

Ueber den
Einfluss des Lichtes auf die Bewegungen der Desmidien
nebst
einigen Bemerkungen über den richtenden Einfluss
des Lichtes auf Schwärmsporen.

Von
E. S T A H L,
Privatdocent der Botanik.

Im Anschluss an meine im vergangenen Jahre mitgetheilten Beobachtungen „Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bewegungserscheinungen der Schwärmsporen“¹⁾, deren ausführlichere Darlegung zum Theil durch *Strasburger's* inzwischen erschienene Arbeit „über die Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen“ überflüssig geworden ist, lag es nahe, auch die Desmidiaceen in den Kreis meiner Untersuchungen zu ziehen. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bewegungserscheinungen dieser Organismen liegen zur Zeit nur wenige, höchst fragmentarische Angaben vor. Es ist zunächst eine bekannte und leicht zu beobachtende Erscheinung, dass, wenn man desmidienhaltigen Schlamm in ein dem Lichte ausgesetztes Gefäss ausgiesst, die Pflänzchen nach einiger Zeit aus dem Schlamme hervortreten, um auf dessen Oberfläche einen grünen Ueberzug zu bilden. Ausserdem wird unter solchen Umständen nach längerer Zeit, zumal bei Closterien, eine Ansammlung der Pflänzchen an der der Lichtquelle zugekehrten Seite des Gefässes bemerkt.

1) Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg, Juli 1878.

Von mikroskopischen Beobachtungen über den richtenden Einfluss des Lichtes auf die Desmidiaceen ist mir nur folgende Stelle aus *Braun's* Verjüngung (p. 217) bekannt:

„*Penium curtum* ist dadurch merkwürdig, dass es die den „Desmidiaceen eigenthümliche Bewegung regelmässiger und lebhafter zeigt, als die übrigen Glieder der Familie, eine Bewegung, „welche von derjenigen der Diatomaceen sehr verschieden ist. „Es ist ein wunderbarer Anblick, wie sich in einer Wasserschüssel „alle Individuen in kurzer Zeit mit ihrer Längsaxe gegen das „Licht richten und sich dadurch innerhalb der Gallertmasse in „schöne Streifen ordnen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop „zeigt, dass sich dabei die jüngere Hälfte der Zelle, die noch „längere Zeit nach der Theilung als solche unterscheidbar bleibt, „dem Lichte zukehrt.“

Die hier mitgetheilte Angabe *Braun's* findet sich mehrfach in der Literatur citirt, ohne meines Wissens jemals eine Bestätigung oder Erweiterung erfahren zu haben. Hier lasse ich die Beschreibung einiger der interessanteren von mir beobachteten Thatsachen folgen; eine ausführlichere Behandlung dieses Gegenstandes, sowie einiger anderer sich daran knüpfender Erscheinungen, soll in einer späteren Abhandlung gegeben werden.

Zu meinen Versuchen benutzte ich quadratische Glaskammern von etwas geringerer Grösse als der Objecttisch des Mikroskops, mit ebenfalls aus hellem Glase bestehenden, niedrigen, etwa 1 cm hohen Seitenwänden. — Die hier zunächst mitzutheilenden Versuche wurden bei diffusem, wenig intensivem Tageslichte ausgeführt. Die zu meinen Experimenten verwendete Art bestimmte ich als *Closterium moniliferum*.

Schon kurze Zeit nachdem ich gesunde Closterien enthaltendes Wasser in solche Kammern ausgegossen hatte, konnte ich bemerken, dass die Längsaxe der meisten Individuen ungefähr mit der Richtung des vom Fenster her auf das Präparat fallenden Lichtes zusammenfiel; und zwar sassen die Closterien mit dem einen von der Lichtquelle abgekehrten Ende auf dem horizontalen Boden der Glaskammer fest, während das andere, dem Lichte zugekehrte Ende, der Neigung des Lichtstrahls auf die horizontale Glasplatte entsprechend, frei schwebte und in manchen Fällen mehr oder minder erhebliche Schwankungen nach verschiedenen Seiten von der Gleichgewichtslage ausführte.

Wurde das Präparat von einer anderen Seite beleuchtet, so zeigten sich schon nach kurzer Zeit die Folgen dieser Veränderung. — Um die beim Drehen des Präparates unvermeidlichen Schwankungen des Wassers zu verhüten, verfuhr ich in der Weise, dass ich die Glaskammer ruhig stehen liess, das Licht aber vermittelst kleiner Spiegel bald von rechts, bald von links auf das Präparat warf, während das directe Licht selbst durch schwarze Schirme abgehalten wurde. Durch diese Vorrichtung konnte ich, ohne auch nur das Präparat zu berühren, die Richtung der daselbe treffenden Lichtstrahlen beliebig und plötzlich ändern.

Wurde die Glaskammer nun so beleuchtet, dass die vorher bereits orientirten Closterien nunmehr senkrecht zu ihrer Längsaxe von dem Lichte getroffen wurden, so begannen einzelne Individuen sogleich, andere nach einiger Zeit, sich langsam um ihr festsitzendes Ende zu drehen, um nach einer bis zwei Minuten die oben beschriebene Stellung — parallel dem Lichteinfall — wieder einzunehmen.

Dasselbe Resultat erhielt ich, wenn ich das vom Fenster direct auf die Algen fallende Licht vollkommen abschloss und das Präparat ausschliesslich mit Hilfe des Mikroskopspiegels von unten beleuchtete: das vorher dem Fenster zugekehrte, frei schwebende Ende strebte der Lichtquelle entgegen und kam in Berührung mit dem Boden der Glaskammer, an welchen es sich anlegte; bald darauf hob sich das andere Ende vom Boden ab, die ganze Zelle nahm, der Richtung der von unten einfallenden Lichtstrahlen entsprechend, eine nahezu verticale Stellung ein. Es war jetzt, im Gegensatze zu dem vorher beschriebenen Fall, das festsitzende Ende das der Lichtquelle zugekehrte.

Lies ich ferner auf bereits orientirte Closterien vermittelst der Spiegel das Licht plötzlich in entgegengesetzter Richtung einfallen, so dass die vorher von der Lichtquelle abgewendeten Enden nunmehr derselben entgegenschauten, so erfolgte eine langsame circa 180° betragende Drehung derselben um ihren Stützpunkt, in Folge deren die frühere Stellung zum Lichte aufs neue erreicht wurde.

Aus diesen und ähnlichen in verschiedener Weise abgeänderten Versuchen ergibt sich erstens, dass das Licht einen richtenden Einfluss auf die Closteriumzelle ausübt, welche bestrebt ist, ihre Längsaxe in die Richtung der Lichtstrahlen zu stellen, zweitens dass ein gewisser Gegensatz

zwischen beiden Zellhälften besteht, welcher sich darin geltend macht, dass die eine Extremität gleichsam vom Lichte angezogen, die andere von demselben abgestossen wird.

Periodische Stellungsänderungen. Im Anschluss an die oben mitgetheilte Angabe *Braun's*, wonach bei *Penium curtum* immer die jüngere Zellenhälfte dem Lichte zugekehrt sein soll, erwartete ich bei *Closterium* einen ähnlichen Gegensatz zwischen den beiden ungleich alten, auch hier lange erkennbaren Zellhälften aufzufinden. Aus einer genaueren Durchmusterung einer grösseren Anzahl orientirter Individuen ergab sich aber im Gegentheil, dass bei den einen Exemplaren die jüngere, bei den anderen die ältere Hälfte der Lichtquelle zugewendet war. Ich beobachtete nun einzelne Individuen ununterbrochen während längerer Zeit und fand, dass periodische Stellungsänderungen vorkommen, in Folge deren abwechselnd bald die eine, bald die andere Zellhälfte der Lichtquelle entgegenschaut.

Setzt man *Closterien* dem vom Fenster her auf die Glaskammer fallenden Lichte aus, so findet man nach einiger Zeit alle beweglicheren Individuen in der oben beschriebenen Weise orientirt: die eine Extremität sitzt an dem Boden der Glaskammer fest, die andere frei schwebende ist der Lichtquelle zugewendet. Fortgesetzte Beobachtung einzelner Exemplare lehrt, dass die beschriebene Lage, verschieden grosse Schwankungen abgerechnet, längere Zeit beibehalten wird, bis auf einmal das freie Ende sich abwärts neigt und in Folge dessen auf den Boden des Gefässes gelangt. Bald darauf hebt sich das vorher festsitzende Ende von dem Substrate ab, die ganze Zelle beschreibt, die andere, soeben mit der Glasplatte in Berührung gekommene Extremität als Stütze benutzend, einen weiten Bogen, bis die dem Lichteinfall parallele Orientirung wieder erreicht ist: die vorher der Lichtquelle zugekehrte Hälfte ist nunmehr von derselben abgewendet, die ganze Zelle hat sich um 180° gedreht.

Die neu eingenommene Stellung wird nun einige Zeit beibehalten; eine neue Umdrehung bringt die ursprüngliche Richtung wieder und so fort. Ich habe viele Exemplare mehrfach in dieser Weise ihre Orientirung ändern sehen; meist trat nach einiger Zeit eine Pause ein, während welcher die Lichtempfindlichkeit überhaupt eine geringere zu sein schien.

Die Zeitdauer, welche zwischen je zwei Umdrehungen liegt, schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. In einer Versuchsreihe, während welcher die Temperatur der umgebenden Luft 33 Grad Celsius betrug, verstrichen 6—8 Minuten zwischen je zwei Umdrehungen eines Individuums; in einem andern bei 17 Grad beobachteten Falle wurde die jeweilige Lage viel länger eingehalten (15—35 Minuten). Weitere vergleichende Beobachtungen habe ich nicht angestellt, so dass ich einstweilen nicht genauer anzugeben vermag, inwieweit Temperatur des Mediums und (innerhalb gewisser Grenzen) Lichtintensität auf die Dauer der Perioden von Einfluss sind.

Durch den oben beschriebenen, vielfach sich wiederholenden Prozess des Umschlagens schreitet, zumal auf horizontalem Substrate, die Closteriumzelle in einer bestimmten Richtung vorwärts. Kämen die Stützpunkte, welche während der einzelnen Lagen eingehalten werden, in eine gerade Linie zu liegen, so würde bei jedem Umschlage die Closteriumzelle um ihre Körperlänge in dieser bestimmten Richtung vorrücken. Dies ist jedoch in der Regel nicht der Fall; der von einer Zelle beschriebene Weg ist eine gebrochene Linie, deren einzelne Segmente mehr oder weniger von der Richtung des einfallenden Lichtes divergiren, die aber im Ganzen die genannte Richtung einhält, so dass die Closterien dadurch der Lichtquelle näher rücken.

Ausser diesen Umdrehungen findet unter den genannten Umständen ein langsames Fortgleiten der auf der Unterlage gestützten Zelle in der Richtung der Lichtquelle statt; der auf diese Weise zurückgelegte Weg war aber, in den von mir beobachteten Fällen, ein sehr kleiner im Vergleich zu dem in Folge des Umdrehens zurückgelegten.

Wird die Glasplatte, auf welcher sich die Closterien bewegen, ausschliesslich mittelst des Mikroskopspiegels von unten beleuchtet, so machen sich die periodischen Richtungsänderungen in der Weise geltend, dass die Zelle abwechselnd bald auf das eine, bald auf das andere Ende¹⁾ gestützt, sich von dem Boden des Gefässes erhebt

1) Die das Substrat berührende Extremität der Closterienzelle haftet mit ziemlich grosser Gewalt an derselben. Selbst wenn dieselbe erst seit kurzer Zeit mit der vollkommen reinen Glasplatte in Berührung gekommen ist, sind relativ schon starke Wasserbewegungen erforderlich, um die Adhäsionskraft zu überwinden und die Zelle von ihrer Stütze wegzuspülen.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, dass die Closterien periodisch ihre Stellung der Lichtquelle gegenüber ändern und zwar in der Weise, dass beide Hälften abwechselnd nach einander der Lichtquelle zustreben.

Bevor ich zur Mittheilung weiterer Beobachtungen übergehe, will ich bemerken, dass die hier beschriebenen Versuche sich nur mit ganz gesundem, lebhaft vegetirendem Material ausführen lassen. Dickwandige, mit Reservestoffen angefüllte Individuen, wie dieselben zu jeder Jahreszeit vorkommen, zeigen sich dem Lichtreize gegenüber meist vollkommen unempfindlich. Selbst unter dem kräftigen, in üppiger Vermehrung begriffenen Material, welches ich zu meinen Versuchen verwendete, fanden sich immer zahlreiche Individuen, die sich durch ihre geringe Beweglichkeit auszeichneten. Es empfiehlt sich daher für die Versuche nur lebhaftere Exemplare zu verwenden; dass übrigens selbst bei diesen auf Zustände der grösseren Lichtempfindlichkeit — bezw. Beweglichkeit — Zustände einer geringeren Reactionsfähigkeit folgen, habe ich schon früher hervorgehoben.

Die bisher mitgetheilten Versuche wurden, wie ich weiter oben angegeben habe, sämmtlich bei diffusem, wenig intensivem Tageslichte ausgeführt. Nach Analogie des bei den Schwärm-sporen beobachteten Verhaltens, bei welchen die Intensität des Lichtes von grossem Einfluss auf die Bewegungsrichtung ist, erwartete ich bei den Closterien, bei stärkerem Lichte, ein dem oben geschilderten entgegengesetztes Verhalten — eine Entfernung von der Lichtquelle — aufzufinden. Die in dieser Richtung angestellten Versuche erlauben mir nicht mich mit Bestimmtheit über diesen Punkt auszusprechen, doch ging aus denselben zunächst hervor, dass bei zunehmender Intensität des Lichtes die Orientirung der Closterien sich ändert: die bei geringerer Intensität den Lichtstrahlen parallele Orientirung wird aufgegeben, die Zellen stellen sich mit ihrer Axe senkrecht zu dem einfallenden Lichte. Diese Senkrechtstellung kann durch Dämpfung des Lichtes wieder in die dem Strahlengang parallele übergeführt werden.

Ausser *Closterium* habe ich bis jetzt nur wenige Desmidieen untersuchen können. Schönes Beobachtungsmaterial von *Micrasterias rotata* verdanke ich Herrn Dr. Göbel, der mich zugleich auch auf das Verhalten dieser Alge aufmerksam machte. Die

flachen, scheibenförmigen *Micrasterias* zellen stellen sich senkrecht zum einfallenden Lichte; in dem auf den Objecttisch des Mikroskops ruhenden Glaskammern ist somit eine Fläche dem Fenster zugekehrt, während eine beliebige Kante der Zelle als Stütze dient. Wird das Gefäss nur von unten beleuchtet, so nehmen die Zellen eine horizontale Stellung ein. Ob die Senkrechtstellung bei allen Intensitätsgraden beibehalten wird, habe ich bei der Trägheit der Bewegungen meines Materials noch nicht entscheiden können.

Eine auffallende Uebereinstimmung mit dem geschilderten Verhalten der *Micrasterias* zellen beobachtete ich bei einer nicht näher bestimmten Art der Gattung *Mesocarpus*. Die Algen dieser Gattung besitzen bekanntlich ein in der Mitte der cylindrischen Zelle aufgehängtes Chlorophyllband, welchem in der Mitte der Zellkern einseitig anliegt. Wird die Zelle senkrecht zu ihrer Längsaxe vom Lichte getroffen, so nimmt das Chlorophyllband eine zum Lichteinfall senkrechte Stellung ein; hierbei kommt der Zellkern bald auf die Licht- bald auf die Schattenseite des Bandes zu liegen. Dreht man nun den Faden um seine Längsaxe oder, was sich leichter ausführen lässt, dreht man die Richtung des einfallenden Lichtes z. B. um 90° , so nimmt unter sonst günstigen Bedingungen das Chlorophyllband schon nach wenigen Minuten die frühere innengehabte Senkrechtstellung zum Lichte wieder ein. Auf diese und ähnliche Erscheinungen werde ich an einem anderen Orte zurückkommen.

Einige Bemerkungen über photometrische und aphotometrische Schwärmsporen.

Durch *Strasburger's* inhaltsreiche Arbeit¹⁾, deren Kenntniss ich hier voraussetze, ist die ausführliche Darlegung meiner eigenen Beobachtungen „über den Einfluss des Lichtes auf die Bewegungserscheinungen der Schwärmsporen“²⁾ zum Theil überflüssig geworden. Ich will daher hier nur einen Punkt berühren, in Bezug auf welchen sowohl meine Beobachtungen wie die aus denselben gezogenen Folgerungen mit denjenigen *Strasburger's* nicht übereinstimmen.

1) Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jena 1878.

2) Sep.-Abdr. a. d. Verh. d. phys.-med. Gesellschaft. Würzburg. Juli 1878. Abgedruckt in der Bot. Zeitung 1878.

Die Erscheinung, dass die Schwärmsporen durch den Lichteinfall genöthigt sind, ihre Längsaxe in der Richtung des Strahlengangs zu stellen, nennt *Strasburger* ¹⁾ *Phototaxis*, die Schwärmer selbst phototaktische. — Die phototaktischen Schwärmer theilt *S.* auf Grund seiner Versuche in photometrische und aphotometrische ein. Die aphotometrischen kehren nach ihm stets nur ihr Mundende der Lichtquelle zu und können sich nur nach dem einfallenden Lichtstrahle hin bewegen, „auch wenn in dieser Richtung die Lichtintensität abnimmt“. ¹⁾ Die photometrischen dagegen folgen in der Richtung des Lichteinfalls der steigenden oder der sinkenden Lichtintensität und kehren somit ihr Mundende einmal der Lichtquelle zu, einmal von derselben ab. In die Kategorie der photometrischen Schwärmer gehören unter andern die Schwärmer von *Haematococcus* und *Bryopsis*; von aphotometrischen nennt *Strasburger* die Gameten von *Botrydium*.

Bei den vielen verschiedenen Algenzoosporen und Flagellaten, die ich bei meinen Untersuchungen benutzte, waren mir nirgends Erscheinungen aufgefallen, welche eine derartige Unterscheidung forderten. Ich hatte ebenfalls, vor Abfassung meiner kurzen Mittheilung, obwohl nur nebenbei, die copulirenden Zoosporen (Gameten) von *Botrydium* untersucht und in deren Verhalten keinerlei Besonderheiten bemerkt. Ich nahm daher die Beobachtungen mit *Botrydium* gameten wiederum auf und kam zu Resultaten, welche mit meinen älteren Beobachtungen übereinstimmten. Das zu den Aussaaten benutzte Material war über ein Jahr lang trocken aufbewahrt gewesen; nichts desto weniger waren die Bewegungen der zahlreich ausgeschwärmten Zoosporen sehr lebhaft; auch fand reichlich Paarung der Gameten statt. In hängenden Tropfen, wie dieselben *Strasburger* bei seinen Versuchen herstellte, erhielt ich je nach Umständen bald positive ²⁾, bald negative Randansammlungen, bald beide zugleich. Negative Randansammlungen bildeten sich schon bei hellem diffusen Tageslichte. Umdrehung der Präparate um 180° veranlasste die Schwärmer den entgegengesetzten, nunmehr von der Lichtquelle abgekehrten, Rand des Tropfens aufzusuchen. War die von dem einen Rande

¹⁾ L. c. S. 36.

²⁾ Positive Randansammlungen nenne ich mit *Strasburger* die an der, der Lichtquelle zugekehrten Seite des Tropfens, negative die an der entgegengesetzten Seite des Tropfens sich bildenden Schwärmsporen-Anhäufungen.

zum anderen zurückzulegende Strecke eine beträchtlichere, so konnten, ebenso schön wie bei *Chlamydococcus*, *Chlamydomonas* u. s. w. die pendelartigen Bewegungen ¹⁾ beobachtet werden. Die copulirenden Paare verhielten sich, abgesehen von den bloss im Kreise sich herumdrehenden Paaren, ganz wie die nicht copulirten Zoosporen und waren bald an der Fenster-, bald an der Innenseite des Tropfens aufzufinden. Unter anderen Bedingungen ausgeführte Versuche ergaben übereinstimmende Resultate.

Hieraus erhellt zur Genüge, dass die *Botrydium* gameten sich dem Lichte gegenüber verhalten wie die Zoosporen anderer Algen. Die abweichenden Resultate, zu welchen *Strasburger* gelangte, müssen demnach in der besonderen Beschaffenheit des von ihm benutzten Materials ihre Erklärung finden: die von ihm beobachteten Gameten müssen, um den von *Strasburger* eingeführten Ausdruck zu gebrauchen, auf ein Licht sehr hoher Intensität gestimmt gewesen sein.

Durch den hiermit gelieferten Nachweis des übereinstimmenden Verhaltens der Gameten von *Botrydium* und anderer Zoosporen fällt die *Strasburger'sche* Eintheilung der Schwärmsporen in photometrische und aphotometrische, als nunmehr überflüssig geworden, hinweg, da ja dieselbe auf das scheinbar abweichende Verhalten der *Botrydium* schwärmer gegründet worden war. Aus demselben Grunde scheint es mir nicht geboten, einstweilen auf eine weitere Discussion der *Strasburger'schen* Annahmen über das eigenthümliche Verhalten der von ihm photometrisch genannten Schwärmsporen einzugehen, welche in der Richtung des Lichteinfalls der steigenden oder sinkenden Lichtintensität folgen, welche, auf hohe Intensität gestimmt, die Lichtquelle fliehen sollen, wenn der Versuch so angestellt wird, dass in der Richtung des Lichteinfalls die Lichtstärke abnimmt. Versuche, welche dieses sonderbare, mir schon a priori unwahrscheinliche Verhalten der photometrischen

¹⁾ In meiner ersten Notiz hatte ich ein besonderes Gewicht auf diese periodisch umsetzenden Bewegungen gelegt. Ich hatte nämlich beobachtet, dass bei Zurücklegung eines grösseren Weges von einer Schwärmspore die Bewegung in der einen Richtung nach einiger Zeit mit der nach der entgegengesetzten abwechselt. Da nun unter sonst gleichen Umständen die positiven Unterschiede der zurückgelegten Wegstrecken im gleichen Sinne liegen, so ist das Resultat des Schwimmens eine Vorwärtsbewegung in dieser bevorzugten Richtung. Ich gedenke auf diesen Punkt später zurückzukommen.

Schwärmer illustriren sollen, theilt *Strasburger* nicht ausführlicher mit. Ich muss übrigens gestehen, dass mir die Bedingungen der Versuche, welche über das auffallende Verhalten der photometrischen Schwärmer Aufschluss geben sollen, nicht recht verständlich geworden sind.

Aus den zur Zeit vorliegenden Versuchen ergibt sich, dass das Licht einen richtenden Einfluss auf den Schwärmsporenkörper ausübt, in der Weise, dass dessen Längsaxe annähernd mit der Richtung des Lichtstrahls zusammenfällt. Hierbei kann das farblose, cilientragende Ende entweder der Lichtquelle zu- oder von derselben abgewendet sein. Beiderlei Stellungen können, unter sonst unveränderten äusseren Bedingungen mit einander abwechseln und dies zwar, wie ich mich vielfach überzeugt habe, bei sehr verschiedenen Graden der Lichtintensität. Den grössten Einfluss auf die relative Stellung hat die Intensität des Lichtes; die Wirkung dieser letzteren kann, wie aus *Strasburger's* schönen Untersuchungen hervorgeht, durch andere Factoren — Wärme, mangelhafte Durchlüftung des Wassers — modificirt werden. Eine Consequenz dieser Orientirung ist, dass die Schwärmsporen in Folge ihrer fortschreitenden Bewegung bald der Lichtquelle entgegensteuern, bald sich von derselben entfernen.

Dass es sich übrigens hier blos um Richtungsverhältnisse handelt, welche von der rotirenden, vorwärts schreitenden Bewegung selbst unabhängig sind, hatte ich mehrfach Gelegenheit bei Euglenen zu beobachten und zwar am schönsten bei einer sehr langgestreckten Form, die in Folge ihrer äusserst trägen Bewegung sich auch für andere Beobachtungen als sehr günstig erwiesen hatte.

Diejenigen Individuen, welche nicht frei umher schwammen, sassen mit ihrem zugespitzten Hinterende an dem Objectträger oder an anderen Körpern fest, während das freie Vorderende, je nach Umständen, der Lichtquelle zugekehrt oder von derselben abgewendet war. Die Längsaxe dieser Euglenen fiel, wie bei den frei schwimmenden Individuen, annähernd mit der Richtung des Lichtstrahls zusammen. Auch reagirten diese festsitzenden Exemplare, wie die frei schwimmenden auf plötzliche Aenderung der Intensität oder der Richtung des sie treffenden Lichtes, nur traten die Reactionen meist viel langsamer ein. Wurde z. B. der Objectträger plötzlich um 180° gedreht, so trat meist nach erfolgter Contraction, die vorher eingehaltene Stellung zum Lichte erst lang-

sam wieder ein, während die schwimmenden Individuen, unmittelbar nach der Aenderung der Lichtrichtung, die vorher eingehaltene Bahn verliessen, um wieder die ursprüngliche Orientirung zum Lichte einzunehmen.

Die Eigenschaft, der Lichtquelle gegenüber verschiedene Stellungen einzunehmen — bald das Vorderende, bald das Hinterende derselben zuzukehren — kommt jedenfalls der grossen Mehrzahl der lichtempfindlichen Schwärmsporen und Flagellaten zu. Es fragt sich jedoch, ob es nicht auch Formen gebe, welche unter den verschiedensten Umständen nur die eine oder die andere Lage der Lichtquelle gegenüber einzunehmen vermögen? Unter den zahlreichen Formen, welche ich zu meinen Untersuchungen benutzte, fanden sich keine, welche ein derartiges Verhalten bekundet hätten. Von den in *Strasburger's* Arbeit besprochenen Formen könnte vielleicht die *Chilomonas curvata*, welche, so lange sie überhaupt für Licht empfindlich ist, der Lichtquelle entgegensteuert, hierher gehören. Unter den Desmidiaceen wäre hier das von *Braun* untersuchte *Penium curtum* zu nennen, welches immer die jüngere Hälfte dem Lichte zukehren soll. Nach dem Verhalten der nahe verwandten Closterien zu urtheilen, ist dies aber wenig wahrscheinlich und sind vor allem neue, verschieden abgeänderte Versuche anzustellen.

Sollte sich in der Folge bestätigen, dass in der That Formen vorkommen, welche unter den verschiedensten Bedingungen ihre relative Stellung zum Lichte nicht zu ändern vermögen, so wären dieselben auf Grund dieses abweichenden Verhaltens von den einer Richtungsänderung fähigen Schwärmern zu sondern. Dass aber die *Strasburger's*chen Ausdrücke „photometrisch“ und „aphotometrisch“ für diese beiden, möglicher Weise zu unterscheidenden Gruppen lichtempfindlicher Schwärmer, wenigstens nicht in dem von ihrem Autor gebrauchten Sinne angewendet werden dürfen, geht, wie ich glaube, zur genüge aus dem Vorhergehenden hervor.

Würzburg im März 1879.