

20; beim Schweinfötus 12, beim Schwein 14 beträgt. — Ich habe oben nach meinen experimentellen Untersuchungen angegeben, dass die Darmwand der nur mit Fleisch gefütterten Froschlärven bedeutend dicker ist als die der Pflanzenfressenden. Damit kann man einigermaßen Fermi's Aussage vergleichen: „Der Darm der Karnivoren ist sehniger und hat stärkere Wände als der der Herbivoren.“ Bei der Belastung bietet ein Darmstück „der Katze einen 40mal größeren Widerstand“ als der Darm eines Kaninchens. [44]

Die Entstehung der Schwimmblasen.

(Vorläufige Mitteilung.)¹⁾

Von Dr. med. Otto Thilo in Riga.

Wie gelangt die Luft in die Schwimmblasen der Fische? Auf diese Frage haben wir noch immer keine bestimmte Antwort, obgleich doch so hervorragende Forscher, wie Karl Ernst von Baer, Johannes Müller und Cuvier sich sehr eingehend mit der Lösung dieses Problems beschäftigt haben. Noch immer ist Gegenbaur²⁾ durchaus berechtigt zu sagen, „es ist nicht einmal festgestellt, auf welche Art die Luft in die Blase gelangt.“

Mir scheint aber gerade diese Frage von der allergrößten Wichtigkeit für die Erforschung der Schwimmblase. Ja ich glaube sogar, dass ein tieferes Verständnis für die Lebensverhältnisse der Fische und auch für ihre Körperformen überhaupt erst dann möglich sein wird, wenn wir genauer wissen werden, wie sie ihre Schwimmblase mit Luft versorgen. Daher habe ich, um dieses zu ergründen, die verschiedenartigsten Fische, teils zergliedert, teils lebend beobachtet. Auch andere Forscher hatten die große Güte, für mich Beobachtungen anzustellen. Die Ergebnisse aller dieser sehr umfassenden, langjährigen Beobachtungen und Untersuchungen kann ich hier in einem Centralblatte nur kurz zusammenstellen. Ausführlicher gedenke ich an einem anderen Orte meine Forschungen in Wort und Bild wiederzugeben.

Nach meinen Untersuchungen und Erwägungen befördern die Fische die Luft in ihre Schwimmblasen in derselben Weise, wie der Kugelfisch (*Tetrodon*) seinen Luftsack mit Luft füllt. Dieser Fisch erhebt seine Schnauze über die Oberfläche des Wassers, füllt seine Mundhöhle mit Luft, die er dann durch Heben und Senken seines Kiemengerüsts in seinen Bauchsack befördert. Hierbei ist ein

1) Nach einem Vortrage, gehalten am 24. Februar 1903 im Rigaer Naturforscherverein.

2) Gegenbaur, C., Vergleich. Anatom. d. Wirbeltiere, Leipzig 1901, Bd. II, S. 265.

Ton hörbar, welcher an das Klappgeräusch eines Pumpenventiles erinnert. Die Füllung des Bauchsackes erfolgt sehr schnell. Nach Beobachtungen von Professor Smith in Washington kann ein Kugelfisch in 15 Sekunden sich so sehr aufblähen, dass er „hart wird wie ein Trommelfell“. Professor Smith konnte das sehr genau beobachten, da in Washington seit vielen Jahren Kugelfische (*Tetrodon maculat.*) in Teichen gehalten werden. Sie gedeihen sehr gut und vermehren sich auch. Professor Smith hatte die große Güte, mir brieflich diese Mitteilungen zu machen. Das Kiemengerüste, mit dem die Kugelfische sich die Luft gleichsam einpumpen, ist im wesentlichen nicht anders gebaut als bei anderen Fischen. Ich habe dieses Gerüste genauer beschrieben in meiner Abhandlung „Die Entstehung der Luftsäcke bei den Kugelfischen“ (11). Aus meinen Abbildungen ist leicht ersichtlich, dass die Knochenstrahlen, welche die Kiemenhaut spannen, bei den Kugelfischen ganz besonders stark entwickelt sind, jedenfalls viel stärker als bei nahen Verwandten der Kugelfische, die nur in geringem Grade die Fähigkeit besitzen, Luft aufzunehmen. Es giebt aber auch andere Fische mit auffallend stark entwickelten Kiemenhautstrahlen, z. B. unsere Karpfenarten. Offenbar bedürfen diese Fische einer großen Kraft, um Luft in ihre Schwimmblasen zu befördern; denn ihr Luftgang ist sehr eng. Trotz dieser Enge besitzen sie doch die Fähigkeit, ihre Schwimmblasen, wenn sie entleert sind, in 24 Stunden prall mit Luft zu erfüllen. Ich stellte dieses an Schleien durch folgenden Versuch fest. Nach einem Bauchschnitte, der beide Schwimmblasen freilegte, eröffnete ich die hintere Schwimmblase. Mit dem Finger strich ich hierauf so lange über beide Schwimmblasen, bis sie gänzlich luftleer waren. Dann unterband ich die hintere Schwimmblase und vernähte den Bauchschnitt. Die Schleien konnten sich nach dieser Operation nicht mehr vom Grunde erheben, als ich sie ins Wasser legte. Um ihnen die Atmosphäre erreichbar zu machen, legte ich sie daher in eine große Badewanne, deren Wasser so flach war, dass ihre Rückenflosse über den Wasserspiegel hervorragte. Nach 24 Stunden legte ich sie in ein tiefes Aquariumglas. Sie stiegen zur Oberfläche und ich fand in der eröffneten Bauchhöhle beide Schwimmblasen prall mit Luft gefüllt. Dieser Versuch wurde an neun Schleien vorgenommen, gelang aber nur an zwei, da ja der ganze Eingriff ein ungeheurer ist und nach der Operation die Fische unter sehr ungünstigen Verhältnissen leben. Die Bauchhöhle ist stets mit Wasser erfüllt u. s. w.

Weit besser gelang der Versuch, wenn ich den Schwimmblasen der Schleie im luftverdünnten Raum die Luft entzog. Dieser Versuch ist sehr leicht auszuführen mit Hilfe einer sogenannten Wasserstrahlpumpe, welche an der städtischen Wasserleitung angebracht wird. Die Fische müssen hierbei in einem Gefäße mit Wasser sich

befinden. Erhielt ich die Fische eine halbe Stunde bei $\frac{1}{4}$ Atmosphäre, so fand ich ihre Schwimmblasen stets hochgradig erschlafft, wenn ich sie gleich nach der Luftentziehung tötete. Ich konnte den Luftrest der hinteren Schwimmblase vollständig in die vordere verdrängen, die auch dann nur mäßig gespannt sich anfühlte. Beide Blasen waren also etwa zur Hälfte mit Luft gefüllt. Hielt ich aber die Schleie nach der Luftentziehung nur 5 Stunden in einer großen Badewanne bei flachem Wasser, so fand ich ihre beiden Schwimmblasen prall mit Luft gefüllt. Die Wanne stellte ich schräg, so dass am einen Ende der Wanne das Wasser etwa 10 Centimeter hoch stand, während am anderen Ende nur 5 Centimeter Wasserhöhe vorhanden war. Hierbei konnten die Schleien bequem an die Luft gelangen. Im Gegensatze hierzu fand Hüfner (6) die evakuierten Schwimmblasen von 10 karpfenartigen Fischen „schwach gefüllt“, wenn er sie 1—4 Wochen im tiefen Wasser durch ein Drahtnetz von der Luft fernhielt.

Nach seinen Beobachtungen blieben also die Schwimmblasen „schwach gefüllt“, wenn er die Fische von der Luft fernhielt. Nach meinen Beobachtungen füllten sich hochgradig erschlaffte Schwimmblasen schon in 5 Stunden prall mit Luft, wenn ich die Fische im flachen Wasser hielt und ihnen so die Möglichkeit bot, bequem die Luft zu erreichen.

Wie die Luft in die Schwimmblase der Fische dringt, kann man am besten an ganz jungen Fischchen sehen, die noch durchsichtig sind.

Karl Vogt (12) schildert dieses sehr klar, indem er beschreibt, wie sich die Schwimmblase junger Salmoniden plötzlich mit Luft füllt. Er sagt, „das ist ein kritischer Augenblick für den jungen Fisch, wenn er die Oberfläche des Wassers zu erreichen sucht und hier eine sehr große Menge von Luft verschluckt. Hierdurch dehnt er seine Schwimmblase oft dermaßen aus, dass sie die ganze Bauchhöhle auszufüllen scheint. Wenn diese Luft nicht wieder entweichen kann, so bleibt er unbeweglich auf der Oberfläche des Wassers liegen. Viele Fische sterben infolge dieser ungeheuren und plötzlichen Ausdehnung der Schwimmblase, andere entleeren die aufgenommene Luft, welche man dann in großen Blasen aus dem Maule entweichen sieht. Ich habe es oft gesehen, wie derselbe Embryo mehrmals dieses wiederholte. Die Schwimmblase muss zu dieser Zeit sehr dehnbar sein, denn ich habe an jungen Salmoniden es häufiger beobachtet, dass eine ausgedehnte Schwimmblase die ganze Bauchhöhle erfüllte und hierauf wieder zu ihrer ursprünglichen Kleinheit einschrumpfte“.

Erfahrene Fischzüchter haben es mir bestätigt, dass der von Vogt als kritisch bezeichnete Augenblick allerdings vielen jungen Lachsen verderblich wird. Sie pumpen sich eben so sehr mit Luft

voll bis sie „trommelsüchtig“ werden. Uebrigens befällt die „Trommelsucht“ auch erwachsene Fische, wenn sie aus größeren Tiefen an die Oberfläche des Wassers gelangen. So z. B. wird der Seelump (*Cyclopterus lumpus*) nicht selten „trommelsüchtig“, obgleich er doch keine Schwimmblase besitzt. Er hat dann, wie die Fischer sagen, „Luft geschluckt“ und seinen Magen so sehr mit Luft angefüllt, dass er nicht mehr untertauchen kann, sondern wie ein Pfeil an der Oberfläche des Wassers dahinschießt.

Herr Oberfischmeister Hinkelmann in Kiel hatte die große Güte, mir einige trommelsüchtige Seelumpen zu senden, welche in einer Tiefe von 8 Metern am Grunde mit einem Stellnetze gefangen waren. Sie wurden erst trommelsüchtig, als sie Luft geschnappt hatten. Herr Hinkelmann schreibt mir: „Vielleicht interessiert es sie, zu erfahren, dass der Seelump, der im Netz gefangen worden ist, nicht trommelsüchtig wird, sobald man ihn unterhalb der Oberfläche aus seinen Banden befreit und ihn sofort sich selbst überlässt. Unter Umständen kann man ihn sogar aus dem Wasser heben und er wird nicht trommelsüchtig, so lange er das Maul nicht aufreist. Thut ers, dann ist es auch um ihn geschehen.“

Herr Fischmeister Lorenzen in Helgoland schreibt mir gleichfalls, dass er im Wattenmeer den Seelump häufig „trommelsüchtig“ gesehen habe.

Man ersieht wohl aus diesen Angaben, dass die Trommelsucht des Seelumpen ebenso entsteht, wie bei den Kugelfischen die plötzliche Füllung ihres Bauchsackes. Aber für die Kugelfische ist sie ungefährlich, da sich diese durch Anpassung allmählich an sie gewöhnt haben, während sie dem Seelumpen verhängnisvoll wird.

So zeigt sich denn auch hier, dass bei allmählicher Gewöhnung und Anpassung oft sehr tiefgreifende Einwirkungen den Tierkörper nicht schädigen, sondern bloß hochgradig verändern. Machen sich jedoch dieselben Einwirkungen plötzlich geltend, so bedingen sie Krankheit oder Tod und viele unserer Krankheiten entstehen nur dadurch, dass wir oft nicht im stande sind, uns veränderten Verhältnissen anzupassen.

Die Beobachtungen von Karl Vogt werden vollständig bestätigt durch Beobachtungen, welche Karl Ernst von Baer (1) an karpfenartigen Fischen, den Blicken (*Cyprinus blicca*) machte.

Nach seinen Angaben sieht man junge Blicken fünf Tage, nachdem sie dem Ei entschlüpft sind, eifrig die Oberfläche des Wassers aufsuchen, um „Luft zu verschlucken“. Hierbei füllt sich plötzlich eine kleine Ausstülpung des Schlundes mit Luft und entwickelt sich zur Schwimmblase.

Verhindert man die Fischchen daran, die Oberfläche des Wassers zu erreichen, so sterben sie ab, haben sie jedoch einige Tage lang

häufiger Luft an der Oberfläche des Wassers geschluckt, so bleiben sie am Leben, selbst wenn man sie längere Zeit von der Oberfläche ferne hält.

Baer meint, dass sie deshalb leben bleiben, weil sie ihre Schwimmblase mit Luft versorgt haben, von der sie längere Zeit zehren können.

Dieser Ansicht wird gewiss ein jeder zustimmen, besonders da man hierbei durchaus nicht einmal anzunehmen braucht, dass die Luft von den Wandungen der Schwimmblase aufgenommen wird und so in den Blutkreislauf gelangt. Man braucht sich ja nur einfach vorzustellen, dass die Fische die Luft aus der Schwimmblase, in die Kiemenhöhle zurückbefördern, welche mit Wasser gefüllt ist. Aus diesem Wasser atmen dann die Kiemen die zum Leben erforderliche Luft.

Bei dieser Erklärung braucht man nicht einmal anzunehmen, dass die Schwimmblase ein ähnliches Atmungsorgan ist wie die Lunge. Ganz selbstverständlich ist der Luftvorrat in der Schwimmblase der jungen Karpfen nicht unerschöpflich; denn man sieht sogar erwachsene Karpfen eingehen, wenn sie längere Zeit durch eine Eisdecke verhindert werden, an die Luft zu gelangen. Daher sind denn auch die Fischzüchter genötigt, Löcher oder Kanäle in dem Eise der Karpfenteiche offen zu halten.

Der Erklärung Baer's entspricht wohl auch folgende Beobachtung von mir.

Junge Lachse von 2 Centimeter Länge und auch ausgewachsene Fische (Schleie, Barsche) lebten in gekochtem Wasser, welches im Kochgefäße abgekühlt war (ohne Umgießen), ganz vortrefflich 24 Stunden und hielten sich hierbei meistens am Grunde auf. Dieses ist um so auffallender, als nach Hoppe-Seyler¹⁾ die atmosphärische Luft in 24 Stunden nur einen Centimeter tief in luftfreies Wasser eindringt.

Im sogenannten „verbrauchten“ Wasser gehen junge Lachse von 2 Centimeter Länge schnell ein. Ich legte eine Schleie von 15 Centimeter Länge in ein zylindrisches Glas von 23 Centimeter Höhe, 13 Centimeter Durchmesser, das mit Wasser gefüllt war. Nach 3 Stunden entfernte ich die Schleie. Legte ich hierauf einen jungen Lachs von 2 Centimeter Länge in das Glas, so schwamm er in der höchsten Unruhe hin und her, häufig an der Oberfläche Luft schnappend. Nach einer Minute lag er bewegungslos am Boden. An 10 jungen Lachsen stellte ich genau dieselbe Beobachtung an. Ließ ich die Fische am Grunde liegen, so gingen sie

1) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. Physiol. Chem. Bd. 17, herausgeg. v. Hoppe-Seyler, S. 147. Ueber Diffusion von Sauerstoff und Stickstoff im Wasser. Dieses Citat verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. C. Weigelt.

in einigen Minuten ein. Entfernte ich sie hingegen aus dem Glase und legte sie in frisches Wasser, so erholten sie sich bald vollständig.

Also im „verbrauchten“ Wasser ist weniger der Mangel an Sauerstoffgas das Gefährliche, als vielmehr die Anwesenheit irgendwelcher schädlicher Ausscheidungsstoffe der Fische (Kohlensäure?). Haben die Fische erst ihre Schwimmblasen mit atmosphärischer Luft gefüllt, so können sie, nach meinen Versuchen zu urteilen, in gekochtem, also luftfreiem Wasser sehr gut 24 Stunden leben und sich hierbei sogar hauptsächlich am Grunde aufhalten.

Baer giebt an, dass bei den jungen karpfenartigen Fischen der Luftgang, welcher die Schwimmblase mit dem Rachen verbindet, anfangs sehr weit sei, sich bald jedoch so sehr verengere, dass er einen dünnen Strang bilde, durch den unmöglich Luft in die Schwimmblase dringen könne. Es sei daher anzunehmen, dass im späteren Leben bei den karpfenartigen Fischen die Luft nicht durch einen Luftgang in die Schwimmblase gelange, sondern durch den Blutkreislauf.

Diese Hypothese Baer's und anderer Forscher ist nach meinen Untersuchungen nicht zutreffend; denn es gelang mir an ausgewachsenen karpfenartigen Fischen (Brachsen von 50 Centimeter Länge) Luft durch den Verbindungsgang zu blasen.

Ich führte die abgestumpfte Spitze der Hohlzahn einer Morphiumspritze in das eine Ende des Luftganges, das andere Ende des Ganges legte ich ins Wasser. Blies ich nun durch die Hohlzahn Luft in den Gang, der etwa eine Länge von 10 Centimeter hatte, so perlten im Wasser schnell hintereinander Luftblasen auf. Hierbei war es gleichgültig, ob ich die Nadel in das Schlundende des Ganges oder in das Schwimmblasenende führte. Aber eins war auffallend, der Versuch gelang nicht an frisch präparierten Luftgängen, sondern erst an solchen, welche einige Tage in einem verschlossenen Glase ohne Wasser gelegen hatten. Dieses war vielleicht deshalb der Fall, weil anfangs die Leichenstarre der Muskeln, welche an der Einmündungsstelle beim Rachen den Gang umschließen, den Durchtritt der Luft verhinderte.

Auch durch den Luftgang unseres Flusssaales gelang es mir, Luft zu blasen, obgleich man dort, wo der Luftgang mit dem Schlundrohr verwachsen ist, keine Oeffnung nachweisen kann, auch dann nicht, wenn man die schärfsten Lupen benutzt. Es dringt also offenbar hier die Luft durch ein schwammartiges Gewebe. An 10 Aalen gelang mir der Versuch, allerdings nur dann, wenn ich folgende Verhältnisse berücksichtigte.

Die Schwimmblase des Flusssaales besteht aus einer zarten dünnen Blase, welche von einer derberen äußeren Hülle umschlossen wird. Durchschneidet man diese beiden Schichten auf einmal, so zieht

sich die innere Blase weit zurück. Es ist dann schwer, die zarte innere Blase zu fassen und auf das Rohr zu ziehen, mit dem man die Luft einbläst. Es kann daher leicht vorkommen, dass man nur in die äußere Hülle das Rohr führt und diese mit dem Faden umbindet. Bläst man jetzt in das Rohr, so dringt selbstverständlich keine Luft in den Rachen.

Diese Misstände vermindert man, wenn man ein dünnes Rohr, aus dem ein spitzer Darm hervorragt (Probetroicart), in die luft-haltige Schwimmblase stößt und hierauf Blase und Rohr mit einem Faden umbindet. An der Spitze des Rohres sind zwei Knöpfe anzubringen, damit das Rohr nicht aus der Blase gleitet oder zu tief in die Blase rutscht. Zieht man jetzt den Dorn aus dem Rohre und bläst man in das Rohr, so ist man oft erstaunt, wie schnell sich Schlund und Magen mit Luft füllen, wenn man durch einen Fingerdruck den Rachen verschließt.

Viel leichter gelingt es, durch den Luftgang eines Störes, Welses, Lachses oder Hechtes Luft zu blasen. Es genügt oft schon, einfach in den Rachen des Fisches ein dickes Rohr zu führen und hineinzublasen. Besser jedoch gelingt der Versuch folgendermaßen. Man eröffnet die Schwimmblase am hinteren Ende und entleert ihre Luft durch Streichen mit dem Finger. Hierauf durchschneidet man die Speiseröhre unterhalb des Luftganges und bindet ein Rohr, das mit einer Rille am Ende versehen ist, in die durchschnittene Speiseröhre. Bläst man jetzt in das Rohr und verschließt den Rachen des Fisches durch einen Fingerdruck, so füllt sich schnell die Blase mit Luft; denn der Luftgang ist so weit, dass häufig Speiseteile, ja sogar Bandwürmer durch ihn in die Blase gelangen. Auch beim Hering gelingt es leicht, in die Schwimmblase Luft durch den Luftgang zu blasen. Es ist nur bisweilen erforderlich, die Einmündungsstelle des Luftganges in das Darmrohr, mit Wassers abzuspülen, da hier sich leicht Schleimmassen ansammeln, welche den Durchtritt der Luft verhindern.

Am Luftgange der soeben erwähnten Fische (Stör, Hecht, Wels, Lachs) befindet sich eine Klappe, welche selbstthätig das Ausströmen der Luft verhindert. Es ist dieses also eine Sperrvorrichtung, die den Fisch befähigt, ohne Muskelanstrengung größere Mengen Luft zurückzubehalten. Die Klappe kann der Fisch willkürlich öffnen. Dieses geht schon daraus hervor, dass man bei den erwähnten Fischen den Füllungsgrad der Blasen sehr verschieden findet. Einmal fand ich sogar beim Lachs die Blase gänzlich luft-leer, obgleich sie vollständig unverletzt war und sich gefüllt erhielt, als ich sie aufblies.

Außerdem geben Hechte, Karpfen u. s. w. Luft in Blasen ab, wenn man sie in ein Gefäß mit Wasser legt und dieses in einen

luftverdünnten Raum stellt (vergl. Moreau, Hüfner, Jäger u. a.). Tötet man hiernach die Fische, so findet man den Luftgehalt ihrer Schwimmblasen beträchtlich vermindert (siehe oben).

Wie schnell das Füllen der Blase beim lebenden Lachse vor sich geht, habe ich nicht festgestellt, jedenfalls wohl schneller als bei den Schleien; denn diese haben einen sehr engen, langen Luftgang, während der Lachs einen sehr weiten, kurzen besitzt.

Ich habe schon erwähnt, dass die Schleie in 24 Stunden ihre beiden grossen Schwimmblasen prall mit Luft füllen kann, wenn sie vollständig entleert waren, ja es kann sogar in 5 Stunden eine pralle Füllung eintreten, wenn die Blasen im luftverdünnten Raum zur Hälfte entleert wurden.

Diese schnelle, pralle Füllung kann unmöglich vom Blut her erfolgen; denn der Blutkreislauf der Fische ist überaus langsam, ihr Herz überaus klein. Nach Brünings (3) ist bei einem karpfenartigen Fische, dem Döbel (*Leuciscus dobbula*), das Verhältnis des Herzgewichtes zum Körpergewicht 1 : 900 (beim Menschen 1 : 217 nach Vierordt). Der Puls ist nach Brünings 18 in der Minute, die Gefäßverteilung, die Gesamtblutmenge und die Stromgeschwindigkeit sind sehr gering. Der Blutdruck ist so schwach, dass nach Angaben von Brünings und Hill kaum ein Tropfen Blut fließt, wenn man einem lebenden Fische den Schwanz abschneidet, dessen Kopf nach unten gerichtet ist. Erst wenn man den Kopf nach oben dreht, träufeln einige Tropfen aus der Schnittwunde.

Auch bei meinen obenerwähnten Versuchen an Schleien floss sehr wenig Blut, obgleich ich doch oft genötigt war, Bauchschnitte anzulegen, die vom After bis zur Bauchflosse verliefen. Selbst wenn ich, wider meinen Willen, die großen Blutbahnen an der Wirbelsäule verletzte, war der Blutverlust unbedeutend und schadete den Schleien so wenig, dass sie noch wochenlang nachdem lebten.

Bei einer so geringen Blutströmung und einer so geringen Blutmenge kann nur ein ganz geringer Gaswechsel zwischen Blut und Schwimmblase stattfinden und unmöglich kann aus dem Blute soviel Luft in die Schwimmblase übertreten, dass in 5 Stunden die beiden Schwimmblasen einer Schleie prall wie eine Trommel gespannt werden, wenn sie vorher nur zur Hälfte mit Luft gefüllt waren.

Bei dieser hohen Gasspannung kann wohl Luft aus der Schwimmblase ins Blut übertreten, nicht aber umgekehrt.

Außerdem sprechen die chemischen Analysen der Schwimmblasengase dagegen, dass die Gase aus dem Blute stammen.

Die Schwimmblasen enthalten oft sehr bedeutende Mengen Stickstoff (60—90%) das übrige ist Sauerstoff und ein wenig Kohlensäure (Biot, Humboldt, Moreau, Beletzki, Hüfner u. a.). Freilich giebt es auch Fische, bei denen der Sauerstoff überwiegt,

so z. B. bei einigen Fischen, die an der Oberfläche des Meeres leben (Schwertfisch, Makrelen, Schwalbenfisch [*Exocoetus*] Hüfner (6) Seite 57).

Diese großen Stickstoffmengen können unmöglich aus dem Blute stammen, da ja das Blut der Wirbeltiere Stickstoff nur in sehr geringen Mengen enthält; denn das Stickstoffgas der Luft dient dem Tierkörper nicht zu bestimmten Lebenszwecken und würde im Blute nur ein sehr störender Ballast sein.

Aus diesem Grunde allein schon halte ich es für unmöglich, dass die Luft in die Schwimmblase durch den Blutkreislauf gelangt, besonders da, wo ihr der viel kürzere Weg durch einen Luftgang offen steht. Wir haben gesehen, dass dieser Luftgang beim Stör, Wels, Hecht und Lachs sehr kurz und weit ist und dass sogar Speiseteile und Bandwürmer durch ihn in die Blase gelangen. Wie ist es daher möglich, dass die Luft diesen Gang vermeidet, wenn sie erst im Rachen ist? Ja wozu dient denn dieser Gang, der so überaus günstig für das Einströmen der Luft gelegen ist und eine Klappe besitzt, welche selbstthätig die eingedrungene Luft zurückhält?

Freilich ist bei den karpfenartigen Fischen der Luftgang sehr eng und lang, aber auch bei ihnen lässt er, nach meinen Versuchen, bequem die Luft durch, und auch beim Aal, dessen Mündung des Luftganges in den Darm als vollständig verwachsen erscheint, gelangt es ohne großen Druck, ziemlich schnell Luft zu blasen.

Freilich gibt es aber auch Fische, wie z. B. der Barsch, bei denen kein offener Gang nachgewiesen ist. Aber auch beim Barsch entsteht nach den Untersuchungen von K. E. von Baer (2) die Schwimmblase genau wie bei den Karpfen dadurch, dass er Luft verschluckt und diese durch einen weiten Gang in die Blase treibt.

Dieser Gang schrumpft allerdings sehr bald zu einem dünnen Strange ein, welcher keinen offenen Kanal zu besitzen scheint. Aber, wie Corning (4) sagt, der Strang ist stets an erwachsenen Fischen deutlich erkennbar und seine Einmündungsstellen in dem Darm und in die Schwimmblase kann man stets mit großer Genauigkeit nachweisen. Ob nun die Luft durch diesen dünnen Strang geht oder andere Bahnen einschlägt, das wird wohl schwer zu entscheiden sein. Andernfalls steht es fest, dass die Luft oft sogar durch scheinbar ganz luftdichtes Gewebe dringt. Jeder erfahrene Arzt weiß es z. B., dass beim Stickhusten sich Luft unter der Oberhaut des Brustkorbes ansammeln kann. Ja bei Lungenverletzungen dringt die Luft bisweilen sogar bis zu den Zehenspitzen unter der Haut vor.

Außerdem erinnere ich nur daran, dass beim Aal nach meinen Untersuchungen (S. 533) die Luft dort ohne Schwierigkeiten hindurchdringt, wo der Luftgang so fest mit dem Schlundrohr ver-

wachsen ist, dass man selbst mit den schärfsten Lupen keine Oeffnungen nachweisen kann.

Auch bei höheren Wirbeltieren sieht man nicht selten, dass die atmosphärische Luft die Darmwand durchdringt und in der Unterleibshöhle sich ansammelt. Jedem Fleischbeschauer sind die sogenannten Luftblasengekröse (Mesenterialempysem) der Schweine bekannt. Sie bestehen aus Luftblasen von etwa Wallnussgröße, welche am Dünndarm in der Nähe des Gekröses sitzen. Sie entstehen nach Schmutzer (10) dadurch, dass „die Luft durch die Lymphgefäße austritt und sich innerhalb derselben weiter bewegt.“ Nach den Analysen von Krummacher (9) ist die in diesen Blasen enthaltene Luft atmosphärische Luft.

Hieraus ist wohl ersichtlich, dass die Luft selbst das feste Gewebe des Darmes der Schweine durchdringen kann und dann Blasen bildet, welche lebhaft an die Schwimmblasen der Fische erinnern. Gewiss erleichtert uns diese Thatsache das Verständnis dafür, wie bei Fischen, an denen noch keine Luftgänge nachgewiesen sind, die Luft vom Darmkanal aus in die Schwimmblase dringen kann. Dieses Verständnis ist uns um so nützlicher, als auch bei diesen Fischen die Blutbahn nicht der Weg sein kann, auf dem die Luft in die Blase gelangt; denn auch bei diesen Fischen ist das Herz überaus klein, die Gefäßverteilung, die Gesamtblutmenge, die Stromgeschwindigkeit und der Luftgehalt des Blutes so gering, dass die Adern nicht so große Luftmengen absondern können, wie sie der starken Spannung einer gefüllten Schwimmblase entsprechen.

Die Ergebnisse

meiner Untersuchungen und Erwägungen möchte ich folgendermaßen kurz zusammenfassen:

Die Luft gelangt in die Schwimmblase aller jungen Fische dadurch, dass diese sich zur Oberfläche des Wassers erheben, dort Luft holen und sie verschlucken. Die verschluckte Luft befördern sie in eine blindsackartige Ausstülpung des Schlundrohres, die sich plötzlich ausdehnt und zur Schwimmblase ausbildet. Bei durchsichtigen jungen Fischen sieht man die Luft in Blasen eindringen (K. E. v. Baer, C. Vogt).

Bei undurchsichtigen Fischen ist dieses Eindringen der Luftblasen allerdings nicht mehr sichtbar, jedoch ist es auch bei ihnen selbstverständlich, dass sie ihren Luftgang nicht unbenutzt lassen werden. Daher können wir es leicht verstehen, wie Fische, die einen kurzen und weiten Luftgang besitzen, die Luft in ihre Schwimmblase befördern.

Schwerer fällt es uns, einzusehen, wie die karpfenartigen Fische, deren Luftgang sehr dünn und lang ist, die Luft in ihre

Schwimmblase treiben. Jedoch ist auch bei ihnen, nach meinen Versuchen, der Luftgang durchgängig und die Füllung beider Blasen kann in 5 Stunden erfolgen, selbst wenn sie halbgefüllt waren (S. 529). Viel größere Schwierigkeiten bereitet es uns, zu verstehen, wie bei Fischen, an denen noch keine Luftwege nachgewiesen sind, die Luft in die Blase gelangt. Doch auch bei ihnen dringt in der frühesten Jugend die Luft durch weite Gänge in die Schwimmblase. Allerdings schrumpfen die Gänge bald zu dünnen Strängen ein (K. E. von Baer [2]). Aber diese Stränge bestehen während des ganzen Lebens und ihre Einmündungsstellen in dem Darm und in der Schwimmblase sind stets mit großer Genauigkeit nachweisbar (Corning [4]). Beim Sander besteht sogar ein offener Gang noch an Fischen von 8 Zoll Länge (G ünther). Dass er später sich vollständig schließt und gar keine Luft mehr durchlässt, ist noch nicht bewiesen. Auch durch den Luftgang der Brachse und des Aales gelang es mir erst nach unzähligen Versuchen, Luft zu blasen, und bei sehr engen Gängen kann es an toten Fischen oft gar nicht gelingen, obgleich an lebenden unbehindert die Luft durch den Gang dringt. Wenn es nun auch bisher noch nicht gelungen ist, nachzuweisen, dass die Luft durch diese dünnen Stränge oder andere Luftwege in die Blase gelangt, so müssen doch derartige Wege vorhanden sein, da der Weg durch die Blutbahn ausgeschlossen ist.

Das Herz der Fische ist überaus klein, die Gefäßverteilung, die Gesamtblutmenge und die Stromgeschwindigkeit sind ganz auffallend gering (siehe oben). Unter solchen Verhältnissen können die geringen Blutmengen eines Fisches gar nicht in absehbarer Zeit soviel Luft abgeben als zur Füllung einer prallgespannten Schwimmblase erforderlich ist, besonders da diese geringen Blutmengen wiederum nur geringe Gasmengen enthalten (Sauerstoff 9 Volum., Stickstoff 2 Volum. auf 100 Volum.). Jolyet (8).

Außerdem ist bei vielen Fischen (Karpfen z. B.) die Spannung der Gase in der Schwimmblase sehr hoch. Daher kann wohl Luft aus der Schwimmblase ins Blut übertreten, aber nicht umgekehrt. Jedenfalls wird man wohl zugeben, dass unter solchen Verhältnissen die geringen Blutmengen einer Schleie in 5 Stunden nicht soviel Luft abgeben können, als zur prallen Füllung ihrer beiden großen Schwimmblasen erforderlich ist (siehe Seite 529), wenn sie zur Hälfte mit Luft gefüllt sind. Hiermit giebt man zu, dass bei den Schleien die Füllung der Blasen durch Luftholen aus der Atmosphäre erfolgt.

Bei den Schleien aber ist das Gefäßsystem, die Blutmenge u. s. w. im Grunde nicht wesentlich anders als bei einem Barsch oder anderem Fische, an dem noch keine Luftwege nachgewiesen sind.

Zunächst müsste man feststellen, dass der Barsch wesentlich

andere Zirkulationsverhältnisse besitzt als eine Schleie, dann erst könnte man annehmen, dass er anders als diese seine Schwimmblase mit Luft versorgt. Das ist jedoch nicht der Fall. Sein Herz ist ebenso klein wie bei der Schleie, und auch seine Gefäßverteilung, Blutmenge u. s. w. ist kaum wesentlich anders als bei ihr. Auch die Luft in den Schwimmblasen beider Fische zeigt fast dieselbe Zusammensetzung (Sauerstoff 10 bis 15⁰/₀, Stickstoff 80 bis 90⁰/₀). Hüfner (6) u. a. Bei beiden Fischen fällt die große Menge Stickstoff auf. Diese kann unmöglich aus dem Blute stammen, da ja bekanntlich das Blut der Wirbeltiere nur sehr geringe Mengen Stickstoff enthält.

Nach allen diesen Untersuchungen und Erwägungen gelangt also die Luft in die Schwimmblase der Fische folgendermaßen:

Die Luft wird aus der Atmosphäre geholt, verschluckt und durch Luftwege in die Blase befördert.

Es entstehen also die Schwimmblasen der Fische in derselben Weise, wie die Luftsäcke der Kugelfische, der Eidechsen, Frösche und Vögel. — —

Zum Schluss erlaube ich mir, meinen herzlichsten Dank hier allen zu sagen, die mich bei der vorliegenden Arbeit unterstützten, indem sie mir höchst wertvolles Material sandten und mit großer Geduld meine Fragen beantworteten. Zu ganz besonderem Danke fühle ich mich verpflichtet den Professoren Klunzinger-Stuttgart, Smith-Washington, Ehrenbaum-Helgoland, Lenz-Lübeck, Weigelt und Schiemenz-Berlin, Blacher-Riga, Direktor A. Kirsch-Dorpat, sowie den Oberfischmeistern Hinkelmann-Kiel, Lorenzen-Helgoland. [61]

Litteratur.

1. Baer, K. E. von. Unters. über d. Entwicklungsgesch. d. Fische nebst ein. Anh. üb. d. Schwimmbl. Leipzig 1835. Friedr. Chr. Vogel.
2. Derselbe. Entw. d. Schwimmbl. d. Barsches. Kurze Mitteilung in Bulletin scientifique Publié par L'Academie Imp. d. scienc. d. St. Petersbourg. Tome I. Gelesen 8. April. 1836. Dasselbe ist vorhanden im Arch. f. Naturgesch. von Wiegmann. 3. Jahrg., 1. Bd., 1837.
3. Brünings, Wilh. Inaugural-Dissert. Erlangen 1899. Zur Physiologie des Kreislaufes der Fische.
4. Corning, H. K. Beitr. z. Kenntn. d. Wundernetzbild. i. d. Schwimmbl. d. Teleost. Morph. Jahrb., 14. Bd., 1888, S. 8.
5. Gegenbaur, Karl. Vergl. Anat. d. Wirbeltiere. Leipzig, Engelmann 1901, Bd. II, S. 265.
6. Hüfner, J. Physiol. Chem. d. Schwimmblasengase. Arch. f. Physiol. (Physiol. Abteil. d. Arch. f. Anat. u. Physiol. v. Dr. Du-Bois-Reymond. Jahrg. 1892. Leipzig, Veit u. Komp.
7. Jaeger, Alf. Die Physiol. u. Morph. d. Schwimmbl. d. Fische. Pflüger's Arch. Bonn 1903. 1. u. 2. Heft.
8. Jolyet et Regnard. Arch. d. physiol. (2) IV, 1877, citiert in N. Zuntz Physiol. d. Blutgase u. s. w. Hermann's Handb. d. Physiol., 2. Teil, Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel, 1882.

9. Krummacher. Zeitschr. f. Fleisch u. Milchhygiene. Herausgeb. v. Rob. Ostertag, Jahrg. 1900, S. 94.
10. Schmutzer, in derselben Zeitschr., Jahrg. 1900, S. 89 „Ueber das sogen. Luftblasengekröse der Schweine“.
11. Thilo, Otto. Die Entstehung der Luftsäcke bei den Kugelfischen. Anat. Anzeig. 1899, Nr. 3 u. 4. Referat im Biolog. Centralbl. 1900.
12. Vogt, Karl. Embryolog. d. Salmones, enthalten in dem Werke von L. Agassiz, Hist. nat. des poiss. d'eau douces de l'Europe centrale. Neuchatel 1842, Tome I, p. 176, Fig. 87.

Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön.

Teil X. 2 Tafeln. 37 Abb. im Text. 8. XXII u. 335 Stn. Stuttgart. Erwin Nägele. 1903.

Die „Biologische Station zu Plön“ (Ostholstein) blickt heuer auf 10 Jahre erfolgreicher Thätigkeit zurück. Dieses Jubiläum benützt der unermüdete Gründer und Leiter derselben, Dr. Otto Zacharias, zu einer kurzen Darstellung ihrer Geschichte und ihrer Aufgaben. 1892 mit der thatkräftigen finanziellen Unterstützung staatlicher Körperschaften, wissenschaftlicher und praktischer Vereine, sowie einsichtsvoller Privaten gegründet, ist diese erste feste Station in Europa zu einem wirklichen Centrum der Erforschung der Süßwasserorganismen geworden. Hier war die Möglichkeit gegeben, jahraus jahrein unabhängig von dem Wechsel der Witterung und deren Unannehmlichkeiten, die Lebewelt der Seen und Teiche zu beobachten. Die Wissenschaft verdankt ihr manches schöne Resultat. Aber auch die Praxis kam nicht zu kurz; die Beziehungen der niedern Lebewelt zur Fischzucht und die Bakteriologie des Süßwassers z. B. sind Punkte, deren Erforschung eine eminent praktische Bedeutung hat. Die dem neuen Bande beigegebene „Inhaltsübersicht der Plöner Forschungsberichte, Heft I—X“ giebt ein klares Bild von der bisher geleisteten Arbeit.

Der heute vorliegende zehnte Band der „Forschungsberichte“ (Stuttgart: Erwin Nägele) umfasst XXII + 335 Seiten Text, nebst 2 Tafeln und 37 Textfiguren. Es ist selbstverständlich nicht möglich, auf dem mir hier zur Verfügung stehenden Raume auf alle Arbeiten näher einzugehen; es seien darum nur die wichtigsten davon hervorgehoben.

Das Buch eröffnet Wolfgang Ostwald (Leipzig) mit einer Abhandlung: „Ueber eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie, insbesondere über die Bedeutung des Begriffs der „inneren Reibung des Wassers“ für dieselbe.“ Als eine Hauptaufgabe der „Planktologie“ betrachtet Verf. die Erforschung der Schwebevorgänge und der damit im Zusammenhang stehenden Einrichtungen der Organismen. Er sucht demnach folgende drei Fragen zu beantworten: 1. Welches sind die physikalischen Bedingungen, unter denen Sink- resp. Schwebevorgänge stattfinden und wie hängen die letzteren Geschehnisse von diesen Bedingungen ab? 2. Welche speziellen Schwebbedingungen finden wir bei den Planktonorganismen? 3. In welcher Weise reagiert das Plankton

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Thilo Otto

Artikel/Article: [Die Entstehung der Schwimmblasen. 528-540](#)