

Mitteilungen.

I. Hans Molisch: Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 1. Januar 1905.

In jüngster Zeit haben DIXON und WIGHAM¹⁾ Versuche über die Einwirkung von Radiumstrahlen auf Pflanzen angestellt. Sie fanden, dass Radiumstrahlen auf kleine Entfernungen (bis 1 cm) eine zwar geringe Verlangsamung des Wachstums und eine geringe Hemmung in der Entwicklung der Wurzelhaare hervorriefen, aber weder heliotropische, noch sonstige Krümmungen. Auch konnte, als *Volvox globator* in passender Weise der Einwirkung eines Radiumröhrchens ausgesetzt wurde, keinerlei Anziehung oder Abstossung wahrgenommen werden. Einen wesentlichen Einfluss scheinen daher nach DIXON die von Radiumbromid ausgesandten Strahlungen innerhalb der durchgeführten Versuchsreihen auf die untersuchten Pflanzen nicht auszuüben, auch zeigte das vom Radiumbromid ausgehende Licht keine heliotropische, noch phototaktische Wirkung.

Hingegen konnte DIXON gemeinsam mit WIGHAM nachweisen, dass Agarkulturen von *Bacillus pyocyaneus*, *B. typhosus*, *B. prodigiosus* und *B. anthracis* unter der Einwirkung des Radiumbromids auf geringe Entfernungen eine deutliche Hemmung in ihrer Entwicklung erfuhren.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen der DIXON-WIGHAM'schen Arbeit veröffentlichte KOERNICKE²⁾ eingehende Untersuchungen über den Einfluss der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum, auf welche ich schon wegen der hier sorgfältig zusammengestellten einschlägigen Literatur verweise. Ich brauche auf diese Untersuchungen nicht einzugehen, weil sich meine Mitteilung in einer anderen Bahn bewegt und nur den Zweck verfolgt zu zeigen, ob die von den Radiumpräparaten ausgehenden Strahlungen bzw. das

1) HENRY H. DIXON and J. T. WIGHAM, Preliminary Note on the action of the radiations from radium bromide on some organisms. Scientific proceedings of the royal Dublin society. Vol. X. (N. S.) part II, Nr. 19. Ein Referat darüber in Naturw. Rundschau, 1904, S. 67–68.

2) M. KOERNICKE, Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum. Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1904, S. 155.

von diesen Präparaten ausstrahlende Licht Krümmungen oder Heliotropismus hervorzurufen vermag.

Ich verwandte zu meinen Versuchen zunächst 0,1 g eines Radiumpräparates im zugeschmolzenen Glasröhrchen, gekauft bei der Société centrale de produits chimiques in Paris, rue des écoles 42 et 44, um den Preis von 35 Francs. Das Präparat besitzt nach Angabe der Fabrik eine Aktivität von 3000. Es leuchtet auch jetzt noch nach einem Jahre für ein dunkel adaptiertes Auge deutlich und bringt einen Baryumplatincyansschirm selbst durch verschiedene undurchsichtige Körper hindurch zum Phosphoreszieren. Mit diesem Präparate konnte ich, obwohl ich mit viel empfindlicheren Pflanzen arbeitete als DIXON, gleichfalls keinerlei Krümmungen erzielen, auch nicht bei der in so hohem Grade empfindlichen Wicke oder Linse. Ich kam also in dieser Beziehung zu demselben Resultat wie DIXON. Trotzdem möchte ich mich aber noch vorläufig eines abschliessenden Urteils enthalten, da ich bislang mit sehr stark aktiven Radiumpräparaten ihres hohen Preises wegen noch nicht experimentieren konnte. Wenn man bedenkt, dass das Licht radiumhaltiger Baryumverbindungen immerhin so stark sein kann, dass man es im Halbdunkel oder in einem mit Gas erleuchteten Zimmer sieht, ja dass man dabei sogar lesen kann¹⁾, so wird es nicht ganz unwahrscheinlich, dass durch sehr intensiv wirkende, stark leuchtende Präparate doch heliotropische oder andere Krümmungen erzielt werden könnten. Bleibt dies vorläufig noch zweifelhaft, so habe ich mir hingegen den exakten Beweis verschafft, dass Radium indirekt sehr deutlichen positiven Heliotropismus hervorzurufen vermag.

Bekanntlich hat das Ehepaar CURIE zuerst die Erscheinung entdeckt, dass die von den radioaktiven Substanzen ausgesendeten Strahlen die Phosphoreszenz gewisser Körper erregen. Baryumplatincyansür und Zinkblende eignen sich ganz besonders für derartige Versuche. Während aber ein Baryumplatincyansschirm nur so lange leuchtet als er dem Radium ausgesetzt ist, hält bei der Zinkblende die Phosphoreszenz längere Zeit an. Wenn man ein Radiumpräparat mit pulverisierter Zinkblende mischt und in einem Glasröhrchen luftdicht einschliesst, so erhält man ein Pulver, das, ohne dass es dem Licht ausgesetzt zu werden braucht, andauernd leuchtet, und zwar so hell, dass man das Licht, wenn man aus dem Tageslicht in die Dunkelkammer tritt, sofort oder nach einigen Augenblicken wahrnimmt. Ein solches Röhrchen, bestehend aus einer Mischung von Radium und Zinksulfid, welches eine dauernde

1) MME. CURIE, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen, Braunschweig 1904, S. 82. in „Die Wissenschaft“, Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft I.

Phosphoreszenz infolge der Gegenwart des Radiums zeigt, liefert die vorhin genannte Gesellschaft in Paris um den Preis von 25 Franks. Das Röhrchen stellt ein andauernd leuchtendes Lämpchen dar. Wenn es gelänge, die Lichtintensität solcher Mischungen zu steigern, so hätte dies eine grosse praktische Bedeutung.

Das Licht eines solchen Röhrchens erinnert bei Betrachtung mit freiem Auge an das Licht schwachleuchtender Bakterien, bei mikroskopischer Betrachtung aber gibt sich bei Anwendung einer Vergrösserung von etwa 50 ein auffallender Unterschied zwischen diesem Phosphoreszenzlicht und dem Bakterienlicht zu erkennen. Während das Bakterienlicht stets gleichmässig ruhig, niemals funkelnd oder wallend ist¹⁾, zeigt das Röhrchen das prächtige CROOKES'sche Phänomen, jene eigentümliche funkelnde und glitzernde Phosphoreszenz, die eintritt, wenn man ein Radiumkörnchen einem Zinkblendeschirm auf sehr kleine Entfernungen nähert. Auf dem Schirme erscheinen dann bekanntlich bei schwacher Vergrösserung zahlreiche aufblitzende und wieder verschwindende Funken, die, solange sich der Schirm in der Wirkungssphäre des Radiums befindet, immer wieder auftauchen und winzigen Sternschnuppen gleich wieder verschwinden.

In dem Röhrchen sah ich nun unterm Mikroskope ein ähnliches Phänomen, es erinnerte aber nicht so sehr an aufblitzende Sterne, sondern an ein kontinuierliches Wetterleuchten, das durch matte plötzlich auftauchende und wieder verschwindende Blitze erzeugt wird.

Mit einem solchen andauernd relativ starkleuchtenden Radiumzinkblenderöhrchen machte ich die folgenden Versuche.

Vicia sativa.

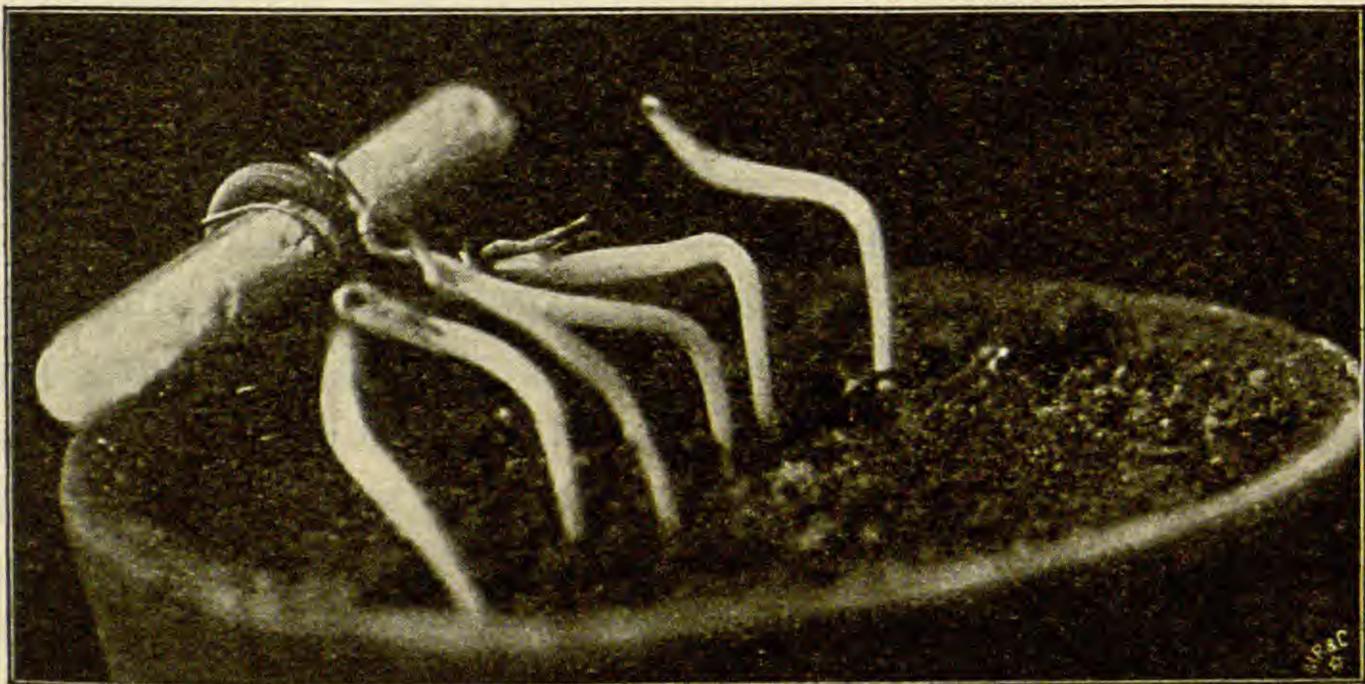
In einen Blumentopf wurden sechs gequollene Samen der Saatwicke so gepflanzt, dass sie in einer geraden Linie (im Durchmesser) standen. Der Blumentopf stand vor Licht auf das Sorgfältigste geschützt zunächst im warmen Gewächshaus. Sobald die Keimlinge eine Höhe von 2—3 *cm* erreicht hatten, wurden sie ins Laboratorium gebracht. Sodann wurde das leuchtende Röhrchen parallel zur Reihe der Keimlinge in der Höhe der Endknospen horizontal befestigt und das Ganze mit einem doppelten Blechsturz verfinstert. Während der ganzen Manipulation wurde sorgfältig darauf geachtet, dass die Keimlinge so wenig als möglich dem Tageslicht ausgesetzt waren, damit durch dasselbe ja kein Heliotropismus induziert werde.

Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (16—20° C.) zeigten alle Keimlinge schon nach 24 Stunden eine deutliche Krümmung zum

1) H. MOLISCH, Leuchten der Pflanzen. Eine physiologische Studie, Jena 1904, S. 124.

Röhrchen hin, nach drei Tagen waren sie alle fast horizontal zum Röhrchen hingewachsen. In diesem Stadium wurden die Keimlinge photographiert. (Siehe die beistehende Abbildung.) Die Entfernung der Keimlinge vom Röhrchen darf keine grosse sein; in dem eben geschilderten Versuche betrug sie 3 *cm*. Der Versuch gab bei fünfmaliger Wiederholung im wesentlichen dasselbe Resultat. Er wurde auch derart variiert, dass das Röhrchen mitten zwischen zwei Reihen von Keimlingen, gewissermassen in einer Allee von solchen horizontal aufgehängt wurde. Die Keimlinge wuchsen dann in entgegengesetzter Richtung dem leuchtenden Röhrchen zu.

Waren die Keimlinge mehr als 7 *cm* vom Röhrchen entfernt, so war kein oder nur äusserst schwacher Heliotropismus zu beobachten.



Positiver Heliotropismus von Wickenkeimlingen, indirekt hervorgerufen durch Radium.

Eryum Lens.

Die Versuchsanstellung war genau dieselbe wie bei dem vorigen Versuch. Die Entfernung der Linsen vom Röhrchen war 2 *cm*. Nach 24 Stunden waren alle Keimlinge nach dem Röhrchen gekrümmt. Stellt man die Keimlinge weiter entfernt vom Röhrchen auf, so reagieren sie wegen der abnehmenden Lichtintensität nicht mehr.

Als ich denselben Versuch ausführte, jedoch mit dem Unterschied, dass das Röhrchen mit einer dreifachen Lage von schwarzem Papier umwickelt wurde, trat kein Heliotropismus auf. In mehreren Fällen wurde nur die eine Hälfte des Röhrchens mit schwarzem Papier umgeben; es krümmten sich dann nur die vor der unbedeckten Hälfte des Röhrchens befindlichen Keimlinge positiv heliotropisch, die vor der bedeckten Hälfte aber nicht.

Helianthus annuus.

Die Keimlinge dieser Pflanze sind im Vergleich zu der Wicke und Linse wenig heliotropisch, der starke negative Geotropismus arbeitet hier dem Zustandekommen des Heliotropismus energisch entgegen. Ich war daher nicht überrascht, als ich mit Sonnenblumenkeimlingen durchweg negative Resultate erhielt.

Phycomyces nitens.

Zwei Brotwürfel, deren Kanten je 3 *cm* lang waren, wurden mit den Sporen von dem genannten Pilz geimpft. Um das Aufkommen anderer Schimmelpilze zu verhindern, genügt es für unsere Zwecke den Würfel vor der Impfung auf etwa 10 Sekunden in siedendes Leitungswasser zu tauchen. Sobald die in völliger Finsternis kultivierten Sporangienträger eine Höhe von $\frac{1}{2}$ —1 *cm* erreicht hatten, stellte ich sie beiderseits vor dem horizontal hängenden Röhrchen so auf, dass das Röhrchen gleich weit von beiden Würfeln entfernt war. Die Entfernung der dem Röhrchen zugewandten Würfelfläche betrug 2 *cm*, die der abgewandten 5 *cm*. Sonst waren die Versuchsbedingungen genau so wie bei den früheren Versuchen mit Keimlingen.

Nach einem Tage schon sieht man, wie sowohl die näheren als auch die entfernteren Fruchträger auf das Röhrchen positiv heliotropisch zuwachsen und zwar von den gegenüberstehenden Würfeln in entgegengesetzter Richtung her. Es ist das gleichzeitig ein Beweis, dass es sich hier nicht etwa um einen durch das Tageslicht induzierten Heliotropismus handelt. Der Versuch ergab bei mehrfacher Wiederholung stets dasselbe Resultat. Der Pilz reagierte noch in einer Entfernung von 5 *cm*. Wurde das Röhrchen mit schwarzem Papier umwickelt, so blieben die Fruchträger gerade.

Da das Radiumpräparat für sich allein keinerlei Krümmungen hervorrief, das mit Zinkblende vermischte Radiumpräparat aber sehr deutliche, so erscheint es wohl sicher, dass nicht die α -, β - oder γ -Strahlen des Radiums die Krümmungen bedingen, sondern dass diese Wirkung von dem durch das Radium erregten Phosphoreszenzlicht der Zinkblende ausgeht. Es handelt sich also hier um eine indirekte Leistung des Radiums, es handelt sich hier um Heliotropismus, direkt hervorgerufen durch das Leuchten der Zinkblende und indirekt bedingt durch das Radium, denn dieses erregt die Phosphoreszenz der Blende.

Dieses Ergebnis darf nicht überraschen. Bereits ein Schüler von

mir, Herr Prof. Dr. P. KLEOPHAS HOFMANN¹⁾ hat, angeregt durch meine Versuche über den Heliotropismus im Bakterienlichte²⁾, gezeigt, dass das Phosphoreszenzlicht mineralischer Substanzen im Stande ist, Heliotropismus hervorzurufen. Er experimentierte mit den bekannten käuflichen, in Glasröhrchen eingeschlossenen Leuchtpulvern, die nach Belichtung im Finstern längere Zeit phosphoreszieren. Vor solche, von Zeit zu Zeit belichtete Röhrchen stellte HOFMANN im Finstern Keimlinge der Wicke, Erbse, Linse und Sonnenblume und konnte bei allen mit Ausnahme der Sonnenblume deutlichen positiven Heliotropismus feststellen.

Ich habe schon gelegentlich meiner Versuche über den Heliotropismus im Bakterienlichte die sonderbare Beobachtung gemacht, dass derartige Versuche, in der Laboratoriumsluft durchgeführt, sehr leicht und prägnant gelingen, hingegen schlecht oder gar nicht in der Luft eines Gewächshauses. Ich sprach mich darüber folgendermassen aus³⁾: „Bekanntlich werden durch minimale Spuren von Leuchtgas und anderen Körpern, die sich fast ständig in der Laboratoriumsluft vorfinden, gewisse Keimlinge⁴⁾ (Erbse, Linse, Wicke, Kartoffel) in ihrem Längenwachstum gehemmt und im Dickenwachstum gefördert und zu abnormen Krümmungen veranlasst. Sie wachsen nicht mehr aufrecht, sondern mehr minder horizontal, der negative Geotropismus scheint unter dem Einflusse der Luftverunreinigungen wie ausgelöscht und, da er dem Heliotropismus nicht entgegenwirkt, kommt dieser in grösserer Reinheit zur Geltung.“

Genau dasselbe habe ich nun auch bei meinen jetzigen Versuchen im Phosphoreszenzlichte beobachtet. Während die Versuche mit Linse, Erbse und Wicke in der Laboratoriumsluft sehr gut gelingen, versagen sie im Gewächshause gewöhnlich vollständig. Es ist dies ein lehrreiches Beispiel dafür, von welchen Nebenumständen der Ausfall eines physiologischen Experimentes oft abhängt.

Die Spuren von Leuchtgas und anderen Verunreini-

1) HOFMANN, K., Heliotropismus im Phosphoreszenzlichte mineralischer Substanzen. Jahresbericht des Privatgymnasiums in Duppau, 1902/03. S. 33–38.

2) MOLISCH, H., Über Heliotropismus im Bakterienlichte. Sitzungsberichte der kais. Wiener Akad. der Wissensch. Math.-naturw. Kl. Bd. CXI, Abt. I. 1902. S. 141.

3) MOLISCH, H., Leuchtende Pflanzen, l. c. S. 145.

4) MOLISCH, H., Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Sitzungsber. der kais. Wiener. Akad. der Wissensch. Mathem.-naturw. Kl. Bd. XC. Abt. I. 1884, S. 188.

NELJUBOW, D., Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* usw. Bot. Centralbl. Beihefte Bd. X. Heft 3. 1901.

RICHTER, OSWALD, Pflanzenwachstum und Laboratiumsluft. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1903, S. 180.

SINGER, M., Über den Einfluss der Laboratiumsluft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse. Ebend. S. 175.

gungen flüchtiger Natur, die sich in der Luft des Laboratoriums vorfinden, genügen, um die Reizbarkeit des Plasmas so zu beeinflussen, dass die Stengel der genannten Keimlinge keinen negativen Geotropismus mehr zeigen. Mit dem Ausschalten des negativen Geotropismus stellt sich gleichzeitig eine so hochgradige heliotropische Empfindlichkeit ein, dass es unter diesen Umständen gelingt, gewisse Pflanzen noch zu heliotropischen Bewegungen zu veranlassen, die unter normalen Verhältnissen dazu nicht mehr befähigt sind.

Wir stehen — und dies verdient meiner Meinung nach die Aufmerksamkeit der Physiologen — hier vor dem interessanten Falle, dass eine Spur von Gift die Reizbarkeit gegenüber der Schwerkraft modifiziert oder geradezu aufhebt¹⁾, ohne gleichzeitig die Reizbarkeit für das Licht in gleicher Weise zu beeinflussen. Unter diese Kategorien von Erscheinungen gehört wahrscheinlich auch die Tatsache, dass die Wurzeln mancher Keimlinge (Mais) in einer mit Leuchtgas vermischten Luft, anstatt sich geotropisch zu krümmen, gewöhnlich desorientiert wachsen und ganz unregelmässige, von der Vertikalen abweichende Krümmungen ausführen, wie ich bereits vor 20 Jahren gezeigt habe²⁾.

Prag, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität.

2. D. Prianischnikow: Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 17. Januar 1905.

Unsere Versuche vom Jahre 1900³⁾ haben mit Deutlichkeit gezeigt, dass die Einführung von Ammoniumsalzen in Nährgemisch die Bedingungen der Phosphorsäureaufnahme wesentlich verändert, indem sogar die schwerstlöslichen Phosphate (z. B. apatitähnliches Rohphosphat oder Phosphorit) den Gramineen leicht zugänglich werden,

1) Auch vom Standpunkte der divergierenden Meinungen über die Berechtigung der Statolithentheorie verdient die Sache Beachtung.

2) MOLISCH, H., Über die Ablenkung der Wurzeln usw. l. c. S. 188.

3) Vergl. unsere Abhandlung in „Landwirtsch. Versuchsstationen“ 1901, Bd. 46.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. 2-8](#)