

— Ein Resultat, das ich damals auf eine bedeutende plastische Anpassungsfähigkeit dieser Rasse beziehen zu dürfen glaubte.

Am 10. Juni verband ich meine Mischkolonie mit einem zweiten Apparate, welcher mit fremden *fusca*-Puppen angefüllt war, und zwar sowohl mit geschlechts- als auch mit Arbeiterpuppen. Diese reiche Beute wurde von den *fusca* sofort in Besitz genommen; jedoch wurden nur die Arbeiterpuppen gepflegt, während die männlichen und weiblichen Nymphen aus ihren Hüllen gezogen und im Laufe der nächsten Tage sämtlich umgebracht wurden.

Ich gab nun meiner Kolonie am 20. Juni eine Menge *rufa*-Puppen zugleich mit 2 Königinnen und 5 Arbeitern. Diese neuen Ameisen gehörten der im ersten Kapitel mehrfach erwähnten Kolonie a an. Abends 9 Uhr hatten die *fusca* einen großen Teil der *rufa*-Puppen zu sich hinübergenommen und zu schönen Häufchen zusammengetragen. Wie mir schien, war diese Brut adoptiert. Die 5 fremden Arbeiter waren sämtlich exekutiert worden; ebenso merkwürdigerweise die eine der 2 *rufa*-Königinnen, welche von den *fusca* ohne weiteres getötet und enthauptet wurde. Das zweite Weibchen konnte sich noch rechtzeitig vor den Angriffen in einen Winkel des Nestes flüchten, wo es sich 2 Tage lang still verhielt, worauf es dann schließlich doch aufgenommen wurde.

Dies letztere Resultat zeigt wiederum deutlich, wie automatisch Ameisen in solchen Fällen vorgehen können. Durch die *rufa*-Arbeiter und die viele Brut erschreckt und aufgeregt, gingen sie gegen alles, was nach *rufa* roch, feindselig vor, ohne im ersten Moment die Königinnen vom Arbeiter zu unterscheiden. Ich bin aber überzeugt, dass, wenn ich die beiden Weibchen allein zu den *fusca* hineingelassen hätte, dieselben ohne weiteres adoptiert worden wären, wie es bei den vorhergehenden 16 Königinnen der Fall gewesen war.

Die Erklärung der Bewegung bei einigen Protozoen.

Von Professor Dr. Lazar Car (Zagreb).

Schon vor vielen Jahren habe ich einen Versuch gemacht, das Schweben einiger Fliegen in der Luft in einem Punkte zu erklären. (Zool. Anzeiger 1893, Nr. 431). Ich will mich mit der Erklärung des Schwebens hier nicht von neuem befassen, und lasse selbst die Richtigkeit der von mir dort aufgeworfenen Hypothese vorläufig dahingestellt. Doch der Grundgedanke, von welchem ich damals ausging, nämlich die Erklärung der Bewegung der Flagellaten, scheint mir heute noch die richtige zu sein, und dies bewog mich auch zur weiteren Untersuchung der Lokomotion noch einiger anderen Protozoen und der Flimmerzellen bei anderen Tieren.

Unterziehen wir die Bewegung der bewimperten Epithelzellen z. B. der Respirationswege der Vertebraten, scilicet Frosch, einer eingehenden Beobachtung. Ruß, kleine Staubpartikelchen etc., die zufällig in die Luftröhre eingedrungen sind, werden bekanntlich durch die Flimmerbewegung wieder herausbefördert. Diese Partikelchen kleben an der Schleimschicht an, die die bewimperten Flächen überzieht. Der Strom, den die Flimmerung erzeugt, hat, wie es heisst, eine bestimmte Richtung, in diesem Falle nach außen, und zwar stets nur die eine Richtung, weil nur diese in diesem Falle zweckmäßig ist. Welche Bewegungen müssen aber die einzelnen Wimpern ausführen, dass gerade diese Richtung zustande kommt, das ist eben hier die Frage.

Direktes Beobachten der verschiedenen Lagen der einzelnen Wimpern und noch dazu in einzelnen außerordentlich kleinen Zeitabschnitten ist schier unmöglich. Wir müssen uns also vor allem mit den Möglichkeiten, die hier mechanisch zustande kommen und zu erwünschten Resultaten führen könnten, befassen, die jedoch der aus der Beobachtung erschlossenen Erklärung nicht direkt widersprechen dürfen. Und da ergibt sich, wenigstens für mich, nur diese eine Möglichkeit.

Die Flimmerzellen sind, wie uns die Beobachtung lehrt, in einer steten Bewegung begriffen. Es fällt also ein Partikelchen auf einen bestimmten Punkt dieser bewimperten Oberfläche; die nächst äußeren Wimpern geraten in eine lebhaftere Schwingung, und gleich darauf wieder die anderen nächsten, nach außen gekehrten Wimpern etc. Wo aber in einer Flüssigkeit — hier Schleim — eine stärkere Bewegung stattfindet, wo also eine Flüssigkeit in Bewegung gesetzt wird, da ist auch der Druck der Flüssigkeit auf dieser Stelle ein geringerer. Ein kleiner Körper, der in einer Flüssigkeit schwimmt, wird von allen Seiten von der Flüssigkeit gedrückt. Wenn sich also auf einer Seite ein geringerer Druck bildet, wird der Körper gegen diesen *locus minoris resistentiae* verschoben. und das geht so weiter fort, bis er an die Mündung befördert wird. Die Flüssigkeit ist es, in der dieser Körper weiter wandert: es wird nämlich ein Strom in der Flüssigkeit erzeugt, der das Partikelchen mitzieht.

Das Flimmerepithel flimmert in einem fort; ein gleichmäßiges Flimmern könnte aber keinen Strom in bestimmter Richtung erzeugen, es ist also eine Welle von kräftigeren Schwingungen, die von dem gereizten Punkte aus nach außen zieht, welche diese Strömung erzeugt hat. Der Anstoß zur energischeren Schwingung geben die benachbarten Partien, die sich eben selbst etwas früher in demselben Zustand befunden haben; den Ausgangspunkt aber für diesen sich fortpflanzenden Reiz gibt, wie wir schon oben bemerkt haben, der mechanische Anstoß des Partikelchens selbst.

Nun, welche Bewegungen müssen die einzelnen Wimpern ausführen, damit sie diese in einer bestimmten Richtung fortlaufenden Welle, und nota bene zu gleicher Zeit auch die Strömung erzeugen?

Solche Bewegungen, wie sie Verworn in seiner „Allgemeinen Physiologie“ (3. Aufl. 1909, S. 292) angibt, sind es jedenfalls nicht. Dass sich die Flimmerbewegungen metachronisch d. h. sukzessiv abspielen, ist zwar richtig, nur sind die Ebenen, in der die Schwingungen der einzelnen Wimpern ausgeführt werden, um 90° zu drehen; und ist das Ganze auch nicht als eine Ruderbewegung aufzufassen, sondern ganz anders. — Die einzelnen Wimpern schwingen in einer zur Richtung des Stromes rechtwinkligen Ebene; also sie neigen sich viel stärker als gewöhnlich rechts links. Und wenn sich so alle Wimpern in einer Querreihe synchron recht tief auf die rechte Seite geneigt haben, folgt dieser Bewegung auch gleich die nächst äußere Querreihe mit einer etwas verspäteten Phase u. s. w. Die Stellen des stärkeren Hin- und Herschlagens werden so immer weiter nach außen fortgepflanzt, und diese Stellen erzeugen in ihrer nächsten, natürlich außerordentlich kleinen Umgebung Orte geringeren Druckes in der Flüssigkeit, zu welchen das Partikelchen hingezogen wird.

Dem, wenn auch Verworn die Bewegung einer einzelnen Wimper (S. 295) mechanisch ganz richtig erklärt, übersah er doch, dass sich solche Bewegungen der Wimpern in einer Längsreihe gegenseitig absolut stören müssten. Sein ganzer Gedankengang war aber auch ein anderer. Er ging nämlich von der Beobachtung der Schwimmlättchen der Ctenophoren aus, die freilich eine Ruderbewegung ist, und zwang so auch die Wimperbewegung der ciliaten Infusorien in denselben Rahmen.

Bei der Erklärung der Flimmerbewegung muss man, meiner Meinung nach, von einem ganz anderen Prinzipie ausgehen, nämlich von dem Prinzipie des durch das energischere Schlagen erzeugten geringeren Druckes in der Flüssigkeit.

Wenn ein ovaler Körper z. B. ein Flagellate, nur auf einem Pole mit einer Geißel versehen ist, und diese Geißel in welcher immer Richtung herumpeitscht, sei es rechts, links, oder in einem Konus, auf jeden Fall wird durch die Bewegung des Wassers der Druck an dieser Stelle geringer. Der Druck des Wassers von rechts und links des Tieres, so wie von oben und von unten, halten sich Gleichgewicht, der Druck aber von hinten findet keinen entsprechenden Gegendruck vorne, ergo muss das Tier in dieser Richtung vorwärts schießen — wenn das eine isolierte Zelle ist, die nach dem Orte des geringsten Widerstandes, den sie selbst erzeugt hat, hineilt. — Wenn aber die Zelle zwischen die anderen eingeklemt ist, wenn es sich um eine bewimperte Oberfläche, eines Organes, eines größeren Tieres handelt, wenn diese bewimperte Fläche

fix ist, so bleibt sie an Ort und Stelle und nur die anderen winzigen Partikelchen müssen dem Zuge nachfolgen.

Eine durch eine solche vorwärtsschreitenden Welle erzeugter Strom führt die, natürlich entsprechend kleinen, Körperchen mit, z. B. das Plankton längs bewimperter Anhängsel oder Flächen bei verschiedenen Tieren, die Staubpartikelchen in den Luftwegen etc. Reißt sich aber eine solche bewimperte Zelle aus ihrem Verbande, wie man es leicht bei Fröschen, Mollusken etc. beobachten kann, so sehen wir, dass die Wimpern weiter flimmern und der von ihnen erzeugte Strom die isolierte Zelle selbst bewegen kann, und zwar jetzt natürlich in entgegengesetzter Richtung. Nachdem aber so eine Zelle nur an einer Fläche bewimpert ist, so muss sie sich drehen. Wäre sie allseitig bewimpert und schlugen die Wimpern so, dass sich die Welle gegen das eine Ende des mehr oder weniger gestreckten oder ovalen Körpers fortsetzte, so würde er sich mittels dieser Flimmerung selbst bewegen, und zwar, wie gesagt, in der entgegengesetzten Richtung, als er andere kleinere Körper in Bewegung versetzen kann.

Und somit hätten wir zu gleicher Zeit die Bewegung nicht nur der Fremdkörperchen auf bewimperten fixen Flächen, sondern auch die Bewegung der einzelnen Wimperzellen, sowie der Flagellaten und ciliaten Infusorien mittels desselben Prinzipes erklärt. Es verhält sich die Sache bei den letzteren im Vergleich mit bewimperten fixen Flächen gerade umgekehrt. — Und eine richtig erklärte Wirkung muss sich auch bei der Umkehr der Bedingungen entgegengesetzt herausstellen.

Der Mechanismus ist zwar sehr einfach, aber nichtsdestoweniger wunderbar. Also ein ciliates Infusorium wird von einem hauptsächlich von rückwärts wirkenden Druck, den es aber selbst erzeugt hat, nach vorne geschoben; wie wenn sich der Kern aus einer Pflaume ohne Biegungen und ohne allen Muskeln selbst herauszuquätschen vermöchte.

Ganz anders ist die Bewegung bei Gregarinen zu erklären. Für diese Protozoen heisst es, dass sich ihr Körper durch transversale nach hinten schnell ziehenden Kontraktionen vorwärts bewegt. Diese Kontraktionen gleichen vollkommen den peristaltischen Bewegungen unseres Darms. Wie in diesem eine Zusammenschnürung, die am vorderen Ende anhebt, den ganzen Inhalt nach rückwärts schiebt in Form einer nach hinten ziehenden ringförmigen Anschwellung, bis sich so der Schlauch seines Inhalts entledigt, gerade so läuft eine ringförmige Anschwellung — eine Welle — bei den Gregarinen nach hinten. Nun hier entledigt sich der Schlauch aber nicht seines Inhaltes des eigenen Protoplasmas, welches in völlig geschlossener Haut zurückbleibt — sondern es wird dadurch die Gregarine selbst nach vorne geschoben.

Nun ja, die Beobachtung ist richtig und so läuft der Prozess auch ab, aber wie kommt auf diese Art der Körper in Bewegung? Die am vorderen Ende erzeugte ringförmige Anschwellung schiebt bei ihrer Wanderung nach hinten eine Wassersäule, oder besser gesagt einen hohlen Wasserzylinder nach rückwärts. Dieses nach hinten gedrückte Wasser stößt auf schon vorhandenes Wasser auf. Das Wasser ist zwar außerordentlich beweglich und verschiebbar, aber nur für gewisse Schnelligkeiten, wenn die Bewegung gar zu rasch geschieht, so verhält sich das rückwärtige Wasser wie eine feste Mauer, und so wird der zusammengedrückte Wasserzylinder an diese Mauer angepresst, von der er gleich wieder abprallt. Es entsteht also eine Reaktion, ein Gegendruck. Die ringförmige Anschwellung — die positive Welle — ist gerade in diesem letzten Momente am hinteren Ende der Gregarine angelangt. Nun presst der Wasserdruck diese Scheibe und schiebt dadurch auch den ganzen Körper nach vorne. Es ist, wie wenn die Gregarine eine hinten angebrachte Spiralfeder zusammengedrückt hätte, die sich wieder verlängert und so die ganze Gregarine nach vorne wirft. Diese Bewegungsart beruht also auf dem Prinzipie der Reaktion. —

Viel schwieriger gestaltet sich die Erklärung für die Bewegung der Dinoflagellaten. Für diese konnte ich bis jetzt noch keine befriedigende Lösung finden, muss aber gleich bemerken, dass mich die bisher aufgestellten Theorien gar nicht befriedigen. Ja es ist mir nicht bekannt, dass die Sache überhaupt schon genug eingehend behandelt worden wäre, und so lässt sich auch hier noch Vieles tun.

Das Geruchsvermögen der Bienen.

Von Prof. Dr. Enoch Zander,

Leiter der K. Anstalt für Bienenzucht in Erlangen.

Vielfach wird in der Literatur die Anschauung vertreten, dass die Bienen ein schlechtes Geruchsvermögen besäßen. Nach Andrae¹⁾ z. B. lassen sich zwar laufende und kriechende Insekten mehr durch Gerüche leiten, aber fliegende Insekten (*Apis*, *Osmia*, *Anthophora*, *Anthidium*) haben einen besseren Gesichtssinn. Besonders nachdrücklich vertritt Forel²⁾ diese Meinung und stützt sie durch die Beobachtung, dass man eine, mit Gaze überspannte Honigschale in nächster Nähe eines Stockes, ja unmittelbar vor dem Flugloch aufstellen könne, ohne dass auch nur eine Biene den Versuch macht, durch das Gitter zum Honig zu gelangen.

1) Andrae, Eugen. Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen? Beihefte zum botan. Centralbl., Bd. 15, S. 427, 1903.

2) Forel, August. Das Sinnesleben der Insekten. München 1910.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Car Lazar

Artikel/Article: [Die Erklärung der Bewegung bei einigen Protozoen. 707-711](#)