecke befindet sich der dorsale (*LD*) Lymphsinus, der sich hier von der fibrösen Seitenwand des Neurocraniums bis zum äußeren Rand des Frontale fortsetzt und die knorpelige Sclera mit dem distalen Abschnitte des *M. rectus sup.* von der Knochenschicht trennt. Im oberen Lid ist der lymphatische Randsinus (*LR*) zu erkennen, seine Verbindungen mit dem dorsalen

Sinus sind hier nicht sichtbar, letztere können nur mit Hilfe von Injektion der Lymphgefäße der Augenhöhle dargestellt werden. Am besten sticht man zu diesem Zwecke die Spritzenadel durch das obere Lid direkt in den dorsalen Lymphsinus der Augenhöhle ein. Proximal ist die Augenhöhle vom Septum interorbitale begrenzt: neben dem Septum liegt der mit gefärbter Injektionsmasse angefüllte Sinus septalis (*SS*). Er besteht aus zwei Abschnitten: der obere befindet sich zwischen dem Septum und dem *M. rectus sup.*, der untere liegt innerhalb des Muskels, gelangt bis zur Sclera und setzt sich vom Septum ventralwärts in der Weise fort, daß er bis zum suborbitalen Trigeminasast gelangt und die Sclera nicht nur vom Septum, sondern auch vom Pterygoideum (*P*) trennt. Distal vom Pterygoideum liegt der subokuläre Venensinus in Form zweier von Injektionsmasse ausgefüllter Räume, welche die Sclera vom *M. depressor labii inferioris* (*MD*) trennen. Die Verbindungen zwischen einzelnen Abschnitten beider genannten Venensinuse, ebenso wie zwischen dem septalen und subokulären Sinus, sind hier nicht vorhanden; sie lassen sich nur noch an den noch weiter kaudal geführten Querschnitten nachweisen. Man bemerkt aber einen feinen Verbindungskanal zwischen dem subokulären und dem subtarsalen Venensinus (*ST*). Dieser Kanal passiert die innere sehnige Platte der Aponeurose des *M. depressor palp. infer.* (*MD*). Der subtarsale Venensinus ist zwischen beiden sehnigen Platten der erwähnten Aponeurose eingeschlossen und entsendet dorsalwärts in das Unterlid eine kleine Vene, in welche noch kleinere Venen der Lederhaut des Lides münden.

Lateral vom subtarsalen Venensinus und von der glatten Muskulatur des unteren Lides liegen beide Räume des lymphatischen suprajugalen Sinus (*LU*, *LO*) und oberhalb des *S. subtarsalis* ist der lymphatische Randsinus des Unterlides (*R*) sichtbar.

Der ventrale Lymphsinus der Augenhöhle ist nur als eine Reihe schmaler, spaltförmiger Räume (*LV*) unterscheidbar, die unter dem *M. depressor palpebrae inf.* dahinzieht. Die schmalen Verbindungsgefäße zwischen einzelnen Räumen dieser Reihe, ebenso wie die Verbindungskanäle zwischen den Lymphsinussen des Lides lassen sich nur mittels Injektion darstellen. Es gelingt sehr leicht, das ganze subokuläre System der Lymphsinusse vom Randsinus des Unterlides aus zu injizieren.

Ich möchte schließlich noch die glatte Muskulatur der Lider bei der Eidechse besprechen. Der glatte Lidmuskel ist bei diesem Tier von LEYDIG (10) entdeckt worden; später hat WEBER noch einige auf ihn bezügliche ergänzende Bemerkungen mitgeteilt (18). Nach den Angaben dieser Forscher durchzieht der glatte Lidmuskel die ganze Conjunctiva des Auges und scheint teilweise sogar in die die Lymphräume durchsetzenden Balken einzutreten. Der Muskel stellt eine Lamelle vor, deren Fasern rings um das Auge entspringend in der Richtung auf die Lider verlaufen. Besonders stark ist der Muskel am vorderen Augenwinkel. Er gehört sonst allen dreien Lidern gleichmäßig an. Im unteren Lide ist, nach WEBER, die glatte Muskulatur über dem *M. depressor palp. inf.* gelegen, darauf zieht sie nach aufwärts und sondert sich in der Gegend des unteren Tarsusrandes in zwei Teile: ein Teil der Fasern zieht längs der Conjunctiva, der andere tritt durch die Lymphscheiden auf die Cutisplatte des Lides über und ist in die untere Grenzschicht der Lederhaut eingewebt.

Für die glatte Muskulatur im oberen Lide gilt das gleiche wie für diejenige des unteren Lides. Sie nimmt auch hier ihren Ursprung aus jenem Gewebe, welches sich zwischen dem Augapfel und der Lamina superciliaris ausspannt; vornehmlich der letzteren haftet sie ziemlich fest an. In der Schleimhautplatte, und zwar in deren innerster Lage eingebettet, ziehen glatte Muskelfasern nach vorn, wo sie sich allmählich gegen den Lidrand hin verlieren. Ein Teil derselben tritt aber dort, wo die Conjunctiva sich auf die Sclera umschlägt, in die „Lymphscheiden“ ein. Ihren Verlauf auf die Cutisplatte konnte WEBER nicht verfolgen, weil diese glatte Muskulatur äußerst zartfaserig ist (s. auch HÖFFMANN, 5).

Die glatte Lidmuskulatur besteht bei der Eidechse nach meinen Beobachtungen aus zwei Schichten. In der Hautplatte des Unterlids und des Oberlids verlaufen zirkuläre Muskelfasern, welche der äußeren Wand des Randsinus anliegen. Man sieht die quergeschnittenen Muskelfasern in Querschnitten des Lids unmittelbar neben der Endothelschicht des Sinus. Die Muskelschicht ist besonders deutlich im distalen Gebiete der Randsinuse zu sehen, wo sie ziemlich dick ist, sonst ist sie sehr dünn und nur in den freien Lidteilen vorhanden.

Außerdem gibt es noch eine innere radiäre Muskelschicht, die der Conjunctivalplatte angehört und deren Fasern im Ober-

lid rings um die vordere Hälfte des Auges aus dem suprascleralen Gewebe ihren Ursprung nehmen. Im Unterlid entspringen sie von der Grenze zwischen dem *M. depressor palp. inf.* und seiner aponeurotischen Platte so, daß der glatte Lidmuskel wie eine Fortsetzung des genannten quergestreiften Muskels aussieht. Entgegen den Angaben früherer Verfasser konnte ich keinen Übergang von aus der inneren, radiären Schicht in die äußere, zirkulär ziehenden Fasern konstatieren. Beide Schichten sind durch die Randsinuse vollkommen voneinander getrennt. Die radiäre, conjunctivale Schicht setzt sich nicht so weit wie die zirkuläre glatte Muskulatur distal zum Lidrand fort.

Schildkröten.

Über die Verbreitung der Lymph- und Blutgefäße innerhalb der Augenhöhle der Schildkröten gibt es in der Literatur keine so ausführlichen Angaben wie für die Augenhöhle der Eidechse. In der Beschreibung der Lider der Schildkröte erwähnt HOFFMANN (5), daß zwischen den Bündeln der bindegewebigen Hautlage großmaschige Lymphräume vorhanden seien, die infolge ihres Zusammenflusses mit gleichen Gebilden der entsprechenden Lage des subconjunctivalen Coriums einen großen, von den beiden Faltenanteilen des Lides umschlossenen Innenraum bilden.

Ich hatte die Gelegenheit, die Augenhöhle von *Emys caspia* nur an einer Serie von Querschnitten und die Augenhöhle von *Emys orbicularis* nach Injektionen des Blutgefäß- wie des Lymphsystems zu untersuchen. Die beiden Arten unterscheiden sich in der Verteilung der Blut- und Lymphgefäße der Augenhöhle nur ganz unwesentlich voneinander. Nach dem Inhalt ihrer Augenhöhle stehen die Schildkröten der Eidechse am nächsten. Man findet innerhalb der Augenhöhle wiederum geräumige Blut- und Lymphsinuse, die den Augapfel hauptsächlich von den harten Gebilden der Augenhöhle trennen. Zum Unterschied von den Verhältnissen bei der Eidechse verlaufen die Venensinuse in der Augenhöhle der Schildkröte nur proximal.

Hier bilden die einzelnen zwischen dem Septum interorbitale, der Sclera und den Augenmuskeln verlaufenden venösen Bluträume einen großen Sinus septalis (Abb. 6, S). Er bedeckt die ganze Außenseite des Septums und setzt sich noch dorsal und ventralwärts fort. Man kann deswegen am septalen Venensinus

drei Abschnitte unterscheiden: einen dorsalen, einen zentralen und einen ventralen.

Der dorsale Abschnitt schiebt sich zwischen die dorsale Knochenplatte der Augenhöhle und den distalen Abschnitt des Musculus rectus sup. ein. In den dorsalen Abschnitt münden

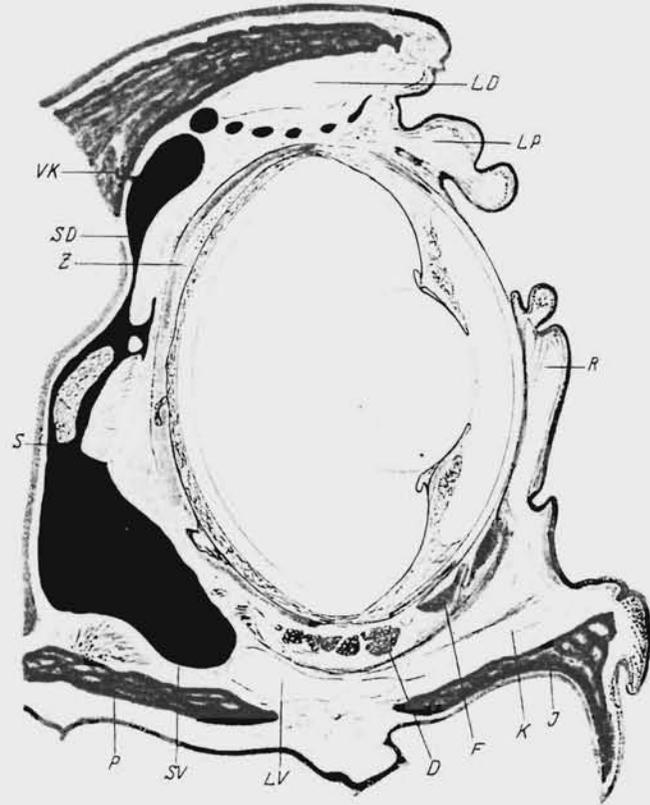


Abb. 6.

Querschnitt durch die Mitte der Augenhöhle von *Emys orbicularis*. Vergr. 8 \times . Injektion der venösen Blutgefäße. D = Nackhautdrüse; F = konjunktivale Lymphfollikel; J = Jugale; K = Randpolster; LD = dorsaler Lymphsinus; LP = Lymphsinus des Oberlids; LV = ventraler Lymphsinus; P = Pterygoid; R = Randsinus des unteren Lids; S = septaler Sinus; SD = sein dorsaler Teil; SV = sein ventraler Teil; VK Knochenvene; Z = pigmentierte Schicht des scleralen Knorpels.

sehr zahlreiche Venen, die einerseits aus den Knochenkanälen (Abb. 6, VK) ihren Ursprung nehmen, andererseits im suprascleralen Bindegewebe der dorsalen Augenhöhlenhälfte verlaufen (Abb. 6). Zwischen diesen Venen ist die proximalste am größten, sie gelangt in die Augenhöhle aus dem rostralen Kopfgebiet und mündet

schließlich ebenfalls in den dorsalen Abschnitt des septalen Venensinus. Der zentrale Abschnitt des septalen Sinus umgibt die rostrale Hälfte der mächtigen Tränendrüse (Abb. 6, H) und trennt sie wie vom Septum, so auch von den Augenmuskeln. Mit dem dorsalen Abschnitt steht der zentrale Abschnitt durch eine schmale Spalte in Verbindung. Nach unten geht er aber unmittelbar in einen ventralen Abschnitt über, der sich schon zwischen dem Pterygoid und der Sclera befindet. Dieser Abschnitt ist in der kaudalen Hälfte der Augenhöhle besonders geräumig, in der rostralen Hälfte wird er durch die aponeurotische Platte, welche zur Insertion des M. depressor palp. inf. dient, vom Pterygoideum abgedrängt und wird deswegen enger. Er wird auch in seinem kaudalsten Teil durch den M. temporalis (occipito-squamoso-maxillaris) verengt und blind geschlossen.

Am hinteren Pol des Augapfels bleibt schließlich nur der dorsale Abschnitt des septalen Sinus übrig, welcher zusammen mit den begleitenden Venen aus dem suprascleralen Gewebe in die Jugularvene mündet. Noch früher mündet in den dorsalen Abschnitt eine mächtige vordere Cerebralvene ein.

Der septale Venensinus umgibt somit die ganze proximale Seite des Augapfels und wird durch die Tränendrüse und die proximalen Abschnitte der Augenmuskeln in Teile geschieden. Der Sehnerv ist schon hinter und außerhalb des Venensinus gelegen. Die großen Lymphsinusse befinden sich hauptsächlich in der distalen Hälfte der Augenhöhle. Unmittelbar unter der knöchernen Decke der Augenhöhle befindet sich der dorsale Lymphsinus. Seine obere Wand liegt dem dünnen Periost an, die untere Wand geht in eine dicke, lockere Bindegewebes-schicht über, in welcher die obenerwähnten dorsalen Venen der Augenhöhle verlaufen. Diese Venen trennen, mit dem dorsalen Lymphsinus zusammen, die Sclera vom knöchernen Dach der Augenhöhle. Vom dorsalen Lymphsinus zweigen schmale Lymphbahnen ab, die in das obere Lid vordringen. Im Lid erweitern sie sich und verschmelzen miteinander zu einem geräumigen Sinus (LP), der aber nicht im freien Lidabschnitt, sondern im festsitzenden (basalen) oberen Teil am breitesten ist. Dieser Sinus befindet sich zwischen der Hautplatte und der Conjunctivalplatte des Lides.

Der ventrale Lymphsinus liegt genau unter der Nickhautdrüse (D), ist aber von der Drüse durch den Musculus depressor palp. inf. getrennt. Dieser Muskel wurde am genauesten von

M. WEBER (18) beschrieben. Nach seiner Angabe setzt sich der erwähnte Muskel an den unteren Tarsusrand und zum Teil an das ihm aufliegende Bindegewebe an. Nach Wegnahme des unteren Augenhöhlenrandes (?) tritt der Muskel dem Beobachter als eine Membran entgegen, die den unteren Teil des Augapfels umhüllt. Seinen Ursprung nimmt er vom unteren Rande des Septum interorbitale, und zwar in der ganzen Breite desselben. So schiebt sich der Muskel, die ganze Breite der Augenhöhle einnehmend und sich noch ein wenig nach aufwärts dem Bulbus anlagernd, zwischen diesen und den Grund der Augenhöhle ein.

HOFFMANN (5) bemerkt zu der angeführten Beschreibung, daß der genannte Muskel äußerst zart und dünn sei; er strahlt netzartig sowohl in das obere wie in das untere Lid aus und liegt überall dem Bulbus dicht auf.

Nach meinen Beobachtungen entspringt der genannte Muskel keinesfalls direkt vom Septum. Sein rostraler Teil entspringt am Palatinum und hinter dem Palatinum von einer aponeurotischen Platte, die vom ventralen verdickten Rande des knorpeligen Septum interorbitale ihren Anfang nimmt. Diese aponeurotische Platte reicht vom Septum bis zum proximalen Rande der Nickhautdrüse. Unterhalb der Platte liegt ein die Platte vom Pterygoideum trennender Lymphsinus. Weiter kaudalwärts verbindet sich die Platte mit einer bindegewebigen Schicht, die die Oberfläche des M. temporalis bedeckt; der Lymphsinus wendet sich lateralwärts und setzt sich auf die ventrale Seite des Musculus depressor palp. inf. fort; im kaudalen Gebiete der Augenhöhle findet sich dieser Lymphsinus lateral vom ventralen Abschnitte des septalen Venensinus (Abb. 6, LV) und unterhalb des M. depressor. Noch weiter kaudalwärts verbindet sich der ventrale Lymphsinus der Augenhöhle mit einem System weiter Lymphsinusse, die aus der Augenhöhle in die Schläfengrube weiterziehen. Der ventrale Lymphsinus der Augenhöhle schützt die aponeurotische Platte des M. depressor sowie den Muskel selbst vor Reibungen an der harten, knöchernen Augenhöhlenwand. Oberhalb des Jugale finden wir jedoch für den gleichen Zweck eine ganz andere Vorrichtung vor; hier ist nämlich zwischen dem Muskel und dem Jugale ein aus sehr lockerem Bindegewebe bestehendes Randpolster vorhanden (Abb. 6, K). Dieses Randpolster wird durch eine dichtere Platte in eine obere und eine untere Hälfte geschieden. In beiden Hälften sieht man locker angeordnete, feine

kollagene Bündel und Fasern, die, sich miteinander verflechtend, dünne Lamellen bilden. Zwischen den Lamellen bleiben mit Gewebslymphe angefüllte weite Räume ausgespart. Die Lamellen sind nicht streng voneinander isoliert, stehen vielmehr durch einzelne Fasern miteinander in Verbindung. Besonders locker ist dieses Gewebe im kaudalen Gebiete des Polsters, unmittelbar neben der Oberfläche des Jugale; hier sind die interlamellären Räume so groß, daß sie wie Lymphsinusse aussehen; sie werden aber von keiner Endothelwand begrenzt und sind von spärlichen Fasern durchquert. Die obere Hälfte des Randpolsters dringt bis zur Basis des Unterlides vor und bildet die laterale Hälfte des Bodens des tarsalen Lymphsinus (Abb. 6, K).

Der tarsale Lymphsinus des Unterlides liegt zwischen der Hautplatte und der Tarsalplatte des Bindegewebes des Unterlides und nimmt fast die ganze Höhe des Lides ein. Er dringt aber nicht ein in den Randteil des Lides, welcher ebenso wie im oberen Lid nur von derbem Bindegewebe ausgefüllt ist und nur kleine Lymph- und Blutgefäße enthält. Der Randteil ist sogar äußerlich von dem übrigen Lid durch eine tiefe Furche geschieden. Der tarsale Sinus dringt aber etwas weiter in den Randteil des Lides vor, als die erwähnte Rinne andeutet.

Im oberen Teile des Tarsalsinus verlaufen einzelne bindegewebige Stränge, die von der Hautplatte unterhalb der Rinne entspringen und schräg absteigend zur Tarsalplatte hinziehen. Im übrigen ist der Raum des Tarsalsinus vollkommen frei. Der tarsale Lymphsinus steht durch schmale Lymphgänge mit dem ventralen Lymphsinus der Augenhöhle in Kommunikation. Im rostralen Abschnitte des Unterlides sind auch diese Verbindungsgänge stellenweise sinusartig, was jedenfalls am besten an den Injektionspräparaten zu erkennen ist. Sie trennen den lateralen Teil des M. depressor von der Haut oder vom Jugale. Der M. depressor wird also in seinem Verlaufe von der Wand der Augenhöhle durch die Lymphsinusse und das Randpolster getrennt. Mit dem Augapfel ist aber der genannte Muskel mittels einer ziemlich dichten und dicken Bindegewebeschiicht verbunden, die die Nickhautdrüse und die lymphatischen Follikel des ventralen Conjunctivalsacks beherbergt. Bei seiner Tätigkeit muß also der Muskel einen Druck auf die Nickhautdrüse ausüben. Der äußere Muskelrand gelangt bis zum Boden des Tarsalsinus und spaltet sich hier in zwei Schichten. Die innere Schicht begibt sich in die Tarsal-

platte des Unterlides und endet innerhalb ihres ventralen Randteiles in Form sich kreuzender, kurzer Muskelbündel. Noch schmaler ist die äußere Schicht, deren Muskelfasern unmittelbar am Boden des Tarsalsinus endigen. Durch diese Endigungsweise wirkt der Druck seitens des Muskels nicht nur auf die Tarsalplatte, sondern auch auf die Hautplatte des Unterlides. Beim Senken des Unterlides wird das Randpolster zusammengedrückt und gibt dem eingestülpten Unterlid Platz. Das Randpolster und der ventrale Lymphsinus schaffen dem *M. depressor palp. inf.* die notwendige Bewegungsfreiheit; andererseits begünstigt die Muskel-tätigkeit die Zirkulation der Lymphe im genannten Sinus sowie im Lidsinus. Der Muskel dringt nicht nur von der ventralen Seite des Unterlides bis zu seinem Lymphsinus vor, sondern umgreift die Sclerocornealgrenze auch von hinten, und zwar so, daß seine Bündel zum kaudalen Rande des Tarsalsinus gelangen und das ganze Unterlid kaudalwärts ziehen können; bei solcher Muskelwirkung wird der Tarsalsinus zusammengedrückt. Ich kann die Angaben früherer Autoren, daß die Muskelfasern des *M. depressor* in das Oberlid gelangen, nicht bestätigen. Diese Muskelfasern erreichen höchstens nur sein kaudales Endstück, dringen aber nicht tief in dasselbe ein. Den Bewegungen des Oberlides dienen eigene Muskelbündel, die vom Rande des Praefrontale und Frontale entspringen und zur Tarsalplatte des Oberlides ziehen. Wie die Muskelfasern des *M. depressor* gelangen die Fasern des oberen Muskels nur bis an den proximalen Rand des Lymphsinus des Oberlides. Diese aus quergestreiften Fasern zusammengesetzten Muskelbündel sind sehr locker angeordnet, können aber im ganzen als ein besonderer Muskel, ein *M. levator* des Oberlides, betrachtet werden. Ich fand diesen Muskel nur im kaudalen Gebiete des Lides.

In der Abbildung eines senkrechten Querschnittes durch die Augenhöhle der Schildkröte (Abb. 6) an der Stelle der maximalen Entwicklung der Blut- und Lymphräume sieht man, daß die Venensinusse der inneren, die Lymphsinusse der äußeren Hälfte des Auges angehören. In beiden Lidern sind Lymphsinusse vorhanden (*R.*, *LP.*), ihre Verbindungswege mit den übrigen Sinussen sind auf dem abgebildeten Querschnitte nicht zu sehen. Unter dem Praefrontale liegt der dorsale Lymphsinus, und unterhalb dessen ventraler Wand können die Querschnitte zahlreicher Venen erkannt werden. Nach innen vom Lymphsinus liegt der obere Abschnitt des septalen Venensinus, in welchen eine aus dem

Praefrontale kommende Knochenvene einmündet (*VK*). Oberhalb des Venensinus zieht eine aus dem rostralen Kopfgebiete stammende Vene. Der obere Abschnitt des Venensinus liegt zwischen dem *M. rectus sup.* und der lateralen Wand des Neurocraniums; sein ventraler spaltförmiger Teil geht unmittelbar in den zentralen Abschnitt des septalen Venensinus über, welcher das rostrale Endstück der HARDERSchen Drüse (*H*) umgibt und auch zwischen die Muskel eindringt; der *N. nasalis* liegt ganz frei innerhalb des Venensinus. Am mächtigsten ist der ventrale Abschnitt des Venensinus, welcher bis zur Oberfläche des *M. temporalis* gelangt und mittels einer dünnen Lamelle vom lymphatischen ventralen Sinus (*LV*) abgegrenzt wird.

Der ventrale Lymphsinus befindet sich oberhalb jener Spalte der ventralen Knochenwand der Augenhöhle, die vom Palatinum (*P*) und Jugale (*J*) begrenzt wird. Die obere Sinuswand liegt dem *M. depressor palp. inf.* an, und genau oberhalb dieser Stelle des Muskels liegt auch die Nickhautdrüse (*D*). Lateral vom Lymphsinus ist das Randpolster erkennbar, das aus zwei lockeren Schichten, einer oberen und einer ventralen, zusammengesetzt ist. Beide Schichten sind durch eine dichtere Lamelle, die lateral mit dem Corium zusammenhängt, voneinander geschieden. Das Randpolster ist vom *M. depressor* bedeckt; medial vom letzteren liegen in der Conjunctiva zwei Lymphfollikel (*F*). Die conjunctivalen Lymphfollikel der Schildkröte sind von den früheren Autoren wohl nirgends erwähnt worden. Ich finde, daß sie sehr beständig vorkommen und an jedem Querschnitt der ganzen Serie sichtbar sind. Es sind zwei lange, einander parallele Leukozytenansammlungen, die in der Conjunctivalplatte des Unterlides liegen und längs des Unterlides dahinziehen.

Ich möchte hier noch einer Besonderheit im Bau des scleralen Knorpels bei der *Emys orbicularis* Erwähnung tun, die bisher unberücksichtigt geblieben ist. In der dorsalen Sclerahälfte ist nämlich der Knorpel zweischichtig. Die äußere (mediale) Schicht zeigt dieselbe Struktur wie der übrige Scleralknorpel; die innere (laterale) Schicht ist dagegen durch Pigmentierung ausgezeichnet (Abb. 6, *Z*). Die schwarzen Pigmentkörnchen befinden sich in den Knorpelzellen. Die letzteren unterscheiden sich von den Zellen des unpigmentierten Knorpels noch dadurch, daß sie größer und spindelförmig, während die unpigmentierten Zellen klein und sphärisch sind. Die pigmentierte Knorpelschicht ist in ihrem

Zentralteil sogar dicker als die unpigmentierte und zeigt eine schwache Basophilie der Grundsubstanz. Deswegen sieht die pigmentierte Knorpelschicht auf den ersten Blick wie eine Verdickung der Chorioidea aus. Das Studium entpigmentierter Querschnitte zeigt aber unzweifelhaft, daß hier in Wirklichkeit ein pigmentierter Knorpel vorliegt.

Schlangen.

Die Eigentümlichkeit in der Ausbildung der falschen Hornhaut (der Brille) im Auge der Schlangen bedingt die Schwierigkeit des Vergleiches der vorderen Augenhälfte dieser Reptilien mit derjenigen bei den übrigen Wirbeltieren. HOFFMANN hoffte die Verhältnisse der Lider und der Cornea im Schlangenaug mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte dieser Gebilde aufzuklären. Beim vollständig ausgewachsenen Schlangembryo fand er (5) die folgenden Verhältnisse vor. Die Augenlider sind schon verwachsen und der Conjunctivalsack blind geschlossen. In den Lidern ist ein spaltförmiger Lymphraum eingeschlossen, der die Hautplatte von der embryonalen Tarsalplatte vollkommen trennt. Der Verfasser ist geneigt, in diesem Lidsinus ein den lymphatischen Lidsinussen bei den Eidechsen homologes Gebilde zu erblicken. Am Corneal-epithel sind nur zwei Schichten unterscheidbar, eine innere, aus schmalen, niedrigen Zylinderzellen bestehende, und eine äußere, die von sehr stark abgeplatteten Zellen gebildet wird. Das Epithel der Conjunctiva bulbi biegt in typischer Weise in das Epithel der Conjunctiva palpebrarum um, welches nur aus sehr platten, an Querschnitten spindelartigen Zellen besteht. Die Cutis der Lider ist sehr locker und zart, sie birgt den obenerwähnten großen Lymphraum, welcher durch das Verwachsen der Lymphräume der beiden Lider gebildet wird. Der Lymphraum der falschen Hornhaut dehnt sich im angegebenen Stadium ziemlich weit über den ganzen Bulbus hin aus. Deswegen läßt sich eine sonderbare Erscheinung im Auge der Schlangen beobachten, nämlich die, daß man nach Entfernung der vor dem Auge gelegenen Haut, statt unmittelbar auf die Cornea zu stoßen, erst in den genannten Lymphraum gelangt, dessen laterale Wand mit der Cutis, dessen mediale Wand mit der Conjunctiva palpebrarum verwachsen ist; erst nachdem man auch die letztgenannte entfernt hat, wird die Cornea sichtbar.

Gemäß solcher Vorstellung könnte man denken, daß auch bei der erwachsenen Schlange ein lymphatischer Lymphsinus vorhanden sei. Von den späteren Verfassern erwähnt aber keiner, soviel ich weiß, den Lymphsinus des Schlangenauges. Ich untersuchte hauptsächlich das Auge von *Tropidonotus tessellatus* LAUR., der in den Umgebungen von Odessa sehr häufig ist, fand aber keine Spur eines Lymphsinus innerhalb der falschen Hornhaut des erwachsenen Tieres. Die dünne, lamelläre und sehr zellenarme bindegewebige Schicht der falschen Hornhaut ist allerdings durch einen Spaltraum von der wahren Hornhaut geschieden. Im Gebiete der Hornhaut sind beide Wände des Spaltraumes nur mit sehr platten, schwer darstellbaren Epithelzellen bekleidet, im Zentralgebiet des Raumes scheinen sie sogar zu fehlen. Proximalwärts reicht der Raum über die Sclera-Hornhautgrenze bis zum Äquator des Augapfels und deckt die am Äquator liegenden Abschnitte der geraden Augenmuskeln. In diesem Gebiet ist der Raum von deutlichen kubischen Epithelzellen bedeckt. Lateralwärts wird dieses einschichtige Epithel allmählich niedriger. Der beschriebene Raum ist aber sicherlich kein Lymphraum, sondern ein Rudiment des Conjunctivalsacks mit einem im Bereich der Hornhaut degenerierten Epithel. Es ist aber sehr merkwürdig, daß innerhalb des Conjunctivalraumes an den Präparaten ziemlich oft, wenn auch sehr spärliche Erythrozyten zu sehen sind. Die genauere Untersuchung zeigte mir, daß von einer Verbindung des Conjunctivalsacks mit den Blutbahnen keine Rede sein kann. Ich bemerkte aber, daß innerhalb der falschen Hornhaut oder der Lidscheibe feine, erythrozytenhaltige Kapillare sehr nahe am Conjunctivalraum verlaufen; außerdem sind an der Hornhautgrenze sehr weite Venen vorhanden. Wahrscheinlich platzen solche Blutgefäße bei der Fixierung des Kopfes, und spärliche Erythrozyten gelangen auf diesem Wege in den Conjunctivalsack.

Im Inhalt der Augenhöhle sind hauptsächlich Blutgefäße reich vertreten und nehmen die Form von Venensinussen an; in dieser Beziehung erinnern die orbitalen Venensinüsse des Schlangenauges an die orbitalen Venensinüsse bei den Cyclostomen und Fischen (TRETJAKOFF). Die Ähnlichkeit wird noch dadurch erhöht, daß in den distalen Sinussen die Blutflüssigkeit ziemlich spärliche Blutkörperchen enthält. Die zentrale Stelle unter diesen Venensinussen gehört jenem Sinus an, welcher die mediale Seite der Tränendrüse umfaßt. Letztere ist bei den Schlangen bekanntlich

sehr stark entwickelt und hauptsächlich in der hinteren Hälfte der Augenhöhle gelegen. Der Sinus bedeckt hauptsächlich ebenfalls diese hintere Hälfte und den kaudalen Pol der Drüse, wo der Sinus auf die laterale Seite der Drüse übergeht und sie von der Sclera scheidet. Die latero-ventrale Wand des Sinus stellt eine dünne, fibröse Platte vor, die ihn vom Palatinum, den nachbarlichen Muskeln und dem System der ventralen Venensinusse der Augenhöhle trennt. Rostralwärts dringt der Sinus, den ich Sinus glandularis nenne, mit der Drüse zusammen in den Muskelkegel ein und teilt sich in zwei Abschnitte. Der ventrale Abschnitt liegt dem ventro-lateralen Rande der Drüse an, begibt sich aber später dorsalwärts und geht auf die laterale Drüsenfläche über, wo er sich schließlich als eine unansehnliche Vene zwischen der Drüse und der Sclera in die vordere Augenhöhlenhälfte fortsetzt. Der andere Abschnitt des Sinus glandularis liegt zwischen der Schädelseitenwand und der Drüse; er reicht auf der dorsalen Seite des Auges bis zum System der dorsalen Venensinusse der Augenhöhle. Im ventralen Gebiete der vorderen Drüsenhälfte verbindet sich die Sinuswand mit einer fibrösen Membran, der Drüsenhülle, weshalb die Drüse hier auf einer ziemlich dicken, fibrösen Platte liegt. Unter dieser Platte befindet sich ein sehr geräumiger, ventraler Venensinus. Der ventrale Sinus zieht (auf den Querschnitten) durch die vordere Augenhöhlenhälfte vom inneren Rande des Palatinum bis zum äußeren Rande des Maxillare. Er trennt somit die Tränendrüse und das Auge vollständig von diesen Knochen. Die unterhalb der Drüse liegende fibröse Platte setzt sich lateralwärts in eine noch dickere bindegewebige Schicht fort, die die Sclera von dem ventralen Sinus scheidet und bis zur Verbindungsstelle der falschen Hornhaut mit der Haut reicht. Mittels eines engen, spaltförmigen Ganges, der unmittelbar unter der Lederhaut verläuft, steht der ventrale Venensinus mit einem kleinen Sinus in Verbindung, welcher letzterer die dorsale Seite der Oberlippendrüse bedeckt (Abb. 7, *SG*). Dieser kleine Sinus, der supramaxilläre Venensinus, zeigt im Querschnitt eine dreieckige Form mit einer konkaven, ventralen Wand; seine laterale Wand wird von der Lederhaut gebildet, die mediale Wand ist zugleich das Periost des Maxillare. Die Stelle der starken Pigmentierung der Oberlippenhaut entspricht genau der Höhe des supramaxillären Sinus. Der Sinus ventralis ist ziemlich hoch und weist auf seinem Boden eine schmale Rinne auf, die sich lateral von den palatinalen

Zähnen tief in die Mundschleimhaut einschneidet und diese Zähne von der letzteren trennt. Die mediale Wand der Rinne geht dorsal in eine Lamelle über, die in den ventralen Venensinus eindringt und denselben, wenn auch unvollständig, in eine laterale und eine mediale Hälfte teilt. In dieser Lamelle verlaufen die beiden Äste des *R. supramaxillaris trigemini* und die sie begleitenden Arterien. Von der Lamelle gehen einzelne Stränge aus, die in verschiedenen Richtungen innerhalb den Sinus durchziehen und sich an seine Wände ansetzen. Zwischen dem Ansatzrand der Lamelle und den maxillären Zähnen verläuft unterhalb des ventralen Venensinus ein kleiner

Venensinus, welcher die Augenhöhle ihrer ganzen Länge nach durchzieht und unterhalb des platten vorderen Endstückes des Transversums kaudalwärts in die Schläfengrube übergeht. Mit dem ventralen Venensinus der Augenhöhle ist der letztbeschriebene maxilläre Sinus (Abb. 7, *S*) nicht verbunden. Der ventrale Venensinus ist in der vorderen Hälfte der Augenhöhle breiter als in der hinteren, wo er schließlich in nächste Nähe zur Haut zu liegen kommt; hier wird er aber höher und endet blind. Das rostrale Endstück des Sinus ist ebenfalls blind geschlossen.

Zwischen dem äußeren Rande des Stirnbeins, der Haut und der dorsalen Seite des Augapfels befindet sich ein dorsales Netz von venösen Sinussen, das dem Gewebe der Augenhöhle ein kavernoöses Aussehen verleiht. Der äußerste dieser Sinusse setzt sich auch als ein spaltförmiger Raum in jene Hautfalte fort, welche die Hornhäute (die wahre und die falsche) dorsal umgibt. Sonst sind die Sinusse im Dorsalnetz voneinander durch dünne Zwischenwände getrennt; der *R. ophthalmicus trigemini* verläuft innerhalb einer dieser Zwischenwände. Alle Sinusse des dorsalen

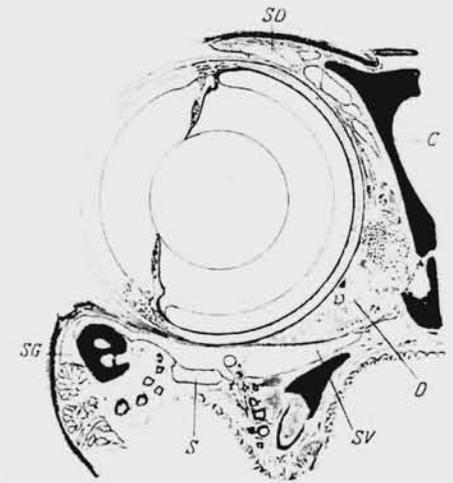


Abb. 7.

Querschnitt durch die Mitte der Augenhöhle des *Tropidonotus tessellatus*. Vergr. 8×. *C* = laterale Schädelseitenwand; *D* = Tränendrüse; *S* = maxillärer Venensinus; *SD* = dorsale Venensinus; *SV* = ventraler Venensinus; *SG* = supramaxillärer Venensinus.

Netzes stehen durch breite Öffnungen in den Zwischenwänden miteinander in Verbindung, das ganze Netz hängt mit dem oben beschriebenen mediodorsalen Abschnitte des Drüsensinus zusammen, der letztere ist ebenfalls mit dem ventralen Venensinus verbunden. Die Verbindungen der Sinusse lassen sich hauptsächlich im Gebiete des Sehnerven nachweisen. In demselben Gebiete steht das ganze System der orbitalen Sinusse mit der Vena jugularis facialis in Verbindung. Es ist jedenfalls merkwürdig, daß beim *Tropidontus* innerhalb der Augenhöhle ausschließlich Venensinusse vorhanden sind und die Lymphgefäße, obwohl sie hier ebenfalls nachweisbar, niemals sinusartig erweitert sind. Bekanntlich sind gerade bei den Schlangen die Lymphgefäße ungemein groß und zahlreich. Ich finde sie unter der Haut gerade vor und hinter der Augenhöhle mächtig entwickelt, sie treten aber nicht in die Augenhöhle ein. Noch zahlreichere kleine Lymphgefäße befinden sich an der äußeren und an der inneren Seite der Oberlippendrüse, wo sie sich genau bis zur Wand des Venensinus der Drüse erstrecken.

In der Augenhöhle der Schlangen ist ein höchst ausgebildetes System orbitaler Venensinusse vorhanden, während bei den Eidechsen und den Schildkröten Venensinusse nur in der proximalen Hälfte der Augenhöhle vorkommen, in der distalen Hälfte aber durch Lymphsinusse ersetzt sind. Die Venensinusse bei den Schlangen trennen einerseits die innere Fläche der Augenmuskel von der Tränendrüse und andererseits die äußere Oberfläche der Augenmuskel von den knöchernen und häutigen Wänden der Augenhöhle. Die mechanische Bedeutung der orbitalen Venensinusse ist bei den Schlangen ganz offensichtlich.

Krokodile.

Nach einer Bemerkung von HOFFMANN (5) lassen sich die so eigentümlichen großen Hohlräume im unteren Augenlide der Eidechse bei den Krokodilen nicht wiederfinden. Zwischen der Lederhaut und der Schleimhautplatte trifft man, außer glatten und quergestreiften Muskelfasern, nur lockeres, an elastischen Fasern sehr reiches Bindegewebe, das nur hier und dort kleine Hohlräume frei läßt, die vielleicht dem Lymphgefäßsystem zuzurechnen sind.

Ich hatte die Möglichkeit, die Augenhöhle eines für Museumszwecke konservierten Exemplars von *Alligator lucius* und eines frisch fixierten sehr jungen *Crocodylus palustris* zu untersuchen.

Bei beiden Arten sind die Systeme der Lymph- und Venensinusse nicht nur in den Lidern, sondern auch überhaupt in der Augenhöhle reduziert. Es sind nur wenige Reste solcher Sinusse erhalten.

Das obere Augenlid bei beiden von mir untersuchten Arten besteht aus zwei Hälften, einer proximalen und einer distalen; die distale Hälfte ist dicker als die proximale, deren äußerer Rand

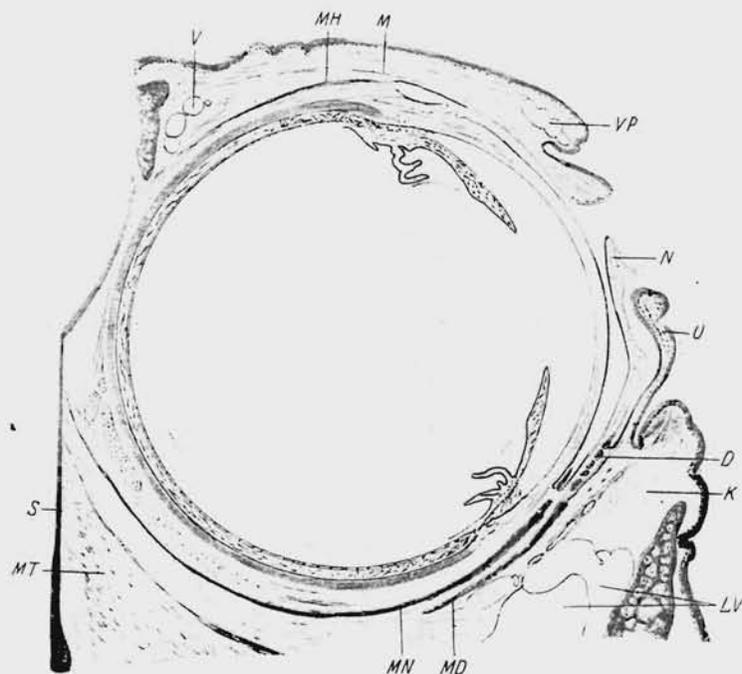


Abb. 8.

Querschnitt durch die Mitte der Augenhöhle des jungen *Alligator lucius*. Vergr. 8x.
 D = Nickhautdrüse; K = Randpolster; LV = Lymphsinusse; M = glatter Muskel des oberen Lids; MD = Musculus depressor palp. inf.; MN = Muskel der Nickhaut; MH = Musculus levator palp. super.; MT = M. temporo-maxillaris; N = Nickhaut; S = Septum; U = unteres Lid; V = dorsale Venengruppe; VP = Randvenen.

sich über die distale Hälfte erhebt und einen sehr deutlichen Sinus bildet. Unter der Lederhaut der proximalen Hälfte befindet sich ein lockeres Bindegewebe mit ziemlich weiten, wenn auch nicht sinusartigen, venösen Blutgefäßen. Beim *Crocodylus palustris* zeichnen sich die gerade im Sinus gelegenen Venen durch ihre Größe und ihre Menge aus; meistens sind hier drei dicht nebeneinander liegende Venen (Abb. 8, V) vorhanden. Außerdem verlaufen in derselben Schicht des lockeren Bindegewebes auch zahl-

reiche Lymphgefäße, weshalb diese Schicht ein kavernöses Aussehen zeigt. Unterhalb der kavernösen Schicht, fast ausschließlich in der proximalen Lidhälfte, liegt eine Schicht von glatten Muskelfasern; in die distale Hälfte dringt diese Muskelschicht nicht weiter vor. Die Muskelschicht liegt der Conjunctivalplatte auf.

In der distalen Lidhälfte erstreckt sich die erwähnte Muskelschicht genau so weit wie der Sinus, dabei schmiegt sich die Muskelschicht der Lederhautplatte des Lides an. Der äußeren Seite der Muskelschicht liegt noch eine andere, dünnere und aus parallel dem Lidrande verlaufenden glatten Muskelfasern zusammengesetzte Schicht an. In der distalen Lidhälfte ist somit eine doppelte Muskelschicht vorhanden, die aus quer und längs des Lides verlaufenden Fasern besteht. Eine andere Ansammlung von Venen und Lymphgefäßen liegt unter dem Rande der Stirnhaut (Abb. 8, VP), wo zwischen dem Knochen und dem *Musculus levator palp. superioris* ein dreieckiger Raum besteht, der von den erwähnten Gefäßen eingenommen wird. Der *M. levator p. superioris* entspringt vom ventralen Rande des Stirnbeins und stellt eine dünne Lamelle aus quergestreiften Muskelfasern vor, die sich bis zur *Conjunctiva bulbi* fortsetzt und an deren dorsaler Wand anheftet. Bei seiner Kontraktion kann dieser Muskel eigentlich nur den dorsalen Teil der proximalen Lidhälfte und die angrenzende Haut runzeln. Bei der Hebung des Lides spielt die glatte Muskulatur eine größere Rolle als der *M. levator p. superioris*, obwohl sie nur innerhalb des Lides selber vorhanden ist. Mit der reichlichen Muskulatur steht der Reichtum des Oberlides an elastischen Fasern in Zusammenhang; diese kommen hauptsächlich innerhalb der Lederhautplatte vor und sind an der inneren Seite derselben besonders dicht gelagert und zahlreich.

Im Unterlid sind die elastischen Fasern in genau derselben Weise und wahrscheinlich wieder in Zusammenhang mit der glatten Muskulatur angeordnet. Parallel dem Lidrande verlaufen durch die ganze Breite des Unterlides glatte Faserbündel, welche gewöhnlich unmittelbar an der inneren Seite der Lederhautplatte hinziehen; nur in der Randverdickung des Lides nähern sie sich der Conjunctivalplatte. Zum Unterschiede vom Oberlid ist die bindegewebige Schicht zwischen der Hautplatte und der Conjunctivalplatte des Unterlides ziemlich dicht, enthält nur schmale und spärliche Venen und Lymphgefäße.

Das Unterlid besitzt auch eine Schicht glatter Muskelfasern, die senkrecht, also quer zum Lidrand verlaufen. Diese Muskelschicht entsteht ventral vom Rande des *M. depressor palp. inferioris* und stellt seine Fortsetzung in das Lid vor. Die Schicht der glatten Muskulatur bedeckt die äußere Seite der Nickhautdrüse und die conjunctivale Platte, reicht aber ungefähr nur bis zur Mitte der Lidhöhe. Im Unterlide sind die Venen nicht so breit wie im Oberlid, liegen aber innerhalb des Bindegewebes zwischen der Hautplatte und der Conjunctivalplatte sehr zahlreich; zwischen den Venen verlaufen ebenfalls sehr zahlreiche, aber schmale Lymphgefäße.

Unterhalb der Nickhautdrüse und des ventralen Teils des glatten Muskels des Unterlides liegt ein Gebilde, das dem Randpolster der Schildkröten nicht unähnlich ist (Abb. 8, K). Dieses Randpolster stellt beim Krokodil ein weitmaschiges Gewebe vor, das von dem umgebenden dichten Gewebe sehr scharf abgegrenzt ist. Innerhalb des Randpolsters verlaufen 2—3 fibröse Lamellen, in welchen Nerven und Blutgefäße verlaufen. Noch tiefer liegt eine Schicht dicht nebeneinander verlaufender Venen, unter welcher sich sehr weite lymphatische Sinusse befinden; letztere nehmen den Raum zwischen dem Randpolster, den erwähnten Venen und dem Jugale ein. Sie trennen somit den Augapfel und die an seiner ventralen Seite liegenden Muskel vom Jugale.

Im übrigen ist die Augenhöhle von einem sehr eigentümlichen, sehr lockeren Bindegewebe ausgefüllt, das aus feinfaserigen Lamellen besteht. Die Lamellen sind entweder ihrer ganzen Fläche nach miteinander vereinigt oder nur mittels einzelner Fäserchen verbunden. Dieses Gewebe füllt den ganzen Raum zwischen den Augenmuskeln und dem *M. temporo-maxillaris (temporalis)* aus, es liegt auch zwischen einzelnen Bündeln dieses Muskels. Der in der Augenhöhle liegende Abschnitt des Muskels zeichnet sich gerade durch eine lockere Anordnung seiner Bündel aus. Das lockere Bindegewebe setzt sich bis zu den unterhalb des Randpolsters befindlichen großen Lymphsinussen fort. Innerhalb des Bindegewebes ziehen nur kleinere Lymphsinusse.

Zwischen den Augenmuskeln sind in das lamelläre Bindegewebe stellenweise kleine Fettlappen eingeschlossen; unter dem Anheftungsrand der Nickhaut befindet sich beständig ein großer Fettlappen, der den *M. depressor palpebrae inf.* vom Augapfel trennt. Am größten ist dieser Fettlappen unterhalb jener Stelle, an welcher der Nickhautmuskel sich mit der Nickhaut ver-

bindet. In der proximalen Hälfte der Augenhöhle des Krokodils befinden sich Venen und die Lymphgefäße, die in keiner Weise sinusartig gestaltet sind. Die Aufgabe, die Bewegungen der Augenmuskeln zu erleichtern, übernimmt hier nur das erwähnte lamelläre, sehr lockere und saftige Bindegewebe. Der interstitiellen Flüssigkeit des lamellären Gewebes kommt hier also dieselbe mechanische Bedeutung zu wie dem Blut oder der Lymphe der orbitalen Sinus bei anderen Reptilien.

Ich möchte noch einige Bemerkungen dem Drüsenapparat des Auges widmen. Man unterscheidet bei den Krokodilen in der

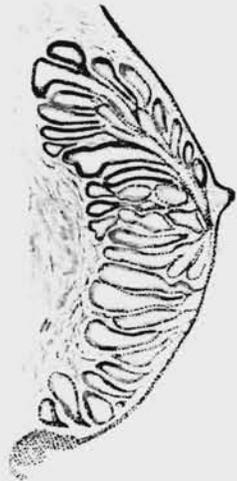


Abb. 9.
Querschnitt durch die Nickhaut von *Crocodilus palustris*. Vergr. 25×.
Nickhautdrüse.

Augenhöhle drei Drüsenarten: Tränendrüse, HARDERSche Drüse und Conjunctivaldrüsen. Beim Alligator lucius konnte ich keine Spur einer nach den Angaben von RATHKE (14) unter dem Dache der Augenhöhle befindlichen Tränendrüse finden. Beide von mir untersuchten Arten unterscheiden sich auch in der Ausbildung der Conjunctivaldrüsen. Beim Alligator lucius liegen diese kleinen Drüsen an der Übergangsstelle der Conjunctiva des Unterlides in die Conjunctiva bulbi und in die Nickhaut. Hier münden kleine, einzelne, verästelte, alveoläre Drüschchen (Abb. 8, D), deren Körper meistens medial von der Schicht der queren glatten Muskeln des Lides liegen; in einzelnen Fällen befinden sie sich auch lateral von der erwähnten Muskelschicht. Sie liegen somit an der Basis der Nickhaut, und ihre ventralen Endstücke erreichen meistens den äußeren Rand des *M. depressor palp. inferioris* nicht. Beim *Crocodilus palustris* befinden sich (Abb. 9) die Conjunctivaldrüsen an der lateralen Fläche des unteren Abschnitts der Nickhaut. Ihre Ansammlung bildet einen länglichen Wall an der Nickhaut; an der Mitte des Walls verläuft eine scharfe, niedrige Längsleiste. Die einzelnen Drüsenschläuche sind sackförmig und nur die größeren dorsalen mehr oder weniger verzweigt. Alle Drüsen sind dicht nebeneinander gelagert. Die kleineren ventralen, nicht verzweigten Drüsen münden an der Seitenfläche der Nickhaut selbstständig, die größeren und verzweigten Drüsen öffnen sich meistens unterhalb der erwähnten Längsleiste.

Hier sind noch einige Bemerkungen über den Bau des Kammerdreiecks bei den Krokodilen mitzuteilen. Nach den Angaben von MERKANTI (13) nimmt der Ciliarmuskel bei den Krokodilen eine ähnliche Lage ein wie bei den übrigen Vertebraten und besteht aus drei hintereinander liegenden Teilen. Die Ursprungssehne des Muskels geht teilweise direkt in die Hornhaut über. Eine starke Entwicklung des SCHLEMMschen Sinus bei den Krokodilen hat KOPSCH (9) betont. Von dem Ligamentum pectinatum sagt KOPSCH, daß es beim Alligator eine bedeutende Entwicklung zeigt.

Das Auge von *Crocodilus palustris* ist für die Untersuchung des Kammerdreiecks sehr günstig. Das Gerüst des letzteren ist sehr fein, und im distalen Teil erinnert es an das Ligamentum pecti-



Abb. 10.

Querschnitt durch das Kammerdreieck des *Crocodilus palustris*. Vergr. 50×. G = elastische Balken; M = distaler Teil des Ciliarmuskels; S = Kanäle des Schlemm'schen Sinus; T = *M. tensor chorioideae*.

natum der Vögel. Die vordersten Balken des Gerüsts bestehen (Abb. 10) aus gerade verlaufenden, feinen kollagenen Bündeln, die von der Sclera zu der Iris ziehen. Die Sclera bildet an der Ursprungsstelle der Balken einen flachen Wall; an einigen Stellen gehen die Balken nicht unmittelbar vom Wall aus, sondern bilden erst ein dichtes Geflecht, das dem Wall anliegt.

Hinter den vordersten geraden Balken stellt das Gerüst ein lockeres Geflecht mit rundlichen Maschen vor. In der Sclera befindet sich oberhalb dieses rundmaschigen Geflechtes der SCHLEMMsche Sinus. Der letztere zeigt an meridionalen Querschnitten das Aussehen einzelner unregelmäßiger Räume, die sich nur an gewissen Stellen zu einem einzigen spaltförmigen Raum vereinigen. Der SCHLEMMsche Sinus des Krokodils stellt also meistens ein Geflecht von parallel der Hornhautgrenze verlaufenden Kanälen vor. In der Sclera verlaufen neben den Kanälen hauptsächlich

zirkuläre kollagene Bündel, dicke an der äußeren Seite des SCHLEMMschen Sinus und sehr feine in der inneren Wand desselben. An Serienschnitten sehe ich Verbindung des SCHLEMMschen Sinus mit episcleralen Venen. Außerdem verbindet er sich auch mit näher zur Chorioidea verlaufenden zirkulären Sinussen.

Das Merkwürdigste im Bau des beschriebenen Gebietes des Kammergerüsts ist das Vorkommen reichlicher elastischer Fasern. Sie beteiligen sich an der Ausbildung meridional verlaufender Balken. Im proximalen Teile des Kammergerüsts verlaufen elastische Fasern auch in anderen Richtungen. Die Balken sind sonst aus sehr feinen kollagenen Fäserchen zusammengesetzt. Neben der inneren Fläche der Sclera bilden diese kollagenen Fäserchen eine dichtere, zellenreiche Lage, in welcher sich die äußeren Enden der meridionalen elastischen Fasern verlieren. Die inneren Enden der letzteren gelangen nur bis zur Oberfläche der bindegewebigen Lamelle der Ciliarfortsätze. Proximal von dem SCHLEMMschen Sinus befindet sich der vorderste, dickere Teil des Ciliarmuskels. Er besteht aus einer dichten Schicht zirkulärer quergestreifter Muskelfasern, die fast vollständig in die Sclera eingeschlossen ist. Seine Muskelfasern sind nicht streng zirkulär, sondern schräg gerichtet, sie gelangen aber nur bis zu der obenerwähnten zellenreichen äußeren, dichteren Schicht des Kammergerüstwerkes und inserieren an dieser Schicht. Die Wirkung des Muskels ist gar nicht für die gegen die Linse gerichteten Ciliarfortsätze bestimmt, sondern erstreckt sich nur auf die erwähnte Schicht des Kammergerüstwerkes, die bis zur Chorioidea reicht. In der unterhalb des Muskels gelegenen Region des Gerüsts äußert sich keine funktionelle Anpassung an die von seiten des Muskels ausgeübte Zugwirkung. Das Gerüst stellt hier nur eine lockere Schicht vor, die die bindegewebige Platte des Ciliarringes von der Sclera trennt und keine elastischen Fasern mehr enthält; auch bestimmt orientierte Balken fehlen hier.

Von dem scleralen Gewebe, welches die proximale Seite des eben beschriebenen Muskels bedeckt, entspringen radiäre quergestreifte Muskelfasern, die gegen die Chorioidea gerichtet sind und an ihrer der Netzhaut anliegenden Lamelle inserieren. Sie sind zu dünnen Bündeln vereinigt, die eine oder zwei parallele Schichten bilden.

Zwischen diesem radiären Muskel, dem Tensor chorioideae, und dem früher beschriebenen verläuft ein weiter zirkulärer Sinus,

der mit den Blutbahnen der Chorioidea und mit dem vor dem zirkulären Muskel gelegenen SCHLEMMschen Sinus in Verbindung steht. Schmale Verbindungsgänge verlaufen zwischen den Muskelfasern beider Muskeln.

Der Ciliarmuskel des *Crocodylus palustris* besteht somit aus zwei Teilen: aus dem Tensor chorioideae und aus dem Sphincter ciliaris. Die funktionelle Bedeutung des Tensor chorioideae wird an der Hand der Beziehungen seiner Muskelfasern zur Sclera und Chorioidea vollkommen klar. Diese Beziehungen sind hier, infolge der eigentümlichen Struktur der Chorioidea beim *Crocodylus palustris*, besonders leicht zu verstehen: die Chorioidea ist nämlich in ihrem distalen Randteil aufgeblasen und besteht aus dünnen, miteinander verbundenen Lamellen.

Das Kammergerüst ist stark pigmentiert. Die verzweigten Pigmentzellen liegen an den vordersten Balken, an der äußeren und an der inneren Seite des Gerüstwerkes, umgeben die Kanäle des SCHLEMMschen Sinus und bedecken die Muskelbündel des Tensor chorioideae.

Vögel.

Ich hatte leider nur die Möglichkeit, den Inhalt der Augenhöhle bei der Taube zu untersuchen. In der Literatur finden sich keine Angaben über das Vorhandensein von Blut- oder Lymphsinussen.

Bei der Taube fand ich auch innerhalb der Augenhöhle keinen Sinus mehr, sondern nur Fettgewebe, welches die Muskeln voneinander und von der knöchernen Orbitalwand scheidet. Vom System der Venensinusse anderer Wirbeltiere ist bei den Vögeln nur der venöse SCHLEMMsche Sinus vorhanden, welcher allerdings sehr gut entwickelt ist.

FRANZ hat 1909 (2) die Überzeugung ausgesprochen, daß das lockere Gewebe des Kammerdreiecks bei den Vögeln ein Kunstprodukt sei, das dem Zerreißen des Ciliarkörpers beim Übergang der Linse in die Leichenstellung seine Entstehung verdankt. HESS (4) und WYCHGRAM (19) haben gegen diese Behauptung Stellung genommen; aber noch im Jahre 1913 äußert FRANZ in seinem Werke über das Sehorgan eine schwankende Meinung in dieser Frage. In letzter Zeit untersuchte R. KRAUSE (8) bei der Taube das Kammergerüst und stellte dabei endgültig fest, daß es

hauptsächlich aus elastischen Fasern besteht, denen zahlreiche Kerne anliegen. Färbt man einen Schnitt zuerst mit Resorcin-Fuchsin und darauf mit BIONDI-Lösung, sagt der Verfasser, so läßt sich erkennen, daß die zu jenen Kernen gehörigen Zellen den Fasern nicht nur einfach anliegen, sondern sie allseitig umfassen. Es handelt sich um ein Netzwerk verzweigter Zellen, in dessen Balken und Fäden elastische Fasern eingelagert sind. Nach innen geht das Netz kontinuierlich in die Grundplatte über, gegen die Iriswurzel setzt es sich scharf durch eine feine, elastische Grenzmembran ab und außen verdichtet es sich gegen den Ciliarmuskel zu einer dicken, elastischen Faserlage.

Zu dieser Beschreibung möchte ich bemerken, daß in den vorderen Balken des Kammergerüsts Pigmentkörnchen eingeschlossen sind und daß das pigmentierte Plasma der Zellen manchmal auch die dünnen, einzelnen elastischen Fasern umgibt, weshalb ihre gegenseitigen Beziehungen auch ohne BIONDI-Färbung feststellbar sind. Außerdem ist an meridionalen Querschnitten des Auges zu erkennen, daß die Balken des Kammergerüsts bei der Taube ebenso gerade wie im Falkenauge (nach WYCHGRAM) verlaufen; in der Abb. 86 aber des KRAUSEschen Buches (S. 203) ist diese Art des Verlaufes der Balken nicht wiedergegeben. Vielleicht kommt im Mechanismus der Augenmuskulatur bei der Taube dem Bau der Chorioidea eine Rolle zu, da die Chorioidea sich durch weite Venen in ihrer äußeren Lage auszeichnet. Insofern dieser Lage der Scleralknorpel anliegt, wirkt der hydraulische Druck des Blutes in den Chorioideavenen direkt auf den Scleralknorpel und dehnt ihn, ohne seine Nachgiebigkeit zu vermindern. Infolgedessen können die Augenmuskeln ohne große Reibung wirken. Außerdem ist innerhalb der Augenhöhle der Taube noch eine Einrichtung vorhanden, die wahrscheinlich zum Schutze des Scleralknorpels gegen die Wirkung der Muskeln dient.

Jene großen episcleralen Blutgefäße, welche proximal vom Ciliarkörper liegen, sind von einer dichten, elastischen Schicht umgeben, die sich hinter den Gefäßen in eine ziemlich dicke Membran verwandelt und die vordere Augenhälfte umgibt. Diese elastische episclerale Membran liegt im dorsalen Gebiete des Äquators des Auges der Sclera dicht an, sonst ist sie distal von der Sclera durch eine dünne Fettschicht getrennt. Proximal geht die episclerale elastische Membran auf die Oberfläche des *M. rectus superior* über und gelangt bis zur Seitenwand des Neurocraniums.

Der ventrale Abschnitt der episcleralen elastischen Membran reicht nicht so weit proximalwärts und gelangt nur bis zum äußeren Rand des *M. rectus inferior*. Die Fettschicht zwischen dem proximalen Teile der Membran und der Sclera ist bedeutend dicker als dorsal. Überall stellt die Membran ein sehr dichtes Geflecht sich überkreuzender elastischer Fasern vor. Sonst sind die Augenmuskeln mit einer lockeren und dünnen elastischen Schicht bedeckt.

Das elastische Gewebe spielt eine große Rolle auch im Bau der Lider. Nach der neuesten Beschreibung der Lider der Taube bei R. KRAUSE (8) stellt das obere Augenlid eine Hautfalte vor, die sich an ihrem freien Rand in zwei Platten spaltet und an Querschnitten eine deutliche Scheidung in einen Haut- und einen Conjunctivalteil zeigt. Die Trennung wird durch eine scharf abgesetzte Bindegewebsplatte gegen den Tarsus bewirkt, welche letzterer aus feinsten, verfilzten Bindegewebsfasern besteht.

Nach meinen Beobachtungen ist die erwähnte Platte in Wirklichkeit eine Schicht glatter radiärer Muskelfasern, die vom Gebiete des Fornix bis zur Teilungsstelle des Lids in seine beiden proximalen Platten hinzieht. Die Muskelschicht ist sehr dünn und in eine derbe Bindegewebschicht eingeschlossen, die sich aber vom übrigen Bindegewebe des Conjunctivalteils in nichts unterscheidet und die Bezeichnung als «Tarsus» gar nicht verdient. In der inneren Lidplatte, unmittelbar unter der Hautschicht, liegen flache Bündel von zirkulären Muskelfasern. Vom conjunctivalen Teil der Lidplatte sind sie durch eine intermediäre lockere, bindegewebige Schicht getrennt. In der bindegewebigen Platte an der inneren Seite der radiären Muskelschicht sind sehr zahlreiche, radiär verlaufende elastische Fasern so gelegen, daß eine differenzierte elastische Platte entsteht, welche proximal bis zur episcleralen elastischen Membran gelangt und meistens mit der letzteren verschmilzt. Distal setzt sich die elastische Platte ebenso weit fort wie die radiäre Muskelschicht und löst sich schließlich in einzelne elastische Fasern auf. Die bindegewebigen Schichten der Hautplatte und der conjunctivalen Platte des Lides sind ebenfalls mit zahlreichen einzelnen elastischen Fasern versehen, die meistens zirkulär verlaufen.

Im Unterlid fand ich ebenfalls eine dünne Schicht radiärer glatter Muskelzellen; sie stellt eine unmittelbare Fortsetzung des *M. depressor palp. inf.* vor und steigt, dem conjunctivalen

Teile des Lides dicht anliegend, ungefähr bis zur Mitte der Höhe des Lides empor. Die äußere Seite dieses glatten Muskels ist mit einer ebenso dicken elastischen Membran bedeckt, die sich ventral und proximalwärts auf die Unterfläche des quergestreiften Muskels (*M. depressor palp. inf.*) fortsetzt, hier aber dünn wird und in einzelne Fasern zerfällt. In der oberen Lidhälfte verlaufen zirkuläre Muskelbündel, die dicht dem Hautteile des Unterlides anliegen und von dicht angeordneten, ebenfalls zirkulär verlaufenden elastischen Fasern begleitet werden. Die Bündel der glatten Muskelfasern und die mit ihnen verbundenen elastischen Fasern reichen nur bis zur Randverdickung des Unterlides. Sonst ist das Bindegewebe des Unterlides von zahlreichen einzelnen elastischen Fasern durchsetzt.

Die Augenhöhle des Vogels enthält somit schon weder Venen- noch Lymphsinuse, ihre mechanische Bedeutung für die Muskelbewegungen macht anderen Einrichtungen Platz: dem Fettgewebe und den elastischen Membranen.

Literaturverzeichnis.

1. ALTMANN, 1879. Über die Verwertbarkeit der Korrosion in der mikr. Anatomie. Arch. f. mikr. Anat. 16.
2. FRANZ, N., 1909. Das Vogelauge. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. 28.
3. GAUPP, E., 1904. Anatomie des Frosches. Abt. 3.
4. HESS, C., 1910. Die Accomodation bei Tauchervögeln. Arch. f. vergl. Ophthalm. 1, 2.
5. HOFFMANN, 1890. Reptilien. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 6 III.
6. HOYER, H., 1905. Über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven. Verh. Anat. Ges.
7. — und UDZIELA, S., 1912. Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem von Salamanderlarven. Gegenbaurs Morph. Jahrb. 44, 3.
8. KRAUSE, R., 1921—23. Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen.
9. KOPSCH, F., 1912. Iris und Corpus ciliare des Reptilienauges nebst Bemerkungen über andere Augenteile. Berlin.
10. LEYDIG, FR., 1853. Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien.
11. LUTHER, A., 1914. Über die vom N. Trigemini versorgte Muskulatur der Amphibien usw. Acta Soc. sc. Fennicae XLIX, 7.

12. MARKOWSKI, 1910. Über den orbitalen Venensinus des Kaninchens. Anat. Anz. 38.
13. MERKANTI, Recherches sur le muscle ciliare des Reptiles. Arch. ital. de Biol. 4.
14. RATHKE, C., 1866. Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile.
15. SCHULZE, F. E., 1892. Skelett, Muskulatur, Blutgefäße, Filterapparat, respiratorische Anhänge und Atembewegungen erwachsener Larven von *Pelobates fuscus*. Abh. Akad. d. Wiss. Berlin. 61.
16. TRETJAKOFF, D., 1926. Die orbitalen Venensinuse der niederen Wirbeltiere. Morphol. Jahrb. LVI, 3.
17. ULBRICH, H., 1910. Die venösen Blutsinuse in der Orbita des Kaninchens. Arch. f. Augenheilkunde, 1, 1.
18. WEBER, MAX, 1877. Über die Nebenorgane des Auges der Reptilien. I. Art. Die Nebenorgane des Auges der einheimischen Lacertidae. Arch. f. Naturg. 43.
19. WYCHGRAM, 1912. Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge. Arch. f. vergl. Ophthalm. 3.

Berichtigung

zu B. HATSCHKE: Studien zur Segmenttheorie des Wirbeltierkopfes. Morph. Jahrb., Bd. 61, Heft 1 und 2.

Von B. HATSCHKE.

In der im Vorjahre von mir im »Morphologischen Jahrbuche« veröffentlichten Arbeit: »Studien zur Segmenttheorie des Wirbeltierkopfes, 4. Mitteilung« ist aus Versehen auf Seite 282—284 eine sinnstörende Bezeichnung enthalten, die hier berichtigt werden soll.

Bei der Entwicklung von *Petromyzon fluviatilis* wird von mir an dem »mandibularen Hyposomit« die Bildung einer »äußeren Schichte« beschrieben. Die platte Außenschichte wird als »orales«, die sackförmige Innenschichte als »velares« Mesoderm bezeichnet. Die letztere Bezeichnung ist zu korrigieren. Wir werden richtigerweise die sackförmige Innenschichte als »oral-velare Innenschichte« des mandibularen Hyposomits zu benennen haben.

Wien, 1. Januar 1930.