

Deswegen erlaube ich mir vorzuschlagen, eine neue Gattung der Mucoraceen, *Actinomucor*, zu bilden, mit einer Art, dem beschriebenen Pilze, *Actinomucor repens*. Ich gebe dieser Gattung den Namen *Actinomucor*, weil die Anordnung der Nebensporangien einem Strahlenkranze ähnlich ist.

Irkutsk, den 9. Juni 1898.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1—2. Quirlige Verzweigungen der Ausläufer. Vergr. 330.
" 3. Das in Rhizoidenbildung begriffene Ende des mit der Wand des Culturgefäßes in Berührung gekommenen Ausläufers. Vergr. 330.
" 4. Der apicale Theil des Sporangienträgers. Vergr. 330.
" 5. Dasselbe. Jüngerer Stadium. Vergr. 330.
" 6. Das Ende des Ausläufers mit Sporangien. Vergr. 120.
" 7—8. Columella. Vergr. 330.
" 9. Das Ende des Ausläufers mit jungem Sporangienträger. Vergr. 330.
" 10. Der apicale Theil des Sporangienträgers. Vergr. 400.
" 11. Die Verzweigung des Ausläufers (schematisch).
" 12—13. Gemmen. Vergr. 330.

23. J. Wiesner: Ueber Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht.

Eingegangen am 8. Juli 1898.

1. Die specifischen Wirkungen, welche die beiden Componenten des gesammten Tageslichtes: diffuses Licht und directes Sonnenlicht, auf die Pflanze ausüben, sind früher nicht recht beachtet worden. Wohl haben die Botaniker die directe Wirkung der Sonne auf die Pflanze beobachtet, aber nicht geschieden zwischen den im Sonnenlichte enthaltenen Antheil an directer (paralleler) und diffuser (nach unendlich vielen Richtungen gehender) Strahlung. Man hat rücksichtlich der Tagesbeleuchtung nur einen Unterschied aufgestellt zwischen jener Beleuchtung, welche durch die unbedeckte Sonne zu Stande kommt, und jener, bei welcher die Sonne bedeckt ist oder überhaupt nicht direct die Pflanze bestrahlt. Erstere wurde als Sonnenbeleuchtung, letztere als Beleuchtung durch diffuses Licht bezeichnet.

Ich habe zuerst gezeigt¹⁾, dass die überwiegende Mehrzahl der Laubblätter sich senkrecht auf das stärkste diffuse Licht der ihnen

1) Heliotropische Erscheinungen. II. Theil. Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien (1880), S. 41 ff. (Separatabdruck).

zufallenden Lichtareale stellen, und in mehreren Abhandlungen nachgewiesen¹⁾, dass im grossen Ganzen das diffuse Tageslicht für die Pflanze von grösserer Bedeutung ist als die directe Sonnenstrahlung, und dass selbst auf hohen Lichtgenuss angewiesene Pflanzen bezw. Pflanzenorgane sich vielfach der Wirkung starker, von hohem Sonnenstande ausgehender directer Strahlung entziehen, während jedes oberirdische Pflanzenorgan zur Tageszeit fortwährend der Wirkung des diffusen Lichtes unterliegt.

In den folgenden Zeilen will ich in kurzer vorläufiger Mittheilung zeigen, wie man sich die Wirkung des diffusen Lichtes beim Zustandekommen des positiven Heliotropismus zu denken habe.

2. Es entspricht wohl am meisten den uns anschaulich entgegen tretenden Thatsachen, wenn ich von verschiedenen Graden des Heliotropismus spreche. Je rascher und je vollkommener eine Pflanze oder ein Pflanzentheil sich dem Licht oder dem stärkeren Licht zukehrt, je geringer der Lichtimpuls ist, auf welchen ein Pflanzentheil durch Heliotropismus reagirt, desto höher ist der Grad des Heliotropismus.

Ich habe in den „heliotropischen Erscheinungen“ zahlreiche Beispiele sehr verschiedener Grade des Heliotropismus nachgewiesen und später²⁾ gezeigt, dass bei manchen Pflanzen der Grad des Heliotropismus sich so weit steigern könne, dass sie noch auf Bruchtheile von Millionsteln der BUNSEN'schen Einheit reagieren.

Der Heliotropismus ist eine Anpassungserscheinung³⁾. Der Grad des Heliotropismus ist bedingt durch die Lichtverhältnisse, unter welchen die betreffenden Pflanzen bezw. deren Organe gedeihen oder bestandfähig sind. Während krautige Stengel der auf schattige Standorte angewiesenen Pflanzen und andere zarte Pflanzen, z. B. viele Keimlinge, einen oft überraschend hohen Grad des Heliotropismus aufweisen, sind die Holzgewächse nur in geringem Grade heliotropisch, und ihre Stengel lassen nur im Keimungsstadium oder, treibend, nur im Zustande des Etiolements einen deutlichen Grad des Heliotropismus erkennen. Die Holzgewächse haben eben im Allgemeinen andere Behelfe, um ihren Organen reicheren Lichtgenuss zuzuführen als die meisten krautigen Gewächse⁴⁾.

3. Man wird hieraus ableiten können, dass der (positive) Heliotropismus vorzugsweise an schwaches Licht und unter natürlichen Ver-

1) Hauptsächlich in meinen Photometrischen Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete, I und II. Sitzungsberichte der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, 1893 und 1895.

2) Photometr. Untersuchungen I.

3) Heliotropische Erscheinungen II, S. 91.

4) WIESNER, Ueber den Lichtwuchs der Holzgewächse. Centralblatt für das ges. Forstwesen, Wien 1897.

hältnissen vorzugsweise an das diffuse Tageslicht gebunden ist. Das lehrt ja auch die tägliche Erfahrung.

Allerdings kennt man auch heliotropische, im Sonnenlichte sich vollziehende Erscheinungen. Ich selbst habe ja gezeigt¹⁾, wie die Blüten und Blütenköpfe mancher Pflanzen in Folge des Heliotropismus der Blütenstiele oder Blütenstandsachsen der Sonne folgen, entweder fortwährend, oder bis zu einer bestimmten Sonnenhöhe. Wieviel die directe (parallele) Sonnenstrahlung hierbei leistet und wieviel auf das diffuse Licht zu stellen ist, wurde damals nicht entschieden. Thatsache ist, dass das diffuse Tageslicht auf der jeweiligen Sonnenseite am stärksten, auf der entgegengesetzten Seite des Himmels am geringsten ist²⁾, und dass manche Nachts aufgerichteten Blütenköpfe schon in der Dämmerung, vor Aufgang der Sonne, nach Osten sich wenden, übrigens bis zu einem bestimmten Sonnenstande die Wirkung der directen Strahlung unter der des diffusen Lichtes verschwindet, falls letzteres ungehindert zutreten kann³⁾.

Es ist experimentell sehr leicht, durch zweckentsprechende Abhaltung der directen Sonnenstrahlung, diffuses Licht herzustellen, hingegen mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, das directe Sonnenlicht so zu isoliren, dass es vollkommen frei vom zerstreuten ist. Doch interessirt uns hier die Wirkung des reinen directen Sonnenlichtes nicht, denn es soll hier nur die Wirkung des diffusen Lichtes auf den (positiven) Heliotropismus erörtert werden.

4. Wenn man genau in die Mitte eines (offenen) Nordfensters bei sonst freier Exposition eine heliotropisch sehr empfindliche Pflanze aufstellt, so wird sich dieselbe, falls sie allseits heliotropisch gleich krümmungsfähig ist, gerade hinaus zum Lichte wenden. Ist sie aber, wie z. B. ein Wickenkeimling (genauer gesagt wie der Stengel eines Wickenkeimlings), an den verschiedenen Seiten von ungleicher heliotropischer Krümmungsfähigkeit⁴⁾, so wird sie sich bei symmetrischer Aufstellung ebenfalls genau zum Lichte wenden; ein Wickenkeimling am raschesten, wenn die Rückseite des Stengels zum Lichte gekehrt wird. Bei richtiger Aufstellung wendet sich der Pflanzentheil so genau nach vorn, zeigt keinerlei Abweichung nach rechts oder links, so dass man den Eindruck gewinnt, als würde vom Nordhimmel paralleles Licht ausstrahlen, in dessen Richtung sich die betreffende Pflanze stellt.

1) Heliotropische Erscheinungen II, S. 69ff.

2) WIESNER, Beiträge zur Kenntniss des photochemischen Klima im arktischen Gebiete. Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, 1898.

3) In Wien rücksichtlich der sogenannten chemischen Strahlen bis zu einer Sonnenhöhe von 18—19°. WIESNER, Ueber das photochemische Klima von Wien, Cairo und Buitenzorg. Denkschriften der Wiener Akademie, Bd. 64 (1896).

4) WIESNER, Die undulirende Nutation. Sitzungsber der Wiener Akad., Bd. 77 (1878).

Macht man aber den Versuch an einem möglichst kleinen, aber tiefen Fenster, so erkennt man, dass die betreffende Pflanze desto mehr von der zur Fensterfläche senkrechten Verticalfläche abgelenkt werden wird, je mehr man sie nach rechts oder links von der Mitte des Fensters verschoben hat. Denselben Effect, nur noch in ausgesprochenerem Masse, wird man erhalten, wenn man die Pflanze in die Tiefe des Fensters rückt. Bleibt man dabei in jener Richtung, welche der Mitte des Fensters entspricht, so wendet sich der Keimling genau nach vorn, verschiebt man ihn nach rechts oder links, so wendet er sich nach links oder rechts.

5. Es lässt sich nun durch folgenden einfachen Versuch von vornherein bestimmen, welche Richtung die betreffende Pflanze oder der betreffende Pflanzentheil bei beliebiger Aufstellung zum Lichte nehmen wird. An die Stelle, auf welcher der Keimling zu stehen kommen soll, stellt man einen Cylinder aus irgend welchem undurchsichtigen Materiale und befestigt rund um den Cylindermantel ein photographisches Papier, z. B. das bekannte, leicht herstellbare BUNSEN'sche Chlorsilber-Normalpapier¹⁾. Bei irgend einer Aufstellung des mit dem photographischen Papier adjustirten Cylinders findet man eine Verticallinie, welche am stärksten, und eine entgegengesetzte, welche am schwächsten gefärbt ist. Verbindet man diese beiden Linien mit der kürzesten Geraden, so erhält man die Richtung des stärksten diffusen Lichtes des betreffenden Lichtareals und damit die Richtung, in welche der Pflanzentheil sich stellt, wenn nicht geänderte Lichtverhältnisse eintreten.

6. Man kann diese Richtung approximativ auch durch Construction finden, indem man von der auch durch den photographischen Versuch gewährleisteten Thatsache ausgeht, dass das zerstreute Licht auf jeden Punkt von unendlich vielen Punkten gelangt. Diese Construction, welche auf der Auffindung der aus den Strahlenrichtungen sich ergebenden Resultirenden beruht, wird indess manchmal sehr complicirt und lässt sich nur unter der Voraussetzung durchführen, dass alle im diffusen Lichte enthaltenen Strahlen die gleiche Intensität haben, was thatsächlich nicht zutrifft²⁾. Es wird deshalb stets am zweckmässigsten

1) Man kann hierzu auch jedes andere photographisch empfindliche Papier verwenden, wenn es sich nur proportional der Zeit (bei gleicher Intensität) färbt, also dem bekannten Gesetze $Jt = J't'$ Genüge leistet, d. h. jedem durch das Licht auf demselben hervorgebrachten Farbenton gleiche Producte aus Zeit und Intensität entsprechen.

2) Ich habe durch gleichseitige innen geschwärmte Cylinder, in welche beiläufig das Licht vom siebenten Theil des Himmelsgewölbes einstrahlt, constatirt, dass, von aussergewöhnlicher Himmelsbedeckung abgesehen, das diffuse Zenithlicht in diesem Cylinder nicht etwa $\frac{1}{7}$, sondern das ganze Jahr hindurch etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ des gesammten (mittleren) diffusen Tageslichtes beträgt.

und auch am genauesten sein, die Richtung der heliotropisch orientirten Organe durch den photographischen Versuch voraus zu bestimmen.

Hat man diese Richtung gefunden und stellt man irgend ein heliotropisch reagirendes orthotropes Organ an der Stelle, an welcher sich der Cylinder befand, auf, so zeigt es sich, dass die vorausbestimmte Richtung eingehalten wird.

Handelt es sich um ein plagiotropes Organ, so können sich begreiflicher Weise Abweichungen von dieser Richtung ergeben. Doch kann man in jenen häufigen Fällen, in welchen das betreffende Organ in einer Ebene nutirt (Dicotylenkeimlinge etc.), die Aufstellung leicht so vornehmen, dass die vorausbestimmte Richtung dennoch eingehalten wird. Man braucht, um dies zu erreichen, nur die Symmetrieebene des einfach nutirenden Organs in die genannte Richtung zu bringen. Sehr schön lässt sich dieser Versuch mit etiolirten Keimlingen der Wicke (*Vicia sativa*) ausführen.

7. Der photographische Versuch hat folgende Vortheile. Er zeigt anschaulich, dass bei der Aufstellung im diffusen Lichte das heliotropisch sich krümmende Organ von unendlich vielen Seiten bestrahlt wird, ferner, dass das im diffusen Lichte heliotropisch werdende Organ sich symmetrisch zu den unendlich vielen Lichtstärken des dem betreffenden Organ zufallenden Lichtareals stellt. Endlich ermöglicht der photographische Versuch, die Lichtstärke für jede Richtung des Lichteinfalls zu bestimmen.

In diesem photographischen Versuche werden allerdings nur sogenannte chemische Lichtstärken gemessen; allein diese sind ja beim Zustandekommen des Heliotropismus die massgebendsten. Wenn es sich aber bloss um relative Lichtstärken handelt, z. B. um die Frage, in welchem Verhältniss die Vorderseite oder ein bestimmter Abschnitt der Vorderseite zur Hinterseite oder einem bestimmten Abschnitt der Hinterseite beleuchtet ist, so giebt der photographische Versuch mit grosser Annäherung das Lichtintensitätsverhältniss überhaupt an.

In einem von diffusem Tageslichte bestrahlten Zimmer wird eine daselbst aufgestellte Pflanze bezw. ein Organ selbstverständlich an der Vorderseite am stärksten, an der Hinterseite am schwächsten beleuchtet sein. Das Hinterlicht ist hier niemals gleich Null, hat aber immer einen im Vergleich zum Vorderlicht kleinen Werth, welcher meist weniger als 1 pCt. des letzteren beträgt.

Ich führe ein Beispiel an. An einem Nordfenster besass zur Mittagszeit im Mai das stärkste Vorderlicht, welches den Cylinder traf, eine Intensität = 0,115 (in BUNSEN'schem Maass ausgedrückt), hingegen das schwächste Hinterlicht eine Intensität = 0,0014. Ein etiolirter Wickenkeimling, welcher mit der Hinterseite des Keimstengels nach vorn, an die Stelle des Cylinders gesetzt wurde, wendet sich dem

Lichte stärkster Intensität zu. Aber das schwache Hinterlicht (0,0014) hätte, selbst auf den tausendsten Theil seiner Stärke reducirt, Heliotropismus bewirken können, wenn es als stärkstes Licht auf den Keimling eingewirkt hätte.

8. Aus den hier nur in Kürze vorläufig mitgetheilten Thatsachen geht hervor:

1. Obgleich die Pflanzentheile eine oft enorme heliotropische Reactionsfähigkeit besitzen, so richten sie sich, von diffusem Lichte beleuchtet und dann von unendlich vielen Seiten bestrahlt, stets nach dem stärksten Lichte.

Die Richtung des stärksten diffusen Lichtes entspricht der Resultirenden aller in dem betreffenden Lichtareal wirksam werdenden Lichtstrahlen.

2. Der heliotropisch gewordene Pflanzentheil theilt das ihm zukommende Lichtareal rücksichtlich der verschieden auf ihn einwirkenden Lichtstärken genau symmetrisch.

Aus den vorgeführten Thatsachen ist abzuleiten, dass ein dem diffusen Lichte ausgesetzter Pflanzentheil unendlich viele Lichtimpulse empfangen muss, deren Wirkungen sich aber rücksichtlich des Zustandekommens der Richtung des betreffenden Organs zum grossen Theile wieder aufheben, so zwar, dass nur jene Impulse zur Geltung gelangen können, welche einer vollkommen äquivalenten Gegenwirkung nicht ausgesetzt sind.

Am schärfsten wird die heliotropische Richtungswirkung rücksichtlich jedes Querschnittes des sich heliotropisch krümmenden Organs in jener Linie stattfinden, welche einerseits durch den Punkt stärkster Vorderlichtbeleuchtung, andererseits durch den Punkt geringster Hinterlichtbeleuchtung (diese letztere kann auch den Werth Null erreichen) gegeben ist. Diese Linie entspricht aber der Richtung des stärksten diffusen Lichtes des betreffenden Lichtareals.

Wenn nun auch bloss diese Strahlen für die Richtung des heliotropischen Organs massgebend erscheinen, so sind doch alle auf das letztere auffallenden Strahlen bei dem Zustandekommen des Heliotropismus betheiligt, und man kann sich über die Wirkungsweise derselben hinsichtlich des positiven Heliotropismus wohl keine andere Vorstellung bilden als die, dass alle auf die Vorderseite des Organs auffallenden Strahlen im Vergleiche zu den diametral gegenüber liegenden eine wachstumshemmende Wirkung ausüben.

Wien, im Juli 1898.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: [Ueber Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht 158-163](#)