

Über die Funktion der Statocysten von *Branchiomma vesiculosum*.

Von W. von Buddenbrock.

Mit 2 Abbildungen.

In einem Aufsatz, der unlängst im Biologischen Zentralblatt, Band 23, Nr. 9, erschienen ist, habe ich über die Funktion der Statocysten zweier im Sande grabender Meerestiere, *Arenicola* und *Synapta*, berichtet. In vorliegenden Zeilen will ich den Versuch machen, die Funktion der gleichen Organe bei einem dritten Sandbewohner, dem sedentären Polychaeten *Branchiomma vesiculosum*, zu schildern. Die Untersuchungen wurden im vergangenen Sommer in Roscoff in der Bretagne ausgeführt. Da hinsichtlich einiger wichtiger Punkte noch Unklarheit besteht, welche durch weitere Experimente behoben werden muß, beschränke ich mich im folgenden auf die Darstellung der hauptsächlichsten Ergebnisse. Die ausführliche Arbeit wird später an anderer Stelle erscheinen.

Br. vesiculosum, ein Sabellide, wohnt im Sande oder im Schlamm, in senkrechten, die Oberfläche nur wenig überragenden Röhren. Aus der Röhre herausgenommen, vermag sich der Wurm mit dem Schwanze voran sehr schnell wieder in den Sand einzubohren. Dieses Einbohren erfolgt unabhängig von den im Kopf gelegenen Nervenzentren und ist auch bei solchen Tieren zu beobachten, denen das Bauchmark dicht hinter dem Kopf durchschnitten wurde. Die vertikale Richtung dagegen, in welcher der Schwanz sich einbohrt, wird durch die im Kopf gelegenen Statocysten bestimmt. Dies wird bewiesen durch einen sogenannten Ablenkungsversuch. Ein solcher besteht darin, daß man das Tier in ein nicht zu kleines Gefäß, ein Wasserglas etwa, das mit Sand gefüllt ist und horizontal im Aquarium liegt, sich einbohren läßt, und daß man ca. eine halbe Stunde nach Versuchsanfang das Glas um 180° um seine Längsachse dreht. Der

Wurm, der stets erdwärts bohrt, muß offenbar nach der Umdrehung des Glases seine Bohrrichtung ebenfalls um 180° ändern, was in der Form seiner Röhre zum Ausdruck kommt, die man am nächsten Tage, wenn sie völlig erhärtet ist, leicht aus dem Sande nehmen kann. Tiere, denen man beide Statocysten herausgeschnitten hat, lassen sich nicht mehr in dieser Weise ablenken; eine einseitige Operation dagegen bleibt ohne Einfluß.

In einer Reihe weiterer Experimente wurde der Wurm samt seiner Röhre, in welcher er sich befand, in verschiedener Weise gebogen und nun derart in den Sand des Versuchsglases eingebettet, daß die Röhre die ihr auferzwungene Form beibehielt — der Kopfteil der Röhre muß hierbei natürlich stets aus dem Sande ragen. Die untenstehende Figur 1 zeigt eine Reihe derart erzwungener Anfangslagen (Wurm schwarz gezeichnet), von denen aus der Schwanz des Tieres die gestrichelte Linie entlang, d. h. exakt erdwärts, sich einbohrt. Hierbei ist es ganz gleichgültig,

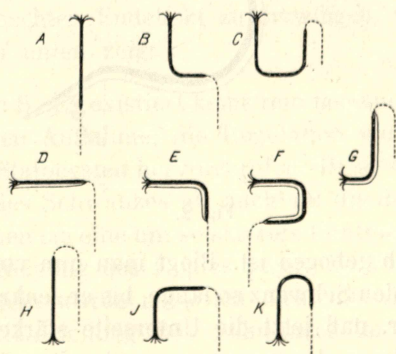


Fig. 1.

ob das Tier auf Bauch, Rücken oder Seite liegt. Die im folgenden angewendeten Ausdrücke Ober- und Unterseite sind keine morphologischen Begriffe. Unter Unterseite ist diejenige Seite verstanden, die durch die Lage des Statolithen in der Statocyste als die jeweils untere bestimmt ist. Sie ist in Figur D—G weiß gezeichnet, die Oberseite schwarz. In den übrigen Figuren, in denen der Kopf senkrecht steht, kann man Ober- und Unterseite natürlich nicht unterscheiden. An diesen Bildern ist vor allem auffallend, daß die Krümmung, welche der Schwanz ausführt, um sich vertikal einzustellen, bei ein und derselben Lage des Kopfes und folglich

der Statocysten verschieden stark sein kann (vgl. Figur A, B, C), ja sogar nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen kann (vgl. Figur D und F). Denn es erfolgt offenbar in D die Krümmung des Schwanzes nach der weißen Seite, in F dagegen nach der schwarzen hin. Diese Verschiedenheit der Reaktion bei ein und derselben Lage der Statocysten beweist sicherlich, daß wir hier einen äußerst komplizierten Mechanismus vor uns haben. Um ihn besser zu verstehen, ist es notwendig, die folgende Überlegung anzustellen: Wenn der Wurm so liegt, daß Kopfende und Schwanzende einander parallel sind, aber nach entgegengesetzten Richtungen zeigen, so ist offenbar die Unterseite genau so stark gekrümmt (contrahiert) wie die Oberseite, wobei es ganz einerlei ist,

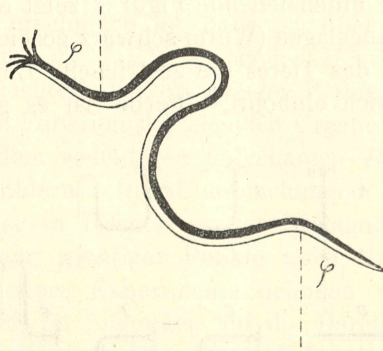


Fig. 2.

wie der Mittelleib gebogen ist. Biegt man nun von einer solchen Lage ausgehend den Schwanz so lange, bis er senkrecht nach unten zeigt, so ist klar, daß jetzt die Unterseite stärker gekrümmt ist wie die Oberseite, und zwar um so mehr, je größer der Winkel (φ Figur 2) ist, den der Schwanz vorher mit der Vertikalen bildete. Dieser Winkel ist natürlich demjenigen gleich, den das Kopfende mit der Vertikalen einschließt. Es besteht also, sobald der Schwanz senkrecht nach unten zeigt, eine Beziehung zwischen dem Contractionsunterschied der Ober- und Unterseite und zwischen der Neigung des Kopfes gegen die Vertikale, und es ist klar, daß es die Statocysten sind, welche diese Beziehung regulieren. Wir können folglich den Satz aufstellen, daß bei *Branchiomma* die Statocysten die Längsmuskelcontraction der jeweiligen Oberseite ($Cr \cdot O$)¹⁾ und Unterseite (CrU) derart regulieren,

1) Contraction = Cr.

daß die Differenz beider ($CrU - Cr \cdot O$) um so größer ist, je größer der Winkel φ ist, den der Kopf mit der Vertikalen bildet ($CrU - CrO = \varphi$). Soweit scheint mir Klarheit zu herrschen. Dagegen ist es bis zum Augenblick unsicher, auf welche Weise im einzelnen dieser eigentümliche Effekt erreicht wird. Zwei Annahmen scheinen mir möglich zu sein, die im folgenden kurz erörtert werden mögen:

Annahme A. Die Erdwärtskrümmung des Schwanzes wird durch das Zusammenwirken zweier Faktoren erreicht. Es existiert einmal eine rein muskelsensorische Regulation, welche dafür sorgt, daß in jedem Augenblick je zweieinander gegenüberliegende Längsmuskelstreifen gleich stark kontrahiert sind. — Sie würde für sich allein offenbar bewirken, daß Schwanz und Kopf stets einander parallel gerichtet sind. — Zweitens bewirkt die Statocyste bei Neigung des Kopfes eine Contraction der Unterseite des Schwanzes, die um so stärker ist, je mehr der Kopf gegen die Vertikale geneigt ist. Beide Einflüsse zusammen vermögen offenbar den gewünschten Endeffekt zu erzwingen, daß der Schwanz senkrecht nach unten zeigt.

Annahme B. Es existiert keine rein muskuläre Regulation im Sinne der ersten Annahme, die Regulation wird vielmehr lediglich durch die Statocysten hervorgerufen. Diese wirken sowohl auf die Oberseite des Schwanzes als auch auf die der Unterseite, und zwar verursachen sie eine um so stärkere Contraction der letzteren, je größer die Neigung des Kopfes gegen die Vertikale ist. Diese Einrichtung allein würde natürlich nicht ausreichen, um die gewünschte Vertikalstellung des Schwanzes zu erzielen. Es ist noch die Hilfsannahme nötig, daß die von der Statocyste ausgehende Erregung leichter auf derjenigen Seite zum Schwanz fließen kann, welche im ganzen weniger kontrahiert ist, daß also die Contraction eines Längsmuskelsstreifens im Bereich des Vorder- oder Mittelleibes hemmend wirkt für die Erregung der weiter schwanzwärts liegenden Partien desselben Längsmuskelstreifens, und zwar um so mehr, je stärker und ausgedehnter diese Contraction ist. Im Lichte dieser Hypothese würden z. B. in Figur F die Statocysten an sich sehr viel stärker auf die weiß gezeichnete Seite des Schwanzes wirken, und eine Krümmung desselben nach oben wäre die Folge. Da die weiße Körperseite nun aber bereits im Bereich des Mittelleibes stark kontrahiert ist,

kann auf ihr die von der Statocyste ausgehende Erregung nur in sehr abgeschwächtem Maße zum Schwanze gelangen, während die an sich sehr viel schwächere Erregung der schwarzen Unterseite infolge deren Dehnung ungehindert den Schwanz erreicht. Der Endeffekt ist folglich, daß das Contractionsbestreben auf der schwarzen Seite des Schwanzes wesentlich stärker ist als auf der weißen, so daß der Schwanz nach unten, d. h. erdwärts, gebogen wird.

Welche von diesen zwei Annahmen der Wahrheit näher kommt, muß durch weitere Untersuchungen erforscht werden, die ich sobald als möglich in Angriff nehmen werde. Gemeinsam ist beiden die wohl notwendige Vorstellung, daß die Statocyste nicht in allen ihren Teilen gleich empfindlich ist, sondern durch Ebenen, die senkrecht zur Längsachse des Tieres verlaufen, in eine Anzahl Ringzonen zerfällt, deren empfindlichste, d. h. diejenige, welche die stärkste Contraction der Unterseite hervorruft, am weitesten kopfwärts liegt, während die hinterste Zone die geringste Empfindlichkeit besitzt.

Kompliziert wird die erdwärts gerichtete Einbohrbewegung des Wurmes dadurch, daß er sich während seiner Progression in die Tiefe gleichzeitig um seine Längsachse dreht, somit im ganzen eine Schraubenbewegung ausführt. Die Bewegungen, die hierbei die Parapodien ausführen müssen, sind noch nicht genügend analysiert.

Es konnte ferner ermittelt werden, daß bei *Branchiomma* die außerordentlich empfindliche Reaktion auf Erschütterungen aller Art nicht durch die Statocysten verursacht wird. Ebenso wenig ist die Fähigkeit im Sande verschütteter Tiere, wieder an die Oberfläche zurück zu gelangen, an den Besitz dieser Organe gebunden.

Nicht ohne Interesse ist schließlich die Feststellung, daß *Sabella pavonina*, ein nahverwandter Wurm, der die gleichen Örtlichkeiten bewohnt wie *Br. vesiculosum*, keine Statocysten hat, obgleich er in gleich langen Röhren wie dieser haust, die ebenso exakt senkrecht nach unten ziehen wie die *Branchiomma*-Röhren und von ihnen nur schwierig zu unterscheiden sind. Hiermit ist klar bewiesen, daß die Fähigkeit, sich auch bis in größere Tiefen mit Sicherheit erdwärts einzubohren, nicht an den Besitz dieser Organe gebunden ist, deren Nutzen somit in irgendetwas anderem liegen muß. Nun zeigt sich, daß *S. pavonina*, aus ihrer Röhre

genommen und auf den Sand gelegt, nicht imstande ist, sich schnell wieder einzubohren, sondern hierzu mehrere Tage bedarf. Hieraus folgt offenbar, daß die Statocysten nur nötig sind, wenn das vertikale Einbohren sehr geschwind vonstatten geht.

Hinsichtlich einiger Beobachtungen über die Statocysten von *Arenicola*, sowie diejenigen von *Solen vagina* sei auf die ausführliche Mitteilung verwiesen, die in Jahresfrist erscheinen wird.

Heidelberg, Zoologisches Institut, im Dezember 1912.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg](#)

Jahr/Year: 1912-1914

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Buddenbrock Wolfgang Freiherr von Hetttersdorf

Artikel/Article: [Über die Funktion der Statocysten von Branchiomma vesiculosum 256-261](#)