

Das Auge des Okapi

Autor(en): **Brückner, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Acta Tropica**

Band (Jahr): **7 (1950)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-310289>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aus dem Zoologischen Garten (Dir.: Prof. H. Hediger) und dem Pathologisch-anatomischen Institut der Universität (Dir.: Prof. A. Werthemann) in Basel.

Das Auge des Okapi.

Von R. BRÜCKNER.

Vorbemerkung.

Als das Basler Okapi am 21. 8. 1949 unvermittelt starb, wurden seine Augen einer ausführlichen Inspektion einschließlich Ophthalmoskopie unterzogen. Nach Abhäutung des Kopfes, bei welcher wegen der geplanten Montierung des Tieres die Augenlider in Zusammenhang mit der umgebenden Haut bleiben mußten, wurde der verbleibende Inhalt beider Orbitae im ganzen umschnitten und in Formol fixiert. Hieraus erklärt es sich, daß die Beschreibung der topographischen Beziehungen des Orbitalinhaltes zur knöchernen Orbita, ebenso die Beschreibung der zu- und ableitenden Tränenwege unvollkommen bleiben muß, eine Lücke, die von andern Untersuchern noch auszufüllen sein wird. Der rechte Bulbus wurde später äquatorial eröffnet und die Binnengewebe teils an der Spaltlampe in Aufsicht, teils histologisch in Schnitten weiter untersucht. Linkerseits wurden die Augenadnexe und das retrobulbäre Gewebe makroskopisch präpariert, der Bulbus selbst aber vorderhand intakt gelassen. Dadurch ist die Möglichkeit gewahrt, eine Reihe von Fragen, die bei der Verarbeitung des rechten Bulbus aufgetreten sind, am linken noch weiter zu verfolgen. Die nachstehenden Ausführungen geben den gegenwärtigen Stand der Untersuchungen. — Literatur über das Auge des Okapi ist mir nicht bekannt; daher teile ich die bisherigen Beobachtungen vollständig mit, betone aber, daß sie sich lediglich auf «ein» Individuum beziehen.

*Anatomie*¹.

Die Augenregionen sind durch die schwarzbraune Pigmentierung des Felles in unmittelbarer Umgebung der ebenfalls schwarzbraunen und nur etwas fettig glänzenden Lidränder als dunkle Flecke am Kopf hervorgehoben. Das Oberlid ist mit einer Reihe gröberer, das Unterlid mit einer Reihe zarterer dunkelgrauer Cilien besetzt. Die rechte Lidspalte mißt vertikal 2,2, horizontal vom temporalen zum nasalen Lidwinkel 3,8 cm. Bei Palpation zeigt der knöcherne Orbitalrand angenähert Kreisform mit leicht elliptischer Ausbuchtung nasalwärts; der rechte

¹ Daß es möglich wurde, über die Netzhaut, die bereits kadaveröse Zerfallserscheinungen zeigte, einige Angaben zu machen, verdanke ich der verständnisvollen Mitarbeit und dem technischen Geschick des Präparators Herrn E. Sutter unter Beihilfe von Fr. J. Tuena.

knöcherner Orbitaleingang mißt vertikal 4,2, horizontal 4,5 cm. Die Conjunctiva ist im ganzen unpigmentiert, lediglich um den Hornhautlimbus herum ist sie dunkelbraun tingiert, und zwar nasal in Form eines schmalen Randes, der sich oben und unten wenig, temporal dagegen bis auf 6 mm verbreitert. Temporal ist der Rand dieses Pigmentringes unscharf. Die vorgezogene Nickhaut erscheint im ganzen rosarot pigmentfrei. Lediglich die untere Hälfte des freien Randes ist auf der Außenseite mit einem 6 mm breiten braunschwarzen Pigmentband besetzt, das sich nach unten um die Hornhaut herum in tiefschwarzes derberes limbäres Bindehautgewebe fortsetzt. Die gegenseitigen Lagebeziehungen von Lidern, Nickhaut, Hornhaut und Pupille gibt für das rechte Auge, nach verschiedenen Skizzen rekonstruiert, Abb. 1.

Das Gewicht des rechten in Formol fixierten Bulbus beträgt nach Abpräparieren des anhängenden Bindegewebes 32 g. Es folgen einige Maße des linken Auges: Bulbusachse 3,0 cm, Äquatorialdurchmesser horizontal 3,2, vertikal 3,1 cm. Corneadurchmesser horizontal 2,0, vertikal 1,9 cm. Dicke der Cornea ca. 1 mm. Höhe des Hornhautscheitels über der Limbusebene 6 mm. Die Hornhaut ist im Limbus etwas gegen die Sklera abgesetzt, ihr Krümmungsradius etwas kleiner als der der Sklera. Durchmesser der Eintrittspupille am toten Tier (offenbar in der Agonie stark erweitert) 11 mm, am lebenden Tier bei Tageslicht sicherlich nicht mehr als 5—7 mm. Linsen-Achse 9 mm, -Äquatorialdurchmesser 14 mm. Höhe des vorderen Linsenscheitels über der Limbusebene 1 mm. Tiefe der Vorderkammer dementsprechend etwa 4 mm. Opticus, unmittelbar am Austritt aus der Sklera inkl. Duralscheide 6 mm. Durchmesser der Papille (rechtes Auge) 3 mm. Der Opticus tritt von unten und außen, etwas exzentrisch an die hintere Bulbuskalotte heran. Limbusdistanzen der Sehnenansätze (äußerste Ausläufer)

Abb. 1. Rechtes Auge, schematisch. 1 = Pupille, gegenüber dem Hornhautzentrum etwas nach temporal und unten verlagert; 2 = Hornhautlimbus, unter der Nickhaut und dem Oberlid punktiert; 3 = freier Rand der Nickhaut, unter den Lidern gestrichelt; 4 = Umrandung der Lidspalte.

Abb. 2. Ansicht der Bulbusadnexe von hinten; linkes Auge: 1 = Rectus sup. 2 = Rect. lat. 3 = Rect. inf. 4 = Rect. med. 5 = Obliquus sup. 6 = Obl. inf. 7 = M. retractor bulbi, 2 Portionen von diesem nach unten geklappt, die obere Portion, in der Zeichnung punktiert, bis auf die Sklera abgetragen. 8 = Schnittfläche des mächtigen peribulbären Fettgewebspolsters. 9 = N. opticus. 10 = laterale Vortexvene.

Abb. 3. Aufsicht auf den linken Bulbus von hinten. Ansätze des M. retractor an der Sklera punktiert. Der kleine Kreis im unteren äußeren Quadranten entspricht dem Opticusaustritt. Links und rechts von diesem die beiden Venae vorticosae. Die Pfeile sind bis an den Hornhautlimbus verlängert zu denken und geben die linearen Limbusdistanzen von Retractor und Vv. vorticosae.

Abb. 4. Rechte hintere Linsennähte, 5× vergrößert. Linsenfaser nur halb schematisch angedeutet. Zwischen den beiden eingekreisten Punkten wurden an der Spalllampe 29 vom unteren Sektor aus an die Naht herantretende Faserbreiten gezählt.

Abb. 5. Aufsicht auf den rechten Ciliarkörper und die Linse (weiße Kreisfläche) von hinten. Die Ora (dick ausgezogene Linie) ladet im Gebiet der pars plana corporis ciliaris (weiß gelassen) stärker aus; sie ist nicht «gezähnt», sondern «gerade». Die Netzhaut hängt an der Ora etwas über die pars plana über. Netzhautvenen (in der Zeichnung verhältnismäßig zu dick dargestellt) reichen bis an die Ora heran.

Abb. 6. Stück aus dem unteren Sektor des Ciliarkörpers. Effektive Distanz vom Linsenrand bis zur Ora 7 mm.

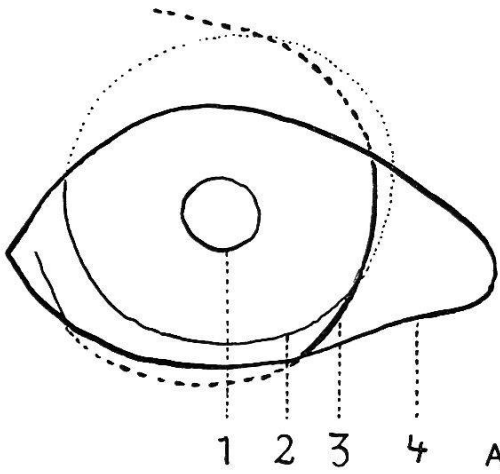


Abb. 1

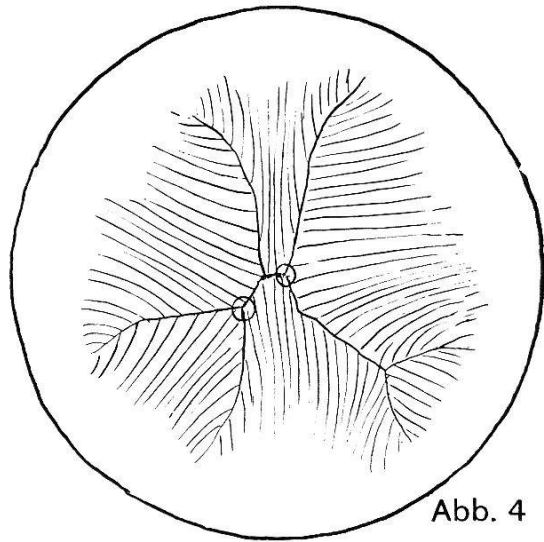


Abb. 4

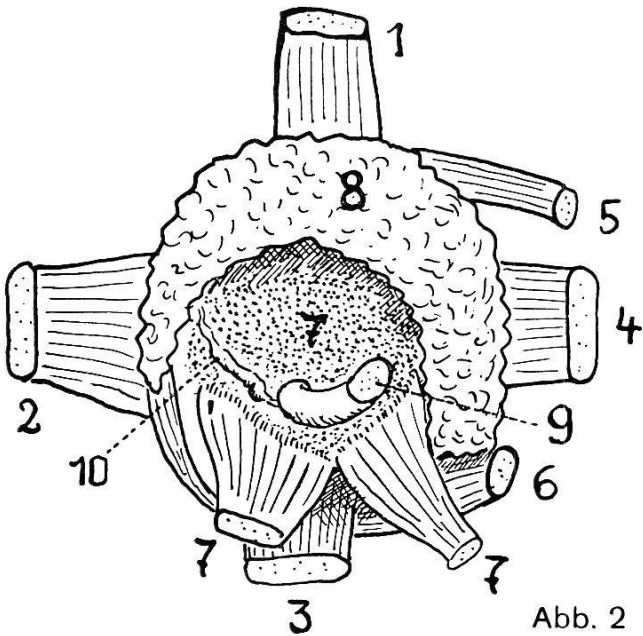


Abb. 2

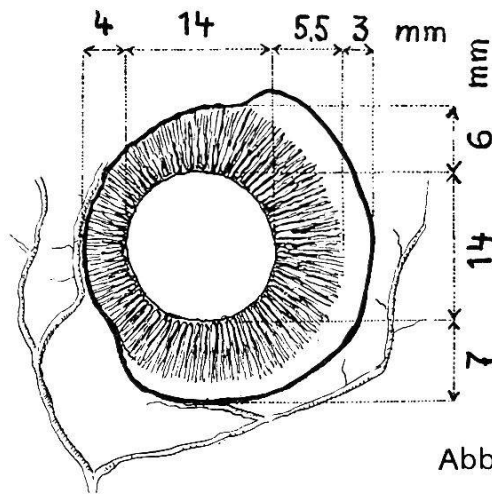


Abb. 5

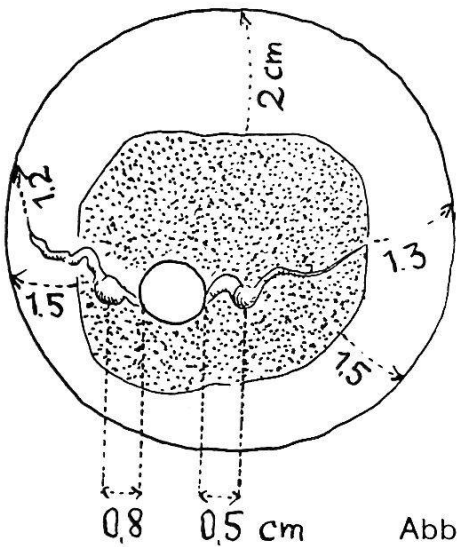


Abb. 3

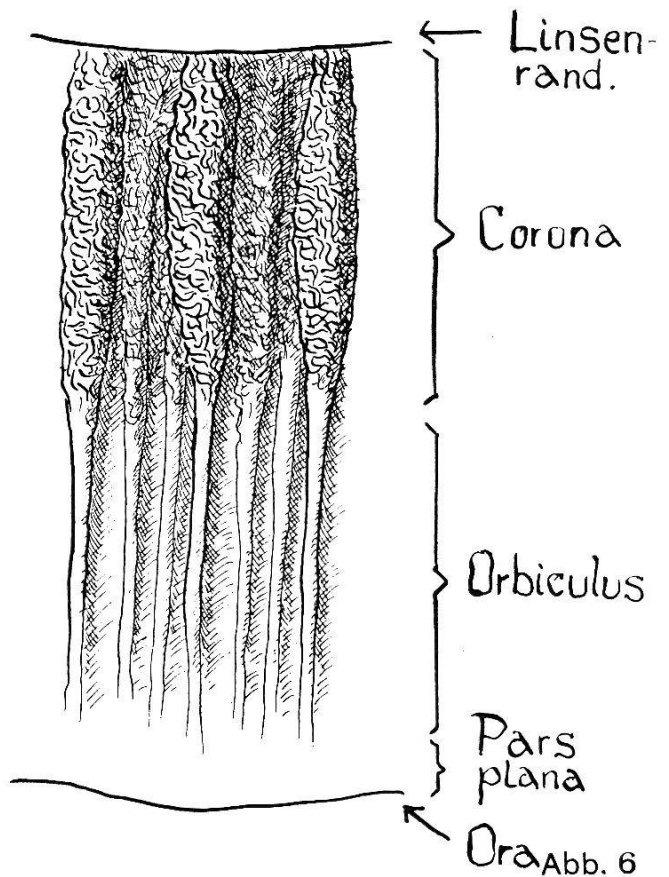


Abb. 6

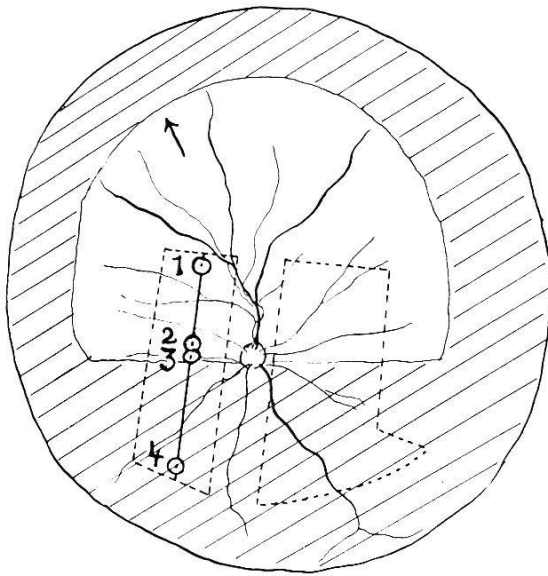


Abb. 7.

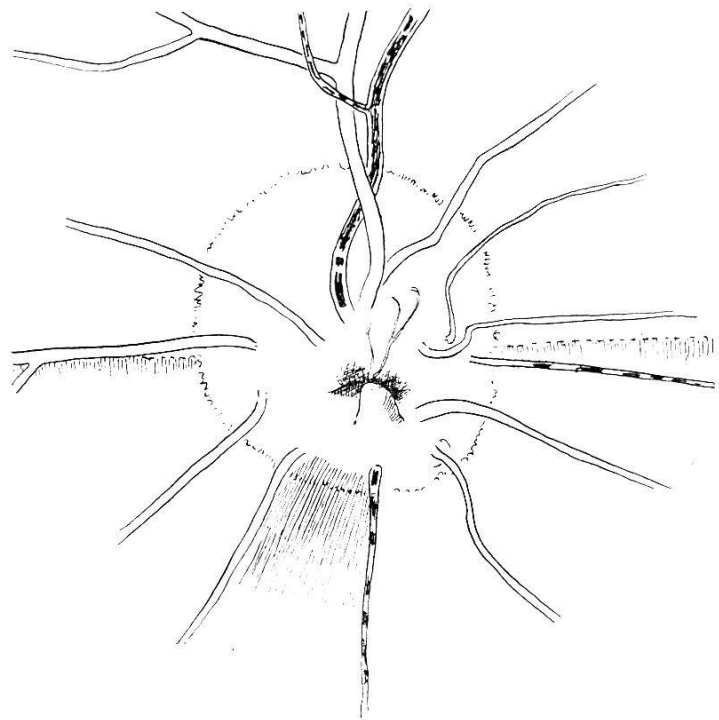


Abb. 8.

Abb. 7. Rechte Netzhaut in Planprojektion, d. h. in den Randteilen verhältnismäßig viel zu stark vergrößert. Die äußere Umrandung entspricht der Ora, die innere nicht schraffierte halbmondförmige Fläche dem sichtbaren Bezirk des Tapetums. Der Pfeil oben links zeigt auf das Horn des Tieres. Die durch gestrichelte Linien eingerahmten Bezirke wurden bisher histologisch untersucht. Die mit 1—4 nummerierten Netzhautregionen entsprechen den gleich nummerierten Kolonnen in Tabelle I.

Abb. 8. Rechte Papille in Aufsicht, 20 × vergrößert. Gefäße postmortal größtenteils blutleer; in der Papillenmitte sehr zarte Gefäße sichtbar. Die horizontale gestrichelte Linie entspricht der Sichtbarkeitsgrenze des Tapetums. Uebrigere Beschreibung im Text.

der äußeren *Augenmuskeln* in mm (lineare Zirkelmaße): Rectus sup. 9, Rectus lat. 8, Rectus inf. 11, Rectus med. 11,5, Obliquus sup. (Mitte des Sehnenansatzes) 20, Obliquus inf. 15; der Ansatz des Obliquus inf. reicht bis unter den Rectus lat. in Höhe des horizontalen Bulbusmeridians hinauf. Der Obliquus sup. zieht unter dem Rectus sup. hindurch und setzt etwa 4 mm von dessen lateralem Rand entfernt an der Sklera an. Der Levator palpebrae sup. verläuft mit dem Rectus sup. zusammen, seine Präparation in das Oberlid hinein war nicht möglich.

Die *Nickhaut* schmiegt sich in jeder Lage dem Bulbus eng an. Am toten Tier waren Bulbus und Nickhaut zusammen rückwärts gesunken, so daß zwischen ihnen und den Lidern ein 2—3 mm weit klaffender Spaltraum entstanden war, in dem sich klare wäßrige Flüssigkeit angesammelt hatte. In der Nickhaut findet sich histologisch eine schlanke Knorpelplatte; diese wird nach hinten zu beidseitig umgeben von einem ansehnlichen Drüsenkörper, in den von der Knorpelplatte aus größere Gefäße führende bindegewebige Septen ausstrahlen. Die Drüse wird dadurch in viele Läppchen unterteilt. Der feinere Bau entspricht dem acinösen Typus. Im Querschnitt messen die einzelnen Acini 0,05—0,1 mm, jeder bietet 5—10, gelegentlich mehr Zellen dar mit hellem Plasma und wandständigen Kernen; freie Lumina sieht man kaum. Die Ausführgänge zeigen im Schnitt Zylinderepithelauskleidung, die größeren in mehrreihiger Anordnung; einer ist von lymphatischem Gewebe umgeben. Man glaubt eine Harder'sche Drüse vor sich zu haben. Der Lage nach handelt es sich aber zweifellos um eine Nick-

hautdrüse. Der Drüsenkörper als Ganzes mißt in der Höhe und nach der Tiefe zu je 2 cm, in der Breite 8 mm. Eine Harder'sche Drüse scheint zu fehlen; Tränendrüsenngewebe wurde bisher noch nicht gefunden.

Innerhalb der äußeren Augenmuskeln findet sich vor allem oben und nasal dem Bulbus angelagert reichlich *Fettgewebe*, unter diesem, dem Bulbus direkt angeschmiegt, ein kräftiger *Retractor bulbi*. Eine Zerlegung in Portionen wie in Abb. 2 ist bei diesem Muskel willkürlich, lediglich die laterale Vena vortiosa bildet eine natürliche Grenzlinie zwischen den sonst überall dicht stehenden Ansätzen der Muskelbündel auf der Sklera. Ich fand nur 2 *Venae vortiosae*, eine kräftige laterale und eine zartere mediale. Die laterale erhält den größten Zufluß aus dem Augeninnern in 8 mm Entfernung, die mediale in 5 mm Entfernung vom Opticusaustritt. Beide Venen erhalten auch weiter vorn noch kleine Zuflüsse aus dem Auge, ebenso auch aus den Opticusscheiden. Die Lagebeziehungen der äußeren Augenmuskeln, des peribulbären Fettpolsters sowie von Retractor, Opticus und Vortexvenen sind in Abb. 2 u. 3 dargestellt; da der Opticus exzentrisch in den Bulbus mündet, sind die Distanzen mit dem Zirkel vom Hornhautlimbus aus gemessen.

Die Oberfläche der *Iris* ist ziemlich glatt, von dunkelbrauner, gegen den Pupillarrand hin von mehr orange-brauner Farbe. Vom Pigmentblatt zeigt sich nur ein schmaler Pupillarsaum, keine Traubenkörner. Die *Pupille* hat Kreisform.

Eine Ansicht der rechten hinteren *Linsenoberfläche* mit den Linsennähten gibt Abb. 4. Der *Ciliarkörper* ist asymmetrisch, nasal schmaler, temporal breiter. Eine Pars plana ist nur unten und temporal vorhanden. Die Größenverhältnisse gibt Abb. 5. In den vier Quadranten wurden an größeren Falten in der Corona gezählt: temporal oben 29, temporal unten 19, nasal unten 27, nasal oben 30. Die stärkeren Ciliarfalten der Corona messen 0,5, die dünneren 0,25 bis 0,3 mm in der Breite. Die oberflächliche Ciliarepithelage ist wie üblich ungpigmentiert, durchsichtig und zeigt einen leicht bläulichen Schimmer. Das Grundkolorit des Ciliarkörpers ist braun. Das Oberflächenrelief, wie es sich an der Spaltlampe darbietet, gibt für einige Falten aus dem unteren Sektor Abb. 6. — Die *Aderhaut* zeigt den für Ungulaten charakteristischen Bau, nämlich eine äußere Schicht großer Gefäße, eine mittlere Schicht kleinerer Gefäße, die stellenweise nahezu fehlt, und zwischen dieser und der zarten, das Pigmentepithel mit Blut umspülenden Choriocapillaris ein zellkernarmes Tapetum fibrosum. Nahe temporal der Papille beträgt die Gesamtdicke der Aderhaut 0,2 mm, die des Tapetum 0,1 mm. Nach Entfernung der Netzhaut erscheint das formolfixierte Tapetum preußischblau. Es erstreckt sich bis an die Ora heran und erscheint hier, wenn man das Pigmentepithel abkratzt, graublau. Abb. 7 zeigt, in welcher Ausdehnung das Tapetum im unbeeinflussten Fundus zutage tritt, da es nur in dem Bezirk sichtbar ist, in welchem das Pigmentepithel der Retina der spindelförmigen Fuscinkörnchen entbehrt. Die scheinbare Grenze liegt temporal 11, nasal 13 und vertikal nach oben 20 mm von der Papille entfernt. Ophthalmoskopisch erschien der Fundus kurz nach dem Tode blaugrün; bei Zumischung der gelbrötlichen Blutfarbe in den Netzhautkapillaren wird er in vivo wohl — ähnlich wie der Fundus der lebenden Giraffe — grüngelb aussehen. Senkrecht durch das Tapetum steigen in Abständen Gefäße zur Choriocapillaris auf; dem histologischen Aspekt nach ist anzunehmen, daß man diese in vivo wie bei Equiden, Cerviden, Cameliden oder auch bei der Giraffe ophthalmoskopisch als «Winslow'sche Sternchen» sehen kann.

Die *Papille* ist angenähert kreisrund. Etwas unterhalb ihres Zentrums erkennt man eine seichte physiologische Exkavation und davor einen kleinen prominenten Gliakegel (siehe Abb. 8). Die Gefäße gabeln sich innerhalb des Sehnerven bereits vor ihrem Eintritt in den Bulbus; wie bei anderen Ungulaten

verläuft ein besonders kräftiges Gefäßpaar nach oben. In situ zielt dieses Gefäßpaar nach der ersten Krümmung auf das Horn des Okapi hin (Pfeil in Abb. 7). Ich erwähne dies, da bei Ungulaten die untere Grenze zwischen pigmentiertem und unpigmentiertem Pigmentepithel entsprechend der hier meist vorhandenen Area immer horizontal verläuft und man daher ophthalmoskopisch die natürliche Ruhehaltung des Kopfes im Raume bestimmen kann. Die Gefäßversorgung der *Netzhaut* entspricht dem euangiotischen Typus (Abb. 7). Die äußersten Kapillaren bilden in der äußeren reticulären Schicht ein Geflecht, das sich den innern Körnern von außen hart anschmiegt. Aus dem bei Lupenvergrößerung amorph erscheinenden Gliafilz tauchen gegen den Rand der Papille die Nervenfasern auf (in Abb. 8 nur unten dargestellt). Sie verlaufen radiär nach allen Richtungen. Eine besondere Anhäufung in irgendeiner Richtung erkennt man nicht. Sie sind nirgends markhaltig.

In Abb. 7 sind mit gestrichelten Linien die Netzhautbezirke eingerahmt, auf deren histologischer Untersuchung die folgenden Angaben basieren. Die Schnittrichtung wurde vertikal gewählt, um eine allfällig vorhandene streifenförmige Area mitzuerfassen. Die in der Abb. mit 1 bis 4 bezeichneten Punkte entsprechen den gleichnumerierte Kolonnen in Tabelle I; Punkt 2 ist zugleich die Stelle, von welcher das Mikrophotogramm in Abb. 9 aufgenommen wurde. Punkt 1 und 4 sind je etwa 7 mm von Punkt 3 entfernt. Bei den Maßen in Tab. I sind postmortale Quellung und ebenso die durch die histologische Verarbeitung bedingten Schrumpfungen zu berücksichtigen; besonders gilt dies für die Nervenfaserschicht. Die vollkommen frisch fixierte Netzhaut hätte wahrscheinlich etwas andere Dimensionen.

TABELLE 1.

Schichtdicke in μ der einzelnen Netzhautschichten in 4 verschiedenen Regionen; Kolonne 1—4 entspricht den Punkten 1—4 in Abb. 7. Für die Körnerschichten ist in Schrägdruck die Zahl der Kernlagen beigefügt.

	1	2	3	4
Zapfen und Stäbchen	25	25	30	30
äußere Körnerschicht	30; 5-6	40; 8	40; 9-11	30; 8
äußere reticuläre Schicht	10	10	10	10
innere Körnerschicht	15-20; 3	20; 4-9	25; 5	20; 3
innere reticuläre Schicht	50	80	90	50
Höhe der Ganglienzellkörper	20	10-25	20-25	10
Nervenfaserschicht	20-25	50	80-90	50-70

Es ergibt sich, daß in einem ca. 4 mm breiten horizontalen Streifen temporal ebenso wie nasal und ungefähr auf Höhe der Papille die Netzhaut etwas verdickt ist. Dies drückt sich auch in der Zahl der übereinanderliegenden Kernlagen aus. Die Ganglienzellen rücken in dieser Gegend auf 20 μ , ja sogar bis zur gegenseitigen Berührung aneinander, während in der oberen und unteren Peripherie ihre Abstände im Schnitt 50 bis 150 μ betragen. Die erwähnten Kriterien genügen, um den verdickten Netzhautstreifen als *Area* zu bezeichnen.

Die Sehelemente setzen sich zusammen aus *Zapfen* und *Stäbchen*. Die Zapfen imponieren als etwas plumpe Kolben von 5 bis 7 μ Durchmesser, ihre Außenglieder kann man nicht beurteilen. Regionäre Unterschiede bezüglich Form und Größe lassen sich an Hand des vorliegenden Materials vorläufig nicht sicher nachweisen; auch erscheinen sie überall in ungefähr gleicher Dichte angeordnet. Die Stäbchen, postmortal noch stärker verändert und schwerer färbbar, sind als lange schmale Zylinder von etwa 1,5 bis 2 μ Durchmesser überall in der Peripherie ca. 5 bis 8 vielleicht sogar noch mehr, in der Area ca. 2 bis 5 pro 1 Zapfen den Zapfen zwischengelagert. Zapfen- und Stäbchenkerne lassen sich nicht voneinander unterscheiden. In der inneren Körnerschicht erkennt man allenthalben 4 verschiedene Kernsorten (siehe Abb. 9): 1. Kleine spindelförmige, die den Kernen der Müllerschen Stützfasern entsprechen dürften, 2. dunkler gefärbte und 3. heller gefärbte mittelgroße runde, die angenähert gleichmäßig miteinander gemischt erscheinen, und 4. etwas größere runde hell gefärbte in geringerer Zahl, die sich mit Vorliebe an der Grenze zur äußeren reticulären Schicht befinden (Abb. 9). Möglicherweise handelt es sich bei den sub 2 und 3 genannten Zellarten um Stäbchen-Bipolaren und Zapfen-Bipolaren; denn die sub 3 genannten Kerne nehmen im Gebiet der Area an Zahl zu. Die unter 4 genannten Zellen mögen Horizontalzellen sein. Abb. 9 zeigt schließlich einen größeren Zellkörper in der inneren Körnerschicht, den man für eine Amakrine halten kann.

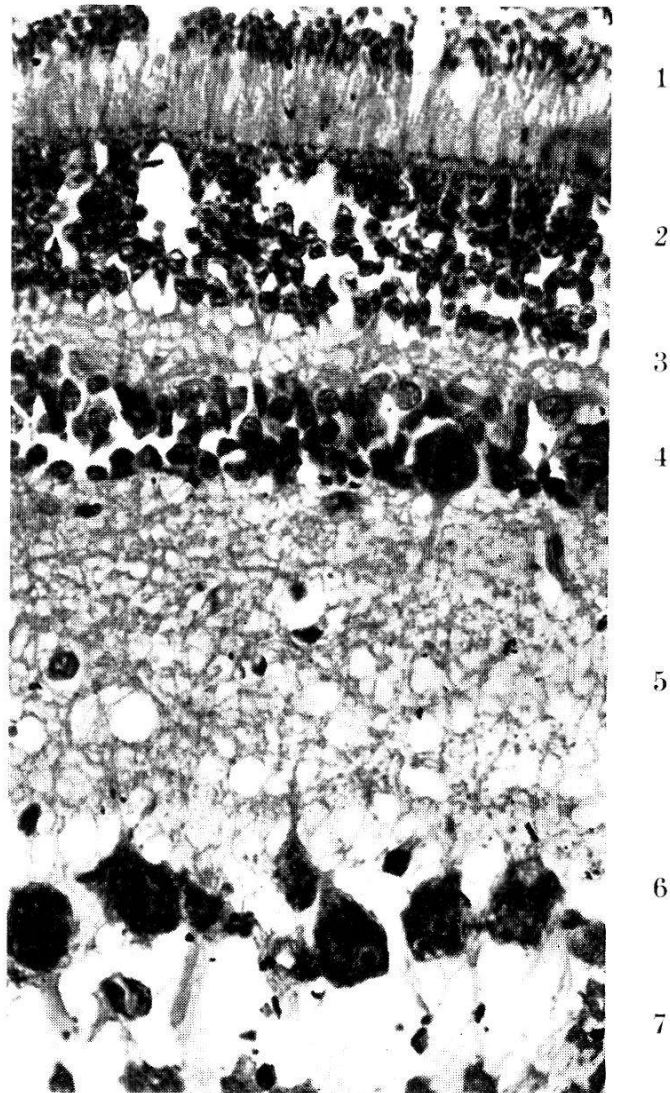


Abb. 9. Querschnitt durch die Netzhaut, Vergrößer. 460 \times . Färbung mit Kresylviolett. 1 = Zapfen und Stäbchen. 2 = äußere Körnerschicht. 3 = äußere reticuläre Schicht, 4 = innere Körnerschicht, darin eine Amakrine, 5 = innere reticuläre Schicht, 6 = Ganglienzellen, 7 = Nervenfaserschicht. Uebrig Beschreibung im Text

Die Strukturveränderungen der Netzhaut gegen die Area hin erfolgen nicht plötzlich, sondern allmählich, d. h. in einem Bezirk von etwa 8 mm vertikalem Durchmesser. Wie weit sich dieser Streifen temporal- und nasalwärts fortsetzt, und ob temporal noch eine runde Area wie beim Pferd und Rind vorhanden ist, bleibt vorläufig offen. Die Untersuchungen werden diesbezüglich fortgesetzt, und ich hoffe, auch über die feinere Struktur der Netzhaut später noch etwas mehr aussagen zu können.

Funktion.

Das lebende Okapi kontrahiert ein bis mehrere Male pro Minute ruckweise den Retractor bulbi. Bei diesem Manöver drückt wegen Raummangels in der Orbita der zurückgezogene Bulbus das Fettpolster (Abb. 2), Nickhautdrüse und Nickhaut nach vorne; dank ihrer Verbindung mit der Bindehaut schnellst diese lateralwärts über die Cornea, diese vollständig bedeckend. Unmittelbar danach erschlafft der Retractor, und die Nickhaut geht in ihre Ausgangslage zum nasalen Lidwinkel zurück. Mitunter hört man während dieses Vorganges ein leise schnalzendes Geräusch. Die Geschwindigkeit dieser Nickhautbewegung ist nicht so groß wie beispielsweise bei Vögeln, doch dauert der ganze Vorgang auch beim Okapi nur Bruchteile einer Sekunde und ersetzt wie bei Vögeln den Lidschlag. Herr F. Glücker, der Wärter des Basler Okapi, teilte mir mit, dieses sei zwar imstande gewesen, die Augen zu schließen, doch habe im allgemeinen das Tier die Lider kontinuierlich offen gehalten. Der Mechanismus ist in dieser Ausprägung unter Huftieren einzigartig, auch die Giraffe zeigt ihn nicht. Man kann sich vorstellen, das Okapi sei im dichten Geäst des Urwaldes mehr als andere Huftiere der Gefahr von Hornhautläsionen durch Blätter, Zweige oder hineinfallende Fremdkörper ausgesetzt. Ein Zusammenkneifen der Lider wäre einer Fremdkörperentfernung nur hinderlich. Dagegen könnten so plötzliche Wischbewegungen der Nickhaut — besonders wenn der Kopf beim Fressen in die Höhe gestreckt wird — einen Fremdkörper zusammen mit abgesonderter Tränenflüssigkeit bei geöffneten Lidern sehr wohl aus dem Bindehautsack herausschleudern. Nur Lebendbeobachtungen werden auf diese Frage die definitive Antwort erteilen.

Der Apparat der äußeren Augenmuskeln wird im ganzen gleich funktionieren wie der anderer Huftiere. Ob Konvergenzbewegungen vorkommen, habe ich leider am lebenden Tier nicht beobachtet. Dies ist um so mehr zu bedauern, als man unbedingt (auch auf zahlreichen Photographien des Tieres) den Eindruck erhält, daß das Tier die Gegenstände seines Interesses, z. B. auch den herannahenden Menschen, binocular fixiert. Den Divergenzwinkel der auf den Corneamitten Senkrechten habe ich nicht gemessen.

Bei Anvisierung der Augen aus der Medianebene des Schädels in Gesichtshöhe erschien unter Berücksichtigung der Strahlenbrechung ein Zusammenarbeiten temporärer Netzhautabschnitte beider Augen als durchaus möglich. Auf Distanzen unter 1 m beobachtet das Tier monocular seitlich.

Die Netzhaut enthält, wie bei allen darauf untersuchten Ungulaten, den Tages- und den Dämmerungsapparat. Es sind so reichlich Stäbchen vorhanden, und zwar auch in der Area, daß damit das Sehen in der Dunkelheit gewiß ebensogut gewährleistet ist wie bei anderen Huftieren. Ueberall ist die Netzhaut aber auch mit Zapfen dicht besetzt; ja der Befund einer Area beweist, daß das Okapi kein ausgesprochenes Nachttier ist. Der Gebrauch der Augen ist für das Tier sowohl bei Nacht als auch bei Tag nicht nur nicht nebensächlich, sondern notwendig. Gemessen an der verhältnismäßig kleinen Zahl von Bipolaren und der ebenfalls recht beschränkten Zahl von Ganglienzellen selbst in der Area, werden beim Okapi die Zapfenerregungen allerdings viel stärker summiert als z. B. in der Area von Pferd oder Rind (Chiewitz, Zürn). Das heißt, das Okapi besitzt zwar in seiner Netzhaut eine Region «deutlicheren» Sehens; das Auflösungsvermögen seiner Area bleibt aber hinter dem der genannten Spezies erheblich zurück. Mit seiner Lebensweise steht dies gut im Einklang. Eine so gute Fernsehstärke, wie sie Steppenbewohner nötig haben, braucht es nicht; das Urwalddickicht gibt ja nirgends auf große Distanzen den Blick frei, und aus mittlerer Nähe entwerfen die für das Tier lebenswichtigen Objekte in den emmetropischen Augen genügend große Bilder, um trotz relativ schlechter Netzhautsehstärke erkannt zu werden. Ohr und Auge des Okapi ergänzen demnach einander sinnvoll, das Ohr, wie wir wohl annehmen dürfen, als Fernsinnesorgan, das Auge dagegen als ein Organ, das das Verhalten im näheren Lebensraum mitreguliert.

Abschließend seien die Lichtscheu des Tieres an der Sonne und die Kreisform seiner Pupille gewürdigt. Der nächste Verwandte des Okapi, die Giraffe, ist nicht lichtscheu und besitzt eine horizontal «rechteckige» Pupille wie Kamel und Lama, die im Sonnenschein durch ein vom oberen Pupillarrand herabreichendes Umbraculum sogar in zwei horizontale stenopäische Spalte unterteilt wird. In Anbetracht der starken Summation der Stäbchen- und Zapfenerregungen in der Okapinetzhaut muß durch hohe Lichtintensitäten das Zentralorgan des Tieres übermäßig erregt werden. Die resultierende Blendungsempfindung ließe sich durch eine zum stenopäischen Spalt verschließbare Pupille vermeiden. Das Okapi hat keine solche Spaltblende. Unter natürlichen Bedingungen braucht es sie aber auch nicht; denn im Gegensatz zur Giraffe tritt es nie ins direkte Sonnenlicht und bedarf auch

keiner Periskopie in sonnenbeleuchteten Ebenen. So kann man die runde Pupille und die Lichtscheu des Okapi bei ungewöhnlich heller Beleuchtung in einem Tiergarten teilweise begreifen — freilich nicht ganz; denn bekanntlich gibt es auch Tiere mit stäbchenreichen Netzhäuten, z. B. Hase oder Meerschwein, die trotz runden oder ovalen nur wenig sich verengernden Pupillen sich doch gut ans Sonnenlicht adaptieren. Erregungssummation und Pupillenform sind also für die Blendungsempfindlichkeit wohl nicht allein maßgebend. Andere Faktoren, z. B. die Regenerationsgeschwindigkeit der Photosensibilatoren in der Netzhaut (Rhodopsin u. a.), müssen gewiß mitberücksichtigt werden. Darüber weiß man vergleichend-physiologisch aber noch recht wenig.

Literatur.

Zusammenfassende vergleichend-ophthalmologische Werke:

Walls, Gordon Lynn: The vertebrate eye. Bloomfield Hills, Michigan 1942.

Rochon-Duvigneaud, A.: Les yeux et la vision des vertébrés. Masson, Paris 1943.

Franz, V.: Sehorgan in Hdb. d. Vgl. Anat. d. Wirbeltiere 2 (1934).

Zitierte Einzelarbeiten:

Chiewitz, J. H.: Arch. f. Anat. und Phys. Anat. Abt., Suppl. Bd. 1889.

Zürn, J.: Arch. f. Anat. und Phys. Suppl. Bd. 1902.
