XXII.

Über das Leuchten der Schistostega osmundacea Schimp.

Von

F. Noll.

(Mit 5 Figuren in Holzschnitt.)

Die Eigenschaft zu leuchten besitzen nur wenige Pflanzen, die deshalb als Merkwürdigkeiten in der Literatur wiederholte Erwähnung finden. Nicht alles, was man in diesem Falle mit dem Worte »leuchten« bezeichnet, ist eine Neuproduktion von Licht, vielmehr beruht das Leuchten vieler Pflanzen einzig auf einem uns unerwarteten Widerschein des auf die Pflanze von außen auffallenden Lichtes. Ein selbständiges Erzeugen von Lichtschwingungen, ein Leuchten im Dunkeln ist nur bei einem geringen Bruchtheil derjenigen Pflanzen zu finden, die man schlechtweg als leuchtende anführt. An einigen Pilzen, speziell an den Fruchtträgern mancher Hutpilze, an den sogenannten Rhizomorphen und gewissen Bakterien ist ein Selbstleuchten, ein Phosphoresziren sicher beobachtet. Die Lichterzeugung ist hier offenbar eine Begleiterscheinung der eigenartigen Verbrennungsprozesse bei der Athmung dieser Pflanzen. Das Phosphoresziren todten weißfaulen Holzes, das stets von Pilzen und Bakterien durchwuchert ist, führt sich jedenfalls nur auf diese Saprophyten, nicht aber auf die Holzsubstanz selbst zurück.

Die andere, sozusagen passive Art des Leuchtens, die in unvermutheten Reflexen des Tageslichtes ihre Ursache hat, tritt vornehmlich, und zwar in theilweise brillanter Erscheinung bei vielen Meeresalgen, und in überraschender Weise bei der Schistostega osmundacea, dem sogenannten »Leuchtmoos« auf.

Die auffällige Lichterscheinung an den Meeresalgen besteht zumeist in einem oberflächlichen Irisiren oder Opalisiren der lebendigen, kräftig vegetirenden Pflanzen, dergestalt, daß das Schimmern in bläulich-weißem Lichte oder in den Farben des Regenbogens die eigentliche durch die Chromatophoren bedingte Farbe ganz verdecken kann. Eine frisch dem Meere enthobene Cistoseira kaliformis schillert lebhaft und brillant in bunten Farben bei milchweißer opalisirender Grundfarbe. Wird die Pflanze in ein

Seewasserbassin im Zimmer gebracht, so geht der Farbenschimmer allmählich ganz verloren; die Pflanze wird gelblich-milchweiß, welcher Farbenton sich schließlich in die wahre hell-braungelbe Färbung der Alge umwandelt.

Wie Berthold auf der Zoologischen Station zu Neapel[1]) nachweisen konnte, wird der Lichtschimmer in diesen Fällen des Irisirens von besonderen Körperchen hervorgebracht, die eiweißartiger Natur sind, und in den oberflächlich gelegenen Zellen der Pflanze dem Lichte zugekehrt, zwischen der Zellwand und dem Protoplasma eingeschaltet liegen. Ihrer Lage und ihren optischen Eigenschaften nach, besonders aber ihrem Verhalten im Halbdunkel nach zu urtheilen (in dem sie resorbirt werden), sind diese Körperchen nach Berthold als Lichtschirme gegen zu intensives Licht aufzufassen, unter dem viele Meeresalgen so leicht leiden.

Ähnlich in der äußeren Erscheinung, aber nicht in der genannten biologischen Funktion damit übereinstimmend, ist das Leuchten mancher Arten von Bryopsis und Derbesia. Die dichten Rasen dieser dunkelgrünen Siphoneen glänzen stellenweise in intensivem hellblauem oder bläulichgrünem Schimmer, der das dunkle Grün an manchen Stellen ganz zurücktreten läßt. Ich fand bei der Untersuchung, daß auch hier das Leuchten von besonderen Gebilden ausgeht, die als langgestreckte, spindelartig aufgeschwollene Fäden im Innern der Schläuche, im Zellsaft schwimmen. Von einem Schutze gegen auffallendes Licht kann in diesem Falle also nicht die Rede sein. Die hyalinen, sehr feinkörnigen Körper, die zuerst in Form kleiner langgestreckter spitziger Krystalloide auftreten, bestehen ihren Reaktionen nach auch hier aus Proteinkörpern, sind in durchfallendem Lichte einzeln fast wasserhell und lassen nur, wenn mehrere übereinanderliegen, eine schwache ziegelrothe Färbung erkennen. Bei auffallendem Licht leuchten sie, auch isolirt, intensiv bläulich, wobei das Licht an den blauen Schimmer von unreinem Petroleum erinnert. Offenbar ist das Leuchten der Leuchtkörperchen in den genannten Algen auch eine Fluoreszenzerscheinung. Die Bedeutung der Eiweißschnüre ist die eines Reserveproteinstoffes, wie sie bei Meeresalgen im Zellsafte nicht selten angetroffen werden. Die diesem Reservestoff nebenbei zukommende eigenartige optische Eigenschaft starken Fluoreszirens scheint für die Biologie der Pflanze nicht weiter verwerthet worden zu sein.

Ein schönes Leuchten in den Regenbogenfarben wird auch bei der Siphoneengattung Valonia macrocarpa beobachtet. Die großen hellgrünen bis nußgroßen Blasen schimmern wie dünne Seifenblasen oft in buntem Farbenspiel. Die Ähnlichkeit der optischen Erscheinung ist denn auch keine nur äußerliche, sondern eine tiefer begründete, indem die Farben der Alge wie

---

1) Berthold, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Pringsh. Jahrbücher. Bd. XIII. Heft 4.

die der Seifenblase als »Farben dünner Plättchen« auftreten. Bei Valonia ist die dünne Kutikula die Trägerin des Farbenspiels. Wird sie abgezogen, so verschwindet mit ihr der bunte Schiller von den grünen Blasen, während er der abgezogenen Kutikula verbleibt.

Auf ganz andere Ursachen, als die bisher betrachteten, führt sich das Leuchten der Schistostega zurück, eines Mooses, das als Vertreter der Unterabtheilung der Schistostegeen bekannt ist.

Was zunächst die äußere Erscheinung desselben betrifft, so ist dieselbe folgende. In engen, feuchten Felsschluchten und Höhlen, besonders der Sandsteinformationen findet die Schistostega die Bedingungen für ihr Gedeihen. Die Orte, wo sie wächst, sind meist so schwach beleuchtet, daß die Mehrzahl aller grünen Pflanzen aus Lichtmangel dort zu Grunde gehen würde.

Kommt man zum Eingang einer von der Schistostega bewohnten Schlucht und sieht in der Richtung des einfallenden Tageslichtes in dieselbe hinein, so strahlt ein prächtiger goldgrüner Glanz von den Steinwänden und dem feuchten Detritus zurück. Verändert man seine Stellung ein wenig, so verschwinden in räthselhafter Weise jene leuchtenden Flecke, und wo sie eben noch im brillantesten Licht erglänzten, sieht man nur nacktes Gestein, während an anderen Plätzen das Schimmern beginnt. Tritt der Beschauer etwas mehr zur Seite, so erlischt der Glanz vollständig. Auch ein Absperren des einfallenden Lichtes läßt den Schimmer verschwinden, ein Zeichen, daß auch hier kein Selbstleuchten, sondern lediglich ein Reflektiren fremden Lichtes stattfindet.

Eine genauere Untersuchung des Gesteines zeigt, daß die leuchtenden Stellen von einem sehr zarten grünen Überzug bedeckt werden, dem eigenartig ausgebildeten Vorkeim des Leuchtmooses, der durch die Form seiner Zellen das Leuchten hervorruft, während den ausgebildeten beblätterten Moospflänzchen, die sich hie und da in der Nähe finden, diese Eigenschaft ganz und gar abgeht. Die mikroskopische Betrachtung des Protonemas zeigt dann, daß dessen Zellen, soweit sie den Glanz ausstrahlen, nicht wie die der meisten Moosvorkeime aus cylindrisch gestreckten algenartigen Fäden bestehen, sondern runde, stark gewölbte Linsen darstellen. Diese Linsenzellen sprossen aus einander hervor, und zwar so, daß sie alle in einer Ebene sich ausbreiten, die senkrecht zum einfallenden Tageslicht gestellt ist. Das ganze System der Linsenzellen sproßt aber aus cylindrischen Fäden aus, die wie diejenigen anderer Moosvorkeime zwischen und auf dem Substrat sich hinziehen und vielfach Rhizoiden in dasselbe hineinsenden. Figur 4 (S. 480) stellt in perspektivischer Ansicht einen solchen Schistostegavorkeim bei starker Vergrößerung in seiner natürlichen Lage dar.

Die einzelnen Linsenzellen zeigen eine dorsiventrale Ausbildung, indem ihre Oberseite kugelkappenartig gewölbt, ihre Unterseite dagegen etwas konisch ausgetrieben ist. In der unteren, vom Licht abgewendeten

Ausbuchtung liegen zu einer kleinen Gruppe eng an einander geschlossen die 4 bis 6 Chlorophyllkörper in einer kleinen Ansammlung von Protoplasma (vergl. Fig. 2). Letzteres zieht sich als sehr dünner Wandbelag auch an der oberen Wölbung der Zellwand hin. Der Zellkern, erst nach Färbung mit Kernfärbemitteln sichtbar, liegt als kleiner runder Körper in der unteren Plasmaansammlung über den Chlorophyllkörpern in der Plasmaanhäufung. Der übrige Raum der Zelle wird von klarem farblosem Zellsaft eingenommen, der, wie plasmolytische Versuche zeigen, keine sehr starke Konzentration besitzt. Von irgend welchen besonderen Gebilden, welche, wie bei den angeführten Meeresalgen, das Leuchten bewirken könnten, ist nichts zu entdecken. Das von dem Protonema reflektirte Licht hat auch durchaus nicht den fluoreszenzartigen Charakter, wie das der Meeresalgen, sondern ist entschieden das charakteristische Grün des Chlorophylls. Die Ursache des Leuchtens wird in dem vorliegenden Falle daher in Brechungen und Reflexen des Tageslichtes zu suchen sein, bei denen die Chlorophyllkörper der Zelle in den Bereich des Strahlenganges gezogen werden.

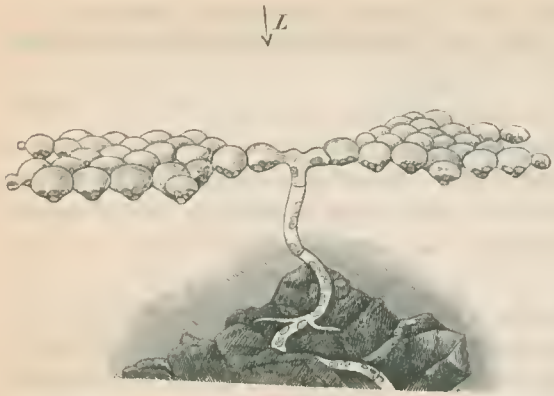

Fig. 1.
Vorkeim der Schistostega in natürlicher Lage, stark vergrößert. Der Pfeil deutet die Lichtrichtung an.

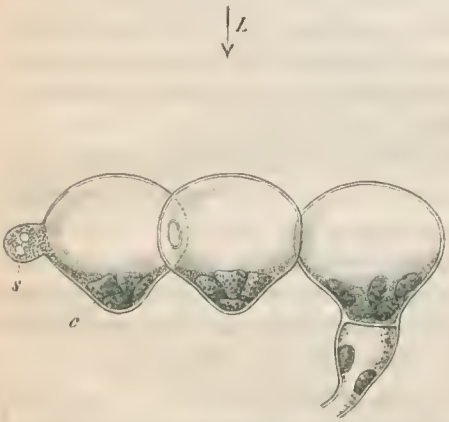

Fig. 2.
Einzelne Linsenzellen des Vorkeims aus Figur 1.

Wie schon bei der Beschreibung der äußeren Erscheinung hervorgehoben wurde, kann der goldgrüne Lichtschein nicht von jeder Richtung her wahrgenommen werden, ein Umstand, der für die Optik der Erscheinung von Bedeutung ist und bei der Erklärung derselben sehr berücksichtigt werden muß. Wie die genauere Untersuchung an einzelnen Pflanzen ergiebt, erscheint das Leuchten immer am hellsten, wenn das Auge in der

Richtung des einfallenden Lichtes auf den normal gestellten Vorkeim hinsieht, d. h. also in der Richtung der optischen Achse der Zellen. Weicht man von dieser Richtung wenig ab, so wird der Lichtschein schwächer und verliert sich ganz, wenn man sich 15—20° davon entfernt. Es geht also von den einzelnen Zellen ein Lichtkegel aus, der die größte Lichtintensität in der Achse, allmählich schwächere an seiner Peripherie zeigt.

Eine richtige optische Erklärung des Leuchtens muß also diese eben hervorgehobenen Verhältnisse als natürliche Folge der Hauptursache ergeben [1].

Um zunächst einmal Aufschluß zu erlangen über den Gang des senkrecht einfallenden, also wirksamsten Lichtes, wurde mittels Zeichenprismas ein getreues Bild des optischen Längsschnittes einer Zelle entworfen, in Gestalt einer Kurve, deren Rotationskörper um die Symmetrieachse die Form der Zelle ergiebt (Fig. 3). Mit Hilfe der bekannten Zweikreisekonstruktion wurde dann der Gang der parallel zur optischen Achse einfallenden Lichtstrahlen konstruirt mit Zugrundelegung der Brechungsexponenten für Licht und Wasser bei mittlerer Wellenlänge des Lichtes (1 : 1,33). Aus der Konstruktion Fig. 3 ist nun ersichtlich, daß die in der Nähe der optischen Achse einfallenden Strahlen so gebrochen werden, daß sie sich auf die Chlorophyllkörper konzentriren und dieselben intensiv beleuchten, da die letzteren kurz vor dem Brennpunkt der Linse in der optischen Achse zusammenliegen. Jedes einzelne Chlorophyllkorn wirkt dann vermöge seines stärkeren Brechungsvermögens innerhalb der Zelle noch einmal wie

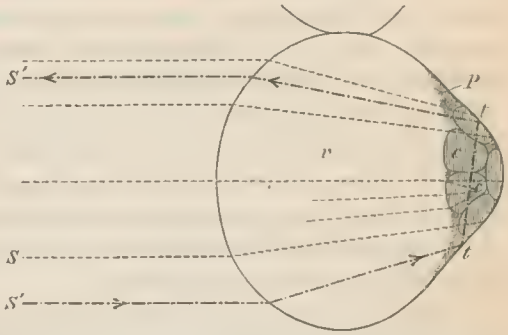

Fig. 3.

Genauer optischer Durchschnitt einer Protonemazelle, in den der Gang der Lichtstrahlen einkonstruirt ist. $S'S'$ ein Strahl der an der Hinterwand bei t, t total reflektirt wird. P Plasma, c Chlorophyllkörner, v Zellsaft. (Vergleiche den Text.)

---

1) Während meiner Untersuchung über diesen Gegenstand erschien eine Abhandlung von Vuillemin: L'appareil reluisant du Schistostega osmundacea. Pouchet's Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques. Paris 1887. Es wird in diesem Aufsatz zwar eine richtige Beschreibung der Protonemazellen gegeben und auf die vegetative Vermehrung des Vorkeims durch Brutzellen hingewiesen, die Frage nach dem optischen Vorgang des Leuchtens, der mich in erster Linie interessirte, findet jedoch gar keine Beantwortung. Statt dessen giebt der Verfasser, veranlaßt durch die oberflächliche Ähnlichkeit der Zellen mit dem optischen Apparat von Augen (Linse und Pigment) lange naturphilosophische Betrachtungen über Augen und Sehen. – Das mir zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial verdankt das bot. Institut der Güte des Herrn Kesselring in Wunsiedel.

eine kleine Linse und läßt die es treffenden, schon konvergirenden Strahlen in seinem Innern stärker konvergiren, so daß an seiner hinteren Fläche die Intensität der Beleuchtung eine weitere Steigerung erfährt. Es resultirt also aus dem Gesammtstrahlengang eine grelle Beleuchtung des Chlorophyllapparates, der in der optischen Achse nahe dem Fokus zusammengedrängt ist. Derselbe wirkt in seiner hellen Beleuchtung auf dem dunklen Hintergrunde aber wie ein selbstleuchtender Körper, von dem das nicht absorbirte Licht, wieder ausstrahlend, die Medien des optischen Systems in umgekehrter Richtung und Brechung passirt. Von dem parallel einfallenden Tageslicht werden daher die grünen, durch die Chlorophyllkörper durchfallenden Strahlen annähernd parallel zur optischen Achse wieder ausgesandt. Die kleinen Protonemazellen der Schistostega sind also gleichsam mit Blendlaternen zu vergleichen, hinter deren Linse sich, nahe dem Brennpunkt, eine Flamme mit grünem Glascylinder befindet. Wie von dieser letzteren ein wenig divergirender grüner Lichtkegel durch die Linse ausstrahlt, so von den grell beleuchteten Chlorophyllkörperchen durch die Wölbung der Protonemazellen. Ein Auge, das nicht in unmittelbarer Nähe der optischen Achse nach den Zellen hinsieht, wird von diesem Lichtkegel nicht getroffen, sondern nur von einzelnen divergirenden Strahlen, die seitwärts von den Zellen ausgehen. Der Effekt der seitlich austretenden stark divergirenden Strahlen steht aber in keinem Vergleich zu der Wirkung, die in der optischen Achse erzielt wird.

Strahlen, welche mehr gegen die Peripherie der Linse auffallen, werden, wie sich aus der Konstruktion ergiebt, nicht so stark abgelenkt, daß sie den Chlorophyllapparat direkt treffen. Sie fallen vielmehr seitlich auf die hintere Wandung auf. Diese ist nun mehr oder weniger nach hinten konisch verlängert und der Lichtstrahl trifft darum so schräg auf sie, daß er nicht mehr in Luft überzugehen vermag, sondern total reflektirt wird. Ein solch total reflektirter Strahl fällt dann, wie der in Fig. 3 ($S' S'$) dargestellte, auch auf die Chlorophyllkörper, passirt dieselben und wird an der gegenüberliegenden Seite der Zellwand abermals total reflektirt, worauf er die Zelle in umgekehrter Richtung verläßt. Die letztere ist dabei wieder mehr oder minder parallel mit der Einfallsrichtung. Für das beobachtende Auge bringen diese Strahlen den Eindruck hervor, daß sich die hell durchleuchteten Chlorophyllkörper ringsum an der Seitenwand spiegeln, und da diese Strahlen auch etwa parallel die Linsen verlassen, so bringen sie einen sehr wirksamen Effekt hervor.

Es wirkt neben der Linse in der kleinen Blendlaterne also noch ein Hohlspiegel, der gleichnamig wirkend, die optische Erscheinung bedeutend verstärkt. Der Effekt der Spiegelung ist dabei größer, als der der einfachen Brechung, wie man sowohl am lebenden Objekt wie am Modell erkennen kann (vgl. weiter unten).

In den kleinen linsenartigen Protonemazellen haben wir somit optische

Apparate vor uns, die so gebaut sind, daß sie parallel einfallendes Tageslicht (und solches kommt in den Höhlen in Betracht) so brechen und theils total reflektiren, daß dasselbe in der charakteristischen Farbe des Blattgrüns nahezu parallel wieder zurückgestrahlt wird. Daher das Leuchten in goldgrüner Farbe, die Sichtbarkeit des Widerscheins nur in der Nähe der optischen Achse und die Intensität desselben. Das von jedem einzelnen mikroskopisch kleinen Zellchen reflektirte Licht ist zwar schwach, dafür summirt sich aber die Wirkung tausender solcher Gebilde, weil sie alle gleich orientirt sind.

Beobachtungen, welche an lebendem Material in natürlicher Lage mit dem Mikroskop angestellt wurden, bestätigten die theoretisch abgeleiteten Erscheinungen in ihren Details vollkommen; ebenso die Versuche mit einem stark vergrößerten künstlichen Modell einer Protonemazelle. Das letztere war so hergestellt worden, daß ein kleines, dünnwandiges Fläschchen aus farblosem Glas in der Form einer Protonemazelle geblasen wurde. Dasselbe konnte durch den Hals mit Wasser gefüllt werden. Die Chlorophyllkörper waren durch abgeflachte, massive grüne Glasperlen dargestellt. Die Befestigung in der richtigen Stellung wurde durch Festkleben mit Gelatine erreicht, der eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali zugesetzt war. Dem Lichte ausgesetzt und getrocknet wird die Chromgelatine im Wasser unlöslich und stellt ein gutes Bindemittel dar, das in diesem speziellen Falle die Protoplasmaanhäufung an der hinteren Wand vorstellen konnte. Das so hergestellte Fläschchen wurde, mit klarem Brunnenwasser gefüllt, nahe der Hinterwand eines geschwärzten Pappcylinders beweglich angebracht. In den drehbaren vorderen Deckel dieses Cylinders wurden zwei Öffnungen eingeschnitten, von denen die eine rund, von dem Kreisumfang der künstlichen Zelle, dazu bestimmt war, das einfallende Licht durchzulassen. Die andere viereckige Öffnung war für das beobachtende Auge angebracht und zur Bequemlichkeit mit einem unter 45° geneigten Spiegel versehen, der eine Beobachtung von der Seite und somit den ungehinderten Lichtzutritt durch die runde Öffnung gestattete.

Wird die Öffnung eines so zusammengestellten Apparates (vergl. Fig. 4) gegen den hellen Himmel oder gegen die Sonne gekehrt, so sieht man die künstliche Zelle prachtvoll in grünem Lichte leuchten. Dieses Leuchten ist, wie man hier sehr deutlich erkennt, aus zwei Effekten zusammengesetzt. Einmal bewirken es die stark erleuchteten grünen Körperchen direkt durch die vordere Linsenwölbung; ein zweiter, noch stärkerer Lichtschein geht aber von der konischen Hinterwand aus, an der sich die stark durchleuchteten Chlorophyllkörper spiegeln. Mit Hilfe der Drehbarkeit des Modells und der vorderen Scheibe kann man sich leicht davon überzeugen, daß das Leuchten am stärksten in der optischen Achse ist, und daß es auch bei dem Modell allmählich verschwindet, wenn man von jener Achse 15—20° seitlich abweicht.

Die Beobachtung am Modell stimmt also vollkommen mit der des natürlichen Objektes und mit den Ergebnissen der optischen Berechnung überein.

Angesichts des merkwürdigen Baues dieser Protonemazellen legt man

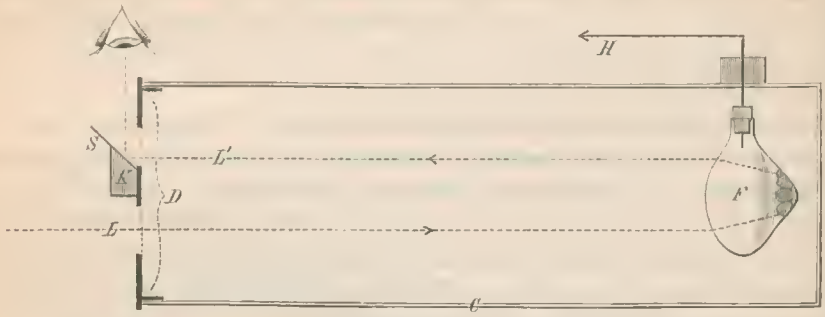

Fig. 4.

Modell zur Demonstration des Leuchtens mittels einer nachgebildeten Linsenzelle. *F* Modell, *H* Drehhebel, *L L'* ein Lichtstrahl, *S* Spiegel, *D* drehbarer Deckel.

sich natürlich die Frage nach der physiologischen und biologischen Bedeutung einer solchen Einrichtung für die Pflanze vor. Diese letztere ist nun unschwer zu ergründen, soweit sie durch Überlegung auf Grund bekannter Thatsachen gefunden werden kann.

Die Schistostega ist eine chlorophyllhaltige Pflanze, die zu ihrer Ernährungsthätigkeit einer gewissen Lichtintensität bedarf. In den tiefen Schluchten, in denen eine andere Lebensbedingung des Pflänzchens, nämlich eine hohe, gleichmäßige Feuchtigkeit geboten ist, behauptet der Vorkeim des Leuchtmooses Plätze, welche für die meisten grünen Pflanzen zu dunkel sind. Das Leuchtmoos ist also dort vor dem Überwuchertwerden geschützt. Es vermag aber an diesen Orten sich noch vollkommen gut zu ernähren, weil es mit Hilfe der eigenartigen Form seiner Zellen noch kräftig assimiliren kann. Die an der hinteren Zellwand gelegenen Chlorophyllkörper werden durch die Konzentration des Lichtes dort ebenso stark beleuchtet, als ob die Pflanze am helleren Eingang der Höhle wüchse.

Die Lage der Chlorophyllkörper an der hinteren erhellten Aussackung der linsenartigen Zelle ist keine zufällige, sondern eine Reizstellung, die durch das Licht veranlaßt wird. Das zeigt sich sehr deutlich, wenn man die Beleuchtung ändert.

Kultivirt man nämlich Leuchtmoosvorkeime längere Zeit in einem feuchten Zinkkasten, der nur von einer Seite durch eine Glasscheibe Licht zuläßt, und stellt dann den Kasten mit der Glasscheibe um 90° um, dann verlassen alle Chlorophyllkörper ihren früheren Ort und sammeln sich an derjenigen Stelle der Seitenwand an, die dann das konzentrirte Licht

empfängt[1]). Figur 5 zeigt ihre nunmehrige Stellung, wobei besonders ein Chlorophyllkorn der mittleren Zelle auffällt, das sich von den übrigen getrennt hat. Es bildet dadurch keineswegs eine Ausnahme, sondern eine interessante Bestätigung des über die Lichtwirkung Gesagten, indem es gerade einen Platz in der Zelle aufgesucht hat, der durch die optische Wirkung der benachbarten Linsen intensiv beleuchtet war.

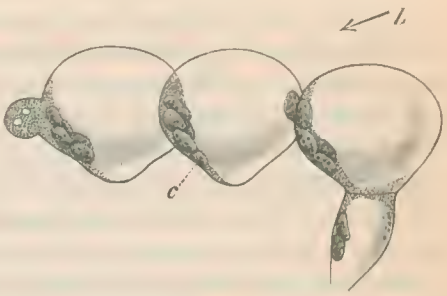

Fig. 5.

Zellen des Protonemas, ursprünglich von oben, jetzt von der Seite her beleuchtet. Die Chlorophyllkörper wandern an die stärkst beleuchtete Stelle der Zellen. Vergl. den Text.

Betrachtet man nun Protonemen, in denen sich die seitliche Verschiebung der Chlorophyllkörper so vollzogen hat, in der optischen Achse, so ist von dem früheren goldgrünen Scheine nichts mehr zu sehen, dagegen erglänzen die Pflänzchen nun in mattem Silberglanz, der von den entblößten hinteren Zellwänden durch Spiegelung ausgeht.

In allseitiger Beleuchtung vertheilen sich die Chlorophyllkörper fast gleichmäßig auf der Wand der Zelle.

Die optische Erscheinung des Leuchtens selbst ist für die Pflanze augenscheinlich von keiner besonderen biologischen Bedeutung, wenigstens von keinem ersichtlichen Nutzen. Hat die Pflanze unter sehenden Thieren Feinde, so müßte dasselbe sogar von großem Nachtheil sein. Das Leuchten ist eben offenbar nur die physikalisch nothwendige Begleiterscheinung der Zellenform, die ihrerseits geeignet ist, eine möglichst aus-

---

1) Diese Wanderung ist eine recht merkwürdige, indem das die Chlorophyllkörper transportirende Körnerplasma nicht eigentlich heliotropisch genannt werden kann, denn es wandert von der Lichtquelle weg und sammelt sich doch an dem Orte, der in der Zelle am hellsten beleuchtet ist, von dem aber keine Strahlen ausgehen, die sich an Intensität mit der des direkt einfallenden Lichtes vergleichen könnten. Das Paradoxe dieser Erscheinung verliert sich bei der Annahme, daß der Impuls zur Wanderung von der stärkst beleuchteten Stelle selbst ausgeht, also von der dort in Ruhe befindlichen Hautschicht. — Daß die Bewegung des Körnerplasmas von der relativ ruhenden Hautschicht in seiner Bewegungsrichtung beeinflußt werden kann, das scheint mir unzweifelhaft aus der Bahn des Plasmastromes in Chara- und Nitellazellen hervorzugehen, in denen der Strom nicht etwa einfach der Länge nach rotirt, sondern dieselbe in sich zurücklaufende Spirale beschreibt, welche die ruhende Hautschicht, der bekanntlich die Chlorophyllkörper hier aufsitzen, darstellt.

giebige Ausnutzung des spärlich zutretenden Lichtes für die Assimilation im Chlorophyllapparat zu ermöglichen, und das Fortkommen der Pflanze an Orten zu sichern, wo ihr der Boden von keiner anderen streitig gemacht wird.

Dieser Fall, daß eine sehr auffallende Eigenschaft, nämlich die des Leuchtens, zu der Biologie des Organismus nicht im Nützlichkeitsverhältniß steht, sondern eine nebensächliche Zugabe zu anderen Eigenthümlichkeiten bildet, verdient ganz besonders bemerkt zu werden, da die organische Natur oft lediglich von einseitig teleologischem oder darwinistischem Standpunkt betrachtet wird. Das Leuchtmoos, dessen hervorragendste äußerliche Eigenschaft gerade im Leuchten besteht, zeigt klar und deutlich, daß nicht alle hervorstechenden Eigenthümlichkeiten zu irgend einem Vortheil erworben sein müssen, sondern als unzertrennliches, aber sozusagen accidentelles Attribut mit dem Organismus verbunden sein können, ohne demselben irgendwie nützlich zu sein, — als Eigenschaften, die dem Organismus inhärent sind, wie der Glanz beim Diamant, die Schwärze bei der Kohle. Sind diese »inhärenten Attribute« des Organismus für diesen von Vortheil unter gewissen äußeren Umständen, so werden sie für sein Fortbestehen wesentlich mitwirken. Eine ganze Reihe recht schädlicher Eigenschaften, die den Organismen anhaften, und die mit dem darwinistischen Erwerbungsprinzip absolut nicht in Einklang zu bringen sind, sind aber nur so erklärlich. Wenn der darwinistischen Anschauung, alle nützlichen Eigenschaften seien mit Hilfe der Zuchtwahl irgendwie erworben, in der That ein derartig wirkungsvolles Moment zu Grunde läge, so sieht man nicht ein, warum die schädlichen Eigenschaften, die keinem Organismus fehlen, diesem Prinzip nicht auch unterworfen und durch nützliche n der langen Zeit der Ausbildung einer Spezies ersetzt worden sind. Jedenalls ist eine Ansicht, welche nur dazu führt, das Vorhandensein von Eigenschaften verständlich zu machen, die als nützlich erkannt sind, alle anderen aber ruhig bei Seite läßt, nicht geeignet, zu einem wahren Verständniß der Bildungsgesetze in der organischen Welt zu führen. Ohne leugnen zu können, daß nützliche Eigenschaften, wenn sie einmal als solche schon existiren, durch Zuchtwahl noch mehr ausgebildet und vervollkommnet werden müssen, muß man sich doch vergegenwärtigen, daß dies Moment, das ja dem Organismus eine gewisse sekundäre Ausprägung verleiht, nicht ein fundamentales sein kann. Wie bereits hervorgehoben ist, wäre das Leuchten der Schistostega, das nun einmal mit der Ermöglichung der Assimilationsfunktion zufällig zusammenhängt, thierischen Feinden gegenüber eine höchst schädliche Eigenschaft, die, wenn sie zufällig von irgend welchem Nutzen z. B. für die Verbreitung wäre, sehr verlocken würde, sie als eigens erworben zu betrachten. Wie oft mögen auf diese Weise Formen und Eigenschaften der Erklärung der Zuchtwahltheorie verfallen, die in ganz anderen Verhältnissen begründet sind. So wäre die

Meeresalge Acetabularia, wüchse sie auf dem Lande, sicherlich nicht dem Schicksal entgangen, als eklatantes Beispiel von »Mimicry« citirt zu werden, und doch muß die Übereinstimmung im Habitus mit kleinen giftigen Hutpilzen der Natur der Sache nach hier tiefer liegende Wachsthumsursachen haben.

Um wieder zum Ausgangspunkt der abschweifenden Betrachtungen, zur Schistostega zurückzukehren, mag der Vollständigkeit wegen noch auf die schon bekannte Thatsache hingewiesen werden, daß der Vorkeim dieses Mooses sehr lange Zeit als solcher fortwachsen kann, ohne beblätterte Moospflänzchen zu bilden, und daß derselbe eigene Brutzellen erzeugt, die abgeworfen, sich zu neuen Protonemen selbständig entwickeln. Diese Brutzellen, aus langspindelförmigen mehrzelligen Gebilden bestehend, stehen etwa wie Bayonette über die Fläche der Linsenzellen hervor und trennen sich von der Mutterpflanze durch das Zerreißen einer kleinen Zwischenzelle an der Basis. Aus diesen Brutzellen entsteht zunächst ein cylindrischer Protonemafaden, der aber bald durch Sprossung Linsenzellen erzeugt, welche ihrerseits dann durch weitere Aussprossungen senkrecht zum Lichteinfall weitere Linsenzellen hervorbringen. Chlorophyllkörper und ein durch Theilung aus dem alten Kern hervorgegangener neuer Kern wandern in die junge Ausbuchtung (Fig. 3) ein, die schließlich durch Bildung einer Theilungswand von der Mutterzelle abgetrennt wird.

In den Linsenzellen des Schistostegavorkeimes ist also eine Zellenform gegeben, bei der es auf die optische Wirkung derselben ankommt. Eine Konzentration des Lichtes auf das Chlorophyll, die bei dieser extremen Schattenpflanze so klar in die Augen fällt, kann also für die Assimilationsthätigkeit in schwacher Beleuchtung nothwendig werden. Betrachtet man nun von diesem Standpunkte die Anatomie gewisser Schattenpflanzen, so werden manche Eigenthümlichkeiten derselben erst in das rechte Licht gerückt, indem es sich zeigt, daß auch ihre Zellen als Lichtkondensoren betrachtet werden müssen. Besonders auffallend tritt dies hervor bei den Oberhautzellen vieler Selaginellen, deren nach außen gewölbte Oberhautzellen den Chlorophyllapparat in einer unteren trichterförmigen Aussackung beherbergen. Konstruirt man den Gang der Strahlen in einer solchen, den Schistostega-Linsenzellen ähnlichen Zelle, so findet man, daß auch hier das Chlorophyll von konvergirendem Licht intensiv beleuchtet wird, indem es von der konvexen Außenwand, theils direkt darauf hin gebrochen wird, theils durch totale Reflexion an der Trichterwand dorthin geleitet wird. Indem so die biologische Bedeutung dieser Trichterzellen zu Tage tritt, wird auch das Auftreten von »Trichterzellen« an Stelle des normalen Palissadenparenchyms in Schattenblättern (wie Stahl beschrieben) in seiner

wahren Bedeutung erst klar. Es wird sich auch hier darum handeln, das spärlich zugemessene Licht auf den Chlorophyllapparat zu konzentriren, was durch totale Reflexion an den Trichterwänden hier erreicht wird. Die prismatischen Zellen des Palissadenparenchyms in Sonnenblättern leisten diesen Dienst nicht, sie lassen das ihnen im Überfluß dargebotene Licht in tiefere Lagen des Blattes passiren und ermöglichen so eine Assimilationsthätigkeit des Blattes bis tief ins Innere desselben, während die Trichterzellen des Schattenblattes, alles Licht für sich verwendend, tieferen Lagen von Assimilationsparenchym keine genügende Beleuchtung mehr zukommen lassen würden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Noll Fritz

Artikel/Article: Über das Leuchten der Schistostega osmundacea 477-488