

Sitzungsbericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin
vom 11. Mai 1909.

Vorsitzender: Herr W. DÖRITZ.

Herr G. LINDSAY-JOHNSON-London sprach über den Augenhintergrund der Wirbeltiere und seine Bedeutung für die Klassifikation.

Ein Versuch zur Klassifizierung der Säugetiere, Reptilien und Amphibien in Familien und Ordnungen nach den ophthalmoskopischen Erscheinungen des Augenhintergrundes und dem während des Lebens auftretenden Grade der Exophorie.

Von Dr. LINDSAY-JOHNSON, M. A. M. D. F. R. C. S. London.

Mit 3 Tafeln.

Der Gegenstand, über den ich heute die Ehre habe, Ihnen meine Beobachtungen und Ansichten zu unterbreiten, mag Manchem einigermaßen seltsam erscheinen, und bitte ich Sie daher, mir zu gestatten, einige persönliche Bemerkungen über die Geschichte meiner Arbeit und den Gang der betreffenden Forschungen vorauszusenden. Schon während meiner Studienzeit stieß ich vielfach auf Meinungsverschiedenheiten bezüglich des Vorhandenseins oder Fehlens des gelben Flecks in den Augen der Säugetiere. Während einige Autoren das Vorhandensein der Macula auf den Menschen beschränkten, behaupteten andere, daß dieses Gebilde eine Eigentümlichkeit des Menschen und der höheren Affen darstellte, wogegen einige wenige das Vorhandensein des Fleckes als fast allen Säugetieren gemeinsam zukommend hinstellten. Um der Wahrheit auf den Grund zu kommen, setzte ich mich mit Menagerien in Verbindung und machte mich daran, die Augen jedes mir zugänglichen Affen zu untersuchen. Zu meiner nicht geringen Überraschung konnte ich die Gegenwart der Macula in dem Fundus oculi jedes von mir untersuchten Affen konstatieren, und zwar ohne Ausnahme;

in dem Maße aber wie ich zu den niedrigsten Stufen der Affen herabstieg, blieb die Macula zwar noch deutlich erkennbar, wurde jedoch immer weniger scharf begrenzt, sowie ich aber bei der nächst tieferen Gruppe, den Halbaffen oder *Lemuridae* anlangte, war keine Spur von der Macula mehr zu sehen und ebenso traf ich in meinen weiteren Untersuchungen auch bei keinem Säugetier dieselbe wieder an. Was mir aber im Verlaufe meiner Beobachtungen ganz besonders auffiel, war, daß bei den von mir beobachteten Affen die Augenböden je nach der Stellung in der genetischen Skala für jede Familie bestimmte Merkmale aufwiesen, neben solchen, die der ganzen Ordnung der *Simiæ* zukommen. Bei der Untersuchung der Lemuriden trat mir ein neuer Typus entgegen, der von demjenigen der *Simiæ* abwich und jedenfalls sich bei allen *Prosimiæ* vorfindet. Der Befund war so frappant, daß ich alsbald glaubte, auf ein neues und wesentliches Moment für die systematische Einteilung der Tiere gestoßen zu sein. Bekanntlich ist der Zoologe bei der Systematik auf vier Gesichtspunkte angewiesen, und zwar: 1. die allgemeine Größe und Gestalt des Tiers, 2. die Art und Färbung der Haarbekleidung und die Anordnung der Zähne, 3. die Knochenbildung, besonders die der Schädelknochen, und 4. die Fortpflanzungsorgane und die phylogenetischen Merkmale. Für sich genommen läßt jeder dieser Gesichtspunkte bei der systematischen Einreihung häufig im Stich und genügt an und für sich nicht, um zum entscheidenden Ziel zu gelangen; oft ermöglicht das ganze System nicht eine eindeutige und wissenschaftlich befriedigende Einreihung eines Tieres in Bezug auf andere Ordnungen und Familien.

Nun dürfte gerade in solchen Fällen ein fünftes Kriterium für die Einreihung von höchster Bedeutung sein. Sie möchte in schwierigen Fällen das entscheidende Wort reden können und oft dazu berufen sein, Zweifel in Gewißheit zu kehren.

Von diesem Gedanken beseelt arbeitete ich Material sammelnd nach dieser Richtung hin etwa zehn Jahre lang und untersuchte mit dem Ophthalmoskop die Augen von Tieren aller Ordnungen, Unterordnungen, Familien und Arten, die sich mir in den Menagerien und zoologischen Gärten Englands und des Kontinents zugänglich erwiesen.

Der Zweck meines Vortrags ist, Ihnen einen kurzen Bericht über diese Arbeit zu erstatten. Da der Gegenstand außerordentlich umfangreich ist, werde ich mich damit begnügen, Ihnen nur die wesentlichsten Beobachtungen und meine daraus gewonnenen allgemeinen Schlußfolgerungen vorzuführen. Diejenigen, für die die

Frage ein tieferes Interesse besitzt, möchte ich auf meinen der Royal Society of London vorgelegten Bericht verweisen als Ergänzung dessen, was ich Ihnen heute mitzuteilen die Ehre habe, und auch als Mittel, das gesammelte Material und die für jede Forschungsgruppe gewonnenen Schlußfolgerungen kritisch zu prüfen.

Zunächst dürfte es Sie interessieren, zu hören, in welcher Weise bei dieser Untersuchung praktisch zu Wege gegangen wurde. Größere und gefährlichere Tiere, wie der Löwe und das Rhinoceros, wurden zunächst möglichst beruhigt und an den Anblick meines Apparates gewöhnt. In einigen Fällen, wie bei Bären und Wölfen, wurde das Tier in einen Sack gebracht und in dem geschlossenen Ende desselben ein Schlitz gemacht. Sobald das Tier den Kopf durch die so geschaffene Öffnung schob, wurde es geknebelt. Es wurde die Größe der Augen gemessen, die Divergenz der Sehachsen, alle interessanten äußeren Elemente, die Größe und Gestalt der Pupillen u. s. w. Wo es nötig erschien, wurde die Pupille mittelst Homatropin oder Cocain erweitert und dann der Augenhoden mit größter Sorgfalt beobachtet und in Farben ausgezeichnet. Anfangs war ich genötigt, diese Zeichnungen selbst auszuführen, später genoß ich aber den großen Vorteil der künstlerischen Mitwirkung des bekannten englischen Tierzeichners Mr. A. W. HEAD F. Z. S., den ich für diese Arbeit besonders einschulte und der in kurzer Zeit eine außerordentliche Geschicklichkeit entfaltete. Zuerst wollte es mir bei einigen Tieren nicht gut gelingen, den Augenhintergrund bei direkter Beleuchtung zu erblicken, indem diese Methode mich oft nötigte, das Ophthalmoskop mit dem Auge des Tiers fast in Berührung zu bringen. Aber es weist diese Methode gegenüber der indirekten erhebliche Vorteile auf, insofern sie eine höhere Vergrößerung gestattet und Einzelheiten in viel schärferem Maße sichtbar werden läßt. Außerdem umgeht man dabei die Verzerrung, wie sie notwendigerweise durch die Einschaltung einer Zwischenlinse entsteht, abgesehen davon, daß die Bildumkehrung vermieden wird. Aus diesem Grunde beharre ich bei der direkten Beobachtung und gewann mit der Zeit eine solche Erfahrung, daß mir schließlich die kleinsten Pupillen der Fledermäuse und anderer kleinster Säugetiere keine besonderen Schwierigkeiten bereiteten. Der Arbeitsraum wurde stets verdunkelt und eine einheitliche künstliche Beleuchtung zur Anwendung gebracht, um richtige Vergleiche zu ermöglichen. Um das Tier ruhig zu halten, nahm ich anfänglich Narcotica zu Hilfe, hatte aber bald Veranlassung, dieses Hilfsmittel als wenig vorteilhaft und auch

sonst unnötig wieder aufzugeben. Ich benutzte dabei das gewöhnliche Ophthalmoskop mit doppeltem Spiegel und Korrektionslinse, ersetzte aber bei der Beobachtung von Tieraugen mit sehr kleiner Pupille den normalen Spiegel durch einen solchen mit kleiner Öffnung. Die Augenlider wurden mit den Fingern oder auch mit einem federnden Lidhalter auseinander gehalten. Wenn irgend möglich, wurden stets mehrere Tiere derselben Art untersucht, um rein individuelle oder krankhafte Unterschiedlichkeiten zu eliminieren, und stets wurden beide Augen untersucht.

Auf diese Weise sammelte ich unter Mr. HEADS Mitwirkung naturgetreue Abbildungen des Augenhintergrundes der meisten in den Menagerien und zoologischen Gärten Europas vorhandenen Tiere. Zweimal hatte ich in die arktischen Regionen fahren müssen, um die Augen der Wale, Delphine und Seehunde zu studieren.

Die angewandte Vergrößerung schwankte zwischen 10 und 20 und erlangte naturgemäß ihre höchsten Werte bei den kleinsten Tieraugen. In jedem Fall untersuchte ich auch das Auge des Tieres auf die optischen Brechungsverhältnisse mittelst der Retinoskopie, sowohl mit als auch ohne Verwendung von Atropin, und kontrollierte das Ergebnis durch den Vergleich mit dem Befund der direkten Beobachtung. Nachdem ich so alle mir zugänglichen Arten von Säugetieren, etwa 200 an der Zahl, untersucht hatte, wendete ich mich den Amphibien und Reptilien zu und stellte meine Beobachtungen in derselben Weise an, wobei ich alles, was mir unter die Augen kam, sorgfältig notierte.

Nach einiger Zeit entdeckte ich, daß, ein je neueres Einteilungssystem nach zoologischen Gesichtspunkten ich mit den Schlußfolgerungen nach meinen ophthalmoskopischen Beobachtungen in Vergleich zog, um so größer die Übereinstimmung war, und dies trotz der zahlreichen Momente, die der Zoologe als Stützpunkte zu bedenken hat.

Einige von den erhaltenen Befunden weichen aber merklich von den Unterlagen der Zoologen ab, und dürften diese sicher in diesen Fällen zu einer eingehenden Nachprüfung Veranlassung geben. So käme nach den ophthalmologischen Befunden der großen Ordnung der Nagetiere eine weit tiefer stehende Stellung zu als ihr seitens der Zoologen eingeräumt wird. So weichen auch unter den Sciuromorpha die *Hypalidae*, *Galagoidae*, *Pteromyidae* und *Castoridae* in ihrer ophthalmoskopisch-systematischen Stellung ganz erheblich von der zoologischen Einreihung ab, während die ältere Einteilung der Ungulata in *Artiodactyla* und *Perissodactyla*, von

der in den letzten Jahren abgegangen wurde, durch die ophthalmologische Hypothese wieder Berechtigung erlangt und danach rehabilitiert werden sollte.

Es ist mir hier nicht möglich, die Ordnungen einzeln durchzugehen, und will ich daher nur einige der prägnantesten Ergebnisse meiner Beobachtungen behandeln.

Im normalen Auge des Menschen erscheint der Fundus oculi als ein orangeroter oder dunkelzinnoberroter Grund. Nach der inneren Seite der Sehachse zu bemerkt man ein scharf begrenztes kreisrundes oder ovales Scheibchen rosaroter Färbung, den sogenannten „blinden Fleck“. An dieser Stelle tritt der Sehnerv in das Auge und verzweigt sich auf der stark differenzierten Nervenfaserschicht der Netzhaut. Etwa zwei und einhalb Scheibenbreiten nach außen oder schläfenwärts bemerken wir einen kleinen kreisrunden oder schwach ovalen Fleck, der sich durch seine dunklere Färbung von seiner Umgebung abhebt und der „gelbe Fleck“ oder die „Macula lutea“ genannt wird. Gewöhnlich, und zwar namentlich bei Weitsichtigen und Kindern, ist dieser Fleck von einem kreisförmigen Reflexringe umgeben, der das Gebiet des deutlichen Sehens begrenzt. In dem Mittelpunkt dieses Flecks befindet sich ein heller, oft gelblich gefärbter Punkt, die Fovea centralis genannt.

Nach gründlicher Untersuchung der Primates, d. h. der Affen und Halbaffen, im Gegensatz zu den übrigen Säugetieren stellte es sich nun heraus, daß dieser Fleck ausschließlich den *Simiae* zukam und daß bei dessen Gegenwart das Tier ausnahmslos eine runde Pupille und einen parallelen Blick aufwies, so daß beim Anblick eines entfernten Gegenstandes die Augenachsen stets parallel gerichtet waren. Dieses Zusammentreffen der genannten Erscheinungen war so ausnahmslos, daß ich daraus eine Hypothese zu folgern wagte und derselben den Namen des Gesetzes der Macula beilegte. Dieses besagt, daß alle Säugetiere, die eine echte Macula besitzen, einen parallelen Blick und auch die Fähigkeit haben, die Augen zur Konvergenzstellung zu bringen, und umgekehrt, daß alle Tiere mit parallelem Blick und dem Konvergenzvermögen die Macula lutea haben. Dies Gesetz gilt überall und kennt keine Ausnahmen. Ich hätte noch hinzufügen können, daß alle mit der Macula behafteten Tiere auch eine runde Pupille aufweisen, was ohne Ausnahme zutreffend ist, doch läßt sich hier nicht ein umkehrbares Gesetz aufstellen, indem viele Tiere, so alle Nagetiere und viele von den Raubtieren, runde Pupillen haben, dabei aber bekanntlich ohne Macula sind. Eine scheinbare Anomalie ließe sich allerdings im Hinweis auf unsere Haushunde und Katzen an-

führen, indem diese durch Abrichten dazu gebracht werden können, daß sie momentan ihre Augen konvergieren lassen. Niemals aber geschieht dies beim wilden Tier und jedenfalls können auch zahme Hunde und Katzen die Konvergenzstellung nur ganz vorübergehend aufrecht erhalten. Es kommen bei diesen Tieren niemals parallele Schachsen vor; sie sind stets divergent.

Untersuchen wir nun den Fall bei den Affen, so bemerken wir, daß in dem Maße wie wir die genetische Skala durchlaufen, das Aussehen des Augenhintergrundes sich von Stufe zu Stufe ändert. Die Macula ist zwar immer da, das Scheibchen ist stets rosarot, braun oder grau gefärbt, und die Netzhautgefäße verlaufen in gewohnter Weise, aber es stechen die Aderhautgefäße, die durch ihre hellorangerote Färbung, grobe Gestaltung und unregelmäßigen Umrisse leicht erkenntlich sind, allmählich immer deutlicher hervor. Die Macula gewinnt immer mehr an Ausdehnung bis schließlich beim *Douroucoli* der ganze Hintergrund mit bräunlichen Punkten bedeckt erscheint. Gehen wir nun zu den Lemuriden oder Halbaffen über! Hier haben wir wieder denselben charakteristischen Fundus wie er uns beim *Douroucoli* begegnete, und ebenso die über den Fundus verteilten bräunlichen Flecke, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Macula fehlt. Es ist von ihr keine Spur mehr zu sehen. Wir bemerken auch, daß das Scheibchen nicht mehr rosafarbig sondern weiß aussieht. Wenden wir uns nun den Galagos zu, die wohlverstandenen Nachttiere im strengsten Sinne sind, so finden wir, daß der Augenhintergrund nicht mehr grau oder rosafarbig sondern leuchtend gelb ist. Ich habe die Beobachtung gemacht, daß bei den Nachttieren der Augenhintergrund fast ausnahmslos entweder braungelb, gelb oder rot ist. Chamois und gelb begegnet man am häufigsten, rot und rosa schon etwas seltener. So fand ich bei den Fledermäusen meist einen gelbbraunen oder rosafarbenen Fundus vor, bei den Eulen war er rosa oder rot, bei den fliegenden Eichhörnchen (*Pteromys*) gelbbraun oder hochrot. Wenn ich auch hier keine direkte Behauptung aufstellen möchte, so scheint es mir wahrscheinlich, daß während der Nacht das rote Licht das blaue überwiegt, sowie auch daß rote und gelbe Gegenstände von Tieren mit ähnlich gefärbtem Fundus leichter erkannt werden. Betrachten wir nun den Fundus der Galagos, so zeigt es sich, daß die Netzhaut an der Peripherie mit schwarzem Pigment in Gestalt sternförmiger Flecken vollständig bedeckt ist, ganz ähnlich wie beim menschlichen Auge, wenn es von der Retinitis pigmentosa befallen ist. Nun ist dies eine Krankheit, die seit langem schon als erblich erkannt wurde,

die also als ein angeborener Zustand anzusehen ist. Sie tritt in gewissen Familien auf und macht ihre Erscheinung in diesem oder jenem Kinde durch mehrere Generationen hindurch. Sie besteht in einer eigentümlichen Veränderung der Pigmentschicht der Netzhaut, die im Bereich der Ora serrata ihren Anfang hat und sich von da aus nach dem Scheibchen erstreckt, wobei letzteres mit dem Fortschreiten der Krankheit allmählich ein welliges Aussehen annimmt. Da, wo diese im Augenspiegel recht frappant aussehende Störung des Pigmentes auftritt, hört auch das Sehvermögen auf, so daß die Ausdehnung der Erkrankung die Grenze des Gesichtsfeldes beherrscht. Es ist dies eine schlimme Krankheit, die von allen Augenärzten einstimmig als unheilbar erklärt wird und für die es kein Mittel gibt. Man kennt ihren Ursprung nicht und sie führt stets zur vollständigen Erblindung. Im Verfolge meiner Untersuchungen begegnete mir gerade diese Erscheinung bei mehreren Nachttieren, namentlich bei den Galagos, den Loris und den Krokodilen. Bei diesen handelt es sich indessen um einen normalen Zustand, denn entweder schlafen sie während des Tages oder sie verbleiben unter Wasser oder in dunklen Verstecken, um erst beim Dunkelwerden oder in der Nacht ihrem Raube nachzugehen. Um den Einfluß dauernden Lichtes auf die Augen dieser Tiere zu beobachten, setzte ich eine Brut von Galagos einige Monate lang dem Tageslicht aus und machte dabei die Erfahrung, daß sämtliche Tiere vollständig erblindeten. Durch die mikroskopische und ophthalmoskopische Prüfung ließ sich leicht konstatieren, daß die Erkrankung nach dem Pol hin fortgeschritten war, gerade so wie bei der Retinitis pigmentosa des Menschen. Wenn nun auch die Retinitis pigmentosa sowohl mit Tages- wie auch mit Nachtblindheit einhergeht, so schien mir an der Hand meiner Beobachtungen an Nachttieren dennoch die Möglichkeit gegeben, das Fortschreiten dieser tückischen Krankheit zu hemmen und zwar dadurch, daß man die Augen vor den wirksamen Strahlen des Tageslichtes schützt, nämlich vor den Strahlen, die dem blau-violetten und dem roten Ende des Spektrums entsprechen. Tatsächlich sind die Versuche, die ich bis jetzt an Opfern dieses Leidens habe anstellen können, nicht ohne Erfolg geblieben, insofern, als die Anwendung von Schutzbrillen aus spektralblauem Glase, d. h. einem Glase, das ausschließlich Strahlen aus dem mittleren Teil des sichtbaren Spektrums, also nur blaues, grünes und teilweise gelbes Licht, durchläßt, den Fortschritt der Krankheit hemmte und, solange als die Patienten bei dem Tragen der Brillen beharrten, kein weiteres Umsichgreifen zu

konstatieren war, ein erfreuliches Ergebnis, das in einem Falle drei Jahre lang aufrecht erhalten worden ist.

Nach all dem scheint es doch nicht allzu gewagt, in dieser geheimnisvollen und für das Sehen stets verhängnisvoll verlaufenden Krankheit eine Rückschlagserscheinung erblicken zu wollen. Trifft diese Annahme zu, so gibt es nur eine Art der Behandlung, die darin besteht, daß man dem Patienten klar macht, daß er sich in der Lage eines Nachttieres befindet und, da er nicht eine nächtliche Existenz führen kann, so wird es uns wenigstens möglich, seine Augen mittelst Lichtfilter-Brillen zu schützen, wobei alle schädlichen Strahlen durch das Filter absorbiert werden. Jedenfalls sind die Resultate, wie ich sie schon jetzt zu verzeichnen habe, hinreichend ermunternd, um meine Kollegen zu veranlassen, meine Behandlungsmethode an ihren Patienten nachzuprüfen und in ärztlichen Kreisen die erreichten Resultate bekannt zu geben. Es kann jedenfalls dadurch kein Unheil angerichtet werden, denn bei einer Krankheit, die mit absoluter Gewißheit zur Erblindung führen muß, ist jedes Experiment, das nicht offenbar gefahrbringend ist, gerechtfertigt. Sollte sich schließlich meine Vermutung als begründet erweisen, so würde ich sicher meine Arbeit als reich belohnt betrachten können.

Richten wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die Galagos, so bemerken wir, daß einer derselben als Cocquerell's Lemur (Lemur Cocquerelli) auftritt. Hier hat doch der Zoologe sicher ein Versehen gemacht! Das Tier weist alle die charakteristischen Merkmale des Augenhintergrundes der Galagos auf, dabei aber auch nicht ein einziges Merkmal, das an die Lemuriden erinnern könnte. Ich möchte den Herren Zoologen empfehlen, dies Tier auf seine systematische Stellung hin kritisch zu prüfen. Unter den Lemuriden sind mir zwei deutlich abgegrenzte Abteilungen entgegengetreten. Vom ophthalmoskopischen Gesichtspunkte möchte ich die echten Lemuren in einer besonderen Familie unterbringen, die Geschlechter Galago, Lori und Nycticebus dagegen in einer anderen Familie.

Die mir zur Verfügung stehende Zeit gestattet mir nicht, mich mit den Hauptmerkmalen der *Chiroptera* und *Insectivora* eingehend zu befassen, obwohl in zoologischer und physiologischer Hinsicht diese Ordnungen äußerst interessant sind. Gehen wir also gleich zu den *Carnivora* über. Alle *Carnivora* mit Ausnahme der *Suricatae* und *Cynictis* besitzen ein Tapetum lucidum wie wir es bereits bei den Galagos vorfanden. Dies Tapetum, das von der subkapillären Epithelschicht gebildet wird und der Undurchsichtig-

keit der inneren Schichten der Aderhaut seinen Ursprung verdankt, hat die Eigentümlichkeit, daß man darin niemals Aderhautgefäße erkennen kann, es sei denn in einigen ganz seltenen Fällen, und auch dann nur in der Nähe der Ora serrata. Bei den Pinnipedien hat das Tapetum über der ganzen Fläche des Sehfeldes eine gleichmäßige Färbung. Bei allen Fissipedien dagegen (mit Ausnahme der *Suricata* und *Cynictis*, die kein Tapetum haben) weist der Fundus wenigstens zwei farbige Zonen auf, nämlich eine als das Tapetum lucidum bekannte zentrale Zone und eine stark pigmentierte peripherische Zone, die ich als Tapetum nigrum bezeichne. Ersteres ist in vielen Fällen in zwei, zuweilen drei farbige Felder eingeteilt.

Bei einer großen Anzahl der *Carnivora* erscheint das Scheibchen als Kalotte, wobei die Hauptäste sich über den Rand herumbiegen, wie es bei dem als Glaucoma bekannten pathologischen Zustande im Menschen vorkommt. Tatsächlich ist aber keine Vertiefung der Fläche vorhanden, wie sich an mikroskopischen Schnitten dartun läßt, vielmehr sind die Gefäße unter die Ebene des Scheibchens versenkt und krümmen sich nur anscheinend hinüber; sie sind aber mit einer dicken flachen Gewebsschicht bedeckt. Die Parallele zwischen dieser Erscheinung und dem Glaucoma ist nicht eine wirkliche. In der Regel ist wenig oder kein Astigmatismus vorhanden, so daß hier ein auffallender Unterschied gegenüber den Ungulata besteht. Alle im Wasser lebenden Säugetiere, wie die Robben, Walfische, Delphine u. s. w., sind mit hochgradigem Astigmatismus behaftet, bis zu 4D, was eine recht bemerkenswerte Tatsache ist.

Was die *Canidae* anbetrifft, so lassen sie sich nach dem ophthalmischen Prinzip in zwei Hauptabteilungen trennen, und zwar in solche mit kreisrunder Pupille und solche mit vertikal-ovaler Pupille. Das ophthalmoskopische Argument überzeugt mich, daß HAECKEL recht hat, wenn er den Ursprung des Haushundes auf die Wölfe und Schakale zurückführt, es bleibt aber das weitere Rätsel: Von welchen Tieren stammen diese Ahnen des Hundes ab? — Die Hunde mit runder Pupille, z. B. *Canis procyonides*, ähneln entschieden den Waschbären und Füchsen in Bezug auf Pupille und Augenhintergrund, und dürften möglicherweise von ihnen abstammen, und ebenso will es mir scheinen, als ob der Kapjagdhund von den Hyänen abstammte. Sollen wir es für möglich halten, daß unsere Hunde verschiedener Abstammung sind, so daß wir den Ursprung einer Gattung auf die Wölfe und Schakale, den einer anderen auf die Waschbären und Bären, und den anderer

wieder auf die Hyänen zurückführen? — Ich werfe diese Frage nur deshalb auf, weil, wenn sie der Wahrheit auf den Grund spüren sollte, es uns dadurch begreiflicher erscheinen könnte, warum die Abarten des Hundes in einem Grade von einander abweichen wie es bei keinem andern Haustier vorkommt, sei es Katze, Schaf, Pferd, Taube oder Huhn, obwohl alle diese durch menschliche Zuchtwahl und künstliche Züchtung eine außerordentliche Mannigfaltigkeit erfahren haben.

Bei der Untersuchung der Ungulata fiel es mir sehr auf, daß dieselben sich nach dem Charakter des Augenhintergrundes in zwei Hauptgruppen, die der *Artiodactyla* und die der *Perissodactyla* teilen ließen. Erstere sind charakterisiert durch zahlreiche und große Netzhautgefäße, wobei der Hauptast von dem Scheibchen aus vertikal nach oben gerichtet ist und in zahlreiche Seitenzweige ausläuft. Nur die Ziegen bilden eine Ausnahme, indem die Zweige bei ihnen in schiefer Richtung vom Hauptast auslaufen. Gewöhnlich kann man über dem Scheibchen einen breiten horizontalen Streifen deutlich erkennen. Derselbe hat eine Bogenauslenkung von mindestens 45° und entspricht funktionell offenbar unserer *Macula lutea*. Ebenso lassen sich die *Artiodactyla* nach dem Aussehen des Fundus in *Selenodonta* (Wiederkäuer), darunter das Nilpferd und die Schweine, einteilen. Bei der letzten Gruppe verzweigen sich die großen Netzhautgefäße nach allen Richtungen, und der Augenhintergrund ist gänzlich verschieden von demjenigen der *Selenodonta*. Bei den *Perissodactyla* andererseits ist der Augenhintergrund gänzlich frei von großen Netzhautgefäßen. Zu dieser Gruppe gehören das Rhinoceros, das Pferd, der Tapir, der Elefant und der Hyrax.

Beim Rhinoceros bemerken wir die interessante Tatsache, daß es nur eine sehr primitive Scheibe mit gleichmäßigem fleckigem Hintergrund ohne jegliche Spur von Blutgefäßen hat; überhaupt ist außer einer großen kreideweißen Scheibe nichts am Hintergrund zu erblicken.

Wenn Sie meine Sammlung von Abbildungen der Augenhintergründe durchmustern, so werden Sie alsbald erkennen, daß alle primitiven oder elementaren Fundi Tieren zukommen, die entweder von der Natur stark geschützt sind oder deren Nahrung aus Pflanzen besteht oder wenigstens kleinen Tieren, die nicht leicht ent schlüpfen können, so daß jene keines hoch differenzierten Fundus bedürfen, sei es um ihren Feinden auszuweichen, oder, um ihrer Nahrung nachzugehen. Unter den besonders stark geschützten Tieren finden wir das Rhinoceros, das Stachelschwein, das Gürteltier, den Igel

und die *Echidna*. Alle diese Tiere haben primitive Fundi mit weißen Scheiben. Der Elefant, der teilweise durch seine Masse und dicke Haut geschützt ist, hat zwar einen primitiven Fundus, derselbe ist aber schon etwas mehr differenziert, als es bei den andern eben erwähnten Tieren der Fall ist.

Die Cetaceen. Die Augen der Meeressäugetiere haben, so weit ich es habe feststellen können, eine gleichmäßige blaugraue Färbung und eine kreisrunde Pupille mit über den Rand verzweigten Gefäßen, wie bei den Bären. Alle Walfische und Delphine haben einen beträchtlichen Grad von Astigmatismus (ca. 4D bis 4.5D), wobei die größte Krümmung respektive der kürzeste Krümmungsradius innerhalb des vertikalen Meridians liegt. Die Seehunde und Seelöwen (*Otaridae*) sind ebenfalls mit einem hohen Grade von Astigmatismus behaftet (ca. 8D bis 9D), wobei aber die größte Krümmung im horizontalen Meridian liegt, d. h. unter rechtem Winkel zum Meridian der größten Krümmung bei den Cetaceen. Andererseits haben die Wale etwas hypermetropische Augen (etwa 1D), während die Seehunde eine Myopie von etwa 4D im vertikalen, 9D im horizontalen Meridian aufweisen, ein Grad von Astigmatismus, wie er beim Menschen kaum je vorkommt. Dieses so allgemeine Bestehen des Astigmatismus unter den Meeressäugetieren muß doch seinen guten Grund haben, und es wäre sicher der Mühe wert, die Ursache dieser Erscheinung zu erforschen. Prof. MATTHIESSEN ist auf Grund seiner Berechnungen nach Abmessungen am toten Auge zu genau den nämlichen Schlüssen gelangt, zu denen mich die Retinoskopie am lebenden Auge geführt hat.

Woher kommt nun bei gerade diesen Bewohnern des Meeres dieser erstaunlich hohe Grad von Astigmatismus, wo doch bei den Ottern und dem Nilpferd, die ebenfalls amphibischer Natur sind, kein nennenswerter Astigmatismus vorhanden ist? — Mit dem bloßen Zufall haben wir es hier wohl kaum zu tun! —

Es würde zu weit führen, wollte ich es versuchen, die merkwürdige Mannichfaltigkeit in dem Fundus der großen Ordnung der Nagetiere zu erörtern, aber ich kann es mir nicht nehmen lassen, Ihnen von der interessantesten Entdeckung, die mir zufiel, Mitteilung zu machen. Sie besteht darin, daß bei der Zusammenstellung meiner Beobachtungen die Nagetiere, und zwar die gesaunte Familie der *Aguti*, bei absteigender Skala den ersten Fall lieferten von dem Vorkommen eines echten Pectens oder Fächers, der die drei charakteristischen Merkmale dieses Organs aufweist, nämlich ein Gewebenetz, ein Grundhäutchen und eine dicht mit

schwarzem Pigment bedeckte Zellschicht. Alle Arten der *Aguti*; die ich prüfen konnte, hatten einen solchen Fächer in Gestalt eines Kegels, dessen Basis die zentrale Hälfte des Sehnerven einnahm, während seine Spitze in den Glaskörper hineinragte. Bisher galt der Fächer als ein ausschließliches Organ der Vögel und einiger Reptilien, und, soweit mir bekannt, ist es von Niemandem bei Säugetieren vorgefunden worden. Was aber noch bedeutsamer ist, ist daß die *Aguti* außerdem auf der Innenseite des Sehnervenscheibchens ein Überbleibsel der Macula lutea aufweisen. Hier handelt es sich natürlich nicht um eine echte Macula, da letztere sich stets an der Außenseite der Scheibe befindet. Die *Aguti* besitzen übrigens ein Organ, das betreffs Größe und Lage identisch mit dem betreffenden Organ des *Apteryx* ist. Ich will hier bemerken, daß dieser Vogel in den meisten Lehrbüchern der Tierkunde als die einzige Vogel-Art bezeichnet wird, wo der Fächer fehlt, eine Behauptung, die von Prof. OWEN ausging. Der von ihm untersuchte Vogel war ein totes Tier, das ihm in Spiritus aufbewahrt zugestellt wurde und dessen Fächer vermöge seiner Schwere sich wahrscheinlich abgelöst hatte und so der Beachtung entging. Im Verlaufe der ophthalmoskopischen Untersuchung des lebenden Auges trat mir das Organ sofort in beiden Augen als ein recht auffallendes Objekt entgegen. Alle früheren Stufen seiner Entwicklungsgeschichte lassen sich bei den Beuteltieren erkennen, und zwar in vollkommenster Form im *Perameles Lagotis*, dagegen fehlt es merkwürdigerweise gänzlich in den amerikanischen Beuteltieren, wie überhaupt in allen Tieren, die ein sichtbares Netzhautgewebesystem aufweisen. Noch bemerkenswerter erscheint mir die Tatsache, daß keine Spur eines Fächers in den Monotremata zu finden ist, obgleich in anderer Hinsicht der Augenhintergrund, namentlich aber bei der *Echidna*, demjenigen eines Vogels in höherem Grade ähnelt als es bei irgend einem andern Säugetier der Fall ist. Dies ist schon deshalb leicht begreiflich als die *Echidna* die einzige Ordnung der Mammalia repräsentiert, bei der das Weibchen ein mesoblastisches Ovum hat und daher wie alle niederen Wirbeltiere Eier legt. Der äußerst primitive Charakter des Augenhintergrundes, das auffallende Fehlen eines Blutgefäßsystems der Netzhaut in einer so großen Anzahl der Nagetiere, und das Vorhandensein einer inneren Macula sowie bei einigen Nagetieren von Spuren eines Fächers, alles dies sind Momente, die vom ophthalmoskopischen Standpunkte mich nötigen, vielen von den Nagetieren einen Platz unter den niederen Säugetieren anzuweisen, und zwar auf einer Stufe mit den Beuteltieren. Diese

Folgerung, die mit der älteren Systematik der Säugetiere im Widerspruch steht, hat durch die neueren Forschungen ERNST HAECKELS und HANS GADOWS eine Stütze erhalten, und in noch neuerer Zeit durch die Auffindung von Spuren einer wahren Placenta in vielen von den Marsupialien und weiterhin durch die Entdeckung eines rudimentären im Zahnfleisch verborgenen zweiten Zahnsatzes. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß meine ophthalmoskopischen Beobachtungen und Folgerungen aus anderen Forschungsquellen Bestätigung schöpfen werden, wonach die Cloacalia (Monotremata), Beuteltiere und Nagetiere nicht einen aufsteigenden Stamm bilden, daß vielmehr alle drei Ordnungen einem gemeinsamen vormammalischen Typus entstammen und daß die beiden letzteren Ordnungen, nämlich die Beuteltiere und Nagetiere, von einem Hauptzweig aus in verschiedenen Richtungen auseinandergehen, sodaß wir möglicherweise im Rechte sind, wenn wir annehmen, daß einige von den Nagetieren in der Systemreihe tiefer stehen als einige von den Beuteltieren.

Die Versuchung tritt stark an mich heran, mich eingehend mit dem Einfluß der Zucht und künstlichen Wahl auf das Aussehen des Augenhintergrundes zu beschäftigen, da das Auge in Bezug auf die mit der Zucht Hand in Hand gehende Abartungstendenz keine Ausnahme bildet. Beispielsweise ist bei den Ungulata, namentlich dem Pferd, Esel, Maultier, und dem Rind, die Variation weit weniger auffallend als bei den Carnivoren. Bei letzteren mit ihrem schmutzig grauen Tapetum callosum ist die Färbung des Fundus einzig und allein durch das Netzhauptpigment bedingt, und diese Färbung neigt stark zur Abartung infolge von Züchtung und Wechselfaarung, während bei den Ungulaten die Färbung des Fundus hauptsächlich von dem Tapetum fibrosum abhängt, das vermöge seines choroidealen Charakters sich nicht merklich ändert, wobei das veränderte Netzhauptpigment höchstens eine schwache Veränderung in der Färbung mit sich bringt. Somit erklärt es sich, daß bei Hunden eine weit größere Vielfältigkeit zu Tage tritt als bei allen andern gezüchteten Tieren zusammen. Hierauf näher einzugehen würde uns zu weit führen.

Zum Schluß will ich nur noch auf die äußerst interessante genetische Entwicklung des Corpus nigrum hinweisen, das wie beim Pferd von einer gestaltlosen Erhöhung ausgehend schließlich als das reich differenzierte Organ auftritt, das ich das Glück hatte, bei den Hyracoiden zu entdecken und dem ich den Namen „Umbraculum“ beilegte, indem es beim Tierauge als Schutz gegen das blendende Sonnenlicht funktioniert.

Das Corpus nigrum ist jedem Tierarzt wohl bekannt und erscheint als ein leicht erkennbarer formloser und von dem oberen Rande der Iris herabhängender Warzenauswuchs. Man kann außerdem noch am unteren freien Irisrande gegenüber dem erwähnten oberen Rande eine kleine Reihe winziger nach oben gerichteter Pigmentwärtchen erkennen. Der funktionelle Zweck dieses Körpers ist lange ein anatomisches Rätsel geblieben. Verfolgen wir aber das Vorkommen dieses Körpers durch die gesamte Ordnung der Ungulata hindurch, so sollte es uns nicht allzu schwer fallen, seinen Zweck zu ergründen. In der Systemreihe erscheint es in seiner niedrigsten Stufenform zweifellos beim Pferd, wenngleich mir in diesem oder jenem Falle eine schwache pigmentierte Erhöhung oder Erweiterung der Pigmentzellen der Iris über ihren freien Rand nach oben hinaus auch beim Menschen und den höheren Affen begegnet ist. Dieses Gebilde ist strukturell und der Lage nach identisch mit dem Corpus nigrum des Pferdes, wenn es auch nie deutlich auffällt. Ohne Zweifel haben wir es hier mit einem Überbleibsel zu tun. Gehen wir vom Pferde zum wilden Esel über, so erkennen wir eine weitere Entwicklung dieses Körpers; er erscheint größer und dicker, aber immer noch ohne bestimmte Konturen. Bei den Gazellen kann schon von einer bestimmten Form die Rede sein; hier sieht man oben drei getrennte und fast gleiche warzenartige Körper und oft auch unten drei kleinere. Bei den Ziegen erscheinen diese drei Erhöhungen oft durch ein oder mehrere verschieden gefärbte horizontale Bänder von der Iris getrennt. Beim Kamel liefern diese warzenartigen Körper ein kammartiges Gebilde, das in die kleineren Gebilde am unteren Rande der Iris fingerartig eingreifen kann, sodaß, wenn die Pupille sich schließt, die obere und untere Reihe in einander greifen und nur ganz kleine Ritzen für den Durchtritt des Lichtes freilassen. Bei dem Lama sind diese Warzen sehr zahlreich, etwa 11 bis 13 oder 14 an der Zahl, und werden oben und unten von einem differenzierten Gewebssaum begrenzt, aber erst bei dem Hyrax sehen wir diesen Auswuchs zu einem wunderbar schönen und vollkommenen Objekt entwickelt. Er präsentiert sich als ein Fächer aus Irisgewebe, wobei die ungestreiften Muskelfasern fächerartige Strahlen bilden, während der freie Rand des Organs nach Art eines Saumes am Kleid oder Taschentuch umsäumt und abgegrenzt ist. Dieses Gebilde ist abwärts geneigt und etwas nach vorne gegen den unteren oder hinteren Teil der Hornhaut gerichtet, und um die Möglichkeit einer Ausdehnung oder Zusammenziehung zu gewähren, ist die Iris mit zwei horizontalen knopflochartigen Schlitzern auf

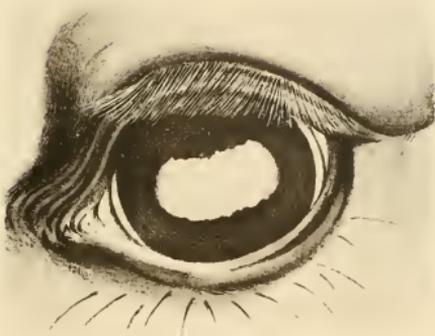
den beiden Seiten ihres Stiels über der Basis des Organs versehen. Es besteht kein Zweifel darüber, daß das Tier die Iris willkürlich erweitern und zusammenziehen kann und so im Stande ist, sie den jeweiligen Erfordernissen anzupassen. Ich habe oft Gelegenheit gehabt, die Bewegungen der Iris bei gleichbleibender Beleuchtung zu beobachten, woraus hervorgeht, daß im Gegensatz zur menschlichen Iris, die Iris des Tieres von ihm nach Belieben bewegt werden kann. Diesem merkwürdigen Organ, das in wunderbarer Weise es dem Tier ermöglicht, Gegenstände zu sehen, während ihm die Sonne direkt ins Gesicht scheint, habe ich, wie bereits gesagt, den Namen „Umbraculum“, d. h. kleiner Schatten, beigelegt. —

Wie ich zu Anfang meines Vortrags erwähnte, habe ich für jedes Tier die Divergenz der Sehachsen von einer zur Augenverbindungslinie senkrechten Normallinie gemessen. Aus diesen Messungen hat sich ergeben, daß die systematische Einteilung der Tiere nach zoologischen Prinzipien ziemlich gut mit dem Grade der Divergenz übereinstimmt. So ist bei allen Primaten der Divergenzwinkel 0 Grad und hier haben wir die höchste Ordnung vor uns. Bei der nächsten Ordnung der *Prosimiae* oder Halbaffen beträgt er 7 bis 15 Grad von der Normalen. Bei den Fledermäusen ist er 18 bis 22 Grad. Dann folgen die *Carnivora* mit einer Divergenz von 50 Grad beim Löwen und der Zibethkatze, bis 45 Grad beim *Mephitis* unter den *Mustelidae*. Die *Insectivora* mit einem Winkel von 35 bis 45 Grad nehmen der Divergenz nach einen Platz innerhalb der äußersten Schwankungsgrenzen der *Carnivora* ein. Die Ungulata mit einem Winkel von 23 bis 72 Grad greifen teilweise in das Gebiet der *Carnivora*. Bei den Nagetieren bewegt sich die Divergenz innerhalb der außerordentlich weiten Grenzen von 35 bis 88 Grad, wie letzterer Winkel beim Genus *Lepus* vorkommt. Die *Edentata* nehmen infolge des geringen zugänglichen Materials eine unbestimmte Stellung ein bei einem Winkel von etwa 45 bis 55 Grad, während die Beuteltiere ein Schwankungsgebiet von 30 Grad bei *Didelphys* bis 70 Grad aufweisen. Die einzigen Ordnungen, die mit dieser Einreihungsweise im Widerspruch stehen, sind die *Monotremata* mit einem Winkel der 30 Grad beträgt, während er 90 Grad betragen sollte, und den Cetaceen, die 85 Grad aufweisen statt der erwarteten Divergenz von 50 Grad.

Aus der überaus großen Anzahl von interessanten Beobachtungen, zu denen meine Forschung geführt hat, habe ich nur einige wenige in meinem Vortrage herausgreifen können, wie ich

denn überhaupt die Reptilien, Amphibien und Vögel ganz unberücksichtigt lassen mußte. Sie werden aber wohl begreifen, daß eine Forschung, die sich über zehn Jahre erstreckt, sich nicht in einen Vortrag konzentrieren läßt. Es sei mir gestattet, diejenigen, für die der Gegenstand tieferes Interesse besitzt, auf meine Abhandlung in den *Philosophical Transactions* der Royal Society of London für das Jahr 1901 zu verweisen und andere Schriften, die ich zu verschiedenen Zeiten in den *Proceedings* der Zoological Society of London veröffentlicht habe. Meine Arbeit über Reptilien und Amphibien ist fertig niedergeschrieben und harret nur noch aus praktischen Rücksichten der Veröffentlichung.

Im Anschluß an die von Prof. RAEHLMANN und Prof. LUBOSCH aufgestellte neue Theorie des Sehens auf Grund der LIPPMANNschen Theorie stehender Wellen, wie sie auf die Farbenphotographie angewendet wurde, möchte ich hier erwähnen, daß diese Theorie von mir schon vor neun Jahren auf das Auge bezogen wurde, wie aus S. 65 und 66 meiner Abhandlung über die vergleichende Anatomie des Auges der Säugetiere zu ersehen ist, worin ich erwähnte, daß, als ich Veranlassung hatte, die Arbeit LIPPMANNs über die Farbenphotographie zu studieren, mir die Ähnlichkeit meines Apparates und der Verhältnisse, wie sie im Auge existieren, aufgefallen wären. Er erzeugte Negative in natürlichen Farben dadurch, daß er einen Quecksilberspiegel hinter und in direkter Berührung mit der empfindlichen Schicht aufstellte und auf diese Weise das Licht, das durch die durchscheinende Schicht gedrungen war, auf die Teilchen von Bromsilber reflektierte, wobei die Farbenwirkung durch Interferenz zu Stande kam. Beim Auge nun dringt das Licht durch die durchscheinende Netzhaut nach Analogie der empfindlichen Schicht, um dann von der Aderhaut oder dem Tapetum lucidum durch die empfindlichen Nervenendigungen der Netzhaut zurückreflektiert zu werden, die den Teilchen des Silberhaloids entsprechen. Treiben wir die Analogie noch weiter, so gelangen wir zur Annahme, daß unser Farbensinn ebenfalls auf der Interferenz beruht. Zwischen der LIPPMANNschen Methode und dem Vorgang im Auge herrscht indessen insofern ein Unterschied, als beim Auge die reflektierende Fläche stets gefärbt ist und daher Licht verschiedener Wellenlängen in verschiedenem Grade reflektiert. Beim Menschen ist der Augenhintergrund von rötlicher oder orange-gelber Färbung, weshalb diese Farben in höherem Grade reflektiert werden als andere Farben, und tatsächlich können wir so gefärbte Objekte besser und weiterhin sehen als solche anderer Färbung.



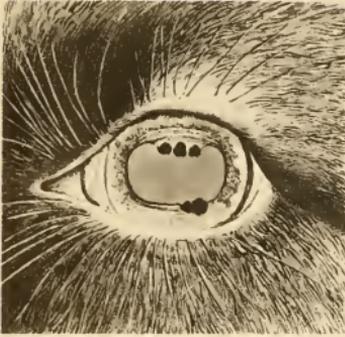
1



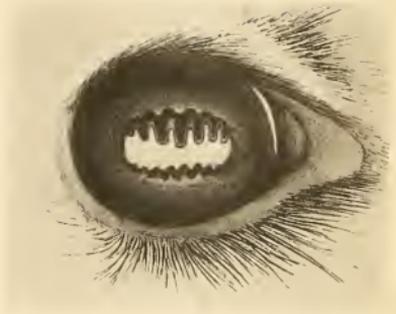
2



3



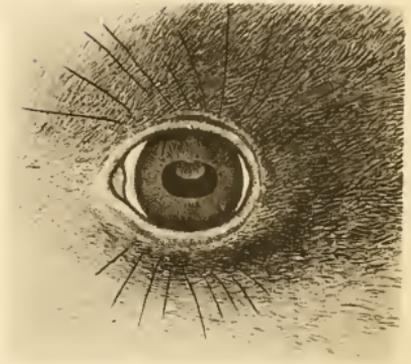
1



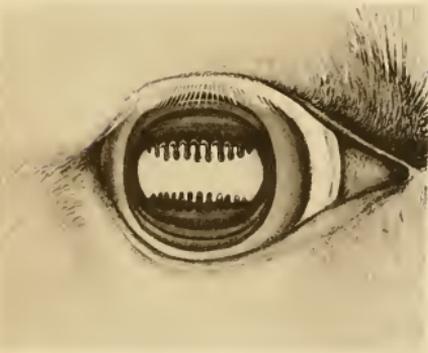
4



2



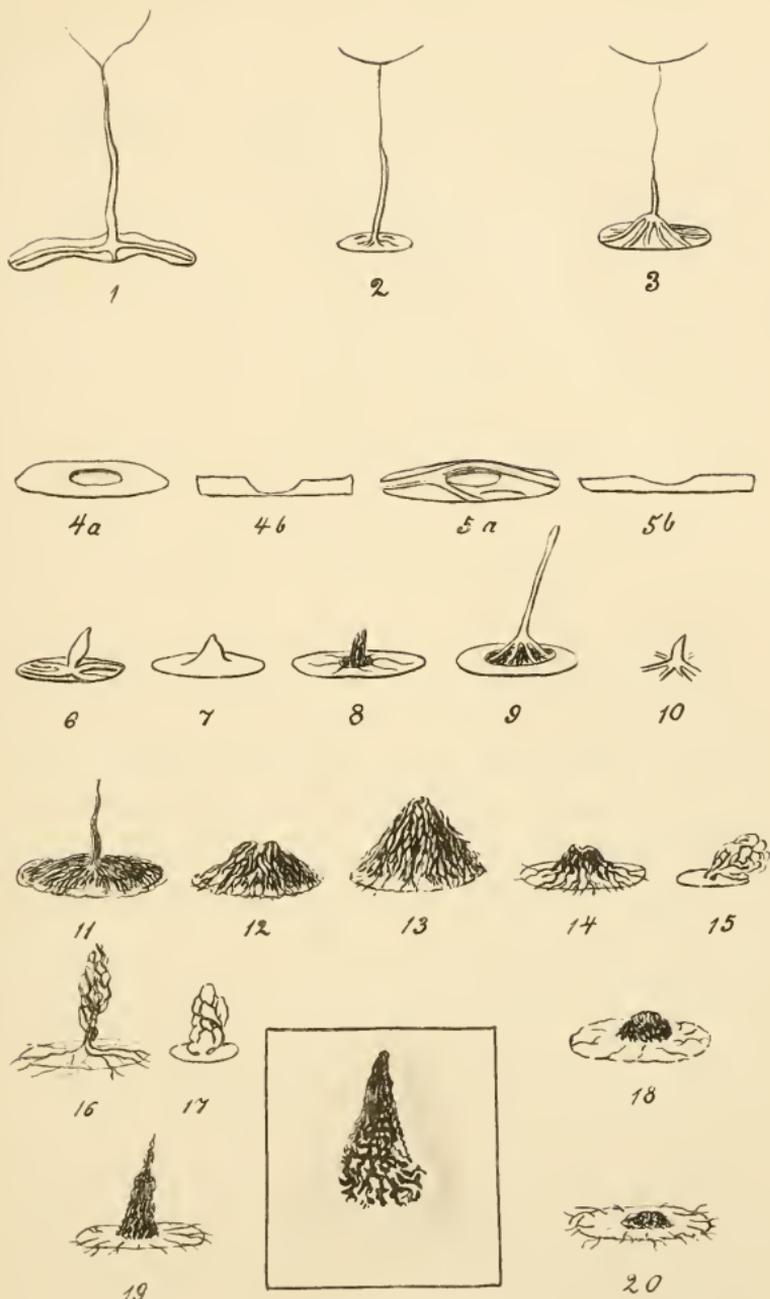
5



3



6



21

1. Rentier (*Rangifer*). 2. Meerschweinchen (*Cavia*). 3. Indisches Jerboa (*Alactaga indica*). 4. Indischer Elefant (*Elephas indicus*). 5. Zebu (*Bos zebu*). 6. Sardinisches Wildschaf (*Ovis musimon*). 7. Flughund (*Pteropus*). 8. Biber (*Castor*). 9. Palmeichhörnchen (*Sciurus palmarum*). 10. Gerbillus. 11. Rotes Känguruh (*Macropus rufus*). 12. BENNETT'S Baum-Känguruh (*Dendrolagus bennetti*). 13. Kurzschwänziger Wallaby (*Macropus brachyurus*). 14. Pinselchwanz-Wallaby (*Petrogala penicillata*). 15. Coipu (*Myopotamus coypus*). 16. Känguruhratte (*Lagorchestes*). 17. Kaninchenohriger Beuteldachs (*Peragale lagotis*). 18. Zentralamerikanischer Aguti (*Dasyprocta spec.*). 19. Gold-Aguti (*Dasyprocta aurca*). 20. AZARAS Aguti (*Dasyprocta azarac*). 21. MANTELLS Apteryx (*Apteryx mantelli*).

Figuren-Erklärung.

Tafel IV und V.

Entwicklung des Corpus nigrum bis zum Umbraculum bei Hyrax.

Tafel IV.

- Fig. 1. Pferd.
- Fig. 2. Wildesel.
- Fig. 3. Zebu.

Tafel V.

- Fig. 1. Ziege.
- Fig. 2. Gazelle.
- Fig. 3. Lama.
- Fig. 4. Kamel.
- Fig. 5. *Hyrax dorsalis*.
- Fig. 6. *Hyrax capensis*.

Tafel VI.

Pecten bei Säugetieren und Apteryx.

Über die Wirbelsäule des Schimpansen.

Von HANS VIRCHOW.

Eine zufällige Veranlassung brachte mich dazu, mir die Wirbelsäule des Schimpansen genauer anzusehen, nämlich die Gelegenheit, die Rückenmuskeln des Schimpansen „Soko“ des Berliner Zoologischen Gartens zu präparieren, worüber ich an a. O. berichtet habe (Arch. f. Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1909). Knochen und Muskeln erläutern sich gegenseitig, und ich habe stets die Erfahrung gemacht, daß, wenn ich von der Präparation der Rückenmuskeln eines Tieres aus an dessen Wirbelsäule kam, mir vieles lebensvoll entgegentrat, was mir sonst ausdruckslos geblieben wäre.

Die Wirbelsäule war in diesem Falle nicht die des „Soko“ selber, welche damals noch nicht ausmaceriert war, sondern die eines Tschego aus Bipindi in Kamerun, No. 7536 aus der Coll. ZENKER, welche mir durch Herrn MATSCHIE zur Verfügung gestellt wurde.

Diese Wirbelsäule hatte nun allerdings zwei Schäden, welche die Untersuchung etwas beeinträchtigten: erstens war der 8. bis 10. Brustwirbel durch eine für die Größe des Tieres unverhältnismäßig voluminöse Kugel verletzt, wodurch eine Anzahl von Maßen unmöglich wurde; zweitens war die Vorderseite des 12. Bw. ganz niedrig und mit einer horizontalen Kerbe versehen, wahrscheinlich Folgen einer im frühen Kindesalter erlittenen Zusammenstauchung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Lindsay-Johnson G.

Artikel/Article: [Ein Versuch zur Klassifizierung: der Säugetiere, Reptilien und Amphibien in Familien und Ordnungen nach den ophthalmoskopischen Erscheinungen des Augenhintergrundes und dem während des Lebens auftretenden Grade der Exophorie. 249-](#)

