

Untersuchungen am lebenden Auge sowie Bemerkungen über die Lebensweise des indischen Kletterfisches

(*Anabas scandens* Dald.)

(Mit 2 Naturaufnahmen und 6 Skizzen.)

Von **Wilhelm Schreitmüller** und **Dr. Hedwig Rellinghaus**
(Frankfurt a. M.).

I.

Einleitung und Vorwort.

(Von Wilhelm Schreitmüller.)

Vor einigen Jahren trat unter den Kletterfischen (*Anabas scandens* Dald.) (Fig. 1) des Aquariums des zoolog. Gartens zu Frankfurt a. M. eine sonderbare Augenkrankheit auf, welche sich darin äußerte, daß die Augen der Fische stark aus ihren Höhlungen herausgetrieben wurden, — also starker Exophthalmus entstand. Mit der Zeit erblindeten hierauf die Tiere gänzlich, — wobei sich die Augenlinse stets nach unten senkte, — und die Fische starben ab. Zuerst war man der Ansicht, daß der Exophthalmus infolge Zusammenziehung des sogenannten Landströmschen Muskels entstanden sei, doch bemerkte ich bald, daß eine andere Ursache der Krankheit zugrunde lag und ich ersuchte deshalb Herrn Dr. Priemel, einige der Fische (lebende) zwecks Untersuchung der Universitäts-Klinik zu Frankfurt a. M. übermitteln zu dürfen. Ich brachte nun ein konserviertes und einige lebende Fische der Art dorthin, wo diese durch Fräulein Dr. Hedwig Rellinghaus und Herrn Dr. Metzger längere Zeit beobachtet und untersucht wurden. Ehe wir näher auf das Resultat dieser Untersuchungen eingehen, möchte ich vorerst noch ein Lebensbild des *Anabas scandens* Dald. geben.

Die Angaben des dänischen Leutnants Daldorf, eines Kirchenboten John, eines gewissen Morries und des Hamburgers Bolau, der als einer der ersten im Hamburger zool. Garten Kletterfische gepflegt hat, sowie Aufzeichnungen von Aquarienliebhabern aus den allerletzten Zeiten sollen hier in einer Zusammenstellung des für die Arbeit Wesentlichen wiedergegeben werden.

Wenn die Teiche und Tümpel, in denen der *Anabas scandens* Dald. lebt, eintrocknen, wandert er übers Land, auf dem er sich „durch wunderbare Krümmungen des Leibes“ fortbewegt, anderen Tümpeln zu.

Diese Wanderungen scheinen nur nachts stattzufinden. „Eine Eigentümlichkeit der wandernden Fische besteht darin, daß sie dabei ihre Kiemendeckel geöffnet haben.“ An schlammigen Stellen kann man Tausende von ihnen gewahren und sehen, wie sie sich in dem Schlamm, der die Beschaffenheit von Hirsebrei hat, hin- und herbewegen.“ Sie können sich dabei aber auch nötigenfalls im Schlamm eingraben.

Man findet sie in einer Tiefe von $\frac{1}{2}$ Meter und darüber, je nach der Beschaffenheit des Grundes. Die obere Decke ist oft zerklüftet und trocken, so daß sie beim Aufnehmen in Stücke zer-

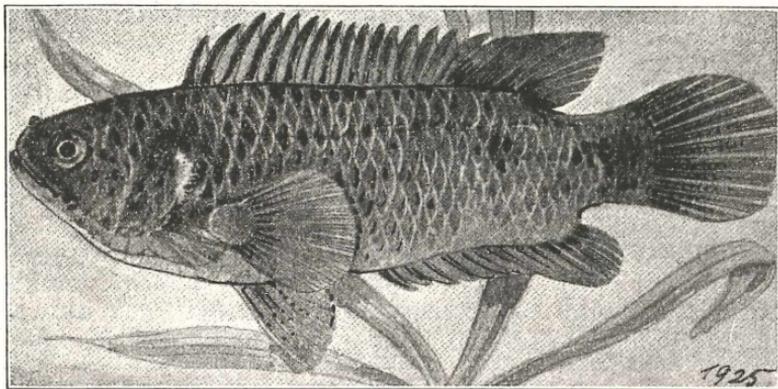


Fig. 1. Indischer Kletterfisch (*Anabas scandens* Dald.).
(Etwas verkleinert.)

fällt. Die Fische selbst liegen gewöhnlich in einer etwas feuchten Schicht; aber auch diese kann austrocknen, scheinbar, ohne sie am Leben zu gefährden. Sein Aufenthalt außer Wasser kann Stunden, ja Tage lang dauern. Daß er, wie sein Name in der indischen Sprache andeutet, ein „Baumkletterer“ ist, scheint möglich zu sein, (?) und die genaue Beschreibung des Leutnants Daldorf scheint glaubwürdig, in der er sagt: „daß er den Fisch auf Tranquebar angetroffen habe, als er gerade in der Ritze einer unweit eines Teiches stehenden Palme in die Höhe geklettert sei, indem er sich mit den Stacheln der ausgespreizten Kiemendeckel an den Wänden des Spaltes gehalten, den Schwanz hin- und her bewegte, die Stacheln der Afterflosse an die Wand gestützt, sich vorgeschoben, die Deckel von neuem angesetzt und sich in dieser Weise aufwärts bewegt habe, auch nach dem Fange noch mehrere Stunden im Sande eines Schuppens umhergelaufen sei. (Ich zweifle trotzdem noch daran, daß das Tier wirklich bis in

die Kronen der Bäume emporklettert, was sollte es da auch wollen? Der Verf.) In „Records of the Indian Museum,“ Vol. XII, 1916, Calcutta wird die Dauer seines Landaufenthaltes weit höher angegeben als sonstwo . . . „live out of its native element even for six days“ (Lebt außerhalb seines Elements sogar bis zu 6 Tagen) (?) (Das dürfte wohl kaum stimmen. Der Verf.) Im Aquarium, er ist seit 1891 in Deutschland eingeführt (durch Dr. Schad, Treptow) und gut beobachtet, zeigt er sich als munterer Geselle, der lebhaft im Becken umherschwimmt und reichlich frißt. Er ist reiner Fleischfresser und nimmt alle Bissen, die er bewältigen kann. Nach anfänglicher Scheu gewöhnt er sich an seinen Pfleger

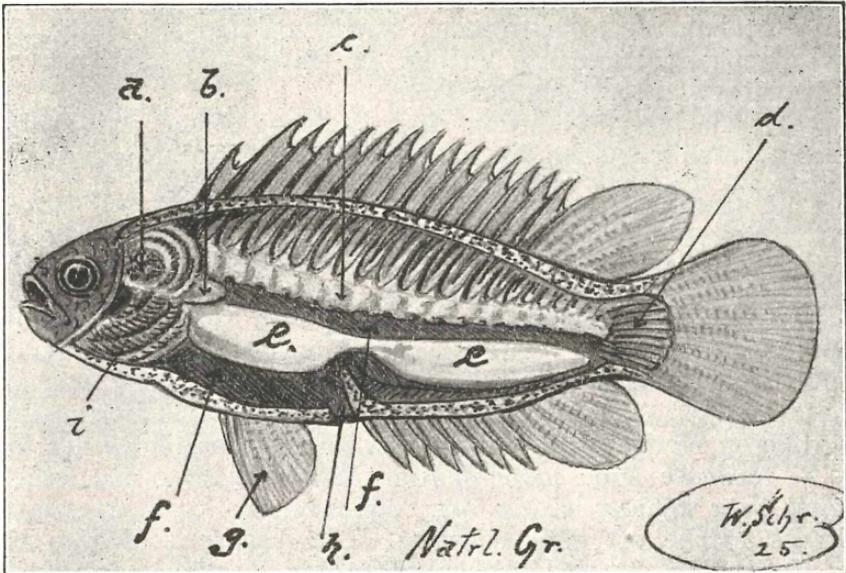


Fig. 2. Innere Organe des *Anabas scandens* Dald. (Linke Körperseite inkl. Brust- und Bauchflosse entfernt): a) Labyrinth. b) Labyrinthtasche. c) Wirbelsäule. d) Schwanzwurzelmuskel. e) Schwimmblase. f) Bauchhöhle ohne Gedärme. g) Rechte Bauchflosse h) After. i) Kiemen. (Die Rippen unterhalb der Wirbelsäule sind entfernt.) Skizze nach der Natur von Wih. Schreitmüller, Frankfurt a. M.

lernt die Zeit der Fütterung kennen, springt sogar nach dem vorgehaltenen Fleische bis zu 25—30 cm. über die Wasseroberfläche hinaus!—

Befähigt wird er zu dem Leben außer Wasser durch ein besonderes Atmungsorgan, das eigenartige Labyrinth, mit dem Cuvier, Day, Hyrtl. u. andere sich befaßten. Oberhalb der Kiemen liegt beiderseits eine Knochenhöhle, von feinsten Knochenlamellen durchzogen, so daß eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Siebbeinlabyrinth der Säugetiere da ist. Sie heißt darum Labyrinthhöhle. (Abbild. 2.) Nach hinten setzt sie sich in einen häutigen Sack, die Labyrinthtasche, bis hinein in die vordere Brusthöhle fort,

in der sich beide Enden mit dem Anfangsteil der Schwimmblase berühren. Die Schwimmblase reicht bis in die Schwanzwurzel und besteht aus einem vorderen und einem hinteren Teile, welche beide durch einen engen Gang miteinander verbunden sind.

Steigt der Fisch an die Wasseroberfläche und macht dabei mit dem Schwanz Ruderbewegungen, so drückt die Schwanzmuskulatur auf den hinteren Teil der Schwimmblase und preßt die darin befindliche Luft durch den Verbindungskanal in den vorderen Teil. Dieser schwillt an und drückt auf die Labyrinthtaschen, so daß die Luft durch die Kiemenöffnungen entweicht und sobald der Schwanzmuskeldruck aufhört oder nachläßt, in der Labyrinthhöhle ein luftleerer Raum entsteht. Der Fisch öffnet dann über der Wasseroberfläche das Maul und läßt frische Luft eintreten, resp. einströmen. Reich von feinsten Blutgefäßen durchzogene Schleimhäute kleiden das ganze Labyrinth aus und funktionieren als Lungenoberfläche.

Über Färbung, Nahrung und Haltung dieser Art erübrigt es sich noch zu schreiben, da diese hinlänglich bekannt sein dürften.

Anabas scandens Dald. wurde in Deutschland (im Aquarium) schon verschiedene Male gezüchtet, so z. B. erstmalig von P. Matte (†) Berlin im großen Zementbecken. Später erzielte auch P. Schäme (Dresden) (im Zementbecken) Nachzucht. Weitere Zuchterfolge (im Aquarium) hatten 1903 O. Schröder (Hamburg) und später Paul Franke (Charlottenburg) u. a. zu verzeichnen. Der Kletterfisch baut kein Schaumnest wie viele andere Labyrinthfische, sondern er setzt seinen Laich meistens in größeren Mengen freischwimmend an die Oberfläche des Wassers — teilweise auch manchmal an Wasserpflanzen ab; letzteres kommt aber weniger häufig vor. Während des Laichaktes färben sich die Fische oft ganz schwarz. Die Jungen schlüpfen nach 24—40 Stunden aus und halten sich an der Oberfläche des Wassers auf. Während der ersten Zeit nähren sie sich von ihrem Dottersack, hierauf von Infusorien und frei schwimmenden Algen aller Art; später (nach etwa 8—10 Tagen) reicht man ihnen Nauplien von Cyclops und Daphnien, zerhackte Enchytraeen und Tubifex und anderes Futter sowie getrocknete, pulverisierte und feinzermahlene Blätter von Salat und Wasserlinsen. Auch feinstes Trockenfutter (Piscidin) wird gern genommen.

Vor Temperaturschwankungen und Zugluft sind Laich und Junge peinlichst zu schützen — deshalb Vorsicht beim Abheben der Deckscheibe. Es ist nicht nötig, die Alten von der Brut zu trennen, wie z. B. beim Makropoden, bei dem das ♂ Brutpflege ausübt. (Weibchen entfernen!). Die Alten vergreifen sich nicht an der Brut. — Bei genügender Wärme und Nahrung geht das Wachstum der Jungen rasch vonstatten; sie können bei reichlicher Kost in 8—9 Monaten Laichreife erlangen (nach O. Schröder). Als Wassertemperatur benötigt die Brut mindestens 25—30° C., alte Tiere halten jedoch noch bei 15—18° C. gut aus und können

sogar noch beträchtlich niedrigere Temperaturen (vorübergehend!) vertragen. Ja, ich sah sogar im Jahre 1909 bei P. Schäume (Dresden) im großen ungeheizten Zementbecken erwachsene Kletterfische, welche dieser mit Cichliden, Welsen und großen Characiniden zusammen hielt, bei 8—10° R. noch gut fressen. Jungtiere vertragen aber so niedere Temperaturen nicht. Bestimmten Krankheiten ist der Kletterfisch nur wenigen unterworfen. Von Außenschmarotzern wird er, wie alle Labyrinthfische, nur selten oder fast nie geplagt, nur Kiemen- und Augenkrankheiten treten zuweilen bei ihm auf¹⁾.

In einigen wenigen Fällen wurden dagegen bei dieser Art „Papillome“²⁾ gutartiger Natur beobachtet, die sich in folgender Weise bemerkbar machen:

Zuerst nimmt man bei derartig erkrankten Fischen — meistens am Kopfe beginnend, — dunkle, fast schwarze Flecken wahr. Diese verlieren nach und nach ihre schwarze Farbe und nehmen an Größe immer mehr zu. In der Folge zeigen sie sich auch an anderen Stellen des Körpers. Sie erscheinen als erhabene fleischige Punkte, was den Eindruck erweckt, als ob die Schuppen an diesen Stellen abfallen würden und nun das Fleisch hervorquellte. Diese Ausstülpungen werden von zahlreichen Blutgefäßen versorgt. Sie sind gestielt und erscheinen schon bei schwacher Vergrößerung als dicke Trauben. Die Ursache ihres Auftretens ist unbekannt. Franz Knöpfle beobachtete 1909 einen derartigen Fall. Die Fische wurden seiner Zeit von Frl. Prof. Dr. Maria Plehn (München) untersucht. Die Diagnose lautete: „Papillome gutartiger Natur.“ Zu erwähnen ist noch, daß *A. scandens* eine Länge von 17—20 cm, selten mehr erreichen kann. Soviel über den Fisch selbst, seine Zucht und Pflege im Aquarium u. s. w. Im folgenden wird nun Fräulein Dr. H. Relinghaus ihre Befunde am lebenden Auge des *Anabas scandens* Dald. folgen lassen. — (Siehe Schlußnote, Seite 128).

II. Teil.

Von **Dr. Hedwig Relinghaus.**
(Frankfurt a. M.)

Es wurde mir die Aufgabe zuteil, im Rahmen von Untersuchungen, die in der Frankfurter Augenklinik an *Anabas scandens* angestellt wurden, das Sehorgan dieses Fisches, wie es sich bei der Beobachtung mit bloßem Auge darstellt, zu beschreiben und die Ergebnisse von Untersuchungen mit der Gullstrand'schen Spaltlampe und von Refraktions- und Akkommodationsprüfungen darzulegen.

¹⁾ Die Tiere können jedoch oft auch infolge Fütterung mit rohem Pferdefleisch u. a. tuberkulös erkranken, wie obiger Fall deutlich zeigt. (Siehe Schlußnote, Seite 128.) Der Verf.

²⁾ = Warzen.

Die Frankfurter Augenklinik wurde auf diesen Fisch von Herrn Wilh. Schreitmüller aufmerksam gemacht, der beobachtet hatte, daß die Exemplare des Aquariums im zool. Garten zu Frankfurt a. M. in den letzten Jahren nach anfänglichen Exophthalmus erblindeten und zugrunde gingen. Er wünschte die Ursache dieser Erkrankungen zu erfahren und sandte einen eingegangenen Fisch zur Augenuntersuchung ein.

Alles das, was wir über den *Anabas scandens* und seine Lebensweise über und unter dem Wasser in Erfahrung bringen konnten, ließen es interessant erscheinen, die Augen des Fisches auf ihren Refraktionszustand und auf ihre Akkommodationsfähigkeit zu untersuchen. Schreibt doch schon Theodor Beer, der als Erster im Jahre 1894 durch exakte und wohldurchdachte experimentelle Arbeiten am Fischeuge gestützte, befriedigende Angaben über Refraktion und Akkommodatoin machte: „Vergleiche ich die Refraktion des Fischeuges in Luft mit der im Wasser, so ergibt sich zwar kein qualitativer, wohl aber ein sehr erheblicher quantitativer Unterschied. Um ca. 30—100 D.³⁾ stärker ist die Myopie des Fischeuges in Luft als im Wasser, und wenn es einerseits nicht unwahrscheinlich ist, daß die letztere verringert oder sogar aufgehoben werden kann, so ist es andererseits fast a priori sicher, daß ein hochgradiger Refraktionsfehler, wie er dem Fischeuge in Luft zukommt, durch keine Akkommodationseinrichtung korrigiert werden dürfte. Der Refraktionsunterschied in beiden Medien ist natürlich nur um so größer, je stärker gewölbt die Hornhaut ist.“ —

Und weiter: „Nicht ohne Interesse wäre es vielleicht, die Refraktion in Luft bei solchen Fischen zu bestimmen, welche direkt ans Land gehen, wie z. B. die Kletterfische; solche lebend zu untersuchen hatte ich keine Gelegenheit.“ —

Eine noch weit interessantere Problemstellung gibt Beer in den Worten am Schlusse seiner grundlegenden Arbeit über die Akkommodation des Fischeuges: „Zwischen der bisher allein bekannten positiven Akkommodation der höheren Vertebraten und der von mir nachgewiesenen negativen Akkommodation der Teleostier besteht ein durchgreifender Unterschied. Auch in anatomischer Hinsicht sind die Apparate der Akkommodation für Nähe und Ferne vollständig verschieden gebaut. Geht man von der Ansicht aus: *Natura non facit saltum*, so dürfte man in der Wirbeltierreihe Formen erwarten, welche in anatomischer, vielleicht sogar in physiologischer Hinsicht Übergänge zwischen den beiden verschiedenen uns jetzt bekannten Typen der Akkommodation darstellen. Von besonderem Interesse wäre es in dieser Hinsicht, das Auge der Lungenfische, die Larven der Amphibien, evtl. auch Embryonen höherer Wirbeltiere zu studieren. Der Nachweis von Übergangsformen könnte eine neue gewichtige Stütze für die Darwinsche Theorie abgeben.“ —

³⁾=Dioptrien.

Seit 1894 sind schon verschiedene wertvolle Arbeiten hierüber erschienen. Was das Sehorgan der Fische jedoch angeht, so sind bisher nur zwei Fälle bekannt, die in diese Untersuchungsreihe einzuordnen sind: der „*Anapleps tetrophthalmus*⁴⁾ einer derjenigen Fische, der in Licht (Luft) und Wasser gut zu sehen scheint. Bei ihm sind die Hornhaut und Pupillen in zwei Teile getrennt. Er schwimmt an der Oberfläche des Wassers, daß das untere Auge unterhalb, das obere oberhalb der Wasserlinie liegt.“ Und der *Periophthalmus koelreuteri* Pall. (Schlammpringer) ein Gobioides, der 1912 von Hess untersucht wurde. Der skiaskopische Befund ergab bei diesem Fische in Luft im Ruhezustand Emmetropie oder leichte Hypermetropie, in Luft bei Akkommodation eine beträchtliche Myopie von mehreren Dioptrien. Hess selbst schreibt darüber: „Durch diese Untersuchungen ist zum ersten Male bei Fischen eine aktive Akkommodation für die Nähe nachgewiesen. Der Befund erscheint insbesondere auch deshalb von Interesse, weil wir darin das bisher einzigste Beispiel von zwei wesentlich verschiedenen Akkommodationsarten in einer und derselben Tierklasse vor uns haben.“ Pütter schreibt über den *Periophthalmus koelreuteri*: „Die Einstellung kommt anscheinend dadurch zustande, daß die Campanula-Halleri (der retractor lentis) hier derart verläuft, daß er bei seiner Kontraktion die Linse von den hinteren Netzhautpartien entfernt, d. h. als protractor lentis wirkt.“ —

Durch das gütige Entgegenkommen des Herrn Direktor Dr. Priemel des Frankfurter Zoolog. Gartens und des Herrn Wilh. Schreitmüller war es uns möglich, zwei lebende Fische im Laboratorium der Augenklinik dauernd zu beobachten und einen Teil der gemachten Angaben zu bestätigen. —

So sahen wir ihn sich auf einem ausgebreiteten Handtuche, ähnlich wie Daldorf es beschreibt, ganz behende fortbewegen, sich auf die Stacheln der Kiemendeckel und auf die nach seitwärts ausgestreckten Brust- und Bauchflossen stützend und durch schlängelnde, kurze Bewegungen des Schwanzes sich vor-schnellend.

Das oben beschriebene Spreizen der Kiemendeckel war, wenn er sich außer Wasser befand, gut zu sehen.

Auch wir beobachteten, wie beschrieben wurde, das Luftholen an der Wasseroberfläche, an der die aus der Schwimmblase und der Labyrinthhöhle ausgepreßte Luft in Blasen aufstieg. —

Knackende Geräusche, die hörbar wurden, wenn er außer Wasser war, und die von früheren Beobachtern auch schon vernommen wurden, wußten wir nicht zu deuten.

Wichtiger als diese Beobachtungen war es uns aber, daß wir, während bisher nur ein in Formol gehärtetes Augenpaar zur Verfügung stand, jetzt am lebenden Fisch Untersuchungen

⁴⁾ Das sog. „Vierauge“. Der Verf.

anstellen konnten, die uns von den Herren Dr. Priemel und Wilh. Schreitmüller im vollsten Verständnis für die Bedeutung der Experimente mit lebenden Tieren gütigst erlaubt wurden.

II. Ziele.

Da die Augen des *Anabas scandens* nach unserer Kenntnis der einschlägigen Literatur überhaupt noch nicht untersucht sind, sollen hier den Refraktions- und Akkommodationsuntersuchungen vorausgehen eine Beschreibung des vorderen Augenabschnittes im ganzen und eine Darstellung der Methodik und Ergebnisse von Spaltlampenuntersuchungen am Auge des lebenden Fisches.

III. Methodik und Ergebnisse der Untersuchungen.

1.) Die Beschreibung des vorderen Augenabschnittes.

a. Messungen.

Folgende Maße wurden mit dem Tasterzirkel festgestellt.

	Horizontal	Vertikal
Orbitadurchmesser	7,2 mm	7,2 mm
Bulbusäquatordurchmesser	7,5	7,25
Korneoskleraldurchmesser	6	5,75

Linkes Auge und linke Orbita zeigen gleiche Maße.

Die scheinbare Pupillengröße durch die Vorderkammer gemessen beträgt 3 mm.

b. Makroskopische Untersuchungen.

Über Wasser ist die Hornhaut klar und spiegelnd und entwirft ein schönes, helles Reflexbildchen.

Die Sklera ist graublau, die Iris goldgelb.

Das Auge ist im Verhältnis zur Orbita auffallend groß und prominiert zu zwei Drittel seines Umfanges aus der Augenhöhle. Einzelheiten, die zwar schon makroskopisch zu sehen sind, sollen erst bei den Spaltlampenuntersuchungen näher beschrieben werden.

c. Bewegungen des Bulbus.

Es wurden spontane Bewegungen von nasal nach temporal beobachtet. Ferner Drehbewegungen nach beiden Richtungen, deren Umfang ungefähr ein Viertel Kreisbogen betrug. Die Bewegungen waren an beiden Augen gleichsinnig und wurden festgestellt, während der Fisch sich unter Wasser befand.

Außerhalb des Wassers sahen wir vornehmlich eine Bewegung vertikaler Richtung, die entstand, wenn das Tier um eine Längsachse gedreht wurde, und die wir als reflektorische Bewegung ansprachen.

2. Spaltlampenuntersuchungen.

Spaltlampenuntersuchungen am lebenden Fische sind unseres Wissens noch nicht gemacht worden. Es handelt sich also darum, eine eigne Methode zu erproben. Das war leichter, als es gedacht war, da die Fische sich sehr ruhig verhielten.

Es boten sich von vornherein zwei Möglichkeiten: Untersuchungen im und über Wasser.

Die für den klinischen Gebrauch der Augenklinik vorhandene Spaltlampe erwies sich als vorzüglich zur Durchführung unserer Untersuchungen geeignet. Nach Beseitigung der Kinnstütze wurde in Augenhöhe ein allseitig aus glatten planparallelen Wänden bestehendes Bassin von genügender Größe aufgestellt. Der Fisch, der den geringsten Exophthalmus und die geringsten sonstigen pathologischen Veränderungen zeigte (geringfügige Blutung auf der Iris) wurde in diesem Bassin durch eine passende Glasplatte in einen schmalen Raum gezwängt und so an ausgiebigen Bewegungen verhindert. Eine bessere Fixierung erwies sich als überflüssig.

Das von der Spaltlampe beleuchtete Auge wurde durch das Zeiß'sche binokulare Mikroskop betrachtet.

Durch die Untersuchung unter Wasser waren Verhältnisse geschaffen, die am besten mit denen bei der Köppe'schen Untersuchung am Menschen mit dem Augenhafthglas verglichen werden können. Die Brechung der Kornea fällt nahezu fort. Man sah den Durchschnitt des Lichtbüschels durch die Kornea kaum und konnte besonders gut die Verhältnisse auf der Iris beobachten.

a. Vorderer Augenabschnitt.

Bei den lebhaften, ausgiebigen Augenbewegungen sieht man die helle, bläulichgraue, opaleszierende Sklera des hervorstehenden Bulbus die Iris allerseits schmaler oder breiter an den verschiedenen Stellungen begrenzen, je nachdem der Bulbus mehr von der einen oder anderen Richtung von dem Spaltlampenstrahle beleuchtet wird. (Fig. 3).

b. Iris.

Die Iris ist goldgelb und leuchtend und zeigt braune unregelmäßige Pigmenteinlagerungen. Feinste rötlichgelbe Pünktchen leuchten in metallischem Glanze auf. Ebenso metallisch glänzend, goldgelb, etwas heller als die ganze Iris, erscheint ein feinstes Saum um die Pupille. Bald erscheint die Iris von ihrem peripheren Rande an bis zum Pupillarsaum hin gleichmäßig nach vorne vorgewölbt, so daß sie

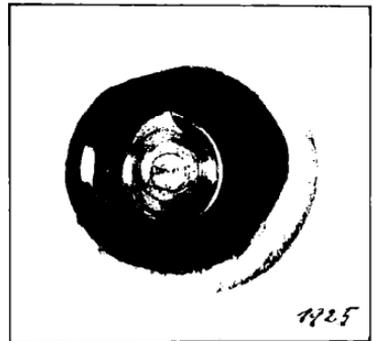


Fig. 3. (Vergrößert.)

einen dem Augennern zu konkaven Ring darstellt, bald ist der pupillare Teil — ungefähr ein Drittel der ganzen Irisbreite — nach dem Augennern hin eingezogen und erscheint nach vorn konkav. Diese Verhältnisse sind abhängig von der Beleuchtung.

c. Pupille.

Die Pupille ist rund mit einer leichten spitzen Auszackung nach oben zu. Sie ist umrahmt von dem oben erwähnten feinen metallisch glänzenden Saum, der sich deutlich von dem übrigen Irisgewebe abhebt. —

In der Pupille sieht man neben einem aphakischen, ganz schwarzen, sichelförmigen Spalt, der nasalwärts liegt und bald schmaler, bald breiter ist, je nachdem das Auge von vorne oder mehr temporal betrachtet wird, die etwas hellere, runde Linse.

d. Aufhängeapparat und Ansatzstelle der Campanula Halleri.

Hinter dem oberen Rande der Iris schmal hervorkommend, nach unten und etwas nach vorne ziehend, inseriert breit und schräg zum Linsenäquator das ligamentum suspensorium lentis oben an der Linse, etwas vor ihrem Äquator. Es hebt sich deutlich als graues, zartes, feinfädiges, dreieckiges Gebilde von dem dunkleren Hintergrund der Linse und des aphakischen Raums ab.

Bei Betrachtung des Auges von schräg oben sieht man unten, entsprechend der Ansatzstelle des ligamentum suspensorium lentis oben, ein zartes, graues Gebilde an der Linse vor ihrem Äquator angeheftet, daß der Ansatzstelle der campanula Halleri entsprechen dürfte.

e. Linse.

Die Linse selbst erscheint als kugeliges Gebilde von wechselnder Durchsichtigkeit, aus zwiebelschalenartig angeordneten Schichten bestehend. Vom scharf eingestellten Lichtbündel durchquert, leuchten die einzelnen Schichten in wechselnder Helligkeit in grünlich-blauem Glanze auf. Der innerste Kern, eine besonders stark lichtbrechende Kugel, schillert dabei in allen Farben des Regenbogens. Die Schichtung, die sich aus der Kombination der bei wechselnder Beleuchtung entstandenen Bilder ergibt, sei in beifolgender Abbildung 4 dargestellt.

Um einen stark lichtbrechenden Kern lagern sich, wie die Fig. (4) zeigt, in wechselnder Dicke mehr oder weniger stark lichtbrechende Schichten.

Dicht unter der vorderen Linsenkapsel, gelegen zeigt sich bei schräg auffallendem Lichtbüschel eine schwachgraue aufleuchtende Figur von dreieckiger Gestalt (Fig. 5). An den Ecken des Dreiecks sind drei runde, flache Scheibchen, die untereinander durch feine Linien verbunden sind. Die Linien setzen sich über die

Punkte hinaus fort, so daß annähernd ein umgekehrtes Y entsteht. Ich halte dieses Liniensystem für die Nahtlinien der Linsenfasern.

f. Vorderkammer.

Die Beziehungen der Linse zur Iris und der Iris zur Hornhaut gibt das nächste Bild (Fig. 6) wieder, das als Horizontal-

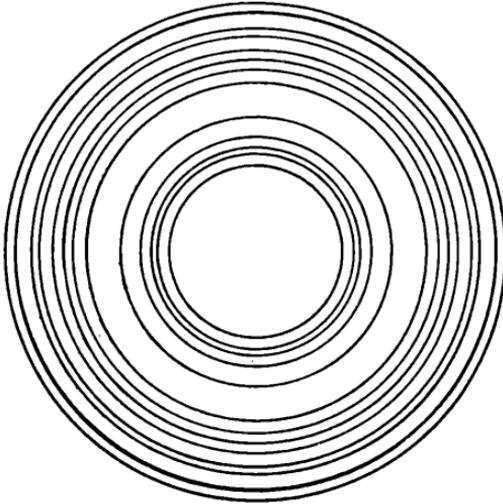


Fig. 4. (Stark vergrößert.)

schnitt gedacht ist. (Als Kombinationsbild gewonnen aus der Spaltlampenbeobachtung bei wechselnder Beleuchtung.)

Temporalwärts wölbt sich die Iris außen der Kornea zu, entfernt sich wieder von ihr, erhebt sich zur Iriskrause und wölbt

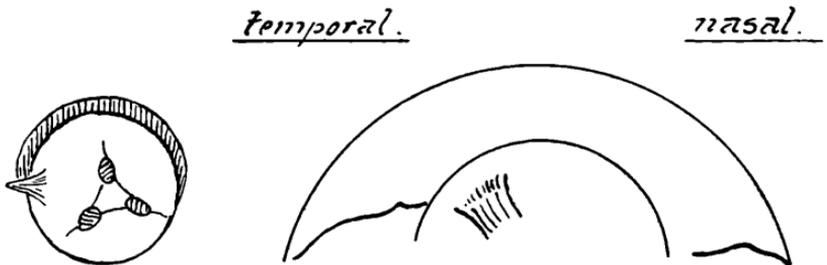


Fig. 5. (Vergrößert.)

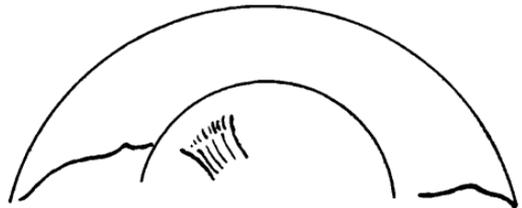


Fig. 6. (Vergrößert.)

sich dann dem Innern des Auges zu, bildet zentral also einen nach vorn konkaven Ring, dessen innerer Rand der Linse ziemlich weit vorn aufliegt. Die vordere Kammer ist temporal seicht.

Nasal erhebt sich die Iris ohne weitere Umbiegung zur Iriskrause und verhält sich dann weiter zentralwärts so, wie auf der temporalen Seite, nur daß sie nasal sich der Linse anlegt.

3. Beschreibung des Augenhintergrundes.

Bei Spiegelung des Fundus zeigt sich der Augengrund als helle, zart getönte, blaugraue Fläche von schönem silbrigen Glanz. Vom Sehnerveneintritt geht eine zarte radiäre Streifung aus. Der Sehnerveneintritt ist oval und von weißer, schwachrosa getönter Farbe. An das Weiß des Sehnerveneintritts schließt sich, von temporal nach nasal verlaufend, direkt der processus falciformis an. Dieses ganze, länglich erscheinende, weiße Gebilde ist eingefast von einem mehr oder weniger breitem, gezackt erscheinenden Saum von dunkelbraunem Pigment. (Fig. 7.)



Fig. 7. (Vergrößert.)

Von oben verläuft in starker Schlingelung ein Gefäß aus dem Sehnerveneintritt heraus. Das Gefäß liegt nicht, wie beim menschlichen Augenhintergrund, dem

Fundus, auf, sondern ragt in den Glaskörper vor.

Diese Spiegelung im aufrechten Bilde wurde unter Wasser im planparallelen Bassin mit einer 20 D.-Linse gemacht.

4. Refraktionsuntersuchungen.

Die Untersuchungen wurden nach dem Vorbild von Theodor Beer ausgeführt, der nach früheren unexakten Versuchen — aus der früheren Zeit sind nur die Refraktionsuntersuchungen von Hirschberg wertvoll, der den Einfluß der Hornhaut dadurch ausschaltete, daß er den pupillaren Hornhautbereich mit Wasser bedeckte und ein Deckglas darauf legte — zum ersten Male 1894 brauchbare Resultate mitteilte. Die Refraktion wurde durch Augenspiegel im aufrechten Bild, einige Male auch durch die Skiaskopie festgestellt.

a. Spiegeln im aufrechten Bild.

Der Fisch wurde hierzu so, wie bei den Spaltlampenuntersuchungen schon beschrieben wurde, fixiert. Die Lichtquelle wurde seitlich hinter das Glasgefäß gestellt, ihre Strahlen gegen das Glasgefäß zu durch einen Schirm abgeblendet.

Es ergab sich unter Wasser:

bei Einstellung auf die Vene	.	+ 1,0 D. ⁵⁾
„	den Sehnerveneintritt	+ 3,0 D.
„	den Fundus	Emmetropie

Zur Untersuchung in Luft wurde der Fisch, der vermöge die seines besonderen Atemapparates lange außer Wasser leben kann und keiner besonderen Behandlung bedurfte, in ein feuchtes Tuch gewickelt, das den Kopf frei ließ, und mit der Hand gehalten. — Mit einer Linse von — 20 D. war noch kein aufrechtes

⁵⁾ D = Dioptrien.

Bild zu erzielen. — Aus etwa 15 cm. Entfernung ergab sich mit freiem Auge ein scharfes, umgekehrtes Bild.

b. Skiaskopie.

Die Anordnung war bei Untersuchung in Luft und Wasser die gleiche.

Bei Einstellung auf den Sehnerven, als den hellsten Teil des Fundus, ergab sich:

in Wasser	+ 4,0 D.)
in Luft.	+ 33,0 D.

Es wurde ferner beim Fisch außer Wasser der Einfluß der Hornhaut dadurch ausgeschaltet, daß der pupillare Hornhautbereich mit Wasser bedeckt und das Auge vorsichtig an ein senkrecht stehendes, auf einer kleinen Platte mit Wachs befestigtes Deckelglas gehalten wurde, und so ein Kontrollversuch für die Refraktion unter Wasser gemacht. Es ergab sich auch hier eine Hypermetropie von 3—4 D.

Die Ergebnisse waren bei allen Versuchen für das linke und rechte Auge gleich. (Beer fand niemals eine nennenswerte Anisometropie. O. von Sicherer (Untersuchungen über die Refraktion der Augen der Süßwasserfische.“) fand in der Hälfte der Fälle eine Refraktionsdifferenz von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ D., sogar in einem Falle 3, in einem anderen 6 D.)

Diese Ergebnisse entsprechen nun nicht dem wahren Refraktionszustand. Wegen der kurzen hinteren Brennweite, der relativ großen Niveaudifferenz zwischen den lichtreflektierenden Gebilden, deren Refraktion bestimmt werden kann, und der mit dem Augenspiegel meist nicht unterscheidbaren lichtperzipierenden Netzhautschicht muß die wahre Refraktion erst auf Grund der Messung aller dieser Faktoren berechnet werden. „Denn ein Niveauabstand von 0,3 mm, wie er im menschlichen Auge etwa einen Refraktionsunterschied von 1 Dioptrie bedingt, kann bei vielen kleinen Tieraugen größeren Refraktionsunterschieden entsprechen.“ (Beer.)

Beer berechnete auf diese Weise den Refraktionszustand von ca. 100 Fischen, die er untersucht und bei denen er meist eine leichte Hypermetropie, nur bei wenigen eine Myopie festgestellt hatte. Es fand sich durch die Berechnung eine mäßige Myopie von ca. 3—12 D. im Ruhezustand des Auges. Die Gültigkeit der Berechnung wurde bestätigt durch die bei einigen Arten gegebene Möglichkeit, durch direkte Untersuchung der lichtempfindlichen Schicht mit dem Augenspiegel sofort die wahre Refraktion festzustellen. (*Blenninus*, *Scorpaena*, *Capros*, s. Beer.)

Die Berechnung exakt zu machen, war in unserem Falle leider nicht möglich wegen starker Schrumpfung der Bulbi. Es ist aber aus den schon von Beer und v. Sicherer gemachten Unter-

suchungen und Berechnungen zu schließen, daß die unter Wasser gefundene Hypermetropie einer Myopie die in Luft gefundene Myopie tatsächlich einer exessiven Myopie entspricht.

5. Untersuchung der Akkommodation.

(Elektrischer Reizversuch.)

Während der skioskopischen Untersuchungen war keine Änderung der Akkommodation festzustellen. Auch zeigte die Pupille bei Lichteinfall und elektrischer Reizung keinerlei Veränderung.

Dem Fische, der wie vorher in ein feuchtes Tuch gewickelt wurde, das nur den Kopf frei ließ, wurde die Anode an die Stirn, die Kathode in Form einer spitzen Metallnadel an den limbus corneae gehalten und von den Pantostaten galvanische Ströme in der Stärke von 1—5 Milliampère zugeführt. Es war keine Iriskontraktion, keine Gestalts- und Ortsveränderung der Linse wahrzunehmen.

Dieselben elektrischen Reizversuche ergaben bei Spalllampenbeleuchtung und Beobachtung durch die binokulare Lupe das gleiche negative Ergebnis in bezug auf eine akkommodative Veränderung der Linse.

Während Stromöffnung und Schließung fand dagegen eine Drehbewegung des gereizten Augapfels statt.

Auch die Skioskopie während elektrischer Reizung ergab keine Hinweise auf das Vorhandensein einer Akkommodation.

Von der Atropinisierung des Auges und der Aufträufelung von $\frac{1}{2}$ %igem Nikotin auf das freipräparierte Auge sahen wir bei diesen vollkommen ergebnislosen Versuchen in bezug auf eine Bestätigung der Akkommodation ab.

Es sei hier besonders hervorgehoben, daß an dieser Stelle eine Darstellung der Ergebnisse von anatomisch-histologischen Untersuchungen am Auge des *Anabas scandens*, besonders an seinem Akkommodationsapparat, folgen müsse und sollte. Einmal deshalb, weil an den sonst sehr gut untersuchten Augen von Knochenfischen der Akkommodationsapparat noch nicht genügend auf seine histologische Struktur erforscht ist (vergl. Viktor Franz, „Der feinere Bau des processus falciformis im Auge der Knochenfische“). Vor allen Dingen kann aber über Refraktion und Akkommodation erst das letzte Wort gesprochen werden, wenn die experimentellen Untersuchungen und Ergebnisse in Einklang zu bringen sind mit dem anatomischen Befunde.

Diese Untersuchungen und ihre Ergebnisse werden in einer besonderen Arbeit folgen.

IV Epikrise.

Die Untersuchungen an den Augen des *Anabas scandens*, besonders die Refraktions- und Akkommodationsprüfungen,

schiene uns so interessant und wertvoll, weil wir Beobachtungen anzureihen und den Gedankengängen von Beer eine besondere Stütze sein könnten.

Wie oben gesagt wurde, faßte Beer zum ersten Male scharf den Unterschied in Refraktion und Akkommodation bei Vertebraten und Teleostiern und dachte an die Möglichkeit von Übergangsformen in der Wirbeltierreihe in anatomischer und physiologischer Hinsicht zwischen den beiden Typen der Akkommodation.

Heß machte den auffallenden Befund am *Periophthalmus koelvreuteri* Pall., daß er in bezug auf Refraktion und Akkommodation herausfiel aus der Reihe der Teleostier.

Nach diesen Voraussetzungen bedürfen unsere Befunde einer näheren Betrachtung, wie weit auch hier Parallelen zu ziehen sind zwischen der Stellung des *Anabas scandens* in der Tierreihe und seinen Lebensgewohnheiten, und der Funktion seines Akkommodationsapparates anderseits.

Die makroskopischen und Spaltlampenuntersuchungen haben nichts besonders Auffallendes und Neues ergeben, wenn wir davon absehen wollen, daß hier zum ersten Male die Augen eines lebenden Fisches diesem Untersuchungsmodus unterzogen wurden, der ganz besonders schöne, genaue und plastische Bilder ergab. Anatomisch ist jedenfalls nichts Neues dabei gefunden worden, abgesehen von der Erkennung von Einzelheiten in der Struktur der Linse, auf die wir im Rahmen dieser Betrachtung nicht näher eingehen können.

Wie steht es aber mit der Refraktion und Akkommodation in dieser Hinsicht, deren Untersuchungsergebnis ich kurz dahin zusammenfasse: Das Auge des *Anabas scandens* ist unter Wasser in Ruhe myoptisch, in der Luft in der Ruhe exessiv myoptisch eingestellt. Eine Akkommodation ist bei skioskopischer Untersuchung und elektrischer Reizung nicht festzustellen.

Bei den Teleostiern erfolgen die Änderungen der Einstellung des Auges nach Beer durch Kontraktion des nach hinten (und temporalwärts) ziehenden musculus retractor lentis (= Campanula Halleri). Der Ruhezustand des Auges entspricht bei den Fischen einer mäßigen Myopie. Durch Kontraktion des fraglichen Muskels erfolgt Annäherung der in ihrer Form nicht veränderten Linse an die Netzhaut und damit aktive Einstellung auf die Ferne.

Die myoptische Einstellung der Fische in Ruhe wird von vielen Autoren biologisch auf die Undurchsichtigkeit des Wassers zurückgeführt. Überhaupt wird der Refraktionszustand und die Art der Akkommodation durch die Lebensweise, die Beschaffenheit der umgebenden Medien und andere greifbare Umstände zu erklären versucht.

So schreibt O. v. Sicherer in seiner Arbeit über die Refraktion der Süßwasserfische: „Zum Schlusse möchte ich noch auf eine interessante Tatsache hinweisen, die aus obigen Betrachtungen

tungen deutlich hervorgeht, daß nämlich im großen und ganzen die Refraktion der Fische den Lebensbedingungen angepaßt zu sein scheint. Abgesehen von kleinen Schwankungen im Refraktionswert bei ein und derselben Gattung, beobachten wir doch, daß die gefräßigen Raubfische, wie der Hecht und der Barsch, oder die in rasch fließenden klaren Gewässern lebenden Tiere, wie die Forelle, die Barbe oder der Saibling, mit einem wesentlich anders gearteten optischen Apparat ausgerüstet sind, als z. B. der im Schlamm verborgene Aal oder die in langsam fließenden, pflanzenreichen Gewässern oder in trüben Teichen sich aufhaltenden Karpfen. Wenn also schon die auf größeren Strecken mehr oder minder erhebliche Undurchsichtigkeit des Wassers eine Erklärung für die myopische Refraktion der Fische im allgemeinen abzugeben vermag, so dürften wir in der graduellen Abstufung der Refraktion und ihren engen Beziehungen zu den verschiedenen Graden der Durchsichtigkeit des Mediums, in dem sich die betreffenden Fische aufzuhalten pflegen, eine weitere Bestätigung dieser Annahme erblicken.“ —

Und weiter sagt Heß: „In erster Linie wird für die Entwicklung einer mehr oder weniger großen Akkommodationsbreite die Art der Nahrungsaufnahme maßgebend sein.“ —

Besonders interessant und offensichtlich der Lebensweise angepaßt, daher einer teleologischen, zufriedenstellenden Erklärung zugänglich, erscheint die Refraktion und Akkommodation bei einigen amphibiotisch lebenden Tieren. Sie haben, da die Strahlenbrechung durch die Kornea, je nachdem die Tiere im Wasser oder auf dem Lande sind, sich ändert, einen besonders großen Unterschied in der Refraktion auszugleichen. „Denn keinem Kameraauge ist die Fähigkeit eigen, ohne Veränderung in Luft und Wasser für die gleiche Entfernung eingestellt zu sein. Die Wasserbewohner werden, wenn sie in die Luft kommen, durch das Inkrafttreten der Hornhautbrechung hochgradig kurzsichtig, die Landbewohner werden, wenn sie unter Wasser tauchen, durch den Verlust der Hornhautbrechung hochgradig weitsichtig“⁶⁾. (Beer.)

(Beim Menschen beträgt die Stärke der Hornhautbrechung nach Heß 40 D.!)

Weiter sagt Beer in seiner Akkommodation des Fischauges: „In diesen Versuchen wurde Verminderung der Myopie um höchstens 10, 12, 15 D. gefunden; eine nennenswerte Korrektur der exessiven Myopie, welche dem Fischauge in Luft zukommt, kann demnach — wie auch nicht anders zu erwarten war — durch Linsenrefraktion nicht bewirkt werden.“ —

Bei einigen amphibisch lebenden Tieren hingegen ist der Akkommodationsapparat genügend gut für das Sehen in Luft und Wasser entwickelt, und hat schon mehrfach Forscher zu

⁶⁾ weitsichtig im Sinne von übersichtig gebraucht. D. Verf.

anatomisch-histologischen und physiologischen Untersuchungen gereizt. So untersuchten Beer, Heß, Fritzburg die Teichschildkröte, Würfelnatter, Fischotter, Tauchervogel u. a. Beer, der die umfassendsten Refraktions- und Akkommodationsuntersuchungen in der Tierreihe machte, sagt aber: „Nur wenigen amphibisch lebenden, zumal in beiden Medien jagenden Tieren, wie etwa den Teichschildkröten, ist eine so große Akkommodationsbreite durch besonders ausgiebige Vermehrung der Linsenwölbung gegeben, daß sie unter Wasser nicht nur — anstatt hochgradig hypermetrop zu werden — für die Ferne eingestellt bleiben, sondern sogar noch für die Nähe akkommodieren können.“ — (Teichschildkröten sind auf dem Lande hypermetrop).

Von amphibisch lebenden Fischen ist bisher nur die Refraktion und Akkommodation des *Periophthalmus koelreuteri* Pallas untersucht. Er ist, wie schon gesagt, in Luft im Ruhezustand emmetrop und akkommodiert auf die Nähe der Entfernung der Linse von der Netzhaut. (*Musculus protractor lentis*.)

Es wäre beim *Anabas scandens* Dald. wohl eine ähnliche Refraktion und Akkommodation zu erwarten gewesen. Statt der Emmetropie hat er aber in Luft in Ruhe eine exzessive Myopie, statt der positiven Akkommodation gar keine Veränderung der Refraktion. Im Wasser ist er, wie die meisten Fische, myoptisch.

Wie ist dieser Unterschied der Refraktion und Akkommodation bei *Periophthalmus koelreuteri* einerseits und dem *Anabas scandens* andererseits, zwei so ähnlich lebenden Fischen, zu erklären?

Wenn auch beide, *Periophthalmus* und *Anabas*, amphibiotisch und bei flüchtiger Betrachtung sehr ähnlich leben, so ist doch im Grunde ihre Lebensweise verschieden.

Die Schlammgrundeln, zu denen der *Periophthalmus* gehört, sind meist und jagen ausschließlich außer Wasser. Sie sind dazu sehr behende. Weve sagt: „Der *Periophthalmus koelreuteri* ist mit Hilfe seiner breiten zu diesem Zwecke verwachsenen Bauchflossen, seiner starken Brustflossen und seines kräftigen Schwanzes imstande, sich kriegend und springend auf trockenem Boden zu bewegen. Hier jagd er mit erstaunlicher Geschwindigkeit auch nach kleinen Insekten und besitzt somit offenbar in Luft größte Sehschärfe.“ —

Brehm sagt: „Alle Schlammgrundeln betreiben ihre Jagd weniger im Wasser als auf dem Lande. Sie leben wie Lurche, liegen meistens auf dem Schlamm, laufen hier oder am Strand wie Eidechsen davon und stürzen sich auf ihren Raub mit solcher Schnelligkeit los, daß sie ihn selten verfehlen. Die Weite der sehr schnell aufeinander erfolgenden Sprünge mag das Doppelte und Dreifache der Körperlänge, vielleicht auch noch mehr betragen.“ —

Ganz anders der *Anabas scandens*. Sein Aufenthalt auf dem Lande ist nur vorübergehend, wenn er bessere, weniger ausgetrocknete Tümpel und Teiche aufsucht. Er ist deshalb auf dem

Lande auch nicht so behende wie der *Periophthalmus kolreuteri* Pallas. Zwar soll auch er Hervorragendes im Springen aus dem Aquarium heraus leisten, so daß man die Behälter immer sorgfältig zudecken muß.

Aber sowohl unter physiologischen Bedingungen als auch als Aquariumtier beobachtet, weisen alle Schilderungen und auch unsere eigene Beobachtung darauf hin, daß seine Fortbewegung nicht in größeren Sprüngen erfolgt. Er bewegt sich vielmehr durch ruckweise seitliche Körperbewegungen hebend vorwärts, indem er sich auf Brustflossen und Kiemendeckel stützt. Ferner ist er in der Freiheit allem Anscheine nach nur nachts außer Wasser, also würde ihm scharfes Sehen kaum viel nützen. Von einer Nahrungssuche auf dem Lande ist nirgends etwas gesagt. Er scheint seine Nahrung in den Tümpeln und Teichen zu finden.

Keine seiner Leistungen über Wasser erweckt den Eindruck, als ob ihm ein scharfes Sehvermögen zur Verfügung stände.

Die Myopie unter Wasser ist nur gering, ein Sehen in größeren Entfernungen käme ja wegen der Trübung der Sumpfgewässer, in denen er sich vornehmlich aufhält, wohl kaum zur Geltung.

Damit wäre die auf den ersten Blick befremdende Verschiedenheit der Refraktion und Akkommodation bei *Periophthalmus* und *Anabas* wohl zu erklären.

Eine weitere wichtige Frage, der nachzugehen es sich lohnt, ist die: Ist die Reihe: Knochenfische—*Anabas scandens*—*Periophthalmus kolreuteri*—Amphibien als in der Wirbeltierreihe fortlaufend von negativer zu positiver Akkommodation anzusehen und nach Beer damit eine Stütze für die Darwinsche Theorie gegeben?

Heß schreibt über die Amphibien aus dem Jahre 1910 (diese Arbeit ist als Fortsetzung und Korrektion der Beerschen Arbeit von 1898 aufzufassen) „Die durch unsere Versuche für die Amphibien festgestellten physiologischen Vorgänge zeigen, insbesondere bei Urodelen (Molchen), unverkennbare Ähnlichkeit mit jenen bei Fischen, bis auf die wesentlich durch den Übergang vom Wasser- zum Luftleben bedingten Verschiedenheiten: Das Auge ist im Ruhezustand auf die Ferne eingestellt und vermag aktiv für die Nähe zu akkomodieren, indem die in ihrer Gestalt unveränderte Linse durch einen, bezw. zwei nach vorn ziehenden Muskeln von der Netzhaut entfernt sind.“ —

Wir sind uns bewußt, daß aus vergleichenden Refraktionsbefunden über die Sehschärfe eines Tieres nichts mit Sicherheit ausgesagt werden kann. Dennoch möchten wir versuchen, unsern hier erhobenen Befund dem System einzugliedern, das von Beer inauguriert und von Heß wesentlich bereichert wurde.

Setzen wir die Funktion des Akkommodationsapparates in Beziehung zur Stellung in der Tierreihe, so sehen wir beim reinen Wassertier (Teleostier) einen akkommodativen Apparat zur Verminderung der Refraktion (Muskulus retractor lentis).

Beim reinen Landtier und bei den meist auf dem Lande sich aufhaltenden Amphibien findet die Akkommodation in entgegengesetztem Sinne (Refraktionsvermehrung) statt.

Zwischen diese beiden Gruppen gliedern sich die amphibisch lebenden Fische ein, bei denen der Wechsel des Mediums durch den Zutritt oder Wegfall der Hornhautbrechung eine Refraktionsänderung bedingt. Nähert sich der amphibisch lebende Fisch in seiner Lebensweise (Nahrungssuche auf dem Lande) dem Landtier, so muß er auch einen deren Akkommodationsapparat funktionell gleichwirkenden Mechanismus besitzen. Dies ist beim *Periophthalmus koelreuteri* der Fall.

Der *Anabas scandens*, dem seiner Lebensweise nach die Stelle zwischen den Knochenfischen und dem *Periophthalmus koelreuteri* zukommt, weist nach dem Ausfall unserer Untersuchungen auch im Verhalten seiner Akkommodation ein Mittelding zwischen diesen beiden Gruppen auf. Das Fehlen einer aktiven Akkommodation bei diesem Tiere stellt die neutrale Grenze zwischen der akkommodativen Refraktionsverminderung der reinen Wassertiere und der Refraktionsvermehrung der mehr oder ausschließlich auf dem Lande lebenden Tiere dar.

Zusammenfassung

Das Auge des lebenden *Anabas scandens* — indischer Kletterfisch — wird am lebenden Tier auf seinen anatomischen Bau und auf seine Refraktion und Akkommodation untersucht.

Zur Vorderkammeruntersuchung wird die Spaltlampe herangezogen und es werden Iris, Linse und Aufhängeapparat beschrieben und abgebildet.

Der Augenhintergrund wird im umgekehrten Bild beobachtet und abgebildet.

Die Messung der Refraktion ergibt unter Wasser eine Myopie geringen Grades, über Wasser eine exzessive Myopie. Eine Refraktionsänderung durch Form- oder Lagewechsel der Linse wird weder spontan noch nach elektrischer Reizung beobachtet. Pupillenbewegung auf Lichteinfall und bei elektrischer Reizung fehlt.

Der Vergleich mit einem anderen amphibisch lebenden Fisch, dem *Periophthalmus koelreuteri* (Schlammpringer), den Heß untersuchte, ergibt, daß der verschiedenen Lebensweise beider auch ein Unterschied in Refraktion und Akkommodation entspricht.

Es liegt somit nahe, daß das Fehlen der Akkommodation die neutrale Stufe darstellt zwischen der refraktionsvermindernden Akkommodation der reinen Wassertiere und der refraktionsvermehrenden Form- resp. Lageveränderung der Linse, bei mehr oder ausschließlich auf dem Lande lebenden Tieren.

Zusatz.

Wie mir Herr Dr. Metzger vorläufig mitteilte, handelt es sich bei der Erkrankung der Augen und inneren Organe dieser Kletterfische um typische Tuberkulose. Das beigegebene Bild (Fig. 8) zeigt eine Aufnahme von Tuberkeln im Auge eines der Tiere.

Die Augen der Fische waren teilweise innerlich stark beschädigt, so waren z. B. die Aufhängeapparate der Augenlinsen total zerstört, so daß die Linsen in den Augen nach unten gesunken waren. Wie ich an lebenden Fischen dieser Art beobachten konnte, erblindeten diese nach anfänglichem, stark auftretendem Exophthalmus nach einiger Zeit gänzlich und gingen hierauf ein. Teilweise trat bei solchen Tieren auch plötzliche schwarz-weiße Scheckung des Körpers ein, die krankhafter Natur war⁷⁾. In der letzten Zeit vor ihrem Absterben standen die Fische meist unbeweglich an der Oberfläche des Wassers, nahmen jedoch noch Nahrung an. Auf diese Weise ging der ganze Bestand der Tiere, etwa 10—12 Stück, nach und nach zugrunde. Die Fische



Fig. 8. Tuberkel im Auge von *Anabas scandens* Dald. Aufnahme von Dr. Metzger, Frankfurt a. M.

waren schon geraume Zeit im Aquarium des zoolog. Gartens zu Frankfurt a. M. und stammten noch aus den Jahren 1910 oder 1911, hatten also schon ein beträchtliches Alter erreicht. Ich vermute stark, daß die Tiere infolge Fütterung mit rohem Pferdefleisch infiziert worden sind, welches letzteres ja manchmal wohl nicht ganz einwandfrei (bezügl. Tuberkelbazillen) sein dürfte⁸⁾. Dies als vorläufige Mitteilung.

Herr Dr. Metzger kommt in einer folgenden Arbeit an dieser Stelle noch auf seine Untersuchungen und Befunde zurück.

Wilh. Schreitmüller.

Literatur:

- 1.) Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforsch. Ges., XXV. Bd., 1903, S. 433.
- 2.) Theod. Beer: Die Akkommodation des Fischeauges. Pflügers Archiv, Bd. LVIII, S. 523—650 a. 1894. —
- 3.) Theod. Beer: Die Akkommodation des Auges bei den Reptilien Pflügers Archiv. Bd. LXXIII, S. 507—567. —
- 4.) Theod. Beer: Die Akkommodation des Auges bei den Amphibien. Pflügers Archiv. Bd. LXIX., S. 501—534. a. 1898. —
- 5.) Theod. Beer: Die Akkommodation des Auges

⁷⁾ Die Sache hatte mit partiellem Albinismus nichts zu tun. D. Verf.

⁸⁾ Soweit es aus Abdeckereien stammt. Der Verf.

in der Tierreihe. Wiener klin. W.-schrift. Jahrg. 1898. N. 42. — 6.) Brehms Tierleben: 3. Bd., 1914. — 7.) Catalogue of the Acanthopterygian Fishes in the Collection of the British Museum. — 8.) The Fishes of the Indo-Australian Archipelago, IV, S. 334. — 9.) Viktor Franz: Der feinere Bau des Processus falciformis im Auge der Knochenfische. Archiv f. vergl. Ophthalmologie III, S. 427—443. — 10.) Wilhelm Fritzbeg: Beiträge zur Kenntnis des Akkommodationsapparates bei Reptilien. Arch. f. vergl. Ophthalmologie III, S. 291—320. — 11.) Albert C. L. G. Günther: Handbuch der Ichthyologie. 12.) Karl Heß: Untersuchungen zur vergl. Physiologie und Morphologie der Akkommodationsvorgänge. Arch. für Augenheilkunde LXII, H. 4, S. 345—392. — 13.) Karl Heß: Die Akkommodation bei Tauchervögeln. Archiv für vergl. Ophthalmologie I. S. 153—164. — 14.) Karl Heß: Beiträge zur vergl. Akkommodationslehre. Zool. Jahrbuch, Abt. f. allgem. Zool. und Physiol. der Tiere, XXX, S. 339/358, Teil 7. — 15.) Karl Heß: Untersuchungen zur vergl. Physiol. und Morph. des Ziliarringes. Zool. Jahrb., Supplement XV, 3. Bd. Seite 155—175. 16.) — Karl Heß: Vergl. Physiol. des Gesichtssinnes, S. 238, aus dem Handbuch der vergl. Phys. v. Winterstein 1912. — 17.) Karl Heß: Über den angeblichen Farbensinn bei Fischen. Pflügers Arch., Bd. CXXXIV, S. 1. — 18.) Hirschberg: Zur Dioptrik und Ophthalmoskopie der Fisch- und Amphibienaugen. Arch. f. Phys. S. 882. — 19.) Honigmann: Bemerkungen zu den Aufsatz von W Sachs „Beobachtungen bei Anabas scandens (Dald.) „Blätter f. Aquarien- und Terrarienkunde“ Jahrg. 28, Nr. 21. — 20.) Procaedings of the Zoological Society of London. 1909. S. 771. — 21.) Records of the Indian Museum. Vol. XII, 1916, S. 771. Calcutta. Seite 276. — 22.) Sachs, Walter: Beobachtungen bei Anabas scandens. Blätter f. Aquar.- u. Terrarienkunde, Jahrg. 28, Nr. 11. — 23.) Schreitmüller, Wilh. Anabas scandens (Dald.) Ebenda, Jahrg. 27, Heft 19. — 24.) Schreitmüller, Wilh.: Über den Kletterfisch (Anabas scandens) (Dald.) Ebenda, Jahrg. XXXV (1924) Heft 9, S. 230—233. — 25.) O. v. Sicherer: Untersuchungen über die Refraktion der Augen der Süßwasserfische. Arch. für vergl. Ophthalm. III. S. 427—443. — 26.) Stucken, Fritz: Der Kletterfisch (Anabasscandens) Blätter f. Aquar.- und Terrarienkunde, Jahrg. 27, Heft 12. — 27.) Weve: Der Leichtsinn von Periophthalmus koelreuteri (Pall.) Archiv f. verg. Ophth. III.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [91A_7](#)

Autor(en)/Author(s): Schreitmüller Wilhelm, Relinghaus Hedwig

Artikel/Article: [Untersuchungen am lebenden Auge sowie Bemerkungen über die Lebensweise des indischen Kletterfisches \(Anabas scandens Dald.\) 109-129](#)