

Die Augen der Schollen.

Von Dr. med. Otto Thilo in Riga.

Die eigentümliche Augenstellung der Schollen war bis vor kurzem ein ungelöstes Rätsel. Vergeblich bemühten sich so hervorragende Forscher, wie Johannes Müller, Steenstrup u. a. zu ergründen, wie sie entsteht und welchen Nutzen sie den Fischen schafft.

Die Beantwortung dieser Fragen war für sie deshalb unmöglich, weil ihnen alle Vorbedingungen hierzu fehlten. Die Entwicklungsgeschichte der Schollen war noch wenig erforscht und auch die Lebensverhältnisse der jungen Schollen waren noch zu wenig bekannt. Erst in den letzten Jahrzehnten wurden folgende Tatsachen festgestellt:

1. Schollen entstehen aus Eiern, die an der Oberfläche des offenen Meeres schwimmen.

2. Die ausgeschlüpften Jungen sind genau so ebenmäßig gebaut wie andere Fische. Sie tragen zu jeder Seite des Kopfes ein Auge und schwimmen genau so aufrecht wie alle übrigen Fische. In dieser Gestalt führen sie den Namen „pelagische Formen“ oder „Oberflächenformen“.

3. Wenn die Schollen eine Länge von etwa 1 cm erreicht haben, wird ihr Körper breiter und flacher. Sie fangen dann an auf der Seite zu schwimmen. Gleichzeitig suchen sie auch den Boden auf. Aus den „Oberflächenformen“ wurden dann die „Bodenformen“. Bei Schollen von 1,5 cm Länge sitzt gewöhnlich das eine Auge auf der Stirn, bei Schollen von 2 cm Länge findet man meistens beide Augen schon auf einer Seite. Das Wandern des einen Auges dauert nach Stephen Williams nicht länger als 3 Tage.

Auf Grund dieser Tatsachen wurde das „Wandern der Augen“ von Pfeffer 1886 so gründlich erforscht, dass spätere Forscher nur noch seine Angaben bestätigen konnten, so z. B. neuerdings Stephen Williams (1902), der auch das Gehirn und die Hirnnerven der Schollen genauer beschrieb und abbildete.

Trotzdem blieben zwei wichtige physiologische Fragen — soweit mir bekannt — unbeantwortet.

1. Warum schwimmen die Schollen auf der Seite?

2. Welche Kräfte bewirken das Wandern des einen Auges?

Die Beantwortung dieser beiden Fragen bildete die Aufgabe meiner Arbeit „Die Vorfahren der Schollen“. Diese Arbeit ist jedoch in Deutschland nur wenig bekannt, da sie im Bulletin de l'Academie des sciences de St. Petersbourg erschien; denn diese Zeitschrift ist in Deutschland wenig verbreitet. Ich habe daher über die Beantwortung der ersten Frage im Biol. Centralblatt berichtet (15. Nov. 1902). Ich wies darauf hin, dass die Schollen

erst dann anfangen, auf die Seite zu schwimmen, wenn ihr Körper anfängt, so breit und flach zu werden, wie der Körper eines Rochen. Am Grunde liegen können sie mit diesem Körper auch nur auf der Seite. Sie fallen eben um, wie ein Veloziped, das nicht gestützt wird. Das eine Auge wandert dann auch auf die obere Seite des Kopfes hinüber, um so dem lästigen Sande zu entgehen.

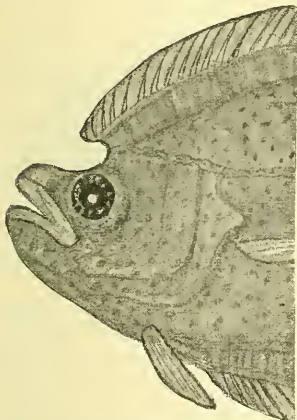
Auf die Kräfte, welche diese Augenwanderung bewirken, könnte ich in der erwähnten Besprechung nicht weiter eingehen, da ich andere physiologische und biologische Fragen zu besprechen hatte. Ich will es daher versuchen, hier das Versäumte nachzuholen.

Ich halte dieses besonders deshalb für notwendig, weil es mir gelungen ist, durch ein sehr wertvolles Material meine früheren Forschungen wesentlich zu vervollständigen. Ich glaube alle meine Ergebnisse am besten zusammenzufassen, indem ich auf die Frage antworte:

Welche Kräfte bewirken das Wandern des Auges?

Fig. 2 zeigt den Schädel einer jungen Flunder vor der Augenwanderung in 40facher Vergrößerung.

Fig. 1.



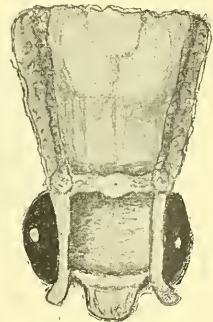
Erwachs. Flunder mit symmetr. Augen (Mopskopfbild). Nat. Gr.

Fig. 2.



Flunderlarve vor der Augenwanderung. Vergr. 40.

Fig. 3.



Schädel zu Fig. 1.

Die Rückenflosse reicht noch nicht bis auf das Schädeldach, sondern nur bis zum Hinterhauptbein. An dieses schließen sich die beiden Seitenwandbeine. Zwischen den Augen sieht man die beiden Stirnbeine durch eine schmale Furche voneinander getrennt. Dieser Raum zwischen den Augen schrumpft aber bald zu einer schmalen Leiste zusammen; denn das wandernde Auge drückt hier eine tiefe Grube ein und wölbt so die ganze Zwischenwand vor (Fig. 6 u. 7).

Ihr oberster Rand wird hierbei am meisten eingebogen; denn auf ihm liegt ja hauptsächlich das wandernde Auge. Hierdurch

wird die ganze Wand zugleich auch zum anderen Auge hin verdreht. Eine ähnliche Verdrehung erleidet auch der Knochen am Grunde der Augenböhle (Parasphenoid Fig. 9).

Sonst werden die übrigen Schädel- und Gesichtsknochen durchaus nicht in so hohem Grade verbildet, wie das auf den ersten Blick erscheint. Schon Brühl und Pfeffer machen darauf aufmerksam. Trotzdem ist die Ansicht ganz allgemein verbreitet, dass die Schollen ein „schiefes Maul“ haben. In einer alten lettischen Sage z. B. heißt es, dass die Butten ein schiefes Maul haben, weil sie einmal Gott lästerten. Auch Fritz Reuter erzählt in „Läuschen und Rimels“, dass die Butte einmal aus Missgunst ein schiefes Maul zog. Es blieb ihr schief stehen, da plötzlich die Beetglocke stehen blieb. Ja sogar in manchen zoologischen Werken kann man lesen, dass die Schollen ein „schiefes Maul und einen verdrehten Schädel“ haben.

Alle diese Angaben beruhen jedoch nur auf einer allgemeinen „optischen Täuschung“.

Das schiefe Maul der Butten verschwindet sofort, wenn man sie sich nur etwas genauer ansieht. Man fragt dann erstaunt: Wodurch entsteht wohl diese ganz allgemeine Täuschung?

Das erkennt man leicht, wenn man dem Schädel einer Scholle die Haut abzieht. Man sieht dann, dass die Fortsetzung der Rückenflosse nicht in der Mittellinie des Schädeldaches verläuft. Dieses täuscht eine Ungleichheit beider Schädelhälften vor. Die Verdrehung des ganzen Schädels wird aber wohl hauptsächlich vorgetäuscht durch die eigentümliche Krümmung der Zwischenwand beider Augen (Fig. 6 u. 7). Bei einer genaueren Zergliederung erkennt man jedoch bald, dass hauptsächlich nur diese Wand verbogen und verdreht ist, dass aber andere Teile des Schädels nur geringe Ungleichheiten zeigen.

Die Verdrehung der Zwischenwand entstand, wie oben erwähnt, weil das wandernde Auge zunächst auf den oberen Rand der Wand erhoben wurde und von dorthier sich eine neue Augenhöhle eindrückte.

Hinter dem wandernden Auge her rückt eine Hautfalte, die allmählich verknöchert und so eine kreisrunde neue Augenhöhle bildet (Fig. 4). Es liegen dann beide Augen auf einer Seite und ihre schmale Zwischenwand ist ein Nachbleibsel der beiden Stirnbeine (vgl. Fig. 2, 6 u. 7).

Alle diese Verhältnisse kann man ganz bequem bei 10—20facher Vergrößerung beobachten, das wird ein jeder zugeben, der junge Schollen untersucht hat. Pfeffer berichtete also eine ganz unumstößliche Tatsache, als er die Angabe machte: Das wandernde Auge drückt die Zwischenwand der Augen ein und gelangt so auf die andere Seite des Kopfes.

Das Auge erleidet nach seinen Angaben hierbei folgende Lageveränderungen: Zunächst wird es auf die Firste der Zwischenwand so hoch gehoben, dass seine obere Hälfte die Firste überragt. Bald aber wendet es auch seine Puppillen dem anderen Auge zu und liegt dann dicht neben ihm, nur durch eine schmale Leiste von ihm getrennt. Bei diesen Lagenveränderungen liegt es bisweilen so offen da, dass man sogar die vorderen Augenmuskeln sehen kann. Allmählich jedoch wird es von Hautdecken umschlossen. Diese verknöchern und das Auge liegt dann in einer kreisrunden Knochenschale (Fig. 4). Alle diese Verhältnisse kann man unmittel-

Fig. 4.
 Obere Augenhöhle



Untere Augenhöhle.

Erwachsener Flunder.

Fig. 5.



Schädel zu Fig. 1. Mopskopartig gewölbt.

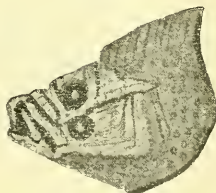
Fig. 6.

Fig. 7.

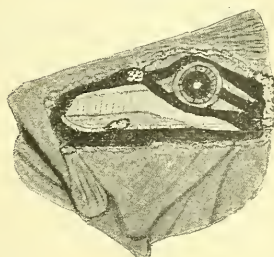
Fig. 8.



Beginn der Augenwanderung beim Steinbutt. Verg. 10.



Flunder nach vollendeter Augenwanderung.



Augenmuskeln des Zeus.

bar unter der Lupe beobachten, sie sind also eine unbestreitbare Tatsache. Es bleibt daher nur noch übrig, nachzuweisen, wodurch sie entstehen.

Gewiss sehr mit Recht sagt hierüber Gegenbaur (1901), dass man wohl zunächst an Wirkungen der Augenmuskeln denken muss, jedoch soll man sich hierbei vor einer grob mechanischen Deutung hüten. Denn bei derartigen Vorgängen ist auch die Beschaffenheit des Gewebes, seine Veränderlichkeit und noch vieles andere von der größten Bedeutung.

Dieser Anschauung Gegenbaur's musste ich mich vollständig anschließen, als ich den ganzen Vorgang näher untersuchte. Ich glaube, der Leser wird auch aus meinen Darlegungen ersehen, dass ich die verschiedenartigsten Verhältnisse berücksichtigt habe.

Zunächst untersuchte ich die Augenmuskeln der verschiedenartigsten Fische. Hierauf stellte ich ein Modell her nach dem Augenmuskel des Fisches Zeus¹⁾, der ein naher Verwandter der Schollen ist. Ich konnte jetzt den Vorgang ganz genau experimentell verfolgen.

Das Modell²⁾ besteht aus einer Holzkugel, an der vier Schnüre befestigt sind. Die vier Enden der Schnüre ziehe ich durch zwei Löcher einer Blechplatte und zwar sind die Löcher so angebracht, dass die durchgezogenen Schnüre genau so verlaufen, wie die Augenmuskel des Zeus (Fig. 8). Wenn ich nun an den beiden unteren Schnüren ziehe, so wird die Holzkugel auf die Firste der Blechplatte erhoben, genau so wie das Auge der Schollen bei der Augenwanderung. Ziehe ich jetzt an den beiden oberen Schnüren, so wird die Pupille nach oben gedreht und das künstliche Auge auf die andere Seite des Kopfes befördert.

Hierbei wird auch die Firste der Blechplatte eingedrückt, genau so wie die Firste der Augenscheidewand (S. 605). Dieses Eindrücken ist zum Gelingen des Experimentes durchaus erforderlich und daher war ich genötigt, hier eine bewegliche Klappe anzubringen. Machte ich die Klappe leicht beweglich, so gelang das Experiment spielend. Hingegen musste ich sehr stark ziehen, wenn die Hängen der Platte schwer beweglich waren.

Auch dieses entspricht den natürlichen Verhältnissen; denn die Augenwanderung kommt bei den jungen Schollen nur deshalb zustande, weil bei ihnen die Zwischenwand noch weich und bedeutend schmaler ist als bei anderen Fischarten. Fig. 1 zeigt z. B. einen Flunder, bei welchem die Augenwanderung nicht zustande kam, weil die Wand zwischen ihren Augen beinahe doppelt so breit ist wie an gewöhnlichen Flundern vor der Augenwanderung (vgl. Fig. 2 und 3). Außerdem wird noch die Wand durch zwei starke seitliche Leisten versteift. Derartige Hindernisse können allerdings die Augenmuskeln nicht überwinden.

Solche symmetrische Schollen sind allerdings ganz besonders selten. Die hier abgebildete verdanke ich Herrn Professor Max Braun in Königsberg. Er hatte sogar die große Güte, eine Zergliederung dieses Unikums zu gestatten. Sie stammt aus Altpillau bei Königsberg. Sie hat eine Länge von 8 cm, Breite von 4 cm, wenn man die Länge der Schwanzflosse und die Breite der After- und Rückenflosse abrechnet.

Wir haben also gesehen, die Augenmuskeln bilden die „Zugkräfte“, welche das Auge erheben und auf die andere Seite des

1) Vgl. Boulenger. *Zoorhombi*. Account of Teleostei, p. 541. Thilo. Zoolog. Anz. 1907, 2. April. Das Schwinden der Schwimmblasen bei den Schollen.

2) Derartige Modelle befinden sich in den Museen von Frankfurt a./M., Berlin, Hamburg, Wien u. a.

Kopfes befördern. Hierbei erzeugen sie einen Druck, der eine neue Augenhöhle in das noch weiche Gewebe eindrückt.

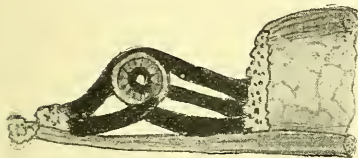
Aber das nachgiebige Gewebe verknöchert bald und bildet dann „Stützkräfte“, die das Auge in seiner Stellung erhalten. Besonders wirksam ist hierbei eine Hautfalte, die hinter dem wandernden Auge herrückt und so gleichsam die Tätigkeit der Augenmuskeln unterstützt.

Der Leser ersieht wohl aus diesen Darlegungen, dass ich bei meinem Experimente die Wirkungen der Augenmuskeln genau wiedergebe, zugleich berücksichtige ich aber auch die Einwirkung des wachsenden und verknöchernenden Gewebes.

Die Augenmuskeln

erleiden selbstverständlich bei der Augenwanderung bedeutende Veränderungen. Ich habe diese Veränderungen sehr genau beschrieben in meiner Arbeit „Die Vorfahren der Schollen“. Viele meiner dortigen Ausführungen werden jedoch wohl bloß dem

Fig. 9.



Symmetrischer Flunder Fig. 1.
Augenmuskeln.
musc. nect. ext. erhalten.

Fig. 10.



Augenmuskeln einer asymmetrischen
Flunder.
musc. nect. ext. geschrumpft.

Augenärzte verständlich sein. Ich will daher hier nur einige besonders auffallende Veränderungen der Augenmuskeln besprechen, die auch zugleich allgemeiner verständlich sind. Wohl einem jeden Augenärzte, der Schieloperationen ausgeführt hat, wird in Fig. 10 auffallen, dass am Schollenauge ein Muskel sehr bedeutend geschrumpft ist, ebenso bedeutend wie bei manchen schielenden Menschen. Hingegen ist derselbe Muskel bei der symmetrischen Scholle (Fig. 1) an beiden Augen nur wenig schwächer als die übrigen Muskeln (Fig. 9). Auch die beiden unteren Muskeln sitzen in der Nähe der Hornhaut (Fig. 9), sie sind nicht so tief zum Sehnerven herabgerutscht wie in Fig. 10.

Hieraus ersieht man, die eigentümliche Lagerung der Augenmuskeln bei den Schollen ist wohl zum größten Teil nicht vererbt, sondern erst durch Anpassung hervorgerufen. Dieses konnte ich auch feststellen, als ich an sehr jungen Schollen die Augenmuskeln untersuchte. Zu derartigen Untersuchungen eignen sich übrigens die Flundern mehr als die Steinbutten. Nach Dunker zeigen einige Flunder eine Annäherung zur symmetrischen Form,

indem „die Körperhöhe bei ihnen niedriger und der Unterschied zwischen gewissen paarigen Organen geringer ist“. Auch sind 25 % der Flunder linksäugig und 75 % rechtsäugig. Die Steinbutten hingegen sind in der Regel linksäugig. Eine große Seltenheit ist ein rechtsäugiger Steinbutt, aus Riga, welchen ich dem Biologischen Institut in Helgoland übergab.

Hiernach könnte es fast scheinen, dass bei den Flundern nicht von vornherein die Neigung besteht, ein bestimmtes Auge auf eine ganz bestimmte Seite hinüber zu befördern. Sie liegen also wohl nicht von vornherein so ununterbrochen stets auf einer und derselben Seite, wie z. B. die Steinbutten. Jedenfalls war das bei der symmetrischen Flunder Fig. 1 der Fall; denn bei ihr sind beide Seiten gleichmäßig dunkel gefärbt.

Ganz selbstverständlich erklärt das nicht ihre symmetrische Augenstellung. Schon oben wies ich darauf hin, wodurch bei ihr die Augenwanderung ausblieb. Sie wurde verhindert durch die Breite und Festigkeit der Augenscheidewand. Wodurch entstand nun diese Eigentümlichkeit ihres Schädels? Hierüber wage ich keine Vermutungen aufzustellen. Ich will hier nur anführen, dass ihr Schädel an Bildungen erinnert, die man häufiger bei anderen Fischarten findet. Ich meine die sogen. „Mopsköpfe“. Diese zeigen eine mehr oder weniger starke Wölbung des Schädeldaches und auch mehr oder weniger verkümmerte Gesichtsknochen.

Hier reicht wohl die Tatsache aus, dass die breite und feste Zwischenwand der Augen, die Augenmuskeln verhinderte, ein Auge auf die andere Seite des Kopfes zu befördern.

Ich hoffe, diese Tatsache und mein Experiment (S. 606) zeigen deutlich, wie überhaupt die ganze Augenwanderung zustande kommt.

1. Die Augenmuskeln bilden Zugkräfte, die das Auge auf den oberen Rand der Zwischenwand beider Augen erheben. Hierdurch erzeugen sie einen Druck, welcher die Wand verbiegt und so das Auge auf die andere Seite des Kopfes befördert.

2. Hinter dem wandernden Auge her rückt eine Hautfalte, welche allmählich verknöchert und so den Rückgang des Auges verhütet.

Zum Schluss sage ich allen meinen herzlichsten Dank, die mich bei dieser Arbeit unterstützten. Die Professoren Pfeffer-Hamburg, Ehrenbaum-Helgoland zeigten mir ihre hochinteressanten Präparate und versorgten mich mit wertvollem Material. Professor Max Braun-Königsberg stellte mir die symmetrischen Flunder zur Verfügung. Die mopsköpfigen Karpfen lieferten mir Herr E. Leonard-Dresden, Herr Janschewski-Appricken (Kurland).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

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

Artikel/Article: [Die Augen der Schollen. 602-608](#)