

Werk

Titel: Über das Schwimmen der Fische

Autor: Hesse , Richard

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0192

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Jenaer Glaswerks bietet ein Gefühl froher Genugtuung die Erwägung, daß diese Anstalt in der ersten Gegenwart auch auf ihrem Gebiet Sorge getragen hat, dem Heere zu geben, was es bedurfte. Früher unbekannte Quellen zur älteren Glasgeschichte habe ich selber (8) in größerem Umfange erschließen können; *Abbe* würde mit Genugtuung namentlich von der Freigebigkeit Kenntnis genommen haben, mit der man in England um das Ende der 20er Jahre die Schmelzkunst zu fördern suchte. Freilich gelang es trotz der hohen Mittel — sie waren nach dem darüber vorliegenden Bericht doppelt so hoch als die nach *Auerbach* (240) dem Jenaer Unternehmen vom preußischen Staate gewährten — und trotz dem Arbeitseinsatz eines *Faraday* nicht, die heimische Glasbereitung in merklicher Weise zu fördern. Über die umfangreichen Vorarbeiten *Abbes* innerhalb des Zeißischen Betriebes habe ich (9) gehandelt und auch der hierher gehörigen Erkenntnis von *J. Petzval* und *L. Seidel* gedacht, die *Abbe* nicht aufgefallen zu sein scheint.

In diese Zeit lebhaftester Vorbereitung auf dem Gebiete des optisch verwertbaren Rohstoffes fiel der Eintritt *Siegfried Czapskis*, der nach den Ortsangaben des deutschen Patents 30 045 zwischen Anfang Juli 1884 und Anfang Januar 1885, nach mündlicher Angabe Beteiligten in den Herbst 1884 anzusetzen ist. Über seine Bedeutung als Optiker des Abbeschen Kreises habe ich (5) schon in meinem Nachruf auf ihn gehandelt, so daß ich mich hier darauf beschränken kann, zu wiederholen, daß er in der Vermittlung Abbescher Ideen große und dauernde Verdienste hat. Daß wir über Abbes Anschauungen in der geometrischen Optik und der Instrumentenkunde gut unterrichtet sind, ist auf die Tätigkeit dieses ihm persönlich am nächsten stehenden Schülers zurückzuführen, und da, wo dessen Tätigkeit aussetzte, wie in der Abbeschen Beugungstheorie, sind wir lange Jahre ohne eine eingehende Darstellung geblieben.

(Schluß folgt.)

Über das Schwimmen der Fische.

Von Prof. Dr. Richard Hesse, Bonn.

Wenn man in der Natur nach Bewegungsformen sucht, die sich mit dem Fluge der Flugmaschine oder mit dem des Luftschiffes vergleichen lassen, so findet man sie sonderbarerweise nicht in der Luft, sondern im Wasser. Der Mensch schwimmt zwar im Wasser mit Bewegungen seiner Arme, die denen des Vogelflügels beim Flug ähnlich sind, aber er fliegt durch die Luft so, wie ein Fisch schwimmt.

Wie das aktive Fliegen in der Luft auf Erzeugung von Luftwiderstand beruht, so beruht das Schwimmen auf Erzeugung von Wasserwiderstand. Die Gesetze, nach denen sich Körper in Wasser und Luft bewegen, sind bei beiden gleich. Beide,

die tropfbar flüssigen wie die luftförmigen Körper, haben die leichte Verschiebbarkeit der Teilchen gemein. In beiden erleidet der Körper einen Auftrieb, d. h. er verliert so viel an Gewicht, als das Gewicht der verdrängten Wasser- oder Luftmasse beträgt — nur daß die Luft 760 mal so leicht ist als das Wasser, ihre Tragfähigkeit also 760 mal geringer. In beiden wächst der Widerstand, den eine bewegte Platte findet, im gleichen Maße wie die Fläche der Platte sich vergrößert, aber er wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, mit der die Platte bewegt wird.

Freilich sind bei der so leichten Verschiebbarkeit der Luftteilchen gegeneinander viel größere Geschwindigkeiten erforderlich, um in der Luft einen Widerstand zu erreichen, der genügende Lasten zu tragen vermag, als im Wasser. Aber dafür setzt die Luft auch der Fortbewegung eines Körpers einen entsprechend geringeren Widerstand entgegen und gestattet somit viel höhere Geschwindigkeiten; ein so kräftiger Schwimmer wie der Lachs macht im Durchschnitt in der Sekunde 0,8 m³, dagegen eine Biene 7 m, eine Taube 19 m, ein Flugzeug sogar bis 39 m.

Wie beim Flugzeug und beim Luftschiff der Antrieb durch den Propeller des Motors ein beständiger und die Geschwindigkeit daher eine gleichmäßige ist, so auch beim Fisch — im Gegensatz zu dem rhythmisch unterbrochenen Antrieb und der ungleichmäßigen Geschwindigkeit beim Vogel. Man hat schon vielfach in der Tierreihe nach Bewegungsarten gesucht, die sich mit dem Antrieb durch die Schraube vergleichen ließen. Es gibt aber, so viel wir wissen, keine *genauen* Parallelen dazu; aktive Rotationsbewegung eines Körperteils, jener der Schraube vergleichbar, kennen wir nirgends bei den Metazoen; das ist eine Erfindung, die zu dem Sondergut des Menschen zählt. Aber der Antrieb, den sich ein Fisch im Wasser gibt, läßt sich am *ehesten* mit der Schraubenwirkung vergleichen. Bei der Drehung der Schraube wird eine Fläche, die gewundene schiefe Ebene der Schraubenwindung, beständig in der Richtung der Schraubenachse verschoben; man sieht das leicht an einer auf einen Papierzylinder aufgezeichneten Schraubenlinie. Wenn die Schraube sich im Wasser dreht, schreiten diese Flächen wie Ruder fort und finden dabei Widerstand des Wassers, der sie in entgegengesetzter Richtung verschiebt. Freilich ist bei den Schrauben unserer Dampfer und bei den Luftschrauben der Flugzeuge die Schraubenwindung sehr kurz, nur ein Bruchteil einer vollen Windung, und daher ist dort diese Erscheinung nicht so auffällig. Ganz ähnlich schreiten über

¹⁾ Ein gezeichneter Lachs legte bei der Talwanderung in 24 Stunden durchschnittlich 9,5 km zurück, also 1,1 m/sec (D. Fisch.-Ztg. 21, S. 638); ein aufsteigender Lachs machte nach *Metzger* (*Grote, Vogt, Hofer*, Süßwasserfische von Mitteleuropa S. 265) in 82 Stunden 136 km, also 0,46 m/sec. Unter der Voraussetzung gleicher Strömungsgeschwindigkeit wäre demnach die Eigengeschwindigkeit des Lachses 0,78 m/sec.

den Körper des Fisches Schlängelungen wellenartig von vorn nach hinten fort (Fig. 1); jede Schlängelwelle drängt das Wasser vor sich her wie ein Ruder, dessen Höhe von der Höhe des Fischkörpers abhängt und dessen Breite der Amplitude der Schlängelwelle gleich ist. Beim Aal, wo die Höhe dieses „Ruders“ gering ist, muß die Breite um so bedeutender sein. Beim Karpfen dagegen ist die Höhe größer, die Breite dafür geringer; seine Wirkung wird hier aber wesentlich dadurch erhöht, daß die Wellen mit größerer Geschwindigkeit fortschreiten, wodurch sie einen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunehmenden Widerstand erfahren.



Fig. 1. Wenn der schlängelnde Körper aus der schwarzen in die hellgezeichnete Lage übergeht, verschiebt sich der Wellenberg *a* nach *a'*, das Wellental *b* nach *b'*; dabei bewegt sich gleichsam das „Ruder“ 1 in die Lage 1', 2 in 2'.

Die Vergleichbarkeit zwischen dem Schwimmen der Fische und dem Fliegen der Menschen geht aber noch weiter. Wie wir die Flugzeuge von den Luftschiffen unterscheiden, indem jene schwerer als die Luft sind, diese leichter als die Luft, oder besser gleichschwer wie die Luft in der höchsten von ihnen erreichten Luftschicht sind, so haben wir auch Fische, die schwerer als das Wasser, und solche, bei denen das Gewicht der verdrängten Wassermasse dem des Körpers gleicht. Jenes sind die Fische ohne Schwimmblase, vor allem die Selachier (Haie und Rochen) und eine kleine Anzahl Knochenfische, dieses die überwiegende Mehrzahl der Teleostomen, bei denen das Übergewicht des Körpers durch die luftgefüllte Schwimmblase ausgeglichen wird. Und wie die Bewegungen des Menschen in der Luft mit jenen beiden Maschinen abspielt, so ist auch das Schwimmen dieser zweierlei Fische ver-

schieden. Wir können den Knochenfisch im unbewegten freien Wasser ruhig an einer Stelle stehen sehen, ohne daß er irgendwelche Bewegungen macht, den Goldfisch im Fischglas, den Karpfen im Teich — wie ein Luftschiff; aber ein Hai sinkt — wie ein Flugzeug — zu Boden, wenn er sich nicht von der Stelle bewegt. Ein Knochenfisch kann beliebig langsam schwimmen. Ein Hai braucht ein bestimmtes Mindestmaß von Eigengeschwindigkeit, um mit seiner Vorwärtsbewegung einen Wasserwiderstand gegen seine Unterfläche zu erzeugen, dessen aufwärts gerichtete Teilkraft sein Übergewicht ausgleicht und ihn so zu tragen vermag — dieselben Unterschiede wie bei Luftschiff und Flugzeug.

Daher brauchen auch die Selachier und die Knochenfische ohne Schwimmblase besondere Tragflächen, die dem Widerstande des Wassers einen Angriffspunkt bieten, und zwar um so größere, je geringer ihre Geschwindigkeit ist. Überall bei den Selachiern ist die Bauchfläche abge-

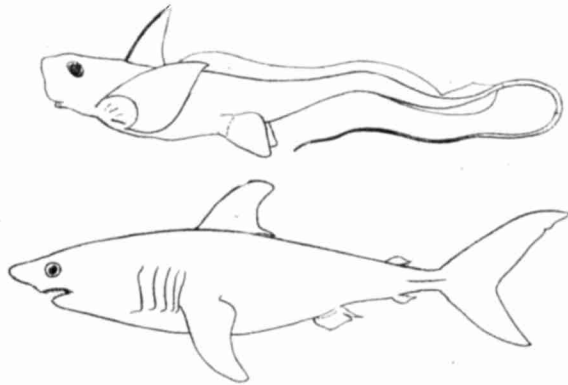


Fig. 2 u. 3.

flacht und breit, beim wagrecht stehenden Tiere nach vorn gegen die Schnauzenspitze unter spitzem Winkel ansteigend. Die paarigen Flossen, besonders die Brustflossen, dienen zur Vergrößerung der Unterfläche und sind daher viel größer als bei den meisten Knochenfischen und viel stärker durch Skeletteile gestützt. Am stärksten ist die Unterfläche vergrößert bei dem Zitterrochen mit seiner geringen Antriebskraft (während die meisten übrigen Rochen abweichend von anderen Selachiern durch Bewegungen der großen Brustflossen schwimmen); besonders groß sind auch die Brustflossen bei der Seekatze (*Chimaera*, Fig. 2) mit ihrem schwachen Ruderschwanz; aber auch gute Schwimmer unter den Haien, wie der Blauhai (*Carcharias glaucus*) und der Heringshai (*Lamna cornubica*, Fig. 3) haben verhältnismäßig große Brustflossen. Auch die schwimmblasenlosen Cottiden (Fig. 4, *Megalocottus*) unter den Knochenfischen haben einen breiten, unterseits flachen Vorderkörper und große Brustflossen.

Bei den Fischen mit Schwimmblase sind die paarigen Flossen hauptsächlich Steuerruder, den