



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

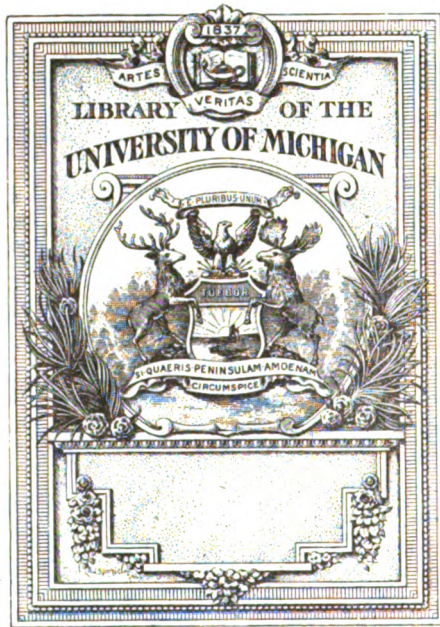
- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

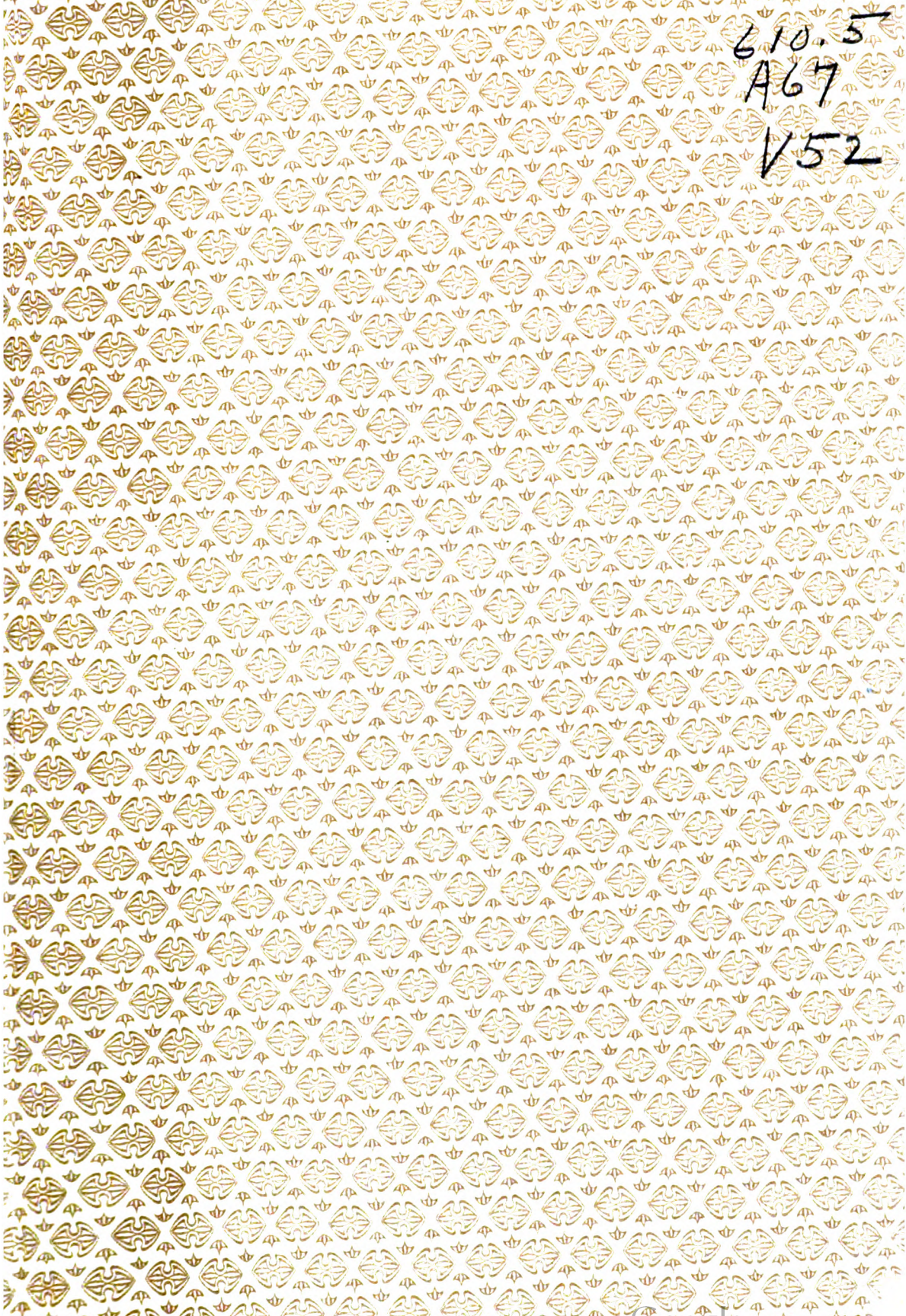
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

B 3 9015 00223 545 8

University of Michigan - BUHR



610.5
A67
V52



ARCHIV FÜR VERGLEICHENDE OPHTHALMOLOGIE

UNTER STÄNDIGER MITARBEIT VON

Prof. ANGELUCCI (Neapel), Prof. AXENFELD (Freiburg i. B.), Prof. BAYER (Wien), Prof. BERNHEIMER (Innsbruck), Prof. CHUN (Leipzig), Prof. EBERLEIN (Berlin), Prof. ELLENBERGER (Dresden), Prof. FRANK (München), Prof. GREEFF (Berlin), Prof. GULLSTRAND (Upsala), Prof. R. v. HERTWIG (München), Prof. v. HESS (München), Prof. HESSE (Berlin), Dr. JESSOP (London), Prof. KOMOTO (Tokio), Prof. LANG (Zürich), Prof. RABL (Leipzig), Prof. RÖMER (Greifswald), Prof. RÜCKERT (München), Prof. SATTLER (Leipzig), Prof. v. SCHLEICH (Tübingen), Prof. SCHLÖSSER (München), Prof. UHTHOFF (Breslau), Prof. H. VIRCHOW (Berlin), Prof. ZIETZSCHMANN (Zürich) und Anderen

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. GUSTAV FREYTAG

PRIVATDOZENTEN FÜR AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

III. JAHRGANG

1912.

MIT 2 MEHRFARBIGEN UND 14 EINFARBIGEN TAFELN,
SOWIE 54 TEXTABBILDUNGEN



LEIPZIG 1913
VERLAG VON S. HIRZEL

Druck von Fischer & Wittig in Leipzig.

Inhalt des dritten Jahrganges.

I. Originalarbeiten.

Buxton, B. H. , Answer to Mr. Gaskell's Note T. III, p. 84	227
Druault, A. , Sur l'accroissement de la capsule du cristallin. Avec une figure dans le texte	279
Franz, V. , Histogenetische Theorie des Glaskörpers. Mit 8 Abbildungen im Text	217
Fritzberg, W. , Beiträge zur Kenntnis des Akkommodationsapparates bei Reptilien. (Aus dem zoologischen Institut der königl. landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin.) Mit 9 Abbildungen im Text	292
Fujita, H. , Regenerationsprozeß der Netzhaut des Tritons und des Frosches. (Aus der Univ.-Augenlinik zu Würzburg.) Mit Tafel XIII—XVI	356
Gaskell, W. H. , Note on Mr. B. H. Buxton's paper „On the Origin of the Vertebrate Eye“, Bd. II, H. 4, 1912	84
Hanke, V. , Die rudimentären Sehorgane einiger Amphibien und Reptilien. Mit Tafel IX und X	323
Ischreyt, G. , Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges. Mit Tafel IV und V und 3 Abbildungen im Text	39
— Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges. Zweiter Beitrag	369
— Zur Morphologie des Auges der Urinatore. Mit 4 Abbildungen im Text	380
Keil, R. , Cyclopie bei einer neugeborenen Katze. Mit 2 Abbildungen im Text	30
Löwenstein, A. , Über Veränderungen der Irisform bei Glaskörperansaugung. (Aus der deutschen Univ.-Augenlinik in Prag.) Mit Tafel VIII	211
Melsner, W. , Über ein spontanes Hornhautgeschwür beim Kaninchen und eine fötale Keratitis beim Meerschweinchen. (Aus der Univ.-Augenlinik zu Königsberg.) Mit Tafel I	11
Menacho, M. , Das Auge der Typhlocirolana aus der Höhle „Dels Hams“ auf der Insel Mallorca. Mit 6 Abbildungen im Text	1
Stilling, J. , Über die Entwicklung des Glaskörperkanals. Mit 2 Abbildungen im Text	290
Uhlenhuth, E. , Der Einfluß des Wirtes auf das transplantierte Amphibienauge. (Die Synchronie der Metamorphose.) Vortrag, gehalten in der morphol.-physiol. Gesellsch. in Wien am 20. Januar 1913. Mit Tafel XI und XII	343
Weve, H. , Über den angeblichen Astigmatismus der Katzenaugen und die Bedeutung der spaltförmigen Pupille (Aus der Univ.-Augenlinik in Würzburg)	77
— Der Lichtsinn von Periophthalmus kolreutheri. Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes der Fische. (Aus der Univ.-Augenlinik in Würzburg)	265
Wychgram, E. , Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge. Mit Tafel II und III und 4 Abbildungen im Text	22
Zietzschmann, O. , Die Orbitalarterien des Pferdes. Mit Tafel VI und VII und 13 Abbildungen im Text. (Aus dem veterinär-anatomischen Institute der Universität Zürich).	129
Ludwig Bach †	128
Druckberichtigung zur Arbeit von G. Ischreyt (III, 1)	228
Notiz (von V. Franz)	456

II. Bibliographie.

- Arisawa, U., 408.
 Attias, G., 106. 107.
 Babor, J., 95.
 Bach, L., 229. 395.
 Bartels, P., 86.
 Barthel 249. 250. 262.
 Basler, A., 95. 409.
 Bauer, V., 409.
 Baumann, C., 411.
 Bericht üb. d. Veterinärwesen
 i. Sachsen 1911, 431.
 Birch-Hirschfeld 448.
 Blatt, P., 411.
 Böhler, F., 107.
 Bonnefon, G., 436.
 Bribach, R., 87.
 Brücke, E. Th. v., 412.
 Brückner, A., 412.
 Bruns, H. D., 255.
 Buxton, B. H., 87.
 Chalupecky, H., 108. 440.
 Clausnizer, Th., 108.
 Coats, G., 252.
 Cords 450. 451.
 Demoll, R., 241.
 Dobkiewicz, L. v., 230.
 Draegert 250.
 Drouet 109.
 Dutoit, A., 109.
 Edridge-Green, F. W., 242.
 413.
 Fischer, F., 96.
 Fontaine 110.
 Frisch, K. v., 414.
 Fritsch, G., 87.
 Gallenga, G., 230.
 Gertz, H., 97. 250. 250.
 Geyer, K., 231.
 Ginzburg, J., 110.
 Göhre 252.
 Goerlitz, M., 127.
 Groenouw 113.
 Grynfeldt, E., 396. 399. 414.
 Guinchau 440.
 Gullstrand, A., 415.
 Günther, K., 231.
 Gutmann, A., 88. 90. 231.
 Halasi, K., 252.
 Hamburger, C., 416.
 Hancock, W. J., 252.
 Henker, O., 114.
 Hertel, E., 114.
 Heß, C., 97. 243. 243. 416.
 Hilbert, R., 99.
 Hilzheimer, M., 99.
 Hindersson 253.
 Hirsch, C., 431.
 Hirsch, J., 397.
 Hofmann, F. B., 104.
 Horowitz 442.
 Howe, L., 255.
 Howland, R., 244.
 Hübner, L., 453.
 Humann 114.
 Igersheimer J., 431. 440.
 Imre jun. 114.
 Inouye, N., 412.
 Kahn, R. H., 419.
 Kammerer, P., 245.
 Kapterew, P., 246.
 Karplus 420.
 Kleczkowski, P., 115.
 Kollock, Ch. W., 255.
 Krauß 405.
 Kreidl 420.
 Kries, v., 99.
 Kriesche, H., 253.
 Krusius, F., 446.
 Kubik, J., 430.
 Kuntschik, F., 253.
 Lacoste, A., 436.
 Langhorn, E., 254. 452.
 Lasareff, P., 420.
 Leber, A., 432.
 Leese 116.
 Lempp 420.
 Lenhossék, M. v., 91.
 Leoz Ortin, G., 254.
 Leplat, G., 400.
 Lindahl 92.
 Löhlein, W., 254.
 Lohmann, W., 433.
 Loiseau 117.
 Löwenstein, A., 441.
 Luna, E., 404.
 Lutz 116.
 Lützkendorf, F., 262.
 Magitot, M. A., 441.
 Manouélian 116. 117.
 Márquez, M., 263.
 Mawas, J., 404.
 Mayer, Siegm., 430.
 Mayhoff, H., 92.
 Menacho, M., 232.
 Merkt 263.
 Mierswa 263.
 Minkowski, M., 421.
 Minor, J. L., 255.
 Mobilio, C., 406. 407. 407.
 Morax 117.
 Motton, J., 255.
 Münch, K., 422.
 Müssemeier 255.
 Nagel, W., 104.
 Nesení, R., 117.
 Nožeiko, B., 397.
 O'Connor, J., 256.
 Ohler 256.
 Oliver, Ch. A., 233.
 Onodi, A., 234.
 Pagenstecher, H. E., 118.
 433.
 Payrou 256.
 Peters, A., 118. 118.
 Poels 118

- Preuß.-sächs. u. württemb. Veterinärbericht, 256.
 Priestley Smith 442.
 Prokopenko, A. P., 103.
 Pütter, O., 398.

 Rhoads, J. N., 248.
 Roy, J. N., 398.
 Ryland, H. L., 246.

 Sachweh, P., 263.
 Salus 447.
 Salzer, F., 119. 257.
 Sattler, G. H., 122.
 Schantyr 122.
 Schanz, F., 424.
 Scheuring, L., 241.
 Schildwächter, J. W., 403.
 Schmidt, Kurt, 234.
 Schnaudigel 450.
 Schneider I, R., 454.
- Schneider II, R., 259.
 Schröder, K., 93.
 Seefelder, R., 122. 229. 395.
 Siegrist 430. 444. 451.
 Sisson, C. O., 125.
 Sivén, V. O., 247.
 Spemann, H., 237.
 Stargardt 260.
 Stilling, J., 248.
 Sustmann 102. 260. 264.
 Swellengrebel, N. H., 125.
 Szily, A. v., 408. 434. 434.

 Tannenberger 261.
 Tertsch 126.
 Theobald, S., 255.
 Thomassen, M. H. J. C., 126.
 Thomson, E., 249.
 Tiffany, B. C., 453.
 Tigerstedt, R., 104.
 Toczyski 446.
- Tretjakoff, D., 238.
 Troester 105.
 Tscherning, M., 102.

 Valude 455.
 Vauthrin 448.
 Verderame 426.
 Veröffentl. a. d. Jahresveterinärbericht, 261.
 Virchow, H., 94.

 Weber 127. 262.
 Wendt 262.
 Wenig, J., 398.
 Wessely, K., 105. 427.
 Wirthl 128.
 Wischnewsky, K., 262.
 Wydler, V., 428.

 Zahn, E., 455.
 Zietzschmann, O., 239.

Das Auge der Typhlocirolana aus der Höhle „dels Hams“ auf der Insel Mallorca¹⁾.

Von

Dr. Manuel Menacho

in Barcelona.

Übersetzung von Dr. Meyer-Waldeck, Rio Grande do Sul.

Mit sechs Abbildungen im Text.

Im Jahre 1903 ging ich mit dem Gedanken um, die Veränderungen zu untersuchen, die sich an den Sehorganen der im Dunkeln lebenden Tiere finden. Zu diesem Zwecke fragte ich bei einigen Kollegen der Insel Mallorca an, um zu erfahren, ob ein Studium der Fauna der auf dieser Insel befindlichen Höhlen möglich wäre und ob man die verschiedenen Tiere, die in den Seen dieser Grotten leben, nicht zur Untersuchung erhalten könne. Diese Arbeit, die für jeden, der sich mit Naturwissenschaft und Biologie beschäftigt, viel Interesse bietet, ist auch für einen Fachmann nicht leicht und ich habe mich daher nicht über die Schwierigkeit gewundert, eine hierzu geeignete Persönlichkeit zu finden. Einige Jahre später erfuhr der Professor der Naturwissenschaften am Seminar zu Palma Dr. Sagristá von meinem Vorhaben, bat mich um Instruktionen und begann seine Untersuchungen Ende Dezember 1909. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meiner Dankbarkeit dem Dr. Sagristá gegenüber Ausdruck zu geben, dessen Mitarbeit ich es zu danken habe, wenn ich Ihnen hier die Früchte der Arbeiten vorführen kann, die in meinem Laboratorium vom Vorstand desselben, Herrn A. Menacho, ausgeführt wurden, wiewohl auch die Kürze der Zeit es nicht gestattet hat, dieselben

¹⁾ Vortrag, gehalten im großen Amphitheater der med. Fakultät zu Buenos Aires am 1. Juni 1910 zu Ehren der „Argentinischen Med. Gesellschaft“ bei Gelegenheit des internationalen Kongresses für Medizin und Hygiene von Dr. Menacho, Mitglied des Ehrenkomitees des Kongresses.

abzuschließen. Wenn die Untersuchungen auch noch fortgesetzt werden müssen, so wollte ich Ihnen die Resultate derselben doch schon bei ihrem jetzigen Stande mitteilen, da sie besonderes Interesse verdienen.

Die Höhlen „Hams“ liegen bei Porto-Christo, unmittelbar in der Nähe der Höhlen „Drach“ und Pirata. Alle drei Höhlen sind sehr schön und haben Seen. Das Wasser dieser Seen ist zwar salzig, aber nicht so stark wie das Meerwasser und steht meines Erachtens nicht mit dem Meere in Verbindung, wofür der Umstand spricht, daß die dort vorhandenen Crustaceen alle blind sind. Wäre eine Verbindung der Seen mit dem Meere vorhanden, so müßte sich doch ein Exemplar mit normalem Sehapparat finden, auch könnte die Degeneration des Organs nicht bis zur Atrophie der Omatidien führen, was man nur verstehen kann, wenn die Tiere in der Höhle geboren und dort verblieben sind.

Die Höhlen der Hams sind noch nicht seit langem entdeckt, und man arbeitet noch daran, sie wegbar zu machen und elektrisch zu beleuchten, um sie für das Publikum zu eröffnen. Bei Gelegenheit dieser Arbeiten wurde Holz hineingebracht, und mit diesem ist vermutlich ein Exemplar einer kleinen Crustacee, „Cochenille der Feuchtigkeit“, hineingekommen. Davon fand man mehrere Exemplare, die jedenfalls in der Höhle zum Leben kamen, da sie vollständig farblos sind. Diese wurden nicht untersucht. In einem der Seen sollten nach Angabe des Besitzers ziemlich viele Crustaceen vorhanden sein, und von diesen sandte man mir einige Exemplare Ende Januar 1910.

Ich will meine Zuhörer nicht mit der Beschreibung der Schwierigkeiten ermüden, die ich zu überwinden hatte und die sich bei dieser Art Arbeit einem entgegenstellen; ich will nur erwähnen, daß die Tiere, die wir untersuchten, uns in Formol, Osmiumsäure, Sublimat usw. zugesandt wurden, bis wir schließlich dazu kamen, die Versendung in dem Wasser des Sees selbst, in dem sie sich finden, zu bewerkstelligen. Diese kamen fast alle lebend und unter günstigen Bedingungen für die Untersuchung an, wenn auch einige von ihnen unterwegs von ihren Gefährten verzehrt wurden.

Die Höhlen der Hams befinden sich wenige Schritte von der Straße, die von Manacor nach Porto-Christo führt, der Eingang 12 m über dem Meeresspiegel und 1600 m vom Strande entfernt. Dicht bei den Höhlen ist ein breiter und tiefer Abgrund, der durch den Zusammensturz einer solchen Höhle entstanden ist. Im Innern der Höhle befinden sich schöne Abteilungen mit verschiedenen Namen: die „kaiserliche Moschee“, „Parnaß“, „Buho“, „die Grotte der Waffen“, „die der Quelle“, „der Garten der Hesperiden“, „die Grotte der Jungfrauen“ (25 m hoch); ferner: „der

höchste Saal“ oder der „der Kletterstalaktiten“, ein reiches Filigran, in dem sich Säulen von 1,75 m Höhe und 4 mm Durchmesser finden und Stalaktiten, die sich in der Höhe von 0,75 und 1,05 m vom Boden verzweigen, wodurch ein außerordentlich schönes Bild entsteht. Am Boden dieses Saales findet sich der versteinerte Körper einer Maus, die jedenfalls dort umgekommen und nun mit dem Felsen eins geworden ist. Außerdem befinden sich dort die Gänge der Antorchen, der Eberzähne, das Tal des Paradieses und phantastische Seen wie der des Acreon, der der Säule und der der verzauberten Stadt (dieser mit einer Oberfläche von 70—100 qm ist derjenige, in dem sich die blinden Crustaceen finden, die für meine Untersuchungen gedient haben).

In der ersten Abteilung dieser Höhlen ist die Temperatur 23° C, in dem Saale der Moschee 17,3°, beim See des Acreon 20,1°, das Wasser desselben hat 19°; der höchste Saal zeigt 22° und das Wasser des Sees der verzauberten Stadt hat 18,8°.

Durch die Herren Sureda wurde eine summarische Analyse des Wassers aus dem See, in dem sich die Crustaceen finden, gemacht, während eine genaue Analyse im Gange ist. Die erstere wurde zu dem Zwecke unternommen, um zu sehen, ob man nach der Zusammensetzung des Wassers entscheiden könne, ob der See mit dem Meere in Verbindung stehe oder nicht, woraus man wieder schließen könnte, ob die gefundenen Crustaceen leicht mit dem Meere in Verbindung treten können oder auf den See der Höhle beschränkt sind. Die Analyse zeigte, daß das Wasser des letzteren 5,808 Chlor und 9,56 Chlornatrium auf 1000 enthält, während das Wasser des Mittelmeeres 17,72 resp. 29,424 auf 1000 aufweist.

Wir können also aus der Analyse den Schluß ziehen, daß der See, in dem die Typhlocirolana sich befindet, nicht mit dem Meere in Verbindung steht oder höchstens vermöge Filtration durch wenig permeablen Boden, der einen großen Teil des Kochsalzes (60%) zurückhält, und daraus müssen wir wieder folgern, daß, wenn sogar das Salz zurückgehalten wird, erst recht ein Durchgang für Tiere von den Dimensionen der Typhlocirolana unmöglich ist.

Wie soll man nun die Anwesenheit der Crustaceen im See erklären? Wir dürfen nicht vergessen, daß in der Nähe der Höhlen der große Abgrund sich befindet, der durch den Einsturz eines Teiles der Höhlen entstanden ist. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Verbindung des Sees mit dem Meere, die ursprünglich einmal bestanden hat, durch seismische Phänomene unterbrochen wurde, die andererseits auch den Zusammensturz eines Teiles der Höhlen bedingten. Sobald die Verbindung aufgehoben war, mußten sich nun die Lebewesen, die im Wasser vorhanden

waren, und nun unter neue Lebensbedingungen gesetzt wurden, diesen anpassen oder zugrunde gehen.

Die Anpassung eines Wesens an neue Lebensbedingungen setzt in demselben anatomische Veränderungen und infolgedessen auch solche in der Funktion der Organe voraus. Wollten wir uns in dies so anziehende und transzendente Problem vertiefen, so müßten wir ein genaues Studium desselben unternehmen, wozu es uns an Zeit gebricht. Wir empfehlen dasselbe daher den Naturforschern und hauptsächlich den Biologen, denn es führt zu so fundamentalen Fragen wie die scheinbare Veränderlichkeit der Arten, die durch die anatomische Unveränderlichkeit der Erzeuger und die Rückkehr zum primitiven Typus, sobald die künstlich hergestellten Bedingungen aufhören, widerlegt wird. Auch durch eine sehr genaue Auslese hat man keine neuen Arten züchten können, denn die erhaltenen Typen degenerieren mit der Zeit, und man muß zu neuer Kreuzung schreiten (was die Techniker mit „frisches Blut zuführen“ bezeichnen), damit sie wieder die künstlich hervorgebrachten Charaktere bekommen. Es wäre daher sehr interessant, die in der Grotte der Hams gefundenen Crustaceen unter gleiche Bedingungen zu bringen wie ihre im Meere lebenden Homologen, um zu sehen, ob sie zu ihrem ursprünglichen Typus in vollständiger anatomo-physiologischer Integrität zurückkehren, wie wir a priori annehmen können.

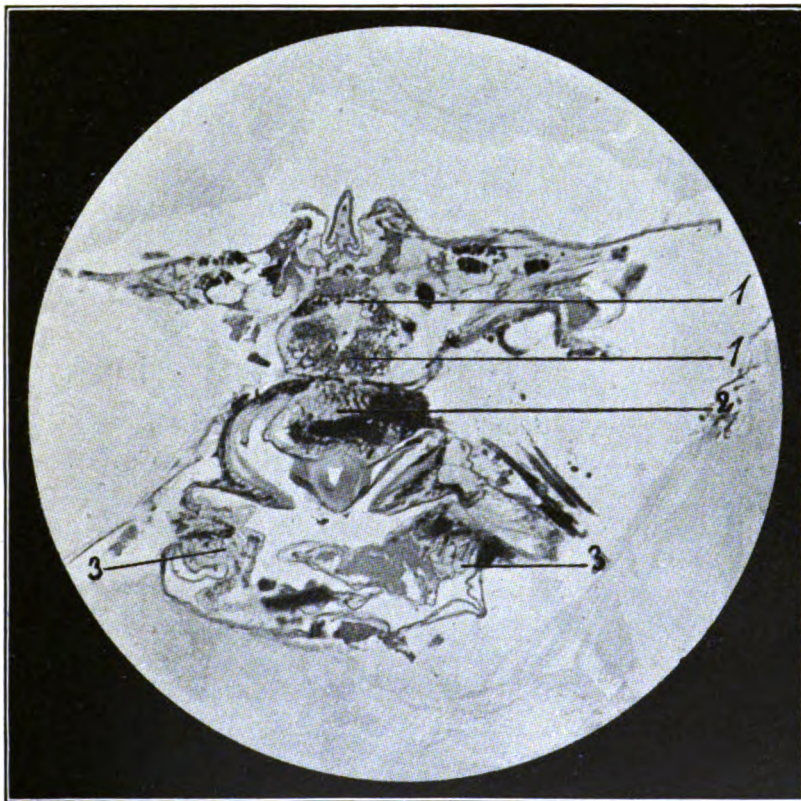
Das Vorhandensein lebender Tiere in den Höhlen ist nichts Neues. Über dieses Thema hat Eigenmann¹⁾ eine Arbeit gemacht, die ich jedoch nicht zur Hand gehabt habe. Aber auch das ist nur ein Anfang, und dies Studium verspricht, reich an wissenschaftlichen Resultaten zu werden.

Meine Absicht ist in dieser Mitteilung die Tatsachen so wiederzugeben, wie sie in meinem Laboratorium gefunden wurden und soweit sie bei der Kürze der Zeit festgestellt werden konnten, indem ich eine vollständige Darstellung auf eine andere Gelegenheit verschiebe.

Die in der Höhle gefundenen Crustaceen gehören zu den Isopoden, Familie der Eurydiciden, Art Typhlocirolana (Racovitza). Ihre Länge beträgt 10 bis 12 mm und äußerlich sieht man keinen Unterschied zwischen ihnen und ihren Homologen, die das Meer bewohnen, als daß sie ganz entfärbt sind. Sie haben seitliche Augen, deren scheinbarer Durchmesser $\frac{1}{3}$ mm beträgt, und die sich als kleine rötlich-schwarze Flecke darstellen.

¹⁾ Eigenmann, „Cave vertebrate of Amerika. A study of degenerative evolution.“ Public. Carnegie-Institution, Washington, 1909.

Die Typhlocirolana hat, wenn sie in normalen Verhältnissen lebt, zwei seitliche, zusammengesetzte, im subepidermalen Parenchym befindliche Augen. Sie bestehen aus einer geringen Anzahl von Omatidien von beträchtlicher Größe, und das ganze Organ ist umgeben von einer dünnen, fibrösen Kapsel. Jede Omatidie besteht aus fünf Sehzellen, die die Retinula bilden, und diese Sehzellen sind in zwei Portionen geteilt, deren Grenze der

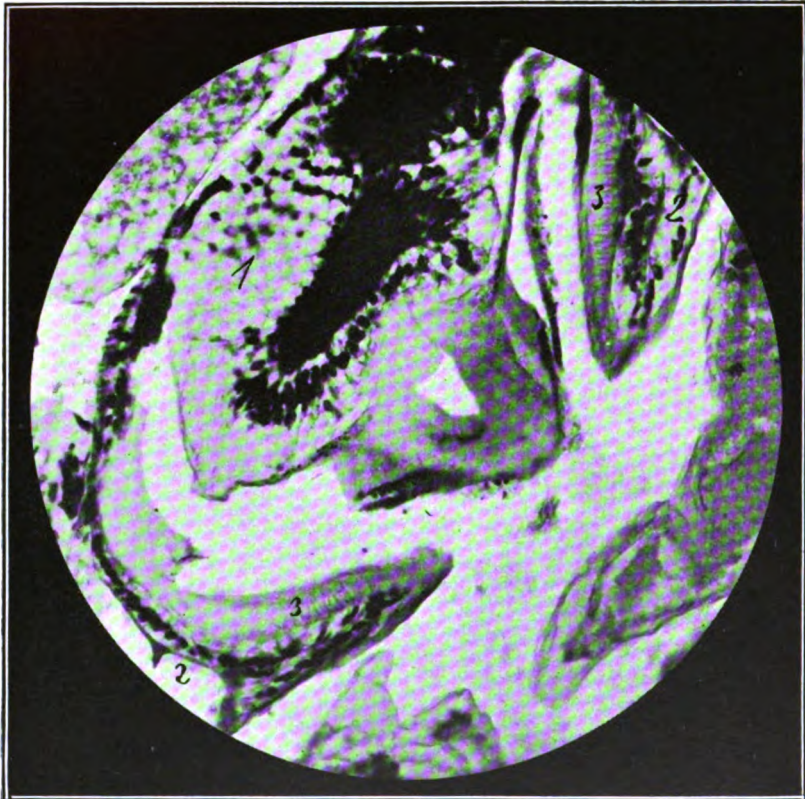


Figur 1.

Durchgangsstelle durch die Öffnungen der Membrana fenestrata entspricht. Die periphere Portion dieser fünf Sehzellen hat eiförmige Gestalt, ist pigmentiert, zeigt Vakuolen und umgibt den Krystallkegel, der aus zwei Segmenten besteht. Das Rhabdom geht durch die Mitte der Retinula und endigt an der Spitze des Krystallkegels. Dem Durchgang durch die Membrana fenestrata entspricht eine enge Stelle der Retinula und hier liegen die Kerne. Die Nervenfasern, die von den Sehzellen ausgehen,

endigen im peripheren Ganglion opticum, welches der Augenkapsel unmittelbar anliegt, und ziehen dann nach einer Kreuzung zum Hirnganglion.

Die Hauptschwierigkeit, die man bei der Untersuchung der Crustaceen zu überwinden hat, besteht in der Entkalkung. Diese bewerkstelligten wir mit Labarraque-Lauge, die aber die zarten Gewebe und besonders das

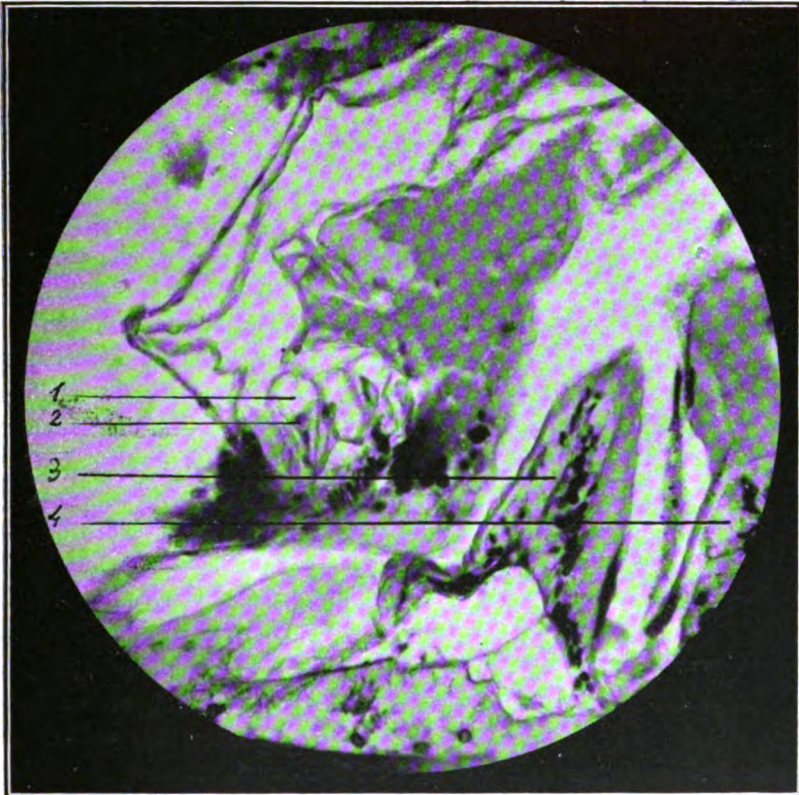


Figur 2.

Nervengewebe immer etwas angreift. Das hauptsächlichste Fixierungsmittel, das wir verwandten, war Osmiumsäure, worauf dann die gewöhnlichen Methoden zur Entwässerung, Aufhellung und Einbettung in Paraffin folgten.

Von den Präparaten wurden drei Mikrophotographien gemacht, an denen man folgendes sieht: Fig. 1 zeigt die Lage des peripheren Ganglion opticum (1) des Auges (2), von dem man einige Omatidien sieht,

und des cerebralen Gangliums (3). In Fig. 2 sieht man das peripherische Ganglion opticum (1) in seinen Details; rechts und links von der Photographie sieht man einen Sporn aus Nervensubstanz (2—3), der meines Erachtens nur ein Präparationsfehler ist, indem die äußeren Schichten des Ganglion opticum sich von den inneren getrennt haben. In Fig. 3 sieht man die charakteristischen Omatidien der Crustaceen (1) mit ihrem



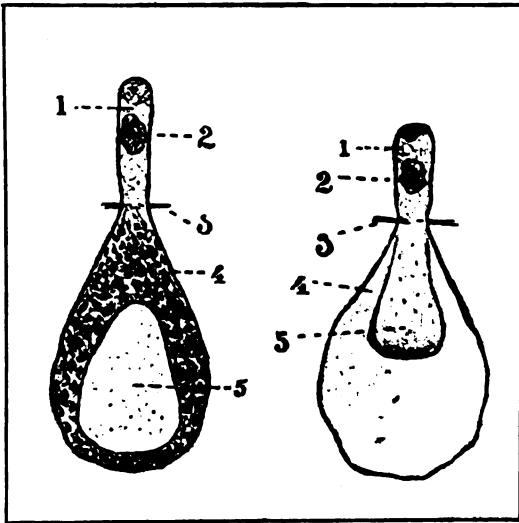
Figur 3.

stark modifizierten Krystallkegel (2) und einen Teil des peripherischen Ganglion opticum (3—4).

Das Bemerkenswerteste, was man an den von uns untersuchten Crustaceen findet, ist die beträchtliche Veränderung, die die Omatidien eingegangen sind, und die wir durch Zeichnungen deutlich zu machen versucht haben, indem wir sie in Fig. 4 in ihrem normalen Zustande, in Fig. 5 so wiedergeben, wie wir sie bei den in der Grotte lebenden Tieren

gefunden haben. Ein Vergleich beider Figuren zeigt uns drei hauptsächlich Unterschiede, die Pigmentation, die Linse und den proximalen Teil der Retinula betreffend. Das Pigment der Omatidien in Fig. 4, wie wir es bei den Tieren finden, die unter normalen Verhältnissen leben, fehlt vollständig bei unseren Untersuchungsobjekten, da es hier, in der Umgebung, in der sie leben, eben nicht nötig ist; denn das Pigment ist das Verteidigungsmittel der Retinaelemente gegen den plötzlichen Wechsel von Licht, der ohne dasselbe phototraumatische Erscheinungen und in deren Gefolge pathologisch-anatomische Veränderungen hervorbringen würde wie wir sie bei Augen sehen, die experimental oder zufällig der Wirkung

einer starken Lichtquelle ausgesetzt wurden. Außerdem ist das Pigment, wie es scheint, bei der Regeneration des Sehpurpurs beteiligt und, da dieser bei Tieren, die in einem absolut dunkeln Mittel leben, unnötig ist, ist auch das Pigment für die Typhlocirolana der Höhlen physiologisch überflüssig.



Figur 4.

Figur 5.

ein atrophisches Organ dar, das in eine hyaline Substanz eingeschlossen ist, in der man mit den stärksten Vergrößerungen und mit homogener Immersion nicht einmal Spuren einer Organisation entdecken kann.

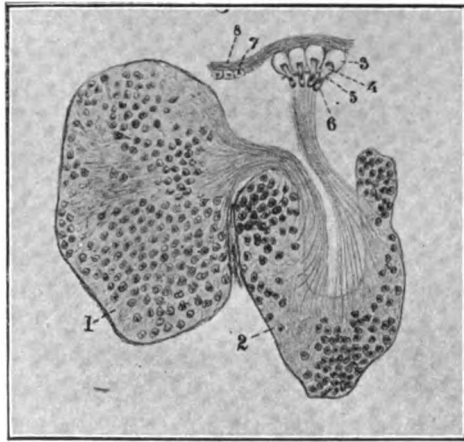
Die proximale Portion der Retinulae der Typhlocirolana der Höhlen ist auch an Volum reduziert und beteiligt sich so am atrophischen Prozeß, den man am ganzen Auge beobachtet.

In Fig. 6 geben wir ein Schema des Sehapparates, wie er sich in unserem Falle darstellt. Dieses zeigt die Atrophie des Sehorgans (zusammengesetztes Auge mit atrophierten Omatidien) und die scheinbare Integrität des peripheren Ganglion opticum, das, wie man in Fig. 2 sehen kann, in seinen Dimensionen nicht so bedeutende Veränderungen erlitten

hat, wie die peripheren Sehelemente. Was das cerebrale Ganglion opticum betrifft, so wäre eine Atrophie desselben nicht gerechtfertigt.

Nach unseren Untersuchungen glauben wir zu der Behauptung berechtigt zu sein, daß der Gammarus, der in der Höhle der Hams gefunden wurde, zu derselben Art gehört, wie derjenige, der im Meere lebt, daß er aber infolge des Aufenthaltes in einem nicht für ihn bestimmten Mittel ein anatomisch und physiologisch degeneriertes Sehorgan darbietet. Es ist möglich, daß wir bei Fortsetzung unserer Untersuchungen die Tastorgane mehr entwickelt finden werden, denn da die Sinnesorgane diejenigen sind, durch die wir mit der Außenwelt in Verbindung treten, so muß, wenn eines derselben atrophiert, teilweise durch die anderen eine Vertretung stattfinden.

Wir finden bei einigen Wirbellosen, z. B. Würmern, von denen die Individuen derselben Familie unter sehr verschiedenen Bedingungen leben, daß die, die frei im Wasser leben, entwickeltere Sinnesorgane haben, als die, welche in der Erde oder im Schlamm leben; und die, welche ein reines Parasitenleben führen, verfügen nur über Tastorgane; aber im Larvenstadium haben sie doch sämtliche Sinnesorgane, denn die Rückbildung betrifft nur das ausgewachsene Tier.



Figur 6.

Es kommt auch bei einigen Wirbeltieren, die während Generationen in Höhlen wohnen, vor, daß unter dem Einfluß dieser Ursache anfangs Zeichen verlangsamer Entwicklung des Sehorgans und in den späteren Generationen vollständige Atrophie desselben eintritt; ontogenetisch hört die Entwicklung der verschiedenen Teile des Organs auf, sobald dasselbe phylogenetisch aufhört nützlich zu sein. Trotzdem kann man bei embryologischer Untersuchung wie z. B. bei der Larve von Typhlotriton (ein in den Höhlen des Minuri lebendes Amphibium) beobachten, daß das Auge (d. h. das der Larve) normal ist, während nach der Metamorphose seine Degeneration einsetzt. Diese Degeneration ist also weder primitiv noch ererbt, sondern funktionell bedingt, und daher ist es folgerichtig, daß das

Auge seine primitive Struktur wieder gewinnt, sobald die abnormen Bedingungen aufhören, und das Tier wieder in die Umgebung zurückkehrt, für die es organisiert ist.

Wenn man diese Tatsachen, die durch die Beobachtung bewiesen sind, festhält, erklärt sich die Atrophie der Omatidien in dem Auge der Typhlocirolana aus den Höhlen der Hams, die in meinem Laboratorium gefunden wurde.

Diese Tatsache legt uns verschiedene Fragen vor, die zu erörtern wären, so die Untersuchung der Entwicklung seiner Tastelemente und zwar, ob diese ein Alarmsystem darstellen wie bei jenen Tieren, die keine differenzierten Sehorgane oder Sehelemente haben und die trotzdem auf mechanische und chemische Reize und sogar auf Licht empfindlich sind, das vielleicht infolge chemischer Reaktionen oder rein mechanischer Reize auf sie wirkt, möglicherweise analog mit den chemischen Erscheinungen in der Retina und der Sehsphäre des Gehirns, wie sie Angelucci und andere beobachtet haben.

Abgesehen von der Sehfunktion, wird die Abwesenheit des Reizes des Lichtes den Zellenmetabolismus modifizieren müssen. Den Beweis hierfür zu führen, wäre die Aufgabe eines sehr interessanten Studiums, ebenso interessant wie die vollständige anatomische Untersuchung der Typhlocirolana, die noch andere wichtige Einzelheiten ergeben kann. Dieser Untersuchung hat die seiner Entwicklungsgeschichte zu folgen und schließlich zur Vervollständigung der Versuch, die degenerierten Individuen wieder unter Lebensbedingungen zu setzen, für die sie organisiert sind, um zu sehen, ob sie wieder ihre ursprünglichen Attribute erwerben und die frühere organische Integrität wieder erhalten.

Aus unseren Untersuchungen ziehen wir folgende **Schlußfolgerungen**:

In den Höhlen der Hams auf der Insel Mallorca lebt eine Varietät der Typhlocirolana, die wir Typhlocirolana Bulli (Pujiula) nennen, dessen zusammengesetzte Augen vollständig pigmentlose Omatidien haben, deren Krystallkegel ganz und deren proximale Portion der Retinula zum Teil atrophiert ist, Veränderungen, die anzeigen, daß sein Sehorgan nicht zur Ausübung seiner Funktion geeignet ist. Dieser Zustand und die ihn bedingenden anatomischen Veränderungen sind die Folgen der Abwesenheit des natürlichen Reizes (des Lichtes) für das Sehorgan.

[Aus der Universitäts-Augenklinik zu Königsberg. Direktor: Prof. E. Krückmann.]

Über ein spontanes Hornhautgeschwür beim Kaninchen und eine fötale Keratitis beim Meerschweinchen.

Von

Dr. Wilhelm Meisner,
Assistenten der Klinik.

Hierzu Tafel I.

Vom hiesigen pathologischen Institut wurde mir ein ca. vier Wochen altes schwächliches Kaninchen zugeschickt, das auf dem einen Auge ein Ulcus corneae hatte. Ich bin Herrn Privatdozenten Dr. Stumpf für die freundliche Überlassung des Tieres zu Dank verpflichtet.

Über die Entstehung der Affektion war nichts zu erfahren; jedenfalls hatte keine künstliche Infektion des Tieres stattgefunden, es war nicht mit anderen infizierten Versuchstieren zusammen gewesen und auch selbst noch gar nicht zu experimentellen Zwecken gebraucht worden. Während das linke Auge normal erschien, war das rechte pericorneal injiziert, die Conjunctiven waren nur schwach gerötet, Sekretion war kaum vorhanden. Die Hornhaut wies zentral einen etwa ein Viertel ihrer Oberfläche einnehmenden geschwürigen Defekt des Epithels auf. Die graue Trübung ging dort etwas in die Tiefe und breitete sich auch peripher noch etwas über die Grenzen des Ulcus hin aus, so daß die Ränder unterminiert waren. Iris und Pupille waren normal, der Hintergrund nicht zu erkennen. Das Auge wurde unter Chloroform enukleiert; bei der Narkose starb das Tier.

Beide Augen wurden in Zenker fixiert, Alkoholnachsättigung, Celloidin-einbettung. Horizontale Serienschnitte.

Anatomischer Befund.

Das linke Auge war normal.

Das rechte zeigte sehr instructive Bilder eines Ulcus corneae (Fig. 1).

Hornhaut. Das Epithel ist am Rande der Hornhaut gut erhalten, zentral dagegen besteht ein Defekt, der die ganze Dicke desselben durchsetzt. Nekrotisches Gewebe quillt hier über das normale Niveau hervor. Die ganze Hornhaut ist in dem Bereich des Geschwürs nicht unbeträchtlich verdickt. Von normaler Beschaffenheit erscheint die Cornealsubstanz dort nur in den hintersten Schichten, ihre vorderen drei Viertel sind völlig zerstört und bestehen, abgesehen von dem nekrotisierten Grundgewebe, aus dichten Massen von Eiterzellen. Die Infiltration mit polynukleären Leukocyten ist auch noch eine gewisse Strecke weit in der Umgebung des Geschwürs zwischen den normal gebliebenen Hornhautlamellen zu erkennen. Die Hornhautkörperchen sind dort vermehrt, es ist eine reiche Gefäßentwicklung vorhanden. Peripherwärts nimmt Zellinfiltration und Vaskularisation ab, um dann am Limbus nochmals wieder stärker hervorzutreten. Ferner sieht man entsprechend der Lage des Geschwürs eine starke Ansammlung von Leukocyten hinter der Descemet. Das Hornhautendothel ist gewuchert, weist mehrere Zellagen auf und ist etwa in der Ausdehnung des Geschwürs, und zwar hinter seinem Zentrum am stärksten, von der Descemet abgehoben. Den in dieser Weise entstehenden im Durchschnitt spindelförmig sich darstellenden Zwischenraum füllen die Leukocyten aus, die namentlich nach der Descemet zu in mehreren Reihen dicht hinter- und nebeneinander liegen. Augenscheinlich kommen sie aus der Vorderkammer und streben dem Geschwür zu. Sie haben das Endothel durchsetzt — man findet sie dort zwischen den Zellen — und stauen sich nun an den fest und dicht gefügten Bollwerk der elastischen Membran, die ihrem weiteren Vordringen einen nicht leicht zu überwindenden Widerstand entgegengesetzt. In der Vorderkammer finden sich vereinzelte Eiterkörperchen. Sie haben sich neben der eben beschriebenen Stelle, die sich flach an der Hinterwand der Cornea vorwölbt, zu einem Hypopyon zusammengeballt. In diesem finden sich außer den bekannten polynukleären Leukocyten, die seine Hauptmasse ausmachen, eine Anzahl von etwa vier- bis fünfmal so großen Zellen mit großem, blassem Kern und zahlreichen Einschlüssen, augenscheinlich Kernfragmenten. Ähnliches sieht man z. B. in den Leberschen Zellen der Trachomkörner.

Die Bindehaut zeigt eine geringe kleinzellige Infiltration unter dem Epithel. Der Kammerwinkel ist frei, an einzelnen Schnitten finden sich einige Leukocyten.

Die Iris ist bis auf eine in mäßigen Grenzen sich haltende, besonders die vorderen Schichten und die Wurzel einnehmende Durchwanderung von Leukocyten normal. Diese bemerkt man auch in geringer Zahl zwischen den Ciliarfortsätzen. Eine Synechie ist nirgends zu entdecken.

Linse, Glaskörper, Netz-, Ader- und Lederhaut sind normal.

Bakteriologischer Befund.

Zu Lebzeiten des Tieres fand ich in dem Material, das ich vorsichtig mit dem Platinspatel von der Geschwüroberfläche entnahm, ein zartes, 0,6—0,8 μ kleines gramnegatives Stäbchen in Reinkultur. Dasselbe war, wenn auch spärlich, in Präparaten vom Bindehautabstrich sichtbar. Im hängenden Tropfen war es unbeweglich. Kulturell zeigte es folgendes Verhalten:

Auf Agar, Serum und Blutagar üppiges Wachstum in flachen, schmutzigen Kolonien von Stecknadelkopf- bis Linsengröße. Sie waren leicht schleimig und hatten Neigung, ineinanderzuffießen; keine Hämolyse.

Bouillon: Leichte Trübung und zäher, schleimiger Bodensatz.

Gelatinestich: Zartes Wachstum am Stichkanal entlang, nach mehreren Tagen keine Verflüssigung der Gelatine.

Traubenzuckeragar keine Gasbildung.

Milch nicht koaguliert.

Anaërob (Agar. Schüttelkultur) kein Wachstum.

Kartoffel ebenfalls nicht.

Tierversuch: In den Bindehautsack der Kaninchen gebracht vermag der Bazillus keine Conjunctivitis oder Keratitis zu erzeugen. Bei Skarifikation oder Bildung einer Tasche in der Cornea des Kaninchens erzielte ich Infiltrate, die aber in zwei bis drei Tagen abheilten. Zur Bildung eines in die Tiefe oder flächenhaft fortschreitenden Geschwürs kam es in keinem Falle.

Subkutan einem Kaninchen appliziert erzeugt der Mikroorganismus einen eitrigen Abszeß, der die Stäbchen in Reinkultur enthielt. Nach Eröffnung heilte die Affektion aus, wobei das Tier zwar an Gewicht abnahm, aber am Leben blieb.

Im Schnitt durchs Auge konnte ich sichtbare Bazillen nicht mehr nachweisen, was nicht weiter wundernehmen kann, da die ganze Methode der Fixierung und Einbettung hierfür nicht geeignet war, und da auch die fehlende Färbbarkeit nach Gram ihr Auffinden erschwerte.

Was die Klassifikation dieser Mikroorganismen anlangt, so bin ich am ehesten geneigt, sie in die Gruppe der hämorrhagischen Septikämie (Kruse in Flügges „Mikroorganismen“) einzureihen, einer Gruppe, die dem Typus des Bacillus coli und typhi nahesteht. Kruse definiert sie folgendermaßen: „Mittelgroße und kleine Bazillen, meist kurze Stäbchen, die isoliert sind, keine Sporen bilden, sich nicht nach Gram färben, leicht auf den gewöhnlichen Nährböden zu züchten sind, als fakultative Anaerobier wachsen, Gelatine nicht verflüssigen.“ Zu ihr rechnet er die Erreger mehrerer bei Tieren vorkommenden Erkrankungen, die sich morphologisch und kulturell mit Sicherheit im einzelnen wohl nicht immer unterscheiden lassen, den Bazillus des Mäusetyphus, den Bacillus sui-

pestifer, *Bacillus cuniculicida* (Kaninchenseptikämie), *Bacillus cholerae gallinarum*, *Bacillus cuniculicida immobilis*, *Bacillus cuniculi pneumonicus* u. a. m.

Ob die hier aufgezählten Formen alle spezifischen Wert haben, ist sehr zweifelhaft, in manchen Fällen wird es sich wohl nur um vorübergehende Anpassungen an verschiedene Tiere handeln (vgl. Hühnercholera, Kruse loco cit.).

Um einen der letzterwähnten (*Bacillus cuniculicida immobilis* oder *cuniculi pneumonicus*) dürfte es sich in unserem Falle gehandelt haben. Wie ich auch bei darauf gerichteter Erkundigung erfuhr, waren im Tierstalle des pathologischen Instituts kurze Zeit vor der Erkrankung des von mir untersuchten Kaninchens einige Tiere an Brustseuche eingegangen. Bei der Sektion des hier beschriebenen Falles fanden sich allerdings keine auf dies Leiden hindeutenden Symptome, und es ist daher wohl möglich, daß der Herd am Auge der einzige des ganzen Körpers gewesen ist. Wohl aber befand sich das Tier, wie erwähnt, in sehr schlechtem Ernährungszustande. Hierin findet vermutlich auch die Tatsache ihre Erklärung, daß die Infektion bei ihm zu einem so schweren Geschwür der Hornhaut geführt hatte, während es bei Kontrolltieren nur zu spontan ausheilenden Hornhautinfiltraten bzw. subkutanen Abszessen kam, dem Bazillus also wohl nicht sehr virulente Eigenschaften zugesprochen werden konnten.

Einen in vielen Punkten analogen Fall von Hornhautgeschwür beim Kaninchen beschreibt Schmeichler (1). Er fand dabei auch einen Mikroorganismus, der dem hier erwähnten sehr ähnlich gewesen zu sein scheint, wahrscheinlich mit ihm identisch ist. Es handelte sich um ein spontan entstandenes *Ulcus corneae serpens* mit lebhafter eitrigiger Sekretion von seiten der *Conjunctiva*. Im Hornhautgeschwür sowie im Bindehauteiter wurde ein zartes gram-negatives Stäbchen entdeckt, das sich auch kulturell durchaus analog dem von mir soeben beschriebenen verhielt. Der einzige Unterschied, soweit ich bemerken kann, besteht darin, daß die Bakterien langsame Eigenbewegung zeigten, „es gelingt nur bei großer Geduld, das Weiterwandern durch das Gesichtsfeld bis zum Verschwinden aus demselben zu verfolgen“. Ich habe die Arbeit erst später bei Durchmusterung der Literatur gefunden, so daß mir möglicherweise eine so langsame Beweglichkeit entgangen ist, wenn ich dies auch nicht für wahrscheinlich halte. Den von mir obengenannten Mikroorganismen fehlt allerdings auch jede Eigenbewegung.

Interessant war in dem Schmeichlerschen Befund vor allem der Umstand, daß der Erreger bei experimenteller Applikation mit großer

Regelmäßigkeit bei Infektion der verletzten Hornhaut ein Geschwür auf ihr hervorrief, daß er aber für den Bindehautsack sowie den übrigen Organismus des Kaninchens nicht pathogen war. Auf die menschliche Conjunctiva gebracht, bewirkte er nach sechs bis acht Stunden eine heftige Bindehautentzündung mit Lidödem, mäßiger Chemose und episcleraler Injektion, nach 24 Stunden waren alle Erscheinungen geschwunden. Schmeichler reihte ihn in die Gruppe der Pseudoinfluenzabazillen ein, vielleicht hat er sich durch die fehlende Virulenz für den Gesamtorganismus des Kaninchens bewogen gefühlt, ihn nicht zur Kaninchen-seuche zu rechnen, was mir trotzdem näher zu liegen scheint und wofür auch die kulturellen Eigenschaften sprechen. Für eine in breiten Graden schwankende Virulenz einer und derselben Spezies bietet uns ja die menschliche Pathologie Beispiele genug. Es liegt nahe, gerade hier auf die enormen Unterschiede in der Virulenz des Pneumokokkus hinzuweisen, die wir beim *Ulcus serpens* finden und die wir sicher als eine Ursache für die klinisch so wechselnde Schwere der Erkrankung ansehen können. Wir haben bei *Ulcus serpens*-Stämmen Schwankungen der Mäusevirulenz von 0,1 bis 0,0001 cem Pferdeserumbouillonkultur beobachtet (vgl. dazu auch Römers Monographie [2]).

Ferner ist es eine bekannte Tatsache, daß ein *Ulcus serpens* bei älteren oder dekrepiden Leuten stets Neigung hat, bösartig zu verlaufen, wengleich sich der Pneumokokkenstamm im Tierversuch nicht übermäßig virulent erweist. So sehen wir auch hier, daß derselbe Bakterienstamm bei dem untersuchten schwächlichen Tier ein schweres Geschwür hervorgerufen hat, während er sich in Impfversuchen an anderen gesunden Tieren als nicht sehr virulent erwies.

Der Vergleich des hier beschriebenen Hornhautgeschwürs beim Kaninchen mit dem Pneumokokkenulcus des Menschen ist auch aus dem Grunde gerechtfertigt, weil beide Male ein Erreger im Spiele ist, der auch für den Gesamtorganismus des Menschen wie des Tieres in ähnlicher Weise pathogen ist, ja der in dieser Beziehung erst seine größte Bedeutung hat. Der hier beschriebene Erreger des Hornhautulcus beim Kaninchen ruft meist bei den Tieren eine ansteckende pneumonieähnliche Erkrankung hervor. Freilich scheint es, daß der Pneumokokkus viel öfter zu geschwürigen Prozessen am Auge des Menschen führt, als der Bazillus der Kaninchenbrustseuche an dem seines Wirtstieres. Mir ist außer dem hier beschriebenen Fall nur der Schmeichlersche bekannt, doch wäre es ja möglich, daß bei darauf gerichteter Aufmerksamkeit ein öfteres Vorkommen gefunden würde. Endlich erscheint mir auch der pathologisch-anatomische Befund eines gewissen Interesses nicht zu entbehren, da es aus begreif-

lichen Gründen selten bei menschlichen Augen auf dem Höhepunkt der Hornhautentzündung zur Enukleation kommt.

Im folgenden will ich im Anschluß an die soeben beschriebene Erkrankung der Hornhautoberfläche kurz eine angeborene Keratitis interstitialis beim Meerschweinchen besprechen.

Herr Professor Krückmann sah gelegentlich eines Besuches im Tierstall der medizinischen Klinik zwei vor drei Tagen geworfene Meerschweinchen mit getrübter Cornea. Nach Aussage des dortigen Herrn Kollegen Privatdozenten Dr. Lippmann waren die Trübungen der Hornhaut schon bei der Geburt zu bemerken gewesen. Eine Conjunctivitis war aber nicht zu konstatieren. Mein Chef überbrachte mir die lebenswarmen, in Formalin geworfenen Köpfe zur histologischen Untersuchung. Beiden Herren sage ich auch hier meinen besten Dank.

Die Meerschweinchen waren sehr schwächlich gewesen, was in der Klinik darauf zurückgeführt wurde, daß dem Bestand an Meerschweinchen schon mehrere Jahre kein frisches Blut zugeführt war, so daß schon durch viele Generationen Inzucht herrschte. Die Augen wurden in Alkohol gehärtet, in Celloidin eingebettet und in horizontale Serienschnitte zerlegt. Die mikroskopische Untersuchung ergab bei allen vier Augen etwa denselben pathologischen Befund, der nur in verschieden starkem Grade ausgeprägt war. Ich will das Ergebnis daher im Zusammenhange kurz besprechen.

Die Bindehaut weist nur an der Nachbarschaft des Limbus eine mäßig starke, kleinzellige Infiltration der subepithelialen Schichten und eine Erweiterung der Blutgefäße auf.

Hornhaut: Ich werde, um Wiederholungen zu vermeiden, nur das am wenigsten und das am stärksten erkrankte Auge beschreiben.

In dem am wenigsten veränderten Auge, wo der Krankheitsprozeß noch am jüngsten zu sein scheint, ist das Epithel völlig normal und überzieht die Cornea ohne Unterbrechung. Ebenso ist die Bowmansche Membran überall intakt.

In den obersten Schichten der Substantia propria findet sich an zwei voneinander unabhängigen Stellen eine herdförmige Ansammlung von meist polynukleären Leukocyten. Durch sie werden die dort gequollenen und schlecht gefärbten Cornealamellen auseinander gedrängt. In ihrer Umgebung erscheint die Cornealsubstanz wieder normal, wenn wir auch zwischen ihren Blättern eine deutlich vermehrte Anzahl von Wanderzellen bemerken können. Diese nimmt proportional der Entfernung von den Herden ab, um am Limbus sich wieder zu vergrößern. Von hier aus wachsen zahlreiche junge Blutgefäße mit begleitendem Bindegewebe in die Hornhaut ein. Auch die hintersten Schichten der Cornea sind bis auf eine Vermehrung der Wanderzellen normal.

Die Descemetische Membran und ihr Endothel sind vollständig und unverändert erhalten.

In dem am stärksten erkrankten Auge sind die pathologischen Veränderungen der Hornhaut weit ausgesprochener. Es findet sich Gefäßentwicklung und Bindegewebeinsprossung vom Limbus her. Wir sehen in diesem Bulbus die Hornhaut in ihrer Mitte stark verdickt und in toto infiltriert. Zentral und zwar subepithelial besteht ein Krankheitsherd, der sich in der Fläche auf fast ein Drittel, in der Tiefe nicht ganz auf die Hälfte der Cornea erstreckt. Er besteht aus zahlreichen polynukleären Leukocyten; die Grundsubstanz ist im Zentrum dieses Herdes völlig zerstört, an seiner Peripherie überwiegt die einfache Infiltration ohne nachweisbare Nekrose (cf. Fig. 2). Die Descemet und ihr Endothel sind erhalten, aber die Bowmansche Membran ist zugrunde gegangen und das Epithel ist kernlos und schlecht gefärbt. An der Grenze zum Gesunden hin hat eine Perforation nach außen stattgefunden, in der Öffnung sieht man Leukocyten und nekrotische Massen (bei A). Aus der Beschaffenheit des Epithels kann man vermuten, daß es in kurzer Zeit, soweit es abgestorben war, abgestoßen worden wäre, so daß sekundär ein Ulcus corneae entstanden wäre.

Die beiden anderen Augen weisen ähnliche Prozesse auf, die in ihrer Schwere die Mitte zwischen den eben beschriebenen Bulbis halten. Charakteristisch ist vor allem in jedem Falle der Sitz des Prozesses in der Substantia propria corneae, und zwar in ihren oberflächlichen Schichten.

In der Vorderkammer finden sich Eiterkörperchen und Fibrin, je nach dem Grade der Hornhautveränderungen in größerer oder geringerer Menge.

Der Kammerwinkel und der vordere Teil des Ciliarkörpers sind ebenso wie die Iris stark mit Leukocyten infiltriert. Stellenweise ist die Kammerbucht ganz vollgepfropft damit. Bei dreien von den vier Augen liegt die Iris der Hornhaut dicht an. Dazwischen befinden sich zahlreiche Eiterkörperchen und ausgewanderte Pigmentzellen. Eine ausgeprägte herdförmige oder flächenhafte Verwachsung ist aber nirgends zu konstatieren.

Die übrigen Gewebe des Auges sind normal, insonderheit wurden keine Mißbildungen gefunden.

Mikroorganismen konnten im Schnitt nicht gefunden werden (Gram, Methyleneblau und Giemsa-Färbung).

Wie sind diese Befunde zu beurteilen?

Es handelt sich, wie aus den anatomischen Bildern, insonderheit aus der starken Durchsetzung der Hornhäute mit Eiterkörperchen, der Vaskularisation und der Bindegewebsneubildung hervorgeht, jedenfalls um einen entzündlichen Vorgang.

Die weitere wichtige Frage betrifft nun den Zeitpunkt, in den der

Beginn des entzündlichen Prozesses zu verlegen ist. Es ließ sich mit Sicherheit feststellen, daß die Hornhäute schon unmittelbar nach der Geburt eine Trübung aufwiesen. Der Anfang ihrer Erkrankung muß also in die Fötalzeit zurückgehen. Diese Annahme wird vollwertig bestätigt durch die anatomische Untersuchung. Es ist ausgeschlossen, daß eine innerhalb der ersten drei Lebenstage erfolgte Infektion solche Bilder zeitigen kann, selbst wenn sie während oder unmittelbar nach der Geburt stattgefunden hat. Fötale Augenentzündungen beim Menschen gehören aber zu den großen Seltenheiten. Nicht alle, die bis jetzt als solche beschrieben sind, haben einer späteren Kritik standhalten können. Wir wissen besonders dank den Arbeiten von Peters (3, 4) und Seefelder (5, 6, 7), daß nicht jede angeborene Hornhauttrübung, selbst nicht ein Staphyloem auf eine fötale Entzündung zurückgeführt werden muß, sondern daß ein großer Teil dieser angeborenen Hornhautanomalien seine Entstehung einer ganz speziellen Entwicklungshemmung verdankt. Allerdings kann aus dem makroskopischen Aussehen und der klinischen Beobachtung des Verlaufes die Ätiologie einer Hornhauttrübung nicht immer mit Sicherheit erschlossen werden. Dagegen gestattet die mikroskopische Untersuchung, falls sie in derartigen Fällen möglich ist, eine sichere Beurteilung. Ich habe selber einen Beitrag hierzu liefern können (9). Für eine nicht durch Entzündung entstandene Mißbildung würde neben dem Fehlen entzündlicher Residuen sprechen ein zentral gelegener Defekt an der Descemet und den hinteren Lagen der Substantia propria corneae, sowie das Vorhandensein von Gefäßen und embryonalem Gewebe in der ganzen Hornhaut. Weiter können noch andere eventuell gleichzeitig vorhandene Anomalien in Kammerbucht, Linse und Uvea, deren entzündliche Genese auszuschließen ist, in diesem Sinne verwertet werden. Außerdem ist diese Entwicklungsstörung der Hornhaut meist doppelseitig und symmetrisch. Von all diesem finden wir in den hier beschriebenen Augen nichts, mit Ausnahme der Doppelseitigkeit, die aber auch bei sicher entzündlichen Augenleiden nicht selten beobachtet wird (Keratitis parenchymatosa, scrophulosa, manche Formen von Iritis und Chorioiditis).

Peters (3) läßt als sichere fötale Hornhautentzündung nur einige von Seefelder (loc. cit.) sowie zwei von Reis (10) beschriebene Fälle gelten. Es handelte sich in den Fällen des ersten Autors, soweit eine anatomische Untersuchung stattgefunden hat (7), um parenchymatöse Entzündung der Cornea mit Beteiligung der Iris bei einem acht- und siebenmonatigen Fötus. In einem dieser Fälle war das Epithel sekundär beteiligt durch Auflockerung und entzündliches Oedem, im anderen war es normal, so daß eine ektogene Entstehung des Prozesses ausgeschlossen ist.

Dagegen zeigten sich zwischen den oberflächlich gelegenen Hornhautlamellen eine Vermehrung der fixen Hornhautzellen und eine Infiltration mit gelapptkernigen Leukocyten nebst ihren Zerfallsprodukten. Gefäßentwicklung fehlte völlig. Bakterien wurden nicht gefunden, so daß Seefelder an die Möglichkeit einer Toxinwirkung denkt. In einem Falle lag es nahe, eine mütterliche Tbc. pulmonum verantwortlich zu machen; allerdings ohne daß es dafür einen strikten Beweis gegeben hätte; der andere blieb ätiologisch ganz ungeklärt. Für Lues lag beide Male kein Anhaltspunkt vor. Eine weitere Beschreibung betraf ein Staphyloin, auf das ich, da es weniger mit meinem Fall in Parallele zu setzen ist, nicht weiter eingehe.

In dem ersten Falle von Reis handelte es sich um eine ringförmige Trübung in der Peripherie bzw. um einzelne zentrale Trübungsherde in der Substantia propria corneae eines Fötus etwa vom Ende des achten Schwangerschaftsmonats. Die Mutter war vor einundeinhalb Jahrenluetisch infiziert. Mikroskopisch erwies sich das Hornhautepithel entsprechend der Hornhauttrübung sehr unregelmäßig, aus platten Zellen bestehend, zum Teil degeneriert, so daß der Autor annahm, es sei stellenweise nekrotisch gewesen und wieder regeneriert. In der Substantia propria waren in der klinisch getrübt erschienenen Partie die Lamellen gequollen und nicht sehr deutlich färbbar. Es bestand eine starke leukocytäre Infiltration und daneben eine Wucherung der fixen Hornhautkörperchen, dazwischen lagen nekrotische Partien, Spirochäten oder sonstige Mikroorganismen wurden nicht gefunden. In der Vorderkammer fand sich ein fibrinös-zelliges Exsudat, Iris und Ciliarkörper zeigten nur leichte, entzündliche Erscheinungen. Am übrigen Körper waren ausgesprochene Zeichen einer hereditären Lues vorhanden. Als Entstehungsursache nimmt Reis eine Schädigung durch eine im Fruchtwasser enthaltene Noxe an. Während Peters (3) die Reissche Erklärung akzeptiert, sind Hippel (11) und Seefelder (7) anderer Ansicht und führen die Veränderungen auf eine endogene Infektion mit dem Lueserreger zurück.

Der zweite Reissche Fall bestand in einer ätiologisch unklaren parenchymatösen Keratitis. Die anatomische Untersuchung ergab eine Wucherung fixer Hornhautkörperchen und eine Infiltration mit Leukocyten in den oberflächlichen Hornhautlagen. Die Entstehung war jedenfalls eine endogene.

Mit diesen bisher beschriebenen fötalen Hornhautentzündungen beim Menschen, besonders mit den Fällen Seefelders und dem zweiten von Reis haben die von mir beschriebenen die Art und die Lokalisation des entzündlichen Prozesses gemeinsam. Dieser zeichnet sich aber durch bedeu-

tend größere Intensität und durch eine deutliche abgegrenzte Herdbildung aus, wie sich aus dem Vergleiche der Abbildungen der oben genannten Autoren, mit meiner Figur 2 ergibt. Ich glaube deshalb auch nicht, daß hier reine Toxinwirkung im Spiele sein kann, sondern daß es sich trotz des negativen mikroskopischen Befundes um die Wirkung von Mikroorganismen handelt, die sich in der Hornhaut angesiedelt haben. Die Frage, wie diese in die Hornhaut gelangt sind, läßt meines Erachtens nur die eine Erklärung zu, daß sie irgendwie in den Organismus des Fötus gekommen sind und — aus uns unerklärlichen Gründen — sich im vorderen Augenabschnitt angesiedelt haben. Sie müssen wohl aus dem Muttertier stammen, was auch daraus hervorgeht, daß bei zwei Tieren desselben Wurfs dieselben Krankheitserscheinungen vorliegen. Eine ektogene Infektion der Hornhaut (etwa vom Fruchtwasser aus) läßt sich nach dem anatomischen Bilde der stets in der Substanz der Hornhaut gelegenen verschiedenen Herde ausschließen. Es wird von Peters sowohl wie von Seefelder (loc. cit.) betont, daß eine ektogene Infektion der Hornhaut, also ein Ulcus corneae, bisher beim Fötus noch nicht einwandfrei bewiesen ist. Die Schwierigkeit dieses Infektionsmodus liegt besonders darin, daß die Cornea durch die Lider sehr gut geschützt ist und daß daher ihre Verletzung, die doch als die Vorbedingung für ein Ulcus angesehen werden muß, so gut wie ausgeschlossen erscheint. Selbst eine Perforation der Hornhaut und ein Staphyloem, die mehrfach bei Neugeborenen beschrieben worden sind, können ebensogut durch einen rein intracornealen Herd verursacht werden, ja wie Peters besonders betont, auch durch eine Verdünnung der Hornhaut infolge Mißbildung entstehen (ev. durch eine an die Perforation sich anschließende sekundäre Infektion).

Wir haben gerade in dem hier beschriebenen Falle ein vorzügliches Beispiel dafür, wie schwierig es ist, mit Sicherheit ein primäres Ulcus der Hornhaut zu diagnostizieren. An zwei Augen war, wie erwähnt, die Infiltration und die Einschmelzung des Gewebes unter dem Epithel so mächtig, daß das letztere in großer Ausdehnung nekrotisch geworden war und der Zeitpunkt seiner Abstoßung unmittelbar bevorstand (Fig. 2). Wir hätten aller Wahrscheinlichkeit nach in kurzer Zeit ein großes und tiefes Ulcus mit leukocytärer Infiltration des Geschwürsgrundes vor uns gehabt. Die Genese dieses Zustandes wäre aber kaum mehr mit Sicherheit zu erkennen gewesen, während das jetzt vorliegende Bild noch ganz eindeutig ist. Sie wird uns auch des weiteren verständlich gemacht durch den Vergleich mit den ähnlichen nur nicht so weit gediehenen Affektionen der anderen Augen, die uns, wie erwähnt, alle Übergänge zwischen dem Befund des zuerst und des zuletzt beschriebenen Auges zeigen.

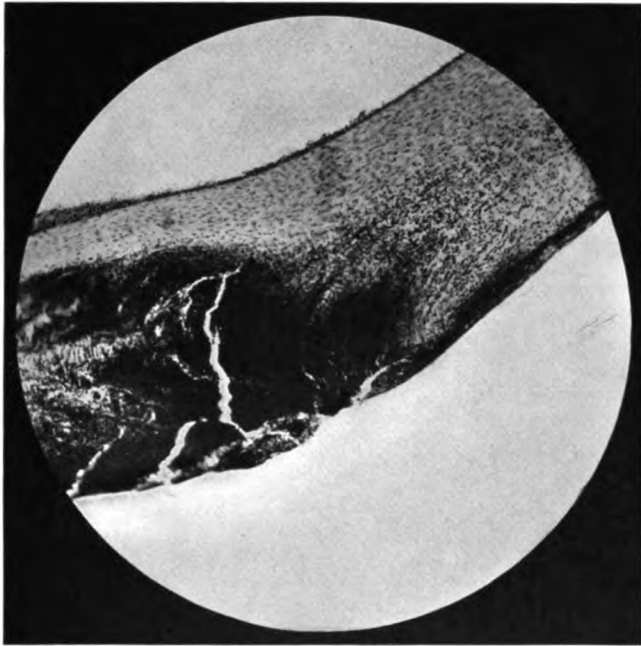


Fig. 1

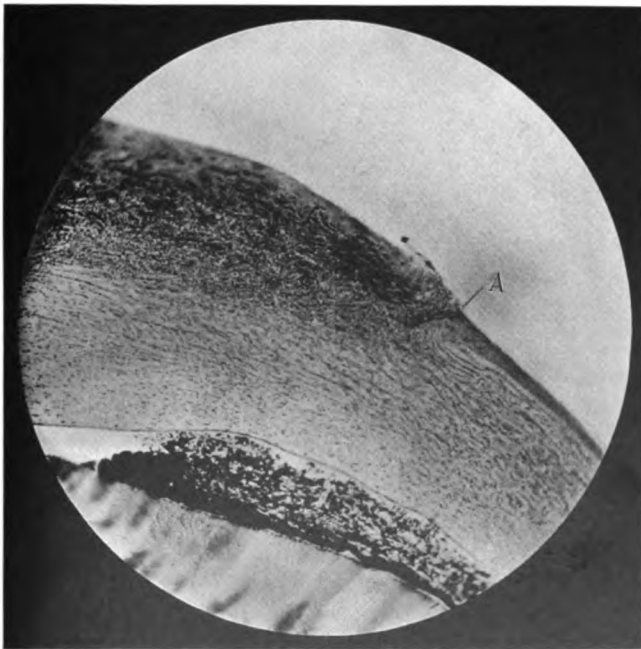


Fig. 2

100

Wir haben also einen vorzüglichen Beleg dafür, wie wohlbegründet die Warnung der beiden letztgenannten Autoren (Peters und Seefelder) ist, ein angeborenes Ulcus oder Staphyloma corneae ohne weiteres als ein primäres Geschwür bzw. als durch ein solches entstanden anzusehen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Mikrophotogramm mit Zeiß, Compens.-Ocular 4, Apochromat 16 mm.

Horizontalschnitt etwa durchs Zentrum der Hornhaut. Links oben Rand des Epitheldefektes schon unterminiert, mehr rechts Mitte des Geschwürs. In der Vorderkammer einzelne Eiterkörperchen an der Hornhauthinterfläche. Rechts unten beginnt die beschriebene Leukocytenansammlung zwischen Descemet und ihrem Endothel.

Fig. 2. Mikrophotogramm mit Zeiß, Compens.-Ocular 4, Apochromat 16 mm.

Horizontalschnitt durch das am stärksten erkrankte Auge. Bei A. der Durchbruch des Herdes durch das Epithel, links davon das nekrotische Epithel über dem Herd, noch nicht abgestoßen, rechts davon normales Epithel.

Literatur.

1. Schmeichler, Über den Erreger einer Hornhautentzündung beim Kaninchen. Klin. Monatsbl., Bd. II, 1908.
2. Römer, Grundlagen für die Serumtherapie der Pneumokokkeninfektion der menschlichen Cornea. Wiesbaden 1909.
3. Peters, Die angeborenen Fehler und Erkrankungen des Auges. Bonn 1909.
4. — Die Erkrankungen des Auges im Kindesalter. Bonn 1910.
5. Seefelder, Drei Fälle von doppelseitiger angeborener Hornhauttrübung nebst Bemerkungen über die Ätiologie dieser Störung. Knapps Archiv, Bd. LIV.
6. — Ein anatomischer Beitrag zum Wesen der angeborenen Hornhauttrübungen. Knapps Archiv, Bd. LIV.
7. — Beiträge zur Lehre von den fötalen Augenentzündungen. v. Graefes Archiv, Bd. LIV.
8. — Die angeborenen Fehler und Mißbildungen des Auges im Lubarsch-Ostertag 1911.
9. Meisner, Über einen Fall von Iris- und Aderhautkolobom mit Aplasie des Sehnerven. v. Graefes Archiv, Bd. LXXIX.
10. Reis, Beiträge zur Histopathologie der parenchymatösen Erkrankung der Cornea. v. Graefes Archiv, Bd. LXVI.
11. v. Hippel, Über Keratitis parenchymatosa und Ulcus internum. v. Graefes Archiv, Bd. LXVII.

Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge.

Von

Dr. med. Engelhard Wychgram.

Vorläufige Mitteilung.

Mit Tafel II und III und vier Abbildungen im Text.

In der umfangreichen Literatur, welche sich mit der Anatomie und dem Akkommodationsmechanismus des Vogelauges beschäftigt, spielt das Ligamentum pectinatum mit Recht eine bedeutende Rolle. So hat dieses Organ, welches nächst dem Pecten als merkwürdigstes und auffallendstes Gebilde des Vogelauges in die Erscheinung tritt, schon manche Theorien über sich ergehen lassen müssen, ja es ist jüngst in einer überaus reichhaltigen Monographie von Franz überhaupt als Kunstprodukt, als postmortales Zerreißungsgebilde angesprochen worden, während sämtliche ältere und neuere Autoren nicht nur von der Existenz, sondern auch von der funktionellen Wichtigkeit des Ligamentes fest und selbstverständlich überzeugt sind.

Angesichts dieser Umstände schien es des Versuches wert, an Augen, welche unter möglichst verschiedenen physiologischen Zuständen fixiert wurden, über die Lage und Anordnung des fraglichen Gebildes, und womöglich auch über einige feinere Struktureigenschaften sich Klarheit zu verschaffen. Hierbei war ich mir allerdings von vornherein bewußt, daß aus anatomischen Schnittpräparaten allein, selbst wenn sie anscheinend noch so ausgezeichnet in der Erhaltung akkommodativer Zustände gelungen sind, niemals auf den Mechanismus der Refraktionsänderung eindeutig geschlossen werden kann. Hier muß das exakte physiologische Experiment stets die Stütze geben, wie dies die klassischen Arbeiten von Beer beweisen. An der Glaubwürdigkeit fixierter Linsenformen, sowohl der durch chemische Mittel als auch der durch die Gefriermethode erzeugten, brauche ich an dieser Stelle wohl kaum Kritik zu üben.

Was nun die Technik der im folgenden zu berichtenden Untersuchungen anlangt, so mußte zuerst die Schnittdicke rationell festgesetzt werden. Ist das Ligamentum pectinatum vorhanden, und zwar, wie anzunehmen, als vielverflochtener, zirkulärer, maschenförmiger Bandapparat,

dann ist es aussichtslos, nach dünnen Schnitten zu streben. Es liegt auf der Hand, daß dünne Schnitte nur Fragmente zur Abbildung bringen können, wie dies die Besenreiserfiguren in Franz' Arbeit zeigen, während mit der Dicke der Schnitte auch die Wahrscheinlichkeit wächst, ganze Fasern in ihrem Verlaufe studieren zu können. Infolge der maschenförmigen Anordnung wird auch in dickeren Schnitten die Erkennbarkeit von feineren Details nicht aufgehoben.

Nimmt man als freien Arbeitsabstand eines Immersionsobjektives die Größe 0,22 mm, und rechnet man für die Dicke des Deckglases 0,13 mm und dazu noch eine Schicht Canadabalsam zwischen Schnitt und Deckglas von 0,02 mm, so verbleibt für den Schnitt, um ihn in seiner ganzen Tiefe noch durchmustern zu können, noch ein Spielraum von 0,07 mm. Demnach wurden die Schnitte nicht dünner als 50 μ und nicht dicker als 70 μ genommen.

Als Tiermaterial standen mir nur Tauben, Krähen und Turmfalken zur Verfügung. Bei Tauben und Turmfalken wurde so verfahren, daß auf beiden Augen jedesmal vorher die normale Refraktion festgestellt wurde. Sie ergab sich in der Regel als geringe Hyperopie von ca. einer bis zwei Dioptrien. Dann wurde in das rechte Auge eine Strophantinlösung (einprozentig, wässrig) gegeben. Hier bestätigten sich die Angaben von Meyer und insbesondere von Heine. Zuerst nämlich setzt eine Akkommodationsreizung mit Miosis ein, welche sich bei Tauben skioskopisch als Myopie von etwa fünf bis sechs Dioptrien feststellen ließ. Die Falken vertrugen diesen Eingriff nicht, bei ihnen lief die instillierte Flüssigkeit in die Nase und wurde verschluckt, was bei einigen Tieren den baldigen Exitus bewirkte. Tauben spieen die Strophantinlösung sämtlich aus. Nachdem ich mich von der Strophantinwirkung überzeugt hatte, kamen die Tiere ins Bauer zurück. Am nächsten Tage zeigte sich dann neben geringer Chemosis eine komplette Ophthalmoplegia interna: Akkommodationslähmung mit maximaler Mydriasis, durchschnittliche Hyperopie von zwei Dioptrien. Dies stimmt mit Heines Beobachtungen gut überein. Bei einigen Tieren konnte ich auch nach Wochen nicht die geringste Änderung des Zustandes — außer dem Abklingen der Chemosis — bemerken.

Das linke Auge erhielt dann Nikotin (einprozentig, wässrig), welches rasch maximale Miosis, und, solange sich noch skioskopieren ließ, auch Myopie von acht bis zehn Dioptrien bewirkte. Tauben und Falken zeigten hierbei keine bemerkenswerten Unterschiede, nur daß die Falken beim Nikotinisieren rasch verendeten, während die Tauben resistent waren (entgegen der Beobachtung von v. Pflugk), mag erwähnt werden. Die Bulbi wurden rasch enukleiert und kamen in die Fixierungsflüssigkeit. Von den

ausgeprobten Mitteln erwies sich ein Gemisch von Formol und Salpetersäure am günstigsten, wenn es drei bis sechs Prozent Salpetersäure und etwa zehn Prozent Formaldehyd enthielt. Die von Franz so gerühmte Gilsonsche Mischung war nicht geeignet, die inneren Linsenschichten straff zu fixieren, auch machte sie starke Quellungen und Abhebungen der Retina. Ebensowenig befriedigte die warm angewandte Flemingsche Lösung, mit welcher Heine ganze Köpfe fixiert hat. Die Tiefenwirkung ließ zu wünschen übrig. Brauchbar war auch ein Gemisch aus Gilsonlösung und Formol zu gleichen Teilen. So wurden etwa zwanzig Taubenaugen und zehn Falkenaugen verarbeitet, die Hälfte akkomodiert, die andere Hälfte gelähmt. Ferner habe ich noch acht Krähenaugen, welche nicht vorbehandelt waren, untersucht. Diese kamen etwa vier Stunden nach dem Abschießen in die Fixierungsflüssigkeit, konnten also postmortale Zerreißen gut aufweisen. Die Fixierung in dem angegebenen Salpetersäure-Formol war so gut, daß selbst die maximale Miosis von ca. 0,5 mm Pupillendurchmesser unverändert blieb; auch an den mydriatischen Augen konnten Veränderungen während der Fixierung nicht wahrgenommen werden. Der weitere Verlauf der Präparation braucht nicht beschrieben zu werden. Die Einbettung geschah typisch in Celloidin. Als dankbare Färbungen bewährten sich die nach van Gieson und die Elastica-Färbung nach Weigert.

Als erster sicherer Befund, der sich bei sämtlichen Präparaten geradezu aufdrängt, ist das tatsächliche Vorhandensein eines wohldurchgebildeten, zirkulären Bandapparates zu nennen. Schon durch die Bilder, welche Beer seinen Untersuchungen mitgibt, wird die Existenz des Ligamentum pectinatum als anatomisch normales Gebilde eigentlich allen Zweifeln entrückt. Trotzdem ist bei ihm wegen seiner dünnen Schnitte die Darstellung nicht so eindrucksvoll, wie sie z. B. in unserer Figur 1¹⁾ (Taf. II) gegeben wird. Aus ihr ergibt sich, daß das ganze Gebilde sich etwa in drei Abschnitte gliedern läßt, nämlich in die vorderen, zur Irisvorderfläche ziehenden Fasern, in die eigentlichen starken Bandfasern, welche am vorderen Teile des Ciliarkörpers angreifen, und in die maschenförmig angeordneten lockeren Fasern, welche den hinteren Teil des großen Fontanaschen Raumes ausfüllen und entlang dem Cramptonschen Muskel und dem Ciliarkörper bis tief in den Übergangswinkel hineinziehen.

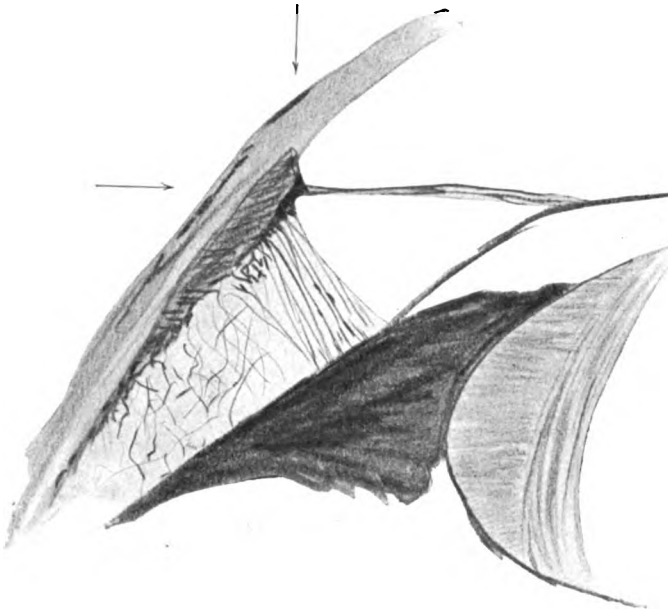
Figur 1 entstammt einem Falkenaug (Strophantinmydriasis). Deutlich ist der scharf begrenzte Ansatz und Beginn des Ligamentes an der Hornhaut zu sehen. Bei vielen Augen — bei Krähen regelmäßig —

¹⁾ Die Figuren 1, 3, 5, 6, 7 befinden sich auf Tafel II u. III.

findet sich eine prominente, pigmentierte, spornartige Stelle, welche am Ende der äußeren Hornhautlamelle und am Beginn des Cramptonschen Muskels liegt, und den Vorderfasern sowohl als auch den Bandsträngen zum Ansatz dient. Figuren 2 (Text) und 3 (Taf. II) zeigen diese Verhältnisse.

Sehr schön ist diese soeben besprochene dreifache Zusammensetzung des Ligamentes übrigens auf den Bildern zu sehen, welche Heß seinen Untersuchungen am Cormoranauge mitgibt.

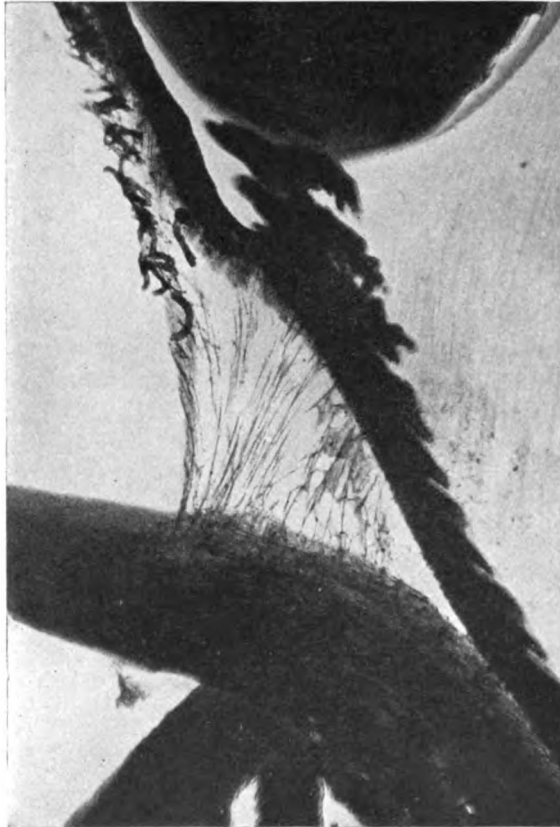
Vergleicht man die Figur 4, welche einem miotischen (nikotinierten) Falkenaugentstammt, mit der Figur 1, so zeigt sich eine weitere Merk-



Figur 2.

würdigkeit, welche bei sämtlichen Augen konstant auftrat. Es ist die starke, ja maximale Spannung der Fasern, welche alle Teile, auch die lockeren Züge des hinteren Fontanaschen Raumes trifft, wenn die Pupille verengt und der Akkommodationsapparat erregt ist. Andererseits finden wir regelmäßig bei mydriatischen oder auch bei sonst unbehandelt gelassenen Augen die Erschlaffung des Ligamentes, welche sich in dem welligen Verlaufe und dem Fehlen von geradlinigen Faserrichtungen kennzeichnet. In den straffen Hauptfasern des akkommodierten Auges erkennt man auch, daß sie eine leichte Tendenz haben, nach rückwärts, gegenüber den kräftigsten mittleren Partien des Ciliarkörpers anzusetzen, und zwar

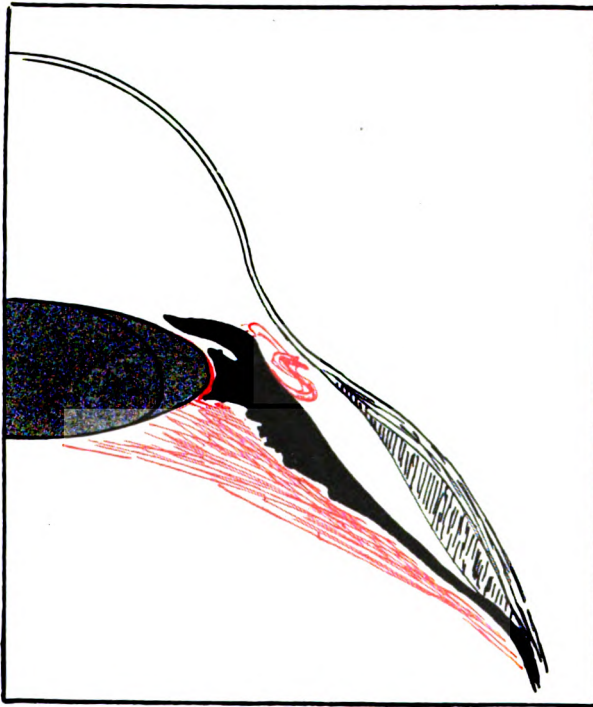
gerade dort, wo die Zonulafasern stets, auch im akkommodierten Auge, ihre größte Kürze und Spannung aufweisen, so daß der Eindruck entsteht, daß in diesen Partien ein direkter mechanischer Zusammenhang der Wirkungsweise vorliegen muß. Man kann sich der Vermutung nicht entziehen, daß den Ligamentfasern eine ähnliche Rolle zufällt, wie den Zo-



Figur 4.

nulafasern: Diese haben die Linse zu halten und ihren Form- und möglicherweise auch Ortsveränderungen passiv zu folgen, jene haben den Ciliarkörper und den Iriswinkel bei extremen Exkursionen zu tragen, indem sie, wie selbstverständlich ist, auf Zug und vollständig passiv, beansprucht werden, so daß eine Zugwirkung an ihnen stets in der Richtung von außen nach innen erfolgt, während bei den Zonulafasern der Zug erst bei Entspannung der ciliaren Muskulatur erfolgt, und demnach in

der Richtung von der Augennachse weg, also peripheriewärts einsetzt; natürlich nur in bezug auf akkommodative Vorgänge. Diese Wirkung des Ligamentum pectinatum läßt sich sowohl von der Helmholtzschen als auch von der Heßschen Theorie aus verstehen. Nimmt man mit Beer die innere elastische Formungsfähigkeit der Linse als zur nötigen Brechkraftserhöhung genügend an, so würde das gespannte Ligament ebenso wohl die Äußerung der Kontraktion ciliarer Muskeln sein, wie in dem

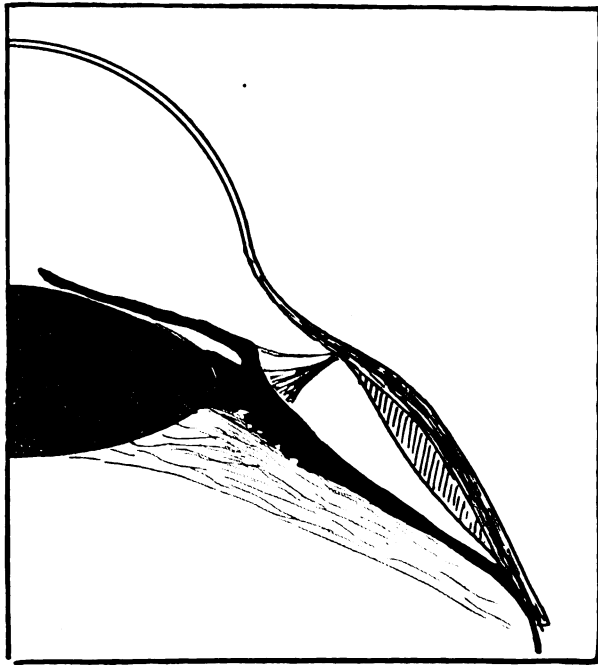


Figur 8.

Heßschen Falle, wenn noch durch den Ciliarkörper, oder durch Teile desselben (die Fortsätze) ein Druck auf den Linsenäquator ausgeübt werden sollte. In diesem letzteren Falle würde es sogar wahrscheinlich sein, daß das Ligament gewissermaßen als Regulator einer zu starken Kompression wirkt, und ferner auch dem ganzen System: Linse-Ciliarkörper durch die Spannung eine gewisse Stabilität verleihen würde. Auffallend ist es ja immerhin, daß gerade bei dem nachgewiesenermaßen überaus rasch und hochgradig akkommodationsfähigen Auge des Cormorans das Ligamentum pectinatum eine erstaunlich kräftige Ausbildung zeigt.

Legt man die Schnitte durch das extrapupillare Gebiet, so erhält man bei Annäherung an den Iriswinkel Bilder, wie sie Figur 5 darstellt. Hier erkennt man deutlich, daß die straffgespannten starken eigentlichen Bandfasern eine bestimmte Zone einnehmen, denn sie erfüllen nur den mittleren Raum des Spaltes, der auf solchen Schnitten die vordern Kammerwinkel darstellt. Zu beiden Seiten sind dann die weiter zurückliegenden lockeren Bündel sichtbar.

Was nun die feinere Struktur anlangt, so ließ sich doch immerhin

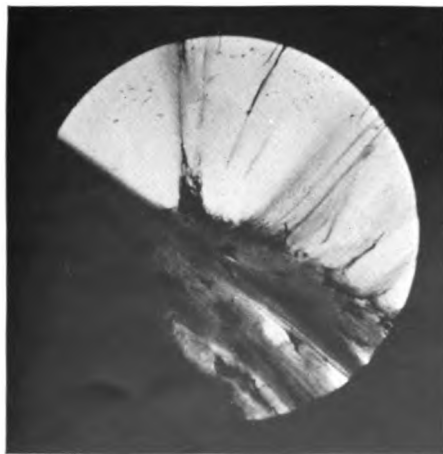


Figur 9.

feststellen, daß das Endothel der inneren Hornhautlamelle sich zwischen den oben erwähnten pigmentierten Spornen noch in das Pectinatumgebiet hinein zwischen die Fasern fortschiebt und allmählich auf diese übergeht. Deutlich sieht man bei geglückten Fuchsin- und Kernfärbungen an vielen Stellen des Faserverlaufes, besonders an den Überkreuzungsstellen, große Kerne liegen, in deren Umgebung die Verdickungen, welche für die Kreuzungsstellen charakteristisch sind, durch feine Plasmakörper gebildet werden. Dieser Plasmakörper nimmt die Weigertsche Elastinfärbung nicht an, während die übrigen Fasern sich mit dieser Methode sehr gut



Figur 1.



Figur 3.

Wyhgram, Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge. Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

UofM

1701



Figur 5.



Figur 6.



Figur 7.

Wychgram, Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge. Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

1701

darstellen lassen, was schon v. Pflugk mitgeteilt hat. In ihrem weiteren Verlaufe setzen die Fasern entweder an den vorderen Irisschichten oder an den mittleren Ciliarkörperteilen an und gehen so entweder in die Iriskapillaren über oder enden auf eine mir nicht näher zugänglich gewesene Weise zwischen den einzelnen quergestreiften Muskelfibrillen. Diese Verhältnisse sollen die Zeichnungen Figuren 6 und 7 zeigen. Stellenweise ist der Übergang in die äußere Wandung von Kapillaren sehr deutlich, ja man kann glauben, daß Kapillarendothelien direkt in die Faserbekleidung übergehen können. Anders liegt es bei den Übergängen in die Ciliarmuskeln. Hier enden die Fasern selbst zwischen den einzelnen Muskelfasern, man kann längere Strecken hindurch den Verlauf der Ligamentfasern neben der scharfen muskulären Querstreifung verfolgen; jedoch gelang es mir nicht, die feineren Verhältnisse dieser Übergänge zu ermitteln.

Schematisch soll das Verhalten des Ligamentum pectinatum im akkommodierten und ruhenden Auge durch die Figuren 8 und 9 gegeben werden. Auf die noch immer offenen Fragen der Akkommodationsvorgänge können natürlich aus diesen Beobachtungen keine eindeutigen Antworten gegeben werden, immerhin schien mir doch neben dem Existenznachweis des Ligamentum pectinatum eine Beschreibung seines charakteristischen Verhaltens der Mühe wert.

Literatur.

- Beer, Studien über die Akkommodation des Vogelauges. Pflügers Archiv, 1892, Bd. LII.
- Exner, Über die Funktion des M. Cramptonianus SB. Wiener Akad. Wiss., Bd. LXXXV, Abt. 3, 1881.
- Franz, Das Vogelauge. Zool. Jahrbücher, Bd. XXVIII, 1909.
- Heine, Physiolog.-anatom. Untersuchungen über die Akkomm. des Vogelauges. Gräfes Archiv, Bd. VL, 1898.
- Heß, Unters. zur vergl. Physiol. und Morph. des Akkommodationsvorganges. Archiv für Augenheilk., Bd. LIX, 1908.
- Heß, Die Akkommodation bei Tauchervögeln. Archiv für vergl. Ophthalmol., Bd. I Heft 2, p. 153, 1910.
- v. Pflugk, Die Akkommodation des Taubenauges. Monographie. Wiesbaden 1906.

Cyklopie bei einer neugeborenen Katze.

Von

Tierarzt Dr. **Richard Koell**, Leipzig.

Mit zwei Abbildungen im Text.

Im Anschluß an den Fall von „Cyklopie bei einer Ziege“, welcher in Bd. II, Heft 1 (1911) dieses Archivs von mir beschrieben wurde, möchte ich mir erlauben, einen weiteren kleinen Beitrag zu derselben Frage zu liefern. Es handelt sich um einen typischen *Diprosopus triophthalmus*, dem aber jedwede sonstigen Mißbildungen fehlen. Da eine Schweregeburt vorlag, deren Dauer sich nicht feststellen ließ, so ist der Konservierungszustand der Retinae des cyklopischen Bulbus leider nicht günstig. — Die nach dieser Mißbildung lebend geborenen jungen Tiere waren vollkommen normal entwickelt.

I. Äußere Besichtigung des Kopfes.

Form des Kopfes dreieckig. Die in normaler Stellung sitzenden beiden Ohrmuscheln je 9 mm lang; äußerer Gehörgang beiderseits geschlossen. Entfernung der Nasenspitzen 28 mm. Die lateral liegenden Augenlider 8 mm breit und verwachsen. Lidspalte des zwischen den Angesichtsteilen beider Kopfanlagen liegenden cyklopischen Bulbus geöffnet und von rhombischer Form; Breite derselben 13,5 mm, Höhe 3 mm. Sie besteht aus vier Lidern: zwei oberen und zwei unteren. Beide Kopfanlagen im Bereiche des Schädelteils miteinander verwachsen. Die in einem Winkel von etwa 50° divergierenden Angesichtsteile der Schädel verlaufen in leichten Bögen, deren konkave Seiten einander zugekehrt sind. Die einander zugekehrten (medialen) Jochbeine sind nicht mit der entsprechenden Schuppe des Schläfenbeins verwachsen, sondern nasenspitzenwärts gedrängt und in der gemeinsamen Medianebene beider Kopfanlagen miteinander verwachsen. Hierdurch wird die etwa trichterförmige, dem cyklopischen Auge angehörige Orbita nach vorn und unten zu ringförmig

knöchern begrenzt. Ihr Boden wird gebildet durch die in der gemeinsamen Medianebene miteinander verwachsenen harten Gaumen.

Der beiden Kopfanlagen gemeinsame Unterkiefer ist mit den Oberkiefern im Bereiche der Unterkieferfuge durch eine 4 mm hohe, 5 mm breite und 11 mm lange, derbe Scheidewand fest verbunden. Sie verläuft rachenwärts und wird durch zwei einander anliegende, von den beiderseitigen harten Gaumen zum Unterkiefer herabsteigende Falten derselben aufgebaut. Beim Durchschneiden dieses Septum stößt man auf zwei nebeneinanderliegende, hierin eingebettete plattgedrückte Knöchelchen von 4 mm Länge. Diese sind etwa 1 mm breit, liegen mit ihren vorderen Enden der Unterkieferfuge dicht an und enden frei im Septum. Was ihre Deutung anlangt, so dürfte es sich wohl um rudimentäre Unterkieferäste handeln. Die beiden großen, den gemeinsamen Unterkiefer bildenden Äste sind je 21 mm lang und 4 mm breit. Beide Zungen sind im Bereiche der Wurzeln und Körper miteinander verwachsen; ihre Spitzen weichen rechts und links an der sie trennenden, Ober- und Unterkiefer verbindenden Scheidewand auseinander. Kehlkopf, Luftröhre, Schlund und Halswirbelsäule sind einfach angelegt.

Nach Abtragung des gemeinsamen Schädeldaches ergibt sich, daß eine gemeinsame, durch keinerlei knöcherne Scheidewand getrennte Schädelhöhle vorhanden ist, in der eine doppelte Hirnanlage liegt.

Die einander zugekehrten Hemisphären der etwas rudimentären Großhirne sind geringer entwickelt als die lateralen. Gehirnfurchen schwach entwickelt; doppelseitiger Hydrocephalus internus.

II. Bei der makroskopischen Besichtigung des enukleierten **cyklopischen Bulbus** wurde folgender Befund erhoben:

Schon äußerlich ist seine Zusammensetzung aus zwei Augenanlagen an dem Vorhandensein zweier normal gewölbter, miteinander verschmolzener Corneae erkennbar. Letztere sind scheinbar rauchgrau getrübt, ihre Scheitel etwas nach außen gerichtet. (Nach Aufhellung des Präparates in Zedernholzöl stellt sich heraus, daß die Hornhautgewebe vollkommen durchsichtig sind und daß die scheinbare Trübung von den beiden durchschimmernden kataraktösen Linsen herrührt, welche den hinteren Flächen derselben dicht anliegen. Von beiden Irides ist nichts wahrzunehmen.) Vorschübe von *Conjunctiva* auf die zwischen beiden Corneae verlaufende seichte Vertikalfurche sind nicht vorhanden. Als ein weiteres, äußerlich sichtbares Zeichen der getrennten Anlage des cyklopischen Bulbus ist eine an der oberen und unteren Wand desselben verlaufende seichte Längsfurche aufzufassen.

Maße des cyklopischen Bulbus:

Horizontaler Durchmesser	=	12 mm
Vertikaler	„	= 5,5 mm
Sagittaler	„	= 8 mm.

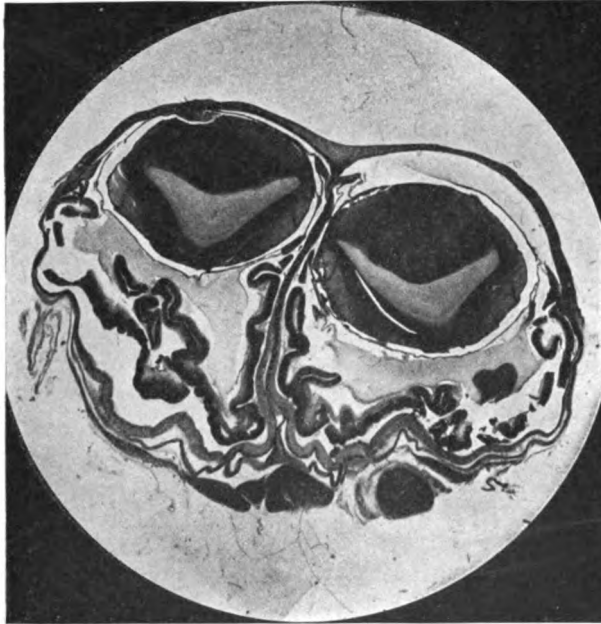
III. Mikroskopischer Befund.

Beim Durchmustern der Serienschnitte — die obere Hälfte des cyklopischen Bulbus wurde in horizontaler, die untere in vertikaler Richtung mikrotomiert — ergibt sich folgender Befund:

Die **Conjunctiva** zeigt keine Abweichungen von der Norm; ebenso fehlen etwaige Vorschübe derselben auf die vertikal verlaufende Verschmelzungsfurche beider Corneae. Auch der histologische Aufbau der **Corneae** ist durchaus normal. Ihre Scheitelbezirke sind mäßig verdünnt. Im Bereiche der Verwachsungsebene beider Corneoscleralborde liegt eine Anzahl kleinkalibriger Gefäßquerschnitte. Beide gesondert angelegte Bulbi sind mit ihren temporalen Scleralwänden von den Corneae bis zu den hinteren Augenpolen innig verwachsen. So ist eine gemeinsame sclerale Scheidewand entstanden, welche einen fast geraden Verlauf zeigt und außerordentlich dünn ist. (Durchmesser der äußeren Körnerschicht der Retinae.) Infolge dieses Verwachsungsprozesses sind die beiderseitigen temporalen Quadranten in ihrer räumlichen Ausdehnung derart beeinträchtigt worden, daß die beiden vorhandenen Linsen einander sehr nahegerückt erscheinen und die Scheidewand fast berühren (Fig. 1). Abgesehen von den schon erwähnten Gebilden sind noch beiderseits differenziert: **Retina, Opticus, Uvealtraktus und Glaskörper.**

Die Gebilde der temporalen Augenwinkel zeigen in ihrer Entwicklung eine große Übereinstimmung mit denen der nasalen. Beide **Irides** sind in ihrer gesamten Zirkumferenz als ca. 1,2 mm lange Stummel entwickelt und nach vorn gerichtet. Ihre in diesem Falle so ausgesprochene Lage nach vorn wird bedingt durch die im Verhältnis zu den Binnenräumen der Bulbi sehr großen Linsen, welche bis dicht an die Rückwand der Corneae gerückt waren, das jederseitige Diaphragma also mechanisch nach vorn drückten. In der linken Augenanlage ist die Luxation der Linse in die vordere Augenkammer bestehen geblieben; in der rechten hingegen scheint noch nachträglich eine Luxation nach hinten im Bereiche der temporalen Linsenquadranten erfolgt zu sein. Die Lage der nasalen Äquatorpartien der rechten Linse (in der Fig. 1 lateral!) in bezug auf die Irisanlage ist die gleiche wie links. Aufgebaut werden sie durchgehends aus einem zahlreiche Chromatophoren enthaltenden Gewebe meso-

dermalen Charakters und dem Pigmentepithel, das sich am Pupillarrande nach oben umschlägt. Beiderseits ist weder vom Sphinkter, noch vom Dilator die geringste Spur zu entdecken. Die Ligamenta pectinata sind gut ausgebildet. Die Entwicklung der Ciliarfortsätze steht im allgemeinen sowohl der Zahl als auch der Größe nach erheblich hinter den normalen Verhältnissen zurück. Wenn auch einzelne sehr gut entwickelte und bis zu den Linsen reichende Fortsätze im Bereiche der nasalen Quadranten beobachtet wurden, so traf man in diesen Be-

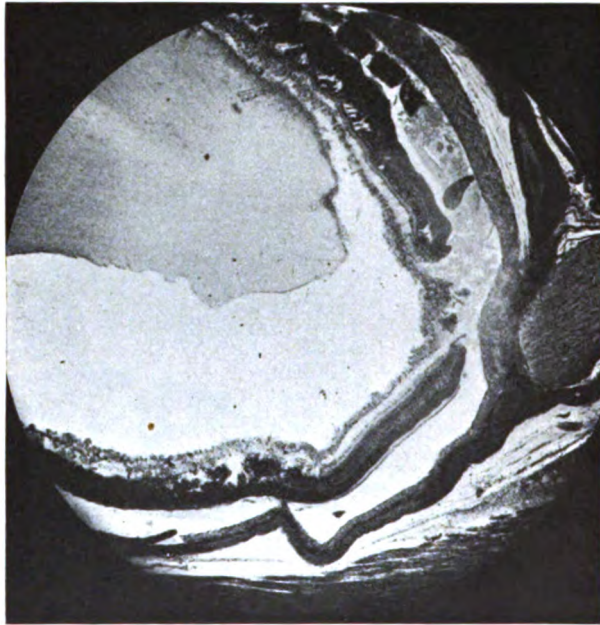


Figur 1.

zirken meist nur auf vereinzelte sclerosierte Fortsätze in unmittelbarer Nähe der Irisstummel, bzw. auf flache Falten des Ciliarepithels. Im Bereiche der temporalen Quadranten dagegen ist die Anlage der Ciliarfortsätze nahezu gänzlich unterblieben. Das Ciliarepithel erscheint hier von seiner Unterlage abgelöst, zieht in Bandform unter Bildung einzelner kleiner Fältchen nach hinten und knäuelte sich in der Nähe der hinteren temporalen Linsenquadranten etwas auf. In der rechten Augenanlage zeigt das Epithel in diesem Bezirke einen breiten, klaffenden Riß, dessen vorderer Rand etwas nach vorn umgeschlagen ist. In den übrigen Partien der Augenanlagen ist das Verhalten des Pigmentepithels ein recht wech-

selndes: teilweise ist es ganz verloren gegangen, an anderen Punkten wieder auf längere oder kürzere Strecken, öfters unter Bildung kleiner Fältchen abgelöst, endlich auch seiner Unterlage in normaler Weise anliegend. Auch Wucherungen desselben wurden beobachtet.

Während die **Chorioideae** in ihrem histologischen Bau keine Besonderheiten aufweisen, sind die **Sclerae** außerordentlich mangelhaft entwickelt. Ganz besonders schwach sind, wie schon erwähnt, die miteinander verwachsenen temporalen Partien (mediale Scheidewand); aber auch die



Figur 2.

übrigen Quadranten überschreiten in ihrem Durchmesser die Dicke der Retina nirgends. Die Lamina cribrosa ist in jeder Augenanlage vorhanden.

Von einigem Interesse ist noch ein Vorgang, der sich an den den hinteren Augenpolen naheliegenden Partien der beiden Sclerae abgespielt hat. Hier ist nämlich ein mit kräftigen sclerosierten Gefäßen durchsetztes **Mesodermgewebe** von hinten her an den cyclopischen Bulbus herangetreten und hat sich in der Nähe der Verwachsungsnaht in zwei Schenkel gespalten. Der nach oben umbiegende kurze ist zwischen die Sclerallamellen eingedrungen und hat sich dort in Knorpelgewebe

umgewandelt. Dasselbe hat die Form einer schmalen, etwa einen Millimeter oberhalb der Optici fast horizontal gelagerten Spange. Ein Teil des Gewebes, welches allerdings aus gefäßlosem Mesoderm besteht, ist im Bereiche der hinteren oberen Quadranten beider Augenanlagen zwischen Sclerae und Chorioideae gelegen. Hierdurch sind sichelförmige, mit sternförmigen Mesodermzellen gefüllte Räume entstanden (Fig. 2). Der andere, etwas breitere Schenkel läuft an der Unterseite des Bulbus, entlang der Vereinigungsnaht nach vorn und endet in der Gegend der Irisansätze. Ein Durchbruch von Mesodermgewebe durch die Chorioidea oder Retina in den Glaskörperraum konnte nirgends festgestellt werden.

Die beiden **Retinae** sind zwar normal angelegt, zeigen aber, abgesehen von totaler Ablösung und starker Faltenbildung, schon Erscheinungen beginnender Degeneration. Ein Teil der Veränderungen dürfte kadaveröser Natur sein. Die Stäbchen-Zapfenschicht ist vollständig verloren gegangen. An ihrer Stelle findet sich eine geronnene Masse, in der Zellfragmente und stellenweise auch Pigmentkörnchen liegen. Durch Verbreiterung der Körnerschichten erscheint die äußere plexiforme Schicht ganz verdeckt. Man glaubt eine einzige starke Körnerschicht vor sich zu haben, sieht jedoch an überfärbten Präparaten, daß sich die äußere Körnerschicht in normaler Breite abhebt. An Stelle der Ganglienzellschicht liegt, ähnlich wie bei der Stäbchen-Zapfenschicht, eine geronnene Masse mit zahlreichen kleinen Hohlräumen und einer Anzahl Ganglienzellen mit den verschiedensten Stadien der Degeneration. In beiden Augenanlagen zieht von der Papilla optica aus je ein Gefäßstamm durch den mit mehrkernigen Leukocyten durchsetzten Glaskörper nach der Linse zu und gibt auf diesem Wege einige Gefäßäste ab. Eine große Zahl von Endothelrohren treffen wir erst dicht an den hinteren Flächen der Linsen an. Es mag hier gleich erwähnt werden, daß auch an den Vorderflächen der Linsen zahlreiche Endothelrohre sichtbar sind, welche von den Irisstummeln herkommend nach den vorderen Linsenpolen hinziehen. Ein kleiner Bezirk der letzteren ist gefäßfrei. (Beginnende Rückbildung der Pupillarmembran.) Beide etwa 1,2 mm im Durchmesser haltenden **Optici** und ihre Scheiden sind normal; sie treten, ca. 5 mm voneinander entfernt, im Bereiche der hinteren Augenpole in die Sclerae ein.

Die beiden **Linsen** zeigen eine große Übereinstimmung im Bau, sodaß sich eine gesonderte Besprechung erübrigt. Die Linsenkapsel, welche von der Linsensubstanz meist getrennt ist, hat einen leicht welligen Verlauf, ohne aber an irgendeiner Stelle gesprengt zu sein. (Schrumpfung

der Linsen infolge der Fixation.) Das Epithel weist die Erscheinungen beginnender und fortgeschrittener Degeneration auf, in manchen Partien der Linsenvorderfläche ist es vollständig zugrunde gegangen. Verhältnismäßig am besten erhalten ist noch die Kernzone. Die getrübe Linsensubstanz enthält an der vorderen Fläche mehrere ziemlich tief reichende Spalträume, welche mit Fettröpfchen, Morgagnischen Kugeln, Flüssigkeit und Faserresten gefüllt sind. Diese breiartigen Massen finden sich auch in mehr oder weniger dicken Schichten über große Strecken der Vorderfläche der Linsen verbreitet in dem freien Raum zwischen Linsensubstanz und Kapsel. Auch die übrige Corticalis ist im Zerfall begriffen, der sich in Trübung und Schrumpfung der Linsenfaser, Auftreten von Schollen, Morgagnischen Kugeln und Fettröpfchenbildung äußert. Der Linsenkern besteht aus einer nahezu homogenen Masse, die mit feinsten Tröpfchen durchsetzt ist. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man noch die schwach rötlich gefärbten gezähnelten Konturen der Linsenfaser, in deren Innerem die erwähnten feinen Tröpfchen dicht beieinander liegen.

Maße beider Linsen:

Äquatorialer Durchmesser = 4,75 mm
Sagittaler „ = 3,5 mm.

Die Zonula Zinnii ist mangelhaft entwickelt und weist verschiedene Defekte auf.

Zusammenfassung.

Die am cyklopischen Bulbus erhobenen hauptsächlichlichen Befunde sind folgende: Schmalere Irisstumpf in der gesamten Zirkumferenz beider Augenanlagen; Fehlen von Sphinkter und Dilatator; mehr oder weniger hochgradige Aplasie der Ciliarfortsätze neben guter Entwicklung derselben; Katarakt der Linsen; mangelhafte Entwicklung bzw. Defekte in der Zonula Zinnii; Verflüssigung des Glaskörpers; beginnende Degeneration und totale Ablösung mit Faltenbildung der Retina; partielle Ablösung des Pigmentepithels und ausgedehnte Kontinuitätstrennung (besonders im Bereiche der vorderen Partien der rechten Augenanlage) mit Verlagerungen; starke bis hochgradige Verdünnung der scleralen Elemente; Herantreten von gefäßhaltigem Mesodermgewebe an die hinteren Augewände, Spaltung desselben in einen kurzen, nach oben ziehenden und in einen langen, dicht an der Unterseite des Bulbus pupillarwärts verlaufenden Schenkel; Einlagerung einer schmalen, fast horizontal gelagerten Knorpel-

spange oberhalb beider Optici zwischen die Sclerallamellen; Einlagerung von gefäßlosem Mesodermgewebe zwischen Sclerae und Chorioideae im Bereiche der oberen hinteren Quadranten beider Augenanlagen; Vorhandensein der vollständigen Tunica vasculosa lentis. —

Leider gestattete der schon erwähnte Degenerationszustand der Retinae nicht, das spezielle Augenmerk auf das Verhalten der Area centralis zu richten. Seefelder¹⁾ führt ja die Ursachen der Aniridie mit ihren sonstigen Erscheinungen darauf zurück, „daß die Entwicklungstendenz bzw. -potenz der Retina im irislosen Auge gehemmt ist, und weiterhin, daß diese Hemmung in der Retina selbst und nicht in ihrer mesodermalen Umgebung gelegen ist“. Soviel aber war trotzdem noch festzustellen, daß die Retinae in ihren Schichtungen wenigstens normal angelegt waren. — Interessant ist im vorliegenden Falle das Verhalten der beiden Linsen. Im Gegensatz zu den beim Menschen an irislosen Augen erhobenen Befunden, wo sehr häufig die Linsen verkleinert sind, erscheinen dieselben hier normal groß angelegt. Wenn dort fernerhin besonders vordere und hintere Poltrübungen, in zweiter und dritter Linie punkt- oder tröpfchenförmige und streifige, seltener schichtstarähnliche Trübungen gefunden werden, während die Totalkatarakt eine sehr seltene Erscheinung ist, die erst im mittleren bzw. höheren Alter auftritt, so sehen wir hier eine ausgesprochene congenitale Totalkatarakt vor uns. Ob man bei den Größenverhältnissen der Linsen in der linken Augenanlage von einer eigentlichen Luxation in die Vorderkammer sprechen kann, möchte ich dahingestellt sein lassen. Rechterseits dagegen scheint eine (nachträgliche) Verlagerung nach hinten erfolgt zu sein, wenigstens soweit die temporalen Partien des Linsenäquators in Betracht kommen. Dagegen bildet die mangelhafte Entwicklung bzw. Defektbildung der Zonula Zinnii ein weiteres Glied in der Kette des Beweises, den Seefelder dafür anführt, daß die Aniridie als eine Entwicklungshemmung der Retina aufzufassen ist. Endlich muß noch besonders betont werden, daß nicht die geringsten Spuren eines vorhandenen oder abgelaufenen Entzündungsprozesses festgestellt werden konnten, denn selbst die makroskopisch beobachtete Trübung der Hornhäute erwies sich sowohl nach der Aufhellung des Präparates in Zedernöl, als auch in den Schnitten als eine durch die total getrübbten durchschimmernden Linsen hervorgerufene Täuschung. —

Eine an Tieraugen sehr häufig zu beobachtende Erscheinung, nämlich die Gegenwart mesodermaler Bestandteile im Bulbus, ist auch im vor-

¹⁾ R. Seefelder: Die Aniridie als eine Entwicklungshemmung der Retina. v. Graefes Archiv für Ophthalmologie, LXX. Bd., 1. Heft, 1909.

liegenden Falle wieder wahrzunehmen gewesen. Merkwürdigerweise fehlten diesmal aber die Gefäße, die ich in ähnlichen Fällen bei Tieren niemals in kräftigster Ausbildung vermißte. Außerhalb des Bulbus waren sie bestens entwickelt vorhanden. Der Sitz dieser Gewebselemente beschränkte sich in diesem Falle auf das Innere der Sclerae (Knorpelspange) und auf einen sichelförmigen Raum zwischen Sclerae und Chorioideae (sternförmige Mesodermzellen) innerhalb der hinteren oberen Quadranten. **Sonstige Spaltbildungen an Chorioideae und Retinae fehlten.**

Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges.

Von

Dr. G. Ischreyt,
Augenarzt in Libau (Rußland).

Mit Tafel IV und V und drei Abbildungen im Text.

Die Enten werden nach der Art, wie sie ihre Nahrung suchen, in drei Gruppen geteilt: die Schwimmenten, die Tauchenten und die Sägerenten. Man kann sie nicht besser als mit den Worten Naumanns charakterisieren, der folgendes schreibt:

„Sowohl nach der Wahl der Hauptnahrungsmittel, als nach der Art und Weise sich derselben zu bemächtigen, teilt sich die Gattung in zwei Gruppen, in die der nichttauchenden oder tauchenden Enten. Erstere suchen ihre Nahrung viel häufiger an den Ufern oder gar auf dem Lande, schnattern sie aus dem weichen Schlamm oder Morast hervor oder suchen sie schwimmend auf seichtem Wasser, bloß mit eingetauchtem Kopfe und Hals, und wo dieser nicht tief genug hinabreichen will, kippen sie den Rumpf rücklings auf . . . Die der letzteren Gruppe tauchen mit dem ganzen Körper senkrecht bis auf den Boden des Wassers unter, lesen die Nahrungsmittel von ihm auf, gehen so mehrere Klafter tief, tauchen senkrecht wieder auf und suchen ihre Nahrung selten am Ufer und in seichtem Wasser.“ (S. 3.) Und auf S. 135 über die Tauchenten: „Sie können nicht, wie Taucher und andere, der fliehenden Beute zwischen Oberfläche und Boden des Wassers in jeder Richtung nachjagen, sondern fangen oder lesen bloß die auf dem Grund sitzende oder liegende weg.“ „Daß sie unter dem Wasser die Augen offen haben und sehen . . . kann man an Flügellahmen oder sonst Eingefangenen, auf ein weites, tiefes Wassergefäß gebracht, leicht sehen.“ Und über die Sägerenten sagt Naumann (S. 270): „Sie wohnen überhaupt am meisten auf und an dem Meere, verschmähen jedoch süße Gewässer, selbst mit Wald umgebene, keineswegs. und lieben besonders reißende Strömungen oder fließendes Wasser.“ „Noch mehr weichen sie im Tauchen von den Enten ab; denn sie übertreffen darin alle, tauchen nicht nur bis auf den Grund und durchwühlen diesen, sondern verfolgen auch die fliehenden Geschöpfe zwischen Boden und Oberfläche, schußweise, gleich Raubfischen, oder vollkommen wie Taucher (Colymbus und Urinator) . . .“

Die Frage, welche Bedeutung das Sehorgan für diese verschiedenen Gruppen haben mag und welche Rolle es bei der Nahrungssuche spielt, werden wir bereits auf Grund der zitierten Schilderungen bis zu einem gewissen Grade beantworten können. Wir werden aus ihnen folgendes entnehmen: Die Schwimmenten gebrauchen ihre Augen nur zum Sehen in der Luft, denn da ihre Hauptnahrung im Schlamm der Gewässer enthalten ist, würde ihr Sehorgan hierbei gar nicht in Funktion treten können. Anders ist es dagegen bei den beiden anderen Gruppen, die auf offenem klarem Wasser leben und nach ihrer Beute tauchen. Die Arten dieser Gruppen müssen außer in der Luft auch im Wasser gut sehen. Wir werden aber weiter annehmen müssen, daß hier graduelle Unterschiede vorliegen. Denn die Tauchenten nähren sich hauptsächlich von wenig beweglichen Tieren, wie Konchylien, Wasserschnecken, kleinen Krustentieren, Wasserinsekten und von Fischen, nur so lange sie ganz klein sind. Die Sägerenten dagegen sind Wasserraubvögel und verfolgen zielbewußt schnell flüchtende Fische bis zur Größe eines Fingers.

Eine morphologische Untersuchung des Auges der Entenarten schien mir nach dem Gesagten recht interessante Ergebnisse zu versprechen, denn die Verschiedenheit der Funktion ließ mit Sicherheit erwarten, daß sich auch auf anatomischem Gebiete grundlegende Verschiedenheiten fänden. Zudem gestattete die nahe Verwandtschaft der zu untersuchenden Arten einen weitgehenden Vergleich. Eine solche Arbeit hatte aber auch den Reiz, ein so gut wie unbekanntes Gebiet zu berühren, da Entenaugen bisher nur außerordentlich spärlich und nie im Zusammenhange bearbeitet worden sind.

Wenn ich die vorliegende Untersuchung abschloß, trotzdem ich ihr nur sieben Arten zugrunde legen konnte, geschah es wegen der großen Schwierigkeit, noch weitere Arten, die von besonderem Interesse wären, zu beschaffen.

Technische Vorbemerkungen.

Das Material zu der vorliegenden Arbeit habe ich im Laufe einiger Jahre gesammelt und es erklärt sich daraus, daß die technische Behandlung der Augen nicht ganz gleichmäßig durchgeführt wurde. Da die Fixierung sofort nach dem Tode der Enten vorgenommen werden mußte, also auf der Jagd unter oft recht schwierigen Verhältnissen, wählte ich als Mittel das Formol in stärkerer Verdünnung, in das die sofort abgeschnittenen Köpfe hineingelegt wurden. Die sonst üblichen Formollösungen, also ca. 10%, erwiesen sich als viel zu stark und bewirkten sofort ein Einsinken der Hornhaut. Ich wandte daher in der letzten Zeit $\frac{1}{4}$ prozentige

Lösungen an, die aber zu Hause gewechselt und schnell gesteigert wurden.

Einigmal kam noch ein Essigsäurezusatz hinzu. Die Weiterbehandlung gestaltete sich sehr schwierig, da die Härtung und Celloidindurchtränkung außerordentlich leicht zu Deformitäten der Cornea führte.

Des Knochenrings wegen mußte auch noch eine Entkalkung (mit Salpetersäure) vorgenommen werden. Am besten gelang die Formerhaltung, wenn man vor dem Einlegen in Celloidin kleine Fenster in Cornea und Sclera einschnitt. Die Sclerakapsel zeigte dann jedenfalls nirgends Einziehungen. Einigmal ließ ich die Augen im Schädel und schnitt diesen später in toto. Die Celloidinblöcke wurden ausnahmslos in nummerierte Serienschritte zerlegt und die Schnitte nach Hämalaunvorfärbung mit Pikrinsäure-Säurefuchsin nach van Gieson behandelt. Diese Methode war hier besonders wertvoll, da sie eine genaue Unterscheidung der Muskeln von dem Bindegewebe vermittelt.

Die Augenmessungen wurden an horizontalen Meridionalschnitten vorgenommen. Eine Bestimmung des Hornhautradius und der Augenachse war wegen der häufigen Hornhautdeformitäten nicht möglich. Es wurde aber (als Ersatz für die Augenachse) der Abstand zwischen hinterem Augenpol (an der Innenfläche der Sclera) und dem Hornhautquerdurchmesser bestimmt. Die Zahl der Ciliarfortsätze zählte ich an Frontalschnitten mit Hilfe von Zeichnungen, deren Vergrößerung bekannt war. Der Umfang der Linse wurde auf diesen Zeichnungen mit Hilfe eines Curvimeters gemessen und hieraus die Anzahl Fortsätze pro 1 mm berechnet.

Der nun folgenden Beschreibung sind die Präparate von 24 Augen zugrunde gelegt, die sich auf sieben Entenarten verteilen. Es folgen die Schwimmenten und die Tauchenten in je drei Arten und die Sägerenten in einer Art. Bei der Beschreibung wurden Wiederholungen nach Möglichkeit vermieden. Als erste kam die *Anas boschas* zur Schilderung und wurde deswegen am ausführlichsten behandelt. Wenn bei den folgenden Arten Einzelheiten unerwähnt bleiben, ist daraus auf eine Übereinstimmung mit jener Art zu schließen.

Mikroskopisch-anatomische Beschreibung.

Schwimmenten.

1. *Anas boschas* L., Märzente.

Zur Untersuchung lagen Schnittserien von vier Augen vor, von denen drei in horizontale Meridionalschnitte und eines in Frontalschnitte zerlegt war.

Die Durchschnittsmaße aus drei Augen (gemessen an den Schnitten) betragen für

den tempero-nasalen Durchmesser 14,6 mm

den horizontalen Corneadurchmesser 7,2 mm.

Das Auge sieht seiner äußeren Form nach verhältnismäßig flach aus; einem kesselartigen hinteren Abschnitt sitzt der vordere Abschnitt wie ein flacher nur in der Mitte stark gewölbter Deckel auf. Diese Form kommt dadurch zustande, daß die sclerale Augenhaut unmittelbar vor dem Äquator fast rechtwinklig nach innen gebogen ist und nahezu senkrecht gegen die Augenhaut verläuft und erst in ihrem vorderen Drittel aufgebogen ist, um ziemlich allmählich in die Hornhautwölbung überzugehen (Taf. IV, Fig. 1).

Sclera.

Ihr vorderer Rand wird außen durch den Beginn der Conjunctiva, innen ungefähr durch die zentralste Anheftungsstelle des Ligamentum pectinatum angedeutet. Ihr vorderer Abschnitt enthält den konkav nach außen gekrümmten Knochen, der hintere Abschnitt die Knorpelbohrschale, deren vorderer Rand sich proximal unter den hinteren Rand des Knochenrings schiebt. Die Dicke der Sclera (mitsamt dem Knochen und Knorpel) ist am vorderen Rande am größten und sinkt allmählich bis weit über den Äquator hinaus, um im hintersten Abschnitt wieder zuzunehmen. Die Dicke betrug an einem Auge, mit dem Mikromillimeter gemessen,

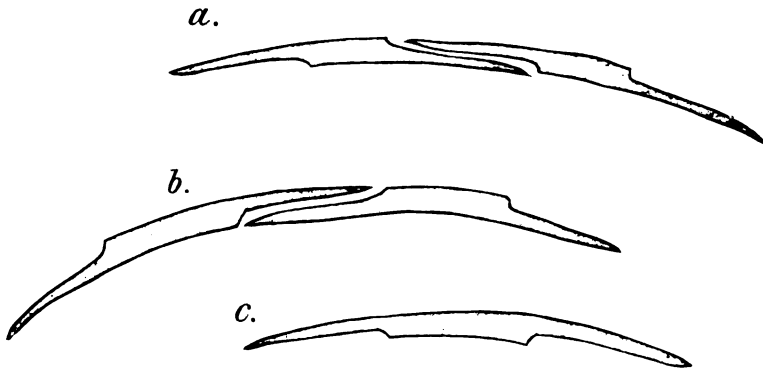
am vorderen Rande	0,34 mm
dicht vor dem Knochenring	0,31 mm
am hinteren Rande des Knochenrings	0,3 mm
an dem vorderen Retinarande	0,16 mm
am hinteren Pol	0,22 mm.

Der Knochenring ist in seinem vorderen Drittel stark aufgebogen, so daß die Konkavität nach der Oberfläche der Sclera gerichtet ist; die beiden anderen Drittel verlaufen fast geradlinig und senkrecht zur Augenhaut. Die Breite des Knochenrings ist auf der temporalen Seite des Auges größer als auf der nasalen und betrug an einem Auge 2,27 resp. 1,78 mm. Der vordere Rand des Knochenrings ist stumpf abgerundet, der hintere scharf zugespitzt und überdacht den vorderen Rand der Knorpelschale. Die Dicke des Knochenrings ist großen Schwankungen unterworfen, da er aus verschiedenen gestalteten, sich übereinander schichtenden Schuppen gebildet wird. So haben denn auch die Zahlen 0,25 für das vordere und 0,21 für das hintere Ende nur bedingten Wert. —

Wenn man die Zusammensetzung des Knochenrings aus einzelnen Plättchen bereits an Meridionalschnitten durch das Auge sehen kann,

wobei der Knochenring im Längsschnitt erscheint, erkennt man seinen genaueren Aufbau erst aus Frontalschnitten durch das Auge. Auf den Querschnitten, die hierbei sichtbar werden, erscheinen die Knochenplättchen in drei Formen. Am häufigsten ist eine rechteckige mit flügel förmigen Verlängerungen der Vorder- und Hinterfläche resp. eine unregelmäßig rhombische; selten sind zwei Formen, die man als „Untertassenform“ und „Stockgriffform“ charakterisieren könnte. Alle drei Formen sind nach dem Augeninneren konkav gebogen (Textfig. 1).

Ein Vergleich eines *Anas boschas*-Auges mit den Augen von *Anas querquedula* und *penelope* zeigt einen gemeinsamen Typus im Aufbau des Knochenrings, und zwar in der Weise, daß oben und unten je eine „Stockgriffform“, nasal und temporal je eine „Untertassenform“ und in den



Figur 1.

Zwischenräumen je drei rhombische zu finden sind. Dabei geben die rhombischen Querschnitte der einen Augenhälfte die Spiegelbilder der gegenüberliegenden wieder. In einem an Frontalschnitten untersuchten Auge von *Anas boschas* ist eine Abweichung von diesem Schema in dem Sinne festzustellen, daß auf der temporalen Seite auf die „Stockgriffform“ vier rhombische, dann die „Untertassenform“ und zwischen dieser und der unteren „Stockgriffform“ nur eine rhombische folgen. Es enthielt also in diesem Falle die Sclera der temporalen Seite nur sechs statt sieben Knochenplättchen, auf der nasalen dagegen sieben.

Die Knochenplättchen bei *Anas boschas* messen von Flügelspitze zu Flügelspitze zwischen 2—4 mm, also etwas mehr als der Knochenring selbst breit ist. Natürlich werden diese Maße Schwankungen unterliegen, je nachdem der Querschnitt durch das Knochenplättchen näher dem vorderen oder hinteren Rande gefallen ist. Die Flügel der Plättchen

liegen entweder fest aufeinander oder werden durch feine mit Bindegewebe und Gefäßen gefüllte Spalten voneinander getrennt.

Die Knorpelschale beginnt, wie schon erwähnt, nach unten und innen von dem hinteren Rande des Knochenrings und bildet die vitrale Schicht der Sclera; im hinteren Abschnitt sind Öffnungen für den Sehnerv, Gefäße und Nerven enthalten. Die Dicke des Knorpels betrug in einem Falle vorn 0,15, hinten 0,12 mm, nimmt also nach hinten zu ab.

Das Bindegewebe der Sclera ist pigmentiert. Eine stärkere Ansammlung von Pigmenthäufchen findet sich in der Nachbarschaft des Ligamentum pectinatum; eine kräftige aber zerstreute Pigmentierung ist ferner in dem hinteren Abschnitt des Bulbus in den Lagen, die der Knorpelschale aufliegen, vorhanden.

Cornea.

Die Dicke der Cornea betrug im Durchschnitt am Limbus 0,33 mm, am vorderen Augenpol 0,2 mm. Die Dicke des Epithels war 26 μ .

Das Epithel besteht aus 6—7 Zellschichten, Zylinderzellen in der Tiefe, dann kubische, endlich platte Zellen. Eine Basalmembran in der Art der Bowmanschen Membran des Menschen existiert nicht, doch ist das Corneastroma dicht unter dem Epithel besonders fest und gleichmäßig. Auch sonst ist es sehr dicht gefügt, seine Bündel verlaufen anscheinend regellos; spindelförmige Kerne sieht man nicht. Die Hinterfläche der Cornea wird von einem dünnen Endothelhäutchen mit kurz-ovalen Kernen bekleidet. —

In der Nähe des Limbus spaltet sich von den hinteren (inneren) Corneaschichten eine fibröse Platte ab, die nach hinten und außen verläuft und mit der Sclera einen spaltförmigen, sich nach vorn verjüngenden Raum bildet. Die Dicke dieser Platte beträgt 45—75 μ . An ihrer Innenfläche verlaufen Gefäße und Nerven und entspringt das Balkenwerk des Ligamentum pectinatum, in dem Raum zwischen Platte und Sclera liegt das vordere Ende des Ciliarmuskels. Die vorderen (äußeren) Corneaschichten gehen direkt in die Sclera über.

Ciliarkörper.

(Ciliarmuskel, Ligamentum pectinatum, Grundplatte und Fortsätze.)

Ciliarmuskel. Auf Grund von Meridionalschnitten durch das Auge können wir an dem Muskel zwei Abschnitte unterscheiden. Der vordere Abschnitt liegt in dem Spalt zwischen der oben geschilderten fibrösen Platte und der Sclera. Seine ersten (distalsten) Bündel ziehen von dem Wurzelteil der fibrösen Platte nach hinten und außen zur Sclera und bilden mit ihr einen nach vorn offenen Winkel von ca. 45°; die

nächsten Bündel verlaufen noch den ersten ziemlich parallel; dann aber rückt ihr scleraler Anheftungspunkt relativ immer mehr nach hinten, so daß der betreffende Winkel immer spitzer wird. Zugleich werden die Bündel länger: während (an einem Auge) die ersten Bündel 0,15 mm maßen, zeigten die letzten bereits die dreifache Länge. Neben diese vordere Muskelportion setzt sich eine zweite, die an dem freien Rande der fibrösen Platte entspringt, parallel zur Sclera weit nach hinten-außen zieht und schließlich in der Pars plana des Ciliarkörpers inseriert. Die beiden Muskelportionen, von denen die vordere dem Cramptonschen Muskel entspricht, die hintere dem Müllerschen, sind nicht scharf voneinander getrennt, sondern gehen ineinander über, indem die letzten Bündel der vorderen Portion sich bereits der Verlaufsrichtung der Müllerschen Bündel anschließen. In dem hinteren Abschnitt des Müllerschen Muskels scheinen außerdem einige Bündel von der Sclera auszugehen, um mit den übrigen in dem Ciliarkörper zu inserieren. Das vordere Ende des Müllerschen Muskels entspricht der Umbiegungsstelle des Knochenrings (Taf. IV, Fig. 1).

Die Dickenverhältnisse stellte ich an einem Auge folgendermaßen dar. Breite des Cramptonschen Muskelrings 0,6, Dicke 0,15 mm; Breite des Müllerschen Muskelrings 0,75, Dicke 45 μ .

Die temporo-nasale Asymmetrie in der Ausbildung des Ciliarmuskels sei durch Messungen an einem zweiten Auge dargetan, indem hier die Breite des gesamten Muskels auf der nasalen Seite 1,62, auf der temporalen 1,73 betrug.

Ligamentum pectinatum. Die Kammerbucht, d. h. der Raum zwischen der Cornea-Sclera einerseits und der Iris und dem Ciliarkörper andererseits, wird von dem feinen Gerüstwerk des *Ligamentum pectinatum* durchzogen. Den Grundstock dafür bilden feine Fasern bindegewebiger Natur, die sich von der Innenfläche der fibrösen Platte geradlinig oder bogenförmig zur Vorderfläche der Iris und des Ciliarkörpers schlagen. Die am weitesten zur Pupille hin gelegenen Iris-Anheftungsstellen befanden sich in einem Auge 0,33—0,39 mm, in einem zweiten 0,4—0,45 mm weit von der Iriswurzel. Das fibröse Gerüst des *Ligamentum pectinatum* ist von zarten Zellen überzogen, die zweierlei Herkunft sind. Die eine Art stammt von dem Hornhautendothel her, wie man denn an geeigneten Schnitten den direkten Übergang der Endothelzellen wahrnehmen kann. Daneben und besonders in der Nachbarschaft der Uvea finden sich außerdem noch andere, etwas größere und feinkörnig pigmentierte Zellen, die aus dem Stroma der Iris und des Corpus ciliare stammen.

Grundplatte mit den Fortsätzen. Der Ciliarkörper läuft

linsenwärts in eine größere Anzahl massiger Fortsätze aus, die sich fest an den Ringwulst der Linse anstemmen. Die Berührungsfläche ist eben, so daß die Fortsätze das Aussehen kleiner Stempel bekommen. Das bindegewebige Gerüst ist im Verhältnis zur Dicke des Pigmentepithels schwach entwickelt, die Fortsätze infolgedessen nicht besonders fest, was man an den vielfach gekrümmten Begrenzungslinien sehen kann. Die Zahl der den Ringwulst berührenden Fortsätze betrug in einem frontal geschnittenen Auge 104, wobei auf 1 mm der Linsenperipherie 6,7 kamen (Taf. IV Fig. 6).

Nach außen von den eben erwähnten Falten sieht man an Meridional-schnitten noch mehrere andere, schnell an Höhe abnehmende, dann folgt eine lange Pars plana, an der nur noch das von retinalem Epithel bekleidete Pigmentepithel einige unbedeutende Erhöhungen macht.

Das Stroma dieses Teils des Ciliarkörpers ist sehr schmal und besteht aus bindegewebigen Fasern und den Ausläufern des Müllerschen Muskels.

Zwischen dem bindegewebigen Stroma und der Sclera liegt eine Schicht meridionaler Fasern, die sich nach van Gieson nicht rot färben, sondern eine blaß gelbliche Färbung annehmen und schmale blasse Kerne enthalten. Diese Fasern entspringen etwas vor dem vorderen Rande der Retina aus der Sclera und gehen in der Breite des hinteren Muskelrandes in das deutlich rote Bindegewebe des Ciliarkörpers über (sogenanntes elastisches Ringband).

Ein Stück vor dem vorderen Netzhautrande werden die Querschnitte großer Gefäße sichtbar, eine direkte Fortsetzung des chorioidealen Gefäßsystems.

Die Breite des Ciliarkörpers, gemessen von der Iriswurzel bis zum Netzhautrande, betrug in einem Auge auf der temporalen Seite 3,55 mm, auf der nasalen Seite 2,86 mm.

Iris.

Die Iris ist ziemlich gleichmäßig dick, zeigt nur nach der Mitte zu eine leichte Anschwellung und nach dem ciliaren und pupillaren Rande eine mäßige Verdünnung. Sie liegt mit der pupillaren Hälfte dem Ringwulst der Linse an. Die Breite des gesamten Irisdiaphragma im horizontalen Meridian betrug an drei Augen 6,96 bis 7,83 mm. Die Dicke an der Wurzel betrug (im Durchschnitt) 0,13 mm, in der Mitte (der dicksten Stelle) 0,25 mm.

Die Vorderschicht der Iris ist mehr oder weniger pigmentiert und enthält die größeren Gefäße, die oft über die Vorderfläche hinaus in die vordere Kammer vorragen. Die Muskulatur ist sehr kräftig entwickelt.

Querschnitte von Muskelbündeln finden sich in der ganzen Dicke der Iris, am dichtesten in dem papillaren und mittleren Drittel, spärlich im ciliaren. Unter dieser Ringmuskulatur (Sphincter) verlaufen radiäre Muskelbündel (Dilatator) überall in ziemlich gleicher Stärke, wodurch sie im ciliaren Drittel der Iris relativ stärker hervortreten. Die hintere Pigmentschicht ist recht stark, in einem Falle mit knopfartigen Hervorragungen.

Nickhaut.

Die Länge der Nickhaut beträgt ca. 6 mm. Ihre beiden Flächen sind durchweg faltig. An der Vorderfläche sind die Falten groß, an der Hinterfläche bedeutend kleiner und nehmen von beiden Rändern nach der Mitte zu an Höhe und Zahl ab. Im Wurzelteil sind sie dicht gedrängt und sehr schmal. Das vordere Epithel, das 60 μ dick ist, besteht am Grunde aus kubischen, dann nach der Oberfläche hin aus sich immer mehr abplattenden Zellen, die ihm eine streifige Struktur verleihen. Das Stroma ist derb bindegewebig und enthält relativ viele Gefäße. Das hintere Epithel ist zweireihig und kubisch. Der Kragen ist stark pigmentiert.

2. *Anas penelope* L., Pfeifente.

Es wurden vier Augen untersucht, zwei an meridionalen und zwei an frontalen Schnitten.

Die Durchschnittsmaße zweier Augen betragen für den
temporo-nasalen Durchmesser . . . 13,7 mm
den horizontalen Corneadurchmesser 7,2 mm.

Seinem Bau nach entspricht das Auge demselben Typus wie bei *Anas boschas*.

Sclera.

Ebenso wie bei *boschas* zeigt auch hier die Sclera eine allmähliche Verdünnung vom Limbus zum Äquator und eine Verdickung im hinteren Abschnitt. Die Maße eines Auges betragen:

am vorderen Rande 0,3 mm
dicht vor dem Knochenring 0,25 mm
am hinteren Rande des Knochenrings 0,25 mm
an dem vorderen Retinarande 0,16 mm
am hinteren Pol 0,21 mm.

Auch der Knochenring zeigt an meridionalen und frontalen Schnitten Aufbau und Form wie bei *boschas*. Seine Breite betrug auf der temporalen Seite 1,94 mm, auf der nasalen 1,78 mm, seine Dicke am vorderen Rande etwa 0,2 mm, am hinteren Rande 0,15 mm.

Die Zahl der Knochenplättchen betrug in einem daraufhin untersuchten Auge 16 mm, wobei die Formen ganz mit denen bei *Anas boschas* gefundenen übereinstimmten. Ihre größte Breite (von Flügel- zu Flügelspitze) betrug 3 mm.

Die Dicke der Knorpelschale maß ich an einem Auge vorn zu 0,11 mm, hinten zu 0,13 mm, in einem zweiten an beiden Stellen zu 0,12 mm. Es fand sich also hinten keine Verdünnung wie bei *Anas boschas*.

Die Pigmentierung der Sclera ist von der Art wie bei *boschas*, nur im allgemeinen stärker.

Cornea.

Die Dicke betrug am Limbus 0,19 mm, am vorderen Augenpol 0,12 mm bis 0,13 mm. Die Dicke des Epithels, das aus sieben Zellagen besteht, schwankte zwischen 22 und 30 μ . Das Endothel der Hornhaut hinterfläche hatte an einem Auge auffallend langgestreckte Kerne. Sonst zeigte die Cornea nichts Besonderes. Auch die fibröse Platte an der Hinterfläche des Limbus ist ebenso gestaltet und von gleicher Dicke wie bei *boschas*.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel ist nach demselben Typus gebaut wie bei *Anas boschas*, man kann hier ebenfalls deutlich eine gut entwickelte Cramp-tonsche und relativ schwächer entwickelte Müllersche Portion unterscheiden. An einem Auge betrug die Breite der ersteren 0,67 mm und die Dicke 0,07 mm, die Breite der Müllerschen Portion dagegen 0,97 mm und ihre Dicke 0,06 mm. Die Breite des gesamten Muskelrings betrug an einem zweiten Auge auf der temporalen Seite 1,62 mm, auf der nasalen Seite 1,2 mm, also auch hier eine auffallende Asymmetrie. Die Anheftungsstelle des Ligamentum pectinatum beginnt an der Irisvorderfläche 0,3 bis 0,37 mm zentral von der Iriswurzel.

Die Breite des Ciliarkörpers von der Iriswurzel bis zum Retinarande war temporal 3,45 mm, nasal 2,91 mm. An Fortsätzen, welche die Linse berühren, zählte ich an einem Auge 88, wobei 5,5 auf ein Millimeter der Linsenperipherie kommen; also weniger wie bei *Anas boschas*.

Iris.

Die Iris zeigt in der Mitte zwischen pupillarem und ciliarem Rande eine mäßige Anschwellung und liegt mit dieser Stelle vorn und seitlich dem Ringwulst an. Der Durchmesser des ganzen Irisdiaphragma betrug 7,1 mm bei 2,91 mm großer Pupille.

An der Wurzel war die Iris 0,1 mm, an der dicksten Stelle (in der Mitte) 0,21 mm dick. Die Pigmentierung der Iris ist stark, besonders gegen die Pupille hin, und findet sich nicht nur an der Vorderfläche, sondern auch an den Gefäßscheiden und zwischen den Muskelbündeln. Die Anordnung der Muskulatur ist wie bei *Anas boschas*, nur fällt hier noch mehr der Unterschied in der Verteilung der Sphincter- und Dilatorbündel auf. Die letzteren sind nämlich (an nicht depigmentierten Schnitten) im pupillaren und mittleren Drittel sehr spärlich und ihre Zahl vermehrt sich erst im ciliaren Drittel, wo sie $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Dicke der Iriswurzel einnehmen. Die Hauptentwicklung der Sphincterfasern fällt dagegen, wie bei *boschas*, ins mittlere Drittel.

Nickhaut.

Sie ist durchweg faltig, von beiden Flächen erheben sich Falten, die am größten an der Oberfläche, am feinsten an der Unterfläche des Wurzelteils sind. Das Epithel erreicht seine größte Dicke am Kragen mit 45 μ , sinkt an der Unterfläche bis auf 15 μ . Es besteht hier aus mehreren Lagen kubischer Zellen, an der Oberfläche aus Plattenepithel. Das Stroma bildet ein kompaktes Bindegewebe mit relativ viel Blutgefäßen und im Kragenteil mit Pigment, das sich hier unter dem Oberflächenepithel, aber auch im Stroma ausbreitet (Taf. V, Fig. 6).

3. *Anas querquedula* L., Knäckente.

Es wurden vier Augen untersucht, drei an horizontalen Meridionalschnitten, eins an Frontalschnitten.

Es betrug

der temporo-nasale Augendurchmesser 11,0 mm
der horizontale Corneadurchmesser . 5,8 mm.

Das Auge ist nach dem *Anas boschas*-Typus gebaut.

Sclera.

Die Sclera verdünnt sich ebenfalls von vorn nach dem Äquator und wird erst hinten wieder dicker. Die Dickenmaße eines Auges betragen:

am vorderen Rande 0,22 mm
vor dem Knochenring 0,2 mm
am hinteren Rande des Knochenrings 0,19 mm
am Retinarande 0,13 mm
im Fundus oculi 0,17 mm.

Der aus 16 Plättchen bestehende Knochenring war auf der temporalen Seite 1,46 mm, auf der nasalen 0,94 mm breit. Seine Dicke be-

trug vorn 0,07 bis 0,13 mm, hinten 0,04 bis 0,09 mm. Die Breite der einzelnen Plättchen (von Flügel- zu Flügelspitze) war 2,1 bis 2,6 mm (Textfig. 1).

Die Knorpelschale nimmt von vorn nach hinten an Dicke ab; sie betrug am vorderen Rande 0,1 mm, hinten 0,07 mm.

Die Pigmentierung ist der Art nach gleich, wie bei beiden vorigen Arten, aber schwächer.

Cornea.

Die Dicke betrug im Durchschnitt am Limbus 0,25 mm, am vorderen Augenpol 0,2 mm. Das Epithel allein ca. 25 μ . An der Hinterfläche des Limbus ist eine gut entwickelte fibröse Platte von ungefähr 30 μ Dicke vorhanden.

Ciliarkörper.

Sein Bau stimmt in jeder Beziehung mit den entsprechenden Verhältnissen der beiden anderen Schwimmenten überein. Die kräftig entwickelte Cramptonsche Portion, die das vordere Ende des Knochenrings ein wenig überragt, hatte an einem Auge die Breite von 0,48 mm, die Dicke von 0,06 mm. Die Müllersche Portion eine Breite von 0,6 mm und Dicke von 0,04 mm. Die Gesamtbreite des Ciliarmuskels war auf der temporalen Seite 1,08 mm, auf der nasalen 1,03 mm. Die Insertionen des Ligamentum pectinatum reichten bis zu 0,21 mm weit auf die Irisfläche (von der Iriswurzel). Die Breite des Ciliarkörpers war auf der temporalen Seite 2,43 mm, auf der nasalen Seite 1,83 mm. Die Linse berührende Fortsätze gab es in einem Auge 86, wobei 6,2 auf 1 mm der Linsenperipherie kamen.

Iris.

Die Breite des Irisdiaphragma (im horizontalen Durchschnitt) war 5,5 mm, wovon 2,91 mm auf die Pupillen fielen. Die Dicke der Iris betrug an der Wurzel 0,07 bis 0,09 mm, an der dicksten Stelle 0,13 bis 0,15 mm. Die Iris ist fast gleichmäßig dick und ruht mit der pupillaren Hälfte der Linse auf, berührt dabei in großer Ausdehnung den Ringwulst.

Der Bau der Iris wie bei *Anas boschas* und *penelope*.

Nickhaut.

Die Haut hat an ihrer breitesten Stelle ca. 3,6 mm (vom freien Rande bis zur Wurzel). Vorder- und Hinterfläche sind gefaltet, die erstere in großen, die letztere in kleinen Falten. Das Epithel der Vorderfläche ist 60 μ dick, besteht aus basalen kubischen und darüber gelagerten platten Zellen. Das 30 μ dicke Epithel der Hinterfläche wird von 2 bis

3 Lagen kubischer, vielfach schleimig umgewandelter Zellen gebildet. Das kompakte, von kleinen Gefäßen durchzogene bindegewebige Stroma ist im Bereiche des Kragens pigmentiert.

Tauchenten.

4. *Fuligula marila* L., Bergente.

Es wurden die beiden Augen eines Vogels untersucht, und zwar das eine an meridionalen Horizontalschnitten, das andere an Frontalschnitten.

Die Maße des einen Auges betragen für

den temporo-nasalen Durchmesser . 14,2 mm

den horizontalen Corneadurchmesser 6,9 mm.

Das Auge sieht nicht so flach aus, wie dasjenige der Schwimmenten; die vor dem Äquator gelegene Sclera ist nicht ganz so stark nach innen eingebogen, wie dort; der Winkel, den ihre Verlängerung mit der Augenachse bilden würde, ist nicht mehr ein rechter, sondern kleiner als ein rechter (nach hinten offen).

Sclera.

Die Dickenverhältnisse der Sclera entsprechen dem bei den Schwimmenten gefundenen. Man sieht auch hier wieder eine zunächst nach hinten zunehmende Verdünnung und dann eine Verdickung gegen den hinteren Augenpol hin. Die Maße betragen:

am vorderen Rande 0,39 mm

dicht vor dem Knochenring 0,31 mm

am hinteren Rande des Knochenrings 0,26 mm

am Retinarand 0,19 mm

im Fundus oculi 0,16 mm.

Der Knochenring sieht auf dem Längsschnitt (an horizontalen Meridionalschnitten durch das Auge) gedrungener aus wie bei den Schwimmenten, seine Aufbiegung im vorderen Teil erfolgt allmählicher. Seine Breite beträgt auf der temporalen Seite 2,16 mm, auf der nasalen 1,89 mm, seine Dicke vorn ca. 0,22 mm, hinten 0,16 mm.

Die Knochenplättchen, ca. 16 an Zahl, zeigen wohl meist die Typen wie bei den Schwimmvögeln, indessen nicht mehr in der dort beobachteten Regelmäßigkeit. Daneben sieht man Querschnitte von Bogenform mit zugespitzten Enden und auch ganz unregelmäßige Formen, die durch Verschmelzung benachbarter Plättchen oder durch Teilung entstanden sind. Eine so regelmäßige Anordnung wie bei den Schwimmvögeln ist infolgedessen auch nicht festzustellen. In der Knochensubstanz finden

sich Hohlräume, doch nicht von der Größe und Ausdehnung wie z. B. bei *H. hyemalis* (Textfig. 2).

Die Knorpelschale ist vorn 0.16 mm, hinten 0.13 mm dick, zeigt nichts Besonderes.

Die Pigmentierung erfolgt nach dem Typus von *Anas boschas*, ist aber sehr gering.

Cornea.

Ihre Dicke beträgt am Limbus 0,34, am vorderen Pol 0,27 mm. Das aus sieben Zellschichten bestehende Epithel ist 30 μ dick. Die vorderste, d. h. unter dem Epithel liegende Schicht des Stroma zeigt in einer Dicke von 1 μ keine faserige Struktur, sondern sieht mehr oder weniger homogen aus, enthält auch keine Kerne; nach dem Augennern zu ist sie recht scharf begrenzt, indem sich der faserige Teil des Stroma mit seinen Kernen geradflächig und unvermittelt daran setzt. Wir haben hier eine Bildung, die man mit der Bowmanschen Membran des Menschen vergleichen kann.

Die Kerne des Corneastroma haben die Form langer Spindeln und fallen hierdurch auf. — Auch bei dieser Entenart spaltet sich von der hinteren Cornealfläche eine fibröse Platte ab, wie wir es bei den Schwimmern sahen. Sie hat 30 μ Dicke.

Ciliarkörper.

Die Bildung des Muskels ähnlich wie bei den Tauchenten. Auch hier füllt eine Cramptonsche Portion den Winkel zwischen Sclera und der fibrösen, von der inneren Cornealamelle ausgehenden Platte. Die Muskelbündel ziehen zwischen beiden von vorn innen nach hinten außen. An dem Rande der Platte und dicht neben ihm entspringt die Müllersche Portion und verläuft an der Innenfläche der Sclera bis zu ihrer Anheftungsstelle in dem Corpus ciliare. Die Cramptonsche Portion war an dem untersuchten Auge kräftig entwickelt, die Müllersche Portion dünn; genaue Maße konnten nicht genommen werden, da das Präparat zu starke Auffaserungen zeigte. Auf der nasalen Seite betrug die Breite des gesamten Muskelrings 1,51 mm. — Die Anheftungsstellen des Ligamentum pectinatum erstreckten sich 0,15 mm weit auf der vorderen Irisfläche.

Die Breite des Ciliarkörpers (von der Iriswurzel bis zum Retinarande) betrug auf der temporalen Seite 3,78 mm, auf der nasalen 2,97 mm. Die die Linse berührenden Ciliarfortsätze sind gedrunken, oft fingerförmig oder mit verbreitertem Ende, enthalten recht viel Bindegewebe und

sind nicht faltig wie bei den Schwimmenten. Ihre Zahl betrug 110, wobei 6,3 auf 1 mm der Linsenperipherie kamen.

Iris.

Die Iris nimmt nach der Mitte an Dicke zu und liegt mit der pupillaren Hälfte vorn und seitlich der Linse an, wobei sie einen kleinen Abschnitt des Ringwulstes der Linse noch berührt. Der horizontale Durchmesser des Irisdiaphragma betrug 6,26 mm, wovon 2,59 mm auf die Pupille kamen. Die Dicke der Iris an der Wurzel war 0,12 mm, in der Mitte 0,25 mm. — Auf der vorderen Fläche findet sich ein starkes, in mehreren Schichten angeordnetes Endothel. Das mäßig pigmentierte Stroma besteht aus den zirkulären Muskelfasern und zwischen ihnen aus auffallend starken Bindegewebsbündeln. Vor der Pigmentschicht finden sich radiäre Muskelbündel in mäßiger Menge.

Nickhaut.

Die Nickhaut ist nicht ganz bis zur Wurzel erhalten, indessen ist der fehlende Teil nur unbedeutend. Im Gegensatz zu der Nickhaut der Schwimmenten kann man hier zwei dem Bau nach verschiedene Abschnitte erkennen: erstens einen faltigen Randteil und zweitens einen glatten mittleren Teil. Der erstere läuft, wie auch sonst, in eine scharfe Kante aus und trägt an seiner Oberfläche den zur Nasenseite umgeschlagenen Kragen. Hinter ihm (d. h. nasal) ist die Oberfläche in mehrere derbe Falten gelegt, während die Unterfläche eine Reihe kleinerer Falten und zwischen ihnen feine Rinnen bildet. Die Breite dieses faltigen Randteils betrug 1,9 mm. An ihn schließt sich der glatte Teil an, bei dem Ober- und Unterfläche ohne Falten und einander parallel verlaufen, während zugleich eine Verdünnung der ganzen Membran eintritt. Ober- und Unterfläche der Nickhaut sind durchweg mit Epithel bekleidet, indessen ändert es seine Beschaffenheit nach den einzelnen Abschnitten. Am Kragen besteht es aus ca. 8 Lagen, von denen die tiefste zylinderartige, die oberflächlichsten platte Zellen sind, von hier an steigt die Mächtigkeit des Plattenepithels in nasaler Richtung und erreicht im glatten Teil etwa 15 Lagen. Die Unterfläche trägt im faltigen Teil ein mehrschichtiges kubisches Epithel, das sich im glatten Teil bis auf zwei Schichten verdünnt. — Das Stroma besteht aus einem derben Bindegewebe mit zahlreichen Spindelnkernen und ist am freien Rande und im Kragen etwas pigmentiert. — Die Dicke der Nickhaut betrug an der dünnsten Stelle des glatten Teils 135 μ , wovon 75 μ auf das vordere Epithel kommen.

5. *Fullgula clangula*. Schellente.

Auch von dieser Art standen mir nur zwei Augen eines Individuums zur Verfügung. Das eine wurde in horizontale, das andere in frontale Schnitte zerlegt. Die Maße betragen für

den temporo-nasalen Durchmesser . 15,0 mm

den horizontalen Corneadurchmesser 7,0 mm.

Die Augenform entfernt sich hier noch mehr wie bei *Anas marila* von dem Typus, der bei den Schwimmenten gefunden wurde. Der vor dem Äquator gelegene Scleraabschnitt verläuft schräg nach vorn und innen und beschreibt mit der Augenachse einen nach hinten offenen Winkel, der noch spitzer ist als bei *Anas marila*.

Sclera.

Die Scleradicke zeigt ein Verhalten, das von dem bisher mitgeteilten abweicht. Sie ist hier am Limbus relativ dünn, nimmt dann in der Breite des Knochenrings erheblich zu, sinkt gegen den Äquator hin und steigt wieder am hinteren Pol. — Die Maße geben dieses am besten wieder.

Die Dicke der Sclera betrug

vorn 0,32 mm

dicht vor dem Knochenring 0,34 mm

am hinteren Rande des Knochenrings 0,37 mm

am Retinarande 0,17 mm

im Fundus 0,31 mm.

Der Knochenring erscheint (an horizontalen Meridionalschnitten durch das Auge) etwa zur Hälfte vorn aufgebogen. Der vordere Rand ist sehr stumpf, die größte Dicke des Rings findet sich kurz vor dem Rande, dann bleibt sie fast gleich bis zum hinteren Drittel und nimmt von hier allmählich ab. Die Breite des Knochenrings maß ich temporal wie nasal zu 2,48 mm, die Dicke vorn zu 0,24 mm, hinten zu 0,1 mm. An Frontalschnitten zählte ich 15 Plättchen von typischer Form aber nicht ganz symmetrischer Anordnung. Wie bei den Schwimmenten fanden sich oben und unten „Stockgriffornen“, temporal und nasal „Untertassenformen“, die zwischen jenen liegenden „Rhomben“ variierten indessen an Zahl, und zwar in der Weise, daß im unteren-nasalen und oberen-temporalen Quadranten sich je vier von ihnen befanden, im unteren temporalen dagegen nur zwei und im oberen nasalen nur eine. Atypische Teilungen der Plättchen kommen nur ganz selten vor. Manche Plättchen sind bis 3,9 mm breit. In der Knochensubstanz hier und da Hohlräume.

Die Knorpelschale zeigt nicht die große Regelmäßigkeit wie im Schwimmentenaue. Ihre Dicke schwankt besonders im hinteren Augen-

abschnitt bedeutend; ihre Begrenzung ist uneben, vor allem an der Außenfläche, und zeigt bald Erhöhungen und bald Vertiefungen. Vorn beträgt die Dicke 0,15 mm, hinten 0,12 bis 0,21 mm.

Eine Pigmentierung des scleralen Bindegewebes fehlt im vorderen Abschnitte ganz und ist hinten außerordentlich spärlich.

Cornea.

Ihre Dicke beträgt am Limbus 0,3 mm, am vorderen Pol 0,15 mm, die Dicke des Epithels, das aus 5 bis 6 Zellschichten besteht, 30 μ . Eine Bowmansche Membran fehlt. Der histologische Aufbau zeigt dasselbe Verhalten wie bei *Anas boschas*. Eine fibröse Corneaplatte ist auch hier vorhanden und etwa 30 μ dick.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel macht einen viel einheitlicheren Eindruck wie bei den bisher beschriebenen Entenaugen. Eine so ausgesprochene Gliederung in zwei Portionen, wie dort, findet sich nicht. Er ist von fast gleichmäßiger Dicke und seine Bündel haben auch im vorderen Abschnitt die Tendenz, sich der Sclera parallel zu stellen. Am vorderen Ende sitzt der Muskel ebenfalls in der Spalte zwischen Sclera und fibröser Platte und die ersten Bündel ziehen von der einen zur anderen. Aber schon die Bündel, die in der Mitte der Außenfläche der Platte ihren Ursprung nehmen, verlaufen fast parallel zur Sclera und schließen sich mit der sogenannten Müllerschen Portion zu einer Masse zusammen. Die letzten Bündel scheinen kurz vor dem Ende auch an der Sclera angeheftet zu sein. Die Insertion im Corpus ciliare ist sehr breit und umfaßt einen Streifen von 0,75 mm, während sie bei den Schwimmten ganz schmal ist. Die Breite des Muskelrings betrug temporal 2,45 mm, nasal 2,27 mm, die Dicke 0,12 bis 0,13 mm. Das vordere Ende des Ciliarmuskels liegt etwas vor dem vorderen Rande des Knochenrings.

Die Anheftungsstelle des Ligamentum pectinatum an der Vorderfläche der Iris reicht pupillenwärts bis 0,48 mm von der Wurzel. Die Breite des Ciliarkörpers beträgt auf der temporalen Seite 4,54 mm, auf der nasalen 3,35 mm. Es waren an der Linsenperipherie 92 Ciliarfortsätze zu zählen, von denen vier auf einen Millimeter kamen. Ihre Form war breit fingerförmig, ihre Struktur derb bindegewebig.

Iris.

Die Wurzel ist sehr dünn, dann verdickt sich die Membran schnell bis zu ihrer größten Dicke und verjüngt sich von hier allmählich nach dem Pupillenrande. Die dickste Stelle liegt an der Grenze des ciliaren

und mittleren Drittels. Die Iris liegt mit mehr als dem pupillaren Drittel der Linse vorn und seitlich auf, berührt aber nicht den Ringwulst. Der horizontale Durchmesser des Irisdiaphragma beträgt 7,72 mm, davon kommen 2,21 mm auf die Pupille. Die Dicke der Iris ist an der Wurzel 0,1 bis 0,15 mm, an der dicksten Stelle 0,6 bis 0,64 mm.

Die vordere Schicht und das Stroma der Iris sind unpigmentiert. Auf der Vorderfläche liegt in mehreren Zellagen ein Gewebe aus leicht abgeplatteten Zellen mit epithelartigen Kernen von der gleichen Beschaffenheit der Kerne des Ligamentum pectinatum. Es handelt sich hier um ein besonders stark entwickeltes Endothel, wie es bereits bei *A. marila* geschildert wurde. Das Irisstroma besteht hauptsächlich aus derben, teils zirkulär, teils mehr radiär verlaufenden Bindegewebsbündeln, die sich in nach van Gieson gefärbten Schnitten stark rot färben und von den gelblichen Muskelbündeln deutlich abstechen. Letztere sind auffallend spärlich im Vergleich zu dem Bindegewebe und bestehen in der Hauptsache aus einer Schicht zirkulärer Bündel, die schon nahe der hinteren Pigmentschicht liegen, aber von ihr wieder durch Bindegewebe getrennt sind. Auch zwischen den einzelnen Muskelbündeln sieht man Bindegewebe. Radiärbündel finden sich nur in geringer Anzahl dicht vor der Pigmentschicht. Diese ist stark entwickelt und läuft am Pupillenrande in eine dünne und frei nach vorn gebogene Kante aus (*Ectropion uveae*).

Nickhaut.

Am Präparat fehlt infolge einer Verletzung bei der Enukleation der äußere Rand der Nickhaut.

Sie besteht aus einem faltigen Randteil und einem glatten Teil, wie bei *F. marila*. Der erstere hat eine Breite von 1,3 bis 1,6 mm, der letztere von 5,5 mm. Der Faltenteil hat an der Vorderfläche große, an der Hinterfläche kleine Falten. Außerdem finden sich noch an der Hinterfläche nahe der Wurzel ca. 10 kleine und steile Fältchen, die auf dem Querschnitt wie fibroepitheliale Tumoren aussehen (Taf. V, Fig. 9). Das bindegewebige Stroma strahlt nämlich gegen die freie Fläche in feine Züge aus und wird von Epithel überkleidet. Das Epithel der Vorderfläche der Nickhaut ist ein vielschichtiges Plattenepithel; an der Hinterfläche findet man im Faltenteil mehrfach kubisches Epithel, im glatten Teil zwei Reihen abgeplatteter kubischer Zellen, die in den Wurzelfalten wieder höher werden. Die Dicke der Nickhaut beträgt in der Mitte 75 μ , wovon 45 μ auf das vordere Epithel kommen.

6. Harelda hyemalis L., Eisente.

Untersucht wurden fünf Augen, vier davon (2 Paare) an horizontalen Meridionalschnitten durch den entkalkten Schädel und eines an Frontalschnitten. Die Durchschnittsmaße waren für

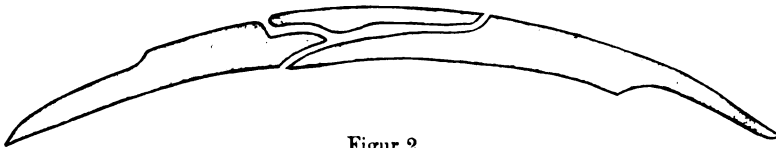
- den temporo-nasalen Durchmesser 14,3 mm
- den horizontalen Corneadurchmesser 6,9 mm.

Die Augenform entspricht ganz und gar der Schilderung, wie sie für *F. clangula* gegeben wurde.

Sclera.

Auch die Sclera zeigt in bezug auf ihre Dicke das Verhalten wie bei *F. clangula*. Ihre Dicke betrug

- vorn am Limbus 0,25 mm
- vor dem Knochenring 0,35 mm
- am hinteren Rande des Knochenrings 0,37 mm
- am Retinarande 0,13 mm
- im Fundus 0,18 mm.



Figur 2.

Der Knochenring ist S-förmig gekrümmt, indem das letzte Drittel nach innen (in bezug auf den Bulbus) leicht konvex ist, die vorderen beiden Drittel nach außen stärker konvex sind. Die Breite des Knochenrings betrug an einem Auge temporal 2,65 mm, nasal 2,16 mm, die Dicke schwankte vorn zwischen 0,13 und 0,19 mm, hinten betrug sie 0,15 mm.

Die Knochenplättchen überlagern einander teilweise, doch ist von einer Regelmäßigkeit dabei nichts zu erkennen. An Frontalschnitten findet man nur selten Querschnitte von den ausgesprochenen Formen wie bei den Schwimmten. Häufig sind die Plättchen der Quere nach in einzelne Teile gegliedert; an anderen Stellen verschmelzen die übereinander gelagerten Teile der benachbarten Plättchen an ihren Berührungsf lächen, oft sind die Konturen unscharf, ausgebuchtet, unregelmäßig, die Zwischenräume manchmal sehr breit und mit Bindegewebe gefüllt. Die Knochensubstanz selbst enthält an verschiedenen Stellen Hohlräume oder Kanäle, manchmal mit Gefäßen, um die das Knochengewebe konzentrische Strukturen zeigt.

Die Knorpelschale ist regelmäßig: vorn in einem Auge 0,12,

hinten 0,1 mm dick. Die Pigmentierung der Sclera ist sehr gering, am stärksten noch in der Anschwellung, die dem hinteren Ende des Knochenrings entspricht.

Cornea.

Im Durchschnitt betrug die Dicke am Limbus 0,25, am vorderen Pol 0,18 mm. Das Epithel war 30—45 μ dick und bestand in der Mitte der Cornea aus 6—7, gegen den Limbus hin aus 8—9 Lagen. Die histologische Struktur bot nichts Besonderes. Eine Bowmannsche Membran fehlte.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel macht einen noch einheitlicheren Eindruck wie bei *F. clangula*. Nur noch wenige und unbedeutende Bündel füllen die Spalte zwischen der schwach entwickelten fibrösen Platte und der Sclera aus. Die Hauptmasse der Bündel stellt eine geschlossene, kräftig entwickelte Müllersche Portion dar, die parallel der Sclerainnenfläche nach hinten zieht. An Schnitten, bei denen die Gewebe etwas aufgefasert sind, sieht man deutlich, daß einzelne Bündel auch weiterhin im Verlaufe von der Sclerainnenfläche abzweigen, um mit den übrigen zum Ciliarkörper zu ziehen. Die ciliare Insertion ist sehr breit, 0,9 mm. Die Breite des Muskelrings betrug an einem Auge temporal 2,27, nasal 1,62 mm, die (ziemlich gleichbleibende) Dicke 0,13 mm.

Die Insertion des *Ligamentum pectinatum* greift auf die Irisvorderfläche in einer Entfernung von 0,67 mm über.

Die Ciliarfortsätze sind stark bindegewebig; da wo sie den Linsenrand berühren, haben sie (an Frontalschnitten) Fingerform. In einem Auge berechnete ich 75 solcher Fortsätze, wobei 4,5 auf einen Millimeter kamen. Die faserige Schicht zwischen Pars plana des Ciliarkörpers und Sclera (cf. seine Beschreibung bei *Anas boschas*) ist stärker entwickelt als bei den vorherigen Arten (Taf. V, Fig. 4).

Iris.

Die Iris verdickt sich von der Wurzel an ziemlich schnell, um dann die größte Dicke in der Mitte zu erreichen; von hier verjüngt sie sich nach dem Pupillarrande und läuft in eine scharfe Kante aus. Sie liegt mit der pupillaren Hälfte der Linse an, berührt aber kaum oder gar nicht den Ringwulst. Der Durchmesser des Irisdiaphragma betrug an einem Auge 7,45 (Pupille 1,84), in einem zweiten 7,21 (Pupille 2,54) mm. Die durchschnittliche Dicke war an der Wurzel 0,13, in der Mitte 0,33 mm.

Das Irisgewebe ist schwach pigmentiert, die Vorderfläche überhaupt ganz pigmentfrei. Auf der Vorderfläche findet sich in größerer oder ge-

ringerer Ausdehnung, besonders in der pupillären Hälfte eine mächtige und ungleich dicke Endothelauflagerung, unter der die größeren Gefäße liegen. Das Stroma besteht vorwiegend aus Ringbündeln, die im ciliaren Drittel etwas spärlicher werden, aber bis an die Wurzel zu verfolgen sind. Unter ihnen die radiären Bündel. Die Pigmentschicht ist kräftig entwickelt: in einem Auge erreicht sie den Pupillarrand nicht ganz, der hier durch eine Endothelauflagerung gebildet wird, in einem anderen umgreift sie ihn aber und ragt noch darüber hinaus in die Vorderkammer (Ektropion uveae) (Taf. V, Fig. 5).

Nickhaut.

Man kann an ihr ebenfalls einen Faltenteil und einen verdünnten glatten Teil unterscheiden. Der erstere ist 2,2 mm breit, die Breite der gesamten Nickhaut 6,7 mm. An der Hinterfläche nahe der Wurzel treten hier wie bei *F. clangula* feine Fältchen auf. Im glatten Teil ist das Epithel der Vorderfläche am Grunde kubisch und darüber plattzellig, wodurch die eigentümliche streifige Struktur zustande kommt. Das Epithel der Hinterfläche ist niedrig, einreihig und wird nur an den Wurzelfalten höher. Die Dicke der Nickhaut im Bereiche des glatten Teils ist 105 μ , wovon 60 μ auf das Vorderflächenepithel kommen (Taf. V, Fig. 7 u. 8).

7. *Mergus merganser L., Säger.*

Untersucht wurden die beiden Augen eines Individuums, das eine an horizontalen Meridionalschnitten, das andere an Frontalschnitten. Es betrug

- der temporo-nasale Durchmesser . 17,4 mm
- der horizontale Corneadurchmesser 7,5 mm.

Das Auge ist nach dem Typus des *F. clangula*-Auges gebaut (Taf. IV, Fig. 2).

Sclera.

Die Maße der Sclera betragen

- am Limbus 0,38 mm
- vor dem Knochenring 0,57 mm
- am hinteren Rande des Knochenrings 0,42 mm
- am Retinarande 0,19 mm
- am hinteren Pol 0,4 mm.

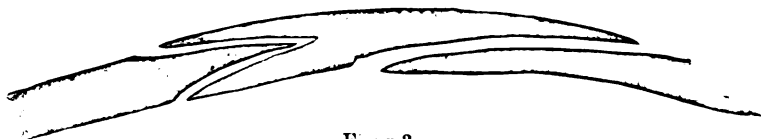
Der Knochenring ist in der vorderen Hälfte allmählich aufgebogen, seine Form auf dem Meridionalschnitt leicht S-förmig. Der hintere Rand überdacht weit den vorderen Rand der Knorpelschale. Seine Breite ist temporal 3,24, nasal 2,91 mm, seine Dicke vorn 0,25, hinten 0,15 mm.

Die Knochenplättchen sind so unregelmäßig und so verschieden an Form und Größe, daß sich eine genaue Zahl nicht angeben läßt. An Frontalschnitten sieht man häufig Trennungen der einzelnen Plättchen in mehrere Stücke und andererseits Verschmelzungen zwischen ihnen (Textfig. 3). Vielfach finden sich ausgedehnte Hohlgänge in der Knochensubstanz, durch die eine weitere Gliederung entsteht. Die Knorpelschale zeigt vorn eine Dicke von 0,13, hinten von 0,21 mm.

Die Pigmentierung ist gering und im allgemeinen wie bei den übrigen Enten angeordnet, nur findet sich auch Pigment am Limbus, da wo die Conjunctiva bulbi ansetzt und an der Innenfläche des Stroma, am zentralen Rand des Ligamentum pectinatum.

Cornea.

Die Dicke beträgt im Durchschnitt am Limbus 0,48 mm, im Zentrum 0,22, die Dicke des Epithels allein 28 μ . Der Aufbau der Cornea weicht von dem sonstigen Verhalten nicht ab. Die fibröse Corneaplatte ist



Figur 3.

schwach entwickelt, der Raum zwischen ihr und der Sclera ist schmal und kurz.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel hat zwischen fibröser Corneaplatte und Sclera nur einige wenige und unbedeutende schräge Verbindungsbündel. Bei weitem die Hauptmasse des Muskels zieht parallel zur Sclerainnenfläche nach hinten und inseriert in einer sehr breiten Zone im Ciliarkörper. Im Anschluß an diese Muskelbündel sieht man dann noch zahlreiche und kräftige andere, die von der Sclerainnenfläche entspringen und gleichfalls im Ciliarkörper inserieren.

Die Breite des Ciliarmuskels betrug temporal 3,24, nasal 2,8 mm, seine Dicke 0,21 bis 0,16 mm; die Breite seiner Insertion 1,48 resp. 1,23 mm.

Am Balkenwerk des Ligamentum pectinatum, das 0,37 mm auf die Iris hinübergreift, sieht man auch hier ein deutliches Übertreten des Hornhautendothels.

Die Breite der Grundplatte des Corpus ciliare (von der Iriswurzel bis zum Retinarande) betrug temporal 5,53, nasal 3,94 mm.

Die Ciliarfalten sind auffallend entwickelt, besonders im Umkreise der Linse. An Meridionalschnitten beträgt die Berührungsfläche bis 0,19 mm. An Frontalschnitten sind die Fortsätze am Grunde breit und laufen fingerförmig aus, so daß sie geradezu das Aussehen von Keilen mit abgestumpfter Spitze annehmen. Das Bindegewebe ist außerordentlich kräftig, wogegen das Epithel ganz zurücktritt. Solcher Fortsätze zählte ich 87, auf einen Millimeter kamen 4,1. Die faserige Schicht zwischen Ciliarkörper und Sclera ist noch dicker als bei *H. hyemalis*.

Iris.

Sie ist in ihrer Wurzelhälfte dick und verjüngt sich schnell gegen den Pupillenrand, sie liegt mit den beiden inneren Dritteln der Linse an und berührt dabei die vordere Hälfte des Ringwulstes. Die Breite des gesamten Irisdiaphragma betrug 7,29 mm (auf die Pupille kamen davon 3,51 mm). Die Dicke der Iris an der Wurzel war 0,43, an der dicksten Stelle 0,56 mm. Die Oberfläche ist stark pigmentiert; es folgt dann eine mächtige, die größeren Gefäße einschließende Bindegewebsschicht und auf diese eine mächtige Ringmuskulatur, deren größte Entwicklung etwa gerade in die Mitte zwischen Wurzel und Pupillarrand fällt. Zwischen den Muskelbündeln sieht man Bindegewebe und feine Gefäßchen. In den tiefsten Schichten, besonders des Wurzelteiles starke Dilatatorbündel. An der Iriswurzel biegen kräftige Muskelbündel nach unten und innen um und treten in die Grundplatte des Ciliarkörpers ein, wo sie bisweilen bis in die Wurzel der großen, die Linse berührenden Fortsätze zu verfolgen sind.

Nickhaut.

Der nasalste Abschnitt mit der Wurzel nicht erhalten. Am freien Rande ein sehr stark entwickelter Kragenteil mit sehr großen Falten an beiden Flächen. Dann folgt ein glatter Teil. Das Epithel der Vorderfläche ist vielschichtiges Plattenepithel mit kubischen Zellen an der Basis. An der Hinterfläche des glatten Teils ein niedriges Epithel, das im Falten teil kubisch und stellenweise fast zylindrisch wird. Größere Gefäßchen finden sich nur im Falten teil.

Linse.

In der vorliegenden Schilderung der mikroskopisch-anatomischen Befunde sind Angaben über die Linse nicht gemacht worden, weil die Fixation dieses Teils des Auges nicht zuverlässig erschien. Infolge von Schrumpfungen und Spaltungen hatte in den meisten Fällen die Linse ihr

Aussehen soweit geändert, daß Maße keinen Wert hätten beanspruchen können. Was nun die Form und den Aufbau der Linse betrifft, läßt sich aber folgendes aus den Präparaten ableiten. An Meridionalschnitten erscheint die Linse als ein sphärischer Körper, dessen Vorderfläche geringer als die Hinterfläche gewölbt ist; infolgedessen ist der Linsenäquator dem vorderen Pol näher als dem hinteren. Der Ringwulst, der bei allen untersuchten Enten schwach entwickelt ist, sitzt dem Linsenkörper vorn und seitlich auf, und zwar in der Weise, daß seine größte Dicke ungefähr dem Linsenäquator entspricht und er sich von hier allmählich nach vorn hin verjüngt, während er hinten gleich hinter dem Äquator sein Ende erreicht. Durchgreifende Unterschiede hinsichtlich der Form und Größe des Ringwulstes bei verschiedenen Entenarten konnten nicht festgestellt werden. —

Der Ringwulst ist die einzige Schicht der Linse, die sich scharf und deutlich durch ihre Struktur abhebt. Oft findet sich zwischen ihr und den zentraleren Teilen ein mit einer geronnenen Masse erfüllter Spalt-raum. Die Linsenfasern werden von der Peripherie nach innen zu breiter, indessen konnte ich nirgends eine Trennung in mehrere Schichten feststellen, da der Übergang stets ganz allmählich vor sich geht. So war ich auch nicht imstande, eine „Hüllschicht“ und eine „Hauptlinse“ festzustellen, wie es Franz angibt.

Epikrise.

1. Äußere Augenform.

Wenn wir die äußere Augenform nacheinander bei den verschiedenen Entenarten betrachten, werden wir finden, daß ihnen zwei Typen zugrunde liegen, die ich nach zwei Repräsentanten den Boschastypus und Clangulaty-
 typus nennen möchte. Der erstere zeichnet sich durch eine relativ kurze, der letztere relativ lange Augenachse aus. Wie bereits früher gesagt, habe ich auf die Messung der Augenachsen verzichtet, da die Corneæ häufig Deformitäten aufwiesen, und mir Rekonstruktionen an ihnen nicht genau genug zu sein schienen. Statt dessen maß ich aber den Abstand der Corneagrundfläche von dem hinteren Pol, und zwar an der Innenseite der Sclera und glaube dabei genaue Zahlen erhalten zu haben. Wenn man nun diese Zahlen in ein Verhältnis zu den horizontalen Querachsen der Augen setzt, indem man diese durch jene dividiert, erhält man Werte, die um so kleiner ausfallen, als die Länge des Auges relativ zunimmt.

Wir erhalten dann folgende Reihe:

A. boschas . . 1,66.	F. marila . . 1,69.	M. merganser 1,55.
A. penelope . . 1,67.	F. clangula 1,37.	
A. querquedula 2,03.	H. hyemalis 1,47.	

Wir sehen hieraus, daß die drei Schwimmenten und *F. marila* eine relativ kurze, die übrigen drei Arten (unter ihnen zwei Tauchenten) eine relativ lange Achse haben.

Um nun weiter festzustellen, in welchem Teil des Auges eine Achsenverlängerung eingetreten ist, maß ich ferner die Abstände der Augenquerachse einerseits von der Hornhautgrundfläche, andererseits vom hinteren Pol und bezog diese Werte einzeln auf die Querachse des Auges, indem ich sie dort hineindivierte. Es stellte sich dabei heraus, daß die Verhältniszahlen für den hinteren Abschnitt nichts charakteristisches an sich hatten, während sie für den vorderen Abschnitt ähnliche Unterschiede zeigten wie oben. Die Zahlen betragen nämlich für

A. boschas . . . 9,7.	F. marila . . 7,4.	M. merganser 5,2.
A. penelope . . 11,4.	F. clangula 5,5.	
A. querquedula 11,0.	H. hyemalis 5,2.	

Hierdurch wird zahlenmäßig bewiesen, daß die Verlängerung des Auges bei den tauchenden Enten auf Kosten des prääquatoriellen Teiles erfolgt.

Der anatomische Ausdruck dieser Verlängerung ist, wie bereits früher ausgeführt wurde, die veränderte Neigung des vorderen Scleraabschnittes gegen die Augenachse, der bei den Tauchenten einen nach hinten geöffneten spitzen Winkel, bei den Schwimmenten dagegen nahezu einen rechten Winkel bildet.

2. Sclera.

Hinsichtlich der Dickenverhältnisse der Sclera finden sich bei den beiden Typen ebenfalls Unterschiede. Bei *A. boschas*, *penelope*, *querquedula* und *F. marila* ist die Sclera am Limbus am dicksten, nimmt dann bis hinter den Äquator an Dicke ab und erst im hinteren Abschnitt wieder zu. Bei den Tauchenten und Sägern ist die Sclera am Limbus relativ dünner, verdickt sich beträchtlich vor dem Äquator, wird erst dann wieder dünner und im hinteren Abschnitt abermals dicker. Bei allen Enten ist aber der prääquatorielle Scleraabschnitt dicker als der postäquatorielle, er enthält als besondere Stütze außerdem den Knochenring. Bei den Enten ist dieser sog. vordere Scleroticalring ca. 1,0 bis 3,2 mm breit, fast immer auf der temporalen Seite breiter als auf der nasalen und bei den Arten des Clangulatypos breiter als bei denjenigen des *Boschas*-

typus. Während er z. B. bei *A. boschas* (auf der temporalen Seite) 2,27 mm mißt, ist er bei dem ungefähr gleich breiten Auge von *F. clangula* 2,5, von *H. hyemalis* 2,6 und bei dem etwas größeren Auge von *M. merganser* sogar 3,2 mm breit. *F. marila* neigt auch hier mehr zu den Schwimmenten.

Der Knochenring ist bekanntlich aus kleinen Plättchen zusammengesetzt, die sich nach Leuckart gewöhnlich in der Anzahl von 12 bis 15 finden. Für *F. clangula* gibt Nitzsch 15 an. Auch ist es bekannt, daß sich die Plättchen teilweise dachziegelartig decken. Auch Franz bestätigt dieses in seiner sehr lesenswerten Arbeit über das Vogelauge, fügt aber dann hinzu: „Häufig deckt nämlich eine Schuppe die beiden Nachbarinnen oder wird von ihnen gedeckt“ (S. 187), was er als Unregelmäßigkeiten auffaßt. Daß auch derartiges in den Entenaugen zu beobachten ist, ersieht man aus meiner Beschreibung des Knochenrings der Schwimmenten. Indessen handelt es sich dabei um ein regelmäßiges Vorkommen, wodurch der Knochenring einen komplizierten, bilateral symmetrischen Aufbau erhält. Frontalschnitte geben hier guten Aufschluß, wenn auch eine vollständige Rekonstruktion mit Hilfe des Plattenmodellierverfahrens zur Feststellung von Einzelheiten nötig wäre. Wir sehen dort, daß die Plättchen, die bei allen Arten breiter als hoch sind, in drei Typen auftreten, von denen zwei paarweise an den Enden des vertikalen resp. horizontalen Meridians, die übrigen zwischen jenen angeordnet sind. Um das früher Gesagte nicht zu wiederholen, sei auf S. 43 ff (Textfig. 1, 2 u. 3) verwiesen. Daß die hier zutage tretende Gesetzmäßigkeit häufig durchbrochen wird, indem einzelne Glieder ausfallen oder verschoben werden, darf nicht weiter wundernehmen. Wie häufig es geschieht, läßt sich aus der geringen Zahl der darauf untersuchten Augen nicht entnehmen. Während in je einem Auge von *A. penelope* und *querquedula* die 16 Plättchen nach der Regel angeordnet waren, fehlte in einem Auge von *Anas boschas* auf der temporalen Seite ein „rhombisches“ Plättchen und von den 5 vorhandenen befanden sich 4 in dem oberen äußeren und nur eins in dem unteren äußeren Quadranten. In einem Auge von *F. clangula* mit 15 Plättchen waren von den 11 „rhombischen“ Formen im oberen temporalen und unteren nasalen Quadranten je 4, im unteren temporalen dagegen nur 2 und im oberen nasalen nur eins vorhanden. Die mechanische Bedeutung der bei allen diesen Augen paarweise vorhandenen „Stockgriff- und Untertassenformen“ ist wohl darin zu sehen, daß sie Schlußsteine im Bereiche des Plättchenbogens darstellen.

Während die Querschnittformen der Plättchen bei den drei Schwimmenten und bei *F. clangula* durchaus als typisch bezeichnet werden können,

treten bei *F. marila* und in noch höherem Grade bei *H. hyemalis* und *M. merganser* Unregelmäßigkeiten an ihnen auf, in der Art, daß einerseits Teilungen, andererseits Verschmelzungen zu sehen sind. Besonders bei den beiden letzten Arten ist eine Trennung der einzelnen Plättchen an manchen Stellen nicht mehr mit Sicherheit möglich, da sie sich hier geradezu in Spangen verschiedenster Form aufgelöst haben und ziemlich regellos innerhalb der Sclera ausbreiten. Zu gleicher Zeit treten in der Knochensubstanz Hohlräume und Gefäße enthaltende Kanäle auf, die bei den beiden Fuligulaarten noch wenig ausgesprochen, bei *Harelda* und *Mergus* dagegen recht auffallend sind, allerdings lange nicht in dem Maße wie nach Franz im Auge der Lumme.

3. Cornea.

Über die Form und asymmetrische Lage der Cornea, die sich nach Franz so häufig im Vogelauge findet, ließ sich aus meinen Präparaten nichts entnehmen. Auch der (horizontale) Durchmesser zeigte in der Reihe der untersuchten Arten keine typische Größenabnahme, bis auf *M. merganser*, wo sich allerdings durch Vergleich mit der Augenquerachse eine relativ kleine Cornea fand. In der Dicke der gesamten Cornea am Limbus und vorderen Pol und in der Dicke des Epithels bestanden nach meinen Präparaten keine durchgreifenden Unterschiede. Ein Vergleich mit den von Franz untersuchten Augen von *Urinator lumme* und *Uria troile* und mit dem von Heß untersuchten Auge des Kormoran zeigt, daß die Hornhaut des Entenauges nicht annähernd die Dicke jener Arten erreicht. Denn während sie dort zu 0,5, 0,9 und „über einen Millimeter“ gemessen wurde, betrug sie hier stets weniger als 0,3 mm (am vorderen Pol). Die Epithelschicht ist bei allen Entenarten annähernd gleich dick. Der histologische Aufbau der Cornea zeigt gegenüber andern Vögeln nichts Besonderes. Nur bei *F. marila* fand sich unter dem Epithel eine von dem übrigen Stroma abweichende Schicht, die an die Bowmansche Membran des Menschen erinnerte. Da aber Franz dem Vogelauge überhaupt eine vordere Basalmembran abspricht und ich auch in den Augen anderer Enten nichts Ähnliches fand, muß ich die Frage nach der Art dieser Bildung offen lassen.

Von dem Endothel der Cornea gibt Franz eine Beschreibung, der ich nicht nur auf Grund meiner Präparate, sondern auch der älteren Literatur strikt widersprechen muß. Es ist mir nicht gelungen, die von Franz beschriebenen und abgebildeten intercellulären Vacuolen und Verbindungsbrücken zu bemerken, sondern ich habe sowohl an Querschnitten wie an Flachschnitten Bilder erhalten, die sehr gut mit den

Verhältnissen am Menschen übereinstimmen, wo doch ein mosaikartiges Plattenepithel mit Sicherheit angenommen wird (vgl. Virchow).

Von Interesse ist hier auch der Hinweis auf die große Empfindlichkeit des Endothels durch Nuël und Cornil, die das Vorkommen von Lücken und von sternförmigen Zellen direkt für ein Kunstprodukt erklären.

4. Ciliarkörper.

Ehe wir uns der Anatomie dieses Teiles zuwenden, müssen wir kurz die Frage berühren, inwieweit es uns bei den gebräuchlichen Konservierungsmethoden möglich ist, die tatsächlichen Verhältnisse sichtbar zu machen. Franz vertritt nämlich (l. c. p. 199) mit großer Entschiedenheit die Ansicht, daß im konservierten Auge infolge postmortaler Kontraktion der Linse in der Regel eine Loslösung des Ciliarkörpers von der Sclera stattfände und erst auf diese künstliche Weise der sog. Fontanasche Raum und das Ligamentum pectinatum entstanden. Auf ähnliche Art bilde sich der Hornhautsporn, der somit ebenfalls als ein Kunstprodukt anzusehen sei und weiter nichts darstelle, als die von der Hornhaut abgezerrte Sehne des Cramptonschen Muskels. Es kann keineswegs gelehnet werden, daß in dieser Ansicht ein wahrer Kern enthalten ist, denn man wird in der Tat finden, daß Zerreibungen an den geschilderten Stellen häufig auftreten. So glaube ich auch, daß Franz durchaus recht hat, wenn er dieses für seine Figuren 4 und 19 annimmt; es sind das Bilder, die auch ich an meinen Präparaten gesehen habe, wenn auch selten in ähnlichem Grade. (Vielleicht spielt dabei das Einbettungsmittel eine Rolle. Die Celloidinmethode wird wohl weniger zu Schrumpfungen führen als die Paraffinmethode und ich glaube aus verschiedenen Gründen annehmen zu dürfen, daß Franz die letztere angewandt hat, wiewohl er es nicht ausdrücklich sagt.)

Wenn Heß die Existenz des Fontanaschen Raumes und des Ligamentum pectinatum schon durch direkte Beobachtung des lebenden Vogels beweisen konnte, muß ich mich auf Grund der anatomischen Untersuchung zu derselben Ansicht bekennen, will aber zugeben, daß außerdem Zerreibungen vorkommen können.

Nach meinen Präparaten bin ich der Ansicht, daß die Trennung des Ciliarkörpers von der Sclera von seinem hinteren Rande bis etwa zum freien Rande der fibrösen Corneaplatte (sog. Hornhautsporn) als ein Kunstprodukt aufgefaßt werden kann, der normale Fontanasche Raum somit nur vom Limbus bis zu diesem Punkte gerechnet werden darf. An dem Auge einer Bachstelze stellte Franz das Fehlen des fraglichen Raumes fest, indem hier der Wurzelteil der Iris eine beträchtliche Strecke weit

der Innenfläche der Cornea-Sclera fest anlag (cf. Fig. 13 bei Franz), und er sieht dieses als das normale Verhalten an. Mir scheinen die hier abgebildeten Verhältnisse so sehr von den bisherigen Erfahrungen abzuweichen, daß ich eine Verallgemeinerung scheue, um so mehr, als es sich eben nur um einen einzelnen Fall handelt. Bei dem Anblick der Abbildung denkt man unwillkürlich an pathologische Veränderungen, wie wir sie beim menschlichen Glaukom zu sehen gewohnt sind; ob mit Recht, bleibt unentschieden.

Die Anatomie des Ciliarmuskels scheint mir bisher am klarsten von H. Müller geschildert worden zu sein, jedenfalls bestätigt die Untersuchung der Entenaugen seine Angaben in jeder Beziehung. Allerdings finden sich alle drei Muskelportionen nie in gleicher Entwicklung und manche von ihnen können überhaupt ganz fehlen. Vielleicht ist ähnliches die Ursache, daß die Angaben über den Ciliarmuskel der Vögel überhaupt so ungemein verschieden lauten.

Nach Müller unterscheidet man 1. Muskelfasern zwischen der (auch von ihm anerkannten) bindegewebigen Hornhautplatte und der Sclerinnenfläche, 2. zwischen dem freien Rande jener Platte und der Chorioidea und 3. zwischen der Sclerinnenfläche und der Chorioidea. Diese drei Abteilungen werden am besten nach Crampton, Müller und Brücke benannt. Die Müllersche und Brückesche Portion belegt Müller selbst mit dem Namen Tensor chorioideae, wofür Heß die bessere Bezeichnung Protractor corporis ciliaris einführt.

Wenn wir meine Untersuchungsergebnisse durchgehen, finden wir bei den verschiedenen Entenarten folgendes Verhalten (Taf. IV, Fig. 1 u. 2). Bei den Schwimmten und *F. marila* ist die Cramptonsche Portion kräftig, die Müllersche relativ schwach entwickelt. Die Brückesche Portion besteht, wenn überhaupt vorhanden, nur aus wenigen unbedeutenden Fasern. Bei den Tauchenten ohne *F. marila* und bei *Mergus merganser* tritt die Cramptonsche Portion ganz zurück, dafür erreicht die Müllersche Portion eine hochgradige Entwicklung und an ihr hinteres Ende schließt sich eine sehr kräftige Brückesche Portion an. *M. merganser* zeigt in dieser Richtung die weiteste Steigerung. Die Einzelheiten hierüber, sowie die Maße sind in dem speziellen Teil nachzusehen. Bei der Beurteilung der Längen- und Dickenverhältnisse muß man indessen im Auge behalten, daß Variationen infolge der größeren oder geringeren Beanspruchung des Muskels eintreten konnten; durch Heine und Heß wissen wir ja, daß Kontraktionszustände auf verschiedene Weise im Präparat zu fixieren sind und somit muß an diese Möglichkeit gedacht werden. (Hier mag erwähnt sein, daß ich in Anlehnung an Heß in die beiden Augen einer eben ge-

töteten *Anas boschas* Atropin resp. Pilocarpin eingeträufelt und sie gleich darauf fixiert habe, ohne aber nachher einen Unterschied feststellen zu können. Möglicherweise wäre das von Heß angewandte Nikotin wirksamer gewesen.)

Die Asymmetrie der temporalen und nasalen Augenhälfte ist auch in der Breite des Ciliarmuskels bei allen Entenarten deutlich ausgeprägt, ebenso auch in der Breite der Grundplatte des Ciliarkörpers.

Von den übrigen Bildungen dieser Gegend interessieren noch zwei besonders, da sie als wichtig für den Akkommodationsakt erkannt wurden. Es sind das der von Brücke zuerst beschriebene und von Heß neuerdings besonders gewürdigte elastische Kranz und die auf die Linsenperipherie drückenden Ciliarfortsätze. Der elastische Kranz oder das elastische Band, von dem auch schon Müller eine genaue und zutreffende Beschreibung gibt, liegt am hinteren Ende des Ciliarkörpers zwischen diesem und der Sclera und zeigt sich an meinen Präparaten als ein faseriges, schmales, wenig-tingierte Kerne enthaltendes Gewebe, das mit Säurefuchsin-Pikrinsäure keine rote Bindegewebsfärbung annahm. Es wies seine stärkste Entwicklung bei *H. hyemalis* und besonders *M. merganser* auf.

Hinsichtlich der auf die Linse drückenden Ciliarfortsätze ließ sich folgendes feststellen. Ihre absolute Zahl schwankte bei den untersuchten Entenarten in mäßigen Grenzen und ergab nichts Charakteristisches. So zählte ich bei *A. querquedula* 86, bei *M. merganser* 87, bei *A. penelope* 88, bei *F. clangula* 92 solcher Fortsätze. *A. boschas* und *F. marila* zeigten mit 104 bzw. 110 die größte, *H. glacialis* mit 75 die kleinste Anzahl. Wenn wir jedoch die Bedeutung der Fortsätze für die Akkommodation richtig erkennen wollen, müssen wir feststellen, wieviel von ihnen auf einen bestimmten Bogen der Linsenperipherie kommen — wie es ja auch Franz getan hat. Ich erhielt nun folgende Reihe. Es kamen Fortsätze auf einen Millimeter bei:

<i>A. boschas</i> . . .	6,7	<i>F. marila</i> . . .	6,3	<i>M. merganser</i> 4,1.
<i>A. penelope</i> . . .	5,5	<i>F. clangula</i> . . .	4,0	
<i>A. querquedula</i> . . .	6,2	<i>H. hyemalis</i> . . .	4,5	

Wir finden hier die interessante und überraschende Tatsache, daß die Schwimmenten die größte, die tauchenden Enten die kleinste relative Anzahl aufweisen, wobei *F. marila* wiederum zu der ersteren Gruppe hinneigt. Auch im histologischen Bau zeigen sich Unterschiede, denn zugleich mit der Abnahme der Zahl findet sich eine Verstärkung des bindegewebigen Anteils der Fortsätze und ihre Form wird finger- bis keilförmig (*M. merganser*), während sie bei den Schwimmenten mehr oder weniger faltig war (Taf. IV, Fig. 3 u. Taf. V, Fig. 4). Hier ist das Endstück außer-

dem häufig verbreitert und drückt breite Vertiefungen in die Linsenoberfläche, während z. B. die Eindrücke bei *H. hyemalis* dellenförmig sind.

An den Fasern des *Ligamentum pectinatum* konnte deutlich der Übertritt von Endothelzellen der Hornhaut, resp. der Irisvorderfläche beobachtet werden, was ich hier Franz gegenüber betonen möchte (vgl. auch Lauber, der eine genaue Schilderung der Verhältnisse bei einigen Vögeln gibt).

5. Iris.

Die Iris hat auch bei den Enten die für andere Vögel charakteristischen Merkmale, vor allem die sehr dünne Wurzel und den mächtig entwickelten Sphincter. Ein Dilatator ist auch deutlich vorhanden, aber im Vergleich zum Sphincter sehr schwach entwickelt; bei *M. merganser* war er etwas kräftiger als bei den übrigen Arten. Der Sphincter erreicht seine größte Entwicklung im mittleren Irisdrittel, nimmt im ciliaren Drittel ganz besonders ab und wird an der Iriswurzel häufig ganz vermißt. Bei *M. merganser* sah ich einen sehr deutlichen Übertritt von Muskelbündeln aus dem Wurzelteil der Iris in den Ciliarkörper, wozu ich nirgends Analogien finden konnte. — Die Dicke der Iris ist großen Schwankungen unterworfen, was sicher zum Teil auf den verschiedenen Kontraktionsgrad zurückzuführen ist. Es finden sich aber auch Unterschiede, die auf histologischen Eigentümlichkeiten beruhen. Die dünnste Iris hat *A. querquedula*; dann folgen mit ziemlich gleich dicker Iris *A. boschas*, *penelope*, *F. marila* und *H. hyemalis*; am dicksten ist sie bei *F. clangula* und *M. merganser*.

Während das Irisstroma bei den Schwimmern fast ausschließlich von den Muskelbündeln gebildet wird und alle anderen Gewebsarten vor ihnen zurücktreten, beobachten wir bei den Fuligulaarten und bei *M. merganser* eine auffallend starke Bindegewebsbildung zwischen, über und unter dem Muskel. Bei *F. clangula* ist diese so stark, daß man versucht wird, an eine pathologische Vermehrung zu glauben, die bereits auf Kosten des Muskelgewebes erfolgt ist. Es kann sich in diesem Falle (analog den Veränderungen beim Menschen) sehr wohl um senile Vorgänge handeln.

Ein anderer Befund konnte ebenfalls bei den Tauchenten gemacht werden (und zwar bei *F. marila*, *clangula* und *H. hyemalis*), nämlich eine ganz außergewöhnlich starke Vermehrung des Vorderflächenendothels, die sich entweder als gleichmäßige Auflagerung oder als unregelmäßige Verdickung zeigte. Da sich ähnliches bei den Schwimmern nicht fand, könnte man auch darin ein Gruppenmerkmal sehen wollen. Daß aber diese Bildungen bereits ans Pathologische grenzen, sah man an einem Auge von *H. hyemalis*, wo die Endothelwucherung den Pupillarrand der

Iris umgriff und das Pigmentblatt von ihm abdrängte. Für gewöhnlich endete letzteres (bei allen Enten) am Pupillenrande. Einigemal (und zwar bei *F. clangula* und den beiden Augen einer *H. hyemalis*) sah der Pupillenrand atrophisch aus und das Pigmentblatt ragte als gebogene Leiste frei in die vordere Kammer. Es bestand also hier ein Ectropium des Pigmentblattes (Taf. V, Fig. 5).

Die Pigmentierung der Iris ist bei den Schwimmten und *M. merganser* am stärksten, bei *F. marila* und *glacialis* gering und fehlt bei *F. clangula* ganz.

6. Akkommodation.

Nach den Untersuchungen der letzten Jahre, die Heß am lebenden und überlebenden Vogelauge angestellt hat, darf der Akkommodationsvorgang der Vögel im allgemeinen als erforscht angesehen werden. Durch diese Experimente wurde vor allem klar, daß die Ansicht, als handle es sich dabei um denselben Mechanismus wie beim Menschen, nicht mehr zu verteidigen sei. Nach Heß kommt die Akkommodation dadurch zustande, daß die Ciliarfortsätze einen Druck auf die vorn-seitlichen Teile der Linsenoberfläche ausüben und den circumpolaren Teil der Vorderfläche stärker vorwölben, während zugleich in der Peripherie eine Abflachung eintritt. Die Bewegung der Ciliarfortsätze gegen die Linsenoberfläche wird durch eine Kontraktion der Irismuskulatur verursacht, während Kontraktionen des Ciliarmuskels unterstützend wirken: der Cramptonsche Muskel nähert die Corneoscleralgrenze der Iriswurzel und entspannt damit die Fasern des Ligamentum pectinatum, die zwischen beiden hinziehen; der Protractor corp. ciliaris zieht den Ciliarkörper nach vorn und entspannt die circumlentalen Partien. Die Aufgabe, den Ciliarkörper wieder in seine Ruhelage zu bringen und ein Vorziehen der Aderhaut zu verhüten, fällt dem elastischen Ringband zu.

Es ist von großem Interesse, daß die physiologischen Untersuchungen von Heß das bewiesen haben, was seinerzeit Müller aus den anatomischen Verhältnissen folgerte. So finden sich über die Bedeutung der Irismuskulatur und der Ciliarfortsätze, sowie über die Wirkung des Ciliarmuskels weitgehende Übereinstimmungen in den Ansichten beider Forscher.

Es bleibt mir jetzt übrig, zu untersuchen, welche Schlußfolgerungen meine Ergebnisse zulassen. Die Entenarten, die im Wasser sehen, haben im Gegensatz zu den Schwimmten einen sehr kräftigen Sphincter iridis, in einem Falle auch Muskeln in der Grundplatte des Ciliarkörpers, einen sehr kräftigen Müllerschen und Brückeschen Muskel, ein stark entwickeltes elastisches Band, einen sehr schwachen Cramptonschen Muskel

und weniger zahlreiche aber keilförmige und fibröse Ciliarfortsätze. Nur *F. marila* macht hiervon eine Ausnahme und nähert sich mehr den Schwimmten. Wenn wir die Heßsche Theorie auf diese Befunde anwenden, dürfen wir folgern, daß die Tauchenten eine ganz besonders starke Akkommodationsfähigkeit besitzen. Das ist aber auch für ihr Sehen im Wasser erforderlich; denn da die Brechkraft ihrer Hornhaut ausgeschaltet wird, muß an ihre Stelle eine besonders starke Linsenakkommodation treten. Hiermit würde auch die schwache Entwicklung des Cramptonschen Muskels übereinstimmen, der bekanntlich für die Hornhautakkommodation in Anspruch genommen wird. Das Auftreten des Brückeschen Muskels bei den Tauchenten glaube ich durch die anatomischen Verhältnisse erklären zu dürfen. Infolge der verstärkten Akkommodation und der größeren Breite des scleralen Übergangsteiles muß ein besonders großer Abschnitt des Ciliarkörpers nach der Linse zu bewegt werden; hierzu reicht nun der relativ dünne und sehr lange Müllersche Muskel nicht mehr aus und erhält etappenweise Verstärkungen durch die Bündel des Brückeschen Muskels.

7. Nickhaut.

Als ich die Nickhaut eines frisch geschossenen *M. merganser* in situ untersuchte und sie mit einer Pinzette über das Auge zog, fiel mir auf, daß ihr temporaler, oberer und unterer Rand in einer ziemlichen Breite undurchsichtig war, während die Mitte ein vollkommen durchsichtiges Fenster enthielt. Wurde der freie Nickhautrand ganz über das Auge gezogen, kam das Fenster genau vor die Hornhaut zu liegen. Diese Beobachtung veranlaßte mich, die Nickhäute, die fast stets bei der Enukleation unverletzt am Bulbus geblieben waren, näher zu untersuchen.

Dabei zeigte es sich erstens, daß der durchsichtige Teil in seiner histologischen Bauart durchaus von dem Randteil abwich und daß zweitens das Vorhandensein eines Nickhautfensters allen untersuchten Schwimmten fehlte und bei allen Tauchenten vorhanden war (Taf. V, Fig. 6 bis 9).

Der Randteil, der in seinem temporalen Abschnitt den sogenannten Kragen trägt, ist an seiner Ober- wie Unterseite gefaltet und enthält relativ viele und große Gefäße. Der Fensterteil ist viel dünner wie der Randteil, ist an beiden Flächen vollkommen glatt und trägt an der Oberseite ein Plattenepithel, das viel dicker als das darunter liegende Stroma ist. Im Bereiche des Fensters finden sich so gut wie keine Gefäßchen. Im Wurzelteil treten wiederum kleine Fältchen auf. Bei den Nickhäuten, die eines Fensters ermangeln, finden sich Falten an der ganzen Vorder- wie Hinterfläche.

Die Nickhaut wird gewöhnlich als ein Organ aufgefaßt, das der Be-

feuchtung, Einfettung und Reinigung der Hornhaut dient. Die eigentümliche Bildung des Fensters bei den tauchenden Enten legt uns den Gedanken nahe, in diesem Falle für die Nickhaut noch eine andere Funktion in Anspruch zu nehmen, nämlich die eines Schutzmittels für das Auge beim Sehen im Wasser.

Wie wir aus der histologischen Beschreibung der Hornhaut entnehmen, ist das Epithel derselben dünn und zart. Da die Tauchenten gerade die Nähe der Küsten und die Mergusarten schnell fließende Gewässer bevorzugen, werden ihre Augen beständigen Traumen durch aufgewirbelten Meeressand oder fortgerissene schwimmende Körper ausgesetzt sein. Dem aber wäre ihre Hornhaut wenig gewachsen. So kommt man denn zu dem Schluß, daß die Nickhaut bei diesen Entenarten eine Art Schutzbrille darstelle, eine Annahme, die aber nicht früher als bewiesen gelten kann, ehe sie nicht durch das physiologische Experiment gestützt wird. Die histologische Beschaffenheit der Nickhaut scheint aber nur auf diese Weise erklärt werden zu können und bliebe anderenfalls ganz rätselhaft.

Sollte sich die hier geäußerte Annahme bestätigen lassen, oder mit anderen Worten: sollte es sich erweisen, daß die Tauchenten im Wasser durch die Nickhaut zu sehen pflegen, wäre noch eine Struktureigentümlichkeit zu beachten. Das Oberflächenepithel des Fensterteils hat ein ganz eigentümliches Gefüge. Es besteht, wie gesagt, aus vielen, ungefähr fünfzehn Lagen platter Zellen, die, dicht aufeinander gepreßt, dem Epithel eine streifige Zeichnung verleihen. Sie sind viel stärker lichtbrechend als sonst das Epithel und somit liegt die Vermutung nahe, daß ihnen neben der Bedeutung eines Schutzmittels auch noch die Aufgabe eines optischen Hilfsmittels im Sinne einer Refraktionserhöhung zukommen möchte.

Im Gegensatz zu dem bisher Gesagten kann die Nickhaut der Schwimmenten ihrem Aussehen nach keinen anderen Zweck haben als den der Befeuchtung und Reinigung der Hornhaut; sie sieht hier in der Tat wie eine lidartige Falte aus mit conjunctivalem Überzug an ihrer Innenfläche. Bei *Anas querquedula* fand ich noch dazu eine sehr große Anzahl von Schleim produzierenden Zellen an dem Innenflächenepithel, was als weitere Stütze dieser naheliegenden Annahme anzusehen ist.

Schlufßbemerkungen.

Aus der vorliegenden Untersuchung entnehmen wir, daß das Sehorgan der Enten in einer ganzen Reihe von Eigenschaften, je nach der Lebensweise, variiert. Es fragt sich nun weiter, ob es möglich wäre, hieraus Schlüsse auf phylogenetische Beziehungen zwischen den einzelnen

Arten zu machen. Eine Frage von derartiger Tragweite ist nun aber auf Grund eines einzelnen Organs nicht möglich zu entscheiden und sie liegt auch schließlich nicht in dem beabsichtigten Arbeitsplan. Ich kann es mir aber nicht versagen, auf einige Übereinstimmungen, resp. Unterschiede kurz hinzuweisen.

Die drei untersuchten Schwimmenten haben in jeder Beziehung ähnliche Augen und bilden somit auch in dieser Hinsicht eine geschlossene Gruppe. Von den beiden Fuligulaarten läßt sich dieses nicht sagen; es stellte sich nämlich heraus, daß das Auge der *F. marila*, bis auf die Nickhaut, mehr mit dem Auge der Schwimmenten als mit demjenigen ihres Gattungsgenossen, *F. clangula*, übereinstimmte.

Das *F. clangula*-Auge bietet seinerseits wieder Anklänge an das Auge von *M. merganser*, während *H. hyemalis* etwas isolierter darsteht.

Über die Verwandtschaft der Schwimmvögel schreibt Fürbringer: „Die Beschaffenheit der ersten Zehe und ihres Hautsaumes ist von einigen Autoren (insbesondere Sclater) als klassifikatorisches Moment ersten Ranges benutzt worden; die mit schmal gesäumter Hinterzehe versehenen Anatinae s. str. stellen sich danach in die Mitte zwischen die breit gesäumten Fuligulinae, Erismaturinae, Merganettinae, und Merginae und die ungesäumten Cygninae, Anserinae, Ceropsinae und Anseranatinae; bei den letzten hat sich selbst die die Vorderzehen verbindende Schwimmhaut rückgebildet. Es ist zu überlegen, ob der breite oder schmale Saum der ersten Zehe die primitivere Form darstellt und ob sonach die erste von letzteren oder diese von jener abzuleiten ist.“ Und auf p. 643: „Daß die Steganopodes eine sehr alte Gruppe bilden, welche ihre Blütezeit hinter sich hat, wird durch die Konfiguration und Artenarmut der lebenden Gattungen und die zahlreichen bisher gefundenen fossilen Formen dargetan.“

A. Rosenberg¹⁾ faßt seine Ansicht in folgende Worte: „Mir persönlich gilt ein breiter Halluxsaum entschieden als primitiv, da, soweit mir bekannt, fast alle Vogelembryonen, z. B. auch das Hühnchen, ein Stadium durchlaufen, wo der ursprünglich nach vorn gerichtete Hallux mit den übrigen Zehenanlagen in eine gemeinsame Schwimmhaut eingeschlossen ist, also ein Verhalten zeigt, das bei den Steganopoden (Kormorane, Pelikane usw.) persistiert.“

Die hier angeführten Zitate zeigen, daß die vergleichende Anatomie bisher nicht imstande gewesen ist, die Frage nach der Deszendenz der Arten sicher zu entscheiden.

¹⁾ Ich verdanke diese Meinungsäußerung einer brieflichen Mitteilung von Herrn Prof. emer. A. Rosenberg, ebenso die Zitate aus den Arbeiten Fürbringers. Ich benutze die Gelegenheit auch hier Herrn Prof. Rosenberg meinen Dank auszusprechen.

Mit aller Vorsicht möchte ich daher den Gedanken aussprechen, daß eine Entstehung des Augentypus der Tauchenten aus jenem der Schwimmenten auf Grund der Anatomie dieses Organs verständlicher erscheint als das Umgekehrte. Man kann sich nämlich sehr gut vorstellen, daß bei dem Übergang von der schwimmenden zur tauchenden Lebensweise das Auge jene Abänderungen erwarb, die wir als charakteristisch für den Clangulatus erkannt haben. Der Schwund des Cramptonschen Muskels und die stärkere Entwicklung des Müllerschen und Brückeschen Muskels die Veränderungen an den Ciliarfortsätzen, der Iris und der Nickhaut können ja leicht als Anpassungserscheinungen gedeutet werden. Aber auch die Änderung des Augenbaues im Sinne einer Verlängerung der Augenachse ist so aufzufassen. Man kann darin eine Kompensation für den Verlust der Hornhautrefraktion beim Sehen im Wasser erblicken, gewissermaßen eine Entlastung des Ciliarmuskelapparates; denn es ist ja klar, daß bei gleichstarker Akkommodationsbreite die Einstellung auf nähere Objekte im längeren Auge leichter sein müßte, als im kürzeren. Nun kann allerdings eingewandt werden, daß auch der umgekehrte Weg möglich sei und daß sich das Auge des Boschastypus von jenem des Clangulatus durch Einschränkung der erwähnten Akkommodationsmittel entwickelt hätte. Dem ist aber die Beschaffenheit der Nickhaut entgegenzuhalten, die beim Clangulatus eine höhere Differenzierung als bei den Schwimmenten zeigt. Man kann übrigens die Gestaltung des vorderen Augenabschnittes, auf welcher ja die Verlängerung des Auges beruht, auch noch auf eine andere Weise erklären. Das Auge wird beim Tauchen und schnellen Schwimmen im Wasser augenscheinlich einem viel stärkeren Gegendruck ausgesetzt sein, als beim Fliegen in der Luft. Hierbei müßte aber eine mehr gleichmäßig sphärische Begrenzung des vorderen Augapfelabschnittes zweckmäßiger sein, als eine so abgeflachte, wie wir sie bei den Schwimmenten kennen lernten, und somit liegt die Annahme nahe, jene aus dieser durch Anpassung zu erklären.

Es liegt ja auch nahe, beide Möglichkeiten nebeneinander bestehen zu lassen und sich vorzustellen, daß eben verschiedene Gründe bei jener Umbildung tätig waren.

Auch die Veränderung des Sclerotalringes bei den tauchenden Enten läßt sich in ähnlicher Weise auffassen. Man kann nämlich den Knochenring des Boschastypus nicht wohl als höhere Differenzierung des gleichen Gebildes vom Auge des Clangulatus erklären. Man muß sich viel eher vorstellen, daß dieser aus jenem entstanden sei, indem die dort vorhandene besondere Konstruktion aus irgendwelchen mechanischen Gründen unnütz und deswegen aufgegeben wurde.

Literatur.

1. Franz, Das Vogelauge. Zool. Jahrbücher, Bd. XXVIII, Heft 1, 1909.
2. Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. Amsterdam—Jena 1888.
3. Fürbringer, Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln. V. Vögel. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XXXVI, 1902.
4. Heine, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Akkommodation des Vogelauges. Arch. f. Ophthalm., Bd. XLV, 1898.
5. Heß, Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Akkommodationsvorganges. Arch. f. Augenheilk., 1909, Bd. LXII, p. 345.
6. Heß, Die Akkommodation bei Tauchervögeln. Arch. f. vergl. Ophthalm., 1910, Bd. I, p. 153.
7. Lauber, Beiträge zur Anatomie des vorderen Augenabschnittes der Wirbeltiere. Anatom. Hefte, 1. Abt., 59. Heft, 1901.
8. Leuckart, Organologie des Auges. Handb. d. gesamt. Augenheilk., 1. Aufl.
9. Müller, H., Über den Akkommodationsapparat im Auge der Vögel, besonders der Falken. Arch. f. Ophthalm., Bd. III.
10. Naumann, Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas. Neubearbeitet. Bd. I, 1905, Bd. X, 1902.
11. Nitzsch, zit. nach Naumann.
12. Nuël und Cornil, zit. nach Virchow.
13. Pütter, Organologie des Auges. Handb. d. Augenheilk., 1908, 2. Aufl.
14. Virchow, H., Mikroskopische Anatomie der äußeren Augenhaut und des Lidapparates. Handb. d. Augenheilk., 1905, 2. Aufl.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IV und V.

Fig. 1. Meridionaler Schnitt durch den vorderen Augenabschnitt von *A. boschas*. Zu beachten sind die starke Einwärtskrümmung der Augenwand und der Ciliarmuskel. Der Ciliarkörper hat sich etwas von der Augenwand abgehoben.

L = Linse, I = Iris, C = Cornea, f. Pl. = fibröse Platte, Kn = Knochen, Kp = Knorpel, m. C = Cramptons Muskel, m. M = Müllers Muskel, el. B. = elastisches Ringband. Leitz Obj. 1, Zeichenokular. Vergr. 18:1.

Fig. 2. Meridionaler Schnitt durch den vorderen Augenabschnitt von *M. merganser*. Der Ciliarkörper hat sich stark von der Augenwand abgehoben, dadurch ist aber der Bündelverlauf des Brückeschen Muskels (m. B.) gut zu sehen. Müllers Muskel ist hier stark entwickelt, der Cramptonsche sehr dünn. Vergr. 18:1.

Fig. 3. Knochenplättchen des Sclerotikalringes von *A. querquedula* an einem Frontalschnitt. Vergr. 23:1.

a = 2 rhombische Formen, b = eine rhombische und eine „Untertassenform“, c = eine Stockgriffform.

Fig. 4. Knochenplättchen von *A. marila*, Fig. 5 von *M. merganser*; zeigen unregelmäßige Formen. Vergr. 22,5:1.

Fig. 6. Linsenrand mit den Ciliarfortsätzen von *A. boschas*. Frontalschnitt. Obj. 3, Zeichenokular. Vergr. 82:1.

Fig. 7. Linsenrand mit den Ciliarfortsätzen von *H. hyemalis*. Frontalschnitt. Vergr. 82:1.

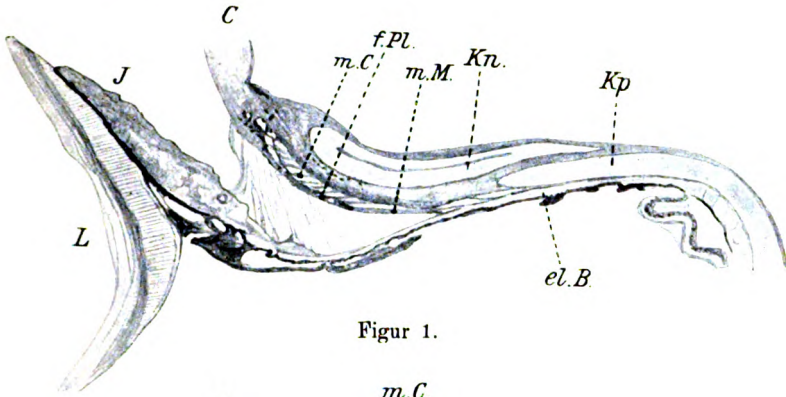
Fig. 8. Ectropion uveae iridis bei *H. hyemalis*. Vergr. 82.

Fig. 9. Nickhaut von *A. penelope*. Vergr. 23:1.

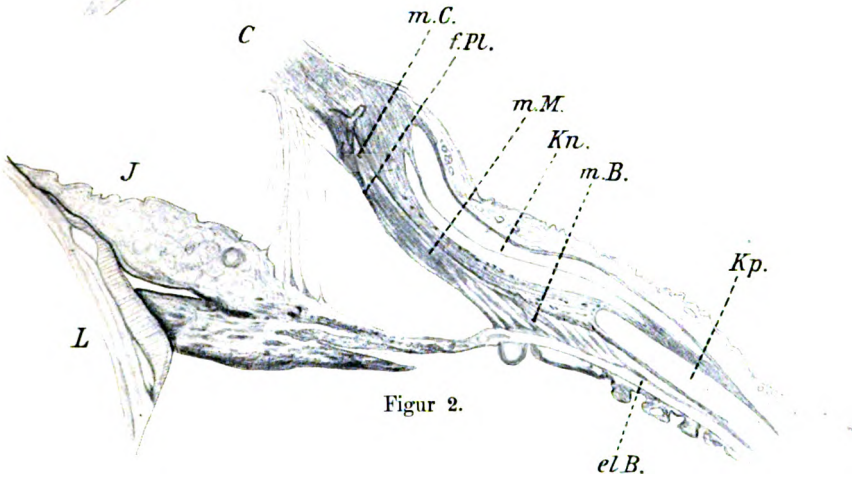
Fig. 10. Nickhaut von *H. hyemalis*. Vergr. 23:1. K = Kragen, F = Fenster.

Fig. 11. Fenster von der Nickhaut der *H. hyemalis*. Vergr. 405:1. E = Epithel der Vorderfläche, St. = Stroma, e = Epithel der Hinterfläche.

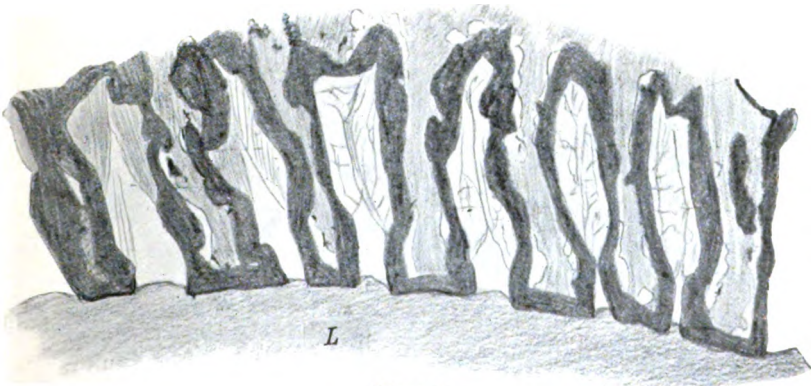
Fig. 12. Papillen an der Innenfläche der Nickhautwurzel von *F. clangula*. Vergr. 405:1.



Figur 1.



Figur 2.

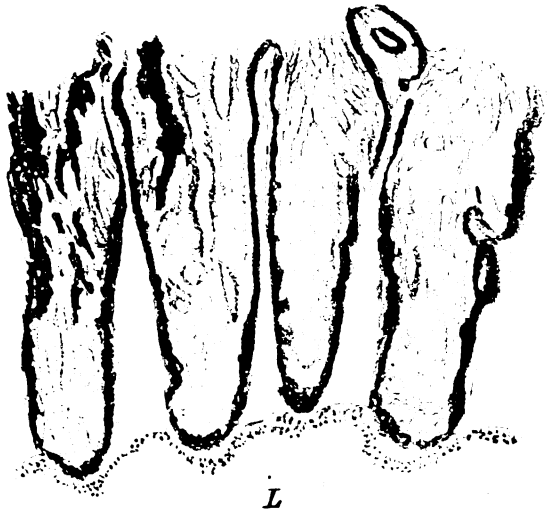


Figur 3.





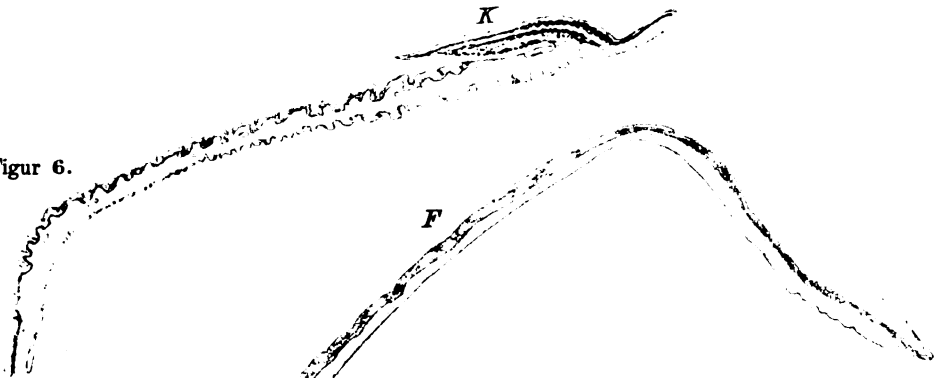
Figur 4.



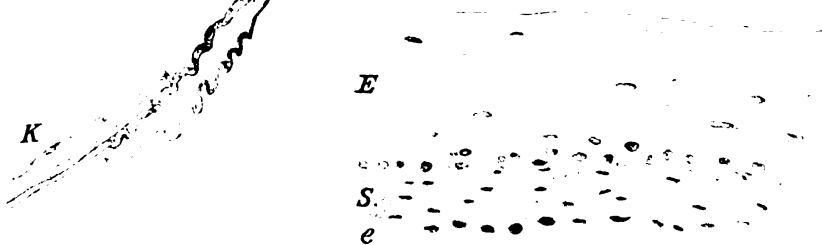
Figur 5.



Figur 6.



Figur 7.



Figur 8.

Figur 9.





[Aus der Universitäts-Augenklinik zu Würzburg. Vorstand: Geh. Rat Prof. v. Heß.]

Über den angeblichen Astigmatismus der Katzenaugen und die Bedeutung der spaltförmigen Pupille.

Von

H. Weve, Amsterdam.

Im Jahre 1882 veröffentlichte Wolfskehl¹⁾ eine Abhandlung „Über Astigmatismus in Tieraugen und die Bedeutung der spaltförmigen Pupille“. Nachdem er Astigmatismus an Kalbs- und Katzenaugen nachgewiesen hatte, untersuchte er, ob die Richtung des Pupillenspaltes zur Richtung der Hauptmeridiane der Hornhautkrümmung in Beziehung stehe, da er vermutete, daß die spaltförmige Pupille zur Korrektion des Astigmatismus dienen möchte.

Er untersuchte nur enukleierte Augen, nachdem er vergebens versucht hatte, die Augen lebender Katzen zu messen. Die Kälberaugen bekam er frisch vom Metzger; die Augen der durch Chloroform getöteten Katzen wurden zunächst untersucht, solange sie sich noch im Kopfe des getöteten Tieres befanden, dann nach Eukleation von neuem gemessen.

Die Messungen der Cornea wurden mit dem Helmholtz'schen Ophthalmometer vorgenommen. Zu diesem Zweck wurden die Augen in zwei passende Kapseln aus Hartgummi gefaßt, die mit Schrauben aufeinander befestigt wurden. Die eine Kapsel enthielt einen der Cornea entsprechenden Ausschnitt. Wolfskehl meint, dies könne geschehen, ohne daß ein Druck auf das Auge ausgeübt werde. Bei elf Kälberaugen (von elf Kälbern stammend) fand Wolfskehl Astigmatismus, und zwar eine nicht unbedeutende Differenz der Krümmungsradien in der Mitte der Hornhaut für den horizontalen (der Lidspalte parallelen) und den vertikalen Meridian.

¹⁾ Deutsche Zeitschrift für Tiermedizin und vergleichende Pathologie. Achter Band. Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde 1882. Heft I. Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel.

Der Meridian stärkster Krümmung lag in vier Fällen im horizontalen und in sieben Fällen im vertikalen Meridian. Weiter fand er, daß der Astigmatismus ein regelmäßiger war und kam zu den Schluß, daß einer der Hauptmeridiane in der Richtung der spaltförmig verengten Pupille zu liegen pflege, daß aber eine konstante Beziehung zu dem schwächer oder zu dem stärker brechenden Hauptmeridian nicht bestehe. In Dioptrien ausgedrückt betrug der Astigmatismus respektive:

0,0	2,1 D.
0,7	2,3
1,4	2,8
1,6	2,9
1,7	3,7.
1,9	

Beim Katzenauge maß er einmal den Meridian in der Richtung der Lidspalte, einmal in der Richtung der Pupillenspalte, auf welcher letzterer die Lidspalte nach seiner Angabe senkrecht stehen soll. Er fand bei fünf Augen von fünf verschiedenen Katzen (deren Alter nicht angegeben wird), eine gleichförmige Asymmetrie der Hornhaut, und zwar waren die vertikalen, der Pupillenspalte entsprechenden Meridiane die am schwächsten, die horizontalen, zur Pupillenspalte senkrechten Meridiane die am stärksten gekrümmten.

In Dioptrien ausgedrückt waren die Astigmatismusgrade

In der Leiche	Enukleiert
I. 6,3	1,9 D.
II. 3,0	3,3 D.
III. 12,8	nicht gemessen
IV. 5,2	5,2
V. nicht gemessen	1,5.

Den Krümmungsradius in Millimeter ausgedrückt, fand er in der Leiche:

Senkrecht zur Pupillenspalte	Parallel zur Pupillenspalte
I. 7,315	8,474
II. 7,507	8,052
III. 7,348	10,175
IV. 7,032	7,878
V. nicht gemessen	nicht gemessen.

Wiewohl Schelske¹⁾, wie Wolfskehl bemerkt, schon für Kaninchenaugen nachgewiesen hatte, daß der Hornhautradius durch den Tod und durch

¹⁾ A. f. O. X.

Enukleation abnehme, meint Wolfskehl den von ihm beobachteten starken Astigmatismus der Katzenaugen nicht als Leichenerscheinung allein auffassen zu können und schließt aus seinen Messungen, daß er bei Katzen- und Kalbsaugen eine die physiologischen Grenzen im Menschaugen überschreitende Asymmetrie der Hornhaut nachgewiesen habe, will aber nicht entscheiden, ob der Hornhautastigmatismus etwa durch Linsenastigmatismus ausgeglichen wird.

Falls kein Linsenastigmatismus sich vorfinde, könnte seiner Auffassung nach die Bedeutung der spaltförmigen Pupille eine zweifache sein. Erstens würde diese das unregelmäßig gebrochene Licht in sehr vollkommener Weise abblenden und zweitens werde das Auge in ein minder stark lichtbrechendes verwandelt, das heißt — stärker hyperopisch.

Diese Angaben Wolfskehls sind seit dreißig Jahren ohne Nachprüfung in die Literatur aufgenommen; im Handbuch der gesamten Augenheilkunde schreibt A. Pütter¹⁾:

„Wolfskehl hat eine Vermutung ausgesprochen, die von Matthiessen unterstützt wird und wohl sicher das Richtige treffen dürfte — wonach die spaltförmige Pupille wie eine stenopäische Spalte wirkt, die bei bestehendem Astigmatismus es doch ermöglicht, unverzerrte Bilder in der Richtung des einen Meridians zu erhalten.“

Es könnte danach leicht sein, daß die von Wolfskehl mit soviel Vorsicht geäußerte Vermutung ohne weitere Nachprüfung als sichergestellt weitergeführt wird.

Dieser Vermutung steht bis zu einem gewissen Grade schon die Tatsache entgegen, daß die Katze ein „nächtliches“ Raubtier ist. Es wäre wohl merkwürdig, wenn die Katze im Dunkeln, wo sie eine sehr weite, runde Pupille hat, recht verzerrte Bilder der Außenwelt erhielte, da sie doch der scharfen Bilder hier am meisten bedarf. Außerdem wäre nach dieser Hypothese anzunehmen, daß die Natur einen Fehler im Bau der Hornhaut in sehr verwickelter Weise korrigiert, während sie doch wohl ebensogut die Katzen mit einer gleichmäßig gekrümmten Cornea würde versehen können, als daß sie erst einen regulären Astigmatismus mit bestimmter Achsenstellung schafft und diesen nachträglich durch einen genau entsprechend gestellten Pupillenspalt zu korrigieren sucht.

Sinken des intraokulären Drucks nach dem Tode der Versuchstiere, sowie der Einfluß, den die Kapseln aus Hartgummi auf die Bulbusform haben können, kommen bei Wolfskehls Messungen in erster Linie als

¹⁾ Handbuch der gesamten Augenheilkunde. Zweiter Band. Erste Abteilung. A. Pütter, Die Organologie des Auges, 1908, p. 248.

Fehlerquellen in Betracht. Vergleicht man die beiden Tabellen von Wolfskehl, wo er den Astigmatismus einmal für das Auge in der Leiche, einmal nach der Enukleation angibt, so stellt sich heraus, daß von den drei Fällen nur zwei übereinstimmen, während im dritten beide Messungen einen Unterschied von nahezu $4\frac{1}{2}$ Dioptrien aufweisen.

Auf Anregung von Herrn Geh. Rat Heß nahm ich eine Reihe von Messungen an lebenden Katzen vor.

Wie oben bemerkt, geht Wolfskehl bei seinen Messungen von der Annahme aus, daß die Pupillenspalte zur Lidspalte senkrecht steht. Dies ist aber nicht der Fall. Die Lidspalte verläuft bei der Katze von innen schräg nach oben außen, und zwar beträgt der Winkel zwischen der Lidspalte und der Horizontalen bei geradeaus gerichtetem Kopfe ungefähr 40 Grad, während die Pupillenspalte bei Primärstellung des Auges (auch in Narkose) ungefähr senkrecht zur Horizontalen verläuft. (Die beiden Pupillenspalten konvergieren in einem nach unten offenen, sehr spitzen Winkel.) Der Winkel zwischen Lidspalte und Pupillenspalte beträgt somit bei Primärstellung ungefähr 50 Grad, und nicht, wie Wolfskehl angibt, 90 Grad.

Wie gesagt, gilt dies nur bei geradeaus gerichtetem Kopfe. Wenn man den Kopf einer frischen oder halb narkotisierten Katze mit spaltförmiger Pupille um die antero-posteriore Achse dreht, kann man leicht beobachten, wie die Augen eine entgegengerichtete Rollbewegung ausführen, als ob ein Bestreben bestände, daß die Pupillenspalte stets möglichst senkrecht zur Horizontalen bleibe. Die Erscheinung, die bekanntlich bei sehr vielen Tieren auftritt, ist hier infolge der Spaltform der Pupille besonders auffällig. Es ist danach nicht zutreffend, wenn Wolfskehl meint, daß er in der obengenannten Weise die „Lageverhältnisse am enukleierten Auge mit Sicherheit angeben“ konnte und hinzufügt: „Eine Kontrolle besteht darin, daß sich nach Ablauf einer Stunde die Pupille zu kontrahieren beginnt, und sich nach etwa zwei Stunden zu einer schmalen, feinen Spalte zusammengezogen hat.“

Für uns ist in erster Linie wichtig, daß im Leben die Pupillenspalte nicht senkrecht zur Lidspalte, sondern, bei Primärstellung, nahezu senkrecht zur Horizontalen steht. Selbst wenn die Messungen von Wolfskehl richtig wären, würden schon durch die eben mitgeteilten Befunde die von ihm angegebenen Beziehungen zwischen Cornea-Astigmatismus und Pupillenspalte in Frage gestellt.

Wolfskehl versuchte vergebens die Katzen im Leben zu untersuchen. Eine Chloroform-Äthernarkose war für unsere Zwecke wenig geeignet, da die Tiere zu leicht eingehen. Wir narkotisierten unsere Katzen, indem

wir mit der Magensonde zirka 10 cc zehnprozentiger Urethanolösung einföhrten, nach einigen Stunden sind die Tiere dann in geeigneter Narkose. Sie wurden nun in passende Halter eingebunden und mittels des Javal'schen Ophthalmometers, des Skiaskops und der Scheibe von Placido untersucht. Ein Nachteil dieser Urethannarkose ist die maximale Pupillenerweiterung. Durch Eserineinträufelung gelang es uns in einzelnen Fällen eine spaltförmige Pupille hervorzurufen, doch reagieren die Tiere hier individuell sehr verschieden. Es ist angezeigt, nur einen einzigen Tropfen Eserin in jedes Auge zu bringen, da man sonst einen starken Speichelfluß mit in Kauf nehmen muß. (Versuche durch Einträufelung eines kleinen Tropfens $1\frac{1}{2}$ prozentiger Nikotinlösung Pupillenverengung hervorzurufen, ergaben nur eine unbedeutende Verengung. Die lebhaften Schmerzäußerungen des Tieres, das eine Stunde lang die Lider fest zusammkniff, legten die Vermutung nahe, daß die Cornea dadurch stark gereizt wurde. Wir sahen deshalb von dieser Methode ab.) Auch durch Einspritzen von Morphinum konnten wir unseren Zweck — Narkose mit Pupillenverengung — nicht erreichen. Bei unseren Messungen bezeichnen wir den zur Pupillenspalte parallelen Meridian als den vertikalen, den dazu senkrechten als den horizontalen.

Ich teile hier kurz meine Befunde mit:

1. Junge Katze (6 bis 10 Monate alt).

Beide Pupillen maximal dilatiert (nahezu rund).

Mittels Scheibe von Placido ist kein Astigmatismus nachweisbar. (Genauere Messungen wegen nicht genügend tiefer Narkose nicht durchführbar.)

2. Ausgewachsene Katze (ungefähr 12 Monate).

Scheibe von Placido kein merklicher Astigmatismus.

Skiaskopisch am rechten Auge 2 bis 3 Dioptrien.

Hyperopie (am linken Auge nicht untersucht).

Zeitweise eintretende Akkommodation der aufwachenden Katze erschwert genauere Bestimmung. Zu Beginn der Untersuchung, als die Hyperopie $1\frac{1}{2}$ Dioptrien betrug, konnte aber sicher festgestellt werden, daß kein skiaskopisch nachweisbarer Astigmatismus bestand.

Ophthalmometer (Javal):

Rechtes Auge horizontaler Meridian	Krümmungsradius	8,6 mm
vertikaler	„	8,7 mm
Linkes Auge horizontaler	„	8,6 mm
vertikaler	„	8,6 mm.

(Die Einstellungen wurden mehrere Male mit gleichem Ergebnisse wiederholt.)

3. Junge Katze (ungefähr 6 Monate).

Rechtes Auge. Scheibe von Placido kein Astigmatismus.

Ophthalmometer (Javal):

horizontaler Meridian, Krümmungsradius 7,5 mm

vertikaler " " " 7,5 mm

Das linke Auge ist wegen starker Conjunctivitis mit reichlicher Schleimbildung nicht zu untersuchen.

Die Skioskopie des rechten Auges wird erschwert durch die Wirkung der Nickhaut, letztere wird deshalb mit der Schere abgetragen. Als das Tier einige Tage später von neuem untersucht werden sollte, hatte sich eine Keratitis entwickelt.

4. Katze, 2 Jahre alt (wenigstens).

Scheibe von Placido: nur in den periphersten Hornhautteilen Astigmatismus.

Ophthalmometer (Javal): Beide Augen zentral: Hornhautradius in beiden Meridianen 8,5 mm.

Skioskop: Beiderseits 0,5 Dioptrien Hyperopie, kein Astigmatismus.

5. Katze, 2 Jahre alt.

Scheibe von Placido: nur in den peripheren Hornhautteilen Astigmatismus.

Ophthalmometer zentral: Rechtes Auge 8,7 mm in beiden Meridianen.

Linkes Auge, nicht zu untersuchen, da sich im Corneascheitel (durch Eintrocknung?) eine Delle gebildet hat.

Skioskop: Beide Augen: 1 horizontaler, 1,5 vertikaler Meridian, also 0,5 Dioptrie Astigmatismus.

(Um der Eintrocknung der Cornea vorzubeugen, genügt es, dann und wann durch zarten Fingerdruck die Lider des während der Narkose geöffneten Auges zu schließen.)

Aus diesen Bestimmungen ergibt sich folgendes:

1. Die drei von mir untersuchten Katzen waren leicht hyperopisch.
2. Die zentralen Corneateile der fünf untersuchten Katzen zeigten keinen oder sehr geringen Astigmatismus.
3. Die periphersten Teile der Cornea sind etwas stärker astigmatisch — doch kommen diese für das Netzhautbild nur bei stark erweiterten, nahezu kreisrunden Pupillen in Betracht.
4. Der Krümmungsradius der Cornea betrug bei den untersuchten ausgewachsenen Katzen respektive 8,5, 8,6 und 8,7 mm, bei einer jungen Katze (ungefähr 6 Monate) 7,5 mm.

5. In der Primärstellung bildet die Pupillenspalte mit der Lidspalte einen Winkel von nahezu 50 Grad, beide stehen also nicht, wie Wolfskehl annahm, senkrecht aufeinander.

Aus diesen Befunden ziehen wir den Schluß:

Die Pupillenform der Katze steht in keiner Beziehung zur Form der Cornea oder der Linse, da weder die Cornea an und für sich, noch das Auge als Ganzes nennenswert astigmatisch ist.

Note on Mr. B. H. Buxton's paper "On the Origin of the Vertebrate Eye"

Archiv für vergleichende Ophthalmologie, Bd. II, Heft 4, 1912.

By

W. H. Gaskell,

M. D. F. R. S.

In this paper the author states that three theories of the origin of the Vertebrate eyes have been put forward by Balfour, Parker and Jelgersma respectively and he proceeds to offer a fourth which he apparently intends his readers to believe is new and original. His theory is that the inverted retina so characteristic a feature of the lateral eyes of the Vertebrate may have arisen directly from the inverted retina of the lateral eyes of some scorpion-like animal and although in the letter press he does not refer to my work at all, yet he reprints certain of the illustrations published in my book "The origin of Vertebrates".

As long ago as 1890 I published a paper in the Quarterly Journal of Microscopical Science Vol. XXXI p. 379 on "The Origin of Vertebrates from a Crustacean-like ancestor" in which I described the two median eyes of Ammocoetes and pointed out their resemblance to the two median eyes of *Limulus*. Subsequently I published in the Journal of Anatomy and Physiology a series of 13 separate papers "on the origin of Vertebrates deduced from the study of Ammocoetes". In part IX of this series published in 1901 (Journal of Anatomy and Physiology Vol. XXXV p. 224) I dealt with the origin of the Vertebrate optic apparatus and pointed out how closely the lateral eyes of the Vertebrate (especially in the case of Ammocoetes) resembled in the structure of their retinal apparatus the lateral eyes of Crustaceans, with the exception that in their case the retina was inverted not upright as in the Crustacean. At the same time I pointed out that the lateral eyes of the Scorpion-group possessed an inverted retina as in the Vertebrate lateral eyes but differed from them in that their retina was simple not compound, I therefore argued that in the days when the Vertebrate arose some of the members of the predominant Arthropod race may have been sufficiently Arachnid to possess lateral eyes with an inverted retina and sufficiently Crustacean to possess a compound not a simple retina, and so have given rise to the inverted compound retina of the lateral eye of the Vertebrate.

This series of papers was published in book-form in 1908 "The Origin of Vertebrates", Longmans, Green and Co., London (not Cambridge as erroneously stated by Mr. Buxton) and the second chapter of that book is entirely devoted to the "Evidence of the Organs of Vision".

Mr. Buxton's arguments are based largely upon the comparison of the arrangement of the eyes in *Ammocoetes* with their arrangement in the head-shields of *Osteostracan* fishes. This comparison forms one of the most striking pieces of evidence in the whole of my theory of the Origin of Vertebrates. This evidence is fully given in Part VIII of the series published in the *Journal of Anatomy and Physiology* in the year 1900 entitled "The Palaeontological evidence; *Ammocoetes* a *Cephalaspis*". Vol. XXXIV p. 562 and embodied in chapter X of my book: "The relationship of *Ammocoetes* to the most ancient fishes.

The comparison is based upon the striking resemblance between the microscopic structure of the muco-cartilage of *Ammocoetes*, a tissue which is unique among vertebrates and entirely disappears at transformation, and of the head-plate of a *Cephalaspis*, as given by Rohon. Further, the arrangement of the head-plate of muco-cartilage in *Ammocoetes*, worked out for me by Miss Alcock, resembles that of a *Cephalaspis*, and the position of the median and lateral eyes correspond closely in the two animals. In order to illustrate my ideas on this point I constructed the diagram Fig. 135 on p. 338 of my book, in which A. B. C. D. represent the shape of the head-shields of *Didymaspis*, *Auchenaspis*, *Cephalaspis* and *Ammocoetes* respectively. This diagram is reproduced by Mr. Buxton as his Fig. 12 and erroneously stated by him as taken by me from Rohon.

I do not consider it necessary to make any further comment on Mr. Buxton's paper.

Anmerkung des Herausgebers, zugleich Druckberichtigung:

Die in Heft 4 des II. Bandes dieses Archivs auf Seite 418 der Textfigur 12, Zeile 7 von unten, beigegebene Bemerkung („From Rohon“) ist durch einen Irrtum während des Druckes hierher gelangt und gehört zu der Fig. 11 derselben Seite.

G. F.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Anatomie. Entwicklungsgeschichte.

Bartels, P., Histologisch-anthropologische Untersuchungen der Plica semilunaris bei Herero und Hottentotten, sowie bei einigen Anthropoiden (Arch. f. mikroskop. Anat., Festschrift für Waldeyer, 1911, Bd. LXXVIII, p. 529 bis 564. Mit einer Tafel und einer Textfigur).

Als Untersuchungsmaterial dienten 25 ausgezeichnet konservierte Köpfe, von denen 8 als Herero-, die übrigen als Hottentottenköpfe bezeichnet waren, sowie einige Affen.

Die Resultate lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Größe und Form der Plica ist variabel, doch scheint die erstere beträchtlicher zu sein als bei den Weißen. Sehr häufig (48 Proz.) findet sich im Grunde (Basis) der Plica ein Knorpelstück, dessen Formen zweifellos als eine Theromorphie bzw. als ein Merkmal niederer Rasse aufzufassen sind. Das Knorpelstück ist sehr klein (mehrere Millimeter) und seiner Struktur nach dem elastischen Knorpel zuzurechnen. In mehreren Fällen war ein Ansetzen von glatter Muskulatur am Knorpel nachzuweisen. Das Ansetzen von quergestreifter Muskulatur wurde nur bei einem Affen (Orang) festgestellt, die in der Falte gefundenen Drüsen sind als sogenannte Krausesche (akzessorische Tränendrüse) zu betrachten. Es wurden zum ersten Male Drüsen der medialen Seite der Falte gefunden.

R. Seefelder (Leipzig).

Bribach, R., Über den Zentralkanal des Glaskörpers (v. Graefes Arch. f. Ophthalmologie, Juli 1910, Bd. LXXVI, Heft 1, p. 203 bis 211. Mit einer Tafel).

Verf. hat über 250 Schweine-, Rinder- und Schafaugen auf das Vorhandensein eines Zentralkanals nach einer neuen Methode, welcher der Vorwurf einer mechanischen Schädigung des Glaskörpers nach seiner Angabe nicht gemacht werden kann, untersucht, und hält an dem Vorhandensein eines Canalis hyaloideus im fertig entwickelten Auge bei den genannten Spezies und beim Menschen fest. *G. Freytag (München).*

Buxton, B. H., The origin of the vertebrate eye. Mit 12 Tafeln und 12 Abbild. im Text, sowie mit einer deutschen Inhaltsangabe von G. Freytag.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. II, Heft 4, p. 405 bis 423.

Fritsch, Gustav, Der Ort des deutlichsten Sehens in der Netzhaut der Vögel (Archiv f. mikroskop. Anat., Festschrift für Waldeyer, 1911, Bd. LXXVIII, p. 245—270. Mit vier Tafeln).

Fritsch hat die ziemlich spärlichen und fast ausschließlich aus früherer Zeit stammenden Angaben von Max Schultze, Chievitz u. a. über die Vogelfovea nachgeprüft und dabei manches als unrichtig gefunden, was sich bis jetzt allgemeiner Anerkennung erfreute.

Das Vorkommen von zwei Foveae in den Augen gewisser Vögel (Falke, Schwalbe) hält er nicht für erwiesen, ja nicht einmal für wahrscheinlich. Dagegen konnte er im Gegensatz zu Max Schultze, der bei Huhn und Ente eine Fovea vermißt, auch bei diesen Vögeln eine typische Fovea nachweisen. Die typische Fovea centralis stellt ein zwar sehr kleines, aber verhältnismäßig tiefes Grübchen mit steil abfallenden Rändern dar. Im Grunde der Grube sind alle Netzhautschichten erhalten, die der Ganglienzellen sogar auffallend breit. In der Vogelretina kommen ebenso wie im Säugetierauge Stäbchen und Zapfen vor. Im Bereiche der Fovea centralis tritt eine zapfenförmige Form auf. Diese Elemente sind aber nicht verlängert, sondern auffallenderweise erheblich verkürzt. Wie im Menschenauge, bestehen auch im Vogelauge bemerkenswerte Verschiedenheiten in bezug auf die Dichtigkeit der Anordnung der Zapfen und die Größe ihres Durchmessers, durch die nach Fritsch die Höhe der Sehschärfe des Auges bestimmt sein dürfte. Hingegen kann nach Fritsch ein Auge auch ohne eine Fovea eine gute Sehschärfe aufweisen, doch

muß seine Angabe, daß eine Fovea centralis beim Menschen nicht selten vermißt wird, den Widerspruch der Ophthalmologen herausfordern.

R. Seefelder (Leipzig).

Gutmann, A., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der Orbita und des Bulbus zu den vom Siebbein ausgehenden pneumatischen Räumen bei der höchst pneumatisierten Gruppe der Vertebraten, den hörnertragenden Wiederkäuern. I. *Ovis aries*. (Zeitschrift f. Augenheilkunde, 1911, Oktober.)

Zur Darstellung der Beziehungen des ausgedehnten pneumatischen Höhlensystems beim Schafe wurde der Kopf eines ausgewachsenen Schafes, von Haut und Muskeln freipräpariert, in der Ebene der Nasenscheidewand durchsägt. — Durch Exartikulation des Unterkiefers, Durchsägung des Jochbogens konnten nach Entfernung des Ansatzes des *Musc. temporalis* und des extraorbitalen Fettpolsters die von der fibrös-elastischen Periorbita gebildeten Flächen der Orbita freigelegt werden.

Ausgehend von einer gedrängten Beschreibung der Orbita und der knöchernen Komponenten der verschiedenen Orbitalflächen folgt ein Überblick über die pneumatischen Höhlen des Säugetierschädels: „Die Nasenhöhlen stehen in Verbindung mit anderen zwischen den Tafeln der pneumatischen Kopfknochen liegenden Höhlen, die als Nebenhöhlen bezeichnet werden (Muschel- und Siebbein-, dann Kiefer- und endlich Stirn-, Gaumen- und Keilbeinhöhlen). Sie sind mit Luft gefüllt und mit einer verdünnten Fortsetzung der Nasenschleimhaut ausgekleidet. Mit der Augenhöhle konstant in Verbindung steht die Kieferhöhle. Für vergleichend-anatomische Betrachtung könne nur entwicklungsgeschichtlich der Ausgangspunkt in Betracht kommen. So ergibt sich, daß die menschlichen Siebbeinzellen mit den sogenannten Stirnhöhlen zu identifizieren sind. Diese Stirnhöhlen werden von den Räumen zwischen den wichtigsten Bestandteilen des Säugetiersiebbeins, den Ethmotubinalen aus, pneumatisiert. — Das Siebbein des Säugetieres, aus der knorpeligen Nasenkapsel entstanden, besteht aus der Siebplatte, den Seitenplatten und der Lamina perpendicularis. — Beim Menschen bilden die Seitenplatten als Lamina papyracea einen Teil der medialen Orbitalwand, bei den Wiederkäuern aber treten sie als Begrenzung der Flügelgaumengrube auf. — Jede der Seitenmassen enthält eine gewisse Anzahl von Ethmotubinalen, d. h. Platten, die mit dem hinteren Rande an die Lamina cribrosa und mit dem lateralen an die Seitenplatte angeheftet sind und sich in transversaler Richtung gegen

die Lamina perpendicularis erstrecken. — Der freie mediale Rand der Platte rollt sich meist ein zum sogenannten Riechwulst; der platte Teil heißt Basallamelle. Die Turbinalen werden in Endo- und Ektoturbinalen geschieden. Zwischen den Endoturbinalen befinden sich pneumatische Räume, Siebbeingänge, die mit dem Nasenhöhlenraume zusammenhängen und den Ausgangspunkt für Pneumatisation der knöchernen Augenhöhle bilden. Der sogenannte Sinus frontalis ist keine selbständige Höhle, sondern als eine abgesonderte Cellula ethmoidalis aufzufassen.

Bei der Gattung *Ovis aries* geht von den Zwischenräumen der Basallamellen ein System pneumatischer Räume (meist 6 bis 8) aus, die sich im Os frontale mit einer gewissen Regelmäßigkeit in Ausdehnung und Form ausbreiten. Im Fornix cranii liegen vier Höhlen. Die größte davon windet sich nahe der Medianlinie beginnend auf die laterale Seite des Schädels hinüber und tritt hier zur oberen und hinteren Augenhöhlenwand in Beziehung. Sie liefert den pneumatischen Raum der hinteren Hälfte der oberen Augenhöhlenwand. — Weiterhin erstreckt sie sich auf die ovale vordere Hälfte der Orbita und erreicht in der oberen Augenhöhlenwand ihre größte Längenausdehnung. — Oralwärts reicht sie bis nahe an den Horizontalmeridian der Augenhöhle. Aboralwärts begreift sie einen Höhlenabschnitt in sich, der in den Processus cornu der männlichen Tiere sich fortsetzt. Pneumatisiert wird sie vom dritten Ektoturbinalgang. Eine kleine ovale Höhle liegt über und unter dem Horizontalmeridian der Orbita. Ihre Ausführungsöffnung gehört (nach Paulli) zum fünften Ektoturbinale. In der lateralen Wand verläuft der Tränennasengang. — Dem äußeren Orbitalrand nähert sie sich bis auf 5 mm.

Zur unteren Orbitalhälfte tritt die Kieferhöhle in Beziehung, deren größter Durchmesser im Längsdurchmesser der Orbita liegt. — Ihre vorderste Spitze reicht etwa auf $2\frac{1}{2}$ cm an den vorderen Orbitalrand. Im hinteren Teil finden sich ein — manchmal auch zwei — zellenartig ausgebuchtete Räume von papierdünnen Knochenwänden begrenzt. Auf dem kaum 1 mm dicken Dache der Kieferhöhle ruht also das innere untere Segment des Augapfels. Diese Verhältnisse wurden durch eine Schnittserie parallel zur Orbitaleingangsebene weiter klargelegt. — Schnitte parallel zur Siebplatte zeigen noch 8 bis 9 kleinere Räume, die vom 7. bis 13. Ektoturbinale ausgehen und einen vom 2. Endoturbinale. Sie liegen in der an die Nasenhöhle grenzenden Wand der Orbita und haben $1\frac{1}{2}$ cm von der Siebplatte meist nur Hirsekorngröße. Oralwärts erweitern sie sich zu meist parallelverlaufenden Zügen.

Die Untersuchung des Schädels eines ca. drei Monate alten Schafes ergab, daß schon zwei Drittel der dorsalen Orbitalwand pneumatisiert sind,

nur eine schmale Zone der lateralen Orbitalwand ist solid knöchern. — Die Hauptgrundform der Höhlen ist zu erkennen, noch nicht aber die einzelnen Auszackungen und Ausbuchtungen.

Die Schleimhaut der Kieferhöhle zeigt beim ausgewachsenen Schafe ein Epithel aus etwa sechs Schichten polygonaler Zellen, deren oberste Schicht mehr zylindrisch erscheint. — Es folgt eine gefäßreiche Schicht mit reichlichen fibrillären Bindegewebsfasern und feinen elastischen Fasern. — In den Stirnhöhlen folgt auf 5 bis 6 Schichten polygonaler Zellen fibrilläres Bindegewebe mit elastischen Fasern; mit paralleler Anordnung der Fasern geht das Gewebe ins Periost über.

F. Ruhwandl (München).

Gutmann, Ad., Anatomische und topographisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der Orbita und des Bulbus zu den pneumatischen Schädelhöhlen bei *Bos taurus* (Zeitschrift f. Augenheilkunde 1912, Januar).

In analoger Weise wie Verf. die gestellte Aufgabe am Schädel des Schafes untersuchte, tat er dies auch an dem des Rindes. Die Verhältnisse sind hier sehr verschieden. Es können sich bis zu 18 verschiedene Höhlen finden, doch auch nur 9 bei stärkerer Entfaltung der Größe der einzelnen. Am konstantesten sind die sogenannten Stirnhöhlen im Fornix cranii. Sie gehen vom ersten Endoturbinale aus und breiten sich im hintersten Teile des Nasenbeins und im Stirnbein aus. Eine weitere geht vom zweiten Ektoturbinale aus und ihr schließt sich eine dritte schon in der dorso-nasalen Wand der Augenhöhle an. Mit dieser tritt der dorsalste Teil der Kiefergaumenhöhle in Berührung an der Stelle, die die Orbita in eine dorsale und ventrale Hälfte teilt. Im dorso-lateralen Teile findet sich eine Höhle, ausgehend vom 6. Ektoturbinale, die dorso-lateral konstant etwa $4\frac{1}{2}$ cm lange, gewundene Ausläufer in die dorso-laterale Augenhöhlenwand entsendet.

In der unteren ventralen Hälfte der Augenhöhle besteht naso-ventral ein großer pneumatischer Raum, gebildet durch Kommunikation der Kieferhöhle mit der sogenannten Kiefergaumenhöhlenöffnung. Diese Höhle erfüllt die ventro-mediale Hälfte der Augenhöhlenwand und reicht nasalwärts ins Os frontale etwa 5 cm weit hinein. Ein Teil dieser Höhle ist noch unter dem naso-ventralen Abschnitt des Bulbus gelegen. Die ganze ventrale Fläche der Orbita wird von der Kieferhöhle begrenzt. Die Kieferhöhle reicht lateralwärts soweit an den äußeren Orbitalrand herum, daß der hintere Bulbusabschnitt im letzten Viertel auf dem dünnen Knochenplättchen der dorsalen Kieferhöhlenwand ruht. Eine besondere, dem

Rinde zukommende Höhle ist die sogenannte Tränenbeinhöhle vom zweiten Ektoturbinale pneumatisiert. Sie liegt im Os lacrimale und Os frontale und tritt nur zu einem geringen Teile an die naso-dorsale Orbitalwand heran. Sie kommuniziert mit der Kieferhöhle und mit der Gaumenhöhle und indirekt durch den Aditus naso-maxillaris mit der Nasenhöhle. Die beiden Schädelhälften können hinsichtlich dieser Verhältnisse verschiedene Verhältnisse bieten. Neben den größeren Höhlen findet sich noch eine verschieden große Anzahl ganz kleiner Höhlen vom 6. bis 18. Endoturbinale ausgehend. Bei einem 5 bis 6 Wochen alten Rinde war die obere Orbitalwand von solider Knochenmasse gebildet. Es war nur eine von der Kiefergaumenhöhle ausgehende Höhle sichtbar. Mikroskopisch besteht die Auskleidung der Stirnhöhle aus einem sehr kernreichen Stratum mucosum mit feinen Bindegewebsfasern. Das Epithel ist ein geschichtetes Pflasterepithel mit 6 bis 10 Zellenlagen. Verstreute elastische Fasern kommen vor. In den feineren Verzweigungen der Höhlen findet sich reines Endost. Ähnlich verhält sich die Kieferhöhleninnenfläche. Das Epithel ist nur 4 bis 5 Zellagen stark.

F. Ruhwandl (München).

v. Lenhossék, M., Die Entwicklung und Bedeutung der Zonulafasern nach Untersuchungen am Hühnchen (Arch. f. mikr. Anatomie, 1911, Bd. LXXVII, p. 280—310. Mit einer Tafel).

Verf. hat sich bei seinen Untersuchungen einer für diesen Zweck neuen Methode, nämlich der Silberimprägnationsmethode von Ramon y Cajal bedient. Glaskörper- und Zonulafasern färben sich nach dieser Methode schwarz. Der Schilderung der Entwicklung der Zonula wird die Beschreibung der ausgebildeten Zonula vorausgeschickt. Nach ihr ist die Zonula im Hühnchenauge schwächer entwickelt als im Säugetierauge und ihre Funktion, die Linse in gespanntem Zustande zu erhalten, zum Teil von den mit der Linse verwachsenen Ciliarfortsätzen übernommen worden. Als das wichtigste entwicklungsgeschichtliche Ergebnis ist hervorzuheben, daß die Zonulafasern nicht aus dem Ciliarepithel hervorwachsen, sondern als ein Differenzierungsprodukt des Glaskörpers „aus einer Verstärkung und bestimmten Gruppierung von Glaskörperfibrillen hervorgehen“. Der Raum, worin sich später die Zonulafasern befinden, ist zunächst nur von Glaskörpergewebe erfüllt. Aus diesem gehen die Zonulafasern in der Weise hervor, daß einzelne Glaskörperfasern allmählich stärker hervortreten und das bekannte Aussehen der Zonulafasern annehmen, während die übrigen zarten Glaskörperfasern verschwinden, so daß zuletzt im Zonularaum nur noch Zonulafasern nachweisbar sind. Der Zonula- und eigent-

liche Glaskörperraum sind schon vorher durch die vordere Verdichtungshaut des Glaskörpers voneinander abgegrenzt. Die jungen Zonulafasern verbinden sich zunächst mit der Linsenkapsel, während der Anschluß an die Limitans ciliaris erst etwas später erfolgt. Ein Eindringen der Zonulafasern in die Zellen der Pars ciliaris retinae hat Lenhossék mit den von ihm angewandten Färbemethoden nicht nachweisen können. Die in dieser Hinsicht positiven Beobachtungen anderer Forscher scheinen ihm nicht richtig beurteilt zu sein.

R. Seefelder (Leipzig).

Lindahl, Über die Form des Augenbeckers in früheren Entwicklungsstadien (Sitz.-Ber. d. schwed. augenärztl. Vers. Stockholm 1911, Beilage, Hygiea 1911).

An einer Reihe von menschlichen, verschiedenen Säugetier-, Vögel- und Reptilienembryonen hat Lindahl teils an Rekonstruktionsmodellen, teils durch direkte Beobachtung wahrgenommen, daß die Pupillaröffnung in frühen Stadien gewisse (für jede untersuchte Säugetiergattung charakteristische) Einschnidungen zeigt. So bildet beim Menschenembryo die Pupille eine fünfeckige Figur mit gegen die Öffnung konvexen Seiten. Die atypischen Iriscolobome werden als Hemmungsmißbildungen im Gebiete von vier von diesen Einschnidungen erklärt. Die fünfte Einschnidung entspricht dem vordersten Teil des Augenbeckerspalts.

Fritz Ask (Lund).

Mayhoff, H., Über das „monomorphe“ Chiasma opticum der Pleuronectiden (Zool. Anz. Bd. XXXIX, p. 78—86, 1912).

Bekanntlich sind die Sehnerven bei den Teleostiern total gekreuzt, und zwar meist so, daß die beiden Optici übereinander hinwegreichen, ohne sich irgendwo zu durchflechten. Es scheint dabei vom Zufall abzuhängen, ob der rechte oder der linke Sehnerv dorsal gelegen ist, denn Parker fand unter 1000 Exemplaren (10 verschiedenen Teleostierarten angehörend) bei 486 Tieren den linken Sehnerv, bei 514 den rechten dorsal gelegen. Im Gegensatz zu diesem „dimorphen“ Chiasma fand Parker das Chiasma der Plattfische (Pleuronectiden) stets „monomorph“ (nur die Gruppe der Seezungen macht eine Ausnahme, sie besitzt ein dimorphes Chiasma), es liegt bei allen Individuen einer Spezies stets der gleiche Sehnerv dorsal, bei manchen Arten der linke, bei anderen Arten der rechte, und zwar liegt der linke Sehnerv bei jenen Arten dorsal, deren rechte Körperseite die „Rückenseite“ (Augenseite) ist, und umgekehrt. „Überall liegt aber im Chiasma dorsal der Nerv desjenigen Auges, das während der Ontogenese gewandert ist.“ Da das Chiasma längst ausgebildet ist, wenn die Wanderung des Auges beginnt, liegt es

nahe, anzunehmen, die Richtung der Drehung bei der Metamorphose werde von dem Typus des Chiasmus bestimmt. Doch fand Parker, daß bei atypischen (im Vergleich mit den typischen Tieren spiegelbildlich verkehrten) Exemplaren verschiedener Arten (z. B. bei einigen Individuen von *Pleuronectes flexus*, deren Augenseite links lag, während sie in der Regel rechts liegt) das Chiasma dennoch die typische Lagerung aufweist; es zieht also dann der Nerv des gewanderten Auges unter dem anderen Sehnerv durch. Der Verf. untersuchte eine Anzahl typische und 53 atypische *Pleuronectiden* und kam zu einer Bestätigung der Parkerschen Befunde.

K. v. Frisch (München).

*** Schröder, K.**, Die Bildungsweise und Entwicklungsrichtung der Markscheiden (Inaug.-Dissert. Leipzig, ferner im Journal für Psychologie und Neurologie, Bd. XVIII, 1911).

Schröder hat sehr interessante Untersuchungen über die Entwicklung der Markscheiden angestellt, deren Ergebnis umso wertvoller ist, als es unter der Leitung eines so hervorragenden Histologen wie Hans Held gewonnen worden ist. Als Untersuchungsobjekt diente das Hühnchen.

Verf. konnte feststellen, daß kurz vor dem Auftreten der ersten Markfasern das Areal eines Nervenfaserbündels von zahlreichen, bei der Weigertfärbung schwärzlich gefärbten Körnchen erfüllt ist. Diese Körnchen erwiesen sich durch sorgfältige histochemische Untersuchung als Lecithin und es kann als feststehend angesehen werden, daß dieser Bestandteil der Markfaser ihre spezifische Farbenreaktion verleiht. Vermittels der bekannten Heldschen Molybdänhämatoxylinfärbung ließ sich ferner nachweisen, daß diese Körnchen zum größten Teil innerhalb des Glioprotoplasmas liegen; ferner ergab sich mit großer Wahrscheinlichkeit, daß sie aus den Kapillaren bzw. aus dem Blute dorthin gelangen und so den Bildungsstätten der Markscheiden zugeführt werden. Was die Entstehung der letzteren anbetrifft, so zeigt es sich, daß das Mark an den Nervenfasern zuerst in feiner Verteilung unter dem Bilde von kleinen Granulis und einer zarten, bei Weigertfärbung grauen Hülle auftritt. Im weiteren Verlaufe wird die Markhülle allmählich dunkler, die Granula verschwinden und die Faser bekommt schließlich ein homogenes Aussehen. Der Ablauf der Markbildung an der einzelnen Faser geht nicht in der Weise vor sich, daß er sich von einem bestimmten Punkte ausgehend kontinuierlich über die ganze Faser erstreckt, sondern es bilden sich zunächst einzelne voneinander getrennte Teilstrecken, Segmente, die durch Längenwachstum miteinander konfluieren. Es findet also eine diskontinuierliche segmentäre Markbildung an den einzelnen Fasern

statt. Es war zwar nicht mit Sicherheit nachzuweisen, daß die feinen Markgranula aus den eingangs erwähnten größeren Lecithin-Körnchen hervorgehen, doch ist dies mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Bezüglich der Entwicklungsrichtung der Markscheidenbildung ist besonders interessant, daß im Sehnerven die erste Markscheidenentwicklung in der Gegend der Lamina cribrosa stattfindet und von hier aus sowohl in der Richtung nach dem Auge als nach dem Gehirn fortschreitet. Die Myelogenese beginnt also an einer Stelle, welche abseits von den Ursprungszellen, aber näher bei diesen als beim Zentralorgan (Gehirn) gelegen ist. In anderen Nerven (Abducens usw.) waren die Lagebeziehungen zwischen Ursprungszellen und Markentwicklung die gleichen. Die Markentwicklung beginnt also in einer intermediären Zone. Es kann aber als Regel gelten, daß sich der proximale (den Ursprungszellen zunächst gelegene) kürzere Abschnitt später mit Mark umkleidet als der distale. Der Widerspruch, der zwischen diesem Ergebnisse und den Bernheimerschen Resultaten, nach denen beim Menschen die Markbildung vom Gehirn nach dem Auge hin erfolgt, zu bestehen scheint, ist nach Verf. vielleicht dadurch zu beseitigen, daß beim Menschen zuerst die zentrifugalen Fasern markhaltig werden, beim Huhn dagegen die zentripetalen. Eine Neubearbeitung dieser Frage an dem allerdings ungleich schwerer zu beschaffenden menschlichen Sehnerven dürfte aber trotz dieser Annahme nicht überflüssig sein. — Dabei wären aber die mannigfachen wertvollen Winke, welche diese Arbeit auch in technischer Hinsicht enthält, sorgfältig zu berücksichtigen. *R. Seefelder (Leipzig).*

Virchow, Hans, Über das Conjunctival-Epithel eines Menschen (Arch. f. mikrosk. Anatomie, Festschrift für Waldeyer, Bd. LXXVIII, 1911, p. 565 bis 618. Mit zwei Tafeln).

Die Virchowsche Arbeit soll eine Ergänzung zu der Beschreibung der Conjunctiva in dem Handbuch von Graefe-Saemisch bilden. Sie stützt sich auf die Untersuchung der Conjunctivalsäcke von mehreren Hingerichteten, sowie von Anatomieleichen. Außerdem wurden Tiere zur Untersuchung herangezogen. Verf. liefert eine sehr detaillierte Beschreibung des Epithels von verschiedenen Abschnitten der Bindehaut (Grenze des Conjunctival-Epithels und der Epidermis an der inneren Lidkante des unteren Lides usw.) und gibt beherzigenswerte Vorschriften dafür, in welcher Weise bei der Behandlung dieses Gegenstandes zu verfahren ist. Bezüglich der zahlreichen Einzelheiten, die sich nicht zu einem kurzen Referate zusammenfassen lassen, muß auf das Original verwiesen werden. *R. Seefelder (Leipzig).*

II. Physiologie.

Babor, J., Zur Duplizitätstheorie in der Physiologie des Sehens (Österr. Wochenschrift f. Tierheilk., 1911, Bd. XXXVI, p. 306).

Verf. liefert einen Beitrag für die Richtigkeit der „Duplizitätstheorie“ des Tages- und Nachtsehens, für die Annahme, daß die Zapfen hauptsächlich dem Tagessehen, die Stäbchen der Retina hauptsächlich dem Nachtsehen dienen. Fixiert man in einem verdunkelten Zimmer durch Öffnungen einfallendes diffuses Licht von einer bestimmten schwachen Intensität, so erscheint der fixierte der leuchtenden Punkte weniger hell und weniger scharf konturiert als alle anderen; und richtet man sein Auge auf eine Stelle zwischen den leuchtenden Punkten, so erscheinen alle gleich intensiv strahlend. Nach den Versuchen v. Tschermaks nimmt aber die Lichtempfindlichkeit der Zapfen im dunkeladaptierten Auge enorm ab, während die der Stäbchen im Gegenteil etwas gesteigert wird. Die Erklärung der Erscheinung in seinem Versuch sieht Verf. darin, daß das fixierte der leuchtenden Bilder auf die Fovea centralis fällt und dort nur Zapfen antrifft, also im dunkeladaptierten Auge nur wenig empfindliche Teile, während die Bilder aus der Umgebung auf die mit Stäbchen reichlich versehenen Nachbargebiete der Macula fallen, wo gesteigerte Lichtempfindlichkeit besteht. Die Angabe des Verfs., daß bei Tieren prinzipiell die gleichen Einrichtungen in der Retina, d. h. an der Area centralis bestehen, ist in der Form unrichtig, denn Zürn konnte meist das Fehlen einer stäbchenfreien Zone an der Area centralis konstatieren. Nur gewisse, erfahrungsgemäß sehr scharf sehende Hunderassen (Rattler, Jagdhunde) besitzen einen stäbchenfreien Bezirk, während bei anderen Rassen und bei anderen Tierarten nur eine mehr oder weniger ausgeprägte Verminderung der Stäbchen im fraglichen Gebiete zu beobachten ist. Ich verweise auf Ellenbergers Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie, Bd. I, p. 486 ff. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Basler, Adolf, Über das Sehen von Bewegungen. VI. Mitteilung. Der Beginn des Bewegungsnachbildes (Pflügers Archiv f. die gesamte Physiologie, 1911, Bd. CXXXIX, p. 611).

In einer früheren Mitteilung (s. dieses Archiv, 1910, 1. Jahrg., Heft III, p. 382) hat Verf. versucht, die Zeit festzustellen, die verstreicht, bis nach Aufhören einer Bewegung das sogenannte Bewegungsnachbild einzusetzen pflegt. Verf. verfuhr in der Weise, daß er auf einer rotierenden Trommel

das Aufhören der wirklich vorhandenen Bewegung mechanisch registrierte und willkürlich ein Zeichen anbrachte, welches ebenfalls aufgeschrieben wurde, sobald das Bewegungsnachbild auftrat. Diese Art der Untersuchung hat aber, wie Verf. schon damals hervorhob, den großen Nachteil, daß die Reaktionszeit mit ins Spiel kommt.

Um diese Fehlerquelle auszuschließen, hat Verf. eine neue Versuchsreihe ausgeführt, die sich lediglich mit der Zeit befaßt, welche zwischen dem Aufhören der ursprünglichen wirklichen Bewegung und dem Einsetzen des Bewegungsnachbildes liegt.

Während einer am Schlusse einer 20 Sekunden dauernden Bewegung von schwarzen Strichen auf weißem Grund eingeschalteten Ruhepause konnte Verf. im allgemeinen ein Bewegungsnachbild entwickeln, wenn diese Pause 0,5 bis 0,8 Sekunde betrug, bei einer kürzeren Pause nicht.

Aus diesem Umstande läßt sich schließen, daß zur Entwicklung des Bewegungsbildes unter den angegebenen Bedingungen ein Zeitraum von 0,5 bis 0,8 Sekunde nötig war.

Wenn die Bewegung der Streifen über den weißen Grund schnell verlief, trat das Bewegungsnachbild nicht wesentlich früher oder später ein als bei langsamer Bewegung.

Ebenso ließ sich durch länger dauerndes Fixieren des Vorbildes (40 Sekunden) nur ein um einen geringen Betrag früheres Nachbild erzielen, gegenüber einer kürzeren Beobachtungsdauer (20 Sekunden). Immerhin war das Urteil bei längerem Vorbild sicherer.

Eine Verstärkung oder Abschwächung der Beleuchtung, wodurch der Grund, auf dem die Streifen erschienen, heller resp. dunkler wurde, hatte keinen Einfluß auf die Zeit, welche zwischen dem Aufhören des Vorbildes und dem Anfang des Nachbildes lag. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Fischer, F., Zur Akkommodation des Schildkrötenauges (Arch. f. Augenheilk., Mai 1911, Bd. LXIX, Heft 1, p. 97—101).

Verf. weist gegenüber Wychgram auf seine mit C. Heß gemeinsam angestellten Untersuchungen hin und legt dar, wie einerseits die anders gedeuteten Befunde Wychgrams teilweise gerade die Heß-Fischerschen Feststellungen bestätigen, andererseits wie unzulänglich für die in Betracht kommenden Fragen die einseitige Verwendung anatomischer Befunde und konservierten Materiales ist gegenüber den am lebenden Organ gemachten Beobachtungen. Solche hat Verf. neuerdings noch in der früheren Weise wiederholt und fand auch jetzt die Ruheform der Schildkrötenlinse wesentlich verschieden von der Form der akkommodierten Linse.

G. Freytag (München).

Gertz, H., Gibt elektrische Reizung phototrope Netzhautreaktionen bei *Abramis brama*? (v. Graefes Archiv f. Ophthalmologie, Januar 1911, Bd. LXXVIII, Heft 1, p. 224 bis 226).

Im Anschluß an die Untersuchungen von v. Frisch und Lederer prüfte Verf. die Wirkung des elektrischen Tetanisierens auf die von Exner und Januschke klar gelegten Verhältnisse an der Hell- und Dunkelnetzhaut von *Abramis brama* und kam zu denselben Ergebnissen wie die eingangs genannten Autoren, daß nämlich die betreffenden phototrop reagierenden Netzhautgebilde elektrisch unerregbar sind.

G. Freytag (München).

Heß, C., Untersuchungen über den Lichtsinn bei Reptilien und Amphibien (Arch. f. d. ges. Physiologie, 1910, Bd. CXXXII, p. 255—295).

Im Anschluß an seine bekannten Untersuchungen über den Lichtsinn der Vögel und Fische erforschte der Verf. mit ähnlichen, dem besonderen Zwecke sinnvoll angepaßten Methoden nunmehr auch die einschlägigen Verhältnisse bei Reptilien (Schildkröten verschiedenster Arten) und Amphibien (*Diemictylus viridescens*, *Bufo vulgaris*, *Xenopus Mülleri*). Untersucht wurden hell- und dunkeladaptierte Tiere hauptsächlich in ihrem Verhalten gegenüber an dünnen Drähten angebrachten Ködern in farblosem Lichte, ferner in farbigen (spektralen und Glas-) Lichtern.

Schildkröten.

Diese wurden zunächst am Aubertschen Fenster von verschieden großer Öffnung und an der mit einer Belichtungsvorrichtung verbundenen Irisblende untersucht. Zum Vergleich der Lichtempfindlichkeit diente das Auge des Beobachters, entweder frei oder mit einem orangefarbenen Glase bewaffnet. Es ergab sich kurz folgendes: Dunkeladaptierte Schildkröten sehen vor ihrem Kopfe auf dunklem Grunde bewegte Gegenstände bei beträchtlich geringeren Lichtstärken als helladaptierte unter sonst gleichen Verhältnissen. Der Umfang der adaptativen Empfindlichkeitszunahme ist ein beträchtlicher und zum Beispiel so groß, daß eine dunkeladaptierte Schildkröte passend belichtete, bewegte Fleischstücke sehen kann, die für das hell- bzw. kurz dunkeladaptierte Menschenauge nicht sichtbar sind. Ist das bewegte Objekt von diffussem Tageslichte oder Glühlicht bestrahlt, so wird es bei abnehmender Belichtung für das helladaptierte Schildkrötenauge im allgemeinen früher unsichtbar als für das helladaptierte unbewaffnete Menschenauge. Dasselbe zeigt sich bei Vergleichung dunkel-



adaptierter Schildkröten- und Menschenaugen. Bewaffnet man sein Auge mit einem orangefarbenen Glase, so sind die Sichtbarkeitsgrenzen für das Menschenauge bei Hell- wie bei Dunkeladaptation nur wenig von jenen für das Schildkrötenauge verschieden.

Weitere messende Untersuchungen wurden in größerem Umfange mit einer neuen Methode vorgenommen, die durch Entwerfung eines Spektrums im Dunkelzimmer gestattete, die Sichtbarkeitsgrenzen bei abnehmender Belichtung mit homogenen und mit farbigen Glaslichtern zu ermitteln. Die Prüfung ergab, daß die Schildkröten das Spektrum am langwelligen Ende merklich genau so weit sehen wie wir, dagegen zeigte sich für sie eine starke Verkürzung des Spektrums am kurzwelligen Ende, noch größer als bei den Hühnern. Man kann sagen, daß die Schildkröten die Welt der Farben so sehen, wie wir, wenn wir unser Auge mit einem passenden rotgelben Glase versehen. Es steht dies im Einklange mit der Färbung der in der Schildkrötennetzhaute vorhandenen Ölkugeln, deren Verhalten Verf. mikroskopisch und ophthalmoskopisch genauer feststellte. Wie bei den Vögeln, so ist auch bei den Schildkröten der Nachweis erbracht, daß die Außenglieder der Zapfen den optischen Empfänger darstellen.

Die Untersuchungen erbringen den Nachweis umfangreicher adaptativer Änderungen in Wirbeltieraugen, deren Netzhäute lediglich Zapfen und keine nachweisbare Menge von Sehpurpur haben.

Amphibien.

Die Untersuchungen begegneten wegen des Verhaltens der Tiere und zum Teil wegen ihrer dunklen Färbung besonderen Schwierigkeiten. Die Molche wurden in einem flachen schwarzen Blechgefäß, die Frösche in rechteckigem Glasgefäß, die Kröten vor einer schrägen, vom Spektrum beleuchteten mattschwarzen Fläche untersucht. Es zeigte sich, daß für Vertreter der Urodelen wie der Anuren das Spektrum am langwelligen wie am kurzwelligen Ende merklich genau so weit reicht wie für uns. Der Umfang der adaptativen Änderungen der Lichtempfindlichkeit ist von ähnlicher Größe wie für das menschliche Auge.

Am Schlusse gibt der Verf. einen zusammenfassenden Überblick über das Verhalten des Lichtsinnes in der ganzen Wirbeltierreihe vom Amphioxus bis zum Affen und weist darauf hin, daß es ein Vorurteil war, von der Inangriffnahme der Fragen nach dem psychischen Ausdrucke der durch das Licht veranlaßten Regungen in der Sehsubstanz des inneren Auges bei Tieren als aussichtslos von vornherein Abstand zu nehmen.

G. Freytag (München).



Hilbert, R., Über den Zusammenhang der physiologischen mit den pathologischen Farbenempfindungen (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., März 1911, p. 270—273).

Verf. zeigt an verschiedenen Überlegungen die Schwierigkeit, „Grenzen“ zwischen pathologischen und physiologischen Farbenempfindungen zu ziehen. Er unterscheidet drei Gruppen von Farbenempfindungen: 1. infolge von Reizung des Farbensinnsentrums durch adäquate Reize; 2. durch nicht adäquate Reize: mechanische, elektrische, chemische; 3. Farbenempfindungen, die durch eigene innere Tätigkeit des Farbensinnsentrums entstehen. —

Die erste Gruppe — objektive Farbenempfindung — ist als physiologisch zu betrachten. Die zweite Gruppe — hervorgerufen durch nicht adäquate Reize — kann je nach der Stärke des Reizes schon pathologisch sein. In der dritten Gruppe sind nach Verf. — der Simultankontrast; der successive Kontrast; das sogenannte Abklingen der Farben nach Blendung; die permanenten Licht- und Farbenempfindungen als physiologisch, andere Empfindungen dagegen als pathologisch zu betrachten, z. B. Purkinjes Kreuzspinnenfigur, die Erfüllung des Gesichtsfeldes mit verschieden geformten und der Farbe nach wechselnden Figuren, Farbenempfindungen durch Einwirkung toxischer Agentien, bei inneren und chirurgischen Erkrankungen. Weiterhin das nicht komplementär gefärbte negative Nachbild eines farbigen Objektes, endlich accidentelle Farbenempfindungen infolge optischer Fehler der brechenden Medien, künstlicher Färbung der Hornhaut. Sicher pathologisch ist die Farbenblindheit, die im Verlauf anderer Krankheiten, besonders der Nervenzentren, entsteht. Dagegen denkt Verf. bei der angeborenen Farbenblindheit an eine Art Hemmungsbildung im teratologischen Sinne. Jedenfalls lassen sich scharfe Grenzen zwischen normalen und pathologischen Zuständen in den Farbenempfindungen nicht ziehen.

R. v. Heuß (München).

Hilzheimer, Max, Wie akkommodieren die Wirbeltiere? (Aus der Natur, VII. Bd. 1911, p. 328).

Eine kurze Darstellung der Ergebnisse der Untersuchungen von C. Heß und V. Franz. *O. Zietzschmann (Zürich).*

v. Kries, Über der Funktionsteilung im Sehorgan und die Theorie der Nachtblindheit (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. März 1911, p. 241—269).

Verf. untersucht das Phänomen der Nachtblindheit unter dem Gesichtspunkt der Duplizitätstheorie — jener Theorie, die annimmt, daß das Sehen sich aus zwei Bestandteilen zusammensetzt: einem Teil, der dem Sehen

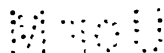
in hellem, einem, der dem Sehen in schwachem Licht, dem Dämmerungssehen, zu dienen hat. Für zwei Fälle ist diese Theorie von besonderem Interesse: für die angeborene, totale Farbenblindheit und für die Hemeralopie — diese hervorgerufen durch Strömung in den dem Dämmerungssehen dienenden Gebilden, jene durch Fehlen der Organe des Tagessehens.

Läßt sich sagen, daß bei der angeborenen, totalen Farbenblindheit ein Bestandteil des Sehorgans — die Zapfen — wohl völlig fehlen, so ist der Rückschluß, daß bei der Hemeralopie ein Mangel der Stäbchen besteht, nicht zutreffend. Bei den mannigfaltigsten Arten des Dämmerungssehens ist anzunehmen, daß in beiden Bestandteilen des Sehorganes, sowohl Stäbchen wie Zapfen, Störungen vorhanden sind, nicht aber daß ein Teil derselben — die Stäbchen — ganz vernichtet sein muß.

Verf. stellt bei der Besprechung der *Adaptation der Zapfen* fest, daß diese Gebilde einer gewissen *Adaptation* recht wohl fähig sind. Den Grad dieser *Adaptation* festzustellen, hält jedoch schwer. Weiterhin kommt es sehr auf die Versuchsanordnung an. Es ergaben sich ganz andere Werte, wenn der Übergang von hell zu dunkel allmählich und nicht plötzlich erfolgte, wenn also die Versuche mehr den Verhältnissen des täglichen Lebens angepaßt wurden. Die Bestimmung der fovealen Sehwellen für den Moment, in welchem die Empfindlichkeit der parazentralen Teile jene der fovealen Teile zu übertreffen beginnt, ist sehr schwer. Nagel und Schäfer fanden, daß nach sehr starker *Helladaptation* die foveale Empfindlichkeit im Verhältnis von 1 : 20 zunimmt.

Verf. sah von starker *Helladaptation* ab und fand dann, daß eine Empfindlichkeitssteigerung in der Fovea nicht eintrat.

In dem Absatz „Die *Adaptation der Stäbchen*“ werden die Fragen der Dunkeladaptation abgehandelt. Verf. weist auch hier auf die Notwendigkeit hin, die Versuche mehr dem täglichen Leben anzupassen, da sonst irrierte Werte erzielt werden. Nach kritischer Besprechung einschlägiger Arbeiten und eigener Überlegungen kommt Verf. zu dem Schluß, daß der Zustand des Sehorganes nicht bloß hinsichtlich des Adaptationsgrades, sondern auch der Befähigung zur Dunkeladaptation, also des Gehaltes an Sehpurpur bzw. der Sehpurpurbildung, in weiten Grenzen veränderlich ist. Die Gesamtheit dieser funktionellen Beziehungen bezeichnet Verf. als *Adaptationsfunktion*, die Fähigkeit worunter zu verstehen ist, die Empfindlichkeit mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu steigern bzw. die Möglichkeit sich bei bestimmten Belichtungen auf bestimmte Empfindlichkeitsgrade einzustellen.



Eingehender Besprechung wird die Frage der Funktionsteilung zwischen den beiden Bestandteilen des Sehorganes unterzogen.

Bei einer gewissen Beleuchtung erscheinen die Gegenstände unserer Umgebung in verschiedener Helligkeit, teils wegen ihrer verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit, teils wegen ihrer verschiedenen Lage zu den Lichtquellen. — Die Frage, ob es Beleuchtungsgrade gibt, bei denen die Zapfen allein funktionieren, kann mit ziemlicher Sicherheit bejaht werden. Dies dürfte bei längerem Aufenthalt in sehr heller Umgebung der Fall sein. Andererseits läßt sich bestimmt annehmen, daß bei schwacher Beleuchtung ausschließlich die Stäbchen funktionieren. Dem Bestreben, nur zwei Gebiete anzunehmen — ein oberes, in welchem nur die Zapfen, ein unteres, in welchem nur die Stäbchen funktionieren — setzen sich jedoch wesentliche Hindernisse entgegen, vor allem die Tatsache, daß die Sehschärfe von der Beleuchtung abhängig ist, so daß eine Reihe von Fällen eintreten können, in welchen beide Organe — Stäbchen und Zapfen — oder aber eines dem anderen in seiner Tätigkeit je nach Grad und Art der Beleuchtung voransteht. Weiterhin kommt den Stäbchen eine präparatorische Tätigkeit zu, insofern, als sie es ermöglichen, plötzlichen Übergang aus hellerer zu dunkler Beleuchtung zu ertragen. Die Frage, wann derjenige Adaptationsgrad der Stäbchen erreicht ist, bei dem die absolute Empfindlichkeit der exzentrischen Netzhaut die foveale zu übertreffen beginnt, ist im allgemeinen dahin zu beantworten, daß beim längeren Betrachten eines etwa mit 30 MK. beleuchteten Papierblattes schon die foveale Empfindlichkeit hinter jener der stäbchenhaltigen Teile zurückbleibt.

Auf Grund der Zustände, in welche das Sehorgan bei den verschiedenen Beleuchtungen kommen kann, unterscheidet Verf. fünf Hauptgebiete: 1. geringe Funktion der Stäbchen infolge Zerstörung des Sehpurpurs bzw. Hemmung seiner Bildung nach zu starker Belichtung, 2. überwiegende Tätigkeit der Zapfen bei hoher Beleuchtung; Stäbchenempfindlichkeit geringer als jene der Zapfen, 3. stärkere Adaptation der Zapfen, höhere Empfindlichkeit der exzentrischen Teile gegenüber jener der Fovea. — Beleuchtung 50—1 MK. — 4. Zusammenwirken der Zapfen und Stäbchen — Überwiegen der letzteren — 1 — $\frac{1}{30}$ MK. 5. Stäbchentätigkeit — Zapfen ausgeschaltet — Beleuchtung weniger als $\frac{1}{30}$ MK.

Diese Überlegungen lassen, auf das praktische Leben angewandt, den Schluß zu, daß wir zum großen Teile „Stäbchenseher“, somit auf die Funktionen des Dämmerungsapparates angewiesen sind, daß daher der Ausfall des Stäbchenapparates bei dem verschiedenen Übergehen der

einzelnen Beleuchtungsgebiete ineinander eine schwere Schädigung unseres Sehens bedeuten muß.

Schädigungen des Stäbchenapparates und der Adaptierungsfunktion decken sich in ihren, bisher besprochenen Äußerungen mit dem Bilde, das bisher als „Hemeralopie = Nachtblindheit“ bezeichnet wird. Andersgeartete Auffassungen, daß z. B. Schädigungen der Zapfen Ursache der Hemeralopie sind, sind nicht haltbar. Es lassen sich auch hierfür keine Beweise aufstellen. Dagegen ist zu erwägen, daß die Bildung des Sehpurpurs bzw. deren Verhinderung durch Schädigung der mehr zentralwärts gelegenen Teile beeinflußt werden kann; doch bleibt diese Auffassung vorläufig noch Vermutung, die erst nach größerer Kenntnis der physiologischen Verhältnisse zwischen Sehpurpurbildung und zentraler Beeinflussung erwiesen werden muß. Vorläufig ist auf Grund der jetzigen Kenntnisse festzuhalten, daß die Nachtblindheit auf einer Schädigung des Sehorganes beruht, die ausschließlich oder überwiegend den dem Dämmerungssehen dienenden Bestandteil — dem Stäbchenapparat — betrifft.

Die Frage nach der pathologischen Grundlage der Hemeralopie ist jedoch noch zu lösen: Sie wird von den durch die Duplizitätstheorie begründeten Anschauungen auszugehen haben.

R. v. Heuß (München).

Sustmann, Refraktionsbestimmungen mit dem Sehrahmen nach Holterbach bei Reitpferden durch Skiaskopie (Berliner tierärztl. Wochenschr. Bd. XXVII, 1911, Nr. 27, p. 481).

Sustmanns Refraktionsbestimmungen an Pferdeaugen mit dem Sehrahmen nach Holterbach haben ergeben, daß von 132 Reitern im Alter von 4 bis 20 Jahren normalsichtig waren 35,6% — junge Tiere beteiligen sich daran mit 60 bis 70%; mit zunehmendem Alter geht die Zahl zurück; das Geschlecht hat keinen Einfluß — myopisch waren 63,3% — bis — 4 D — hypermetropisch waren 1,1% — + 1 D —. Anisometropisch waren 25,1%; Astigmatismus konnte fünfmal beobachtet werden.

O. Zietzschmann (Zürich).

* **Tscherning, M.**, Hermann von Helmholtz und die Akkommodationstheorie (Leipzig, J. A. Barth 1910). Übersetzt von M. Thorey. IV und 106 p. mit einem Bilde Tschernings und 23 Abbildungen.

Es ist zweifellos ein Verdienst des Verlegers und Übersetzers, den deutschen Interessenten die bekannten Anschauungen Tschernings in so angenehmer Form zugänglich gemacht zu haben, die die nicht leichte Materie fast mühelos an uns vorbeiziehen läßt.

Wir selbst halten freilich die Frage im Sinne der Feststellungen von C. Heß, Heine und Gullstrand für entschieden und die in vielen Punkten zweifellos geistreiche Hypothese Tschernings und seiner Anhänger für den Tatsachen nicht gerecht werdend.

G. Freytag (München).

III. Diagnostik. Untersuchungstechnik.

Prokopenko, A. P., Über das Verhalten der inneren Augenhäute bei einigen Fixierungsmethoden (v. Graefes Arch. f. Ophthalm. 1910, Bd. LXXV, Heft 3, p. 483—512). Mit einer Tafel.

Als Material dienten Kaninchenaugen, die von ungefähr 2050—2090 g schweren Tieren stammten. Die noch lebenswarmen Augen wurden direkt in die Konservierungsflüssigkeiten von 13° C gelegt. Die Einbettung geschah in Celloidin, die Färbung mit Böhmerschem Hämatoxylin und alkoholischem Eosin, bei Gefrierschnitten mit Alaunkarmin oder wässrigem Eosin. Die Resultate sind unter Anwendung von Zenkerscher Flüssigkeit, Müllerscher Flüssigkeit, Sublimatlösung (wässrig, alkoholisch und in Rohrzuckerlösung), Alkohol und 10 prozentiger Formaldehydlösung, sowie bei Benutzung der Gefriermethode kurz folgende:

Die Linse zeigte bedeutende Größenschwankungen, das Verhalten der einzelnen Schichten war konstant. Die Sclera verhält sich ziemlich indifferent, die Cornea dagegen ist in hohem Maße empfindlich, in Müllerscher Flüssigkeit schwillt sie stark an, während sie in absolutem Alkohol beträchtlich schrumpft, auch ihre einzelnen Schichten verhalten sich sehr verschieden. Die Irismessungen ergaben zum Teil infolge der Pupillenverschiedenheiten kein sicheres Resultat. Die Chorioidea wird in Müllerscher, Zenkerscher und Stölznerscher Flüssigkeit am besten erhalten, schlecht wirkt unter anderem 70 prozent. Alkohol. Die Retina ist nach dem Verf. in bezug auf die Formkonservierung die anspruchsloseste Augenhaut, sie litt nur beim Gefrieren und in der Müllerschen Flüssigkeit. Die besten Resultate ergab Sublimatwasser, Stölznersche Lösung und Zenkersche Flüssigkeit (injiziert nach Stock). Die Färbbarkeit war in Müller von nicht zu langer Einwirkung am besten. Berücksichtigt man die Form der Konservierung und die Färbbarkeit zusammen, so bietet die Stölznersche Flüssigkeit (ges. Sublimatlösung in 4 $\frac{1}{2}$ prozent. Rohrzuckerlösung) die günstigsten Verhältnisse.

G. Freytag (München).

* **Tigerstedt, R.**, Handbuch der physiologischen Methodik. Unter Mitwirkung von Asher, Bethe, Bohr, Bürker, Caspari, Ewald, O. Fischer, Frank, v. Frey, Garten, Gullstrand, Hofmann, Magnus, Michaëlis, Nagel, Oppenheimer, Pawlow, Poirot, Pütter, Rubner, Schäfer, Schenck, Steiner, Trendelenburg, Wirth, Zuntz und Zwaardemaker. In drei Bänden. Preise der bisher erschienenen Abteilungen zwischen 6 und 18 Mark. Verlag von S. Hirzel in Leipzig. (Vgl. die Referate in Bd. I, 4 und Bd. II, 1 dieser Zeitschrift.)

Dritter Band, 2. Abt. Sinnesphysiologie II.

I. Nagel, W., Methoden zur Erforschung des Licht- und Farbensinnes. Mit 53 Fig. und einer Tafel, 99 p.

A. Lichtsinn. I. Lichtquellen für physiologisch-optische Untersuchungen. 1. Verwendbarkeit der einzelnen Lichtquellen. 2. Ihre spektrale Zusammensetzung. II. Vorrichtungen zur Abstufung der Lichtintensität. III. Versuche über Lichtsinn (Dunkeladaptation, Helladaptation, Fixierpunkt, besondere Apparate für Lichtsinmessungen, Hemeralopie der Fovea, Unterschiedsschwellen). IV. Zeitlicher Verlauf der Reizung des Sehorgans (Einwirkung kurzdauernder Lichtreize, intermittierende Lichtreize, Abklingen der Erregung nach längerer Reizung, Nachbilder). V. Gesichtsfeld und Skotome. VI. Inadäquate Netzhautreizung. Literatur.

B. Methoden zur Erforschung des Farbensinnes. I. Gewinnung farbigen, insbesondere monochromatischen Lichtes (farbige Flammen, Strahlenfilter, spektrale Lichtzerstreuung). II. Farbenmischung. III. Duplizitätstheorie, Purkinjesches Phänomen. IV. Farbengleichungen, Mischungs-gleichungen. Literatur.

C. Anhang. Untersuchung objektiver Lichtreizwirkungen im Auge (Sehpurpur, elektromotorische Erscheinungen). Literatur.

II. Hofmann, F. B., Raumsinn des Auges, Augenbewegungen. 125 p. mit 54 Fig.

I. Sehschärfe. A. Auflösungsvermögen. B. Empfindlichkeit für Lagenunterschiede. II. Optische Lokalisierung nach Höhe und Breite. A. Lokalisation im ebenen Sehfeld bei aufrechter Kopfhaltung und Ausschluß von Nebenreizen. B. Einfluß von Kopf- und Körperhaltung auf die optische Lokalisation. Beeinflussung der Größenschätzung durch die Lage der Blickebene. C. Einfluß von optischen Nebenreizen auf die Lokalisierung von Richtungen und auf die Schätzung von Längen. III. Korrespondenz beider Netzhäute (normale Korrespondenz, Gesetz der identischen Seh-

richtungen, anomale Netzhautbeziehung). IV. Optische Lokalisation nach der Tiefe (Motive der Tiefenauslegung, die schon beim Sehen mit einem Auge in Wirksamkeit treten, binoculare Tiefenwahrnehmung). V. Sehen von Bewegungen. VI. Augenbewegungen. Literatur.

Der Inhalt der obigen, für den wissenschaftlichen Ophthalmologen recht wertvollen Abteilung des Handbuchs ist, wie ersichtlich, außerordentlich reichhaltig, wenn auch bei dem Umfange des Gegenstandes Vollständigkeit ausgeschlossen war. Jeder, der sich mit physiologisch-optischen Arbeiten beschäftigt, wird die große Nützlichkeit des Buches empfinden.

G. Freytag (München).

Troester, Skiaskopie oder Untersuchung mit dem Refraktionsophthalmoskop? (Zeitschr. f. Veterinärkunde 1911, Heft 2.)

Nach Troesters Ansicht ist das Refraktionsophthalmoskop, wie es von Bayer für Tiere konstruiert worden ist, in der Praxis besser zu verwerten als der Sehrahmen nach Holterbach und Klingelhöffer, der nur allein die Skiaskopie zuläßt.

O. Zietzschmann (Zürich).

Wessely, R., Zur Methodik der Größenbestimmung des menschlichen Auges nebst Beschreibung eines Instrumentes zur Messung der Hornhautbreite [Keratometer] (Archiv f. Augenheilk., 1911, Bd. LXIX, Heft 3).

Die Notwendigkeit einer Bestimmung der Größe des Auges am Lebenden ergab sich für Verf. bei seinen Versuchen über Zurückbleiben im Wachstum nach Discission. Der einzige Teil des Auges, der einer zuverlässigen Messung am Lebenden zugänglich ist, ist die Hornhaut. Sie ist aber in ihrer Beziehung zum Bulbus nicht einfach die Kalotte einer Kugel; auch bleibt das Größenverhältnis zwischen beiden während des Lebens kein konstantes. Dieses wird durch Zahlen näher belegt. — Doch steht das Wachstum der Cornea zu dem des Augapfels in genauer zeitlicher Übereinstimmung, daß für jede Zunahme der Hornhautbreite um $\frac{1}{2}$ mm eine solche von annähernd 1 ccm des Bulbusvolumens berechnet werden kann. Zur Prüfung, ob diese Übereinstimmung auch weiterhin fürs ausgewachsene Auge gilt, waren nur zuverlässig emmetropische Augen verwertbar. Es ergab sich nun an 10 alsbald nach dem Tode enucleierten emmetropischen Augen, daß deren Volumen zwischen 6,45 und 8,05 ccm schwankte. Unabhängig vom Lebensalter erwies sich dabei die Größe des Hornhautdurchmessers stets proportional zum Bulbus-

volumen (Durchschnittswerte: Volumen 6,5 ccm, Hornhautbreite $11\frac{1}{2}$ mm 7,25:12 und 7,75:12,50).

Zur Messung der Hornhautgröße am Lebenden bedient sich Verf. eines Instrumentes, das aus einem Rohr besteht, in das eine Linse von 6 D so eingefügt ist, daß ihr Brennpunkt genau in der Ocularöffnung liegt. Ein Ausschnitt vor der Ocularöffnung läßt Licht auf eine weiße Marke fallen, die der Untersuchte zu fixieren hat. Mit einem Ringe wird das dem Ocular entgegengesetzte Ende des Rohres auf das zu untersuchende Auge aufgesetzt. Vor diesem Ring ist eine Skala im Rohre angebracht und durch einen zweiten Ausschnitt beleuchtet. — Alle in der vorderen Brennweite der Linse befindlichen Längenwerte gleicher Größe werden von dem im Brennpunkte (am Ocular) befindlichen Auge unter gleichem Gesichtswinkel gesehen. Das untersuchte Auge ist innerhalb dieser Entfernung an der Linse des Rohres und daher mißt die Skala den betreffenden Hornhautdurchmesser genau.

Das Instrument kann ebenso für Pupillenmessung, Messung an embryologischen Objekten benutzt werden und kostet bei Zeiß 20 Mark.

F. Ruhwandl (München).

IV. Pathologie.

Attias, G., Blasen in der Linse und Lentikonus (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., November 1911, p. 651—657).

Verf. berichtet über einen Linsenbefund bei einem 19jährigen taubstummen Patienten. In der Mitte des Oberlides fand sich ein 9 mm breites und $1\frac{1}{2}$ mm hohes Colobom. In der hinteren Linsenfläche finden sich zwei nebeneinander liegende runde Bildungen. Auf Grund einer Reihe von Untersuchungsmethoden (Durchleuchtung, Lupenspiegel, Sachssehe Lampe) glaubt Verf. die Diagnose „Lentikonus posterior“ ausschließen und die Gebilde als „Blasen in der Linse“ ansprechen zu müssen. Ob der Inhalt der Blasen geformt oder flüssig, ließ sich nicht entscheiden.

In einem zweiten Falle bei einem 54jährigen Patienten konnte Verf. einen echten Lentikonus posterior mit sichtbaren Resten des Canalis Cloqueti feststellen. Als Begleiterscheinung fand sich eine Lokalmypopie von etwa 20 D. In einem dritten Falle bei einer 60jährigen Patientin gelang es multiple subkapsuläre Bläschen in der Linse zu finden. Patient suchte die Klinik wegen beginnendem Altersstar auf dem anderen Auge auf.

R. v. Heuß (München).

Attias, G., Fettige Entartung bei Säuglingskeratitis (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Dezember 1911, p. 745—747).

Bei einem acht Wochen alten Knaben fand sich die Hornhaut beiderseits graugelblich getrübt. Rechts in der Cornea zentrales, tieferes Geschwür, links oberflächlicher Epithelverlust. Es lösten sich weiterhin an beiden Augen Hornhautlamellen ab; hierdurch entstand rechts nach etwa drei Wochen eine Perforation mit Irisprolaps. Es kam rechts zu einem Leukoma adhaerens, links zu einer zentralen Macula. Die chemische Untersuchung der Hornhautlamellen ergab reichliches Vorhandensein von Fetttröpfchen. Bakteriologisch fanden sich Diplokokken in großer Menge in den Lamellen. Die Kokken verschwanden mit der Abnahme des Prozesses. Verf. faßt den Prozeß als eine der Keratomalacie nahestehende Erkrankung auf.

R. v. Heuß (München).

Böhler, F., Doppelanlage des rechten Auges mit Dermoidbildung beim Kalbe (Deutsche Tierärztl. Wochenschr., 1911, Bd. XIX, p. 369).

Verf. beschreibt bei einem Kalbe eine sehr interessante partielle Verdoppelung des rechten Auges, die die corneaseitige Hälfte des Bulbus betrifft und mit Dermoidbildungen ausgestattet ist. Die Lidspalte ist im großen und ganzen, d. h. abgesehen von Veränderungen, die auf das Dermoid zurückzuführen sind, normal, also durch einfache Lider begrenzt. Der Bulbus liegt tief in der Spalte und läßt eine zweifache Cornea erkennen. Zwischen den beiden Corneaanlagen zieht eine dermoidartig veränderte 14 mm breite Bindehautbrücke vom oberen zum unteren Lide. Die Augenmuskeln scheinen im allgemeinen normal gewesen zu sein, über einen dem Verlaufe nach zu der Rectusgruppe gehörigen Muskel ist der Autor jedoch nicht ins klare gekommen; die Obliqui sind nach Angaben des Verfs. entfernt gewesen. Der dorsoventral gepreßte Bulbus (45:31 mm) ist auch in der Richtung der Sehachse verkürzt (27 mm). Er zeigt in der Senkrechten eine obere und untere Furche, die auf dem Äquatorialschnitte eine Einfaltung („Septum“) erkennen läßt, welche ihrerseits corneawärts höher wird (bis zu 11 mm), während sie sich hirnsseitig allmählich verläuft. Sie stülpt naturgemäß die mittlere und innere Augenhaut mit vor. Leider läßt uns der Verf. über die näheren Verhältnisse an der Iris und am Ciliarkörper im unklaren. Die Iris und Pupille wird zwar als doppelt vorhanden angegeben und auch eine doppelte Linse ist zugegen gewesen; wie aber die Verhältnisse der Augenkammern und deren gegenseitige Abgrenzung sich gestaltet haben, darüber schweigt der Verf. „Von einer genaueren Beschreibung der beiden vorhandenen

Regenbogenhäute und Pupillen kann hier Abstand genommen werden“ kann unmöglich befriedigen, besonders wenn es sich um eine so seltene und wertvolle Mißbildung handelt. Einen sehr breiten Raum nehmen dagegen die Schilderungen der Dermoide ein, in denen sich außer den üblichen Bestandteilen Tarsaldrüsen, Knorpel- und Knochengewebe fand.

O. Zietzschmann (Zürich).

Chalupecky, H., Die Wirkung des Radiums und der Radiumemanation auf den Sehapparat (Wiener klin. Rundschau 1911, Nr. 52).

Versuche mit 5 g Radiumbromid, die in Glimmerkapsel je ein bis zwei Stunden täglich oder einen über den anderen Tag aufs Auge eines Kaninchens gelegt wurden, ergaben nach etwa insgesamt acht Stunden Bestrahlung eine Entzündung der Bindehaut. Nach weiteren sieben Stunden starke Schwellung der Bindehaut (mit Belag), Hornhaut rauchig getrübt. — Mikroskopisch fanden sich Epitheldefekte, die oberflächlichen Hornhautschichten mäßig infiltriert. Iris und übrige Teile frei von Veränderungen. — Also im ganzen Veränderungen durchaus ähnlich wie sie Birch-Hirschfeld gefunden hatte, nur weniger intensiv. —

Zur Prüfung des Einflusses des radioaktiven Wassers auf das Sehorgan wurden Injektionsversuche angestellt. 1 ccm von verschieden stark radioaktivem Wasser wurde einem Kaninchen subconjunctival oder auch direkt in den Glaskörper injiziert. Die Resultate hinsichtlich der Reizerscheinungen unterschieden sich nicht wesentlich von Kontrollversuchen mit sterilem Wasser. — Während die Augenmembranen keine Aktivität zeigten, war dies beim Glaskörper in geringem Grade nachzuweisen. Für die Therapie ergibt sich hieraus bisher keine Möglichkeit der Anwendung.

F. Ruhwandl (München).

Clausnizer, Th., Beitrag zur Anatomie der Corneal- und Vorderkammercysten (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Oktober 1911, p. 434—444).

Ein Fräser hatte sich in das rechte Auge gestoßen. Klaffende Hornhautwunde, vorgefallene Iris-Iridektomie. Weiterhin Anlegung des inneren Irisschenkels an die Hornhaurückfläche. Nach $1\frac{1}{2}$ Monaten Entlassung mit fast normaler S. und reizlosem Auge. — Nach drei Jahren langsame Abnahme des Sehvermögens. Finger in 1 m, Hälfte der Vorderkammer von einem linsenähnlichen, milchig getrübtum Tumor ausgefüllt. Diagnose: Iriscyste. Operative Entfernung eines Teiles der brüchigen Iris. Cataracta traumatica. — Phthisis bulbi. — Enukleation.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt eine in die Vorderkammer ragende, $\frac{1}{3}$ derselben einnehmende, von zarter Membran umschlossene Cyste, deren Wandung vom Charakter des Cornealepithels, in innigem Zusammenhang mit der Cornea steht, den lateralen Kammerwinkel auskleidet und der Irisvorderfläche anliegt. Der Inhalt der Cyste besteht z. T. aus eingedrungenen Linsenmassen. Eine weitere Cyste findet sich zwischen Cornea und Sclera eingekeilt, ausgekleidet von einer mehrschichtigen Lage von Epitheliumzellen. Eine dritte Cyste endlich liegt im Parenchym der Cornea. Die beiden ersten Cysten stehen zum Teil in Verbindung untereinander. Sie sind aufzufassen als Implantationscysten, entstanden durch Einsenkung des Oberflächenepithels der Cornea.

R. v. Heuß (München).

Drouet, Filaire dans la chambre antérieure de l'œil d'un cheval (Revue vétérinaire militaire 1911, März).

Verf. konnte wie viele Militärveterinäre in Tonkin in der Camargue beim Pferde Filarien im Auge beobachten. Bei einem jungen Tiere war es ihm möglich, die rapide Entwicklung eines Wurmes in der Vorderkammer von Tag zu Tag zu verfolgen, ohne daß zunächst irgendwelche Reizerscheinungen am Auge nachzuweisen waren. Als aber Trübung der Cornea, Lichtscheu und Tränenfluß auftraten, wurde die Filarie extrahiert. Anästhesie durch Cocain, Einstich an der unteren Circumferenz der Cornea, nahe deren Rande. Mit einigen Tropfen Kammerwasser floß auch der Wurm aus. Trotz günstigen Verlaufs blieb leichte Corneatrübung zurück.

O. Zietzschmann (Zürich).

Dutoit, A., Ein Maculacolobom mit sichtbaren Ciliararterien nebst einem systematischen Versuch über die Colobome der Chorioidea (Arch. f. Augenheilk., 1911, Bd. LXIX, Heft 2).

Bei einer vierzehnjährigen Patientin fand sich im rechten Auge in der Maculagegend ein heller gelblicher Fleck, von leicht quer-ovaler Form und etwa viermal so groß als die Papille. Ein Pigmentsaum grenzt den Fleck von der umgebenden Retina ab. Von diesem Saum gehen an gegenüberliegenden Stellen zwei Pigmentstränge derart ab, daß durch sie eine unvollständige Trennung des Coloboms in zwei annähernd gleiche Teile erfolgt. Diese Stränge fasern gegen die Mitte zu in zugespitzten Zipfeln auf.

Vier feine Gefäßstämmchen laufen quer in annähernd gleichen Abständen über den Fleck. Das Kaliber der Gefäße entspricht etwa dem

der Netzhautgefäße in der Umgebung der Papille. Ganz sichtbar ist von diesen vier Gefäßen nur jenes, das zwischen den beiden Pigmentsträngen durchläuft, während die anderen teilweise von ihnen verdeckt werden. Es sind das Ciliararterien. Chorioidealgefäße sind keine zu sehen. Aus der gelblichen Farbe des Coloboms schließt Verf. auf Abwesenheit des retinalen Pigmentblattes. Die Gestaltung des Pigmentes im Inneren des Fleckes gibt den Eindruck, daß es sich aus zwei dicht aneinander gelagerten atrophischen Herden gebildet hat. Daraus zieht Verf. den weiteren Schluß, daß das Colobom einem pathologischen Prozeß seine Genese verdankt, der sich auch in mehreren benachbarten Herden lokalisieren kann. In erster Linie wird davon die Chorioidea betroffen; sekundär aber nicht konstant wird die Retina in Mitleidenschaft gezogen.

Anschließend hieraus faßt Verf. seine Anschauungen über Systematik der Colobome zusammen: Das Colobom ist ein partieller oder totaler Defekt der Chorioidea, die Netzhaut bzw. das Netzhautpigmentepithel ist nur sekundär und nicht konstant beteiligt. — Das Colobom ist ein isolierter, aber an keine bestimmte Lokalisation gebundener Defekt der Chorioidea. Nach der Lokalisation sind zu unterscheiden: Lokalisation nach unten im Zusammenhang mit der fötalen Augenspalte, und beliebige Lokalisation (ohne solchen Zusammenhang). *F. Ruhwandl (München).*

Fontaine, Quelques cas d'affections oculaires chez le cheval (Rev. gén. de médecine vétérinaire, 1911, C. XVII, p. 87).

Verf. beschreibt drei Fälle von Augenaffektionen beim Pferde. Im ersten Falle handelt es sich um eine beiderseitige Entzündung der mittleren Augenhaut bei einer zehnjährigen Stute mit den üblichen Erscheinungen. Der zweite Fall betrifft eine linksseitige Uveitis beim vierjährigen Pferde. Beide Fälle bringen gar nichts Neues, und beim dritten handelt es sich um eine Linsenluxation, die nicht behandelt wurde.

O. Zietzschmann (Zürich).

Ginzburg J., Zur Pathogenese des Kryptophthalmus (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., August-Sept. 1911, p. 211—227 u. 347—362).

Die Arbeit Ginzburgs, der zugleich ein ausgedehntes Literaturverzeichnis angehängt ist, beschäftigt sich in ausführlichster Weise mit dem Thema und versucht unter kritischer Würdigung der bisher erschienenen Arbeiten unter Hinzufügung eines eigenen neuen Falles neue Gesichtspunkte für die Entwicklungsmechanik des Kryptophthalmus zu gewinnen.

Verf. berichtet von 15 als „Kryptophthalmus“ beschriebenen Fällen, von denen 3 sich auf Tieraugen beziehen. Von den übrigen 12 wurden

5 anatomisch untersucht. Nach kritischer Sichtung bleiben als typische Fälle von Kryptophthalmus 9 übrig (6 doppelseitige und 3 einseitige) und 2 atypische.

Hinsichtlich der Pathogenese bestehen zwei Auffassungen: die Theorie der Bildungshemmung und der Entzündung. Erstere Theorie geht aus von der Überlegung, daß infolge von Nichtentwicklung des Lides im zweiten Monat des Embryonallebens das vor der Linse liegende Meso- und Ektoderm sich nicht wie normal in Hornhaut mit Epithel bzw. Irsthoma mit Pupillarmembran differenziert, sondern zu Haut wird. Die intrabulbären Veränderungen werden auf eine primäre Degeneration zurückgeführt. — Diese Manzsche Theorie ergänzte Kundrat durch die Annahme, daß Druck des Amnion auf die entsprechenden Teile des Embryonschädels oder amniotische Verwachsungen mit denjenigen Teilen, aus welchen die Lider sich ausbilden, zur Ursache der Entwicklungsstörungen werden — eine Auffassung, die auch v. Hippel teilt, während van Duyse glaubt, daß die Lider sich zwar entwickeln, aber miteinander verklebt bleiben. Der Entzündung wird von den beiden letztgenannten Autoren insofern eine Rolle zugewiesen, als sie gleichzeitig auf Embryonalauge und Eihäute einwirken, bzw. im Augapfel sekundäre Entzündungsveränderungen erzeugen kann. — Die eigentliche Entzündungstheorie und die gegen sie hauptsächlich von v. Hippel erhobenen Einwände werden ausführlich besprochen. Als wichtigsten Einwand gegen sie hebt der Verf. hervor, daß sie keinesfalls den vollständigen Mangel ganzer Bestandteile des Auges erklären kann. Der Verf. erklärt alle bisher aufgestellten Theorien für nicht genügend, um die Entstehung des Kryptophthalmus erklären zu können.

Verf. teilt dann als eigene Beobachtung einen Fall eines rechtsseitigen Kryptophthalmus bei einem dreimonatigen Kinde mit. Die Vorgeschichte ergibt keine ätiologisch merkwürdigen Momente. In der Gegend der rechten Augenhöhle geht die Haut kontinuierlich von der Stirne auf die Wange über, ohne eine Spur der Lidspalte zu hinterlassen. Die Haut ist ohne entzündliche Veränderungen; Tarsus oder ein resistenter Lidrand sind nicht zu fühlen. In der Gegend der Lidspalte eine dünne, dunkler pigmentierte Linie. Die Haut über der Augengegend ist durch eine kugelige Geschwulst vorgewölbt. Prüfung auf Lichtempfindung am rechten Auge negativ. Operation: Durchtrennung der Haut und des subkutanen Fettgewebes. Der vordere Bulbusabschnitt besteht aus Bindegewebe und ist mit der deckenden Haut fest verwachsen. Jegliche Andeutung von Bindehaut oder Bindehautsack, von Cornea und Sclera fehlt.

Die mikroskopische Untersuchung ergab: 1. Keine Spur von Entzündung oder von einer Narbe in der die Augengegend deckenden Haut. 2. Bindehaut, Tarsus, Meibomsche Drüsen, Cilien fehlen. 3. Bindehautsack fehlt. Die Haut ist mit der Vorderfläche des Auges durch lockeres Bindegewebe fest verwachsen. 4. Die Hornhaut fehlt. Der vordere Bulbusabschnitt besteht aus faserigem Bindegewebe, in welchem sich die degenerierte embryonale Linse mit ihrer Kapsel befindet. 5. Die Iris ist durch zweischichtigen epithelialen Auswuchs dargestellt. 6. Der mangelhaft entwickelte Ciliarkörper ist ohne entzündliche Veränderungen. 7. Die Sclera ist dicker als in der Norm. 8. Die Aderhaut ist in der Entwicklung zurückgeblieben. 9. Glaskörper und Netzhaut fehlen. 10. Der vordere Abschnitt des Sehnerven ist atrophisch und marklos. 11. Im hinteren Abschnitt des Augapfels besteht ein Colobom. 12. Entzündungserscheinungen sind im ganzen Präparat nicht vorhanden.

Nach referierender Besprechung der Entwicklung der einzelnen Augenbestandteile und unter Anwendung dieser Sätze auf den Befund des eignen Falles kommt Verf. zu dem Schlusse, daß die Ursache des Kryptophthalmus eine Störung der Linsenentwicklung ist in dem Sinne, daß die Linse sich nicht in die sekundäre Augenblase eingestülpt hat; die Nichtentwicklung des Lides ist sekundärer Natur. Durch die anomale Entwicklung der Linse aber erfolgt auch eine Störung in der Differenzierung jener Zellen, die die Hornhaut zu bilden haben. Weiterhin besteht durch die Nichteinstülpung der Linse ein längerer Zusammenhang mit dem Ektoderm. Dadurch wiederum eine Störung in der Ausbreitung jener mesodermalen Partien, welche die Linse nach rückwärts drängen und die Ausbildung des vorderen Bulbusabschnittes (bis auf vorderes Epithel- und Irisstroma) zu bewerkstelligen haben. Auch die Entwicklung der Iris wird aus den gleichen Gründen gestört bzw. verhindert werden. Durch die Nichtdifferenzierung der Hornhaut fehlt es an dem Impuls, daß die über der Hornhaut liegende Epidermis zum Cornealepithel wird, sich vielmehr mit dem benachbarten Mesoderm zur Haut entwickelt. Bei der nun fehlenden Lidspalte erfolgt auch keine Ausbildung der Lidbestandteile, so daß ein mit Haut bedeckter Augapfel mit zurückgebliebener Entwicklung des vorderen Augenabschnittes resultiert. Der hintere Augenabschnitt kann dabei unbeschadet mehr oder minder mangelhaft zur Ausbildung kommen.

Verf. wirft schließlich die Frage nach der Ursache der Entwicklungsstörung der Linse auf. Er denkt an eine pathologische Vererbung; den Beweis hierfür sieht er in der Statistik, die

berichtet, daß unter 12 Fällen von menschlichem Kryptophthalmus 4 angeborene Mißbildungen der Augen nächster Verwandter beobachtet wurden; ferner in der Beobachtung von Asayama. Asayama fand zufällig bei einer Maus vollkommenen Mangel der Lider. Er züchtete drei Generationen und erhielt unter 50 Mäusen achtmal Kryptophthalmus, davon drei beiderseitige und fünf einseitige. Verf. erinnert an die ähnlichen Resultate, die v. Hippel bei Züchtung von Tieren mit angeborenen Kolo-bom erzielte.

Im letzten Teile seiner Arbeit analysiert Verf. alle bisher publizierten Fälle von Kryptophthalmus unter den im Anschluß an seinen eignen Fall und die neuesten Ergebnisse der Forschung gewonnenen Gesichtspunkten. Dabei findet Verf., daß alle bis jetzt anatomisch untersuchten Fälle vom typischen menschlichen Kryptophthalmus ein typisches pathologisches Bild zeigen, welches sich dadurch auszeichnet, daß das Auge aus zwei fast gleichen miteinander kommunizierenden Hohlräumen besteht, von denen der vordere ektatisch ist und keine Bestandteile eines normalen Auges enthält, dagegen aber Linsenreste und oft Glaskörper; im hinteren Bulbusabschnitt sind alle Bestandteile des Auges gut erkennbar, wenn sie auch zum Teil oft degeneriert sind.

Weiterhin schließt Verf. das Eindringen einer Infektion in das Auge aus. Wie schon gesagt, betrachtet Verf. als „Ursache der Entstehung von Kryptophthalmus eine Störung der normalen Entwicklung der Linse, welche sich nicht rechtzeitig vom Ektoderm abschnürt und in die sekundäre Augenblase nicht eingestülpt hat, sondern vor derselben geblieben ist.“ Demgemäß verlegt Verf. die Entstehung des Kryptophthalmus in das früheste Stadium des Embryonal-lebens, etwa an das Ende des ersten Monates.

R. v. Heuss (München).

Groenouw, Über die Wirkung von Atropin und Eserin auf das Leichenaug (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Mai-Juni 1911, p. 659—672).

Verf. beobachtete zum Studium dieser Frage 17 Fälle. Es wurde möglichst bald nach dem Tode in das eine Auge $\frac{1}{2}$ ‰iges Eserin, in das andere $\frac{1}{2}$ ‰iges Atropin eingeträufelt. Bei 16 Fällen zeigte es sich, daß die Eserinwirkung, sofern innerhalb 3 bis 4 Stunden nach dem Tode eingeträufelt wurde, prompt eintrat. Es erfolgten zum Teil Pupillenverengerungen von 3 mm. Der Beginn der Verengung ließ sich schon zehn Minuten nach der Einträufelung beobachten. Die Wirkung der

Atropineinträufelung war bei der durch den Tod erfolgenden Pupillenerweiterung geringer; sie betrug $\frac{1}{2}$ bis 1 mm; sie erfolgte in 12 von 17 Fällen gar nicht. Die Erweiterung begann schon eine Viertelstunde nach der Einträufelung und erreichte nach einer halben Stunde das Maximum. Im ganzen ist noch etwa nach drei Stunden nach dem Tode eine Wirkung der Medikamente zu erwarten.

R. v. Heuß (München).

Hertel, E. und Henker, O., Zur Erwiderung von F. Schanz und K. Stockhausen auf unsere Arbeit: „Über die Schädlichkeit und Brauchbarkeit unserer modernen Lichtquellen“ (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., Juli 1910, Bd. LXXVI, Heft 1, p. 212—215). *G. Freytag (München).*

Humann, Metastatischer Abszeß in der Augenhöhle eines Fohlens nach Druse (Münchener tierärztl. Wochenschr., 1911, Bd. LV, p. 25).

Es handelt sich um ein einjähriges Fohlen, das im Rekonvaleszenzstadium der Druse plötzlich epileptiforme Störungen zeigte, die besonders bei Berührungen des linken Auges, das fest geschlossen gehalten wurde, auftraten. Das Auge wurde durch den Eiterungsprozeß völlig zerstört.

O. Zietzschmann (Zürich).

Imre jun., Die bakterioskopische Prophylaxe der Wundinfektionen des Auges (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1911, p. 65—87 mit 1 Tafel).

I. Teil: Besprechung der dieses Thema behandelnden Arbeiten besonders der Elschnig-Ulbrichschen Untersuchungen. II. Teil: Technik der eigenen Untersuchungen. Es wurde untersucht im Ausstrichpräparat; in Serumbouillon; Abstriche mit sterilen Wattetupfern; Einbringung dieser in Serumbouillon; Einnähung von sterilen Wattetupfern, mit denen die Bindehaut abgestrichen wurde, unter die Haut; subkutane Injektionen bei weißen Mäusen; Vorderkammer- und Glaskörperimpfungen. — Unter 100 Fällen wurden in den Ausstrichpräparaten 27 mal Pneumokokken, den Kulturen 38 mal Pneumokokken resp. Ketten festgestellt. Diese Kettenkokken sind nicht Strepto- sondern Pneumokokken. Verf. weist daraufhin, daß 84 Spielarten dieser Kokken in einer Arbeit von Kruse und Pansini geschildert wurden. Die Unterscheidung der atypischen Pneumokokkenstämme von den Streptokokken ist sehr schwer. Die gefundenen Pneumokokken reiht Verf. in drei Gruppen ein, er gibt dann die Resultate der Virulenzprüfung. Er fand unter anderen, daß

die Virulenz durch Tierpassage sehr gesteigert wird, ferner „daß die kultivierten Pneumokokken der Bindehaut gewöhnlich nicht bedeutend tiervirulent sind“.

In dem klinischen Teil der Arbeit berichtet Verf., daß unter 60 Kokkenträgern, die an Star operiert wurden, nur ein komplizierender Fall infolge von großem Glaskörperverlust vorgekommen sei. Verf. bespricht dann die vorbereitenden Maßnahmen, welche vor einer Pneumokokkeninfektion bei nachgewiesenen Ketten sichern sollen: 1. Einträufeln von Pyocyanase oder $\frac{1}{4}$ prozentiger Perhydrollösung; ferner Verwendung von Zinklösung bzw. lauwarmen Ausspülungen des Bindehautsackes. Versagen diese Maßnahmen dann 2. Subkutane Einspritzung von Höchster Antipneumokokkenserum oder Serum des hygienischen Institutes in Bern. 3. Vor Beginn der Operation: sorgfältige Reinigung des Bindehautsackes mit schwach desinfizierenden Lösungen. 4. Operation mit Iridektomie eventuell mit präparatorischer Iridektomie. Auf gute Technik ist besonderes Gewicht zu legen. — Von der Durchführung dieser Maßnahmen sah die Freiburger Klinik sehr gute Erfolge.

v. Heuß (München).

Kleczkowski, P., Das Vorhandensein von Adrenalin im Blutserum des Glaukomkranken (Klin. Monatsbl. f. Augenhilk., Oktober 1911).

Verf. untersuchte erstens das Verhalten des Blutdruckes, zweitens auf Anwesenheit von Adrenalin im Blut bei Glaukom. In den dreizehn untersuchten Fällen fand Verf. stets Druckerhöhung, auch bei Fehlen entzündlicher Symptome. In allen Fällen konnte Verf. Adrenalin im Blute nachweisen. Die Anwesenheit von Adrenalin im Blutserum sieht Verf. als Beweis einer allgemeinen Erkrankung des Organismus an. Nach Verfs. Auffassung wirkt das Adrenalin erhöhend auf den Blutdruck, aber auch auf das ganze sympathische Nervensystem ein. Je mehr die Augengefäße sclerosiert sind, um so stärker wird die Adrenalin-Hyperämie werden; gesteigerte Transsudation, erhöhter intraocularer Druck sind die Folge. Durch die Reizung des sympathischen Nervensystems erfolgt Pupillenerweiterung, damit erschwerter Flüssigkeitsabfluß im Auge. Beide Momente — Hyperämie mit konsekutiv erhöhter Transsudation und Pupillenerweiterung — bedingen das Glaukom. Um das einseitig auftretende Glaukom zu erklären, weist Verf. auf die nicht gleichmäßige Sclerosierung sämtlicher Gefäße und die Empfindlichkeit des Irismuskels hin, die verschieden sein könne. Letztere Beobachtung machte Verf. als er sah, daß ein und dasselbe Serum mit Adrenalin verschieden auf die Pupille verschiedener Frösche wirkte.

R. v. Heuß (München).

Leese, Filarien im Glaskörper beim Kamel (The journal of tropical veterinary science, vol. V, p. 89).

Beim elfjährigen Kamel beschreibt Verf. am rechten Auge eine alte verheilte Ruptur mit einer breiten Hornhautnarbe und Zerreißen in der Iris. Das linke Auge zeigt Reizerscheinungen: Tränenfluß, Schluß der Lidspalte, Entzündung der Lidbindehaut, Cornea leicht opak, aber ohne Erscheinungen der Keratitis, in der Vorderkammer ein schräg ziehendes weißliches fibroides Band. Die Sehkraft ist völlig aufgehoben. Im Blute lassen sich Filariaembryonen nachweisen. Acht Tage später Rückgang der Erscheinungen. Bei der Sektion: Trübung der oberen Linsenteile; im Glaskörper zwei Filarien, die sich von denen in der Arteria mesenterica gefundenen unterscheiden und Repräsentanten einer neuen Spezies sind. Railliet hat sie *Thelazia Leesei* getauft.

O. Zietzschmann (Zürich).

Lutz, Über eine Familie mit hereditärer-familiärer Chorio-retinitis (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Mai-Juni 1911, p. 699—703).

In einer Familie von neun Kindern — sechs Mädchen, drei Knaben — erkrankten vier Mädchen im Alter von 10 bis 12 Jahren, ohne Ursache mit plötzlicher Abnahme der Sehschärfe. Objektiv fand sich $S = \frac{3}{60} - \frac{1}{60}$; zentrales negatives absolutes Skotom. Die Fundusveränderungen sind ausschließlich auf den hinteren Pol beschränkt; sie sehen aus wie eine senile Maculaaffektion. Feine, gräuliche Fleckchen von schwarzen Pigmentpünktchen durchsetzt, z.T. zu größeren Scheiben zusammenfließend. Opticus und Gefäße normal. Lichtsinn stark herabgesetzt. Keine Anzeichen von Lues und Tuberkulose. Eltern völlig gesund.

Verf. weist auf die Seltenheit der Fälle hin. Doyne stellte 1909 in der englischen ophthalmologischen Gesellschaft eine Familie vor, die er zehn Jahre beobachtet hatte und welche ähnliche Symptome der Augen zeigten.

R. v. Heuß (München).

Manouélian, Recherches sur la présence des anticorps dans l'humeur aqueuse des animaux immunisés (Annal. de l'Inst. Pasteur 1911, p. 661).

Verf. hat bei mit Typhusbazillen oder Choleravibrionen vorbehandelten Kaninchen die Antikörpermenge im Kammerwasser untersucht. Er benutzte dazu die Komplementbindungs-, Agglutinations- und Präzipitationsmethode und kommt zu dem Resultat, daß sich der Antikörpergehalt des Kammerwassers zu dem des Blutserums etwa wie 1:5000 verhält.

R. Schneider (München).

Manouélian, Recherches sur la prétendue action bactéricide de l'humeur aqueuse à l'égard de la bactéricidie charbonneuse (Annal. de l'Inst. Pasteur 1911, p. 669).

Verf., dem anscheinend nur die allerersten Arbeiten über diesen Gegenstand, nämlich die von Nuttall und Buchner, bekannt sind, kann auf Grund seiner Untersuchungen die bereits vom Referenten festgestellte Tatsache bestätigen, daß das Kammerwasser des normalen Kaninchens keine milzbrandbazillentötende Stoffe enthält. Das gleiche trifft für den normalen und mit Milzbrandbazillen vorbehandelten Hammel zu.

R. Schneider (München).

Morax et Loiseau, Sur le passage de l'antitoxine diphthérique et tétanique dans l'humeur aqueuse (Annal. de l'Inst. Pasteur 1911, p. 647).

Das Kammerwasser von Pferden, die mit Tetanus- oder Diphtheriebazillen immunisiert sind, hat im Vergleich zum Blutserum einen sehr geringen Antitoxingehalt; der antitoxische Titer des Kammerwassers schwankt zwischen 0,1 und 1,25, wenn der des Serums 1000 bis 100000 beträgt. Subconjunctivale Injektion von Kochsalzlösung soll keinen Einfluß auf den Antitoxingehalt des Kammerwassers haben. Das nach Punktion der Vorderkammer sich ansammelnde Kammerwasser enthält um das tausendfache mehr Antitoxin als das aus der intakten Vorderkammer entnommene. Der Antitoxingehalt des Humor aqueus nimmt langsam nach der Punktion ab, ist aber selbst nach drei Wochen noch wesentlich höher als der vor letzterer vorhandene. Verff. schließen daraus, daß das Kammerwasser sich viel langsamer erneut als gewöhnlich angenommen wird.

R. Schneider (München).

Neseni, R., Das Scheuen der Pferde (Österr. Wochenschr. f. Tierheilk., 1911, Bd. XXXVI, p. 363).

Durch die Untersuchungen Kirnbauers angeregt (s. dies Archiv II. Bd., Heft 2, p. 259) hat Verf. eine Anzahl in einem Regiment vorhandener scheuender Pferde auf eventuell bestehende Augenfehler geprüft und die Annahme Kirnbauers, daß ein ganz bedeutender Prozentsatz solcher Tiere an Sclerose der Linse leide, nicht bestätigt gefunden. Bei den 37 scheuenden Pferden fand Verf. 13,5 Proz. normale Augen, 62,1 Proz. Sclerose der Linse, 10,8 Proz. Myopie und 13,6 Proz. andere Augenfehler, wie Hornhauttrübungen, vergrößerte oder tief herabhängende Granula iridis (Traubenkörner), Pigmentflecken an der Linsenvorderkapsel oder leichte Linsentrübungen. Immerhin würde das Resultat

auch auf ein Überwiegen der Linsensclerose hinweisen. Jedoch wird das Urteil ein anderes, sobald man andere Untersuchungsergebnisse zum Vergleiche heranzieht. Von 470 nichtscheuenden Pferden zeigten nämlich nicht weniger als 65 Proz. ebenfalls sclerotische Veränderungen der Linse. Es ist also die Wahrscheinlichkeit der Disposition linsensclerotischer Pferde zum Scheuen nicht so groß, wie es Verf. angenommen hatte.

O. Zietzschmann (Zürich).

Pagenstecher, H. E., Experimentelle Studien über die Entstehung von angeborenen Staren und Mißbildungen bei Säugetieren (mit vier Tafeln und elf Abbild. im Text).

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. II, Heft 4, p. 424 bis 493 (außerdem als Monographie im Verlage von S. Hirzel in Leipzig, 1912, Preis 5.—).

* **Peters, A.**, Die Erkrankungen des Auges im Kindesalter (Bonn, Cohen, 1910, mit 16 Abbild. im Text und einer Tafel, 273 p.).

Dieses ansprechende und von reifer klinischer Erfahrung sprechende Buch möge, obwohl es weit weniger in den Rahmen dieser Zeitschrift paßt als „Die angeborenen Fehler und Erkrankungen des Auges“ von demselben Verf. als Fortsetzung des letztgenannten Werkes hier immerhin kurz empfehlende Erwähnung finden. *G. Freytag (München).*

Peters, A., Zur Kenntnis der kongenitalen Hornhauttrübungen (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1911, p. 88—91).

Verf. unterzog die Präparate Mohrs (Beiträge zur Frage der Entstehung der kongenitalen Hornhauttrübungen, Klin. Monatsbl. Sept. 1910; in diesem Archiv referiert 1911) einer kritischen Durchsicht. Er fand, daß die Auffassung Mohrs, daß es sich um Entzündungsprodukte bei den von ihm beobachteten Hornhauttrübungen handele, nicht zutreffe. Vielmehr handele es sich in den Mohrschen Fällen wohl auch um Mißbildungen. *R. v. Heuß (München).*

Poels, Keratitis infectiosa bei Rindern (Tijdschrift voor Veeartsenijkunde, 1911, p. 758).

Seit vielen Jahren tritt in Holland im Sommer bei Rindern eine Keratitis infectiosa seuchenhaft auf, die man auf recht verschiedene Ursachen zurückführte. Die Krankheit beginnt stets mit einer Infiltration der Cornea mit den üblichen Nebenerscheinungen: Schmerzhaftigkeit,

Lichtscheu, Tränenfluß, Verkleben der Cilien. Der Prozeß scheint anfänglich nur subepithelial abzulaufen, geht aber später und besonders in schweren Fällen in eine echte parenchymatöse Keratitis über; die Cornea wird gelblich verfärbt, vordere Synechien treten auf, und die Vorderkammer füllt sich mit gelblich-weißen Massen. Nur ausnahmsweise erkranken beide Augen.

Im kranken Corneagewebe hat Verf. massenhaft den *Bacillus pyogenes* nachweisen können, vergesellschaftet mit einem grampositiven Coccus und seltener einem gramnegativen Coccus. Ausstriche von krankem Corneagewebe auf Rinderserumagar oder Rinderblutagar gaben nach 36- bis 48 stündigem Aufenthalt im Brutofen bei 37° C üppige Kulturen von grampositiven Kokken und zwischen hineingestreut kleine Kolonien vom *Bacillus pyogenes*.

Kokkenimpfungen auf gesunde Rinder verliefen negativ, während Impfungen mit *Bacillus pyogenes* innerhalb weniger Tage ein Krankheitsbild erzeugten, das der natürlichen Krankheit vollkommen glich. Die Übertragung gelang nur bei subepithelialer Verimpfung der fraglichen Kulturen, während die Aufträufelung resultatlos verlief.

Auch gelang es dem Verf. mit einer Pyogeneskultur aus dem Euter einer an Pyobazillose der Milchdrüse leidenden Kuh durch Corneaimpfung die gleiche Krankheit zu erzeugen. Bei Schaf und Pferd ergab die Corneaimpfung ein negatives Resultat.

Für die natürliche Infektion beim Rinde muß also eine das Eindringen der Pyogenesbazillen begünstigende Ursache dazukommen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Salzer, F., Über die Regeneration der Kaninchenhornhaut (Arch. f. Augenheilk., 1911, Bd. LXIX, Heft 3).

Zum Studium der Frage der Regeneration ist es nötig Entzündung und Anlagerung der Regenbogenhaut zu vermeiden. Es wurde daher nach Erweiterung der Pupille genau in der Mitte der Hornhaut mit einem 2 mm-Trepan ein Defekt angelegt. Trotz vorübergehender Berührung der Iris mit dem Wundrande gelingt es so eine Heilung ohne vordere Synechie, also eine reine Regeneration der Hornhaut zu erzielen. Die Untersuchung der Heilungsvorgänge wurde nach verschiedenen Zeiträumen (zwei Stunden bis vier Monate) vorgenommen. Bei perforierenden Trepandefekten tritt unmittelbar nach dem Eingriff eine zunehmende Blutüberfüllung der Iris mit Verengerung der Pupille ein, so daß gewöhnlich der Pupillarrand den Wundrand verschieden lange Zeit berührt. In der Wunde bildet sich alsbald ein durchscheinendes Gerinnsel, an dem Tränenflüssigkeit und

Kammerwasser herabtropft. In diesen Tropfen finden sich bewegliche weiße Blutkörperchen in mäßiger Zahl. Dieses Gerinnsel wird nach einiger Zeit derber und die Kammer stellt sich wieder her. Die atropinisierte Iris zieht sich vom Wundrande zurück; wurde nicht atropinisiert, so erfolgt die Lösung der Synechie viel später oder gar nicht. Die von dem Gerinnsel verschlossene Stelle der Trepanwunde bleibt längere Zeit durchscheinend von einem leichtgrauen Ring umgeben, der allmählich weißlicher wird. Nach vier Monaten ist die Narbe von normalem Hornhautgewebe nicht mehr zu unterscheiden. Bestand keine Irisanlagerung, so geht die Heilung ohne jede Vaskularisation vor sich.

Bei Besprechung der Ergebnisse weist Verf. zunächst darauf hin, daß das Epithel in den frühesten Stadien über dem Gerinnsel und eine Strecke weit darüber hinaus in der Umgebung der Wunde leicht abfällt, als Folge einer Lockerung des Zusammenhanges der Zellen. Am freien stark verschmälerten Ende sind die Zellen unregelmäßig kubisch geformt. Erst nach einem Tage haftet das Epithel fester. Es ist anzunehmen, daß die Verschmälerung des Epithels dadurch entsteht, daß die Zellen der tiefsten Schicht zur Deckung des Defektes herangezogen werden, und zwar durch deren aktive Lokomotionsfähigkeit. Es ist nicht anzunehmen, daß der Druck bei Zellteilungen in der Nachbarschaft die Verschiebung bewirkt. Denn die Zellen sehen nicht komprimiert aus. Diese Ansicht wird durch Beobachtungen von Heiberg, Kleber u. a. gestützt. Es muß angenommen werden, daß dabei Zellvermehrung stattfindet, trotzdem Verf. nur wenig Mitosen fand. In älteren Stadien der Versuche ist die Verschmälerung des Epithels am Wundrande noch auffällender. Dies geht stellenweise soweit, daß keine kubischen Zellen mehr vorhanden sind und die Deckschichten direkt der Bowmanschen Membran aufsitzen. Ziemlich plötzlich beginnt dann, schon eine Strecke peripher vom Wundrand, das gewucherte Epithel. Die Basalzellen sind hier sehr groß. Auch die Deckschichten scheinen an Dicke zuzunehmen. In den Wundrand selbst senkt sich ein Epithelzapfen hinab, der sich auf und in das Gerinnsel erstreckt. Die Basalzellen stellen dabei die unterste Zelle dar. Die unter dem Epithel auftretenden spindelförmigen Zellen haben eine auffallende Ähnlichkeit mit Epithelzellen. Sie liegen auch zwischen den Hornhautlamellen. Nach vier bis fünf Tagen dringen diese Zellen in die Wundränder und das Gerinnsel ein. Nach sieben Tagen ist ein großer Teil des Gerinnsels durch ein Gewebe durchaus ähnlich dem embryonalen Keimgewebe substituiert. Die Zellen zeigen dann an der Oberfläche eine Schichtung parallel den Lamellen; in der Tiefe richten sie sich nach dem hinteren Wundrand. Die Abstammung der subepithelialen Zellansammlung

aus dem Epithel kann nicht ausgeschlossen werden. Im Hornhautstroma tritt wenige Stunden nach der Verletzung eine kernarme Zone auf. Die Lücken, in denen die Hornhautzellen lagen, sind erweitert, die Lamellen glasig. Diese Randzone ist also mehr oder weniger nekrotisch und durch Eindringen von Kammerwasser gequollen. Die ersten Zellen treten an der Grenze zwischen Gerinnsel und dem nekrotischen Teil der Grundsubstanz auf; am dichtesten unter dem Epithel und dem Epithelzapfen. Verf. konnte niemals Zeichen von Proliferation an Hornhautkörperchen finden und glaubt nach seinen Befunden nicht, daß die subepitheliale Zellwucherung von den freien Zellen abstammt. Auch die Iris kann dafür nicht in Frage kommen, denn wenn auch ein Übertritt von Fibroblasten auf das Gerinnsel vorkommt, so überwiegt doch nicht einmal bei breiter Anlagerung der Iris die Zelleinwanderung von hinten her die von der Oberfläche erfolgende Wucherung.

Auch das Endothel kommt für die Abstammung der Zellen wohl nicht in Frage, da sich in ihm nur unbedeutende Wucherungen zeigen. Am Ende der ersten Woche ist der Regenerationsprozeß schon sehr weit, die Zellen (Keratoblasten) lassen schon eine gewisse regelmäßige Anordnung erkennen. Nach drei Wochen sind Hornhautlamellen zu erkennen. Nach sieben Wochen haben die noch dünnen Lamellen die Eigenschaften der normalen, was Färbbarkeit betrifft; auch die Zellen gleichen Hornhautzellen. Nur die Descemetische Membran ist noch nicht regeneriert. Das erfolgt später durch Ausscheidung aus dem Endothel. Das Epithel ist über der regenerierten Stelle in der zweiten Woche noch erheblich verdickt; die basale Schicht ist in ihrem Zusammenhang gelockert. Das Epithel bleibt bis zum vierten Monat verdickt. Zugleich ist die gesamte regenerierte Stelle erheblich dünner und dabei reicher an Hornhautzellen als die normale Umgebung. Aus den mitgeteilten Tatsachen folgert Verf., es sei nicht richtig, daß der Epithelzapfen sich in Bindegewebe umwandelt. Denn die Keratoblasten treten nicht bloß dort auf, wo der Epithelzapfen sich findet, sondern überall im Gerinnsel. Doch kann das Epithel in anderer Weise eine Rolle spielen. Die Wanderungsfähigkeit der Basalzellen ist wahrscheinlich. Die Bilder sprechen mehr dafür, daß ein Austritt der Keratoblasten aus dem Epithel stattfindet, als daß sie in dasselbe hineinwandern. Auch wenn sie austreten, müßten es nicht echte Epithelzellen sein, sondern es könnten Wanderzellen sein. Es könnten auch von irgendwelchen Zellen des Epithelverbandes Kernstücke abgegeben werden, die sich zu Keratoblasten umbilden. Die Entstehung des Hornhautstromas erfolgt nach des Verfs. Untersuchungen vom Mesoderm. Nach Untersuchungen Knapes ist jedoch auch das Epithel daran beteiligt, was auch

Lewys Versuche möglich erscheinen lassen. Volle Klarheit herrscht über diese Fragen noch nicht.

F. Ruhwandl (München).

Sattler, G. H., Über wurmförmige Zuckungen des Sphincter iridis (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Dez. 1911, p. 739—745).

Bei einer 26jährigen Patientin trat im Anschluß an Influenza doppel-seitige Otitis media purulenta und Akkommodationsparese auf. Bei der Augenuntersuchung mit der Zeißschen Lupe erkannte man beiderseits eine fortwährend wechselnde wurmförmige Bewegung am M. sphincter iridis. Die Zuckungen begannen an verschiedenen Stellen und wurden durch sensible Reize oder bei psychischer Aufregung stärker. Makroskopisch bestand jedoch völlige Pupillenstarre, auch auf Konvergenz; Akkommodationsbreite nicht über zwei Dioptrien; Homatropin und Cocain bzw. Pilocarpin erweiterte bzw. verengerte die Pupille gut. Sattler faßt das Phänomen als Reizerscheinung auf; die Ursache ist vielleicht in einer Erkrankung im Kerngebiet des Oculomotorius zu suchen.

R. v. Heuß (München).

Schantyr, Dermoid des Augapfels (Arch. f. Veterinärwissensch. 1911, Heft 3). Russisch.

Verf. entfernte beim 5 Monate alten Dachshund von der Hornhaut ein Dermoid unter Kokainanästhesie. Eine der Operation folgende Corneatrübung wurde mit Zink- und Borwasser beseitigt.

O. Zietzschmann (Zürich).

Seefelder, R., Über den anatomischen Befund in einem Falle von Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens und angeborner Hornhauttrübung (Archiv f. Augenheilk., 1911, Bd. LXIX, H. 2).

Am linken Auge eines sechsjährigen Kindes, das an einer schweren Blennorrhoe mit Hornhautgeschwüren gelitten hatte, bestand etwas nach unten-außen vom Hornhautzentrum eine scheibenförmige Trübung der tiefsten Hornhautschichten. Vom kleinen Iriskreis erstreckt sich unten und außen ein sich konisch verjüngender Strang zur Hornhauttrübung, wo er fixiert ist. Der Fortsatz hat in der Nähe der Iris deren Struktur, unter der Hornhaut hat er gestreiftes Aussehen und besteht anscheinend nur aus Gefäßen. Unmittelbar an seiner Anheftungsstelle geht er in ein graugelbes Knöpfchen von glasiger Beschaffenheit über. Etwas hinter dem Knöpfchen befindet sich ein anscheinend ganz lose befestigtes kleines, lebhaft pendelndes, graues Stäbchen. Im rechten Auge bestanden

diffuse Hornhauttrübungen und eine Synechie von ähnlicher Beschaffenheit. —

Bei einem vierzehnjährigen Kinde, das ebenfalls an Blennorrhoe mit Hornhautgeschwüren gelitten hatte, fand sich eine zentrale zarte scheibenförmige Trübung der tiefsten Hornhautschichten mit eingestreuten Pigmentflecken. Nach der Mitte der Trübung zieht aus dem kleinen Kreis der unteren Irishälfte ein Strang vom Aussehen des Irisstromas und ist dort fixiert. Auf der hinteren Fläche dieses Fadens verläuft, ohne mit ihm verbunden zu sein, ein feiner drehrunder Pigmentfaden, der vom unteren Pupillarrand ausgeht und sich beim Pupillenspiel bewegt. Die Linse zeigt vordere Polarkatarakt mit einem Pigmentpunkt in der Mitte. —

Der Beweis, daß beide Fälle durch Perforation eines Hornhautgeschwürs entstanden sind, kann nicht geführt werden. Die andere Möglichkeit, daß es sich nämlich um einen Folgezustand einer reinen Entwicklungsstörung handelt, hält der Verf. für wahrscheinlicher. Neben einigen Beispielen aus der Literatur führt er dafür folgenden Fall an: Es handelt sich um das colobomatöse linke Auge eines 8 Wochen alten Kindes. Die Hornhaut war erheblich verkleinert, stark abgeflacht und dicht getrübt; nur oben war sie etwas durchsichtig, so daß man eine Vorderkammer erkannte. — Nach Aufhellung des Präparates in Zedernöl sah man ein sehr großes, weit klaffendes Iriscolobom, so daß eigentlich nur die obere Irishälfte vorhanden war. Die Linse war nach unten disloziert, daß ihr oberer Rand sichtbar wurde, und mit den Colobomrändern verwachsen.

Die Schnittserie wurde vertikal angelegt. In der Hornhaut fehlt die Bowmansche Membran vollständig. Die reguläre Struktur der Grundsubstanz ist nur in den oberen Partien ausgeprägt. Nach unten wird deren Gefüge immer unregelmäßiger und der Sclera ähnlich, so daß der Übergang von Hornhaut und Sclera ganz unmerklich erfolgt. Gefäße sind in der ganzen Hornhaut; oben mehr in den oberflächlichen, unten in allen Schichten. Die Epithel ist ohne bemerkenswerte Veränderungen. — Die dislozierte Linse ist mit ihrer unteren und vorderen Fläche auf die Sclera gelagert und mit dem durch den Colobomspalt eindringenden Gewebe innig verbunden. Die Iris ist schmaler als normal; das Irisstroma schlägt sich eine kleine Strecke um das Pigmentepithel nach hinten.

Zwischen Iris und Cornea bestehen eine Anzahl strangförmige Verbindungen. Die erste dieser Synechien heftet sich an eine Stelle der Hornhaut an der in der weitesten Peripherie die Descemetsche Membran fehlt, das Endothel jedoch vorhanden ist. Eine Strecke weit sind beide vorhanden, in der untersten Partie fehlen beide. In einigen Schnitten wieder

überkleidet die Descemetii fast die ganze hintere Hornhautfläche. Wo diese nun aufhört, spaltet sich von der Hornhautgrundsubstanz eine normale Schicht ab, verläuft eine Strecke fast parallel zur Descemetii nach oben, biegt dann in der Richtung des Pupillarrandes der Iris ab und steht an seinem stellenweise gabelförmig geteilten Ende mit einem dünnen gefäßhaltigen Strang in Verbindung, der in der Nähe des Pupillarrandes von der vorderen Irisfläche entspringt. Dieser Strang besitzt die Struktur desjenigen Abschnittes einer normalen fötalen Pupillarmembran, der sich zunächst der Iris befindet. Der corneale Abschnitt des Stranges besteht dagegen am Hornhautgewebe von sehr verschiedener Ausdehnung nach Länge und Dicke. Die Oberfläche des Stranges ist von einem endothelartigen Zellbelag überzogen. Noch ehe die Reste dieser Synechie verschwunden sind, tritt bereits eine neue auf, die ausschließlich von der Pupillarmembran gebildet wird und in nächster Nähe des Pupillarrandes von der Vorderfläche der Iris entspringt und mit verbreitertem Ende an der Hornhauthinterfläche sich anheftet. Hier fehlt Descemetii und Endothel.

Weiter kammerwinkelwärts sind in kurzen Abständen noch zwei ähnlich beschaffene, knötchenförmige Zellwucherungen an der Hornhauthinterfläche nachweisbar. Eine Verbindung mit der Iris fehlt hier, doch stammen sie von Iriszellen ab. Die Descemetii fehlt an der Stelle dieser Zellhäufchen, ist aber in den Zwischenräumen nachweisbar. In der nächsten Serie treten in mehreren Schnitten zwei Stränge auf einmal auf. Der eine entspringt mit breiter Basis von der Irisvorderfläche direkt aus dem verbreiterten Pupillarrande und endigt schräg nach unten und vorne ziehend verjüngt an der Hornhautrückfläche. An der Einpflanzungsstelle an der Hornhauthinterfläche besteht ein warzenförmiger Vorsprung und eine Zellwucherung. Die zweite Synechie ist gleich hinter der vorigen. —

Eine Reihe weiterer ähnlicher Stränge entspringen etwa in der Gegend des ciliaren Sphincterendes und ziehen von hier schräg zur Hornhauthinterfläche. —

Entzündungserscheinungen fehlen in Hornhaut und der Iris. Nach des Verf. Ansicht handelt es sich um eine echte persistierende Pupillarmembran. Die Ursache des Auftretens dieser Anomalie kann nicht erklärt werden, doch muß der Zeitpunkt ihres Entstehens in spätere Entwicklungsperiode verlegt werden, als die, welche der Differenzierung der für Hornhaut- und Pupillarmembran gemeinsamen Anlage entspricht. — Primäre Ursache der Defektbildung der Hornhauthinterfläche sei, daß die Entwicklung des Descemetischen Endothels in gewisser Ausdehnung aus unbekanntem Gründen unterbleibt.

F. Ruhwandl (München).

Sisson, E. O., A query into the effect of intense sunlight on the eye of the blonde type (Ophthalm., January 1909, 23 p.).

Der Verf. kommt in dieser vorläufigen Mitteilung u. a. zu folgenden Schlüssen:

Beim Menschen ist die für das Sehen wichtigste Stelle, die Maculargegend, am besten durch Pigment geschützt, sogar beim Albino. Eine der Funktionen des Sehpurpurs ist vielleicht die, die Nervensubstanz der Retina vor schädlichen Lichtstrahlen zu schützen. Die Pigmentmenge in den Augen der Säuger und Vögel und das Vorkommen anderer Lichtschutzvorrichtungen hängt von der Lebensweise und der zoologischen Stellung ab. Es ist möglich, daß einige Augenkrankheiten von bisher dunkler Ätiologie infolge einer Schädigung des Auges durch Licht entstehen. Die Conjunctivitis vernalis ist mehr oder weniger Folge der schädlichen Wirkung des Sonnenlichts. Da Glas das ultraviolette Licht abhält, so gewährt das Brillentragen Schutz gegen schädliche Strahlen.

G. Freytag (München).

Swellengrebel, N. H., Über Zelleinschlüsse, die bei der Hornhautimpfung mit Varizellen auftreten (Arch. f. Hygiene, Bd. LXXIV, p. 164).

Verf. hat zur Differentialdiagnose zwischen Variola und Varizellen Impfungen in die Kaninchenhornhaut mit Vakzine- und Varizellenmaterial vorgenommen. Hierbei hat sich ergeben, daß bei Impfung mit dem Inhalt von Varizellenpusteln Einschlüsse in den Hornhautepithelzellen auftreten, die von den für Variola spezifischen Guarnierischen Körperchen verschieden sind. Diesen können allerdings unter Umständen die „Varizellenkörperchen“ täuschend ähnlich sehen. Aber in ihrer Bildungsweise sind nach dem Verf. Differenzen gegeben, die eine hinreichend scharfe Trennung der Vakzine- und Varizellenkörperchen möglich machten. Letztere werden im Zellkern präformiert und finden sich meist intranukleär, während die Guarnierischen Körperchen in der Regel außerhalb der Epithelkerne in einer Einsenkung derselben liegen und intranukleäre chromophile Körnchen daneben selten sind. Auch die Färbung nach Giemsa oder Heidenhain läßt an Ausstrichpräparaten — nicht an Schnitten — eine Unterscheidung der echten Guarnierischen Körperchen von den Varizellenkörperchen zu. Denn letztere zeichnet eine völlig mit dem Kern übereinstimmende Struktur und geringere Färbbarkeit vor jenen aus, die eine faserige Struktur und eine viel intensivere Färbbarkeit als der Kern haben. Im übrigen hält der Verf. die Varizelleneinschlüsse nicht für spezifisch, da sie auch bei Reizung der Hornhaut mit Osmiumsäure auftreten.

R. Schneider (München).

Tertsch, Ein Fall von primärer fettiger Degeneration bei der Hornhaut (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1911, p. 1—15).

Klinisch beiderseits umschriebene Trübungen in der Hornhaut von saturierter gelbweißer Farbe. Abhebung eines oberflächlichen Stückes dieser Trübung. Histologische Untersuchung. Auf Grund derselben faßt Verf. den Prozeß als wirkliche Degeneration, nicht als Folge einer Entzündung auf. Die Ursache sieht Verf. in einer Schädigung der Hornhautzellen. Das Fett betrachtet er als Abbaufett, entstanden durch direkten Zerfall der Hornhautlamellen.

R. v. Heuß (München).

Thomassen, M. H. J. C., Neurite des nerfs optiques consécutive à une sinusité sphénoïdale (Revue générale de médecine vétérinaire 1911, t. XVIII, p. 562).

Verf. beschreibt zwei interessante Fälle von Sehnervenentzündung beim Pferde als Folgezustände einer Entzündung der Keilbeinhöhle, deren Dach ja den Boden des Canalis opticus bildet. Solche Zustände sind bei Tieren zum ersten Male beschrieben worden.

Das erste Tier, das die Sehkraft völlig verloren hatte, war ein Jahr vorher an Influenza erkrankt gewesen, der sich metastatische Sehnenscheidenentzündung und eitriger Nasenkatarrh zugesellt hatten. Die örtliche Untersuchung ergab beschränkte Beweglichkeit der Bulbi, maximale Mydriasis, normale Spannung, atrophizierte Papille mit sinuös erweiterten Venen. Die Autopsie bestätigte die Diagnose: Affektion des Sehnerven infolge einer Erkrankung der Keilbeinhöhle. Das Chiasma und der Nervus opticus sind durch Vorwölbung des Keilbeinhöhlendaches komprimiert, aber abgeplattet. In der Keilbeinhöhle haben sich 20—25 ccm einer orangefarbenen Flüssigkeit mit Cholesterinkristallen angesammelt. Die stark erweiterte Höhle ist gegen ihre Ausgangsöffnung zur Gaumen- und Kieferhöhle durch polypöse Schleimbautwucherungen abgeschlossen. Mikroskopisch ist der Fall leider nicht untersucht worden.

Im zweiten Falle traten ohne besondere Vorböten die klinischen Erscheinungen ein Jahr nach einer katarrhalischen Erkrankung der Kopfschleimhäute plötzlich auf: Amaurose bei starkem Exophthalmus, beginnende Atrophie der Papille mit Füllung der Gefäße, besonders im linken Auge sinuös erweiterte Venen, im rechten Auge einige Hämorrhagien über der Papille. Die Diagnose Keilbeinhöhlenentzündung mit sekundärer Erkrankung der Sehnerven war gesichert, und Verf. schritt zur Punktion der Höhle, die er unter Narkose vom Kehlkopfe aus durch-

führte. Der Trokar wurde unter Zuhilfenahme eines Spiegels durch die Kehlkopfwunde hindurch an der Schädelbasis zwischen den beiden Tubenmündungen im Fornix pharyngis eingestochen, und es entleerte sich der Inhalt der Höhle. Bei entsprechender Diät (Milch) konnte die Heilung der Wunde doch nicht von Erfolg sein, da die sekundäre Sehnerven-erkrankung bereits zu weit fortgeschritten war. Die Sektion ergab Wiederanfüllung der geschlossenen Höhle ohne Druckerscheinungen. Der Mißerfolg des Eingriffs sei also nur darauf zurückzuführen, daß der Krankheitsprozeß am Sehnerven bereits zu weit um sich gegriffen hatte. Verf. rät, die Operation möglichst frühzeitig auszuführen. Er resumiert folgendermaßen:

1. Die Amaurose eines oder beider Augen kann verursacht sein durch Entzündung der Keilbeinhöhle.

2. Bei der geringen Gefahr der Operation und den schweren Folgen der Blindheit darf man nicht zögern, die Keilbeinhöhlen zu eröffnen, sobald man eine Affektion der Höhle voraussetzen kann.

3. Erklärt man die Amaurose als einen Fehler, der „Wandlung“ bedingt, dann muß man folgerichtig auch vorangehende Erkrankungen berücksichtigen, die eine Keilbeinhöhlenentzündung veranlassen können.

4. Es erscheint angezeigt, Pferden, die an Nasenkatarrhen leiden, Jodkalium zu verabreichen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Weber, Doppelmißbildung der Augen bei einem Kalbe (Berliner tierärztliche Wochenschr. 1911, Bd. XXVII, Nr. 43, p. 791).

Es wird die einfache Angabe gemacht, daß beim drei Monate alten Rinde in der normal großen rechten Orbita zwei Bulbi sitzen; der mediale soll um ein Viertel, der laterale um die Hälfte dem normalen gegenüber verkleinert sein. Verf. glaubt, daß beide Bulbi, die äußerlich normal erschienen, funktionstüchtig waren; ob eine Verdopplung des Sehnerven bestand, hat Verf. nicht festgestellt, „um das Präparat erhalten zu können“. Zwei Photographien dieser Doppelbildung sind beigegeben.

O. Zietzschmann (Zürich).

V. Therapie.

Goerlitz, M., Salvarsan und Neurorecidiv (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., November 1911, p. 567—589).

Die Arbeit stellt eine kritische Besprechung der bisher über Salvarsanbehandlung erschienenen Veröffentlichungen dar. Sie würdigt den Umstand, daß infolge der Salvarsantherapie Erscheinungen seitens der nervösen

Apparate früher zur Beobachtung kommen, als dies bei der kombinierten Jod-Quecksilberbehandlung der Fall war. Auch das Zustandekommen der Neurorecidive nach Salvarsan wird an der Hand von Publikationen erörtert. Verf. kommt zu folgenden Hauptschlüssen: 1. Es scheint festzustehen, daß die Neurorecidive nach Salvarsanbehandlung häufiger sind als bisher. 2. Gegen die neurotrophe Wirkung des Salvarsans spricht der Umstand, daß die Nervenaffektionen nach Fortsetzung der Salvarsanbehandlung zur Heilung kommen. 3. Unter der Einwirkung des Salvarsans nimmt die Syphiliserkrankung eine andere Entwicklung; es entstehen in früherer Zeit Formen, die man sonst später sieht. 4. Bei Augenerkrankungen soll Salvarsan angewandt werden in Fällen, die sich gegen Jod und Quecksilber refraktär erweisen. Ferner, wenn schnelle Wirkung erzielt werden soll, vor allem bei seltenen Primäraffekten oder bei sekundären Erscheinungen, sobald rascher Verfall der Funktion zu fürchten ist. 5. Verf. verlangt Beobachtungsreihen über ausschließlich mit Salvarsan, ebenso über ausschließlich mit Quecksilber und Jod behandelte Fälle, unter genauer Kontrolle der Nerven-, Augen- und Ohrensymptome. Nur hierdurch hält Verf. die Lösung der Neurorecidivfrage für möglich.

R. v. Heuß (München).

Wirthl, Operation einer Unterkiefer-Augenhöhlenfistel beim Pferde (Münchn. tierärztl. Wochenschr. 1911, Bd. LV, p. 437).

Tamponade mit Sublimat und Jodtinktur führte langsam zur Heilung.
O. Zietzschmann (Zürich).

Prof. Ludwig Bach †.

Der Tod Prof. Ludwig Bachs ist auch für die vergleichende Ophthalmologie ein schmerzlicher Verlust. Außer zahlreichen, namentlich die Bakteriologie des Auges betreffenden Arbeiten veröffentlichte Bach Beiträge zu der Lehre von den Mißbildungen und spezialisierte sich immer mehr auf das Gebiet der nervösen Zentralorgane und Leitungsbahnen des Auges, deren Kenntnis er durch eine längere Reihe experimenteller Arbeiten auf das Bedeutsamste förderte. Neben seinen morphologisch-physiologischen Forschungen behielt er immer das Interesse für die augenärztliche Klinik und brachte dies namentlich durch seine 1908 erschienene „Pupillenlehre“ zum Ausdruck.

Unserer Zeitschrift trat Bach gleich anfangs als Mitarbeiter bei und unterstützte sie in den wenigen Jahren ihres Bestehens bereits durch einige Arbeiten seines Institutes. Wir werden dem verdienten und liebenswürdigen Gelehrten ein warmes Andenken bewahren.

G. F.

[Aus dem veterinär-anatomischen Institute der Universität Zürich.]

Die Orbitalarterien des Pferdes.

Seinem verehrten Lehrer **V. v. Ebner** anlässlich seines Rücktrittes
vom Lehramte gewidmet von

Otto Zietzschmann.

Mit Tafel VI und VII und dreizehn Abbildungen im Text.

Die Vaskularisation der Orbita der Säugetiere und des Menschen bietet manche interessante Frage, sowohl in embryologischer und phylogenetischer, als auch in rein morphologischer Hinsicht. Es ist auffallend, daß verhältnismäßig erst spät die Bearbeitung solcher Fragen begonnen wurde. Bisher sind es aber immer nur Einzelfragen, die man anschnitt, um für diese wie jene Tierart den Verzweigungstypus der Orbitalgefäße kennen zu lernen. Immerhin ist durch wertvolle Beiträge für Vertreter verschiedener Tierklassen und -arten der Anfang gemacht worden für eine breite vergleichende Behandlung der Fragen. So lassen uns die schönen Untersuchungen H. Virchows am Frosch und Kaninchen und seiner Schüler Bellarminow an Carnivoren und L. Bach am Pferde schon einen tiefen Blick in die einschlägigen Verhältnisse tun. Vor allem aber Tandlers Arbeiten behandeln Fragen aus unserem Gebiete auf breiter Basis; auch Hofmann berührt das Thema. Ebenso verdienstvoll sind die Untersuchungen von Versari und Fuchs, die entwicklungsgeschichtlich das Problem angefaßt haben.

Seit einer Reihe von Jahren haben auch wir uns bemüht, Beiträge zu liefern. Zunächst erschien es uns notwendig, eine exakte Grundlage für die Haustiere zu schaffen, auf der später weitergebaut werden könnte. Die Morphologie der Vaskularisation des Bulbus und seiner Nebenorgane war bis dahin für die verschiedenen Arten unserer Haustiere nicht bekannt. Man mußte sich mit den Ergebnissen der Untersuchungen Bachs am Pferde begnügen, da die Funde Bellarminows am Hunde nur summarisch zur Publikation gelangt sind. Infolgedessen ließ ich durch verschiedene

Herren die Untersuchung der einzelnen Arten in Angriff nehmen. So hat P. Canova die kleinen Wiederkäuer, Schaf und Ziege, K. Schmidt das Rind, C. Brückner den Hund und jüngst R. Hürlimann die Katze bearbeitet. Alle Untersuchungen richteten ihr Hauptaugenmerk zuerst auf morphologische Gesichtspunkte. Es fehlt heute aber immer noch das Schwein, mit dessen Untersuchung zwar bereits begonnen worden ist, die aber zurzeit zur Publikation noch nicht reif ist.

Bekanntlich wird der Bulbus mit seinen Nebenorganen bei den meisten Säugern¹⁾ in allererster Linie von der *A. maxillaris interna* aus mit Blut versorgt; auf ihrem Wege zwischen Foramen lacerum anterius bzw. Foramen ovale und der Fossa pterygopalatina gibt sie einen Ast ab, der von der lateralen und ventralen Seite her — meist unter Einbohrung in den Muskelkegel — an den Orbitalinhalt herantritt, für diesen seine Zweige entläßt, um selbst unter Verringerung des Querschnitts durch das For. ethmoidale als gleichbenannte Arterie in die Schädelhöhle zu treten. Als mehr oder weniger nebensächlicher Zufluß tritt aber außerdem entlang dem Sehnerven ein Ast der *A. carotis cerebialis* aus der Schädelhöhle an den Bulbus heran, so daß die Ernährung von zwei Seiten aus erfolgt. Nach Lage der Dinge ist es verständlich, wenn man — meines Wissens hat das zuerst H. Virchow getan — das von der Schädelhöhle her zum Augapfel herantretende Gefäß als *A. ophthalmica interna* gegenüberstellt dem von außen zum Bulbus verlaufenden Aste, als *A. ophthalmica externa*. Ein mehr oder weniger beträchtlicher Rest des Sehapparates wird aber außerdem von einem zweiten Stämmchen der *A. maxillaris interna* vaskularisiert, das ist die in der Veterinäranatomie allgemein als *R.* oder *A. malaris* bezeichnete Arterie, die in gemeinsamem Truncus mit der *A. infraorbitalis* aus der Endteilung der inneren Kieferarterie hervorgeht.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Menschen, bei dem für die Vaskularisation des Augapfels und seiner Nebenorgane fast ausschließlich das Gefäß in Betracht kommt, das, aus der *A. carotis cerebialis* stammend, dem Sehnerven entlang durch das For. opticum aus dem Cavum cranii zum Sehorgane hinläuft. An diesem Gefäße hängen alle wesentlichen Äste der *A. ophthalmica externa* und der *A. malaris* der gedachten Säugetiere. Immerhin finden sich auch beim Menschen Zweige, die von der *A. maxillaris interna* durch die Fiss. orbitalis inferior in die Orbita eintreten; diese versorgen jedoch nur die Periorbita und Bruchteile der Muskeln; es sind nach Gegenbaur Äste der am meisten oral gelegenen *A. temp. profunda* und der *A. infraorbitalis*.

¹⁾ Vergleiche meine Abhandlung in: Verhandlungen der anat. Gesellschaft 1912.

Ohne weiteres ist es einleuchtend, daß die *A. ophthalmica interna* der Tiere homolog ist der *A. ophthalmica* des Menschen; und nehmen wir an, daß auch die genannten kleinen Äste der *A. maxillaris interna* des Menschen der *A. ophthalmica externa* und der *A. malaris* der Säugetiere entsprechen, so sehen wir in dieser Richtung recht übereinstimmende Verhältnisse vorliegen.

Wir haben also auf der einen Seite beim Menschen die maximale Ausbildung der craniellen Vaskularisation des Augapfels mit auffallendem Zurücktreten der maxillaren — auf der anderen die überwiegende Blutzufuhr durch die Kieferarterie, während die Beteiligung der *Carotis interna* sehr zurücktritt. Schon bei den wenigen Vertretern der Haussäugetiere kann man beobachten, daß die einen mehr dem „maxillaren“, die anderen mehr dem „craniellen“ Typus sich nähern. Und nimmt man die Grundlage breiter, so sieht man, daß vom völligen Schwinden des Carotidenzufflusses bei maximaler Ausbildung des maxillaren, bis zum gegenteiligen Extrem alle nur denkbaren Übergänge existieren (Tandler).

Daß die primitiven Verhältnisse durch den „craniellen“ Typus repräsentiert werden, haben die Untersuchungen von Versari und Fuchs gezeigt — das Verhalten der Vaskularisation des Bulbus und seiner Hilfsorgane bei unseren Haussäugetieren ist also ein sekundäres. Schon die einfache Überlegung, daß das Wesentliche des Auges — die Retina und der Sehnerv — „Gehirn“ ist, weist uns auf diesen Weg.

Unsere systematischen Untersuchungen an Säugetieren haben die Funde von H. Virchow, Bellarminow, Bach, Versari, Tandler, Fuchs u. a. vollauf in dem Sinne bestätigen können, daß die *A. ophthalmica interna* mit der *A. ophthalmica externa* anastomosiert, daß jene — als schwaches Gefäß — sich in diese ergießt. Durch die an die Ausbildung einer solchen Anastomose sich knüpfenden Möglichkeiten sind nun auch die verschiedenen Verhältnisse bei Mensch und Tier ohne weiteres dem Verständnis näher zu bringen. Wird der Zufluß von der Schädelhöhle her zum Bulbus schwächer, so wird ein entsprechend verstärkter Blutstrom durch die *A. maxillaris interna* zugeführt; und wächst dieses Plus im Kiefergefäßgebiete über ein gewisses Maß hinaus, so wird es begreiflich erscheinen, daß dann die ursprünglich zum Gebiete der *A. carotis interna* gehörigen Gefäße als Endäste des maxillaren Zufflusses erscheinen; und der Carotidenast kann so zur schwachen Anastomose zwischen dem Gefäßgebiet der Schädelhöhle und dem der Orbita werden. Das finden wir ja auch tatsächlich bei allen untersuchten Haustieren. Am weitesten ist die Reduktion des craniellen Zufflusses vorgeschritten bei *Felis* und *Bos*, und auch bei *Ovis* und *Capra*, weniger bei *Equus*, während bei *Canis* und

bei *Lepus cuniculus* der fragliche Stamm am besten ausgebildet erscheint. Diese Reihe könnte man noch vervollständigen; wir verweisen in dieser Beziehung auf die Resultate, die Tandler erhalten hat.

Wie durch unsere Untersuchungen an dem Schafe und der Ziege (*P. Canova*), am Rinde (*K. Schmidt*), am Hunde (*C. Brückner*) und an der Katze (*R. Hürlimann*) festgestellt worden ist, ist bei allen diesen Tierarten im Orbitalgebiet ein charakteristisches Gefäß als Seitenzweig der *A. ophthalmica externa* zugegen, das die Hauptmenge des Blutes zur mittleren Augenhaut bringt; wir haben diesen Ast „*Ramus bulbi*“ benannt; Fuchs' Nomenklatur erscheint mir nicht glücklich gewählt. Er besitzt drei dominierende Eigenschaften bei typischer Ausbildung. Zum ersten ist sein Verlauf markant: entweder entlang dem dorsonasalen Rande des *N. opticus*, wenn er innerhalb der Muskelpyramide aus der äußeren Augenarterie entspringt (*Wiederkäuer*); oder unter Eintritt zwischen *M. rectus oculi temporalis* und *dorsalis* schräg dorsal über den Sehnerven hinweg zu dessen dorsonasalem Rande, wenn er bereits außerhalb (*lateral*) vom Muskelkegel seinen Ursprung nimmt (*Fleischfresser*). Zum zweiten teilt sich der *Ramus bulbi* in einiger Entfernung vom Sehnerveneintritt in zwei typische Äste, deren einer unter Fortsetzung der alten Richtung im nasalen Hauptmeridian von hinten an die *Sclera* herantritt, um in der Horizontalen äquatorwärts zu verlaufen, während der andere sich über die nasale Fläche auf die ventrale und temporale Seite des Sehnerven windet, um von hier aus im temporalen Hauptmeridian seine Fortsetzung zu nehmen. Man beobachtet von dieser Norm Abweichungen, die interessante Einblicke in die Entstehungsgeschichte dieser Arterienverkettung gestatten. Doch darüber später. Beide Äste zerfallen im übrigen in zweierlei Stämme, in solche, die zur *Chorioidea* ziehen, *Aa. ciliares posteriores breves*, und solche, die zwischen *Chorioidea* und *Sclera* bis zur *Iris* durchgehen, *Aa. ciliares posteriores longae*, die *Aa. iridis* von *H. Virchow*. Die beiden Teiläste des *Ramus bulbi* haben wir mit *Gegenbaur* als *Trunci ciliares (temporalis und nasalis)* bezeichnet. Zum dritten endlich anastomosiert bei typischer Ausbildung der *Ramus bulbi* derart mit der *A. ophthalmica interna*, daß bei den gedachten Tieren die schwache innere Augenarterie, die in ihrem bulbuseitigen Endteil ventral am *N. opticus* verläuft, sich — morphologisch gesprochen — in den die Ventralfläche des Sehnerven kreuzenden *Truncus ciliaris temporalis* ergießt. Sie hat damit morphologisch den direkten Zusammenhang mit dem *Bulbus* verloren. Auch in diesem Punkte sind für die Deutung wertvolle Variationen festzustellen.

Damit lassen sich die Funde *H. Virchows* am Kaninchen einiger-

maßen in Einklang bringen. Obwohl als Regel das Verhalten anzusehen ist, daß von der *A. ophthalmica externa* zwei getrennte Ciliargefäße entspringen, von denen das nasale einen Zufluß von der *A. ophthalmica interna* erhält, so scheint doch die Kluft zu den obengenannten Tieren damit überbrückt werden zu können, daß „nach anderen Befunden“, die nicht näher geschildert sind, die beiden Ciliarstämme durch ein starkes Quergefäß unter dem Sehnerven in Verbindung stehen. Im übrigen hat Brückner beim Hunde einen diesem Kaninchentypus ähnlichen Fall (4. Fall, S. 36) beschrieben, und auch Hürlimann fand entsprechendes bei der Katze (Fig. 6); darauf werden wir am Schluß zu sprechen kommen. Die Untersuchungen von Fuchs haben aber gezeigt, daß das Kaninchen sehr variiert; er fand einen typischen *Ramus bulbi* ausgeprägt, der dorsal oder ventral des *Opticus* verlaufen kann, sodaß unter Umständen das Kaninchen nicht wesentlich abweicht.

Eine andere sehr interessante Anastomose zwischen der *A. maxillaris interna* bzw. der *A. ophthalmica externa* und dem extraduralen Teile der *A. carotis interna*, die die *Fissura orbitalis* (sup.) passiert, interessiert uns hier zwar nicht direkt; jedoch erscheint mir eine kurze prinzipielle Besprechung dieser Verbindung nicht ohne Nutzen für unsere Betrachtung zu sein. Diese Anastomose ist eingehend von J. Tandler beschrieben worden; sie hat mit der Vaskularisation des *Bulbus* nichts zu tun, sondern reguliert den Zufluß zum Gehirn und ist dann gut ausgebildet, wenn der extracranielle Teil der *A. carotis interna* sich reduziert (Carnivoren) oder ganz verschwindet (Ruminantier): Es handelt sich um den *Ramus anastomoticus*, der beim Hunde aus dem Anfangsteil des *Ramus bulbi* entspringt und als einfacher Stamm zur extraduralen *A. carotis interna* zieht (Brückner). Bei der Katze sind es mehrere Parallelästchen, die aus dem Ursprung der *A. ophthalmica externa* und des *Ramus bulbi* mit umfassenden *Rete mirabile* der *A. maxillaris interna* hervorgehen und gegen die Schädelhöhle zu einem extraduralen Netz sich verschlingen, das nach Hürlimanns Fund ganz in den Bereich dieses *Ramus anastomoticus* fällt und nicht zur *A. carotis interna* selbst gehört (J. Tandler). Bei den Wiederkäuern endlich ziehen durch die *Fissura orbitalis*¹⁾ 2 bis 8 Stämmchen der *A. maxillaris interna* (oder aus deren Nebenzweigen in dieser Gegend) in die Schädelhöhle ein, die wir als „distale *Reteäste*“ bezeichnet haben (Canova, K. Schmidt). Sie verbinden sich selbst bereits innerhalb des *For. orbitorotundum* und eventuell sogar schon extracraniell

¹⁾ Die *Fiss. orbitalis* der Wiederkäuer ist wie beim Schweine mit dem *For. rotundum* verbunden zum „*Foramen orbitorotundum*“ (Schachtschabel, Schmidt).

zu einem dichten Rete, das dem Rete der Katze gleichgesetzt werden muß — also ein Rete des Ramus anastomoticus darstellt. Nun trifft aber beim Wiederkäuer dieses Netz in der Schädelhöhle auf ein zweites weit größeres, auf das der A. carotis interna und verschmilzt mit diesem. Da bei den Ruminantiern infolge enormer Größenausdehnung der Netzanteile die beiderseitigen Aa. carotides internae miteinander zu einem großen unpaaren Ringgeflecht um die Hypophyse herum verschmelzen, so erscheinen von innen gesehen die Netzanteile der durch das Foramen orbitotandum eintretenden „Rami anastomotici“ oder „distalen Rete-zuflüsse“ als einfache Fortsätze des großen Rete der Aa. carotides internae (Schmidt; Tafel V, Fig. 4). So sehen wir also, das paarige extradurale Netz der Katze ist nicht homolog zu setzen schlechthin dem Rete der Schädelbasis der Wiederkäuer. Die Ruminantier haben auch ein paariges Rete des Anastomosenastes zwischen A. maxillaris interna und A. carotis interna aufzuweisen; dies aber verschmilzt mit einem anderen viel größeren Wundernetze, dem der beiden inneren Carotiden, das zudem außer durch die A. carotis interna (während des fetalen Lebens und in der Jugend; Tandler) gespeist wird durch die A. vertebralis, die A. condyloidea, einen durch das For. lacerum posterius eintretenden Ast der A. vertebralis, und durch den proximalen Reteast der A. maxillaris interna, der durch das Foramen ovale eintritt.

Bei *Sus scropha* scheinen die Verhältnisse ähnlich zu liegen wie bei *Bos*; hier müssen neue Untersuchungen einsetzen.

Fragen wir uns nun, wie verhalten sich die fraglichen Arterien beim Pferde? Von *Equus* wissen wir, daß die Arteria carotis interna im post-embryonalen Leben kaum eine Reduktion durchmacht; sie bleibt nahezu maximal ausgebildet und stellt, da ein Zufluß von der A. vertebralis zum Gefäßgebiet des Gehirns überhaupt fehlt, und ein solches von der A. occipitalis auf dem Wege der A. nervi spinalis I (M. Hofmann) bzw. der A. cerebrospinalis (Ellenberger-Baum, Martin u. a.) im Vergleich z. B. zum Menschen als unverhältnismäßig schwächer zu bezeichnen ist, „die“ Gehirnarterie dar, so daß durch ihren Ramus caudalis die A. basilaris einen sehr beträchtlichen Teil des Blutes bezieht. Da wir oben erkannt haben, daß durch die Fissura orbitalis oder durch andere Öffnungen an der Schädelbasis nur dann Anastomosenzweige der A. maxillaris interna zur A. carotis interna durchtreten, wenn diese selbst nicht genügend Blut zum Gehirn führen kann, so ist von vornherein zu erwarten, daß bei *Equus* alle diese Zuflüsse fehlen. Es ist auch in der Literatur nirgends etwas derartiges verzeichnet. Immerhin dürfte es sich lohnen, speziell in dieser Hinsicht die Frage nochmals zu prüfen. Und das um so mehr, als

wir beim Pferde auch heute noch nicht völlig klar sehen betreffs der vorher genauer erörterten Anastomose der *A. ophthalmica externa* mit der *A. ophthalmica interna*, also im Gebiete der Bulbusgefäße. Für die Beurteilung dieser und damit zusammenhängender Fragen (siehe oben) sind wir auf Bachs Untersuchungen angewiesen. Deren Ergebnisse mit den an anderen Tierarten von unserer Seite gewonnenen verglichen, lassen manche Frage offen und gestatten keine durchgreifende Vergleichung. Eine durchgehende Anastomose der *A. ophthalmica interna* mit anderen Bulbusgefäßen, wie wir sie bei den Wiederkäuern und dem Hunde kennen gelernt haben, dürfte dem Pferde nach Bach fehlen. Zwei *Trunci ciliares posteriores* in unserem Sinne sind zwar durch Bach auch beim Pferde beschrieben worden; jedoch ist es unmöglich, aus der Schilderung untrügliche Schlüsse für den Vergleich mit den anderen Tieren zu ziehen. Kurz, bevor wir diese Vergleichungen einwandfrei durchführen können, sehe ich mich genötigt, die genaueren Verzweigungsverhältnisse der Orbitalgefäße des Pferdes an der Hand systematischer Untersuchungen nochmals zu studieren.

Material.

Das Material, das ich verarbeitete, entstammt zum größten Teile dem Präpariersaale; es handelt sich hierbei um Köpfe, die mit Gips injiziert waren. Wenn auch nicht in jedem Falle das Resultat solcher Injektionen restlos befriedigte, so konnten solche Köpfe doch für die Lösung größerer Fragen recht gute Verwendung finden; andere dagegen gestatten Einblick bis in alle Details. In einem Falle habe ich nach dem Vorgange H. Virchows auch für das Pferd wie L. Bach alkoholische Schellacklösung mit Zinnober verrieben als Injektionsmasse verwendet und ein ganz auffallend gutes Bild bekommen. Ich habe die Erfahrung machen können, daß mit sehr dünner Schellacklösung auch beim nicht ausgebluteten Tiere vorzügliche Resultate zu erhalten sind; dasselbe berichtet ja auch K. Schmidt. Mein Fall ist da besonders erwähnenswert deshalb, weil bei diesem sich in den größeren Arterien — bis weit in die *A. maxillaris interna* hinein — Fibringerinnsel befanden, die absolut indifferent der Schellackmasse gegenüber sich verhalten haben. Ich bekomme überhaupt den Eindruck, daß Injektionen am besten gelingen an Material, das je nach Außenverhältnissen 1 bis 2 Tage gelegen hat, wenn man es nicht ganz frisch verarbeiten kann.

Eigene Untersuchungsbefunde.

Im folgenden gebe ich die genaue Schilderung meiner Untersuchungsergebnisse an der Hand der Einzelfälle. Später werden wir die möglichen

Schlüsse ziehen. Der Vollständigkeit halber müssen einige wenige Gefäß-
äste mit geschildert werden, die hier weniger Bedeutung haben.

1. Fall. Pferd 1 (V der Protokolle), rechte Seite.

Die *A. ophthalmica externa* entspringt im *Canalis alaris* des Keilbeines reichlich 1 cm caudal des freien Randes der *Crista pterygoidea* des *Sphenoidale* aus der dorsalen Wand der *A. maxillaris interna*, und zwar gemeinsam mit der *A. temporalis profunda oralis*, die durch einen besonderen Knochenkanal durch das dorsal gelegene *Foramen alare parvum* in die *Fossa temporalis* zieht und beim Austritt ein rückläufiges Ästchen an den Knochen abgibt. Die *A. temporalis profunda oralis* versorgt in ihrem Verlauf an der Schädelwand aufwärts in erster Linie den *M. temporalis*; sie gibt aber bei ihrer Endteilung an der Wurzel des *Processus zygomaticus ossis frontalis* feine orale Ästchen ab, die unter dem Stirnbeinfortsatz das dort befindliche extraorbitale Augenfett vaskularisieren.

Die *A. ophthalmica externa* verläuft schräg aufwärts gegen die Periorbitaspitze, wobei sie den *N. maxillaris lateral* kreuzt, und durchbohrt die Periorbita im lateralen Quadranten mit dem *N. zygomaticus* aus dem *N. maxillaris*; dieser Nerv kreuzt die Arterie medial und schiebt sich ventral von ihr durch den Schlitz der Periorbita derart ein, daß er — durch die unverletzte Periorbita hindurchschimmernd — in der Rinne zwischen *R. t.* und *R. v.*¹⁾ dorsal der Einpflanzung der *Vena ophthalmica* weiterzieht, bis er unter dem *Processus temporalis ossis jugalis* verschwindet. Die *A. o. e.*²⁾ steigt unter der Periorbita schräg über die „*V. communicans*“ der *V. reflexa* mit dem *Sinus cavernosus* und die Lateralfäche des *R. t.* weiter auf und gelangt am Dorsalrand des *R. t.* zwischen *N. lacrimalis, lateral*, und *N. abducens, medial*, hinein. Der *N. abducens*, der die *A. o. e.* zunächst medial begleitete, dann aber unter die Arterie tritt, gibt an dieser Stelle am dorsalen Rande des *R. t.* gerade seine kurzen Äste an den *Retr. t.*³⁾ ab. Die alte Richtung nasodorsal fortsetzend, kreuzt die *A. o. e.* auf dem Retraktor gelegen die mediale Fläche des *N. nasociliaris*, tritt unter den *R. d.* ein und unterquert diesen. Der gesamte Verlauf der *A. o. e.* bis zum Eintritt unter den *R. d.* liegt unter der dem *Sphenoidale* zugehörigen Knochenplatte, die lateral die fraglichen Schädellöcher zudeckt,

¹⁾ Der Kürze halber soll der *Musculus rectus oculi temporalis* mit *R. t.*, der *M. rectus oculi ventralis* mit *R. v.*, der dorsale mit *R. d.* und der nasale mit *R. n.* bezeichnet werden.

²⁾ *A. o. e.* = *A. ophthalmica externa*.

³⁾ *Retr. t.* = *Musc. retractor oculi temporalis*.

so daß auch nach vollständiger Entfernung der Periorbita von der A. o. e. nichts zu sehen ist.

Am nasalen Rande des R. d. gelangt die äußere Augenerterie unter den Lev. p. s.¹⁾, der hier nahe der Muskelpyramidenspitze mehr medial neben dem R. d. verläuft, und unter Bildung eines oral convexen Bogens biegt sie scharf medial und caudal ab. Der absteigende Schenkel dieser Kurve läuft unter dem Obl. d.²⁾ dem Dorsalrande des R. n. entlang und wird von der medialen Orbitawand durch den N. ethmoidalis abgedrängt; dieser begleitet als Endast des N. nasociliaris die Arterie, die bekanntlich als A. ethmoidalis durch das gleichnamige Loch in die Schädelhöhle und durch die Siebplatte zur Nase tritt. Der N. nasociliaris kreuzte, wie wir eben festgestellt haben, die A. o. e. am lateralen Rande des R. d. an ihrer lateralen Seite, und zwar direkt distal des Abganges der A. supraorbitalis (siehe S. 144); er begleitet dann die Arterie lateral, schiebt sich aber mit Beginn der Biegung, am Retraktor verbleibend, an die ventrale Gefäßfläche. Auf Scheitelhöhe spaltet sich der dem R. n. und Obl. d. entlang bulbuswärts ziehende N. infratrochlearis ab, während der N. ethmoidalis bei der Arterie verbleibt und der Schleife entlang von der ventralen auf die mediale Wand übertritt. So steuert also der Nerv der Orbitawand angelegt neben der Arterie dem For. ethmoidale zu. Die A. o. e. läuft demnach medial vordringend unter Bildung eines bulbuswärts gerichteten Bogens quer durch die Augenmuskelpyramide hindurch, indem sie dorsal des Sehnerven zwischen dem Retraktor und dem R. d. mit dem Lev. p. s. ihren Weg nimmt. Auf der Strecke bis zur Konvexität der Schleife gibt sie ihre Hauptäste für das Sehorgan ab, jenseits des Scheitels kommen im großen und ganzen nur nebensächliche Ästchen hervor. 5 Haupt- und 1 Nebenast verlassen die A. o. e. in unserem Falle.

Der erste Seitenast ist zugleich der stärkste, es ist ein Truncus für den Truncus cil. temporalis und nasalis, für die A. cil. ant. ventralis, für die ventrale Arterie der Orbitalfaszie, für die A. palpebrae tertiae, für die A. centralis nervi optici, für Gefäße der Sehnervenumrandung und verschiedene Muskeläste. Sein Ursprung liegt an der medialen Wand, die hier gerade vom N. zygomaticus gekreuzt wird, direkt an der Eintrittsstelle durch die Periorbita. Die Arterie läuft über den dorsalen Nervenrand und an dessen medialer Seite weiter, wobei sie schräg den zur Fissura orbitalis hinziehenden Ramus anastomoticus der V. ophthalmica bzw. reflexa zum Sinus cavernosus kreuzt, so daß sie verdeckt in der Rinne

¹⁾ Lev. p. s. = Musc. levator palpebrae superioris.

²⁾ Obl. d. = Musc. obliquus oculi dorsalis.

zwischen R. t. und R. v. gelegen ist; sie überkreuzt die zwischen R. t. und R. v. sich einsenkenden Äste der V. ophthalmica dorsal und tritt zwischen den Muskeln etwas in die Tiefe; hier ($2\frac{1}{2}$ cm nach Ursprung) gibt der Stamm den Tr. cil. temp.¹⁾ ab.

Schon 1 mm nach Ursprung des Hauptstammes geht ein feines Ästchen aus der caudalen Wand ab, das lateral dem N. ophthalmicus entlang zur Fissura orbitalis zieht und an der dünnen Scheidewand zum For. rotundum sich in zwei Ästchen teilt, die sich in der Nervenscheide auflösen, ohne irgendwelche Verbindungen mit Gefäßen der Schädelhöhle einzugehen, wie ich zuerst vermutete. Der stärkere Ast dieser Scheidenarterie geht über das fragliche Nervenbündel dorsal hinweg, gibt Zweige an die Nn. lacrimalis und supraorbitalis, an die Periorbitaspitze und in den Knochen.

Ein ähnliches zweites Seitenästchen — 2 mm nach Ursprung — macht sich aus der oralen Wand der Hauptarterie frei; dies durchbohrt sofort die Periorbita, läuft entlang dem dorsalen Rande des N. maxillaris oral und verästelt sich in der Periorbita, mit anderen Ästchen mit dem Plexus sphenopalatinus, soweit dieser vom N. maxillaris verdeckt wird, und rückläufig im N. maxillaris.

Kurz vor dem Tieferrücken zwischen den Rektusmuskeln erhält die Außenfläche²⁾ des R. t. ein Ästchen.

Der Truncus ciliaris temporalis (ct³⁾ läuft als Seitenast oberflächlich zwischen genannten Muskeln weiter, um sich dann unter den R. t. zu schieben und so auf dem Retr. t. dem Bulbus zuzustreben. Dabei erhält sowohl der R. t. (ventraler Rand) als auch der Retr. t. einen Ast. Unter weiterer Abgabe von Ästen an den Retr. t. durchbohrt die Arterie den Muskel nahe dessen ventralem Rande und direkt hinter seinem Ansatz an die Sclera. Der Ciliarstamm löst sich endlich in zwei stärkere und einen feineren Ast auf, die nach ca. 5 mm Verlauf die Sclera etwas dorsal des horizontalen Meridians und $1\frac{1}{2}$ cm temporodorsal von der Sehnervenumrandung durchbohren.

Der Hauptstamm läuft ventral vom zuletztgenannten Aste ebenfalls zwischen R. t. und R. v. weiter und überkreuzt dabei den aus der Tiefe hervortretenden Ramus longus des N. oculomotorius, der für den Obl. v. bestimmt ist. Sofort teilt er sich in einen im scharfen Bogen zwischen

¹⁾ Tr. cil. temp. = Truncus ciliaris temporalis.

²⁾ „außen“ und „innen“ wird hier nur als entfernter oder näher der Augenachse und dem Sehnerven gebraucht.

³⁾ Figurenhinweise ohne Figurenzahl beziehen sich auf die jeweiligen Textfiguren.

Retr. v. und R. v. gegen den Sehnerven vordringenden stärkeren Stamm, den wir später besprechen wollen, und in einen oberflächlich und dorsal am N. oculomotorius weiterziehenden Ast, den Truncus der ventralen Arterie der Orbitalfaszie und der A. cil. ant. ventr. Der Truncus versorgt den N. oculomot. mit einem und den R. v. mit zwei Ästchen und teilt sich dann. Als oberflächlicher Endast begleitet die „ventrotemporale Faszialarterie“ (ta), wie ich sie kurz nennen will, den N. zygomaticus, dem ventralen Rande des R. t. entlanglaufend, der sich nun vom R. v. entfernt; ein Ästchen erhält der R. t. und eins der Nerv. Mit diesem und einer Vene tritt sie, außen an der Orbitalfaszie gelegen, unter den Orbitalring und ventral unter dem temporalen Tränendrüseneinde hinweg gegen den temporalen Lidwinkel vor (vgl. Fig. 1, t a). So gelangt sie nahe an den Fornix conjunctivae des Unterlides, dem sie in einem ventral konvexen Bogen, der Wölbung des Bulbus entsprechend, in nasaler Richtung entlang läuft. Die Arterie liegt also dem Außenblatt der Orbitalfaszie an, das sich über den Orbitalrand hinweg als „Lidfaszie“ ins Lid erstreckt, und bleibt in ihrem paraäquatorialen Verlauf ca. 1 cm hinter dem freien Rande des Orbitalringes zurück; das konnte in der Fig. 1 nicht zur Darstellung gebracht werden; man schaut von oben in die Tiefe der Spalte hinein, aus der das Fett entfernt wurde. Etwa in der Lidmitte läuft die Arterie im Bogen mit einem entsprechenden Aste der A. malaris zusammen, so daß man von einer ventrotemporalen und einer ventronasalen „Faszialarterie“ sprechen sollte. Aus diesem Gefäßbogen laufen viele feine Äste äquator- und lidwärts; aber fast ausnahmslos sind sie für das fibröse Gewebe und das der Faszie außen aufliegende Fett (zwischen Faszie und der ins Periost des Orbitalringes sich fortsetzenden Periorbita gelegen) bestimmt. Nahe dem temporalen Lidwinkel nur anastomosieren einige Zweige mit Ästen der A. palpebrae inferioris temporalis (Fig. 1, p i t).

Der tiefe Endast ist die stärkere A. cil. anterior ventralis (cav); sie läuft, dem Retr. v. aufliegend, innen dem lateralen Rande des R. v. entlang, der mit dem N. oculomotorius ein Seitenästchen erhält. Sehr bald aber entschwindet sie dem Auge vollkommen dadurch, daß sie unter die Orbitalfaszie tritt, in reichliche Fettmassen eingebettet, die einen Ast erhalten. So läuft die Arterie bis zum hirnseitigen Rande des Obl. v. Indem sie vom temporalen Rande des R. v. sich auf dessen Außenfläche umschlägt, überschreitet sie corneawärts ziehend die Innenseite des Obl. v., an die sie drei Äste abgibt. Noch bevor sie am lidseitigen Rande des Obl. v. hervortritt, und etwa auf der Mitte der Sehne des R. v. teilt sie sich bei 11 mm Entfernung von der Cornea in zwei divergierende Äste.

Mit diesen beiden Endästen umspannt die *A. cil. ant. ventralis* fast die gesamte ventrale Zirkumferenz des Corneoscleralrandes. Eine große Anzahl feiner Äste strahlt gegen den Rand aus, indem sie sich teilweise untereinander verbinden; andere (wenige) verteilen sich in der *Conjunctiva bulbi*, während zwei stärkere Äste als vorderer Zufluß zur mittleren Augenhaut die *Sclera* durchbohren.

Der oben erwähnte „Bogenast“, der kurz nach der Abgabe des *Truncus cil. temp. medial* zwischen die Bulbusmuskeln abgog, ist der stärkste Seitenast der Arterie; er läuft innen am *R. v.* über die kurzen Äste des *N. oculomotorius* (für den *R. v.*) hinweg, unter der Außenfläche des *Retr. v.* hin und gelangt an dessen nasalem Rande nasoventral an den Sehnerven, da sich in dieser Gegend der *Retr. n.* nicht unmittelbar an den ventralen anschließt. Von hier strahlen die Endäste aus. Schon nahe dem Ursprunge geht ein feiner Ast medial ab, der seine Seitenzweige zum *R. v.*, *Retr. v.*, *N. oculomotorius* und zur Sehnervenscheide gibt und einen bulbuseitigen Ast wieder in das Muttergefäß eintreten läßt. Bald nachher sprießt ein zweiter Ast für den *R. v.* heraus. Aus der Endteilung endlich gehen nacheinander folgende Zweige hervor: 1. ein Ast zum Sehnervenkopf, der von der ventralen zur temporalen und dorsalen Nervenfläche sich umschlägt und entsprechende Zuflüsse zum Zinnischen Gefäßkranz und ein Ästchen zum *Retr. v.* entsendet; der Ast zur ventralen Umrandung ist besonders stark und dürfte Bachs *A. chorioideae inferior* entsprechen; er mündet 2 mm vom Sehnervenkopfe ventrotemporal in die *Sclera* ein. — 2. ein Ast ventral dem Sehnerven entlang, der sich kurz vor dessen Ende in diesen einbohrt, die *A. centralis nervi optici*. — 3) ein Ast ventral am Sehnerven entlang (medial vom Vorhergehenden) zum *Retr. n.* und zur nasalen Sehnervenumrandung. — 4) die *A. palpebrae tertiae* (pt); sie tritt vom Sehnerven aus der Tiefe an den ventralen Rand des *Retr. n.* und von dort an die Innenfläche der *Palpebra tertia*, wo sie, in viel Fett eingebettet, geschlängelt weiterverläuft. Es handelt sich hier um einen beträchtlichen Fettkörper, der das dritte Lid basal ergänzt und in der breiten Lücke zwischen *R. n.* und *R. v.* an die mediale und ventrale Orbitawand stößt, teilweise umfaßt vom *Obl. v.*, der aber auch innen an beiden *Rekti*, zwischen diesen und den Retraktoren, sich ausbreitet. Ein Seitenast läuft über den dorsalen Rand dieses Fettkörpers zur Innenfläche des *R. n.* Der Hauptast geht auf den Drüsenteil des dritten Lides über und schlängelt sich entlang dem nasodorsalen Rande des Knorpels an dessen Innenfläche bis zum dorsalen Ankerfortsatz hin, über den sein Ende außen quer hinwegtritt. Seitenzweige laufen nach beiden Seiten ins dritte

Lid, dieses mit Drüse und beidseitigem Konjunktivalüberzug versorgend. — 5) der *Truncus cil. nas. (cn)* biegt über den ventralen Rand des *Retr. n.* auf dessen Außenfläche um und läuft an dieser unter Abgabe von Seitenästen bulbuswärts; nach Zerteilung durchbohrt er den Muskel und unter Abgabe einiger feiner Zweige (*Aa. cil. post. breves nas.*) mit diesen die Sclera im horizontalen Meridian 2 cm nasal der Sehnerveneintrittsstelle (*A. cil. post. longa nas.*) — 6) ein Ast an die Innenfläche des *R. n.* — 7) ein Ast an den nasalen Rand des *R. v.*

Nach Abgabe dieser dicht folgenden Zweige geht als direkte Fortsetzung aus dem ursprünglichen Bogengefäß ein Stamm hervor, der über den nasalen Sehnervenrand hirnwärts sich auf dessen dorsale Seite schlägt und unter Abgabe von Ästchen an die Sehnervenscheide, an *Retr. n.* und *R. n.* am dorsotemporalen Quadranten des Nervenquerschnitts im Foramen opticum verschwindet. Es handelt sich hier um die *A. ophthalmica interna (oi)*, die im *Canalis opticus* auf den temporalen Nervenrand übertritt und diesen erst 1 cm entfernt vom lateralen Winkel des *Chiasma opticum* verläßt, um in der Seitenwand eines später zu schildernden Subduralraumes zum *Ramus nasalis* der *A. carotis cerebralis* zu verlaufen.

Der zweite Seitenast der *A. o. e.* entspringt dort, wo diese zwischen *N. lacrimalis* und *N. abducens* hindurchtritt, nahe dem dorsalen Rande des *R. t.* Er läuft mit beiden Nerven 1 cm bulbuswärts und teilt sich in den hinteren dorsalen Ciliarstamm und in die Tränenarterie. Der *Truncus ciliaris dorsalis (cd)* geht nach Überquerung des dorsalen Randes des *R. t.* unter den *R. d.* und läuft auf dem *Retr. d.* geschlängelt bulbuswärts; der Stamm gibt Äste ab an *R. d.*, *Retr. t.* und *Retr. d.* und an Fett, das zwischen den *Rr. d.* und *t.* und den Retraktoren, im Bereiche der Tränendrüse aber unter der Orbitalfaszie gelegen ist. Unter abermaliger Entsendung von Zweigen für den *Retr. d.* und *t.* durchbohrt die Arterie den *Retr. d.* nahe dessen temporalem Rande und auch die Sclera 1 cm caudal der Muskelinsertion und 2 cm nasodorsal über der Sehnerveneintrittsstelle.

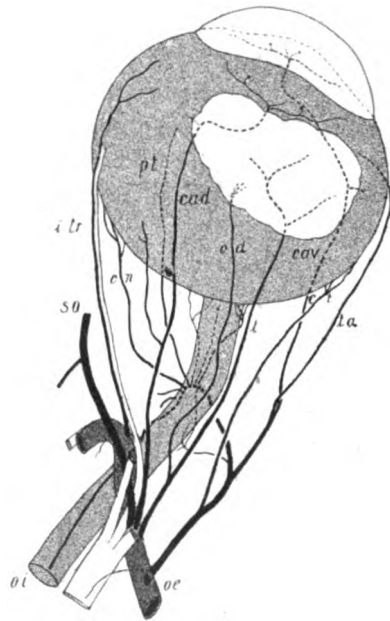
Die *A. lacrimalis (l)* setzt den ursprünglichen Stamm mit dem Hauptaste des gleichnamigen Nerven dem dorsalen Rande des *R. t.* entlang laufend bis zur Tränendrüse fort, deren caudalen Rand sie etwa an der Grenze vom mittleren zum temporalen Drittel erreicht. An Seitenästen sind solche für den *R. t.*, für den *N. lacrimalis* und für das Fett unter *R. d.* und *R. t.* zu erwähnen. Sobald die *A. lacrimalis* nahe der Unterfläche in die Tränendrüse eingetreten ist, gabelt sie sich. Der temporale Endast (*Fig. 1, pit*) schlägt die Richtung gegen den Lidwinkel

ein; 2 cm von diesem entfernt und in der Verlängerung der Lidspalte tritt er unter der Glandula lacrimalis hervor, nachdem er an das Drüsengewebe zahlreiche Äste abgegeben hat, die zum Teil an der Drüsenoberfläche hervortreten, zum Teil über deren Lidrand hinweg in die Conjunctiva fornicis der Gegend des Lidwinkels einstrahlen, wie das auch ein Doppelast tut, der kurz nach dem Hervortreten aus der Drüse entspringt (cf. Fig. 1; der tiefer gelegene Ast, der zur Conjunctiva hinzieht, ist nicht gezeichnet). Als *A. palpebrae inferioris temporalis* läuft der Hauptstamm im Fett in ventral konvexem Bogen dicht über der Faszialarterie hinweg unter dem Orbitalringe hervor und nahe dem Lidrande als *A. limbalis inferior temporalis* in das Unterlid hinein. Durch Zusammenfluß mit der von der *A. malaris* stammenden *A. limbalis inferior nasalis* wird der von anderen Tieren und vom Menschen her bekannte *Arcus tarseus inferior* gebildet, der sich dicht an die blinden Enden der Tarsaldrüsen hält und auf jedem mikroskopischen Schnitte auffällig hervortritt. Das temporale Limbalgefäß vaskularisiert mit seinen basal und randwärts gerichteten Seitenästen der Weite des Bogengefäßes nach nur das temporale Drittel des Lidrandes. Auf dem Wege zum Lidrande zweigen besonders ventral Ästchen ab, die das der Lidfaszie (siehe oben) aufliegende fettreiche Gewebe vaskularisieren und mit entsprechenden Ästchen der Faszialarterie anastomosieren (siehe S. 139). Ein aus der Dorsalwand entspringender Seitenzweig ist hier besonders zu beachten; dieser durchbohrt die Lidfaszie und läuft unter Abgabe von Seitenästchen an der Lidbindehaut (Conj. basalis) als *R. conjunctivalis inferior* (Fig. 1, c i) nasal und bildet ebenfalls dadurch einen Bogen, daß er mit einer vom Gebiete der *A. malaris* (Fig. 1, m) abgegebenen entsprechenden Arterie zusammenläuft (*Arcus conjunctivalis inferior*); die Endästchen bilden ein Anastomosennetz mit solchen aus dem *Arcus tarseus*. Außerdem sei hier endlich ein Zweig besprochen, der einige Millimeter distal vom eben genannten seinen Ursprung nimmt, der als Hautast in der Fig. 1 abgeschnitten ist (vgl. auch Fig. 2, abi). In mächtigem, ventral konvexen Bogen läuft er in der Orbicularismuskulatur gegen die Lidbasis, wiederum einem gleichnamigen Malarisaste entgegen, so daß außen am Orbitalringe noch ein *Arcus basalis inferior* gebildet wird, der die Hautteile der Lidwurzel bis zur Gesichtsleiste vaskularisiert.

Der nasale Endast der Tränenarterie (Fig. 1, bei p s t) hat die Richtung gegen das Foramen supraorbitale, teilt sich aber etwa in der Drüsenmitte, so daß auf diese Weise das Muttergefäß in drei Endstämme zerfällt, wie wir das später noch näher erläutern werden. Der fortlaufende Ast ist mit seinen Seitenzweigen für die dorsale Drüsenhälfte

bestimmt und endet unter Hervortreten aus der Drüsensubstanz mit zwei Hauptgefäßen als dorsotemporale Fasziararterie in der „Lidfaszie“, das ist in der Grundplatte des Oberlides mit dem Ende des Lev. p. s. und in den außen aufgelegten Schichten bis zur Haut, derart, daß sie mehr als die temporale Hälfte der Oberlidbasis mit Blut versorgt. Der zweite Gabelast ist der mittlere der Terminalzweige der A. lacrimalis und zieht als A. palpebrae superioris temporalis (Fig. 1, p s t) nach Abgabe von Drüsenästen und solchen an die Unterlage und nach Hervortreten am Lidrande der Drüse ins Oberlid ein; mit einer Entfernung von 1 cm läuft sie wie am Unterlid dem freien Rande entlang nasal — A. limbalis superior temporalis — und nach einer Gabelung mit den Endästen eines analogen Malarisastes zum Arcus tarseus superior zusammen. Folgende Zweige der temporalen Oberlidarterie sind erwähnenswert: 1. kurz vor Austritt aus der Glandula lacrimalis ein Ästchen, das die Orbitalfaszie durchbohrt und an der Conjunctiva basalis bis über die Lidmitte nasal zieht (cf. Fig. 1); es entspricht dem oben beschriebenen analogen Aste der temporalen Unterlidarterie; obwohl es nicht mit einem Malarisaste im Bogen zusammenläuft, anastomosiert es doch mit dem Endgeäst von Conjunctivalzweigen der Limbalarterie; 2. in Lidwinkelhöhe ein stirnwärts aufsteigender Ast für die Hautteile des temporalen Lidmittels; 3. kurz vor der Gabelung ein Ast zu den Lidrandgebilden im temporalen Lidviertel, 4. basal und limbal gerichtete Seitenzweige, von denen die für die Lidconjunctiva bestimmten die oben erwähnten Anastomosen eingehen.

Dicht distal des eben besprochenen Arterienstammes verläßt die A. ciliaris anterior dorsalis (c a d) die A. o. e., als dritter Zweig aus der lateralen Wand unter dem kreuzenden N. lacrimalis entspringend; sie läuft der Konvexität des N. nasociliaris entlang unter den R. d. und ist dabei lateral in toto vom Knochen verdeckt, so daß sie in der Fig. 2 nicht darzustellen war. Zwischen R. d. und Retr. d. schreitet sie schräg



Figur 1.

oronasal durch zum dorsalen Rande des Obl. d. bzw. des R. n., um dann dem nasalen Rande des R. d. und Lev. p. s. weiter entlang zu laufen, bis sie an den querziehenden Bulbusteil des Obl. d. stößt. Ihre Seitenästchen bis dahin sind bestimmt für den R. d., den Lev. p. s., den Retr. n., für intermuskuläres Fett und den Obl. d. dicht hirnwärts der Trochlea. Im weiteren wird der Querteil des Obl. d. dorsal überschritten; jedoch schiebt sich die Arterie noch im Bereiche dieses Muskels unter den sich verbreiternden Endteil des Lev. p. s. derart temporal ein, daß sie schließlich unter Bildung eines zweiten Bogens zwischen der Endsehne des R. d. und dem Lev. p. s. gegen den Scleralbord vordringt. Der Lev. p. s. strahlt hier in die Augenfaszie aus, die sich von den Rektusmuskeln abgehoben hat und als Lidfaszie in das Oberlid einstrahlt. Bei der Überquerung erhält der Obl. dors. einen kräftigen Stamm (für den gesamten Bulbusteil); ein feiner Zweig geht an den R. d., und zwei ebensolche ziehen zu Fettmassen, die hinter dem Fornix conjunctivae im Winkel zwischen Obl. d. und R. d. gelegen sind; einer strahlt bis in die Conjunctiva und Orbitalfaszie (Lidfaszie) der Mitte des dorsonasalen Quadranten des Lidringes (Fig. 1, c a d) aus, so daß sein Verbreitungsgebiet zwischen das der fraglichen Äste der A. lacrimalis und der A. infratrochlearis fällt. Die A. cil. ant. dors. tritt schließlich über die Insertion des R. d. hinweg, und unter der Conjunctiva bulbi teilt sie sich 12 mm vom Corneoscleralrande entfernt und etwas nasal des senkrechten Hauptmeridians auf der Sclera in vier Hauptäste, von denen die beiden äußeren mit ihren Endästen fast die gesamte dorsale Zirkumferenz des Corneaovales umfassen, während von den mittleren der eine gegen den Cornearand sich auflöst, der andere aber sofort die Sclera durchbohrt. Die drei corneal ziehenden Stämme bilden ein zierliches Astwerk auf der Sclera, dessen Endzweige bis hart an die Hornhaut verfolgt werden können; die Außengefäße entsenden dazu aber je einen Ast durch die Sclera zur mittleren Augenhaut; auch zur Conjunctiva sind zwei Stämmchen nachzuweisen.

Der vierte Seitenast der A. o. e. und zugleich der stärkste ist die A. supraorbitalis s. frontalis (s o), die caudal neben der A. cil. ant. dors. ebenfalls unter dem N. lacrimalis hervortritt; da an der gleichen Stelle die A. o. e. sich anschickt unter den N. nasociliaris zu treten, so liegt der Ursprung der A. supraorbitalis zwischen genannten zwei Nerven (vgl. Textfigur 1), zwischen denen sie dorsal hervortritt, um direkt unter der Periorbita entlang deren Insertion an der Crista pterygoidea die Außenfläche des R. d. zu überqueren; sie unterkreuzt dabei den N. frontalis, der ursprünglich caudal die Arterie begleitete, und im Gegensatz zur Arterie noch eine ganze Strecke innen an der Peri-

orbita weiterzieht. In halber Breite des R. d., der mit dem N. frontalis je ein Ästchen erhält, und noch lateral vom temporalen Rande des Lev. p. s. durchbohrt die Arterie die Periorbita, an die ebenfalls ein feiner Seitensproß abgeht. Bei unverletzter Hülle liegt die Durchbohrungsstelle $\frac{1}{2}$ cm vom oberen Ende der Insertion der Periorbita an die Crista pterygoidea entfernt. Von dieser Stelle aus läuft die A. supraorbitalis zunächst in der alten Richtung außen an der Periorbita weiter, nimmt aber dann in der Nische zwischen Periorbitakegel und medialer Orbitawand in der Tiefe des extraorbitalen Fettkörpers mehr frontale Richtung an. Auf dem Wege gegen das Foramen supraorbitale an der Unterfläche des Processus zygomaticus ossis frontalis entfernt sich die Arterie, ein caudal sehendes Knie bildend, eine Zeitlang von der Periorbita, kehrt aber dann wieder an diese zurück und tritt (4 cm distal von der eigenen Durchbohrung) zwischen dem die Periorbita durchdringenden N. frontalis (medial) und der ebenfalls aus dem Periorbitainneren hervorbrechenden Wurzel der V. supraorbitalis (lateral) hindurch und gelangt so mit Begleitung an die Unterfläche des genannten Stirnbeinfortsatzes, an der Periost und Periorbita noch bis zum Loch deutlich trennbar sind. Die A. supraorbitalis gibt feine Ästchen ab an das Periost der Schädelkapsel und an die Periorbita, vor allem aber einen stärkeren Ast aus dem Kniescheitel caudal zu einem Knochenkanal in der Schädelkapsel (Foramen meningeum, Zimmerl und Mobilio), der in der Richtung gegen den Meatus acusticus externus ziemlich genau an der Sutura zwischen der Schläfenbeinschuppe und dem Temporalflügel des Keilbeins zum Cavum cranii führt (unter Umständen aber auch tiefer herabrücken kann), über und hinter dem auch die gleiche Vene die Schädelwand durchbohrt. Kurz vor der Querebene durch das Tuberculum articulare findet sich die innere Öffnung des Kanales und die Anastomose mit der A. meningea media. Zimmerl und Mobilio haben eine solche Anastomose bereits beim Pferde beschrieben. Wenn die Anastomose der Arterien nicht in jedem Falle auftritt, so scheint doch ein solches Foramen meningeum stets vorhanden zu sein (Zimmerl), wie man sich jederzeit an Schädeln vergewissern kann. Nach meinen Beobachtungen ist noch regelmäßiger als die Arterie eine „Vena meningea“ nachzuweisen; s. im übrigen bei Mobilio. Nebenbei sei hier erwähnt, daß die A. supraorbitalis ihre Wurzel aus der A. o. e. gänzlich verlieren kann (Mobilio). Einen ähnlichen Fall werden auch wir noch kennen lernen. Am Stirnbeinfortsatz entläßt die A. frontalis mehrere feine Ästchen an das Periost. Einer dieser Zweige durchbohrt die Periorbita und versorgt Fettmassen, die medial der Tränendrüse und vom Ende des Lev. p. s. der Orbitalfaszie aufgelagert sind. Seitenzweige dieses Astes ver-

lieren sich in der Tränen-drüse, ein anderer zieht zum Lev. p. s., und ein letzter tritt caudomedial durch einen Kanal an der Stirnbeinfortsatz-wurzel zum Sinus frontalis.

Nach Passage des Foramen supraorbitale teilt sich die gleichnamige Arterie in drei große Äste (Fig. 1, s o), von denen einer caudomedial (scheidelwärts) parallel der Crista frontalis externa, der zweite nasomedial (stirnwärts) und der stärkste nasal, parallel dem Augenbogen verläuft. Sie sind eingebettet in den M. frontoscutularis, den M. corrugator supercillii und M. orbicularis palpebrarum, die Zweige erhalten. Der nasale Endast schiebt auch Gefäßchen in die basalen Teile des Oberlides und anastomosiert nahe dem nasalen Lidwinkel mit Ästchen der A. palp. sup. nas. und der A. angularis oculi aus der A. facialis.

Der fünfte Seitenast, die A. infratrochlearis (i t r), verläßt die A. o. e. nahe dem Scheitelpunkte, und zwar dicht bei der Teilung des N. nasociliaris in seine beiden Endstämme, unter dem Lev. p. s. und medial des R. d. gelegen. Nach Überkreuzung des Ursprunges des N. ethmoidalis legt sich die Arterie auf den gleichnamigen Nerven, den sie nun begleitet. Sie läuft schräg über die Außenfläche des R. n. zum ventralen Rande des Obl. d. (also schräg zwischen beiden durch), der dem R. n. gegenüber weniger stark bulboswärts aufsteigt. Innen diesem Ventralrande angeschmiegt gelangt die Arterie zur Trochlea; diese wird unterquert, und das Ende strahlt in dem Fette aus, welches zwischen dem Bulbusteile des Obl. d. und dem dritten Lide dem Conjunctivalsacke außen aufgelagert ist. Die Arterie vaskularisiert den Lev. p. s. (Ursprungsgebiet), den Obl. d. (hirnseitiger Teil), den R. n., Fett, die mediale Periorbita, den N. infratrochlearis und endlich die Orbitalfaszie und die Conjunctiva fornicis im Bereiche des nasalen Lidwinkels; einzelne Ästchen springen über den Fornix auch auf Randteile der Conjunctiva des dritten Lides über.

Als letzter und zugleich feinsten Stamm entspringt aus der Konkavität der A. o. e. ein feines Ästchen für den Ursprungsteil des Lev. p. s.

Bald nach der Abgabe der A. o. e. tritt die A. maxillaris interna durch das Foramen alare orale hervor und zieht lateral und ventral vom N. maxillaris in gerader Richtung gegen das Foramen palatinum caudale hin; sie liegt dabei auch Teilen des Plexus sphenopalatinus lateral an und wird in der zweiten Hälfte ihres Verlaufs und nach Abgabe der A. buccinatoria durch ein an der Ventralwand hervortretendes Bündel des N. maxillaris lateral und dorsal überkreuzt. Kurz vor Verlassen des Canalis pterygoideus s. alaris geht ein feines Stämmchen aus der Arterie hervor, das sich über die auslaufende Crista pterygoidea lateral umschlägt und

sofort in den schmalen, entlang der Leiste sich herabziehenden Teil des *M. temporalis* (vgl. Fig. 2, *M. t.*) sich einsenkt (*Ramus temporalis*). 1 cm weiter distal tritt ventro-lateral die *A. buccinatoria* hervor, die vor der ebengenannten Partie des Schläfenmuskels ihren Weg parallel der *V. reflexa* zum *Tuber maxillare* nimmt und dort erst zum gleichnamigen Nerven gelangt; auch in der gleichen Gegend tritt sie erst auf den *M. pterygoideus lateralis* über (vgl. hierzu Fig. 2, b). Außer uns hier nicht interessierenden Nebenästchen schickt die Arterie die starke *A. adiposa* (vgl. Fig. 2, ad) ab; sie steigt weit im extraorbitalen Augenfette auf, das als langer, wurstartig gebogener Körper von der *Fossa temporalis* hinter dem *Proc. zygomaticus ossis frontalis* ausgeht, zwischen *M. temporalis* und der Periorbita sich herabzieht, den Periorbitatrichter überquert und die *V. reflexa* und *ophthalmica* bis zum *Tuber maxillare lateral* zudeckt. Ihre Verzweigung liegt in der Hauptsache in diesem Fettkörper, aber auch die *V. reflexa* und die Periorbita erhalten feine Reiser.

Medial der *V. reflexa*, nahe den verschiedenen Kanalmündungen in die *Fossa pterygopalatina* teilt sich die *A. maxillaris interna* in die zwei Endäste, in den *Truncus* für die *A. sphenopalatina* (*A. nasalis caudalis* und *A. palatina major*) und die *A. palatina minor* und in den *Truncus* für die *A. infraorbitalis* und *A. malaris*.

Hier interessiert uns nur die *A. malaris*, die zwischen Bündeln des *N. infraorbitalis* in der Tiefe der genannten Grube caudolateral gegen den Rand der ventralen Orbitawand aufsteigt und über diesen hinweg auf den Boden der Augenhöhle umbiegt. Die aufsteigende Arterie wird im Dreieck zwischen *Tuber maxillare*, Periorbita und *Vena reflexa* ganz in der Tiefe sichtbar, wenn man mehr als bei Fig. 2 von hinten her in die Grube Einblick hält. Sie hat kleine Seitenzweige an den *N. infraorbitalis*, die *Vena reflexa* (Fig. 2) und das hier als Füllmasse dienende Fett, an die Periorbita und an das Periost des hinteren Randes des Orbitalbodens. Am Augenhöhlenboden läuft die *A. malaris* zwischen Periost des Bodens und Periorbita gegen den nasalen Augenwinkel vor, indem sie 3 cm hinter der äußeren Orbitalumrandung in einem breiten Schlitz die Periorbita durchbricht, die hier mit dem Perioste verschmilzt, also selbst zum Perioste wird; nun zieht die Arterie „intraorbital“ weiter, um sich mit 1 cm Entfernung vom Orbitalrande zu teilen (Fig. 1, rechts von m; nicht sichtbar). Der „extraorbitale“ Teil gibt ab 1. feinere durchbohrende Ästchen an die Periorbita, sowie in die caudale Wand des *Sinus maxillaris* und dessen Schleimhaut. 2. aus der medialen Wand einen bedeutenderen Ast in orolateral konvexem Bogen gegen den Ursprung des *Obl. v.*, immer direkt am Knochen verlaufend und im Ursprungsteil

des Muskels sich verzweigend. Den „intraorbitalen“ Teil verlassen 1. ein Ästchen, das an die Periorbita bzw. das Periost und an das ihm innen auflagernde Fett zieht; 2. kurz vor der Teilung ein Ast, der in orolateral konvexem Bogen auf die Orbitalfaszie überspringt (Fig. 1, t a) und parallel dem Orbitalrande dieser entlang temporal zieht, bis sie mit der ihr entgegenlaufenden ventrotemporalen Faszialarterie zusammentrifft (s. S. 139); wir wollen das Gefäß die ventronasale Faszialarterie benennen; sie hat Seitenzweige für die Faszie und das ihr aufliegende Fett, gibt aber knapp nasal der Lidmitte ein Stämmchen ab, das die Faszie durchbohrend zur Conjunctiva basalis bzw. fornicis des Unterlides zieht und sich in zwei divergierende Äste teilt, deren nasaler das nasale Drittel der Basalconjunctiva mit Blut versorgt, während der temporale eine Bogenanastomose (Fig. 1, ci) mit einem entsprechenden Conjunctivalaste der A. palp. inf. temp. eingeht und für das mittlere Drittel der Lidconjunctiva bestimmt ist; die lidrandseitigen Lidzweige anastomosieren mit Bindehautästen der Limbalarterie; 3. dicht distal von 2. ein Ast, der über den Orbitalrand auf die Angesichtsfläche des Jochbeins tritt und nach Abgabe eines senkrecht gegen die Crista facialis ausstrahlenden Hautzweiges im Bogen temporal läuft (Fig. 1, a b i) und den schon besprochenen Arcus basalis inferior bilden hilft (s. S. 142).

Aus der Endteilung der A. malaris gehen als Hauptzweige die beiden nasalen Lidarterien hervor. Die A. palpebrae inferioris nasalis (Fig. 1, pin) ist der laterale der Endäste und setzt die alte Richtung bis zum Orbitalrande etwa fort; ventral vom Ligamentum canthi nasale gelangt sie in oral konvexem Bogen ins Unterlid, nachdem sie über den Augenhöhlenrand noch Äste auf die Angesichtsfläche in der Tränen- und Jochbeingegend und später einen Zweig gegen die Tiefe des Lidbandes abgegeben hat, der links genauer beschrieben wird. Als A. limbalis inferior nasalis biegt das Gefäß in die Parallele zum Lidrande ein; anfänglich bleibt sie aber dem Tarsaldrüsengrunde ziemlich fern (1 cm), so daß fast für die gesamte nasale Lidrandhälfte ein besonderer Seitenast abgegeben wird, der sich mit drei stärkeren Zweigen den Lidrandteilen zuwendet; vom nasalen dieser drei Zweige wird auch die Tränenkarunkel und ihre Umgebung versorgt. Erst in der Lidmitte erreicht die A. limbalis einen minimalen Abstand von 0,4 cm gegenüber dem freien Rande, und an der Grenze zum temporalen Drittel läuft sie mit dem temporalen Lidrandgefäße zusammen (s. S. 142).

Die A. palpebrae superioris nasalis biegt als medialer Endast der A. malaris rechtwinklig gegen die Medianebene ab und läuft dabei quer unter dem Tränensack vorüber, um medial von ihm zwischen diesem

und dem Ursprungsteile des Obl. v. dorsomedial aufzusteigen. In medial konvexem Bogen und nach Abgabe eines in Periostmassen innen am Orbitalrande aufsteigenden Astes erreicht er so am Orbitalrande die Höhe des aboralen Tränenbeinfortsatzes; an diesem tritt er über dem Lidbande hervor und biegt in das Oberlid ein (Fig. 1, psn). Bei der Annäherung an den Tränensack zweigt die feine *A. sacci lacrimalis* ab, die Tränensack und Tränenröhrchen vaskularisiert, und dicht distal die ziemlich starke *A. canalis nasolacrimalis*, die den häutigen Kanal ventral begleitet und in diesem sich auflöst. Weiter gehen Ästchen ab an das Periost, von denen ein stärkeres innen dem Orbitalrande entlang gegen die Wurzel des Proc. zygomaticus ossis frontalis vordringt; und die obere Lidarterie entsendet nahe dem Lidwinkel einen feinen Zweig, der das nasale Viertel des Oberlidrandes und mit tiefen Ästchen die benachbarten Teile der Lidconjunctiva im nasodorsalen Quadranten versorgt. Die *A. limbalis superior nasalis* selbst läuft mit 7 mm Abstand dem Limbus entlang; nahe der Lidmitte gabelt sie sich, um endlich mit der temporalen Arterie die oben schon beschriebene Insel im Arcus tarseus superior zu bilden. Betreffs der Seitenzweige sei auf die Fig. 1 und auf das S. 143 Gesagte verwiesen.

2. Fall. Pferd 1 (V der Protokolle), linke Seite.

Die *A. ophthalmica externa* hat zu Muskeln und Nerven den Verlauf der rechten Seite; sie entspringt in kurzem gemeinsamen Stamme mit der *A. temporalis profunda oralis*. Diese versorgt außer dem Schläfenmuskel mit distalen Ästen das dorsale Ende des extra-orbitalen Fettkörpers und die Außenbedeckung der Stirngegend auf dem Wurzelgebiet des Proc. zygom. oss. front., wo sie mit Zweigen besonders der *A. supraorbitalis* anastomosiert.

Der erste Seitenast der *A. o. e.* entspricht im Prinzip dem der anderen Seite, das heißt er stellt auch einen Truncus communis dar für die ventrotemporale Faszialarterie, den Truncus cil. temp., die *A. cil. ant. temp.*, für Zuflüsse zum Zinnschen Kranz, für die *A. palp. tertiae*, den Trunc. cil. nas. und, wenn man will, für die *A. o. i.* Einzig ist hier das kleine Nervenscheidengefäß zur Fissura orbitalis vom Stamme abgetrennt; es nimmt einen gesonderten Ursprung aus der *A. o. e.* Der Ursprung des ersten großen Truncus aus der *A. o. e.* liegt in der Höhe der Kreuzung des N. zygomaticus an der medialen Wand; beide treten von außen in die Periorbita ein, nachdem ein feines orales Ästchen für den N. maxillaris abgegeben wurde. Der Nerv deckt den Arterienzweig lateral zu, der nach Übersteigen der *V. communicans* (s. S. 136) etwas in der Tiefe der Rinne des

R. t. und R. v. verläuft. Etwa in der Höhe der Kreuzung durch die V. ophthalmica superior (vgl. Fig. 2) geht der tiefe Bogenast mit der A. cil. ant. ventr. medial ab, während der den temporalen Ciliarstamm und die Faszialarterie umfassende Ast derart die Richtung fortsetzt, daß nach kurzem Verlaufe und nach Teilung die relativ schwache ventrotemporale Arterie der Orbitalfaszie (Fig. 2, ta) im Muskelspalt hervortritt. Sie hat den rechts geschilderten Verlauf (ta), gibt Ästchen ab für den R. t., R. v., N. oculomotorius sowie an Fett und die Periorbita im Bereiche der Einmündung der V. ophthalmica wie im Bereiche des Jochbogens, wo die Arterie auf die Orbitalfaszie tritt; hier erhält auch der N. subcutaneus malae feine Ästchen. Der äquatoriale Verlauf am Bulbus durch einen stark ausgebildeten Venenplexus hindurch gestaltet sich wie rechts; unter Gabelung läuft sie zum Bogen mit der ventronasalen Faszialarterie aus der A. malaris zusammen; der lidseitige Ast der Inselbildung legt sich dem ventralen Teil des Fornix conjunctivae zur Palpebra tertia an; von ihm strahlen ab ein Ast für die Conjunctiva palpebrae inferioris, soweit sie das dritte Lid deckt, ein Ast an den Fornix selbst, und aus dem Scheitelpunkte ein Ast zur temporalen Hälfte der Unterlidconjunctiva, der mit einem entsprechenden Aste von der A. palp. inf. temp. im Bogen zusammenläuft. Es liegen die Vaskularisationsverhältnisse der Unterlidconjunctiva ganz ähnlich wie auf der rechten Seite; es hat lediglich der Ast für die nasalen Teile der Bindehaut hier einen gesonderten Ursprung aus der Faszialarterie.

Der Truncus ciliaris temporalis (ct) schiebt sich zwischen R. und Retr. t. ein und durchbohrt den Retr. t. 1 cm über dessen ventralem Rande, nach Abgabe von Ästchen für den Muskel und solcher, die als Aa. cil. post. breves temp. auch die Sclera durchbohren. Der Hauptstamm selbst senkt sich in einer Entfernung von 1,7 cm temporal des Sehnerveneintritts im horizontalen Meridian als A. cil. post. longa temp. in die Sclera ein. Dort wo der Truncus die Rinne zwischen Retr. v. und t. verläßt (etwa 2 cm hinter dem hirnsseitigen Augenpol), entsendet er zwischen diese Muskeln hinein einen ziemlich starken Stamm zum ventrotemporalen Sehnervenrande, der außer einem Aste zum Retr. v. den Zufluß zur temporalen und dorsalen Umrandung der Lamina cribrosa entsendet; der stärkere Zweig läuft ventral am Nerven entlang und bohrt sich ventrotemporal des Sieblochs mit knapp 2 mm Abstand in die Sclera ein; es handelt sich hier um Bachs A. chorioideae inferior.

Der Ursprung der A. ciliaris anterior ventralis (cav) aus dem oben genannten Bogengefäß liegt wie dieses zwischen R. v. und

Retraktor. Dem temporalen Rande des Retr. v. entlanglaufend wird der aus der Tiefe hervortretende Ramus longus n. oculomotorii dorsal gekreuzt, und Fett und R. v. erhalten Seitenzweige. Unter die Orbitalfaszie getreten gelangt sie im Fett in der Höhe des hirnseitigen Randes des Obl. v. über den temporalen Rand des R. v. auf dessen Außenfläche und gleichzeitig an die Innenseite des Obl. v., über die hinweg sie nach kurzer Einbohrung und Abgabe von Ästen auf die Sehne des R. v. tritt. Dicht hinter dem cornealen Rande des unteren schiefen Muskels liegt auf der Endsehne des R. v. die Endteilung — 10 mm hinter dem Corneoscleralfalze — die ein ähnliches Bild wie rechts ergibt (viele Äste gegen den Cornealrand, einige Äste zur Conjunctiva bulbi, drei stärkere und mehrere feinere durchbohrende Äste für die mittlere Augenhaut).

Der fortlaufende „Bogenast“ kreuzt auch den N. oculomotorius dorsal und schiebt sich in medialer Richtung zwischen R. und Retr. v. bis über den nasalen Rand des R. v. vor, wo er innen am R. n. direkt an den Sehnerven anstößt und sich in seine zahlreichen Äste aufteilt: die Mm. retr. nas. und ventr. zeigen hier ja eine breite Lücke (s. S. 140). Dem ventralen Rande des Retr. v. entlang zieht die A. palpebrae tertiae (p t) bulbuswärts, um in enormen Fettmassen zum nasodorsalen Rande der Cartilago palpebrae tertiae zu gelangen. Sie gibt Seitenzweige an den R. n., R. v. und den nasalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz für die ventrale, nasale und dorsale Sehnervenkopfumrandung ab.

Der dritten Lidarterie gegenüber entspringen drei hirnseitig verlaufende Zweigchen mit Ästen an den N. oculomotorius, dessen Rami breves direkt ventral am Sehnerven liegen, mit Ästen an die Nervenscheide, den Retr. t. und v. und an den R. v. und n.

Der vierte nasal dicht anschließende hirnseitige Ast ist die A. o p h t h a l m i c a i n t e r n a, die über den nasalen zum dorsalen Sehnervenrand aufsteigt, so daß sie am dorsonasalen Quadranten des Nervenquerschnitts in das Foramen opticum eintritt (o i), in dem sie sich bis zum temporalen Rande herabläßt, um wie am rechten Auge 1 cm entfernt vom lateralen Chiasmawinkel vom Nerven zum Ramus nasalis der A. carotis cerebialis überzuspringen.

Der Rest unseres Stammgefäßes wendet sich bulbuswärts, gibt die ventral am N. opticus verlaufende A. centralis nervi optici ab, die sich 10 mm von der Lamina cribrosa entfernt einsenkt, und geht in den Truncus ciliaris nasalis (c n) über. Dieser Endstamm zieht unter Abgabe eines schwachen Nervenscheidenästchens über den ventralen Rand des Retr. n. auf dessen Außenfläche hinüber, an welcher er bis zur Durchbohrung entlangläuft. Der Muskel erhält viele Zweige; einzelne durch-

bohren ihn gänzlich und durchdringen auch die Sclera — *Aa. ciliares posteriores breves nasales* —, während der Hauptstamm, die *A. ciliaris posterior longa nasalis*, nach einer Zweiteilung 2 cm nasal vom Sehnervenkopfe entfernt in der Sclera sich einbohrt.

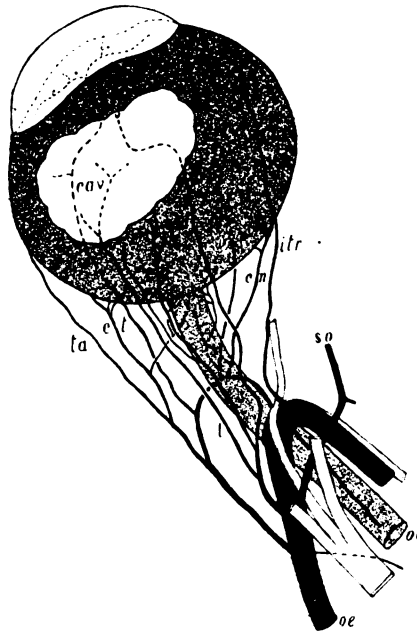
Der zweite Seitenast der *A. o. e.* umfaßt die *A. lacrimalis*, den *Truncus cil. dorsalis* und die *A. cil. ant. dorsalis*, die rechts als isolierter Stamm auftrat. Er entspringt aus der lateralen Wand direkt proximal der Kreuzung durch den *N. lacrimalis*, hat den Verlauf wie rechts, das heißt ventral und lateral an der *A. o. e.*, entlang dem dorsalen Rande des *R. t.*, nachdem der *N. lacrimalis* unterkreuzt wurde (Fig. 2, 1). Nach $1\frac{1}{2}$ cm Verlauf macht sich die oberflächliche *A. lacrimalis* (1) frei, die die Fortsetzung darstellt und sich beim Eintritt in den Drüsenrand zweiteilt. Es erhalten Seitenzweige der *R. t.*, die Periorbita und dicht vor der Teilung die caudalen Teile der nasalen Tränenröhrenhälfte (Fig. 2, 1₁). Die Endäste dieses Stämmchens treten sowohl an der Oberfläche hervor, wie auch Zweige zur Orbitalfaszie und zum Ende des *Lev. p. s.* hinziehen (darüber siehe unten). Die zwei Endstämme der Tränenarterie verhalten sich im übrigen genau wie am rechten Auge, so daß auch hier von drei Endästen gesprochen werden kann (s. S. 142). Die *A. palpebrae inferioris temporalis* tritt in unregelmäßigem, ventral konvexen Bogen (Fig. 2, pit) vom unteren Drüsenende aus unter dem Augenbogen hervor zum Lidrande. Diesem dicht benachbart läuft die *A. limbalis inferior temporalis* (Fig. 2, lit) nach einer Gabelung etwa in der Lidmitte zum *Arcus tarseus inferior* mit der nasalen Lidrandarterie zusammen. Die untere Lidarterie gibt ab einen Zweig zu den Hautteilen des Lidwinkels, ein Ästchen zur Orbitalfaszie, das mit deren Hauptarterie anastomosiert, den vom rechten Auge her bekannten, den *Arcus conjunctivalis inferior* (Fig. 2, ci) bildenden Ast zur Lidconjunctiva und den fraglichen Zufluß zum *Arcus basalis inferior* (Fig. 2, abi); das Limbalgefäß hat die bekannten Seitenäste. Die *A. palpebrae superioris temporalis* (Fig. 2, pst) wird zur *A. limbalis superior temporalis*; im *Arcus tarseus superior* kommt es wie unten zu einer Inselbildung. Der nasale Drüsenast (Fig. 2, 1₂) sendet Zweige zum Oberlide und zur Orbitalfaszie, die insgesamt als dorso-nasale Faszialarterien bezeichnet werden können.

Der *Truncus cil. dors.* und die *A. cil. ant. dors.* trennen sich, nachdem sie im gemeinsamen Stamme im Bogen der *A. o. e.* $\frac{3}{4}$ cm entlang gezogen sind, unter dem temporalen Rande des *R. d.* Der *Truncus ciliaris dorsalis* (ca) zieht, nur wenig unter den *R. d.* geschoben, auf dem *Retr. d.* bulbuswärts, den er nahe seiner Insertion unter Ab-

gabe vieler Muskelzweige durchbohrt. Nach Entsendung einer feineren *A. cil. post. brevis dors.* zieht die Arterie mit mehreren Endästen in die Sclera ein, 2,0 cm dorsal der Sehnervenumrandung, während ein oberflächliches Ästchen den Muskel bis zur Insertion begleitet und mit 3,2 cm Abstand die Sclera durchbohrt. Von der Arterie erhalten Seitenzweige der *R. d.*, der *Retr. t.*, der *Retr. d.*, die Sehne des *Obl. d.* und das intermuskuläre Fett zwischen *Rekti* und *Retraktoren*; ein Fettast ist weit corneal zu verfolgen und verliert sich dicht beim Endgeäst eines von der *A. cil. ant. dors.* zurücklaufenden Zweiges, so daß man an das Vorhandensein einer *A. cil. ant. dors. temporalis* denken konnte, wie wir eine solche später kennen lernen werden.

Die *A. ciliaris anterior dorsalis (cad)* begleitet die *A. o. e.* im Bogen weiter, so daß sie unter dem *R. d.* bis zu dessen nasalem Rande und damit unter den *Lev. p. s.* gelangt; in dieser Lage zieht sie bis zum Viertel des *Obl. d.* Äste zweigen ab für den *R. d.* und für das intermuskuläre Fett; ein anderer Fettast zieht in einiger Entfernung von der Trochlea unter dem *Obl. d.* zum Fornix des dorsalen Endes der *Palpebra tertia*, der ebenfalls mit der *Lidconjunctiva* dieser Gegend Zweige erhält. Im Bogen wird die Außenfläche des *Obl. d.*, an die ein Ast abgeht, erstiegen und überquert; schräg temporal führt der Weg weiter zwischen *R. d.* und *Lev. p. s.*, unter Abgabe eines Zweiges an Fett und Orbitalfaszie, bis etwa zur Mitte der Rektusehne, an der meridionale Richtung angenommen wird. Die Aufteilung liegt 10 mm hinter dem Cornealrande; wieder wird die gesamte dorsale Umgrenzung des Hornhautovals mit Blut versorgt. Aus dem Endgeäst zieht ein Stämmchen hervor, das mit $1\frac{1}{4}$ cm Abstand der Stammarterie parallel auf der Sehne des *R. d.* hinwärts zieht; es löst sich im Fett auf, ohne mit dem oben erwähnten Aste des *Tr. cil. dors.* in Verbindung zu treten. Die Endteilung der dorsalen vorderen Ciliararterie läßt vier durchbohrende Zweige erkennen.

Der dritte Seitenast wird durch die *A. frontalis s. supra-*



Figur 2.

orbitalis (s o) gebildet, deren Ursprung aus der lateralen Wand der A. o. e. durch den N. lacrimalis verdeckt wird, während medial desselben der N. nasociliaris das Muttergefäß lateral kreuzt. Der Verlauf und das Verhalten der Arterie zur Hülle der Muskelpyramide (Fig. 2, s o) ist das beim rechten Auge geschilderte; Ästchen gehen hier ab zur Periorbita, zum Fett, zum R. d. und N. frontalis. Nach der Durchbohrung legt sich die Arterie außen der Periorbita an und gelangt unter Beibehaltung der Richtung gegen das Schädeldach an die mediale Orbitawand; hier biegt sie ab, um fortan die Richtung gegen das Foramen supraorbitale zu behalten. Aus dem Knie zieht ein Ast ab, der sich gegen die Wurzel des Jochbogens hin allmählich zur Dura durchbohrt und Ästchen der A. meningea media kreuzt, ohne aber direkt mit diesen zu kommunizieren; seine Zweige liegen dicht dem Knochen an und geben überall Ästchen an diesen ab. Der weitere Verlauf an der Dura interessiert uns hier nicht. Andere feine Zweige der A. supraorbitalis werden zum Periost, zur Periorbita und zum Fett abgegeben. Dort, wo die orbitale Wurzel der V. supraorbitalis medial gekreuzt wird, geht ein zweiter Ast hirnwärts in die Schädelkapsel; er begleitet die durchbohrende V. meningea ventral, löst sich selbst aber bald im Knochen auf.

Sobald die A. frontalis unter den Stirnbeinfortsatz tritt, läuft sie unter einem Haftbände der Periorbita hindurch, das gegen eine Rauigkeit an der Fortsatzwurzel hinzieht, und ist nun auf dem Wege bis zum Foramen in die Massen des Periostes (zwischen die fortlaufende Periorbita und das Periost) eingeschlossen. Da hier das Oberaugenhöhlenloch zweigeteilt ist, so passiert die Arterie ebenfalls in zwei Ästen. An der Gabelungsstelle wird das schon rechts besprochene Gefäß entsandt, das caudomedial in einen an der Wurzel des Knochenfortsatzes gelegenen Kanal eintritt, der zum Sinus frontalis führt. Ein anderer Ast aus dieser Gegend durchbohrt die Periorbita und versorgt die Fettmassen, die caudal des dorsalen Tränendrüsenedes auf der Orbitalfaszie liegen, und das Ende des Lev. p. s.

Der schwächere Endast der A. supraorbitalis zieht durch das lidseitige Loch des Augenbogens; sein oraler Endzweig läuft unter dem M. corrugator supercillii und dem M. orbicularis palpebrarum dem Orbitalrande entlang mundwärts und vaskularisiert die genannten Muskeln, das Periost und die Hautteile der Oberlidbasis; der caudale Zweig anastomosiert auf dem Augenbogen mit Ästen der A. temp. prof. oralis (vgl. Fig. 2). Der stärkere Ast der A. frontalis zieht durch das mehr medial gelegene Hauptloch; sein oraler Endast läuft unter dem M. corrugator supercillii gegen die Stirnnasenbeinnaht, versorgt Periost, Muskel und Haut und anasto-

mosiert mit Zweigen aus der *A. malaris*; der mediale Ast zieht unter dem *M. corrugator supercillii* gegen die Stirnmitte, während der caudale entlang dem caudalen Rande des Augenbogens scheidelwärts läuft und mit Ästchen der *A. temp. prof. oral.* kommuniziert.

Die *A. infratrochlearis* (*i tr*) verläßt als vierter Ast die *A. o. e.* aus ihrem Scheitel in der Höhe der Nerventeilung (s. S. 146), das ist an der Innenfläche des *Obl. d.* und in der Höhe des Dorsalrandes des *R. n.* Sofort ziehen Ästchen an den *Lev. p. s.*, den *Obl. d.*, *R. n.* und *M. infratrochlearis*. Die Arterie begleitet den gleichnamigen Nerven und den *Obl. d. ventral*, und so senkt sie sich an der Außenfläche des *R. n.* allmählich herab, bis sie unter der Trochlea hinweg zu den Fettmassen gelangt, die in der Tiefe des nasalen Lidwinkels außen auf dem *R. n.* und dem dritten Lide sitzen. Auch die orbitale Faszie erhält Zweige, die bis an den *Fornix conjunctivae* heranziehen und diesen wie rechts versorgen.

Der Verlauf der *A. buccinatoria* ist aus der Fig. 2 zu ersehen. Uns interessiert hier wieder nur deren Ast zum extraorbitalen Fettkörper, die *A. adiposa* (Fig. 2, *ad*), die wie rechts zwischen Periorbita, Fett und *M. temporalis* $2\frac{1}{2}$ cm caudodorsal aufsteigt. Der stärkere Hauptstamm läuft in der alten Richtung und Lage weiter, kreuzt also die Periorbitalpyramide fast im rechten Winkel nahe ihrer Spitze. Von der medialen Fläche des Fettkörpers zieht die Arterie über die hintere Kante zur Lateralseite, und sie versorgt den ganzen Apparat bis auf das äußerste dorsale Ende, der sein Blut von der *A. temp. prof. oral.* erhält. Der kleinere Hauptstamm der Fettarterie vaskularisiert den ventralen Teil des Fettkörpers, woran allerdings auch ein über der *V. reflexa* aus der *A. malaris* hervortretendes Gefäßchen sich beteiligt (Fig. 2).

Die *A. malaris* weicht in ihrem Verlauf zum Orbitalboden nicht von der anderen Seite ab; sie gibt neben den anderen wieder ein laterales Stämmchen zur *V. reflexa* und zum Ventralende des extraorbitalen Fettkörpers ab, der eben erwähnt wurde. Auch im Bereiche der Orbita zeigt die *A. malaris* das rechts geschilderte Verhalten: erst nachdem das Gefäß 3 cm zwischen Periorbita und Periost, die teilweise etwas Fett zwischen sich bergen, vorgedrungen ist, durchbohrt sie in einem breiten Schlitz die Augenhülle. „Extraorbital“ entsendet sie zahlreiche Ästchen an die beiden fraglichen Häute und an das zwischenliegende Fett, sowie den auch rechts geschilderten besonderen Ast zum Ursprungsteil des *Obl. v.* „Intraorbital“ werden abgegeben: Ästchen an die Periorbita; in der Höhe des hirnseitigen Randes des *Obl. v.* die *A. canalis nasolacimalis*, die unter der Außenfläche des Muskels gegen den Tränenrichter vordringt, so daß sie ventral vom Tränensack in den knöchernen Kanal eintritt, und

die rückläufig ein Ästchen zum Muskelursprung entsendet; in der Mitte der Muskelbreite lateral gegen die Orbitawand (Nahthöhe zwischen Lacrimale und Jugale) den Stamm für die ventrale Bogenarterie der Faszie und den Arcus basalis inferior.

$\frac{3}{4}$ cm entfernt vom Orbitalrande biegt die ventronasale Faszialarterie ab, indem sie der Bulbuswölbung und der Augenhöhlenwölbung folgend entlang dem lidseitigen Rande des Obl. v. temporal läuft; sie gibt die bekannten Äste ab; über die Anastomose s. S. 150. Der fortlaufende Stamm tritt an der angedeuteten Stelle über den Orbitalrand auf die Angesichtsfläche; in ventral konvexem Bogen läuft er unter der Lidbasis temporal, um so durch Anschluß an den S. 152 beschriebenen Ast der A. palp. inf. temp. den Arcus basalis inferior (Fig. 2, a b i) zu bilden. Die Seitenzweige, deren Verlauf aus Fig. 2 hervorgeht, vaskularisieren das Periost über der Gesichtsleiste, den M. malaris und die Haut dieser Gegend, aber auch Muskulatur und Haut der Basalteile des Unterlides.

Etwas distal des lidseitigen Randes des Obl. v. und etwa 1 cm entfernt vom Orbitalrande liegt die Teilung der A. malaris in die beiden Endäste, die man, wenn man will, als die nasalen Lidarterien bezeichnen kann; eigentlich sind sie, und das gilt besonders für die untere, etwas mehr. Ein Stamm läuft in der alten Richtung fort direkt gegen den Höhlenrand, den er in einiger Entfernung vom inneren Lidbände erreicht; hier spaltet er sich in drei Äste (Fig. 2, p i n). Die eigentliche A. palpebrae inferioris nasalis biegt temporal ins Unterlid ein; als A. limbalis nasalis dringt sie mit zwei Stämmen vor zur Inselbildung mit der temporalen. Die beiden Stämme haben anfänglich 4 bzw. 10 mm Abstand vom freien Lidrande. Der Arcus tarseus inferior ist im übrigen S. 152 beschrieben; die Seitenzweige ergeben sich aus der Fig. 2. Ein zweiter Ast läuft in oroventral konvexem Bogen nahe dem Insertionsrande des M. levator labii superioris proprius vorüber zur Tränenbein-Nasenbeinnaht und caudal bis zur Nasen-Stirnbeinnaht; Seitenäste sind für den genannten Lippenmuskel, für den M. orbicularis palpebrarum, für Periost und Haut bestimmt; Anastomosen bestehen mit der A. angularis oculi (Fig. 2, a o) und der A. supraorbitalis (Fig. 2, s o). Der dritte Ast endlich zieht entlang dem Orbitalrande im M. orbicularis aufwärts und unter dem Ligamentum canthi nasale in den Bereich des Oberlides hinein (vgl. Fig. 2); es erhalten Äste das Periost des Orbitalrandes, der M. orbicularis palpebr. und das Ende das M. corrugator supercillii; Anastomosen sind nachzuweisen mit dem eben besprochenen Zweige, mit der A. supraorbitalis und der A. palp. sup. nas.

Der nasale Teilast der *A. malaris* ist die *A. palpebrae superioris nasalis* (Fig. 2, p s n), die parallel dem lidseitigen Rande des *Obl. v.* unter dem Tränensack durchtritt und im Bogen zum Oberlidteil des Orbitalrandes sich wendet, um schließlich aus der Tiefe heraus als *A. limbalis superior nasalis* zum Lidrande in Beziehung zu treten. Der *Arcus tarseus superior* verhält sich im übrigen wie S. 152 geschildert. Beim Kreuzen der Tränenwege geht die *A. sacci lacrimalis* ab; ferner werden entsandt ein Ast für die Periorbita und die zwischen diese und das Periost sich einschiebenden Fettmassen, ein Ast an das periostale Gewebe innen am oberen Orbitalrande, ein Ast an das temporale Fünftel des Oberlidrandes, Äste an Muskulatur und Haut der nasalen Lidteile u. s. f.

3. Fall. Pferd 2 (VII der Protokolle), rechte Seite.

Die *A. ophthalmica externa* unterscheidet sich vom Fall 1 und 2 durch einen bulbuswärts weiter vorgeschobenen Bogen; auch ihre Lage zum *N. nasociliaris* ist eine andere. Der Nerv kreuzt die Arterie nicht in dorsoventralem Sinne an der lateralen Seite, er läuft vielmehr (vgl. Textfigur) medial der Arterie entlang direkt gegen deren Konkavität. Und bereits 1 cm entfernt von dieser teilt er sich in den *N. infratrochlearis*, der die alte Richtung fortsetzend dorsal über den Arterienscheitel zum ventralen Rande des *Obl. v.* verläuft, und in den *N. ethmoidalis*; dieser überkreuzt den zum Foramen ethmoidale absteigenden Arterienschenkel dorsal, um dorsomedial vom Gefäß in den Kanal einzutreten.

Der erste Seitenast der *A. o. e.* enthält im Prinzip die gleichen Äste wie im Fall 1, entspringt und verläuft auch wie dort. Nach $1\frac{3}{4}$ cm geht als dorsaler Zweig die ventrotemporale Faszialarterie (*t a*) ab, deren Verlauf bekannt ist, die aber bald einen *Truncus ciliaris temporalis dorsalis* (*c t*) entsendet; dieser schiebt sich nur wenig unter den *R. t.*, der einen Zweig erhält, und begleitet die gleichnamige ventrale Arterie, auf die wir sofort zu sprechen kommen.

$1\frac{1}{2}$ cm nach Abgang dieses *Truncus* und dicht distal der Überkreuzung des aus der Tiefe im Spalt zwischen *R. t.* und *R. v.* hervortretenden Okulomotoriusastes (für den *Obl. v.*) senkt sich der von Fall 1 und 2 her bekannte „Bogenast“ scharf medial sich abwendend tief zwischen die Muskeln ein, während der fortlaufende Stamm oberflächlich 0,5 cm weiterläuft, um sich dort in den tieferen Ast, den *Trunc. cil. temp. ventr.* und in die oberflächliche *A. cil. ant. ventr.* zu gabeln. Der *Truncus ciliaris temporalis ventralis* (*c t*) steigt etwas unter dem *R. t.* auf, der einen Zweig erhält, gelangt ventral an die oben erwähnte dorsale

gleichnamige Arterie, in deren direkter Nachbarschaft er unter Abgabe von Muskelästen den Retr. t. und die Sclera 1,7 cm vom Sehnervenkopfe entfernt im horizontalen Meridian durchbohrt.

Die *A. ciliaris anterior ventralis* (c a v) begleitet im großen und ganzen den temporalen Rand des R. v., der mit dem Fett unter der sich ablösenden Orbitalfaszie einen Ast erhält; in Äquatorhöhe schlägt sie sich aber auf die Außenfläche des Muskels, läuft geschlängelt zwischen diesem und dem Obl. v., an beide Äste sendend, durch, um 12 mm vom Corneoscleralborde sich in das bekannte Endgeäst aufzulösen für den Hornhautrand, die mittlere Augenhaut (zwei durchbohrende Äste) und die Conjunctiva.

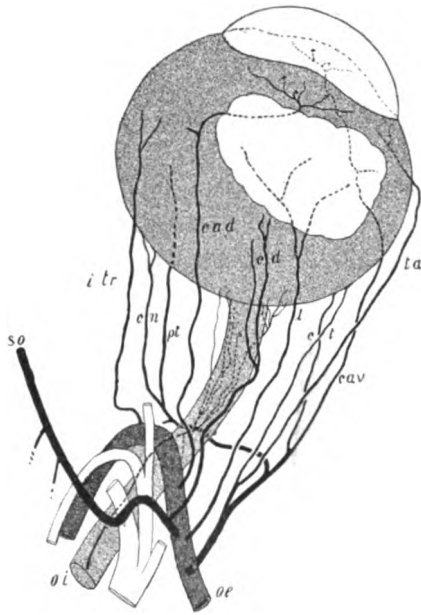
Der Bogenast läuft quer zwischen Retr. v. und R. v., der einen Ast erhält, bis zur freien ventralen Sehnervenfläche durch (s. S. 140), wo er sich auflöst. Aus einem dorsal zum Sehnerven aufsteigenden kurzen gemeinsamen Aste entwickeln sich hirnsseitig die *A. ophthalmica interna*, die über die nasale zur dorsalen usw. Seite des Sehnerven hirnwärts läuft, und ein sich gabelnder Nervenscheidenstamm, während bulbuseitig zwei Stämmchen hervorgehen, von denen das temporale den temporalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz und die *A. centralis nervi optici* enthält (die sich 1 cm hinter dem Sehnervenkopfe einbohrt), während das nasale mit drei langen Parallelstämmchen den nasalen Zufluß zum Zinnschen Plexus bildet. Eine *A. chorioideae inferior* (Bach) konnte ich nicht nachweisen; zum mindesten ist das ventrale Stämmchen des temporalen Zuflusses sehr fein. Ein zweiter dorsal aufsteigender Ast senkt sich in den R. n. ein, während der fortlaufende Stamm auf der Außenfläche des Retr. n. bulbuswärts weiter läuft, um sich bald in die *A. palpebrae tertiae* (p t) und in den *Truncus ciliaris nasalis* (c n) zu teilen, der unter Abgabe einer *A. cil. post. brevis nas.* als einheitliche *A. cil. post. longa nas.* 2 cm vom Sehnerven die Sclera durchbohrt.

Die *A. lacrymalis* (l) bildet einen isolierten Stamm als zweites Gefäß der *A. o. e.*, das 8 mm distal des ersten aus der lateralen Wand unter dem *N. lacrymalis* hervorgeht. Der Verlauf ist der bekannte. Bevor sie an die Tränendrüse tritt, zerfällt sie in zwei Äste, deren nasaler wie bei Fall 1 und 2 in der Drüsenmasse sich abermals gabelt. Die Lidarterien zeigen, soweit sie injiziert sind, nichts Abweichendes.

Gegenüber Fall 1 bildet der *Trunc. cil. dors.* einen kurzen (2 mm) gemeinsamen Stamm mit der *A. supraorbitalis*. Dieser Stamm entspringt 3 mm distal von der *A. lacrymalis*. Der *Truncus ciliaris dorsalis* (c d) läuft auf dem Retr. d. dem temporalen Rande des R. d. und der

unter diesen Muskel geschobenen A. o. e. entlang, bis er in der Höhe der Abbiegung der äußeren Augenarterie mehr unter den R. d. tritt. R. d. und Retr. d. erhalten Äste, und bald teilt sich die Ciliararterie in einen nasalen und temporalen Stamm, die nun nebeneinander dem Ziele zustreben (Tr. cil. dors. nas. und temp.). Die nasale Arterie mündet 1 cm näher dem Sehnervenkopfe in die Sclera ein, während die stärkere temporale sich 1 cm vor dem Verschwinden zweiteilt und in 2,8 cm Entfernung vom Sehnervenkopfe in die Sclera eindringt.

Die A. frontalis s. supraorbitalis (s o) macht auf der Außenfläche des R. d. einen starken caudo-medialen Bogen, der den N. frontalis überkreuzt, durchbohrt dann die Periorbita und biegt sofort abermals scharf dorsonasal um, so daß eine ausgesprochene S-förmige Schlinge entsteht. Der extraorbitale Verlauf ist bekannt. Dicht distal der Schlinge und reichlich 1 cm weiter distal geht je ein Ast caudal durch Knochenkanäle zur Wurzel des Proc. zyg. des Schläfenbeins; der weitere Verlauf konnte infolge mangelhafter Gipsinjektion nicht verfolgt werden. Die Gefäße ähneln sehr denen bei Fall 2; das ventrale wird von einem Aste der V. temp. prof. aboralis begleitet, während ca. 1 cm über der Mündung des dorsalen eine mächtige Vene aus dem „Canalis meningeus“ hervortritt, die die V. temporalis profunda oralis völlig ersetzt.



Figur 3.

Der vierte Stamm aus der A. o. e. ist die A. ciliaris anterior dorsalis (c a d), die aus der lateralen Wand unter dem temporalen Rande des R. d. hervorgeht, $1\frac{1}{4}$ cm distal von 3. In Schlingelungen zieht sie bis unter den Lev. p. s.; am nasalen Rande des R. d. läuft sie über den Querteil des Obl. d. hinweg und wie in Fall 1 und 2 gegen den Cornealrand, dessen gesamte dorsale Zirkumferenz vaskularisiert wird; drei durchbohrende Äste, 12 mm Abstand der Teilungsstelle vom Cornealrande. Zweige erhalten der Lev. p. s., das intermuskuläre Fett, der Querteil des Obl. d. und die oben näher bezeichneten Teile der Con-junctiva.

Jenseits des Scheitels der A. o. e. entspringt die A. infratrochlearis (itr), die infolge einer starken nasalen Ausbiegung erst spät zum gleichnamigen Nerven tritt. Sie zeigt, soweit sie verfolgbar ist, nichts Abweichendes.

Die A. malaris hat den charakteristischen Verlauf und läßt außer den Angesichtsästen die A. palpebrae inferioris und superioris nasalis mit den Zweigen für den Tränenapparat aus sich hervorgehen.

Die A. adiposa geht aus der A. buccinatoria (1 mm distal des Ursprunges) hervor.

4. Fall. Pferd 2 (VII der Protokolle), linke Seite.

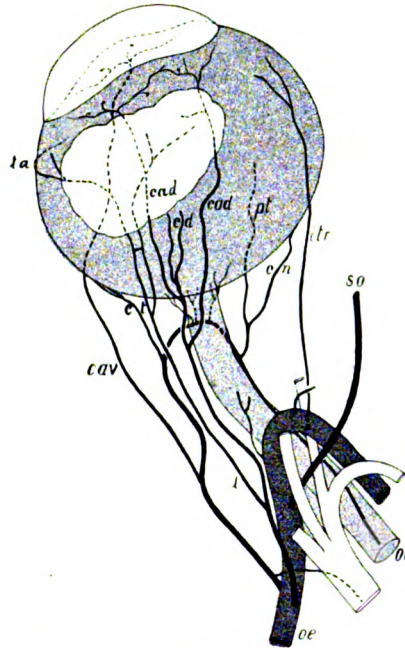
Die A. ophthalmica externa läuft in der Rinne zwischen R. t. und R. d. weit bulbuswärts, ehe sie sich einsenkt; es entsteht so ein sehr langer Bogen, so daß abermals im Verhalten zum Nerven eine Abweichung zu konstatieren ist. Der N. nasociliaris läuft wie rechts (Fall 3) medial der A. o. e. entlang und teilt sich, bevor er die Konkavität des Arterienbogens erreicht. Der N. ethmoidalis verhält sich im übrigen wie rechts (Fall 3), während dagegen der N. infratrochlearis den Scheitel ventral kreuzt.

Der übliche erste Seitenast der A. o. e. entspringt hier als zweiter aus der oroventralen Wand in der Höhe des dorsalen Randes vom N. maxillaris. Trotzdem soll er sofort besprochen werden. Er geht mit einer zweiten dorsalen schwachen Wurzel, die ein Ästchen zum R. t. schickt, aus dem Muttergefäß hervor und wird erst $1\frac{3}{4}$ cm nach dem Ursprunge einheitlich. Aus der Hauptwurzel zweigt bald das kleine Scheidengefäß für den N. ophthalmicus ab, das im Falle 3 nicht nachzuweisen war. An der Stelle der Überkreuzung des Ramus longus n. oculomotorii teilt sich die Arterie in einen tiefen Ast und in die oberflächliche A. ciliaris anterior ventralis (c a v); diese tritt nur langsam zwischen R. t. und R. v. tiefer und im Fett weiter unter die Orbitalfaszie. Im typischen Verlauf zum temporalen Rande des R. v. tritt sie über die Innenfläche des Obl. v., an der sie sich bei 13 mm Abstand vom Cornealrande in der üblichen Weise zweiteilt; an durchbohrenden Ästen waren zwei festzustellen, während im übrigen die Arterie den R. v., R. t., das intermuskuläre Fett und den Obl. v. mit Blut versorgt. Auffallend ist, daß hier die ventrotemporale Faszialarterie als Ast fehlt.

Der tiefe Ast läuft eine beträchtliche Strecke dem Retr. t. entlang bulbuswärts bis zur Grenze zum Retr. v. Dort entläßt er den Truncus ciliaris temporalis (c t), der dem ventralen Rande des Retr. t. ent-

lang zieht, bis er sich nahe diesem Rande in den Muskel einbohrt und zur Sclera tritt, die er mit 1,8 cm Abstand vom Sehnervenkopfe nach Abspaltung einer *A. cil. post. temp. brevis* durchbohrt. Der stärkere Ast dringt als „Bogengefäß“ abweichend vom Typus zwischen *Retr. t.* und *Retr. v.* in die Tiefe zum ventralen Rande des *Opticus*, den es nur 1 cm hinter dem Sehnervenkopfe kreuzt, um allmählich auf den ventronasalen und nasalen Rand in hirnwärts gerichtetem Verlaufe überzutreten. Aus dem Scheitel ziehen drei Äste zum Sehnervenkopfe, ein temporaler, ein ventraler und ein nasaler Zufluß zum *Circulus arteriosus nervi optici*. Sobald der Bogen am nasalen Rande des *N. opticus* angelangt ist, gibt er einen starken Ast ab, der nasal und bulbwärts gerichtet zwischen *Retr. v.* und *Retr. n.* sich durchbohrt und außen an diesen in die ventrale *A. palpebrae tertiae* (*pt*) und in den mehr dorsalen *Truncus ciliaris nasalis* (*cn*) sich teilt; dieser durchbohrt die Sclera 2 cm entfernt vom Sehnervenkopfe; eine kurze hintere Ciliararterie war von außen nicht nachweisbar. Der innen an den Retraktoren verbleibende fortlaufende Stamm wird zur *A. ophthalmica interna* (*oi*), die, hier über 1 mm stark, zum dorsalen und im Foramen opticum allmählich zum lateralen Sehnervende sich herüberwindet. Die Mündungsverhältnisse in die *A. carotis cerebialis* sind die bei Fall 1 und 2 geschilderten.

Der zweite Seitenast der *A. o. e.*, der hier 2 mm proximal vom „ersten“ seinen Ursprung aus der lateralen Wand der *A. o. e.* nimmt, stellt einen gemeinschaftlichen Stamm dar für die *A. lacrimalis* mit der ventrotemporalen Faszialarterie, für den *Trunc. cil. dors.* und für die *A. cil. ant. dors.* Der Ast läuft, wie üblich, der Rinne zwischen *R. t.* und *R. d.* entlang, lateral der *A. o. e.* Nach 1 cm geht die oberflächlichere Tränenarterie (*l*) ab, die bereits $2\frac{1}{2}$ cm proximal der Tränenrüse sich gabelt und nach nochmaliger Anastomose in die Drüsenmasse ein-



Figur 4.

tritt; die übrigen Verhältnisse sind die bekannten; immerhin gibt die *A. palp. inf. temp.* als Zweig die *ventrotemporale* Arterie der Orbitalfaszie (*t a*) ab. Aus dem stärkeren tieferen Stamme, der weiter der *A. o. e.* entlang sich unter den *R. d.* einschleibt und Zweige an den *R. t.* und *R. d.* abgibt, entwickelt sich bulbuseitig der Mitte der Rektuslänge der *Truncus ciliaris dorsalis* (*cd*), der zuerst aus der nasalen Wand die *A. cil. ant. dors. nasalis* und dann temporal die *A. cil. ant. dors. temp.* hervortreten läßt. Der dorsale Ciliartruncus, der schon frühzeitig eine *A. cil. post. brevis dors.* abgibt, läuft dem temporalen Rande des *Retr. dors.* benachbart bulbuswärts und durchbohrt mit zwei Ästen den Muskel und die Sclera 2,6 cm über dem Sehnervenkopfe — *Aa. cil. post. longae dorsales*. Die *A. ciliaris anterior dorsalis nasalis* (*ca d*) hält sich wie üblich an den nasalen Rand des *R. d.* unter dem *Lev. p. s.*, überquert den Bulbusteil des *Obl. d.* und teilt sich 10 mm vom Scleralrande entfernt auf. Äste gehen an den *R. d.* und *Obl. d.* (Querteil); die Endverzweigung versieht nur knapp die nasalen zwei Fünftel der Corneaurandung; sie zeigt nur einen schwachen durchbohrenden Ast und tritt mit dem der temporalen Arterie in Verbindung.

Die *A. ciliaris anterior dorsalis temporalis* tritt am temporalen Rande des *R. d.* über den *Obl. d.* und auf den Bulbus über und teilt sich nach geringem Hinübertreten auf die Sehne des *R. d.* 10 mm vom Corneoscleralbord entfernt in zwei divergierende Äste, die reichlich die temporalen drei Fünftel des Cornearandes in der bekannten Weise umspannen und 3 Äste zur mittleren Augenhaut schicken.

Nach größerem Zwischenraume ($1\frac{1}{2}$ cm) entspringt aus der lateralen Wand der *A. o. e.* als dritter Seitenast die *A. supraorbitalis* (*so*); sie tritt zwischen *N. frontalis* (lateral) und *N. trochlearis* (medial) durch, durchbohrt die Periorbita und läuft derart zur Wurzel des *Processus zygom. ossis front.*, daß sie die Orbitawurzel der *V. supraorbitalis*, die eine schwache *V. meningeae* abgibt, lateral kreuzt. Eine „*A. meningeae*“, also eine Anastomose zur *A. meningeae media* oder ein in die Schädelkapsel sich einbohrender Ast, fehlt hier.

Lateral am Scheitelbogen der *A. o. e.* entspringt ein Ast an den *R. n.*, der einen Zweig zu dem unter dem *R. d.* und *Lev. p. s.* gelegenen Fett abgibt.

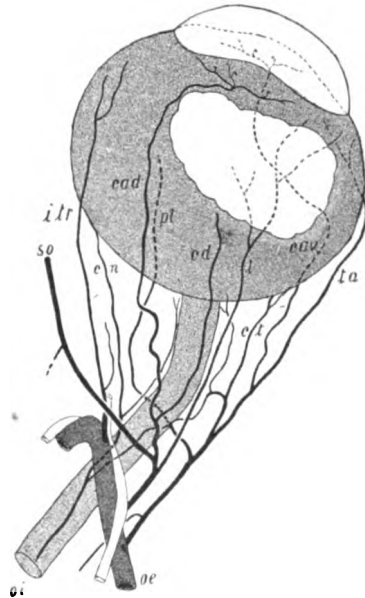
Medial am Scheitelbogen verläßt ein Ast an den Ursprungsteil des *Obl. v.* die *A. o. e.* und diesem fast gegenüber die *A. infratrochlearis*, genau an der Kreuzungsstelle des gleichnamigen Nerven.

Die *A. malaris* und die *A. adiposa* verhalten sich wie rechts, das heißt bei Fall 3.

5. Fall. Pferd 3 (II der Protokolle), rechte Seite.

Die *A. ophthalmica externa* verläuft, nicht vom Typus abweichend, durch die Muskelpyramide. Ihr erster Seitenast mit der charakteristischen Lage in der Rinne zwischen *R. t.* und *R. v.* und dem kleinen Nervenscheidenast zur *Fissura orbitalis* enthält die ventrotemporale Faszialarterie, die *A. cil. ant. ventr.*, die *A. palpebrae tertiae*, den *Tr. cil. temp.*, die *A. ophthalmic. int.* und einen Zufluß zum Zinnschen Plexus, während der *Tr. cil. nasalis* nur indirekt als sehr weit hirnsseitig entspringender Ast der *A. o. i.* aus der Arterie hervorgeht. Die wesentlichste Abweichung vom Typus liegt aber im Verhalten des Bogengefäßes und der orbitalen Wurzel der *A. o. i.* zum Sehnerven. Davon später. Die *A. palp. tert.* geht isoliert als erster Seitenzweig des Muttergefäßes hervor.

Die ventrotemporale Faszialarterie (*ta*), die den *R. t.* vaskularisiert, verhält sich insofern eigentümlich, als sie gegen ihr Ende hin in zwei divergente Schenkel zerfällt, von denen der temporale mit einem Aste der *A. lacrimalis*, mit der *A. palp. inf. temp.*, anastomosiert, während der nasale ein Geflecht mit einem Zweige der *A. palp. inf. nasalis* bildet. Die *A. ciliaris anterior ventralis* (*cav*) passiert die Innenfläche des *Obl. v.* an der bekannten Stelle und teilt sich auf der Endsehne des *R. v.*, 10 mm vom Hornhautrande entfernt, in der typischen Weise; zwei Äste



Figur 5.

durchbohren die Sclera; der *Obl. v.* erhält Äste. Der *Truncus ciliaris temporalis* (*ct*) hat den üblichen Verlauf und durchbohrt die Sclera 1,5 cm temporal des Sehnerveneintritts; es gehen schon anfänglich Äste zum *Retr. t.* und *R. t.* Ein anderer Zweig, das in diesem Falle etwas abgeänderte „Bogengefäß“, durchbohrt im hirnsseitigen Verlaufe den *Retr. t.* und entsendet den temporalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz, während es selbst über die temporale zur dorsalen Seite des Sehnerven verläuft, um dort in die *A. ophthalmica interna* (*oi*) überzugehen. Hirnsseitig von der Querebene durch die Konkavität der *A. o. e.* entsendet sie in bulbuswärts gerichtetem Verlaufe den *Tr. cil. nas.*

Oder schildert man es umgekehrt, so kommt die A. o. i. nach dem charakteristischen Ursprunge aus dem Ramus nasalis der A. carotis cerebialis und nach Passieren des Foramen opticum am lateralen Nervenrande derart auf die dorsale Seite zu liegen, daß sie nahe der Höhe der Konkavität der A. o. e. sich gabelt; der temporale Ast senkt sich allmählich an seiner Seite des Nerven herab, durchbohrt schließlich den Retr. t. und läuft im Bogen rückwärts in die Wurzel des Tr. cil. temp. hinein. Der nasale Ast weicht nasal aus, gibt noch innen am Retr. n. den nasalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranze ab und schlingt sich um den ventralen Rand des Retr. n., der hier noch dorsal am Sehnerven liegt, auf dessen Außenfläche; an dieser zieht nahe dem ventralen Rande das Gefäß, der Truncus ciliaris nasalis (c n), bulbuswärts, bis es Muskel und Sclera 2,5 cm entfernt vom Sehnervenrande durchbohrt.

Schon 5 mm proximal der Abspaltung des mit der A. o. i. dorsal über den Sehnerven anastomosierenden Tr. cil. temp. löst sich vom ersten Ophthalmicaaste, nasal in die Tiefe ziehend, die isolierte A. palpebrae tertiae (p t) ab; diese schiebt sich in dem für das „Bogengefäß“ charakteristischen Verlaufe zwischen Retr. v. und R. v. nasal durch, ohne aber zum Sehnerven zu kommen; sie begleitet vielmehr in ihrem Verlaufe gegen das dritte Lid den R. v. Der R. v. zeigt hier eine seltene Anomalie, von der ich in der Literatur nichts habe finden können: Er spaltet reichlich 3 cm vor seiner Insertion am Bulbus einen besonderen Muskelast nasal ab, der bei einer maximalen Breite von 6 mm zur Ursprungsgrube des Obl. v. zieht und dort ventral und lateral neben dem Muskelursprunge mit feiner Sehne endet. Diesem Aste entlang läuft die Arterie zur Basis des dritten Lides über.

1 cm distal des ersten geht der zweite Seitenast aus der orolateralen Wand der A. o. e. hervor, das ist auf der Mitte der Höhe des R. t. Als der stärkste Ast umfaßt er die A. lacrimalis, den Tr. cil. dors., die A. cil. ant. dors. und die A. supraorbitalis. 1 cm nach Ursprung löst sich die A. lacrimalis (l) los, die dem dorsalen Rande des R. t. (an diesen einen Ast) zustrebt und sich kurz vor der Tränendrüse gabelt. Hier enthält der stärkere temporale Ast die beiden temporalen Lidarterien, während der nasale nur für die Drüse und deren Unterlage bestimmt ist (s. S. 142). Die A. palpebrae superioris temporalis hilft als A. limb. sup. temp. den bekannten Arcus tarseus superior bilden, indem sie etwa in der Lidmitte mit der A. limbalis sup. nas. zusammenläuft. Die A. palpebrae inferioris temporalis dagegen gelangt gar nicht zum Lidrande, sondern strahlt in die temporalen Partien des Unterlides aus, indem sie mit dem temporalen Endast der ventralen Arterie der

Orbitalfaszie anastomosiert; nur feine Ästchen ziehen gegen den Lidrand vor, die mit Ästchen der *A. limbalis inferior nasalis* sich verbinden. Hier wird also der ganze Lidrand von dem Malarisgebiete aus vaskularisiert und der *Arcus tarseus inferior* wird so unvollständig.

Nach Verlassen der *A. lacrimalis* steigt die Arterie 5 mm quer über den R. t. auf und zerfällt am Rande des R. d. in die den R. d. weiter überquerende oberflächliche *A. supraorbitalis* und in einen tiefen Ast, der sich unter Astabgabe dem Rande des R. d. entlang am Retr. d. hinzieht und sich bald in den *Truncus ciliaris dorsalis* (c d) von bekanntem Verhalten (2,7 cm Abstand) und in die *A. ciliaris anterior dorsalis* (c a d) teilt. Die dorsale vordere Ciliararterie kreuzt den Obl. d. an seiner dorsalen Fläche, 1 cm nasal des nasalen Randes vom R. d., um dann in großem temporalen Bogen zur Mitte der Außenfläche der dorsalen Rektussehne zurückzutreten und sich 10 mm hinter dem Scleralrand in drei divergente Äste aufzuteilen, von denen drei Zweige durch die Sclera zur mittleren Augenhaut entsandt werden. Die Arterie gibt im übrigen Zweige ab an den R. d., an das intermuskuläre Fett, an den Obl. d. (Bulbus-teil) und an die *Conjunctiva*.

Die *A. frontalis s. supraorbitalis* (s o) durchbohrt die *Periorbita* etwas lateral der Mitte der Breite des R. d. Der Verlauf der Arterie außen an der Augenhülle ist bekannt; sie gibt dort Ästchen ab an das Periost der medialen Orbitawand, an die *Periorbita*, den Ast zur Schädelkapsel und einen Ast durch die mediale Orbitawand zum *Sinus frontalis*. Nach Hervortreten aus dem *Foramen supraorbitale* zeigt sie das bekannte Verhalten.

$\frac{3}{4}$ cm proximal der Scheitelhöhe der *A. o. e.* geht aus der Lateralwand endlich als dritter Seitenzweig die *A. infratrochlearis* (itr) hervor, das ist unter dem nasalen Rande des R. d. und dem *Lev. p. s.* Ihr Verlauf ist bekannt. Außer Ästen an den *Lev. p. s.* entspringen aus der Arterie ein beträchtlicher Stamm für den hirnsseitigen Teil des Obl. d., Äste für den R. n. und für intermuskuläres Fett. Nach Unterquerung der *Trochlea* teilt sich die Arterie auf in Äste für den gleichnamigen Nerven und Fett und in solche, die um den *Fornix conjunctivae palpebrae tertiae* herum in die *Conjunctiva basalis* des Oberlides im Bereiche des dorsalen Endes der *Palpebra tertia* einstrahlen, aber auch den *Fornix* selbst mit Blut versorgen.

Die *A. adiposa* aus der *A. buccinatoria* zeigt nichts Besonderes. Die *A. malaris* verhält sich im großen und ganzen wie bei Fall 1. Die Teilung in die beiden nasalen Lidarterien ist ein wenig unter den lidseitigen Rand des Obl. v. geschoben. Die *A. palpebrae sup. nas.* zeigt

keine Besonderheiten, während die *A. palpebrae inf. nas.*, wie oben schon erwähnt, den ganzen Lidrand als *A. limb. inf.* zu versorgen hat und ein wirklicher *Arcus tarseus inf.* fehlt (s. S. 165). Im nasalen Liddritzel gibt sie einen relativ oberflächlichen Ast ab, der als nasoventrale Faszialarterie aufzufassen ist, die sich bogenartig mit der temporalen verbindet und hier naturgemäß als Seitenast einer der Angesichtsweige der *A. malaris* fehlt.

6. Fall. Pferd 4 (III der Protokolle), rechte Seite.

Die *A. ophthalmica externa* zeigt das übliche Verhalten zum *N. nasociliaris* wie bei Fall 1 und 2. Der Nervenscheidenast ist hier besonders stark und nimmt gesonderten Ursprung aus der Augenarterie. Dicht oral geht in der gleichen Höhe am dorsalen Rande des darunter gelegenen *N. maxillaris* der gemeinsame Stamm der Arterie der Orbitalfaszie, des *Tr. cil. temp.*, der *A. cil. ant. ventr.* und des „Bogengefäßes“ mit seinen charakteristischen Hauptzweigen hervor. Der gemeinsame Stamm der Faszialarterie (*t a*) und des *Truncus ciliaris temporalis* (*c t*) läuft bis zur Kreuzung mit dem *Ramus longus n. oculomotorii* oberflächlich in der fraglichen Muskelrinne weiter; erst nach Einsenkung findet die Trennung statt. Der „Bogenast“ nimmt den u. a. im Fall 1 und 2 geschilderten Verlauf; er entläßt nach der Überkreuzung des *Ramus longus* des *N. oculomotorius* die immerhin oberflächliche *A. ciliaris anterior ventralis* (*c a v*), die an den *R. v.*, *R. t.* und an intermuskuläres Fett Zweige abgibt. Am temporalen Rande des *R. v.* wird der *Obl. v.* an der Innenfläche überquert; es ist das etwa auch die gleiche Höhe, in der der fragliche Ast des *N. oculomotorius* an die Außenfläche des Muskels herantritt. Die Ciliararterie bohrt sich unter Astabgabe in den *Obl. v.* ein, verläßt den Muskel wieder, um in der charakteristischen Weise mit $\frac{3}{4}$ cm Abstand vom Corneoscleralrande sich aufzulösen; zwei durchbohrende Ästchen lassen sich nachweisen.

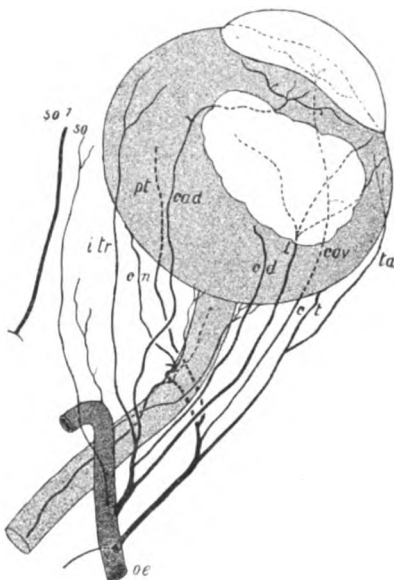
1 mm distal entspringt noch unter dem *Retr. v.* die *A. palpebrae tertiae* (*p t*), die über die Innenfläche des *R. v.* und nach Hervortreten über dessen nasalen Rand an das dritte Lid gelangt und auch Zweige an den *R. v.* abgibt.

Beim Herantritt an den ventronasalen *Opticus*rand im Spalt zwischen *Retr. v.* und *Retr. n.* gehen ab 1. bulbwärts, dem Sehnerven entlang die *A. centralis nervi optici*, die dicht bei der *Lamina cribrosa* sich einsenkt; 2. nasodorsal mit zwei sich bald vereinenden Wurzeln hervorgehend ein gemeinsamer Stamm für den nasalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz, für den *Truncus ciliaris nasalis* (*cn*),

der den Retr. n. durchbohrt, um an dessen Außenfläche zu gelangen, und für einen Ast zur Innenfläche des R. n.; 3. hirnwärts die A. ophthalmica interna (o i) über den nasalen zum dorsalen Nervenrand u. s. f.

Der stärkste Nebenzweig geht medial der Kreuzungsstelle des N. lacrimalis aus der oroventralen Wand der A. o. e. hervor, im Verlaufe mit dem Tränennerven dem dorsalen Rande des R. t. folgend; das gilt auch für die A. lacrimalis (l), die schon nach 2 mm Entfernung als selbständiger oberflächlicher Seitenast hervorgeht. Ein wenig in den caudalen Drüsenrand eingetreten, löst sie sich in die bekannten drei Äste auf, die die Vaskularisation der Glandula lacrimalis besorgen. Der mediale Endstamm verzweigt sich auch in der Unterlage, dorsotemporale Fasziararterie, und sendet Ästchen zur Mitte der Oberlidbasis, die alle Schichten vaskularisieren. Die mittlere A. palpebrae superioris temporalis hilft als A. limbalis superior temporalis den Arcus tarseus superior bilden, während die temporale A. palpebrae inferioris temporalis ähnlich wie bei Fall 5 sich in den temporalen Unterlidteilen völlig auflöst und keine Limbalarterie stellt. Es wird hier ebenfalls der gesamte untere Lidrand durch die A. limbalis nasalis aus der A. malaris versorgt, und ein Arcus tarseus inferior fehlt. Die Tränenarterie gibt im übrigen Zweige ab an den R. t., Retr. t., R. d. und an intermuskuläres Fett.

Der sofort in die Tiefe tretende zweite Gabelast folgt der A. o. e. unter den R. d., unter dessen temporalem Rande der Truncus ciliaris dorsalis (c d) abzweigt mit Seitenästen in den R. d. und den Retr. d. 5 mm distal geht die A. ciliaris anterior dorsalis (c a d) hervor, die sich normgemäß an den nasalen Rand des R. d. hält, den Obl. d. dorsal überquert und nach der bekannten Biegung nahe der Insertion des R. d. für die dorsale Corneaumrandung sich aufteilt; zwei Ästchen durchbohren die Sclera, während im übrigen der R. d., der Obl. d., das Ende des Lev. palp. sup. mit der Lidfaszie und der Conjunctiva und das intermuskuläre Fett Zweige erhält. Das Endgefäß ist die A. infratro-



Figur 6.

chlearis (i tr), die den Bogen der A. o. e. bis zum N. infratrochlearis mitmacht, dann aber diesem entlang zur Trochlea zieht. Sie entsendet einen Ast an den R. d., nach der Umbiegung solche an den Lev. p. s., den Nerven, den hirnsseitigen Teil des Obl. d.; das Endgeäst jenseits der Trochlea ist bestimmt für Fett, für den Fornix der Oberlidconjunctiva zu der des dritten Lides, und ein Zweig zieht mit dem Nerven auf die Angesichtsfläche, wo er mit Ästen der A. angularis oculi und der A. malaris anastomosiert.

Eine auffallende Abweichung von der Norm zeigt die A. supra-orbitalis s. frontalis (s o); als rudimentäres Stämmchen entspringt sie dicht distal des eben besprochenen Gefäßes aus der A. o. e. Ihr Verlauf und Verhalten zur Periorbita ist das übliche; jedoch erreicht sie außen an der Augenhülle nur die Gegend der Trochlea, wo sie sich im Periost der medialen Orbitawand auflöst. Das starke Ersatzgefäß (s o¹), das 1 cm dorsal parallel dem primären Stämmchen verläuft, tritt als die von Zimmerl und Mobilio beschriebene A. meningea, als Seitenast der A. meningea media durch den Canalis meningeus 2¹/₂ cm dorsal des Foramen alare parvum aus der Schädelhöhle hervor, zieht zum Foramen supraorbitale hin und verhält sich typisch.

Eine selten zu beobachtende Variation zeigt das Stämmchen zur temporalen Sehnervenkopfumrandung: es entspringt hier als selbständiges Ästchen aus der A. o. e. nahe dem Scheitelbogen. Es tritt zwischen Retr. n. und Retr. d. zum Sehnerven, an dessen temporalem Rande es zum Bulbus zieht.

Ein letzter ebenso feiner Ast geht aus dem Scheitel der A. o. e. hervor; er ist für die Periorbita, den Obl. v. und Fett bestimmt.

Die A. malaris hat für die größeren Gefäße das übliche Verhalten. Die A. palpebrae superioris nasalis schließt durch ihre A. limbalis sup. in der Lidmitte den Arcus tarseus superior, während die A. palpebrae inferioris nasalis als Limbalgefäß allein den Unterlidrand vaskularisiert und nur mit Seitenzweigen zur A. palpebrae inferioris temp. in Verbindung tritt, so daß ein Arcus tarseus fehlt.

7. Fall. Pferd 5 (I der Protokolle), rechte Seite.

Die A. ophthalmica externa, deren Verlauf zum Foramen ethmoidale nichts Abweichendes zeigt (wie Fall 1 und 2), läßt den durch verschiedene Merkmale sehr scharf charakterisierten ersten Seitenast (s. S. 137) im Falle 7 in zwei Stämmen hervortreten, so daß hier, worauf ich besonderes Gewicht legen möchte, der temporale und der nasale hintere Ciliarstamm in ihrer Wurzel einmal getrennt werden. Um es kurz zu

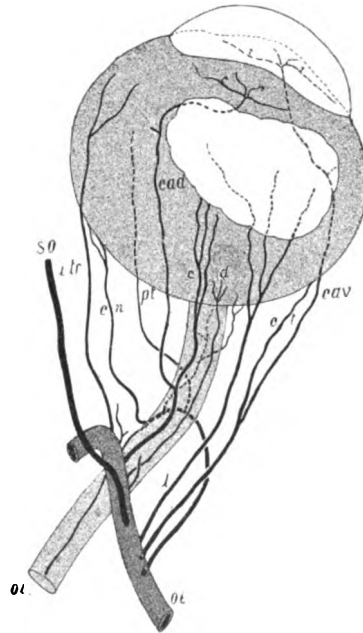
skizzieren, zerfällt der gedachte Stamm in die indifferent als „Bogengefäß“ bezeichnete Arterie mit ihrem charakteristischen Anhang, und in einen gemeinsamen Stamm für die *A. ciliaris ant. ventr.* und den *Trunc. cil. temp.*

Das „Bogengefäß“ geht als erstes aus der *A. o. e.* hervor und verläuft bis zum ventralen Rande des Sehnerven in charakteristischer Weise, indem es Ästchen an den *R. v.* abgibt. Unter dem *Retr. v.* entspringt die *A. palpebrae tertiae* (*p t*); nach Herantreten an den *Opticus* zieht bulbuswärts das gemeinsame Stämmchen des temporalen und ventralen Zuflusses zum Zinnschen Gefäßkranze ab, das den *Retr. n.* mit versorgt; eine *A. centralis nervi optici* ist nicht gefunden worden; aus dem schon stark hirnwärts gerichteten Endschenkel des Bogens, der wie üblich direkt in die zum dorsalen Nervenrande sich windende *A. ophthalmica interna* (*o i*) übergeht, entspringt der *Truncus ciliaris nasalis* (*c n*); dieser begleitet den *Retr. nas.* innen eine Strecke lang, durchbohrt ihn aber dann, um an dessen Außenfläche bis nahe an seine Bulbusinsertion zu verlaufen; bei der Durchbohrung, 1 cm vor der Einsenkung in die Sclera, zerfällt die Arterie in zwei Parallelstämme.

Der zweite Stamm der *A. o. e.* umfaßt den *Truncus ciliaris temporalis* (*ct*) und die *A. ciliaris anterior ventralis* (*cav*), die nicht von der Regel abweichen. Eine fasziale Arterie ist nicht gefunden, also übersehen worden.

Als dritter Ast entspringt an der bekannten Stelle und isoliert die *A. lacrimalis* (*l*), die sich bereits in halber Länge in die drei charakteristischen Stämme, in die mediale Drüsenarterie mit ihren Nebenzweigen, in die mittlere *A. palpebrae superioris temporalis* und in die temporale *A. palpebrae inferioris temporalis*, teilt. Ihr Verlauf in den Lidern ist nicht verfolgt worden.

5 mm distal der Tränenarterie geht die starke *A. supraorbitalis* (*so*) hervor, die alle charakteristischen Merkmale besitzt, auf



Figur 7.

einen „Ramus meningeus“ ist bei der Präparation leider nicht geachtet worden.

$\frac{3}{4}$ cm weiter entspringt ein Muskelast für den R. d. und dicht distal ein langes Stämmchen, das den Retr. d. begleitet und an der dorsalen Sehnervenumrandung sich einbohrt, nachdem es durch den Muskel hindurchgetreten ist. Hier ist also ausnahmsweise ein dorsaler Zufluß zum Zinnschen Plexus vorhanden; vielleicht aus dem Grunde, weil der nasale Zufluß fehlt.

Weitere 5 mm distal zweigt der Stamm für den Truncus ciliaris dorsalis (c d) und die A. cil. ant. dors. ab. Der dorsale hintere Ciliarstamm, der laterale von beiden, durchbohrt mit drei langen Parallelästen $2\frac{1}{2}$ cm dorsomedial vom Sehnervenkopfe die Sclera im senkrechten Hauptmeridian. Die A. ciliaris anterior dorsalis (c a d) unterquert in diesem Falle ausnahmsweise den Bulbusteil des Obl. d. und teilt sich nach charakteristischem weiteren Verlaufe 6 mm hinter dem Sclerarande auf. Äste erhalten außerdem der R. d. und der Obl. d.

Der folgende Seitenzweig der A. o. e. ist ein Stämmchen für den Lev. p. s. und den proximalen Teil des Obl. d.

Als letzte geht die A. infratrochlearis (i tr) aus dem Scheitel der A. o. e. hervor, die nichts Abweichendes zeigt und einen Ast an den R. n. abgibt.

Die Lidäste der A. malaris bilden beide einen Arcus tarseus.

8. Fall. Pferd 5 (I der Protokolle), linke Seite.

Die mit der A. ophthalmica externa in gemeinsamem Stamme entspringende A. temporalis profunda oralis ist auffallend stark, da die aborale fehlt.

Der erste Seitenast der A. o. e. ist der charakteristische ohne die Tränenarterie. Der Zweig der Nervenscheiden in der Fissura orbitalis tritt als erster hervor. 1 cm nach Ursprung zweigt das „Bogengefäß“ ab, und der fortlaufende Stamm — mit Seitenzweig zum R. t. — teilt sich weitere 2 cm distal: die zunächst oberflächlich weiter laufende A. ciliaris anterior ventralis (c a v) verhält sich durchaus charakteristisch; es ist nur ein die Sclera durchbohrender Ast im Endgezwig nachweisbar, der aber sehr mächtig ausgebildet ist und am temporalen Hauptendaste hängt; der etwas zur Tiefe tretende Truncus ciliaris temporalis (c t) verhält sich durchaus typisch; nahe der Insertion des Retr. t. durchbohrt er diesen und die Sclera in einem 2 cm betragenden Abstände von der Lamina cribrosa im temporalen Hauptmeridian. Ein nahe dem Ursprunge abgegebener Seitenast bohrt sich durch den Retr. t.

zum Sehnerven durch, stellt den temporalen und den ventralen Zufluß zum Circulus arteriosus nervi optici dar, anastomosiert aber außerdem in hinwärts gerichtetem Bogen mit der *A. centralis nervi optici*.

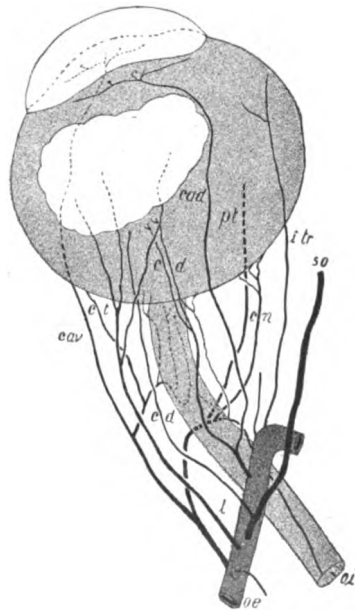
Das „Bogengefäß“ hat den charakteristischen Verlauf, vaskularisiert den R. v. und R. n. und gibt am Retr. v. die *A. palpebrae tertiae* (p t) mit einem Seitenzweig zum R. n. ab. Am Sehnerven selbst geht der *Truncus ciliaris nasalis* (c n) hervor, der nahe dem Ventralrande dem R. n. entlang läuft und im nasalen Hauptmeridian mit drei unter sich 4—5 mm Abstand haltenden Endästen $1\frac{1}{2}$ cm nasal vom Sehnervenkopfe die Sclera durchbohrt.

Ferner strahlen die *A. centralis nervi optici*, die mit der ventralen Zinnischen Arterie anastomosiert (siehe oben) und der nasale Zufluß zum Sehnervenkopfe ab, und im Bogen erfolgt der Übergang zur *A. ophthalmica interna* (o i).

Die *A. lacrimalis* (l) entspringt isoliert aus der *A. o. e.* 3 mm distal des eben besprochenen ersten Astes. Wie das Schema zeigt, teilt sie sich hier auch bereits lange vor Herantritt an die Tränen-drüse in ihre drei charakteristischen Endgefäße, die sich wie am rechten Auge verhalten. Die R. t. erhält vom Stammgefäße einen Seitenast.

Die *A. supraorbitalis*, die sich wie rechts verhält, ist im Falle 8 mit einem *Tr. ciliaris dorsalis temporalis* (c d) vereint, der bald sich von der Stirnarterie trennt, nachdem der gemeinsame Stamm einen Ast an den R. d. abgegeben hat. Die Durchtrittsstelle durch die Sclera liegt etwas hinter dem Äquator, $1\frac{1}{2}$ cm caudomedial von dem Loch der *V. vortiosa dorsotemporalis*.

Der vierte Stamm aus der *A. o. e.* repräsentiert den *Trunc. cil. dors. nasalis* und die *A. cil. ant. dors.* Er entspringt $1\frac{3}{4}$ cm distal vom zuletzt besprochenen Aste und zweigt Gefäße ab für den R. d. und den *Lev. p. s.* Der lateral weiterziehende *Truncus ciliaris dorsalis nasalis* (c d) zerfällt bald in zwei Paralleläste, die im dorsalen Hauptmeridian neben



Figur 8.

der besprochenen temporalen gleichnamigen Arterie die Sclera durchbohren. Die *A. ciliaris anterior dorsalis* (c a d), die dorsal den Querteil des Obl. d. überläuft, verhält sich typisch.

Aus der Konvexität der *A. o. e.* endlich geht neben einem Aste für den Proximalteil des Obl. d. die *A. infratrochlearis* (i tr) hervor.

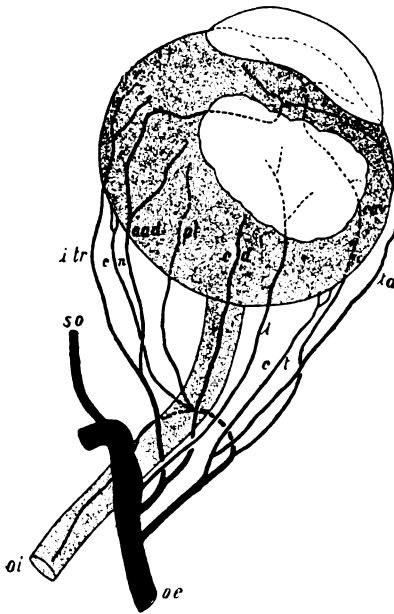
Die Hauptäste der *A. malaris* verhalten sich wie im Falle 7.

9. Fall. Pferd 6 (VI der Protokolle), rechte Seite.

Trotz Fehlens der Injektion der feineren Gefäße sei dieser Fall hier mit aufgenommen zwecks Beurteilung des Verhaltens der Hauptgefäße, die sehr wohl möglich ist.

Aus der *A. ophthalmica externa*, die sich durchaus charakteristisch verhält, entspringen nur zwei Hauptäste.

Der erste Stamm enthält in ganz typischer Ausbildung in einem Teilaste die ventrotemporale Faszialarterie (ta) mit dem Truncus ciliaris temporalis (ct), die im temporalen Hauptmeridian 1,8 cm neben dem Sehnervenkopfe sich einbohrt, während der andere Ast durch die *A. ciliaris anterior ventralis* (cav) und das „Bogengefäß“ repräsentiert wird; das letztere gibt die *A. palpebrae tertiae* (pt) und den Truncus ciliaris nasalis (cn) ab, der im nasalen Hauptmeridian 2 cm vom



Figur 9.

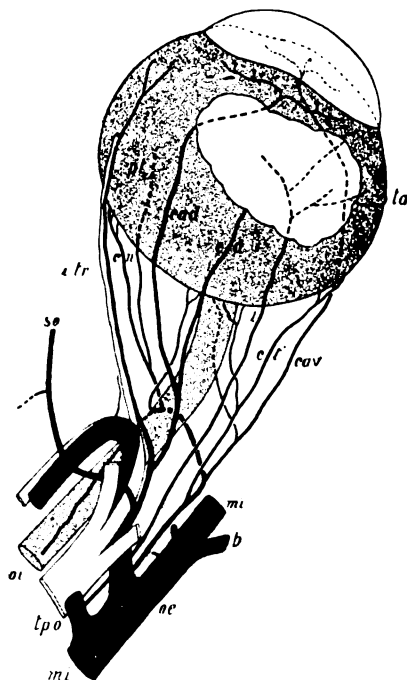
Sehnervenkopfe die Sclera durchbohrt, und geht selbst im Bogen in die *A. ophthalmica interna* (oi) über.

Der zweite Seitenast der *A. o. e.* teilt sich sehr bald. Ein Stamm ist für die *A. supraorbitalis* (so), die keine Beziehungen zur *A. meningea media* hat, und für die *A. lacrimalis* bestimmt, die sich ähnlich wie im Fall 1 und 2, erst in der Tränendrüse dreiteilt. Der zweite Stamm umfaßt folgende Gefäße: den Truncus ciliaris dorsalis (c d), der 2 cm dorsal des Sehnerveneintritts und fast 1 cm dorsal des hinteren Poles die Sclera durchbohrt; die *A. ciliaris anterior dorsalis* (c a d), die wie im Fall 7 den Bulbusteil des Obl. d. ventral kreuzt, weiter nasal

als üblich bulbuswärts zieht und einen Fettast mit dem charakteristischen Verlauf am nasalen Rande des R. d. bis zum Obl. d. hin entsendet; die A. infratrochlearis (i tr).

10. Fall. Pferd 7 (VIII der Protokolle), rechte Seite.

Die A. ophthalmica externa ist derart weit vorgeschoben, daß sie vor der Crista pterygoidea des Keilbeins reichlich $\frac{1}{2}$ cm außen an der Periorbita verläuft, ehe sie diese durchbohrt; vorn an ihrem Ventralrande erscheint der erste Seitenast, der sich mit der Hauptarterie durch den Periorbitalschlitz schiebt, während der N. zygomaticus, der die A. o. e. hier ausnahmsweise lateral kreuzt, caudodorsal der Arterie passiert. Dicht über dem Schlitzrande schimmern die A. lacrimalis und über ihr der gleichnamige Nerv durch die Bedeckung durch. Der Umstand, daß die A. o. e. vor der lateralen Wurzel des Pterygoidfortsatzes des Keilbeins sichtbar wird, ist wohl dadurch bedingt, daß in unserem Falle der ventrale Teil dieser Wurzel sehr schmal ist und deshalb den dorsalen Abschnitten gegenüber auffallend zurücktritt. Andererseits aber liegt der Ursprung der A. o. e. 5 mm distal des Abganges der A. temporalis profunda oralis (t p o) aus der A. maxillaris interna (m i), also dem freien Rande des Processus pterygoideus wesentlich näher.



Figur 10.

Auf die zweite auffallende Variation, den Ursprung der A. lacrimalis aus der A. temporalis profunda oralis, werden wir unten zu sprechen kommen. Der intermuskuläre Verlauf der A. o. e. gestaltet sich, auch in seinem Verhalten zum N. nasociliaris, wie bei Fall 1.

Der erste wie sonst extraorbital entspringende Ophthalmicaast, der nach Eintritt durch die Hülle und nach Überschreiten des zur Fissura orbitalis ziehenden Astes der V. reflexa bzw. der V. ophthalmica in der Rinne des R. v. und R. t. bulbuswärts zieht, teilt sich nach 2 cm Verlauf derart, daß beide Spaltäste den Ramus longus n. oculomotorii dorsal kreuzen. Der dorsale Ast, der Truncus ciliaris dorsalis (c t),

vascularisiert den R. t. und teilt sich bei der Durchbohrung des Retr. t. in einen starken und einen feinen Ast, die gesondert 1,8 cm vom Sehnervenkopf entfernt im temporalen Hauptmeridian durch die Sclera hindurchtreten. Auf dem Wege am Retr. t. zweigt der Ast für die dorsale und temporale Umrandung der Lamina cribrosa ab; er nimmt seinen Weg zwischen Retr. t. und Retr. v. hindurch. Der stärkere ventrale Stamm der Hauptarterie gabelt sich nach 5 mm Verlauf abermals in den „Bogenast“ und in die an den temporalen Ciliarstamm sich anlehrende *A. ciliaris anterior ventralis* (c a v), die sich später zwischen R. v. und Retr. v. mehr und mehr einsenkt und den R. v. und den R. t. mit Blut versorgt; aus ihr geht auch der ventrale Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz, Bachs *A. chorioideae inferior*, hervor, der als ziemlich starkes Gefäß zwischen Retr. v. und Retr. n. zur ventronasalen Sehnervenumrandung vordringt und dort unter 3 mm Abstand die Sclera durchbohrt. Die vordere Ciliararterie selbst hält sich unter der Orbitalfaszie im Fett, das einen Ast erhält, an den temporalen Rand des R. v., bohrt sich unter Zweigabgabe an der Innenfläche des Obl. v. ein und endet in der charakteristischen Weise; nur einer der Äste durchbohrt die Sclera; die Teilung liegt 10 mm hinter dem Cornearande.

Der „Bogenast“ verhält sich charakteristisch; er entsendet einen Ast zum R. v. und teilt sich im Spalt zwischen Retr. v. und Retr. n. Ein Ast steigt zwischen den Muskeln zum Sehnerven auf; er enthält zwei Äste für den R. n., den nasalen Zufluß zum *Circulus arteriosus nervi optici* und die relativ schwache *A. ophthalmica interna* (o i) mit Seitenästen für die Nervenscheide und für den *N. oculomotorius* (kurze Äste). — Eine *A. centralis n. optici* fehlt hier, vielleicht infolge starker Ausbildung des ventralen Zuflusses zum Sehnervenkopfe. — Der andere Ast läuft außen an den Retraktoren bulbiswärts, um sich bald in die *A. palpebrae tertiae* (p t) und in den *Truncus ciliaris nasalis* (c n) aufzulösen; der Ciliarstamm zerfällt bei der Durchbohrung des Muskels in einen stärkeren und zwei schwächere Äste, von denen nur der stärkere schief durch die Sclera läuft; die Stelle liegt 2,4 cm nasal (und über) der Sehnervenumrandung im horizontalen Hauptmeridian.

Um die Reihenfolge zu wahren, sei hier anschließend die *A. lacrymalis* (l) beschrieben; wie schon angedeutet, stammt sie im Fall 10 aus der *A. temporalis profunda oralis* (t p o), die selbst isoliert, das heißt nicht in Gemeinschaft der *A. o. e.* im *Canalis alaris* aus der *A. maxillaris interna* (m i) abzweigt. Die *A. lacrymalis* verläuft im Flügelkanal dorsal

der *A. maxillaris interna* und zuerst lateral und dann dorsal des *N. zygomaticus*; am freien Rande der *Crista pterygoidea* gelangt sie dann mit dem Nerven über die laterale Fläche der *A. o. e.*, wo sie bereits einen langen dorsal die Arterie begleitenden Ast an den *R. t.* und *Retr. t.* abgibt. Dem *N. lacrimalis* folgt sie zur Tränendrüse, in die sie zwischen mittlerem und temporalem Drittel eintritt. Innerhalb der Drüse teilt sie sich derart, daß der temporale Stamm in die *A. palpebrae inferioris temporalis* und in einen Stamm zum temporalen Lidwinkel zerfällt, während der nasale die *A. palpebrae superioris temporalis* mit dem *Arcus tarseus sup.* und den nasalen Enddrüsenast mit seinen charakteristischen Zweigen entstehen läßt. Die Unterlidarterie zweigt nahe dem Drüsenrande, ähnlich wie Fall 4 und 11—13, die *ventrotemporale Faszialarterie* ab und bildet wie der obere einen einfachen *Arcus tarseus inf.* mit dem entsprechenden Aste aus der *A. malaris*.

Der zweite Ast der *A. o. e.* nimmt seinen Ursprung aus der lateralen Wand zwischen dem *N. lacrimalis* und *nasociliaris* und 1 cm distal des ersten. Er entläßt dorsal sehr bald die *A. supraorbitalis (s o)*, die den *N. nasociliaris* überkreuzt, um sogleich unter dem *N. frontalis* hindurchzutreten und die Periorbita zu durchbohren. Dabei macht sie einen scharfen Bogen gegen die mediale Orbitawand, an dieser abermals abbiegend und frontal gegen das Foramen supraorbitale derart vordringend, daß ein caudodorsal gerichtetes Knie gebildet wird. Aus dem Knie zweigt ein schwaches Gefäß zum Knochen ab, das bis zur Wurzel des Jochbogens zu verfolgen ist. In der charakteristischen Weise tritt die Arterie an der orbitalen Wurzel der *V. supraorbitalis* vorüber und mit dieser und dem Nerven dann zwischen den Platten der Periorbita und des Periosts, unter Abgabe des Astes zum Sinus frontalis und eines solchen zum Tränendrüseneende usw., zum Foramen supraorbitale. Der fortlaufende Stamm des zweiten Seitenastes der *A. o. e.* hält sich an die Arterie bzw. an den *N. nasociliaris*; unter dem *R. d.* gibt er zuerst die *A. infratrochlearis nasal* ab; darauf gabelt er sich nach Abgabe von Ästchen an das intermuskuläre Fett und an den *R. d.* in den lateralen *Truncus ciliaris dorsalis (c d)*, der den *Retr. d.* vaskularisiert und mit einem einzigen Stamme 2,8 cm dorsal des Sehnervenkopfes in der Mitte zwischen beiden dorsalen *Venae vorticosae* die *Sclera* durchbohrt, und in die medial gelegene *A. ciliaris anterior dorsalis (c a d)*, mit typischem Verlauf und typischer Endteilung (11 mm vom Cornealrande), an der vier durchbohrende Äste nachzuweisen sind. Die *A. infratrochlearis (itr)* begleitet den *N. nasociliaris* weiter in nasaler Richtung zwischen *R. d.* und *Retr. d.* vordringend. Unter dem *Lev. p. s.*, der Zweige

erhält, erreicht sie den Anschluß an den gleichnamigen Nerven; mit diesem läuft sie weiter, ohne Abweichungen in der Verteilung erkennen zu lassen.

Als dritter Ast verläßt ein *Ramus muscularis* für den Obl. d. (ventraler Rand) den zum Foramen ethmoidale absteigenden Schenkel der A. o. e. aus der ventralen Wand. Er läuft unter einem feinen Nervenaste durch, der vom N. ethmoidalis in der gleichen Gegend abgegeben wird und zur *Palpebra tertia* zieht.

Die A. malaris läßt aus ihrer Endteilung am lidseitigen Rande des Obl. v. zwei Äste hervorgehen: die A. palpebrae superioris nasalis, im Bogen nasal und zwischen den bekannten Bildungen hindurch dorsal zum Oberlid ziehend, und die A. palpebrae inferioris nasalis, die am Orbitalrande den für die Angesichtsfläche des Jugale bestimmten Ast entläßt.

Die A. adiposa nimmt ihren Ursprung aus der A. maxillaris interna 2 mm proximal der Abgabe der A. buccinatoria (b; cf. Textfigur).

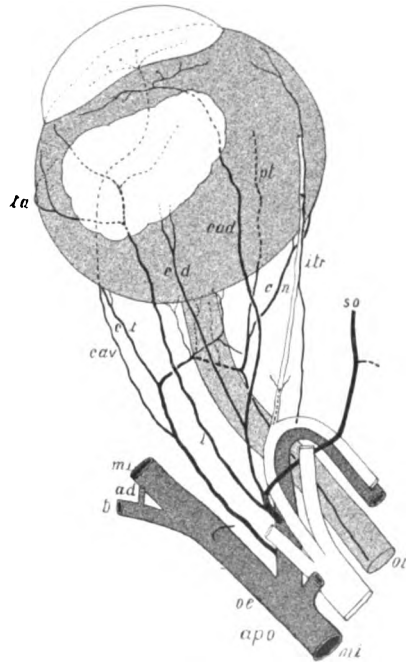
11. Fall. Pferd 7 (VIII der Protokolle), linke Seite.

Die A. ophthalmica externa des Falles 11 ist ähnlich weit vor die Crista pterygoidea des Sphenoidale vorgeschoben wie im Falle 10, so daß auch sie vor der lateralen Wurzel des Processus pterygoideus des Keilbeines sichtbar wird, bevor sie sich durch die Periorbita ins Innere einsetzt. Eine wesentliche Rolle wird hierbei ebenfalls der Breitenverminderung dieser Knochenplatte in den ventralen Abschnitten beizumessen sein. Der N. zygomaticus zeigt das charakteristische Verhalten, daß er zuerst die A. o. e. medial kreuzt, um dann vor und unter der Arterie in den Periorbitalschlitz einzutreten. Dicht über dem Schlitz schimmern zwei feine Äste des N. lacrimalis durch, die (also bereits „intraorbital“) die A. o. e. und die ebenfalls durchschimmernde Wurzel des die A. lacrimalis mit umfassenden zweiten Seitenastes lateral kreuzen. Der Verlauf der A. o. e. durch den Muskelkegel ist durchaus der Norm entsprechend; allerdings weicht das Verhalten des N. nasociliaris etwas ab. Der Nerv kreuzt dicht distal des zweiten Seitenastes und in dessen Tiefe die laterale Seite der A. o. e., bleibt aber bis zum Eintritt ins Foramen ethmoidale auf der dorsalen Seite des Arterienbogens liegen, indem er sich an den konvexen Rand hält. Etwa auf Scheitelhöhe geht der N. infratrochlearis ab, der demnach ursprünglich dorsal über den hier in Frage kommenden Ophthalmica-ästen liegt.

Der erste Seitenast nimmt seinen Ursprung aus der oromedialen Wand der A. o. e. noch außerhalb der Periorbita an der Kreuzungsstelle

mit dem N. zygomaticus, in der Höhe des dorsalen Randes des N. maxillaris. Ein Scheidenast zu den Nerven der Fissura orbitalis konnte nicht nachgewiesen werden. Die Arterie läuft bedeckt vom N. zygomaticus wie üblich schräg über die „V. communicans“ der Fissura orbitalis zum ventralen Rande des R. t., den sie bis zum Herantritt der V. ophthalmica an die Periorbita oberflächlich begleitet, indem sie an den R. t. und durch die Periorbita hindurch an den N. maxillaris je ein Ästchen abgibt. In der Höhe der V. ophthalmica spaltet sich die Arterie, und indem die zwei Teiläste sich in die Tiefe senken, überkreuzen sie den Ramus longus des N. oculomotorius. Der ventrale der beiden Äste ist die A. ciliaris anterior ventralis (cav), die bald dem R. v. und dem R. t. einen Ast abgibt, im übrigen dorsal dem N. oculomotorius entlang bis zum Obl. v. zieht. Nach dessen Überquerung läuft sie in nasalem Bogen in der bekannten Weise zur ventralen Corneaumrandung (drei durchbohrende Äste). Der dorsale Spaltast hält sich an die Rinne zwischen Retr. t. und Retr. v. und teilt sich bald in den oberflächlich weiterziehenden Truncus ciliaris temporalis (ct) und in den „Bogenast“. Der Ciliartruncus hat den bekannten Verlauf dicht über dem Ventralrande des Retr. t. zu dessen Endgegend. Im temporalen Hauptmeridian liegt die mit zwei Ästen erfolgende Durchbohrung der Sclera 2 cm temporal (und naturgemäß etwas über) dem Sehnervenkopfe. Der Bogenast läuft in atypischer Weise zwischen Retr. t. und Retr. v. gegen die temporale Wand des Sehnervens durch, um im scharfen Bogen hirnwärts auf die Ventralseite des Nerven überzugehen.

Aus dem Scheitel entspringt der temporale und der ventrale Zufluß zum Circulus arteriosus nervi optici und ein hirnwärts sich auf die dorsale Nervenfläche schlagender Ast, der sich in den nasalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz und in einen Ast für den R. n. teilt. Der ventrale Zufluß ist als schwache Bachsche



Figur 11.

A. chorioideae inferior ausgebildet, die rein ventral an die Sclera herantritt mit 2 mm Abstand vom Sehnerven. Der fortlaufende Stamm des Bogengefäßes geht direkt am Sehnerven bis zum ventronasalen Rande durch, um wie üblich in die *A. ophthalmica interna* (o i) überzufließen und bulbuswärts den gemeinsamen Stamm der *A. palpebrae tertiae* und des *Trunc. cil. nas.* abzuspalten. Dieser gemeinschaftliche Stamm bricht zwischen dem *Retr. v.* und *Retr. n.* durch bis zur Innenfläche des *R. n.*, das ist an der Basis des großen Fettkörpers der *Palpebra tertia*, die zusammen in der Tiefe des *R. n.* und *R. t.* liegen und vom *Obl. v.* ventral überquert werden. Der dorsale der beiden Endstämme, der *Truncus ciliaris nasalis* (c n) geht über den ventralen Rand des *Retr. n.*, an der Außenfläche etwas aufwärts und dann dem Rande parallel zur Ansatzstelle, wo die Durchbohrung auch der Sclera erfolgt und zwar $2\frac{1}{2}$ cm nasal vom Sehnervenkopfe im nasalen Hauptmeridian; zwei feinere und eine stärkere Arterie bohren sich in die Sclera ein. Der ventrale Ast ist die *A. palpebrae tertiae* (p t), die zunächst außen am Fettkörper entlang läuft, sich dann einbohrt und wie üblich dem dorsonasalen Rande der *Cartilago palpebrae tertiae* entlang randwärts zieht.

Der zweite Ast der *A. o. e.* entspringt hier im Falle 11 vor dem freien Rande der *Crista pterygoidea*, 8 mm distal vom ersten aus der Lateralwand; der Wurzelteil schimmerte ja, wie oben erläutert, durch die Periorbita dicht über dem Schlitz für die *A. o. e.* hindurch und wurde dort von Ästchen des *N. lacrimalis lateral* überkreuzt. Der Stamm ist sehr dick und teilt sich schon nach 3 mm Verlauf. Die *A. lacrimalis* (l), medial der Äste des gleichnamigen Nerven, zieht den bekannten Weg unter Abgabe eines Astes an den *R. t.* Die Aufteilung erfolgt in der Drüse selbst, und zwar in der bei Fall 1 und 2 geschilderten Form. Als Besonderheit ist hier nur zu erwähnen, daß von der *A. palpebrae inferioris temporalis* bald nach Hervortreten aus der Drüsensubstanz die ventrotemporale Arterie der Orbitalfaszie (*ta*) entspringt, wie wir es schon bei Fall 4 und 10 beobachten konnten. Aus dem zweiten Stamme, der mehr dorsal gelegen ist, zweigt sich bereits nach 2 mm die *A. supraorbitalis* (s o) ab, die zwischen *N. nasociliaris* und *N. frontalis* hindurchtritt und etwas lateral der Mitte des *R. d.* die Periorbita nach Unterkreuzung des Nerven derart durchbohrt, daß sie unter starker Abbiegung gegen die mediale Orbitawand vordringt, an der sie eine zweite scharfe Knickung frontal erfährt. Auf dem bekannten Wege zum Foramen supraorbitale macht sie noch ein Knie, aus dem ein zum *Canalis meningeus* ziehender Zweig hervorgeht; diesem gesellt sich ein

sehr feiner Venenstamm zu, der aus der V. supraorbitalis herabsteigt. Medial an der aus dem Periorbitinneren hervortretenden Wurzel der V. supraorbitalis und dem N. frontalis vorüberziehend, begleitet die Arterie die Vene und den Nerven zum Augenbogenloch, indem sie den bekannten kleinen Ast zum Sinus frontalis abgibt. Nach Abzweigung der A. supraorbitalis bleibt ein Arterienstamm übrig, der die A. o. e. mit dem N. nasociliaris auch weiterhin unter den R. d. begleitet; dieser erhält einen Zweig. Nach 3 cm Verlauf geht temporal der Truncus ciliaris dorsalis (c d) hervor; sein Verlauf ist bekannt; die Durchbohrung der Sclera liegt im senkrechten Hauptmeridian, 3 cm dorsal vom Sehnervenkopfe entfernt. Der nasale Teilast ist die A. ciliaris ant. dorsalis (c a d), die drei Äste an den R. d. und einen an den Lev. p. s. entsendet. Im bekannten Verlaufe wird der Obl. d. unter Astabgabe dorsal überquert. Im charakteristischen Endgeäst, das 11 mm vom Cornearande entfernt beginnt, lassen sich zwei durchbohrende Zweige erkennen.

Der dritte Seitenast der A. o. e. ist ein Muskelast für den Lev. p. s. und den R. n.; er entspringt aus dem Arterienscheitel, ventral von der Abzweigung des N. infratrochlearis.

Die A. infratrochlearis (i tr) geht als vierter und letzter Ast etwas jenseits des Scheitels der A. o. e. hervor, ventral vom N. ethmoidalis. Sie läuft an der Außenfläche des R. n. dem Ventralrande des Obl. d. entlang und kommt erst relativ spät an den N. infratrochlearis zu liegen. Der Obl. d. erhält verschiedene Zweige. Nach Unterquerung der Trochlea entwickelt sich das charakteristische Endgeäst.

Die A. malaris, die „extraorbital“ einen Ast zur Kieferhöhle entsendet und durch den breiten Schlitz der Periorbita zur Unterfläche des Obl. v. gelangt und diese kreuzt, teilt sich am lidseitigen Muskelrande nach Abgabe des Angesichtsastes, der die ventronasale Faszialarterie und den nasalen Anteil des Arcus basalis inferior abgibt, in die beiden nasalen Lidarterien mit ihrem charakteristischen Verlaufe. Die Oberlidarterie gibt an der bekannten Stelle den Ast zum Tränensack und die A. canalis nasolacrimalis ab.

Die A. adiposa (ad) entstammt der A. buccinatoria (b).

12. Fall. Pferd 8 (IX der Protokolle), rechte Seite.

Die äußere Augenarterie verhält sich in bezug auf Ursprung und Verlauf charakteristisch; der N. nasociliaris bleibt allerdings medial der Arterie und teilt sich in deren Konkavität, so daß der N. infratrochlearis ventral, der N. ethmoidalis dorsal die Arterie an der charakteristischen Stelle kreuzt.

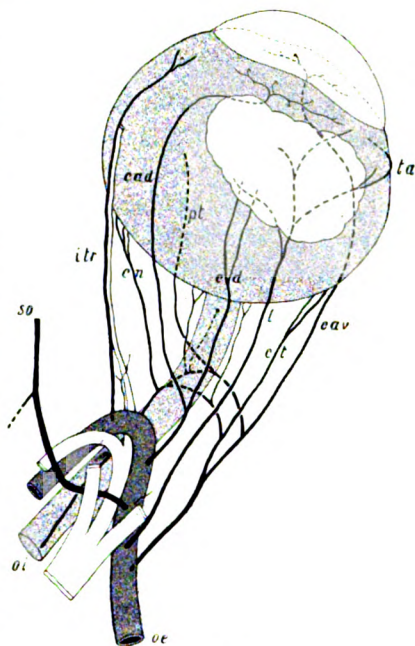
Der erste Ast tritt wie üblich aus der medialen Wand der A. o. e. in der Höhe des dorsalen Randes des N. maxillaris hervor, direkt ventral des N. zygomaticus. Der Nervenscheidenast zur Fissura orbitalis konnte nicht gefunden werden. In der Rinne zwischen R. t. und R. v. zweigt zum N. oculomotorius ein Gefäß ab, dessen hirnsseitiger Ast bis zu den Rami breves des Nerven zu verfolgen ist. In der Höhe der Kreuzung durch den Ramus longus n. oculomotorii trennt sich der Truncus ciliaris temporalis (c t) ab, der unter dem R. t. in der Rinne zwischen Retr. v. und Retr. t. verläuft und in dieser Lage an der Muskelinsertion die Sclera durchbohrt; der kleinere Ast, die A. cil. post. brevis temp., tritt im temporalen Hauptmeridian 1,6 cm, der stärkere, die A. cil. post. longa temp., 2,0 cm entfernt von der Sehnervenumrandung durch die Sclera. Unterwegs geht aus dem Ciliarstamm ein Ast hervor, der den Retr. v. nahe seinem temporalen Rande durchbohrt, diesem Muskel an seiner Innenfläche Zweige abgibt, der bulbwärts den temporalen Zufluß zum Zinnschen Gefäßkranz entläßt und im übrigen in nasaler und hirnsseitiger Richtung mit dem „Bogenaste“ anastomosiert.

Der fortlaufende Stamm spaltet nach weiteren 6 mm die relativ oberflächlich fortziehende A. ciliaris anterior ventralis (c a v) ab mit Ästen an den R. v. und R. t., deren Grenzrinne den Weg für die Arterie zeigt. Ihr weiterer Verlauf bietet nichts Abweichendes; in die dorsale Fläche des Obl. v. ist sie einige Millimeter lang eingebettet; in der Endteilung in der Tiefe des Obl. v., die 10 mm vom Cornealrande entfernt beginnt, läßt sich nur ein stärkeres durchbohrendes Gefäß nachweisen.

Der Hauptstamm des Gefäßes biegt an der bezeichneten Stelle medial ab; als „Bogengefäß“ schiebt er sich zwischen R. v. und Retr. v. ein unter Abgabe eines Astes für den R. v. Bereits am Retr. v., nahe dessen nasalem Rande geht die A. palpebrae tertiae (p t) ab, die den üblichen Verlauf nimmt; an den Drüsenteil des dritten Lides herangetreten, gibt sie einen starken Ast ab für die basalen Drüsenmassen und den bulbuseitigen Conjunctivalüberzug. Der Hauptast des Bogengefäßes aber durchbohrt nahe seinem nasalen Rande den Retr. v., entsendet den nasalen Zufluß zum Circulus art. n. optici und dicht daneben die A. centralis n. optici, die 3 mm entfernt von der Lamina cribrosa sich einbohrt; ein Gefäß zur ventralen Sehnervenumrandung fehlt. Am Sehnerven zieht das Bogengefäß weiter hirnwärts, indem bald die Anastomose von der temporalen Zinnschen Arterie einmündet; nach Übertritt auf die ventronasale Seite des Opticus zweigen zwei Äste für den R. n. und ein feinerer für den Retr. n. ab; nachdem auch noch der Tr. ciliar. nas. sich abgespalten hat, geht die Arterie in

die *A. ophthalmica interna* (*o i*) über, die charakteristisch ausgebildet ist. Der *Truncus ciliaris nasalis* (*c n*) schlägt sich in der bekannten Weise um den ventralen Rand des *Retr. n.* auf dessen Außenfläche um, gibt Äste an den *R. n.*, *R. v.* und *Retr. n.* ab und endet am dorsalen Rande der Insertion des *Retr. n.* unter Abgabe von Muskelzweigen, indem er sich mit einem starken Aste 2,4 cm, mit zwei schwächeren 1,5 cm entfernt von der Sehnervenumrandung im horizontalen Meridian durch die *Sclera* einbohrt. (*A. cil. post. long.*; *Aa. cil. post. brev.*)

Der zweite Seitenast der *A. o. e.* wird durch die isolierte *A. lacrimalis* (*l*) repräsentiert; 3 mm entfernt vom ersten Aste entspringt sie aus der lateralen Wand direkt ventral des kreuzenden Tränennerven. Kurz vor Herantritt an die Drüse geht der Stamm für die hirnsseitigen Partien der nasalen Drüsenhälfte ab. Der stärkere nasale Hauptast der Arterie gibt noch einen zweiten Ast für das nasale Drüsenende ab (für die lidseitigen Teile; für *Orbitalfaszie* und *Lev. p. s.*; für basale Oberlidteile) und wird zur *A. palpebrae superioris temporalis*; diese geht in das *Limbalgefäß* über, entläßt aber noch je einen Zweig an den Lidwinkel und zu den mittleren Teilen der *Lidbasis* mit all ihren Schichten. Aus dem temporalen Hauptaste, der *A. palpebrae inferioris temporalis*,



Figur 12.

entspringt nahe dem ventralen Drüsenrande die *ventrotemporale Arterie* der *Orbitalfaszie* (*ta*), die mit der nasalen aus der *A. malaris* einen schönen Bogen bildet und einen schlanken Ast schräg aufwärts gegen den *Limbus* der *Lidmitte* zur *Conjunctiva* entsendet; dieser *Bindehautast* senkt sich in die *A. limbalis inf. temporalis* ein; während von dem nasalen *Limbalgefäße* aus durch einen *Seitenzweig* die nasalen Teile der *Unterlidbindehaut* vaskularisiert werden.

Direkt über dem *N. lacrimalis* entläßt die *A. o. e.* aus der *orolateralen* Wand einen Ast zur *Innenfläche* des *R. t.* und fast gegenüber aus der *caudodorsalen* ein *Knochenästchen* für den *Proc. pterygoideus*.

Dicht distal geht ebenfalls aus der caudodorsalen Wand die *A. supra-orbitalis* (s o) hervor, die zwischen dem *N. nasociliaris* (medial) und dem *N. frontalis* (lateral) aufsteigt, die Periorbita durchbohrt und sonst charakteristisch sich verhält. Am bekannten Knie entsendet sie das Gefäß für die Schädelkapsel (ohne Eintritt in Schädelhöhle), und unter dem Stirnbeinfortsatze die bekannten Äste, insbesondere den Ast für den *Sinus frontalis* und den zur Tränendrüse usw.

1 cm distal, nahe dem Scheitel der *A. o. e.* entspringt der $1\frac{1}{2}$ cm lange gemeinsame Stamm für den *Trunc. cil. dors.* und die *A. cil. ant. dors.* Der *Truncus ciliaris dorsalis* (c d) gibt Zweige an den *R. d.* und *Retr. d.* und durchbohrt die *Sclera* mit einem Hauptstamme direkt an der Insertionslinie des *Retr. d.* mit 3,1 cm Abstand vom Sehnervenkopfe, während der Nebenast zuerst den Muskel durchbohrt und nur 2,2 cm über dem Sehnerven in die *Sclera* eintritt. Die *A. ciliaris anterior dorsalis* (c a d) entsendet einen Fettast; sie tritt nach Überquerung des *Obl. d.* erst spät über die *Rektussehne temporalis*; sie teilt sich 12 mm vom Hornhautrande entfernt; im Endgezwig sind vier durchbohrende Äste (zwei größere) zu bemerken.

Etwas jenseits des Scheitels der äußeren Augenarterie, direkt dorsal über dem kreuzenden *N. infratrochlearis* nimmt ein *Ramus muscularis* für den *Lev. p. s.*, *R. d.* und den *Obl. d.* seinen Ursprung und dicht daneben aus der nasoventralen Wand die *A. infratrochlearis* (itr), die den *R. n.* und den *Obl. d.* vaskularisiert, dessen ventralem Rande sie entlang läuft.

Die *A. malaris* entsendet vor dem Durchtritt in das Periorbita-innere den Ast zum Ursprunge des *Obl. v.* und an der Unterfläche des *Obl. v.* den Angesichtsast; aus diesem macht sich $1\frac{1}{2}$ cm entfernt vom Orbitalrande die ventronasale Faszialarterie frei, während die beiden Lidarterien am lidseitigen Rande des *Obl. v.* entstehen.

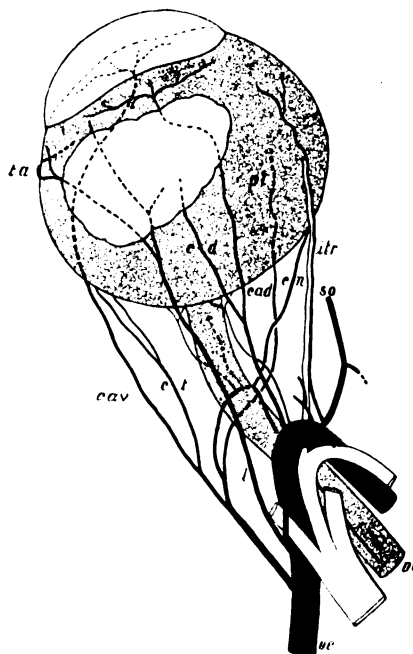
Die *A. adiposa* geht 1 mm vor Abgang der *A. buccinatoria* aus der *A. max. int.* hervor.

13. Fall. Pferd 8 (IX der Protokolle), linke Seite.

Die Verhältnisse der *A. ophthalmica externa* weichen nicht von der Norm ab; der *N. nasociliaris* ist wie rechts (Fall 12) gelagert.

Der erste Seitenast entspringt und verläuft typisch; nach der Überkreuzung des fraglichen *Oculomotoriusastes* zweigt der Bogenast nasal ab, während der oberflächlich weiterziehende nach Abgabe eines Gefäßes für den *R. t.* in die *A. ciliaris anterior ventralis* (c a v), deren Aufteilung 10 mm vom Hornhautrande ihren Anfang nimmt, und

in den *Truncus ciliaris temporalis* (c t) sich auflöst; der letztere teilt sich 2 cm vor der Durchbohrung, die 2,2 cm entfernt von der Sehnerven-umrandung liegt. Der „Bogenast“ schlägt zwar zunächst den gewöhnlichen Weg ein, teilt sich aber bereits an der Rinne zwischen Retr. t. und Retr. v. in drei Äste: in einen Ast an den R. v., in die *A. palpebrae tertiae* (p t), die von der Außenfläche des Retr. v. direkt zum dritten Lide zieht, und in den fortlaufenden Stamm, der zwischen Retr. t. und Retr. v. zum ventrotemporalen Sehnervenrande durchdringt. Dort entläßt er die *A. centralis n. optici*, die sich 3 mm entfernt vom Sehnervenkopfe einsenkt, und die temporale Arterie für die Sehnerven-umrandung mit einem Aste für den Retr. t., während der Hauptast mit zwei sich wieder vereinigenden Wurzeln in hirnseitiger Richtung auf den ventronasalen Nervenrand übertritt; hier zweigt bulbwärts der *Truncus ciliaris nasalis* (c n) ab, der dem Ventralrande des Retr. n. entlang läuft, um kurz vor der Durchbohrung erst am Muskel etwas aufzusteigen; die Durchbohrungsstelle liegt 2,6 cm entfernt vom Sehnervenrande im nasalen Hauptmeridian. Als *A. ophthalmica interna* (o i) läuft die Arterie weiter in der charakteristischen Weise.



Figur 13.

Der zweite *Ophthalmica*ast umfaßt die *A. lacrimalis* mit der ventrotemporalen Faszialarterie und die *A. supra-orbitalis*. In 5 mm Abstand vom ersten Zweige geht er proximal der *Lacrimalis*kreuzung aus der orolateralen Wand hervor. Bereits nach 3 mm steigt die *A. supra-orbitalis* (so) auf, indem sie den *N. lacrimalis lateral* überquert und dann dem *N. frontalis lateral* entlang läuft. Aus dem bekannten Knie zweigt wieder das Gefäß für die Schädelkapsel ab, das mit der *A. meningea media* anastomosiert. Aus der *A. lacrimalis* (l) zieht ein Ast zum R. t. Die *A. palpebrae inferioris temporalis* zweigt schon vor Herantritt an die Tränendrüse ab und enthält die charakteristische ventrotemporale Arterie der Orbitalfaszie (t a).

6 mm distal vom eben besprochenen Gefäße entspringt ein Ramus muscularis für den R. t. und Retr. t. und d., während aus dem Scheitel der A. o. e. der 2 cm lange gemeinsame Stamm des Trunc. cil. dors. und der A. cil. ant. dors. hervorgeht, der Äste zum R. d. und Lev. p. s. schiebt. Der Truncus ciliaris dorsalis (c d) durchbohrt jenseits der Insertionslinie des Retr. d., an die Zweige abgehen, mit einem Aste die Sclera, und zwar mit 4 cm Abstand vom Sehnervenkopfe auf Äquatorhöhe. Die A. ciliaris anterior dorsalis (c a d) hat vier durchbohrende Zweige (zwei größere) im Endgeäst, das 10 mm vom Hornhautrande entfernt aus der Arterie entsteht.

Direkt neben der letzten Arterie nimmt der nasale Zufluß zum Zinnischen Gefäßkranze seinen gesonderten Ursprung aus der A. o. e.; er entsendet bald einen Zweig zum R. n., während er selbst unter Abgabe eines Astes an den Retr. d. zwischen diesem und dem Retr. n. durchtritt.

Jenseits des Scheitels der A. o. e. tritt aus der oroventralen Wand, dorsal des Abganges des N. infratrochlearis ein Ast für den Obl. d. hervor und $1\frac{1}{2}$ cm weiter distal die A. infratrochlearis (itr) zwischen dem Obl. d. und R. n. Der R. n. erhält sofort einen starken Ast; im übrigen begleitet die Arterie ventral vom Nerven gelegen den Ventralrand des Obl. d., in dem sich nahe der Trochlea die Arterie in der Hauptsache verliert; sie hat hier also keine Äste zum Bindehautsack.

Die A. malaris zweigt vor dem Durchtritt durch die Periorbita den Ast für den Ursprung des Obl. v. und unter dem Obl. v. zwei Angesichtsäste ab, während die Endteilung typisch am lidseitigen Obliquusrande gelegen ist.

Die A. adiposa entspringt 2 mm vor Abgang der A. buccinatoria aus der A. max. int.

Bewertung der Ergebnisse für die einzelnen Arteriengebiete und die gesonderten Zweige.

Überschaut man die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen, so erkennt man sehr wohl einen Grundplan in der Verteilung der Arterien der Augenhöhle. Wie ja längst bekannt, wird beim Pferde wie bei den meisten Säugern überhaupt die Hauptmenge des Blutes durch die A. maxillaris interna dem Auge i. w. S. zugeführt, und zwar durch zwei Gefäße, durch die A. ophthalmica externa, die im Canalis pterygoideus des Sphenoidale entspringt, und durch die A. malaris, die aus einem Endstamme der A. maxillaris interna hervorgeht, aus einem Stamme

gemeinsam mit der *A. infraorbitalis*. Daß nebenher eine *A. adiposa* aus der *A. buccinatoria* oder seltener aus der inneren Kieferarterie selbst zu dem beträchtlichen extraorbital gelegenen Fettkörper hinzieht, sei hier nur berührt. Auf der anderen Seite ist es die *A. ophthalmica interna*, die dem Auge von der *A. carotis cerebialis* her einen arteriellen Zufluß aus der Schädelhöhle gewährt.

1. Die ***A. ophthalmica externa*** tritt in den allermeisten Fällen gemeinsam mit der *A. temp. prof. oral.* aus der *A. max. int.* hervor; sie gelangt ausnahmslos nach lateraler Überkreuzung des *N. maxillaris* und des *N. zygomaticus* von der Außenseite her an die Periorbita heran, durchbohrt diese mit dem zuletzt genannten Nerven noch medial der lateralen Wurzel des *Processus pterygoideus* des Sphenoidale; sie senkt sich nach Überquerung der *V. communicans* von der *V. ophthalmica* zum *Sinus cavernosus* und nach Überschreiten des dorsal vom *N. abducens* begleiteten *R. t.* allmählich zwischen *R. t.* und *R. d.* derart ein, daß sie zwischen *Retr. d.* einerseits und *R. d.* und *Lev. p. s.* andererseits gelegen, einen scharfen bulbuswärts gerichteten Bogen beschreibt. Der hirnwärts ziehende Endschenkel des Bogens tritt an den *R. n.* hinüber und läuft zwischen dem dorsalen Rande des *R. n.* und dem ventralen des *Obl. d.*, der gemeinsam mit dem *R. d.* entspringt, dem *Foramen ethmoidale* zu. So stößt dieser Arterienchenkel zwischen beiden im Ursprungsgebiet voneinander getrennten Muskeln mit seiner medialen Wand an die knöcherne Orbita, von der er nur unvollständig durch den begleitenden *N. ethmoidalis* abgedrängt wird.

Eine scharfe Grenze zwischen *A. ophthalmica externa* und *A. ethmoidalis* ist vom deskriptiven Standpunkte nicht zu ziehen; jedenfalls kann man wohl den Standpunkt vertreten, daß die *A. ophthalmica externa* in die *A. ethmoidalis* sich fortsetzt, nachdem sie alle Ciliar- und Bulbusgefäße, die *A. lacrimalis* und die *A. supraorbitalis* s. *frontalis* abgegeben hat. Andererseits kann ich auch Tandlers Ansicht prinzipiell beistimmen, wenn er von dem Stammgefäße spricht: „Es gibt Äste ab an die unteren Augenmuskeln, dann die *Arteriae ciliares* und spaltet sich schließlich in die *A. lacrimalis*, *frontalis* und *ethmoidalis*.“

Deskriptiv wird man jedoch die andere Lesart vorziehen müssen; es entspringen also demnach alle Äste, die zum Bulbus Beziehungen haben, aus einer „*A. ophthalmica*“, und wir müssen für deskriptive Zwecke den gesamten Bogen, also auch den distalen Schenkel zur *A. o. e.* rechnen. Ich betone das gegenüber Bach, der angibt, daß die *A. ethmoidalis* als Fortsetzung der *A. ophthalmica* „an der medialen Seite des Sehnerven zwischen den geraden Muskeln und dem Grundmuskel einen fast halb-

kreisförmigen Bogen“ beschreibe. Bach selbst erwähnt weiter: „Es entspringen aus derselben vorher — das heißt vor Eintritt in das Siebloch — noch zahlreiche Muskelästchen und feinste Zweigchen zum Sehnerven resp. dessen Umhüllungshäuten.“ Wenn ich das in dieser Form auch nicht habe bestätigen können, so haben meine Untersuchungen doch ergeben, daß in vielen Fällen außer solchen Muskel- und Nervengefäßen auch die A. infratrochlearis vom distalen Bogenschenkel ihren Ursprung nimmt. Solange noch wesentliche Äste zu Bulbus und Nebenorganen abgehen, solange haben wir es deskriptiv mit einer A. ophthalmica zu tun.

Das Verhalten der Arterie zu den Nerven innerhalb der Periorbita ist auch bis zu einem gewissen Grade typisch. Während in jedem Falle der N. lacrimalis die Arterie lateral und der N. abducens in der gleichen Höhe medial kreuzt, verhält sich der N. nasociliaris verschieden. In den meisten Fällen kreuzt er dicht über dem N. lacrimalis, von hinten über der Arterie herkommend, in der Tiefe der Crista pterygoidea die Lateralfäche der A. o. e., um diese im weiteren zu begleiten; gegen den Scheitel hin schiebt sich gewöhnlich der Nerv etwas auf die Unterfläche, gibt am Bogen selbst den N. infratrochlearis ab, um als N. ethmoidalis am absteigenden Schenkel der äußeren Augenarterie allmählich auf die dorsomediale Wand zu treten. Andere Fälle zeigen den Nerven medial neben der A. o. e., der Konkavität derselben zustrebend; in der Biegung liegt dann die Teilung; der N. infratrochlearis kreuzt den Scheitel dorsal oder ventral, während der N. ethmoidalis medial abbiegend den distalen Arterienschenkel übersteigt, um ebenfalls dorsomedial der Arterie das Foramen ethmoidale zu erreichen.

Aus der A. o. e. entspringt regelmäßig eine große Anzahl von Gefäßen für den Orbitalinhalt; sie nehmen ihren Ausgang in der Hauptsache vom proximalen Schenkel des Bogens, während aus dem distalen nur wenige und im allgemeinen nebensächlichere Äste hervorgehen. Als Hauptgefäße kommen in Betracht der Trunc. cil. temp., die A. cil. ant. ventr., die A. palp. tert., der Trunc. cil. nas., die A. lacrimalis, die ventrale Arterie der Orbitalfaszie, der Trunc. cil. dors., die A. cil. ant. dors., die A. infratrochlearis und die A. supraorbitalis. Diese zehn Einzelgefäße, die durch einen sehr konstanten Verlauf sich auszeichnen, sind in mehr oder weniger typischer Weise aneinander gekuppelt, so daß sich eine Anzahl bis zu einem gewissen Grade charakteristischer Gefäßkomplexe ergibt. Immerhin eröffnen sich in dieser Hinsicht Variationsmöglichkeiten, so daß die Zahl der Stammgefäße von 2 bis zu 6 aufsteigen kann; kleine, durch ihre Inkonstanz ausgezeichnete Muskelzweige und die Gefäße zum Zinnschen Arterienkranz und die des Sehnerven lasse ich hier außer acht. Was die Verkuppelung anlangt, so

sind, man kann sagen regelmäßig, die *A. cil. ant. ventr.*, event. mit der ventralen Arterie der Orbitalfaszie, der *Trunc. cil. temp.*, die *A. palp. tert.* und der *Trunc. cil. nas.* zum ersten Stamme vereint. Nur in einem einzigen Falle (7) von 13 ist dieser Stamm abermals geteilt. Im voraus sei hier darauf hingewiesen, daß dieser Seitenzweig der *A. o. e.* ohne Ausnahme sich mit der *A. o. i.* in Verbindung setzt. Der zweite Stamm zeigt mehr Variationen: zweimal setzt er sich zusammen (Fall 2 u. 4) aus der *A. lacrimalis*, dem *Trunc. cil. dors.* und der *A. cil. ant. dors.*, während in 2 anderen Fällen (5 u. 11) dazu auch die *A. supraorbitalis* tritt; in allen 4 Fällen ist die *A. infratrochlearis* ein gesonderter Ast (der 3. oder der 4.); ein anderer Typus (9) vereint alle beim zweiten Stamm genannten Gefäße zu einem einzigen Aste, während wieder ein anderer Fall nur die *A. supraorbitalis* als dritten Stamm gesondert entstehen läßt (6); im Falle 10 ist dagegen die *A. lacrimalis* ausgeschieden (daß diese hier nicht aus der *A. o. e.*, sondern aus der *A. temp. prof. oralis* hervorgeht, ist nebensächlich). Als Rest bleiben noch 6 Fälle mit atypischer und geringgradiger Verkuppelung und deshalb mit relativ hoher Astzahl. Als Übergang zeigt Fall 13 mit 4 Ästen eine Verbindung der *A. lacrimalis* mit der *A. supraorbitalis* und eine solche des *Trunc. cil. dors.* mit der *A. cil. ant. dors.*, während die *A. infratrochlearis* frei ist. In Fall 1 mit 5 Stämmen ist nur die *A. lacrimalis* mit dem *Trunc. cil. dors.* verbunden, im Falle 3 mit ebenfalls 5 Stämmen dagegen nur die *A. supraorbitalis* mit dem *Trunc. cil. dors.*, während die restierenden 3 isoliert entspringen. Fall 12 und Fall 7 zeigen als einzige die Verbindung des *Trunc. cil. dors.* mit der *A. cil. ant. dors.*, so daß bei Fall 12 5, bei Fall 7 aus dem Grunde 6 isolierte Stämme hervorgehen, weil dort der typische erste Ast geteilt war (s. oben). Der Fall 7 schließt sich eng dem Fall 12 an, indem auch er 5 Äste zeigt, wobei der *Trunc. cil. dors.* mit der *A. cil. ant. dors.* einzig verbunden ist; jedoch ist hier als eigentlich nebensächliche Abweichung die Besonderheit zu erwähnen, daß ein zweiter, ein temporaler *Trunc. cil. dors.* aus der *A. supraorbitalis* hervorgeht. Das Resultat unserer Betrachtung geht also dahin, daß nur der erste Seitenast der *A. o. e.* regelmäßig ein komplexer ist, und zwar ein solcher, der fast ohne Ausnahme die gleiche Zusammensetzung zeigt. Alle anderen Äste können isoliert entspringen, wiewohl bei unseren 13 Fällen es nie zu beobachten war, daß dies auf alle zu gleicher Zeit zutrifft; vielmehr ist immer der eine oder der andere mit einem benachbarten im Ursprunge verbunden gewesen. Nebenbei sei hier erwähnt, daß der eine dieser variablen Äste, die *A. supraorbitalis*, auch rudimentär sein und in Wahrheit durch ein aus der *A. meningea media* in der Schädelhöhle stammendes

des Gefäß, das die Schädelwand zwischen *M. temporalis* und Periorbita durchbricht, im Hauptgebiet ersetzt werden kann (Fall 6). Mobilio hat einen ähnlichen Fall beim Maultiere besprochen, jedoch ist es nicht möglich festzustellen, ob auch da eine rudimentäre primitive Supraorbitalarterie mit dem charakteristischen Ursprunge und Verhalten zur Periorbita neben dem Ersatzgefäße ausgebildet war. Im übrigen sei auf S. 145 u. 168 verwiesen und auf meine Publikation in den Anat. Verhandlungen 1912.

Jeder der genannten Äste der A. o. e. hat genau wie das Muttergefäß eine charakteristische Lage, auf die ich hier zusammenfassend eingehen muß, da darüber bei Bach nur sehr wenig zu finden ist, und sich bei ihm auch Fehlerhaftes eingeschlichen hat, während bei Ellenberger-Baum und bei Martin so gut wie jede Angabe fehlt. Im allgemeinen sei vorausgeschickt, daß von allen Arterien, die den Muskeln entlang ziehen, Muskelzweige abgegeben werden; welche Muskeln betroffen werden, ergibt sich also aus der Lage. Das Nähere s. bei den Protokollen.

Der *Truncus ciliaris temporalis* geht wenig in der Tiefe der Rinne zwischen R. v. und R. t. aus dem ersten Seitengefäß der A. o. e. hervor; er steigt, auf dem Retraktor gelegen, unter dem R. t. etwas auf und durchbohrt den Retr. t. und die Sclera nahe dessen Insertion, also hinter dem Äquator in gewisser Entfernung (meist weniger als 2 cm) vom Sehnervenkopfe im temporalen Hauptmeridian. Der Ast entspricht dem gleichbenannten der anderen Haustiere.

Die *A. ciliaris anterior ventralis* ist in der gleichen Rinne zu suchen; sie bleibt bulbuswärts meist etwas weiter oberflächlich liegen und überkreuzt den aus der Tiefe über den dorsalen Rand des R. v. hervortretenden langen Ast des *N. oculomotorius*, der für den Obl. v. bestimmt ist. Bald tritt sie an der Innenfläche des R. v. etwas in die Tiefe und verschwindet völlig unter der Orbitalfaszie. Indem sie sich im allgemeinen an den temporalen Rand des R. v. hält, gelangt sie an den Obl. v.; diesen überquert sie dorsal, also an der Innenfläche derart, daß sie in mehr oder weniger deutlichem nasalen Bogen mitten auf die Sehne des R. v. tritt und an dieser gegen den Cornearand hin läuft. In wenig wechselnder Entfernung (ca. 10 mm) von diesem teilt sie sich noch vom Obl. v. bedeckt in 2 divergente Äste, die die gesamte ventrale Circumferenz des Corneaovals umfassen und viele Seitenäste hervortreten lassen; so entsteht ein zierliches episclerales Endgefäß, das sehr viele radiär gegen die Cornea ausstrahlende Zweige entsendet; diese kann man bei guter Schellackinjektion mit der Lupe bis hart an die durchsichtige Cornea heran verfolgen; sie bilden die Zuflüsse zum Randschlingen- und tiefen Netz der Hornhaut. Andere Zweige von geringer Anzahl verästeln

sich in der *Conjunctiva bulbi*, während meist 2 bis 4, seltener nur ein Stämmchen die *Sclera* in verschiedenem Abstände vom *Corneoscleralborde* durchbohren und so Zuflüsse zum *Circulus arteriosus iridis maior* und überhaupt zur mittleren Augenhaut darstellen. Bei den kleinen Wiederkäuern stammt diese Arterie aus der *A. malaris*; beim Rinde und den Carnivoren wird sie vom ventralen Muskelaste abgegeben.

Die ventrotemporale Arterie der Orbitalfaszie ist Bachs *A. conjunctivalis lateralis*; diesen Namen konnten wir nicht beibehalten, da er nicht die Eigenschaften des Hauptgefäßes trifft. Wir haben die Arterie in 11 Fällen gefunden; in den zuerst untersuchten zwei Fällen wurde sie zweifellos übersehen. Sechsmal tritt sie als oberflächlichstes Endgefäß des ersten *Ophthalmicaastes* auf, fünfmal konnte ich sie als Seitenast der *A. palpebrae inferioris temporalis* aus der *A. lacrimalis* feststellen. Bei der ersten Gruppe läuft sie der Rinne zwischen *R. v.* und *R. t.* entlang, um schließlich außen auf das von allen *Rectusmuskeln* sich loslösende Blatt der *Fascia orbitalis* zu treten, auf dessen Oberfläche sie in reichlichem Fett fortan verbleibt. Unter dem Jochbogen, also in der Gegend und vor dem Äquator, angelangt, kommt sie in die Nähe des ventralen *Tränendrüsens*randes und der aus diesem hervortretenden *A. palp. inf. temp.*, von der sie bei der zweiten Gruppe von Augen ihren Ursprung nimmt. In jedem Falle geht sie von dieser Gegend aus in eine dem freien *Orbitalrande* parallele Richtung über, indem sie im Mittel 1 cm vom Rande entfernt in der Tiefe *paraäquatorial* verläuft. Ein ganz entsprechender Ast kommt ihr dabei direkt oder indirekt aus der *A. malaris* entgegengelaufen, und so bilden sie einen Arterienbogen, der zahlreiche Seitenäste zur Faszie und zu allem außen aufgelagerten Fett entsendet. Da bekanntlich dies oberflächliche Blatt der *Fascia orbitalis* als *Lidfaszie* sich in die *Lider* fortsetzt, so werden auch gleichzeitig besonders die zentralen Teile der *Unterlidbasis* mit versorgt. Eine direkte *Vaskularisation* der *Bindehaut* findet also nicht statt, und deshalb möchten wir Bachs Bezeichnung der Arterie nicht akzeptieren, obwohl alle für die Faszie und deren Fett bestimmte Gefäße sekundär Zweige zur darunterliegenden *Bindehaut* abgeben. Eine ähnliche Arterie ist bisher nur beim Hunde beschrieben worden (C. Brückner). Anschließend wollen wir die Frage erledigen, durch welche Gefäße die fragliche Faszie in den übrigen Quadranten ernährt wird. Im *temporodorsalen* und *dorsalen* Abschnitt ziehen zahlreiche Äste aus allen in der *Tränendrüse* verlaufenden *Lacrimalisästen* zu Fett und Faszie; *dorsonasal* sind es Zweige der *A. cil. ant. dors.*, rein *nasal* solche der *A. infratrochlearis* und der *nasalen Lidarterien*.

Nun zu den Ästen der Lidbindehaut, der *Conjunctiva basalis et fornicis*. Im Bereiche des Unterlides stammen die Gefäße aus der ventronasalen Faszialarterie bzw. aus der temporalen Unterlidarterie. Beide können in einem *Arcus conjunctivalis inferior* zusammenlaufen. Temporal und tempordorsal sind es Zweige aus Tränendrüsengefäßen, dorsonasal solche der *A. cil. ant. dors.* und endlich in der Tiefe des nasalen Augenwinkels solche der *A. infratrochlearis*. Selbstverständlich strahlen von den beiden Limbalbogengefäßen, vom Rande her aus den Ästen der *Conjunctiva limbalis* Zweige in die Basalbindehaut ein, so daß im Grenzgebiete reichliche Anastomosen zu finden sind.

Die *A. palpebrae tertiae* geht fast regelmäßig aus einem Bogengefäße hervor, das vom ersten *Ophthalmicaaste* abstammt und in den meisten Fällen zwischen *R. v.* und *Retr. v.* den *N. oculomotorius* kreuzend zum ventronasalen Sehnervenrande vordringt: In dieser Entfernung vom Bulbus tritt nämlich der Sehnerv in einer Lücke zwischen dem über dem Nerven herabsteigenden *Retr. n.* und dem *Retr. v.* zur Innenfläche des *R. n.* hervor. Der angedeutete Verlauf wurde neunmal gefunden, während einmal (Fall 13) die *A. palp. tert.* allein diesen Weg unter dem *Retr. v.* nasal durchlief, indes der Bogenast selbst zwischen *Retr. t.* und *Retr. v.* zum Sehnerven gelangte. Es ist das ein Verhalten des Bogengefäßes, das außerdem noch zweimal zur Beobachtung kam (Fall 4 und 11), bei welchen Fällen die Arterie des dritten Lides aber erst nach Unterquerung des Sehnerven entsprang, sie also, um zur *Palpebra tertia* zu gelangen, zwischen *Retr. v.* und *Retr. n.* wieder hervortreten mußte. Nur ein einziger Fall (Fall 5) kam zur Beobachtung, in dem die *A. palp. tertiae* nicht aus dem Bogengefäße entsprang; hier nahm sie proximal von diesem aus dem ersten *Ophthalmicaaste* ihren Ursprung, unterquerte den *Retr. v.*, während der weiter distal aus dem gleichen Muttergefäß hervorgehende Bogenast zwischen *Retr. t.* und *Retr. v.* eintrat. Der Verlauf der *A. palp. tert.* geht also entweder unter dem *Retr. v.* hindurch zu dessen nasalem Rande oder vom Sehnerven ab am gleichen Rande des *Retr. v.* hervor an die Basis des direkt benachbarten dritten Lides; dieses wird basal ergänzt durch große Fettmassen in der Tiefe des *R. n.* und *R. v.*, die durchlaufen werden; die Arterie strebt zum dorsonasalen Rande der von der *Glandula palpebrae tertiae (superficialis)* basal umgebenen *Cartilago palp. tert.* Diesem Rande läuft die Arterie entlang unter Abgabe von Seitenästen an die Drüse und die *Conjunctiva*, bis sie auf den dorsalen Ankerfortsatz stößt; dieser wird lidseitig überquert unter allgemeiner Auflösung in den Randteilen des dritten Lides. Bachs Schilderung der *A. palp. tertiae* und des hier bisher als „Bogenast“ bezeichneten Gefäßes ist mehr als

dürftig. Daß zum dritten Lide noch ein Ast „von der A. ethmoidalis“ (s. S. 185) abgegeben werde, wie Bach zitiert, kann ich nur so verstehen, daß er mit diesem Zweige die A. infratrochlearis meint. Leider macht er auch hier weitere Angaben nicht: „Ich habe in bezug auf die Versorgung der Harderschen Drüse einige Varietäten beobachtet.“ Dem Satze kann ich nicht zustimmen. Die A. infratrochlearis kann man unmöglich als einen Ast für das dritte Lid bezeichnen. Die Arterie des dritten Lides stammt bei den Wiederkäuern und der Katze aus der A. malaris, beim Hunde aus dem großen Muskelaste.

Der *Truncus ciliaris nasalis* ist bereits mehrfach berührt worden; man kann sagen: ohne Ausnahme geht er aus dem Bogengefäß, also aus dem ersten *Ophthalmica*aste hervor. Und wir werden zu der Überzeugung kommen, daß das sogenannte „Bogengefäß“ weiter nichts ist, als die Wurzel dieses nasalen Ciliartruncus, doch darüber später. Nur eine Unregelmäßigkeit wollen wir vorerst betonen. Während in zwölf Fällen diese „Wurzel“ den Sehnerven ventral — indirekt oder direkt — kreuzt, ging sie in einem Falle (Fall 5) dorsal über den *Opticus* zur nasalen Seite durch. Auch das soll unten näher beleuchtet werden. Wenn wir das „Bogengefäß“ als besonderen Teil des ersten Astes zunächst beibehalten wollen, so entspringt der nasale Ciliartruncus regelmäßig an der nasalen Zirkumferenz des Sehnerven; er schlägt sich um den ventralen Rand des *Retr. n.* auf dessen Außenfläche; dieser entlang zieht er bulbuswärts, und er durchbohrt den Muskel in der Regel kurz vor seinem Ende in 2—2½ cm Entfernung vom Sehnerveneintritt, und zwar im nasalen Hauptmeridian. Im übrigen sei hier bereits daran erinnert, daß das „Bogengefäß“ hirnwärts und bei unserer jetzigen Auffassung nach Abgabe des *Trunc. cil. nas.* direkt in die *A. ophthalmica interna* übergeht. Das Gefäß entspricht dem gleichnamigen der anderen Tiere (s. S. 199 ff.).

Die *A. lacrimalis*, die unbedingt an den zweiten *Ophthalmica*ast gebunden ist (s. S. 187) und meistens distal des ersten Seitenastes (vgl. dagegen Fall 4) noch im *Canalis alaris* ihren Ursprung nimmt, begleitet die Äste des *N. lacrimalis* — ursprünglich medial an diesen gelegen. Sie ist demnach stets nahe der Rinne zwischen *R. t.* und *R. d.*, am Dorsalrande des *R. t.* gelegen, an dem sie oberflächlich zur Tränen-drüse verläuft. Bachs Angabe, daß sie zwischen *R. d.* und *R. n.* verlaufe, ist unrichtig, während Ellenberger-Baums Bemerkung, daß sie am *R. d.* zur Tränen-drüse ziehe, schon eher das Rechte trifft. Die Tränen-drüse wird durchschnittlich zwischen dem temporalen und mittleren Drittel des hirnseitigen Randes erreicht. In der Drüse oder früher gehen

im Prinzip drei Endäste hervor, die alle Zweige an die Drüse selbst, an deren Decke und an deren Unterlage (s. S. 189) abgeben. Nasal zieht ein ev. doppelter Stamm zum nasalen Drüsenrande mit Zweigen von eben skizzierter Bestimmung. Der mittlere Ast wird zur *A. palp. sup. temp.* und der temporale zur *A. palp. inf. temp.* Alle Literaturangaben sind in dieser Hinsicht lückenhaft. Daß aus der temporalen Unterlidarterie bei einer nicht geringen Zahl eine Arterie für die Orbitalfaszie hervorgeht, darüber s. S. 189. Temporale Ober- und Unterlidarterie treten vom äußeren Lidwinkel her in den Lidrand ein, dem sie in geringer Entfernung i. a. dicht basal der Tarsaldrüsen als entsprechende *A. limbalis temporalis* folgen. Der Norm entsprechend laufen sie mit je der *A. limbalis nasalis* aus der *A. malaris* zum *Arcus tarseus superior* bzw. *inferior* zusammen, so daß auch das Pferd Verhältnisse zeigt, wie es lange vom Menschen und auch von verschiedenen Säugetieren her bekannt ist. Das Nähere ist bei den Einzelfällen nachzulesen. Daß die *A. lacrimalis* auch einmal aus der *A. temp. prof. oralis* hervorgehen kann, zeigt der Fall 10. Im übrigen berichtet Fr. Meyer auch über einen gleichen Fall beim Menschen.

Der *A. lacrimalis* des Pferdes entspricht vollkommen die der Ziege, des Hundes, der Katze und die tiefe Tränenarterie des Rindes (K. Schmidt), das heißt alle diese Gefäße gehen aus der *A. o. e.* hervor. Beim Rinde existiert dagegen außerdem eine *A. lacrimalis superficialis* (K. Schmidt), die aus der *A. temporalis superficialis* entspringt, und die beim Schafe als Regel allein ausgebildet ist. Die temporalen Lidarterien (limbale oder basale) stammen bei sämtlichen anderen Haustieren in der Hauptsache aus der *A. temp. superfic.*, nicht aus der Tränenarterie; die Bildung eines *Arcus tarseus* verhält sich ähnlich wie beim Pferde.

Der *Truncus ciliaris dorsalis* läuft stets unweit des temporalen Randes der Innenfläche des *R. d.* entlang; er ist also dem *Retr. d.* aufgelagert, den er ganz analog den Verhältnissen beim nasalen und temporalen Ciliartruncus nahe oder an seiner Insertion durchbohrt; in die *Sclera* senkt er sich meist fast 3 cm vom Sehnervenkopfe entfernt ein. Bach nennt dieses Gefäß *A. chorioideae superior*; er rechnet es also zu den „kurzen hinteren Ciliararterien“. Auf diesen Punkt werden wir unten bei der Bewertung des gesamten Ciliararteriensystems zurückkommen. Ein ähnlicher Ast ist von K. Schmidt einmal beim Kalbe gefunden worden. Andere Tiere zeigen diesen Stamm nicht.

Die *A. ciliaris anterior dorsalis*, über deren Verkuppelung S. 157 nachzulesen ist, findet sich durchgehends noch weiter nasal zwischen *R. d.* und *Retr. d.* eingelagert, als der dorsale Ciliartruncus; sehr häufig schmiegt sie sich im Ursprungsteil lateral dem *Ophthalmicabogen* an.

Bulbuswärts schiebt sich die vordere dorsale Ciliararterie über den nasalen Rand des R. d. hinaus unter den Lev. p. s. und überquert in dieser Lage den Bulbusteil des Obl. d. in gewisser Entfernung von der Trochlea, wobei sie im weiteren der Mittelachse der Sehne des R. d. zustrebt. Bei zirka 10 mm Entfernung vom Cornealrande löst sie sich endlich unter der in die Lidfaszie ausstrahlenden Endsehne des Lev. p. s. in das bei der A. cil. ant. ventr. besprochene Endgeäst auf, das zwischen Conjunctiva bulbi und Sclera gegen den Corneoscleralbord sich vorschiebt und die gesamte dorsale Umrandung des Corneaovales umspannt. Immerhin sei erwähnt, daß auch bei der besten Injektion mit der Lupe Anastomosen des dorsalen und des ventralen Gefäßhalbringens an den Eipolen sich nicht nachweisen lassen. Die Zweige der Endauflösung decken sich völlig mit denen der A. cil. ant. vent. Es waren zwei bis vier durchbohrende Äste zu beobachten. Bei Schaf und Ziege stammt die A. cil. ant. dors. aus der A. supraorbitalis, während sie beim Rinde wechselnden Ursprung zeigt; beim Hunde ist sie ein Seitenast des großen Ram. muscularis.

Die A. infratrochlearis ist als solche noch nicht beschrieben worden; wir glauben sie identifizieren zu müssen mit dem bereits oben erwähnten Ästchen, das Bach von der A. ethmoidalis einige Male zum dritten Lide gehen sah. Andererseits wäre es denkbar, daß es sich um die von Bach als A. conjunctivalis medialis bezeichnete Arterie handelt, die er nur namentlich anführt, ohne sonst ein Wort ihr zu widmen. Die A. infratrochlearis des Pferdes begleitet den Ventralrand des Obl. d., wie der Nerv, nach dem wir das Gefäß benennen wollen. Es unterquert die Trochlea und versorgt außer dem hirnsseitigen Teile des Obl. d., wie oben auseinandergesetzt wurde, vor allem die ins Lid ausstrahlende Fascia orbitalis und die Conjunctiva der nasalen Lidwinkelgegend. K. Schmidt hat beim Rinde ein ähnliches Gefäß gesehen, das die A. ethmoidalis kurz vor ihrem Verschwinden verläßt.

Die A. supraorbitalis, die A. frontalis der Veterinäranatomie, hat nach der charakteristischen Durchbohrung der Periorbitaspitze an der Dorsalseite (entgegen Bach) einen extraorbitalen Verlauf; sie gelangt in der Nische zwischen Periorbita und medialer Orbitawand dem extraorbitalen Fettkörper angelagert, dicht vor der A. temporalis profunda oralis gegen die Wurzel des Processus zygomaticus ossis frontalis. Daß sie „häufig von der A. temporalis profunda oralis, mitunter von der A. maxillaris interna“ entspringe (Ellenberger-Baum und ähnlich auch Martin) konnte ich nicht beobachten; ebenso sind auch „Zweige an die Muskeln des Augapfels“ von höchst nebensächlicher Bedeutung, sie fehlen meist ganz. Als charakteristisches Nebengefäß, das nicht selten aber fehlt, entläßt

die Arterie extraorbital einen caudalen Ast an die Schädelkapsel, der sich nach meinen Untersuchungen bei geringer Ausbildung in der Knochenwand selbst auflöst, der aber in anderen Fällen die Schädelwand durchsetzt und mit Ästen der *A. meningea media* sich kreuzen oder sogar anastomosieren kann; auch beide Möglichkeiten können nebeneinander bestehen (Fall 3 z. B.). Es ist das Verdienst Mobilios, unser Augenmerk auf diese Frage gelenkt zu haben; ich glaube aber, daß auch Tandler etwas Ähnliches gesehen hat; es handelt sich um seine *A. meningea anterior*, die auch beim Menschen existiert; allerdings zieht sie dort von der *A. lacrimalis* weg (s. S. 207). Nach der Beobachtung von Mobilio kann beim Maultier die *A. supraorbitalis* gänzlich aus der *A. meningea media* entspringen, und wir hatten die Gelegenheit, einen ähnlichen Fall (Fall 6) beim Pferde zu notieren. Im übrigen verweise ich auf S. 145 und S. 168. Sobald die *A. supraorbitalis* an der Wurzel des Stirnbeinfortsatzes zwischen die Blätter der eng mit dem Perioste verbundenen Periorbita eingetreten ist, entläßt sie ein Stämmchen zum Sinus frontalis. Der Rest des Verlaufes ist bekannt. Die von Tandler bei Hund und Katze beschriebene „*A. frontalis*“ haben wir nicht bestätigen können, wenn man davon absieht, diesen oder jenen Muskel- oder Fettast als solche zu betrachten. Bei den Wiederkäuern stellt die Arterie in der Hauptsache einen Zufluß zur Stirnhöhle dar. Wir haben denselben, wenn auch nur sehr schwach ausgebildet, beim Pferde ebenfalls nachweisen können. Während bei Schaf und Ziege Zweige auf das Stirndach nicht hervortreten, sind solche beim Rinde vorhanden.

Außer diesen großen Seitenästen der *A. o. e.* wird es nötig sein, auch die Zuflüsse zum *Circulus arteriosus nervi optici* und die *A. centralis* des Sehnerven zu besprechen. Im großen und ganzen kann man regelmäßig einen nasalen und einen temporalen Zufluß zu diesem Gefäßkranz konstatieren, deren Endzweige nicht streng an die temporale oder nasale Umrandung sich halten, sondern auch dorsal oder ventral übergreifen. Die Zuflüsse entspringen typischerweise wohl aus dem Bogengefäß — wollen wir sagen aus der Wurzel des *Trunc. cil. nas.*, die unter dem Sehnerven hinweg läuft. Andere Fälle lassen den temporalen Zufluß aus dem *Trunc. cil. temporalis* hervorgehen, und bei einer dritten Gruppe endlich entspringt entweder der nasale (Fall 13) oder der temporale (Fall 6) aus der *A. o. e.* direkt. Im Falle 7 endlich fehlt ein nasaler Zufluß und dafür ist ein dorsaler ausgebildet, der in diesem Falle ebenfalls seinen Ursprung direkt aus der *A. o. e.* nimmt. Die fraglichen Zuflüsse sind auch von Bach beschrieben worden; er trennt sie jedoch nicht reinlich von anderen Ästen der hinteren Ciliarstämme, die dicht bei der Ein-

pflanzung derselben in die Sclera als *Aa. cil. post. breves* abgegeben werden. Im übrigen verweise ich auf S. 201 ff., wo auch Vergleiche mit den anderen Tieren gezogen sind.

In sieben Fällen war es uns möglich, ähnlich wie Bach, einen besonderen Zufluß zur ventralen Sehnervenumrandung festzustellen; ich glaube diesen mit Bachs *A. chorioideae inferior* identifizieren zu sollen, obwohl er angibt, daß diese „ungefähr entsprechend dem medialen Sehnervenrand annähernd auch in gleicher Höhe mit der Sehnerveneintrittsstelle“ sich an den Bulbus ansetze, um dann erst im Bogen ventral zum Nervenkopfe zu laufen. Bei den sieben gedachten Fällen handelt es sich viermal um eine wohlausgebildete Arterie, die mehr oder weniger direkt zur ventralen Umrandung des Sehnerven läuft und 2 bis 3 mm ventral von diesem (teils etwas nasal oder temporal verschoben) die Sclera durchbohrt. In allen anderen Fällen zeigte sich dies ventrale Gefäßchen in keiner Weise unterschieden von dem nasalen oder temporalen Zufluß zum *Circulus art. nervi opt.* Das Nähere s. S. 201 u. 202.

Eine *A. centralis nervi optici* konnte bei den dreizehn untersuchten Fällen achtmal konstatiert werden, das ist eine Zahl, die mit den Funden der neueren Untersuchungen Bachs über diesen Spezialpunkt ganz gut in Einklang zu bringen ist. Bach hat vierzehn Sehnervenköpfe mikroskopisch untersucht und nur einmal das Zentralgefäß vermißt. Das Gefäß ist aber so klein, daß es leicht bei nicht genügender Injektion makroskopisch übersehen werden kann. Jedenfalls bohrt es sich in verschiedenem Abstände vom Sehnerveneintritt in den *Opticus* ein, und wir folgen in der Benennung Bach, dessen Ergebnisse ein klares Licht auf diese Frage werfen. Den Ursprung nimmt das Gefäß in sechs Fällen aus der Wurzel des *Trunc. cil. nas.*, in einem aus diesem selbst, das heißt jenseits der Anastomose mit der *A. o. i.*, und in einem letzten endlich aus der *A. o. i.* In der Wurzel kann es mit einem der Zinnschen Zuflüsse vereint sein. Seine Beziehungen zur *A. o. i.* sind immer ziemlich enge.

2. Die *A. malaris* ist in ihren Ursprungsverhältnissen bekannt; nach Einbiegung auf die Bodenwand der Orbita läuft sie zuerst eine Strecke lang zwischen Periost und Periorbita vorwärts; wo beide miteinander verschmelzen, tritt die Arterie durch einen breiten Schlitz des periorbitalen Blattes ins Innere der Periorbitahöhle ein und gelangt dabei an die Außen- oder ventrale Fläche des *Obl. v.* Nach Unterkreuzung des Muskels teilt sie sich in die beiden Hauptäste, in die *Aa. palpebrae superioris et inferioris nasales*, die zu Limbalgefäßen werden und den *Arcus tarseus sup. et inf.* mitbilden helfen.

Aus der Unterlidarterie oder der *Malaris* selbst geht die nasoventrale

Arterie der Augenfaszie ab, während die Oberlidarterie bei ihrem charakteristischen Verlaufe zwischen Obl. v. und Tränensack hindurch die A. sacci lacrimalis und die A. canalis nasolacrimalis entsendet. Das genauere Verteilungsprinzip in den Lidern war bisher völlig unbekannt. Nach Ellenberger-Baum „verzweigt sie sich im unteren Augenlid“; ähnliches berichtet auch Martin. Bach hat das Gebiet gänzlich außer acht gelassen. Bei den anderen Haustieren hat die A. malaris im wesentlichen die gleichen Orbitaläste, wenn auch bei Hund und Rind die nasale Oberlidarterie fehlt und beim Schafe diese sehr schwach ist.

3. Die **A. adiposa**, die für den großen extraorbital gelegenen Fettkörper bestimmt ist, entspringt in jedem Falle distal des Canalis alaris entweder aus der A. buccinatoria oder aus der A. max. int. selbst kurz proximal der A. buccinatoria, wie das Ellenberger-Baum sehr richtig hervorheben. Bach hat, nach seiner Schilderung und nach seinem Bilde zu urteilen, eine andere Arterie im Sinne. Bachs „A. adiposa“ entspringt aus der A. ophthalmica externa, die ja im Flügelkanale aus der A. max. int. dorsal hervorgeht. „Kurz darauf — gemeint ist nach Ursprung der A. o. e. — gibt dieselbe einen starken Ast ab, welcher nach oben und innen zu dem beim Pferde mächtig entwickelten extraorbitalen Fettpolster geht.“ Ein Blick auf Bachs Tafelzeichnung lehrt, daß es sich hierbei ohne jeden Zweifel um die A. temporalis profunda oralis handelt, die fast ohne Ausnahme (Textfigur 10) mit der A. o. e. einen ganz kurzen Stamm gemeinsam hat — vgl. Textfigur 11 — und den Canalis alaris s. pterygoideus durch ein besonderes Loch, das bekannte Foramen alare parvum verläßt. Ihr Verlauf geht aus der Figur 2 (t p o) zur Genüge hervor; ihre Äste sind vorwiegend für den M. temporalis bestimmt. Lediglich einzelne Endäste an der Wurzel des Proc. zyg. ossis front. sind für das dorsale Ende des Fettkörpers bestimmt. Der dorsale Ast der A. adiposa läuft teilweise in unmittelbarer Nachbarschaft der Schläfenmuskelarterie aufwärts. Andere Tiere haben ein selbständiges Gefäß für den extraorbitalen Fettkörper nicht aufzuweisen.

4. Die **A. ophthalmica interna** entspringt nach meinen Erfahrungen ohne Ausnahme aus dem intraduralen Teile der A. carotis interna, also aus der A. carotis cerebralis. In dem Momente, in dem die A. carotis interna medial neben der Einmündung der V. communicans von der V. ophthalmica zum oralen Ende des Sinus cavernosus die Wand dieses Sinus, also die Dura, durchbricht oder auch dicht distal dieser Durchbohrung teilt sich die Arterie in den bekannten Ramus caudalis und Ramus nasalis. Der Ramus nasalis steigt ziemlich steil dorsal auf, um auf die Höhe der Dorsalfläche des Chiasma opticum zu gelangen, die sie

durch den lateralen Winkel der Sehnervenkreuzung erklimmt. Aus der oroventralen Wand dieses aufsteigenden Astes entspringt mehr oder weniger dicht an der Dura gegenüber dem Abgange der *A. cerebri media* oder dem Abgange der *A. chorioidea nasalis* ein im Mittel 1 mm dickes Stämmchen, welches den hier zwischen Gehirnbasis und Dura befindlichen Subduralraum überquert; im gleichen Niveau bleibend springt es zum lateralen Rande des *N. opticus* über, den es durchschnittlich 1 cm entfernt vom lateralen Chiasmawinkel erreicht. Das *Chiasma nervorum opticorum* haben wir nur vaskularisiert gesehen durch je ein Ästchen, das bei dem Durchtritt der *A. carotis* durch die Dura aus der Medialwand entspringt; dazu kann eventuell noch ein zweites kommen, das bereits im *Sinus cavernosus* die *A. carotis interna* verläßt. Niemals sahen wir — entgegen Bach — Anastomosen dieser Zweige mit der *A. o. i.*, obwohl sie ihre Endgefäße auch auf den Sehnervenanfang überspringen lassen. Am Lateralrande des Sehnerven bleibt die *A. o. i.* nicht lange; sie windet sich mit Eintritt in die Orbita auf die dorsale und schließlich auf die nasale Seite des *Opticus* und läuft ungeschmälert am ventronasalen Nervenrande in die Wurzel des *Trunc. cil. nasalis* hinein, die wir bisher als Bogenast geschildert haben. So ist beim Pferde eine immerhin nicht ganz nebensächliche Verbindung zwischen den Gehirn- und den Augengefäßen hergestellt. Aus den Schilderungen Bachs kann man sich darüber keine rechte Vorstellung machen. Er läßt die *A. o. i.* von der *A. carotis interna* ähnlich unseren Angaben abgehen; er beschreibt aber noch innerhalb der Schädelhöhle eine Teilung der Arterie in zwei Stämmchen, die sich später am medialen Sehnervenrande — also in der Orbita — auflösen und miteinander in Verbindung treten; „außerdem anastomosieren sie mit der . . . *A. recurrens ad nervum opticum*. Die letztgenannte Arterie gibt eine größere Zahl von Zweigchen ab, die teils nach rückwärts zum Sehnerven und dessen Scheiden ziehen, teils nach vorn verlaufen und direkt an dem Rande der Sehnerveneintrittsstelle oder in geringer Entfernung davon die *Sclera* durchbohren.“ Und an anderer Stelle steht von unserem *Tr. cil. nas.*, von Bachs *A. iridis nasalis* geschrieben: „Dieselbe gibt regelmäßig, nachdem sie an die nasale Seite des Sehnerven gelangt ist, ein stärkeres Ästchen zu dem Sehnerven resp. dessen Umhüllungshäuten ab. Dieser Ast zieht rückwärts und anastomosiert mit den den Sehnerven begleitenden Gefäßstämmchen, welche von hinten her aus der *Carotis interna* stammen.“

Wir haben in der Mehrzahl der Fälle die volle *A. o. i.* verfolgt und nie eine Andeutung der Trennung in zwei gegeneinander laufende Sehnervengefäßgebiete gefunden, wie man sie nach Bachs Schilderung an-

nehmen muß. Immer ging die A. o. i. vom Ursprunge in der Schädelhöhle glatt durch bis zur Einsenkung in den Tr. cil. nas. Gewiß gibt sie unterwegs Äste an den Sehnerven in der Orbita, ab und zu auch solche zu den Muskeln ab; einmal zeigte sie nahe dem For. opticum zwischen den Muskeln auch eine Inselbildung; aber sonst handelt es sich um einen einheitlichen Stamm, der kontinuierlich die fraglichen zwei Gefäßgebiete miteinander verbindet. Über die Verhältnisse bei anderen Tieren können wir uns unten orientieren.

5. Zum Schlusse sei noch vom vergleichenden Standpunkte des **Ramus anastomoticus** des extraduralen Teiles der **A. carotis interna** zur **A. ophthalmica externa** gedacht, den wir beim Hund in so charakteristischer Weise kennen. S. 133 wurde bereits das Nötige für die anderen Tiere gesagt. Wie verhält sich das Pferd? Der fragliche Anastomosenast ist charakterisiert durch einen Verlauf durch die Fissura orbitalis. Nun haben wir bei unseren Untersuchungen einen doch ziemlich konstanten Zweig kennen gelernt, der vom ersten Ophthalmicaaste oder von der A. o. e. selbst zur fraglichen Spalte hinzieht, der aber die Schädelhöhle nicht erreicht, sondern bereits in der Spalte in der Nervenscheide sein Ende nimmt. Wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir diesen Zweig als den Rest des gedachten Anastomosenastes ansprechen, von dem der intracranielle Teil verlorengegangen ist. Die A. carotis interna des erwachsenen Pferdes, das gibt auch Tandler unumwunden zu, ist immerhin derart voluminös, daß sie die Hauptmenge des Blutes dem Gehirn zuführt; und ihre lichte Weite ist derart beschaffen, daß von anderer Seite, speziell von seiten der A. maxillaris interna, ein Zufluß als Ergänzung sich erübrigt; so konnte ein Teil der Anastomose ausfallen.

Das System der hinteren Ciliararterien und ihr Verhalten zur äußeren und inneren Augenarterie.

Eine der Hauptfragen unserer Untersuchungen war die der Ergründung des Verhaltens der hinteren Ciliararterien zueinander, insbesondere der gegenseitigen Beziehungen der seit der Publikation von Bach beim Pferde bekannten Ciliarstämme, die im horizontalen Meridian die Sclera durchbohren.

Eingangs haben wir ja darauf hingewiesen, daß bei allen von uns untersuchten Säugetieren auffallend übereinstimmende Verhältnisse insofern vorgefunden wurden, als aus der A. ophthalmica externa ein sehr charakteristischer und isolierter Stamm hervorgeht, der einen typischen Verlauf

zu den Bulbusmuskeln und zu dem Sehnerven nimmt. Wir haben den Stamm „Ramus bulbi“ genannt, da er enge Beziehungen zum Augapfel, und zwar zu diesem allein besitzt. Bei allen den Tieren — Ovis, Capra, Bos, Canis und Felis — handelt es sich um einen den N. opticus direkt oder indirekt dorsal überquerenden und schließlich dorsonasal am Nerven entlanglaufenden Stamm, der in mehr oder minder beträchtlicher Entfernung vom Bulbus in seine zwei Hauptäste sich auflöst, in den Truncus ciliaris nasalis, der quasi die Fortsetzung des Muttergefäßes darstellt, und in den Truncus ciliaris temporalis, der sich über die mediale und ventrale auf die temporale Seite des Sehnervenendes windet. Beide treten sodann im horizontalen Meridian — nasal bzw. temporal — in gewisser Entfernung vom Sehnervenkopfe an die Sclera heran; hier geben sie meistens äußerlich frei hervortretende Äste ab, die die Sclera senkrecht durchbohren und in der Chorioidea sich auflösen — die A. a. ciliares posteriores breves nasales bzw. temporales — der Hauptstamm jedoch senkt sich (eventuell unter Aufteilung in zwei oder drei Paralleläste, die schraubig gewunden sein können) jederseits im Meridian weiterlaufend ganz allmählich in die Sclera ein, um zwischen äußerer und mittlerer Augenhaut bis zum Ciliarkörper und weiter vorzudringen — A. ciliaris posterior longa nasalis bzw. temporalis.

Dieser Ramus bulbi nimmt bei allen den genannten Tieren seinen Ursprung aus der A. o. e. Bei Ovis, Capra und Bos geht er aus einem geflechtartig aufgelösten Teile der äußeren Augenarterie innerhalb der Muskelpyramide (unter dem R. d.) hervor, so daß er vollkommen verdeckt wird. Bei Canis und Felis dagegen entspringt der Stamm außerhalb des Muskelkegels aus der A. o. e., und er dringt wie die äußere Augenarterie selbst — wenn diese nicht über die Muskeln hinweg direkt unter der Periorbita dem Foramen ethmoidale zustrebt (Canis; Felis, die Hälfte der Fälle) — zwischen R. t. und R. d. ein, so daß er zwischen R. d. und Retr. d. gelegen den Sehnerven dorsal überkreuzt, bevor er in die bei dem Wiederkäuer erkannte Lage zum Sehnerven kommt. Bei der Katze bestehen insofern besondere Verhältnisse, als der Ramus bulbi, wie auch die A. o. e. selbst, aus einem Rete entspringt, das bisher nur der A. maxillaris interna zugesprochen wurde. Stellt man sich auf vergleichenden Boden, so erscheint es aber ohne weiteres klar, daß diese Arterie die Netzbildung nicht allein besorgt, daß das Rete vielmehr komplexer Natur ist: Das Rete hat ja eine ganz bedeutende Ausdehnung; es legt sich breit der Periorbita seitlich und dorsal an und dringt sogar mit bestimmten Teilen, aus denen insbesondere die Orbitalgefäße hervorgehen, durch die Augenhülle ins Innere ein — genau wie das sonst die A. o. e. tut. Wenn also

Hürlimann schreibt, daß die A. o. e. innerhalb der Periorbita aus dem Rete a. maxillaris internae entspringt, so ist das eine Auffassung, die von rein deskriptiven Gesichtspunkten diktiert wurde. Vergleichend kann es nur die eine Anschauung geben, daß das ganze extraorbital gelegene Ursprungsgebiet der A. o. e. aus der A. max. int. bei Felis zu einem großen Netze sich umgewandelt hat, und daß die Auflösung zum Rete an der äußeren Augenarterie sich bis in die Periorbita hinein — bis zu der Stelle vorgeschoben hat, an der sie unter dem R. d. verschwindet. Für diese Auffassung spricht auch der bekannte Umstand, daß die A. max. int. entlang des ventralen Randes des Rete als starkes Gefäß sichtbar ist, so daß gewissermaßen — ich sehe von einem ventral umgeschlagenen Zipfel ab — die Retebildung nur die halbe Zirkumferenz der Arterie betrifft. Und andererseits beweist uns das der Umstand, daß der R. bulbi neben der „A. ophth. ext.“ aus dem Rete hervorgeht.

Der intraorbital gelegene Teil des Rete der Katze ist dem Rete a. ophthalmicae externae der Wiederkäuer homolog zu setzen. Während aber bei Felis dieses Netz rückwärts kontinuierlich sich bis auf die A. max. int. erstreckt, ist das Wurzelgebiet der A. o. e. bei Bos und Capra einheitlich; bei Ovis dagegen sind bereits Anklänge einer Netzbildung auch im Ursprungsteil der äußeren Augenarterie vorhanden. Ähnliche graduelle Verschiedenheiten in der Netzbildung haben wir an einem anderen Beispiele schon kennen gelernt (s. S. 134); allerdings verhielten sich die Gruppen (Wiederkäuer — Katze) dort gerade umgekehrt.

Wie gestalten sich nun die beiden fraglichen Ciliarstämme bei Equus? Wir kennen schon durch Bachs Untersuchung, daß diese aus einem gemeinsamen Stamme hervorgehen. Jedoch gestatten die Schilderungen eine eingehende Würdigung der Frage nicht. Unsere Darlegungen sollten diese Lücke ausfüllen. Die Betrachtung des gesamten vorliegenden Materials und besonders unsere Schemen zeigen auf den ersten Blick, daß gewiß das Pferd einen eigenen Verzweigungstyp der Orbitalarterien im allgemeinen und im speziellen besitzt, daß aber im Grunde sehr verwandte Verhältnisse vorliegen. Auch das Pferd hat seinen Ramus bulbi, der den Truncus ciliaris nasalis und den Truncus ciliaris temporalis hervorgehen läßt¹⁾. Allerdings zeigt dieser ein in verschiedener Richtung abgeändertes Verhalten. Es

¹⁾ Dieser Tatsache widerspricht auch Fall 7 nicht, wo der Stamm gespalten erscheint; solches ist sowohl beim Hunde als auch bei der Katze beschrieben worden. Beim Kaninchen ist ein derartiges Verhalten ebenso bekannt.

sind vor allem zwei Punkte, die ihn beim Einhufer auszeichnen. Zum ersten hat er einen anderen Verlauf: er tritt zwischen R. t. und R. v. in den Muskelkegel ein, und da der Hauptstamm den Sehnerven nicht kreuzt, so erscheint der temporale Ciliartruncus als seine Fortsetzung, während der nasale unter dem Sehnerven hinwegläuft, um zu seiner Seite an die Sclera zu gelangen. Die einzige Ausnahme bildet der interessante Fall 5. Zum zweiten ist der Ramus bulbi des Pferdes nicht ein, wie wir oben gesagt haben, isolierter Stamm. Er maskiert sich vielmehr durch Anhängung verschiedener Zweige an sein Strombett, die bei anderen Tierarten in anderen Gegenden wurzeln: es handelt sich um verschiedene Muskelzweige, um die A. palp. tert., um die A. cil. ant. ventr. und gelegentlich um die ventrotemporale Arterie der Augenfaszie. Daß wir aber voll berechtigt sind, trotz gewisser Abweichungen vom Vorhandensein eines echten Ramus bulbi zu sprechen, das beweisen uns zwei weitere Tatsachen, die wir unten noch näher beleuchten wollen: die typischerweise erfolgende Abgabe der Zuflüsse zum Zinnschen Gefäßkranz und die Anastomose mit der A. o. i.

Nach vorstehendem kommen wir also zum Schlusse, daß der erste Seitenast der A. o. e. des Pferdes als Ramus bulbi zu bezeichnen ist. Wir haben somit einen zweiten Typus der Ausbildung eines solchen Gefäßes vor uns, einen Typus, der ausgezeichnet ist durch einen extramuskulären (streng genommen sogar zudem durch einen extraorbitalen) Ursprung; durch seinen Verlauf zwischen R. t. und R. v., also lateral vom Sehnerven, und von diesem getrennt durch die Gruppe der Retraktoren; durch seine Teilung weit weg vom Bulbus und vom Sehnerven; und durch Einbeziehung verschiedener wichtiger Orbitalgefäße in sein Stromgebiet. Seine laterale Lage zum Sehnerven bedingt, daß als fortlaufender Stamm der Truncus ciliaris temporalis auftritt, während der nasale den Sehnerven unterquert, um zur Sclera zu gelangen.

Als zweites Charakteristikum eines „Ramus bulbi“ haben wir oben kurz die Abgabe der Zuflüsse zum Circulus arteriosus nervi optici gekennzeichnet. Wir kennen bei den verschiedenen Tieren im allgemeinen zwei solcher Zuflüsse, einen dorsalen und einen ventralen, oder bei anderen einen nasalen und einen temporalen. Sie entstammen dem Ramus bulbi und seinen beiden Endästen. Sie zeigen viele Variationen, können vermehrt oder auch zu einem einzigen großen Stamme vereint sein; es besteht die Möglichkeit, daß der eine aus dem Ende des Ramus bulbi, der andere aus dem unter dem Sehnerven hinweglaufenden

Ciliarstamme entspringt; oder es entspringt jeder aus einem Ciliartruncus; oder sie werden gemeinsam aus dem die Ventralfläche des Opticus kreuzenden Aste abgegeben; es kann schließlich einer sogar direkt aus der A. o. e. hervorgehen (Katze). Sie können in der ganzen Zirkumferenz des Sehnervenendes sich einbohren, sie können äußerlich aber auch weniger oder mehr auf Teile dieses Kreises sich beschränken. Genau so liegt's im Prinzip beim Pferde. Meistens ist ein nasaler und ein temporaler Ast zur Sehnerveneinpflanzungsstelle zu beobachten, die in der Zirkumferenz sowohl dorsale als auch ventrale Zweigchen entsenden; sie nehmen ihren Ursprung in der Überzahl der Fälle aus dem in den Protokollen als „Bogenast“ oder „Bogengefäß“ bezeichneten Arterienstamm, der ja weiter nichts ist als die Wurzel des Trunc. cil. nasalis. In geringerer Zahl entspringt der temporale aus dem Tr. cil. temp. und noch seltener ist der eine oder der andere ein selbständiges Gefäß aus der A. o. e.

Verhältnismäßig häufig konnten wir einen besonderen ventralen Zufluß zum Zinnsehen Kranz erkennen. In einzelnen Fällen löste er sich zweifellos wie die anderen Zinnsehen Zuflüsse in feinste zur Lamina cribrosa hinziehende Zweige auf, so daß er mit Recht als Ast für den Circulus arteriosus nervi optici angesprochen wurde. Wir haben aber außerdem in geringer Zahl ein besonders starkes Ästchen beobachtet, das auch ventral von der Sehnervenumrandung an die Sclera herantritt; dieser starke Zweig aber durchbohrt in einiger Entfernung (mindestens 2—3 mm) vom Sehnervenrande die Sclera in einem deutlichen Loche, in dem das Pigment der Chorioidea durchschimmert. Es handelt sich hier gewiß um die von Bach als A. chorioideae inferior bezeichnete Arterie, die dann sicher weniger für den Sehnervenkopf als für die Chorioidea des ventralen Augenhintergrundes bestimmt ist, also eine A. cil. post. brevis ventralis darstellt. Sehr häufig haben wir diese Arterie vermißt. Es ist unmöglich, genaueres über sie zu sagen, da wir uns mit den Gefäßen nur bis zur Oberfläche des Bulbus beschäftigt haben. Das gleiche gilt von unserem Truncus ciliaris dorsalis. Bachs A. chorioideae superior. Wir konnten uns nicht entschließen, diesen Ast, der im übrigen niemals fehlt, entsprechend der übrigen Nomenklatur als A. ciliaris posterior brevis dorsalis zu benennen, welcher Name der Bezeichnung durch Bach entsprechen würde. Veranlaßt wurden wir dazu durch den Umstand, daß das Gefäß im Endbezirk genau sich wie der nasale und temporale Ciliartruncus verhielt. Obwohl tiefere Gründe uns nicht bekannt waren, so bezeichneten wir die Arterie doch als Truncus ciliaris dorsalis. Hier müssen neue Untersuchungen einsetzen, die auf den Bachschen fußen.

Als letztes typisches Merkmal des Ramus bulbi ist die Anastomose mit der *A. ophthalmica interna* betont worden. Die *A. o. i.* schreitet bei den einzelnen Tieren in verschiedener Weise dem Sehnerven entlang aus der Schädelhöhle zum Bulbus vor. Bulbuswärts liegt sie stets ventral am Opticus, und als Regel gilt, daß sie sich in den dem Sehnerven ventral überschreitenden Ciliarstamm einsenkt. Hiervon sind nur wenige Ausnahmen bei der Katze beschrieben worden, bei der in solchen Fällen die *A. o. i.* nach Überschreiten des Stammes in einen der Zuflüsse zum Zinnischen Kranz einmündet. Bei den Tieren mit dem uns zuerst bekannt gewordenen Typus des Ramus bulbi wird also die *A. o. i.* in den temporalen Ciliartruncus, beim Pferde logischerweise aber in den nasalen Stamm eintreten müssen. Besonders interessant liegen diese Verhältnisse bei Fall 5, bei dem die *A. o. i.* sich gewissermaßen direkt in den Truncus cil. nas. fortsetzt, während ein über die dorsale zur temporalen Nervenfläche absteigender Seitenast zum Tr. cil. temporalis führt. Hier liegt ein Fall vor, bei dem man bei solcher Auffassung die beiden Ciliarstämme als direkte Endäste des *A. o. i.* bezeichnen kann, von denen jeder den entsprechenden Zufluß zum Zinnischen Kranz abgibt, während der temporale von einem Aste (dem ersten) der *A. o. e.* eine Anastomose erhält.

Vergleich der Augengefäße des Pferdes mit denen des Kaninchens.

Durch die Untersuchungen H. Virchows sind uns seit langem die Augengefäße des Kaninchens bekannt. Im wesentlichen liegen dort — unter Berücksichtigung der Schilderung von W. Krause und J. Tandler — die Verhältnisse derart, daß wie bei den anderen Säugetieren außer den Malarisästen ebenfalls zwei Gefäße für den Bulbus bestimmt sind, die *A. ophthalmica externa* (inferior, W. Krause) aus der *A. maxillaris interna* und die *A. ophthalmica interna* (superior, W. Krause) aus der *A. carotis interna*. Die *A. o. e.* geht ebenfalls von der Lateralseite herantretend unter dem R. d. quer durch die Muskelpyramide, und sie gibt außer einer *A. frontalis*, einer *A. supraorbitalis* und einer *A. lacrimalis* die *A. ethmoidalis* ab, Äste, die uns hier nur nebenher interessieren. Wichtig ist aber, daß nach H. Virchow außerdem zwei Gefäße bulbuswärts abzweigen, die nach unserer Nomenklatur den Truncus ciliaris temporalis und den Truncus ciliaris nasalis darstellen. In den Trunc. ciliaris nasalis aber senkt sich die *A. ophthalmica interna* ein, nachdem sie zuvor ein gemeinsames Stämmchen für die Zuflüsse zum Zinnischen Gefäß-

kranz und für die *A. centralis retinae* abgezweigt hat. Dieses Verhalten gleicht in den Grundzügen vollkommen dem unseres Falles 7; der einzige Unterschied liegt hier darin, daß bei diesem Pferde die Zuflüsse zum Zinnischen Kranze nicht aus der *A. o. i.*, sondern aus dem nasalen Ciliartruncus hervorgehen. Noch auffallender aber stimmen die Verhältnisse des Kaninchens mit einem von Hürlimann bei der Katze beobachteten Falle überein. Bei seinem Fall, den er in Figur 6 als Variation abbildet, entspringen aus der *A. o. e.* auch zwei getrennte Ciliartrunci (der temporale geht aus dem intraorbitalen Zipfel des großen Rete hervor, den wir als zur *A. o. e.* gehörig erkannt haben), und die *A. o. i.* die allerdings bei der Katze sehr rudimentär ist, mündet in einen der nasalen Zuflüsse zum Zinnischen Kranz. Wir brauchen hier uns nur auf den Standpunkt zu stellen, daß die *A. o. i.* sich teilt in eine Anastomose zum *Tr. cil. nas.* und in den fraglichen Zinnischen Zufluß, dann sind alle wesentlichen Punkte übereinstimmend.

Auch ein Fall beim Hunde, den uns C. Brückner schildert, und bei dem ebenfalls zwei getrennte Ciliarstämme bestanden (der eine allerdings nur durch Vermittlung der *A. lacrimalis* als Ast der *A. o. e.* erkennbar), bietet Verhältnisse, die sehr an die des Kaninchens erinnern.

Andererseits sei aber hier betont (vgl. S. 133), daß bei erneuter Untersuchung vielleicht zahlreicherer Kaninchen sich Fälle finden lassen müßten, die, wie das H. Virchow bereits zwischen den Zeilen lesen läßt, eine Überleitung zu den Verhältnissen bei anderen Säugetieren bieten: „Nach anderen Befunden“ können die beiden Ciliarstämme durch eine starke Anastomose an der Ventralseite des Sehnerven miteinander in Verbindung treten. Das weist darauf hin, daß die Verhältnisse sich dann denen des Pferdes nähern dürften.

Erst nach Absendung des Manuskriptes ist uns die ausgezeichnete Arbeit von H. Fuchs bekannt geworden, die sich auch mit dem definitiven Verhalten der Augengefäße des Kaninchens befaßt. Und wie schon oben eingefügt worden ist, handelt es sich bei den Fuchs'schen Ergebnissen tatsächlich um die Beschreibung eines regelrechten „Ramus bulbi“. Dieser Fund bestätigt die eben ausgesprochene Vermutung, daß unter Umständen tatsächlich dieser Ramus bulbi bezgl. seines Verlaufes dem des Pferdes gleichen kann. Daß er aber auch dorsal über den Sehnerven durchdringen kann (21 tägiger Embryo) beweist, daß der Verzweigungstyp beim Kaninchen außerordentlich variabel ist. Hier müssen neue Untersuchungen einsetzen.

Vergleich der Augengefäße im allgemeinen und der des Pferdes mit denen des Menschen.

Bekanntlich wird fast der gesamte Sehapparat in der Orbita beim Menschen durch die „A. ophthalmica“ mit Blut versorgt, die aus der A. carotis cerebralis entspringt und im großen und ganzen den Sehnerven ventral durch das Foramen opticum begleitet. Diese A. ophthalmica des Menschen ist, wie allgemein anerkannt wird, die A. ophthalmica interna der Tiere; bei Tieren kann sie durch Ausbildung einer Anastomose von der A. max. int. mehr und mehr an Bedeutung verlieren und unter Umständen sogar (bei *Vespertilio murinus* und bei *Rhinolophus hipposideros*; Tandler) vollkommen schwinden.

Immerhin sind aber beim Menschen mit der knöchern am meisten abgeschlossenen Orbita außer diesem Gefäße zwei unbedeutende Zuflüsse zum Orbitalinhalt bekannt, zu denen noch ein dritter kommt. Zuerst nach Gegenbaur ein Zweig des oralen Astes der A. temporalis profunda, der Ramus orbitalis aus der A. max. int. nach Tandler, ein beim Menschen ganz unbedeutender Muskelast, der durch die Fissura orbitalis inferior in die Augenhöhle eintritt. Dieser Ast nimmt vom Menschen abwärts, wie wir anderenorts ausführten, an Bedeutung zu und verbindet sich anastomotisch mit dem Carotidenaste, so daß er als A. ophthalmica externa einen Teil der Vaskularisation des Bulbus übernimmt oder sogar die „A. ophthalmica interna“ gänzlich ausschaltet. Dieser Zweig der A. max. int. spielt bei den Säugern eine wichtige Rolle; Tandler hat mit Ausnahme der Marsupialier diesen Ast als konstanten, gut entwickelten von den Monotremen bis zu den Halbaffen nachweisen können. Erst hier verkümmert dieser Ast, gibt seine Anastomose mit der A. ophthalmica und der Pars orbitalis arteriae stapediae auf, um beim Affen und Menschen durch die Fissura orbitalis inferior als unscheinbarer Muskel- und Periostast zu enden.

Die hier erwähnte A. stapedia ist in ihren Beziehungen zu den Orbitalgefäßen in einläßlicher Weise durch Tandler behandelt worden. Die A. stapedia ist ein Zweig der A. carotis interna, der m. oder w. total sich zurückbilden oder nur streckenweise nach Ausbildung von Anastomosen zugrunde gehen kann, so daß die bleibenden Stapediateile sekundär an andere Arterien sich hängen. Die typische A. stapedia teilt sich nach Passieren des Stapes in der Paukenhöhle in zwei Äste; der untere tritt durch die Glasersche Spalte hervor und senkt sich in die A. max. int. ein; der obere dagegen gelangt zur Schädelhöhle und läßt primär die A. meninge media abgehen, während der fortlaufende Stamm durch

ein besonderes Loch in der Schädelkapsel (Canalis cranioorbitalis; Zuckermandl) zur Orbita hinzieht; hier verbindet er sich eventuell mit dem jeweils dominierenden Orbitalgefäß — also mit der *A. ophth. int.* oder mit der *A. ophth. ext.* nach unserer Nomenklatur — oder er geht selbständig in gewisse Gefäße (z. B. *A. ethmoidalis*, *A. frontalis*, *A. lacrimalis*) über, die ihren Ursprung in der Orbita nehmen. Wenn ich Tandler recht verstehe, so bleibt beim Menschen i. d. R. wohl vom unteren Aste der *A. stapedia* die *A. tympanica* als Zweig der *A. max. int.* zurück; nach Ausbildung einer Anastomose zwischen Ramus inferior und Ramus superior der *A. stapedia* wird ferner die *A. meningea media* zum Aste der *A. max. int.*, und als Ramus orbitalis der *A. stapedia* gibt die *A. meningea media* die bekannte Anastomose zur *A. lacrimalis* ab, durch die bei Rückbildung von Wurzeln anderer Gefäße sich alle in der Literatur bekannten diesbezüglichen Variationen beim Menschen erklären lassen. (Hierüber siehe bei Fr. Meyer und J. Tandler.)

Als letzter Zufluß zu den Orbitalorganen sind beim Menschen feine Äste der *A. infraorbitalis* zu erwähnen, die sich nach Gegenbaur am Boden der Orbita verzweigen, die u. a. auch Kopsch als Muskelästchen, Rami orbitales, beschreibt, die ohne Zweifel der *A. malaris* der Säugetiere homolog zu setzen sind.

Vergleichen wir nun die vier Zuflüsse des Menschauges mit solchen beim Pferde, so zeigt sich eine auffallende Übereinstimmung betreffend der Qualität derselben.

1. Aus der *A. carotis cerebralis* stammt wie beim Menschen die *A. ophthalmica interna*; sie ist zwar beim Pferde stark reduziert und steht nur noch in innigerem Konnex zur Vaskularisation des Sehnerven und zu einem der hinteren Ciliarstämme. Fast alle anderen Gefäße sind wie die genannten beiden Ciliarstämme selbst Gefäße des Maxillarisastes.

2. Der beim Menschen vom oralen Zweige der *A. temporalis profunda* abstammende kleine Muskelzweig entspricht beim Pferde der *A. ophthalmica externa*. Im Ursprunge ist diese ebenfalls mit der tiefen Schläfenmuskelarterie vereint. Sie ist zum Hauptgefäße des Bulbus geworden und gibt mit Ausnahme der *Aa. palpebrae nasales* im Prinzip die gleichen Orbitaläste ab wie die von der Gehirnarterie abstammende *A. ophthalmica* des Menschen. Die schwache *A. o. i.* des Pferdes mündet in den nasalen Ciliartruncus ein.

3. Der Ramus orbitalis der *A. meningea media* (Tandler) ist als Rest des Ramus superior der *A. stapedia* beim Pferde als Variation ebenso ausgebildet wie beim Menschen. Er zieht von dem Mutter-

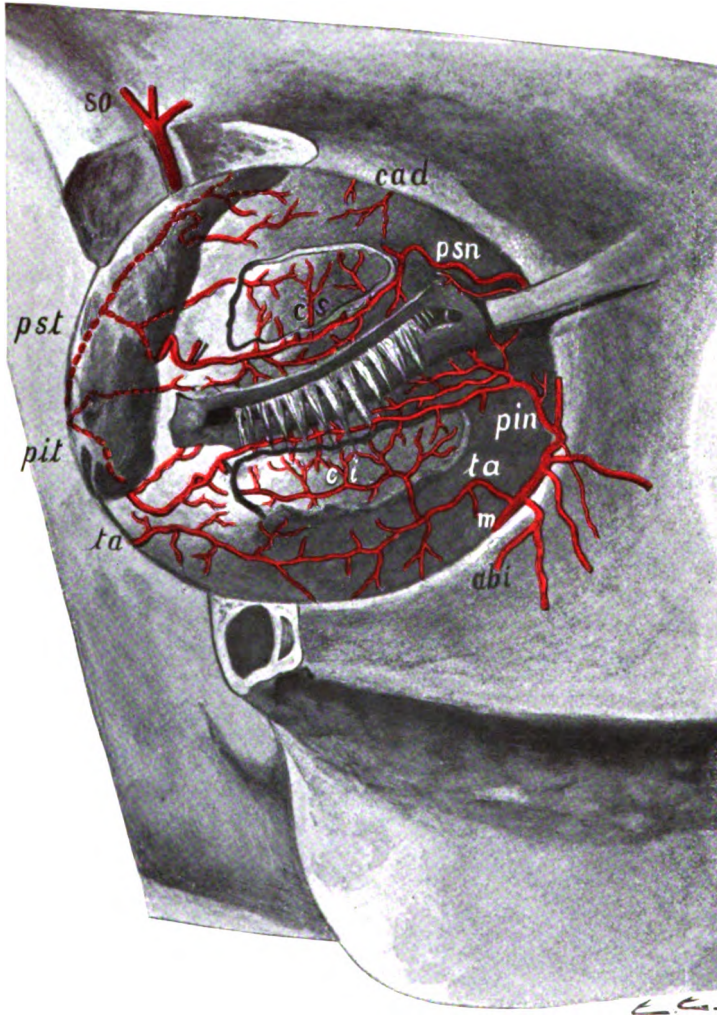
gefäß durch den „Canalis meningeus“ (Mobilio) zur Orbita und setzt sich mit der A. supraorbitalis (s. frontalis) in Verbindung — im Gegensatz zum Menschen, bei dem er sich mit der A. lacrimalis vereint. Die Wurzel aus der A. meningea media kann zugrunde gehen, dann wird die Arterie ein Seitenzweig des Orbitalgefäßes; das hat Tandler als die Regel angenommen. Tandlers Schema (Nr. 4) der Orbitalgefäße des Pferdes wäre demnach als Variation in dem Sinne zu ergänzen, daß ähnlich wie beim Schema (Nr. 15) des Menschen von der A. maxillaris interna in der Höhe des N. mandibularis die A. meningea media abgehend einzuzeichnen ist, die den Anschluß zum Ramus superior der A. stapedia in der Weise erreicht, wie es im Schema Nr. 15 beim Menschen dargestellt ist. Daß als Rest des Ramus inferior der A. stapedia auch beim Pferde die A. tympanica zurückbleiben kann, hat Tandler nachdrücklich betont; Frank hat wohl als erster dieses Gefäß beim Pferde beschrieben.

4. Der beim Menschen minimal ausgebildete Orbitalzufluß von der A. infraorbitalis ist beim Pferde als ziemlich bedeutende A. malaris vertreten, die vor allem die nasalen Teile der Lider und den Tränenabfuhrapparat vaskularisiert.

Literatur.

1. Bach, L., Über die Gefäße des Pferdeauges mit besonderer Berücksichtigung der Gefäßversorgung der Aderhaut. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilk., Bd. XX, 1894, p. 241.
2. — Die Gefäße des Sehnerven und der Netzhaut beim Pferde. Arch. f. Augenheilk., Bd. LXII, 1909, p. 313.
3. Bellarminow, s. unter H. Virchow (Nr. 28).
4. Brückner, C., Die Kopfarterien des Hundes unter spezieller Berücksichtigung derer des Bulbus und der Schädelhöhle. Inaug.-Diss. Zürich 1909.
5. Canova, P., Die arteriellen Gefäße des Bulbus und seiner Nebenorgane bei Schaf und Ziege. Inaug.-Diss., Zürich, u. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., 1909, p. 1.
6. Dennstedt, A., Die Sinus durae matris der Haussäugetiere. Inaug.-Diss., Gießen 1903, u. Anat. Hefte, Bd. XXV (75. Heft).
7. Ellenberger, W., u. Baum, H., Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 12. Aufl., Berlin 1908.
8. Frank, L., Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1894.
9. Fuchs, H. Zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierauges. I. Über die Entwicklung der Augengefäße des Kaninchens. Anat. Hefte, Bd. XXVIII, H. 84, p. 1.
10. Gegenbaur, C., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II, 1899.

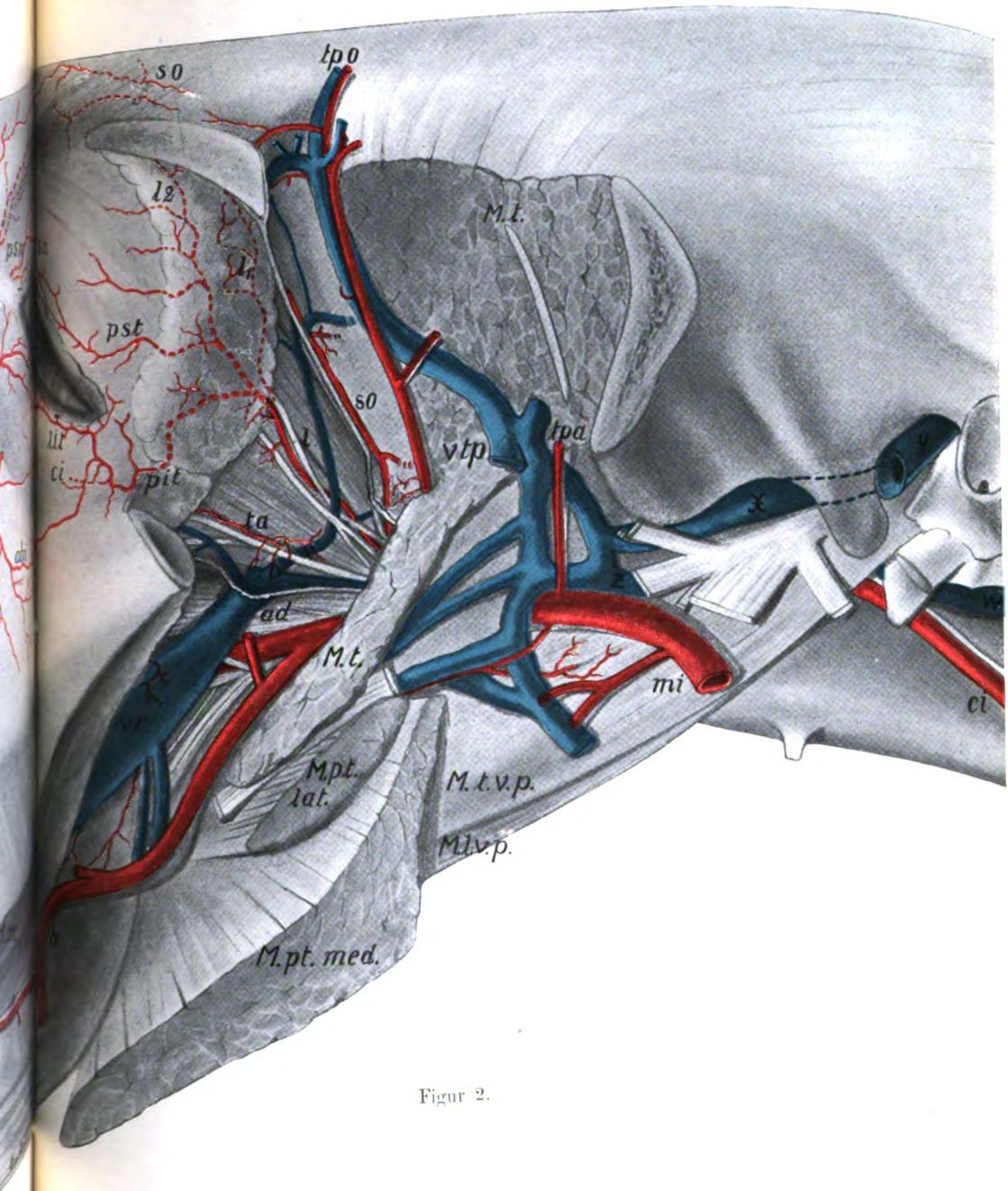
11. Hofmann, M., Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarksarterien der Vertebraten. *Zeitschr. f. Morphologie und Anthropol.*, Bd. II, 1900, p. 247.
12. Hürlimann, R., Die arteriellen Kopfgefäße der Katze. Inaug.-Diss., Zürich 1912, u. *Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXIX, 1912.
13. Kopsch, Fr., *Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, 7. Aufl., 3. Abt., Leipzig 1906.
14. Krause, W., *Die Anatomie des Kaninchens*. Leipzig 1868.
15. Leber, Th., Die Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges. Graefes Saemisch, *Handb. d. ges. Augenheilk.*, Bd. II, 2. Abt., Leipzig 1903.
16. Martin, P., *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Bd. II, Stuttgart 1904.
17. Meyer, Fr., Zur Anatomie der Orbitalarterien. *Morphol. Jahrb.*, Bd. XII, 1887, p. 414.
18. Mobilio, C., Ursprung der A. frontalis aus der A. meninge media beim Maultiere. *Arch. scient. della reale soc. ed accad. vet. ital.*, Vol. VII, 1909, p. 54 (nach einem Referate in Ellenberger-Schütz, Jahresbericht über die Fortschritte der Vet.-Med., Berlin 1909, Bd. XXIX, p. 263).
19. — Sbocco della vena frontale nel seno longitudinale superiore in un bambino con alcune considerazioni sui seni della dura madre encefalica. *Giornale della R. Acc. di med. di Torino*, Vol. XVII, 1911.
20. — Della circolazione venosa della testa con speciale riguardo all rapporti fra quella intra- ed extra-craniana negli equini. *Tesi di libera docenza*. Turin 1909.
21. Möckel, O., Die Venen des Kopfes des Pferdes mit ihren Variationen. Inaug.-Diss., Dresden-Leipzig 1909.
22. Schmidt, K., Die arteriellen Kopfgefäße des Rindes. Inaug.-Diss., Zürich 1910, u. *Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. XXVII.
23. Tandler, J., Zur vergleichenden Anatomie der Kopfarterien bei den Mammalia. *Denkschr. der K. Akad. d. Wissensch., Math.-naturw. Klasse*, Bd. LXVII, 1899, p. 677.
24. — Zur Entwicklungsgeschichte der arteriellen Wundernetze. *Anat. Hefte*, Bd. XXXI (94. Heft), 1906, p. 235.
25. Versari, R., Morphologie des vaisseaux sanguins artériels de l'oeil de l'homme et d'autres mammifères (*Rendic. della R. Accad. dei Lincei*, Vol. VIII, f. 2, 1899), *Archives ital. de biol.*, T. XXXIII, 1900, p. 145.
26. Virchow, H., Über die Gefäße der Chorioidea des Kaninchens. *Verhandl. der phys.-med. Ges. zu Würzburg* 1881, N. F., Bd. XVI, p. 25.
27. — Über die Gefäße im Auge und in der Umgebung des Auges beim Frosche. *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie*, Bd. XXXV, 1881, p. 247.
28. — Über Augengefäße der Carnivoren nach Untersuchungen des Herrn Bellarminow. *Verhandl. der physiol. Ges. zu Berlin*, im *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, physiol. Abt., 1888, p. 552.
29. Wagenmann, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Zirkulation in den Netzhaut- und Aderhautgefäßen auf die Ernährung des Auges usw. *v. Graefes Archiv f. Ophthalm.*, Bd. XXXVI, 4., 1890, p. 18.
30. Zietzschmann, O., Das Sehorgan. *Handb. der vergl. mikrosk. Anat. der Haustiere von W. Ellenberger*, Bd. I. Berlin, 1906, p. 422.
31. — Zur Vaskularisation des Bulbus und seiner Nebenorgane. *Anat. Verhandlungen* 1912.



Figur 1.

O. Zietzschmann, Die Orbitalarterien des Pferdes.





Figur 2.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

100

32. Zimmerl, Ricerche anatomico-comparative nel canale infrasquamoso di Gruber. Parma 1905 (zitiert nach Mobilio).
33. Zuckerkandl, E., Zur Anatomie der Orbitalarterien. Medizin. Jahrbücher 1876, Wien (zitiert nach Tandler).

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen wurden vom Institutszeichner Herrn E. Erne hergestellt.

Die Textfiguren zeigen die halbschematische Darstellung der Hauptgefäße des Bulbus vom Pferde in ca. $\frac{3}{5}$ der natürlichen Größe. Muskeläste als Seitenzweige der Ophthalmicaäste sind weggelassen worden.

Fig. 1 der Tafel VI—VII. Arterien der Lider und der Orbitalfaszie vom Pferde; rechtes Auge; Fall 1. Nat. Größe. Schellackinjektion.

Fig. 2 der Tafel VI—VII. Arterien des Sehapparates nach Abtragung der Periorbita vom Pferde; linkes Auge; Fall 2. Nat. Größe. Schellackinjektion.

- abi = Arcus basalis inferior;
- ad = A. adiposa;
- b = A. buccinatoria;
- cad = A. ciliaris anterior dorsalis;
- cav = A. ciliaris anterior ventralis;
- cd = Truncus ciliaris dorsalis;
- cn = Truncus ciliaris nasalis;
- ct = Truncus ciliaris temporalis;
- ci = Conjunctivalarterien des Unterlides und in Fig. 2 der Tafel
 - A. carotis interna;
- cs = Conjunctivalarterien des Oberlides;
- itr = A. infratrochlearis;
- l = A. lacrimalis;
- lit = A. limbalis inferior temporalis;
- lsn = A. limbalis superior nasalis;
- m = A. malaris;
- mi = A. maxillaris interna;
- oe = A. ophthalmica externa;
- oi = A. ophthalmica interna;
- pin = A. palpebrae inferioris nasalis;
- pit = A. palpebrae inferioris temporalis;
- psn = A. palpebrae superioris nasalis;
- pst = A. palpebrae superioris temporalis;
- pt = A. palpebrae tertiae;
- so = A. supraorbitalis;

- ta == A. der Orbitalfaszie;
tpa == A. temporalis profunda aboralis;
tpo == A. temporalis profunda oralis;
vr == V. reflexa;
vtp == V. temporalis profunda;
w == Sinus petrosus ventralis;
x == Anastomose des Plexus am Keilbein (Pl. subtemporalis) zur
V. cerebialis dorsalis;
y == V. cerebialis dorsalis;
z == Anastomose des Plexus am Keilbein zum Sinus petrosus ventr.;
am Zusammenfluß tritt die A. carot. int. ein.
- M. l. v. p.** == Musculus levator veli palatini;
M. m. == Musculus masseter;
M. pt. lat. == Musculus pterygoideus lateralis;
M. pt. med. == Musculus pterygoideus medialis;
M. t. == Musculus temporalis;
M. t. v. p. == Musculus tensor veli palatini.

[Aus der deutschen Universitäts-Augenklinik Prag. Vorst.: Prof. Dr. A. Elschmig.]

Über Veränderungen der Irisform bei Glaskörperansaugung.

Von

Dr. Arnold Löwenstein,
klinischem Assistenten.

Ausgeführt mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher
Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.

Mit zwei Stereoskopbildern auf Tafel VIII.

Im Verlaufe meiner gemeinsam mit Dr. Samuels¹⁾ vorgenommenen Untersuchungen über Glaskörperersatz hatte ich Gelegenheit ein Phänomen zu beobachten, das wir in der genannten Arbeit als „Irisfaltung“ erwähnt haben. Mit dieser Bezeichnung ist die eigentümliche Erscheinung nicht erschöpfend benannt, besonders nicht im Hinblick auf die Tatsachen, die sich in der weiteren Verfolgung der Frage ergaben. Wenn man bei einem Kaninchen mehr wie 0,4 cm³ Glaskörper ziemlich brüsk aspiriert, so treten im vorderen Abschnitt folgende bisher nicht beobachtete Veränderungen auf: die Vorderkammer wird in demselben Moment tiefer, während sich die Pupille verengt. Der Pupillarteil der Iris zieht sich zurück, während Krause und Ciliarteil über den Pupillarteil vorgebuckelt sind und so das klinisch bekannte Bild der sogenannten Butterglocken- oder Napfkucheniris bei Seclusio pupillae bieten.

Bei ziemlich enger Pupille (bis ca. 3 $\frac{1}{2}$ mm) tritt die Vorbuckelung zurück gegen eine Faltenbildung, indem sich die Regenbogenhaut in 12 bis 14 oder mehr Sektoren oder flache Einzelbuckel zerlegt, die durch radiäre, verschieden tiefe Furchen getrennt sind. Bei weiter Pupille (Aspiration nach vorhergehender Atropinisation) erscheint das Bild der

¹⁾ A. Löwenstein und B. Samuels: Über Glaskörperersatz. I. Teil. Experimentelle Untersuchungen. v. Graefes Archiv 1912, Bd. LXXX, p. 500 ff.

Butterglockeniris vollkommener, eine Faltung ist dann nicht vorhanden oder nur angedeutet.

Siehe die beiden stereoskopischen Photogramme, die mit meiner Stereomikrokamera¹⁾ nach Tötung des Versuchstieres aufgenommen wurden. Die Butterglockeniris ist in situ bei fünffacher, die Irisfaltung nach Eukleation und Abtragung der Hornhaut bei einundeinhalbfacher Vergrößerung photographiert.

Das Phänomen tritt sofort nach der Ansaugung auf, wird in den nächsten Minuten deutlicher und ist nach ungefähr acht Stunden abgeklungen, die Kammer wieder normal tief, die Iris gestreckt.

Diese Buckel sind keineswegs durch Verdickungen auf Grund muskulärer Kontraktionen oder durch hyperämische Anschwellung entstanden. Ich habe mehrere Augen im Zustande der Faltung und Butterglocke enukleiert und in Zenkerscher Lösung fixiert. Die Iris wurde nach Abtragung der Hornhaut radiär inzidiert und umgeschlagen, wobei sich zeigte, daß sie überall von gleicher Dicke war.

Das beschriebene Phänomen war der Ausgangspunkt einer Reihe von Überlegungen und Versuchen, die ich hier im Auszug wiedergeben will.

Wenn wir uns den Bulbus durch das Irislinsendiaphragma in zwei Abschnitte zerlegt denken, deren Wandung relativ starr ist, so wird nach starker Herabsetzung des Druckes im rückwärtigen Abschnitt der Druck in der Vorderkammer überwiegen.

Durch die entstandene Druckdifferenz wird der Pupillarteil stärker nach rückwärts gepreßt als der periphere. Ähnlich wie in einem durch eine elastische Membran in zwei Teile geteilten Hohlzylinder bei Verminderung des Druckes in dem einen Abschnitt der zentrale Teil des Diaphragmas stärker angesaugt wird als der periphere.

Nach unserer Vorstellung wird also das jetzt unter höherem Druck stehende Vorderkammerwasser das Irislinsendiaphragma zurückdrängen, sofern es nicht durch die Pupille hinter die Iris gelangen kann, und so einen Ausgleich der Druckdifferenz herbeiführt.

Aus dieser Druckdifferenz muß aber eine Ventilwirkung resultieren, die den Pupillarrand an die Linsenvorderfläche anpreßt und die Vorderkammer von dem hinter dem Diaphragma liegenden Abschnitt separiert.

Um die Richtigkeit der dargelegten Ansicht zu beweisen, wurde eine Reihe von Versuchen unternommen.

¹⁾ Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1912, Bd. L (XIII.) Aprilheft.

I. Butterglockeniris.

Voraussetzung für das Auftreten der Butterglockeniris ist das Zurücksinken des Pupillarteiles und ein dichter Abschluß der Vorder- von der Hinterkammer, der in unserem Falle dadurch zustande kommt, daß der Überdruck den Spinkterteil an die Linse preßt.

Das Phänomen muß ausbleiben, wenn das Anpressen der Iris verhindert wird.

1. Wenn wir durch Eserin das Diaphragma der Iris starr machten, blieb die Butterglockeniris nach der Glaskörperansaugung aus. Der durch Eserin hervorgerufene Kontraktionszustand hat die Iris in eine starre Scheidewand verwandelt, für die eine Ventilwirkung ausgeschlossen ist.

2. Desgleichen erzielten wir sofortiges Verschwinden der Vorbuckelung, wenn wir — ohne das Kammerwasser zum Abfließen zu bringen — mit einer Karlsbader Nadel die Iris anspießten und von der Linse abhoben. Im selben Momente streckte sich die Regenbogenhaut, und zwar nicht nur an der abgehobenen Stelle, sondern in der ganzen Circumferenz. In dem Augenblicke, in welchem die Druckdifferenz vor und hinter dem Diaphragma ausgeglichen wird, verschwindet die Erscheinung.

3. Ebenso trat, wie erwartet wurde, an zwei iridektomierten Kaninchenaugen nach der zwei Monate post iridectomiam bei weiter Pupille vorgenommenen Glaskörperansaugung keine Spur einer Butterglockeniris auf. Die Pupille verengte sich, die Kammer wurde tiefer ohne Änderung des Irisniveaus. In diesen Fällen konnten wegen der breiten Kommunikation Druckunterschiede zwischen Vorderkammer und Glaskörperaum nicht entstehen.

4. Wenn die Druckdifferenz zwischen Vorderkammer und Glaskörperaum die Ursache des Phänomens ist, so muß entweder Herabsetzung des Druckes in der Vorderkammer oder Erhöhung des Glaskörperdruckes die Butterglocke zum Verschwinden bringen. Dies tritt auch in überaus promptester Weise auf: Sowohl bei Entleerung der Vorderkammer durch einen kleinen Einstich als auch nach Injektion von Flüssigkeit oder Luft in den Glaskörperaum verschwindet die Irisvorbuckelung augenblicklich, und zwar ringsum gleichzeitig.

5. Für den Fall, daß ausschließlich physikalische Vorgänge, wie bisher angenommen wurde, die Ursache des beschriebenen Phänomens sind, müssen diese auch postmortal hervorgerufen werden können.

Bei einem beiderseits atropinisierten Kaninchen wurde rechts durch Ansaugung eine typische Butterglockeniris erzeugt und das Tier durch Nackenschlag getötet.

Als ich dann durch Glaskörperaspiration eine Butterglockeniris des linken Auges hervorrufen wollte, zeigte sich, daß die Pupille sich bis auf $2\frac{1}{2}$ mm verengt hatte, sodaß die vorgenommene Ansaugung nur eine Irisfaltung ergab. Ja die Butterglockeniris des Kontrollauges verschwand im gleichen Momente, die Pupille dieses Auges wurde eng und die Iris streckte sich glatt bis auf wenige seichte Furchen. Nachdem dieser Versuch fehlgeschlagen war, wiederholte ich ihn an einem seit zwei Stunden toten Kaninchen, das durch Chloroforminjektion ins Herz getötet worden war. Die atropinweite Pupille (5 mm post mortem) verengte sich bei der Ansaugung von 0,3 ccm Glaskörpers auf 3 mm, wobei eine sehr deutliche Butterglockeniris mit geringer Faltung auftrat. Die Iris streckte sich sofort, als die aufgesogene Flüssigkeit wieder in den Bulbus injiziert wurde.

Das Spiel konnte oft wiederholt werden, immer mit dem gleichen Effekt. Daraus geht hervor, daß die Irisvorbuckelung auch dann hervorgerufen werden kann, wenn vitale Vorgänge nicht mehr in Frage kommen.

Nebenbei sei im Anschlusse an den ersterwähnten mißglückten Versuch festgestellt, daß die Verengerung der Pupille, die mortal (durch Nackenschlag) vor sich geht, einen Vorgang darstellt, der mit einem nicht zu gering zu veranschlagenden Kraftaufwand einhergehen muß, wie ihn die Lösung des experimentell hervorgerufenen Pupillarabschlusses erfordert.

In einer Reihe von Versuchen habe ich darnach getrachtet, den Inhalt der Hinterkammer kenntlich zu machen. Das gewöhnlich verwendete Fluorescein wollte ich wegen der aus der Diffusion erwachsenden Fehlerquelle vermeiden, weswegen ich zu einer Aufschwemmung von chinesischer Tusche griff. In vier Versuchen, in denen ich mit einer gewöhnlichen Rekordspritze Tusche nach der Ansaugung bei bestehender Butterglocke in die Hinterkammer injizierte — die Nadel war vor der Ansaugung eingelegt, es wurde die möglichst geringe Menge injiziert — erschien sofort eine dicke Wolke gleichzeitig am ganzen Pupillarrand. Ich habe den Versuch mehrfach mit der Mikrospritze wiederholt, die feine Nadel vorher eingelegt und mich durch Bewegung der Nadelspitze davon überzeugt, daß ich sicher in der Hinterkammer bin. Zweimal konnte ich bei nicht erweiterter Pupille einen Teilstrich — 0.02 ccm der Tuschesuspension — injizieren, ohne daß diese in die Vorderkammer übergang. Bei Injektion von mehr Flüssigkeit ging sofort ein Tropfen in die Vorderkammer über.

Als ich nachher die Kammer punktierte, entleerten sich dicke Wolken von Tusche und Blut durch die Pupille, während sich die gefaltete Iris glatt streckte.

Dieser Versuch zeigt, daß durch Glaskörperansaugung ein Pupillarabschluß geschaffen wurde, der aber leicht zu sprengen ist.

II. Die Irisfaltung.

Die Ansaugung bei enger Pupille ist, wie erwähnt, von einer Faltenbildung der Iris gefolgt. Da diese Erscheinung auch beim toten Kaninchenaugauge hervorzurufen ist (auch zwei Stunden post mortem, also zu einer Zeit, in der die Irismuskulatur elektrisch nicht mehr erregbar ist¹⁾), sind vitale Vorgänge auszuschließen.

Ich habe mich auch davon überzeugt, daß die Falten der Iris nicht immer an demselben Orte entstehen, indem ich mir die Stellen der Furchen am Limbus durch Tuschestriche markierte. Bei wiederholter Ansaugung und nachheriger Injektion des angesaugten Glaskörpers wechselte der Standort der bezeichneten Furchen in vollständig unregelmäßiger Weise.

Die Iris des Kaninchenauges liegt, besonders bei enger Pupille, nicht glatt gestreckt in einer Ebene, sondern besitzt die Form einer Kugelmütze mit abgeschnittenem Scheitel. Sinkt sie nach der Ansaugung von Glaskörper zu einem ebenen Kreisring zusammen, so wird die Oberfläche der Kugel für den Kreisring zu groß, die Faltenbildung ist eine natürliche Folge. Entsprechend der Kreisform müssen die Falten radiär gestellt sein.

III. Pupillenverengerung.

Wenn wir von allen Innervationseinflüssen absehen, so entspricht dem Gleichgewichtszustande der Iris eine bestimmte Pupillenweite, ob wir als solche die Miose (Bach²⁾, Münch³⁾) oder die Mydriase auffassen, ist nebensächlich. Dieser Gleichgewichtszustand hängt ab, wie aus mechanischen Vorstellungen hervorgeht, nicht nur von der Beschaffenheit der Iris (Elastizität usw.), sondern auch von den intraokularen Druckverhältnissen.

Nehmen wir an, ein elastischer Kreisring, dessen Peripherie fixiert ist, sei einem mit Flüssigkeit gefüllten Gummiballon, respektiv einer am

¹⁾ L. Bach: Pupillenlehre, p. 27, Berlin 1908.

²⁾ Ebenda, p. 31.

³⁾ Münch, Cit. nach Bach.

Scheitel des Ballons festsitzenden Kugel unter bestimmter Spannung aufgesetzt. Bei Herabsetzung des hydrostatischen Druckes im Ballon und dem Zurücksinken der angepreßten Kugel wird am elastischen Kreisring nicht nur die Form der Oberfläche beeinflußt werden, sondern es wird auch der Durchmesser des kleinen Kreises sich vermindern. Diese Vorstellung scheint die Miose nach der Glaskörperansaugung am toten Kaninchenaugew vollständig zu erklären.

Aus diesen Versuchen geht hervor:

I. bei Ansaugung von 0,4 oder mehr Glaskörper aus dem Kaninchenaugew wird

1. die Kammer tiefer,
2. die Pupille enger,
3. legt sich die Iris in radiäre Falten (bei enger) oder es tritt eine Butterglockeniris auf (bei weiter Pupille).

II. Die Entstehung der Butterglockeniris ist auf die Druckdifferenz zwischen Vorderkammer und Glaskörperraum zurückzuführen. Denn sie verschwindet

1. bei Herabsetzung des Druckes in der Vorderkammer (Punktion),
2. bei Vermehrung des Druckes im Glaskörperraum (Injektion dorthin).

III. Sie ist an den Abschluß der Vorderkammer durch die angepreßte Iris gebunden. Denn sie

1. entsteht nicht bei eserinstarrer Iris,
2. nicht im iridektomierten Auge,
3. verschwindet bei Lüftung des Pupillarabschlusses ohne Kammerwasserabfluß.

IV. Die Erscheinung ist eine physikalische, denn sie kann am toten Kaninchenaugew hervorgerufen und beliebig oft wiederholt werden.

Meinem hochverehrten Chef danke ich aufs beste für die Unterstützung bei meinen Versuchen.

Histogenetische Theorie des Glaskörpers.

Von

Dr. Victor Franz,

Abteilungsvorsteher des neurolog. Instituts in Frankfurt a. M.

Mit acht Abbildungen im Text.

Die im folgenden dargelegte Auffassung vom Glaskörper, von der Höhle der sekundären Augenblase (des Augenbechers), vom Glaskörpertrichter und ähnlichen zum Teil noch wenig beachteten Bildungen drängte sich mir bei Bearbeitung des „Sehorgan“ für Oppels Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie auf. Da sie wohl recht klar ist, mancherlei Neues bringt und mancherlei erklärt, so gestatte ich mir, sie im folgenden an Hand einiger schematischer Abbildungen kurz darzulegen. Ausführlichere Angaben behalte ich mir für den besagten Band des Handbuches vor, wo jedoch die hier im Zusammenhang gebrachten Ausführungen notwendigerweise etwas mehr verstreut werden müssen.

Bekanntlich ist heutzutage ganz klar, daß der Glaskörper in erster Linie ein Derivat der Retina ist. Es fragt sich höchstens, ob außer der Retina noch anderweitige Bestandteile an der Bildung des Glaskörpers teilnehmen.

Nehmen wir der Einfachheit halber und mit dem Vorbehalt uns nötigenfalls noch zu korrigieren, zunächst an, der Glaskörper werde lediglich von der Retina gebildet. Da die Retina ein Epithel ist (wennschon sich ihre Epithelnatur auf dem fertig ausgebildeten Stadium teilweise verwischt), so können wir den Glaskörper, der ja von der basalen Fläche der Retina abgeschieden wird, als eine stark gewucherte Basalmembran der Retina auffassen.

Figur 1 mag zeigen, wie auf dem Stadium des Augenbechers der Glaskörper als Basalmembran des Netzhautinnenblattes die Becherhöhle innen auskleidet. Diese Figur stellt nämlich einen längshalbierten Augenbecher dar, den noch im Wachstum begriffenen Glaskörper sieht

man also teils im Schnitt, teils von seiner Innenfläche. Figur 2 stellt einen Augenbecher im Querschnitt dar und zeigt ungefähr dasselbe.

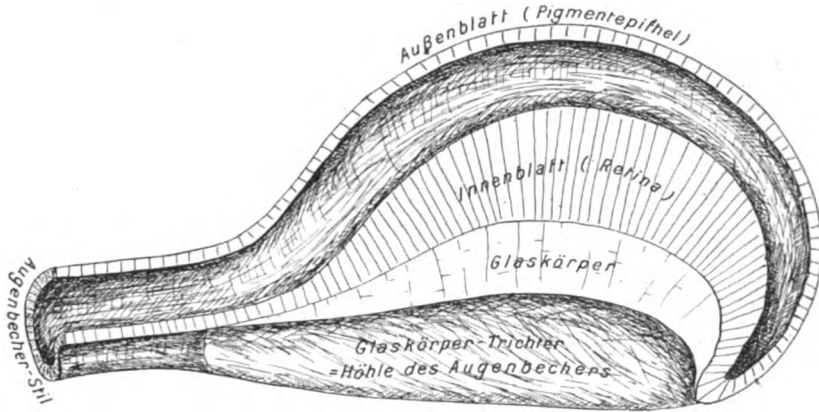


Fig. 1. Halbierter Augenbecher. Schematisch.
Der Glaskörper als gewucherte Basalmembran der Retina.

Die Betrachtung dieser beiden Figuren ergibt nun, daß als Höhlung der sekundären Augenblase oder des Augenbeckens nicht der vom

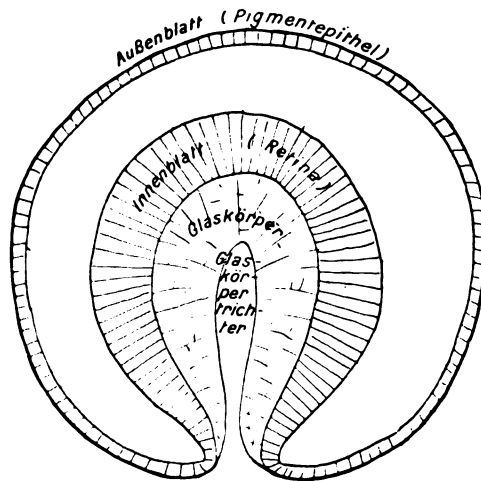


Fig. 2. Querschnitt durch den Augenbecher. Schematisch.
Der Glaskörper als gewucherte Basalmembran der Retina.

Glaskörper eingenommene Raum zu betrachten ist, sondern der Glaskörper bildet ja mit die Wandung des Augenbeckens; die Höhlung des Augenbeckens aber liegt erst „distal“ (in bezug auf die Körperachse des

Tieres) oder „nach innen“ (in bezug auf das Auge) von der „vorderen Grenzschicht“ des Glaskörpers.

Die Höhlung des Augenbeckens wird also durch den Raum dargestellt, welcher erfüllt sein kann 1. von seröser Flüssigkeit; 2. von der Linse; 3. von Mesodermbestandteilen: Arteria centralis retinae, ihr anhängende Bindegewebspalten und dergleichen; 4. von Gliawucherungen, die vom „blinden Fleck“, der Papilla nervi optici ausgehen und auf einfacherem Stadium wohl bloß raumausfüllende, gleichsam „wilde“ Gliawucherungen sind und sich somit vom Glaskörper unterscheiden und gegen ihn abgrenzbar bleiben, wenn sie auch infolge naher Stammverwandtschaft wiederum sekundäre Verbindungen mit ihm eingehen können (so vermutlich bei manchen Säugetieren, wo derartige gleichzeitig von Blut-

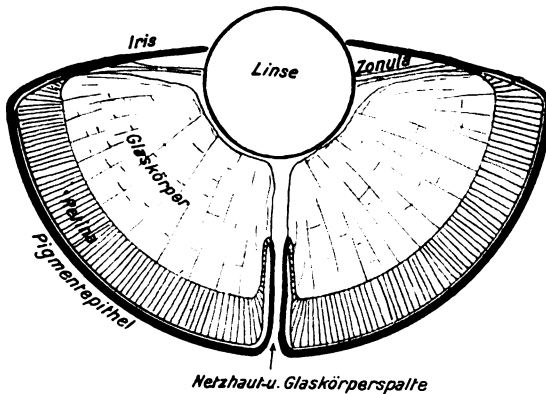


Fig. 3. Horizontaler Meridionalschnitt durch die ventrale Hälfte eines Teleostierauges. Schematisch. Netzhaut- und Glaskörperspalte.

gefäßen durchsetzte Bildungen z. B. bei *Dasyprocta* von Lindsay-Johnson als Pecten bezeichnet worden sind); und die auf weiter ausgebildetem Stadium den Pecten des Reptilien- und Vogelauges darstellen und auch hier noch stellenweise Verwachsungen mit der Glaskörpersubstanz eingehen können.

Wenn unsere Auffassung: der Glaskörper ist Basalmembran der Retina, richtig und förderlich ist, dann muß bei persistierender Netzhautspalte auch eine Glaskörperspalte erkennbar sein. Viele Teleostieraugen, in denen bekanntlich die Netzhautspalte oder fötale Augenspalte persistiert, um einem zum Linsenmuskel gelangenden Gefäße Durchtritt zu gewähren, müssen also den Glaskörper in der Beschaffenheit zeigen, wie ihn Figur 3 in einem horizontalen Meridionalschnitt durch die ventrale Hälfte des Augapfels und Figur 4 in einem Äquatorialschnitt zeigt. Tatsächlich ist meist leicht in Mikrotomschnitten

zu erkennen, daß von den Rändern der persistierenden Augenspalte zwei Häutchen gegen die Linse hin aufsteigen, die zwischen sich das von wenigem Mesoderm umhüllte Gefäß des Linsenmuskels fassen, und die nichts anderes sind, als Teile der „vorderen Grenzsicht“ des Glaskörpers. Infolge irgendwelcher Schrumpfungen des äußerst hingfälligen Glaskörpers oder infolge postmortaler Zerstörungen durch Rütteln der Linse oder ähnliches wird die Klarheit des Bildes leicht beeinträchtigt und es entspricht keins von meinen Präparaten genau den schematisch gezeichneten Figuren 3 und 4. Immerhin ergibt sich aus allen Präparaten durchaus

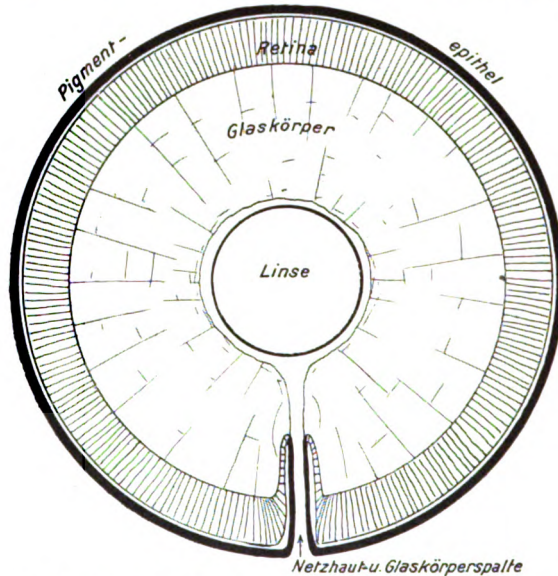


Fig. 4. Äquatorialschnitt durch ein Teleostierauge. Schematisch.
Netzhaut- und Glaskörperspalte.

kein anderes als dieses Bild, welches theoretisch sehr leicht verständlich ist und uns nach innen von der Netzhautspalte eine gleichfalls persistierende Glaskörperspalte zeigt. Die die beiden Ränder dieser Spalte bildende vordere Grenzsicht des Glaskörpers ist hier wohl manchmal besonders derb und elastisch und rollt sich nach ihrer Ablösung vom Glaskörper zusammen. Makroskopisch dürfte sie wohl in manchen Fällen sichtbar werden; insbesondere bezieht sich wohl hierauf eine Angabe von Deichsel, welcher bei *Sebastes marinus* von der Augenspalte zarthäutige pigmentlose Membranen zur Linse hin aufsteigen und (wie er meint) an ihr inserieren sah.

Denken wir uns nun, etwa von Figur 2 oder 4 ausgehend, daß die

Netzhautspalte sich schließt, ohne eine Raphe übrig zu lassen, und daß in gleicher Weise auch die Glaskörperspalte sich vollkommen schließt, was wird dann von der Höhlung der sekundären Augenblase übrig bleiben? Figur 5 zeigt aufs deutlichste, daß dann der Glaskörpertrichter übrig bleibt, daß dieser, auch Glaskörperkanal genannt, also ein Rest der richtig aufgefaßten Augenbecherhöhle ist, d. h. ein Rest der von der vorderen Grenzschicht des Glaskörpers ausgekleideten Höhle. Das embryonale Auge, welches Figur 6 nach Retzius darstellt, führt im Glaskörpertrichter noch die Arteria hyaloidea und zeigt deutlich, wie der von ihr durchzogene Hohlraum, den wir also nicht mit Retzius „inneren Glas-

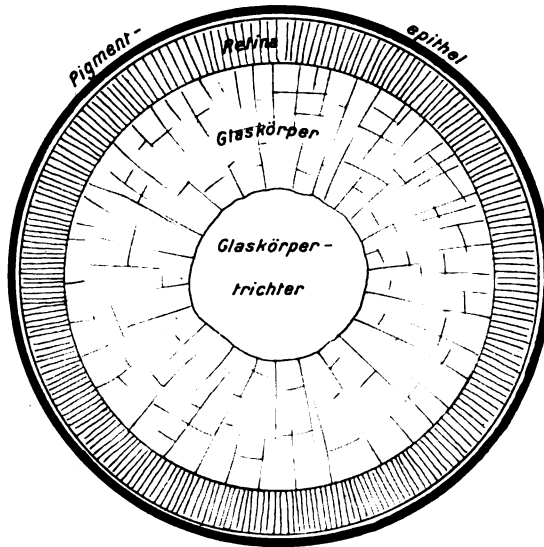


Fig. 5. Äquatorialschnitt durch ein Säugetiergeuge. Schematisch. Mit Glaskörpertrichter

körper“ nennen dürfen, von dem eigentlichen Glaskörper, der Basalmembran der Retina, begrenzt ist. Es ist kein Zweifel, daß bei vielen Säugetieren der Glaskörperkanal vorhanden ist, wenn er auch beim Menschen meist nicht auffindbar ist und vielmehr an seiner Stelle eine nach kadaveröser Zersetzung aussehende Glaskörpersubstanz gefunden wird. (Vgl. hierüber Stilling, Über den Mechanismus der Akkommodation, Zeitschrift für Augenheilkunde, Bd. XXV, 1911, insbesondere Seite 20-bis 23.) Es ist ja nicht wunderbar, daß, wie die Glaskörperspalte, so auch schließlich der Glaskörperkanal, der letzte Rest der Glaskörper- oder Augenbecherhöhle, bis auf schwer erkennbare Spuren schwinden kann.

Im Vogelauge geht von der Sehnerveneintrittsstelle der in den

Glaskörperraum hineinragende Pecten aus. Von vornherein möchte man sich fragen, ob diese Gliawucherung (denn eine solche ist — siehe Blochmann — der Pecten des Vogelauges wohl in erster Linie, gleich den homologen aber weniger differenzierten Bildungen, die man bei Reptilien, hier und da auch bei Säugetieren trifft) nicht ihren Weg durch die Glaskörperspalte nehmen, also von „vorderer Grenzschicht“ des Glaskörpers umhüllt sein wird. — Betrachtet man allerdings die Abbildung, welche Nußbaum gibt, um den Fächer des Vogelauges und das in der Pars ciliaris retinae des Vogelauges anzutreffende Rudiment der Netzhaut-

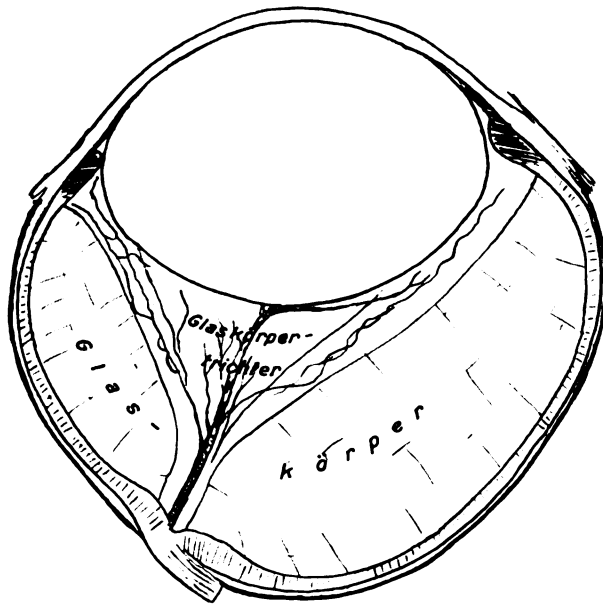


Fig. 6. Frühes Stadium des menschlichen Auges. Skizze nach Retzius.

spalte in einer Figur darzustellen (Fig. 7), so könnte allerdings die sehr verschiedene Richtung, welche diese beiden Gebilde haben, die Ansicht nahe legen, daß sie nichts miteinander zu tun hätten. Überlegt man sich's aber genau, so muß man sich sagen, daß die bekannte bandartige Verbreiterung der Papilla nervi optici der Vögel gar nicht notwendig genau die Richtung der fötalen Netzhautspannung innehalten muß, sondern von vornherein gerade so gut irgendwie quer zu ihr stehen kann. Mit-hin ist dies auch dem aus der Papilla sich erhebenden Pecten gestattet. Schnitte durch den Pecten eines Vogelembryos (Fig. 8) zeigen tatsächlich, daß der Glaskörper mit einer Grenzschicht an den Pecten herantritt und

nun allerdings an den am weitesten ausladenden Teilen der Falten immer mit dem Pecten verwächst. Im erwachsenen Auge habe ich diese Verwachsungen zwischen Pecten und Glaskörper nicht erkennen können, wohl aber habe ich die der Linse zugekehrte Kante (den First) des Pecten stets in fester Verbindung mit dem Glaskörper gefunden. Neuere Untersuchungen am Taubenaug zeigen mir, daß im Glaskörper in der Richtung der Verlängerung des Pecten gegen die Linse hin eine gewisse dichtere Schicht Glaskörpergewebes gefunden wird, die wohl als Rudiment eines Teils der obliterierten Glaskörperspalte aufgefaßt werden kann und muß. Gegen die Linse hin wird diese Struktureigentümlichkeit so un-

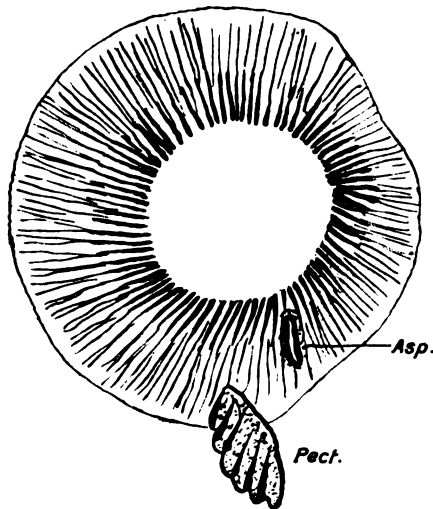


Fig. 7. Ciliarkörper, Pecten und Augenspaltenrudiment des Vogelauges.
Skizze nach Nußbaum.

deutlich und verschwommen, daß sie nicht sehr weit zu verfolgen ist. Jedenfalls ist die vordere Grenzschicht des Glaskörpers an der hinteren Linsenfläche vollständig in sich geschlossen, ohne einen Zugang zur erwähnten Glaskörperspalte mehr erkennen zu lassen.

Das wäre unsere „histogenetische Theorie des Glaskörpers“, und nun wollen wir uns fragen, ob sie vielleicht in manchem Punkte zu theoretisch, zu schematisch ist und in praxi noch gewisser Einschränkungen bedarf.

Wenn wir den Glaskörper als Basalmembran der Retina bezeichnen wollen, so müßte er zunächst vollkommen zellenfrei sein. In der Tat wird heute jeder soviel zugeben, daß etwaige Zellen oder zellige Gewebs-

bestandteile im Glaskörper in den meisten Fällen erweislich vom Mesoderm abstammen und Fremdlinge im Glaskörper sind. Nun hat aber Seefelders auch ectodermale Glaskörperzellen in der Ontogenese des menschlichen Glaskörpers aufgewiesen, Zellen, die von der Retina aus mit in das sich bildende feine Glaskörpergerüst hineingeraten. Ich meine, diese Zellen haben wohl mit der Ausbildung der typischen Glaskörperstruktur sicher recht wenig zu tun, sie sind keine integrierenden Bestandteile des

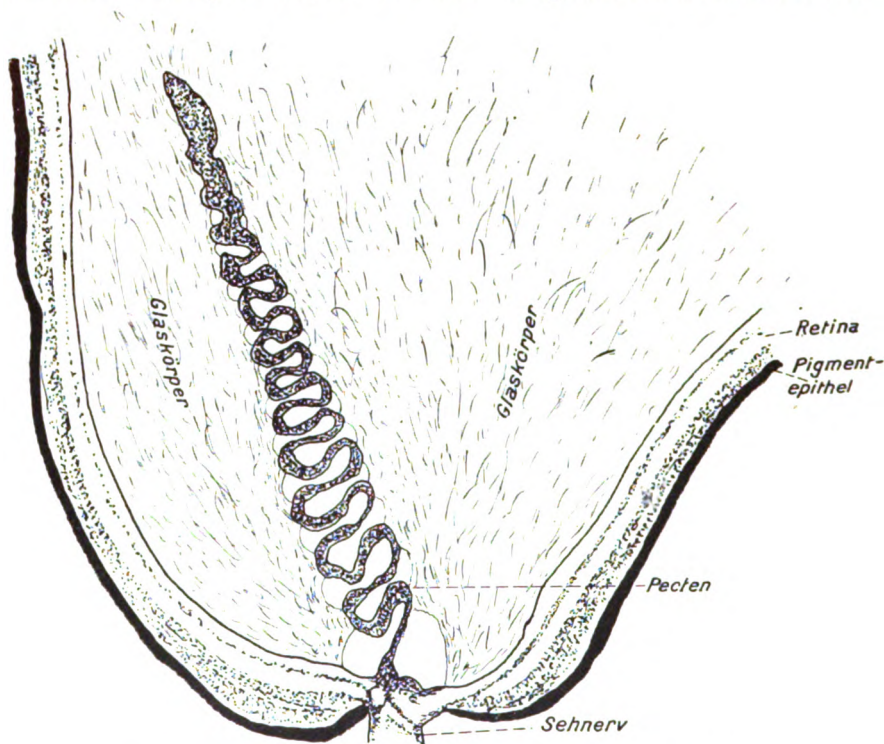


Fig. 8. Schiefer Schnitt durch den Pecten eines Vogelembryos.

Glaskörpers, und wir brauchen um ihretwillen unsere oben dargelegten theoretischen Ausführungen nicht wesentlich einzuschränken.

Eine andere Frage ist, ob außer der Retina auch die Linse an der Bildung des Glaskörpers teilnimmt, wie v. Lenhossék, v. Szily und Wolfrum annehmen; wenn das in erheblichem Maße der Fall wäre, dann dürfte man allerdings den Glaskörper nicht als Basalmembran der Retina bezeichnen. Andere Autoren, auch v. Szily und in gewisser Weise Wolfrum lassen ferner Mesodermbestandteile an der Bildung des typischen zellenfreien Glaskörpergerüsts teilnehmen. Auch wenn dies in erheblichem

Maße zuträfe, wäre der Glaskörper nicht schlechtweg Basalmembran der Retina. Nun werden die genannten Autoren wohl zum Teil selber zugeben, daß die Beteiligung anderweitiger Bestandteile außer der Retina an der Bildung des Glaskörpergerüsts gar nicht so erheblich ist. v. Szilys Meinung geht dahin, daß ganz allgemein die Zellen der verschiedenen Keimblätter untereinander in dünner protoplasmatischer Verbindung ständen, und wenn dies zuträfe, dann wäre freilich auch bezüglich der dem Glaskörper benachbarten Zellelemente nichts anderes zu erwarten. Wolfrum legt mit genauen Abbildungen dar, wie die mesodermalen Zellen der Gefäßendothelien mit dem ectodermalen fädigen Gerüst des Glaskörpers feine fädige Verbindungen eingehen. Ich glaube, wir können diese Tatsache zugeben und doch an unserer Theorie des Glaskörpers festhalten, wie man um jener Tatsachen willen auch die „Theorie des Mesoderms“ und die „Keimblattlehre“ nicht umwerfen wird.

Zusammenfassung. Unsere „histogenetische Theorie des Glaskörpers“ besagt folgendes:

1. Der Glaskörper kann als stark gewucherte Basalmembran der Retina aufgefaßt werden.
2. Da der Glaskörper somit zur Wandung des Augenbechers gehört, so ist als Becherhöhle nur der Raum innerhalb, distal oder linsewärts von der vorderen Grenzschicht des Glaskörpers aufzufassen.
3. Bei persistierender Netzhautspalte im Teleostierauge findet sich auch eine ihr entsprechende persistierende Glaskörperspalte.
4. Ein Rudiment der Glaskörperspalte fand sich auch im Vogelauge.
5. Der Glaskörpertrichter oder Glaskörperkanal des Säugerauges ist der nach Verschuß der Netzhaut- und Glaskörperspalte übrig bleibende Teil der Augenbecherhöhle im oben näher bezeichneten Sinne.

Es ist also nicht richtig, wenn noch heute manchmal der Glaskörperkanal des Säugerauges dem Pecten des Vogelauges und dieser dem Processus falciformis des Fischeauges homologisiert wird. Der Glaskörperkanal ist ein Rest der Augenbecherhöhle, der Pecten aber eine in dieser Höhle liegende Gliawucherung. Unter dem Processus falciformis endlich versteht man die Umschlagsränder der persistierenden Netzhautspalte vieler Knochenfische nebst den zwischen ihnen liegenden Mesodermbestandteilen. Wieder etwas anderes ist der aus der Pars iridica hervorgehende Linsenmuskel der Fische.

Literatur.

1. Blochmann, F., und Ebba von Husen, Ist der Pecten des Vogelauges ein Sinnesorgan? *Biolog. Zentralbl.*, Bd. XXXI, 1911.
 2. Deichsel, G., Beiträge zur Kenntnis des Knochenfischauges mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach der Akkommodation. *Inaug.-Diss., phil.*, Breslau 1908.
 3. Lenhossék, M. v., Die Entwicklung des Glaskörpers. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1903.
 4. Lindsay-Johnson, G., Ein Versuch zur Klassifizierung der Säugetiere, Reptilien und Amphibien in Familien und Ordnungen nach den ophthalmoskopischen Erscheinungen des Augenhintergrundes und den während des Lebens auftretenden Graden der Exophorie. *Sitzber. d. Gesellsch. naturf. Freunde.* Berlin 1909.
 5. Nußbaum, M., Die Pars ciliaris retinae des Vogelauges. *Arch. f. mikr. Anatomie*, Bd. LVII, 1901.
 6. Retzius, G., Über den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Tiere. *Biol. Untersuch.*, N. F., Bd. VI, 1894.
 7. Seefelder, R., Beiträge zur Histogenese und Histologie der Netzhaut, des Pigmentepithels und des Sehnerven (nach Untersuchungen am Menschen). *Graefes Archiv*, Bd. LXXIII, 1910.
 8. Stilling, J., Über den Mechanismus der Akkommodation. *Zeitschr. f. Augenheilk.* Bd. XXV, 1911.
 9. Szily, A. v., Zur Glaskörperfrage. *Vorl. Mitteilg. Anatom. Anz.*, 1904.
 10. Wolfrum, M., Zur Entwicklung und normalen Struktur des Glaskörpers. *Graefes Archiv f. Ophthalm.*, Bd. LXV, 1907.
-

Answer to Mr. Gaskell's Note T. III, p. 84.

By

B. H. Buxton.

Dr. Gaskell begins: "His theory is that the inverted retina so characteristic a feature of the lateral eyes of the Vertebrate may have arisen directly from the inverted retina of the lateral eyes of some scorpion like animal." That is distinctly not my theory. My theory suggests that the vertebrate eyes may have arisen in the same way — that is from original median eyes — as it seems to me the lateral eyes of spiders (not of scorpions) arose. But I did not write a word about a direct genetic relationship between the eyes of the vertebrates and the lateral eyes of the Arthropods, nor had I any such idea in mind. In speaking of an "arthropod like" animal I thought only of "Something" with a rigid cephalothorax.

Such a "Something" we find in the ostracoderms which are arthropod like yet not arthropods. Whether the gap which separates the ostracoderms from the true arthropods can be bridged over or not is altogether another question which I did not touch upon at all.

Dr. Gaskell continues: "Mr. Buxton's arguments are based largely upon the comparison of the arrangement of the eyes in Ammocoetes with their arrangement in the head-shields of Osteostracan fishes." This comparison was used only for a side issue; in a discussion on the sinking in of the vertebrate eyes and I concluded the sentence with "but the sinking in of the eye does not affect the argument as to the change from the upright to the inverted retina."

I was mistaken in saying that Dr. Gaskell's book was published at Cambridge, and I must apologise to Dr. Gaskell for not mentioning his work in the letter press. As a matter of fact I had thought of doing so, but as his theories, so far as I am aware, do not touch upon the origin of the inverted retina itself, it seemed to me that they had no direct bearing upon the question at issue.

Druckberichtigung.

In der Arbeit von G. Ischreyt „Zur vergleichenden Morphologie des Enten-
auges“ im ersten Heft dieses Bandes müssen im Text auf Seite 75 und 76 folgende
Änderungen gemacht werden:

Statt	Figur	3	soll	stehen	Textfig. 1,
„	Figur	4	„	„	Textfig. 2.
„	Figur	5	„	„	Textfig. 3.
„	Figur	6	„	„	Figur 3,
„	Figur	7	„	„	Figur 4,
„	Figur	8	„	„	Figur 5,
„	Figur	9	„	„	Figur 6,
„	Figur	10	„	„	Figur 7.
„	Figur	11	„	„	Figur 8.
„	Figur	12	„	„	Figur 9.

Textfigur 2 gehört zu *H. hyemalis* und nicht zu *A. marila*, wie hier an-
gegeben ist.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Anatomie. Entwicklungsgeschichte.

***Bach, L., und Seefelder, R.,** Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges (1. Lieferung, gr. 4^o, mit 24 Fig. im Text u. Taf. I—XV, Leipzig, Engelmann, 1911, Preis geh. 20 Mk.).

Mit diesem Atlas haben Bach und Seefelder, von denen der erste leider inzwischen der Ophthalmologie entrissen wurde, die Fachliteratur um ein bedeutsames Werk bereichert. Es kam mit Unterstützung einer größeren Anzahl von Gelehrten und Instituten, sowie unter finanzieller Beihilfe der Marburger Bostestiftung und der Leipziger Albrechtstiftung zustande, und zwar in einer in jeder Hinsicht glücklichen Form. Fast alle Zeichnungen der ersten Lieferung sind von dem leider während der Arbeit gestorbenen vorzüglichen Zeichner Kirchner (Leipzig) und die späteren von den Zeichnern Fiedler und Freytag ausgeführt und stehen auch in der Reproduktion auf einer ungewöhnlich hohen Stufe. Ebenso auch die übrige buchtechnische Ausstattung des Werkes.

Den Tafeln geht eine, in der ersten Lieferung 17 Seiten lange, Darstellung der Entwicklung des Auges voraus. Hierbei wurde die Beschreibung für die ersten vier Monate von Bach, für die späteren von Seefelder übernommen. Die spezielle Bearbeitung der Vorgänge bei der Entwicklung der Augenblase, des Augenbechers, der Linse, des Glaskörpers, der Zonula, der Hornhaut und Lederhaut fiel Bach, die Bearbeitung der

Entwicklung des Sehnerven, der Netzhaut, des Uvealtrakts und Kammerwinkels Seefelder zu.

Das Werk beschränkt sich auf die Entwicklung des Augapfels. Diese aber wird mit einer bisher unerreichten Vollständigkeit zur Anschauung gebracht.

Die erste Lieferung enthält von Bach die Darstellung der Augen-grube, Augenblase, das Verhalten des Mesoderms zu beiden und zu den Frühstadien des Augenbeckers, die Umbildung der (primären) Augenblase in den Augenbecher (sekundäre Augenblase der Autoren), die Entwicklung der Linse, alles nach den neuesten Forschungen und unter beständigem Hinweis auf die Figuren. Den Tafeln ist auf der anstoßenden Seite jedesmal eine nähere Beschreibung der betreffenden Abbildungen beigegeben, ferner bei den Frühstadien die Zeichnung der betreffenden Embryonen, von denen die mikroskopischen Schnitte stammen.

Der Atlas eignet sich nicht nur für das private Studium der Fachgenossen, sondern hervorragend auch für den Unterricht, namentlich zu episkopischer Projizierung und sollte daher keinem anatomischen und ophthalmologischen Institute fehlen, da bekanntermaßen das Verständnis für die Entwicklungsvorgänge am menschlichen Augapfel bisher außer durch tierisches Material vielfach nach Modellen bzw. schematischen Zeichnungen vermittelt werden mußte, während es im vorliegenden Atlas sich fast mühelos an der Hand von Abbildungen, die für den Studierenden den Wert von Originalpräparaten und somit erhöhter Überzeugungskraft besitzen, aneignen läßt.

G. Freytag (München).

Dobkiewicz, L. v., Über die Augen der Tiefseealbatheiden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. IC, 1912, p. 688—716).

Beschreibung und Abbildung der Augen von Tiefseekrebsen. Bei den Krebsen der aphotischen Region Augen auf verschiedenen Stufen der Rückbildung, bei Krebsen der Dämmerungszone wohlentwickelte Suprapositionsaugen.

K. v. Frisch (München).

Gallenga, G., Dei flocculi e di alcune particolarità della parte pupillare dell' iride nell' Equus Zebra (Monitore zoologico italiano, Anno XXII, Nr. 8, 1911).

An den Augäpfeln ausgewachsener Zebras konnte Gallenga eine im allgemeinen große Übereinstimmung des vorderen Uvealtrakts mit dem des Pferdes feststellen. Die Unterschiede beschränken sich hauptsächlich auf die Traubenkörner und den Sphincterteil der Iris. Erstere sind größer als beim Pferde und weniger mit Hohlräumen versehen, letzterer ist eben-

falls stärker entwickelt als beim Pferde, was vielleicht auf Einflüsse der Lebensweise und des afrikanischen Klimas beim Zebra zurückzuführen ist.

G. Freytag (München).

Geyer, K., Beitrag zur Kenntnis der Facettenaugen der Hymenopteren (Zool. Anz., Bd. XXXIX, 1912, p. 375—386).

Der Verf. untersuchte die Augen von Vertretern der verschiedensten Hymenopterenfamilien. Die Resultate sind ohne besonderes Interesse. Hervorzuheben ist, daß überall acht Retinulazellen vorhanden sind, von denen keine rudimentär ist, und daß häufig dorsale und ventrale Augenhälfte morphologische Verschiedenheiten aufweisen, ohne daß aber, wie bei Dipteren und anderen Arthropoden, zwischen ihnen eine scharfe Grenze besteht.

K. v. Frisch (München).

Günther, K., Die Sehorgane der Larve und Imago von *Dytiscus marginalis* (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. C, 1912, p. 60—115).

Bei der Larve liegen jederseits am Kopfe sechs Stemmata und ein in seinem Bau von ihnen abweichender Augenfleck. Die mit Linse und Glaskörper versehenen Stemmata besitzen in ihrem basalen Teil zwei Gruppen von Sehzellen: eine Doppelreihe von großen Sehzellen, welche die Basis des ovalen Stemmas bilden und mit ihren Längsachsen in der Einfallrichtung des Lichtes stehen (senkrecht zur Körperoberfläche) und ferner eine Anzahl kleinere Sehzellen, welche senkrecht zur Einfallrichtung des Lichtes (parallel zur Körperoberfläche) stehen.

Bei der Metamorphose legt sich jederseits unmittelbar vor den Punktaugen das Komplexauge an, die Stemmata werden unter Verlust von Linse und Glaskörper in die Tiefe verlagert und sind auch beim fertigen Käfer noch als rudimentäre, den Sehnerven angelagerte Gebilde vorhanden.

Die sorgfältige Beschreibung der Entwicklung des Komplexauges bringt nichts Neues von Bedeutung.

K. v. Frisch (München).

Gutmann, A., Anatomische und topographisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der Orbita und des Bulbus zu den pneumatischen Schädelhöhlen bei *Cervus capreolus*, *Cervus dama* und *Capra hircus* (Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXVII, 1912, Maiheft).

Bei den kleineren Wiederkäuern ist die Pneumazität des Schädels geringer als bei den großen. Die großen Höhlen des Stirnbeins fehlen hier ganz. — Die Pneumatisation der Orbitalwände ist außerordentlich gering. Bei *Cervus capreolus* besteht (von der Regio olfactoria aus pneu-

matisiert) ein System schmaler Höhlen; die parallel zueinander verlaufen, z. T. auch die eine in der Fortsetzung des anderen; zur Orbita treten diese in keine Beziehung. Die vom 7. Ektoturbinale ausgehende Höhle liegt in der medialen Orbitalwand etwa $1\frac{1}{2}$ cm lang. An sie schließt sich die vom 8. Ektoturbinale aus pneumatisierte ebensolange Höhle; sie reicht nur mit ihrem aboralen Ende in die mediale Orbitalwand hinein. — Die Oberkieferhöhle bildet mit ihrem Dach den Boden der Orbita. — Bei *Cervus capreolus* bestehen zahlreiche pneumatische Räume in der nasalen Orbitalwand, die vom 10. bis 20. Ektoturbinale ausgehen. —

Auch bei *Cervus dama* ist das Höhlensystem sehr reduziert. Die Höhlen befinden sich im vordersten Teil des Stirnbeins und in medialer Orbitalwand und sind mit einer dünnen gefäßreichen Schleimhaut ausgekleidet. Die am weitesten oralwärts reichende Höhle liegt der Orbita am nächsten, wird vom 8. Ektoturbinale pneumatisiert; ihre aborale Hälfte gehört schon der oberen Orbitalwand. Die übrigen drei im Fornix crani gelegenen Höhlen treten in Beziehungen zur Orbita; pneumatisiert sind sie vom 4. und 1. Ektoturbinale. Eine weitere Höhle liegt in der medianasalen Orbitalwand und wird vom 2. Ektoturbinale pneumatisiert. Die untere Orbitalwand ist das papierdünne Dach der Kieferhöhle, die bei *Cervus dama* aboralwärts sehr weit ausgebuchtet ist. —

Capra hircus zeigt große Ähnlichkeit mit *Ovis aries*. Von der großen vom 3. Ektoturbinale aus pneumatisierten Höhle wird zugleich der Processus cornu pneumatisiert — Diese Höhle breitet sich in der dorsalen Orbitalwand aus, derart daß von der oberen und vorderen Orbitalwand die ganze nasale Hälfte pneumatisiert wird. — Die ventrale Orbitalwand ist die Decke der Kieferhöhle. In der nasalen Orbitalwand finden sich 4 bis 5 Höhlen von spaltähnlicher Form. —

Bei einem jungen Zicklein von 4 bis 5 Wochen bestand der Processus cornu noch völlig aus spongiöser Knochensubstanz, die Höhlen in der dorsalen Orbitalwand waren jedoch schon vorhanden, in ihrer Form angedeutet. — Mikroskopisch bestand bei *Capra hircus* die Kieferhöhlenauskleidung aus einem 5 bis 6 schichtigen Plattenepithel und einer Fasernschicht von mittlerem Zellenreichtum. Elastische Elemente sind vorhanden.

F. Ruhwandl (München).

Menacho, M., El ojo del *Gammarus coecus* de la caverna „Dels Hams“ en la isla de Mallorca (Archivos de Oftalmologia, Januar 1911, Barcelona).

Der zu den Krebstieren zugehörige *Gammarus coecus* ist 10 bis 12 mm lang, farblos und wurde in der jüngst entdeckten obengenannten Höhle

gefunden. Bis auf den Mangel an Pigment und die Verkümmernng der Augen ist er seinen Artgenossen im Mittelmeer vollkommen ähnlich. Vielleicht hat die Höhle in früheren Zeiten mit der See in Verbindung gestanden und die Tierchen sind auf diese Weise in sie hineingelangt und haben sich im Dunkeln entsprechend verändert. Der unter normalen Bedingungen lebende Gammarus hat seitlich gelegene, zusammengesetzte Augen, deren äußere Schichten die Cuticula und die Hypodermis sind. Die sog. Ommatidien, Einzelaugen, lassen die Sehzellen, die Retinula und die von Pigmentzellen umhüllten Krystallkegel erkennen. Die von den Sehzellen ausgehenden Nervenfasern treten zunächst zu einem Ganglion opticum zusammen und endigen dann, nachdem sie sich gekreuzt haben, in dem Hirnganglion. Bei dem im Dunkel lebenden *G. coecus* finden sich folgende Veränderungen an den Augen: Das ganze Organ ist atrophisch, die Pigmentierung der Ommatidien fehlt gänzlich, da sie weder zum Schutz gegen starkes Licht noch zur Bildung von Sehpurpur nötig ist, und endlich sind die Krystallkegel und der proximale Teil der Retinulae verkleinert und zerfallen. — Verf. glaubt, daß es von Interesse sein würde, den *G. coecus* unter Lichtzutritt zu züchten, um zu beobachten, ob sich das Sehorgan wieder voll entwickeln würde. (vgl. auch Bd. III, Heft 1, p. 1. dieser Zeitschr.)

Florence (Dresden).

Oliver, Ch. A., A critical study of the ocular asymmetry of the Formosan savage (Transact. of the americ. ophth. soc. vol. XII, part. II, pag. 455, Philadelphia 1910).

Der Verf. untersuchte die Köpfe der meisten Stämme der wilden malaiischen Ureinwohner Formosas nach zehn guten Photographien. Es ergab sich hauptsächlich folgendes: Die Schädelform war dolichocephal, der Supraorbitalrand stark markiert, ziemlich gerade, der Infraorbitalrand wohl gebogen und mehr gerader gebogen als der obere.

Der linke Augapfel lag öfters höher, weiter von der Medianlinie entfernt, weiter zurückgelagert als der rechte. Die Hornhäute waren oval, ihre etwas nach unten-innen vom vertikalen Meridian gerichteten Längsachsen waren 10 bis 11 mm lang. Pupillen oval, Längsachsen ebenso gerichtet. Pupillenabstand 61 bis 63 mm, Lidspalte rechts 2 bis 3 mm kürzer als links; rechts 25 bis 27 mm. Breite der Lidspalte 8 mm, rechts etwas weniger. Die Lidwinkel waren 5 bis 10° nach abwärts und einwärts von der Horizontalen geneigt. Hauptfalten der Lider wohl ausgeprägt, wenn auch seicht, Sekundärfalten sehr zart. Augenbrauen nicht ausgeprägt, Haare derselben, wie die des Kopfes, grob und gerade. Cilien zahlreich, gut gekrümmt und geformt.

G. Freytag (München).

- * **Ónodi, A.**, Die Nebenhöhlen der Nase beim Kinde. Mit einem Vorwort von W. Waldeyer (gr. 8^o, Würzburg, Kurt Kabitzsch, 1911. Preis kart. 20 M.).

Es handelt sich bei dem vorliegenden Werke des durch seine Studien über die Schädelhöhlen bekannten Verf. in erster Linie um einen Atlas, welcher auf 102 Tafeln die Nebenhöhlen der Nase vom Fötus, vom Neugeborenen und vom Kinde zwischen dem ersten Monat und neunzehnten Lebensjahre in ihrer Entwicklung, ihren gegenseitigen und nachbarlichen Beziehungen in sehr guten Abbildungen nach photographischen und Röntgenaufnahmen zur Anschauung bringt. Die betreffenden Präparate wurden mit der Laubsäge in Frontal-, Sagittal- und Horizontalschnitten hergestellt und in natürlicher Größe reproduziert. Dem Atlas ist eine 24 Seiten lange Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse mit instruktiven Tabellen über die Größenverhältnisse im anatomischen und mit einer Tabelle über die bisher beobachteten Erkrankungen der kindlichen Nebenhöhlen und ihre operative Behandlung im klinischen Teil vorangestellt.

Wenn der Verf. die Überzeugung ausspricht, daß durch seinen Atlas mit den überall gegebenen genauen Maßen die anatomische und entwicklungsgeschichtliche Kenntnis der Nebenhöhlen im Kindesalter vertieft und erweitert sei und daß diese genauere Kenntnis auch für die diagnostischen und operativen Zwecke bei den betreffenden Erkrankungen nutzbringend sein werde, so kann man nach genauerem Einblick dieser Ansicht in vollstem Maße beipflichten. Dadurch, daß die jeder Tafel beigefügte Erläuterung außer in deutscher auch in englischer und französischer Sprache neben den Abbildungen steht, ist die Benutzung des Atlas auch Ausländern ohne weiteres ermöglicht, was im Interesse größerer, dem erheblichen Werte des Buches entsprechender Verbreitung nur zu begrüßen ist.

G. Freytag (München).

- * **Schmidt, Kurt**, Die arteriellen Kopfgefäße des Rindes (Inaug.-Diss., Zürich 1910, Thieme, Leipzig).

Die Untersuchungen wurden an Rinderföten und Tieren verschiedenen Lebensalters vorgenommen durch Injektion mit gefärbter alkoholischer Schellacklösung. — 1. Die Art. carotis communis läuft jederseits am dorsolateralen Rande der Luftröhre kopfwärts bis zum Kehlkopfe und teilt sich seitlich vom Schlundkopf in ihre Endäste: a) Carotis externa, b) Truncus der Carotis interna und Art. occipitalis, c) Truncus der Arteria maxillaris externa und Art. lingualis. Vor der Teilung geht die A. thyroidea ab, die aus einem medialen Aste die A. pharyngea ascendens, aus

einem lateralen die *A. laryngea* abgibt. Der Truncus der *A. carotis interna* und *occipitalis* gibt die *A. palatina ascendens* ab. Die *Carotis int.* läuft an der medialen Seite der *Pars tympanica* des Schläfenbeins zum Foramen lacerum und tritt durch dasselbe in die Schädelhöhle. — Die *A. occipitalis* geht als starker Muskelast am Processus jugularis des Hinterhauptbeines zur Genickfläche des Kopfes und entsendet neben kleineren Muskelästen die *A. stylomastoidea profunda* zum mittleren Ohr, die *A. meningea media* zum Foramen lacerum und die *A. condyloidea* durch die Canales hypoglossi zur Schädelhöhle. Der Truncus der *A. lingualis* und *A. maxillaris externa* geht am ventralen Rande des großen Zungenbeinastes oroventral und spaltet sich dann: die *A. lingualis* läuft zur Zungenspitze. Die *A. maxillaris ext.* geht medial vom Musc. pterygoideus medialis zum Gefäßausschnitt des Unterkiefers und tritt um diesen als *A. facialis* zum Gesicht wo sie sich verzweigt. — Die *A. carotis ext.* geht unter Abgabe der *A. masseterica* und *A. auricularis post.* über die laterale Fläche des großen Zungenbeinastes zur Fossa retromandibularis und teilt sich dort in ihre Endäste: die *A. maxillaris int.* und den kurzen Truncus für die *A. temporalis superficialis* und die *A. transversa faciei*. — Die *A. temporalis superficialis* überschreitet den Jochbogen und teilt sich caudal vom temporalen Augenwinkel in ihre drei Endäste: *A. palpebrae inf.* und *sup.* sowie die *A. des Hornzapfens*. — Die *A. maxillaris int.* tritt an die mediale Seite des Unterkiefers zwischen den Musculi pterygoidei hindurch nach der Fossa pterygopalatina mit zahlreichen Abzweigungen. — Der nasofrontale Endast der *A. maxillaris int.* teilt sich in die *A. malaris*, die durch Ausschnitt der Tränenblase durch die Orbita auf die Gesichtsfäche übertritt und die *A. supraorbitalis* in den gleichnamigen Kanal. Nach Austritt aus dem Foramen versorgt sie die Seitenteile der Nase. Der nasoventral gerichtete Endast der *A. maxillaris int.* teilt sich nach kurzem Verlauf in seine Äste die *A. sphenopalatina* für die ventralen Partien der Nasenscheidewand und die *A. palatina major* für den harten Gaumen. —

2. Die Arterien des Bulbus und seiner Nebengane: Es versorgen das Oberlid die *A. palpebrae sup.* von der *A. temporalis superficialis*, das Unterlid die *A. palpebrae inf. nasalis* von der *A. malaris* und Äste von der *A. temporalis superficialis*, *A. palp. inf. temporalis*. — Der nasale Augenwinkel wird von der *A. angularis* von der *A. malaris* versorgt. — Die Bindehaut erhält Zweige von den *Aa. adiposa, ciliaris ant. ethmoidalis, frontalis lacrimalis* und von den Lidern. — Palpebra tertia und Karunkel erhalten ihre *A.* von der *A. malaris*. — Die Tränendrüse erhält ein Gefäß aus dem Ende der *A. temp. superficialis*, ein zweites kommt von dem Rete mirabile der *Art. ophthalmica externa*. Die *A. adiposa* aus der

A. maxillaris int. oder der *A. ophth. ext.* versorgt neben dem intraorbitalen Augenfett die *Musc. rect. ext. und ventralis.* — Die *A. ophth. ext.* zwischen *Musc. levator palp. und rect. dorsalis* bildet ein Wundernetz; aus diesen gehen hervor zahlreiche Zweige zu den benachbarten Muskeln, zum Fett und zu den Sehnervenhüllen, ein Zweiglein zur Tränendrüse, ein *Ramus bulbi*, der die Ciliararterien und Zweige zum *N. opticus* abgibt. Der fortlaufende Stamm der *A. ophthalmica* teilt sich in *A. frontalis* und *A. ethmoidalis.* — Der Corneoscleralrand wird von der *A. ciliaris ant. dorsalis* aus dem Rete der *A. ophth. ext.* oder der *A. ethmoidalis* und von der *A. ciliaris ant. ventralis* von der *A. adiposa* versorgt. — Die *A. ophthalmica interna* entspringt im Foramen opticus an einem Rete mirabile und läuft nach vorne.

3. Die Arterien der Schädelhöhle und des Rückenmarkkanales innerhalb der ersten Halswirbel und extradurales Gefäßsystem. Zwischen Schädelhöhlenbasis und Dura mater encephali besteht ein Rete mirabile, das aus Ästen sich bildet, die durch das Foramen orbito rotundum, das Foramen ovale oder andere Öffnungen des Keilbeines hindurchtreten. — Das Netz steht mit *A. carotis int.* und *A. meningea media* sowie caudalwärts mit *A. vertebralis* und *A. condyloidea* in Verbindung. — Ein kleiner Teil des extrakraniellen Geflechts der distalen Reteäste zieht durch das Foramen opticum in die Schädelhöhle, bildet nasal und ventral vom Chiasma ein Rete mirabile, aus dem die *A. ophthalmica interna* entspringt.

Die *A. meningea accessoria* gelangt durch den Schläfengang in die Schädelhöhle; sie anastomosiert mit der *A. condyloidea*, die in zwei Ästen durch die Canales hypoglossi eintritt. — Die *A. vertebralis* geht in caudo-nasaler Richtung durch den Canalis transversarius des 6., 5., 4., 3. und mit einem Aste auch des 2. Halswirbels. Sie gibt Muskeläste und Rami spinales ab. — Zwischen 2. und 3. Halswirbel teilt sich die *A. vertebralis*, von denen einer im Foramen intervertebrale des 2. Halswirbels verläuft, der andere in den Rückenmarkkanal eintritt. Am Dens epistrophei vereinigen sie sich wieder und bilden dann durch wiederholte Teilung mit das große Rete an der Schädelbasis. — Intradurales Gefäßsystem: Die *A. carotis cerebralis* entspringt nasal von der Hypophyse, durchbohrt die Dura und teilt sich in einen *Ramus cranialis* und *caudalis*, der mit den gleichen Gefäßen der anderen Seite den *Circulus arteriosus Willisii* bildet. Am Zusammenfluß der *Rami caudalis* entsteht die *A. basilaris*, die beim Rind in die *A. spinalis ventralis* übergeht. —

Intra- und extradurales Gefäßsystem stehen innerhalb der Schädelhöhle und des Halsteiles des Rückenmarkkanales fast nur durch die *A. carotis cerebralis* in Verbindung. *F. Ruhwandl (München).*

Spemann, H., Zur Entwicklung des Wirbeltierauges (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. und Physiol., Bd. XXXII, 1912, p. 1—98).

Als der Verf. vor einem Jahrzehnt die Entdeckung machte, daß bei *Rana fusca* die Entwicklung der Linse unterbleibt, wenn die Entwicklung des Augenbeckers verhindert wird, glaubte er zunächst in dieser Abhängigkeit ein Gesetz gefunden zu haben, das für die Wirbeltiere allgemeine Geltung hätte. Doch bald zeigte sich, daß bei anderen Wirbeltieren die Sache anders liegt; in der vorliegenden Arbeit wird durch ausgedehnte sorgfältige Versuche gezeigt, daß sogar die verschiedenen Froscharten sich in der Abhängigkeit der Linsenbildung vom Augenbecher wesentlich voneinander unterscheiden.

Man kann bei *Rana esculenta* an ganz jungen Keimen, noch vor der Bildung der Augenblasen, eine Vorderhälfte der Hirnanlage samt der Augenanlage entfernen; es erfolgt während der weiteren Entwicklung keine Regeneration des Auges; trotzdem entwickelt sich an der entsprechenden Stelle aus der Epidermis eine Linse mit typischen Linsenfäsern. Auch durch die Entfernung beider Augenanlagen wird die Entwicklung der Linsen nicht gehindert. Die Umbildung der primären Linsenbildungszellen zur Linse kann also bei *Rana esculenta* unabhängig vom Augenbecher erfolgen.

Bei *Rana fusca* dagegen unterbleibt die Bildung der Linsen, wenn der Augenbecher fehlt oder bei seiner Entwicklung die Haut nicht erreicht.

Bombinator pachypus nimmt eine Mittelstellung ein. Wird die Augenanlage auf einem sehr frühen Stadium entfernt, so unterbleibt die Linsenentwicklung meist vollständig, manchmal jedoch sind Andeutungen einer beginnenden Linsenentwicklung wahrzunehmen. Wird die Augenanlage auf einem etwas späteren Stadium entfernt, während oder nach Schluß der Medullarwülste, wenn sie bereits als primäre Augenblase vorhanden ist, so entwickelt sich regelmäßig da, wo die Linse entstehen sollte, ein kleiner Epidermiszapfen, der aber nicht zu einer richtigen Linse wird. „Die Linsenbildungszellen haben also wohl schon einen Anstoß vom Augenbecher erhalten; sie bedürfen aber zu ihrer Weiterentwicklung seiner ferneren Einwirkung“.

In allen diesen Fällen nimmt der Verf. prädestinierte Linsenbildungszellen an, „die aber zu ihrer Entwicklung in sehr verschiedenem Maße der Mitwirkung des Augenbeckers bedürfen“.

Es fragt sich nun, ob diese Wirkung des Augenbeckers auch Epidermiszellen, die normalerweise keine Linsen bilden würden, zur Linsenbildung bringt.

Um dies zu entscheiden, wurde an den Keimen die Haut, welche die primäre Augenblase bedeckt, samt ihren Linsenbildungszellen entfernt und ein Hautstück von einem anderen Körperteil auf das Auge transplantiert. Wurde dazu Bauchhaut verwendet, so trat weder bei *Rana esculenta* noch bei *Bombinator pachypus* eine Linsenentwicklung ein. Wurde Kopfhaut verwendet, so erfolgt bei *Rana esculenta* auch keine Linsenbildung, wohl aber bei *Bombinator pachypus*, vorausgesetzt, daß die transplantierte Kopfhaut mit der Augenblase wirklich in Berührung kommt. Wahrscheinlich ist diese Reaktion durch einen vom Augenbecher ausgehenden spezifischen Reiz, vielleicht chemischer Natur, vermittelt.

K. v. Frisch (München).

Tretjakoff, D., Das Auge vom Renntier (Internat. Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, Bd. XXIX, Heft 1/3, p. 150—201).

Verf. hat das Renntierauge zum Gegenstand von eingehenden Studien gemacht und dabei sein Hauptaugenmerk auf den Sehnerveneintritt und die Kammerbucht gerichtet.

Das Renntierauge ist verhältnismäßig groß und mit einer starken äußeren Hülle ausgestattet.

Die Sehnervenscheibe erscheint in horizontaler Richtung stark verlängert und zeigt unten eine rinnenförmige Einziehung, im ganzen könnte man sie etwa als nierenförmig bezeichnen, doch ist die nasale Partie wesentlich größer als die temporale. An der Grenze der nasalen und temporalen Seite zeigt die Sehnervenscheibe einen kurzen zapfenartigen Vorsprung nach Art einer persistierenden Art. hyaloidea. Die mikroskopische Untersuchung dieses Zapfens ergab „eine bindegewebige Achse“, die von einer ziemlich starken Gliahülle umgeben ist, also ein ähnliches Verhalten, wie es wiederholt auch im menschlichen Auge gefunden worden ist. Ein wesentlicher Unterschied ergab sich jedoch darin, daß sowohl der zentrale — mesodermale —, als der gliöse Anteil des Zapfens vaskularisiert sind. Diese durchwegs kapillaren Gefäße bezieht der Zapfen aus den Gefäßen des an seiner Basis befindlichen ebenfalls gliösen Polsters. An ein Gefäß von der Art der Zentralarterie hat er keinen Anschluß. Die neuere entwicklungsgeschichtliche und teratologische Literatur über diese Frage scheint übrigens dem Verf. nicht bekannt zu sein, wenigstens wird sie nicht erwähnt. Die Kammerbuchtregion zeigt wie bei so vielen Säugern ein sehr stark ausgebildetes uveales Gerüstwerk, das nach der freien Kammer zu nur sehr kleine Lücken aufweist. Die Irisfortsätze sind zwischen der Grundplatte der Processus ciliares und der Corneoscleralgrenze ausgespannt. „Die hinteren Balken und das sclerale Gerüstwerk

bestehen nach Verf. hauptsächlich aus dem protoplasmatischen Netz, welches durch die sogenannten ‚Endothelzellen‘ gebildet wird.“

„Die Balken haben scheinbar die spezielle Aufgabe, diesem Syncytium die Festigkeit zu bieten.“

Bezüglich zahlreicher Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden.

R. Seefelder (Leipzig).

Zietzschmann, O., Zur Vaskularisation des Bulbus und seiner Nebenorgane (Verhandlungen der Anatom. Gesellschaft in München, 1912. Im Ergänzungsheft zum XLI. Bd. des Anatom. Anzeigers).

Verfs. Vortrag behandelt einleitend allgemeines über die Vaskularisation des peripheren Sehapparates; es beteiligen sich prinzipiell vier verschiedene Gefäße: 1. die A. ophthalmica interna der vergleichenden Anatomie (die A. ophth. der Menschenanatomie), die dem Sehnerven entlang aus der Schädelhöhle hervortritt; 2. die A. ophthalmica externa der vergleichenden Anatomie (der Ram. orbitalis der Maxillaris interna Tandlers), die aus der Maxillaris interna stammt und von außen her in den Periorbitaltrichter sich einbohrt; 3. die A. malaris, die vergleichend bisher ganz außer acht gelassen wurde, und die mit der A. infraorbitalis aus der Endteilung der Maxillaris interna hervorgeht; 4. der Ramus orbitalis aus der Meningea media, der durch einen besonderen Kanal der Schädelwand zur Orbita tritt und ins Gefäßgebiet entweder der A. ophthalmica interna oder externa einmündet.

Alle diese Gefäße werden nach der vorhandenen Literatur und nach eigenen Untersuchungen in der Reihe der Säugetiere miteinander verglichen. Speziell interessieren die Wechselbeziehungen der Ophthalmica interna und externa zueinander. Bei der Gesamtübersicht „finden wir in der weitaus größten Zahl der untersuchten Vertreter das Maxillarisgefäß als die Hauptarterie für die Orbitalkontakta ausgebildet, während der Cerebralcarotisast nur als Nebenzweig imponiert. In einer wesentlich kleineren Gruppe vereinen sich die Vertreter der umgekehrten Gefäßausbildung mit dem Dominieren des Gehirnzweiges. Es erscheint demnach zum mindesten als gerechtfertigt, für beide Arterien den gleichen Namen «Ophthalmica» zu fordern“. — Ophthalmica interna und Ophthalmica externa. — Über die höchst mannigfaltigen Variationsmöglichkeiten der „A. ophthalmica meningeae“ siehe das Original. Die A. malaris, die bisher nur bei Haustieren eingehend beschrieben wurde, die rudimentär aber auch beim Menschen in Form von Ästchen der Infraorbitalis zu Gebilden des Augenhöhlenbodens bekannt ist, übernimmt bei den Tieren

zu diesen Bodenzweigen den gesamten Endteil der Ophthalmica des Menschen, der nach Abgabe der Ethmoidales übrig bleibt; das sind 1. die Aa. palpebrales nasales, 2. das Gefäß des Tränenabfuhrweges, 3. Äste, die der A. frontalis des Menschen entsprechen — diese ist mit der sogenannten Frontalis der Tiere wahrscheinlich nicht identisch; die Frontalis der Tiere dürfte richtiger als Supraorbitalis zu bezeichnen sein — 4. Äste, die bis zu einem gewissen Grade der A. dorsalis nasi des Menschen gleichzustellen sind, wie sie besonders typisch bei Ovis und Capra sich ausprägen.

Der zweite Teil der Publikation behandelt die Vaskularisation der hinteren Gebiete der Chorioidea, wie sie durch die Trunci ciliares gegeben ist. Diese Frage ist nur beim Menschen und bei einigen wenigen Säugern geklärt. Man kennt bisher drei Typen:

1. Beim Menschen: Die beiden Ciliartrunci entspringen getrennt aus der A. ophthalmica (interna) = Typus der vollständigen Aufteilung des „Ramus bulbi“.

2. Bei den Carnivoren und Ruminantiern (Ovis, Capra, Bos, Felis, Canis): Die beiden Ciliartrunci entspringen mit einem gemeinsamen Stamme, dem „Ramus bulbi“ und dieser — der entweder außerhalb (Fleischfresser) oder innerhalb (Wiederkäuer) der Muskelpyramide aus der A. ophthalmica externa entspringt und nach einem charakteristischen Verlaufe zum dorsonasalen Sehnervenrande gelangt — versorgt nur den Bulbus. Von den beiden Endästen läuft der nasale direkt zum nasalen Hauptmeridian der Sclera, während der temporale zuerst den Opticus unterquert, um sich dann dem temporalen Hauptmeridian zuzuwenden. An der Stelle des Herantritts zur Sclera gehen meist äußerlich sichtbare Aa. cil. post. breves ab, und der fortlaufende Stamm bildet je die A. cil. post. longa (nas. und temp.), die als A. iridis (H. Virchow) zum Circulus art. iridis maior zieht. Entweder aus dem Ende des Ramus bulbi oder aus seinen Endästen gehen die Zuflüsse zum Zinnschen Gefäßkranze ab; und endlich senkt sich fast ohne Ausnahme in den den Opticus unterquerenden Trunc. cil. temp. die schwache A. ophthalmica interna ein = Typus des einfachen Ramus bulbi.

3. Bei Perissodaktylen: Bei Equus (vgl. Zietzschmann, dieses Archiv, dieses Heft, S. 129) ist auch regelmäßig ein Ramus bulbi, das heißt ein gemeinsamer Stamm der Trunci ciliares nasalis und temporalis vorhanden; dieser hat aber einen anderen Verlauf: in der Rinne zwischen Rectus temp. und ventralis zieht er bulbuswärts, er schiebt sich zum Retraktor ein und gibt als fortlaufenden Stamm den Trunc. cil. temp. ab, während der nasale unter dem Rectus ventr. quer hindurchläuft und den

Sehnerven unterkreuzt, wobei er die A. ophthalmica interna aufnimmt. Die Endzweige der Ciliartrunci verhalten sich wie beim zweiten Typus. Charakteristisch für den equinen Typus ist aber, daß der Ramus bulbi eine Anzahl Nebenäste treibt, die dem einfachen Typus fehlen: die A. ciliaris anterior ventralis, die A. palpebrae tertiae und oft auch die ventrale Arterie für die Orbitalfaszie = Typus des komplexen Ramus bulbi.

Autoreferat.

II. Physiologie.

Demoll, R., und Scheuring, L., Die Bedeutung der Ocellen der Insekten (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. u. Physiol., Bd. XXXI, 1912, p. 519—628).

Über die Bedeutung der Punktaugen der Insekten wurden schon die verschiedensten Ansichten ausgesprochen, die aber alle einer ernsten Kritik nicht standhalten können. Andererseits ist sicher, daß es sich nicht um bedeutungslose Gebilde handelt. Denn die Regelmäßigkeit, mit der Punktaugen bei gut fliegenden und überhaupt sich rasch bewegenden Insekten vorkommen, bei langsamen hingegen fehlen, zeigt schon, daß ihnen eine bestimmte Bedeutung zukommen muß. Auch sind sie sowohl mit den dioptrischen Mitteln zum Entwerfen eines Bildes, wie auch mit den nervösen Apparaten zu seiner Rezeption ausgerüstet und die Verf. konnten am Punktauge von Mantis zeigen, daß das entworfen Bild keineswegs unscharf ist, und daß der Bildabstand von der Cornea mit dem Abstand der distalen Rhabdomenden von der Cornea übereinstimmt, und zwar sowohl für große wie für sehr kleine Entfernungen des Gegenstandes, so daß das Punktauge sowohl in der Nähe wie in der Ferne sehen kann.

Andererseits ist aber experimentell gezeigt worden, daß Tiere, denen die Facettenaugen verklebt werden, sich, obwohl sie noch die Punktaugen zur Verfügung haben, ganz wie blinde Tiere benehmen. Daraus schließen die Verf., „daß die Ocellen der normalen Funktion der Facettenaugen bedürfen, wenn ihre eigenen Impulse in geordneter Weise wirken sollen“. Die einzige Funktion, die als gemeinsame Funktion von Ocellen und Facettenaugen betrachtet werden kann und eine Beziehung zur schnellen Eigenbewegung der Tiere aufweist, scheint nun die Entfernungslokalisation zu sein.

Es ist klar, daß ein Punkt in einem bestimmten Abstand, wenn er im Bereich des Sehfeldes sowohl eines Facettenauges wie eines Punktauges liegt, in jedem der beiden Augen einen ganz bestimmten Rezeptor

in Erregung versetzen wird, und daß andererseits gerade diese beiden Rezeptoren der beiden Augen von einem außerhalb gelegenen Punkt nur dann gleichzeitig erregt werden können, wenn der Punkt sich in diesem bestimmten Abstand befindet. Durch Verkettung der Erregungen beider Augen ist also eine Entfernungslokalisation möglich.

Ist diese Auffassung richtig, dann muß die Elimination des Facettenauges auch die Funktion der Ocellen illusorisch machen. Daß dies der Fall ist, wurde oben schon erwähnt.

Ferner ist eine Voraussetzung für die Hypothese der Verf., daß das gesamte Sehfeld der Ocellen innerhalb des Sehfeldes der Facettenaugen liegen muß. Dieses Verhalten haben die Verf. an einem großen Insektenmaterial nachgewiesen. Es trifft nicht nur für die zahlreichen Fälle zu, wo die Facettenaugen ein sehr großes Gesichtsfeld besitzen, so daß die Wahrscheinlichkeit, daß das Sehfeld der Ocellen vollständig in das der Facettenaugen hineinfällt, schon von vornherein groß ist, sondern auch für Fälle, wo das Sehfeld der Facettenaugen beschränkt ist; es ist dann auch das Sehfeld der Punktaugen in entsprechender Weise eingeschränkt. Ferner finden sich drei Punktaugen, zwei laterale und ein medianes, nur bei solchen Insekten, die ein großes binokulares Sehfeld der Facettenaugen (nach vorne und oben) haben, während bei den Insekten, deren Facettenaugen vorwiegend seitlich gerichtet sind, nur zwei, seitlich gerichtete Ocellen vorhanden sind. Bei dem einzigen Insekt, das nur ein Punktauge besitzt, haben die Facettenaugen ein ausgedehntes, nach vorne gerichtetes binokulares Sehfeld, das ungefähr mit dem Sehfeld des Ocellus zusammenfällt, während die Facettenaugen kaum imstande sind, direkt nach der Seite zu sehen.

Schließlich erfährt die Hypothese eine wesentliche Stütze durch die anatomischen Befunde über den Verlauf der Nerven. Hier sei nur hervorgehoben, daß die Nerven der Punktaugen mit Umgehung des Gehirns direkt zu den Opticusganglien der Facettenaugen ziehen und in diesen verschwinden.

K. v. Frisch (München).

Edridge-Green, F. W., The effect of the colour of the blood in the blood-vessels of the retina seen subjectively (The Ophthalmoscope, London, Januar 1911).

Wenn wir durch ein blau-grünes Glas 30 Sekunden lang auf eine gleichmäßig beleuchtete weiße Fläche, z. B. eine weiße Wolke am Himmel blicken und dann das Glas entfernen, erscheint das ganze Gesichtsfeld rosa mit Ausnahme des dem nicht vaskularisierten Teil der Netzhaut entsprechenden Zentrums; dieses erscheint hellgrün. *Florence (Dresden).*

Heß, C., Demonstrationen zur vergleichenden Physiologie des Sehorgans (Sitzungsber. der physikal.-med. Gesellsch. zu Würzburg 1911).

1. Bei allen untersuchten Tagvogelarten konnte eine bisher nicht bekannte offene Kommunikation zwischen der vorderen Kammer und dem Glaskörperraum im unteren Teile des Ciliarringes nachgewiesen werden.

2. Bei Schildkröten ließ sich zwischen den unteren Ciliarfortsätzen, entsprechend einer Einkerbung des unteren Linsenrandes, eine größere Lücke nachweisen. Ferner wurde ein neuer, nasalwärts davon entspringender, kräftiger Muskel nachgewiesen, der temporalwärts verläuft und in feine Fasern des Aderhautgewebes übergeht.

3. Es wird an Abbildungen gezeigt, daß der Ciliarring der Selachier von jenem der Amphibien viel weniger verschieden ist als von dem der Teleostier.

4. Bei der überraschend lichtscheuen *Artemia salina* (Branchiopode) wurde große Empfindlichkeit gegenüber kleinen Verschiedenheiten der Lichtstärken, ferner ein solches Verhalten festgestellt, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind, wie die eines total farbenblinden Menschen, so daß die Tiere stets zu dem für jenen weniger hellen Lichte schwammen.

5. Verf. demonstriert ein Huhn, das mit Sicherheit bestimmte für uns vorwiegend rote Lichter von solchen für uns grünen und blauen unterschied, die ein gleichzeitig untersuchter grünblinder Mensch von jenen roten nicht zu unterscheiden vermochte (s. unten).

G. Freytag (München).

Heß, C., Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Ciliarringes (Zool. Jahrb., Suppl. XV, III. Band [Festschrift für Spengel] 1912, p. 155—176).

Im Auge der Tagvögel ließ sich eine offene Verbindung zwischen vorderer Augenkammer und Glaskörperraum, in der Mitte des Ciliarringes, nachweisen; sie hat die Aufgabe, Druckschwankungen auszugleichen, die bei der Akkommodation in der vorderen Augenkammer auftreten müssen. Bei Nachtvögeln konnte sie nicht gefunden werden; es hängt dies vielleicht damit zusammen, daß bei diesen das Akkommodationsvermögen relativ schwach ist.

Genetisch steht diese Öffnung mit der Augenblasenspalte in Beziehung; dasselbe gilt von gewissen morphologischen Eigentümlichkeiten des Ciliar-

systems der Reptilien, welche hier beschrieben werden und von denen ein kleiner Muskel, der bei seiner Kontraktion die benachbarten Teile des Ciliarringes nasalwärts zieht, besonders hervorzuheben ist.

Es wird ferner an der Hand morphologischer Tatsachen die schon früher aufgestellte Behauptung gestützt, „daß das Ciliarsystem der Selachier von jenem der Amphibien wesentlich weniger verschieden ist als von dem der Teleostier“. „Das Ciliarsystem der Ganoiden verhält sich im wesentlichen dem der Selachier ähnlich und ist ebenso wie letzteres von jenem der Teleostier grundverschieden.“

Für die Akkommodation der Teleostier ist bekanntlich charakteristisch, daß sie ihr Auge aktiv für die Ferne einstellen, durch Annäherung der Linse an die Netzhaut. Es wird nun festgestellt, daß das Auge des Schlammpringers (*Periophthalmus Koelreuteri*), der seiner Nahrung an der Luft nachgeht, im Ruhezustand in Luft nicht myopisch, sondern emmetropisch oder leicht hypermetropisch ist und, wenn sich die Aufmerksamkeit des Fisches auf einen nahe vor seinem Kopf gelegenen Gegenstand richtet, aktiv für die Nähe akkommodiert wird. Es scheint hier der *Musc. retractor lentis* durch Änderung seiner Zugrichtung zu einem *Protractor* geworden zu sein, indem er die Linse nasalwärts verschiebt und so von den hinteren Netzhautpartien entfernt.

K. v. Frisch (München).

Howland, Ruth, Migration of retinal pigment in the eyes of *Branchipus gelidus* (*Journ. of experiment. zoology*, vol. 11, Nr. 2, Aug. 1911, p. 143).

Nach Schilderung der histologischen Methoden und der normalen Struktur des Auges gibt die Verf. einen Überblick über ihre Untersuchungen, deren Resultate kurz folgende sind:

Die Wirkung von Hell und Dunkel auf die Bewegung der Pigmentkörner im Auge von *Branchipus gelidus* ist ihrer Natur nach mehr eine bloße Veränderung der Anordnung als eine proximale bzw. distale Wanderung. Das distale Pigment wird durch Änderungen der Lichtstärke nicht beeinflusst. Im Licht sammeln sich die Pigmentkörner dicht um die Rhabdome und schützen sie vor zu starkem Lichtreiz. Im Dunkeln bewegen sich die Granula seitwärts und ordnen sich so, daß sie gleichmäßiger im Cytoplasma der Netzhautzellen verteilt sind.

Das Cytoplasma der Retinalzellen dient als Reflexionsvorrichtung bei schwacher Belichtung mangels akzessorischer Zellen. Temperaturwechsel haben keinen nennenswerten Einfluß auf die Pigmentwanderung, höhere Temperaturen verursachen beinahe plötzliches Absterben.

Branchipus gelidus ist positiv phototrop, Tiere, die nach fünfständigem Dunkelaufenthalt dem Lichte ausgesetzt wurden, waren negativ phototrop.
G. Freytag (München).

Kammerer, P., Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei *Proteus anguineus* Laur, zugleich Vererbung erzwungener Farbänderungen (III. Mitteilung. Mit Tafel XXI bis XXIV, Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen, XXXIII. Bd., 3. u. 4. Heft, 1912, p. 349—401).

Verf. teilt in einer sehr anregend geschriebenen Arbeit die Resultate seiner außerordentlich interessanten Experimente über das Verhalten des Grottenolms unter verschiedenen Lebensbedingungen mit, von denen natürlich den ophthalmologischen Leser die das Auge betreffenden Versuche besonders interessieren.

Das Ergebnis dieser Versuche läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß das Auge des Grottenolms, das normalerweise nach einer anfänglichen Wachstumsperiode (auf das 1,6 fache seines ursprünglichen Volumens) einem vollkommenen Wachstumsstillstande und einer teilweisen Rückbildung (z. B. der Linse) anheimfällt, im Falle einer lang durchgeführten kräftigen Belichtung eine ungeahnte Größe erreicht und in allen seinen Teilen eine weitgehende Differenzierung erfährt.

Während das Auge des neugeborenen Olms noch das Stadium der sekundären Augenblase, in übrigens sehr unvollkommener Ausbildung, aufweist und auch nie darüber hinauskommt, entwickelt sich daraus unter dem Einflusse einer jahrelang durchgeführten Belichtung ein in allen seinen Teilen wohlgebildetes und mächtiges Organ mit Cornea, Iris, Vorderkammer, einer sehr vollkommen ausgebildeten Linse, Zonula, Glaskörper und Retina.

So sind beispielsweise in der Retina des belichteten Olms alle Schichten, selbst das Sinnesepithel, auf das schönste entwickelt, während das gleiche Organ normalerweise nur eine kugelige, völlig undifferenzierte Zellmasse darstellt, die fast den ganzen Glaskörperraum ausfüllt. Natürlich sind in dem so entwickelten Auge Nervenfasern und ein Sehnerv nachweisbar. —

Das sonst von einer dicken Hautschicht überzogene und kaum sichtbare Auge wölbt sich stark über das Niveau der Kopfhaut hervor und ist nur noch durch eine außerordentlich dünne Hautschicht von der Körperoberfläche geschieden.

„Das embryonale Dunkelauge ist ein wohlausgebildetes larvales Lichtauge geworden.“

Da die Versuche Kammerers bei der anfangs durchgeführten aus-

schließlichen Belichtung mit dem grellen Tageslicht zunächst daran scheiterten, daß sich die dabei auftretende allgemeine schwarze Pigmentierung der Haut auch auf die im Bereich des Auges befindliche Hautdecke ausdehnte, wurde die Tagesbelichtung durch Perioden roter künstlicher Beleuchtung unterbrochen, so daß die Pigmentierung einen weniger hohen Grad erreichte.

„Bei ausschließlich roter Beleuchtung bildete ein Proteusexemplar ein ganzes, aber farblos erscheinendes Auge aus. Auch die Haut blieb weiß.“

Bezüglich der Funktion des gut ausgebildeten Auges spricht sich Verf. zurückhaltend aus, da in dem Verhalten der betreffenden Tiere kein wesentlicher Unterschied zu bemerken war.

Um die Regeneration des Proteusauges zu studieren, hat K. bei zwei ganz jungen Tieren je eine Augenhälfte abgetragen und das eine Tier im Dunkeln belassen, das andere dem Licht ausgesetzt.

Es ergab sich dabei die interessante Tatsache, daß sich nur die Bulbushälfte des belichteten Tieres regenerierte, während beim anderen Tiere nicht nur jede Regeneration ausblieb, sondern sogar eine Rückbildung der an Ort und Stelle gebliebenen Augenhälfte eingetreten war.

Ob dieses bemerkenswerte Ergebnis ausschließlich dem Einflusse der Belichtung zuzuschreiben ist, muß nach K. so lange unentschieden bleiben, bis ein größeres Material in der gleichen Weise untersucht worden ist.

R. Seefelder (Leipzig).

Kapterow, P., Über den Einfluß der Dunkelheit auf das Daphniauge (Biol. Zentralbl., Bd. XXXII, 1912, p. 233 bis 243).

Werden Daphnien im Dunkeln gehalten, so beginnt nach einigen Wochen eine Depigmentation des Auges. Das Augenpigment zerfällt, wird von Phagocyten aufgenommen und im ganzen Körper der Daphnie verschleppt. Es handelt sich hier nicht etwa um eine allgemeine Degenerationserscheinung, bedingt durch schlechte Ernährung und dgl., sondern um eine Folge des Lichtmangels. *K. v. Frisch (München).*

Ryland, H. L., Optical problems in ophthalmology. I. The nature of light (The Ophthalmoscope, London, Februar 1911).

Die Wellenlänge des sichtbaren Lichts beträgt ungefähr $\frac{1}{400000}$ Zoll, Unterschiede in derselben geben uns die Empfindung der Farben, solche in der Wellenhöhe jene der Intensität. In den verschiedenen Materien pflanzt sich das Licht mit verschiedenen Geschwindigkeiten fort und da-

mit hängen die Erscheinungen der Brechung zusammen. Es folgen einige einfache mathematische Formeln mit 7 Figuren zu ihrer Erläuterung und eine Besprechung der regelmäßigen Reflexion der Lichtstrahlen an glatten und der unregelmäßigen an rauen Oberflächen. *Florence (Dresden)*.

Sivén, V. O., Die Stäbchen als farbenperzipierende Organe (Archiv f. Augenheilk., Bd. LXXI, H. 2, 1912).

Entgegen der allgemein geltenden Anschauung ist Verf. der Ansicht, daß die Stäbchen nicht farbenblind sind, sondern die Empfindung von kurzwelligem Licht vermitteln. Nach v. Kries wird die Lehre von der totalen Farbenblindheit der Stäbchen wesentlich durch das Aussehen des lichtschwachen Spektrums gestützt. Dies monochromatische Spektrum soll farblos sein. Die Lichtempfindungen hiervon perzipieren nach v. Kries die Stäbchen. Es zeigt sich jedoch, daß dem lichtschwachen Spektrum ein bläulicher Farbenton eigen ist. Als Stütze der Duplizitätstheorie hat man ferner die Farbenblindheit hervorgehoben. Von den Farbenblinden wurde angenommen, daß sie nur mit den Stäbchen und deshalb alles grau in grau sehen. — Wenn nun diese Personen auch das Spektrum einfarbig sehen, so ist die ausgelöste Empfindung nicht notwendig farblos. Vielmehr sehen sie das Spektrum in einem bläulichen Farbenton. Der Farbensinn ist ferner nicht — wie M. Schultze meinte — im Zentrum am stärksten entwickelt, das gilt nur für das langwellige Licht; das kurzwellige verhält sich umgekehrt. — Die farbigen Gesichtsfelder lassen die Annahme zu, daß die rot und grün perzipierenden Apparate im Zentrum liegen, während die blau und gelb perzipierenden sich auch auf die Peripherie erstrecken. Dies ist nach Verf. schwer zu erklären bei der Annahme, daß nur die Zapfen den chromatischen Apparat bilden. Zu den Beobachtungen in der Farbenphysiologie, die sich nicht mit der Duplizitätstheorie vereinigen lassen, gehört zunächst die Tatsache der verschiedenen Empfindlichkeit für Licht von verschiedener Wellenlänge. Es verschwindet bei Minderung der Intensität des Lichtes die Farbenempfindung des langwelligen Lichtes früher als die des kurzwelligen (Purkinjesches Phänomen). Bei geeigneter Anordnung des Purkinjeschen Phänomens läßt sich feststellen, daß, wenn die Fovea centralis weder auf lang- noch auf kurzwelliges Licht reagiert, die Peripherie der Retina noch das kurzwellige Licht perzipiert und eine deutliche Farbenempfindung empfängt. Dies wird vom Verf. als Beweis dafür aufgeführt, daß die Stäbchen farbenperzipierende Fähigkeit haben. — Bei Santoninvergiftung wird das Auge violettblind und sieht daher in der Komplementärfarbe, also gelb. — Nähere perimetrische Untersuchung ergibt, daß die Stelle des schärfsten

Sehens weiß sieht und nur die Netzhautperipherie Schuld am Gelbschen trägt. — Es muß also bei Santoninvergiftung eine Störung der normalen Funktion der Stäbchen vorliegen. — Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Gelbschen infolge von Ikterus. — Hemeralopie ist bei Leberleiden nicht selten und deutet auf eine Schädigung des Stäbchenapparates. — Hemeralopie ist zudem in der Regel von Blau-(Violett-)Blindheit begleitet, was ebenfalls als eine Störung der Stäbchenfunktion gedeutet werden kann. Auch die Untersuchungen von Heß über das Sehen der Tag- und Nachtvögel führt Verf. als Stütze für seine Ansicht an. Danach haben die Tagvögel, denen der Sehpurpur fehlt, ein merklich verkürztes Spektrum im kurzwelligen Teile. Die Nachtvögel mit ihrer sehpurpureichen Netzhaut sehen auch den kurzwelligen Teil des Spektrums. — Abweichend von Heß erklärt Verf. diese Ergebnisse mit dem ungleichen Vorhandensein des Sehpurpurs bei Tag- und Nachtvögeln. — Somit würden die Stäbchen die Empfindung kurzwelligen Lichtes vermitteln.

F. Ruhwandl (München).

Stilling, J., Zur Kritik meiner Hypothese über den Akkommodationsmechanismus (Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXVII, März 1912).

Verf. verteidigt in dieser kurzen Notiz seine Darlegungen über den Mechanismus der Akkommodation. Den Einwurf: eine Verengerung des Glaskörperringes könne keine akkommodative Veränderung hervorrufen, weil der Glaskörper eine geringere Konsistenz als die Linse besitze, läßt S. nicht gelten. Es lehre die anatomische Untersuchung, daß der Säugtier- und Vogelglaskörper im ganzen, der menschliche mit Ausnahme der zentralen Faltensubstanz eine recht bedeutende Resistenz besitzt, die jener der periphen Linsenteile nichts nachgibt, und daneben besitze er Elastizität, die den Linsenfasern fehlt. — Experimente am auspräparierten Glaskörper mit Linse zeigen eine Zunahme der Linsenkrümmung bei Zusammenschieben des Glaskörpers. Verf. hält es für richtige Würdigung dieser Verhältnisse für unerläßlich, Untersuchungen am frischen Objekt anzustellen.

F. Ruhwandl (München).

III. Diagnostik. Untersuchungstechnik.

Rhoads, J. N., An iris diaphragm rectinoscope with white, amethyst, smoked or yellow mirror (The americ. journ. of Ophthalmology, St. Louis, Januar 1911).

Um den Gebrauch von Mydriaticis bei der Skiaskopie namentlich der

Presbyopen möglichst einzuschränken, benutzt R. Ophthalmoskope mit (weißem), amethyst-, rauch- oder gelbfarbigem Spiegelglas und bringt auf diesem ein Irisdiaphragma an, mittels dessen er den Durchmesser des Spiegels je nach Bedarf verkleinert, aber nicht unter 10 mm. Zugleich weist er den zu Untersuchenden stets an, die Augen weit zu öffnen und nicht direkt in die Lichtquelle zu schauen. *Florence (Dresden).*

Thomson, E., Buchanan's corneal portable microscope (The Ophthalmoscope, Januar 1911).

Warme Empfehlung der von Buchanan im Ophthalmoscope von 1908, Seite 957, beschriebenen Cornealupe, die die Erkennung kleinster Fremdkörper in der Hornhaut und ihre Entfernung ermöglicht und deren Gebrauch besonders presbyopischen und hyperopischen Augenärzten anzuraten ist, die sie vor ihren korrigierenden Gläsern anbringen können. (R. & J. Beck in London liefern das Instrument zu 2 Guinees ohne die elektrische Leitung.) *Florence (Dresden).*

IV. Pathologie.

Barthel, Die Folgezustände der periodischen Augenentzündung mit besonderer Berücksichtigung der Atrophia bulbi und der Phthisis bulbi (Zeitschrift f. Veterinärkunde, 1911, 2. Heft).

Barthel gibt ein eingehendes Referat über Folgezustände der periodischen Augenkrankheit beim Pferde, wie er sie während einer langen Tätigkeit bei 50 Tieren beobachtet hat. Die Literatur ist eingehend berücksichtigt. B. beschreibt als Folgezustände: Trübung der Hornhaut; Injektion der Episcleralgefäße; Vaskularisation der peripheren Corneateile; pathologischen Astigmatismus der Hornhaut; blutendes Exsudat in der Vorderkammer (selten!); Verkleinerung der Vorderkammer durch Vordringen der Iris ev. mit der Linse; Vergrößerung der Vorderkammer durch Luxation der Linse in dieselbe; Verschluss der Pupille; Schwund der Hinterkammer durch Cyclitis und Linsenluxation; Farbenänderung der Iris; Formveränderungen der Iris; Lageveränderungen der Iris; hintere Synechie; vordere Synechie; Iridodonesis; Miosis; Mydriasis infolge Irisatrophy; veränderte Pupillarreaktion; Veränderungen an den Traubenkörnern (Flocculi); Exsudationen von seiten des Ciliarkörpers in die Hinterkammer; Residuen von Chorioiditis; falschen Star; grauen Star; Luxation der Linse (wie oben); Trübungen des Glaskörpers; Verflüssigung (Synchisis) des Glaskörpers; Schrumpfung des Glaskörpers; Verkalkung

des Glaskörpers; Sehnervenatrophie; Retinitis; Ablatio retinae; Atrophie des Bulbus. Verschiedene Folgezustände, die bei den 50 Fällen nicht zur Beobachtung kamen, wurden an der Hand der Literatur beschrieben.

O. Zietzschmann (Zürich).

Barthel, Akute Entzündung des Strahlenkörpers (Cyclitis) im Anschluß an Brustseuche (Zeitschrift f. Veterinärkunde, 1911, 5. Heft).

Barthels 2 Fälle von Cyclitis betreffen Pferde, bei denen die Augenerkrankung im Anschluß an Brustseuche auftrat. Lichtscheu, Tränenfluß, Cornealinjektion, starke Miosis (einmal mit vollkommener Pupillenstarre; ohne hintere Synechie), fibrinöses Exsudat in der Hinterkammer, das durch die Pupille in die Vorderkammer eintrat, Vorwölbung der völlig gesunden Iris. Sobald eine weitergehende innere Untersuchung möglich war, ergab dieselbe völliges Intaktsein an Linse, Glaskörper, Aderhaut, Netzhaut und Papille. Atropinbehandlung.

O. Zietzschmann (Zürich).

Draeger, Subluxation der Linse bei 2 Pferden (Zeitschrift für Veterinärkunde, 1911, S. 512). *O. Zietzschmann (Zürich).*

Gertz, H., Ein Fall von angeborener totaler Farbenblindheit (Archiv f. Augenheilk., Bd. LXX, H. 2, 1912).

Das 16jährige Mädchen zeigte horizontal oscillierenden Nystagmus und hatte mit Korrektur (+ 4 und + 5) eine Sehschärfe von $\frac{5}{30}$. Der Farbensinn wurde mit Holmgreens Probe an einem Spektrum und am Farbenkreisel (Schwarzweißmischungen) untersucht. Es erwies sich sein totales Fehlen. Adaptation und Gesichtsfeld weisen keine Störung auf; dagegen besteht eine Herabsetzung der zentralen Lichtempfindlichkeit. — Zur Prüfung auf Zentralskotom wurde das Verfahren der optischen Punktzählung angewandt. Die Patientin konnte 2,5 mm breite in einen schwarzen Schirm gestanzte Löcher, durch die helles Tageslicht hindurchfiel, noch sicher zählen, wenn die Winkelbreite der Punktinterstitien 40' bis 50' betrug. Somit kann ein absolutes Zentralskotom breiter als 50' schwerlich vorhanden sein.

F. Ruhwandl (München).

Gertz, H., Einige Bemerkungen über das zentrale Sehen bei der angeborenen totalen Farbenblindheit und ein Beitrag zur Diagnostik der Zentralskotome (Archiv f. Augenheilk., Bd. LXX, H. 2, 1911).

Bei typischen Fällen von angeborener Farbenblindheit ist der Nachweis eines zentralen Skotoms durch den meist vorhandenen Nystagmus sehr erschwert. Die totale Farbenblindheit ist der Ausdruck einer Störung des Zapfenapparates. — Schreibt man dem Stäbchenapparat das annähernd farblose Dämmerungssehen zu, so ist die Störung der Zapfenfunktion (als weitgehende Schädigung und Reduktion der Perzeption auf eine elementare monochromatische Form) in verschiedenen Graden als möglich anzunehmen, so daß weiterhin auch Licht-, Raum- und Ortsinn geschädigt sein können. — Aus dieser Anschauung ist zu folgern, daß totale Farbenblindheit die sonstigen Komponenten der Sehfunktion in verschiedenen Graden und Kombinationen in Mitleidenschaft ziehen kann. Als Regel ist jedoch eine gewisse totale Minderwertigkeit des zentralen Sehens anzunehmen. —

Das Verfahren des Verfs. zum Nachweis des Fehlens eines zentralen Skotoms ist aufgebaut auf einem von ihm im Skandinav. Archiv f. Physiol., Bd. XX, beschriebenen „Versuch über das Sehen“. — Es beruht darauf, daß eine Reihe äquidistanter Punkte zu zählen sind. Die Winkelbreite (für die Entfernung, in der dies möglich wird) ist 4—6 mal größer als jene, in der sie als getrennte Punkte erkannt werden. — Die Ausbildung einer Area mit größter Empfindungsschärfe (Fovea centralis) und eines damit zusammen arbeitenden präzisen Bewegungsapparates ist hierfür Voraussetzung. — Die Einstellbewegungen bleiben bis zu einem gewissen Grade ungenau (Blickaberration); deren Winkel ist gleich dem, welcher dem Gesichtsfeldbereich des direkten Sehens entspricht. — Bei ungenauer Einstellungsmöglichkeit wird auch der Fixationsbereich entsprechend weniger eingengt sein. Bei krankhaft verändertem Sehen wird aus verschiedenen Gründen eine submaximale Empfindungsschärfe im Netzhautzentrum eine erhebliche Vergrößerung der Blickaberration bewirken; also muß die Genauigkeit der Blickeinstellung in ähnlichem Maße wie die Sehschärfe vermindert sein. Der bei erheblicher Herabsetzung des zentralen, differenzierten Sehens sehr häufige Nystagmus wäre z. T. wohl aus dem Bestreben zu erklären, durch Blickbewegungen eine Verbesserung der Sehleistung zu erzielen. Anscheinend fehlt bei Nystagmus eine Sonderung in direktes und indirektes Sehen. —

Die Methode ergibt eine obere Grenze für die Winkelbreite eines vorhandenen Zentralskotoms; eine genügende Kleinheit des gefundenen Wertes berechtigt dann, unter Umständen ein Skotom auszuschließen. Die stäbchenfreie Area ist nicht unter 1° breit; findet man also diesen Wert oder etwas darüber, so ist das Resultat klar. — Es kann behauptet werden, daß der Beobachter wenigstens nach der Seite im Gesichtsfeld

hin, die die Richtung des zählenden Durchlaufens der Punktreihe an gibt, neben dem Fixationsbereich kein Skotom hat, das auch nur so breit ist als das kleinstmögliche Interstitium zwischen den Punkten. — Dieser Schluß ist auf zwei Bedingungen gegründet. Einmal muß der jeweils direkt angeblickte Punkt allein im Gesichtsfeldbereich des direkten Sehens liegen oder muß wenigstens diesem Bereich näher kommen als jeder andere Punkt. Zweitens muß der auf den fixierten Punkt nächstfolgende immer sichtbar sein, damit so die feinen Einstellbewegungen genau erfolgen. — Verbirgt ein Skotom infolge seiner Lage und Größe diesen Punkt gewöhnlich oder häufig, so kann die Zählung nicht gelingen. Nach des Verfs. Beobachtung wird das Punktzählen durch Nystagmus nicht merklich beeinträchtigt. — Es scheint hier ein Herausheben eines umschriebenen Bereichs des Objektfeldes stattzufinden. — Bei angeborener totaler Farbenblindheit ist das Vorhandensein eines zentralen Skotoms unwahrscheinlich, wenn der Patient horizontale Punktreihen unter einem Gesichtswinkel von 1° oder weniger zählt. Es ist aber zum völligen Ausschluß nötig, die Untersuchung für alle um höchstens 30° differierenden Zählrichtungen vorzunehmen. — Die Zählung wird für verschiedene Punktreihen und für jedes Auge getrennt vorgenommen.

F. Ruhwandl (München).

Göhre, Infektiöse eitrige Conjunctivitis bei Pferden (Sächsischer Veterinärbericht pro 1910, p. 69).

Halasi, K., Penetrierende Wunde der Hornhaut bei einem Pferde (Allatorvosi Lapok, 1911, p. 257 [Ungarisch]).

O. Zietzschmann (Zürich).

Hancock, W. J., und Coats, G., Tuberkulose der Chorioidea bei der Katze (The veterinary Record, 1911, p. 434).

Hancock und Coats beschreiben sechs Fälle von Tuberkulose der Chorioidea bei der Katze, von denen sie einen als ophthalmoskopisches Bild farbig in einer Figur bringen. Die Beobachtungen betreffen junge Tiere, bei denen die Erblindung das alarmierende Zeichen war: sie blieben bis auf eines in gutem Ernährungszustande, nur ein Tier magerte ab. Fünfmal handelte es sich um beidseitige Erkrankung. Der tuberkulöse Prozeß begann am Augenhintergrunde und schritt nur langsam in der Richtung gegen die Cornea vor. Ophthalmoskopisch waren diffuse gelbliche oder hämorrhagische Exsudationen unter der Retina nachweisbar, faltenartige Ablösungen der Retina, die sehr stark vaskularisiert

und teilweise von Hämorrhagien durchsetzt ist. Die Papille ist undeutlich begrenzt. Iris und Ciliarkörper wurden erst sekundär ergriffen. Die Iris wird matt, grünlich, verwischt in der Zeichnung; an der Vorderfläche erscheinen Blutgefäße. Die Pupille ist weiter als bei gewöhnlicher Iritis; hintere Synechien fehlen. Episclerale und pericorneale Injektion ist sehr ausgeprägt. Einmal war Hypotension und Atrophie des Bulbus, einmal dagegen Hypotension und Buphthalmie zu konstatieren. Impfversuche auf Meerschweinchen fielen positiv aus. Bei fünf von den sechs Fällen wurde die Autopsie gemacht. Einmal war die beiderseitige Chorioiditis die einzige Läsion. In den vier anderen Fällen wurde außerdem gefunden Tuberkulose der Lunge, Leber, Milz, Nieren, Nebennieren usw. Gehirn und Meningien waren stets gesund. Am Auge ist pathologisch-anatomisch folgendes festzustellen: diffuse Verdickung der Chorioidea, besonders am hinteren Pole, mit knötchenförmigen, seltener verkästen tuberkulösen Herden; die degenerierte Retina teils adhärent, teils abgehoben; die Sclera ist sekundär in Mitleidenschaft gezogen, sie ist ausgebeult, was bis zur Perforation führen kann; von der Papille aus gehen die Veränderungen nur wenig weit auf den Opticus über. Im vorderen Bulbusteil sind die Entzündungsherde nicht spezifisch tuberkulös: Lymphzellansammlungen; nur zweimal hat man im Ciliarkörper Knötchen gefunden. In dem einen Falle mußte also die Chorioideatuberkulose als eine primäre aufgefaßt werden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Hindersson, Doppelseitige Iritis bei einem Pferde (Finsk Veterinär-Tidskrift, Bd. XVII, p. 164).

O. Zietzschmann (Zürich).

Kriesche, H., Infektiöse Lidbindehautentzündung bei Pferden (Österreichische Wochenschrift f. Tierheilkunde, Bd. XXXVII, p. 185).

Eine Beobachtung des Auftretens einer infektiösen Lidbindehautentzündung bei Militärpferden, die in einem Stalle untergebracht waren und bei der fast alle Tiere erkrankten. Die Ursache ist unbekannt geblieben.

O. Zietzschmann (Zürich).

Kuntschik, Fr., Angeborene Katarakta totalis (Österreichische Wochenschrift für Tierheilkunde, Bd. XXXVII, p. 195).

Kuntschik beobachtete bei zwei neugeborenen Fohlen einen totalen Linsenstar. In Berücksichtigung des Umstandes, daß die kataraktkranken Augen auch Spuren einer Iritis oder sonstiger Ernährungs-

störungen nicht zeigen und die Mütter der Tiere gesunde Augen haben, nimmt Kuntschik an, daß es sich um intrauterine „Hemmungen“ handelt. Er will damit sagen, daß es sich nicht um Prozesse handelt, die der periodischen Augentzündung zuzuschreiben sind.

O. Zietzschmann (Zürich).

Langborn, E., Atresie des Tränenkanals [Heilung nach Operation] Maanedsskrift for Dyr-laeger, Bd. XXIII, p. 406).

O. Zietzschmann (Zürich).

Leoz Ortin, G., El Spirochaete de Schaudinn en oftalmologia (Archivos de oftalmologia, Februar 1911, Barcelona).

Verf. untersuchte die Augen von 11 luetischen Fötus auf Spirochaete ohne Erfolg; er erwähnt nicht, daß die betr. Augen erkrankt wären. Auch in dem Kammerwasser von drei an spezifischer Iritis erkrankten Erwachsenen fand er keine Spirochaete; Übertragungsversuche von syphilitischem Material in die vordere Kammer bei zwei Kaninchen und einem Hündchen blieben ohne Erfolg.

Florence (Dresden).

Löhlein, W., Anophthalmus und Palpebralcyste (Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXVII, 1912, Mai).

Bei einem Kind, dem seit Geburt das linke Auge fehlte, bestand im Unterlid eine etwa haselnußgroße, kugelige Geschwulst, die sich nach hinten zu nicht sicher abgrenzen ließ. Bei Exstirpation der Geschwulst erwies sie sich als mit schwärzlich verfärbter Flüssigkeit gefüllte Cyste. Mikroskopisch zeigt die Cyste eine äußere derb bindegewebige Lage; sie ist sehr reich an Blutgefäßen und weist mehrfache Spuren von Blutaustritten auf.

Die innere Schicht ist von wechselnder Breite. — An den breiteren Stellen reichen radiär verlaufende Bindegewebszapfen von der Außenschicht tief in sie hinein. Die innere Schicht wird von einem Gliagewebe gebildet, das teilweise ein dichtverfilztes Faserwerk ohne regelmäßige Anordnung bildet, stellenweise aber als rudimentäre Netzhautanlage anzusehen ist. Angedeutet sind die beiden Körnerschichten, Stäbchen und Zapfen fehlen gänzlich. — Nach den hinteren Partien der Cyste zu verschmälert sich die Innenschicht immer mehr und besteht schließlich aus einer einfachen Schicht sehr schmaler, hoher Zylinderzellen. — Diese Cyste stellt also eine rudimentäre Augenanlage dar. — Die Bestandteile der Innenschicht der Cyste können als Abkömmlinge des distalen Teiles der primären Augenblase (der die Netzhaut liefert) angesehen werden. Verf.

glaubt, daß die Cyste zu jener Gruppe von Mikrophthalmusbildungen gehört, bei denen noch vor der Umbildung der primären in die sekundäre Augenblase eine Entwicklungsstörung eingetreten ist.

F. Ruhwandl (München).

Minor, J. L., Some impressions of certain eye affections in the negro as compared with the white race (Transact. of the americ. ophth. soc., vol. XII, part II, p. 459, Philadelphia 1910).

Refraktionsanomalien waren beim Neger $\frac{1}{2}$ mal so häufig als beim Weißen, aber keine Myopie kam vor. Das Verhältnis normalsichtiger Schwarzer war $2\frac{1}{2}$ mal besser als der Weißen (bei Negern auf 15 ein Schlechthender, bei Weißen auf sechs einer). Myopie fand sich lediglich bei zwei Mulatten, Astigmatismus lediglich bei drei Mulatten. Höhere Hyp. fand sich nie. Schielen nur zwei mal.

Glaukom scheint häufiger zu sein als beim Weißen, Trachom ebenso häufig, wenn nicht häufiger.

Gonorrhoeische Ophthalmien und ihre Komplikationen erscheinen bei Negern weniger heftig.

Iritis, zu der der Neger sehr neigt, scheint im Anfall und bezüglich der Folgeerscheinungen nicht so ernst wie beim Weißen zu sein.

In der Diskussion teilen weitere Erfahrungen mit: H. D. Bruns, Ch. W. Kollock, S. Theobald, L. Howe.

G. Freytag (München).

Motton, J., Augenentzündung bei Tetanus (The veterinary journal vol. LXVII, p. 105).

Bei einer Tetanuserkrankung des Pferdes traten Trübungserscheinungen an der Cornea beider Bulbi auf, die mit Beseitigung des Grundleidens fast gänzlich verschwanden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Müsse Meyer, Conjunctivaltuberkulose beim Rinde (Veröffentlichungen aus den Jahres-Veterinärberichten der beamteten Tierärzte Preußens für das Jahr 1909, II. Teil, p. 12, Berlin 1912).

Es handelt sich um Tuberkulose des rechten Conjunctivalsackes, aus dem ein haselnußgroßes, dem unteren Lide breit aufsitzendes Granulom herausragte. Das Granulationsgewebe war von zahlreichen schwefelgelben Streifen und bis stecknadelkopfgroßen Punkten durchsetzt. Das gleiche zeigte sich an der gesamten Conjunctiva des wulstig verdickten Lides. In den gelben Herden ließen sich massenhaft Tuberkel-

bazillen nachweisen. Bei der späteren Schlachtung der Tiere zeigten sich alle inneren Organe frei von tuberkulösen Veränderungen.

O. Zietzschmann (Zürich).

O'Connor, J., Abnorme Fettmassen in der Schläfengrube beim Pferde (The veterinary journal, vol. LXVII, p. 681).

Die abnorm großen Fettmassen in der Schläfengrube eines Pferdes traten hinter dem Processus zygomaticus des Frontale in Form einer bedeutenden Anschwellung hervor. Sie bedingten aber auch ein starkes Hervortreten des Bulbus aus der Orbita. Verf. entfernte das Auge, das mit Star behaftet war. Durch diese Operation ließ sich Scheuen und Aufgeregtheit beseitigen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Ohler, Eine wahrscheinlich auf die ständige Hitze und das Sonnenlicht zurückzuführende Conjunctivitis und Keratitis beim Pferde (Münchener Tierärztl. Wochenschr. Bd., LVI. p. 97).

Die Beobachtung wurde im letzten Sommer kurz nach Beginn der großen Hitze gemacht. Es war das typische Bild der Conjunctivitis und Keratitis mit Ulcerationen zu beobachten; der Prozeß betraf in der Regel beide Augen, selten nur eins. Der Verlauf war ein gutartiger; selbst vollständige Corneatrübungen ließen sich, wenn auch langsam, vollständig beseitigen. Therapeutisch wurden anfangs Sublimat- oder Borsäurelösungen angewendet; bei starker Sekretion empfehlen sich 0.5% Lösungen von Zincum sulfuricum, später Salben oder Pulver von Hydrarg. oxydat. oder Hydrarg. chlorat. m. vap. par. Die Ursache zu dem Leiden ersieht Verf. in der intensiven Sonnenbestrahlung und in den heißen austrocknenden Winden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Payrou, Kératites suppuratives d'origine gourmeuse (Revue vétérinaire militaire, Dezbr. 1911).

Verf. sah bei Militärpferden eitrige Keratitiden entstehen, die sich an Druseerkrankungen anschlossen. Sie führten zu Ulcus corneae und zur Panophthalmie.

O. Zietzschmann (Zürich).

Preußischer, sächsischer u. württembergischer statistischer Veterinärbericht. Augenkrankheiten unter den Pferden der preußischen Armee, der beiden sächsischen und des württembergischen Armeekorps im Jahre 1910. p. 89.

Im Jahre 1910 wurden infolge von Augenkrankheiten 1182

preußische, sächsische und württembergische Militärpferde, d. i. 2,02% aller erkrankten und 1,06% der Iststärke behandelt. Von diesen sind geheilt 1016 = 85,95%, gebessert 126 = 10,66%, ausrangiert 7 = 0,59%; der Rest blieb am Schlusse des Berichtsjahres noch in Behandlung. Im Vergleiche zum Vorjahre kamen 131 Fälle mehr vor. Bei 586 dieser Pferde handelte es sich um Wunden oder Quetschungen, bei 47 um akuten Bindehautkatarrh, bei 376 um Hornhautentzündung, bei 42 um akute Regenbogenhautentzündung, bei 158 um periodische Augenentzündung (84 = 53,17% geheilt; 63 = 39,87% gebessert; 2 = 1,27% ausrangiert; der Rest ist in Behandlung geblieben), bei 10 um grauen und bei 3 um schwarzen Star. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Salzer, F., Über die Regeneration der Kaninchenhornhaut. II (Archiv f. Augenheilkunde, Bd. LXX, Heft 2, 1911).

Im zweiten Teil der Untersuchungen wurden die nicht perforierenden Defekte hinsichtlich ihrer Regeneration untersucht. Hierzu eignen sich Wunden, die mit einem scharfen Messer angelegt werden, besser als Trepanwunden. — Gleich nach der Operation trânt das Auge stark, die Pupille ist verengt; die Conjunctiva injiziert, die Oberfläche des Defektes sieht mehr oder wenig körnig aus; einzelne Wundfetzchen sind grauweißlich getrübt. Nach kurzer Zeit wird die Oberfläche durch Überkleidung mit Epithel glänzend. Die Heilung erfolgt ohne Vaskularisation.

Nach 5 und 9 Stunden fanden sich an demselben Auge angelegte Trepandefekte ziemlich stark mit eosinophilen Leukocyten infiltriert. Die Hornhautzellen in der nächsten Umgebung sind spärlicher. — Das Epithel verhält sich wie bei perforierenden Defekten. Nach 16 Stunden ist die Basalzellschicht sehr voluminös, von ihr aus gehen Fortsätze zwischen die Fibrillen der Hornhaut hinein; das Protoplasma dieser Zellen (und ihr Kern) wird deutlich spindelig und ist weit in die Hornhaut hinein zu verfolgen. In der Umgebung dieser Sprossen liegen einzelne freie, nicht mit ihnen zusammenhängende Epithelzellen.

Nach zwei Tagen füllt das Epithel den Defekt aus. Zwischen den Lamellen des Wundgrundes liegen freie Zellen von epithelähnlichem Aussehen, daneben Leukocyten in mäßiger Anzahl und ziemlich viele Kernfragmente. Großspindelige Zellen trifft man nur vereinzelt. Ähnlich nach 2 1/2 Tagen. Nach 4 Tagen liegen zwischen den oberflächlichen Lamellen des Wundgrundes Zellen, deren großer epithelähnlicher Kern rundlich oder oval ist, während der Zelleib häufig als kurze Spindel erscheint. Nach 4 3/4 Tagen fanden sich spärlich Zellen, die an die Keratoblasten der perforierenden Defekte erinnerten. Nach 6 Tagen hat ein Defekt, der wegen

einer Perforation der Descemetschen Membran als perforierende Wunde mit unvollständig exzidierten Lappen anzusprechen ist, eine Trennung der Basalschicht vom übrigen Epithel. Sonst sind die Verhältnisse den bei perforierenden Defekten beschriebenen gleich. — Nach 8 Tagen besteht das Epithel aus einer ganz spärlichen Deckenschicht und einer in weiten Abständen ziemlich kleine Kerne zeigenden Schicht unregelmäßig kubischer Zellen. Dicht neben der Wunde besteht ein breites Epithelpolster, an dessen Grenze eine sehr deutliche Ansammlung von spindelförmigen Zellen, die teilweise mit Fortsätzen im Epithel stecken, zu sehen ist. Ihre Kerne sind denen des Epithels außerordentlich ähnlich. Dazwischen finden sich Wanderzellen in mäßiger Menge. Neben diesen Zellen finden sich auch solche, die alle Übergänge zu Keratoblasten darstellen. — Die Hornhautkörperchen sind in einer Zone um die Wunde zum größten Teil verschwunden. Am Grund der Wunde ist das am deutlichsten, hier sind auch die Fibrillen in eine homogene, fast glasige Masse verwandelt. — Nach 14 Tagen ist ein Defekt von Epithel in verschiedener Dicke überkleidet. Dicht darunter folgt eine dünne Schicht horizontal gerichteter Keratoblasten mit streifiger Zwischensubstanz, die sich stärker mit Hämatoxylin als mit Eosin färbt. — Bei einem mit Irisanlagerung geheilten Defekt fand sich nach 6 Wochen der Defekt erfüllt von lockeren Faserzügen, zwischen denen allenthalben spindelige Zellen mit langen Fortsätzen liegen. — Ein anderer nicht perforierter, bis in die Mitte der Hornhaut reichender Defekt zeigt schlecht ausgebildetes Epithel, dicht darunter liegt eine Schicht parallel angeordneter neugebildeter Hornhaut resp. Keratoblasten, die in einer faserig streifigen Zwischensubstanz liegen. — Nach $2\frac{1}{2}$ Monaten ist der Regenerationsprozeß noch nicht beendet. Die Hornhautgrundsubstanz hat noch lange nicht die normale Dicke wiedererlangt, was möglicherweise durch stärkere Schrumpfung bei der Härtung verursacht ist. Das neue Gewebe ist an Hornhautkörperchen reicher, die z. T. noch deutlich an großspindelige Zellen erinnern. — Nach 3 und $4\frac{1}{2}$ Monaten sind durchaus ähnliche Verhältnisse festzustellen. — Also ist nach $4\frac{1}{2}$ Monaten noch keine Restitutio ad integrum eingetreten.

Zusammenfassend ergibt sich also für die nicht perforierten Defekte: Die Quellung der Wundränder ist geringer als bei den perforierenden. Das Fibringerinsel fehlt fast völlig. Die Epithelveränderungen sind bei den Verletzungsarten die gleichen, nur hat bei den nicht perforierenden Defekten das Epithel zunächst allein die ganze Wunde auszufüllen. Dies geschieht durch Zellverschiebung und wohl auch durch Zellvermehrung. Doch fanden sich wenige Mitosen. —

Die Keratoblasten traten viel später und viel langsamer auf (2. bis 5. Tag). Nach 14 Tagen liegen Züge von streifigem Gewebe vor, die aber sehr langsam zunehmen. Die Regeneration der partiellen Defekte erfolgt also viel langsamer als die der perforierenden, im übrigen aber in derselben Weise aus subepithelial auftretenden Zellen. Diese scheinen an vielen Stellen direkt aus dem Epithel zu schlüpfen. — Die Veränderungen der Basalzellschicht sind bei nicht perforierenden Defekten viel geringer. — Das regenerierte Gewebe ist bei den partiellen Defekten von Anfang an durchsichtig. — Zwischen der neugebildeten Hornhautgrundsubstanz und dem Epithel bestehen nach des Verf. Ansicht enge Beziehungen; doch kann die Frage noch nicht als entschieden gelten.

F. Ruhwandl (München).

***Schneider II, Rudolf**, Untersuchungen über die metastatischen Veränderungen der Sehnenscheiden und Augen des Pferdes (Inaug.-Dissertation, Zürich u. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, Bd. LIV, p. 55).

Als Komplikationen von Pneumonien und Pleuritiden bei Pferden sah Verf. neben Sehnenscheidenaffektionen auch Metastasen nach dem Uvealtraktus, metastatische Iritis bzw. Iridocyclochorioiditis. Klinisch charakterisieren sich diese Affektionen durch Lichtscheu, Tränenfluß, Rötung der Conjunctiva, endotheliale Trübung der Cornea, Quellung der Regenbogenhaut und Pupillarsperre, vor allem aber durch serofibrinösen, in hochgradigen Fällen auch hämorrhagischen Erguß in die vordere Augenkammer. Veränderungen des Augenhintergrundes sind klinisch nur schwer zu eruieren. In den ersten Tagen des Bestehens der Affektionen kann das Allgemeinbefinden gestört sein. Die Häufigkeit der Augenerkrankung beträgt nach diesen Erhebungen nur 0,43% der Fälle von Brustseuche. Die Metastasen können ein- oder beiderseitig auftreten, im zweiten Falle so, daß die Erkrankung in beiden Augen zugleich oder nacheinander erfolgt. Die gedachten Augenentzündungen treten in geringer Mehrzahl der Fälle bereits während der Primärerkrankung auf; nach den statistischen Berechnungen fielen 53,33% auf die Zeit des Bestehens der Brustseucheerkrankung, 46,67% auf die nach der Heilung. Der Rasse nach wurde vor allem deutsche Remonte als befallen befunden — und zwar in 73,3% von der Gesamtzahl der statistisch erhobenen Metastasenfälle. Die durchschnittliche Dauer dieser Augenentzündungen betrug 23 Tage. Ihr Ausgang ist ein ziemlich günstiger, indem laut Statistik 73,3% zur Heilung gebracht wurden. Die übrigen Fälle führten entweder direkt oder nach rezidivierenden Entzündungen zu Synechien,

Linsen- und Glaskörpertrübungen, Folgen, wie sie bekanntlich auch der periodischen Augenentzündung eigen sind. Die Behandlung der Augenmetastasen erfolgt zweckmäßig mit feuchtwarmen desinfizierenden Kompressen und resorbierenden und desinfizierenden Salben. Voran steht das gelbe Quecksilberpräzipitat. Auch innerliche Behandlung mit Natrium salicylicum und Kalium jodatum kann angewendet werden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Stargardt, Der zentrale grüne Fleck bei Myopie (Zeitschrift f. Augenheilk., Bd. XXVII, April 1912).

Bei einer 28jährigen Frau mit beiderseitiger Myopie von 17 D. und starken myopischen Veränderungen im Fundus fand sich in der Mitte der Maculagegend ein Fleck von smaragdgrüner Farbe und unregelmäßig viereckiger Form. Gegen die Umgegend war er scharf durch einen feinen schwarzen Pigmentsaum abgegrenzt. Die Grünfärbung war nicht ganz gleichmäßig, aber überall deutlich. Über den Fleck liefen zwei kleine Netzhautgefäße; eine Niveaudifferenz bestand nicht. — In der Umgebung des Fleckes bestanden Unregelmäßigkeiten in der Pigmentierung; keine Blutungen. Die Aderhaut war unter dem Fleck wenigstens zum großen Teil erhalten. Verf. glaubt diese Erscheinung als veranlaßt durch eine Wucherung des Pigmentepithels erklären zu sollen, also ähnlich wie den zentralen schwarzen Fleck bei Myopie (Fuchs und Lehmus). Die Differenz in der Farbe erklärt Verf. damit, daß es sich in seinem Falle um eine Wucherung pigmentloser Zellen handelte. — Die Wirkung dieser Zellenlage auf die Farbe des Fleckes wäre ganz ähnlich jener des Tapetum cellulorum der fleischfressenden Tiere. *F. Ruhwandl (München).*

Sustmann, Über die Entstehung der Myopie bei Pferden (Österreichische Wochenschrift f. Tierheilkunde, Bd. XXXVII, p. 125).

Sustmann kommt auf Grund eingehender Literaturstudien über die Entstehung der Myopie bei Pferden zu folgenden Schlüssen:

1. Die Myopie der Pferde ist in vielen Fällen sehr wahrscheinlich angeboren. Zweifellos aber wird die Anlage zu derselben vererbt. Eine solche Disposition ist auch schon im anatomischen Bau des Pferdeauges selbst zu finden.

2. Die Kurzsichtigkeit kann in der Hauptsache nur während der Wachstumsperiode des Auges erworben werden; schreitet sie aber fort, so sind vielfach pathologische Zustände des Auges dafür verantwortlich zu machen.

3. Für die Erwerbung der Kurzsichtigkeit kommt neben der Disposition in erster Linie die Haltung und die Art der Arbeit, namentlich der Jungtiere, in Frage. Stallhaltung und vorzeitige Benutzung der Tiere zur Arbeit begünstigen die Entstehung der Myopie.

4. Weidetiere sind entweder nicht kurzsichtig oder zeigen stets erheblich niedrigere Myopieprozent als andere. Nach dem Übergange vom Weidebetrieb zur Stallhaltung steigt der Prozentsatz der Kurzsichtigen im Laufe des ersten Jahres sehr schnell an und kann die vorherige Höhe oftmals um das Dreifache und mehr überragen.

5. Bei Reit- und Zugpferden wirkt außerdem der durch die Beugung des Kopfes infolge der Schwerkraft usw. erzeugte intraoculare Druck auf die Entstehung der Kurzsichtigkeit mehr oder weniger begünstigend ein.

6. Hinsichtlich des Geschlechtes scheint das weibliche Geschlecht mehr zu Myopie zu neigen als das männliche.

O. Zietzschmann (Zürich).

Tannenberger, Verlust eines Auges infolge Stomatitis pustulosa contagiosa (Österreichische Wochenschrift für Tierheilkunde, Bd. XXXVII, p. 65).

Der Fall Tannenbergers betrifft ein Fohlen, das an einer besonders heftig verlaufenden Stomatitis pustulosa contagiosa litt. Der Prozeß griff auf den einen Conjunctivalsack über. Nach heftiger Entzündung der Bindehaut mit Vordrängen von Schleimhautwülsten durch die Lidspalte traten an der Conjunctiva die gleichen pustulösen, mit geschwürigem Zerfall einhergehenden Veränderungen auf. Durch Konfluieren der geschwürigen Prozesse wurden größere Substanzverluste bedingt. Die Veränderungen griffen schließlich auf die Cornea über, deren Gesamtoberfläche in eine granulierende eitrig zerfallende Wundfläche umgewandelt wurde. Die Heilung war nur eine partielle. Der nasale Teil der Cornea blieb von einem pigmenthaltigen Narbengewebe bedeckt, während der temporale durch Fibrolysinbehandlung sich so weit aufhellte, daß Iris und Pupille leidlich sichtbar wurden. Das Sehvermögen ist stark herabgesetzt. Trotzdem der Bulbus um die Hälfte sich verkleinert hat, verspricht sich der Autor von einer operativen Entfernung der Pigmentdecke eine wesentliche Besserung.

O. Zietzschmann (Zürich).

Veröffentlichungen aus den Jahres-Veterinärberichten der beamteten Tierärzte Preußens, Infektiöse Augenentzündung der Rinder (für das Jahr 1909, II. Teil, p. 24, Berlin 1912).

O. Zietzschmann (Zürich).

***Weber, R.**, Conjunctivitis follicularis des Hundes (Inaug.-Diss., Berlin 1911).

An dem Materiale der Berliner Klinik für kleine Haustiere fand Verf. die Conjunctivitis follicularis beim Hunde wider Erwarten häufig vor. Als Grundlage für diese Entzündung erkennt er den lymphatischen Apparat am dritten Lide. Der pathologische Befund ist fast mit dem des Trachoms oder der Conjunctivitis follicularis hom. identisch. Auf infektiöser Basis beruht diese Conjunctivitis follicularis nicht: Sie ist weder übertragbar, noch hat sie irgendeinen Mikroorganismus zu ihrem Erreger. Experimentell läßt sich die Conjunctivitis follicularis beim Hunde nicht erzeugen. — Demnach ist die Conjunctivitis follicularis des Hundes als eine entzündliche Erkrankung des Lymphapparates des dritten Lides zu verstehen, die äußere Reize gewöhnlicher Art zu ihrer Ursache hat, ähnlich wie die Tonsillitis, und die um so häufiger auftritt, wenn es sich um Hunde bestimmter Rassen mit prädisponierenden Eigenschaften handelt; darüber siehe im Original. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Wendt, Über vollständige zentrale Sehstörung bei einem Pferde (Zeitschrift für Veterinärkunde, 1911, p. 469).

O. Zietzschmann (Zürich).

Wischnewsky, K., Ein Fall von Keratitis purulenta beim Pferde ([Russisch] Veterinär-Bote Nr. 22, 1911, p. 332).

O. Zietzschmann (Zürich).

V. Therapie.

Barthel, Ein neuer Augen-Pulverbläser (Zeitschrift f. Veterinärkunde, 1911, 1. Heft). Aus der Fabrik R. Wurach, Berlin.

O. Zietzschmann (Zürich).

Lützkendorf, Fr., Beitrag zur Geschichte der Veterinärmedizin. 1. Entropiumoperation. 2. Operation des grauen Stars (Berliner Tierärztl. Wochenschr., Bd. XXVIII., 1912, p. 353).

Die Beiträge zur Geschichte der Augenheilkunde betreffen P. Vegetius Renatus: Digestorum artis mulomedicinae libri, wahrscheinlich aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts n. Chr.

O. Zietzschmann (Zürich).

Márquez, M., Vidrios coloreados en las afecciones oculares
(Arch. de oftalmol., Nov. 1911).

Besprechung der verschiedenen Glassorten und farbigen Gläser, welche zum Schutze der Augen gegen ultraviolette Strahlen und zu starke Belichtung angegeben worden sind, darunter auch des mit Esculin versetzten Glases. Es ist dies ein aus einer indischen Kastanie gewonnener Farbstoff, der dem Glas eine leicht gelbliche Färbung gibt und in ausgesprochenem Maß die Eigenschaft haben soll, die schädlichen ultravioletten Strahlen zu absorbieren.
Florence (Dresden).

Merkt, Günstige Wirkung von Fontanellen bei der chronischen katarrhalischen Augenentzündung des Pferdes (Münchener Tierärztl. Wochenschr., Bd. LVI., p. 60).

Verf. ergänzt die Beobachtungen von Sustmann, das Legen von Fontanellen bei chronischen Bindehautentzündungen des Pferdes betreffend; er wendete seit vielen Jahren meist Eiterbänder (Haarseile) an. „Die Wirkung war eine geradezu überraschende. In jedem Falle trat, ohne daß eine Behandlung der Augen selbst stattgefunden hatte, vollständige Heilung ein.“
O. Zietzschmann (Zürich).

Mierswa, Über eine erfolgreiche Bekämpfung der periodischen Augenentzündungen durch hygienische Maßnahmen (Zeitschrift für Veterinärkunde 1911, p. 511).

Verf. beobachtete, daß die Erkrankungen an periodischer Augenentzündung unter den Fohlen eines größeren Gutes dann aufhörten, als ein Tümpel des Laufplatzes beseitigt worden war und den jungen Pferden nur Brunnenwasser verabreicht wurde.

O. Zietzschmann (Zürich).

Sachweh, Paul, Beitrag zur Behandlung der inveterierten Keratitis durch Haarseilapplikation (Berliner Tierärztl. Wochenschr., XXVIII. Jahrg., 1912, p. 208).

Wie Sustmann, so hat auch Verf. bei veralteter Keratitis und Conjunctivitis mit Ulcusbildung beim Pferde ausgezeichneten Erfolg mit der Haarseilapplikation erzielt. Während Sustmann bei der Heilwirkung dem Faktor der Ableitung die Hauptrolle zuschreibt, glaubt Verf. der durch den Eingriff erzeugten Hyperämie den Hauptwert beimessen zu sollen. Das Eintreten einer passiven Hyperämie im gedachten Falle erwies sich durch Etablierung eines Ödems, das ohne ausgeprägte Entzündungserscheinungen, mit konsekutiver Erweiterung der

Gefäßbahnen, Erhöhung der Widerstände und dadurch bedingter Stromverlangsamung undenkbar ist. Dadurch wurde ein zellreiches Exsudat gesetzt, das toxinverdünnend wirkte und nun konnte der Organismus unbehindert seine reparatorischen Kräfte zur Geltung bringen: Aufsaugung des Exsudates, Resorption alles überschüssig gebildeten Materiales.

O. Zietzschmann (Zürich).

Sustmann, Erwiderung auf den Artikel Sachwehs: Beitrag zur Behandlung einer inveterierten Keratitis durch Haarseilapplikation (Berliner Tierärztl. Wochenschr., Bd. XXVIII, 1912, p. 354).

Verf. verteidigt seine Anschauung, daß beim Legen von Fontanellen bei chronischen Leiden — hier im speziellen bei der chronischen Conjunctivitis — man von einer „Ableitung“ sprechen könne, trotzdem man die dazu erzeugte Hyperämie als ausschlaggebend für die Heilreaktion anerkennt.

O. Zietzschmann (Zürich).

[Aus der Univ.-Augenklinik zu Würzburg; Vorstand: Geh. Hofrat Prof. Dr. Heß.]

Der Lichtsinn von *Periophthalmus kolreutheri*. Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes der Fische.

Von

H. Weve, Amsterdam.

Mit zwei Abbildungen im Text.

In einer Reihe von Untersuchungen hat Heß den Nachweis geliefert, daß die von ihm untersuchten Fischarten sich den verschiedenen farbigen Lichtern gegenüber ähnlich verhalten wie der total farbenblinde Mensch: Während die gelbgrünen bis grünen Strahlen des Spektrums einen maximalen Helligkeitswert besitzen, erscheinen die blauen Spektralteile den Fischen weniger hell und die für unser helladaptiertes Auge heller roten Teile erscheinen den Fischen viel weniger hell, als jene blauen.

Das Verhalten der Fische roten und blauen Lichtern gegenüber demonstrierte Heß unter anderem sehr hübsch in folgender Weise:

Ein Behälter mit jungen Ellritzen wird von der Seite her mittelst Glühbirne beleuchtet.

Zwischen Behälter und Lichtquelle bringt man abwechselnd einen roten und einen blauen Glasschirm.

Es sei zunächst der Behälter ausschließlich mit blauen Strahlen erhellt.

Bringt man einen Regenwurm in den Behälter, so stürzt sich sofort der ganze Schwarm darauf. Die Fischchen schnappen lebhaft nach dem sinkenden Wurm und zerren ihn hin und her; auch wenn er am Boden liegt, schießen die Fischchen noch auf ihn los und bestreiten einander energisch den Bissen.

Dies ist auch dann noch der Fall, wenn die Beleuchtung so schwach gemacht ist, daß man dicht an den Behälter herantreten muß, um das Spiel noch verfolgen zu können.

Ersetzt man nun plötzlich den blauen Glasschirm durch den roten, so daß nunmehr der Behälter von rotem Lichte hell beleuchtet ist, so bemerkt man, daß im selben Augenblicke die Fische aufhören, nach dem Wurm zu schwimmen, auch wenn das Rot für uns viel heller als das Blau und der Wurm uns entsprechend deutlicher sichtbar ist.

Kaum hat man wieder den blauen Schirm vorgeschoben, so sammeln sich die Fische, die sich überall im Wasser verteilt hatten, wieder um den nun für uns viel weniger deutlich sichtbaren Wurm, und der Kampf geht von neuem los.

Die Untersuchung von *Periophthalmus kolreutheri* wurde von Professor Heß angeregt, weil dieser Fisch vorwiegend in Luft seiner Nahrung

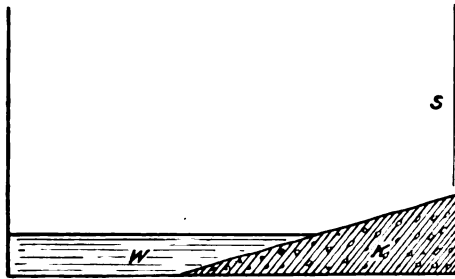


Fig. 1. Behälter.

S = mit Seidenpapier beklebte Wand und Spiegelglasplatte;

W = Wasser; K = Korkplatte.

nachgeht und deshalb andere Methoden der Untersuchung zu benutzen waren.

Ich berichte im folgenden über die wesentlichen Ergebnisse meiner Versuche.

Der *Periophth.* ist mit Hilfe seiner beiden zu diesem Zwecke verwachsenen Brustflossen und seines kräftigen Schwanzes imstande, sich kriechend und springend auf trockenem Boden zu bewegen.

Hier jagt er mit erstaunlicher Geschwindigkeit auch nach kleinen Insekten und besitzt somit offenbar in Luft gute Sehschärfe.

Heß zeigte¹⁾, daß dieser Fisch im Gegensatz zu den bisher untersuchten Fischarten im Ruhezustande nicht myopisch, sondern emmetrovisch oder leicht hypermetropisch ist und eine aktive Naheakkommodation besitzt. Auf Anregung des Herrn Geh. Rat Prof. v. Heß benutzte ich

¹⁾ C. v. Heß. Vergl. *Phys. des Gesichtssinnes* p. 238 aus dem *Handbuch der vergl. Phys.* von Winterstein. 1912.

die Gelegenheit, einen solchen Fisch in der Luft auf seinen Lichtsinn zu untersuchen.

Diese Untersuchung wurde erschwert durch den Umstand, daß die Tiere nicht leicht zu erhalten und größtenteils sehr scheu sind.

Von den vier Exemplaren, die uns schließlich zur Verfügung standen ¹⁾, erwies sich ein aus dem Frankfurter Zoologischen Garten bezogenes Exemplar von etwa 10 cm Länge für unsere Zwecke genügend geeignet.

Es hat uns weiter manche Schwierigkeit bereitet, daß der Fisch, nachdem er 10—20 Fliegen gefressen hatte, oft tagelang alle Nahrung verweigerte und dadurch für unsere Versuche unbrauchbar wurde.

Nachdem das anfangs sehr scheue Tier durch wochenlange Pflege soweit gezähmt war, daß es eine Fliege, die ihm an einem feinen,

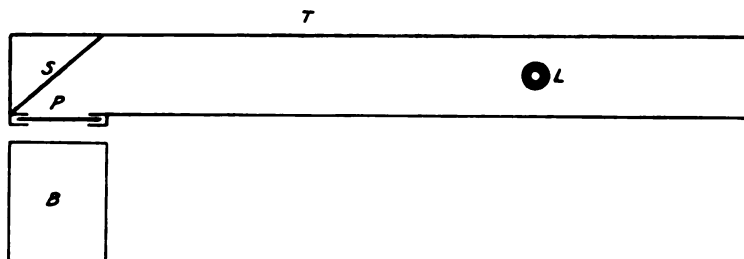


Fig. 2. *T* = Tunnel; *L* = Lampe; *S* = Schirm;
P = farbige Glasplatte; *B* = Behälter.

schwarzen Draht geboten wurde, gerne nahm, wurde es in einen Behälter mit Spiegelglaswänden gebracht, dessen Boden zur einen Hälfte mit einer schräggelegten Korkplatte bedeckt war, zur anderen Hälfte eine 5 cm dicke Schicht eines Gemisches aus Süß- und Seewasser enthielt, so daß der Fisch leicht aus dem Wasser ans Land kriechen konnte.

Wir ließen nun im Dunkelzimmer die Strahlen des Spektrums einer 500 kerzigen Nernstlampe durch den Behälter treten, und zwar in der Weise, daß der Fisch selbst nicht bestrahlt wurde, wohl aber eine an einem feinen Draht hin- und herbewegte Fliege.

Die Versuche führten zu keinem befriedigenden Ziele, auch nicht, als die Fliegen durch Stückchen weißen Fischfleisches oder durch kleine Wattebäuschchen ersetzt wurden.

¹⁾ Ich kann nicht umhin, Herrn Geheimrat v. Heß hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die viele Mühe, die er sich gegeben hat, mir die nötigen Tiere zu beschaffen, wie auch für seine freundliche Anregung und belehrende Kritik.

Doch zeigte sich bei diesen Versuchen, daß der *Periophth.* doch in relativ lichtschwachem, rotem Lichte noch die Fliegen sah und nach ihnen schnappte.

Wir wählten nun eine andere Versuchsanordnung. Es wurde eine Wand des Behälters an der Außenseite mit angenähert farblosem Seidenpapier beklebt und diese Wand durch farbiges Licht von meßbar variabler Stärke bestrahlt.

Vor die Innenseite der beklebten Glaswand wurde eine zweite Spiegelglasplatte geschoben und auf diese die Fliegen mit dünnem Kleister aufgeklebt.

Da die Glasplatte leicht im Dunkeln heraus- und hereingeschoben werden konnte, konnten wir die Fliegen aufkleben, ohne daß der Behälter beleuchtet werden mußte.

Zur Variierung der Beleuchtung bedienten wir uns folgender, früher von v. Heß angegebener Vorrichtung.

In einem lichtdichten Tunnel von 3 m Länge, der innen mit mattschwarzem Wollpapier ausgekleidet ist, ist eine fünfkerzige Glühbirne meßbar verschieblich. Am einen Ende besitzt der Tunnel auf der Seite einen rechteckigen Ausschnitt, der durch farbige Gläser verdeckt werden kann.

Ein schräggestellter, mit Magnesiumoxyd überzogener, mattweißer Schirm wirft das Licht der Glühbirne diffus durch den seitlichen Ausschnitt zurück.

Die Entfernung der Glühbirne zur Mitte der schräggestellten reflektierenden Platte wird an einer Skala in Zentimeter abgelesen.

Wir bezeichnen diese Entfernung im folgenden mit E. Schon bei einem Abstand der Lampe von der Flächenmitte = 25 cm ist die Beleuchtung des Ausschnittes eine genügend gleichmäßige.

Es wurden nun in unseren Versuchsreihen abwechselnd rote und blaue Glasscheiben vor den Ausschnitt P gebracht und der Behälter mit der beklebten Wand in einer Entfernung von 2 cm vor dem Ausschnitte aufgestellt.

Die beleuchtete Fläche war etwa 13 cm lang und 9 cm hoch. Man sah jetzt bei genügender Lichtstärke die Fliegen als dunkle, scharfe Schatten auf gleichmäßig hellem Grunde.

Anfänglich wurden die Fliegen jedesmal an einer anderen Stelle aufgeklebt. Nachdem wir uns aber überzeugt hatten, daß der *Periophth.* niemals nach einer Beute sprang, wenn er sie nicht richtig gesehen hatte (bei Hunderten von Versuchen schnappte er niemals fehl), klebten wir in späteren Versuchsreihen die Fliegen immer zu drei oder vier in gleicher

Höhe auf, und zwar so, daß der Fisch gezwungen war einen kleinen Sprung zu machen, um die Fliege zu erwischen.

Aus Vorversuchen wußten wir, daß der *Periophth.* jedesmal, nachdem er ans Land gegangen war und eine Fliege geschnappt hatte, ins Wasser zurückging, um dort die Beute zu fressen; dann kroch er wieder ans Land, um neues Futter zu suchen.

Es wurde nun zu bestimmen versucht, wie groß die Entfernung der Lichtquelle (E) bei Benutzung verschiedenfarbiger Glasscheiben sein mußte, damit einerseits der *Periophth.* keine Fliege mehr von der Wand wegschnappte, und andererseits die Fliegen für uns unsichtbar wurden.

Bei unseren ersten Versuchsreihen benutzten wir eine rote Glasscheibe, die nur gelbrotes und rotes Licht durchtreten ließ (bei spektroskopischer Untersuchung nur Strahlen von etwa 610 bis 720 $\mu\mu$ Wellenlänge).

Es ergab sich, daß der *Periophth.* die Fliegen noch bei $E = 230$ cm nahm, während wir mit gut dunkeladaptiertem Auge, bei Beobachtung aus 20 cm Abstand, nicht einmal die Fläche sehen konnten, worauf die Fliegen geklebt waren.

Als Beispiel diene ein Protokoll:

Bei Benutzung einer roten Glasscheibe und des
mattweißen Schirmes.

E	
70 cm	Fliege sofort genommen.
90 "	" " " "
120 "	" " " "
200 "	" " " "
230 "	Fliege nach einigem Suchen genommen.

Unter denselben Bedingungen nahmen unsere gut dunkeladaptierten Augen bei Beobachtung aus einem Abstände von ± 20 cm das Folgende wahr:

E	
± 220 cm	Erste Wahrnehmung der Fläche.
± 187 "	Die rechteckige Form der Fläche ist erkennbar.
± 156 "	Zeitweises Auftreten dunkler Stellen, die sich bei
± 117 "	in drei genau lokalisierbaren Einzelflecken — den Fliegen — auflösen.

Der Fisch war vor Beginn der Versuchsreihe an die schwache Helligkeit adaptiert, die in dem mit mattschwarzen Wänden versehenen

Dunkelzimmer herrschte, wenn an der Decke des Zimmers eine sechzehnkerzige Glühbirne brannte.

Zwischen je zwei Einzelversuchen war das Zimmer mittelst einer elektrischen Taschenlampe einen Augenblick beleuchtet gewesen. Letzteres war nötig, um uns, nachdem der Fisch hörbar an die Glaswand gesprungen war, davon zu überzeugen, daß tatsächlich eine Fliege weggeschnappt war.

Da nicht undenkbar war, daß irgend ein anderes Sinnesorgan, wie z. B. der Geruchsinn, den *Periophth.* beim Ausfindigmachen seiner Beute geleitet hätte, wiederholten wir öfter die Versuche im völlig Dunkeln. Auch wenn der Fisch sehr hungrig war und auf das Futter aufmerksam gemacht wurde, indem ihm zuvor bei schwacher Beleuchtung eine Fliege gegeben war, nahm er niemals eine Fliege im völlig Dunkeln.

Unter zahlreichen, bis zu 24 Stunden dauernden solchen Versuchen im völlig Dunkeln war nur zweimal eine Fliege von der Wand verschwunden.

Das erstmal fand ich sie aber im Wasser schwimmend — offenbar war sie von dem *Periophth.*, der nicht selten an der Glaswand herumkroch, abgestreift worden, ohne daß er sie bemerkt hatte. Das andere Mal war ein Diener aus Versehen ins Dunkelzimmer gegangen.

Noch in anderer Weise konnte ich mich davon überzeugen, daß beim Schnappen der Fliegen durch den *Periophth.* der Geruchsinn nicht im Spiele war, indem ich anstatt Fliegen kleine Attrappen aus schwarzem Wollpapier benutzte.

Der *Periophth.* nahm diese zunächst bei verschiedenen Belichtungen ebensogut wie die Fliegen; nachdem er aber in dieser Weise wiederholt getäuscht war, nahm er auch die Fliegen nicht mehr und begann erst allmählich wieder nach ihnen zu schnappen.

Ein Beispiel aus unseren ersten Versuchsreihen möge zeigen, wie empfindlich der *Periophth.* für kurzweiliges Licht ist.

Wir ersetzten die rote Glasscheibe am Tunnel durch drei kobaltblaue. Die spektroskopische Untersuchung zeigte, daß sie Licht vom kurzweiligen Ende bis etwa $525 \mu\mu$ Wellenlänge durchtreten ließen, außerdem noch geringe Mengen von ungefähr $550 \mu\mu$.

Wir selbst sahen, wenn diese drei blauen Glasplatten vorgesetzt waren, bei $E = 286$ cm zwar noch einen hellen Schein, konnten aber bei Beobachtung aus einem Abstände von 20 cm nicht die Stelle angeben, wo eine Fliege angeklebt war.

Das Licht erschien uns farblos grau; der *Periophth.* nahm aber die Fliege noch sicher herunter bei einer Entfernung der Lichtquelle $E = 286$ cm.

Unsere Befunde zeigen die interessante Tatsache, daß der Periophth. schon bei überraschend geringen Lichtstärken deutlich sieht. Diese große Empfindlichkeit machte es uns auch unmöglich, auf dem hier eingeschlagenen Wege ein Urteil über die relativen Helligkeiten zu gewinnen, in welchen er rote und blaue Reizlichter sieht.

In weiteren Versuchen bemühte ich mich, die relative Empfindlichkeit des Periophth. gegenüber bestimmten roten und blauen Reizlichtern im Vergleich mit unserem eigenen, unter gleichen Adaptationsbedingungen stehenden Auge zu ermitteln.

Es wurde dabei für den Fisch dieselbe Versuchsanordnung beibehalten, wie in den bisher angeführten Versuchen. Zur Vergleichung fixierten wir mit dunkeladaptierten Augen einmal aus einem Abstände von 22 cm die Fläche, worauf die Fliegen geklebt waren, während ein Mitarbeiter die zunächst in größtem Abstand befindliche Lichtquelle langsam näherte.

Wir ermittelten so erstens, wann die erste Lichtempfindung auftrat, zweitens, wann wir die rechteckige Form des leuchtenden Grundes erkennen konnten, drittens, wann auf ihm zuerst unbestimmt (zeitweise verschwindende und wieder hervortretende) dunkle Stellen auftraten und endlich, wann die Fliegen deutlich sichtbar wurden. (Ein Beispiel der auf diese Weise erhobenen Werte wurde vorhin schon gegeben.)

Bei solchen Bestimmungen kann es sich natürlich nicht um sehr genaue Werte handeln, wenngleich Wiederholungen der Versuche oft überraschend übereinstimmende Werte gaben. (Im indirekten Sehen erfolgte bei uns stets sowohl die erste Helligkeitswahrnehmung als das Wahrnehmen der Fliegen früher als im direkten Sehen.)

Die in dieser Weise erhobenen Werte sind natürlich nicht ohne weiteres mit jenen des Periophth. zu vergleichen.

Bei den höheren Lichtstärken ging der Periophth. zwar aus einer Entfernung von 20 cm und mehr gerade auf seine Beute los. — Bei den kleineren aber, z. B. bei einer solchen Entfernung der Lichtquelle, wo wir die Fliegen nicht deutlich sahen, sondern auf ihre Anwesenheit nur aus dem zeitweisen Auftreten unbestimmter Schatten schließen konnten, kroch der Periophth. stets ans Land, bis er wenige Zentimeter von der Glaswand entfernt war und musterte dann, während er längere Zeit regungslos dasaß, mit seinen großen Augen die Wand, bis er plötzlich nach der Fliege sprang.

Um aus annähernd gleichem Abstände, wie hier der Fisch, also aus 3 bis 4 cm, die Fliegen betrachten zu können, bewaffneten wir unser rechtes emmetropes Auge mit einer Konvexlinse von 20 D. und wieder-

holten die Bestimmungen in ähnlicher Weise wie vorhin aus dem größeren Abstände.

Wie zu erwarten war, sahen wir bei dieser Anordnung die Fliegen bei bedeutend größerer Entfernung der Lichtquelle als in unseren ersten Versuchen, wo unser Kopf 22 cm von der Fläche entfernt war.

Auch bei den geringsten von uns noch eben wahrgenommenen Lichtmengen war die Wahrnehmung der roten Farbe noch nicht völlig geschwunden, wiewohl das Rot um so mehr mit Grau verhüllt erschien, je lichtschwächer das Reizlicht wurde.

Zunächst wiederholten wir die früher angestellten Versuche mit einer rubinroten Glasplatte ($\pm 600-700 \mu\mu$).

Das Tier, das sich nun fast ein Jahr in der Gefangenschaft befand und, an die fragliche Fütterungsweise gewohnt, viel weniger scheu war, arbeitete entsprechend prompter und nahm nun die Fliegen noch bei einem Lampenabstand von 240 cm.

Wir selbst konnten bei Beobachtung aus einer Entfernung von 22 cm die Fliegen nur noch bei 117 cm Abstand sicher wahrnehmen.

Wir ersetzten in späteren Versuchen den mit Magnesiumoxyd überzogenen Schirm durch einen mattschwarzen und fügten überdies zu der einen roten Glasplatte noch eine gleiche zweite.

Der Periophth. nahm die Fliegen bei

E	
27 cm	sofort,
37 „	„
63 „	nach 10 Minuten noch nicht genommen,
57 „	„ 10 „ „ „ „
50 „	Fliege genommen,
44 „	nach 10 Minuten noch nicht genommen,
39 „	fünf Fliegen aufgeklebt. Als ich nach einer Stunde wiederkam, waren sie sämtlich genommen.
45 „	Fliege genommen,
66 „	fünf Fliegen aufgeklebt. Als ich nach einer Stunde wiederkam, waren sie sämtlich genommen.
80 „	Fliege nicht genommen.

Hier schnappte der Periophth. also bei E = 66 cm die Fliegen noch.

Für unsere eigenen Augen ergab sich folgendes:

Beobachtung aus einer Entfernung von 23 cm	Erste Versuchsreihe	Zweite Versuchsreihe
Erste Lichtwahrnehmung	E = 55 55 56	E = 51
Form der leuchtenden Fläche erkennbar	E = 37	E = 38
Auftreten unbestimmter Schatten	E = 27	?
Die Fliegen sind einzeln deutlich sichtbar	E = 24	E = 24

Als wir uns jetzt mit Hilfe einer Linse von 20 D. bei der Beobachtung bis auf 3 oder 4 cm näherten, mußte E im Mittel = ca. 37 cm betragen, damit wir die Fliege deutlich wahrnehmen konnten.

Die Lichtstärke der Fläche kann für unsere Zwecke genügend genau dem Quadrate des Abstandes der Lichtquelle umgekehrt proportional gesetzt werden. Es ergibt sich somit, daß der *Periophth.* die Fliege deutlich sieht bei einer Lichtstärke, die etwa den dritten Teil so groß ist wie die, welche für unser in gleichem Adaptationszustande befindliches Auge zur Wahrnehmung der Fliege erforderlich ist. Wir erwähnten schon, daß der *Periophth.* die Fliegen nicht unter ganz gleichen Bedingungen wahrnimmt wie wir. Es wird nämlich *ceteris paribus* die Lichtstärke des Netzhautbildes bei ihm nicht die gleiche wie bei uns.

Durch folgende Überlegung läßt sich das Verhältnis zwei dieser Lichtstärken ungefähr schätzen.

Setzt man die Lichtstärke des Netzhautbildes proportional dem Quadrate des Pupillenradius (für *Periophth.* = ca. 0,8 mm, s. u.) und umgekehrt proportional dem Quadrate des Abstandes von der Pupillenebene zur Netzhaut, (für *Periophth.* = 3 mm) so ergibt sich, daß das Netzhautbild bei *Periophth.* ungefähr zweieinhalbmal lichtstärker ist, als *ceteris paribus* jenes im normalen Menschaugen. (Pupillenradius = 3 mm. Der Abstand von der Pupillenebene zur Netzhaut = 18 mm.) Stäbchen und Zapfen sind beim *Periophth.* angenähert von ähnlichen Dimensionen, wie bei uns.

Unsere Untersuchungen ergeben also, daß unter den genannten Voraussetzungen die sogenannte Reizschwelle für Lichter von 700—600 $\mu\mu$ beim *Periophth.* keine wesentlich andere sein dürfte, als bei uns.

Zu dem Wert 0,8 mm für den Pupillenradius des *Periophth.* kamen wir auf folgende Weise.

Die äußere Beobachtung lehrt, daß die Pupille des *Periophth.* etwas größer ist. — Die anatomische Untersuchung, worüber wir später genauer zu berichten hoffen,

ergab aber, daß die Linse das Pupillargebiet nicht ganz ausfüllt. Sowohl im Dunkeln wie im Hellen bleibt temporal wie nasal der Linse noch ein „aphakischer Raum“ sichtbar.

Bei unseren Versuchen, wo der Periophth. aus einer Entfernung von 4 cm die Fliegen sah, konnte dieser aphakische Raum für das Zustandekommen des Netzhautbildes der Fliege nicht in Betracht kommen. Wir setzen daher den Linsenradius für den Pupillenradius in Rechnung.

Wir kommen zur Untersuchung mit kürzerwelligen Lichtern.

Dabei benutzten wir dunkle Kobaltgläser, diese lassen den violetten, blauen und etwas vom grünen Teil des Spektrums bis ungefähr 525 $\mu\mu$ Wellenlänge durchtreten, — weiter noch eine sehr kleine Menge gelbgrüner Strahlen von ungefähr 550 $\mu\mu$. Auch jetzt ersetzen wir die mit Magnesiumoxyd überzogene reflektierende Fläche durch eine mattschwarze.

Der folgende Versuch gibt eine angenäherte Vorstellung von den fraglichen Verschiedenheiten der relativen Helligkeiten des benutzten Blau und Rot.

Brachten wir zwei Kobaltgläser nebst einer mit Seidenpapier beklebten Glasplatte vor den Ausschnitt unseres oben geschilderten Apparates und wurde die Lichtquelle so nahe wie möglich, d. i. bis auf 9 cm von der Mitte der reflektierenden Fläche herangeschoben, so war es mir unmöglich, von einem in unmittelbarer Nähe von der bläulich leuchtenden Fläche gebrachten Geldstück die Figuren und Aufschrift zu erkennen. — Ersetzte ich die beiden Kobaltgläser durch die früher benutzten rubinroten Gläser, so war die Münze unter sonst gleichen Bedingungen in allen Einzelheiten genau erkennbar.

Schob ich die Lichtquelle bis auf 13 cm zurück, so konnte ich sowohl bei Benutzung der beiden roten als der beiden blauen Glasscheiben mit Mühe noch gerade die Zeiger meiner Uhr erkennen. —

Schob ich die Lichtquelle in größere Entfernung als 13 cm, so erschien das kurzwellige Licht schon merklich heller, als das langwellige.

Natürlich haben diese Angaben nur den Zweck, dem Leser eine annähernde Vorstellung zu geben von den geringen Helligkeiten, bei welchen im folgenden gearbeitet wurde.

Der Fisch schnappte, wenn eine blaue Glasscheibe vor dem Ausschnitte stand, noch bei einem Lampenabstande $E = 282$ cm.

Wurde jetzt die Lampe abgedreht, so daß das Tier in völlig dunklem Raume saß, so hatte es nach 5 Minuten noch keine Fliege genommen. Wurde jetzt die Lampe auf 282 cm. angezündet, so nahm der Periophth. innerhalb einer halben Minute alle Fliegen. — Darauf wurde die Lampe wieder abgedreht — nach vier Stunden hatte der Periophth. noch keine Fliege genommen.

Auch nach Vorsetzen von zwei blauen Glasplatten nahm der Fisch bei $E=282$ noch alle Fliegen. Jetzt setzten wir noch eine Mattglasplatte vor die blauen Scheiben. Der Fisch nahm die Fliegen bis auf $E=240$ cm.

Am nächsten Tag wiederholten wir den Versuch, ließen aber zur Kontrolle das hungrige Tier erst zehn Minuten im Dunkeln.

Er nahm dann keine einzige Fliege — wohl aber, wenn die Lichtquelle auf 280 cm Entfernung stand.

Wenn das von der mattschwarzen Fläche zurückgeworfene Licht noch durch drei Kobaltglasplatten, zwei Mattglasplatten und eine mit Seidenpapier überzogene Glasscheibe abgeschwächt wurde, ergab sich folgendes:

Bei einem Lampenabstände:

$E = 51$ cm Fliege genommen,
 $E = 125$ „ „ „ „
 $E = 166$ „ „ „ „
 $E = 215$ „ Fliege nicht genommen,
 $E = 190$ „ Fliege genommen.

Jetzt wurde der Behälter mittels einer Taschenlampe einige Augenblicke beleuchtet — sofort nahm der Periophth. eine Fliege und daraufhin wurde sogar bei:

$E = 188$ cm die Fliege genommen,
 $E = 225$ „ „ „ „
 $E = 273$ „ „ „ „
 $E = 282$ „ „ „ „

Die Bestimmungen waren bei diesen Versuchen nicht mit der gleichen Zuverlässigkeit möglich wie bei früheren. Wir hatten den Eindruck, daß wir für den Fisch an die Grenze der Wahrnehmbarkeit gekommen waren.

Für unsere eigenen Augen ergab sich folgendes:

Beobachtung mit dunkeladaptierten Augen aus einer Entfernung von ca. 21 cm.	Erste Versuchsreihe	Zweite Versuchsreihe
Erste Lichtwahrnehmung	$E = 62$ cm	$E = 57$ cm
Form der Fläche erkennbar	$E = 35$ „	$E = 38$ „
Zeitweises Auftreten von unbestimmten Schatten	$E = 29$ „	$E = 29$ „
Die Fliegen sind einzeln deutlich sichtbar	$E = 22$ „	$E = 26$ „

Weiter bestimmte ich wieder in der oben beschriebenen Weise den Abstand der Lichtquelle, bei dem ich die Fliegen bei Beobachtung aus 3—4 cm Entfernung sehen konnte.

Es ergaben sich die Werte:

$$\left. \begin{array}{l} E = 44 \text{ cm} \\ E = 38 \text{ „} \\ E = 30 \text{ „} \\ E = 31 \text{ „} \end{array} \right\} \text{ Im Mittel } 36 \text{ cm}$$

Während wir also die Fliegen zuerst bei $E = 36$ cm sahen, schnappte der Periophth. noch nach ihnen bei $E = 282$ cm. Das heißt bei einer ungefähr neunundsechzigmal geringeren Lichtstärke der leuchtenden Fläche. Ziehen wir wieder die Verschiedenheiten der Lichtstärken der Netzhautbilder in Betracht (s. o.), so war doch zur Wahrnehmung für uns eine etwa dreiundzwanzig- bis fünfunddreißigmal größere Lichtstärke erforderlich, als jene, bei der der Fisch noch schnappte.

Ein Tapetum lucidum konnten wir an der Netzhaut nicht nachweisen.

Der total farbenblinde Mensch unterscheidet sich bekanntlich vom farbentüchtigen Menschen unter anderem darin, daß die Helligkeitsverteilung im lichtstarken sowohl wie im lichtschwachen Spektrum für ihn eine ähnliche ist, wie für unser normales, dunkeladaptiertes Auge die Helligkeitsverteilung im lichtschwachen, uns farblos erscheinendem Spektrum.

Besonders auffällig ist der sowohl bei größeren als bei kleineren Intensitäten nachweisbare relativ geringe Helligkeitswert langwelliger Lichter.

Aus Versuchen, wie die oben beschriebenen, die nur mit dunkeladaptiertem Sehorgan angestellt werden konnten, ließ sich also die Frage nach den relativen Helligkeitswerten langwelliger Lichter bei höheren Lichtstärken nicht entscheiden.

Eine andere von uns benutzte Versuchsanordnung zur Untersuchung dieser Frage bestand in folgendem: Ich entwarf auf der mit Seidenpapier beklebten Wand des Behälters ein lichtstarkes Spektrum und klebte in das Blau, Grün und Rot des Spektrums je eine Fliege in gleicher Höhe auf.

Es war denkbar, daß der Periophth. (ähnlich wie die Hühner, die bei den Fütterungsversuchen von Heß stets zuerst in Rot und Gelb pickten) zuerst auf diejenige Fliege losgehen würde, die ihm am deutlichsten sichtbar war und daß die Helligkeitsunterschiede in dem benutzten Spektrum groß genug sein würden, um einwandfreie Ergebnisse zu ermöglichen.

Leider konnte ich nur wenige derartige Versuche anstellen.

Ich hatte dennoch den Eindruck, daß die Methode geeignet sein könnte, bei systematischen Untersuchungen in größerem Umfange den gewünschten Aufschluß zu geben.

Der *Periophth.* nahm auch bei solchen Lichtstärken, bei welchen das Spektrum uns schön farbig und das Rot sehr hell erschien, stets zuerst die Fliegen aus dem mittleren und etwas kürzerwelligen Teil des Spektrums, wie aus folgendem Protokoll ersichtlich ist:

Versuch mit relativ breitem Spalt.

Der rote Teil des Spektrums erscheint uns heller als der blaue.

Der *Periophth.* nimmt die Fliegen in der Folge: Grün, Blau, Rot.

Spalt etwas enger gemacht.

Das Spektrum erscheint entsprechend lichtschwächer, aber doch in allen Teilen schön farbig.

Der *Periophth.* nimmt die Fliegen in der Folge: Grün, Blau, Rot.

Spalt etwas mehr verengert.

Das Spektrum erscheint zum größeren Teile farblos, mit Ausnahme des roten Endes.

Der *Periophth.* nimmt die Fliegen in der Folge: Grün, Blau.

Er sucht anscheinend im Rot, findet aber die Fliege nicht. Sobald der Spalt wieder etwas erweitert wurde, nimmt er die Fliege.

Da der *Periophth.* in diesen Versuchen bei seiner Wahl vielleicht von der Stelle, wo er ans Land gegangen war und von anderen zufälligen Umständen beeinflußt war, können diese Versuche noch nicht als beweisend gelten und es wären größere Versuchsreihen erforderlich, um einen Schluß in dem oben angedeuteten Sinne ziehen zu können.

Daß auch bei diesem Fisch, ebenso wie bei den anderen, von Heß untersuchten, das Sehorgan adaptativen Änderungen in ansehnlichem Umfange fähig ist, zeigt z. B. folgender Versuch: War der *Periophth.* längere Zeit im Dunkeln gehalten, so nahm er die Fliegen sofort bei einem Abstände der Lichtquelle, bei dem er sie nicht nahm, wenn er unmittelbar vor Beginn des Versuches sich im Hellen befunden hatte.

Schob ich aber die Lichtquelle genügend weit heran, so nahm der relativ hell-, bzw. nur kurz dunkeladaptierte Fisch die Fliege sofort. Ließ ich dagegen die Lichtquelle an Ort und Stelle, so dauerte es oft mehrere Minuten, bis er die Fliege wegschnappte.

Genauere messende Untersuchungen hierüber habe ich nicht vorgenommen.

Das Resultat unserer ersten Versuche an *Periophth.* läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Der *Periophth. kolreutheri* kann in der Luft bei relativ außerordentlich geringen Lichtstärken noch deutlich sehen und seiner Nahrung nachgehen.

2. Ähnlich wie für den dunkeladaptierten Menschen haben auch für den dunkeladaptierten Periophth. die kurzwelligen Strahlen bis zu ungefähr $500 \mu\mu$ einen relativ viel größeren Helligkeitswert, als im gleichen Spektrum die von 600 bis $700 \mu\mu$.

3. Unter solchen äußeren Bedingungen, wo bei Versuchen am „Tunnel“ unser dunkeladaptiertes, farbentüchtiges Auge eine Fliege aus einem Abstände von 3 bis 4 cm noch eben wahrnehmen konnte, wenn die Lichtquelle ungefähr 37 cm entfernt stand, nahm der Periophth. sie im Rot noch wahr, wenn die Lichtquelle 66 cm und im Blau, wenn sie 282 cm entfernt war. Zieht man die verschiedene Lichtstärke der Netzhautbilder bei Periophth. und uns in Betracht, so ergibt sich, daß für die Netzhaut des dunkeladaptierten Periophth. die Grenzen der Wahrnehmbarkeit im roten Lichte unter jenen Versuchsbedingungen ähnliche sind, wie bei uns, während diese Grenze im Blau für den Fisch nicht unbeträchtlich tiefer zu liegen scheint, als für uns.

4. Daß für den Periophth. auch bei solchen Lichtstärken farbiger Reizlichter, wo letztere uns schön farbig erscheinen, die langwelligen Lichter relativ geringen Reizwert haben, ähnlich wie beim total farbenblinden Menschen und bei den anderen von Heß untersuchten Fischen, ist für Periophth. nach unseren Versuchen wohl wahrscheinlich, aber noch nicht ganz einwandfrei bewiesen.

5. Auch im Auge des Periophth. ist die Anpassung an verschiedene Lichtstärken nachweisbar.

Sur l'accroissement de la capsule du cristallin.

Par le

Dr. A. Druault,

Tours.

Avec une figure dans le texte.

Si beaucoup d'auteurs ont recherché l'origine et la nature de la capsule du cristallin, très peu se sont occupé de son épaisseur ou de son accroissement durant la vie intra-utérine chez l'homme, ou la période correspondante chez les animaux, et ceux qui l'ont fait n'en donnent guère que des mensurations isolées.

La capsule apparaît d'abord au pôle postérieur du cristallin. Le fait aurait été observé par Kölliker le premier. Lenhossék¹⁾ qui a particulièrement étudié la surface du cristallin dans ses recherches sur l'origine du corps vitré, l'observe chez le lapin et le chat, et constate que le début de la capsule se fait dans les intervalles des cônes basaux de la partie postérieure sous la forme d'une mince cuticule, qui se complète peu après par l'oblitération des emplacements des cônes, à mesure que ceux-ci disparaissent. Sur le mouton, van Pée²⁾ remarque que la cuticule, représentant l'ébauche de la cristalloïde, est plus épaisse en arrière chez les embryons de 10 à 15 mm.

En ce qui concerne les stades plus avancés, les observations d'Otto Becker sur l'existence d'un épaissement rétro-équatorial chez le nouveau-né sont les plus importantes. Dans son travail d'ensemble³⁾ il les rapporte dans les termes suivants: ... im neugeborenen Auge die Kapsel eine Strecke weit hinter dem Äquator die größte Dicke besitzt. Ich fand dies ausnahmslos an Linsen neugeborener Kinder. Die Stelle liegt unmittelbar

¹⁾ von Lenhossék, Die Entwicklung des Glaskörpers. 1903, p. 22, 39, 57, 62 etc.

²⁾ van Pée, Recherches sur l'origine du corps vitré, in Archives de Biologie, t. XIX, 1902, p. 356, 363 et 366.

³⁾ Otto Becker, Zur Anat. d. gesunden u. kranken Linse. 1883, p. 43 et 93.

hinter der hinteren Begrenzung des Canalis Petiti. Die Kapsel erreicht dort die enorme Dicke von 0,024 mm“ . . . „Bei einem siebenwöchigen Kinde war die Kapselverdickung noch sehr deutlich zu sehen.“ Ces observations sur le nouveau-né ont été plusieurs fois confirmées. Ainsi Salzmann¹⁾ constate au même point chez un nouveau-né une épaisseur de 18 μ , puis sur une série de sujets de 2¹/₂ à 53 ans une épaisseur à peu près constante (de 17 à 28 μ). Au même point également, Rabl²⁾ (p. 239 et 256) avait déjà signalé un épaississement constant chez les primates adultes, mesurant seulement 12 μ chez l'homme, mais atteignant 24 μ chez un jeune macaque. Hess³⁾ l'observe aussi d'une façon constante chez l'homme adulte.

Un épaississement pré-équatorial a été observé chez l'homme adulte ou dès la naissance par O. Becker, O. Schultze⁴⁾, Salzmann.

Nos observations ont été faites surtout sur les yeux d'embryons et de fœtus humains indiqués dans le tableau I. Nous avons examiné en outre des coupes de quelques autres yeux d'embryons humains, que nous ne faisons pas figurer dans ce tableau parce qu'ils ne permettaient pas des mensurations assez complètes. En ce qui concerne les animaux, nous avons examiné les yeux d'embryons, de nouveau-nés, ou de petits de mammifères domestiques, ensemble un nombre un peu plus élevé que celui des embryons humains, mais ne formant pas de série aussi complète. Nous reproduisons les principaux dans le tableau II. Dans ces deux tableaux, les chiffres relatifs à la capsule représentent tous des moyennes de plusieurs mensurations.

Ces différents yeux ont été fixés au moyen des fixateurs les plus courants (sublimé, liquides de Müller, de Flemming, de Bouin), quelques-uns seulement par nous-même. Ils ont tous été inclus dans la celloïdine, et une partie coupés en séries. Malheureusement il ne nous a pas été possible, du fait de circonstances spéciales, de conserver de séries complètes. La plupart des coupes sont colorées à l'hématoxyline, au van Gieson, ou au carmin aluné.

L'épaisseur de la cristalloïde peut subir des variations accidentelles, surtout sous l'action des fixateurs, à cause de la distension ou du plissement

¹⁾ Salzmann, Anatomie u. Hist. des menschlichen Augapfels, 1912, p. 177.

²⁾ Rabl, Über d. Bau u. d. Entwicklung der Linse. 1900.

³⁾ Hess, Pathologie u. Therapie des Linsensystems, in Graefe-Saemisch. 2^e éd., livr. 92—96, 1905, p. 5.

⁴⁾ Oscar Schultze, Mikrosk. Anatomie der Linse, in Graefe-Saemisch, 2^e éd., livr. 17, 1900, p. 14.

Tableau I.
Homme.

Numéros	Age approximatif	Diamètre équatorial de l'œil en mm	Diamètre équatorial du cristallin en mm	Epaisseur en μ de la capsule				Distance en mm du maximum rétro-équatorial	
				au pôle antérieur	à l'équateur	en arrière de l'équateur	au pôle postérieur	à l'équateur	au pôle postérieur
1	8 sem.	1,8	0,85	1,0	1,0	1,0	1,3	—	0,0
2	10 sem.	2,9	1,22	1,0	1,5	1,5	1,3	—	—
3	11 sem.	3,8	1,71	1,0	1,5	3,5	2,0	0,47	0,75
4	11 sem.	3,4	1,55	1,0	1,0	2,5	1,5	0,40	0,74
5	14 sem.	6,5	2,9	2,5	2,5	9,5	3,0	0,47	1,5
6	4 m. 1 sem.	8,2	3,3	3,0	2,0	10,0	2,0	0,44	1,7
7	4 m. $\frac{1}{2}$	8,7	3,8	2,5	2,5	13,5	2,0	0,34	2,1
8	4 m. $\frac{1}{2}$	7,7	3,6	3,0	2,5	13,0	3,0	0,42	2,0
9	4 m. $\frac{1}{2}$	8,0	3,4	3,0	3,0	13,0	3,5	0,31	1,8
10	4 m. $\frac{1}{2}$	9,0	4,1	2,5	3,0	11,0	2,0	0,47	2,2
11	6 mois	13,2	4,3	4,0	3,0	10,0	4,0	—	—
12	6 m. $\frac{1}{2}$	13,8	5,2	5,5	4,0	11,0	3,5	0,43	3,3
13	8 mois	15,7	5,0 (rétracté)	—	—	17,0	3,0	0,53	2,5
14	nouveau-né	16,5	5,7	5,0	4,0	22,5	3,0	0,83	3,3
15	F. 35 ans	21,0	7,4	9,5	13,0	18,0	2,5	1,30	3,1

qui résultent du gonflement ou de la rétraction du cristallin lui-même. Il est évident, d'autre part, que son aspect peut dépendre de l'état de conservation des yeux, de l'obliquité ou de l'excentricité des coupes. Il existe, en outre, des différences individuelles que nous négligerons.

Les embryons les moins développés sur lesquels nous avons recherché la cristalloïde sont un embryon humain d'environ 20 mm (œil de 1 mm 5 et cristallin de 0 mm 56 de diamètre équatorial), un embryon de mou-

ton un peu plus avancé (œil de 1 mm 55 et cristallin de 1 mm 1 de diamètre équatorial), et un embryon de porc de 12 mm (No. 19, tableau II). Chez ces trois embryons, nous trouvons en arrière la cristalloïde bien nette et d'une épaisseur d'environ 1μ , peut-être un peu davantage chez le mouton. En avant, l'épithélium est limité par une ligne très accentuée, continuant la cristalloïde postérieure, mais une capsule distincte de la couche cellulaire ne se reconnaît que difficilement. Son épaisseur n'est guère mesurable. Entre les deux segments antérieur et postérieur, la transition se fait d'une façon insensible.

Dans la suite du développement, la capsule s'accroît d'une façon variable avec les espèces et inégale dans ses divers segments. Nous en suivrons l'évolution surtout chez l'embryon humain.

Chez l'homme, la partie antérieure de la cristalloïde s'épaissit d'une façon très régulière pendant toute la vie fœtale. Dans la région centrale, ou polaire, elle atteint à la naissance environ la moitié de l'épaisseur qu'elle aura chez l'adulte. A la périphérie, chez les fœtus de différents âges, il existe seulement de petites différences d'épaisseur par rapport au centre; quelques unes sont en plus, la plupart en moins; elles nous ont semblé constituer simplement l'état intermédiaire entre la région centrale et la région équatoriale. Cependant chez le nouveau-né, n° 14, il existait un épaississement très étalé et peu accentué (maximum 6 à 7μ situé à environ 1 mm 4 en avant de l'équateur) qui constituait sans doute l'ébauche de l'épaississement que la capsule de l'adulte présente dans cette région. Malgré cela, la capsule n'atteignait en ce point qu'un tiers environ de l'épaisseur qu'elle a chez l'adulte.

Dans la région équatoriale, à la limite de l'épithélium, elle s'accroît également d'une façon progressive durant toute la vie fœtale, mais un peu plus lentement encore que dans la région polaire antérieure. Chez le nouveau-né son épaisseur est le tiers environ de l'état adulte.

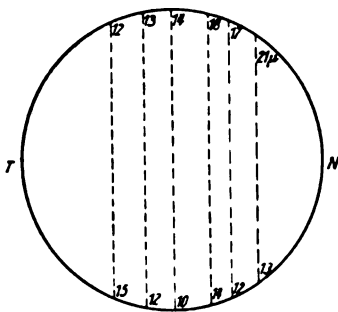
Sur la face postérieure du cristallin l'évolution de la capsule est différente au centre et à la périphérie.

Dans la région du pôle postérieur, celle où la capsule avait apparu en premier lieu, son accroissement d'épaisseur se ralentit bientôt pour s'arrêter tout à fait à un stade extrêmement précoce. Elle paraît sur le point d'atteindre son épaisseur définitive chez l'embryon de 11 semaines (43 mm du vertex au coccyx) et l'atteint sans doute à la fin du 4^e mois.

A la périphérie de la face postérieure l'accroissement d'épaisseur se continue au contraire, et il se forme un épaississement limité à cette

région. Cet épaississement manque encore chez l'embryon de 10 semaines (environ 38 mm), mais il est net chez celui de 11 semaines (43 mm) et augmente ensuite jusqu'à la fin de la grossesse, où il devient très prononcé et représente le maximum d'épaisseur que la capsule atteindra en ce point. Du 4^e mois à la naissance son épaisseur dépasse de beaucoup celle de tout le reste de la membrane. Dans les deux tableaux, les épaisseurs données pour la région rétro-équatoriale sont celles du point le plus épais, sauf pour les numéros 1, 2, 19 et 26 chez qui la région ne présentait aucun renflement.

Dès que cet épaississement est un peu accusé, on peut constater en le suivant d'avant en arrière que, dans la plupart des cas, il commence immédiatement en arrière du tourbillon équatorial produit par le passage de l'épithélium aux fibres cristalliniennes. Souvent, à seulement quelques largeurs de fibres de ce tourbillon l'augmentation d'épaisseur de la capsule



est déjà appréciable. Puis il s'accuse de plus en plus jusqu'au point où se trouve son sommet, très mousse; et plus en arrière il s'abaisse à nouveau. A partir de son maximum, sa diminution d'épaisseur est plus lente en arrière qu'en avant jusqu'à la naissance. Chez l'adulte, c'est l'inverse.

Quoique très net sur toutes les coupes, il varie souvent d'une coupe à l'autre d'un même œil, ou d'un côté à l'autre d'une même coupe. Quelques-unes de ces différences peuvent être attribuées à l'obliquité des coupes, mais d'autres ne peuvent être causées que par des variations réelles d'épaisseur sur les différents points de la périphérie du cristallin. Nous avons examiné plus spécialement à ce point de vue les yeux 6, 7, 8 et 9 coupés verticalement, 12 et 13 coupés horizontalement. Sur les yeux 6, 8, 9 et 13 nous n'avons trouvé que des différences trop minimes et trop irrégulières pour en tenir compte. En ce qui concerne l'œil n° 7, nous avons noté les diverses épaisseurs observées sur la figure ci-

jointe¹⁾. Dans l'œil n° 12, coupé horizontalement, les différences sont moins accusées et plus régulières; du côté nasal le maximum varie de 11μ à 14μ (moyenne 12μ 1), du côté temporal de 8μ à 11μ 5 (moyenne 9μ 9).

Nous constatons donc, sur ces deux yeux, un épaissement moins accusé en dehors pour l'un et en bas pour l'autre. Faute de matériel approprié, nous ne pouvons dire si, dans le cas d'inégalité d'épaisseur, la partie relativement mince occupe une portion continue (par exemple un quart ou la moitié) ou discontinue du pourtour du cristallin. Si elle en occupait des segments séparés, il y aurait lieu de rechercher les rapports de ces segments avec l'étoile cristallinienne postérieure. Nos coupes ne permettent pas une reconstitution suffisante des étoiles pour en juger exactement. Mais dans le n° 7 (fig.) on pourrait admettre que le point le plus mince correspond à la branche inférieure de l'étoile. Pour le n° 12 le rapport avec une branche de l'étoile ne se présente pas avec autant d'évidence. Néanmoins il est possible qu'il existe et qu'alors la partie la plus mince soit en rapport avec la branche supéro-externe de l'Y postérieure.

La situation du maximum du renflement entre l'équateur et le pôle postérieur du cristallin ne peut être déterminée avec une grande précision, d'abord parce que ses différences de hauteur se font d'une façon trop peu sensible, d'autre part à cause de ses rapports de voisinage avec les vaisseaux de la tunique vasculaire. Dans cette région, en effet, sur les coupes, la capsule est légèrement déprimée au niveau des vaisseaux. Ceux-ci n'y font pas des empreintes limitées aux points de contact, mais des dépressions larges à limites indécises, à cause de son élasticité. Aussi, il est parfois difficile de dire si le point le plus épais est en avant ou en arrière d'un vaisseau, et il en peut résulter des différences relativement grandes dans la détermination de la position de ce point.

Dans le tableau ci-dessus, nous avons indiqué pour chaque œil la moyenne des distances du renflement capsulaire au tourbillon équatorial, pris comme repère précis, et au pôle postérieur. L'examen de ces chiffres montre que depuis son apparition jusque vers le 7^e mois le renflement reste à la même distance de l'équateur et s'éloigne du pôle. De plus, si on examine ces chiffres en remontant vers les plus jeunes embryons, on est amené à considérer l'épaississement observé au pôle postérieur dès l'apparition de la capsule comme le premier siège de l'épaississement

¹⁾ Sur trois mensurations de cette figure, l'une en haut, de 13μ , les deux autres en bas (côté nasal), de 12 et 13μ , le maximum indiqué se trouve déplacé et sans doute affaibli par la présence d'un vaisseau.

rétro-équatorial, et à faire partir du pôle même le déplacement centrifuge de ce dernier.

Il est évident que ce déplacement centrifuge ne s'accompagne pas d'un déplacement réel de la portion de capsule qui en est le siège. Il s'agit simplement d'un accroissement d'épaisseur de la portion périphérique de la cristalloïde postérieure, tandis que la portion comprise entre le sommet du renflement et le pôle postérieur ne s'accroît plus que très peu ou pas du tout. Il est possible même qu'elle diminue légèrement en certains points.

Maintenant quelle est la cause, simple ou complexe, de ces différences d'épaisseur de la capsule et du changement de situation de l'épaississement rétro-équatorial?

Il nous semble démontré aujourd'hui que la capsule du cristallin est une formation cuticulaire développée aux dépens des cellules cristalliniennes, ou plus exactement de la partie basale de ces cellules. Dans la région du pôle antérieur la capsule garde toujours son contact avec les mêmes cellules modérément actives, et ainsi s'explique son accroissement en épaisseur régulier et pour ainsi dire indéfini. A la périphérie de cette zone, jusqu'au tourbillon équatorial, les rapports des cellules et de la capsule sont analogues, ainsi que l'évolution de la capsule, quoique un peu compliqués par la multiplication des cellules et l'accroissement en surface sur lequel nous reviendrons plus loin.

En arrière il en est tout autrement, néanmoins l'évolution de la capsule peut encore se comprendre d'après ses rapports avec les éléments cellulaires. Du côté de la capsule, on observe, comme on vient de le voir, un maximum d'accroissement d'abord central, puis s'éloignant progressivement du centre, et suivi à très peu de temps d'intervalle d'un arrêt à peu près complet de l'accroissement. Du côté des éléments cellulaires, les premiers qui évoluent en fibres sont ceux du pôle postérieur, puis la transformation des cellules en fibres se fait en des points de plus en plus éloignés de l'axe du cristallin. Le parallélisme des deux processus est évident. Il en ressort que pendant la première période de leur transformation en fibres les cellules produisent plus abondamment la substance de la capsule, mais que cette production se ralentit considérablement, ou même s'arrête tout à fait, bien avant que les fibres aient atteint leur plus grande longueur. Il ne peut y avoir de doute qu'il en soit ainsi pour les premières fibres et pour la portion de capsule qui occupe le pôle postérieur. Quant à la périphérie de la face postérieure, il en est sans doute de même, mais il est possible que les choses

s'y compliquent du fait des déplacements des éléments cellulaires ou de l'accroissement de la capsule en surface.

Lorsque les cellules équatoriales se transforment en fibres, en même temps qu'elles s'allongent, leurs pieds se déplacent vers le pôle postérieur pour aller atteindre une des branches de l'étoile en un point plus ou moins rapproché du pôle suivant les fibres. Ce déplacement se fait-il seulement par glissement sur la surface interne de la capsule, ou celle-ci n'est-elle pas, dans une certaine mesure, entraînée par les pieds des fibres? Chez l'adulte le glissement des fibres sur la capsule est évident, au moins dans toute la région du pôle postérieur. Chez l'embryon il pourrait en être autrement. Toutefois sur les yeux les moins bien conservés on peut observer que la capsule se sépare beaucoup plus facilement de la masse des fibres cristalliniennes que de l'épithélium antérieur. Sur une dizaine d'yeux présentant ce décollement de la capsule postérieure, nous avons constaté qu'il s'arrête en avant vers l'équateur cristallinien à des points variables, tantôt à 150 ou 100 μ en arrière du tourbillon équatorial, tantôt juste au niveau de ce tourbillon, plus rarement en avant. Ces faits sembleraient indiquer que l'adhérence des jeunes fibres cristalliniennes à la capsule diminue à mesure qu'elles s'allongent. Cependant sur les yeux mieux conservés le contact persiste. Il en est donc de même sur le vivant, et il ne peut exister sans une certaine adhérence.

Si cette adhérence à la capsule est encore assez forte, il est possible que celle-ci se trouve plus ou moins entraînée par les pieds des fibres dans leur déplacement, et que ce fait contribue pour une part à la formation de l'anneau d'épaississement rétro-équatorial de la capsule, le tissu capsulaire s'amassant en quelque sorte à la limite de la zone subissant l'entraînement.

L'extension en surface de la capsule du cristallin paraît devoir se faire surtout dans la région équatoriale qui est celle du maximum d'activité des éléments cellulaires et de l'accroissement du cristallin lui-même.

En ce qui concerne la partie antérieure, si on considère que la multiplication des cellules de l'épithélium cristallinien se fait surtout à la périphérie, en dedans des rangées radiaires formant sa limite (Rabl, ouvr. cité, p. 59 et 219; S. Toufesco¹⁾), il semble que l'extension en surface doit bien se faire dans cette région.

¹⁾ S. Toufesco, Sur le cristallin normal et pathologique. Thèse de Paris, 1906, p. 20 et 21.

L'accroissement en surface de la cristalloïde postérieure ne peut guère se faire qu'à la périphérie également. En effet, la présence de l'épaississement périphérique, qui y constitue une sorte d'anneau de renforcement, et le mouvement continu des pieds des fibres vers le pôle postérieur doivent concourir pour empêcher la distension de la partie postérieure relativement faible. En outre, on peut en trouver une preuve dans la situation de l'épaississement rétro-équatorial. A partir de la fin de la grossesse il ne s'éloigne plus du pôle postérieur, mais l'équateur du cristallin s'éloigne de lui (voir tableau I). On comprend qu'il en soit ainsi si l'on considère que son éloignement du pôle chez l'embryon n'était qu'apparent et dû à la formation d'épaississements plus grands et situés de plus en plus en dehors. A partir du moment où l'épaisseur maxima est atteinte, il ne peut plus y avoir de déplacement apparent.

Les insertions capsulaires des fibres zonulaires ne peuvent donner aucun renseignement sur les déplacements possibles de la capsule dans la région équatoriale du cristallin pendant les premières périodes que nous avons eu en vue, car ces insertions ne paraissent encore pas définitivement limitées. Plus tard, c'est à dire sur le fœtus à terme, nous trouvons que les insertions capsulaires se font à l'équateur sur une étendue d'environ 1 mm du méridien cristallinien. Chez l'adulte, en mesurant de la même façon, nous trouvons environ 1 mm 5; la capsule paraît donc s'être étendue en surface dans les limites des insertions capsulaires. Mais nos mensurations sont trop peu nombreuses pour nous permettre des conclusions précises. D'autre part, il est possible que si les points d'insertion des fibres zonulaires antérieures et postérieures s'éloignent de l'équateur cristallinien, ces fibres, déjà tangentes à la capsule, s'y accolent de plus en plus et que leurs insertions subissent de ce fait un déplacement relatif vers l'équateur, ou plutôt ne semblent pas s'en éloigner malgré l'extension de la portion de capsule qui les en sépare. Pour les fibres plus voisines de l'équateur l'accolement serait plus tardif, parce qu'elles sont plus écartées de la capsule, c'est à dire plus éloignées de la position tangente, elles passeraient d'abord dans la zone limite. C'est sans doute pour cette raison qu'il se produit une raréfaction progressive des insertions zonulaires dans l'intervalle des insertions antérieures et postérieures, raréfaction qui commence vers l'époque de la naissance.

Chez le chien de 11 et de 15 jours nous trouvons un léger épaississement rétro-équatorial de la capsule. Chez celui de 42 jours cet épaississement est resté le même par rapport à la région du pôle postérieur, mais est surpassé par toute la cristalloïde antérieure.

Tableau II.
Chien, porc, lapin, souris.

Numéros		Diamètre du cristallin	Épaisseur en μ de la capsule			
			au pôle antérieur	à l'équateur	dans la région rétro-équat.	au pôle postérieur
	Chien:					
16	11 jours	4 mm 8	1,0	2,5	4,5	1,0
17	15 jours	5 mm 6	2,5	3,0	6,0	2,0
18	42 jours	7 mm 4	7,0	3,0	5,5	2,0
	Porc:					
19	12 mm	0 mm 6	0,5 (?)	0,5 (?)	1,0	1,2
20	30 mm	1 mm 3	1,0	1,0	1,8	1,5
	Lapin:					
21	45 mm	2 mm 2	0,5 (?)	0,5 (?)	1,5	1,0
22	2 jours	4 mm 2	2,0	3,3	6,0	1,0
23	6 mois	8 mm 3	18,0	21,0	12,0	3,5
	Souris:					
24	Nouveau-née	0 mm 84	1,0	1,0	1,3	1,0
25	7 jours	1 mm 21	2,0	1,7	2,2	1,3
26	16 jours	1 mm 5	3,3	2,8	2,5	2,0

Chez l'embryon de porc de 30 mm un épaissement rétro-équatorial semble débiter.

Chez le lapin un épaissement rétro-équatorial est douteux sur l'embryon de 45 mm et manifeste 2 jours après la naissance. Chez l'animal de 6 mois la capsule est considérablement épaissie en avant et on ne peut plus reconnaître l'épaissement rétro-équatorial. Mais, d'autre part, il s'est formé un épaissement, d'étendue limitée, à l'équateur même; son maximum est situé immédiatement en avant du tourbillon des fibres cristalliniennes.

Chez la souris de 0 à 16 jours s'il existe un épaissement rétro-équatorial de la capsule ce n'est qu'à un faible degré.

Conclusions. — Chez l'homme, la capsule du cristallin s'épaissit d'une façon très inégale dans ses divers segments pendant la vie intra-utérine.

Au début l'accroissement est plus précoce dans le segment postérieur. La capsule y est plus épaisse que dans le segment antérieur. Le passage de l'un à l'autre se fait d'une façon insensible.

Le segment antérieur s'épaissit ensuite régulièrement jusqu'à la naissance en conservant toujours une épaisseur presque égale dans toute son étendue, ne se modifiant que légèrement et progressivement en se rapprochant de l'équateur.

Pendant avant la naissance une zone de plus grand épaissement paraît s'ébaucher dans la périphérie de ce segment antérieur.

Le segment équatorial de la capsule montre pendant la vie fœtale le même accroissement que le segment antérieur, mais un peu plus lent.

Le segment postérieur se différencie en deux zones, centrale et périphérique. La zone centrale ou polaire, après avoir été la plus avancée, cesse de s'épaissir vers la fin du 4^e mois, où elle semble avoir déjà atteint son épaisseur maxima, celle qu'elle conservera toute la vie. La zone périphérique commence à se caractériser par un épaissement plus prononcé dès la 10^e ou 11^e semaine, et jusqu'à la naissance son épaisseur dépassera de beaucoup celle de toutes les autres régions de la capsule. Presque jusqu'à la naissance, son maximum d'épaisseur augmente en hauteur absolue.

Cet épaissement périphérique représente la continuation de l'épaissement polaire primitif. Jusqu'au 7^e mois il s'éloigne du pôle postérieur et reste à la même distance de l'équateur. A partir du 7^e mois, et après la naissance, il reste à la même distance du pôle, mais l'équateur cristallinien s'éloigne de lui, le diamètre du cristallin continuant à s'accroître encore.

L'extension en surface de la capsule se fait surtout dans la région équatoriale.

Toutes ces particularités de l'accroissement de la cristalloïde peuvent s'expliquer par ses rapports avec les éléments cellulaires du cristallin et les variations d'activité de ceux-ci.

En ce qui concerne la région équatoriale on peut se demander si ces éléments, dans leur déplacement, glissent sur la face interne de la capsule, ou s'ils l'entraînent avec eux sur une certaine étendue.

Chez le chien et chez le lapin jusqu'aux premières semaines après la naissance, le développement de la capsule est analogue. Il y existe notamment à un moment donné un épaissement rétro-équatorial comme chez l'homme.

Über die Entwicklung des Glaskörperkanals.

Von

Prof. J. Stilling, Straßburg.

Mit zwei Abbildungen im Text.

Im vorigen Hefte behandelt Franz die Entwicklungsgeschichte des Glaskörperkanals und kommt zu dem Schluß, dieser sei der letzte Rest der Augenbecherhöhle, der nach Verschuß der Netzhaut-Glaskörperspalte übrigbleibe. Die Ausführungen von Franz sind sehr plausibel, aber folgende Tatsachen sprechen doch zum mindesten stark dagegen.

Der Kanal als solcher ist erst zu finden, wenn sich die Arteria hyaloidea zurückgebildet hat, und die Vergleichung seines Durchmessers bei noch in der Entwicklung begriffenen und vollständig ausgewachsenen Tieren derselben Gattung beweist auf das unzweideutigste, daß der Kanal ursprünglich sehr eng ist, mit dem Wachstum des Auges an Durchmesser zunimmt, bis sein Lumen eine in vielen Tieraugen respektable Größe erreicht. Am leichtesten und deutlichsten kann man sich davon durch die Untersuchung des Rinderauges überzeugen. Beim Kalb ist der Kanal sehr eng, hat vielleicht einen halben Millimeter im Durchmesser; beim Ochsen hingegen hat er einen ziemlich beträchtlichen Durchmesser, zwei Millimeter zum mindesten, und füllt sich sehr leicht, während er beim Kalb nur mit Schwierigkeit aufzufinden und zu füllen ist.

Ist es schon hierdurch recht unwahrscheinlich geworden, daß der Kanal ein embryonaler Rest sei, anstatt einer Bildung, die sich erst mit dem Wachstum des Auges entwickelt, so dürfte das wohl zur Gewißheit werden durch die wirklichen auf Entwicklungshemmung zurückzuführenden Bildungen, welche ich bei der Untersuchung einer allerdings sehr großen Anzahl von Tieraugen gefunden habe, denn sie sind nicht häufig. So fand ich an einem Hammelauge statt des normalen Kanals, der hier nur einen Millimeter Durchmesser zu zeigen pflegt und ebenfalls wie beim Kalbsauge nicht leicht zu finden ist (obgleich er sich in jedem normalen

Schafsauge findet), einen gewaltigen trichterförmigen, den ganzen Glaskörper durchsetzenden Spalt, in dem ein Dutzend normale Kanäle Platz gehabt hätte (Fig. 1).

In der Figur 2 habe ich einen noch auffallenderen Befund skizziert. An einem Ochsenauge fand ich statt des einen normalen Kanals zwei sehr enge, aber sehr kurze Röhren, die in ein gewaltiges Receptaculum führten, welches das Glaskörperinnere, welches in der Norm aus einem sehr konsistenten Kern besteht, einnahm, und seinerseits wieder mit einem

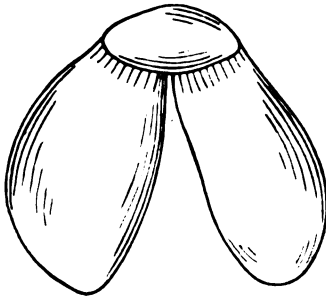


Fig. 1.

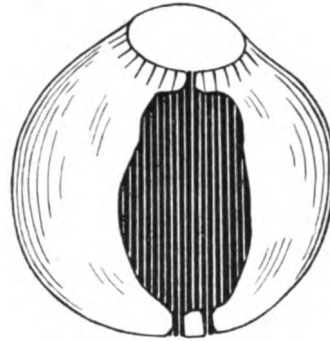


Fig. 2.

engen Kanal nach vorn mündete. Tscherning hat in neuerer Zeit eine ganz ähnliche Beobachtung (auch am Ochsenauge) gemacht. Betrachtet man die Arteria hyaloidea als die erste Anlage des Kanals, so ist man, der Anschauung von Franz entgegenkommend, wohl berechtigt zu sagen, daß hierin der Rest des Glaskörpertrichters zu sehen sei. Aber erst von diesem Rest aus geht die normale Entwicklung des Kanals vor sich, wenn aber infolge einer Entwicklungshemmung der Spalt sich nicht schließt, dann entsteht nicht etwa der Kanal, sondern jene eben beschriebenen an das Monströse streifenden Hemmungsbildungen.

[Aus dem zoologischen Institut der Königl. Landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin.]

Beiträge zur Kenntnis des Akkommodationsapparates bei Reptilien.

Von

Wilhelm Fritzberg.

Mit neun Abbildungen im Text.

Einleitung.

Bis vor einigen Jahren hatte man gemäß den Untersuchungen von Th. Beer (1898) angenommen, daß im Auge der Reptilien und Vögel die Akkommodation in der gleichen Weise zustande käme, wie sie von Helmholtz zuerst für das Auge des Menschen dargestellt wurde. Hiernach ist im Ruhezustande des Auges die Vorderfläche der elastischen Linse durch die Spannung der Zonulafasern abgeflacht. Findet nun durch Kontraktion der Ciliarmuskeln eine Entspannung der Zonula statt, so wird infolge ihrer Elastizität die Linse ihre ursprüngliche gewölbtere Gestalt annehmen und so die Akkommodation zustande kommen. Dieses ist in kurzen Worten der Akkommodationsvorgang, wie man ihn sich auch allgemein bei den Sauropsiden vorstellte, bis C. Heß in seiner umfangreichen Arbeit „Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Akkommodationsvorganges“ den Beweis brachte, daß bei Reptilien und Vögeln die Akkommodation durch direkten Druck der Iris und des Ciliarkörpers auf die vorderen Partien der Linse zustande kommt.

Heß schreibt hierüber: „Die Wölbungsvermehrung der Linse erfolgt bei Reptilien und bei Vögeln durch Druck der Binnenmuskulatur auf die vor dem Äquator gelegenen Partien der Linsenvorderfläche; die peripheren Teile dieser werden dadurch abgeplattet, die um den vorderen Pol gelegenen stärker gewölbt. Zwischen Äquator und vorderem Pol entsteht eine nach vorn konkave, mehr oder weniger flache, rinnenförmige Einsenkung in der Linsenvorderfläche. Im Ruhezustande zeigt letztere eine der

sphärischen sich nähernde Form, bei Akkommodation entfernt sie sich von dieser.“ Dann weiter: „Während der Akkommodation steht bei Reptil und Vogel die Linse unter erhöhtem Drucke und entfernt sich dadurch von ihrer weniger gewölbten Ruheform, beim Menschen steht sie während der Akkommodation unter vermindertem Drucke und nähert sich dadurch ihrer stärker gewölbten Ruheform.“

Während Beer der Irismuskulatur jegliche Rolle beim Akkommodationsvorgange abspricht, ist, wie wir eben gesehen haben, Heß auch hier entgegengesetzter Ansicht und Fischer, der Mitarbeiter Heß', hebt in einer Erwiderung an Wychgram ausdrücklich hervor, daß die Formveränderung der Linse durch Druck der Binnenmuskeln des Auges hervorgerufen würde, zu denen „bekanntlich auch die bei Reptilien und Vögeln ja besonders starken Irismuskeln gehören“. Ich hebe diese Angabe hier noch besonders hervor, da sie für die späteren Ergebnisse meiner Untersuchungen von Bedeutung ist. Das Zustandekommen der Akkommodation ist von dem Druck des Glaskörpers unabhängig, da sowohl von Beer wie von Heß eine Vorwölbung der Linse auch nach Entfernung des Glaskörpers in dem gleichen Maße festgestellt wurde.

Auf die Arbeiten anderer Autoren, wie Pflugk, Heine, Wychgram, möchte ich hier nicht weiter eingehen und mich mit der Nennung der Namen derselben begnügen. Näheres über die Arbeiten dieser Autoren findet sich in der von Heß in diesem Jahre (1912) veröffentlichten, zusammenfassenden und ausführlichen Bearbeitung der Physiologie des Gesichtssinnes.

Für die einzelnen Tiere wurde nun eine sehr verschiedene Vorwölbung der Linse beobachtet, was ja auch kaum überraschend ist. Bei Tieren, die eine amphibiotische Lebensweise haben, also sowohl im Wasser und auf dem Lande sehen müssen, wurde die stärkste Vorwölbung festgestellt. Der Grund hierfür ist im folgenden zu suchen: Bekanntlich ist der Brechungsindex der Cornea dem des Wassers annähernd gleich zu setzen; eine Brechung der in das Auge einfallenden Strahlen durch die Cornea findet also im Wasser nicht statt. Für Tiere, die ausschließlich in diesem letzteren Medium leben, ist dieses von geringer Bedeutung, da ihr Auge, diesem Umstand entsprechend, eine Linse von kugelige Gestalt besitzt, wie wir sie bei Fischen und in konvergenter Ausbildung bei Walen finden. Anders bei den oben erwähnten Formen. Bei ihnen findet beim Übergang in das Wasser eine plötzliche Ausschaltung der Cornea-Strahlenbrechung statt, und notwendige Vorbedingung für ein deutliches Sehen unter Wasser ist infolgedessen die Fähigkeit einer starken Formveränderung der Linse.

Die verschiedene Fähigkeit der einzelnen Tiere zu akkommodieren, muß natürlich auch eine verschieden starke Ausbildung der Organe zur Folge haben, die bei der Akkommodation eine Rolle spielen. In Betracht kommt hier wohl in erster Linie die Muskulatur. Wäre es nur die Aufgabe der Akkommodationsmuskulatur, so darf ich sie wohl einmal nennen, eine Entspannung der Zonula zu bewirken, so könnte man wohl kaum nennenswerte Unterschiede in ihrer Ausbildung erwarten, denn die von dieser Muskulatur zu vollführende Leistung würde, ob kleinere oder größere Akkommodationsbreite, im wesentlichen wohl die gleiche sein. Anders aber, wo die Formveränderungen der Linse durch direkten Druck der Binnenmuskulatur bewirkt werden. Hier werden sich wohl bei eingehender Untersuchung mit Sicherheit Unterschiede feststellen lassen.

Wenn man nun also Tiere mit amphibiotischer Lebensweise mit verwandten Lufttieren vergleicht, so wird nach den Heßschen Befunden zu erwarten sein, daß bei jenen die Akkommodationsmuskulatur stärker ausgebildet ist, als bei diesen, und für den Fall, daß diese Untersuchungen dieses wirklich ergeben, würde damit eine indirekte Bestätigung der Ergebnisse des Würzburger Forschers erbracht sein.

Beer sowohl als Heß haben bei der Teichschildkröte eine außerordentliche Vorwölbung der Linsenvorderfläche beobachten können, ja der erstere empfiehlt sie geradezu „als ein klassisches Demonstrationsobjekt beim Unterricht zur Lehre von der Akkommodation des Auges“, während die Vorwölbung bei Land- und Seeschildkröten bei weitem nicht so bedeutend war. Auch Beer sucht die Erklärung hierfür in der Lebensweise der Tiere. Die Schildkröten schienen mir infolgedessen zur Lösung dieser Frage äußerst günstige Untersuchungsobjekte zu sein. Für den Fall, daß die Untersuchungen an diesen zu günstigen Resultaten führten, war ferner eine vergleichende Untersuchung der Augen von Wasser- und Landschlangen vorgesehen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungen wurden an Schnittserien gemacht, die mit Hämatoxylin-Eosin oder mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden. Die Augen wurden in den meisten Fällen nicht herauspräpariert, sondern die in eine linke und eine rechte Hälfte geteilten Köpfe *in toto* geschnitten, was eine bessere Orientierung auf den Schnitten ermöglichte. Zu diesem Zwecke wurden die Köpfe nach der Konservierung mit der Orthschen

Entkalkungsflüssigkeit behandelt¹⁾. Der Entkalkungsprozeß dauerte in der Wärme etwa 3—4 Tage bei häufigem Wechsel der Flüssigkeit. Die Objekte wurden alsdann in Paraffin eingebettet.

Da das Pigment bei der Untersuchung äußerst störend wirkt, ja einen klaren Einblick oft gänzlich verhindert, wurde es nach dem Vorbilde von Alexander Alfieri (1897) und Grunert (1898) durch Behandlung mit Kaliumpermanganat und Oxalsäure entfernt. Die Schnitte werden mit einer Lösung des Salzes (1:2000) etwa 12 Stunden lang behandelt. Sie nehmen hier eine bräunlich schwarze Färbung an, die sie aber nach einer etwa halbstündigen Behandlung mit Oxalsäure (1:300) wieder verlieren. In fließendem Leitungswasser einige Zeit gründlich gespült, können sie alsdann weiter behandelt werden. Auf die Erhaltung des Gewebes hatte dieses Depigmentierungsverfahren wenig Einfluß, auch ließen sich die Schnitte jedenfalls mit den oben erwähnten Methoden gut färben. Wichtig ist eine gute Fixierung der Schnitte auf dem Objektträger, da sie sonst bei der langen Behandlung leicht fortschwimmen. Um dieses zu verhindern, wurden sie mit einem dünnen Überguß von Photoxylin versehen, der nach Färbung und Entwässerung der Schnitte vor dem Eindecken in absolutem Alkohol + Äther wieder aufgelöst wird. Konserviert wurde das Material ausschließlich in Sublimat-Eisessig.

Untersucht wurden: *Testudo graeca*, *Emys lutaria*, *Thalassochelys corticata*; *Pelias berus*, *Tropidonotus natrix*, *Tropidonotus tessellatus*; *Lacerta vivipara*, *Lacerta viridis*, *Tarentola mauritanica*, *Anguis fragilis*; *Alligator mississippiensis*.

Die Muskulatur der vorderen Augenkammer und ihre Aufgabe.

Iris und Corpus ciliare der Reptilien, speziell auch der Schildkröten, deren genauere Untersuchung zur Lösung unserer Frage ja in Betracht kommt, sind wiederholt beschrieben worden. Zuletzt von Kopsch (1892). Im allgemeinen habe ich bei meinen Untersuchungen die Angaben der Literatur bestätigt gefunden. Zu dem alten Bekannten konnte ich aber noch manches Neue hinzufügen. Ich werde zuerst eine allgemeine Übersicht über diese Verhältnisse geben, um dann später bei der Beschreibung der Unterschiede auf einige Teile genauer einzugehen.

Die Iris der Schildkröten, die vom Pupillarrande bis zum Ciliar-

¹⁾ Orthsche Entkalkungsflüssigkeit: 70% iger Alkohol 100 ccm., Salpetersäure 3—4 ccm., Natriummuriat 0,25 g.

körper allmählich an Dicke zunimmt, so daß sie auf dem Querschnitte etwa die Form eines Keiles zeigt (s. Fig. 1), wird nach innen von einem zweischichtigen Epithel, dem inneren und äußeren Blatt der sekundären Augenblase begrenzt. Das Epithel besteht aus kubischen Zellen, deren äußere Lage etwa doppelt so hoch ist als die innere, während am Ciliarkörper die Größenverhältnisse der beiden Zellschichten gerade umgekehrt sind. Hier besteht das innere epitheliale Blatt, also das, welches unmittelbar dem Glaskörper anliegt, aus hohen zylindrischen Zellen, mit je einem länglichen Kerne, während die Kerne der kubischen Zellen rundliche Ge-

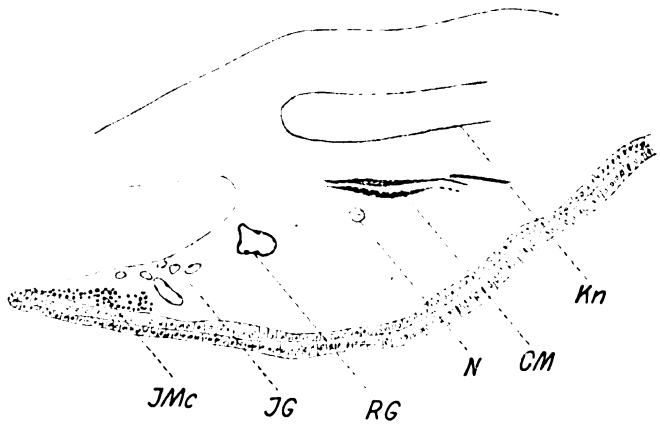


Fig. 1. Radiärschnitt durch Iris und Ciliarkörper von *Testudo graeca*.
 CM = Ciliarmuskel; JG = Irisgefäße; JMc = circuläre Irismuskulatur;
 Kn = Knochenring; N = Nerv; RG = Ringgefäß.

stalt haben. In der Gegend der Ora serrata werden die Zellen dann wieder bedeutend niedriger.

Dem Epithel unmittelbar aufgelagert ist die Irismuskulatur, bei der man zirkuläre und radiäre Fasern unterscheiden kann. Sowohl bei *Emys* als bei *Testudo* fand ich stets Radiärfasern, was ich besonders hervorheben möchte, da Kopsch diese bei der letzteren „gänzlich vermißt“. Schon H. Müller erwähnt, daß er bei Schildkröten einen Dilatator, also radiäre Fasern, habe nachweisen können. Die Ringmuskulatur übertrifft die radiäre bei weitem an Mächtigkeit.

Über der Muskulatur verlaufen die Irisgefäße, die bei den Schildkröten sehr zahlreich sind; nur ganz vereinzelt findet sich auch ein Gefäß zwischen den Muskeln eingelagert. Das einfache Endothel, welches nach Hoffmann die Iris nach außen (d. h. nach der vorderen Augenkammer) begrenzen soll, konnte ich nicht nachweisen.

Eine scharfe Trennung zwischen Iris und Ciliarkörper läßt sich nicht machen, beide gehen ohne jede Abgrenzung ineinander über (s. Fig. 1). Der Ciliarkörper ist von einem lockeren Bindegewebe ausgefüllt, auf dessen feineren histologischen Bau ich hier nicht näher eingehe, da er für unsere Fragen nicht von Bedeutung ist. Für uns von Wichtigkeit ist die Muskulatur des Ciliarkörpers. Diese ist bereits häufiger beschrieben. Überall wird ein in meridionaler Richtung verlaufender Ciliarmuskel erwähnt, während die Angaben über die Anwesenheit von zirkulären Fasern sehr verschieden sind.

In Bronn finde ich: „Bei den Schildkröten besteht dieser Muskel ausschließlich aus Längsfasern, von ringförmigen Bündeln traf ich keine Spur.“

Mercanti (nach Hoffmann) beschreibt bei *Cistudo europaea* zirkulär verlaufende Muskelfasern.

Kopsch fand bei *Testudo tabulata* „eine große Anzahl zirkulär laufender Fasern“, während er bei *Emys emboidea* zirkuläre Fasern „nicht nachweisen konnte“.

Auch Heß (1912) erwähnt, daß er neben meridionalen auch zirkuläre Fasern gefunden habe.

Über den genaueren Verlauf der meridionalen Fasern kann ich folgende Angaben machen: Sie entspringen an dem Übergang der inneren Partien der Sclera in die Cornea; auf günstig getroffenen Schnitten kann man deutlich die bindegewebigen Fortsetzungen der einzelnen Fasern in die Cornea hinein verfolgen. Von hier laufen sie an der Innenfläche des Knochenringes, von diesem durch Bindegewebe getrennt, zur Choroida, wo sie inserieren. Hoffmann schreibt hierüber: „Von der inneren Oberfläche des Knochenringes der Sclerotica, dort wo derselbe in das Gewebe der Cornea übergeht, entspringt ringförmig der *Musculus ciliaris* . . .“ Dieses habe ich an keiner Stelle beobachten können, stets sind auch hier die Fasern vom Knochenring durch Bindegewebe getrennt. Da das Gewebe dort stark mit Pigment durchsetzt ist, war ein klarer Einblick in die Verhältnisse erst an depigmentierten Schnitten zu gewinnen.

Die Stärke des Ciliarmuskels ist nicht in allen Teilen des Auges gleich, die einzelnen Fasern stehen untereinander nur in losem Zusammenhange, häufig durch lockeres Bindegewebe voneinander getrennt.

Ringförmig verlaufende Fasern fand ich sowohl bei *Emys* als auch bei *Testudo*; da hingegen ihre Lage eine verschiedene ist, will ich erst in dem folgenden Teile näheres hierüber bringen. In der Literatur finde ich an keiner Stelle genauere Angaben über die Lage dieser zirkulären Muskeln.

Neben dieser zirkulären und meridionalen Ciliarmuskulatur findet sich noch ein von Heß zum ersten Male (1912) für Schildkröten beschriebener, in den unteren Partien des Ciliarkörpers gelegener „Transversalmuskel“, auf den ich an dieser Stelle noch nicht näher eingehe, da er weiter unten in einem besonderen Teile ausführlicher besprochen werden soll.

Welche Unterschiede haben sich nun bei der Untersuchung der für uns in Betracht kommenden Teile ergeben? Zuerst bei der Muskulatur: der soeben beschriebene meridionale Ciliarmuskel ist bei den Sumpfschildkröten bei weitem stärker ausgebildet. Die einzelnen Fasern sind zahlreicher und nicht so locker angeordnet, ja fast nie durch Bindegewebe voneinander getrennt, während bei *Testudo* beinahe jede Faser einzeln verläuft. Auch ist die Muskellage bei *Emys* von einer größeren Dicke. In der Chorioidea sind die meridionalen Muskelfasern in einzelne Bündel angeordnet, während in ihrem weiteren Verlaufe im Ciliarkörper diese Anordnung immer undeutlicher wird. Häufig kreuzen sich die Fasern der verschiedenen Bündel hier, indem sie nicht die meridionale Richtung einhalten, sondern im schrägen Verlaufe die benachbarten Muskelpartien durchdringen, um dann an der Cornea-Scleralgrenze zu inserieren. Diese Anordnung in einzelne Bündel, die durch kleine Zwischenräume voneinander getrennt sind — natürlich nur in den in der Nähe der Chorioidea gelegenen Teilen des Ciliarmuskels —, bewirkt, daß die bei der Kontraktion erfolgende Verbreiterung der Muskulatur ohne wesentliche gegenseitige Behinderung vor sich gehen kann. Bei der Sumpfschildkröte tritt diese Differenzierung des Ciliarmuskels infolge seiner weit stärkeren Ausbildung deutlicher hervor. In der Chorioidea gehen die einzelnen Bündel in ein sehniges Bindegewebe über, das sich durch Färbung und Struktur deutlich von den bindegewebigen Lamellen der Aderhaut unterscheidet.

Ringförmig verlaufende Muskelfasern fand ich bei den Sumpfschildkröten fast ausschließlich scleral von den meridionalen. Nur in dem unteren nasalen Teile des Ciliarkörpers findet sich auch innerhalb ein kurzes, breites Bündel, das aber wahrscheinlich mit dem noch weiter unten zu besprechenden Transversalmuskel in Zusammenhang steht. Die außerhalb der meridionalen gelegenen zirkulären Muskelfasern liegen etwas unterhalb des Überganges der ersteren in die Cornea (s. Fig. 2). Diese Muskellage ist nicht in allen Teilen gleich dick. In den unteren und nasalen Partien des Auges sind die Fasern besonders zahlreich, sie bilden hier ein ununterbrochenes ringförmiges Muskelbündel, während sie temporal nur vereinzelter vorkommen.

Diese ringförmige Muskulatur wird die meridionale, deren Aufgabe es ja bekanntlich ist, durch Vorziehen des Ciliarkörpers diesen und seine Fortsätze gegen die Linse zu pressen, in ihrer Wirkung verstärken, indem sie bei eintretender Kontraktion von außen her einen Druck auf die meridionalen Fasern ausübt. Man kann sich das am besten wohl so vorstellen: Läßt man auf ein zwischen zwei Punkten eingespanntes Band einen Druck wirken, so wird auf dessen Endpunkte ein Zug ausgeübt, und diese werden das Bestreben haben, sich einander zu nähern. Das angespannte Band stellen in unserem Falle die in Kontraktion befindlichen meridionalen Ciliarmuskelfasern dar, der Druck wird von den ringförmig verlaufenden ausgeübt. Es werden also in ähnlicher Weise die beiden

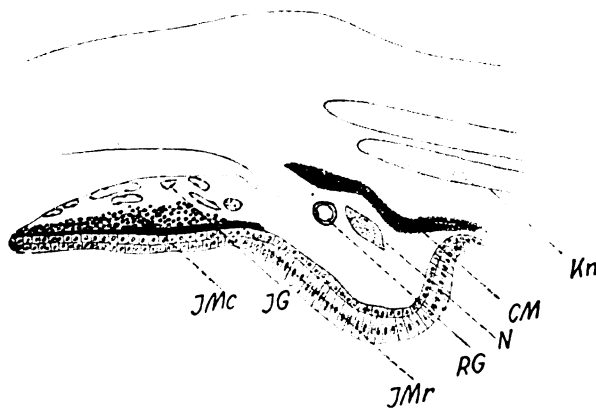


Fig. 2. Radiarschnitt durch Iris und Ciliarkörper von *Emys lutaria*.
JMr = radiäre Iris-muskulatur; die übrigen Bezeichnungen siehe Figur 1.

Insertionsstellen der Ciliarmuskelfasern einander genähert, der Ciliarkörper folglich gegen die Linse noch weiter vorgezogen werden. An anderer Stelle, etwa innerhalb, würden sie nicht von nennenswertem Einflusse für die Stärke der Akkommodation sein. Aber an dieser Stelle wird auch schon ein geringer Druck auf den gespannten Ciliarmuskel diesen in seiner Aufgabe wesentlich unterstützen.

Bei den Landschildkröten fand ich an dieser Stelle niemals ringförmig verlaufende Ciliarmuskulatur, sondern stets innerhalb der meridionalen, und zwar in gerade nicht geringer Ausbildung. Eine große Zahl dieser zirkulären Fasern behält nun eigentümlicherweise nicht ihre ursprüngliche Richtung bei, sondern beginnt in meridionaler Richtung umzubiegen. Dieses Umbiegen erfolgt nicht immer in gleichem Sinne, etwa so, daß die Fasern ringförmig, in der Richtung des Uhrzeigers verlaufen

und dann von Zeit zu Zeit umbiegen, sondern auch entgegengesetzt, so daß es vorkommt, daß die meridionalen Fortsetzungen zweier zirkulärer Muskelbündel sich kreuzen. Auf eine bestimmte Strecke hin pflegt allerdings die Richtung die gleiche zu sein; im allgemeinen in den sich gegenüberliegenden Teilen des Auges eine entgegengesetzte.

Weit größere Unterschiede als bei der Ciliarmuskulatur finden sich in der Ausbildung der Muskulatur der Iris. Während wir bei Emys eine dichte Schicht von ringförmig verlaufenden Muskelbündeln haben, die zwischen sich kaum Platz lassen für die wenigen sie durchdringenden Nerven und Gefäße, ist die Anordnung dieser Muskulatur bei Testudo eine weit lockrere. Die einzelnen Bündel des Sphincters liegen hier, besonders weiter außen (also nach dem Ciliarkörper zu) gesondert, durch schräg verlaufende Fasern miteinander in Verbindung stehend. In der Nähe des Pupillarrandes, wo die Muskelfasern unmittelbar dem sich hier hochwölbenden Epithel anliegen, ist die Lagerung eine dichtere. Bei den Sumpfschildkröten nimmt der Sphincter die ganze Breite der Iris vom Pupillarrande bis zum Ciliarkörper ein, ja die äußersten Bündel liegen schon in dem letzteren; infolge ihres unmittelbaren Zusammenhanges mit der Sphinctermuskulatur sind sie aber wohl mit zu dieser zu rechnen.

In radiärer Richtung verlaufende Muskelfasern sind in der Iris von Testudo in nur äußerst geringer Zahl vorhanden, so wenig wie bei keinem anderen von mir untersuchten Reptil. Sie liegen entweder dem Epithel direkt auf, oder jedenfalls in der Nähe desselben, und zwar immer mehrere zu einem kleinen Bündel vereinigt, das dann bald in zirkulärer Richtung umbiegt. Auch sieht man bisweilen radiäre Fasern, von äußeren Ringmuskeln ausgehend, nach innen verlaufen, wo sie dann bald wieder eine zirkuläre Richtung einnehmen. Schließlich pflegen noch von Zeit zu Zeit in den äußersten Teilen des Sphincters kleinere Muskelbündel eine radiäre Richtung einzunehmen, um dann schließlich in bindegewebige Fasern auszulaufen, die die gleiche Färbung und Struktur zeigen, wie die weiter oben bei der Ciliarmuskulatur erwähnten. Diese verschiedenen radiären Fasern halte ich nicht für den Dilator, sondern ich möchte sie als Insertionsfasern des Sphincters ansehen, indem sie einmal einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Muskelbildungen, dann aber auch zwischen der gesamten Muskulatur und dem weiter nach außen gelegenen Bindegewebe herstellen.

In ganz anderer Weise ist die radiäre Muskulatur in der Iris der Sumpfschildkröten ausgebildet, und wenn Faber sagt: „Der Dilator pupillae bildet bei den Reptilien ebensowenig wie bei den Vögeln eine ununterbrochene Schicht“, so trifft das für die Sumpfschildkröten nicht zu.

Hier haben wir eine ununterbrochene, häufig mehrschichtige Lage von radiär verlaufenden quergestreiften Muskelfasern, die, in der Nähe des Pupillarrandes inserierend, bis in den Ciliarkörper hinreichen. An ihrer Insertion biegen die Fasern allgemein in zirkulärer Richtung um, was auch schon Faber beobachtete. Dagegen kann ich seine Mitteilung: „Die meisten Radiärfasern gehen bereits am äußeren Rande des Sphincters in diesen über . . .“, nicht bestätigen. Bei den Sumpfschildkröten läuft die bei weitem größte Zahl bis zum Pupillarrande, nur vereinzelt beobachtet man ein Umbiegen schon vorher etwa auf halbem Wege. In die äußeren Partien des Sphincters sah ich niemals radiäre Fasern umbiegen, was, da ja die zirkulären Bündel bis in den Ciliarkörper hineinreichen, auch kaum wahrscheinlich ist.

Bei den von mir untersuchten Echsen und Schlangen fand ich ganz ähnliche Verhältnisse, nur bei den Lacertiden, bei denen der Sphincter nur etwa zur Hälfte die Iris bedeckt, sieht man größere Mengen dieser Fasern bereits am äußeren Rande desselben umbiegen. Im übrigen stößt eine allgemeine Schilderung über diese radiäre Irismuskulatur infolge ihrer verschiedenartigen Lagerung und Stärke auf große Schwierigkeiten. Die Ausbildung des Sphincters ist einheitlicher, so daß die oben für die Landschildkröten gegebene Schilderung für alle Reptilien gelten kann.

Wenn wir noch einmal kurz zusammenfassen, so haben wir bei den Sumpfschildkröten weit stärkere Ausbildung der meridionalen Ciliarmuskulatur als bei den Landschildkröten, die zirkuläre ist bei beiden etwa gleich. Auffallende Unterschiede ergaben sich bei der Untersuchung der Irismuskulatur; sowohl zirkuläre als auch radiäre Fasern überwiegen bei Emys bei weitem.

Endlich war es noch von Interesse, Iris und Corpus ciliare der Seeschildkröten auf die für uns hier in Frage kommenden Verhältnisse genauer zu untersuchen, zumal, da sich in der Literatur nur Angaben über Testudo und Emys finden. Ein direkter Vergleich mit den beiden anderen Formen war allerdings nicht möglich; die verschiedenen Größenverhältnisse lassen diesen nicht ratsam erscheinen. Zur Untersuchung standen mir die Augen von zwei *Thalassochelys corticata* zur Verfügung.

Was ich oben in dem allgemeinen Teile über den Bau der Iris und des Corpus ciliare der Schildkröten gesagt habe, gilt auch für *Thalassochelys corticata*; uns wird also im folgenden hauptsächlich die genauere Anordnung und Stärke der Muskulatur dieser Partien beschäftigen.

Die zirkuläre Irismuskulatur findet sich über die ganze Breite der Iris verteilt. Während am Pupillarrande und in der Nähe des Ciliar-

körpers die einzelnen Bündel äußerst stark und sehr zahlreich sind, erscheint die Muskulatur in den mittleren Partien der Iris weniger kräftig.

Die radiäre Irismuskulatur ist im Ciliarkörper und den äußeren Partien der Iris sehr stark entwickelt. Auf Flachschnitten durch die Iris erkennt man deutlich, wie die radiären Muskelfasern im Ciliarkörper in kräftigen Bündeln zusammenliegen. Dieselben biegen zum großen Teile schon am äußeren Rande der Iris in die zirkuläre Muskulatur um, die hier besonders dicht und massig ist. Im Verhältnis zu diesen nur wenige Fasern breiten sich über die Oberfläche der Iris aus, wo sie dann ebenfalls nach kürzerem oder längerem Verlaufe in zirkulärer Richtung umbiegen.

Die Ciliarmuskulatur zeigt eine ähnliche Anordnung, wie wir sie bei Testudo haben, auch hier sind die einzelnen kleineren Muskelbündel durch Bindegewebe voneinander getrennt. Die Muskulatur ist im allgemeinen sehr kräftig; besonders auffallend ist die große Zahl zirkulär verlaufender Muskelbündel, so daß es fast den Anschein hat, als ob diese die meridionalen überträfen, zum mindesten ihr aber gleichkämen. Der Verlauf der meridionalen Muskulatur ist der bekannte, die zirkuläre liegt im allgemeinen innerhalb der ersteren. In gleicher Weise wie bei Testudo sah ich, wie ursprünglich ringförmig verlaufende Muskelbündel nachher in meridionaler Richtung umbiegen.

Nach den eben dargelegten Ergebnissen meiner Untersuchungen schien es von großem Interesse, festzustellen, ob ähnliche durchgreifende Unterschiede in der Größenausbildung des Akkommodationsapparates, wie sie durch eine verschiedene Lebensweise bedingt werden, sich auch bei anderen Gruppen der Reptilien finden. Es war naheliegend, hier die Schlangen zur Untersuchung zu wählen, und zwar die Würfelnatter (*Tropidonotus tessellatus*), ein Tier mit ausgesprochen amphibiotischer Lebensweise, die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), die ebenfalls ins Wasser geht und endlich die Kreuzotter (*Pelias berus*), als ausschließliches Landtier. Der Akkommodationsvorgang ist nach den Untersuchungen Heß' der gleiche, wie er schon oben auseinandergesetzt wurde. Die Annahme von Beer, daß die Akkommodation bei den Schlangen durch Änderung der Entfernung der Linse von der Retina zustande kommt, scheint mir nach den Untersuchungen von Heß kaum den Tatsachen zu entsprechen. Von Beer wie von Heß wurde bei allen Schlangen keine wesentliche Vorwölbung der Linse beobachtet, außer bei der Würfelnatter. Hier konnte Heß eine ähnliche Deformierung der Linsenvorderfläche feststellen, wie bei den Schildkröten. Diese Beobachtungen schienen von vornherein ein günstiges Ergebnis der Untersuchungen zu gewährleisten.

Die Iris der Schlangen ist weit dünner als die der Schildkröten; in den mittleren Teilen gleich dick, verjüngt sie sich etwas nach dem Pupillar- und auch nach dem Ciliarrande. An dem Irisepithel ist die äußere Zellreihe weit niedriger als die innere, der Linse anliegende; also umgekehrte Größenverhältnisse wie sie oben für die Schildkröten beschrieben wurden. Dem Epithel aufgelagert, finden sich radiäre quergestreifte Muskelfasern (s. Fig. 3 u. 4). Die Lageverhältnisse der ringförmigen Muskelbündel sind nicht in allen Teilen der Iris die gleichen. Während sie in der Nähe des Pupillarrandes und des Ciliarkörpers unmittelbar oberhalb der radiären Fasern verlaufen, werden sie in den

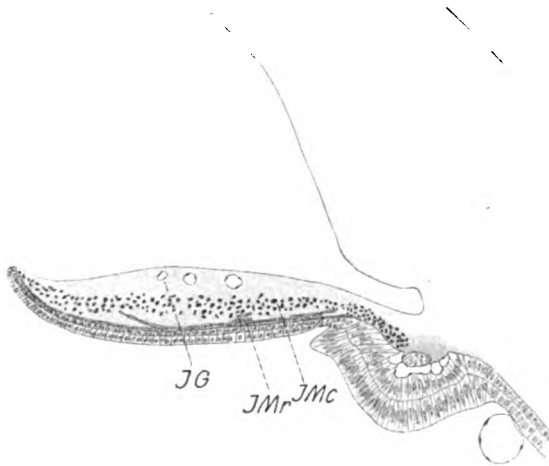


Fig. 3. Radiärschnitt durch Iris und Ciliarkörper von *Tropidonotus tessellatus*.
Bezeichnungen siehe Figur 1 und 2.

mittleren Partien durch Bindegewebe von diesen getrennt. Die Zahl der nach außen von der Muskulatur liegenden Gefäße ist bei weitem nicht so groß, wie bei den Schildkröten, so daß diese äußere Irisschicht hauptsächlich von Bindegewebe ausgefüllt wird.

An der Grenze zwischen Iris und Ciliarkörper liegen kräftige, zirkuläre Muskelbündel, von denen schwer zu sagen ist, ob man sie als äußerste Sphincterpartien oder als Ciliarmuskulatur ansprechen soll. In der Literatur werden sie allgemein als zirkuläre Ciliarmuskeln beschrieben. Meridional verlaufende Muskelfasern kommen im Ciliarkörper der Schlangen nicht vor, eine von den Besonderheiten, durch die sich dieses Auge von dem der anderen Reptilien unterscheidet. Der Ciliarkörper selbst zeigt ebenfalls einen ganz abweichenden Bau. Die beiden Epithellamellen bestehen aus hohen zylindrischen Zellen, diejenigen der inneren sind etwas

höher. Dem Epithel unmittelbar aufgelagert sind mehrere zirkulär verlaufende Capillaren, die untereinander in Verbindung stehen. Oberhalb derselben sieht man einen starken Nerven ebenfalls zirkulär verlaufen. Das Stroma des Ciliarkörpers besteht aus sehr dicht angeordneten, bindegewebigen Fasern, die, in die Chorioidea übergehend, eine schmale, aber feste Verbindung zwischen beiden herstellen.

Auch hier ergaben sich wieder äußerst auffallende Unterschiede in der Ausbildung der Muskulatur. Bei der Würfelnatter nimmt diese den bei weitem größten Raum der Iris ein (s. Fig. 3). Besonders stark und zahlreich ist die Ringmuskulatur, die eine mehrschichtige, fast ununterbrochene Lage von starken Bündeln bildet, die, am Pupillarrande be-

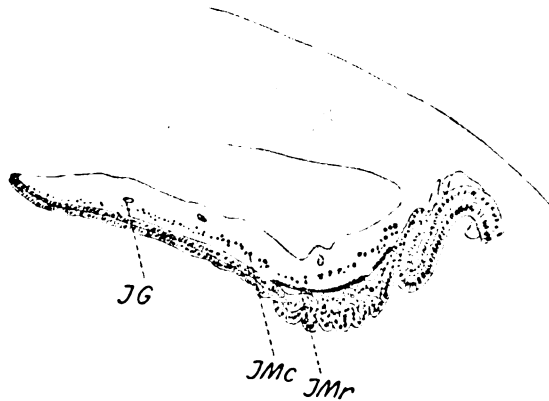


Fig. 4. Radiärschnitt durch Iris und Ciliarkörper von *Pelias berus*.
Bezeichnungen siehe Figur 1 und 2.

ginnend, bis in den Ciliarkörper hineinreicht. Zwischen den einzelnen Bündeln besteht ein inniger Zusammenhang, indem Fasern der weiter nach innen (d. h. nach dem Pupillarrande) gelegenen Bündel zu den nach außen (d. h. nach dem Ciliarkörper) liegenden, in schräger Richtung verlaufen und umgekehrt, so daß auf diese Weise ein dichtes, kaum zu entwirrendes Geflecht von Muskelbündeln entsteht. Der Grund für diese außerordentlich innige Verknüpfung der ringförmigen Irismuskulatur ist vielleicht darin zu suchen, daß infolge des Fehlens der meridionalen Ciliarmuskulatur die erstere die Aufgaben der letzteren mit übernommen hat¹⁾.

¹⁾ Ich beobachtete eine ähnliche Ausbildung übrigens auch bei anderen Reptilien, so bei den Lacertiden und Geckonen, auch für die Schildkröten wurde schon weiter oben ähnliches beschrieben.

Ferner werden durch diese Verknüpfung der einzelnen zirkulären Muskelbündel untereinander einmal bei der Kontraktion etwaige Zerrungen verhindert, dann aber wird auch hauptsächlich die Festigkeit der Iris bedeutend erhöht, was für ihre Aufgabe, die ihr bei dem Akkommodationsvorgange zukommt, wie wir weiter unten sehen werden, von großem Werte ist.

Die radiäre Irismuskulatur ist ebenfalls kräftig ausgebildet, wengleich auch nicht in dem Maße wie bei den Sumpfschildkröten. Die einzelnen radiären Fasern liegen im Ciliarkörper in kleineren Bündeln zusammen, die sich dann zum Teil auf der Oberfläche des Irisepithels ausbreiten, zum Teil aber auch zwischen der ringförmigen Muskulatur verlaufen. Die letzteren pflegen schon weiter nach außen in diese umzubiegen, während die zuerst erwähnten meist erst in der Nähe des Pupillarrandes inserieren. An ihren Enden pflegen sich die Fasern zu teilen, und zwar in zwei ungleich starke Ästchen. Zwischen beiden liegt



Fig. 5. Muskelfasern aus der Iris von *Tropidonotus natrix*.

im Zellplasma eingebettet ein ovaler Kern; auch in den Fasern selbst beobachtet man länglichovale Kerne (s. Fig. 5¹).

Bei der Ringelnatter findet sich ebenfalls eine kräftig ausgebildete Irismuskulatur, wenn auch die zirkulär verlaufende gegen die der Würfelnatter zurücktritt.

Hingegen scheinen mir die Unterschiede zwischen der amphibiotisch lebenden Würfelnatter und der Kreuzotter noch weit auffallendere zu sein, als die weiter oben für die Schildkröten beschriebenen. — Nur am Ciliarrande haben wir eine etwas dichtere Anordnung der Muskulatur, der hier gelegene zirkuläre Ciliarmuskel erscheint ziemlich kräftig, während die Muskulatur der Iris, je näher wir dem Pupillarrande kommen, immer spärlicher wird. Die einzelnen zirkulären Bündel liegen hier weit einzelner, bisweilen bilden sie nur eine einfache Lage. Radiäre Fasern

¹) Genau die gleichen Bilder beobachtete ich bei den anderen beiden Schlangen und bei *Lacerta viridis*.

sind ebenfalls nur in geringer Zahl vorhanden, im allgemeinen nur dem Epithel aufgelagert, nicht auch zwischen den zirkulären Bündeln.

Wie lassen sich diese Unterschiede in der Ausbildung der Ciliar- und Irismuskulatur bei *Emys* und *Tropidonotus tessellatus* einerseits, und bei *Testudo* und *Pelias berus* andererseits mit dem Akkommodationsvorgange in Einklang bringen? Bei der ersteren bedarf es wohl keiner näheren Erörterung, das größere Akkommodationsvermögen hat eben eine dementsprechende stärkere Entfaltung des typischen Akkommodationsmuskels zur Folge, wie wir sie einmal bei den Sumpfschildkröten, dann aber auch bei der Würfelnatter nachweisen konnten.

Anders ist es hingegen bei der Irismuskulatur, zumal da die Unterschiede noch bei weitem größer und auffallender sind. Da ist zuerst die Frage wohl die nächstliegende, ob diese verschiedene Ausbildung der Irismuskulatur sich in Zusammenhang bringen läßt mit der ursprünglichen Funktion der Iris, nämlich der Regulierung der auf das Auge einwirkenden Lichtmengen? Die Antwort kann, wie wir sehen werden, nur eine Verneinung sein. Einmal sind wenigstens bei den Schildkröten die Iris für die wechselnde Einwirkung des Lichtes nicht empfindlich. Heß, der eingehende Untersuchungen hierüber angestellt hat, konnte Lichtreaktionen an der Iris überhaupt nicht nachweisen. Ich bin bei meinen Beobachtungen zu dem gleichen Resultat gelangt. Zwei kleine Schildkröten wurden mehrere Stunden im Dunkeln gehalten. Als ich sie dann unter dem Binocular beobachtete, während ich eine starke Lichtquelle auf das Auge einwirken ließ, konnte ich nicht die geringste Veränderung an der Pupille feststellen. Bei Annäherung eines Gegenstandes sah ich, ebenso wie Heß, eine deutliche Verengung der Pupille. Beim Entfernen des Objektes trat sofort wieder, nach einigen schnell wechselnden Verengungen und Erweiterungen, der alte Zustand ein. Bei einer Ringelnatter glaube ich hingegen bei wechselnder Beleuchtung des Auges Bewegungen des Pupillarrandes gesehen zu haben; ebenfalls trat bei Annäherung eines Gegenstandes Kontraktion der Pupille ein. Wir haben also bei den Schlangen eine schwache Lichtreaktion der Iris. Sollte nun auch selbst das Schildkrötenauge in geringem Maße auf außergewöhnlich wechselnde Lichtquellen reagieren, was wohl wahrscheinlich ist — wurde eine Lichtreaktion von Heß doch auch für die Iris der Krokodile und Eidechsen nachgewiesen —, so würde uns das auch noch immer nicht die gewünschte Erklärung geben. Denn selbst, wenn wir annehmen, daß die Lichtempfindlichkeit der Augen der Sumpfschildkröten und der Würfelnatter eine viel größere wäre, als bei den anderen ihnen von uns gegenübergestellten Formen, so würde das nach meiner

Ansicht diesen Unterschied der Irismuskulatur auch nicht hinreichend erklären.

Schreibt man hingegen unserer Muskulatur eine wichtige Aufgabe bei dem Akkommodationsvorgange zu, so finden die fraglichen Unterschiede leicht ihre Deutung. Die mächtige Ausbildung der Irismuskulatur bei den stark akkommodierenden Tieren, die weit geringere bei denjenigen mit kaum wahrnehmbarer Akkommodation, sehe ich als sichersten Beweis dafür an, daß dieselbe eine nicht zu unterschätzende Rolle bei dem Zustandekommen der Gestaltsveränderung der Linse spielt. In welcher Weise wirkt nun die Irismuskulatur?

Zuerst ist die Lage der Iris zur Linse eine derartige, daß hierdurch die Wirkung der Muskulatur auf sie ermöglicht wird. Die Iris ist mit ihrer ganzen Unterfläche bis in die Nähe der Ciliarfortsätze fest der Linse aufgelagert. Ferner ist der Zusammenhang zwischen Iris und Linse ein äußerst inniger; bei der Herauslösung der letzteren aus dem Auge bleibt stets ein großer Teil des Irispigments an ihr haften. Auch auf meinen Schnittserien beobachtete ich, daß, falls die Linse von der Iris losgelöst war, dieses fast stets auf Kosten des Irisepithels geschah, indem Teile der inneren Epithellamelle sich von der äußeren trennten und mit der Oberfläche der Linse in Zusammenhang blieben.

Bei der Kontraktion der Muskulatur der Iris wird also diese, begünstigt durch ihre Lage, einen Druck auf die seitlichen Partien der Linsenvorderfläche ausüben; diese Teile werden zusammengepreßt und abgeflacht, während die mittlere Partie, durch den trichterförmig aufgeworfenen Pupillarrand ausweichend, sich vorwölbt, und so die typische Gestaltsveränderung zustande kommt, wie sie Heß beobachtete (s. Fig. 6). Die äußeren Partien der ringförmigen Muskulatur bewirken bei ihrer Kontraktion auch ein Vorziehen des Ciliarkörpers und der Chorioidea, sie unterstützen also die Ciliarmuskulatur noch in ihrer Wirkungsweise. Dieselbe Aufgabe wird auch den radiären Fasern zufallen, die infolge ihrer günstigen Lage (s. oben) mir hierzu noch geeigneter erscheinen. Auch werden sie infolge ihrer großen Zahl — sie bilden ja eine ununterbrochene Lage — die Festigkeit der inneren Irispartien bedeutend erhöhen, und somit eine gleichmäßige Verteilung des Druckes der zirkulären Muskulatur bewirken. Iris sowohl als Ciliarkörper sind während der Akkommodation infolge der Kontraktion der Iris- und Ciliarmuskulatur fest an die Linse angepreßt. Figur 7 zeigt einen Frontalschnitt durch ein sich im Akkommodationszustande befindendes Auge. Man erkennt deutlich, daß infolge des Druckes der Ciliarfortsätze die Oberfläche der weichen elastischen Linse diesen gegenüber eingepreßt ist.

Aus dieser eben entwickelten Ansicht geht hervor, daß ich diese radiäre Muskulatur nicht, wie es bis jetzt üblich war, für den Anta-

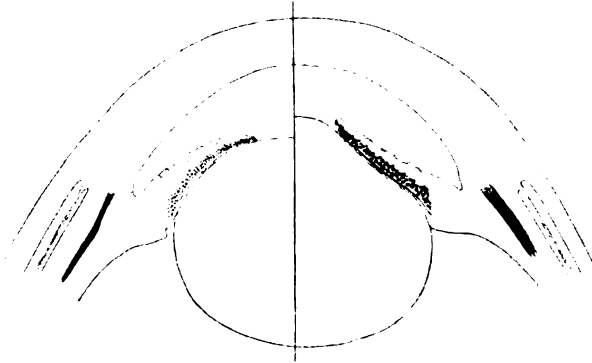


Fig. 6. Schema des Akkommodationsvorganges bei *Emys lutaria*. Das Auge ist: links im Ruhezustande, rechts im Akkommodationszustande gedacht. Kontraktion der Muskulatur auf der rechten Seite übertrieben gezeichnet.

gonisten des Sphincters, also für den Dilatator halte, sondern für einen Teil des Sphincters halten möchte. So glaube ich, läßt sich nur eine genügende Erklärung für die verschiedene Ausbildung der radiären Muskulatur geben,

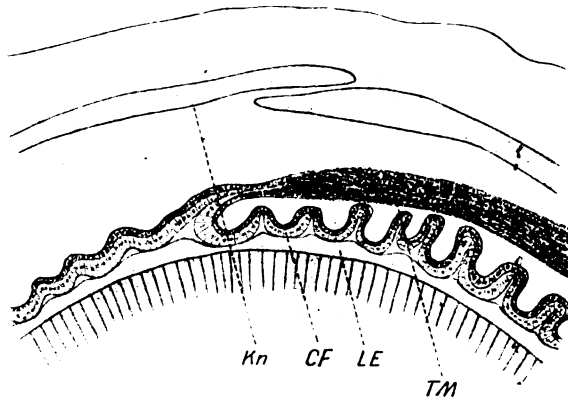


Fig. 7. Frontalschnitt durch die unteren Partien des Ciliarkörpers eines im Akkommodationszustande befindlichen Auges von *Emys lutaria*. CF = Ciliarfortsatz; Kn = Knochenring; LE = Linsenepithel; TM = Transversalmuskel.

denn wodurch so große Unterschiede in der Größe des Dilatators bedingt sein sollten, ist schwer einzusehen.

Wo wäre dann nun aber der doch ohne Frage vorhandene Dilatator

zu suchen? Nach den Befunden, die neuerdings über den Dilatator des Vogelauges gemacht sind, dürfte die Beantwortung dieser Frage nicht allzu schwer sein. In der Iris des Vogelauges wirken nämlich nach den Untersuchungen von Grynfellt, Zietzschmann und Andreae nicht, wie man bisher angenommen hat, die quergestreiften radiären Muskelfasern als Antagonisten des Sphincters, sondern wir haben hier, ebenso wie bei dem Menschen und den Säugern, eine „Bruchsche Membran“.

Zietzschmann schreibt hierüber: „Es besteht kein Zweifel mehr, daß wohl allen Vögeln eine Dilatatorzellschicht im Sinne der Säuger und des Menschen zukommt, wenn auch von Grynfellt und unserer Seite nur sehr wenig Vogelarten bis heute untersucht worden sind.“

Von Interesse ist weiter für uns, daß Grynfellt bei einigen Amphibien ebenfalls ganz ähnliche Verhältnisse gefunden hat.

Ich selbst habe nun gut depigmentierte Radiärschnitte durch die Iris einiger Reptilien, hauptsächlich der Schildkröten, eingehend auf das Vorhandensein dieser „Bruchschen Membran“ untersucht, und habe hierbei ganz ähnliche Bilder erhalten, wie sie Andreae für die Tauben- und Enteniris wiedergibt. Man erkennt deutlich, wie sich eine Fibrillenschicht von dem Plasma der zugehörigen Epithellamelle abhebt, welche ich nach allem jetzt Bekannten ohne weiteres als „Bruchsche Membran“ glaube ansprechen zu dürfen. Die Membran erstreckt sich vom Ciliarkörper bis in unmittelbare Nähe des Pupillarrandes. Auf Radiärschnitten durch die großen Augen der Seeschildkröte erhielt ich besonders schöne und deutliche Bilder.

Um endgültig aussagen zu können, daß es sich bei diesen Bildungen tatsächlich um den Dilatator pupillae handelt, ist allerdings noch eine genauere Untersuchung an reichhaltigerem Material, als auch eine Feststellung des Verhaltens dieser Epithelmuskelzellen bei erweiterter und verengerter Pupille notwendig, so daß dieses hier nur als vorläufige Mitteilung gelten mag. Auch bliebe noch festzustellen, ob zirkuläre und radiäre Irismuskulatur der Reptilien, wie bei den Vögeln für die der Taube nachgewiesen wurde, von dem gleichen Nerv versorgt werden.

Die Gefäße der vorderen Augenkammer.

Wenn man die Iris unserer beiden Schildkröten miteinander vergleicht, so fällt neben der verschieden starken Ausbildung der Muskulatur sofort die weit größere Anzahl der Gefäße in der Iris von Emys auf. Dieses legt den Gedanken nahe, daß auch sie bei dem Akkommodationsvorgange eine wichtige Rolle spielen, die der Druckregulierung in der vorderen Augenkammer.

Um nun aber einen klaren Einblick in die Vorgänge zu bekommen, die sich bei einer durch diese Gefäße bewirkten Druckregulierung abspielen würden, war zunächst eine genauere Kenntnis der Augengefäße selbst notwendig. In der Literatur fand ich hierüber keine Angaben. Genauer untersucht sind von H. Virchow die Augengefäße der Schlangen, und zwar für *Tropidonotus natrix*. Meine Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Schildkröten und wurden einmal an den Schnittserien gemacht, ferner an drei Injektionen. Die Augen wurden von der Carotis aus injiziert, und zwar mit einer Mennigelösung. Eine rote Injektionsmasse hat den Vorteil, daß sie sich gut von dem Pigment abhebt.

Unterhalb des Gehirns verlaufend, durchdringt die Arteria ophthalmica gemeinsam mit dem Nervus opticus die Orbita. In der Nähe des Augensbulbus temporal vom Sehnerven, beginnt die Arterie sich in mehrere Äste aufzuteilen, die entweder die Anhangsorgane des Auges, Lider und Drüsen, oder den Bulbus selbst versorgen.

Die größte Arterie, die die knorpelige Sclera durchdringt, um in das Innere des Auges einzutreten, ist die Arteria ciliaris. Sie tritt auf der unteren temporalen Hälfte in der Nähe des Sehnerven, in den Augensbulbus ein, und läuft in meridionaler Richtung in der Chorioidea direkt zum Ciliarkörper, ohne sich zu verzweigen. Hier teilt sie sich in zwei Äste, die ringförmig am Rande der Iris verlaufen. Von diesem Ringgefäß sieht man von Zeit zu Zeit kleinere Gefäße zum Pupillarrande abgehen, die sich bald in Capillaren auflösen. Parallel mit der Arterie verläuft in der Chorioidea ein Nerv, der durch dieselbe Öffnung der Knorpelkapsel in das Innere des Auges gelangt. Im Ciliarkörper teilt sich der Nerv in zwei Äste, die ebenfalls ringförmig verlaufen. In dem nasalen Teile des Augensbulbus fand ich keine Ciliararterie. Etwas oberhalb von der Ciliararterie mündet eine zweite etwa halb so starke Arterie in den Augensbulbus ein, die zahlreiche Äste in die oberen dorsalen Teile der Chorioidea entsendet. Dorsal von diesem finden wir wiederum zwei Arterien, eine temporale und eine nasale, von denen die letztere die bei weitem größere ist; beide lassen sich eine ziemliche Strecke in der Chorioidea verfolgen, bevor sie sich weiter verzweigen.

Außer diesen vier eben beschriebenen größeren Arterien gelangen noch vier bis fünf weitere aber kleinere in das Innere des Auges. Eine von ihnen verläuft in der bindegewebigen Scheide des Sehnerven, während die anderen, jede für sich, eine besondere Öffnung in der Knorpelkapsel benutzen. Die Arterien teilen sich in den verschiedensten Richtungen, um sich dann bald in Capillaren aufzulösen.

Glaskörpergefäße wie Virchow sie für *Tropidonotus natrix* beschreibt, und wie ich sie selbst auch bei anderen Schlangen gefunden habe, besitzen die Augen der Schildkröten nicht, wohl aber ein überaus reiches Capillarnetz in der Chorioidea, von wo aus durch lymphoide Bahnen der Retina zum Teil die Ernährung des Glaskörpers stattfindet.

Wesentliche Unterschiede zwischen *Emys*, *Testudo* und auch *Thalassochelys* fand ich nicht. Auch bei den anderen von mir untersuchten Reptilien, mit Ausnahme der Schlangen natürlich, scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Jedenfalls fand ich bei allen die von dem Nerven begleitete Ciliararterie. Soviel über die Arterien.

Die größten und zahlreichsten Venen liegen in den dorsalen und ventralen Partien des Augenbulbus. Sie bilden hier einen weit verzweigten Komplex. Weitere temporale und nasale Äste vereinigen sich schließlich zu je einer großen Sammelvene, die oberhalb und unterhalb des Sehnerven, in ziemlicher Entfernung von diesem und in ihrem Lumen durch die Knorpelkapsel eingeeengt, ausmünden. Außer diesen beiden größeren Venen verlassen noch zwei weitere das Auge. Die eine, von der Iris kommend, verläuft parallel mit der *Arteria ciliaris* und durchdringt etwas unterhalb derselben die Sclera, ebenfalls auf ihrem ganzen Laufe von einem Nerven begleitet. Die andere findet ihren Ursprung in der Nähe des Ciliarkörpers oberhalb der Ciliararterie und mündet nach kurzem Verlauf in der Chorioidea etwa auf der Höhe des Äquators des Augenbulbus nach außen. Den weiteren Verlauf der Venen konnte ich leider nicht genau feststellen, da mir eine Injektion derselben nicht gelungen ist, und die Untersuchungen an den Schnittserien nicht zu genauen Resultaten führten.

An meinen Injektionspräparaten fiel mir sofort die große Zahl der Capillaren auf, die im Ciliarkörper und seinen Fortsätzen liegen. Sie bilden hier ein äußerst zierliches, viel verzweigtes Netzwerk. Von vornherein schien es unwahrscheinlich, daß sie ausschließlich zur Ernährung des Glaskörpers dienen sollten, und der Gedanke war deshalb sehr nahelegend, sie mit der Druckregulierung in Verbindung zu bringen, nur fehlten mir hierfür anfangs noch die weiteren Anhaltspunkte. Bis ich schließlich auf Schnittserien von einigen selbstinjizierten Augen feststellen konnte, daß die Capillaren nicht im Ciliarkörper enden, sondern von hier aus zur Iris weiter laufen. Die Capillaren, die ein ziemlich weites Lumen haben, gelangen in geradem Laufe, die äußeren Partien der Sphinctermuskulatur berührend, ja häufig auch durchdringend, zur Vorderfläche der Iris, wo man sie bisweilen bis zum Pupillarrande verfolgen kann. Häufig verzweigen sich die Capillaren noch auf halber Höhe zwischen Iris und

Ciliarkörper. Die Versorgung der Gefäßschicht der Iris findet also auf zweierlei Weise statt, einmal durch die Arteria Ciliaris, dann aber hauptsächlich durch die Ciliarcapillaren. Fast auf jedem dritten Schnitt findet man eine zur Iris laufende Capillare.

Wie lassen sich nun die eben geschilderten Befunde in Zusammenhang mit der Druckregulierung bringen?

Daß eine Regulierung des Druckes in der vorderen Augenkammer, d. h. ein Ausweichen der Kammerflüssigkeit vor der sich vorwölbenden Linse stattfinden muß, steht fest. Für die Vögel gelang es Heß bei den Tagvögeln eine Verbindung zwischen der vorderen und hinteren Augenkammer nachzuweisen und somit hier die Frage der Regulierung des Druckes zu lösen. Anders bei den Reptilien — hier ist eine solche Verbindung nicht vorhanden. Von Heß wurde während der Akkommodation eine Bewegung der Augenkammerflüssigkeit festgestellt und zwar an in derselben flottierenden Körperchen („vermutlich Eiweissflockchen“).

Über die „akkommodativen Volumensänderungen der vorderen Kammer“ gibt Heß noch nichts Genaueres an, er sagt (1912): „Ich kann bisher noch nicht mit Bestimmtheit angeben . . ., ob dazu vielleicht die Verschiebungen der Flüssigkeit nach dem Aderhautraume hin genügen, die hier in ähnlicher Weise erfolgen können, wie ich es für das Vogelauge nachgewiesen habe: hier wie dort ist die Iriswurzel nicht wie im Säugerauge mit den Bulbushüllen innig verbunden, so daß der Vorderkammerraum in der Nähe des Kammerwinkels mit dem zwischen Sclera und Netzhaut gelegenen Aderhautraume in offener Verbindung steht.“ —

Ich halte nach meinen Untersuchungen eine derartige Druckregulierung für unmöglich; wenn auch das Gewebe im Kammerwinkel ziemlich locker ist, so ist es dennoch immerhin so fest, daß mir die Möglichkeit eines Flüssigkeitsaustausches zwischen vorderer Augenkammer und den Räumen der Chorioidea nicht wahrscheinlich ist, jedenfalls nicht in so kurzer Zeit und in so großem Maße wie es z. B. für die rasch und kräftig akkommodierenden Sumpfschildkröten erforderlich wäre.

Rabl hält die Ciliarfortsätze für Regulatoren des intraokularen Druckes und ebenfalls das Pecten. Letzteres ist nun aber bei Schildkröten gar nicht vorhanden, dann aber ist von Abelsdorff und Wessely für das Vogelauge nachgewiesen, daß seine Hauptaufgabe die der Ernährung des Glaskörpers ist, so daß man das gleiche auch wohl für die Reptilien annehmen darf, denen ein Zapfen dem Pecten entsprechend, zukommt. Die erstere Ansicht Rabls hingegen kommt der Lösung der Frage, wie wir weiter unten sehen werden, schon etwas näher.

Von Interesse scheint mir aber vor allem eine Angabe zu sein, die

ich bei Faber gefunden habe. Der letztere beobachtete in der Iris der Lacertiden radiär verlaufende weite Gefäße, die am Pupillarrande „eine einfache Schlinge bildend“, in gleicher Richtung wieder zum Ciliarrande zurücklaufen. Neben diesen Radiargefäßen fand er noch ein „zirkulär verlaufendes Gefäß, welches an Mächtigkeit jene noch übertrifft“, also unser oben für die Schildkröten beschriebenes „Ringgefäß“. Faber spricht nun die Vermutung aus, „dahingehend, daß jenes Ringgefäß mit seinen Zweigen für die Ernährung der Iris sorgt (Vas privatum), während die radiären Gefäße ausschließlich funktioneller Natur sind. Diese ist wohl eine doppelte, eine motorische und eine sekretorische (Humor aqueus)“. Diese Vermutung Fabers scheint mir mit Sicherheit auf das hinzuweisen, was ich im folgenden näher ausführen möchte.

Wie ich schon weiter oben erwähnte, findet sich bei Emys eine ungleich größere Ausbildung der Gefäßschicht der Iris. Die Capillaren nehmen hier den ganzen an die vordere Augenkammer angrenzenden Teil der Iris ein, mit ihrem ziemlich weiten Lumen oft in dieselbe hineinragend. Auch Kopsch hebt schon die große Zahl der Gefäße bei Emys hervor. Dieser auffallende Unterschied ist es hauptsächlich mit, der folgende Erklärung nahelegt:

Die Irisgefäße werden zum größten Teil von den oben beschriebenen Capillaren des Ciliarkörpers versorgt. Tritt nun die Akkommodation ein, so werden die Ciliarfortsätze infolge des Druckes, den sie auf die Linse ausüben, abgeflacht und zusammengepreßt, wie das ja Figur 7 sehr deutlich zeigt. Hand in Hand hiermit geht natürlich auch eine teilweise oder gar gänzliche Kompression der dünnwandigen, dem Epithel unmittelbar aufliegenden Capillaren. Von dem Lumen der Capillaren ist auf den Frontalschnitten kaum etwas zu erkennen, jedenfalls an den Stellen, wo der Druck am stärksten eingewirkt hat. Der Zufluß zu den Irisgefäßen von dieser Seite aus ist also zum großen Teile unterbrochen. Ferner wird die Ciliarmuskulatur, bei der Kontraktion sich verbreiternd, auf das mehrfach erwähnte, in ihrer unmittelbaren Nähe verlaufende Ringgefäß einen komprimierenden Druck ausüben und auch hier der Zufluß zur Iris herabgesetzt werden.

Da nun das Blut ungehindert aus der Iris durch die venösen Bahnen abfließen kann, speziell durch die oben beschriebene mit der Arterie parallel verlaufende Ciliarvene, ein Zufluß aber nur in geringem Maße stattfindet, so werden sich die zum größten Teile fast blutleeren Capillaren leicht von der Augenkammerflüssigkeit zusammenpressen lassen und dieser einen Raum schaffen, in den sie vor der sich vorwölbenden Linse ausweichen kann. Die große Zahl der Gefäße bewirkt, daß bei einer

so beträchtlichen Vorwölbung, wie sie bei Emys beobachtet wird, dennoch Raum genug zum Ausweichen für die Kammerflüssigkeit vorhanden ist. Entsprechend der geringeren Akkommodationsfähigkeit der Landschildkröten ist gemäß unserer Theorie nur eine geringere Zahl von Gefäßen notwendig, und, wie die Untersuchung lehrt, auch vorhanden. Das von der Chorioidea in den Ciliarkörper nun weiter nachströmende Blut wird einen Druck auf die Fortsätze und die ihnen eng anliegende Linse ausüben, und somit noch die Vorwölbung erhöhen.

Auf diese Weise ist auch eine graduelle Druckregulierung sehr leicht möglich und erklärlich. Je stärker die Akkommodation, desto stärker ist auch der Druck der Ciliarfortsätze, die Zusammenpressung der Capillaren und, damit verbunden, die Ausschaltung des Blutzufusses zur Iris.

Diese sich in erster Linie auf anatomische Befunde stützende Theorie durch physiologische Experimente zu bestätigen war mir leider nicht möglich, jedoch will ich in dem Folgenden noch einige Beobachtungen hinzufügen, die sie meiner Ansicht nach nur noch unterstützen können.

Bei den von mir herausgelösten Augen der Schildkröten beobachtete ich stets eine typische, dellenförmige Einsenkung der Cornea, auf die auch schon Beer hinweist. Bei Tieren, die einige Zeit tot waren, oder denen der Kopf abgeschnitten war, tritt die gleiche Erscheinung auf. Die Erklärung hierfür ist in folgendem zu suchen. In allen diesen Fällen entweicht das Blut aus dem Auge und somit auch aus den Irisgefäßen, deren Inhalt die Augenkammerflüssigkeit unter einem gewissen Drucke hält. Die einfache Folge hiervon ist die Einsenkung der Cornea. Bei einer Injektion von der rechten Carotis aus, bei der durch einen Zufall nur das rechte Auge injiziert wurde, während mir sonst auf diesem Wege die Injektion beider Augen gelang, machte ich folgende Beobachtung: Die Cornea des rechten Auges hatte ihre normale Gestalt, die des linken nicht injizierten hingegen zeigte die charakteristische, dellenförmige Einsenkung. In dem ersteren waren durch die Injektionsmasse die Gefäße der Iris gefüllt und so die normalen Verhältnisse eingetreten, wie sie am lebenden, im Ruhezustande befindlichen Auge zu finden sind. Diese Einsenkung der Cornea liefert wohl den sichersten Beweis dafür, daß, falls die Irisgefäße nicht oder nur teilweise mit Blut angefüllt sind, hierdurch der Kammerflüssigkeit ein Raum geschaffen wird, in den sie vor der sich vorwölbenden Linsenvorderfläche ausweichen kann.

In ganz gleicher Weise dürfte die akkommodative Druckregulierung im Auge der Lacertiden zu erklären sein. Auch hier ist die Zahl der Irisgefäße sehr groß; bei *Lacerta viridis* noch weit größer als bei *Emys*.

Ebenfalls tritt am enukleierten Auge die dellenförmige Einsenkung der Cornea auf.

Infolge der großen Übereinstimmung im Bau des Auges der Schildkröten und der Echsen, ja auch der Crocodilia, glaube ich, daß man auch für diese beiden letzteren Ordnungen den gleichen Vorgang der Druckregulierung annehmen darf, soweit dieselbe infolge des oft nur sehr gering ausgebildeten Akkommodationsvermögens überhaupt notwendig ist.

Vereinzelt scheinen auch in diesem Punkte die Schlangen dazustehen, wenigstens legen die anatomischen Befunde diese Vermutung nahe. Die vom Ciliarkörper zur Vorderfläche der Iris laufenden Gefäße sind hier nicht vorhanden, ebenfalls ist die Zahl der Irisgefäße eine nur geringe, beides Momente, welche dagegen sprechen, daß hier die akkommodative Druckregulierung in einer der oben geschilderten Weise zustande kommt.

Aber hier wird vielleicht der Schlemmsche Kanal, der nur durch eine dünne, bindegewebige Lamelle von der vorderen Augenkammer getrennt ist, die Rolle der Irisgefäße übernehmen. Da derselbe durch zahlreiche breite Bahnen mit der Chorioidea in Verbindung steht, wird ein Zurückweichen seines Inhaltes in die Aderhaut, falls die Augenkammerflüssigkeit einen Druck auf seine dünne Wandung ausübt, leicht vor sich gehen und somit der letzteren ein Raum geschaffen werden, in den sie vor der sich vorwölbenden Linse ausweichen kann. Im Prinzip der gleiche Vorgang, wie er für die anderen Reptilien angegeben wurde.

Über den „Transversalmuskel“ im Reptilienauge.

Bei seinen Betrachtungen am eröffneten überlebenden Schildkrötenauge stellte Heß fest, daß der gerade in der Mitte gelegene Teil der unteren Hälfte des Ciliarringes eine besondere, von derjenigen der anderen Partien abweichende Ausbildung zeigte. Es findet sich hier zwischen zwei benachbarten Ciliarfortsätzen ein tiefer Spalt; der nasal von ihm gelegene Fortsatz ist stärker als alle übrigen, die temporal gelegenen sind etwas rückgebildet. Bei eintretender Akkommodation stellte Heß nun folgendes fest: „Die temporalwärts von dem starken Ciliarfortsatz gelegenen Partien werden, während sie gleichzeitig gegen die Pupillenmitte vorrücken, ansehnlich in der Richtung nach jenem großen Fortsatze hingezogen, so daß der Abstand der drei bis vier auf die große Lücke temporalwärts folgenden Fortsätze von ihm beträchtlich kleiner wird. Die Linse wird dabei nicht merklich nasalwärts verschoben.“ Die infolge dieser Beobachtungen angestellten genaueren Untersuchungen dieses Teiles

des Ciliarringes führten zu der Entdeckung eines bisher unbekanntem Muskels, der von Heß als Transversalmuskel bezeichnet wurde. Seine Lage und seinen Verlauf beschreibt Heß folgendermaßen: „Er nimmt seinen Ursprung von einem angenähert nach unten gerichteten Ciliarfortsatze, und verläuft fast gerade nach außen (d. h. temporalwärts); hier geht er bald in feine Bindegewebsfasern über, die in der Aderhaut noch eine Strecke weit verfolgt werden können.“

Bei meinen Untersuchungen konnte ich als Richtung des Transversalmuskels stets nur die entgegengesetzte, als die von Heß angegebene, feststellen. Sowohl auf Frontalschnitten, als auch auf Schnittserien, die parallel zum Kieferrande durch das Auge von Emys geführt wurden,

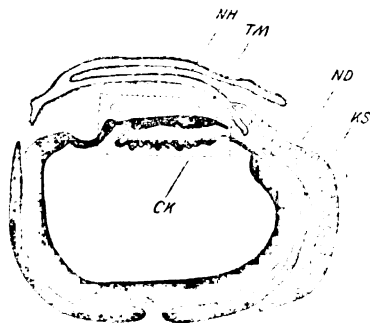


Fig. 8. Schnitt durch das Auge nebst Anhangsorganen von *Emys lutaria*, den nasalen Verlauf des Transversalmuskels zeigend.

CK = Ciliarkörper; KS = Knorpelkapsel der Sclera; ND = Nickhautdrüse;
NH = Nickhaut; TM = Transversalmuskel.

fand ich stets, daß der Muskel, an dem weiter oben erwähnten Spalt zwischen zwei Ciliarkörpern inserierend, in nasaler Richtung verläuft. Ein Irrtum in der Richtung ist kaum möglich, da bei den zuletzt erwähnten Schnittserien das Auge nicht herauspräpariert, sondern die Köpfe in toto geschnitten wurden.

Figur 8 gibt als Übersichtsbild einen solchen Schnitt wieder; Nickhaut und Nickhautdrüse mit ihrer nasalen Lage zeigen deutlich den nasalen Verlauf des Muskels. In Figur 9 wurde von dem gleichen Präparat Ciliarkörper und Transversalmuskel bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben.

Eigentümlicherweise konnte ich den tiefen Spalt im unteren Ciliarring bei den Landschildkröten nicht feststellen, obgleich ich gerade daraufhin verschiedene Augen untersucht habe, so daß ich glaube, daß

er hier nicht vorhanden oder jedenfalls nicht in dem gleichen Maße ausgebildet ist. In der Arbeit von Heß finde ich nichts Genaueres darüber, ob es sich bei den Abbildungen um Augen von Land- oder Sumpfschildkröten handelt, man darf aber wohl annehmen, daß das letztere der Fall ist, da der Forscher ja zu seinen Untersuchungen wohl zum großen Teil *Emys* verwandte. Der Muskel selbst ist bei *Testudo* ebenfalls vorhanden, wenn auch bei weitem nicht so stark; bei *Emys* füllt er über die Hälfte der Breite des Ciliarkörpers aus. Also auch in der Ausbildung dieser Muskulatur bedeutende Unterschiede, welche noch zu den weiter oben beschriebenen ergänzend hinzuzufügen wären.

In den unteren Partien des Ciliarringes der von mir untersuchten Seeschildkrötenaugen fand ich keine besondere Ausgestaltung der Ciliarfortsätze, wohl aber in den oberen. Es zeigt sich hier ein besonders stark ausgebildeter Fortsatz, der etwa drei- bis viermal so breit als die

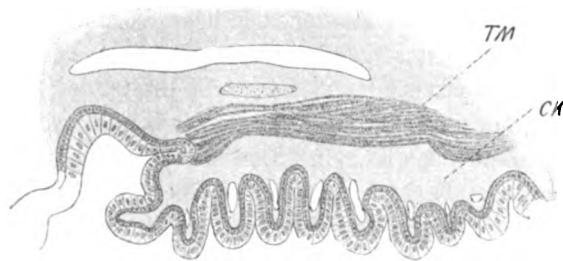


Fig. 9. Die in Figur 8 umrandete Partie bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben.

übrigen ist, welche im allgemeinen gleiche Form und Größe haben. An den oberen Partien dieses Fortsatzes, also in der Nähe der Ora serrata, befinden sich mehrere warzenartige Erhebungen. Die zwei bis drei nasal von ihm gelegenen Fortsätze sind rückgebildet. Am linken Auge trat diese besondere Gestaltung der oberen, mittleren Partien des Ciliarringes bei weitem nicht so deutlich hervor, obwohl auch hier ähnliche Unterschiede festgestellt werden konnten.

Ebenso wie die andere Ciliarmuskulatur ist auch der Transversalmuskel der Seeschildkröten (*Thalossochelys corticata*) äußerst kräftig. Er zeigt die gleiche Lage und den gleichen Verlauf wie oben für *Emys* beschrieben wurde. An seinem nasalen Ende zerfällt er in mehrere Äste, die nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlend, sich allmählich im Bindegewebe des Ciliarkörpers verlieren. Auffallend ist die große Zahl der Kerne in den Muskelfasern.

Eine ähnliche besondere Gestaltung der nach unten gerichteten,

mittleren Partien des Ciliarkörpers, wie er sie für Schildkröten beschreibt, konnte Heß auch noch bei anderen Reptilien nachweisen. So bei *Lacerta viridis*, *Schelopis* und *Agama inermis*; auch hier war eine Verschiebung der temporalen Partien in nasaler Richtung deutlich zu erkennen. Bei anderen, wie *Uromastix* und *Chamaeleon*, zeigten sich diese Verhältnisse nicht so deutlich.

Ich selbst habe nun die Augen der verschiedensten mir zu Gebote stehenden Reptilien auf diesen Muskel hin genauer untersucht, da mir außer diesen Beobachtungen immerhin auch sein direkter Nachweis wie ebenfalls Angaben über seine genauere Lage und Ausbildung wünschenswert erschienen. Im folgenden sind meine Ergebnisse kurz wiedergegeben.

Bei sämtlichen von mir untersuchten Sauriern konnte ich den fraglichen Transversalmuskel nachweisen. Im Auge von *Lacerta vivipara* inseriert der Muskel mit zwei Ästen im unteren, mittleren Teile des Ciliarringes, der an beiden Ansatzstellen deutliche Vorwölbungen zeigt, von denen die temporale breiter und höher ist, als die nasale. Der stärkere temporale Ast des Muskels nimmt die ganze Breite des Ciliarringes ein, während der nasale ihm an Größe bedeutend nachsteht. Beide Äste vereinigen sich nasal von ihrer Insertionsstelle, um sich alsdann nach kurzem, gemeinsamen Verlaufe im Stroma des Ciliarkörpers zu verlieren. Also ist auch hier wieder die Richtung des Muskels eine nasale; die Muskulatur geht kaum auf die untere temporale Partie des Ciliarringes über.

Lacerta viridis zeigt im allgemeinen das gleiche Bild, nur daß ich eine Teilung des Muskels in zwei Äste nicht feststellen konnte. Derselbe ist hier außergewöhnlich stark, so daß es sich hier um ganz andere Muskelmassen handelt, als bei *Emys*, während die Augen der beiden annähernd gleich groß sind. An der Stelle, wo der Transversalmuskel mit dem eigentlichen Ciliarmuskel zusammentrifft, vermisse ich die meridionalen Fasern, also die des letzteren gänzlich.

Anguis fragilis: der Transversalmuskel ist in seinem nasalen Teile sehr schwach ausgebildet, er besteht hier nur aus wenigen Fasern. An seiner Insertion im Ciliarkörper wird er breiter, ist aber im Verhältnis zu den anderen untersuchten auch hier nicht sehr kräftig.

Bei den Geckonen hingegen ist der Transversalmuskel in sehr starker Ausbildung vorhanden, so stark, wie ich ihn bei keinem anderen Reptil gefunden habe. Seine Richtung ist die gleiche wie bei den übrigen. Die Insertionsstelle macht sich auch hier durch eine Vorwölbung des Ciliarkörpers kenntlich.

Wenn man zu diesen Resultaten noch die oben erwähnten, von Heß gefundenen hinzufügt, so darf man wohl als feststehend annehmen, daß dieser Transversalmuskel allen Sauriern zukommt.

Bei den Schlangen, jedenfalls bei den von mir untersuchten, *Tropidonotus natrix*, *Tropidonotus tessellatus* und *Pelias berus*, konnte ich den Muskel nicht nachweisen, obgleich ich die in Frage kommenden Partien des Ciliarringes eingehend untersucht habe. Infolge der ganz anderen Gestaltung des Ciliarkörpers der Schlangen war mir dieser Befund nicht gerade sehr überraschend, um so mehr da das Auge derselben ja auch sonst in seinem Bau von dem der anderen Reptilien abweicht, worauf ich ja schon gelegentlich hingewiesen habe.

Auch in den beiden von mir untersuchten Augen eines jungen Alligator mississippiensis habe ich den fraglichen Transversalmuskel des Ciliarkörpers nicht gefunden.

Während also der Transversalmuskel im Ciliarkörper der Schildkröten und Echsen wohl allgemein vorkommt, scheint er den Schlangen und Krokodilen zu fehlen.

Über die Bedeutung dieses Muskels etwas Bestimmtes anzugeben, ist mir nicht möglich, auch Heß läßt diese Frage noch offen. Er sagt hierüber: „Am nächstliegenden scheint mir die Vermutung, daß der Muskel durch seine Kontraktion die Wirkung der ringförmigen Binnenmuskeln unterstützt. Jedenfalls wird seine Zusammenziehung die Verkleinerung des Durchmessers des ciliaren Ringes und daher die Entfaltung des Einflusses der übrigen Muskeln auf die Linse zu erleichtern imstande sein.“

Ergebnisse.

1. Es ergaben sich durchgreifende Unterschiede in der Ausbildung der Binnenmuskulatur des Auges bei Landformen und ihnen nahe verwandten Formen mit amphibiotischer Lebensweise, wie sie die vergleichende Untersuchung der Augen, einmal der Schildkröten, dann aber auch der Schlangen zeigte. Sowohl Ciliar- als auch Irismuskulatur waren bei den amphibiotisch lebenden Formen (*Emys lutaria*, *Tropidonotus tessellatus*) bei weitem stärker ausgebildet, besonders fiel die starke Entwicklung der letzteren auf.

2. Die großen Unterschiede, die die Ausbildung der Ciliarmuskulatur zeigte, sind leicht verständlich, anders liegen die Verhältnisse bei der Muskulatur der Iris. Eine Erklärung für die Unterschiede bei dieser letzteren läßt sich nur dann finden, wenn wir ihr einen nicht unwesentlichen Anteil bei dem Zustandekommen der Akkommodation einräumen.

Es ist also hiermit durch anatomische Befunde eine sichere Bestätigung der von Heß zum ersten Male für Sauropsiden aufgestellten Akkommodationslehre erbracht.

3. Es wurde ein Weg gezeigt, auf welchem die Druckregulierung in der vorderen Augenkammer der Reptilien sehr wahrscheinlich zustande kommt. Infolge der Unterbrechung des Blutzufusses zu den Irisgefäßen, die bewirkt wird durch das Anpressen der Ciliarfortsätze an die Linse, werden sich die zahlreichen, fast blutleeren Irisgefäße leicht zusammendrücken lassen, und so der Augenkammerflüssigkeit einen Raum schaffen, wohin sie vor der sich vorwölbenden Linse ausweichen kann. Die weit größere Zahl der Gefäße in der Iris von Emys gegenüber der immerhin nicht geringen Anzahl bei Testudo macht die obige Erklärung sehr wahrscheinlich.

4. Die Anwesenheit des von Heß (1912) zum ersten Male für den Ciliarkörper der Schildkröten beschriebenen Transversalmuskels wurde bestätigt. Als Verlauf wurde der entgegengesetzte, als der von Heß beschriebene, gefunden. Der fragliche Muskel setzt an den unteren, mittleren Partien des Ciliarkörpers an und verläuft von da in nasaler Richtung.

5. Außer bei den Schildkröten wurde der Transversalmuskel auch im Ciliarkörper mehrerer Saurier gefunden, so daß man wohl annehmen darf, daß er diesen ebenfalls allgemein zukommt. Richtung und Lage sind die gleichen, wie die für die Schildkröten beschriebenen.

6. Bei den von mir untersuchten Schlangen fand ich den Muskel nicht. Auch beim Alligator konnte der Transversalmuskel nicht nachgewiesen werden.

Vorliegende Arbeit wurde im Laboratorium des Zoologischen Instituts der Königl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin angefertigt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. Hesse, möchte ich an dieser Stelle für die Anregung zur Arbeit, sowie für die vielseitige Unterstützung bei der Fertigstellung derselben meinen ehrerbietigsten Dank aussprechen.

Die Zeichnungen wurden mit Leitz Ocular I, Objektiv 4 angefertigt; da zu den Untersuchungen fast durchweg nicht ausgewachsene Tiere benutzt wurden, ist die genaue Angabe der Vergrößerungen von geringer Bedeutung.

Literatur.

1. Abelsdorff, G, und Wessely, K., Vergleichend physiologische Untersuchungen über den Flüssigkeitswechsel des Auges in der Wirbeltierreihe. *Archiv f. Augenheilk.*, 1909, Bd. LXIV, Ergänzungsheft, p. 65—125.
2. Andreae, Die inneren Irisschichten der Hausvögel¹⁾. Inauguraldissertation (Zürich) Dresden 1909.
3. Beer, Th., Die Akkommodation des Auges bei Reptilien. *Pflügers Archiv*, 1898, Bd. LXIX, p. 507—567.
4. Brücke, E., Über den Musculus cramptonianus und den Spannmuskel der Chorioidea. *Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol.*, 1846, p. 370.
5. Faber, C., Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. Leipzig 1876.
6. Fischer, F., Zur Akkommodation des Schildkrötenauges. *Archiv f. Augenheilk.*, 1911, Bd. LXIX, p. 97—101.
7. Grunert, K., Der Dilatator pupillae des Menschen. Ein Beitrag zur Anat. u. Physiol. der Irismuskulatur. *Archiv f. Augenheilk.*, 1898, Bd. LXIII, p. 1.
8. Heine, L., Über die Akkommodation des Schildkrötenauges. *Zentralbl. f. Physiol.*, 1908, Bd. XXII, p. 355—357.
9. Heß, C., Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Akkommodationsvorganges. Nach gemeinsamen, mit Dr. F. Fischer angestellten Beobachtungen. *Archiv f. Augenheilk.*, 1909, Bd. LXII, Heft 4, p. 345—392.
10. — Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Ciliarringes. Festschrift für H. Spengel. *Zoolog. Jahrbücher*, 1912, Suppl. 15, Bd. III, p. 155—176.
11. — Gesichtssinn. *Handbuch der vergleichenden Physiologie*, herausgegeben von Hans Winterstein, 1912, Bd. IV, 4—5.
12. Hoffmann, C. K., Die Reptilien in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 1900, Bd. IV, Abtlg. 3.
13. v. Hüttenbrenner, Untersuchungen über die Binnenmuskeln des Auges. Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie, Wien 1868, Math.-naturwissenschaftl. Klasse, Bd. LVII, p. 515.
14. Koganei, J., Untersuchungen über den Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. *Archiv f. mikroskop. Anat.*, 1885, Bd. XXXV, p. 1.
15. Kopsch, Fr., Iris und Corpus ciliare des Reptilienauges nebst Bemerkungen über einige andere Augenteile. Dissertation, Berlin 1892.
16. Mercanti, F., Recherches sur le muscle ciliaire des Reptiles. *Arch. Ital. Biol.*, T. IV, Fasc. 2, p. 197—202.
17. Müller, H., Gesammelte und hinterlassene Schriften zur Anatomie und Physiologie des Auges. Leipzig 1872.

¹⁾ Diese Arbeit war mir nur durch Referat zugänglich.

322 Fritzberg: Beiträge zur Kenntnis des Akkommodationsapparates bei Reptilien.

18. Müller, H., Einige Bemerkungen über die Binnenmuskeln des Auges. Graefes Archiv, Bd. IV, Abtlg. 2, p. 277—285.
 19. Melkich, Zur Kenntnis des Ciliarkörpers und der Iris bei Vögeln. Anatomischer Anzeiger 1894, Nr. 10, p. 28.
 20. Pflugk, A. v., L'accommodation des tortues. Soc. franç. d'Ophthalm. Congrès de 1908, 3. Mai, p. 380—381.
 21. — Noch einmal die Akkommodation der Schildkröte. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1909, Jahrgang 47, p. 313 und 314.
 22. Rabl, C., Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 1900, Bd. LXVII.
 23. Wychgram, F., Die Akkommodation des Schildkrötenauges. Klinische Monatsbl. f. Augenheilk., 1910, Bd. XLVIII, p. 604—611.
 24. Virchow, H., Augengefäße der Ringelnatter. Sitzungsber. d. Würzburger Phys.-mediz. Gesellsch., 1883, p. 132—134.
 25. Zietzschmann, O., Der Musculus dilatator pupillae des Vogels. Archiv für vergleich. Ophthalm., 1909, Jahrg. I, Heft 1, p. 9—19.
-

Die rudimentären Sehorgane einiger Amphibien und Reptilien.

Von

Dr. Viktor Hanke,

Dozent in Wien.

Mit elf Abbildungen auf Tafel IX und X.

Meine vor mehreren Jahren über das rudimentäre Auge der Blindmaus (*Spalax typhlus*) angestellten Untersuchungen ergaben eine Fülle interessanter und für die Entwicklungsgeschichte des Säugetierauges wichtiger Details, so daß ich nach weiteren ähnlichen Objekten suchte. Durch die besondere Güte der Herren Dr. Sarasin in Basel und Professor Dr. Brauer, Direktor des königl. zoologischen Museums in Berlin, bin ich in die angenehme Lage versetzt worden, drei verschiedene Tiergattungen aus den Klassen der Reptilien und Amphibien zur Untersuchung zu bekommen, welche sich sämtlich durch rudimentäre Augen auszeichnen. Ich sage den beiden genannten Herren auch an diesem Orte meinen ergebensten Dank für das liebenswürdige Entgegenkommen.

Ich hatte von jeder Art einige Exemplare zur Verfügung, und zwar sowohl ausgewachsene als auch junge Tiere, resp. Larven. Die Tiere wurden dekapitiert, die Köpfe langsam und vorsichtig in Ebnerscher Entkalkungsflüssigkeit dekalzinert und zum größten Teile in Paraffin, nur ganz wenige in Zelloidin eingebettet und in lückenlose Sagittal-, Horizontal- und Frontalserien zerlegt. Die durchschnittliche Dicke der einzelnen Schnitte betrug 5—12 μ . Von Färbungsmethoden wurde Hämalaun-Eosin und van Gieson angewendet. Wegen des starken Pigmentgehalts war das Studium einzelner Gewebsgattungen sehr erschwert, es wurden daher von jeder Tiergattung einzelne, vollständige Serien nach Griffith entpigmentiert und nachher ebenfalls, wie oben angegeben, gefärbt. Es ist selbstverständlich, weil ganz überflüssig und nur ermüdend, daß ich zunächst die, aus dem Studium sämtlicher Schnittserien je einer

Tierart gewonnene Übersicht über den Bau der betreffenden Augen in zusammenhängender Weise besprechen werde, worauf dann auf spezielle Details, resp. Entwicklungsanomalien, hingewiesen werden soll.

I. *Blanus cinereus* (Wigmann).

Fußloses, 26—32 cm langes Reptil. Ordnung Saurier, Unterordnung Annulata, Familie Amphisbaeniden. Der Kopf ist oval, unten abgerundet, Nasenlöcher lateral in Nasenschildern zwischen einem konischen auf dem inneren Rande der Oberkiefer. Körper zylindrisch, bedeckt mit 100—125 Ringeln von gleichmäßig verlängerten, vierseitigen Schildern, ohne die Spur von Sternalscheibe. Präanalporen deutlich, Lateralfalte tief, mit einigen wenigen kleinen Schuppen bedeckt. Schwanz zylindrisch, am Rande abgerundet, mit 20—22 Ringeln versehen. Farbe oben aschgrau, unten fleischfarben bis graurötlich. Nasalschilder groß, bilden einen Teil des Randes des Oberkiefers, Vertex mit einem großen pentagonalen Frontalschilde und zwei Paaren von viereckigen Schildern hinter diesem. Augenschild triangular, zwischen dem oberen Rande des vorderen Labialschildes und dem Frontalschilde. Schläfen bedeckt mit einer Reihe von viereckigen Schildern. Labialschilder groß, das hinterste das kleinste.

Der *Blanus* lebt in der paläarktischen Subregion. Bis jetzt ist nur eine Art bekannt: der *Blanus cinereus*. In Nordafrika, Südwesteuropa, Spanien, Oporto.

Zwischen dem pentagonalen großen Schilde, dem Frontalschilde, dem triangularen Augenschilde und dem vorderen Labialschilde schimmert durch das äußere Integument ein dunkles Pünktchen, das höchstens die halbe Größe eines Mohnkornes besitzt und auf den Serienschnitten an gehärteten Präparaten einen Durchmesser von einem halben Millimeter hat.

Das aus dem Studium der horizontalen und sagittalen Serie gewonnene Bild von der Topographie der Orbita und dem Aufbau des Auges ergibt folgende Verhältnisse: Der Inhalt der Orbita wird der Hauptsache nach von zwei azinösen Drüsen gebildet, zwischen welchen der Bulbus eingebettet liegt (Fig. 1). Zwischen ihm und der äußeren Haut ist ein mächtiger Bindehautsack (c) eingeschaltet. Die weitaus mächtigere Hardersche Drüse (a) füllt reichlich zwei Drittel der Augenhöhle aus. Ihr liegt ungefähr an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel der Bulbus nur mit seinem rückwärtigen Pole flach auf. Ihre vordere, fast ebene, nur dem Bulbus entsprechend leicht nach vorne konkave Begrenzungsfläche wird von einem Bindegewebseptum bedeckt, das die ganze Orbita der Quere nach durchzieht und sich allseits an

den Bulbus anheftet. Ihr Ansatz an den Bulbus ist eine annähernd kreisförmige Linie, deren Projektion auf den größten Durchmesser des Augapfels diesen ungefähr im Verhältnis 5:1 teilt. Nach vorne von dieser Bindegewebsfaszie liegt die zweite azinöse Drüse, die eigentliche Tränendrüse (b). Diese beginnt oberhalb des Fornix des Bindehautsackes als ziemlich mächtiges azinöses Drüsenkonvolut, dessen zahlreiche Ausführungsgänge in die obere Übergangsfalte ausmünden und umgibt den oberen Pol des Bulbus von allen Seiten. Weiter nach abwärts jedoch verschmälert sich sowohl oral- als kaudalwärts die Drüsenmasse in ungleicher Weise: kaudalwärts grenzt sie direkt dem Bulbusäquator an, während sich der oral gelegene Teil von dem Bulbus allmählich entfernt und auf den vorderen (oralen) Winkel des Bindehautsackes zurückzieht, so daß zwischen ihm und der Bulbuswand ein Stück Conjunctiva direkt auf dem transversalen Orbitalseptum liegt. Andererseits setzt sich die Kuppe der Drüse als schmalere Schicht an der äußeren (d. h. der äußeren Haut) benachbarten Wand des Bindehautsackes fort. In der kompakten Kuppe der Drüse liegt der obere Fornix und mit ihm auch die obere Kuppe des Bulbus eingebettet. Von da ab teilt sich die Drüse in zwei ungefähr hufeisenförmig gebogene Teile, welche den Bulbus selbst in asymmetrischer Weise umgreifen, und zwar so, daß der kaudalwärts gelegene Schenkel des Hufeisens dem Augapfel fast anliegt, während der oralwärts gelegene von ihm entfernt in dem vorderen Winkel des Bindehautsackes liegt. Andererseits umgreifen die beiden Schenkel des Hufeisens die beiden Winkel des Conjunctivalsackes und setzen sich auf dessen vordere Wand auf verschieden weite Strecken fort, und zwar der hintere kaudale Drüsenanteil wesentlich weiter nach vorne, als der vordere orale, so daß die zwischen beiden freibleibende Lücke genau der Pupillaröffnung des Bulbus entspricht (vgl. weiter unten). Das untere (ventrale) Ende des Conjunctivalsackes entspricht annähernd auch dem unteren Ende der beiden Ausläufer der Tränendrüse, während die Hardersche Drüse doch ein gutes Stück weiter hinabreicht und da den ganzen Orbitalraum ausfüllt. Von quergestreiften oder glatten Muskelfasern fehlt sowohl am Bulbus als auch in der Orbita jede Spur.

Der Conjunctivalsack. Er ist auf den Präparaten durchaus nicht kollabiert, sondern stellt einen umfangreichen, mit einer homogenen vakuolenhaltigen, offenbar geronnenen Masse gefüllten Hohlraum dar, in welchem zahlreiche Epithelzellen und Kerntrümmer suspendiert sind. Seine Auskleidung, soweit man sie bei der mangelhaften Konservierung beurteilen kann, wird von einem flachen Epithel gebildet, das in mehr (drei- bis vier-) facher Lage übereinander geschichtet und vielfach gefaltet ist,

so daß Drüsentubulis ähnliche Bilder resultieren. In diesen Krypten ist die dem Lumen zunächst gelegene Epithellage von kubischer bis zylindrischer Form und enthält auch mehrfach Schleimzellen. Von einer Subconjunctiva kann keine Rede sein. Das Conjunctivalepithel liegt vielmehr dem faserigen, dicht gefügten, blutgefäßarmen und ganz drüsenlosen subkutanen Bindegewebe der äußeren Haut auf. Nur da, wo die Tränendrüse an den Conjunctivalsack direkt angrenzt (vgl. oben), liegt zwischen beiden eine ganze dünne Bindegewebslamelle, die aber stellenweise unterbrochen erscheint, so daß die Drüsen direkt in den Conjunctivalsack münden. Ebenso sieht man ganz deutlich am inneren (oralen) Winkel des Bindehautsackes eine von Schleimhaut ausgekleidete Verbindung mit den Nasenhöhlen. In die hintere, resp. ventrale Wand des Bindehautsackes ragt der Bulbus mit mindestens zwei Dritteln seiner Oberfläche hinein, und zwar liegt er asymmetrisch dem rückwärtigen Ende viel näher, so daß daselbst auf dem Durchschnitt nur ein spaltförmiger Raum sichtbar ist, während nach vorne, resp. der Nase zu, ein tiefer und geräumiger Recessus vorhanden ist, in welchem eine, allerdings nicht bei allen Exemplaren gleich deutlich sichtbare Leiste vorspringt, welche dem Wesen nach aus einer Fortsetzung der Harderschen Drüse besteht und wahrscheinlich ein Rudiment der Nickhaut darstellt. Allerdings fehlt die in ihr von Leydig aufgefundene hyaline Knorpelspanne.

Der Bulbus. Derselbe ist eine nahezu kugelige Kapsel, welche in der oben ausgeführten Weise ungefähr mit dem hintersten Drittel zwischen der Harderschen und Tränendrüse eingebettet ist und mit zwei Dritteln ihrer Oberfläche frei in den Bindehautsack vorragt. Auf dieser Strecke ist sie von einem ganz flachen, ein- bis zweireihigen Epithel bedeckt, das bei seinem Übergange von der Conjunctiva sclerae auf die Conjunctiva der Übergangsfalten mehrere Schichten, sowie in den tiefen Lagen kubische Gestalt annimmt. Der auf, resp. zwischen den Drüsen liegende Teil der äußeren Bulbuskapsel wird von einer hyalinen Knorpelspanne gebildet, welche scharf dort endet, wo sich an den Bulbus die fibröse, quer durch die Orbita zwischen Tränendrüse und Harderscher Drüse ziehende Bindegewebsplatte anheftet. Von da ab nach vorne wird die Bulbuskapsel von einem dichtgefügten, faserigen, kernarmen Bindegewebe gebildet, welches keine Differenzierung in eine Cornea und Sclera aufweist, daher auch keine der Corneo-Scleralgrenze entsprechende, durch die Krümmungsänderung hervorgerufene Einbuchtung zeigt. Nach innen zu folgt auf die fibröse resp. knorpelige Kapsel eine Lage pigmentierter, mit Ausläufern versehener und zu einem blutgefäßhaltigen Netzwerke verflochtener Zellen,



also eine Chorioidea, die aber keine geschlossene Kapsel bildet, sondern dorsal-, oral-, lateralwärts eine Unterbrechung zeigt. Dieselbe Öffnung befindet sich auch in der nun folgenden nächstinneren Schicht, die ebenfalls sehr stark, aber heller braun pigmentiert ist, deren Zellen aber eine hexagonale Form und mosaikartige Anordnung zeigen, somit das Pigmentepithel darstellt. Diese Öffnung, welche, wie ich aus der Rekonstruktion der Serien berechnet habe, einen vertikalen Spalt darstellt, dessen Durchmesser sich wie 1:7 verhalten, entspricht dem Rande des Augenbeckers. Es ist dies eine an sich sehr interessante Tatsache, da, wie ja bekannt, bei vielen Reptilien, besonders solchen, die im Dunkeln leben, eine spaltförmige Pupille beobachtet wird. Man kann daraus wohl den Schluß ziehen, daß diese Form der Pupille bereits in der Anlage vorhanden ist, denn, wie ich der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand von Lindahl (Arch. f. Augenheilk. Bd. 72, 1912) entnehme, ist bei den von ihm untersuchten Säugetieren inkl. Mensch der vordere Augenbecherrand fünfeckig und auch die Pupille hat zunächst eine fünfeckige Form, die später in eine viereckige und durch Abrundung der Ecken in eine runde übergeht.

Am Rande der Öffnung biegt das Pigmentepithel um und wird zu einer Schicht niedriger, zylindrischer, unpigmentierter Zellen, die sehr bald nach der Umbiegung sich verlängern, radiär stellen und sehr dicht gedrängt, dachziegelförmig übereinander schieben, so daß der Eindruck einer mehrschichtigen Zellenlage entsteht. Die Kerne werden mächtiger, längsvoval und während sie ursprünglich mehr basal lagen, rücken sie gegen die freie innere Oberfläche der Zellen vor. Diese Bildung stellt den Übergang von dem einfachen unpigmentierten Zellbelag zur mehrschichtigen, verhältnismäßig gut ausgebildeten Netzhaut dar. An letzterer können wir von innen nach außen folgende Schichten unterscheiden: 1. die homogene Limitans; 2. die Ganglienzellenschicht: eine zwei- bis dreifache Lage von Zellen mit runden, stark tingierten Kernen, von hellem, schmalen Protoplasmasaum umgeben (Neurogliazellen). Zwischen ihnen eingestreut sind vereinzelte größere Zellen mit ovalem, blassem Kern, in welchem man Kernkörperchen und Chromatingerüst unterscheiden kann. Das Protoplasma ist feinst gekörnt, ihre Form scheint polygonal zu sein, so daß sie Ganglienzellen ähneln. An vielen dieser Zellen lassen sich Fortsätze nachweisen, die senkrecht auf die Oberfläche der Schicht nach rückwärts verlaufen. Außerdem gehen noch von der Limitans interna mit breiter Basis entspringende Fasern durch die Schicht hindurch, die in der nächsten weniger deutlich erscheinen und dann in den Körnerschichten wieder auftreten; 3. die

plexiforme Schicht von fein retikuliertem Aussehen, ungefähr so breit wie die vorige; 4. innere Körnerschicht: sechs bis zehn dicht übereinander gereichte Lagen von rundlichen Zellen, mit stark gefärbten, runden Kernen und ganz schmalem Protoplasmamantel. Fortsätze konnten nur an ganz wenigen Zellen mit Sicherheit konstatiert werden. Auch sieht man einzelne Fasern oberflächensenkrecht durch diese Schicht hindurchziehen, welche den Müllerschen Stützfäsern angehören. Es folgt 5. die äußere plexiforme Schicht, die sehr schmal ist und außer einer feinen Granulierung keine weiteren Details aufweist; 6. äußere Körnerschicht. Sie ist bei weitem weniger mächtig und weniger gut gefärbt als die innere Körnerschicht und besteht nur aus drei bis vier Zellagen. In ihr kann man zwei Arten von Körnern unterscheiden. Der Hauptmasse nach sind es Zellen von schmalem Protoplasmamantel um große, ovale, schwach gefärbte Kerne, die eine deutliche Granulierung zeigen. Nur ganz vereinzelt sieht man kleinere, rundliche, stärker gefärbte Körner eingestreut; 7. Limitans externa; 8. Stäbchen- und Zapfenschicht. Diese ist auf sämtlichen Präparaten sehr schlecht konserviert, doch lassen sich wenigstens stellenweise recht deutlich zapfenförmige Gebilde erkennen, welche eine Fortsetzung der einzelnen Körner der VI. Schicht darstellen. Sie enthalten in verschiedenen Höhen eine bis zwei flaschenbauchartige Anschwellungen, in welchen stark lichtbrechende, gelbliche, kugelige Gebilde liegen. Obwohl keine eigentliche Nervenfaserschicht auf den Präparaten zu sehen ist, ist das Vorhandensein wenigstens eines Rudimentes derselben nicht zu bezweifeln; 1. wegen des Vorhandenseins der Ganglienzellschicht und 2. ganz besonders wegen der Existenz eines Nervus opticus. Man sieht auf den entsprechenden Schnitten deutlich ein die ganze Dicke der Netzhaut von innen nach außen durchziehendes Faserbündel, das die Bulbuskapsel durchbricht und sich als Strang durch die Harder'sche Drüse bis an die Spitze der Orbita und von da ins Gehirn fortsetzt. Es besteht aus ziemlich dicht gedrängten, kernhaltigen Fasern, von einer lockeren Bindegewebshülle umgeben. Es sind zweifellos markhaltige Nervenfasern. Der zwischen Limitans interna und dem vorderen Pole der äußeren Augenkapsel befindliche Raum wird von der Linse vollständig ausgefüllt. Von einem Glaskörper ist somit keine Spur zu entdecken. Die Linse stellt ein, am Durchschnitte ovales Gebilde dar, dessen vordere Oberfläche unter der Kapsel eine einschichtige Epithel-lage besitzt, die jedoch weit über den Äquator sich nach rückwärts fortsetzt, wie dies Rabl für die Reptilien-Linsen nachwies. Die am Äquator und hinter demselben gelegenen Zellen werden zu großen blasigen, vakuolenhaltigen Gebilden, zwischen welchen nur einzelne Fasern ver-

laufen. Das Zentrum der Linse ist eine homogene, wie geronnen aussehende Masse, die durchaus nicht das Aussehen eines sclerosierten Linsenkernes besitzt. In ihr sieht man einzelne Zellkörner und Kerntrümmer. An den Linsen eines Tieres sieht man der äußeren Hälfte der Linsen hinterfläche aufsitzend, eine aus Bläschenzellen und Detritus bestehende, ganz unregelmäßige Kalotte, welche außerhalb der eigentlichen Linse eingekapselt liegt. Die Linse zeigt somit bei allen Tieren dieser Spezies ein vollständig degeneriertes Aussehen, das ganz an eine Katarakt erinnert.

Die Achsen der beiden Augäpfel verlaufen im Körper des Tieres von vorne, außen, oben nach rückwärts, hinten, unten. Dementsprechend ist auch die, eine Pupille ersetzende Öffnung der sekundären Augenblase orientiert.

Wenn wir den Bulbus als Ganzes betrachten, so ergibt sich die interessante Tatsache, daß er auf sehr rudimentärer Entwicklungsstufe stehen geblieben ist, denn er besteht aus der sekundären Augenblase, welche durch das hineinwachsende Ektoderm (die Linse) eingestülpt wurde und in eine Mesodermkapsel eingeschlossen ist. Der Schluß der Augenspalte muß vollendet gewesen sein, bevor es zum Hineinwuchern von Mesoderm gekommen ist. Ebenso fehlt jedes Auswachsen des Mesoderms am vorderen Ende des Augenbechers und in die fötale Augenspalte, so daß es nicht zur Bildung einer Iris kam und auch jede Spur eines Glaskörpers fehlt. Es ist offenbar sofort nach Einstülpung des Ektoderms in die primäre Augenblase das Kopfmesoderm allseitig um die sekundäre Augenblase einerseits und zwischen die Linse und ihren Mutterboden andererseits gewuchert und hat so zur Bildung der in sich abgeschlossenen Bulbuskapsel geführt, die wir in den Präparaten von *Blanus cinereus* vor uns haben. Denn wir sehen hier die Linse in die vordere Öffnung der sekundären Augenblase förmlich eingekeilt, mit ihrer vorderen Fläche weit über dieselbe hervorragend und direkt dem zur Cornea gewordenen Mesoderm anliegen, während sie mit ihrer rückwärtigen Fläche unmittelbar an die Netzhaut grenzt. Wenn es somit auch zu verstehen wäre, daß es wegen des sehr raschen Schlusses der fötalen Augenspalte zu keinem Hineinwuchern des Kopfmesoderms ventral von der Ektodermeinstülpung gekommen und somit die Bildung des Glaskörpers unterblieben ist, so ist doch nicht einzusehen, warum die offenbar sehr rasche Wachstumstendenz des der sekundären Augenblase von außen angelagerten Mesoderms, die zur Entwicklung der Augenkapsel geführt hat, damit sozusagen erschöpft war, und es nicht von dem Berührungswinkel derselben und des vorderen Randes der Augenblase aus zur Ausbildung

einer Iris gekommen ist. Es ist auch von gar keiner Differenzierung der Cornea in ihre drei Blätter eine Andeutung zu sehen, ebensowenig von einer vorderen Augenkammer.

Die folgenden Untersuchungen erstrecken sich auf die rudimentären Sehorgane zweier Amphibien, und zwar aus der Familie der Caeciliiden (nach Boulenger 1. Familie der Apoda, 3. Ordnung der Batrachia. Nach Sarasin auf Grund seiner ausgedehnten Entwicklungsstudien als salamandride Urodele festgestellt, während sie früher als dritte Unterabteilung der Amphibien neben den Anuren und Urodelen als Gymnophionen oder Caeciliiden oder Apoden bezeichnet wurden).

I. *Ichthyophis glutinosus*.

In Ostindien, speziell auf Ceylon vorkommende „Blindwühle“ von 380 mm Länge, 14 mm größtem Rumpfdurchmesser. Der Körper ist zylindrisch mit 240 bis 400 ausgesprochen zirkulären Falten; der Schwanz ist kurz aber deutlich ausgeprägt, zugespitzt. Die Farbe dunkelbraun oder bläulich schwarz. Ein gelbes Band zieht jederseits seitlich vom Kopf bis zum Schwanz. Die Augen schimmern als dunkle, kaum halbmillimetergroße Pünktchen durch die Haut. —

Das in vielfacher Richtung interessante Tier, das schon seit langem in einzelnen, von Forschungsreisenden nach Europa gebrachten Exemplaren bekannt und auch zum Teil beschrieben worden war, wurde von den Brüdern Sarasin während eines mehrmonatigen, eigens zu diesem Zwecke genommenen Aufenthaltes auf Ceylon, unter Überwindung großer Schwierigkeiten gesammelt, nach jeder Richtung hin genauen Studien unterworfen, welche in einer ganz ausgezeichneten und mit prachtvollen makro- und mikroskopischen Bildern sehr vornehm ausgestatteten Monographie niedergelegt sind. (Ergebn. naturw. Forschung. auf Ceylon. Wiesbaden 1887, 1889, 1890.) Nur das Sehorgan ist darin etwas stiefmütterlich behandelt, indem es ganz kurz als, infolge der Lebensweise, rudimentär bezeichnet wird. Diesem Mangel abzuhelpfen ist der Zweck der folgenden Untersuchungen, und ich bin Herrn Dr. Sarasin für die lebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher er mich auf meine Bitte mit dem dazu nötigen Material versorgte, zu großem Danke verpflichtet.

Es ist selbstverständlich im Rahmen dieser Arbeit unmöglich und auch nicht hierher gehörig, auf die äußerst interessanten entwicklungsgeschichtlichen Details einzugehen. Nur soviel mag der Vollständigkeit halber erwähnt werden, daß das Tier in der feuchten Erde ein Häufchen Eier legt, um welches das Weibchen

bis zum Ausschlüpfen der Larven herumgeringelt bleibt. Dies tut es einerseits und hauptsächlich, um sie in feuchter und kühler Temperatur und weicher, glatter Umgebung zu erhalten, sowie gegen feindliche Angriffe der in diesen Gegenden sehr zahlreichen Wühlschlangen zu schützen, andererseits, wie Sarasin vermutet, zu dem Zwecke der Ernährung, da er beobachtete, daß die wachsenden Eier außer der Volums- auch eine vielfache Gewichtszunahme zeigen und das Weibchen nach Beendigung dieser Aufgabe sehr matt und abgemagert ist, was allerdings zum Teile auch durch den Nahrungsmangel während dieser Zeit erklärlich wäre.

Die ausgeschlüpften, mit jederseits drei roten Kiemenbäumchen versehenen Larven führen ein Wasserleben, während welchen es zur Ausbildung eines eigenen, sehr interessanten Organes kommt, des Tentakels, das von Wiedersheim früher für ein giftiges Schutzorgan des am Lande lebenden, ausgewachsenen Tieres gehalten wurde. Durch seine ausgedehnten und sorgfältigen Beobachtungen lebender Tiere, verbunden mit seinen anatomischen Studien, hat aber Sarasin die wahre Funktion des Tentakels in sehr scharfsinniger Weise enthüllt. Die Blindwühle besitzt nämlich unterhalb der Hauptnase noch eine Nebennase, welche eine quergestellte Höhlung darstellt, die weiter nach rückwärts in eine der Hauptnasenachse parallele Richtung übergeht und kurz vor der Choane in sie einmündet. Sie ist mit mächtigem Sinnesepithel ausgekleidet und wird vom Olfaktorius reichlich mit Nerven versorgt. In ihre Höhlung ergießt sich das Sekret einer starken Drüse durch mehrere Ausführungsöffnungen. Mit der Außenwelt steht die Nebennase durch einen mächtigen Gang in Verbindung, der sich bald nach seinem Austritte aus der Höhle in zwei Äste spaltet, welche auf Grund der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Sarasins dem Tränen-Nasenkanale, resp. den Tränenröhrchen entsprechen; denn sie gehen aus einer Epithelleiste hervor, welche in einer von der äußeren Nasenöffnung zum Auge ziehenden Rinne verläuft, sich später von der Epidermis abschnürt, ein Lumen bekommt und, wenn die wasserbewohnende Larve zum Landtiere wird, mit der Nebennase sich in Verbindung setzt. Die Ausmündungsstelle der Tränenröhrchen ist die Tentakelgrube, so genannt nach einem fühlartigen, rasch einzieh- und ausstreckbaren Organe, welches das tütenförmig eingerollte Ende einer Schleimhaut-Längsfalte darstellt, die sich aus der Auskleidung einer schlauchförmigen Höhlung erhebt, die sich von der Tentakelgrube aus tief in den Oberkieferknochen hinein erstreckt. Der Tentakel ist sozusagen eine schwellkörperartige Bildung, seine Streckung wird durch Füllung der in seiner Spitze reichlich vorhandenen Kapillargefäße bewirkt (was Wiedersheim vermutete und Sarasin beobachtete). Sein schnelles Rückgleiten erfolgt durch einen mächtigen Muskel, den von Wiedersheim beschriebenen Retraktor, dessen beide Enden in dem hinteren Ende der Schleimhautfalte resp. in der Orbita liegen und der genetisch ein Augenmuskel war. Die den Tentakel beherbergende, schlauchförmige Höhlung steht mit der Orbita durch mehrere Aus-

führungsgänge einer mächtigen Orbitaldrüse außerdem noch in offener Verbindung (vgl. die folgende Beschreibung). Auf Grund dieser anatomischen Verhältnisse und der Beobachtung des lebenden Tieres, welches während seiner kriechenden und wühlenden Bewegung in und auf der feuchten Erde das Fühlerchen beständig hervorstreckt und wieder einzieht, kommt Sarasin zu folgender Auffassung von der Funktion der Nebennase und des Tentakels: Das Sekret der orbitalen Drüse fließt aus der Tentakelgrube auf die Oberlippe aus, ohne vorher durch die an der vorderen Kante der Tentakelgrube befindlichen Tränenpünktchen, das heißt Endigungen der zum Ausführungsgange der Nebennase gewordenen, ursprünglichen Tränenröhrchen aspiriert zu werden. Es hat vielmehr die Aufgabe, den Taster und die beiden Ausmündungen der Nebennase von den infolge der Lebensweise des Tieres stets anhaftenden Erdteilchen reinzuhalten. Die Nebennase hingegen stellt ein Schnüffelorgan dar, welches beim Einatmen die Luft einzieht, so daß das Tier die dunklen Wandungen der Gänge, in welchen es wühlt und kriecht, beriechen kann.

Nach dieser kurzen Abschweifung, welche durch die Fülle der interessanten Tatsachen und die geistvolle Erklärung ihrer Funktion wohl gerechtfertigt ist, kehren wir zum eigentlichen Thema zurück und beginnen mit der topographischen Beschreibung der Orbita des ausgewachsenen Landtieres, welche sich hier zwanglos anschließt, da ja von wesentlichen Teilen ihres Inhaltes im vorstehenden wiederholt die Rede war. Die Begrenzung der Orbita bilden: Nach der Körperoberfläche zu das äußere Integument, das in der oberen Hälfte der Orbita an Dicke beträchtlich abnimmt und ganz drüsenlos wird¹⁾. Das straffe, subkutane Bindegewebe geht direkt in die Bulbuskapsel über, so daß ein Con-junctivalsack vollständig fehlt. In den oberen (dorsalen) Partien grenzt die Bulbuskapsel an das Periost der knöchernen Ränder des Orbitaleinganges (Fig. 3); nach abwärts zu entfernt sich oralwärts der Knochen immer mehr; der Zwischenraum wird von einem straffen, der Bulbuskapsel gleichgebauten Bindegewebszuge überbrückt und von dem vorderen Ende der mächtigen Orbitaldrüse ausgefüllt. Der eigentliche

¹⁾ Das äußere Integument besteht aus einer mehrfachen, oberflächlich verhornten Epithelschichte, unter welcher eine kontinuierliche Lage von sogenannten Spritzdrüsen mit spärlich eingeschalteten Schleimdrüsen sich befindet. Die Spritzdrüsen sind von regelmäßigem Epithel ausgekleidete und von einer glatten Muskelhülle umgebene ein-kammerige Hohlräume, deren sehr enger Ausführungsgang sich vor seinem Eintritte in die tiefen Epidermisschichten ampullenförmig erweitert. Um das enge Ausführungskanälchen und die ihm zugewendete Hälfte der Ampulla ist ein mächtiger, aus glatten Muskelfasern bestehender Ringmuskel angeordnet, welcher einerseits den Verschuß des ersteren und zweitens die Ejakulation des giftigen Sekrets aus der gefüllten Ampulla besorgt.

Orbitalraum wird oral und medial von einem dünnen und lockeren Bindegewebszuge, durch welchen Blutgefäße und Nerven in die Orbita eintreten, kaudal und medial von einem mächtigen quergestreiften Muskel ausgekleidet, zu welchem der erwähnte Bindegewebszug im Bogen hinzieht. Der ganze so umgrenzte Orbitalraum wird von quergestreiften Muskelbündeln ausgekleidet und von einer mächtigen tubulösen Drüse ausgefüllt. An die Bulbuskapsel setzt sich oben, innen, außen und unten je ein quergestreifter Muskel, der nach rückwärts verläuft (Rectus superior, internus, externus und inferior) und ein quergestreifter Muskel an, der schief von der unteren Bulbusperipherie nach vorne innen zieht (Obliquus inf.). Allen diesen quergestreiften Augenmuskeln fehlt jedoch ein zweiter, fixer Insertionspunkt für ihr anderes Ende: zum Teil verlieren sie sich nach kurzem Verlaufe zwischen den Drüsentubulis, zum Teil gehen sie in die Muskelgruppe über, welche in ihrer Gesamtheit den später zu erwähnenden *M. compressor* bildet. Sie können daher unmöglich für die Bewegung des Bulbus selbst in Betracht kommen. Die Orbita liegt ihrer Hauptmasse nach tiefer (ventralwärts) als der Bulbus (Fig. 4) und steht hier durch breite Ausführungsgänge mit der schlauchförmigen Höhlung in Verbindung, welche den Tentakel birgt. In diesem Tentakel liegt ein quergestreifter Muskel, der nach medial und dorsal verläuft, innerhalb der Orbita an Mächtigkeit gewinnt und durch die Drüse hindurch bis an die Spitze der Orbita zieht (Fig. 4, m. r.), gelegentlich einzelne Bündel zwischen Drüsentubulis abspaltend: es ist der *Musculus retractor*. Die bogenförmige Muskelgruppe, welche die Umhüllung der Orbita bildet, kann nur den Zweck haben, durch ihre Kontraktion eine Entleerung der Orbitaldrüse zu bewirken und stellt daher einen *Kompressor* (Fig. 4, m. c.) dar. Der *Opticus* verläuft nahe dem Boden der Orbita durch die Drüse hinter dem *M. retractor* und tritt an der unteren und kaudalen Partie der Bulbuskapsel aus derselben heraus.

Die Orbita der Larve unterscheidet sich von der des ausgewachsenen Landtieres außer durch die Größe noch sehr wesentlich durch die Begrenzung, die durchwegs von Weichteilen gebildet wird, was mit der erst später erfolgenden, vollständigen Entwicklung des Schädelskeletts zusammenhängt. Ferner ist die orbitale Drüse erstens wesentlich kleiner und zweitens ihr Bau ein ausgesprochen azinöser. Der *Musculus retractor* ist sehr deutlich als mächtiger Strang ausgebildet und an den Präparaten ist deutlich erkennbar, daß er mit seinem vorderen Ende in dem Bindegewebe sich verliert, das die ventrale und orale Oberfläche des Bulbus umgibt, er also eigentlich ursprünglich ein Augenmuskel war. Durch die Ausbildung des Tentakels und des ihn beherbergenden Hohlraumes, welcher

mit der Orbita ungefähr an der Stelle in Kommunikation steht, wo jetzt das Ende des Muskels sichtbar ist, wird er seinem ursprünglichen Zweck entzogen und seiner wichtigen Funktion während des Lebens des Landtieres zugeführt, was um so leichter möglich ist, als ja eine Beweglichkeit des Bulbus gar nicht anzunehmen, und schlechterdings geradezu unmöglich ist. Denn wie wir gesehen haben, existiert bei *Ichthyophis* gar kein Bulbus sensu strictiori, es hat sich, wie im nachfolgenden geschildert werden wird, nur das um die sekundäre Augenblase liegende Mesoderm in Form einer kugeligen Kapsel verdichtet, und stellt so ein Rudiment eines Bulbus dar.

Das Sehorgan von *Ichthyophis glutinosus* bietet eine Menge interessanter Details, indem nämlich einerseits das Stehenbleiben auf embryonalem Stadium, andererseits eine Weiterentwicklung einiger Teile beobachtet werden kann. Diese muß aber bereits im frühen Embryonalleben stattgefunden haben, denn es zeigt das Auge der Larve schon dieselben Verhältnisse bezüglich der einzelnen Membranen wie das ausgewachsene Landtier. Innerhalb der oben beschriebenen, allseitig gleichmäßigen straff gefügten Bindegewebskapsel liegt, von wohlentwickelter Chorioidea umgeben, die von der Linse eingestülpte, sekundäre Augenblase (Fig. 5). Das Pigmentepithel zeigt entsprechend dem vorderen Rande des Augenbeckers eine kolbige Anschwellung (Fig. 5, a), welche der Umschlagsstelle des äußeren in das innere Blatt entspricht. Dieses, vorne noch aus allerdings weniger pigmentierten Zellen bestehend, bildet sich sehr bald zu voll entwickelter Retina um, aus welcher sich die markhaltigen Nervenfasern entwickeln, die, in einem Strange vereinigt, durch die Orbita zum Gehirn ziehen. Während nun in den hinteren Teilen des Bulbus zwischen hinterer Linsenoberfläche und Netzhaut Mesoderm durch die fötale Augenspalte hineinwächst, ist dies vor der Linse vollständig unterblieben, die Chorioidea hat ihr vorderes Ende an dem freien Rande des Augenbeckers resp. der Umschlagsstelle des äußeren ins innere Blatt. Aber von einer Irisentwicklung ist keine Spur zu sehen. Selbst das am Linsenäquator des embryonalen Auges typisch auftauchende Ringgefäß ist nicht zur Entwicklung gekommen, daher fehlen hier auch alle mesodermalen Gebilde, Iris und Cornea, und die zwischen ihnen auftauchende Spalte, die spätere vordere Augenkammer. Die aus dem Zentralnervensystem hervorwachsende Augenblase wurde einfach durch das Ektoderm eingestülpt und das Mesoderm umwuchs sofort das ganze Gebilde und drang nur dort, wo es längere Zeit offen blieb, nämlich im fötalen Augenspalt, in die Augenblase hinein, wie an dem Auge der Larve sehr schön zu sehen ist (vgl. später). Eine Differenzierung trat nur dort

zutage, wo es direkt der Augenblase anliegt, nämlich als Chorioidea und Glaskörper, aber der zwischen Linse und Ektoderm sich hineinschiebende Teil blieb vollständig undifferenziert, so daß der vordere Abschnitt des Bulbus, mit Ausnahme der äußeren Kapsel, ganz fehlt, und die vordere Oberfläche der Linse bis zur Umschlagsstelle der Augenblase den äußeren Hüllen des Bulbus ganz dicht anliegt. Bemerkenswert ist ferner die Form der vorderen Öffnung der sekundären Augenblase, welche gleichsam die Pupille vertritt. Diese ist durchaus nicht rund, sondern stellt ein vertikales, schmales Oval dar, dessen Achsen, wie ich berechnen konnte, sich wie 1:7 verhalten.

Es erübrigt nach diesen allgemeinen orientierenden Bemerkungen noch eine genaue Schilderung der einzelnen, das Auge zusammensetzenden Membranen. Die Chorioidea, deren genauer Bau nur aus entpigmentierten Schnitten zu entnehmen ist, besteht aus einem Netzwerke feinsten Gefäßchen von kapillarem Bau, die meist in einer Lage nebeneinander angeordnet sind und von sternförmigen Zellen umflochten werden, die von einem braungelben Pigment von ungleich großer Körnung erfüllt sind. Sie hört — wie oben gesagt — scharf am vorderen Rande der sekundären Augenblase auf.

Die sekundäre Augenblase: Ihr äußeres Blatt, das Pigmentepithel, ist eine einfache Schicht platter, auf Flächenschnitten polygonaler großkerniger Zellen, deren starker Pigmentreichtum von dunkel-schwarz-braunen, oblongen oder wetzsteinförmigen, gleich großen Körnchen herrührt. Die Zellen besitzen auf ihrer inneren Oberfläche feinste Fortsätze, welche zwischen die Elemente der Stäbchen- und Zapfenschicht eindringen. Eine kurze Strecke vor der Umschlagsstelle des äußeren in das innere Blatt nehmen die Zellen an Größe bedeutend zu, ihre Gestalt und Anordnung wird unregelmäßig, dabei ihr Pigmentgehalt geringer. Der Rand der Umschlagsstelle selbst zeigt eine mehr weniger deutliche Abweichung von der schalen- oder becherförmigen Krümmung, indem er in einem nach hinten offenen, stumpfen Winkel axial umbiegt, so daß er den Äquator der Linse von vorne umfaßt, ungefähr so wie die Brillenfassung das Glas (Fig. 5 b). Das innere Blatt der sekundären Augenblase zeigt sofort nach der Umbiegung die charakteristischen Veränderungen gegenüber dem äußeren Blatte. Zunächst bleiben die Zellen in einfacher Lage, verlieren jedoch bis auf ganz geringe Reste ihr Pigment. Ihre Form wird kubisch, später immer langgestreckter, wobei gleichzeitig die Nebeneinanderlagerung in eine dachziegelförmige Übereinanderschichtung sich verändert. Plötzlich geht diese Pars plana retinae in die eigentliche vielschichtige Netzhaut über. Von der Ora serrata aus strahlen Faserbündel

gegen den Äquator der Linse und die äquatorialen Randteile der hinteren Linsenoberfläche aus. Wir haben hier somit eine Zonula vor uns.

Die *Retina* besteht von innen nach außen aus folgenden Schichten: 1. Nervenfaserschicht. Diese ist sehr rudimentär entwickelt, eigentlich als eigene Schicht gar nicht vorhanden, was zum großen Teil mit der schlechten Konservierung der Tiere zusammenhängen mag, sicher aber auch darauf beruht, daß überhaupt, wie aus dem histologischen Bilde des Opticus hervorgeht, nur sehr wenig Fasern vorhanden sind, denn in der Gegend der Papille sieht man auf den Querschnitten nur ganz dünne Faserbündelchen die Netzhaut nach rückwärts durchsetzen, und der Opticus selbst besteht aus ganz wenigen markhaltigen Nervenfasern zwischen Bindegewebsfibrillen. Die Existenz und Zusammensetzung des Opticus lassen demnach das sichere Vorhandensein einer Nervenfaserschicht erschließen. 2. Die Ganglienzellschicht: In ihr sind sehr spärliche große polygonale Ganglienzellen sichtbar, deren Kerne blaß tingiert sind. Außerdem befinden sich in dieser Schicht zahlreiche, bis an die innere Oberfläche der Netzhaut zerstreute Neurogliazellen mit kleinerem runden, aber sehr stark gefärbtem Kerne. Sie sind sehr oft birnförmig mit dem schmalen Ende nach rückwärts gerichtet. Die Zellen sind besonders in der Netzhaut der Larve sehr häufig und manchmal sogar in mehreren Schichten übereinander gelegen. 3. Innere plexiforme Schicht von zartem, retikulärem Aussehen; sehr schmal. 4. Innere Körnerschicht: In ihren fünf bis sechs Zellagen kann man verschiedene Zellformen unterscheiden: a) protoplasmaarme Zellen mit rundem, stark gefärbtem Kern; b) ebensolche mit größerem, schwach gefärbtem, fein granuliertem Kern; c) große birnförmige Zellen, von denen die einen mit ihrer Spitze nach der inneren, die anderen nach der äußeren Oberfläche der Netzhaut gerichtet sind. Erstere würden den amakrinen Zellen entsprechen. Es folgt nun 5. eine ganz schmale, kaum angedeutete, äußere retikuläre Schicht und 6. die äußere Körnerschicht. Sie besteht aus ungefähr fünf Lagen großer, im allgemeinen blaß gefärbter, sehr protoplasmaarmer Elemente; die weitaus größte Minderzahl hat rundliche, relativ stark gefärbte Kerne, die überwiegende Mehrzahl jedoch große ovale, manchmal sogar birnförmige Kerne, die sehr schwach die Farbe angenommen haben. Es sind dies Zapfenkörner, bei denen man hier und da sehr deutlich den Übergang in das Zapfen-Außenglied sehen kann. Es folgt nun 7. die *Limitans externa* und 8. die Stäbchen- und Zapfenschicht. Von dieser ist auf den meisten Serien außer ganz vereinzelt birnförmigen, an die *Limitans externa* angrenzenden Gebilden nur ein Detritus zu sehen. Auf den Präparaten der Larve jedoch, die am besten konserviert ist, sieht man ganz deutlich

die bauchigen Zapfen-Innenglieder, während die schlanken Zapfen-Außenglieder größtenteils in Plättchen und Körnchen zerfallen sind. Über das Vorhandensein von Stäbchen läßt sich nichts Genaueres berichten. Mit Rücksicht auf die sonst große Übereinstimmung mit der Retina der Hypogeophis (vgl. später) und der auch nahen Verwandtschaft mit derselben, dürften sie aber sicher vorhanden sein. Vielleicht sind auch die als bauchige Zapfen-Innenglieder gedeuteten Gebilde degenerierte und gequollene Stäbchen-Innenglieder. Fetttropfenartige Kugeln fehlen in sämtlichen Präparaten. Die Netzhaut zeigt überall dieselbe Anordnung ihrer Schichten; von einer Fovealbildung fehlt also jede Andeutung.

Glaskörper: Derselbe besteht aus einzelnen, den dritsch und netzförmig verzweigten Fibrillen, die gegen die innere Oberfläche der Netzhaut ausstrahlen. Eine Verdichtung an dieser Stelle im Sinne der Grenzschicht ist nicht bemerkbar. Dagegen sieht man ganz deutlich, von dem hinteren Pole der Linse ausgehend, ein stärkeres bindegewebiges Büschel, in dem man aber kein Gefäßlumen wahrnehmen kann. Es ist offenbar der Rest der Arteria hyaloidea. Sehr schön läßt sich der Aufbau sowie auch besonders die Herkunft des Glaskörpers an den horizontalen Schnitten durch das Auge der Larve beobachten, welche innerhalb (ventral) der Linse den Bulbus treffen. Man sieht (Fig. 6) die eben geschlossene fötale Augenspalte und gewinnt in diese höchst interessanten, entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse einen Einblick von einer mir weder von Präparaten noch von Abbildungen her bekannten Deutlichkeit. Unter der der äußeren Haut zugewendeten Oberfläche der fibrösen Bulbuskapsel kann man mit voller Deutlichkeit die durch eine spornförmig ins Innere vorspringende Leiste gekennzeichnete Verwachsungsstelle der Chorioidea und nach innen von dieser Pigmentleiste jederseits eine Umschlagsstelle des äußeren in das innere Blatt der sekundären Augenblase mit der oben beschriebenen Metamorphose der Zellen beobachten, so daß die sekundäre Augenblase hier einen hufeisenförmigen Querschnitt darbietet. Zwischen beiden drängt sich von der Chorioidealnaht aus ein Bündel dichtgeflochtener, gestreckter, feinsten Fibrillen ins Innere des Bulbus. Von ihm gehen die Rippen eines Blattes von der zentralen Hauptrippe unter sehr spitzem Winkel nach vorne divergierend, allerfeinste Fäserchen aus, die sich in ihrer radiären Ausstrahlung mit außerordentlicher Sicherheit zwischen die Neurogliazellen der innersten Netzhautschicht hin verfolgen lassen. Nur ganz vorne sieht man eine netzartige Verflechtung derselben, also eine Andeutung der von Salzmann sogenannten „Glaskörperbasis“. Zentral in der Mitte dagegen läßt sich aus punktförmigen Querschnitten und kurzen, strichförmigen, mit den Radiärfasern zusammen-

hängenden Schiefschnitten auf eine mehr weniger flächenhafte, der inneren Netzhautoberfläche parallele Ausbreitung der Fäserchen resp. ihrer Verästelungen schließen, was umso bemerkenswerter ist, als von einer *Limitans interna retinae* nichts zu sehen ist.

Linse: Sie ist mit ihrer vorderen Oberfläche direkt an die fibröse Bulbuskapsel angepreßt, so daß ihr Kapselepithel auf manchen Schnitten ganz unsichtbar, auf anderen dagegen nur als äußerst dünne Lage von ganz abgeplatteten Zellkernen zu sehen ist. Am Äquator dagegen und weit gegen den hinteren Pol reichend, sieht man große blasige Zellen mit Vakuolen unter der Linsenkapsel. Während die peripheren Schichten deutlich faserigen Bau zeigen, ist der Kern eine homogene Masse, in der man bei einzelnen untersuchten, ausgewachsenen Individuen Kerntrümmer findet. Die Linse der Larve dagegen zeigt besonders an den nicht durch das Zentrum gehenden horizontalen Schnitten deutlich den Aufbau aus lauter zu meridionalen Streifen angeordneten großen Zellen; auf einem Schnitte sogar noch einen Rest eines exzentrisch nach vorn gelegenen Hohlraumes, des ursprünglichen Linsenbläschens. Eine Kapsel ist nur an den Linsen ausgewachsener Exemplare sichtbar.

Während wir also an dem Sehorgan einerseits die Ausbildung der Netzhaut in alle ihre hochdifferenzierten Schichten beobachten können, ferner das weitere Wachstum der Linse aus dem differenten Aussehen von Rinde und Kern erschließen und die Ausbildung eines Glaskörper-raumes durch hineingewachsenes Mesoderm sich vollzogen hat, ist die Differenzierung des den vorderen Rand des Augenbeckers umschließenden Mesoderms vollständig unterblieben, und es ist nur zur Ausbildung einer derben Bindegewebshülle gekommen, welche durch ihr dichteres Gefüge und den zirkulären Faserverlauf den von dem übrigen subkutanen Bindegewebe des äußeren Integuments sich unterscheidenden Anteil der letzteren darstellt. Vielleicht kann diese hier zu einem Gattungsmerkmal gewordene Mißbildung einen Fingerzeig für die Entstehung der Aniridie abgeben, welche mit unseren Präparaten insofern eine Ähnlichkeit hat, als der Rand der sekundären Augenblase ebenfalls nicht mit dem hervorsprossenden Mesoderm zur Iris ausgezogen wurde.

Hypogeophis (rostratus und alternans).

Von diesem auf den Seychellen vorkommenden Amphibium (ebenfalls zur Familie der Caeciliiden resp. Gymnophionen gehörig) stand mir durch die Güte des Herrn Prof. Bauer, dem wir auch eingehende und ausgedehnte entwicklungsgeschichtliche Studien darüber verdanken, ein aus-

gewachsenes Tier und eine Larve zur Verfügung. Die Hypogeophis besitzt einen kleinen Kopf, dunkelbraunen dicken Körper mit 125 zirkulären Falten. Längs jeder Seite verläuft eine deutliche, erhabene Linie; der Schwanz ist undeutlich, schmal und spitz. Sie erreicht eine Länge von 280 mm und 10 mm größtem Körperdurchmesser. Ihr Kopf ist wie bei Ichthyophis mit zwei Tentakeln versehen, die über der Lippe viel näher dem Nasenloch als dem Auge ausmünden. Dieses scheint als schiefergraues, ca. halbmohnkorngroßes Pünktchen durch das äußere Integument durch. Da die Larve nicht wie bei Ichthyophis noch ein Wasserleben durchmacht, verläuft die ganze abgekürzte Entwicklung des Tieres innerhalb der Eihäute.

Bei der Beschreibung des Seborgans kann ich mich ganz kurz fassen, da sowohl bezüglich der Topographie der Orbita, als auch des Aufbaues des Bulbus selbst weitgehendste Übereinstimmung mit Ichthyophis besteht. Innerhalb einer dichten Bindegewebskapsel, welche direkt an das äußere Integument des Kopfes angrenzt und durch den zirkulären Faserverlauf sich von dem subkutanen Bindegewebe unterscheidet, liegt die durch die Linse eingestülpte sekundäre Augenblase, deren inneres Blatt zu einer wohlentwickelten Retina differenziert ist. Zwischen dieser und der hinteren Linsenfläche liegt der Glaskörper, an welchem man eine hintere Grenzschicht unterscheiden kann. Ganz besonders schön und deutlich sind, dank der ausgezeichneten Konservierung, die Details der Netzhautschichtung, besonders der Stäbchen- und Zapfenschicht, zu beobachten, worauf weiter unten genauer eingegangen werden soll. Ich werde mich im folgenden, um Wiederholungen zu vermeiden, darauf beschränken, die Unterschiede gegenüber dem Auge der Ichthyophis hervorzuheben. In erster Linie fällt der vollständige Pigmentmangel der Chorioidea auf. Ebenso finden sich weder im subkutanen Bindegewebe, noch in den orbitalen Bindegewebssepten, Pigmentzellen. Die Gegend des Augenbecherandes zeigt gegenüber der Ichthyophis insofern eine Verschiedenheit, als hier sowohl bei der Larve als auch beim ausgewachsenen Tiere die Einkrepelung nach rückwärts viel schärfer, geradezu hakenförmig ist, so daß direkt der Eindruck der Einstülpung durch die hineinwachsende Linse hervorgerufen wird (Fig. 7, 8, 9). An der Umschlagsstelle selbst hört der Pigmentgehalt der Zellen nach der Umbiegung haarscharf auf. Die Zellen beider Blätter zeigen hier bei Hypogeophis eine noch viel größere Volumszunahme, so daß diese Stelle am Querschnitte direkt einen höckerigen oder faltigen Eindruck macht. Wie sich jedoch aus dem Studium der entpigmentierten Präparate ergibt, ist nur je eine Pigmentzellschicht vorhanden, die einzelnen Elemente sehen aber wie geschwollen aus und

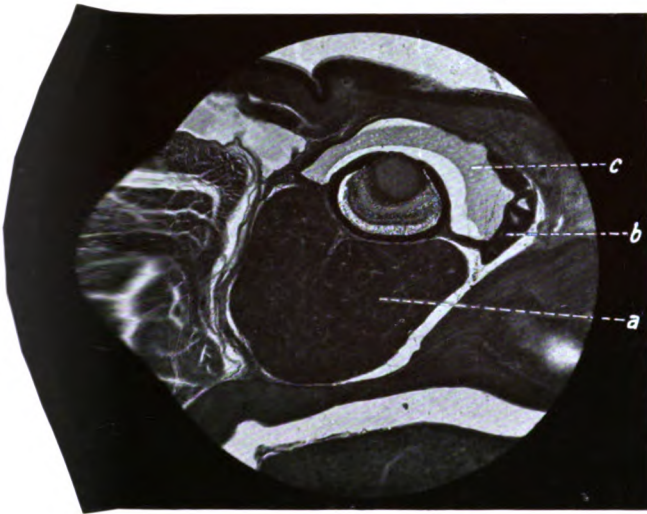
sind infolge ihrer Größe und des dadurch bedingten Raummangels unregelmäßig angeordnet, enthalten auch Vakuolen. Ebenso ist zwischen den beiden Blättern ein mehr oder weniger deutlicher Spaltraum vorhanden. Die Öffnung der sekundären Augenspalte ist hier ebenfalls eine vertikale Elipse, ihre Durchmesser verhalten sich wie $1:5\frac{1}{3}$. Die Retina zeigt eine sehr dünne Nervenfaserschicht, spärliche Ganglienzellen neben zahlreichen Neurogliakernen, die innere Körnerschicht besteht aus zwei bis drei Lagen ziemlich gleichgroßer runder, protoplasmaarmer Zellen mit großen granulierten Kernen. Die äußere Körnerschicht dagegen enthält eine Lage dichtgedrängter großer Zellen mit großen, ovalen Kernen, von welchen jede einem Stäbchen zugehört, in dessen Innenglied, dicht unter der Limitans externa, man einen homogenen, annähernd bikonvexen Körper unterscheiden kann. Zapfen sind nicht mit Sicherheit zu konstatieren. Der Bau der Retina ist durchwegs der gleiche, eine Fovealbildung fehlt.

Es erübrigt noch, auf Grund der im vorstehenden geschilderten histologischen Untersuchungen zu versuchen, über die Funktion dieser rudimentären Sehorgane ein Bild zu gewinnen. Eine Empfindung von Licht und Dunkel ist wohl wegen der differenzierten Ausbildung der Retina und wegen des Vorhandenseins eines funktionsfähigen, markhaltige Nervenfasern enthaltenden Sehnerven zweifellos. Dies ist aber auch die einzige Leistung, die den Augen zugemutet werden kann, denn

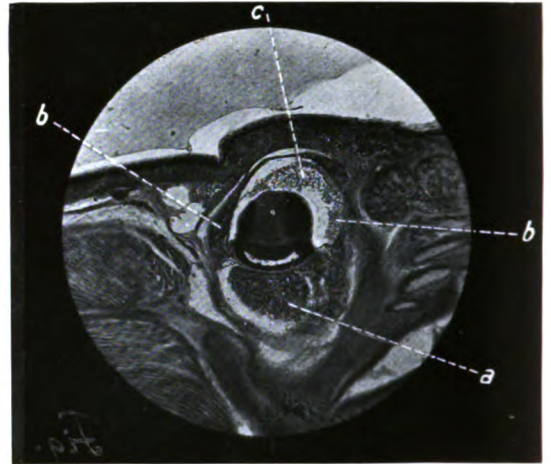
1. fehlt der zur genauen Abbildung unerläßliche, durchsichtige, vordere Teil der Bulbuskapsel, ja noch mehr, diese ist zum Überfluß von dem nur durchscheinenden, mehr weniger pigmentreichen und verhornten äußeren Integument vollständig überdeckt; außerdem ist auch die Linse bei keinem Tier als vollständig durchsichtig anzunehmen, weil sich durchwegs weitgehende Degenerationen der Fasern und Zellen konstatieren lassen;

2. auch von einer akkommodativen Einstellung zur Gewinnung eines deutlichen Bildes kann keine Rede sein, mangels eines die Form der Linse verändernden Muskels und einer als variable Blende dienenden Iris.

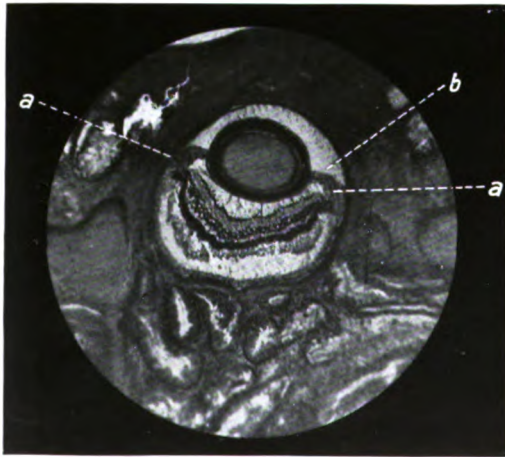
Eine Beweglichkeit der Augen ist bei *Blanus* wegen des vollständigen Fehlens äußerer Augenmuskeln direkt unmöglich; sie ist aber auch bei *Ichthyophis* und *Hypogeophis* ausgeschlossen, weil das Bulbusrudiment mit der äußeren Haut verwachsen, weder in einem Bindehautsack frei beweglich, noch von einer Tenonschen Kapsel gleichsam als Gelenkspfanne umgeben ist. Die bei *Ichthyophis* und *Hypogeophis* vorhandenen, quergestreiften, äußeren Augenmuskeln sind gewiß ohne Belang für die Bewegung des Bulbus. Denn einerseits haben sie, wie die im vorstehenden gegebene Beschreibung ihres Verlaufes erkennen läßt, ihre



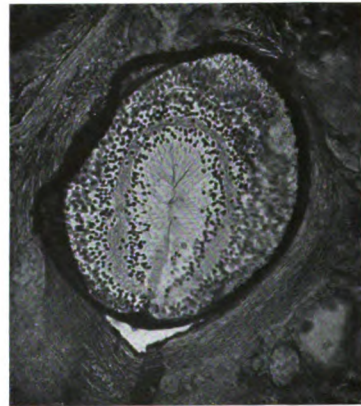
Figur 1.



Figur 2.



Figur 5.



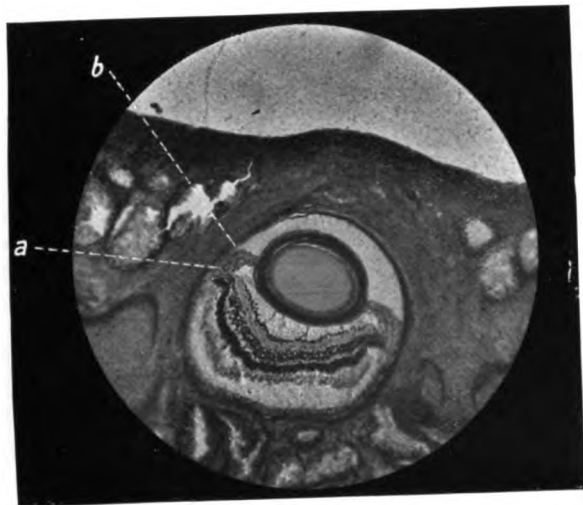
Figur 6.



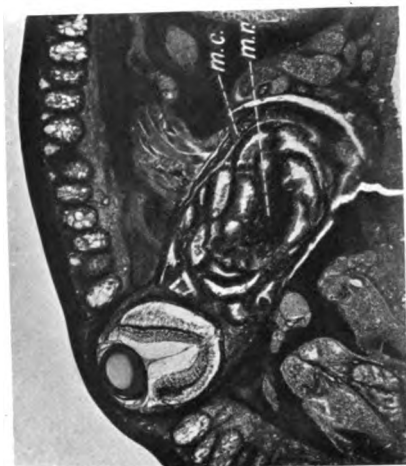
Figur 9.



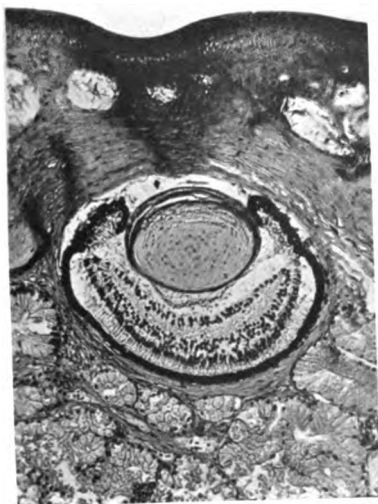
Figur 10.



Figur 3.



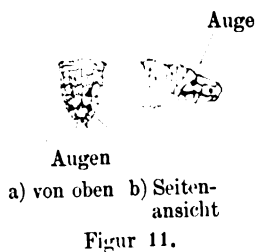
Figur 4.



Figur 7.



Figur 8.



Figur 11.

Funktion in den Dienst der mächtigen Orbitaldrüse gestellt, in deren Kompressor sie ausstrahlen, andererseits wieder eine für das Tier äußerst wichtige Betätigung übernommen, nämlich die Möglichkeit, den Tentakel rasch und kräftig zurückzuziehen. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß bei der Lebensweise der Tiere, die sich hauptsächlich in und unter der Erde abspielt, dieses Organ eine viel bedeutsamere Rolle spielt, als ein auch in alle feinsten Details ausgebildetes Sehorgan haben könnte, das den allergrößten Teil des Lebens zur Untätigkeit, oder wenigstens zu einer äußerst geringen Tätigkeit verdammt wäre. Ich glaube daher mich nicht in allzu kühne und unbegründete Hypothesen zu versteigen, wenn ich die Ansicht ausspreche, daß wir es in allen drei Fällen nicht mit einer mangelhaften Ausbildung, sondern mit einer Rückbildung zu tun haben, welche, ursprünglich durch die Lebensweise der Tiere begründet, allmählich zum konstanten Gattungsmerkmal geworden ist. Denn wir finden bei den in der Entwicklungsreihe sowohl höher als auch tiefer stehenden Nachbarfamilien voll ausgebildete Sehorgane. Es kann sich somit nicht um ein Stadium der Entwicklung des Auges innerhalb der ganzen Tierreihe handeln. Ein treffliches Beispiel für diese Ansicht bietet der *Proteus anguineus*, dessen noch viel rudimentäreres Sehorgan Kammerer durch eine geistreiche, auf einer erzwungenen Änderung der Lebensweise beruhende Versuchsanordnung, die er unermüdlich durch viele Generationen während mehrerer Jahre fortgesetzt hatte, auf ein relativ viel höheres Stadium der Entwicklung bringen konnte, ein Stadium, das, nebenbei bemerkt, dem der von mir untersuchten Augen sehr nahesteht.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX und X.

Die Mikrophotogramme verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Herren Univ.-Professor für Zoologie Dr. H. Joseph und Assistent der II. Augenklinik Dr. Lindner, denen ich auch an dieser Stelle bestens danke.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch die Orbita von *Blanus cinereus*.

- a) Hardersche Drüse,
- b) Tränendrüse,
- c) Bindehautsack.

Fig. 2. Sagittalschnitt durch die Orbita von *Blanus cinereus*.

- a), b), c) wie bei Fig. 1.

- Fig. 3. Horizontalschnitte durch die Orbita von *Ichthyophis glutinos*.
a) Knöcherne Ränder des Orbitaleinganges, dazwischen der Bulbus,
b) Orbitaldrüse.
- Fig. 4. Entpigmentierter Frontaldurchschnitt durch die Orbita von *Ichthyophis glutinos*. — Man sieht den Rest der art. hyaloid, den Glaskörper durchziehen. Die Papille ist seitlich getroffen. — Die Wände der Orbita sind vom *musc. compressor* (m. c.) ausgekleidet. Innerhalb der mächtigen Orbitaldrüse ist der *musc. retractor* (m. r.) zu erkennen.
- Fig. 5. Entpigmentierter Horizontalschnitt durch den Bulbus von *Ichthyophis glutinos*. — Kolbige Anschwellung (a) und axialwärts gerichtete Einbiegung des Augenbecherrandes. (b)
- Fig. 6. Nicht entpigmentierter Horizontalschnitt durch das Auge der Larve von *Ichthyophis glutinos*. — Man sieht auf dem unter dem ventralen Rande der Linse geführten Schnitte die Gegend der eben geschlossenen fötalen Augenspalte getroffen.
- Fig. 7. Horizontalschnitt durch das Auge einer ausgewachsenen *Hypogeophis*.
- Fig. 8. Horizontalschnitt durch das Auge einer Larve von *Hypogeophis*.
- Fig. 9. Entpigmentierter und stärker vergrößert gezeichneter Horizontalschnitt durch das Auge einer Larve von *Hypogeophis*.
- Fig. 10. Retina von *Hypogeophis*. (Stark vergrößert.)
- Fig. 11. Kopf von *Blanus cinereus* (nat. Größe).
a) Von oben gesehen,
b) Seitenansicht.

Der Einfluß des Wirtes auf das transplantierte Amphibienauge.

(Die Synchronie der Metamorphose.)

Vortrag, gehalten in der morphol.-physiol. Gesellsch. am 20. Januar 1913.

Von

Dr. Eduard Uhlenhuth,
Wien, biologische Versuchsanstalt.

Mit sieben Abbildungen auf Tafel XI und XII.

Seitdem die Transplantation als klinisches Verfahren in der Chirurgie so sehr an Bedeutung und Häufigkeit zugenommen hat, ist auch das Interesse immer mehr im Wachsen begriffen, das man den einzelnen Teilvorgängen, die bei der Transplantation eine Rolle spielen, zuwendet. Nicht nur, daß ihr Studium nötig ist für eine genaue Kenntnis der Anwendbarkeit der Transplantation; man hat sich auch bald überzeugen können, daß die Transplantation als wissenschaftliche Methode gestattet, eine ganz bedeutende Anzahl von theoretischen Problemen zu untersuchen. Es dürfte ja bekannt sein, wie vielfacher Art die Fragen sind, die man mit Hilfe der Pfropfungsmethode zu beantworten versucht hat. Ich erinnere nur an die zahlreichen Arbeiten über das Problem der inneren Sekretion, wie solche in bezug auf die Geschlechtsdrüsen und besonders hinsichtlich der Thyreoidea vorliegen, an die bedeutende Anzahl von Transplantationsversuchen, die dem Studium der funktionellen Anpassung dienen, an die Uterustransplantationen L. Loeb's, die die Ursachen der Placentabildung aufdeckten, an Braus' Extremitätentransplantationen zum Zwecke der Untersuchung des Nervenwachstums, an die Experimente von Spemann und Lewis an der Linse des Amphibienauges, die so weite Ausblicke in das Wesen von Selbstdifferenzierung und abhängiger Differenzierung gestatteten, an die vielen Experimente über die Polarität, an die Ovarientransplantationen von Guthrie, Davenport und Castle und Philipps; und wie viele interessante Fragen werden einer Lösung näher gerückt durch den kühnen Versuch, tierische Gewebe auf Blutserum

außerhalb des lebenden Körpers zu transplantieren! Kaum ließe sich irgendeine Methode ersinnen, die für ein erfolgreiches Studium des Gewebe- und Zellwachstums geeigneter wäre als diese.

Unter den Erscheinungen, die das Geschehen im Reiche des Organisierten zusammensetzen, ist eines der wichtigsten Probleme das von der gegenseitigen Korrelation der einzelnen Teile eines Organismus. Sofern es sich dabei um den Einfluß handelt, den der Organismus als Ganzes auf einzelne seiner Teile ausübt, ist von vornherein klar, daß wir uns hier einem Geschehen gegenüber befinden, welches für die Untersuchung mittels der Transplantationsmethode ganz besonders geeignet ist. Dies sollen Ihnen, wie ich hoffe, meine Versuche über die Transplantation von Amphibienaugen zeigen.

Es ist mir infolge der besonderen Eignung des gewählten Objektes gelungen, durch Wahl passender Stadien unter dem Einfluß des Wirtes den Ablauf eines physiologischen Prozesses im Auge abzuändern. Die Zeit des Eintrittes der Metamorphose, welche letztere wir zu den zyklischen Prozessen rechnen müssen, wie sie sich uns in den verschiedenen Entwicklungsvorgängen darstellen, ist nämlich abhängig von dem als Nährboden verwendeten Organismus. Sofern die Metamorphose zur Entwicklung eines bestimmten morphologischen Merkmales in den betreffenden Augen führt, wie wir später noch hören werden, konnte auf diese Weise aber auch gezeigt werden, daß das Auftreten oder nicht Auftreten eines Formmerkmals weitgehend vom Wirt und gänzlich vom Gesamtorganismus abhängig ist.

Ehe ich noch mit der Besprechung des eigentlichen Problems beginne, möchte ich mir erlauben, zur Erleichterung des Verständnisses ein paar allgemeine Bemerkungen über Versuchsobjekt und Versuchsmethode voranzuschicken.

Salamandra maculosa, die mir als Versuchsobjekt diene, besitzt zwei durch Form und Lebensweise unterschiedene Hauptlebensperioden, die Larvenperiode und die Periode der Imago. Erstere zeigt uns das Tier mit Kiemen und Ruderschwanz, wie dies ja auch von den übrigen Amphibien bekannt ist. Die Körperfarbe ist je nach der Lichtintensität der Umgebung dunkelgrau bis hell gelblichgrau. Für uns das Wichtigste ist die goldgelb schimmernde Iris, die das Auge während der ganzen Larvenzeit auszeichnet. Anfänglich zitronengelb wird sie später mehr orangefarben. Diese erste Periode verläuft vollständig im Wasser.

Die zweite Hauptperiode ist charakterisiert durch die verschiedenen Anpassungen an das Landleben (vor allem Lungenatmung an Stelle der Kiemen). Das Tier zeigt dann die bekannte Gelbfleckung auf schwarzem

Grunde. Am meisten von Interesse für unsere gegenwärtige Untersuchung ist das Auge; es entbehrt jetzt der gelben Iris und ist vollkommen schwarz.

Diese beiden Hauptperioden, larvale und imaginale Periode, sind getrennt durch eine dritte, eine Übergangsperiode, in der das Anlandsteigen sowie die Umformung von Larve zu Imago erfolgt. Uns interessiert hier bloß die Verwandlung des Auges. Äußerlich kommt sie zum Ausdruck durch ein allmähliches Verschwinden des gelben Ringes, den wir ferner als Irisring bezeichnen wollen. Ist der Irisring vollkommen verschwunden, so nennen wir das Auge verwandelt. Es ist damit nicht gesagt, daß die Metamorphose des Auges nun in allen seinen Teilen abgelaufen ist. Bloß, weil uns der Irisring äußerlich als unterscheidendes Merkmal zwischen larvalem und imaginalem Auge imponiert und weil wir uns ausschließlich mit dieser durch Pigmentänderung oder vielleicht Pigmentvermehrung bedingten Formänderung zu beschäftigen haben, wählen wir, aus rein praktischen Gründen also, jenen Moment als Marke zwischen Larven- und Imagostadium.

Beginn und Ende der Übergangsperiode ist keineswegs scharf gekennzeichnet; es läßt sich nur sagen, daß die Verwandlung schon im Wasser anhebt, dann relativ sehr rasch abläuft und auf dem Lande endigt. Die Dauer ist von verschiedenen noch nicht genug bekannten Faktoren abhängig. Wir bezeichnen diese Übergangszeit als „Metamorphose“ und Larven, die unmittelbar davor stehen, als „Larvenendstadien“.

Bezüglich der Versuchsmethode kann ich mich hier kurz fassen; einen ausführlichen Bericht darüber habe ich ohnehin im „Arch. f. Entwicklungsmech. der Organismen“, Bd. XXXIII, 1912, veröffentlicht. Die Transplantation des Auges von einem Tier auf ein anderes erfolgte stets im Larvenstadium; das Auge wurde samt der umgebenden Kopfhaut in eine zuvor in der Nackengegend hergestellte Grube des *Musculus longissimus dorsalis* eingesenkt und die Hautränder gut an die Umgebung angepaßt. Der Opticusstumpf kommt bei dieser Lagerung ganz in die Nähe der Spinalganglien zu liegen.

In den ersten Tagen degeneriert die Retina bis zum fast vollständigen Schwund der Sehzellen, wie die Figur 1, ein 2 Tage altes Transplantat, zeigt, erfährt aber bald eine Regeneration zur Norm (Fig. 2 von einem 13 tägigen Transplantat stammend, Fig. 3 von einem 43 tägigen Transplantat). Der Opticus, der sich anfänglich stark verzweigt (Fig. 2 o), kann bis auf das 4—5 fache seiner Länge regenerieren (Fig. 3 o) und eventuell in ein Spinalganglion einwachsen (Fig. 4, aus derselben Serie wie Fig. 3). Eines meiner ältesten Transplantate, das Sie nach dem Vortrage im Leben

besichtigen wollen, zeigt Ihnen dieses Bild (Fig. 5 und 6a — transplantiertes Auge). Das Tier trägt jetzt seit $2\frac{1}{2}$ Jahren ein künstlich eingesetztes Auge am Rücken, das sich äußerlich nicht im geringsten von den normalen Augen unterscheidet.

Mit irgendwelchen Fragen, auf die ich im Laufe meiner Versuche gestoßen bin, wollen wir uns hier weiter nicht aufhalten, sondern wir gehen sogleich zu dem angekündigten Problem, der Beeinflussung des Transplantates über.

Als Transplantat diente mir, wie bereits erwähnt, das Auge, als morphologisches Merkmal, an dem wir die Beeinflussung studieren wollen, der Irisring des Auges; das Geschehen, dessen Änderung untersucht werden sollte, ist die Metamorphose.

Um zunächst zu zeigen, daß überhaupt ein Einfluß vom Wirt auf die Metamorphose des überpflanzten Auges ausgeht, war es notwendig, eine geeignete Methode hierfür zu finden. Der einzige Weg, der zu überzeugenden Resultaten führen kann, ist der, das Experiment so zu gestalten, daß das beeinflusste und normal sich entwickelnde Auge nebeneinander beobachtet werden können. Folgendes Verfahren führte zu diesem Ziele. Auf eine ältere Salamanderlarve als Versuchstier wurde das Auge einer jüngeren Larve übertragen. Diese letztere mußte als Kontrolltier am Leben erhalten bleiben; die durch Entnahme des Auges entstandene Wunde wurde daher, um sie vor Infektionen zu schützen, durch das Auge eines dritten Tieres gedeckt. Die beiden Augen des Kontrolltieres wurden also getrennt voneinander aufgezogen, das eine genährt von dem älteren (oder besser, weiterentwickelten) Versuchstier, das andere belassen an seinem normalen Orte. So wurde es möglich, das Verhalten des Irisringes, resp. den Beginn und Verlauf der Metamorphose an beiden Augen nebeneinander zu beobachten. Das Ergebnis war ein ungemein interessantes. In jedem Falle nämlich verwandelte sich das transplantierte Auge auf dem weiter vorgeschrittenen Versuchstier früher, als dies sein Schwesterauge auf dem jüngeren Kontrolltier tat, ebenso, wie sich natürlich das Versuchstier früher verwandelte als das von vornherein auf einem früheren Entwicklungsstadium befindliche Kontrolltier. In einem Falle erfolgte die Metamorphose des transplantierten Auges sogar um 7 Monate früher als die Verwandlung seines von ihm getrennt aufwachsenden Schwesterauges. Da aber doch bekannt ist, daß homotype Organe, wie es die beiden Augen eines Individuums sind, stets gleichzeitig sich verwandeln, so kann diese Dissoziation der Metamorphose, wie wir sie nach dem Gesagten durch die Verpflanzung des einen Auges auf ein geeignetes Wirtstier erzielten, eben nur durch den Einfluß des Wirtes erklärt werden.

Wir sehen also, daß Augen, die auf weiter vorgeschrittene Stadien übertragen werden, sich schneller entwickeln, als sie dies, an ihrem normalen Orte belassen, tun würden; ihre Metamorphose erfährt eine Beschleunigung.

Ganz ähnlich, nur im umgekehrten Sinne, wirkt die Übertragung eines Auges vom weiter entwickelten auf das jüngere Stadium; es erfolgt dann eine Verzögerung der Metamorphose.

Nachdem wir so festgestellt haben, daß eine Beeinflussung des transplantierten Teiles durch den Nährboden tatsächlich und sogar sehr ausgeprägt bemerkbar ist, haben wir nach dem Grade dieser Beeinflussung zu fragen. Und wir können diese Frage beantworten, indem wir feststellen, wie groß die Beschleunigung resp. Verzögerung der Metamorphose des transplantierten Auges ist. Geht sie etwa soweit, daß das Verschwinden des Irisringes im transplantierten Auge und körpereigenen des Wirtes zeitlich zusammenfällt?

Um dies zu konstatieren, ist weiter nichts erforderlich, als eine Reihe von Larven, die mit einem transplantierten Auge ausgestattet sind, genau zu beobachten und den Zustand des gelben Irisringes im transplantierten Auge zu vergleichen mit dem Verhalten des Irisringes im körpereigenen Auge des Wirtes. Was die Wahl der zu vereinigenden Komponenten anlangt, so leisten natürlich jene Transplantate die besten Dienste, welche von Tieren stammen, die möglichst stark in bezug auf ihr Entwicklungsstadium von den Wirtstieren divergieren. Ist also das Wirtstier z. B. schon weit vorgerückt in seinem Entwicklungszustand, während das Transplantat von einer kurz zuvor aus dem Uterus genommenen Larve stammt, so wird man an einen Zufall nicht denken können, wenn sich das überpflanzte Auge dennoch genau zur selben Zeit verwandelt, wie das Auge des Wirtes.

Ich muß aber darauf aufmerksam machen, daß selbst die Vereinigung gleichaltriger Komponenten, ja sogar die Verwendung im Momente der Operation gleichweit entwickelter Larven noch keineswegs zu dem Schlusse berechtigt, es müßte dann das transplantierte Auge sich immer gleichzeitig mit dem Wirtsauge verwandeln. Denn die Erfahrung lehrt, daß unter 50 Tieren aus dem gleichen Wurf, auch wenn sie, soweit dies möglich ist, einer vollkommen gleichen Behandlung unterworfen wurden, sich kaum zwei zur gleichen Zeit verwandeln. Individuelle Schwankungen und ganz besonders selbst die minimalsten Verschiedenheiten in der aufgenommenen Futterquantität bringen es mit sich, daß viele Tiere den anderen oft um Wochen vorausseilen. Falls trotz dieser Tatsache Komponenten gleichen Alters gleichzeitig in Metamorphose treten, so müßte

man dies einem bloßen Zufall zuschreiben, wenn man dafür die gleichzeitige Geburt und nicht eine andere hier obwaltende Gesetzmäßigkeit geltend machen wollte.

Beinahe 30 Versuche, in denen sowohl gleichaltrige wie auch verschiedenaltrige Tiere als Komponenten benutzt wurden, führten zu dem sicheren Ergebnis, daß die Metamorphose des transplantierten Auges zur selben Zeit wie die der körpereigenen Augen des Wirtes erfolgen muß. Die Vereinigung des Auges mit dem Wirtsorganismus hat nämlich zur Folge, daß das Verschwinden des Irisringes in allen Etappen gleichzeitig abläuft im körpereigenen Auge des Wirtes und im transplantierten. Genau zur selben Zeit beginnt in beiden Augen die Umfärbung des zitronengelben Ringes in Dunkelorange und wieder vollkommen gleichzeitig treten in beiden Augen die das Gelb immer mehr verdrängenden schwarzen Stellen auf. Schließlich kann man in allen drei Augen nur mehr einige gelbschimmernde Pünktchen beobachten und, wenn diese letzten Reste des Irisringes im körpereigenen Auge endlich einem homogenen Schwarz gewichen sind, ist auch das transplantierte Auge gänzlich geschwärzt. Wir müssen daher sagen, es liegt „Synchronie der Metamorphose“ im transplantierten und körpereigenen Auge des Wirtes vor.

Ich möchte Ihnen noch, ehe ich einen Schritt weiter gehe, von einigen Experimenten berichten, die deshalb besonders überzeugend sind, weil ich gerade umgekehrt eine heterochrone Metamorphose erzielen wollte und dennoch synchrone Metamorphose erhielt. Als ältere Entwicklungsstadien wählte ich diesmal mit Absicht sehr weit vorgerückte Larven, von denen ich meinte, es müßte in ihnen bereits jener physiologische Zustand herrschen, der die innere Ursache der Metamorphose darstellt. Später werde ich Ihnen von diesen Dingen noch mehr zu sagen haben, für jetzt mag diese Andeutung genügen. Aber trotz dieser enormen Altersdivergenz — die jüngeren Stadien wurden nämlich von nicht allzulange geborenen Larven repräsentiert — machten die auf junge Tiere transplantierten alten Augen keine Miene, sich zu verwandeln. Da ich hoffte, es werde sich dies doch erzielen lassen, wenn man die Zeit, die von der Operation bis zur Verwandlung verstreicht, möglichst verlängert, begann ich die Larven in einem gegebenen Zeitpunkte kräftig zu mästen, um ihre Metamorphose möglichst lange hinauszuschieben. Allein es war dieses Verfahren nicht von Erfolg begleitet. Die Augen verwandelten sich wieder synchron.

Den umgekehrten Weg schlug ich ein, um die Metamorphose der alten Wirtstiere möglichst zu beschleunigen, in der Meinung, dies müßte durch Verkürzung der von der Operation bis zur Verwandlung ver-

streichenden Zeit ein Zurückbleiben des jungen Transplantates hinter dem rasch sich entwickelnden Wirt zur Folge haben. Doch vergebens. Die Verwandlung der transplantierten Augen erfolgte um soviel früher als dies normal geschehen wäre, daß die Metamorphose wieder in allen drei Augen synchron war.

Wie wohl alle diese Ereignisse viel mehr frappieren, wenn man sie selbst beobachten kann und obwohl ich naturgemäß — denn es ist lange her, daß die Versuche abgeschlossen wurden — heute nicht mehr in der Lage bin, Ihnen lebende Tiere als Belege zu demonstrieren, so hoffe ich doch, daß die Versuche an sich überzeugend genug sprechen.

Und was lehren uns diese Versuche? Erstens ersehen wir daraus, daß der Einfluß des Wirtes auf das Transplantat weit über eine bloße Verzögerung oder Beschleunigung hinausgeht. Durch die Transplantation gelangt das Auge vielmehr so sehr unter den Einfluß des Gesamtorganismus, daß gewisse physiologische Prozesse, in unserem speziellen Falle ein periodisch ablaufender Prozeß, vollständig parallel, synchron in beiden Komponenten vor sich gehen. Die Versuche lehren uns aber noch mehr. Sie sagen uns nicht bloß etwas über das Verhältnis zwischen Wirt und transplantiertem Teil, sie geben uns auch einen wichtigen Schlüssel für das Verständnis der Metamorphose. Gerade die zuletzt dargestellten Experimente, in denen der Beginn der Metamorphose des Wirtes künstlich verzögert oder beschleunigt wurde, zeigen uns, daß dieser Entwicklungsprozeß gar nicht ablaufen kann, ohne daß er nicht auch im Wirtsauge abläuft; d. h. die Metamorphose des Auges und somit auch die Iripigmentierung kann nicht erfolgen, wenn nicht ein bestimmter physiologischer Zustand des Gesamtorganismus eintritt; trenne ich das Organ vorzeitig, also ehe noch dieser Zustand eingetreten ist, von seiner Unterlage und mache es durch die Transplantation zu einem Teil eines anderen Gesamtorganismus, der bis zur Erreichung des für die Metamorphose erforderlichen Zustandes noch viel mehr Zeit braucht, als dies bei dem ursprünglichen Ganzen der Fall gewesen wäre, so kann das Auge sich nicht etwa aus sich selbst heraus verwandeln und so trotz des verschiedenen Entwicklungszustandes des Wirtes seine normale Entwicklungszeit einhalten, sondern es muß warten, bis der neue Organismus sich verwandelt. Diese Tatsachen sind deshalb so wichtig, weil sie uns einen Schluß über die kausale Abhängigkeit des Pigmentierungsvorganges in der Iris, wie er sich bei der Metamorphose des Salamanderauges abspielt, gestatten. Der Faktor nämlich, welcher Iripigmentierung (= Schwarzfärbung der Iris) auslöst, kann, das beweist die Synchronie der Metamorphose, nicht im Auge selbst liegen, sondern muß außerhalb des-

selben, anderswo im Körper des Organismus gesucht werden; die Irispigmentierung kann deshalb nur unter der Kontrolle des Gesamtorganismus sich vollziehen, gleichgültig, ob dieser Gesamtorganismus der ursprüngliche bleibt oder ob man als solchen ein anderes, davon verschieden weit entwickeltes Individuum wählt.

Nach diesen Erörterungen über die Lage des die Irispigmentierung auslösenden Faktors, zu welchen uns die Synchronie der Metamorphose Anlaß gab, können wir übergehen zu einer weiteren Versuchsserie und den durch sie aufgedeckten Erscheinungen. Jetzt, nachdem ich mich bemüht habe, einen Beweis dafür zu erbringen, daß die Irispigmentierung nur unter der Kontrolle des Gesamtorganismus erfolgen kann, wird es Sie anfänglich befremden, wenn Sie hören, daß doch auch einige Fälle zu verzeichnen waren, in denen die Metamorphose des transplantierten Auges vor oder nach Verwandlung des Wirtsauges erfolgte. Die Ursachen für diese Erscheinung, die wir weiterhin im Gegensatz zur synchronen als „heterochrone Metamorphose“ bezeichnen wollen, werden Ihnen jedoch sofort erkennen lassen, daß es sich um ein vollkommen gesetzmäßiges Geschehen handelt, welches dem Geschehen bei der synchronen Metamorphose nicht nur nicht widerspricht, sondern im Gegenteil die Kenntnis dieses ganzen Vorganges zu ergänzen und unser Verständnis dafür zu vertiefen geeignet ist.

Nur mit jenen Fällen, weil allein für uns von Wichtigkeit, wollen wir uns beschäftigen, in denen das transplantierte Auge früher den Irisring verlor als das körpereigene Wirtsaug. Heterochronie der Metamorphose infolge Vorseilens des Transplantates erfolgte natürlich nur bei solchen Tieren, die im Momente der Operation weniger weit entwickelt waren als diejenigen, die das Transplantat lieferten. Anfänglich war mir diese Ausnahme unter den synchronen Fällen, weil sie bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Regellosigkeit schuf, unverständlich. Bald überzeugte ich mich jedoch, daß diese scheinbare Regellosigkeit auf einer strengen Gesetzmäßigkeit beruhte. In meinen Protokollen fand sich nämlich jedesmal dort, wo Heterochronie erfolgt war, die Aufzeichnung vor, daß die für das Transplantat verwendeten Larven in den betreffenden Versuchsserien unter allen die weitest entwickelten waren. Notizen, wie „Fast aus dem Wasser, aber noch mit Ring“ oder „Schon aus dem Wasser, aber noch mit deutlichem Ring“, erbrachten den Beweis, daß es sich hier stets um Tiere handelte, die auch äußerlich schon Anzeichen der beginnenden Metamorphose trugen.

Ich wollte darum zur Prüfung des Zusammenhanges versuchen, diese Erscheinung der Heterochronie absichtlich hervorzurufen, indem ich mit

Vorsatz recht weit vorgeschrittene Larven für das Transplantat, recht junge als Wirtstiere wählte. Wie ich schon eingangs erwähnte, liegt eine fixe Marke für den Zeitpunkt, in welchem die Larve in die Metamorphose eintritt, nicht vor. Nur schätzungsweise kann man bestimmen, ob das Tier bald ans Land steigen wird oder nicht, ob also ein größerer Teil der Verwandlung bereits abgelaufen ist oder ob diese etwa noch gar nicht begonnen hat. Es rührt diese Unsicherheit davon her, daß der Übergang vom Larven- in das Larvenendstadium, wie wir jenen Teil der Larvenperiode nennen wollen, in dem die Metamorphose bereits eingesetzt hat, äußerlich ein ganz allmählicher ist. Daß überhaupt die Nötigung vorliegt, eine solche Abtrennung der letzten Phasen des Wasserlebens als Larvenendstadium von der übrigen larvalen Lebensperiode vorzunehmen, ergab sich erst aus der Erscheinung der Heterochronie der Metamorphose, wie ich sie gelegentlich der Augentransplantation beobachtete.

Der Umstand nämlich, daß einzelne von diesen alten Larven Augen lieferten, welche entsprechend der Absicht des Experimentators sich unabhängig von den körpereigenen Augen des Wirtes und vor diesen verwandelten, während die Augen anderer sich synchron mit den Wirtsaugen verwandelten und so, indem sie darin jüngeren Larven glichen, meine Pläne durchkreuzten, zwingt mich zu dem Schlusse, daß wir es in ersterem Falle mit Larven zu tun haben, die sich in irgend etwas von den gewöhnlichen, echten Larven unterscheiden. Dasjenige, wodurch sie sich unterscheiden, ist ihr physiologischer Zustand, nicht ihre äußere Formerscheinung. Während sich die die Synchronie liefernden alten Larven noch in dem für echte Larven charakteristischen Zustand befinden, sind die Heterochronie ergebenden Larven nur scheinbar, nämlich bloß äußerlich mehr Larven; sie sind bereits in jenen physiologischen Zustand eingetreten, der später die Metamorphose bewirkt und uns berechtigt, sie als Larvenendstadien von den echten Larven zu trennen. Wie nun die Heterochronie der Metamorphose des transplantierten Auges solcher Larven zeigt, muß in dem physiologischen Zustande des Larvenendstadiums bereits die Tätigkeit jenes Faktors, den wir früher für die Irispigmentierung verantwortlich machen konnten, begonnen haben, so daß also in den einem Larvenendstadium entnommenen Augen die Irispigmentierung bereits induziert ist; d. h. der physiologische Prozeß, dessen äußeres Korrelat die Formänderung der Iris ist, hat in den Augen der Larvenendstadien bereits begonnen, und zwar begonnen, ehe dies noch äußerlich durch das Erscheinen des entsprechenden morphologischen Merkmals, die schwarze Färbung der Iris, sichtbar wird.

Die Heterochronie der Metamorphose beweist weiter, daß der physiologische Prozeß, dessen äußeres Korrelat Irispigmentierung ist, zwar unter der Kontrolle des Gesamtorganismus, durch einen uns vorderhand unbekanntem Faktor, ausgelöst wird, daß er aber von diesem Momente an unabhängig vom Gesamtorganismus abläuft; nur so ist die Irispigmentierung, unabhängig vom Wirt, in solchen Augen zu erklären, die von einem Larvenstadium auf eine echte Larve übertragen wurden.

Ehe ich noch eine kurze Übersicht gebe über das, was uns die Transplantation des Amphibienauges gelehrt hat, muß ich noch auf eine Lücke in unserer Kenntnis des Pigmentierungsvorganges der Iris hinweisen. Ich habe nämlich bisher die Frage unerörtert gelassen, woher das Pigment der Iris im Momente der Augenmetamorphose kommt. Sei es nun, daß es sich bloß um eine Pigmentvermehrung handelt, oder sei es, daß von dem Pigment der larvalen Iris verschiedene Farbstoffe die Schwarzfärbung der imaginalen Iris erzeugen, in beiden Fällen können nur zwei Möglichkeiten in Betracht kommen: entweder ist das Pigment im Auge selbst entstanden oder es wandert von außen her ein. Wenngleich auch die Anzahl jener Experimente, die mir zur Klärung dieser Frage verhelfen werden, noch eine viel zu geringe ist, um definitiv antworten zu können, so möchte ich mir doch wenigstens erlauben, Ihnen den von mir betretenen Weg anzudeuten.

Nicht nur die Salamanderlarve, sondern auch die Larve der Tritoniden besitzt eine goldgelb schimmernde Iris. Während jedoch bei Salamandra der Irisring auf das Larvenleben beschränkt ist, tragen ihn die Tritonen zeitlebens; sie erzeugen also nicht in der Iris die für eine Schwärzung des Irisringes nötigen Pigmente. Letztere Tatsache gibt mir das Mittel an die Hand, die Herkunft des Irispigmentes bei Salamandra festzustellen. Falls es nämlich möglich ist, Salamanderaugen auf Tritonen zu züchten und zur Verwandlung zu bringen und falls trotz des Pigmentmangels bei Tritonen Irisschwärzung des Salamanderauges erfolgt, so ist damit bewiesen, das zum mindesten die Anlage für die Pigmenterzeugung im Irisring des Auges schon vor der Transplantation im Salamanderauge vorhanden war, daß somit dieses und nicht der Körper der Entstehungsort des Pigmentes ist.

Wiewohl die heteroplastische Transplantation an und für sich nicht ganz so einfach ist, wie die homoplastische, aus Gründen, die wir jetzt nicht zur Erörterung bringen können, so ist sie doch möglich, wie Ihnen diese Aufnahme eines lebenden Tieres, allerdings nur sehr schlecht, zeigt (Fig. 7); besser werden Sie dies an dem lebenden Tiere selbst, das ich

mitgebracht habe, sehen. Es ist ein verwandelter Salamander, der das Tritonauge seit einem halben Jahr trägt; der Irisring ist noch vorhanden.

Die für den genannten Zweck ausgeführten Operationen lieferten erstens Salamander mit Tritonaugen und zweitens Tritonen mit Salamanderaugen. Einige von den letzterwähnten Tieren, also den Tritonen mit Salamanderaugen, gelang es mir bereits, soweit zu bringen, daß sowohl sie selbst als auch die transplantierten Augen in Metamorphose gingen. Die Transplantate, die, wenigstens äußerlich, ganz normal aussahen, verloren in der gewöhnlichen Weise den Irisring und lieferten so den Beweis, daß das Irispigment nicht aus irgendwelchen anderen, außerhalb des Auges gelegenen Geweben stammt, sondern im Auge selbst erzeugt wird. Wegen der geringen Zahl der Versuche — unausrottbare Pilze wüten heuer in meinen Kulturen — möchte ich mir jedoch ein entscheidendes Wort hierüber für später aufsparen.

Ich gehe jetzt daran, in einem kurzen Überblick die Resultate zusammenzufassen, die ich aus meinen Experimenten gewonnen habe. Was zunächst das Verhältnis zwischen Wirt und Transplantat anlangt, konnte ich nicht nur zeigen, daß eine Beeinflussung des transplantierten Teiles durch den Gesamtorganismus überhaupt stattfindet, sondern es stellte sich heraus, daß das Auge durch die Transplantation soweit unter die Kontrolle des Wirtes gebracht wird, daß ein bestimmtes, physiologisches Geschehen von der Art periodischer Prozesse, wie es die Metamorphose ist, vollständig parallel, synchron in Wirt und Transplantat verläuft.

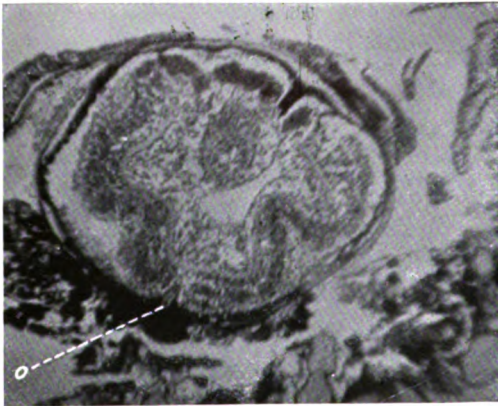
Bezüglich der Irispigmentierung lernten wir erkennen, daß dieselbe das äußere Korrelat eines physiologischen Prozesses ist, von dem wir mit Hilfe des Experimentes drei Eigenschaften ermitteln konnten: erstens, daß seine Wirksamkeit einsetzt, ehe noch die ihm entsprechende morphologische Differenzierung äußerlich sichtbar wird. Dies lehrt uns die Erscheinung der Heterochronie. Zweitens wird der in Rede stehende physiologische Prozeß durch einen Faktor ausgelöst, der nicht im Auge, sondern im Körper liegt, so daß er nur unter dem kontrollierenden Einfluß des Gesamtorganismus beginnen kann, wie wir aus der Erscheinung der „Synchronie der Metamorphose“ ersehen können. Als dritte Eigenschaft des physiologischen Prozesses der Irispigmentierung konnte durch die „heterochrone Metamorphose“ der Umstand geltend gemacht werden, daß er, falls er einmal ausgelöst ist, im Auge unabhängig von äußeren, nicht im Auge gelegenen Faktoren abläuft.

So interessant alle diese Dinge sein mögen, so geht ihre Bedeutung doch, wie ich glaube, vorläufig nicht über den Rahmen unserer speziellen Untersuchungen hinaus. Anders steht es mit der Erscheinung der syn-

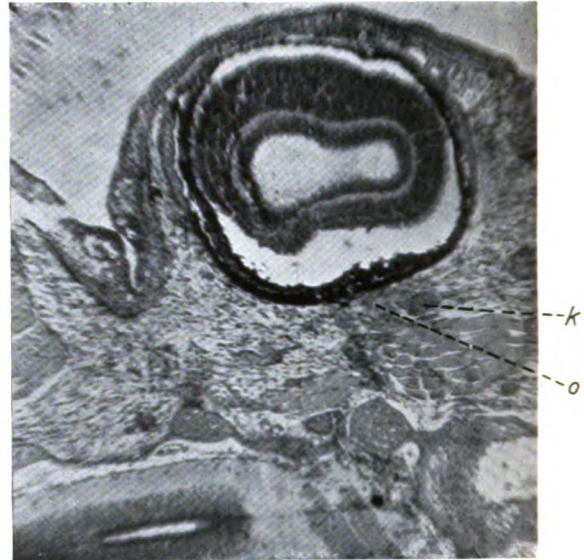
chronen Metamorphose, wie sie durch meine Versuche zum ersten Male in voller Klarheit aufgedeckt wurde. Ihr Vorkommen bei solchen Geschehensarten, die von dem unsrigen weit abliegen und nur durch den Charakter einer Periodizität damit vergleichbar sind, scheint mir dafür zu sprechen, daß es sich hier um eine Erscheinung handelt, die weit allgemeineres Interesse beansprucht, als eine Spezialuntersuchung erfordern würde.

Schon Born hat in seiner bekannten Transplantationsarbeit über Anuren, die nebenbei bemerkt zu den fruchtbarsten Arbeiten der letzten Dezennien auf dem Gebiete der experimentellen Biologie gehört, die Beobachtung erwähnt, daß von den beiden Partnern, die durch Transplantation zu einem Doppelindividuum zusammengeschweißt wurden, das eine infolge besserer Ernährung dem anderen in der Regel in bezug auf das Wachstum vorseilt. Trotzdem auf diese Weise Doppelindividuen entstehen, in welchen der eine Partner normale Größe besitzt, der andere aber verzweigt, verläuft doch die Entwicklung, vor allem das Hervorsprossen der Hinterextremitäten und die Resorption des Ruderschwanzes vollständig parallel. Mag also auch das Wachstum mit verschiedener Schnelligkeit fortschreiten, die Metamorphose gestaltet sich synchron.

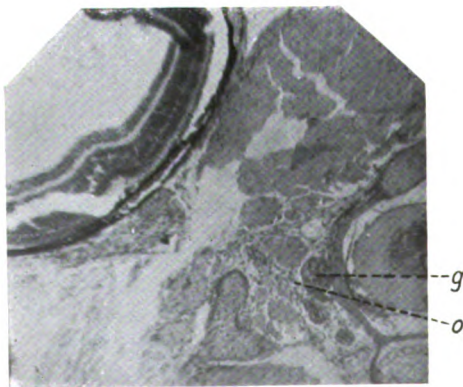
Aus der allerletzten Zeit liegt nun aber eine Beobachtung vor, welche den synchronen Ablauf eines periodischen Prozesses nicht nur in einem solchen Geschehen zeigt, das von der Irispigmentierung weit abliegt, sondern der periodische Prozeß selbst hat außer seiner Periodizität, die ihn als einen Entwicklungsvorgang charakterisiert, mit der Metamorphose nichts gemein. Curt Herbst hat die Eier des Seeigels *Sphaerechinus* durch Fettsäuren künstlich zur Parthenogenese angeregt. Setzt man nun in einem geeigneten Momente den Eiern das Spermium des Seeigels *Strongylocentrotus* zu, so erfolgt eine Besamung, die Spermkerne bleiben aber oft, anstatt mit dem mütterlichen Furchungskern zu kopulieren, frei im Plasma der Eizelle liegen. Es ist bekannt, daß die Furchungskerne eine wechselnde Affinität zu den Farbstoffen zeigen, je nachdem sie in Ruhe oder Teilung sind. Herbst weist nun auf die merkwürdige Erscheinung hin, daß jedesmal, wenn der Furchungskern der betreffenden Furchungskugel im Stadium des Vakuoligwerdens, also bei Rückkehr zum Ruhestadium, undeutlich färbbar wird, dies auch mit dem Spermakern geschieht, und andererseits sich der Spermakern intensiver färbt, wenn die zur Teilung schreitenden mütterlichen Furchungskerne stärker färbbar werden. „Dieses Schritthalten getrennter Kernmaterialien,“ sagt Herbst, „kann auf zweierlei Art und Weise erklärt werden. Einmal wäre es



Figur 1. Auge von Salam. mac., vor 2 Tagen homoplastisch transplantiert. Retina ohne Stäbchen und Zapfen; Opticusstumpf (o).



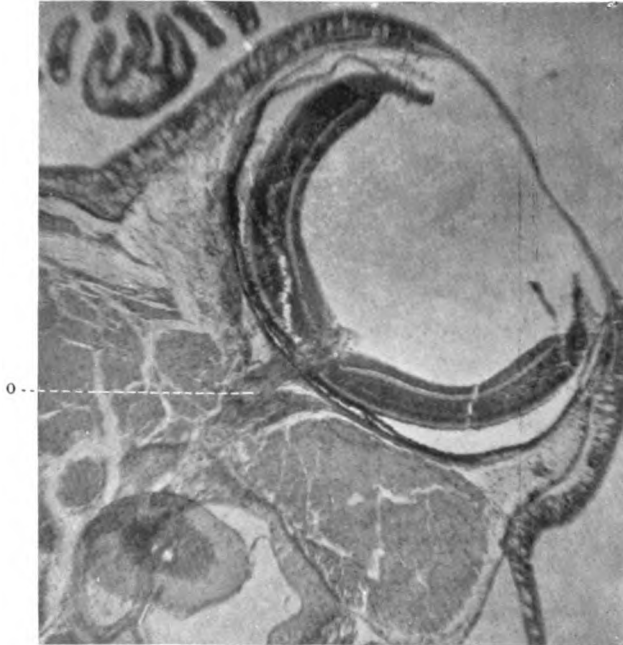
Figur 2. Auge von Salam. mac., vor 13 Tagen homoplastisch transplantiert. Retina in Aufdifferenzierung, Opticus regenerierend, durch den Knorpel k in 2 Äste gespalten.



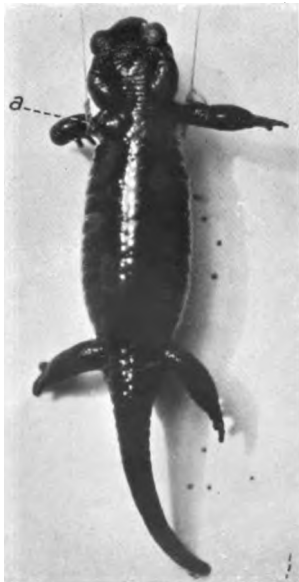
Figur 4. Schnitt aus derselben Serie wie Figur 3; zeigt bei g das Spinalganglion mit dem Opticus o.



Figur 5. Transplantiertes Auge (a) seit 2 1/2 Jahren auf seinem Wirte.



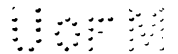
Figur 3. Auge von Salam. mac., vor 43 Tagen homoplastisch transplantiert. Retina normal, Opticus auf das etwa 4fache seiner normalen Länge regeneriert (o) und in das nächstliegende Spinalganglion eingewachsen (siehe Figur 6).



Figur 6. Salamandra mac., seit $2\frac{1}{2}$ Jahren mit homoplastischem Augentransplantat (a).



Figur 7. Salam. mac. mit seit $\frac{1}{2}$ Jahre transplantiertem Tritonauge (a); in diesem ist noch der gelbe Irisring sichtbar.



möglich, daß die Veränderungen, welche sich im mütterlichen Furchungskern abspielen, den Zustand des liegengebliebenen väterlichen Chromatins beeinflussen, und sodann liegt die andere Möglichkeit vor, daß beide Erscheinungsweisen von einem dritten Faktor abhängig sind. Dieser dritte Faktor wäre der Zustand des Cytoplasmas, welcher mit Auflösung der alten und Aufbau der neuen Teilungsfigur periodisch wechselt. Der Wechsel im Verhalten des väterlichen Kernmaterials zeigt übrigens, daß derselbe trotz seines abnormen Verhaltens bei der Teilung doch nicht als einfacher Fremdkörper im Cytoplasma liegt, sondern daß er in das Getriebe der Zelle eingefügt ist.“ Die auffallende Parallele, die sich zwischen diesem Geschehen und der Irispigmentierung im transplantierten Salamanderauge bekundet, ist nicht von der Hand zu weisen und diese Parallele ist um so beachtenswerter, als sie in einem von dem unsrigen sonst ganz verschiedenen Prozeß auftritt. Es liegt wie bei meinen Augentransplantationen eine Synchronie der Metamorphose im transplantierten und körpereigenen Auge des Wirtes, so auch hier die Synchronie eines periodischen Geschehens im gewissermaßen ins Ei transplantierten Spermakern und im zelleigenen Kern, dem mütterlichen Furchungskern, vor. Ebenso wie wir gezwungen waren, aus dieser Tatsache eines synchronen Geschehens auf einen dritten Faktor als Ursache zu schließen, war auch für Herbst diese Möglichkeit vorhanden und es ist vielleicht nicht ganz unbescheiden, wenn ich mich der Meinung hingebe, daß diese Möglichkeit durch den Parallelfall der synchronen Metamorphose, wo wir den Schluß auf einen dritten Faktor als einzigen Ausweg hatten, nunmehr, wenn sie nicht eine Notwendigkeit wird, so doch einen weitaus überwiegenden Teil von Wahrscheinlichkeit gewinnt gegenüber der anderen Vermutung Herbsts, es könnte sich um eine Beeinflussung des Spermakerns direkt durch den mütterlichen Furchungskern handeln.

Dieses Beispiel glaube ich anführen zu müssen als einen Beweis für die Berechtigung meiner Vermutung, daß wir die Synchronie von periodischen Prozessen und von Entwicklungsvorgängen überhaupt als eine weitverbreitete Erscheinung überall dort werden auffinden können, wo es sich um die Vereinigung eines Teiles mit einem Ganzen handelt. Ist dies aber der Fall, so können wir nicht daran zweifeln, daß uns damit eine neue Methode in die Hand gegeben ist, mit deren Hilfe das Studium mancher speziellerer Probleme in Angriff genommen werden kann.

[Aus der Universitäts-Augenklinik zu Würzburg. Vorstand: Geh. Rat Prof. v. Heß.]

Regenerationsprozeß der Netzhaut des Tritons und des Frosches.

Von

Dr. H. Fujita,
Formosa, Japan.

Mit zehn Abbildungen auf Tafel XIII—XVI.

Die Regenerationsfähigkeit der Kaltblüter, wie des Tritons und des Frosches, ist verhältnismäßig groß. Der abgetrennte Schwanz der Eidechse kann z. B. leicht regenerieren, und 45 Tage nach dem Abschneiden sind die Extremitäten des Tritons vollständig neu gebildet und zwar beide Schenkel und die fünf Zehen in ihrer ursprünglichen Form. Über die Regeneration der Linse haben verschiedene Autoren eingehende Studien gemacht und ihre Befunde veröffentlicht. Die Linse kann sich vom Pupillarrand der Iris aus bilden und zwar vom oberen Rand derselben.

Ich habe hauptsächlich die Regeneration der Netzhaut studiert. Da ich ein mit den Befunden von Griffini und Marchiò, Golucci und Philipeaux fast gleiches Resultat nachweisen konnte, habe ich meine Versuche über die Netzhaut des Frosches erweitert.

Im folgenden sei zuerst das beim Triton und Frosch in Anwendung gebrachte Verfahren kurz beschrieben. Nach der Methode von Griffini und Marchiò habe ich den Sehnerv hinter dem Bulbus mitsamt den Gefäßen durchschnitten. Diese Operation nahm ich immer vom Mund aus vor, weil bei Vornahme durch die Haut beim Frosch manchmal krankhaftes Ödem auftrat. Sofort nach Durchschneidung des Sehnerven verengt sich die Pupille; wenn man die Cornea berührt, schlagen die Lider nicht zu und die Rückbewegung des Bulbus ist aufgehoben. Außerdem streifte ich mit der Diszissionsnadel leicht quer über die Netzhaut von hinten nach vorn, um nur diese zu durchschneiden, und nahm die Netzhaut mit dem Bulbusinhalt heraus. Wenn man hinter dem Corpus ciliare mit dem Graefeschen Messer die Hälfte des Bulbuskreises durch-

schneidet und von vorn und hinten (vom Mund aus) zusammendrückt, wird Netzhaut mit Linse und Glaskörper zusammen auslaufen. Selbstverständlich verkleinert sich bei diesem Verfahren der Bulbus und es werden manchmal Teile der Netzhaut zurückbleiben. Beim Triton habe ich die angeführten Methoden nebeneinander ausgeführt, beim Frosch hingegen immer nur den Sehnerven gleichzeitig mit den Gefäßen durchschnitten.

Regeneration der Netzhaut des Tritons.

Was den normalen Bau der Netzhaut betrifft, ist sie die dickste unter allen Augenhäuten. Nach Rabl sind zwei Abschnitte zu unterscheiden: Pars optica und Pars coeca. Mit letzterem Namen wird jener Abschnitt bezeichnet, der die Epithellagen umfaßt, welche sich jenseits des geschichteten optischen Teiles bis zum Pupillarrand der Iris erstrecken. Darin befindet sich demnach die Pars ciliaris der höher differenzierten Tiere, sowie die Pars iridica retinae. Die Pars ciliaris hat große Bedeutung für die Regeneration, worüber ich später genauer schreiben werde. In der Pars optica unterscheidet man, wie bei den höheren Tieren, von vorn nach hinten folgende Schichten: die zarte Nervenfaserschicht, die innere retikuläre Schicht, die innere Körnerschicht, die äußere retikuläre Schicht, die äußere Körnerschicht und die Stäbchen-Zapfenschicht. Die Nervenfaserschicht bildet sich in strahliger Ausbreitung, wie die des Frosches, von der Papilla nervi optici nach der Peripherie hin. Dahinter folgt die relativ mächtige Ganglienzellschicht; dieselbe ist im Pol von drei Zellenlagen gebildet, welche nach vorn zweischichtig werden, während in der Nähe der Pars ciliaris, obwohl nur eine kurze Strecke weit, nur eine Zellreihe vorhanden ist. Hinter der Ganglienzellschicht folgt die fast doppelt so breite retikuläre Schicht. Die innere retikuläre Schicht ist die mächtigste und von 7—8 Kernreihen gebildet; nach vorn vermindern sie sich allmählich, und an der Grenze von der Pars ciliaris sind es deren nur vier Reihen. Die Kerne dieser Schicht sind rundlich und etwas kleiner als die der Ganglienzellschicht. In der unteren Hälfte dieser Schicht nimmt man die vertikal stehenden, spindelförmigen Kerne der Müllerschen Zellen wahr, deren beide Fortsätze vertikal die ganze Netzhautdicke durchziehen. Die darauf folgende retikuläre Schicht ist schmal. Die äußere Körnerschicht besteht nur aus einer Kernreihe.

Die Kerne derselben sind länglich oder keulenförmig und nehmen gegen die Peripherie zu etwas an Höhe ab. Die Anordnung der Kerne ist eine derartige, daß die Hälfte derselben nach oben oder unten über

die eigentliche Reihe hinausragt. Diese Kernlagerung findet sich auch im Pol bei dunkelgehaltenen Tritonen und wird hervorgerufen durch die Bewegung der Stäbchenkerne nach außen im Dunkeln; diese Erscheinung tritt erst nach 5—10 Minuten dauernder Dunkelhaltung deutlich hervor.

Beim Triton sind die Zapfen in größerer Menge vorhanden als die Stäbchen, auch haben die Zapfen des Tritons keine Kugel. Einfache Zapfen sind klein und schmal; sie sind aus einem konischen Außenglied und einem Innenglied gebildet, an welchem leicht ein optisches Ellipsoid und ein innerer protoplasmatischer Teil: das Zapfenmyoid, unterschieden werden können.

Die großen Zapfen sind sehr dick und lang. Im innern Segment befindet sich ein ovoider Körper, der sich unterhalb des Ellipsoids zur Membr. lim. ext. ausdehnt und nur wenig tingierbar ist.

Das Außenglied gleicht ziemlich dem des einfachen Zapfens. Außer den beiden angeführten gibt es auch Zwillingzapfen, die durch den protoplasmatischen Teil auch Ähnlichkeit mit den großen Zapfen gewinnen, aber kürzer und nach unten dicker als diese sind. Das Stäbchen ist zylindrisch und auf dem Gipfel abgerundet. Im Innenglied ist ein stark lichtbrechender Körper vorhanden, der leicht Farbstoff annimmt.

Es erweckte bei mir den Anschein, als ob die Stäbchen sich im protoplasmatischen Teil des Innengliedes im Dunkeln verlängerten und die Kerne der Stäbchen darin hinaufwanderten.

Vor der Nervenfaserschicht liegt eine dünne Membr. lim. int., die man sich mit der Membrana hyaloidea identisch denkt. Zwischen der äußeren Körner- und der Stäbchenzapfenschicht liegt die Membr. limit. ext.

In der Retina sind keine Blutgefäße vorhanden. Besonders merkwürdig ist der Übergang von der Pars optica in die Pars coeca.

Die Ganglienzellschicht vereinigt sich zuerst mit der inneren Körnerschicht und die innere retikuläre Schicht verschwindet, während die äußere retikuläre und die äußere Körnerschicht noch weiter nach vorn ziehen; endlich vereinigen sie sich an der Vereinigungsstelle der anderen Kerne, welche der Ora serrata der höher differenzierten Augen entspricht (Fig. 1). Dort muß die eigentümliche Erscheinung konstatiert werden, daß die Kerne der Ganglienzellen und die inneren Körner verschwinden und die Kerne der äußeren Körnerschicht ihre Stelle einnehmen. Diese setzen sich nun fort, sind aber etwas länger und stehen dichter. An ihrer Kernstruktur läßt sich das leicht erkennen. Gleich danach überziehen sie die hintere Fläche des Ciliarfortsatzes, werden niedriger wie vorher, ihre Kerne sind queroval und enthalten nur wenig Pigmentkörner, die aber nach vorn immer mehr zunehmen.

Die Ciliarfortsätze sind beim Triton ganz rudimentär; das Epithelium geht ohne scharfe Grenze in das Irisepithel über. Stäbchen und Zapfen sind bis an die Vereinigungsstelle erhalten, wenn sie auch schmaler und kleiner werden.

Das Vorhandensein von Spalträumen zwischen der äußeren Körner- und Pigmentepithelschicht, welche Fischel als präexistente und nicht als künstliche, etwa durch die Fixationsflüssigkeit erzeugte Bildung ansprach, konnte ich nicht bestätigen. Von der Vereinigungsstelle an nimmt die Dicke plötzlich ab und wird von der 7.—8. Kernreihe zwei- und einschichtig.

Die Pars ciliaris ist für das Wachstum der Netzhaut von außerordentlicher Bedeutung, denn hier ist embryologisch eine lebhaftere Kernteilung nachzuweisen. Auch bei der Regeneration spielt dieser Ort eine Hauptrolle. Die Pigmentepithelschicht überzieht die Hinterfläche der Retina oder richtiger gesagt die Übergangsstelle von der Pars optica in die Pars coeca, findet nach vorn ihre Fortsetzung über das Corpus ciliare bis zum Pupillarrand der Iris und bildet hier die vordere Lamelle der Pars iridica. Nach der Chorioidea ist das Pigmentepithel flach und enthält quer längliche Kerne und ist im Hellauge fast von Pigment frei. Nach innen ziehen viele mit Pigment gefüllte Fortsätze, welche zwischen Stäbchen und Zapfen endigen.

Bei lange dunkel gehaltenem Auge zieht sich das Pigment nach außen zurück, wenn auch viel schwächer als beim Froschauge.

Wie bereits erwähnt wurde, haben Netzhaut und Glaskörper keine Gefäße, die Netzhaut wird also nur durch die Kapillaren der Chorioidea ernährt. Bei Operationen kommt es manchmal vor, daß die Netzhaut mit Pigmentepithel von den Blutkapillaren der Chorioidea abgelöst und dadurch des für sie notwendigen Nährstoffes beraubt wird. Die Pars ciliaris hingegen ist niemals von ihrer Grundlage abgelöst, bekommt also ihren Nährstoff, wie auch die Pars iridica immer durch die Stromagefäße ernährt wird. Diese innige Beziehung zu Blutkapillaren bedingt unzweifelhaft ihre lebhaftere Regenerationsfähigkeit.

Zum Zwecke des Studiums über die totale Wiedererzeugung der Netzhaut ist die Durchtrennung des Sehnerven nach Griffini sehr empfehlenswert, weil man auf diese Weise mit der größten Leichtigkeit und ohne Verletzung der anderen Teile des Auges eine beinahe auf die Retina allein beschränkte Zerstörung herbeiführen und den Prozeß der letzteren genau verfolgen kann.

Nachdem ich vielen jungen und erwachsenen Tieren vom Mund aus oder durch die Haut, was bei Tritonen nichts schadet, den Sehnerven durch-

schnitten und deutliche Pupillenverengerung beobachtet hatte, ließ ich sie in frischem Wasser, das immer erneuert wurde, und nährte sie mit Würmchen; so blieben sie in hellem Tageslicht, d. h. möglichst im natürlichen Zustand. Zu verschiedenen Zeiten nahm ich die operierten Tiere heraus, um den Degenerations- und Regenerationsprozeß zu studieren. Ich köpfte die Tritonen zur bestimmten Zeit und fixierte mit Zenkerscher Flüssigkeit. Das Auge mit der Knochenschale des Gehirns wurde nach Entkalkung der letzteren geschnitten.

Im nachfolgenden will ich den Degenerationsprozeß beschreiben.

Nach Durchschneidung des Sehnerven leiden zuerst die Nervenfasern- und Ganglienzellschicht, da sie am entferntesten von Blutkapillaren sind. Die Kerne der Ganglienzellen verkleinern sich und färben sich stärker mit Hämatoxylin oder sie werden homogen und die feinere Kernstruktur ist nicht mehr erkennbar. Dann schreitet der Degenerationsprozeß nach außen fort. Die innere retikuläre Schicht wird locker und infolge des Ödems breiter; die Zellen der inneren Körnerschicht zeigen dieselben Erscheinungen wie jene der Ganglienzellschicht; infolge der Schrumpfung der Umgebung und ihrer starken Färbbarkeit fallen die Müllerschen Zellen und ihre Fortsätze, die man dort im normalen Zustande nur schwer beobachten kann, deutlich ins Auge. Zuweilen sieht man sogar ihre Kerne nach innen in die retikuläre Schicht verschoben. Die Erscheinungen zeigen sich bereits 24 Stunden nach Durchtrennung des Sehnerven mit Ausnahme der Pars ciliaris und der nächsten Umgebung. Nach Griffini und Marchiò schreitet der Zerstörungsprozeß nicht so langsam vorwärts.

Die äußere Körnerschicht bleibt lange Zeit intakt, ja oft zerfällt sie gar nicht. Ist letzteres der Fall, dann nehmen ihre Kerne eine mehr rundliche oder niedlichere Gestalt an als normal und ordnen sich zweireihig. Diese Ordnung ist eine Folge der Auswanderung der Stäbchenkerne nach außen oder Zurückziehung derselben nach innen. Oft kommt sogar Auswanderung vereinzelter Stäbchenkerne über die Membr. lim. ext. zur Beobachtung.

In den Fällen, in welchen die äußeren Körner nicht zerfallen, bleiben auch die Stäbchen und Zapfen unversehrt. Trotzdem gehen die äußeren Körner mit Stäbchen und Zapfen zusammen unter. Nach Griffini und Marchiò lösen sich Stäbchen und Zapfen in Scheiben auf und werden als granulöser Detritus resorbiert. Dieser Zerstörungsvorgang beginnt am hinteren Pol und breitet sich nach vorn bis in die Nähe des Corpus ciliare aus. Manchmal kommt es vor, daß dieser Vorgang auf die hintere Polgegend beschränkt bleibt. Diese Erscheinung mag vielleicht daher

kommen, daß sich der einmal durchschnittene Sehnerv wieder vereinigt oder daß möglicherweise die Blutgefäße nicht durchgeschnitten wurden.

Am 6. oder 7. Tage nach der Operation treten die soeben angeführten Degenerationserscheinungen am stärksten auf. Alle Schichten werden allmählich locker und ödematös und verlieren ihre regelmäßige Anordnung. Einzelne Schichten verwischen und vermischen sich miteinander. Griffini und Marchiò sprechen von einer Koagulationsnekrose mit fettiger Degeneration; erstere kommt nur auf der Ganglienzellen- und inneren Körnerschicht, letztere auf den andern Netzhautschichten vor. Hie und da kommen mit Hämatoxylin stark tingierte Massen zum Vorschein. Fig. 2 (eine Woche nach der Operation).

Auch die Pigmentepithelien nehmen an dem Zerfallsvorgang teil, indem sie ihre Gestalt verlieren, während sich ihre Pigmentfortsätze nach innen verlängern. Ihre Reihen sind unregelmäßig und hie und da von der Zellbasis abgerissen; in letzterer wird das Pigment spärlicher. Die Pigmentkörner zeigen mannigfache Veränderungen; sie haben die Neigung sich zusammenzuballen, können sich nicht mehr selbständig bewegen und man beobachtet keine versprengten Körner wie in normalen Augen. In vorgeschrittenen Fällen unterscheidet sich die kernhaltige Zellbasis vom pigmenthaltigen Teil, welcher in der neugebildeten Netzhaut oder im Glaskörper von Leukocyten eingenommen und verschoben ist. Die kernhaltige Zellbasis bildet sich nachher zum neuen Pigmentepithel.

Die Pars ciliaris und deren nächste Umgebung in der Netzhaut bleiben bei diesen Zerfallserscheinungen immer intakt und erliegen denselben niemals.

Außer den Veränderungen der Netzhaut zeigt der Glaskörper Reichtum an Fibrin und Leukocyten, besonders an eosinophilen. Die Chorioidealgefäße sind mit Blut gefüllt. Während die Zerfallserscheinungen schon eine Woche nach der Operation weit vorgeschritten sind, werden die zerfallenen Massen und Körner von Leukocyten fortgeführt und das Feld wird allmählich sauber.

In diesem Stadium tritt erst die eigentliche Veränderung der Kerne in der Pars ciliaris auf. Am 7.—10. Tage nach der Operation schwellen die Kerne dort an; der innere protoplasmatische Teil dehnt sich gegen das Zentrum zu aus und wird gleichzeitig etwas blässer; die Kerne liegen den äußern Pigmentzellen dicht an. Bei solchen Kernen kommen zuerst vereinzelt karyokinetische Mitosen vor. In den Fällen, bei denen die Zerstörung auf den hinteren Pol oder eine kurze Strecke beschränkt blieb, kommen die Mitosen nicht in der Pars ciliaris, sondern in der der Degenerationsstelle benachbarten Stelle vor. Wenn die äußere Körnerschicht

nicht zerfällt, tritt die Kernteilung nicht in der Pars ciliaris auf, sondern nur vereinzelt zwischen den äußersten Körnerzellen.

Bei meinen Versuchen sah ich schon 6 Tage nach der Operation die erste spärliche indirekte Kernteilung in der Pars ciliaris. Solche Kernteilung wird immer stärker und nach 3 Wochen (im Sommer) tritt sie am stärksten auf. Sie entfaltet sich immer nur an der äußersten Zone, ganz dem embryonalen Netzhautwachstum entsprechend.

Direkte Kernteilungsfiguren konnte ich bei diesem Vorgang niemals beobachten.

Die Wucherung der Zellen in der äußersten Zone der Pars ciliaris nimmt nach und nach zu, während die übrigen Zellen der alten Netzhaut noch weiter zerstört werden. Die Wucherung schreitet lebhaft fort, und die neu entstandenen Zellen rücken gegen den Äquator und den hinteren Pol vor, indem sie allmählich die Stelle der alten Retina einnehmen. Das Resultat dieser reichlichen und primitiven Wucherung ist die Bildung einer Schicht von polygonalen Zellen mit großem und beinahe rundem Kern. Dann tritt die Kernteilung nicht nur an der Pars ciliaris, sondern auch an den andern Stellen auf, bleibt aber immer auf die äußerste Zone beschränkt. In diesem Stadium wird der periphere Teil der Netzhaut etwas dicker als der zentrale. In dieser Zeit ist die neue Netzhaut noch nicht differenziert. Von dieser ersten Anlage der Retina aus schreitet die Wucherung weiter fort; die neugebildeten Zellen ordnen sich und zeigen das Bestreben, sich bei ihrem Wachstum nach innen zu bewegen. Die Retina behält jetzt eine größere Dicke (Fig. 3).

Die Zellen, welche sich zusammenpressen und nach und nach eine zylindrische Form annehmen, bilden zuerst zwei übereinander liegende Reihen. Diese beiden Zellreihen, die der innern Oberfläche näher sind, machen sich als erstes Zeichen der Differenzierung bemerkbar. Sie werden queroval und bilden später eine Ganglienzellschicht. Die äußere Zellreihe sondert sich wieder zu einer inneren dickeren und äußeren dünneren Schicht; letztere wird zur äußeren, erstere zur inneren Körnerschicht (Fig. 4). Auf der Außenfläche der äußeren Körnerschicht beobachtet man kleine konische Hervorragungen, die auf der Linie — spätere Membrana limitans externa — durch ein homogenes, ziemlich lichtbrechendes Material gebildet werden, das mit dem Protoplasma der äußeren Körnerzellen in Verbindung steht.

Die Unterscheidung der Netzhautschichten findet erst an der Stelle zwischen Pol und Äquator statt und schreitet nach dem Pol vor. Von nun an nehmen alle Schichten bis zur vollständigen Ausbildung an Dicke zu (Fig. 5 und 6).

Die Bildung der Stäbchen und Zapfen vollzieht sich nicht gleichmäßig in der ganzen Netzhaut; während dieselben in einer Stelle fast vollständig entwickelt sind, befinden sie sich in andern auf dem Weg der Bildung oder sind auch wohl nur angedeutet. Im allgemeinen aber geht ihre Bildung mit jener der äußeren Körnerzellen gleichzeitig vor sich. Bei Weigertscher Markscheidenfärbung sind die Außenglieder der erst neugebildeten Zapfen und Stäbchen ganz schwarz.

Die Nervenfaserschicht kommt in der neuen Netzhaut am spätesten zum Vorschein und strahlt nach der Peripherie in Bündel aus.

In Fällen, bei denen Augeninhalt und Netzhaut zusammen herausbefördert wurden, tritt die Kernteilung noch früher auf als bei Durchschneidung des Sehnerven, und zwar besonders reichlich im Ciliarteil.

Da das Volumen des Auges bei der Operation bedeutend abnimmt, ist die neue Netzhaut auch klein und schmal.

Bei partieller Regeneration der Netzhaut (nach Durchstreichen der Netzhaut mit der Diszissionsnadel) teilen sich die Kerne an der Außenseite der den Defekt begrenzenden äußeren Körnerschicht lebhaft und füllen endlich den Defekt aus (Fig. 7).

Dieses Konglomerat von Zellen differenziert sich schichtweise und stellt endlich physiologische Schichtungen dar. Doch kommt manchmal übermäßige Wucherung der Zellen nach innen und außen vor.

Ein solcher Regenerationsvorgang entwickelt sich im Sommer rasch, im Winter dagegen viel langsamer. Im Juni, Juli und August ist die neue Netzhaut nach 30—45 Tagen fast ganz, nach 50—60 Tagen vollständig ausgebildet. In einem Falle konnte ich 41 Tage nach der Operation keine Kernteilung mehr finden.

Außer dem Klima haben Licht, Nährstoffe usw. großen Einfluß auf den Prozeß.

Griffini und Marchiò haben Kernteilungen hauptsächlich in der inneren Körnerschicht gesehen, von der demnach die ganze Regeneration der Netzhaut ausgehen würde. Ich habe sie sehr selten in derselben beobachtet, während die äußere Körnerschicht immer ganz intakt geblieben war. Solche Kerne stellen nach meiner Ansicht vielleicht Teilungsfiguren der Müllerschen Zellen dar, weil die Kerne immer länglich oval sind und nach beiden Seiten mächtige Fortsätze senden.

Der Regenerationsprozeß findet manchmal sehr abweichend von dem bereits beschriebenen Vorgang statt. Zeitweise wuchern die Pigmentepithelien atypisch und sammeln sich unter der neuen Netzhaut. Ich habe bei ihnen direkte und indirekte Teilung der Kerne gefunden.

Gelegentlich habe ich auch Neubildung der Linse beobachtet. Wenn

man Netzhaut mit dem Inhalt des Auges herausnimmt, wird die Linse nach gewisser Zeit neugebildet. Der Neubildungsprozeß beginnt, wie Fischel gefunden, im Pigmentepithel hinter der Iris; dasselbe verliert zuerst Pigment und wird zum gewöhnlichen kubischen Epithel, dann teilt es sich auseinander.

Die Teilung geht immer vom oberen Pupillarrande der Iris aus und mit ihm zusammenhängend bildet sie eine Zellgruppe. Diese nimmt stetig an Dicke zu und nach ihrer Abtrennung von der Iris wird die normal große Linse ausgebildet.

Regeneration der Netzhaut des Frosches.

Nachdem ich die Regenerationsfähigkeit der Netzhaut des Tritons nachweisen konnte, habe ich meine Experimente auch auf den Frosch ausgedehnt. Ich habe immer bei Fröschen den Sehnerven vom Munde aus durchgeschnitten; sogleich verkleinerte sich die Pupille, die Hornhautreaktion erlosch, das Auge selbst wurde etwas vorgetrieben. Die Durchschneidung habe ich immer nur einseitig ausgeführt, um mit dem gesunden Auge vergleichen zu können. Gleichzeitig habe ich mit über 100 Fröschen experimentiert; dann wurden sie in einem großen Gefäße freigelassen und zeitweise mit Würmern oder Daphnien gefüttert. Vor allem sind helles Licht, Geräumigkeit des Gefäßes und üppige Nahrung unentbehrlich.

In gewissen Zeiträumen wurden einige (ich habe immer fünf Stück zusammen getötet) Frösche herausgenommen, die operierten Augen enukleiert, gehärtet und in Serien geschnitten.

Der anatomische Bau der Netzhaut des Frosches ist ziemlich genau bekannt und sei hier nur kurz zusammengefaßt. Der Sehstreifen oder Area centralis verläuft über die Papilla n. optici von vorn nach hinten, wo die Ganglienzellen in zwei oder drei Reihen geschichtet sind, die innere Körnerschicht sich mächtig entwickelt, Zapfen und Stäbchen viel dünner sind und auch dichter nebeneinander stehen. In der Peripherie, wo die Netzhaut in den Ciliarkörper übergeht, werden die Zellen aller Schichten einschichtig. Diese Stelle ist der wichtigste Teil für die Regeneration, spielt also ebenfalls eine große Rolle wie beim Triton. Die Zellen der genannten Stelle unterliegen niemals der Degeneration und dort fängt bei der Regeneration zuerst die indirekte Segmentation der Kerne an.

Die Netzhaut selbst hat kein Gefäß. Art. ophthalmica verläuft dem N. opticus entlang unter dem Auge und dringt erst jenseits des Äquators

durch die Sclera hindurch. Dann verläuft sie als Art. hyaloidea vor der Netzhaut bis zur Papilla n. optici und teilt sich im Verlaufe in R. temporalis und R. nasalis beiderseits. Deswegen ist die untere Hälfte der Netzhaut viel gefäßreicher als die obere. Innerhalb vom Ciliarkörper verläuft ein ziemlich großes Gefäß zirkulär. Dasselbe hat vielleicht große Bedeutung für die Regeneration der Netzhaut. Beim Frosche kann man leicht spiegeln, um zu sehen, wieweit der Neubildungsprozeß fortgeschritten ist. Beim Spiegeln ist die neugebildete Stelle blauweißlich, die noch nicht gebildete grau oder schwärzlich.

Nach dem Klima ist im allgemeinen der Degenerations- und Regenerationsvorgang sehr verschieden; im Sommer geht er bedeutend schneller vor sich, während er im Winter fast zweimal länger dauert. Außerdem hat das Alter des Tieres großen Einfluß auf die Regenerationsfähigkeit; je jünger das Tier ist, desto schneller verläuft die Regeneration.

Am Tage nach der Operation beginnen schon die Zerfallserscheinungen der Netzhaut. Zuerst zerfallen Nervenfasern- und Ganglienzellschicht, dann die Zellen der inneren Körnerschicht. Die schon degenerierten Zellen werden kleiner und färben sich stark durch Hämatoxylin; sie fließen endlich zusammen und es bildet sich eine Detritus- oder Koagulationsmasse. Die äußere Körnerschicht bleibt manchmal bestehen, wobei Stäbchen und Zapfen sowie auch die Pigmentepithelzellen intakt bleiben. In solchem Falle verändern sich die Zellen der inneren Körner- und Ganglienzellschicht nahe dem Ciliarkörper nicht.

Diese partielle Degeneration kommt besonders bei Winterfröschen vor.

Die Zellen der äußeren Körnerschicht bleiben zeitweise nur im hinteren Pol, während sie sich an anderer Stelle schon rückbilden. Im ganzen beteiligen sich die bleibenden Zellen an der Neubildung. Der Degeneration der Nervenfaserschicht der Netzhaut folgt Exkavierung der Papilla n. optici, und im Nervenstamm bilden sich viele Vakuolen.

Die schollig degenerierten Zellen und untergegangenen Stäbchen und Zapfen, sowie auch Pigmentkörner werden allmählich resorbiert oder durch Leukocyten fortgeführt. Es dauert im Sommer zwei Wochen, bis die Detritusmasse resorbiert und das Feld rein wird, im Winter dagegen drei Wochen und noch länger.

Während der Resorption der Detritusmasse beginnt schon an anderen Stellen der Regenerationsvorgang, die Kernteilung; im Sommer kann man sie schon am sechsten Tage nach der Operation beobachten (Fig. 8), im Winter konnte ich sie erst am 21. Tage konstatieren.

Der Regenerationsprozeß zieht sich je nach dem Degenerationszustande verschieden lang hin und bietet auch ein verschiedenes Bild.

1. Wenn die Netzhaut zum großen Teil mit der äußeren Körnerschicht zusammen degeneriert, kommt Karyokinese immer an der Übergangsstelle der Netzhaut zum Ciliarteile vor. Die Zellen dieser Stelle vergrößern sich, die Kerne werden blasig, die Kernkörperchen deutlich; dann ordnen sich die neugebildeten Zellen der Reihe nach mehrschichtig. Der Vorgang tritt immer erst am unteren Ciliarteil auf.

2. Wenn die ganze äußere Körnerschicht der Degeneration widersteht und ohne Umänderung bleibt, sieht man überall zwischen den äußeren Körnerzellen indirekte Segmentation.

3. Wenn die äußeren Körnerzellen nur am hinteren Pol partielle Degeneration erleiden, kommt mitotische Kernteilung in der der Degenerationsstelle angrenzenden intakt bleibenden äußeren Körnerschicht vor.

Im ersten Falle vollzieht sich Kernteilung am Ciliarteile; die Reihen nach innen nehmen an Dicke zu. Die neugebildeten Zellen verschieben sich allmählich nach dem Äquator hin und laufen einschichtig an der Membrana hyaloidea entlang. Die Zellen teilen sich an ihrer äußersten Zone lebhaft und wuchern nach innen, doch tritt diese Wucherung nicht überall zugleich auf. An einer Stelle ordnen sich schon die Zellen der Reihe nach, während sie an anderen nur beisammenstehen. Im allgemeinen tritt Neubildung in der Nähe der Gefäße schneller auf als entfernt von denselben.

Die unter zweitens und drittens aufgeführten Fälle sind in bezug auf Neubildung günstiger, weil die Zellen der gesund bleibenden äußeren Körnerschicht sich teilen, nach innen wuchern und dann sich schichtenweise ordnen. Doch findet der Vorgang der Regeneration nicht überall gleichmäßig statt.

Beim Frosch vollzieht sich der Vorgang in allen Fällen sehr unregelmäßig, da die Regenerationsfähigkeit der Netzhaut bei ihm mangelhaft ist. Ich konnte im Sommer 60 Tage nach Durchschneidung des Sehnerven keine völlig neugebildete Netzhaut beobachten. Zwar hatten die Netzhäute schon ihre normale Dicke erreicht, doch war ihre Schichtung mangelhaft oder unregelmäßig; aus diesem Grunde kommt manchmal pathologische Rosettenbildung in ihnen vor (Arch. f. Augenheilk., Bd. LXVIII, 1911).

Die Netzhaut eines Auges, das am 13. Februar operiert und am 5. Juni herausgenommen wurde, zeigte keine vollständige, sondern nur partielle Neubildung. Beim Frosche ist also vollständige Regeneration der Netzhaut fast unmöglich (Fig. 9 u. 10).

Sehr selten findet man in der inneren Zone der Netzhaut mitotische Kernteilungsfiguren. Nur einmal habe ich 30 Tage nach der Operation in

einem Auge, welches in der äußeren Körnerschicht verschiedene Kernteilungsfiguren zeigte, nur einige Mitosen in der inneren Zone beobachten können. Bei demselben Auge konnte ich auch Stäbchen und Zapfen unterscheiden, von denen einige schon Ölkügelchen hatten.

Wenn der Vermehrungsprozeß bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten ist, wird die Kernteilung im Ciliarkörper sehr spärlich. Um diese Zeit werden die Ganglienzellen von den andern durch die innere retikuläre Schicht abgetrennt, dann kommt die äußere retikuläre Schicht zum Vorschein. Auf der ersten Anlage der äußeren Körnerschicht reicht die Ausbuchtung des Protoplasmas über die Linie, welche später die *Membrana limitans externa* darstellt. Dieser Vorgang entspricht der Entwicklung der Netzhaut beim Embryo.

Die Pigmentepithelzellen verlieren ihre Pigmentfortsätze nach der Operation, werden mehr platt und teilen sich manchmal auseinander; zuweilen wuchern sie ungewöhnlich und sammeln sich zwischen der neugebildeten Netzhaut und der Chorioidea an. Diese ungemein lebhaft Wucherung habe ich einmal schon am 13. Tage nach der Operation gesehen. Die abgetrennten Pigmentfortsätze werden durch Leukocyten in die neue Netzhaut und sogar in den Glaskörper fortgeführt.

Die Zellen der alten äußeren Körnerschicht, die aus ihrer normalen Lage gelöst sind, bleiben manchmal lebendig und erhalten sich sehr lang. Über ihren letzten Ausgang kann ich noch nichts Bestimmtes mitteilen.

In den Fällen, wo die äußere Körnerschicht nicht zerfällt, wandern die Kerne der äußeren Körner nach außen in ein inneres Glied des Stäbchens aus. —

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. v. Heß für die Anregung zu dieser Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Leber, Die Regeneration der Netzhaut. Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde, II. Aufl.
2. Griffini e Marchiò, Sulla regenerazione totale della retina nei tritoni.
3. — — Sur la régénération tot. de la rét. chez les tritons. Arch. ital. de Biol., XII.
4. Gaupp, Ernst, Anatomie des Frosches. 2. Aufl., 1904, p. 775.
5. Ginsberg, Über embryonale Keimverlagerung in der Retina. Arch. f. Ophthalm., Bd. XLVIII.

6. Fischel, Über die Regeneration der Linse.

7. Seefelder, Beiträge zur Histogenese und Histologie der Netzhaut. Arch. f. Ophthalm.

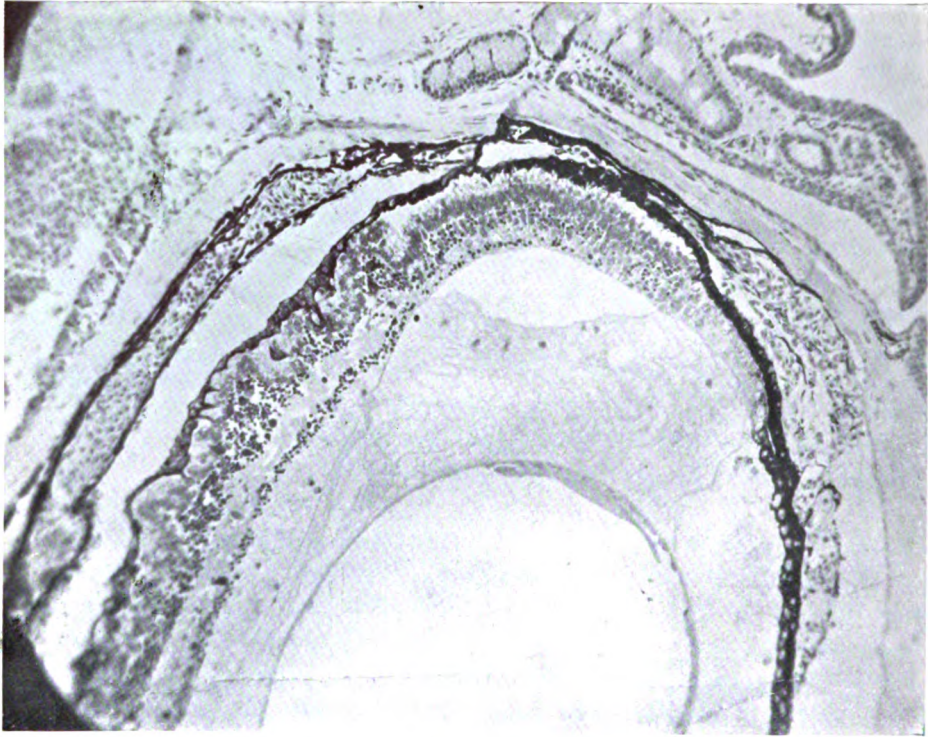
Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIII—XVI.

a) Fig. 1—7 Netzhaut des Tritons.

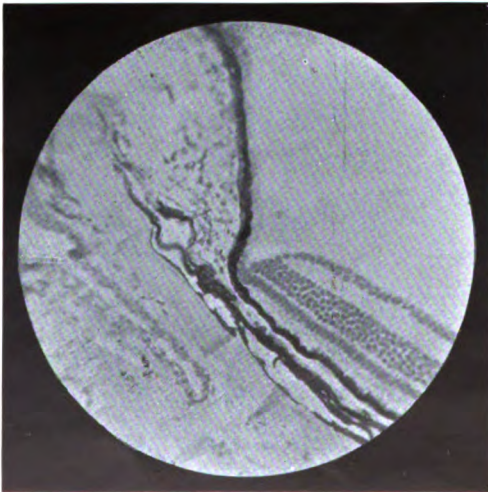
- Fig. 1. Normale Netzhaut des Tritons. Übergangsstelle (Ora serrata) der Pars optica zu der Pars coeca.
- Fig. 2. Degenerationserscheinungen der Netzhaut des Tritons eine Woche nach Durchschneiden des Sehnerven. Die Zellen aller Schichten sind auf dem Wege der Degeneration mit Ausnahme derjenigen der Ora serrata und Umgebung; Vorbereitung zur Neubildung (eine mitotische Teilungsfigur sichtbar).
- Fig. 3. 33 Tage nach Exstirpation der Netzhaut. Ora serrata und Umgebung in Neubildung; viele Kernteilungsfiguren in der äußersten Zone.
- Fig. 4. 33 Tage nach Exstirpation der Netzhaut. Ein Teil der neugebildeten Netzhaut des Tritons; Ganglienzellen-, innere und äußere Körnerschicht sind schon in der Unterscheidung begriffen. Konische Halbkugeln sind auf der äußeren Körnerschicht auf dem Weg zur Neubildung.
- Fig. 5. Neugebildete Netzhaut 40 Tage nach Durchschneiden des Sehnerven.
- Fig. 6. Neugebildete Netzhaut 50 Tage nach Durchschneiden des Sehnerven.
- Fig. 7. Partielle Regeneration 35 Tage nach der Operation. An der äußersten Zone sieht man Karyokinese.

b) Fig. 8—10 zeigen die Netzhaut des Frosches.

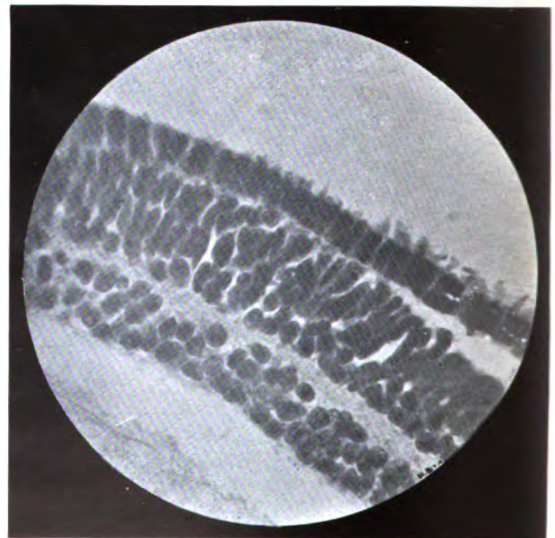
- Fig. 8. Wucherung der Zellen im Ciliarteile. Zwei Kernteilungsfiguren in der äußersten Zellenreihe sichtbar. 6 Tage nach Durchschneiden des Sehnerven.
- Fig. 9. 35 Tage nach Durchschneiden des Sehnerven; partiell neugebildete Netzhaut des Frosches.
- Fig. 10. 8 Wochen nach Durchschneiden des Sehnerven. Partielle Neubildung (nur in einem Teile), sogar auf dem Wege der Schichtung.



Figur 2.



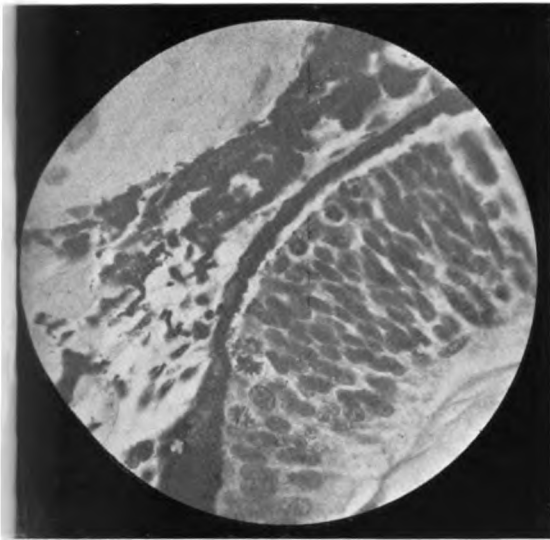
Figur 1.



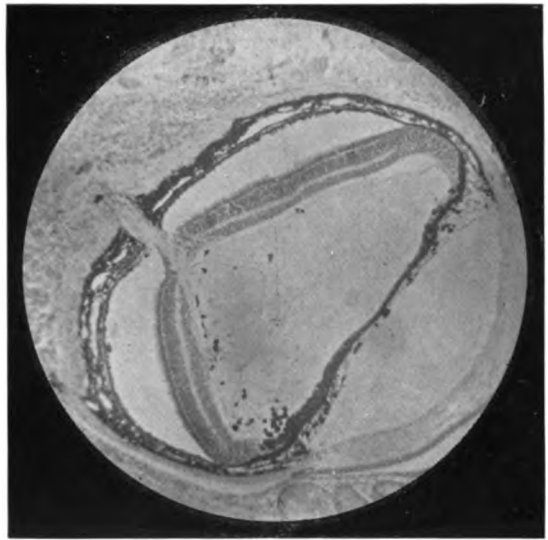
Figur 4.

Fujita, Regenerationsprozeß der Netzhaut des Tritons und des Frosches.

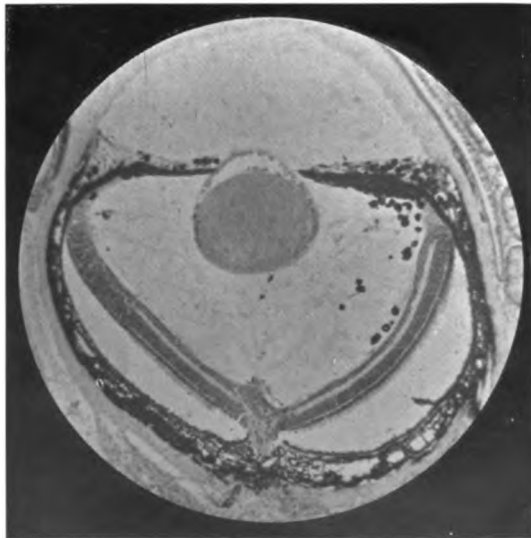




Figur 3.



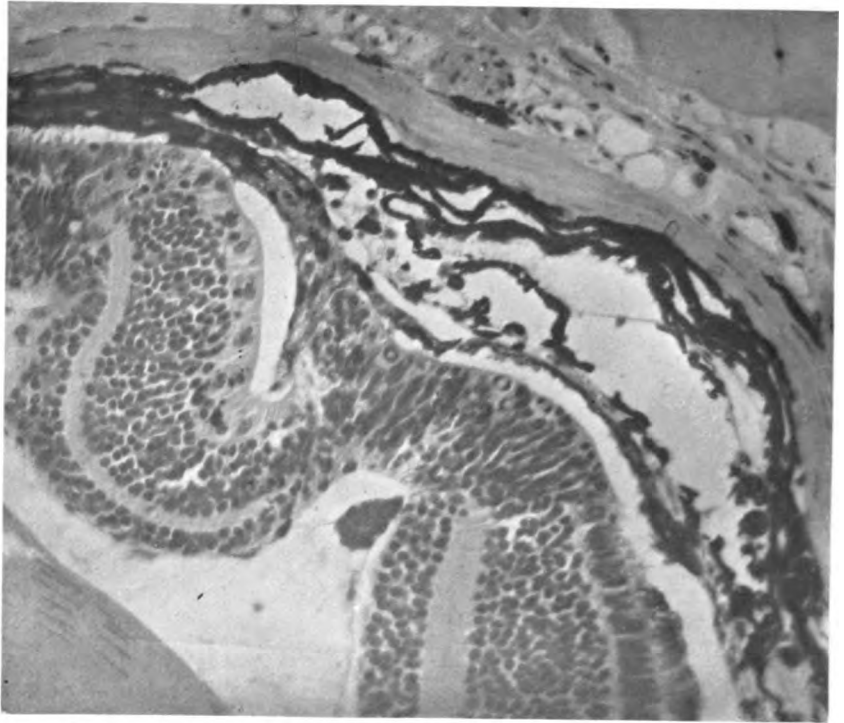
Figur 5.



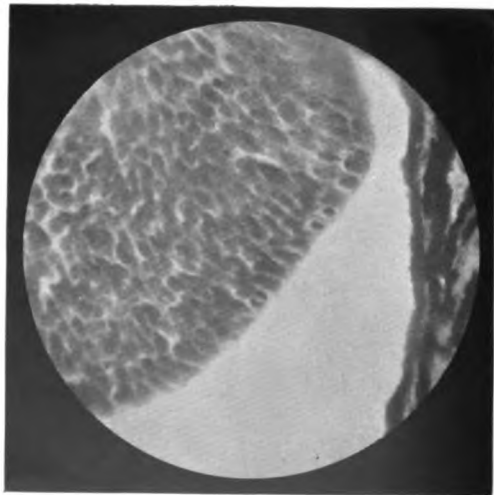
Figur 6.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Digitized by Google

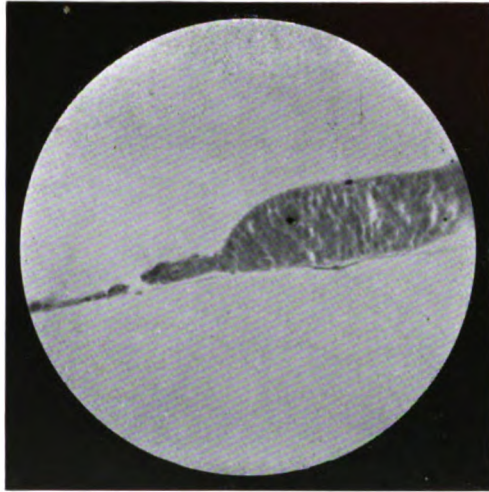


Figur 7.

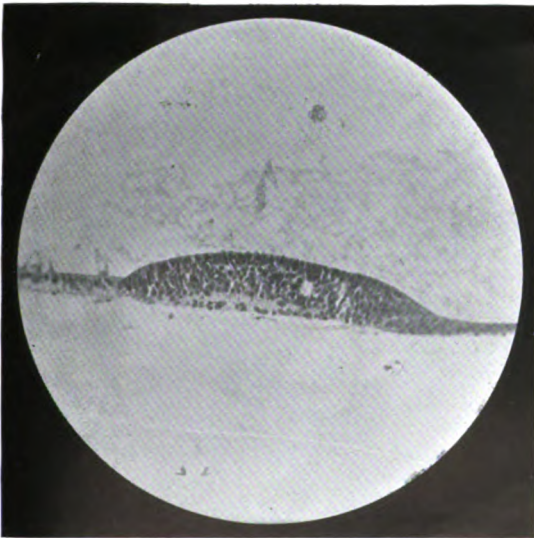


Figur 8.

Fujita, Regenerationsprozeß der Netzhaut des Tritons und des Frosches.



Figur 9.



Figur 10.

Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges.

Zweiter Beitrag¹⁾.

Von

Dr. G. Ischreyt,

Augenarzt in Libau (Rußland).

In Vervollständigung der ersten Veröffentlichung über diesen Gegenstand gebe ich jetzt die Beschreibung von noch vier Entenarten, die ich der Freundlichkeit Herrn von Stahls und meines Bruders, Richard Ischreyt, in Petersburg verdanke. Es sind das *Anas crecca*, *Dafila acuta*, *Spatula clypeata* und *Fuligula fuligula*.

Die Konservierung der Augen erfolgte in der früher beschriebenen Weise und erwies sich auch dieses Mal als völlig genügend für die Ziele der Untersuchung. Bei der Entkalkung wandte ich jetzt nur 2 bis 3 Proz. Salpetersäurelösung an, nachdem ich erkannt hatte, daß das so häufige Einsinken der Hornhaut auf einer zu starken Konzentration der früher angewandten Lösung beruhte. Ich erzielte durch diese Änderung fast stets eine tadellose Konservierung der Augenform.

Die Beschreibungen sind kürzer gehalten als im ersten Beitrag, da Wiederholungen nach Möglichkeit vermieden wurden.

Mikroskopisch-anatomische Beschreibung.

Schwimmenten.

1. *Anas crecca* L., Krickente.

Es wurden zwei Augen untersucht:

der temporo-nasale Augendurchmesser betrug 12,0 mm
der antero-posteriore Augendurchmesser . . . 9,0 mm
der horizontale Corneadurchmesser 5,8 mm.

Das Auge ist nach dem *A. boschas*-Typus gebaut.

¹⁾ Vgl. dieses Archiv, III. Bd., Heft 1, 1912.

Sclera.

Ihre Dickenmaße sind

am vorderen Rande	0,22 mm
vor dem Knochenring	0,22 mm
am hinteren Rande des Knochenrings	0,19 mm
am Retinarande	0,13 mm
im Fundus oculi	0,22 mm.

Die Sclera verdünnt sich hiernach, wie bei *Anas boschas*, von vorn nach dem Äquator zu und verdickt sich erst wieder im hinteren Abschnitt. Die Sclera ist am Limbus, unter dem Knochenring und hinten in ihren äußeren Lagen kräftig pigmentiert. Der Knochenring ist temporal 1,5, nasal 1,3 mm breit.

Die Knorpelschale ist vorn 0,12, im Fundus oculi 0,1 mm dick.

Cornea.

Am Limbus beträgt die Dicke 0,22, am vorderen Pol nur 0,1 mm. Die Dicke des Epithels ist ca. 33 μ . An der hinteren Fläche ist eine sehr kräftige fibröse Platte von ca. 0,48 mm Länge und 0,03 mm Dicke vorhanden.

Ciliarkörper.

Der Bau des Ciliarmuskels entspricht dem *A. boschas*-Typus. Die Cramptonsche Portion ist sehr kräftig; 0,48 mm breit und an der dicksten Stelle 0,075 mm dick. Die Müllersche Portion ist 0,75 mm breit und 0,01 mm dick. Das hintere Ende der Müllerschen Portion wird durch feine Brückesche Fäserchen verstärkt. Die Breite des gesamten Muskelrings beträgt nasal 1,0 mm, temporal 1,12 mm. Die Insertionen des Lig. pectinatum reichen um 0,37 mm auf die Irisvorderfläche. Die Breite des Ciliarkörpers (Iriswurzel bis Retinaansatz) ist auf der nasalen Seite 2,0 mm, auf der temporalen 2,7 mm. Die Linsenperipherie wird von 98 Fortsätzen des Ciliarkörpers berührt, wobei 6,7 auf 1 mm kommen.

Iris.

Die Breite des Irisdiaphragmas ist 5,56 mm, wovon auf die Pupille 2,7 mm kommen. Die Iris ist ziemlich gleichmäßig dick, etwa 0,1 bis 0,12 mm, zur Wurzel hin nur wenig verdünnt. Die Vorderschicht ist stark pigmentiert; der Bau zeigt nichts Besonderes: er stimmt mit dem *A. boschas*-Typus überein, da das Stroma hauptsächlich aus Ringmuskulatur besteht, und die Radiärbündel wenig entwickelt sind. Die Iris ruht mit ihrem pupillaren Drittel auf dem Ringwulst.

Nickhaut.

Die Nickhaut ist am Präparat völlig erhalten. Auf der Vorderfläche ruht vielzelliges Pflasterepithel, das in kurzen und hohen Wellen verläuft; das Stroma ist derb fibrös, enthält viele Gefäße und bildet an seiner gesamten Hinterfläche Papillen (oder Falten), die im Kragenteil bis 0,1 mm Höhe erreichen. Am niedrigsten werden sie im mittleren Teil, um im Wurzelteil wieder etwas an Größe zuzunehmen. Das Stroma des Kragens ist kräftig pigmentiert.

2. *Spatula clypeata*, L., Löffelente.

Es wurden drei Augen untersucht, das eine an meridionalen, zwei andere an frontalen Schnitten.

Die Durchschnitsmaße betragen für den
temporo-nasalen Durchmesser . 13,5 mm
antero-posterioren Durchmesser 10,0 mm
horizontalen Corneadurchmesser 6,5 mm.

Seinem Bau nach entspricht das Auge dem *Anas boschas*-Typus.

Sclera.

Wie bei *Anas boschas* zeigt die Sclera eine allmähliche Verdünnung vom Limbus zum Äquator und eine Verdickung im hinteren Abschnitt. Die Maße betragen:

am vorderen Rande 0,25 mm
dicht vor dem Knochenring 0,21 mm
am hinteren Rande des Knochenrings 0,21 mm
an dem vorderen Retinarande . . . 0,15 mm
am hinteren Pol 0,21 mm.

Die Breite des Knochenrings, der die Form wie bei *Anas boschas* hatte, betrug auf der temporalen Seite 1,67, auf der nasalen 1,46 mm, seine Dicke am vorderen Rande 0,13 mm, am hinteren 0,04 mm.

Die Dicke der Knorpelschale war vorn 0,13 mm, hinten 0,1 mm.

Die Sclera zeigt fortlaufend an ihrer Oberfläche eine dichte Pigmentierung bis über den Äquator hinaus. Im hinteren Abschnitt der Sclera tritt dagegen die Pigmentierung in Form zerstreuter Flecke in sämtlichen Schichten auf. Stärkere Pigmentflecken finden sich ferner in der Nachbarschaft des Ciliarmuskels und unter dem vorderen Rande des Knochenrings.

Cornea.

Die Dicke der Cornea am Limbus ist 0,27 mm, am vorderen Augenpol 0,18 mm; die Dicke des Epithels allein 30 μ . Die sich von der Hornhauthinterfläche abzweigende fibröse Platte ist 40 bis 60 μ dick und hat eine Länge von 0,6 mm, ist also kräftig entwickelt.

Ciliarkörper.

Die Cramptonsche Portion ist stark entwickelt, überragt mit etwa dem dritten Teil das vordere Ende des Knochenrings. Seine Breite ist 0,45 mm bis 0,5 mm, seine Dicke 0,06 mm. Die relativ schwächere Müllersche Portion ist 0,8 mm breit und 0,03 mm dick. An ihrem hinteren Ende treten als Verstärkung Brückesche Fäserchen hinzu.

Die gesamte Breite des Ciliarmuskels ist auf der nasalen Seite 1,19 mm, auf der temporalen Seite 1,35 mm. Die Insertionen des Ligamentum pectinatum reichen bis zu 0,25 mm auf die Irisvorderfläche (von der Iriswurzel). Die Breite des ganzen Ciliarkörpers ist auf der nasalen Seite 2,16 mm, auf der temporalen 2,97 mm.

Die Linse wird von 108 Fortsätzen berührt, wobei (als Durchschnitt von zwei Augen) 6,5 mm auf 1 mm der Linsenperipherie kommen.

Iris.

Die Breite des Irisdiaphragmas beträgt 5,9 mm, davon auf die Pupille 3,24 mm. Die Dicke der Iris ist an der Wurzel 0,12 mm, an der dicksten Stelle 0,22 mm. Die Iris ist, abgesehen von der Wurzel, ziemlich gleich dick und läuft nur an der Pupille in einen scharfen Rand aus. Die Ringmuskulatur ist sehr kräftig und nimmt fast den ganzen Querschnitt ein; unter ihr befinden sich die spärlichen Radiärbündel. Die Iris ist sehr wenig pigmentiert. Die Iris liegt der Linse nur mit dem äußersten Rande an und berührt dabei den Ringwulst an seinem vordersten Abschnitt.

Nickhaut.

Die Nickhaut ist in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten. An ihrer Hinterfläche bildet der bindegewebige Anteil der Nickhaut papillenartige Vorsprünge, die besonders groß im Kragenteil und Wurzelteil und am wenigsten ausgesprochen im mittleren Teil sind. Die Oberfläche ist stark gewellt und gebuchtet. An der Oberfläche liegt ein ca. 45 μ dickes geschichtetes, stark lichtbrechendes Pflasterepithel, an der Hinterfläche ein schmales kubisches Epithel. Das bindegewebige Stroma enthält zahlreiche Gefäße. Der Kragen ist schwach pigmentiert.

3. *Dafila acuta*, L., Spitzente.

Zur Untersuchung kamen die beiden Augen eines Tieres, das eine an meridionalen Horizontalschnitten, das andere an Frontalschnitten.

Es betrug

der temporo-nasale Durchmesser .	14,0 mm
der antero-posteriore Durchmesser	11,0 mm
der horizontale Corneadurchmesser	7,3 mm.

Die Augenform ist vom Typus der *A. boschas*.

Sclera.

Ihre Dicke betrug

am vorderen Rande	0,29 mm
dicht vor dem Knochenring	0,25 mm
am hinteren Rande des Knochenrings	0,26 mm
an dem vorderen Retinarande . . .	0,16 mm
am hinteren Pol	0,27 mm.

Die Breite des Knochenrings war auf der temporalen Seite 1,67 mm, auf der nasalen 1,46 mm; seine Dicke am vorderen Rande 0,19 mm, am hinteren 0,06 mm. Die Zahl der Knochenplättchen ließ sich an den zur Verfügung stehenden Schnitten nicht feststellen. Auffallend war das Vorkommen größerer Hohlräume in ihnen.

Die Dicke der Knorpelschale war vorn 0,13 mm, hinten 0,12 mm.

Die Pigmentierung ist ziemlich kräftig und wie bei den anderen Schwimmenten.

Cornea.

Die Dicke war am Limbus 0,27 bis 0,31 mm, am vorderen Pol 0,16 mm, die Dicke des Epithels 25 bis 30 μ . Die fibröse Corneaplatte ist 30 μ dick und gegen 0,6 mm lang.

Ciliarkörper.

Die Cramptonsche Portion ist sehr kräftig entwickelt, die Müllersche schwach, und die Brückesche besteht aus spärlichen Muskelfäserchen. Die Breite der Cramptonschen Portion beträgt 0,61 mm, der Müllerschen 0,75 mm, die Dicke der ersteren 0,07 mm. Die Breite des gesamten Muskelrings war auf der nasalen Seite 1,35 mm, (auf der temporalen nur 1,2 mm, doch war hier die Bulbuswand etwas eingesunken, so daß die Messung nicht ganz einwandfrei ausfiel). Die Anheftungsstelle des *Lig. pectinatum* reicht 0,3 mm pupillarwärts von der Iris-

wurzel. Die Breite des gesamten Ciliarkörpers betrug temporal 3,24 mm, nasal 2,7 mm. Die Linse wird von 84 Fortsätzen berührt, wobei 5,0 auf 1 mm kommen.

Iris.

Das Irisdiaphragma ist 6,21 mm groß, wovon auf die Pupille 2,48 mm entfallen. Die Iris ist überall gleich dick, mit dem Pigmentepithel 0,15 bis 0,22 mm, und liegt mit mehr als der Hälfte dem Ringwulst an. Die Anordnung der Muskelfasern weicht nicht von dem Verhalten bei *Anas boschas* ab. Die Irisvorderschicht enthält aber eine dichte und breite Schicht verästelter Pigmentzellen und auch das Stroma ist reich pigmentiert.

Nickhaut.

Von der Nickhaut ist der Wurzelteil nicht erhalten. Die Haut ist gefältelt; Papillen finden sich an der Hinterfläche nur im Kragenteil. Das Oberflächenepithel erreicht eine Dicke von 75 μ und erinnert an die entsprechende Schicht im Auge der Tauchenten. Das Hinterflächenepithel ist zweireihig kubisch und dünn. Das Stroma enthält wenig Gefäße.

Tauchenten.

4. *Fuligula fuligula*, L., Reiherente.

Es wurden drei Augen untersucht, zwei an meridionalen, eines an frontalen Schnitten.

Die Durchschnittsmaße zweier Augen betragen für den
 tempero-nasalen Durchmesser 13,3 mm
 antero-posterioren Durchmesser (bis zur hinteren Sclerafläche) 10,0 mm
 horizontalen Corneadurchmesser 6,7 mm.

Der Augenbau weicht von dem Verhalten bei den Schwimmten deutlich ab, indem die Sclera vor dem Äquator weniger stark einwärts gebogen ist, wie dort. Hierdurch gleicht das Auge dieser Entenart demjenigen von *Fuligula marila* und dem *Clangula*-Typus, ohne jedoch eine so ausgesprochene Form wie bei den tauchenden Meerenten zu erreichen.

Sclera.

Ihre Dicke beträgt
 am vorderen Rande 0,37 mm
 dicht vor dem Knochenring 0,35 mm
 am hinteren Rande des Knochenrings 0,28 mm
 am Retinarande 0,18 mm
 im Fundus oculi 0,2 mm.

Die Breite des Knochenrings ist temporal 1,89 mm, nasal 1,62 mm, seine Dicke beträgt vorn 0,2 mm. Die Knochenplättchen sind durch große im Bindegewebe angefüllte Spalten getrennt und enthalten hier und da Hohlräume. Die Knorpelschale ist vorn 0,15 mm, hinten 0,1 mm dick. Die Pigmentierung ist wie bei den Schwimmenten angeordnet und zeigt einen sehr geringen Grad.

Cornea.

Sie ist am Limbus 0,25 bis 0,31 mm dick, am vorderen Pol nur 0,13 mm. Auf das Epithel entfallen davon 30 μ . An der Hinterfläche eine kräftige fibröse Platte.

Ciliarkörper.

Die Anordnung des Muskels entspricht im großen und ganzen dem Verhalten bei den Schwimmenten. Auch hier ist die Cramptonsche Portion kräftig entwickelt. Im Gegensatz zu jener Gruppe ist aber die Müllersche Portion relativ und absolut viel mächtiger. Ihre Fasern entspringen bereits an der Außenfläche der fibrösen Corneaplatte, um dann mit den übrigen von seiner freien Kante abgehenden Fasern zur pars plana corp. cil. zu ziehen. Brückesche Fasern sind jedenfalls auch vorhanden.

Das elastische Band der Chorioidea, das die Muskelfasern aufnimmt, ist sehr kräftig und erinnert dadurch an das Auge von *F. clangula*, während es in dem Auge von *F. marila* lange nicht so stark entwickelt ist.

Die Breite der Cramptonschen Portion betrug 0,3 mm, ihre Dicke 0,07 mm; die Breite der Müllerschen Portion 1,0 mm, ihre Dicke 0,07 mm. Die Gesamtbreite des Muskelrings betrug (auf der nasalen Seite) 1,32 mm. (Auf der temporalen Seite konnte sie infolge eines technischen Fehlers des Präparates nicht genau gemessen werden.) Die Gesamtbreite des Ciliarkörpers (Iriswurzel bis Retinaansatz) beträgt nasal 2,8 mm, temporal 3,56 mm. Die die Linse berührenden Fortsätze sind schlank, auf dem Querschnitt (Frontalschnitt des Auges) gradlinig begrenzt, mit abgeplatteten Enden. Ihre Zahl ist 95, wobei 6,2 auf 1 mm der Linsenperipherie kommen.

Iris.

Das Irisdiaphragma beträgt an einem Auge 5,4 mm, wovon auf die Pupille 1,8 mm kommen; in einem anderen Auge (eines zweiten Vogels) 4,6, resp. 1,35 mm. Die Form des Irisquerschnitts ist bei beiden Augen

verschieden, denn während er in dem zweiten Falle eine ziemlich gleichmäßig 0,27 mm dicke und nur zur Wurzel verschmächtigte Membran darstellt, zeigt er beim ersten Auge in seinem mittleren Teil eine bedeutende Anschwellung bis auf 0,43 mm und eine gleichartige Verdünnung nach beiden Rändern. Der Gedanke ist naheliegend, daß die verschiedene Form die Folge eines verschiedenen Kontraktionsgrades sei, aber dagegen spricht folgende Überlegung. Wenn wir nämlich den Pupillendurchmesser mit dem Gesamtdurchmesser des Irisdiaphragmas vergleichen, finden wir, daß der erstere bei Auge I den dritten Teil, bei Auge II dagegen mehr als den dritten Teil (nämlich 3,4) ausmacht, daß also die relativ dünnere Iris der weiteren Pupille entspricht. Wir müssen also die Irisverdickung bei Auge I als individuell auffassen, wobei es offenbleibt, welche Irisform die häufigere ist. So verschieden die Form, zeigt der histologische Aufbau in beiden Fällen gemeinsame Eigentümlichkeiten. Zunächst findet sich auf der Vorderfläche eine recht dicke Endothelschicht; ferner enthält das Irisstroma eine sehr bedeutende Menge Bindegewebe, zwischen dem die Muskelbündel wie in Nestern liegen. Besonders im Falle I findet sich unter dem Endothel eine mächtige, aus radiären und zirkulären Fasern gebildete Bindegewebslage, worauf erst die Schicht der Ringmuskeln folgt.

Auch die Dilator-Fasern sind in beiden Augen auffallend gut entwickelt, dazu bei Auge I von einer Mächtigkeit, wie es bei dem Boschas-Typus nie, beim Clangula-Typus selten zu sehen ist. Die Pigmentierung der Iris ist außerordentlich spärlich.

Nickhaut.

Die Nickhaut zeigt das Verhalten, wie es für den Clangula-Typus charakteristisch ist. Die Vorderfläche trägt ein 15 bis 17 schichtiges Plattenepithel, die Hinterfläche ein zweischichtiges kubisches Epithel. Das Stroma ist fest fibrös, enthält im allgemeinen wenig und kleine Gefäße, nur im Kragenteil größere Lumina. Die Vorderfläche der Nickhaut ist in große wellenförmige Falten gelegt, die deutlich im Kragen- und Wurzelteil sind und im Fensterteil nahezu verstreichen. Die Hinterfläche ist dagegen im ganzen mittleren Teil absolut glatt und nur an beiden Randteilen treten große fibröse mit Schleimhaut überkleidete Papillen (oder Falten) auf.

Epikrise.

In Anlehnung an die erste Mitteilung wird es die Aufgabe der Epikrise sein, das dort Gesagte mit den neuen Tatsachen zu vergleichen.

1. Äußere Augenform.

In bezug auf die äußere Augenform bestätigt sich auch hier das Vorhandensein zweier Typen, da bei *A. crecca*, *S. clypeata* und *D. acuta* die Einbiegung der vor dem Äquator gelegenen Sclera viel ausgiebiger erfolgt, als bei *F. fuligula*. Wir können somit die drei ersten Arten dem Boschas-Typus zuzählen, während die letzte bereits zum Clangula-Typus hinneigt. Durch Division des Corneaabstandes vom hinteren Augenpol in die Querachse der Augen lassen sich, wie bereits früher, Verhältniszahlen berechnen, die die Unterschiede gut kennzeichnen. Die Rechnung ergibt nämlich für

A. crecca 1,76 mm, *D. acuta* 1,75 mm,
S. clypeata 1,77 mm, *F. fuligula* 1,66 mm.

Diese Zahlen besagen, daß bei *Fuligula fuligula* die Augenachse relativ größer ist, als bei den anderen drei Arten. Der Unterschied ist allerdings nicht groß; doch glaube ich nicht, daß er auf einem Zufall beruht, denn er bestätigt ja nur das, was sich bei der Betrachtung der meridionalen Augenquerschnitte direkt ergibt.

Wenn wir die jetzt mit den früher untersuchten Entenarten in bezug auf diese Verhältnisse vergleichen, finden wir aber, daß sich *F. fuligula* nur kaum oder gar nicht von *A. boschas* und *A. penelope* unterscheidet. Da es sich bei diesen Messungen naturgemäß um sehr kleine Beträge handelt, sind die Fehlerquellen verhältnismäßig groß und man brauchte größere Untersuchungsreihen, um sie auszumerzen und aus diesem Grunde darf der Widerspruch nicht zu sehr ins Gewicht fallen. Immerhin müssen wir daraus den Schluß ziehen, daß *F. fuligula* ebenso wie *F. marila* dem Clangula-Typus in dem Bau ihres Auges nicht so vollkommen entsprechen wie etwa *F. clangula* und *H. hyemalis*.

2. Sclera.

Die Dickenverhältnisse der Sclera entsprechen dem früher Festgestellten (l. c. p. 63). *F. fuligula* schließt sich hierin durch ein gleiches Verhalten den Schwimmenten an. In der Breite des Knochenrings der Sclera fand sich indessen ein Unterschied, denn bei *F. fuligula* war sie größer als bei den beiden Schwimmenten (*S. clypeata* und *D. acuta*), trotzdem ihr Auge etwas kleiner ist. Über die Zahl der Knochenplättchen ließ sich leider nichts feststellen, da ich diesmal die Scleralfenster, um das Celloidin besser eindringen zu lassen, recht groß angelegt und dadurch den Scleralring z. T. entfernt hatte. Die Knochenplättchen zeigten bei *F. fuligula* auf-

fallend große Zwischenräume. Hier und bei *D. acuta* treten in der Knochensubstanz größere Hohlräume auf, die an das Verhalten bei *F. marila* und *clangula* erinnern.

3. Cornea.

Die Cornea ist durchweg dünn, höchstens 0,31 mm am Limbus, viel weniger am vorderen Pol. Das Epithel zeigt nichts Neues und keine Unterschiede zwischen Schwimm- und Tauchenten.

4. Ciliarkörper.

In bezug auf den Ciliarmuskel finden sich bei den jetzt untersuchten Arten dieselben Unterschiede zwischen Schwimm- und Tauchenten, wie sie bereits früher festgestellt wurden. Bei *F. fuligula* ist die Müllersche Portion im Verhältnis zur Cramptonschen viel kräftiger als bei den drei Schwimmten; dabei hat aber die Cramptonsche Portion noch nichts von ihrer Mächtigkeit eingebüßt, wodurch sich *F. fuligula* andererseits von *F. clangula* und *H. hyemalis* unterscheidet. Ein Vergleich mit *F. marila* scheint mir zu zeigen, daß diese Art hinsichtlich des Ciliarmuskels den Schwimmten näher steht, als es mit *F. fuligula* der Fall ist. Die Untersuchung der Augen von *A. crecca*, *S. clypeata* und *D. acuta* hat ergeben, daß schwache Brückesche Fasern bei den Schwimmten in der Regel vorhanden sind. Wenn ich es früher bei dieser Gruppe nicht immer feststellen konnte, lag es wohl daran, daß sie von den Müllerschen Fasern verdeckt wurden. Wo aber im Präparat eine technische Abhebung des Muskels von seiner Unterlage eintritt, sieht man deutlich einzelne Muskelfäserchen von der Sclera-Innenfläche gegen die Chorioidea hin verlaufen.

Die Zahl der wirksamen Ciliarfortsätze auf 1 mm war bei

A. crecca 6,7, *D. acuta* 5,0,
S. clypeata 6,5, *F. fuligula* 6,2.

Auffallend ist die geringe Anzahl bei *D. acuta*. *F. fuligula* weicht hierin (ebenso wie *F. marila*) nicht von den Schwimmten ab.

5. Iris.

Die Iris von *F. fuligula* unterscheidet sich deutlich von derjenigen der Schwimmten und charakterisiert sich als Tauchenteniris (l. c., p. 69). Auf ihrer Vorderfläche befindet sich eine mehrschichtige Endothellage und der bindegewebige Anteil an dem Irisstroma ist sehr stark. Außerdem fanden sich an einem Auge auffallend viele Radiärmuskelfasern. Die Pigmentierung der Iris ist außerordentlich spärlich, was an *F. marila* und besonders *F. clangula* erinnert.

6. Nickhaut.

Die Untersuchung der Nickhaut bestätigt das Vorhandensein zweier Typen, wie es früher geschildert wurde. Es scheint aber, daß sich in der Ausbildung des mittleren Teils, der als Fenster für die Tauchenten charakteristisch ist, Abstufungen finden. Die Nickhäute von *A. crecca*, *querquedula* und *penelope* zeigen die meisten Fältelungen an der Vorder- und Hinterfläche (Papillenbildungen am Schnitt). Etwas weniger ist es der Fall bei *A. boschas*, *S. clypeata* und *D. acuta*. Bei keiner Schwimmente fand sich aber eine so gleichmäßige Verdünnung der ganzen Haut und eine so vollkommene Streckung der Epithelschichten, wie innerhalb des Fensters der Tauchenten.

Es ist verständlich, daß an einer Haut, die wie die Nickhaut zeitweilig eine viel größere Fläche überdecken muß, Fältelungen auftreten, sobald sie sich in ihrer Ruhelage auf einen kleineren Raum zurückzieht. Aus diesem Grunde ist es auch anzunehmen, daß ein Teil der Fältchen verstreicht, wenn sich die Nickhaut über die Cornea fortbewegt.

Wenn man aber Bilder sieht, wie sie die Präparate einiger Schwimmenten zeigen, kommt man zur Annahme, daß das nicht mit allen geschehen wird, sondern daß der faltige Charakter der Haut in diesen Fällen mehr oder weniger gewahrt bleibt. Weil es nun sehr schwer fällt, die Glättungsmöglichkeit sicher einzuschätzen, wird man die Nickhäute am besten nicht anders als in situ am Auge untersuchen. Eine herauspräparierte und in gespanntem Zustande fixierte Nickhaut bietet, wie ich mich überzeugen konnte, sicher keine natürlichen Verhältnisse.

Das mir zu Gebote stehende Material entspricht nun diesen Bedingungen und da die Nickhäute überall am Auge die gleiche Lage einnehmen, lassen sie sich miteinander gut vergleichen. Jetzt werden wir aber die Tatsache, daß die oben angedeuteten Unterschiede zwischen den Schwimm- und Tauchenten regelmäßig wiederkehren, nach Gebühr bewerten und darin den Ausdruck prinzipieller histologischer und physikalischer Verschiedenheiten erkennen. Daß bei einzelnen Schwimmenten der Typus nicht so scharf ausgeprägt ist wie bei andern, ändert daran nichts.

Zur Morphologie des Auges der Urinatores (Taucher).

Von

Dr. **G. Ischreyt**,

Augenarzt in Libau (Rußland).

Mit vier Abbildungen im Text.

Die Ordnung der Urinatores umfaßt (nach Naumanns Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas) die drei Familien der Podicipidae (Steißfüße), Urinatoridae (Seetaucher) und Alcidae (Flügeltaucher). Die Augen der hierher gehörenden Arten sind nur wenig oder gar nicht bekannt, so daß es mir angebracht erschien Repräsentanten aller drei Familien im Zusammenhang daraufhin zu untersuchen. Es standen mir für diesen Zweck Augen von *Colymbus cristatus* L. (Großer Lappentaucher) aus der Familie der Podicipidae, von *Gavia lumme* Gunn. (Rotkehliger Seetaucher) aus der Familie der Urinatoridae und von *Alca torda* L. (Tord-Alk) als Vertreter der Alcidae zur Verfügung. Franz¹⁾ hat bereits früher eine Beschreibung der Lumme — *Uria troile* L. — veröffentlicht, so daß sich jetzt eine gute allgemeine Übersicht über die Morphologie der Taucheraugen geben läßt.

Die technische Behandlung der Präparate erfolgte in der Art, wie ich es in meiner Arbeit im Arch. f. vergl. Ophth., III. Bd., 1. Heft, S. 40 beschrieben habe. Es muß hier überhaupt auf meine früheren Untersuchungen des Entenauges verwiesen werden, da die vorliegende Arbeit als eine Fortsetzung jener anzusehen ist.

***Colymbus cristatus* L., Großer Lappentaucher.**

Augenbau.

Der vor dem Äquator gelegene Abschnitt der Sclera ist nur wenig nach einwärts gebogen, sondern stark nach vorn gerichtet, dabei leicht konkav eingebuchtet mit der Konkavität nach außen (vgl. Abb. 1).

¹⁾ Franz, Das Vogelauge. Zoolog. Jahrbücher. I. Bd., 28. Heft, 1909.

Die Querachse beträgt . 14,2 mm
 der Hornhautdurchmesser 7,0 mm.

Sclera.

Die Sclera zeigt ein großes Verbindungsstück, indem der Limbus um 1,6 mm von dem distalen (vorderen) Ende des Ciliarmuskels abgerückt ist. Dabei springt der Knochenring weit in diesem Stücke vor und überragt den Ciliarmuskel um 0,7 mm. Der vordere Abschnitt der Sclera

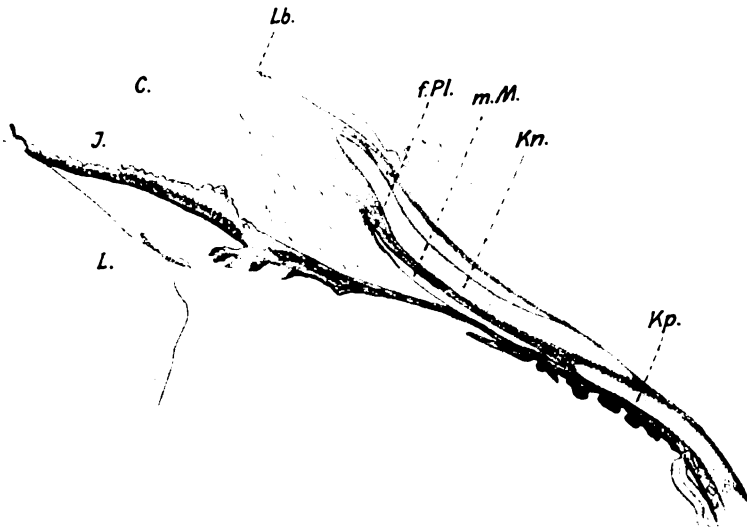


Fig. 1.

ist schlank und geht ohne Änderung seiner Dicke in die Cornea über; sein Gefüge ist auffallend grobfaserig und unregelmäßig.

Die Dickenmaße der Sclera sind

am Limbus	0,31 mm
am vorderen Rande des Knochenrings	0,41 mm
am hinteren Rande	0,28 mm
am vorderen Rande der Retina . . .	0,19 mm
am hinteren Pol	0,31 mm.

Der Scleralring ist aus übereinander greifenden Schuppen gebildet und besteht aus dichtfaserigem Knochen ohne jede Spur von Hohlräumen. Der Ring ist 2,9 bis 3,3 mm breit, in seinen hinteren drei Vierteln fast geradlinig, während das vorderste nur wenig nach außen gebogen (fast

geknickt) ist. Seine größte Dicke beträgt 0,25 mm, am vorderen Ende 0,16 mm. Die Knorpelschale ist vorn wie hinten ca. 0,1 mm dick.

Die Sclera ist fast ganz pigmentfrei, der Limbus ist es vollkommen. Kleine Pigmentfleckchen finden sich nur unter dem Knochenring und im hinteren Abschnitt. Die fibröse Platte, in deren Winkel der Ciliarmuskel seinen Ursprung nimmt, entspringt nicht wie bei den Enten an der hinteren Limbusfläche, sondern viel weiter nach hinten, direkt von der Sclera. Sie ist dünn, aber recht lang. Der Spalt zwischen ihr und der Sclera ist außerordentlich schmal.

Cornea.

Die Hornhaut ist am Limbus 0,34 mm, am vorderen Pol 0,3 mm dick. Davon kommen 41 μ auf das Epithel, dessen Bau nichts Besonderes zeigt.

Ciliarkörper.

Der Ciliarkörper enthält nur eine sehr spärliche Cramptonsche Portion, entsprechend dem engen Spalt zwischen fibröser Platte und Sclera. Die Hauptmasse des Muskels sind Müllersche Fasern, die einen Muskelring von 1,42 bis 1,65 mm Breite und von 0,09 mm Dicke bilden. Ob Brückesche Fasern vorhanden waren, konnte nicht beobachtet werden, da sich der Ciliarmuskel bei der Härtung nicht abgelöst hatte, doch ist ihre Existenz sicher anzunehmen.

Die gesamte Breite der Grundplatte beträgt 3,62 mm.

Iris.

Die Iris ist dünn, von der Wurzel gegen den Pupillarrand allmählich an Dicke abnehmend. Am Pupillarrand besteht das Stroma nur aus einer ganz unbedeutenden Gewebsschicht, so daß das Pigmentblatt schließlich ganz frei in die vordere Kammer ragt, dabei auf der einen Seite ectropioniert ist. Auf der Vorderfläche liegt eine unregelmäßige und im Ciliarteil besonders dicke Endothelschicht, in die kleinste Gefäße eingebettet sind. Darunter folgt dann eine regelmäßige Lage kräftiger Ringmuskeln und auf diese in dünner Schicht radiäre Muskeln.

Es besteht eine mäßige Pigmentierung. Die Anheftungsstelle des Lig. pectinatum erstreckt sich höchstens 0,3 mm auf die vordere Irisfläche.

Die Breite des Irisdiaphragmas ist 6,43 mm, davon die Pupille 3,0 mm.

Gavia lumme Gunn., Rotkehliger Seetaucher.

Augenbau.

Die Scleralwand ist vor dem Äquator nur relativ wenig nach innen gebogen; temporal ist die Einbiegung etwas stärker als nasal; ob aber daraus eine asymmetrische Lage der Cornea entsteht, läßt sich, da sie am Präparat eingesunken ist, nicht mehr feststellen (vgl. Abb. 2).

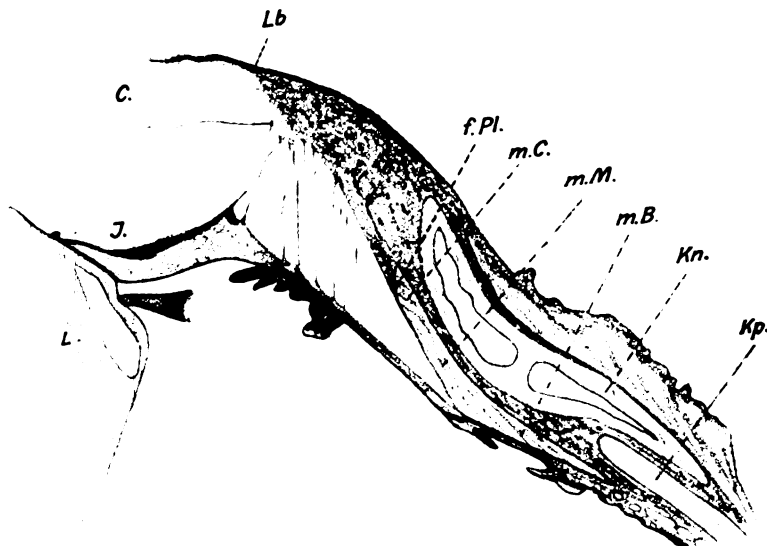


Fig. 2.

Der tempero-nasale Durchmesser beträgt 17,8 mm
 der Hornhautdurchmesser 7,0 mm.

Sclera.

Der Abschnitt der Sclera, der vor dem Knochenring liegt, ist, im Vergleich mit dem Entenauge, sehr breit. Es hat den Anschein, als wenn hier die Sclera auf Kosten der Cornea eine Zunahme erfahren hätte, indem die peripheren Teile der letzteren das Scleragefüge angenommen haben. Die Grenze zwischen beiden ist auch nicht scharf, indem besonders in den äußeren Schichten einzelne Bündel die corneale Beschaffenheit später annehmen als andere, was besonders an v. Gieson-Präparaten deutlich zu sehen ist. Besser wird der Limbus durch die Pigmentierung

angedeutet, die an einer von vorn innen nach hinten außen verlaufenden geraden Linie aufhört. Die Insertion der *Conjunctiva bulbi* liegt weit entfernt vom *Limbus*, in der Breite des vorderen Randes des Knochenrings oder etwas vor ihm; von hier bis zum *Limbus* wird die subepitheliale Bindegewebsschicht der *Conjunctiva* sehr dünn, läßt sich aber bis an den *Limbus* an der abweichenden Färbung erkennen.

Die Struktur der *Sclera* in ihrem vorderen Abschnitt ist schwer zu beschreiben. Man sieht hier kräftige Bindegewebszüge in den verschiedensten Richtungen, von Zeit zu Zeit durch regelmäßig von der Vorder- zur Hinterfläche gestellte Bündel unterbrochen; an manchen Stellen finden sich Nester von Querschnitten, umgeben von anderen Faserzügen. Nach der *Cornea* zu werden die Fasern regelmäßig wellenförmig und gehen parallel zueinander in das *Corneagewebe* über.

Die Pigmentierung ist gering und kommt durch verästelte Pigmentzellen zustande, die ziemlich gleichmäßig im *Scleralgewebe* zerstreut liegen. Stark pigmentiert ist dagegen das Epithel, und zwar von der Ansatzstelle der *Conjunctiva bulbi* bis an den *Limbus*. Bei dickeren Schnitten werden die Epithelzellen durch das körnige Pigment ganz verdeckt. Der hintere Abschnitt der *Sclera* ist so gut wie pigmentfrei. Die Dicke der *Sclera* ist am

vorderen Rande	0,5 mm
vorderen Rande des Knochenrings	0,6 mm
hinteren Rande des Knochenrings	0,5 mm
vorderen Retinarande	0,19 mm
hinteren Pol	0,37 mm.

Der Knochenring ist in seinen zwei hinteren Dritteln außen fast geradlinig begrenzt, das vordere Drittel ist nur wenig auswärts gebogen. Die Knochenplättchen enthalten mächtige Hohlräume mit Fettgewebe, an dessen Trennungsflächen verästelte Pigmentzellen und mit roten Blutkörperchen gefüllte Kapillaren liegen. Der Knochenring zeigt etwa in seiner Mitte eine starke Anschwellung, der die Verdickung der gesamten *Sclera* entspricht. An dieser Stelle wird der Knochenring bis 0,54 mm dick. Seine Breite ist nasal 3,24 mm, temporal 3,4 mm.

Die Knorpelschale ist vorn 0,16 mm, hinten 0,21 mm dick.

Cornea.

Die *Cornea* ist dick, am *Limbus* 0,63 mm, am vorderen Pol 0,48 mm. Das ca. 30 μ dicke Epithel zeigt in gewöhnlicher Weise abgeplattete Zellen

außen, mehr kubische in der Mitte und zylindrische Zellen innen. Das Stroma enthält keine Basalmembran.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel erreicht mit seinem vorderen Ende nicht ganz den vorderen Rand des Knochenrings. Die Cramptonsche Portion ist mäßig entwickelt. Die Hauptmasse der Muskelbündel zeigt den Verlauf der Müllerschen Portion, die etappenweise durch Brückesche Fasern verstärkt wird. Die Dicke dieses ziemlich einheitlichen Muskelbündels erreicht 0,18 mm. Die Gesamtbreite des Ciliarmuskels ist auf der nasalen Seite 2,97 mm, auf der temporalen ungefähr ebensoviel.

Die Breite der Grundplatte des Ciliarkörpers ist nasal 4,54 mm, temporal 5,56 mm.

Es waren 88 Fortsätze vorhanden, wobei 5,2 auf 1 mm der Linsenperipherie gezählt wurden. Man darf indessen annehmen, daß die Zahl der wirksamen Ciliarfortsätze geringer ist, als hier angegeben, da die zur Messung dienenden Schnitte etwas proximal von der Berührungsfläche lagen, Franz aber für das Vogelauge im allgemeinen angibt, daß die Anzahl der Falten in proximodistaler Richtung abnehmen.

Iris.

Die Iris ist derb und dick, nach den Rändern zu nicht sehr verdünnt. Im mittleren Teil beträgt ihr Durchmesser 0,36 mm. Am Pupillarrande ragt das Pigmentblatt frei vor und schlägt sich hakenförmig nach vorn um (Ectropion uvulae). Auf der Vorderfläche liegt eine stark pigmentierte Schicht, unter der sich die großen Gefäße ausbreiten. Das Irisstroma wird von sehr reich entwickelten zirkulären und darunter befindlichen ebenfalls kräftigen radiären Muskeln gebildet. Der bindegewebige Anteil ist dagegen sehr gering. Das Irisdiaphragma ist 6,8 mm breit, wovon 3,2 mm auf die Pupille entfallen. Die Fasern des Lig. pectinatum, die bis auf 0,6 mm auf die Vorderfläche der Iris hinübergreifen, sind auffallend derb.

Nickhaut.

Die Nickhaut hat einen sehr dünnen Kragen, der größere von Pigmentmänteln umgebene Gefäße enthält. An der Hinterfläche des Kragenteils kleine Papillen (Fältchen). Der Fensterteil ist gleichmäßig dünn, von ganz ungefaltetem Epithel überzogen. Das oberflächliche Pflasterepithel ist sehr dünn, nur 20 μ dick, während das Stroma ungefähr drei-

mal so dick ist. Der Wurzelteil enthält an seiner Hinterfläche mehrere zottenartige, aus Bindegewebe bestehende und mit Epithel bekleidete Papillen.

Alca Torda L., Tord-Alk.

Es wurden die beiden Augen eines Vogels untersucht; die Schnitt- richtung war nahezu vertikal, ein Teil des einen Bulbus wurde in Frontal- schnitte zerlegt.

Augenbau.

Die Sclera ist vor dem Äquator im ganzen nur wenig einwärts ge- bogen. Im einzelnen finden sich in diesem Abschnitt zwei Krümmungen:

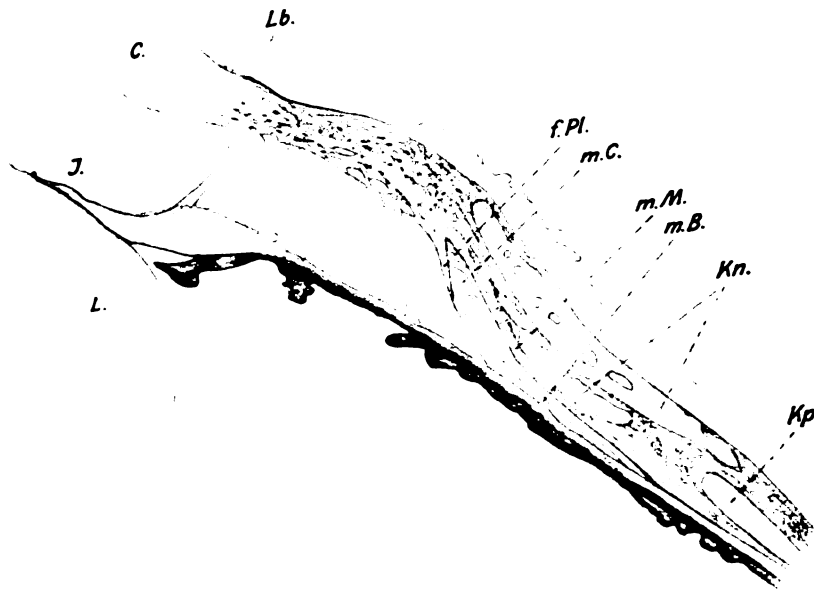


Fig. 3.

die eine befindet sich an der Mitte der Ciliarkörpergrundplatte und ist mit der Konvexität vitrad gerichtet, die zweite liegt vor dem Übergang in die Cornea und ist konvex nach vorn außen gerichtet. Die Augen- wand hat auf diese Weise eine leichte S-förmige Krümmung (vgl. Abb. 3).

Temporo-nasaler Augendurchmesser	17,5 mm
Antero-posteriorer " "	13,5 mm
Corneadurchmesser	5,5 mm.

Sclera.

Die Sclera ist gegen die Cornea hin auffallend verdünnt. Zwischen dem distalen Rand des Ciliarmuskels und dem Limbus liegt ein 2,2 mm langes Verbindungsstück, das sich histologisch durch ein stark welliges und unregelmäßiges Gefüge kennzeichnet. Unter dem Knochenring und zwischen seinen Plättchen, die durch Bindegewebe auffallend weit auseinandergedrängt sind, sieht man fast nur Querschnitte oder kurze Schrägschnitte der Scleralbündel. Der Limbus wird durch eine starke Pigmentanhäufung in der Conjunctiva bulbi und durch eine zerstreute Pigmentierung der Sclera besonders an ihrer hinteren Fläche gekennzeichnet. Sonst ist die Sclera fast pigmentfrei.

Das Epithel der Conj. bulbi nächst dem Limbus ist außerordentlich stark pigmentiert, wodurch ein am Auge von vorn sichtbarer Ring um die Cornea verursacht wird. Das braune Pigment ist feinkörnig und liegt z. T. zwischen den Epithelzellen, z. T. sicher in ihnen.

Die Dicke der Sclera ist

am Limbus	0,33 mm
am vorderen Rande des Knochenrings	0,49 mm
am hinteren Rande des Knochenrings	0,64 mm
am vorderen Rande der Retina . . .	0,19 mm
hinten	0,4 mm.

Der Knochenring ist nicht besonders deutlich gegen seine Umgebung abgesetzt. Häufig sieht man, wie er sich direkt in Sclerabündel auf Fasert, besonders am vorderen und hinteren Rande. Die Oberflächen der Plättchen sind oft unregelmäßig begrenzt und zeigen Einbuchtungen. Die auffallend breiten Zwischenräume zwischen den Plättchen enthalten neben Sclerabündeln Gefäße. Das Innere ist von großen Hohlräumen durchsetzt, in denen sich Fettgewebe und Kapillaren, aber keine Pigmentzellen finden. Die Breite des Knochenrings ist 2,92 bis 3,24 mm, seine Dicke fast 0,5 mm, wobei aber ein Teil auf die bindegewebige Zwischenlage kommt. Sein distaler Rand überragt um ein Geringes das distale Ciliarmuskulende.

Der Knorpelring ist vorn etwas verdickt und beträgt 0,21 mm, dann wird er dünner, um im hinteren Abschnitt wieder etwas zuzunehmen; hier ist er 0,13 mm dick.

Entsprechend dem distalen Rande des Knochenrings zweigt sich an der hinteren Fläche der Sclera eine 1,12 mm lange und 60 μ dicke fibröse Platte ab, die dem Ciliarmuskel zum Ansatz dient.

Cornea.

Die Cornea ist dicker als die angrenzende Sclera; am Limbus bereits 0,58 mm dick, erreicht sie wenig weiter 0,66 mm und behält diese Dicke bei. Das Epithel beträgt nur 30 μ . Der Aufbau zeigt keine Eigentümlichkeiten, eine Grenzschicht zwischen Epithel und Stroma ist nicht vorhanden.

Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel ist kräftig entwickelt, die Breite des Muskelrings beträgt bis 2,7 mm, die größte Dicke 0,21 mm. Die Cramptonsche Portion ist auffallend mächtig und steht der Müllerschen nicht nach.

Die Brückeschen Fasern sind ebenfalls sehr deutlich. Nach hinten zu setzen sich die Muskelbündel in das dicke elastische Band fort, das



Fig. 4.

sich bis an den vorderen Rand der Netzhaut verfolgen läßt. Es besteht aus zarten Fasern mit blassen stäbchenförmigen Kernen und erinnert im Aussehen an glattes Muskelgewebe (vgl. Abb. 4).

Die Balken des Lig. pectinatum sind sehr dick und reich pigmentiert; sie gehen aus einer relativ dicken Lage lockeren mit Endothelzellen versehenen Gewebes hervor, das sich auf der Innenfläche des scleralen Übergangsteiles ausbreitet. Von hier treten Endothelzellen auch auf das Balkenwerk über. Letzteres inseriert in einer Ausdehnung von 0,34 mm in der Irisvorderfläche.

Die Breite der Grundplatte beträgt 4,4 bis 5,4 mm.

Die Ciliarfortsätze sind kräftig, geradlinig begrenzt, fibrös. Ihre Gesamtzahl beträgt 84, wobei 4,8 auf 1 mm des Linsenumfangs kommen.

Iris.

Die Iris ist in dem mittleren Teil dick, bis 0,43 mm, zur Wurzel wenig, zum Pupillarrand stark verdünnt. Auf ihrer Vorderfläche ruht

eine dicke und sehr dichte Pigmentschicht, das Stroma setzt sich aus zahlreichen Muskelquerschnitten zusammen, auf die eine starke Lage von Schrägschnitten folgt. Der bindegewebige Bestandteil tritt ganz in den Hintergrund. Im pupillaren Anteil verschwindet er ganz, so daß in der Nachbarschaft des Randes die Iris nur noch aus dem hinteren Pigmentblatt und der vorderen Pigmentschicht besteht.

Die Breite des Irisdiaphragmas beträgt 6,48 mm, wovon 3,13 mm auf die Pupille entfallen.

Nickhaut.

Über den histologischen Bau der Nickhaut läßt sich leider nichts sagen, da sie an den Schnitten nur in ihren Randteilen erhalten war. Bei der Untersuchung des frisch geschossenen Vogels fiel aber ihre Dicke und Derbheit auf; die Mitte war durchsichtiger als die Randteile.

Epikrise.

1. Äußere Augenform.

Alle drei Taucher haben lange Augen. Wenn wir, wie ich es früher bei den Entenaugen getan habe, die Querachse durch die Abstände der Hornhautgrundfläche vom hinteren Pol (an der vitralen Seite der Sclera) dividieren, erhalten wir für

Colymbus cristatus	1,55 mm
Gavia lumme . .	1,47 mm
und Alca torda . . .	1,43 mm,

also sehr geringe Werte, die auf einen relativ großen Hornhautabstand schließen lassen. Die Verlängerung der Längsachse kommt dadurch zustande, daß der vor dem Äquator gelegene Scleraabschnitt nur wenig nach innen geneigt ist und die Hornhautgrundfläche dadurch vom hinteren Pol entfernt wird.

2. Sclera.

Die Sclera zeigt am Limbus eine Verdünnung, so daß sie hier dünner als die Cornea ist, nimmt dann in der Gegend des distalen Ciliarmuskelrandes an Dicke zu, gegen den Äquator hin wieder ab und am hinteren Pol zum zweiten Male zu. Sie ähnelt hierin dem Entenaug des Clangula-Typus. Bei Gavia findet sich die größte Dicke mit 0,6 mm. bei Alca mit 0,64 mm.

Zwischen dem Knochenring und dem Limbus hat die Sclera im Taucherauge eine von den übrigen Abschnitten abweichende Beschaffenheit: die sonst gestreckten und häufig parallel verlaufenden Bündel kreuzen und schlängeln sich in anscheinend regelloser Weise, so daß nester- und besenartige Figuren entstehen, bei Alca sieht man außerdem unter dem Knochenring und zwischen seinen Plättchen eine große Menge von Ringbündeln. Man muß in einer solchen Abänderung des histologischen Baues Festigungsmittel sehen, deren der stark beanspruchte distale Scleraabschnitt ganz besonders bedarf. Franz hat diesen Teil der Sclera „Verbindungsstück“ genannt und die Ansicht ausgesprochen, daß eine periphere Hornhautzone undurchsichtig und somit optisch wertlos geworden, also in gewissem Sinne der Sclera angegliedert ist (l. c. p. 122). Auch ich glaube auf Grund meiner Präparate für den distalen Teil dieses Abschnittes eine solche Entstehungsweise annehmen zu dürfen, um so mehr als sich bisweilen zu gleicher Zeit eine Verkleinerung der Hornhaut feststellen läßt. Die unscharfe Grenze zwischen Sclera- und Corneagewebe am Limbus spricht ebenfalls für eine solche Annahme. Auf den proximalen Abschnitt des Verbindungsstückes läßt sie sich dagegen nicht gut anwenden.

Eine Abgrenzung des „Verbindungsstückes“ ist nicht ganz leicht, da die anatomischen Elemente dieser Gegend alle mehr oder weniger veränderlich sind. Die Insertionen des Lig. pectinatum lassen sich aus diesem Grunde ebensowenig vermeiden, wie der distale Rand des Knochenrings. Am meisten konstant scheint mir noch der Ursprung der fibrösen Platte, resp. des Ciliarmuskels, zu sein und somit will ich ihn zum Ausgangspunkt nehmen. Bei den Tauchern ist das Verbindungsstück auffallend groß, bei *Colymbus cristatus* 1,6 mm, bei *Gavia lumme* 2,0 mm und bei *Alca torda* sogar 2,2 mm. Zugleich mit der Verlängerung dieses Sclerateiles treten Änderungen anderer Art in Erscheinung: die Insertionen des Lig. pectinatum rücken stark vor, bis sie den „sekundären“ Limbus erreichen und auch das ganze Linsensystem verschiebt sich in cornealer Richtung, wie es auch von Franz am Lummenauge gesehen wurde (l. c. p. 122).

Auch der Knochenring geht eine Lageveränderung ein, indem er sich bald mehr bald weniger in cornealer Richtung verbreitert. Am auffälligsten ist hierin das Auge von *Colymbus cristatus*, in welchem der distale Rand des Knochenrings den entsprechenden Rand des Ciliarmuskels um 0,7 mm überragt, während dieses im Auge der beiden andern Taucher nur in eben sichtbarem Maße eintritt. Bei den Enten überragt im Gegensatz hierzu der Ciliarmuskel den Knochenring.

Der Knochenring ist am stärksten bei *Gavia lumme* gekrümmt und ist hier auch am dicksten, am geradesten und dünnsten bei *Colymbus cristatus*. Bei *Alca torda* sind die Plättchen sehr unregelmäßig. Die Knochensubstanz ist bei *Colymbus cristatus* gleichmäßig dicht, bei *Gavia* und *Alca* enthält sie mächtige mit gelbem Mark gefüllte Räume. Franz fiel die Größe solcher Hohlräume bei *Uria troile* auf und er ist geneigt, sie z. T. für ein Kunstprodukt bei der Paraffineinbettung zu halten. Bei meinen Präparaten, die in Celloidin eingebettet wurden, braucht eine solche Befürchtung nicht gehegt zu werden und ich halte daher den Befund aus diesen und anderen Gründen für normal. An dieser Stelle mag noch auf das Vorkommen verästelter Pigmentzellen zwischen den Fettzellen des Knochenmarks im Auge von *Gavia lumme* hingewiesen werden; da es sich ja um einen Bindegewebsknochen handelt, ist ihre Herkunft aus dem scleralen Gewebe leicht zu verstehen.

Bei meiner Untersuchung des Entenauges habe ich auf das Vorhandensein eines „Verbindungsstückes“ zu wenig Gewicht gelegt und trage daher hier einiges darüber nach. Bei den Augen des *Boschas*-Typus kann davon noch nicht die Rede sein, da die Wurzel der fibrösen Platte und der distale Ciliarmuskelrand nur wenig von dem Limbus entfernt sind. Auch bei *Fuligula marila* und *cristata* ist das gleiche der Fall. Anders bei *F. clangula*, *Harelda hyemalis* und *Mergus merganser*, wo jene Entfernung 0,8, 1,0 bis 1,35 und 1,1 mm beträgt. Der proximale Teil des Verbindungsstückes zeigt dieselbe anscheinend regellose Struktur, wie es bei den Tauchern zu sehen ist.

3. Cornea.

Der Hornhautdurchmesser ist im Verhältnis zur Augenbreite bei *Colymbus* am größten, bei *Alca* am kleinsten und erreicht bei dieser Art auch absolut einen außerordentlich geringen Wert. Dieses Verhalten erinnert an die Schilderung des Auges von *Uria troile* durch Franz: „Die Cornea ist so dick und von so geringem Umfange, wie verhältnismäßig bei keinem anderen Vogel“ (l. c. p. 120).

Die Dicke der Cornea ist bei allen drei Taucherarten größer als bei den von mir untersuchten Enten. *Colymbus* nähert sich ihnen am meisten mit einer Dicke von 0,34 mm (Limbus) und 0,3 mm (vorderer Pol). Bei *Gavia lumme* steigen aber diese Werte auf 0,63 mm und 0,48 mm (nach Franz l. c. p. 89: 0,5 mm) und bei *Alca torda* auf 0,58 resp. 0,66 mm. *Uria troile* erreicht sogar nach Franz 0,9 mm.

Das Epithel der Cornea war bei *Colymbus* relativ und absolut dicker als bei den beiden anderen Tauchern. Histologisch fand sich nichts Be-

sonderes. Dagegen zeigte das benachbarte Epithel des Limbus eine starke intra- und extracelluläre Pigmentierung.

4. Ciliarkörper.

Der Ciliarmuskel ist bei *Gavia* und *Alca* kräftig entwickelt, während er in dem allerdings viel kleineren Auge von *Colymbus cristatus* relativ schwach erscheint. Auch in betreff des Baues findet sich ein Unterschied, und zwar von prinzipieller Bedeutung: bei dem Haubentaucher ist fast ausschließlich eine Müllersche Portion vorhanden und die Cramptonsche ist fast ganz degeneriert. Bei den beiden anderen Tauchern erlangt aber auch die Cramptonsche Portion eine gute Ausbildung. Es ist von Interesse, daß Franz im Gegensatz zu den hier gemachten Befunden, bei *Uria troile* und bei *Urinator* (*Gavia*) *lumme* keine Cramptonsche Portion hat nachweisen können. Ich vermag den Widerspruch nicht zu erklären.

Die Zahl der wirksamen Ciliarfortsätze betrug auf 1 mm der Linsenperipherie bei *Gavia lumme* $< 5,2$ mm, bei *Alca torda* 4,8 mm. Für *Colymbus cristatus* konnte ihre Zahl leider nicht festgestellt werden.

5. Iris.

Auch im Bau der Iris weicht *Colymbus cristatus* von den beiden anderen Tauchern ab. Bei jenem ist sie dünn — etwa von der Form der Iris der Schwimmenten —, bei diesen derb und dick. Bei *Colymbus cristatus* trägt die Vorderfläche ein dickes Endothel, wie bei den Augen von *F. clangula* u. a., bei *Gavia* und *Alca* tritt es ganz zurück und ist von einer Pigmentschicht verdeckt. Allen drei Tauchern gemeinsam ist das Fehlen stärkerer Bindegewebszüge im Stroma der Iris und die Atrophie der letzteren am Pupillarrande. Der Dilatator iridis ist bei *Gavia lumme* und *Alca torda* auffallend kräftig entwickelt.

6. Nickhaut.

Zu meinem großen Bedauern habe ich das Verhalten der Nickhaut nur bei *Gavia lumme* untersuchen und dabei die Existenz eines Fenstertheils feststellen können. Auffallend ist die geringe Dünne des Epithels, wenn man damit die Tauchenten vergleicht. An dem untersuchten Auge von *Colymbus cristatus* fehlte die Nickhaut und die beiden Augen von *Alca torda* wurden, wie bereits erwähnt, annähernd im vertikalen Meridian geschnitten, da die Orientierung am Block verloren gegangen war.

7. Linse.

Von der Linse wurden auch dieses Mal keine Maße genommen, da die geübte Konservierungsmethode die Erhaltung der normalen Verhältnisse zu wenig verbürgte. Hinsichtlich ihres Aufbaues konnte aber ein auffallender Gegensatz zu dem Entenauge darin festgestellt werden, daß der Randwulst im Taucherauge ganz auffallend verschmälert war. Bei *Colymbus* und *Gavia* war er noch deutlich zu erkennen, bei *Alca* aber überhaupt nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. Franz fand bei *Urinator lumme* einen „sehr dünnen“, bei *Uria troile* einen sehr wenig ausgesprochenen Ringwulst.

8. Allgemeines.

Wie die Ausführungen ergeben haben und ein Vergleich der hier mitgeteilten Befunde mit den Verhältnissen am Entenauge des weiteren bestätigt, bestehen z. T. durchgreifende, z. T. graduelle Unterschiede. Dabei zeigte es sich, daß von den drei untersuchten Tauchern *Colymbus cristatus* noch die meisten anatomischen Beziehungen zu dem Auge der Enten aufweist, während *Gavia lumme*, *Alca torda* und — nach Franz — *Uria troile* die größeren Abweichungen darbieten, miteinander aber recht gut übereinstimmen. Es fragt sich, ob etwa biologische Unterschiede vorhanden seien, welche die morphologischen Abweichungen innerhalb der Ordnung der Urinatores erklären könnten. Zur Klärung dieser Frage lasse ich hier einen Auszug aus den unübertroffenen Schilderungen Naumanns folgen.

„Die Lappentaucher sind wahre Wasserbewohner . . . Keine andere Vogelart ist so ganz Wasser- und Schwimmvogel, wie sie . . . Im Schwimmen und Tauchen besitzen sie die größte Meisterschaft . . .“ (p. 56). Darauf schildert Naumann die Art des Schwimmens und erwähnt dabei, daß die Augen im Wasser gehalten werden. Die Nahrung des Großen Lappentauchers besteht aus „allerlei Wasserinsekten und ihren Larven, von kleinen Fischchen und, doch nur im Notfall, auch von kleinen Fröschen. Wo er Insekten genug hat, kümmert er sich wenig um andere Geschöpfe, fängt so vorzüglich Wasserkäfer, von den größten bis zu den kleinsten, aus den Gattungen *Hydrophilus*, *Dytiscus*, *Gyrinus* und andere, noch mehr ihre Larven . . .“ (p. 71).

In bezug auf *Gavia* sagt Naumann: „Die längste Zeit ihres Lebens bringen sie im Wasser zu; es ist ihr wahres Element, der Tummelplatz ihrer Freuden, dasjenige, was ihnen durch reichliches Spenden der Nahrungsmittel des Lebens Unterhalt verschafft, sie die Freuden der Liebe schmecken läßt und sie am sichersten vor ihren Feinden schützt. Im Schwimmen und Tauchen ist ihnen daher die größte Meisterschaft verliehen.“ „Lang ausgestreckt . . . schießt er . . .

in jeder Richtung den fliehenden Fischen nach und verfolgt sie, selbst bei einer Tiefe von mehreren Faden, bis auf den Grund und in ihre Schlupfwinkel zwischen Steinen oder Wassergewächsen“ p. 119). Die Hauptnahrung der *Gavia lumme* sind Fische (p. 144).

Der Tord-Alk schwimmt und taucht ebenfalls vorzüglich und verfolgt seine Beute im Wasser wie ein Raubfisch. Seine Nahrung besteht hauptsächlich aus Fischen (p. 164, 165).

Auf Grund dieser Schilderungen müssen wir uns sagen, daß die Lebensgewohnheiten, die fürs Sehorgan in Frage kommen, eine so große Übereinstimmung zeigen, daß wir aus ihnen nichts ableiten können, was die festgestellten Unterschiede verständlich machte. Sicherlich würde eine noch nähere Bekanntschaft mit den Akkommodationsmechanismen des einzelnen Falles manches davon erklären, im großen und ganzen dürfen wir aber annehmen, daß hier auch phylogenetisch ererbte Unterschiede eine Rolle spielen. Ein näheres Eingehen auf diese interessante Frage verbietet sich aber im Hinblick auf die geringe Zahl der bisher untersuchten Arten.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Meridionaler Schnitt durch den vorderen Augenabschnitt von *Colymbus cristatus*. Der Ciliarkörper hat sich etwas abgehoben. L = Linse. I = Iris. C = Cornea. f.Pl. = fibröse Platte. m.M. = Müllers Muskel. m.C. = Cramptons Muskel. m.B. = Brückes Muskel. Kn = Knochenring. Kp = Knorpelschale. Vergr. 19:1.
- Fig. 2. Meridionaler Schnitt durch den vorderen Augenabschnitt von *Gavia lumme*. Vergr. 19:1.
- Fig. 3. Meridionaler Schnitt durch den vorderen Augenabschnitt von *Alca torda*. Vergr. 19:1.
- Fig. 4. Elastisches Band des Ciliarkörpers von *Alca torda*, durch Abhebung des Ciliarkörpers leicht aufgefasert. Se = Sclera. e.B. = elastisches Band. Vergr. ca. 400:1.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Anatomie.

1. Allgemeines. Ganzes Auge.

***Bach, L., und Seefelder, R.,** Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges (2. Lieferung, gr. 4^o, mit 30 Fig. im Text u. Taf. XVI—XXXIV. Leipzig, Engelmann, 1912. Preis geh. 36 Mk.; vgl. pag. 229 dieses Bandes).

Die zweite Lieferung des allseitig als hervorragend gewürdigten Werkes enthält zunächst auf 73 Seiten die Fortsetzung der textlichen Einleitung. Die Kapitel Linsennähte und Linsensterne, Zonula Zinnii und Glaskörper stammen noch von Bach, der übrige Text von Seefelder. Es handelt sich hierbei um die Hornhaut, unter Würdigung der neuesten Ergebnisse, die auf eine Beteiligung des Ektoderms hinweisen, zunächst um das embryonale Stützgewebe zwischen Ektoderm und Linse, das Einwachsen des Mesoderms in den Raum zwischen Ektoderm und Linse und um das Descemetische Endothel. Es folgt die Schilderung der ersten Anlage der Pupillarmembran, die als ein Mischgewebe im reinsten Sinne des Wortes aufzufassen ist, die Entwicklung der Hornhautgrundsubstanz, des elastischen Gewebes, des Epithels, der beiden Grenzmembranen. Es folgt Besprechung der Form- und Größenzunahme der Hornhaut und Hinweis auf ihre von vornherein bestehende Durchsichtigkeit.

Die Darstellung der Entwicklung von Iris und Corpus ciliare gründet sich durchwegs auf eigene Forschungen Seefelders an eigenem Material. An eine chronologisch geordnete Übersicht über die Entwicklung der Iris und des Corpus ciliare schließt sich die Darstellung der speziellen Entwicklung beider Gebilde. Den Schluß bildet die Schilderung der Entwicklung der vorderen Kammer und Kammerbucht.

Von den durchwegs ganz hervorragend instruktiven und technisch wohlgeordneten Tafeln (W. Freytag und A. Fiedler) seien besonders erwähnt die Horizontalschnitte durch die Augenanlagen von Föten des dritten und vierten Monats, ferner die Hornhautentwicklung (besonders Taf. XXVII), die Entwicklung von Sphincter und Dilator (besonders bemerkenswert Taf. XXXI und XXXII) und die Tafel XXXIV (Pupillarmembran).

Die große praktische Bedeutung des Atlas, namentlich auch für Unterrichtszwecke, wurde bereits bei der Besprechung der ersten Lieferung hervorgehoben.

G. Freytag (München).

Grynfeltt, E., Etudes anatomiques et histologiques sur l'œil du *Protopterus annectens* (Bulletin de l'Acad. des sciences et lettres de Montpellier, Juli 1911).

Die Untersuchungen betreffen die Cornea, die Sclera, die Chorioidea, die Retina, die Iris und die Zonula ciliaris (ein echter Ciliarkörper fehlt). Die Untersuchung hat ergeben, daß der Bau der Augenhäute des *Protopterus annectens* alle Charakteristika des Fischauges überhaupt zeigt. Die geringe Größe der Durchmesser des Bulbus, obwohl diese sonst bei Fischen beträchtlich sind, findet sich auch noch bei einzelnen anderen Arten. Auffallend ist die abgeplattete Cornea, die geringe Größe der Vorderkammer im anteroposterioren Durchmesser, die beträchtliche Größe der Pupillaröffnung. Der Bau der Cornea und insbesondere die Teilnahme der perioculären Gewebe an der Bildung dieser durchsichtigen Haut sind als für Fische charakteristisch bekannt. Bei keinem Amphibium (Urodelen oder Anuren) hat Verf. eine analoge Anordnung gefunden: Die Corneaschichten gehen allein aus den fibrösen Elementen der Sclera hervor. Die Abwesenheit einer hyalinen Knochenplatte in der Tunica fibrosa kommt nicht exklusiv dem Amphibiennaue zu. Unter den Fischen ist die Sclera bei allen Selachiern nach diesem Typus gebaut und auch bei einzelnen Knochenfischen ist dasselbe zu beobachten.

Der Bau des Tractus uvealis und seiner Anhänge, die Hosch veranlaßten, das Auge von *Protopterus* dem der Amphibien nahezustellen, hat vielleicht nicht den Wert, den ihm dieser Autor beigelegt hat. Es

handelt sich nur um negative Erscheinungen: die Abwesenheit des Tapetum (? = membrane argentine), der Glandula chorioidea, des Retractor lentis. Denn man beobachtet bei Fischen in verschiedenem Grade die Reduktion oder das völlige Verschwinden dieser Organe. Grynfeldt spricht also auch der mittleren Augenhaut von P. a. den Fischcharakter zu.

Anders verhält es sich mit der Retina. Durch die Größe ihrer Elemente, durch die Art der Gruppierung und durch die Struktur der Sehzellen nähert sich das Auge dem der Amphibien. Insbesondere geben die Zapfen und die Stäbchen Details in der Organisation, die sehr große Analogien mit denen der Urodelen zeigen und sich im Gegensatz zu allen bekannten und variablen Typen der verschiedenen Arten der Fische befinden.

Verf. weist noch darauf hin, daß merkwürdigerweise gerade das Fundamentalorgan des Auges, das chronologisch sowohl in der Ontogenese wie auch in der Phylogenese zuerst auftritt, eine solche Disharmonie in die Organisation des Auges von Protopterus bringt. Während die Hilfstteile des Auges bei diesem Tiere die allgemeinen Eigenschaften des Fischauges bewahren, ist es die Retina, die dieses Organ dem der Amphibien speziell dem der Urodelen nähert. Es handelt sich nur um eine Konvergenzerscheinung, hervorgerufen durch Adaptation an die identische Lebensweise. Das ist einleuchtend. Die Variationen in den lichtperzipierenden Elementen sind sekundärer Natur: Die Homogenität des allgemeinen Bauplanes der Retina in jedem Zweig der Wirbeltiere ist eine wohlbekanntete Tatsache, so daß dieser Punkt besondere Erwähnung verdiente.

O. Zietzschmann (Zürich).

Hirsch, Julius, Über das Gehirn, Rückenmark und Augen der Varietäten des Goldfisches (*Carassius auratus*), (Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. XXXV, 1912, p. 56—63).

Untersucht wurden der Goldfisch und seine Varietäten, der Schleierschwanz und Teleskopaugenfisch. Die Augen zeigten keine großen Verschiedenheiten. Im Teleskopauge war entsprechend der Vergrößerung des ganzen Auges eine Vergrößerung des Glaskörpers zu konstatieren, dagegen war die Selera etwas dünner als im Goldfischauge. Der Sehapparat war gut entwickelt. Das Ligamentum pectinatum machte den Eindruck eines sezernierenden Gewebes.

R. Seefelder (Leipzig).

Nožeko, B., Ist das Cyklostomenauge primitiv oder degeneriert? (Anatom. Anz., Bd. XLII, St. 612, 1912).

Verf. wendet sich gegen die Behauptung Studničkas, daß das Cyklostomenauge primitiv sei und kommt zu dem Schluß, „daß es, obwohl es in hohem Grade rückgebildet ist, gewisse Eigentümlichkeiten in seinem Bau besitzt, welche dasselbe auf eine niedrigere Stufe stellen und für die tiefe Stellung der Cyklostomen sprechen“.

R. Seefelder (Leipzig).

***Pütter, O.**, Organologie des Auges (Graefe-Saemisch, Handb. d. gesamten Augenheilkunde, 3. Aufl., Teil I, Kap. X, mit 220 Fig. im Text und 10 Tafeln. Leipzig, Engelmann, 1912. Preis geh. 24 M.)

Die neue Auflage der gehaltvollen Organologie zeichnet sich besonders durch ausgiebige Berücksichtigung der umwälzenden Arbeiten von C. Heß über den Lichtsinn und über die Akkommodation aus. Bezüglich der „Kontrastapparate“ (aphakische Räume usw.) wird an der früheren Auffassung auch in dieser Auflage festgehalten.

Nicht ganz auf der Höhe ist die Behandlung des Abschnittes „lichtbrechende und bildentwerfende Apparate“. Noch immer werden hier die veralteten Matthiessenschen Sätze zugrunde gelegt und weder die bezüglichen Entdeckungen von C. Heß (1905) und die umfangreichen Arbeiten des Referenten (1906, 07, 08) noch die wichtigen dioptrischen Arbeiten Gullstrands sind auch nur erwähnt.

Alles in allem aber ist die „Organologie“ ein eigenartiges und anregend geschriebenes Buch, das von jedem vergleichend-ophthalmologisch Interessierten gekannt sein sollte.

G. Freytag (München).

Roy, J. N., Vergleichende Anatomie und Physiologie des Auges und seiner Adnexe (Archives d'ophtalmologie, Juli-August, 1912).

Die 28 Seiten starke Arbeit ist eine Zusammenfassung der vom Autor auf seiner Weltreise gesammelten Kenntnisse und umgreift das ganze Tierreich, von den Protozoen bis zum Menschen. Sie bringt nicht sehr viel Neues, doch alles Wesentliche, und ist als interessant zu empfehlen.

W. Landolt (Paris).

Wenig, Jaromir, Der Albinismus bei den Anuren, nebst Bemerkungen über den Bau des Amphibien-Integuments (Anatom. Anz., Bd. XLIII, p. 113, 1913).

Verf. hat albinotische Krötenlarven mikroskopisch untersucht und beschreibt unter anderen auch das Verhalten der Augenanlagen.

Bei den albinotischen Larven war das Pigmentepithel niedriger und

pigmentärmer als bei den normalen Larven, es enthielt jedoch immerhin Pigment in „ziemlich beträchtlicher Menge“.

Das normalerweise dreireihige Pigmentepithel bestand nur aus zwei und streckenweise nur aus einer Zellschicht. Die Iris war dünner als bei pigmentierten Individuen.

R. Seefelder (Leipzig).

2. Chorioidea. Corpus ciliare.

Grynfeltt, E, Le muscle tenseur de la choroïde chez les poissons (Archives d'anatomie microscopique. T. XII, p. 475)

Aus Verf.s Untersuchungen sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Das „Ligamentum ciliare“, das die Autoren im Auge der Fische beschreiben, ist nichts anderes als ein glatter Muskel, den G. mit dem Namen *Musculus tensor chorioideae* bezeichnet hat.

2. Dieser Muskel wurde nur bei den Teleostiern gefunden. Er existiert bei anderen Gruppen dieser Tierklasse, soweit sie untersucht wurden (Selachier, Ganoiden, Cyclostomen), nicht.

3. Der *Tensor chorioideae* ist aus meridionalen Fasern zusammengesetzt, die vom Cornearande aus zum vorderen Teile der Chorioidea hinziehen, an deren Außenfläche sie in der Höhe der *Ora serrata* oder in deren Nähe inseriren.

4. Dieser Muskel ist im allgemeinen ringförmig in der ganzen Ciliarzone nachweisbar. Der kontraktile Ring ist aber selten regelmäßig; im Gegenteil zeigt er sehr schwankende Breite in den verschiedenen Quadranten und verschiedene andere Variationen; meist jedoch ist er in den nasalen Partien des Auges am stärksten reduziert. Diese Ungleichheit in der Breite ist die Folge paraller Fehler zwischen Cornea- und Retinarrand (*Ora terminalis retinae*).

5. Bei einigen Teleostiern ist der Muskelring an verschiedenen Stellen unterbrochen, so daß er in mehrere Portionen zerfällt. Wenn diese Teilstücke sich im dorsalen und ventralen Quadranten finden, dann sind sehr ähnliche Verhältnisse wie bei den Amphibien geschaffen.

6. Auch betr. die Allgemeinentwicklung ist der Muskel bei den Knochenfischen zahlreichen Schwankungen unterworfen. Man findet alle Übergänge vom dicken Muskel bis zum vollständigen Fehlen desselben.

7. Zwischen Ausbildungsgrad des Muskels und der Art der Akkommodation bestehen Zusammenhänge. Bei den Fischen, die rasch akkommodieren (Fische, die mit Leichtigkeit schwimmen), ist er gut entwickelt und umgekehrt. Er ist rudimentär oder er fehlt bei Fischen, die nicht akkommodieren und bei denen die Linse unbeweglich ist, so bei den Selachiern.

8. Der Tensor chorioideae beteiligt sich bei der Akkommodation nicht — sie wird ja bei Teleostiern durch den Retractor lentis besorgt. Er scheint die Chorioidea an der Oberfläche des Glaskörpers in Spannung halten zu sollen und zu verhindern, daß die sich vorschiebenden Massen die Akkommodation stören. So ist es natürlich, daß er gerade dort gut ausgebildet ist, wo eine ausgiebige Akkommodation besteht.

O. Zietzschmann (Zürich).

Léplat, Georges, Recherches sur le développement et la structure de la membrane vasculaire de l'oeil des oiseaux (Archives de biologie Liège, Tome XXVII, 1912, p. 403).

Verf.s Untersuchungen der Entwicklung und Struktur der Membrana vascularis des Vogelauges betreffen Gallus domesticus, Anser L., Columba domestica, Turdus merula, Alauda arvensis, Fringilla coelebs, Ligurinus chloris, Passer montanus, Corvus frugilegus, Accipiter nisus, Strix psilodactyla. Die Studien betreffen die Chorioidea, das Corpus ciliare, die Iris und die Bildung des Pigmentes. Die Resultate lauten:

Der Ciliarmuskel der Vögel bildet sich durch Differenzierung aus Mesenchymzellen in einer ganz bestimmten Zone bei einem sehr jungen Stadium. Diese Differenzierung betrifft im wesentlichen das Chondriomitom der Zelle. Sie läuft nach dem Vorgange ab, wie ihn Duesberg an Muskeln myotomalen und splanchnopleuralen Ursprunges gezeigt hat, und erzeugt in den Mesenchymzellen Myofibrillen.

Genau dasselbe findet man an den Epithelzellen des Retinablattes, die die Muskelfasern des M. sphincter iridis erzeugen. In der Epithelzelle verlängern sich — genau wie in der Mesenchymzelle — die Mitochondrien, indem sie sich zu homogenen mitochondrialen Fasern umwandeln, die durch spätere Differenzierung zu Myofibrillen werden.

Dieser Werdegang, wie ihn Duesberg beschrieben hat, kann infolgedessen als allgemein gültig angesehen werden.

Zur Zeit der Differenzierung der Myofibrillen modifizieren sich der Protoplasmakörper und der Kern der epithelialen oder mesenchymatösen Zelle, um den Myoblasten mit all seinen charakteristischen Eigenschaften zu bilden.

In der Folge vermehrt sich die Zahl dieser Myoblasten durch Längsteilung der vorhandenen Myofibrillen, aber sicher auch durch Neubildung von Fasern aus dem Reservematerial der Mitochondrien, welches die Myoblasten besitzen.

Nach den Untersuchungen des Verf.s kann man den Sphincter pupillae nicht als das Produkt der hinteren (inneren) Schicht der Pars iridica

retinae allein betrachten, wie es Collin angibt. Man kann die Retinaschichten der Iris am Pupillarrande nicht in zwei Lagen trennen, wie es Lewis getan hat.

Allerdings geht der Muskel zunächst aus Zellen der inneren Lage hervor; indessen treibt die äußere (vordere) Schicht während der kurzen Zeit vom 9. bis zum 13. Tage Knospen, die sich auch an der Bildung von Myoblasten beteiligen und den Sphincter aufbauen helfen.

In jedem Falle ändern sich die Eigenschaften der Epithelzellen, indem sie zu sehr langen Myoblasten auswachsen; ihre Mitochondrien werden zu Myofibrillen.

Die Myoblasten, die aus der Außenlamelle der Pars iridica retinae hervorgehen, sind während kurzer Zeit pigmenthaltig; dann wird das Pigment resorbiert. Es sei noch hinzugefügt, daß die radiären quergestreiften Fasern des Irisstroma sich aus den gleichen Elementen entwickeln, und daß oft eine radiäre angeordnete Faser in die zirkuläre Richtung überstrahlt. Diese Tatsache beweist die embryonale Zusammengehörigkeit der zirkulären und radiären Irismuskelzellen.

Dieselben Zellen der Außenlamelle der Pars iridica retinae differenzieren sich beim Erwachsenen noch in einer anderen Weise: man sieht in ihrer Außenzone Fibrillen entstehen, die die Bruchsche Membran bilden. Diese wird als kontraktile angesehen und bildet den M. dilatator der Pupille bei den Vögeln genau wie bei den Säugern (Grynfeldt, Andreae, Zietzschmann), aber man berücksichtigte die radiären quergestreiften Fasern nicht, die man bisher als dilatierend angesehen hatte. Wenn man die Konstanz einer pupillenerweiternden Bruchschen Membran bei allen Vögeln annimmt, so wird die Funktion der quergestreiften Radiärfasern hinfällig, da sie in ihrer Ausbildung sehr variabel sind und bei einzelnen Arten sogar gänzlich fehlen können. (Vergl. hierzu dieses Archiv Bd. I, p. 10 u. ff.)

Das ist eine Überlegung, die auf der kontraktilen Natur der Bruchschen Membran der Vögel basiert; Verf. glaubt bewiesen zu haben, daß die Radiärfasern eine Rolle bei der Akkommodation spielen, wie es Heß dargelegt hat. Diese Radiärfasern wirken aber akkommodierend, nicht dilatierend. Dazu gibt Verf. eine vollständige Beschreibung der Akkommodationsmuskeln und ihrer sehnigen Insertionen, sowie der Irismuskeln, um die Theorie der Akkommodation von Heß auf die Vögel anwenden zu können, die er durch genaue anatomische Tatsachen stützt. Die Insertion der untersuchten Muskeln mit elastischen Sehnen ist eigenartig. Ein feines elastisches Netz umgibt die Muskelfasern; dasselbe verdichtet sich gegen das Faserende zu einer kleinen elastischen Sehne, die in das

Ligamentum annulare bulbi sich einsenkt. Dieses Ringband stellt somit die allgemeine Insertion des Gesamtmuskels dar. Mit Carlier fand Verf., daß der Cilirmuskel des Huhns erst vom 15. Tage ab sich deutlich in seine drei Unterabteilungen trennt — vorher bildete er eine gemeinsame Anlage. Gegen die Angabe von Franz konnte Verf. das Vorhandensein des Brückeschen Muskels beim Vogel feststellen; ebenso tritt er auch für die Existenz des Ligamentum pectinatum als eines konstanten und aktiven Organes im Vogelauge ein — nicht als ein Kunstprodukt ist es anzusehen. Die Fasern desselben sind elastischer Natur und von Endothelzellen und Chromatophoren vollständig bedeckt. Dahingegen hängen die Endothelien der Irisaußenfläche und der Corneainnenfläche — die im übrigen die gleichen Eigenschaften zeigen — nicht mit denen auf den Trabekeln zusammen.

Das Ligamentum pectinatum bildet sich durch Differenzierung der Mesenchymzellen an Ort und Stelle. Die Zellen bilden unter Streckung ein Netz; mit $13\frac{1}{2}$ Tagen erscheinen beim Hühnchen im Protoplasma feine elastische Fibrillen und diese bilden später das Netz.

An der Verklebungsstelle der Ciliarfortsätze mit der Linse sind die beiden Epithellagen (Pars ciliaris retinae) erhalten.

Die Chorioidea tritt mit $7\frac{1}{2}$ Tagen beim Hühnchen auf, nicht in Form eines wirklichen Kapillarnetzes, sondern in Form eines anastomosierenden Blutlachsensystems, dessen Begrenzung durch eine einfache flache Epithelschicht gebildet wird. Diese Lakunen entstehen in der Mesenchymhülle der sekundären Augenblase. Das elastische Gewebe der Chorioidea tritt relativ spät in die Erscheinung und bleibt spärlich — vom 16. Tage ab findet es sich intervaskulär. Zwischen der Choriocapillaris und der Schicht der großen Gefäße findet Verf. eine kontinuierliche Lage von platten Zellen, die dem rudimentären Tapetum entspricht. Chorioideamuskulatur existiert beim Vogel nicht.

Das Pigment stammt eher von den Mitochondrien als von Kernsubstanzen ab.

Vom äußeren Blatte der Pars ciliaris und iridica retinae knospen pigmentierte Epithelstränge ab. Mit Ausnahme derjenigen Zellen, die während der kurzen Zeit vom 8. bis 13. Tage in der Iris sich an der Bildung des M. sphincter pupillae beteiligen, persistieren alle Zellen der Pigmentknospen, indem sie sich zu den sog. „Klumpenzellen“ umwandeln. Sie wandern und tragen zur Pigmentation des Irisstroma und des bindegewebigen Stratum des Ciliarkörpers bei. Sie beteiligen sich an dem Aufbau des Ciliarmuskels nicht; dieser ist allein mesenchymatöser Herkunft.

O. Zietzschmann (Zürich).

Schildwächter, J. W., Histologische Untersuchungen über den Ciliarmuskel von Pferd, Schwein und Schaf. (Vet.-med. Inaug.-Diss. [Dresden.] Freiberg, 1911.)

Verf. geht von der bekannten Tatsache aus, daß Pferd, Schwein und Schaf einen Ciliarmuskel besitzen. Am stärksten ist er beim Pferde ausgebildet. Der Hauptteil besteht bei allen Tieren aus Meridionalfasern, doch finden sich auch Bündel zirkulärer Muskulatur. So ist ein Zirkulärmuskel am Schweinsauge in allen Quadranten zu finden, während ein solcher beim Pferde auf das nasale Drittel beschränkt sein und beim Schafe absolut fehlen soll. Bei diesem Tiere fand der Autor nur an den Gefäßen der Chorioidea am Ursprunge des Meridionalmuskels Zirkulär- und Radiärfasern. Der Ciliarmuskel von Pferd und Schwein hat nicht die gleiche Lage wie beim Menschen; vielmehr ist er nach Verf. an der Sklera in der Gegend des Scleralwulstes gelegen.

Ein Radiärmuskel fehlt allen drei Tierarten; es finden sich höchstens radiäre Verbindungen unter den Meridionalfasern. Die Meridionalfasern herrschen den zirkulären gegenüber stets bedeutend vor. Der Ursprung des Meridionalmuskels ist verschieden je nach der Lage seiner Faserbündel. Sie nehmen ihren Ursprung am Bindegewebe der Chorioidea und des Orbiculus ciliaris, oder aber auch — bei kurzen Fasern — an der Grundplatte des Corpus ciliare. Als Endinsertion gibt Verf. das Gewebe der Grundplatte oder das engmaschige Netzwerk der Spatia anguli iridis (des Fontanaschen Raumes) oder den Scleralwulst an.

Ein Ausstrahlen der Ciliarmuskelfasern in die Processus ciliares war nicht zu beobachten. Bei jedem Auge derselben Tierart sind Unterschiede zu verzeichnen im Verhalten des Ciliarmuskels und der benachbarten Teile. Der Autor warnt deshalb, nach Befunden an einzelnen Augen Schlüsse zu ziehen.

Bei den Verschiedenheiten, die die Akkommodationsmuskulatur bei den drei Tierarten zeigt, glaubt Verf. die Frage, welche der vielumstrittenen Akkommodationstheorien auf diese Augen anzuwenden ist, nicht beantworten zu können. Bei dem Fehlen der zirkulären Fasern beim Schafe, bei ihrer Geringfügigkeit beim Schweine und bei der Beschränkung derselben auf den nasalen Abschnitt des Bulbus beim Pferde dürfte die Schöenische Theorie kaum in Frage kommen.

Verf. empfiehlt — als Schüler von v. Pflugk — dessen Gefriermethode auf die Augen der untersuchten Tiere anzuwenden. „Weiß man im gegebenen Falle, ob die Augen einem myopen, emmetropen oder hypermetropen Tiere angehören, dann kann man aus den gewonnenen Schnitten

der fixierten Augen Schlüsse ziehen und so den Akkommodationsvorgang genau erkennen.“

Bei einer im Verhältnis zur Größe des Bulbus so schwachen Ausbildung des Ciliarmuskels wie beim Pferde und bei anderen Haustieren, glaubt Verf., „nicht ganz unberechtigte Zweifel“ an dem Vorhandensein einer Akkommodation hegen zu sollen. Die außerordentliche Größe der Linse dieser Tiere zwingt in Rücksicht auf die sehr geringe Entwicklung des Ciliarmuskelapparates ebenfalls anzunehmen, daß eine Akkommodation in der Weise, wie sie beim Menschen und Affen existiert, überhaupt nicht möglich ist.

O. Zietzschmann (Zürich).

3. Retina.

Luna, Emerico, Nuove ricerche sulla biologia del condrioma. Condriosomi e pigmento retinico (Anatom. Anzeiger, Bd. XLIII, p. 56, 1913).

Verf. hat schon früher in einer vorläufigen Mitteilung der Ansicht Ausdruck gegeben, daß die Bildung des Retinalpigments in Beziehung zur Tätigkeit der Chondriosomen stände. Er hält diese Ansicht auch heute noch aufrecht, und zwar sollen die Chondriosomen während der Pigmentbildung verschwinden und dann wieder auftreten. Es bleibt abzuwarten, wie Verf. diese Behauptung in der angekündigten ausführlichen Mitteilung beweisen wird.

R. Seefelder (Leipzig).

Mawas, J., Études cytologiques et physiologiques sur la rétine ciliaire des mammifères (Archives d'anatomie microscopique, t. XII, p. 103).

Verf. hat umfassende Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Pars ciliaris retinae des Menschen, der Katze, des Kaninchens usw. angestellt. Seine Resultate sind im wesentlichen folgende: Die Außenlamelle der Pars ciliaris retinae kann solide Epithelprossen treiben; sie sind besonders zahlreich beim Menschen und als Quelle der Sekretion von Kammerwasser beschrieben worden. Aber sie haben keinerlei direkten Zusammenhang mit der hinteren Augenkammer: Die Innenlamelle trennt sie vom Humor aqueus. Die Innenlamelle der Pars ciliaris retinae, welche die gesamten Schichten der Innenlamelle der Pars optica retinae fortsetzt, ist die auf embryonaler Stufe stehengebliebene Innenlage der sekundären Augenblase; man darf nicht erwarten, diese Epithelzelle in irgendeiner der Schichten der Pars optica retinae direkt überlaufen zu sehen. Die Form der inneren Zellen schwankt nach Ort und Tierart;

sie erscheinen durch die Zonulafasern längsgestreift. Andererseits beteiligen sich diese Zellen an der Sekretion des Kammerwassers: Mitochondrien im Protoplasma, lipoide Einschlüsse, unfärbbare Vakuolen, Änderungen in der Form, Stellung und Aussehen und endlich die Chromatizität des Kernes sprechen für diese Ansicht. Die Innenlamelle der Pars ciliaris retinae stellt eine epitheliale Scheidewand dar zwischen der Blutzirkulation und dem Auginneren, also dem Humor aqueus. Die Membranae limitantes der Retina sind nicht als ablösbare Häutchen zu betrachten; es sind kutikuläre (exoplastische) Bildungen. Die Zonulafasern entspringen alle in der Innenlamelle der Pars ciliaris retinae, und zwar an deren gesamter Oberfläche; aus dem Glaskörper stammt keine einzige Faser. Die Fasern sind nicht einfach an die Membrana limitans angeklebt; die Außenlamelle nimmt jedoch nicht an deren Bildung teil. Die Zonulafasern sind weder bindegewebige, noch elastische, noch Neurogliafasern, noch auch Müllersche Stützfasern; die Zonulafasern sind auch nicht als protoplasmatische Fortsätze der inneren Zellen zu betrachten; sie durchsetzen die Zelleiber nicht völlig. Sie entspringen vielmehr in den peripheren Teilen als exoplasmatische Bildungen, die das Protoplasma auf der Oberfläche erzeugt hat. Die Literatur ist nicht ganz vollständig verwertet.

O. Zietzschmann (Zürich).

4. Nerven. Muskeln. Thränenorgane.

Krauß, Über die Beziehungen des Sympathicus zum Sehorgan (Ophth. Gesellsch. Heidelberg 1912).

Vortr. hat bei Tieren Untersuchungen über den Einfluß der Sympathicusreizung auf die Bulbusstellung und seine anatomischen Grundlagen angestellt. Er nimmt kurz Bezug auf die Ergebnisse seiner im Arch. f. Augenheilk., Bd. LXXI und LXXII, niedergelegten Untersuchungen über die Anatomie der glatten Muskulatur der Orbita und Lider beim Menschen. Er hat nunmehr seine Studien auch auf die Anatomie dieser Organe bei Kaninchen, Katzen, Hunden und Affen ausgedehnt und berichtet kurz über die Gesamtergebnisse, die durch Projektionsbilder von histologischen Präparaten demonstriert werden. Neben Übereinstimmungen zeigten sich bei diesen Tierarten doch auch bedeutende Verschiedenheiten, die es nicht erlauben die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen ohne Einschränkung von einer Tierspezies auf die andere zu übertragen. Besonders charakteristische Differenzen bestehen zwischen obigen Tieren und dem Affen (*Cercopithecus* und *Rhesus*), dessen anatomische Verhältnisse dagegen weitgehende Übereinstimmung mit denen

beim Menschen zeigen, so daß nur aus Sympathicusversuchen am Sehorgan des Affen Schlüsse auf das Verhalten des Menschen und auch hier wieder nur mit gewissen Einschränkungen gezogen werden sollen.

Votr. hat nun bei diesen Tierarten auch experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Halsstrangs des Sympathicus auf das Sehorgan bei Lähmung und Reizung desselben angestellt und berichtet über Sympathicusreizversuche und ihre Einwirkung auf die Bulbusstellung im Sinne von Ex- und Enophthalmus, deren Veränderungen, wie demonstrierte Kurven beweisen, mit einwandfreien Methoden graphisch registriert wurden. Die Ergebnisse der Tierversuche werden an der Hand von Tabellen geschildert, aus denen vor allem hervorgeht, daß der infolge von faradischer Reizung des Halssympathicus bei Kaninchen, Katzen und Hunden übereinstimmend, doch graduell verschieden auftretende Exophthalmus beim Affen fast völlig ausbleibt. Der Exophthalmus tritt mindestens in gleicher Stärke auf, auch wenn die Lider zusammen mit der glatten Muskulatur des vorderen Augenhöhlenabschnittes reseziert werden. Demnach bestätigt auch das Experiment die vom Votr. schon anatomisch nachgewiesene Unrichtigkeit der Ansicht Landströms, daß die orbitopalpebrale glatte Muskulatur (bei der Basedowschen Krankheit) Exophthalmus hervorrufen könne.

Mehr anhangsweise wird dann noch kurz auf die übrigen bei Sympathicusreizung am Sehorgan auftretenden Erscheinungen eingegangen die sich zeigten in Gestalt von Pupillen- und Lidspaltenerweiterung, Verengerung der Ohr- und Augenhintergrundsgefäße, Steigerung der Bindehautsekretion, Aufrichten der Haare, sowie Herabsetzung des intraokularen Druckes. Die Tensionsveränderungen wurden zuerst nach Schiötz gemessen, später mit einem eigens konstruierten Registriertonometer auch graphisch aufgeschrieben. Über die Gesamtergebnisse soll an anderer Stelle eingehender berichtet werden. *Autoreferat.*

Mobilio, C., *Ricerche anatomo-comparate sull'innervazione del muscolo piccolo obliquo dell'occhio ed appunto sulle radici del ganglio oftalmico nei mammiferi* (Monitore zoologico italiano A. XXIII, 1912, p. 80).

Verf. hat viele Vertreter der Perissodactyla, Artiodactyla, Carnivora, Rodentia, Insectivora und den Menschen auf die Innervation des *Musculus obliquus oculi ventralis* untersucht.

Bei den Artiodactyla wird der Muskel außer vom III. Gehirnnerven von Ästen des V. versorgt; so erhält der Hauptnerv eine Anastomose vom N. maxillaris oder vom N. ophthalmicus oder von beiden. Diese Art der

Innervation ist auch beim Stachelschwein wie den Rodentia zu finden, ebenso wurde sie beim Hunde unter 10 Fällen einmal beobachtet. Auch beim Menschen soll einseitig einmal der V. Nerv einen Ast zum Obliquus ventralis abgegeben haben. Bei den Artiodactyla erhalten auch alle anderen Augenmuskeln Zweige vom Trigemini (Ramus ophthalmicus oder maxillaris).

Das Ganglion ciliare ist bei Equiden verschwindend klein; es kann sogar fehlen; es sitzt fast regelmäßig direkt am Nerven für den Obliquus ventralis. Bei gewissen Tieren erhält das Ganglion die sensible Wurzel vom N. nasociliaris. Bei den Artiodactyla kann die genannte Wurzel entweder vom N. nasociliaris stammen, oder vom N. maxillaris, oder von beiden, oder direkt vom N. ophthalmicus, oder vom N. frontalis oder N. lacrimalis. Einmal erhielt beim Hunde das Ganglion einseitig eine zweite sensible Wurzel aus dem N. maxillaris. Beim Schweine findet man 2 oder 3 Ganglien, manchmal deren 2 auch beim Rinde, Büffel, der Ziege und dem Kaninchen.

Der Endzweig des N. oculomotorius — der Ast für den Obliquus ventralis — tritt bei Kaninchen, Hase, Meerschweinchen, Siebenschläfer (*Glis vulgaris*) und Igel über die Außen-(Unter-)fläche des Muskels hinweg. Auch bei anderen Tieren konnte solches Verhalten als Variation festgestellt werden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Mobilio, C., Innervazione del muscolo accessorio del grande obliquo dell' occhio nell' asino (Monitore zoologico italiano A. XXIII, 1912, p. 102).

Verf. findet beim Esel regelmäßig einen *Musculus obliquus oculi dorsalis accessorius*, der dem querlaufenden Endstück des Hauptmuskels parallel läuft. Bei *Equus mulus* fehlt er, doch scheint er auch dem *Equus bardottus* zuzukommen. Die Innervation erfolgt durch einen Seitenast des N. trochlearis.

O. Zietzschmann (Zürich).

Mobilio, C., Sulla forma della glandola lacrimale (Archivio scientifico della R. Società nazion. veterinar. X. Jahrg. 1912, Nr. 7/8).

Verf. hat die Form der Drüsengänge der Tränendrüse festgestellt bei *Equus caballus*, *Equus asinus*, *Equus mulus*, *Bos taurus*, *Capra hircus*, *Ovis aries*, *Sus scropha domestica*, *Canis familiaris*, *Felis domestica*, *Lepus cuniculus*, *Cavia cobaya* und *Homo sapiens*.

Bei Equiden und *Sus* ist die Drüse eine zusammengesetzt tubuloalveoläre, obwohl man auch vereinzelt typische Alveolen und Tubuli findet

(die letzteren besonders beim Schweine). Bei Bos ist sie zusammengesetzt alveolär, mit vielen tubuloacinösen Kanälchen untermischt; auch sind echte Tubuli nachweisbar. Die prävalierende Form bei Capra ist die tubuloalveoläre — dazu viele Alveolen und viele Tubuli. Beim Schaf halten sich tubuloalveoläre und rein tubulöse Endstücke die Wage; spärliche Alveolen kommen dazu. Bei den Carnivoren und dem Menschen ist die Drüse zusammengesetzt tubulös; man findet daneben viele alveolotubulöse und einzelne alveoläre Endstücke. Bei den Nagern zeigt die tubulöse Drüse einzelne tubuloalveoläre Anhänge. *O. Zietzschmann (Zürich).*

II. Physiologie.

Arisawa, U., Über die spezifischen Eigenschaften der Augengewebe. Nach gemeinschaftlich mit **A. v. Szily-Freiburg** gemachten Untersuchungen (Ophth. Gesellsch., Heidelberg, 1912).

Die praktische Bedeutung, welche den Immunitätsreaktionen bei der modernen Auffassung der Krankheitsprozesse (Katarakt, sympathische Ophthalmie usw.) zuerkannt wird, veranlaßte Arisawa und v. Szily die spezifischen Eigenschaften der hauptsächlich in Betracht kommenden Gewebe des Auges, der Linse und der Uvea mit den biologischen Eigenschaften der anderen Körpergewebe zu vergleichen und erneut einer genauen Analyse daraufhin zu unterwerfen, wieweit sie imstande sind, gegen sich eine Antikörperbildung hervorzurufen. Es wurden stets Präzipitation, Komplementbildung und Anaphylaxie parallel geprüft. Das Auftreten von Immunkörpern bei Immunisierung mit artgleichem Gewebe (Isoantikörperbindung) wird bestätigt. Bei der Immunisierung mit Uvea und Linse erhält man ein Antiserum, welches neben einem gewissen Grad von Organspezifität auch eine deutliche Artspezifität erkennen läßt. Sehr genau wurden schließlich die spezifischen Eigenschaften der erwachsenen und embryonalen Organe vergleichend geprüft, wobei bewiesen wird, daß die mit embryonalen Organen (Linse, Uvea, Niere, Leber, Hirn) hergestellten Antisera in erster Linie artspezifisch sind. Die Substanzen, die im biologischen Versuch die Produktion der sogenannten organspezifischen Antikörper anregen, treten erst später mit der Funktionsübernahme der einzelnen Organe auf, wodurch das Protoplasma ihrer Zellen derart verändert wird, daß dieselben andere neue antigene Eigenschaften erhalten. In dieser Auffassung stimmen die Autoren mit Krusius überein, der bezüglich der Linse und verschiedener Hautgebilde auf Grund seiner Anaphylaxieversuche zu einem ähnlichen Resultat gekommen ist.

Praktisch läßt sich aus diesen Untersuchungen die Konsequenz ableiten, daß die für Linse und Uvea vindizierte qualitative Sonderstellung nicht zu Recht besteht, sondern daß sich diese bezüglich ihrer antigenen Eigenschaften im Prinzip ebenso verhalten wie die anderen Organe des Körpers.

Autoreferat.

Basler, Ad., Über die Verschmelzung von zwei nacheinander erfolgenden Lichtreizen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLIII, 1912, p. 245).

Wie schnell sich periodisch erfolgende Lichtreize in der Zeiteinheit wiederholen müssen, damit sie unter verschiedenen Bedingungen als gleichmäßige Belichtung von der mittleren Helligkeit erscheinen, ist schon eingehend untersucht worden; es existiert eine erdrückende Literatur. So beträgt nach Helmholtz die Zeitdauer einer ganzen Periode $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{30}$ Sekunde, die eine einheitliche Empfindung zustande bringt. Verf. hat sich nun gefragt: Was geschieht bei Doppelreizung, wenn es sich nur um zwei nacheinander erfolgende Lichtreize handelt? Sollen diese als getrennt erkannt werden, dann muß ein gewisser zeitlicher Zwischenraum sich zwischen diesen befinden. Muß nun das Intervall, damit die beiden Reize zu einem einzigen verschmelzen, gleich groß, größer oder kleiner sein als bei den Versuchen der ersten Art?

Aus den Versuchen geht hervor, daß zwei zeitlich nacheinander erfolgende Lichtreize bei viel größerer Intermittenzzeit verschmelzen können als eine ganze Reihe von Reizen der gleichen Art. Die Intermittenzzeit, bei der Verf., günstige Beleuchtung vorausgesetzt, Doppelreize gerade noch als getrennt erkannte, betrug 0,083 Sekunde. Bei Serienreizung dagegen sah er bei einer Intermittenzzeit von 0,033 Sekunde noch deutliches Flimmern. Es scheint der Fall vorzuliegen, daß bei mehrfacher Wiederholung des Experimentes die Nachwirkungen der einzelnen Reize kürzer werden als bei nur einmaliger Reizung.

O. Zietzschmann (Zürich).

Bauer, V., Über das Verhalten des Sehpurpurs beim Tagessehen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLI, 1911, p. 479).

Verf.s Untersuchungen bezweckten, eine Antwort auf folgende Frage zu geben: Sind die Stäbchen mit ihrem Sehpurpur, wie v. Kries annimmt, nur ein Dämmerungsapparat, oder spielt der Sehpurpur die gleiche Rolle eines Empfangsstoffes sowohl bei schwacher wie bei starker Tagesbeleuchtung, indem den wechselnden Anforderungen durch die von Hering an-

genommene Adaptationsfähigkeit Rechnung getragen wird? Mit einiger Wahrscheinlichkeit stellt sich nach den Untersuchungen Verf.s der Purpurstoffwechsel folgendermaßen dar: Bei der Bleichung des Sehpurpurs entstehen Zersetzungsprodukte, welche teils mit der Nervensubstanz in Reaktion treten und deren Erregung hervorrufen, teils auf das der Netzhaut anliegende sekretorische Epithel einwirken, indem sie es zur Sekretion von Regenerationsstoffen veranlassen, die den ausgebleichten Purpur ersetzen, bzw. wiederaufbauen. Dieser Verbrauch und Wiederaufbau findet nicht nur im schwachen Dämmerlicht, sondern ebenso in heller Tagesbeleuchtung statt. Das läßt sich an isolierten Bulbis zeigen, in denen die Restitutionskraft des sekretorischen Epithels, auf dessen regenerierender Tätigkeit die scheinbare Indolenz der in situ befindlichen Netzhaut beruht, durch die Isolierung vom Tier allmählich erschöpft wird. Tritt nach vorausgehender Verdunkelung plötzlich starke Belichtung und entsprechend reichliche Bildung von Bleichungsprodukten ein, so reicht die Restitutionskraft des sekretorischen Epithels anfangs nicht aus, um den starken Verbrauch zu kompensieren. Allmählich erfolgt jedoch Adaptation, und zwar steigern sich die Restitutionsprozesse nicht nur bis zur Kompensation des Verbrauchs, sondern darüber hinaus: die durch plötzliche starke Belichtung anfangs ausgebleichte Netzhaut färbt sich allmählich wieder rot. Für die erreichbare Restitutionsgeschwindigkeit des Purpurs besteht natürlich eine obere Grenze. Wird die Zersetzung übermäßig gesteigert, so kann der stärkste Ersatz, den das Epithel zu leisten imstande ist, das gestörte Gleichgewicht nicht wieder herstellen, und die Netzhaut bleibt dauernd bleich gefärbt. Eine Anreicherung mit Purpur kann dann erst wieder nach Herabsetzung der Lichtintensität eintreten. Nach völliger Verdunkelung dauert der Purpurersatz fort, jedoch mit geringerer Geschwindigkeit als bei Belichtung. Bei dauernder Dunkelheit klingen die Regenerationsprozesse, wahrscheinlich infolge des Fehlens der zu ihrem Anreiz notwendigen Zersetzungsprodukte, allmählich ab.

Hiernach wird man der auch sonst gut gestützten Heringschen Auffassung den Vorzug geben müssen, welche im Stäbchenpurpur einen Bestandteil der Netzhaut sieht, der nicht nur in einem zu normaler Tätigkeit kaum ausreichenden Dämmerlicht seine Rolle spielt, sondern vor allem auch bei heller Tagesbeleuchtung, bei der sich die Leistung unseres Sehorganes erst voll entfaltet, und der den wechselnden Anforderungen durch die, wie es scheint, allen lebendigen Substanzen zukommende Adaptationsfähigkeit Rechnung trägt.

O. Zietzschmann (Zürich).

Baumann, C., Beiträge zur Physiologie des Sehens. IV. Mitteilung. Subjektive Farbenercheinungen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLVII, 1912, p. 543).

Subjektive Farbenercheinungen lassen sich mit rotierender Scheibe erzeugen, die schwarz-weiß usw. bemalt sind. Aus den Versuchen Verf.s ergibt sich deutlich, daß beim raschen Wechsel von Hell und Dunkel Farben wahrnehmbar sind, und zwar wenn Dunkel an die Stelle von Hell tritt, dunkelviolette und blaue Töne, im umgekehrten Falle braunrote und rote Töne. Für gelbe und grüne Töne genügen Wirkungen, welche weniger eindrucksvoll sind, als die für blaue und rote Töne.

In der Natur finden sich Erscheinungen gleicher Art. Das Blau der Gebirge und der Ferne, das Blau des Himmels, der rotbraun erscheinende schwarze Qualm der Schornsteine werden hervorgerufen dadurch, daß in den ersteren Fällen ein helles Bild auf dunklem Grunde auf die Netzhaut fällt, im letzten Falle ein dunkles mit hellem Grunde.

Für die Beobachtung der Blauwirkung sind auch die drei schwarzen Kreise auf den gelben Automobilwarnungstafeln an den Straßen geeignet. Bei staub- und dunstfreier Atmosphäre sehen diese Kreise rein schwarz aus; sobald aber Staub oder Dunst in der Luft schweben, erscheinen sie mehr oder minder schwarzblau, wie man beim Vorübergehen wahrnehmen kann. Selbst wenn für das Auge der Staub in der Luft noch nicht wahrnehmbar ist, wird dessen Anwesenheit durch die Blauwirkung verraten.

O. Zietzschmann (Zürich).

Blatt, P., Optische Täuschung und Metakontrast (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLII, 1911, p. 396).

Es galt zu untersuchen, ob die an der Zöllnerschen Figur beobachtete optische Täuschung auch dann auftritt, wenn die beiden Komponenten derselben, die Bilder vertikaler und die der sie durchkreuzenden schrägen Stäbe, nicht gleichzeitig, sondern nacheinander in das Auge fallen, und zwar nicht bloß unmittelbar nacheinander, sondern mit Einschaltung einer variablen Pause. Die Resultate sind: Die Zöllnersche Figur ergibt die bekannte optische Täuschung auch dann, wenn ihre beiden Komponenten nicht gleichzeitig, sondern, selbst mit Einschaltung einer nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehenden Dunkelpause, nacheinander auf denselben Anteil der Netzhaut fallen. Die Größe der zulässigen Grenzpause hängt von der Beleuchtungsstärke ab und liegt innerhalb Bruchteilen einer Sekunde. Daraus scheint dem Verf. zu folgen, daß die optische Täuschung beim Zöllnerschen Muster und wahrscheinlich auch bei den anderen bekannten geometrischen Figuren, nicht auf einem

„psychischen“ Kontrast, d. h. nicht auf kortikalen Vorgängen im Gebiete der Sehsphäre, beruhen, in dem Sinne etwa einer Abstumpfung unserer Auffassung gewisser Richtungen durch vorübergehende oder gleichzeitige Eindrücke anderer Richtungen. Es ist anzunehmen, daß die gedachte Täuschung bei der Zöllnerschen Figur durch Vorgänge peripher von der Hirnrinde zustande kommt. Bei nacheinander erfolgender Exposition der beiden Bildkomponenten handelt es sich also um eine Erscheinung analog jener des Metakontrasts, d. h. um die gegenseitige Beeinflussung nebeneinander gelegener Netzhautstellen durch nacheinander wirkende Reize.

O. Zietzschmann (Zürich).

Brücke, E. Th. v., und Inouye, N., Über die Anordnung der homogenen Lichter auf der Mischlinie des Rotgrünblinden mit unverkürztem Spektrum (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLI, 1911, p. 573).

Ausgehend von der Auffassung der homogenen Lichter als Urvalenzgemische nach Hering werden in der vorliegenden Arbeit die homogenen Lichter auf Grund spektraler Gleichungen für den Rotgrünblinden so auf einer „Mischlinie“ angeordnet, daß die eine Hälfte der Mischlinie die blauwertigen, die andere die gelbwertigen Lichter umfaßt. Dabei ist die Größe der den Lichtern entsprechenden bunten Valenzen (Größe ihrer Blau- bzw. Gelbvalenz) eine lineare Funktion des Abstandes der Lichter von der Mitte der Mischlinie (dem neutralen Punkte des Spektrums), und die Weißvalenz der Lichter ist eine lineare Funktion ihres Abstandes von dem irgendwo in der Verlängerung der Mischlinie gelegenen Punkte, in welchem die Linie der Weißvalenzen die Mischlinie schneidet.

O. Zietzschmann (Zürich).

Brückner, A., Zur Lokalisation einiger Vorgänge in der Sehsinns substanz (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLII, 1911, p. 241).

Aus Verf.s Untersuchungen läßt sich entnehmen, daß auf dem Gebiete der Gesichtsempfindungen die Vorgänge, welche den Kontrastercheinungen zugrunde liegen, nicht in der Retina zustande kommen, sondern wahrscheinlich im Corpus geniculatum externum oder in der Sehrinde. Bei dieser Lokalisation stützt sich Verf. auf die Tatsache, daß am blinden Flecke, der ja im peripheren Neuron nicht vertreten ist, Kontrastercheinungen zu beobachten sind. In gleichem Sinne sind auch die Kontrastercheinungen zu denken, wie sie in pathologischen Fällen vereinzelt an Skotomen beobachtet worden sind. Ob die geringere Unstimbarkeit der Maculagegend auf ihrer Doppelvertretung

im Zentralorgan beruht, bedarf noch näherer Prüfung. Bestätigt sich diese Annahme, so wäre die Sehrinde mit Wahrscheinlichkeit als der Ort anzusehen, an dem sich die den Kontrasterscheinungen zugrunde liegenden Prozesse abspielen.

Ob auch die den Nachbilderscheinungen zugrunde liegenden antagonistischen Vorgänge und damit überhaupt die antagonistischen Prozesse in der Sehsinns substanz im Sinne von Hering (Dissimilation und Assimilation) sich lediglich im gleichen Niveau abspielen, läßt sich zurzeit mit Sicherheit noch nicht entscheiden. Es ist aber mit Rücksicht auf die mit ihnen ja eng verwandten Kontrasterscheinungen naheliegend anzunehmen, daß mindestens nicht alle Vorgänge, die den Nachbilderscheinungen zugrunde liegen, in der anatomischen Netzhaut zustande kommen.

Eine Reihe von Beobachtungstatsachen spricht auch dafür, daß die Hell-Dunkeladaptation nicht lediglich auf Vorgängen im peripheren Organ beruht, sondern daß auch hierbei Prozesse in zentraleren Teilen der Sehbahn mitwirken.

O. Zietzschmann (Zürich).

Edridge-Green, F. W., Dichromatisches Sehen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CXLV, 1912, p. 298).

Verf. bezeichnet diejenigen als „dichromat“, die nur die Empfindung von zwei bestimmten Farben und von Weiß haben. Er prüfte eine Anzahl von Haupttatsachen des dichromatischen Sehens, um zu sehen, wie sie mit präexistierenden Ansichten übereinstimmen. Seine Schlüsse sind folgende:

1. Es gibt viele Grade und Abarten des dichromatischen Sehens.
2. Es gibt keine zwei streng umschriebene Arten des dichromatischen Sehens, sondern unzählige Übergangsformen zwischen beiden.
3. In vielen Fällen werden genau dieselben Fehler gemacht von denen mit und von denen ohne Defekt der Rotperzeption, solange die Strahlen, für die der Mangel besteht, nicht mitbeteiligt sind.
4. Alle Dichromaten sind nicht in gleichem Grade farbenblind, d. h. der eine kann ein viel besseres Wahrnehmungsvermögen für Farbenton haben als der andere.
5. Dichromatisches Sehen kann kompliziert sein mit Defekt der Helligkeitsperzeption, wie er auch bei Nichtdichromaten vorkommt.
6. Dichromaten können eine Helligkeitsperzeption und -kurve haben ähnlich der des Normalen.
7. Viele Dichromaten machen ganz korrekte Farbengleichungen und suchen die zusammengehörigen Farben richtig aus, vorausgesetzt, daß die betreffenden Farben nicht zu nahe beieinander im Spektrum stehen.

8. Der Grad der Farbenblindheit schwankt mit dem Gesundheitszustand.

9. Das Farbenunterscheidungsvermögen ist bei Dichromaten im ganzen vermindert.

10. Das dichromatische Sehen scheint auf einem Mangel an Farbdifferenzierung zu beruhen, der wahrscheinlich einer früheren Stufe der phylogenetischen Entwicklung entspricht.

11. Die zwei Farben, die gesehen werden, sind Rot und Violett.

O. Zietzschmann (Zürich).

v. Frisch, K., Über den Farbensinn der Bienen und die Blumenfarben (Münchner med. Wochenschr., 1913, 1).

Durch Versuche mit verschieden gefärbten und verschieden hellen Papieren kam Verf. zu dem Ergebnis, daß die Bienen Farbensinn besitzen. Gelbe und blaue Papiere wurden zwischen grauen Papieren von verschiedener Helligkeit ausgelegt. Die farbigen Papiere wurden von den Bienen besucht, gleichviel ob sich auf ihnen ein Schälchen mit Zuckerlösung befand oder nicht. Dagegen wurden die grauen Papiere von den Tieren gemieden. Ebenso mieden sie rein rote Papiere; suchten aber jene roten Papiere auf, die mit gelb oder blau gemischte Farben zeigten. Verf. zeigt an Beispielen aus der Natur, daß sich die Bienen ähnlich auch blühenden Pflanzen gegenüber verhalten. *F. Ruhwandl (München).*

Grynfeltt, E., Sur l'anatomie comparée de l'appareil de l'accommodation dans l'œil des vertébrés (Compl. rend. de l'association des anatomist. Bruxelles, XII, p. 76).

Aus Verf.s vergleichender Studie geht hervor, wie wenig die Schulmeinung gestützt ist, nach der man den vermeintlich muskelfreien Ciliarkörper der Fische dem anderer Wirbeltiere gegenüberstellt, der mit mehr oder weniger komplizierter Muskulatur ausgestattet ist. Es ist ersichtlich, daß die Knochenfische mit wenig Ausnahmen auch im Ciliarkörper Muskelfasern besitzen. Sie fehlen nur bei wenig Arten, von denen man weiß, daß sie nicht akkomodieren. Die Schlußsätze lauten:

1. Das Corpus ciliare enthält bei allen Vertebraten, die eine sichere Akkommodation zeigen, Muskelfasern.

2. Bei den Knochenfischen, bei denen die Akkommodation durch einen Retractor lentis oder einen Muskel in die Campanula Halleri besorgt wird, sind die Fasern des Musculus ciliaris auf einzelne Bündelchen des corneo-chorioidealen Musculus tensor chorioideae reduziert, dessen Rolle vor allem darin zu liegen scheint, daß er Chorioidea und Retina

mit Glaskörper gespannt erhält. Die pupillenseitigen Teile dieser Membranen setzen der Verschiebung des Glaskörpers zur Zeit der akkommodativen Bewegungen der Linse einen Widerstand entgegen.

3. Bei den anderen Wirbeltieren (exkl. den Ophidiern) findet man immer diese corneo-chorioidealen Fasern. Aber der Ciliarmuskel wird durch Anlagerung anderer Fasern komplizierter — der corneociliaren Fasern (des Protraktors der Amphibien, des Radiärmuskels der Säuger) oder der corneoscleralen Fasern (des Cramptonschen Muskels bei Vögeln z. B.). Sie wirken insbesondere auf das Corpus ciliare und mehr direkt auf die Linse, da die Zonula an diesem Teile des Uvealtrakts in der Hauptsache entspringt. Diese Fasern sind dann fast exklusiv akkommodatorisch. Bei den Knochenfischen, deren Organisation des Auges ganz abweichend ist, sind diese Fasern physiologisch ersetzt durch den Retractor lentis.

O. Zietzschmann (Zürich).

***Gullstrand, A.,** Einführung in die Methoden der Dioptrik des Auges des Menschen (Leipzig, S. Hirzel, 1911, 180 Seiten, 20 Fig. im Text. Preis 6 Mk.).

Dieses Buch des schwedischen Ophthalmologen und Mathematikers bietet eine vielseitige und äußerst gediegene Bereicherung der exakten Methodik zur Untersuchung optischer Systeme. Der Physiologe, der Kliniker und der Physiker werden an dem Buche einen zuverlässigen Berater finden. Die Bezeichnung „Einführung“ will mir fast als zu bescheiden gewählt erscheinen. Das Buch setzt immerhin nicht nur gründliche Kenntnisse der Mathematik, auch der Analysis, voraus — obgleich es alle Formeln und Begriffe und Behandlungsarten ableitet — sondern vor allem auch eine gewisse Schulung im geometrisch-optischen Denken. Diese Voraussetzungen geschehen stillschweigend. Die Souveränität der Behandlung des schwierigen Stoffes ist bewunderungswürdig. Der Hauptteil des Buches ist die allgemeine Dioptrik. Hier wird alles gesagt, erläutert, streng exakt formuliert, was in den folgenden Abschnitten den objektiven und subjektiven Beobachtungsmethoden unterworfen wird. Was mir für die vergleichende Ophthalmologie besonders wichtig und anwendungswert erscheint, sind die Messungsmethoden, insbesondere die photographische Ophthalmometrie, welche vom Verf. erfunden und von ihm und Blix angewandt und ausgebaut wurde. — Diese Methode ist offenbar die exakteste, welche denkbar ist, und hat außerdem Vorteile der Einfachheit.

Den Schluß des Bandes bildet eine Übersicht spezieller Methoden zur Erforschung des Akkommodationsmechanismus. Hier werden insbesondere die Beobachtungen von Heß und Heine erwähnt und bewertet,

ferner auch die Arbeiten von Tscherning und v. Pflugk erwähnt. Zur exakten Erforschung physiologischer Vorgänge und anatomischer Zustände, soweit optische Fragen und insbesondere optische Methoden dabei eine Rolle spielen, ist Verf.s Buch unentbehrlich; sein besonderer ideeller Wert liegt darin, daß uns die mathematische Behandlung der Einzelprobleme die so notwendige Kritik der Genauigkeit und der Deutung der Resultate einpflanzt.

Wychgram (Kiel).

Hamburger, C., Zur Theorie der interokularen Saftströmung (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Verf. bekämpft die Auffassung, daß der Abfluß aus dem Auge durch Filtration erfolge, er hält diesen Abfluß für einen rein resorptiven Vorgang wie in jeder andern Körperhöhle: hierfür sprächen die vitalen Versuche mit indigschwefelsaurem Natron, welches, in die Vorderkammer eingeführt, fast ausschließlich von den Irisgefäßen aufgesogen wird, während der sogenannte Hauptabflußweg: der Schlemmsche Kanal, sich nur in minimaler Weise färbt, entsprechend seinem unbedeutenden Querschnitt.

Verf. hat diese, inzwischen von Knape-Helsingfors bestätigten Versuche jetzt auch an iridektomierten Augen angestellt unter Drucksteigerung bis zu 50 mm Quecksilber (Manometer). Der Theorie zufolge müßte am stärksten die Narbengegend gefärbt sein, spricht man doch direkt von Filtrationsnarbe.

Ergebnis: Von der ganzen Zirkumferenz der Vorderkammer ist die Narbe gerade am wenigsten durchlässig und am schwächsten gefärbt (Demonstration der Versuchsanordnung und der mikroskopischen Präparate.)

Um etwaigen Einwänden gegen die Leistungsfähigkeit des Farbstoffes zu begegnen, demonstriert Verf. ein mit diesem Farbstoff gewonnenes Nierenpräparat nach Rudolf Heidenhain:

Die Tubuli contorti sind tiefblau, die Glomeruli hingegen, in denen der Farbstoff gerade am langsamsten fließt, mithin die beste Gelegenheit zu diffundiblem Austritt hätte, sind blaß und ungefärbt, mit andern Worten: der Farbstoff färbt nicht wahllos, sondern nur elektiv, nur diejenigen Zellen und Gefäße, deren Wände er passiert, ist also vorzüglich qualifiziert vitale Saftströmungen anzuzeigen.

Autoreferat.

***Heß, C.,** Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes (Abdruck aus „Handbuch der vergleichenden Physiologie“, herausg. von H. Winterstein, Bd. 4, Jena, G. Fischer, 1912, 299 pag. Mit 3 Tafeln und 45 Fig. im Text. 11 M.).

Dieses erste Unternehmen, die Ergebnisse vergleichend physiologischer Forschung auf dem Gebiete des Sehorgans zusammenhängend zu bearbeiten, ist um so bemerkenswerter, als es von demjenigen Manne ausgeht, der in zahlreichen Arbeiten, vornehmlich der letzten zehn Jahre, überhaupt erst die Möglichkeit geschaffen hat, einen solchen Versuch zu unternehmen. Eine nähere Besprechung des bedeutenden Buches in diesen Blättern erscheint wohl selbstverständlich.

Außer der Schilderung von durch den Autor bereits anderweitig veröffentlichten Befunden enthält das Werk auch zahlreiche neue Einzelheiten, und es muß wegen ihrer Fülle leider darauf verzichtet werden sie hier so hervorzuheben, wie sie es verdienen. Es handelt sich dabei unter anderem auch um eine ganze Anzahl anatomischer Daten, wie sie bei der nahen Beschäftigung mit den betreffenden Sehorganen dem Auge des geübten Beobachters sich aufdrängten. Ebenso wenig wie der Physiologe wird daher in Zukunft der vergleichende Anatom und Zoologe an dem Heßschen Buche vorübergehen können.

Der erste, umfänglichste Teil behandelt den Lichtsinn in der Tierreihe vom Standpunkt der wissenschaftlichen Farbenlehre. Verf. erklärt die bisherigen mageren und falschen Ergebnisse auf diesem Gebiet durch Anwendung unzureichender Methoden und die fast ausnahmslose Unkenntnis der Farbenphysiologie seitens der Beobachter.

Verf. konnte zuerst mit seinen Methoden die Frage nach dem Lichtsinn der Tiere aus einheitlichen Gesichtspunkten klären und bestimmte Beziehungen zu dem Lichtsinn des Menschen feststellen.

Auf Grund der bezüglichen Beobachtungen, die sich bisher auf Vertreter aller Wirbeltierklassen erstrecken, lassen sich sämtliche untersuchten Tierarten in zwei große Gruppen teilen: Die erste umfaßt Amphibien, Reptilien, Vögel und Säuger, die zweite die Fische und alle bisher daraufhin untersuchten Wirbellosen. Die erste Gruppe verhielt sich bei allen Versuchen so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind, wie jene des normalen Menschen; die zweite Gruppe verhielt sich so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind, wie jene der total farbenblinden Menschen.

Bei den Fischen und Wirbellosen stimmen die Kurven der relativen Reizwerte der verschiedenen homogenen Lichter annähernd oder genau überein mit der Helligkeitskurve für den total farbenblinden Menschen bei jeder Lichtstärke und für den dunkeladaptierten normalen Menschen bei entsprechend schwachem Reizlichte. Während bisher die Meinung herrschend war, der Farbensinn zeige in der Tierreihe weite Verbreitung,

lehren die Untersuchungen des Verf.s, daß ein dem unsrigen vergleichbarer Farbensinn auf die luftlebenden Wirbeltiere beschränkt, das Vorkommen eines solchen bei allen andern bisher untersuchten Tieren dagegen auszuschließen ist.

Die Untersuchungsmethoden waren im wesentlichen folgende: Das Studium der zum Hellen gehenden Tiere im Spektrum war ergebnisreich bei vielen wirbellosen und jungen Fischen. Die Prüfung der Pupillenreaktion erwies sich insbesondere bei Untersuchung der Cephalopoden von großem Werte, bei Vögeln konnte sie zur Bestätigung und Erweiterung der Ergebnisse herangezogen werden, die sich besonders auf Fütterungsversuche gründeten. Die durch Bestrahlung mit verschiedenen farbigen Lichtern ausgelösten fluchtartigen Bewegungen gaben über den Lichtsinn bei Amphioxus, die durch Lichtstärkenverminderung veranlaßten Bewegungen über den bei *Culex*-Larven und bei *Balanus*, die Retraktionsbewegungen bei Belichtung der Siphonen über jenen bei augenlosen Muscheln wichtige Aufschlüsse. Die Fütterung in mit farbigen Lichtern durchstrahlten Behältern und die Methode der Attrappen auf andersfarbigem Grunde führten bei Fischen zur Bestätigung und Erweiterung der auf anderen Wegen erhaltenen Befunde.

Wichtig sind auch die messenden Versuche des Verf.s über die von ihm nachgewiesene Adaptationsfähigkeit der Augen zahlreicher Tiergruppen, die weitgehende Irrtümer zu berichtigen berufen sind.

Im zweiten Teil kommen die Dioptrik und die sichtbaren Lichtwirkungen am Sehorgan zur Besprechung.

Bei der Linse ist vor allem der diskontinuierlich (Heß, Ref.) von außen nach innen wachsende Brechungsindex zu erwähnen. Wichtige neue und interessante Beobachtungen werden bezüglich der Pupille und Pupillarreaktion in der Tierreihe mitgeteilt. Bezüglich des Tapetums wurde unter anderem beim Rind die Färbung als Interferenzerscheinung nachgewiesen und beim Säuger eine Fluoreszenz festgestellt.

Es würde zu weit führen, wollte man im Rahmen dieses Referates auf alle die zahlreichen, vom Verf. selbst beobachteten Details eingehen, die bei der Besprechung unserer heutigen Kenntnisse vom Sehpurpur, von der Pigmentwanderung, den Veränderungen im Neuroepithel, von der Sehschärfe, Refraktion und von den Augenbewegungen vorgebracht werden. Von dem weiten Blick und der scharfen Kritik des Verf.s zeugt auch der Abschnitt über das Sehorgan der Wirbellosen.

Der dritte und letzte Abschnitt des Heßschen Buches handelt von der Akkommodation. Die großen Verdienste des Verf.s um dieses Gebiet und seine geistvollen Untersuchungsmethoden sind bekannt. Kurz zu-

sammenfassend ist über die Akkommodation in den verschiedenen Tierklassen zu sagen:

Cephalopoden: Naheinstellung infolge Entfernung der starren Linse von der Netzhaut durch Zunahme des intraokularen Druckes bei sehr weichen Augenhüllen.

Fische: Ferneinstellung infolge Annäherung der sonst für die Nähe eingestellten starren Linse an die Netzhaut durch den Retractor lentis bei unverändertem intraokularem Druck.

Amphibien: Naheinstellung infolge Entfernung der starren Linse von der Netzhaut durch Muskelwirkung bei unverändertem intraokularem Druck.

Sauropsiden: Naheinstellung infolge Wölbungsvermehrung der zirkumpolaren Teile der Linsenvorderfläche durch Druck der Binnenmuskulatur auf die peripheren Teile der Linsenvorderfläche. Nebenbei Erhöhung des intraokularen Drucks.

Säuger: Naheinstellung infolge Wölbungsvermehrung der Linsenvorderfläche durch Entspannung des Ligamentum suspensorium der Linse ohne Veränderung des Augendrucks. *G. Freytag (München).*

Kahn, R. H., Über binokulare Vereinigung der eigenen Pupillen (Pflügers Arch. für die gesamte Physiologie, Bd. CXLV, 1912, p. 249).

Verf. beschreibt eine besondere Versuchsanordnung, um die beiden eigenen Pupillen binokular zu vereinigen. Diese Anordnung wird dazu benutzt, die Senkung der Linse bei angestrenzter Akkommodation infolge der Entspannung der Zonula (C. Heß) subjektiv zu beobachten, und zwar wird sie an der Verschiebung des eigenen Linsenbildes gegen das Hornhautbild in einem Winkelspiegel selbst beobachtet.

Man stellt mittels Zahn und Trieb ein Prisma so ein, daß das in einem Spiegel beobachtete Hornhautbildchen sich unterhalb des Linsenbildchens befindet. Beide mögen etwa um den doppelten Durchmesser des Linsenbildchens voneinander entfernt sein. Dann nähert man durch Verschieben den Spiegel langsam den Augen, bis das Linsenbildchen eben anfängt unscharf zu werden, und macht nun noch eine kräftige Akkommodationsanstrengung. Sogleich sinkt das Linsenbildchen herab und sitzt nun dem Hornhautbilde auf. Läßt man die Akkommodation nach, so steigt es wieder. Das Herabsinken des Linsenbildes kann im Sinne von Heß nur so aufgefaßt werden, daß die Linse bei stark angestrenzter Akkommodation nach unten sinkt. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Karplus u. Kreidl, Über die Pupillarreflexbahn (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Mai 1912, p. 586—588).

Im Traktus optikus sind nach Bumke und Trendelenburg die Pupillarfasern noch enthalten. Beide Autoren wiesen nach, daß nach Chiasmaablösung von der Hirnbasis bei der Katze die Pupillenreaktion erhalten bleibt. Sie erzielten bei einseitiger Traktusdurchschneidung hemianopische Starre, nach beiderseitiger Traktusdurchschneidung doppel-seitige Pupillenstarre. Die Verf. beobachteten, daß bei elektrischer Reizung des Chiasmas sowie des Traktus optikus Pupillenverengung auftritt. Diese Beobachtung deckt sich mit den Experimenten von Bumke und Trendelenburg. Weiter konnten die Verf. bei Katzen und Affen den experimentellen Beweis erbringen, daß die Pupillarfasern im Traktus optikus verlaufen, zwischen beiden Kniehöckern hindurchtreten, durch den Arm des vorderen Vierhügels ziehen, wo sie bis zum anterolateralen Rand verfolgt werden können. Die Auffassung von Bumke und Trendelenburg, daß die Pupillarfasern den Hirnschenkel durchbrechen bzw. ihn umgreifen, um zwischen beiden Hirnschenkeln zum zentralen Höhlengrau in die Höhe zu ziehen, ist nach den Verf. nicht zutreffend.

Katzen und Affen, bei denen die Pupillenfasern im vorderen Vierhügelarm beiderseits durchtrennt waren, konnten dauernd am Leben erhalten werden. Die Tiere zeigten vollkommene reflektorische Starre beider Pupillen, während die Reaktion bei Akkommodation und Konvergenz erhalten war.

R. v. Heuß (München).

Lasareff, P., Studien über das Weber-Fechnersche Gesetz. Einfluß der Größe des Gesichtsfeldes auf den Schwellenwert der Gesichtsempfindung (Pflügers Arch. für die gesamte Physiologie, Bd. CXLII, 1911, p. 235).

O. Zietzschmann (Zürich).

Lempp, Untersuchungen über die Ruhelage des Bulbus (Zeitschrift f. Augenheilk., 1912, Juni).

An 425 Personen jeden Alters, die über ausreichende Sehschärfe und Tiefenwahrnehmung verfügten, wurde vom Verf. die Ruhelage des Bulbus, d. h. diejenige Stellung, die den Augäpfeln durch Augenmuskeln und mechanische Verhältnisse der Orbita erteilt wird, untersucht. Es wurde das Maddoxstäbchen nach Skala verwendet. Dabei ergab sich, daß von

103 Emmetropen	$30\frac{1}{4}\%$	Orthophorie,	$39\frac{1}{2}\%$	Esophorie,	$30\frac{1}{4}\%$	Exophorie
193 Hypermetropen	$22\frac{2}{3}$	„	$46\frac{1}{3}$	„	31	„
129 Myopen	$23\frac{1}{3}$	„	$36\frac{1}{3}$	„	$40\frac{1}{3}$	„

Dabei nimmt Verf. an, daß von den Orthophorien noch ein Teil durch Fusion vorgetäuscht wird, so daß also der Prozentsatz von Heterophorien tatsächlich noch größer wäre.

Eine Abhängigkeit der Ruhelage von der Refraktion ist nicht zu erkennen. Das gleiche gilt nach den Untersuchungen des Verf. auch vom Alter.

F. Ruhwandl (München).

Minkowski, M., Zur Physiologie der Sehsphäre. (Pflügers Arch. für die gesamte Physiologie, Bd. CXXI, 1911, p. 171).

Die außerordentlich gründliche Publikation befaßt sich mit: Untersuchungsmethoden; Exstirpationen der Extremitätenregion; die Stelle A_1 von Munk und die Lehre von der Seelenblindheit; Exstirpationen der zweiten Windung (Gyr. ectolateralis et suprasylvius) der Konvexität des Occipitallappens; die Area striata; die Innervation des lateralsten Netzhautteiles; die vollkommene Rindenblindheit; die Projektion der Netzhaut auf die Hirnrinde; die elektrische Reizung des Occipitallappens und das optisch-motorische Feld. Die Experimente wurden an Hunden vorgenommen.

Die anatomischen Ergebnisse sind;

Da der oculomotorische Effekt bei elektrischer Reizung des Occipitallappens nach Anlegung eines Frontalschnittes erhalten bleibt, welcher den Occipitallappen von der motorischen Region abtrennt (Rosenbach, Munk und Obregia, Verf.s Versuch III und IV), so ist das Vorhandensein einer corticofugalen Bahn, welche den Occipitallappen mit den subcorticalen motorischen Kernen direkt verbindet, physiologisch sichergestellt. Auch anatomisch ist an dem Bestehen einer derartigen Bahn nicht zu zweifeln. v. Monakow läßt den corticofugalen Anteil der Sehstrahlung aus den großen Pyramidenzellen der Sehrinde (Meynertsche Solitärzellen) entspringen und im vorderen Zehnhügel, vielleicht auch im Corpus geniculatum externum sein Ende finden. Nach Probst zieht der corticofugale Anteil der Sehstrahlung im Stratum sag. med.; er splittert sich auf im Pulvinar, im Corpus geniculatum externum (nur zu einem geringen Teile), in den lateralen Sehhügelkernen, im oberflächlichen Mark und Grau des vorderen Vierhügels und im Brückengrau, wohin er durch die innere Kapsel und den occipitalen Anteil des Hirnschenkelfußes gelangt. Verf. hat ebenfalls einige Gehirne nach zirkumskripten Exstirpationen im Bereiche des Occipitallappens (entweder aus der Area striata oder aus der zweiten Windung der Konvexität) nach Marchi untersucht und die Angaben Probsts in allen wesentlichen Punkten bestätigt gefunden.

Aus den experimentellen Untersuchungen des Verf.s ergibt sich, daß

das optisch-sensorische Feld sich mit der Area striata deckt; anatomisch ausgedrückt bedeutet das, daß jene Fasern der Sehstrahlung, welche die erste eigentlich optische Empfindung vermitteln, in toto in dieses Rindengebiet einmünden; andererseits zeigt der elektrische Reizversuch, daß das optisch-motorische Feld mit der Area striata nicht zusammenfällt, sondern außerhalb derselben, wenn auch in unmittelbarer Nachbarschaft, sich befindet. Man muß danach annehmen, daß der corticofugale Anteil der Sehstrahlung wenn auch nicht ausschließlich, so doch wenigstens vorwiegend außerhalb der Sehrinde seinen Ursprung nimmt.

Wenn diese Auffassung richtig ist, so ist nach Exstirpationen aus der zweiten Windung der Konvexität des Occipitallappens (des optisch-motorischen Feldes) eine ausgiebigere Degeneration zu erwarten, als nach gleichgroßen Exstirpationen aus der Area striata, vorausgesetzt, daß nur die corticofugale Bahn degeneriert (und das dürfte der Fall sein, wenn man die Tiere 2 bis 3 Wochen nach der Operation tötet). In einem Falle, bei dem Verf. gleichgroße Stücke der Rinde links aus der Area striata, rechts aus der zweiten Windung der Konvexität des Occipitallappens exstirpiert hatte, traf dies zu. Besonders deutlich war der Unterschied bzgl. der Degeneration im Brach. quadr. ant. und im oberflächlichen Mark und Grau des vorderen Vierhügels, wo die Degeneration links nur unbedeutend, rechts beträchtlich war. Man darf wohl annehmen, daß diese Fasern zu den Augenmuskelkernen durch Vermittlung von Assoziationsneuronen in Beziehung stehen und das anatomische Substrat für die Übertragung von corticalen Impulsen auf die Kerne der Augenmuskelnerven bilden. — Daß diese Übertragung eine indirekte ist und „bestimmte Assoziationszellen zwischen die corticalen Verbindungs- und die Ursprungselemente der Augenbewegungen eingeschoben sind“, nimmt auch der Verf. an, und es dürfte vielleicht doch eine Erklärung für die Schwierigkeit der Auslösung von Augenbewegungen bei elektrischer Reizung des Occipitallappens gegeben sein. Jedenfalls scheint das anatomische Ergebnis mit dem elektrischen darin übereinzustimmen, daß eigentliche Foci von motorischen Elementen für corticale Augenbewegungen außerhalb der Area striata (des optisch-sensorischen Feldes) liegen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Münch, K., Zur Mechanik der Irisbewegung. (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., April 1912, p. 443—450).

Verf. geht in seinen Darlegungen aus von einem Aufsatz Hesses, „Beitrag zur Mechanik der Irisbewegung“. Hesse schloß auf Grund eines beobachteten Falles, daß der statische Gleichgewichtszustand der Iris bei weiter

Pupille gegeben sei, während nach des Verf.s Ansicht dieser Zustand in einer mäßigen Miosis bei ca. 2,5 bis 3 mm Pupillendurchmesser besteht. Hesse schloß weiter aus einem Fall, daß die Notwendigkeit, einen Dilatator zu suchen, der stärker ist als sein Antagonist, nicht mehr bestehe. Demgegenüber betont Verf., daß auf Grund seiner eingehenden von Engelmann, Leber, Axenfeld u. a. anerkannten, von Leuber und Schock nachgeprüften Befunde das Gewebe der mittleren Augenhaut — das Stromazellennetz — muskulöser Natur sei, daß eine Endausbreitung des Nerv. sympathicus in den Muskelfibrillen sicher besteht.

Hesse beobachtete an einem Auge, das infolge eines retrobulbären operativen Eingriffes von jeder Verbindung mit dem nervösen Zentralorgan abgeschnitten war, daß die Pupille während vier Jahren 2 mm weit war, spontan ihre Weite nie änderte, sich dagegen durch Kokain und Atropin auf 6,5 mm erweiterte. Hesse sah in der engen Pupille den Ausdruck des Muskelgleichgewichtes der Iris, d. h. der Überlegenheit des Sphincters über den Dilatator. In der kritischen Würdigung des Falles weist Verf. daraufhin, daß zwar ein Einfluß von seiten des Gehirns und des sympathischen Halsganglions ausgeschaltet war, daß aber sehr wahrscheinlich periphere Nerveneinflüsse mitspielten. Aus der Tatsache, daß in dem Auge dichte Glaskörpertrübungen als Folge einer akuten bzw. chronischen Uveitis, ein erworbenes Ektropium vorhanden war, schließt Verf., daß in dem Auge bedeutende pathologische Vorgänge bestanden, die sowohl mechanische wie auch toxische Reizungen in den Ciliarnerven der Iris setzen mußten, somit auch konstante Veränderungen in der Pupillenweite herbeiführen könnten. Endlich war nicht mit Sicherheit zu schließen, ob die Durchschneidung der Nervenstämmе vor oder hinter dem Ganglion ciliare erfolgte, so daß eine Erhaltung des Ganglion, ebensogut aber auch eine Läsion desselben und die aus beiden Möglichkeiten resultierenden Folgen für die Pupillenweite nicht abzuschätzen waren. — Nach all diesen Erwägungen kann Verf. dem Fall Hesses nicht den Wert einer physiologischen Versuchsanordnung zusprechen, somit auch die Schlußfolgerungen nicht anerkennen. Er zieht zur weiteren Beweisführung die Leichenpupille heran; sie bildet nach Verf. das beste und einwandfreieste Material zur experimentalen Entscheidung der Frage nach dem Bestehen eines Dilatator iridis. Aus dem Verhalten der Leichenpupille folgt: 1. die anfängliche Mydriasis ist der Ausdruck des reinen Muskelgleichgewichtes, also Übermacht des Dilatatoronus über Sphinctertonus. 2. die schließliche Miosis ist der Ausdruck des statischen Gleichgewichtes von Hesse, des Ruhezustandes der Iris nach Ausschaltung aller Muskelkräfte.

Verf. geht weiterhin noch auf die Ergebnisse seiner biologischen Untersuchungen über die muskuläre Beschaffenheit des Irisstromas und deren Würdigung durch Engelmann ein. Er stellt fest, nachgewiesen zu haben, daß Querstreifung, fibrilläre Struktur, Zerklüftung des ganzen Zelleibes in Fibrillenbündel und Innervation in Form typischer Endapparate in der Muskelfaser des Irisstromas vorhanden sind und beansprucht nicht nur entsprechende Würdigung dieser langjährigen Untersuchungsergebnisse, sondern verspricht auch weitere praktische Folgerungen aus seinen Befunden (s. auch Schock, Die Endausbreitung des Nerv. sympathicus in der Iris. Dieses Archiv, 1910, Bd. I, 293—312).

R. v. Heuss (München).

Schanz, F., Apparat zur Beobachtung der Fluoreszenz am eigenen Auge und der Beeinträchtigung der Sehschärfe durch das Fluoreszenzlicht (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Ein schwarzer Kasten hat in der einen Seitenwand ein dunkelblaues Glas, an der Rückwand einen Spiegel. Hält man diesen Kasten wie ein Stereoskop an das Gesicht und stellt sich so an das Fenster, daß diffuses Tageslicht durch die blaue Glasscheibe auf das Auge fällt, so sieht der Beobachter im Spiegel seine Pupille hellgrau leuchten, das Auge sieht aus, als litte es an reifem grauen Star.

Erklärung: Durch das blaue Glas wird dem diffusen Tageslicht ein großer Teil der sichtbaren Strahlen entzogen, während die blauen, violetten und ultravioletten das Auge treffen. Von diesen Strahlen erregt nur ein Teil direkt die lichtempfindlichen Teile der Netzhaut, ein anderer Teil wird in den Augenmedien, vor allem in der Linse und Netzhaut, in Licht größerer Wellenlänge umgewandelt, diese Augenteile fluoreszieren. Die Linse fluoresziert so lebhaft, daß die Pupille hellgrau erscheint. Besonders schön ist das Phänomen, wenn man den Versuch so aufstellt, daß direktes Sonnenlicht oder das Licht einer elektrischen Bogenlampe auf das Auge fällt. Das Fluoreszenzlicht strahlt aus der Pupille heraus, wird im Spiegel reflektiert, geht jetzt durch die fluoreszierende Linse und Netzhaut hindurch und wird von den lichtempfindlichen Elementen als grauer Fleck wahrgenommen. Ebenso wie die Linse ihr Fluoreszenzlicht nach außen strahlt, strahlt sie dieses auch gegen die Netzhaut. Es muß diese Strahlung die Netzhaut noch stärker erregen als das Fluoreszenzlicht, das der Beobachter im Spiegel wahrnimmt.

Der Versuch lehrt: Schon diffuses Tageslicht enthält viele Strahlen, welche nicht direkt als Licht wahrgenom-

men werden, die aber indirekt als Fluoreszenzlicht einen nicht unerheblichen Reiz auf die Netzhaut ausüben. Zu bedenken ist dabei, daß von diesen Strahlen außerdem noch ein großer Teil die lichtempfindlichen Elemente erreicht, ohne sie direkt oder indirekt als Licht zu erregen. Wirkungslos sind sie keinesfalls, wir wissen nur, daß sie bei sehr intensiver Einwirkung Veränderungen im Gewebe der Netzhaut hervorzurufen vermögen, wie sie am eingehendsten von Birch-Hirschfeld geschildert worden sind.

Stellt man bei der Beleuchtung durch direktes Sonnenlicht oder durch das Licht einer Bogenlampe im Apparat eine Leseprobe so auf, daß sie sich neben dem Auge spiegelt, so sieht man über dem Bild der Schrift einen Schleier liegen, der durch das Fluoreszenzlicht veranlaßt wird und der schwindet, wenn man vor die Lichtquelle ein Glas hält, das die kurzwelligen Strahlen absorbiert.

Erwähnt sei hier noch, daß die Einschaltung einer gewöhnlichen Glasplatte (Fensterscheibe, Brillenglas) den Versuch nicht beeinflusst. Es sei dies besonders betont, weil neuerdings Jeß in seiner Arbeit über die Blendungserscheinungen bei der letzten Sonnenfinsternis die Meinung äußert, daß durch Vorhalten von gewöhnlichem Glas die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Netzhaut beeinflusst werden könne.

Redner ist derjenige, der besonders auf die Schädlichkeit der ultravioletten Strahlen der künstlichen Lichtwellen hingewiesen hat. Er hat zuerst gezeigt, daß es dabei nicht nur auf die Quantität, sondern auch auf die Qualität dieser Strahlen ankommt. Das Licht unserer intensiveren künstlichen Lichtquellen enthält kurzwellige Strahlen, die in dem Tageslicht bei uns nicht enthalten sind. Ihr Spektrum ist nach der ultravioletten Seite hin wesentlich länger als das des Tageslichtes. Da wir nicht wissen, wo die schädigenden Wirkungen der kurzwelligen Strahlen beginnen und da schon die ultravioletten Strahlen des Tageslichts lebhaft Fluoreszenz der Augenmedien erzeugen und den Sehsakt nachteilig beeinflussen, so hält Redner es für ratsam, diese Strahlen ganz zu entfernen. Er hat deshalb ein Glas herstellen lassen, das diese Strahlen möglichst vollständig absorbiert ohne die sichtbaren wesentlich zu schwächen. Es ist dies das Euphorglas. Er ist wegen dieses Glases von einer Seite her vielfach angegriffen worden.

Professor Stock aus Jena hat heute von Schott & Gen. in Jena ein neues Schutzglas vorgelegt, das die ultravioletten Strahlen, soweit sie im diffusen Tageslicht enthalten sind, nicht besonders absorbiert. Redner kann nicht einsehen, was diese Eigenschaft für Vorteile bieten soll. Die ultravioletten Strahlen auch des Tageslichts beeinträch-

tigen den Sehakt, sie veranlassen gleichsam das Leuchten eines Glühwürmchens im Auginnern. Warum soll man diese Strahlen, die zum Sehakt nicht gebraucht werden, nicht ausschließen, wenn man dies mit einem so einfachen Mittel wie dem Euphosglas vermag? Von diesem Glase sind auch graue Gläser hergestellt worden, die die sichtbaren Strahlen möglichst gleichmäßig schwächen. Auch hat man die Euphosgläser in ganz gleicher Weise wie die neuen Schottischen Gläser rauhgau überfangen.

Autoreferat.

Verderame, Sensibilität und Nervenendigungen in der Cornea des Neugeborenen. Mit Demonstrationen (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Gelegentlich früherer Untersuchungen über das reflektorische Weinen des Neugeborenen hatte Axenfeld für dieses Lebensalter eine auffallend unentwickelte Hornhautsensibilität beobachtet. Durch weitere Untersuchungen an 200 Neugeborenen und Säuglingen bis zum Alter von zwei Jahren hat Verf. festgestellt, daß die normale Hornhautsensibilität, abgesehen von individuellen Verschiedenheiten, sich im allgemeinen vom 4. Lebensmonat ab deutlich zeigt und vom 6. bis 10. Lebensmonat ab fast regelmäßig vollausgebildet ist.

Verf. hat nun untersucht, ob dieser auffallende Unterschied der Hornhautsensibilität zwischen dem Erwachsenen und dem wachsenden Kinde auf einer anatomischen Grundlage beruhe, speziell ob er auf eine Verschiedenheit in dem Bau resp. der Entwicklungsstufe der Hornhautnerven und deren Endigungen zurückzuführen sei. Die an 15 ganz frischen, teils von älteren Frühgeburten teils von Neugeborenen und von Säuglingen bis zum Alter von einem Jahr stammenden Hornhäuten vorgenommene Nervendarstellung mit Hilfe verschiedener Imprägnationsmethoden (Ranvier, Cohnheim, Golgi) sowie der Methylenblaumethode nach Dogiel ergab im großen und ganzen spez. auch in bezug auf das Vorhandensein der Nervenendigungen dasselbe Verhalten beim Neugeborenen wie beim Erwachsenen.

Auf Grund dessen glaubt Verf., daß der Unterschied in der Hornhautsensibilität des Erwachsenen und des Neugeborenen nicht in einem anatomischen Verhalten der Hornhautnerven oder deren Endigungen bei dem letzteren zu suchen sei, sondern eher in der noch nicht vollausgebildeten Funktion der zentralen Nervenleitung bzw. Empfindung. Es entspricht das der von Axenfeld für das Fehlen des psychischen Weinens beim Neugeborenen gegebenen Erklärung.

— Den Vortrag begleiten Demonstrationen von anatomischen Präparaten der Hornhautnerven vom Erwachsenen und Neugeborenen.

Autoreferat.

Wessely, K., Beiträge zur Lehre vom Augendruck (Ophthal. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Die erste Versuchsreihe des Votr. beschäftigt sich mit der Abhängigkeit des Augendrucks vom Blutdruck, bzw. der Blutverschiebung im Körper. Während im allgemeinen die Augendruckkurve ein getreues Abbild der Blutdruckkurve darstellt, treten Abweichungen auf, sobald die Blutdruckänderung durch eine periphere Gefäßkaliberänderung bedingt wird und diese im Auge überwiegt. Denn das Auge ist gewissermaßen ein Onkometer, sein Binnendruck also nicht nur vom Druck, sondern auch von der Fülle seiner Gefäße abhängig. So kann bei Sympathicusfaradisation oder intravenöser Adrenalininjektion trotz steigendem Carotidruck der Augendruck sinken. Klinisch wichtiger sind die Fälle, in denen der Augendruck durch intraoculare Vasodilatation steigt. Das ist z. B., wie an Kurven vorgeführt wird, bei denjenigen Pharmaka der Fall, die auch die Hirngefäße bei abfallendem Blutdruck erweitern, wie Amylnitrit, Coffein und Antipyrin. Abgesehen davon, daß diese Stoffe also gelegentlich einen Glaukomanfall auszulösen imstande sein mögen, interessiert die Übereinstimmung zwischen Hirn- und Augengefäßinnervation, und entsprechend den neuerdings für den Menschen bekannt gewordenen Ergebnissen lehren die Experimente also die Wichtigkeit der Blutverschiebung auch für die Physiologie und Pathologie des Augendrucks kennen.

An zweiter Stelle werden Versuche mitgeteilt, die Verf. in Gemeinschaft mit Dr. Lederer ausgeführt hat, und die den Einfluß der Augenbewegungen auf den intraocularen Druck zum Gegenstand haben. Während bisher vielfach auf Grund theoretischer Erwägungen der Muskelaktion eine Wirkung auf den Augendruck abgesprochen wurde, konnte an einem der Erukulation verfallenen menschlichen Auge einwandfrei bei jeder Blickwendung ein Ansteigen des Augendrucks (bis zu etwa 5 mm Hg) nachgewiesen werden, auch am frei umherblickenden Affen ließ sich ein Parallelismus zwischen graphisch registrierter Augenbewegung und Augendruckkurve zeigen. Eine Analyse der Wirkung der einzelnen Muskeln gelang ferner in der Weise, daß am Affen die Augenmuskelnerven an der Hirnbasis gesondert gereizt werden. Es ergab sich dabei regelmäßig die geringste Augendruckerhöhung bei Trochlearis-, eine wesentlich stärkere bei Abducens- und die mächtigste bei Oculomotoriusreizung, also ein auffälliger Unterschied zwischen schiefen und geraden Muskeln,

der, da ihre anatomische Lage der beim Menschen durchaus entspricht, wohl auch für diesen gelten und somit Interesse im Hinblick auf gewisse Myopietheorien beanspruchen darf.

Zum Schlusse beschäftigen sich die Ausführungen des Votr. mit der Schiötzschen Tonometrie. Da ein Tonometer niemals den intraocularen Druck als solchen, sondern stets eine aus ihm und der Impressibilität der Bulbuswandung zusammengesetzte Größe mißt, es ferner nur am Leichenaugen geeicht werden kann, würden die aus den Ausschlägen berechneten absoluten Druckhöhen nur dann einen Anspruch auf volle Genauigkeit haben, wenn: 1. die Elastizität der Hornhaut am Leichenaugen der am lebenden gleich wäre, 2. die Elastizität der Bulbuswandung bei allen Individuen dieselbe wäre, oder, da dies ja bestenfalls von der Cornea aber niemals von der Sclera angenommen werden kann, die Elastizität der Sclera für die Tonometerausschläge bedeutungslos wäre. Beides ist aber nicht der Fall. Es ändert sich erstens, wie Untersuchungen an z. T. sehr früh post mortem enukleierten emmetropischen menschlichen Augen ergaben, die Elastizität der Hornhaut allmählich im Kadaver, und mit Hilfe eines besonderen Apparates kann gezeigt werden, daß die Nachgiebigkeit der Sclera, insbesondere hohe Rigidität derselben einen sehr merklichen Einfluß auf die Tonometerausschläge hat. Einen so wesentlichen Fortschritt das Instrument hinsichtlich der genauen Festlegung relativer Druckunterschiede auch bedeutet, so ist demnach doch vor zu großer Überschätzung der gefundenen absoluten Werte zu warnen, und Votr. möchte direkt eine Gefahr darin erblicken, wenn lediglich auf Grund von erhöhten Tonometerwerten ohne sonstige klinische Symptome die Diagnose auf Glaukom gestellt und zur Operation geschritten wird.

(Autoreferat.)

Wydler, V., Experimentelle Untersuchungen über Blendungsnachbilder und deren Verhältnis zur Blendungserythropsie (Zeitschr. f. Augenheilk., 1912, April, Mai, Juni).

Verf. gibt einleitend einen Überblick über die Literatur der vorliegenden Fragen sowie eine Kritik der bisher aufgestellten Theorien.

Die eigenen Untersuchungen (mit Dr. Vogt) wurden an möglichst gleichmäßig beleuchteten Flächen angestellt. Zu den Beleuchtungsversuchen wurde künstliches Licht, Wolkenlicht und von weißen Flächen reflektiertes Sonnenlicht benützt, nach photometrischer Feststellung der Intensität. Kontrollauge und Versuchsauge wurden vor Beginn des Versuches 10 bis 30 Minuten dicht abgeschlossen. Als Abblendungsrohre wurden mit schwarzem Papier überzogene Kartonrohre von 20 cm Länge

und 4,5 cm Lichtweite verwendet. — Zur Pupillenerweiterung diente Homatropin-Cocain oder Atropin sulf. —

Intensität und Dauer des primären Lichtes sind von Einfluß auf die Nachbildphasen. Von großer Bedeutung ist die Intensität des reagierenden Lichtes. — Geringe individuelle Differenzen kommen bei verschiedenen Beobachtern beim Übergang von einer Phase zur andern vor, hier ist das Kontrollauge sehr wichtig, da ohne dieses eine große Zahl feiner Farbnuancen nicht wahrnehmbar ist. Der Einfluß der Mydriasis hat ähnliche Bedeutung wie die Verlängerung der Fixationsdauer oder die Erhöhung der Intensität des primären Lichtes. Die Nachbilder konnten während des Fixierens selber beobachtet werden, sie waren in der ersten oder zweiten Minute rosa und dunkelmeergrün, später wurden sie orange bis schwefelgelb und lila. Das Auftreten dieser Nachbilder wird durch Erschlaffen der Akkommodation begünstigt. Die Beobachtungen bei verschiedenem Licht ergaben Differenzen in den Nachbildphasen. Weniger intensive Lichtflächen ergaben einzelne Phasen (besonders rot) weniger deutlich. — Beobachtungen mit Abblendungsrohren (bei offenem Kontrollauge) ergaben, daß es so möglich wird feinste Farbdifferenzen zwischen geblendetem und nicht geblendetem Auge wahrzunehmen.

Durch Verdecken des Auges für einige Sekunden kann ein im Verschwinden begriffenes Nachbild wieder aufgefrischt werden. — Erythroptrie trat auch auf, wenn durch Vorschalten von Eisenoxydgläsern die ultravioletten und der größte Teil der violetten und blauen Strahlen absorbiert war. Blendung mit ultravioletten Strahlen erzeugte keine Erythroptrie. Dagegen erzeugte Blendung mit dem grünen und blaugrünen und gelbgrünen Teil des Spektrums intensive Erythroptrie. Mit allen andern Farben des Spektrums war keine Erythroptrie zu erzeugen. Es ergab sich, daß auch Erythroptrie auftrat, wenn im reagierenden Lichte nach Filtration durch Erioviridinlösung keine roten Strahlen enthalten waren. —

Die Dauer der Rotphase ist je nach Dauer der Fixation, Intensität des primären Lichtes und ganz besonders des reagierenden Lichtes verschieden. Der Rotphase folgt eine Gelbphase konstant. — Die anderen Phasen (initiales Grün, Bläulich und Orange) treten gegenüber den erwähnten Phasen stark zurück. Verf. hält es für sicher, daß die Erythroptrie die Rotphase des Nachbildes ist. —

Die Bestimmung der Farben ist verschieden je nachdem sie mit belichtetem oder unbelichtetem Auge vorgenommen wird. — Daraus ergibt sich für Kunst und Technik die Forderung der Ausschaltung grellen Lichtes.

F. Ruhwandl (München).

III. Diagnostik. Untersuchungstechnik.

Kubik, J., Über die Darstellung des Glaskörpergerüsts und peripherer markloser Nervenfasern nach S. Mayers Methode (Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. LXXXI, 1912, p. 74).

Verf. hat die Methode seines Lehrers S. Mayer auch an dem Glaskörper von Mensch und Säugetieren angewendet und erblickt ihren Hauptvorteil in der Möglichkeit, sich in kürzester Zeit ein Bild von dem Fibrillengerüst des Glaskörpers zu verschaffen.

Zur Darstellung feinerer Strukturverhältnisse und der Architektonik des Gerüsts ist die Methode nicht geeignet. *R. Seefelder (Leipzig).*

Mayer, Siegmund, Über eine neuartige Verwendung des Farbstoffes „Neutralrot“ (Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. LXXXI, 1912, p. 61).

Verf. empfiehlt die Anwendung des Farbstoffes „Neutralrot“ zur Darstellung des Glaskörperfasergerüsts. Er hat seine Versuche hauptsächlich an Froschaugen angestellt. Der Glaskörper wird nach der Herauspräparation aus seinen Hüllen im ganzen gefärbt (5 Min.), aus der Neutralrotfärbung in $\frac{1}{2}$ proz. Kochsalzlösung (einige Minuten) und dann auf etwa 2 Minuten in eine konzentrierte Lösung von pikrinsaurem Ammoniak verbracht und ohne Abspülung auf dem Objektträger in Glycerin untersucht.

Durch die gleiche Methode lassen sich auch die Verzweigungen peripherer markloser Nervenfasern gut zur Anschauung bringen.

R. Seefelder (Leipzig).

Siegrist, Ein neuer Tasterzirkel zur Messung der Höhe und Breite der Orbita (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Das neue Instrument schließt sich an den Stillingschen Orbitalmesser an, nur ist die Orbitalmessung mit demselben viel einfacher, da man die Masse ohne weiteres während des Messens auf einer exakt geeichten Trommel ablesen kann.

Dr. Redslob hat den Siegristschen Apparat bereits bei seinen Myopie-Untersuchungen benützt und denselben mit Verf.s Erlaubnis in seiner diesbezüglichen Arbeit (Klin. Monatsbl. für Augenheilk., Bd. VI, Neue Folge) veröffentlicht, allerdings ohne zu erwähnen, daß der neue Messapparat vom Verf. konstruiert worden ist. *Autoreferat.*

IV. Pathologie.

1. Ganzes Auge. Mißbildungen.

Bericht über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen für das Jahr 1911, Krankheiten des Auges bei sächsischen Militärpferden (LVI. Jahrg., 1912, S. 173).

Bei den sächsischen Militärpferden wurden an Augenkrankheiten beobachtet: Wunden und Quetschungen des Auges und der Schutzorgane in 32 Fällen; akuter Bindehautkatarrh in 5 Fällen; Hornhautentzündung in 39 Fällen; innere Augenentzündung in 5 Fällen; akute Entzündung der Regenbogen- und Aderhaut in einem Falle; periodische Augenentzündung in 26 Fällen und grauer Star in 2 Fällen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Hirsch, C., Über Ekanthoschisis und andere angeborene Anomalien des Auges (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1912, p. 1—16).

Verf. berichtet zuerst über einige Fälle von Lipodermoiden; über angeborene randständige Hornhauttrübungen, dann über Ekanthoschisis — eine angeborene Anomalie der Gebilde des inneren Augewinkels, beobachtet an 4 Augen 2 Fälle. Die Mißbildung besteht in einer Spaltung der genannten Gebilde; sie betrifft hauptsächlich die Karunkel. Diese ist in dem einen Falle durch eine in der Längsrichtung der Lidspalte verlaufende Kerbe kaffeebohnenähnlich in 2 Hälften geteilt; am anderen Auge ist der innere Winkel breiter ausgeschnitten als rechts; es finden sich 2 Karunkeln; die obere, kleinere geht unmittelbar in die obere rudimentäre Hälfte der halbmondförmigen Falte über; die andere Hälfte dieser Falte fehlt vollständig. In dem zweiten Falle sind diese Mißbildungen noch stärker ausgeprägt. Die Ursache für die beschriebenen Mißbildungen sieht Verf. mit von Duyse in einer abnormen Enge des Amnion in der ersten Fötalzeit, speziell in Amnionsträngen, welche über die Gegend der Augen verlaufen und an diesen selbst oder in deren nächster Umgebung fixiert sind.

R. v. Heuß (München).

Igersheimer, Experimentelle Untersuchungen zur Syphilis des Auges (Münch. med. Wochenschr., 1912, No. 39).

Verf. injizierte Misch- und Reinkulturen von Spirochäten in die Blutbahn (carotis communis) und ins Auge selbst (Hornhaut, Vorderkammer, Glaskörper und Ciliarkörper). — Schon am Tage nach der

Injektion traten grauweiße Herde im Augenhintergrunde auf, die sich allmählich zu chorioretinitischen Flecken umgestalteten. Seltener traten stürmische Erscheinungen (Injektion des conjunctivalen und ciliaren Gefäßsystems und Exsudatbildung) auf. — Hier kann dann Phthisis bulbi folgen. Andere Affektionen traten erst nach einer gewissen Latenzperiode ein. Hier sind zu nennen Schwellungszustände an den Lidern (die einem Primäraffekt gleichen), dann parenchymatöse Keratitis, die nach den histologischen Untersuchungen primär sein kann, also keine Erkrankung des Uvealtrakts voraussetzt. Iritis wurde mehrfach beobachtet. Nach mehreren Monaten wurde bei einigen Tieren Opticusatrophie gefunden. — Die Erkrankungen sind als typisch für Syphilis anzusehen.

F. Ruhwandl (München).

Leber, A., Tropische Augenkrankheiten (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Das Studium der bisher nur wenig bekannten, für die Tropen spezifischen Erkrankungen des Auges hat zur Voraussetzung die Kenntnis der allgemein-klimatologischen Faktoren, welche die biologischen Verhältnisse des Organismus zwischen den Wendekreisen beherrschen. Zu den klimatischen kommen rassenbiologische Umstände hinzu, welche den nosologischen Vergleich tropischer und nicht tropischer Krankheiten erschweren.

Bei den Erkrankungen der Lider stehen im Vordergrund exsudative Entzündungen infektiösen oder toxischen Ursprungs. Unter den Lokalinfektionen treten die bakteriellen Ursprungs hinter denjenigen mykotischen Ursprungs zurück. Framboesia, Lepra und Gangosa führen zu ausgedehnten Veränderungen der Lider.

Bei den Erkrankungen der Conjunctiva fällt deren ausgesprochenes Regenerationsvermögen auf, obwohl auch geringfügigen makroskopischen Veränderungen ausgedehnte, nur mikroskopisch nachweisbare zugrunde liegen können (Cholera). Durch Hefen und verwandte Organismen hervorgerufene Bindehautentzündungen, auch bei Tieren (Pferd, Huhn), vermehren die Mannigfaltigkeit der beobachteten Krankheitsbilder. Von den intraocularen Manifestationen sind die entzündlichen bei Dengue die Blutungen, bei Malaria, Ankylostomiasis und die schweren, bei Filariose an Embolien sich anschließenden Degenerationen der Aderhaut zu erwähnen. Nervöse Störungen zentralen Ursprungs werden bei Beriberi und einer in Samoa endemischen Encephalitis beobachtet. Die Bekämpfung tropischer Augenepidemien, in erster Linie durch hygienische Maßnahmen, gehört zu den wichtigsten kolonial-wirtschaftlichen Aufgaben.

Autoreferat.

* **Lohmann, W.**, Die Störungen der Sehfunktionen (VIII u. 206 pag. Mit 39, zum Teil mehrfarbigen Abbildungen, Leipzig, Vogel, 1912, brosch. M. 10.—, geb. M. 11.50).

Ein Buch, wie das vorliegende, muß willkommen geheißen werden, da eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der pathologisch-physiologischen Optik einem Bedürfnis entgegenkommt. — Außer Betracht blieben seitens des Verf. die dioptrischen Veränderungen, die Störungen der Zirkulation und der Motilität des Auges, welche bereits in neueren Bearbeitungen vorliegen. Dagegen werden die Pathologie der Entoptik und das abnorme Verhalten des zentralen und peripheren Sehvermögens besprochen, ferner die Störungen der Adaptation und des Lichtsinnes, die angeborenen und erworbenen Störungen des Farbensinns, die Chromatopsien, die sog. audition colorée, das binokulare Sehen und seine Störungen, die Sehstörungen bei Erkrankungen der Sehbahnen und Zentren, zum Schluß die Gedächtnisbilder und die optischen Begleit- und Trugwahrnehmungen.

Die Art der, übrigens sehr anschaulichen und durch klare Abbildungen wirksam unterstützten Darstellung ist eine lehrbuchartige. Dies bedingt in vielen Punkten eine eingehendere Schilderung auch solcher Grundtatsachen, die dem ophthalmologisch bzw. physiologisch Geschulten füglich geläufig sein dürften. Da andererseits aber die Mehrzahl der Leser des doch immerhin stark spezialisierten Buches unter den Fachgenossen zu finden sein dürfte, so wären vielleicht manche Kürzungen denkbar. Dies möchte ich jedoch nicht als erheblich einem Werke gegenüber betonen, das in allen Teilen eine gründliche Sachkenntnis, sehr viel eigene Anschauung und das Bestreben erkennen läßt, einer jeden vorgetragenen Ansicht nach Möglichkeit gerecht zu werden. Auch gibt die gewählte Form der Bearbeitung dem Verf. Gelegenheit, eine bemerkenswerte didaktische Begabung an den Tag zu legen. Wir empfehlen daher das Buch Lohmanns den Interessenten auf das Beste.

G. Freytag (München).

Pagenstecher, H. E., Die causale Genese von Augenmißbildungen und angeborenen Staren. Mit Demonstrationen (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Verf. demonstriert experimentell durch Naphthalinfütterung trächtiger Kaninchen erzeugte Mißbildungen der vorderen Augenkammer. Es fanden sich bei seinen Versuchen Augen mit vollkommener Entwicklungshemmung der vorderen Augenkammer, ferner angeborene hintere und vordere Synechien der Iris. Die

Pupillarmembran war in einem Falle bei einem 7 Tage alten, mit Star behafteten Tiere noch nicht vom Mesoderm der Hornhaut getrennt. Entwicklungshemmungen des Endothels der vorderen Augenkammer bei den verschiedenen Würfen deuten auf Beziehungen zum angeborenen Ulcus internum hin. Die verschiedenartigsten, in ihrer Genese bisher völlig unklaren Kammermißbildungen sind also nunmehr der experimentellen Erforschung zugänglich.

Verf. zeigt an Tafeln und an aufgeschnittenen Kaninchenaugen, daß die im vergangenen Jahre demonstrierten angeborenen Starformen auch nach dem anatomischen Bilde echte Zentral-, Pol- und Spindelstare sind.

Weiterhin wird eine experimentelle Netzhautmißbildung und eine Störung der Entwicklung im Bereich der Zonula Zinii gezeigt sowie eine experimentelle Linsenmißbildung (Ruptur der hinteren Linsenkapsel) durch Spätbeeinflussung der fötalen Kaninchenlinse im 3. Drittel der Gravidität.

Züchtungsversuche mit einem mißgebildeten Tier (Meerschweinbock) ergaben in zwei Generationen nur normale Nachkommen.

Die Erzeugung experimenteller Mißbildungen bei Kaninchen gelang nach den histologischen Untersuchungen in sechs Würfen mit lebend geborenen Tieren.

Autoreferat.

v. Szily, Über die Erzeugung von primären Tumoren bei Embryonen und ihre Bedeutung für die Gliomgenese (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Verf. ist es gelungen durch Beeinflussung der normalen Entwicklung des Hühnchens im Ei, neben verschiedenen Mißbildungen auch embryonale Tumoren des Zentralnervensystems hervorzurufen. Es handelt sich um typische Epithelrosetten, die nicht durch Faltungen der epithelialen Anlage entstehen, sondern dadurch, daß an atypischen Stellen versprengte Zellhaufen, die in lebhafter Proliferation sich befinden, multiple kleine Keimcentra bilden, in deren Mitte alsbald ein Lumen erscheint. So entsteht eine Rosette neben der anderen. Es werden alle Stadien von dem ersten Auftreten der Rosetten, bis zu wirklichen embryonalen Gliomgeschwülsten vorgeführt. Die gezeigten Tumoren sind nicht nur die ersten Gliome, die bei einem Embryo beobachtet worden sind, sondern es handelt sich auch um die ersten Versuche, durch die es überhaupt gelingt, primäre embryonale Tumoren künstlich hervorzurufen.

Autoreferat.

v. Szily, Über die primäre Ursache der Mißbildungen des Auges (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Verf. hat zur Entscheidung der Frage, wieweit toxische Einflüsse bei der Entstehung der typischen Mißbildungen des Auges eine Rolle spielen, eine große Anzahl von Versuchen angestellt.

Der erste Teil seiner Versuche bezieht sich auf die Beeinflussung der Entwicklung des Hühnchens im Ei durch Injektion von Kochsalz, Calcium und Magnesiumchlorid in isotonischer sowie stärkerer Konzentration, ferner Alkohol und Äther, sowie Naphthalin-Emulsion ins Ei. Die erhaltenen lebenden Mißbildungen wurden in jedem einzelnen Fall zuerst genau makroskopisch gezeichnet, dann in lückenlose Paraffinserien zerlegt und in vielen Fällen nach dem Bornschen Plattenrekonstruktionsverfahren modelliert. Es werden experimentell erzeugter ein- resp. doppelseitiger Anophthalmus und Mikrophthalmus und Cyklopenbildung gezeigt. Die Resultate dieser Forschungen rückhaltlos zur Erklärung ähnlicher spontan auftretender Mißbildungen zu benützen, trägt Verf. Bedenken. Dazu sind sie in ihrem Entstehen viel zu variabel und von äußeren Einflüssen (Blutungen, Amnionverwachsungen, Zellzerfall) abhängig.

Im zweiten Teil seiner Untersuchungen hat Verf. die Pagenstechersche Technik zur Gewinnung von Mißbildungen durch Naphthalinbehandlung trächtiger Kaninchen angewendet. Es wurden 20 Muttertiere zu verschiedenen Zeitpunkten behandelt und insgesamt 78 Nachkommen untersucht. Die Angabe von Pagenstecher, daß man die verschiedenen Mißbildungen des Auges durch Naphthalinfütterung zu bestimmten Zeitpunkten der Entwicklung willkürlich hervorrufen kann, konnte nicht bestätigt werden. Soviel ist richtig, daß man durch hochgradige Vergiftungen der Muttertiere auch die Embryonen mitunter schwer schädigen kann.

Für die von Pagenstecher als Hemmungsbildungen angesprochenen Lidanomalien konnte Verf. eine amniogene Ursache nachweisen. Bei den von Pagenstecher als embryonale Grundlage der Katarakte erhobenen Befunden handelt es sich um Degeneration resp. Zerfall, nicht um eine typische Mißbildung der Linse. Bezüglich der post partum beobachteten Katarakte ist es im höchsten Grade zweifelhaft, ob sie wirklich angeboren waren, da sie zum grössten Teil erst bedeutend später (3. bis 21. Tag!) beobachtet wurden. Für die Stare, die erst nach Eröffnung der Lider konstatiert werden, erbringt Verf. den Nachweis, daß sie post partum entstehen können, wenn das Muttertier gleich nach der Geburt mit Naphthalin behandelt wurde. Es handelt sich wahrscheinlich um eine Vergiftung der jungen Tiere durch die Milch, Kot und Urin des Muttertieres. In den Exkrementen ebenso wie in der Milch sind Naphthalinderivate noch längere Zeit chemisch nachweisbar.

Unter den vielen Beobachtungen Pagenstechers beim Kaninchen befindet sich nur eine einzige von wirklicher typischer Mißbildung des Auges, wobei es sich auch um einen Zufall handeln kann.

Verf. kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluß, daß die Ansicht, wonach die typischen Mißbildungen des Auges auf toxischen Einflüssen beruhten, zwar nicht ausgeschlossen, aber durch die vorliegenden Untersuchungen noch keineswegs erwiesen sei. *Autoreferat.*

2. Bindehaut. Hornhaut.

Bonnefon, G., und Lacoste, A., Über Regeneration durchsichtigen Hornhautgewebes (Archives d'ophtalmologie, Februar-April 1912).

Die Verf. hatten bei ihren früheren Versuchen von Keratoplastik folgende Beobachtungen gemacht: Jedesmal wenn die Descemetsche Membran irgendwie geschädigt worden war, ging der transplantierte Lappen zugrunde; er schrumpfte bis zu $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ seiner ursprünglichen Größe zusammen, wurde weiß und undurchsichtig, während das Hornhautgewebe sich konzentrisch und vollständig durchsichtig regenerierte. Mikroskopisch war nachzuweisen, daß die Iris der ganzen hinteren Fläche des transplantierten Lappens adhärent war. Der Lappen selbst hatte seine histologische Anordnung verloren, das Bindegewebe war sehr unregelmäßig angeordnet und enthielt zahlreiche Leukocyten und neugebildete Gefäße. Die umgebenden Stellen hatten ein derart normales Aussehen, daß die Grenzen des früheren Defektes unmöglich nachzuweisen waren.

Ferner regenerierte sich das Hornhautgewebe regelmäßig jedesmal, wenn, bei intakter Descemetii, der transplantierte Lappen zufälligerweise herausfiel, und zwar mit besserer Durchsichtigkeit als bei geglückten Transplantationen. Letztere waren immer homoplastisch, d. h. von dem einen in das andere Auge desselben Kaninchens.

Somit ergab sich:

1. daß eine Wiederherstellung durchsichtigen Hornhautgewebes möglich ist,
2. daß dazu die Descemetsche Membran notwendigerweise verschont bleiben muß.

Die Verf. gingen von da aus zu reinen Regenerationsversuchen über. Die Hornhautsubstanz wurde mit Hilfe des Hippelschen Trepanns oder eines Gräfeschen Messers bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Dicke herausgeschnitten; die runden bzw. viereckigen Defekte zentral oder zwischen Hornhautmitte

und Limbus angebracht; die Membrana nictitans wurde mit 2 Nähten an den äußeren Winkel fixiert.

Die Untersuchungen ergaben als frühesten Prozeß das Vorrücken der Epithelien der Wundränder mit sekundärer reichlicher karyokinetischer Proliferation. Erst von der 12. Stunde ab werden im Parenchym selbst Veränderungen sichtbar; unzweifelhafte, bisher noch nicht beobachtete Kapillargefäße mit roten und weißen Blutzellen bilden sich vom proximalen Gebiete her gegen die Hornhautmitte. Diese wandlosen Räume befinden sich in den oberflächlichen Schichten unter dem Epithel und stets in nächster Nähe der Wundufer. Sie verschwinden nach 48 Stunden.

Um dieselbe Zeit, also zwischen 12 und 24 Stunden, erscheinen junge Bindegewebszellen unter dem Epithel, insbesondere dort, wo die Kapillaren vorhanden sind; um die 48. Stunde bilden sie eine ununterbrochene Lage von den Wundrändern her bis zur Mitte, der tiefsten zum Teil degenerierten Schicht des Epithels dicht anliegend. Mit der Zeit nimmt der Zellkern eine längliche Form an, das zuerst spärlich vorhandene Protoplasma bildet sich ebenfalls in die Länge. Nach 8 Tagen läßt die Färbung eine fortlaufende Schicht neugebildeten Bindegewebes erkennen, welche so regelmäßig ist, daß die früheren Grenzen des Substanzverlustes gegen die Tiefe nicht mehr zu ermitteln sind.

Von nun an beschränken sich die histologischen Vorgänge auf die sehr langsame Zunahme des Bindegewebes.

Nach dem Herkommen der Bindegewebszellen ist in den letzten Jahren vielerseits geforscht worden. Ranvier glaubt, daß die durch den Schnitt getroffenen fixen Zellen proliferieren; ihre protoplasmischen Fortsätze dienen einerseits zur Herstellung der definitiven Narbe, andererseits bringen sie die Zerstückelung des provisorischen Epithelzapfens zustande. Nach Retterer dagegen geht das Geflecht von den Epithelzellen aus, das Parenchym verändert sich nur sehr langsam. Zu ähnlichen Schlüssen kommt in letzter Zeit Salzer bei seinen Regenerationsversuchen: Die Elemente, welche zum Aufbau des neugeformten Parenchyms dienen, erscheinen stets in unmittelbarer Berührung mit dem Epithelialüberzuge; in den Anfangsstadien ist es unmöglich, die Grenze zwischen Epithel und jungen Fibroblasten zu erkennen. Man beobachtet wahre Übergangsformen zwischen den zwei Zellarten. Bei dem passiven Verhalten der umgebenden Substantia propria ist es erlaubt anzunehmen, daß die Hornhautzellen von modifizierten Basalzellen des Epithels abstammen.

Die Verf. haben dieselben mikroskopischen Befunde beobachtet und abgebildet; sie glauben aber, daß es sich nur um eine oberflächliche Ähnlichkeit handelt, wie auch z. B. in weichen Fibromen. In Wirklichkeit

ist der Unterschied stets an der Anlage des Chromatins im Kerninnern zu erkennen.

In Salzern, wie auch in Verfs Präparaten findet man längliche, beinahe spindelförmige Epithelzellen; dies sollen aber nur Druckerscheinungen sein. Die tiefsten Schichten des Epithels gehen zweifellos zugrunde.

Woher die Hornhautzellen wirklich stammen, ist schwer zu sagen, da einerseits der epitheliale Ursprung nicht anzunehmen ist und andererseits die fixen Zellen der Wundränder ausschließlich Degenerationszeichen aufweisen. Festgestellt scheint nur, daß die Fibroblasten zu derselben Zeit erscheinen wie die neugebildeten Kapillaren und in der Nähe dieser Gefäße ihren Ursprung nehmen.

Die Regeneration durchsichtigen Hornhautgewebes ist jedenfalls eine Tatsache; wesentlich ist dazu, daß der Substanzverlust:

1. nicht perforiert, 2. aseptisch angelegt wird, 3. durch Bindehautplastik vor Infektion geschützt wird.

So oft nicht streng aseptisch vorgegangen oder das Verdecken mit Bindehaut unterlassen wurde (wie in Reichs Versuchen), zeigte die seitliche Beleuchtung stets eine leichte Trübung der Narbe.

Beschreibung späterer Stadien: Nach 6 Wochen: Vollkommene Durchsichtigkeit auch bei Fokalbeleuchtung. Die Grenzen des Substanzverlustes sind nicht mehr zu erkennen, die Wölbung der Hornhautoberfläche ist noch nicht normal.

Mikroskopische Untersuchung: Das Epithel ist in der Umgebung des Substanzverlustes sehr dünn, in der Mitte aber beträgt es bis zu 8 bis 10 Schichten. Die Basalzellen bilden eine ununterbrochene Lage, sie sind meist regelmäßig zylindrisch, da und dort aber unregelmäßig polyedrisch. Unter dem Epithel befindet sich die Schicht der Fibroblasten, welche nach der Oberfläche hin lange Spindelzellen mit großem Kern trägt und gegen die Tiefe in das normale Gewebe übergeht, ohne daß man die Grenze des früheren Defektes erkennen könnte. Nach drei Monaten: Der Substanzverlust von 5×5 mm erscheint bei seitlicher Beleuchtung als eine leichte Abflachung der Hornhaut. Die Schnitte zeigen nur noch eine allmähliche Verdickung des Epithels, das in der Mitte bis zu sechs Schichten beträgt bei vollständig normalem Aussehen der Zellen. Eine basale — (scheinbar regenerierte Bowmansche) — Membran ist mit Sicherheit festzustellen. Die Dicke der Hornhautsubstanz ist nur in der Mitte des früheren Defektes noch etwas unter der normalen. Es befinden sich dort noch zahlreiche Fibroblasten. Nach sechs Monaten: Durchsichtigkeit und Krümmung sind normal bis auf einen leichten, ophthalmolo-

metrisch nachweisbaren Astigmatismus. Es bestehen keine wesentlichen histologischen Unterschiede mehr. Die neugebildete Hornhautsubstanz färbt sich etwas tiefer als das umgebende Gewebe. Das Epithel ist ein wenig dicker in der Nähe der früheren Einschnitte, die Grenze zwischen Basalmembran und Parenchym verläuft etwas unregelmäßig.

An der Hand der eben beschriebenen Beobachtungen bezweifeln die Verf. die Resultate Magitots (siehe dieses Archiv Bd. II, p. 265) über Hornhauttransplantation. Sie unterziehen seine Beschreibung und Figuren einer kritischen Untersuchung und glauben an die Möglichkeit einer reinen Regeneration, wobei das Herausfallen oder Zugrundegehen des transplantierten Lappchens übersehen worden wäre. Das Aufquellen des vom Schnitte umschriebenen Grundes des Defekts soll leicht in den ersten Stunden das Verhandensein eines in Wirklichkeit fehlenden Lappens vortäuschen können. Möglich sei auch, daß der eingehheilte Lappen nach und nach resorbiert werde und nur stützend oder beschleunigend auf die Regeneration wirke.

Eine fernere Reihe von Versuchen betrifft die Regeneration nach Ausschneiden von Hornhautnarben.

Die Bedingungen ergaben sich aus dem Obigen: es mußte aseptisch vorgegangen und Perforation bzw. Irisprolaps und Einheilen vermieden werden. Es eigneten sich also zu den Experimenten weder irgendwie gereizte, noch die ganze Dicke des Parenchyms einnehmende Trübungen.

Eine doppelte Frage war zu lösen: Hat 1. das totale Ausschneiden eines Leukoms, 2. das teilweise Ausschneiden aus der Mitte einer sehr großen Hornhauttrübung eine durchsichtige Regeneration zur Folge? Die Leukome wurden durch Ätzen mit einem sehr spitzen Höllensteinstift hervorgerufen. Es ist leicht, Tiefe und Ausdehnung nach Belieben zu variieren. Nach 14 Tagen sind alle Reizerscheinungen verschwunden.

Es wurde wie folgt vorgegangen:

Ätzung beider Augen desselben Kaninchens. Nach 14 Tagen wird das Leukom des einen Auges unter Kokain durch vier rechtwinkelige, ca. $\frac{1}{2}$ mm davon entfernte Messerschnitte umschrieben; der Lappen wird herauspräpariert, wobei mittels Fokalbeleuchtung genau nachgesehen wird, ob man tief genug vorgeht. Die Nickhaut wird auf 24 Stunden im äußeren Winkel festgenäht.

In den meisten Fällen regenerierte sich die Hornhaut vollständig; nach 6 bis 7 Monaten ist keinerlei Trübung mehr zu sehen. Bei den am längsten operierten Tieren kann nur mit dem Ophthalmometer etwas Astigmatismus nachgewiesen werden.

Mikroskopisch deckt sich der Prozeß vollständig mit den bei Ausschnitt normaler Hornhaut beschriebenen Vorgängen.

Bisher konnten die Verf. keine künstlichen, genügend ausgedehnten und nicht zu tiefgreifenden Trübungen herstellen, um die zweite Serie ihrer Versuche auszuführen. Entweder wurde die Hornhaut in ihrer ganzen Dicke narbig, oder sie ging durch Nekrose oder Perforation zugrunde.

M. Landolt (Paris).

Chalupecky, Die Wirkung des Mesothoriums auf den Sehapparat (Wiener klin. Rundschau 1913/1).

Mesothorium, das erste Zerfallsprodukt des Thoriums und zugleich Muttersubstanz des Radiothoriums, sendet Strahlen aus. 10 mg dieser Substanz wurden in einer Kapsel täglich ein bis zwei Stunden auf das Oberlid eines jungen Kaninchens gebunden. Nach sechs Tagen begann Rötung der Bindehaut aufzutreten, nach zwei weiteren Tagen trat Sekretion auf. Die Haare des Lides gingen aus. Die Hornhaut war gestichelt. Zwei Tage später bestand auf der Haut des Oberlides eine derbe Borke, die nach Ablösung eine glatte, kahle, leichtblutende Stelle zurückließ. Die Hornhaut war getrübt. — Die mikroskopische Untersuchung nach zwanzigstündiger Exposition ergab bedeutende entzündliche Infiltration und tiefreichende Geschwürsbildung; die Bindehaut war nekrotisch zerfallen. Das Hornhautgewebe war in seinen oberflächlichen Schichten von kleinen Höhlen durchsetzt mit spärlicher kleinzelliger Infiltration. Es bestanden also ganz ähnliche Veränderungen wie nach Radiumbestrahlung, nur waren sie dem Grade nach geringer.

F. Ruhwandl (München).

Guinchau, Sur un cas de pneumonie suivi d'ophtalmie double (Revue vétérinaire militaire, März 1912).

Betrifft das Pferd.

O. Zietzschmann (Zürich).

Igersheimer, J., Über Schädigung der Augen durch Chrysarobin (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Mai 1912, p. 518—527).

Verf. beobachtete 11 Fälle von Augenentzündungen im Anschluß an Chrysarobingebrauch. Im Gegensatz zu der bisherigen Auffassung, daß bei den Chrysarobinreizungen des Auges die Hornhaut immer intakt bleibe, fand Verf. bei den mit Lichtscheu, Blepharospasmus und Tränen einhergehenden Fällen jedesmal eine Mitbeteiligung der Hornhaut. Sie bestand in einer Erosion, oder in feinen massenhaften, oberflächlichen Trübungen, die zum Teil punktförmig waren, zum Teil in Bläschen auftraten und alle in einer Form von Keratitis punctato superficialis. Ent-

stehungsmöglichkeiten: 1. ektogen: direktes Eindringen der 10% Salbe in das Auge. 2. Verbreitung in den Hautspalten, Lymphweg oder in den subpapillaren Hautspalt. 3. Ausscheidung mit den Tränen nach Resorption im Kreislauf. Bei Kaninchenversuchen ergab sich, wenn Chrysarobin in die Augenumgebung eingerieben wurde, keine Reizung; wenn in das Auge gebracht Conjunctivitis mit Sekretion und Beteiligung der Hornhaut. Anatomisch ließen sich sichere Veränderungen der Hornhaut nicht nachweisen. Verf. schließt, daß in der Mehrzahl der Fälle das Chrysarobin direkt oder indirekt in den Bindehautsack, in seltenen Fällen durch Resorption in das Auge gelangt. Auf Grund seiner Beobachtungen erachtet Verf. Kokain- und Atropinbehandlung für kontraindiziert; es genügt Behandlung mit milder Sublimatsalbe und Schutzbrille.

R. v. Heuß (München).

Löwenstein, A., Über Drusenbildung an der Hornhautoberfläche (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Mai 1912, p. 513—517).

Verf. beobachtete bei einem 68jährigen Flößer an dem rechten Auge neben Irisschlottern und Luxation der Linse bei sonst klarer Cornea eine den Lidspaltenbereich einnehmende bandförmige Trübung der Hornhaut. Es wurden mittels Abkratzung Stücke gewonnen und mit Hämalau gefärbt. Mikroskopisch fanden sich in der Bowmanschen Membran und in dem Parenchym vielgestaltige Drusen. Verf. glaubt, daß sie durch lytische Prozesse entstanden. Er denkt an das eiweißspaltende Ferment der Leukoeyten, das die Bildung der Drusen bewirkte. Die Konkremente stehen seines Erachtens dem Hyalin oder Amyloid nahe, ohne mit diesem chemisch identifiziert werden zu können. Grundursache ist nach Verf. eine Stoffwechselstörung im Auge, die durch den Beruf des Pat. — Flößer — und die dadurch ermöglichte Einwirkung von Sonnenlicht hervorgerufen werden konnte.

R. v. Heuß (München).

Magitot, M. A., Keratoplastik und Hornhautregeneration (Archives d'ophtalmologie, Juni 1912).

Antwort auf die Arbeit von Bonnefon und Lacoste. Verf. verteidigt seinen Standpunkt, insbesondere die Realität der Transplantation. Er zitiert unter anderem einen Fall, wo ein rezidivierendes Pterygium einen zentral eingehielten Lappen umging, und einen anderen ähnlichen Fall, wo bei mißglückter Transplantation das Pterygium nach vier Monaten über die spontan regenerierte Hornhautmitte zu greifen drohte.

M. Landolt (Paris).

3. Iris. Pupille. Augendruck.

Horowitz, Der Einfluß von Kokain und Homatropin auf Akkommodation und Pupillengröße (Zeitschr. f. Augenheilk., Dezember 1912).

Zur Feststellung der Akkommodationslähmung bzw. der jeweiligen Akkommodationsbreite wurde das Akkomodometer von Adam benutzt. Bei einem Teil der Untersuchungen wurde von Versuchsbeginn an eine, der ursprünglichen Pupillengröße entsprechende Blende eingeschaltet, um eine Fehlerquelle auszuschalten, die durch Veränderung der zahlenmäßigen Resultate der Akkommodationslähmung bei Eintritt der Mydriasis verursacht wird. Die Pupillengrößen wurden mit Hilfe des Haabschen Pupillometers bestimmt. Die Versuche wurden mit den Tabloid-Präparaten von Burroughs-Wellcome & Co. durchgeführt, die Verf. in den Conjunctivalsack einlegte, das Auge für drei bis fünf Minuten schloß und das Tränenkanälchen mit einem Finger zudrückte.

Bei Kokain beginnt die Akkommodationslähmung nach etwa fünf bis zehn Minuten, steigt schnell an, erreicht den Maximalwert nach etwa einer halben Stunde und hält sich 10 bis 15 Minuten auf dem Höhepunkt, um dann ziemlich gleichmäßig in etwa zwei Stunden den Nullpunkt zu erreichen. Die Mydriasis beginnt mit der Akkommodationslähmung, erreicht später als diese ihren Höchstwert, an dem sie noch festhält, wenn die Lähmung der Akkommodation bereits deutlich abnimmt. — Maximale Mydriasis tritt nicht ein.

Bei Homatropin wird die Akkommodationslähmung nach 10 bis 15 Minuten nachweisbar und erreicht ihren Maximalwert nach $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stunden, auf diesem hält sie sich etwa $1\frac{1}{2}$ Stunde und geht dann sehr langsam in ungefähr 25 Stunden völlig zurück. Die Mydriasis beginnt mit der Akkommodationslähmung, steigt mit ihr zum Höhepunkt, den sie erst verläßt, wenn die Akkommodationsbreite schon wieder deutlich zunimmt.

F. Ruhwandl (München).

Priestley Smith, Glaucoma Problems (The Ophthalmic Review, No. 348 ff., 1912).

Verf. behandelt in einer gründlichen, mit einigen Abbildungen und sehr vielen Photographien versehenen Arbeit in einer Reihe von Heften obiger Revue noch einmal die Fragen des Glaukoms, dem von jeher seine Forschungen galten und führt unter anderem folgendes aus: Im Jahre 1877 sprach A. Weber die Ansicht aus, daß das Primärglaukom hervor-

gerufen wird durch Schwellung der Ciliarfortsätze mit nachfolgendem Druck gegen die Iriswurzeln und Verschuß des Vorderkammerwinkels. Wenn diese Erklärung auch nicht in jeder Beziehung vollgültig und auch nicht allgemein angenommen ist, so wird sie doch durch viele klinische und anatomische Tatsachen gestützt und hat auch einer scharfen Kritik vielfach standgehalten. Verf. hat während der letzten zwei Jahre dies Gebiet unter Zuhilfenahme von neuem Material und besseren Methoden, einschließlich der Photographie, wieder durchforscht und bekennt sich mehr als je überzeugt von der Wichtigkeit des Verschlusses des Filtrationswinkels und von dem Einfluß von Änderungen in Form und Lage der Ciliarfortsätze und der Linse bei Primärglaukom. Eine Schwierigkeit liegt bei alledem in dem Umstand, daß man im lebenden Auge weder die Ciliarfortsätze noch die Iriswurzel sehen kann. — Diese Theorie gilt nach Verf. für das akute und subakute Glaukom, schwieriger ist es ihre Geltung auch bei der chronischen, langsam, schmerzlos und relativ ohne Kongestion auftretenden Form des Leidens zu beweisen. Verf. führt eine Anzahl Fälle mit Photographien an, welche ebenfalls die allmähliche Obstruktion des Kammerwinkels zeigen und sagt, daß er in 54 Fällen nur fünfmal denselben offen fand. — Häufigeres Vorkommen des Leidens im höheren Alter sei bedingt durch erhöhten Blutdruck und vermehrte Exsudation des Ciliarkörpers, nicht durch Veränderung der Flüssigkeiten oder durch Sclerose des Ligamentum pectinatum. — Bei chronischem Glaukom beweise Tiefe der Vorderkammer nichts gegen peripherische Anlegung der Iriswurzel. — Meist sei Druckerhöhung vorhanden, jedoch nicht immer und sie pflege nicht hervorzutreten, solange die Iris und ihre Gefäße nicht atrophisch seien.

Interessant ist es, mit diesen Ausführungen jene von K ü m m e l l im Archiv für Augenheilkunde vom November 1912 zu vergleichen. Dieser stellt nach Verbrennungen und Verätzungen in der Limbusgegend Druckerhöhung und Vertiefung der Vorderkammer fest, wahrscheinlich bedingt durch Entzündung im Kammerwinkel und Vermehrung des Eiweißgehalts des Kammerwassers. Hier liegt also nur Behinderung des Abflusses durch die vorderen Wege vor. Beim echten Glaukom besteht aber Abflachung der vorderen Kammer, daher muß die erste Erhöhung des Druckes im hinteren Augenraum ihren Sitz haben, wodurch das Iris-Linsendiaphragma nach vorn gedrängt und sekundär der Kammerwinkel verschlossen wird. Bei Hydrophthalmus (Buphthalmus, kindliches Glaukom) ist Vertiefung der Vorderkammer infolge von Verschuß der vorderen Abflußwege durch Fehlen oder Obliteration des Schlemmschen Kanals vorhanden.

Florence (Dresden).

29*

Siegrist, *Ectropium uveae acquisitum* (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Unter *Ectropium uveae* versteht man ein Übergreifen des retinalen Pigmentblattes der Iris auf die Vorderfläche derselben. Das *Ectropium uveae* kommt bald angeboren, total oder partiell vor, bald aber auch erworben in Augen, die an schweren inneren Erkrankungen meist mit Drucksteigerung leiden.

Nur mit dem erworbenen *Ectropium uveae* will sich Verf. befassen.

Es ist ihm im Laufe der Zeit gelungen, sechs solche Augen von acquiriertem *Ectropium uveae* zu beobachten, bei vierein davon die Enukleation und dann die anatomische Untersuchung auszuführen. Was die anatomischen Veränderungen angeht, so machte Verf. folgende Angaben:

1. Bei allen Fällen von *Ectropium uveae acquisitum* findet man eine periphere Irissynechie und einen mehr oder weniger ausgesprochenen Grad von Irisstrophie mit Sclerose oder Obliteration der Irisgefäße.

2. Das ectropionierte Pigmentblatt zeigt oft sehr große Ausdehnung, so daß es bisweilen die Irisvorderfläche bis zum neuen, falschen Kammerwinkel bedeckt. Es zeigt ferner durchaus nicht verkleinerte und atrophische Pigmentzellen, sondern im Gegenteil oft findet man in ihm Verdickungen der Pigmentepithellage, ja cystische Bildungen mit zwei bis dreizelligem Wandbesatz.

3. Die pigmentepithelfreie Irisoberfläche ist bei zwei Fällen mit einem einfachen, etwas verdickten Epithelhäutchen überzogen, welches sich direkt in das Cornealendothel verfolgen läßt, das aber auch eine große Strecke weit sich auf das Ende des ectropionierten Pigmentblattes ausbreitet.

Bei zwei Fällen findet sich aber auf der Irisvorderfläche eine mehrfache Lage von spindelförmigen Zellen, die ebenfalls in das Hornhautendothel übergehen und bald unter dem Ende der ectropionierten Pigmentepithelien endet, bald dasselbe umfaßt.

4. Der Sphincter iridis ist bisweilen hufeisenförmig ectropioniert, bisweilen nur leicht mit seinem pupillären Ende nach vorne umgebogen, trotz weit ausgedehntem und fast die ganze Irisvorderfläche bedeckendem *Ectropium uveae*.

Verf. selbst kam auf Grund seiner anatomischen Untersuchungen zu Ansichten über die Pathogenese des *Ectropium uveae acquisitum*, die sich mit denen Gallengas decken.

Da bei zwei seiner Fälle eine Lage von spindelförmigen Zellen auf der Irisvorderfläche fehlt und nichts von Exsudat zu entdecken war, sondern nur ein einfaches, etwas verdicktes Endothelhäutchen die Iris über-

zog, meint er, es könne eine sich retrahierende, organisierte Exsudatschichte jedenfalls nicht eine wesentliche Rolle bei der Entstehung des erworbenen Ectropiums spielen.

Gegen die Ansichten von Fuchs spreche, daß trotz ganz bedeutender Ausdehnung des Ectropiums der retinalen Pigmentschicht der Sphincter bisweilen nur ganz unbedeutend ectropioniert sein könne.

Wenn also die Pigmentepithelien nicht passiv auf die Vorderfläche der Iris hinübergezogen werden, so müssen sie aktiv hinüberwandern. Hierfür spricht vor allem die mächtige Ausdehnung, welche das ectropionierte retinale Pigmentblatt bisweilen aufweist. Wenn wir dasselbe von der Irisvorderfläche lösen und in die gleiche Ebene legen, in welcher das Pigmentepithelblatt auf der Irishinterfläche sich befindet, so konstatiert man bisweilen Größenverhältnisse, welche bedeutend die Breite des normalen hinteren retinalen Pigmentblattes übersteigen.

Wie kann man sich eine solche Breitenausdehnung des retinalen Pigmentblattes anders als durch Zellwucherung erklären? Ferner sieht man auch bei manchen Fällen das ectropionierte Pigmentblatt stellenweise verdickt, die Zellen in mehrfachen Lagen aufeinanderliegend. Auch dies kann nur durch eine Wucherung der Pigmentepithelien erklärt werden. Solche Hypertrophien und Hyperplasien der Pigmentepithelien sind uns im hinteren Bulbusabschnitte durchaus nicht unbekannt. Sie sind auf Ernährungsstörungen und entzündliche Reize zurückzuführen. Warum sollten sie nicht auch im vorderen Bulbusabschnitte vorkommen können?

Auch die mehrfache Lage von spindelförmigen Zellen auf der pigmentepithelfreien Irisvorderfläche hält Verf. für gewucherte Endothelien, die nichts mit dem Ectropium der Uvea als solchem zu tun haben.

Verf. faßt die Resultate seiner Untersuchungen in folgenden drei Hauptsätzen zusammen:

1. Das Ectropium uveae acquisitum ist auf eine Hypertrophie und Hyperplasie der Pigmentepithelien der Iris zurückzuführen, welche aktiv auf die Irisvorderfläche hinüberwandern.

2. Auch den Endothelbelag der Iris findet man bei dem erworbenen Ectropium der Uvea oft in Wucherung.

3. Die Ursache dieser Hyperplasie der Endothelien und Pigmentepithelien ist in der eigenartigen Atrophie der Iris mit Gefäßsclerose und Obliteration infolge der schweren Bulbuserkrankung zu suchen. *Autoreferat.*

Toczyski, Über den Einfluß des Dionin auf das Verhalten der Pupille und der Tension normaler Augen (Zeitschrift f. Augenheilk., 1912, Juli).

Verf. maß vor Anwendung des Dionin mit dem Schiötzschen Tonometer den intraocularen Druck und gab unmittelbar nachher das Mittel in Substanz in ein Auge; das andere diente zur Kontrolle. —

Die Ergebnisse der Versuche sind in Protokollen und einer Tabelle zusammengestellt.

1. Dionin ruft eine länger oder kürzer andauernde Pupillenverengung hervor, die in der Mehrzahl der Fälle in darauffolgende Erweiterung der Pupille übergeht.

2. Die Verengung der Pupille schwankt in ziemlich weiten Grenzen und geht mit dem Grade der Chemose Hand in Hand, während die Pupillenerweiterung in sehr bescheidenen Grenzen sich hält.

3. Die Dauer der Mydriase bleibt in keinem engeren Zusammenhang mit der Dauer der Miose.

4. Der intraoculare Druck fängt an nach der Anwendung von Dionin anzusteigen, um nach Erlangung eines gewissen Maximums zur normalen Grenze oder sogar unterhalb derselben herabzufallen.

5. Die Schwankungen in den Druckverhältnissen des Auges stehen mit den Veränderungen in der Weite der Pupille nur insofern im Zusammenhang, daß solange, als die Verengung derselben anhält, die Tension des Bulbus erhöht gefunden wird. Aus der Erweiterung der Pupille lassen sich keine Schlüsse auf den Zustand, in dem sich der intraoculare Druck befindet, ziehen, denn der letztere kann in diesem Stadium der Dioninwirkung entweder noch erhöht oder schon normal oder schließlich herabgesetzt sein.

F. Ruhwandl (München).

4. Brechende Medien.

Krusius, F., Heredität, Gesichtstypus und Refraktionsanomalien (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

1. Durch die entwickelte Methode einer graphischen „Stammbild“-Darstellung des Refraktionsbefundes einer Anstalt gelingt es komplexe Vergleichsbilder zu geben, die alle mitbestimmenden Faktoren berücksichtigen. Es ist hierdurch möglich, den Augenbefund einer Anstalt zu objektivieren, und für Bewertung und Nachprüfung ein wirkliches Bild dieser Anstalt zu geben. Die Betrachtung dieser Stammbilder ergibt:

a) Eine sowohl der Menge wie dem Grade nach wesentlich stärkere Anhäufung des Astigmatismus nach den beiden Endpolen menschlicher

Ametropien hin. Der Astigmatismdurchschnitt war 22,6% an Zahl und 1,2 D im Grade.

b) Für die Breite der Emmetropie und geringen Hyperopie zeigt sich eine mit den Entwicklungsjahren einsetzende stetig zunehmende Abwanderung nach der Seite der Myopie, die zu einer allmählichen fast völligen Aufsplitterung des normalen Grundstockes führt. Dieser Abwanderung erliegen besonders die erblich belasteten Elemente des Grundstockes.

2. Die Tatsache, daß die durch Stammbäume nachweisliche erbliche Belastung prozentual erheblich mit dem Grade der Ametropie wächst, spricht dafür, daß erbliche Faktoren bei der Entstehung von Ametropie von sicherer Bedeutung sind.

Es scheint, daß bei männlichen Wesen der mütterlichen Ascendenz hierbei ein größerer Einfluß zukommt.

3. Eine besondere Methode stereoskopischer Mischphotographie läßt zeigen, daß gesetzmäßige Unterschiede bestehen zwischen dem Typus der Hyperopen, der Emmetropen und der Myopen im Sinne eines zunehmenden Wertes des Verhältnisses der horizontalen Gesichtsmasse zu den vertikalen für en face-, und der Stirnhinterhauptlänge zur Stirnkinnlänge für Profilstereogramme.

Es zeigt dies einen gesetzmäßigen Zusammenhang von Refraktionszustand mit bestimmter Schädelbildung. *Autoreferat.*

Salus, Über extracelluläre Leukocytenwirkung im Glaskörper (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1912, pag. 17--22).

Deutschmann gab an, bei enukleierten, sympathisierenden Augen, wie auch nach der Übertragung von Material aus solchen Augen in Tieraugen in jenen Fällen, bei denen er mikroskopisch Diplobazillen gefunden hatte, gelbe Sarzine gezüchtet zu haben. Durch Passage durch das Meer-schweinchenabdomen oder durch das Kaninchenauge sollte sich jedoch diese Sarzine in weiße Diplokokken umwandeln. Diese Umwandlung fand sich jedoch nur im Tierkörper, nicht in der Kultur. Verf. konnte diese Behauptungen bei der Nachprüfung nicht bestätigen. Er fand, daß die in den Glaskörper injizierte Sarzine zugrunde gegangen war; eine Umwandlung in Diplokokken hatte nicht stattgefunden. Dagegen fand sich ein anderer sehr interessanter Befund. Viele Leukocyten, fast keine Phagoeytose, gleichwohl starke Degenerationserscheinungen an den Tetradenformen der Sarzine! — also ein bakteriologischer Prozeß, der durch extracelluläre Leukocytenwirkung zustande kommt — Aphanogozidie nach Weil. Der Befund ist besonders wichtig,

weil er zeigt, daß der Glaskörper, ohne selbst bakterizide Stoffe zu enthalten, gleichwohl nicht schutzlos ist. *R. v. Heuss (München).*

Vauthrin, *Forme rare de cataracte capsulaire* (Revue vétérinaire militaire, Juni 1912). Pferd.

O. Zietzschmann (Zürich).

5. Netzhaut.

Birch-Hirschfeld, *Zum Kapitel der Sonnenblendung des Auges* (Zeitschrift f. Augenheilk., 1912, Okt., Nov., Dez.).

Verf stellte seine Untersuchungen an 50 Augen bei 34 Patienten an, die durch die Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 Schädigungen erfahren hatten. Die Patienten hatten die Sonnenfinsternis ohne die Augen entsprechend zu schützen mehrere Sekunden bis einige Minuten lang beobachtet. Übereinstimmend trat bei ihnen in der Mitte des Gesichtsfeldes ein flackernder Nebel auf, der sich bald zu einem dunklen Fleck verdichtete. — Die Sehstörung war verschieden von $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{9}$ (sechsmal bestand volle Sehschärfe). — Es überwogen dunkelpigmentierte Augen. — Ein positives Skotom fand sich in allen Fällen (31 mal zentral, 19 mal parazentral); seine Größe schwankte im allgemeinen zwischen $\frac{1}{2}$ und 1° ; doch kamen auch größere und kleinere vor. Eine Übereinstimmung der Form des Skotoms mit jener der Sonnenscheibe bestand nicht, auch die Messung des Skotoms ergab, daß sicher nur in recht seltenen Fällen ein genaues Optogramm der Sonne zustande kommt. — Grund hierfür ist, daß meist weder eine momentane noch eine genaue Fixation der Sonne erfolgen kann. — Das absolute Skotom war von einem relativen derart umgeben, daß das absolute exzentrisch im relativen lag. — Dies relative Skotom nahm rasch an Ausdehnung ab; doch bestand es bei schwereren Schädigungen auch noch nach Monaten. Von Wichtigkeit erschien das Verhalten des relativen Skotom für die Prognose.

Wie an normalen Augen fand sich sodann auch bei den geblendeten zwischen 15° und 40° eine relativ farbenblinde Zone von wechselnder Ausdehnung.

Der ophthalmoskopische Befund war nur zweimal normal, in allen anderen Fällen waren Maculaveränderungen nachzuweisen. Es bestanden Vergrößerung, Verschleierung und unregelmäßige Form des Fovealreflexes, dunkelbraunrote Färbung seiner Umgebung, sowie graue Herde in der Maculagegend. Größe und Form des Fovealherdes schwanken. Auch ist aus der Form dieses Herdes kein exakter Schluß auf die Form der Sonnenscheibe im Moment der Blendung möglich.

Diese ophthalmoskopischen Erscheinungen sind als Zeichen einer Exsudation aufzufassen. Dafür spricht die unscharfe Begrenzung, die Veränderung während der Beobachtung sowie deutliche Prominenz, die sich nachweisen ließ. Hämorrhagien fanden sich niemals. — Zur Entstehung des Herdes kann auch Zerfall von Gewebszellen beitragen, doch ist eine Nekrose der Zapfen und inneren Körner allein nicht anzunehmen. — Auf Hyperämie der Aderhaut deutet die tiefrotbraune Verfärbung der Macula. — Die ophthalmoskopischen Veränderungen schwanden in einem Teil der Fälle vollständig; in andern traten unregelmäßige Pigmentierungen sowie kleine graue Herde und Stippchen auf. — Nach den Beobachtungen des Verf.s besteht zwischen der Funktionsstörung und dem ophthalmoskopischen Bild keine regelmäßige Beziehung, die von der Größe der einen auf die andere schließen ließe.

Der anatomische Befund bei experimenteller Sonnenblendung war eine Nekrose nervöser Bestandteile und Transsudation aus der Aderhaut. Verf. fand in neueren Versuchen, daß bei albinotischen Kaninchen die Veränderungen erheblich geringer waren als bei schwarzen trotz gleicher Versuchsanordnung. Das Pigment spielt also eine wichtige Rolle. Als primäre anatomische Veränderung ist Aufquellung und Verbiegung der Stäbchen und Zapfenaußenglieder anzusehen; dem schließt sich bald eine Quellung und Hyperchromatoce des zugehörigen Zapfenkerns an. Sodann quellen die Zellen des Pigmentepithels auf und zeigen Zerfallserscheinungen. Pigmentkörnchen gelangen in die Netzhaut als einzelne Stäbchen oder größere Klumpen. Die Exsudation aus der Aderhaut lockert die äußere Körnerschicht auf. Bei weitgehenderen Veränderungen erstreckt sich das Ödem auf die mittleren und inneren Netzhautschichten. Die Degenerationserscheinungen am Sinnesepithel und den äußeren Körnern sind auf direkte Strahlenwirkung zurückzuführen. — Während Ultraviolettblendung zu Chromatolyse und Vakuolisierung der Netzhautganglienzellen und inneren Körnerschicht, ja zu Chromatinausbleichung führt, bewirkt Sonnenblendung eine umschriebene Läsion der äußeren Netzhautschichten mit deutlicher Beteiligung des Pigmentepithels und der Aderhaut. Die Differenz beruht darauf, daß alle Strahlen dort wirken, wo sie resorbiert werden. — Fälle mit negativem Spiegelbefund trotz erheblicher Sehstörung sind durch Zerfall der Stäbchenaußenglieder und äußeren Körner zu erklären.

Die schädliche Wirkung bei der Sonnenblendung geht im wesentlichen von den leuchtenden Strahlen aus. Verf. kommt zu diesem Ergebnis durch Ausschluß der anderen Möglichkeiten (ultraviolette oder Wärmestrahlen, sowie eines Zusammenwirkens verschiedener Strahlen).

Eine Umfrage, die Verf. bei den Augenärzten des Königreiches

Sachsen anstellte, ergab bei 35 Beantwortungen eine Gesamtzahl von 225 Fällen von Sonnenblindung. *F. Ruhwandl (München).*

Cords, Sonnenblindung (Zeitschr. f. Augenheilk., Juni 1912).

Verf. beobachtete nach der Sonnenfinsternis vom 17. IV. 1912 32 Fälle von Sonnenblindung (mit Sehstörung und zentralem Skotom). Eine Reihe von Patienten berichtete über Sehen von gelben (im Dunklen blauen) Flecken am Nachmittage nach der Finsternis. — Bei einer Anzahl von Patienten war ein deutlicher heller Herd vorhanden (Optogramm nach Dufour). Dieser war größer als das nachweisbare (und mit Birch-Hirschfelds Skotometer meßbare) zentrale Skotom. In 14 Fällen fand sich eine auffallende Dunkelfärbung der Macula von etwa 1° Ausdehnung. Die Sehschärfe war meist nur wenig herabgesetzt.

Die Prognose ist mit Vorsicht zu stellen, da der Verlauf außerordentlich verschieden ist. Ophthalmoskopisch fand Verf. Vergrößerung und Formenänderung des Fovealreflexes, stärkere Sättigung des Pigmentes, dann weiße oder gelbliche runde Herde inmitten der Macula. — In älteren Fällen war die erwähnte dunkelbraunrote Färbung zu konstatieren. —

Eine Umfrage bei 131 Augenärzten der Rheinprovinz ergab 107 Antworten mit insgesamt 387 Fällen. Darunter waren 166 schwere.

F. Ruhwandl (München).

Schnaudigel, Augenhintergrund mit allseitigen markhaltigen Nervenfasern (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Nach Erwähnung einiger ähnlicher Fälle in der Literatur glaubt der Demonstrierende annehmen zu müssen, daß nirgends eine so reine Ausparung des papillomakularen Feldes vorgelegen hat, wie in dem demonstrierten Fall. Die Papille ist schneeweiß, nur die Exkavation hat einen graurötlichen Ton und auch nur hier sind die Hauptgefäßstämme zu sehen, während sie im peripheren Papillenring verschwinden. Der Rand der Papille ist durch eine feine graue, unregelmäßige Linie angedeutet. Während die Fasern allseitig mächtig ausstrahlen, schneidet die Markhülle des papillo-makularen Bündels am makularen Papillenrand scharf ab, so daß ein leuchtendrotes papillo-makulares Feld entsteht, das einige gelbliche Herdchen und Pigmentkrümel aufweist. Zwei mächtige Markflügel umgeben dieses Feld und berühren sich fast wieder am temporalen Makularand. Die Ausmessung deckt sich mit den Michelschen Faserpräparaten, so daß hier genau die Makula ausgespart erscheint. Die graurötlich gefärbte Exkavation spricht vielleicht für die mikroskopischen Untersuchungen von Schmidt (1874), wonach das Mark der Retinafasern

nicht in direktem Zusammenhang mit dem der Optikusfaser steht. Das Auge war amblyopisch und zählte Finger in $\frac{1}{2}$ m. Das andere war etwas kurzsichtig, sonst normal. *Autoreferat.*

Siegrist, Tumoren der Maculagegend (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

I. Vortr. demonstriert eine eigenartige Hintergrundveränderung, die in einer tumorartigen Wucherung in der Maculagegend besteht. Der Tumor setzt sich zusammen aus zahllosen, kleinen, weißen, im Zentrum leicht gräulich gefärbten Kügelchen. Das Ganze gleicht einem Häufchen Kaviar, nur in weißer statt in schwarzer Farbe. Im unteren Teile des Glaskörpers schwimmen vereinzelte dieser kleinen weißen Kugeln herum.

Der Spiegelbefund wurde erhoben bei einem 28jährigen Kellner, der im apoplektischen Insult nachts auf der Straße gefunden worden war. Später stellten sich bei dem Patienten ein:

Parese des unteren rechten Facialis, Parese des rechten Armes und Beines, motorische Aphasie, Herabsetzung des Gehöres rechts, rechte Abducensparese, herabgesetzte Schmerzempfindung rechts, ataktischer Gang, Intentionszittern, skandierende Sprache und Demenz. Klinisch mußte am ehesten an eine multiple Sklerose gedacht werden.

Vortr. wirft die Frage auf, ob nicht ein *Echinococcus multilocularis* sowohl im rechten Auge als auch im Zentralorgane dem mannigfachen Symptomenbilde zugrundeliegen könne?

II. Im ferneren zeigt Vortr. einen ebenfalls sehr ungewöhnlichen Fall von weißer, zum Teil gelappter Tumorbildung in der Maculagegend eines $3\frac{1}{2}$ jährigen Jungen, welchem zwei Monate vorher das andere Auge wegen Glioma retinae enukleiert worden war, und bei dem die anatomische Untersuchung ein bereits in Verkalkung begriffenes Gliom feststellen konnte. Der Tumor im zweiten Auge blieb zwei Jahre fast unverändert, erst nach zwei Jahren bemerkte man eine Einschmelzung bei besser werdender Sehschärfe (0,6), ohne daß, wie man es bei sich zurückbildenden Gliomen immer bemerkt, Entzündungserscheinungen und Schrumpfung des Bulbus sich eingestellt hätten. Handelt es sich hier wirklich um ein Gliom im zweiten Auge? *Autoreferat.*

6. Orbita. Tränenorgane.

Cords, Zur Kenntnis des experimentellen Exophthalmus (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Durch subkutane Injektion verhältnismäßig großer Dosen von Adrenalin erzeugte Vortr. bei Ratten und Mäusen einen hochgradigen Exoph-

thalmus, der bei anderen Versuchstieren (Kaninchen, Meerschweinchen, Fledermäuse, Sperlinge, Hunde) nicht auftrat. Das Maximum der Wirkung war schon nach wenigen Sekunden erreicht.

Die Ursache der Erscheinung findet Votr. in einer Beeinflussung der Harderschen Drüse, die bei Ratte und Maus, wie an einer Anzahl von Präparaten demonstriert wird, den größten Teil der Augenhöhle bis in die Spitze des Orbitaltrichters hinein einnimmt und den ganzen hinteren Teil des Bulbus umschließt. Die anderen benachbarten Drüsen, die Tränendrüse und die Glandula infraorbitalis, treten dagegen fast vollkommen zurück. Der Bau der Harderschen Drüse erinnert an den der Speicheldrüsen; es ist eine azinöse Drüse mit verhältnismäßig kleinen Lumina, kubischem Epithel und in der Nähe der Palpebra tertia mündendem Ausführungsgang. Das Protoplasma hat einen wabigen Bau, die Kerne sind wohl ausgebildet.

Im ersten Stadium der Adrenalinwirkung sind die Drüsenlumina erweitert und die Zellen gequollen; im Höhestadium ist kein Zellindividuum mehr vollständig; die Begrenzung der Zellen nach dem Lumen zu ist zerstört, der Zellinhalt größtenteils entleert, die Kerne nur schlecht färbbar.

Die enge Beziehung des Adrenalins zum Sympathicus veranlaßten Votr., den Halssympathicus der Ratte faradisch zu reizen. Er erzielte in der Tat auch auf diesem Wege einen hochgradigen Exophthalmus auf der gereizten Seite, der mit einer starken Ausweitung der Drüsenlumina, aber nicht so schweren Veränderungen der Zellen wie nach der Adrenalin-darreichung verbunden war. Es steht somit fest, daß die Hardersche Drüse vom Sympathicus mit innerviert wird. Ob der Exophthalmus teilweise noch durch andere Verhältnisse bedingt ist, läßt Votr. offen.

Autoreferat.

Langhorn, E., Über das Fehlen der Ausführungsöffnung des Tränenkanales beim Pferde (Maanedskrift for Dyrlæger, Bd. XXIII, p. 406).

Das Pferd zeigt Tränenfluß auf einem Auge bei Intaktsein der Conjunctiva; ab und zu sind Atembeschwerden zu beobachten; beim Schleudern des Kopfes nach oben entleert sich in feinem Strahl am rechten Auge Flüssigkeit aus dem unteren Tränenröhrchen. Die Untersuchung läßt das Fehlen der Nasenöffnung beider Tränenkanäle erkennen. Während in dem rechten Nasenvorhof sonst nichts Abnormes zu entdecken ist — der Tränenkanal mündet wahrscheinlich weiter hirnwärts aus (vielleicht ähnlich wie beim Schweine und Hunde. Ref.) — ist der Zugang zur rechten

Nasenhöhle durch eine fluktuierende Geschwulst völlig verlegt: durch den maximal erweiterten, nasal blind endenden Tränenkanal. Bei Druck auf diesen entleert sich aus den Tränenröhren strahlförmig der Inhalt. Die Atembeschwerde findet so ihre Erklärung. Der ampullenartig erweiterte Gang wurde eröffnet und es trat nach einigen verunglückten Versuchen Heilung ein. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Hübner, L., Ophthalmoskopische Befunde (Tierärztl. Zentralbl., 1912, p. 494).

Die periodische Augenentzündung (Mondblindheit) zeigt bei den Militärpferden in Syrmien eine große Verbreitung. Ätiologisch glaubt Verf. das Trinkwasser beschuldigen zu sollen. Namentlich jüngere, nichtakklimatisierte Pferde wurden befallen. Die Veränderungen werden an fünf Beispielen beschrieben. Bei den meisten war neben all den bekannten Erscheinungen totaler Linsenstar zugegen — häufig mit Schrumpfung und Luxation der Linse. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Tiffany, B. C., Vergleich der periodischen Augenentzündung der Pferde mit dem Glaukome des Menschen (American veterinary Review, Bd. XL, 1912, p. 617).

Verf. glaubt die periodische Augenentzündung des Pferdes mit dem Glaukom des Menschen vergleichen zu können, indem er die Symptome und die prädisponierenden Ursachen beider Leiden für gleichartig erklärt. Verf. nimmt auch bei beiden Erkrankungen eine Vererbung der Krankheitsanlage und vor allem das Vorhandensein einer hypermetropischen Refraktion in allen Fällen als prädisponierend an. Beim Vergleiche beider Leiden wird noch betont, daß sowohl die periodische Augenentzündung als auch das Glaukom nur im vorgerückten Alter zur Entwicklung kämen. Für die periodische Augenentzündung stimmt das nicht (Ref.). Aus den Ergebnissen der Behandlung der „Mondblindheit“ — einem negativen und einem positiven — glaubt der Autor berechtigt zu sein, den Schluß zu ziehen, daß die von Graefe beim Glaukom des Menschen empfohlene Iridektomie auch bei der periodischen Augenentzündung des Pferdes empfohlen werden könne. Die Schlüsse des Autors dürften wohl auf allgemeinen Widerstand stoßen, da die Beweise nicht als solche angesehen werden können. *O. Zietzschmann (Zürich).*

V. Therapie.

Schneider, R., Experimentelle Untersuchungen zur Serumtherapie der Pneumokokken-Infektion des Auges (Ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1912).

Der Vortragende hat quantitative Untersuchungen darüber angestellt, welche Mengen Pneumokokkenserum bei den verschiedenen Applikationsweisen notwendig sind, damit im Blut und Auge Phagozytose fördernde Stoffe sich nachweisen lassen und wie sich die Konzentration der spezifischen Bakteriotropine zu verschiedenen Zeiten nach der Einverleibung des Immunserums verhält.

Das Blut enthält 1—3 Minuten nach intravenöser Injektion seine maximalste, dem Titer des Pneumokokkenserums entsprechende und auf die Blutmenge des Tieres zu berechnende Konzentration an spezifischen Antikörpern. Diese zeigen schon nach 10 Stunden eine ebenerkliche, nach 24 Stunden eine deutliche Abnahme von 25 bis 40 Proz.

Nach subkutaner Injektion sind im Blute Bakteriotropine erst nachweisbar, wenn 2—2,5 ccm pro Kilo Tier eingespritzt werden; die spezifischen Stoffe treten dabei erst ca. 7—8 Stunden nach dieser Einverleibungsart auf, vermehren sich, um nach 20—24 Stunden das Maximum zu erreichen und dann allmählich wieder abzunehmen. Die Resultate für das Auge sind folgende:

Die Tränen- und Conjunctivalflüssigkeit, die mittels in den Bindehautsack eingelegter Wattebäusche gesammelt wurde, enthält $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{20}$ der bakteriotropen Substanz, die sich im Serum des immunisierten Tieres findet.

Im Kammerwasser des unberührten Auges war keine Phagozytose fördernde Fähigkeit auffindbar. Der nach der Punktion der Vorderkammer regenerierte Humor aquaeus ließ einen Gehalt an Bakteriotropinen erkennen, der jeweils $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{8}$ desjenigen betrug, der im entsprechenden Blutserum des immunisierten Tieres vorhanden war. Aus dem Kammerwasser waren die nach der Parazentese aufgetretenen Antikörper in der Regel nach ca. 10 Stunden wieder verschwunden.

Der Glaskörper zeigte nur nach wiederholter Punktion der Vorderkammer und nur nach intravenöser Injektion von mindestens 2 ccm Immunserum pro Kilo Tier Spuren bakteriotroper Stoffe.

In Kochsalzlösungs- und Normalserumextrakten der Cornea intakter Augen war bei aktiv oder passiv immunisierten Tieren nie Phagozytose zu konstatieren, die auf Bakteriotropinen beruhte, vielmehr ließen sich

letztere nur in den Serumextrakten der Hornhaut feststellen, wenn die Vorderkammer eröffnet oder das Auge in einen Reizzustand versetzt wurde, und zwar auch nur nach intravenöser Applikation von Pneumokokkenserum in der Menge von mindestens 1—1,5 ccm pro Kilo. Der Übertritt von bakteriotropen Substanzen in die Augenflüssigkeiten und besonders in die Cornea ist demnach unter gewissen Umständen möglich. Für die Serumtherapie der Pneumokokkeninfektionen des Auges (Cornea) ergibt sich aus den Untersuchungen, daß nur große Dosen Immunsrum (nicht unter 1—2 ccm pro Kilo) und wohl ausschließlich intravenöse Einverleibung, die wegen der allmählichen Verminderung der Konzentration im Körper öfters zu wiederholen ist, Erfolg haben können.

Dabei ist notwendig, daß vor Verwendung des Immunsrum festgestellt wird, ob und bis zu welcher Verdünnung letzteres auf den betreffenden Pneumokokkus eingestellt ist; dies könne zweckmäßigerweise im Phagozytoseversuch statt im Infektionsversuch an Mäusen geschehen.

Autoreferat.

Valude, Über die Behandlung der Keratitis ulcerosa bei jungen Hunden (Annales d'Oculistique CXLIX, 1. Januar 1913).

Die Häufigkeit des Hornhautgeschwürs bei jungen Hunden, besonders bei Bullterriers, ist bekannt. Die Krankheit beginnt mit einer zentral gelegenen, rasch zunehmenden Infiltration; es kommt zum Geschwür, dann zur Perforation, und das Auge geht zugrunde. Bekanntlich bleiben die üblichen Mittel stets nutzlos. Klinisch ist diese Keratitis der Hornhauterkrankung sehr ähnlich, die man beim Menschen bei Lagophthalmus nach Facialislähmung beobachtet, oder in gewissen Fällen von sehr ausgesprochenem Basedowschen Exophthalmus. Verf. empfiehlt daher dieselbe Behandlung anzuwenden.

Er berichtet über einen Fall, wo eine zentrale, sehr breite Tarsorrhaphie vollständige Heilung bei einem jungen Bullterrier von hohem Werte bewirkte. Erst nach 4—5 Monaten wurden die Lider wieder freigelassen. Die Hornhaut, welche anfangs in ihrer ganzen Ausdehnung infiltriert gewesen war, mit zentralem Geschwür und drohender Perforation, war nachträglich völlig durchsichtig. Es blieb nur ein kleines zentrales Leukom. Verf. glaubt auch diese geringe Narbe wäre zu vermeiden durch sehr frühzeitige Tarsorrhaphie.

M. Landolt (Paris).

Zahn, E., Über die Anwendung der Diathermie am Auge (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., April 1912, p. 371—385).

Es wurden Versuche am enukleierten Schweinsauge, am lebenden Kaninchenauge und am menschlichen Auge angestellt. Bei Temperaturen bis zu 42° wurde keine Schädigung des Auges beobachtet; bei Steigerung der Temperatur auf $45-46^{\circ}$ (Kaninchenauge) traten Schwellung der Lider und diffuse Trübung der Cornea auf; die tieferen Teile des Auges blieben ohne Veränderung.

Am menschlichen Auge erzielte Hertel mit warmen Überschlügen eine Temperatur von durchschnittlich $37,4^{\circ}$ C; Verf. mit Diathermie eine von durchschnittlich $40,6^{\circ}$ C. Die Versuche wurden am normalen Auge und am kranken Auge vorgenommen. Sie bezweckten festzustellen, bis zu welcher Höhe die Temperatur am menschlichen Auge ohne Schädigung der Gewebe getrieben werden kann. Über therapeutische Ergebnisse soll später berichtet werden.

v. Heuss (München).

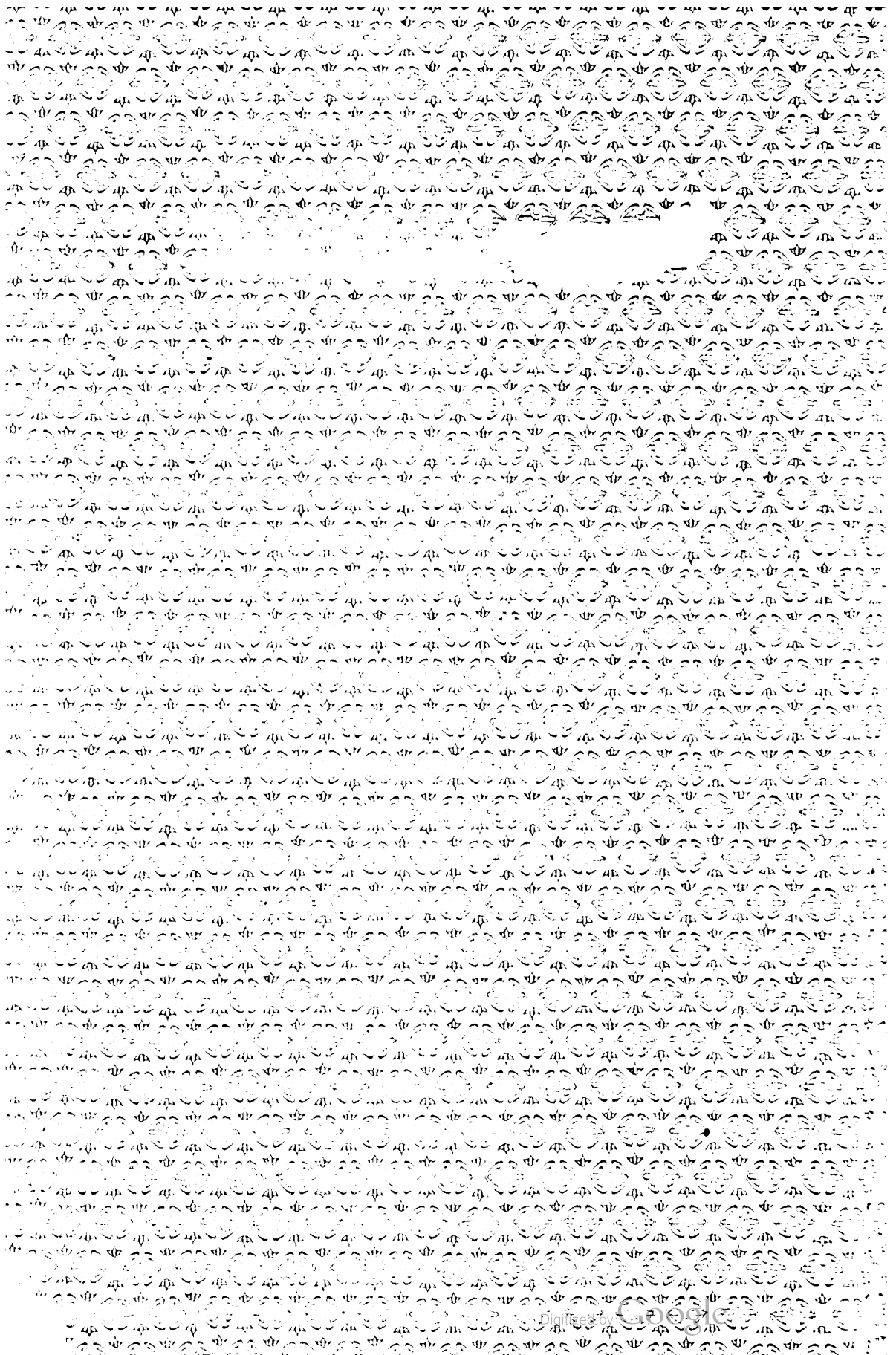
Notiz.

Wegen Übernahme des Referats „Sehorgan“ im Anatomischen Jahresbericht ersucht der Unterzeichnete um gefl. Einsendung einschlägiger Arbeiten, zunächst aus dem Jahre 1912, und zwar an die veränderte Adresse

Dr. V. Franz,
Leipzig-Marienhöhe
Naunhofer Str. 27.

enden
turen
rung
der
izes
eine
von
dam
ebst
Ge
iter
.

ist
ist



UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02010 4132

