

mehrere pallisadenförmige Arme. Die Membranaufalten können von oben nach abwärts oder von unten nach aufwärts ragen; ihre Länge beträgt bloss 0.5—0.9 der gesammten Zellhöhe, so dass jede „Armpallisadenzelle“ aus einem unzertheilten „Leib“ und je nach der Anzahl der Falten aus 2—5 pallisadenförmig angeordneten Armen besteht.

Der Bau des „Armpallisadengewebes“ zeigt im einzelnen eine ziemlich grosse Mannigfaltigkeit, auf welche ich an dieser Stelle nicht näher einzugehen beabsichtige. Es sollen hier bloss die Arten und Gattungen genannt werden, bei welchen ich das Vorhandensein eines Armpallisadengewebes constatirte. — Am verbreitetsten ist dasselbe in der Familie der Ranunculaceen. Die Arten der Gattungen *Anemone*, *Caltha*, *Trollius*, *Paeonia*, *Aconitum* und *Clematis* besitzen fast durchgehends Armpallisadenzellen. Interessant ist dabei, dass nicht selten in ein- und demselben Laubblatte neben den genannten auch noch echte, typisch geformte Pallisadenzellen auftreten. Unter den Dikotylen fand ich nur mehr bei den *Sambucus*-Arten die in Rede stehende Modification des Pallisadengewebes. — In der Classe der Monokotylen sind die *Alstroemeria*-Arten und manche Gräser (*Elymus*, *Bambusa*, *Arundinaria*) mit Armpallisadenzellen ausgestattet. — Unter den Gymnospermen sind hier vor Allem die Arten der Gattung *Pinus* zu nennen, in deren Chlorophyllparenchym neben den senkrechten auch noch unregelmässig orientirte Falten vorkommen und schon seit Langem bekannt sind. — Endlich fand ich auch in den Wedeln mancher Farne (*Adiantum*, *Dodea* etc.) ganz charakteristisch ausgebildete Armpallisadenzellen. Dieselben sind demnach in allen Hauptgruppen der Gefässpflanzen vertreten.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass der einzelne Arm einer Armpallisadenzelle physiologisch einer einfachen, typisch geformten Pallisadenzelle äquivalent ist. In welcher Weise nun der Bau des Armpallisadengewebes den Schlüssel bildet für die physiologische Erklärung der anatomischen Eigenschaften des Pallisadengewebes überhaupt — dies soll an anderer Stelle ausführlich gezeigt werden.



Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche.

Eine physiologische Monographie von Julius Wiesner.

I. Theil: Denkschriften der mathem.-naturw. Classe der k. Akad. d. W. 39. Bd.
II. Theil ebendasselbst. 43. Bd.

Im Auszuge mitgetheilt von Dr. C. Mikosch.

Es sind in den letzten Jahren wohl wenige Arbeiten auf pflanzenphysiol. Gebiete veröffentlicht worden, welche nicht nur in Fachkreisen, sondern auch bei Vertretern anderer, der Pflanzenphysiologie ferne stehenden Disciplinen ein solch reges Interesse hervorriefen, als

es mit vorliegender Monographie der Fall war. Die Fälle der in letzterer enthaltenen neuen Thatsachen, die fundamentale Bedeutung der nur auf Thatsachen sich stützenden Lehrsätze, die streng methodische Durchführung der Versuche, sowie die Anwendung ganz neuer für spätere Beobachtungen gewiss sehr brauchbarer Versuchsmethoden stellen diese Monographie zu den meisten pflanzenphysiologischen Arbeiten der Jetztzeit in einen, den Leser auf das unangenehmste berührenden Gegensatz.

Der 1. Theil umfasst zwei Abschnitte: 1. Die Geschichte des Heliotropismus und 2. Experimentelle Untersuchungen. Der 2. Theil ist in den ersten Capiteln noch experimentellen Untersuchungen, in den folgenden dem Heliotropismus der Organe, sowie der biologischen Bedeutung des Heliotropismus gewidmet.

So interessant und lehrreich der historische Theil auch ist, so kann es nicht Sache des Referats sein, eingehend denselben zu behandeln; erwähnt sei nur, dass die gesammte, bekanntlich sehr umfangreiche Literatur des Heliotropismus zusammengestellt und mit der dem Verfasser überhaupt eigenen kritischen Schärfe und Objectivität beleuchtet wurde.

Ich gebe daher gleich zum zweiten Abschnitte, den experimentellen Untersuchungen über.

1. Cap. Einfluss der Lichtintensität auf heliotropische Effects.

Der Heliotropismus beruht auf Wirkungen, welche durch an der Licht- und Schattenseite der Organe sich einstellende Lichtunterschiede hervorgerufen werden. Die gegen das Licht vorderen Seiten der Organe sind stets stärker bestrahlt, als die hinteren und selbst dem Auge durchsichtig erscheinende Stengel absorbiren in auffälliger Weise photographische Strahlen. Es stellt sich also bei jeder Art der Beleuchtung ein Unterschied an der Vorder- und Hinterseite ein. Von dieser Differenz wird der heliotr. Effect abhängen; mit Abnahme der Lichtintensität wird er zunehmen — bis zu einer bestimmten Grenze, von welcher abwärts er mit dem weiteren Abnehmen der Lichtintensität bis auf Null sinken muss. Dieser Satz wird experimentell begründet. Natürliches Licht war hierbei nicht zu brauchen, da seine Intensität eine äusserst variable ist. Verf. wendet daher zu sämtlichen Versuchen Gaslicht an, das unter constantem Drucke brannte. Die Gasflamme hatte eine Leuchtkraft von genau 6.5 Wallrathkerzen. Dieser Flamme (Normalflamme) wurden nun Keimpflanzen von *Vicia sat.*, *V. Faba*, *Pisum sat.*, *Phaseolus multiflorus*, *Helianthus annuus*, *Lepidium sat.*, endlich auch etiolirte Triebe von *Salix alba* in den verschiedensten Entfernungen ausgesetzt. Es wurden gegen 50 Versuchsreihen durchgeführt, deren Resultate durchgehend gleichlautend waren, nämlich: „dass mit der Abnahme der Lichtintensität bis zu einer bestimmten Grenze die heliotropische Krümmungsgeschwindigkeit und überhaupt die Energie des Heliotropismus zunimmt und von hier an mit dem weiteren Sinken der Lichtstärke wieder abnimmt.“

Um die obere Grenze für die heliotr. Effecte zu finden, wurden die Keimlinge sehr nahe der Flamme gebracht. Wickenkeimlinge wuchsen in einer Entfernung von 5 und 6 Cm. von der Flamme innerhalb 12 Stunden gar nicht und zeigten auch keinen Heliotropismus. Erst bei 7 Cm. zeigt sich die erste Spur einer Krümmung, aber noch kein Längenwachsthum. Die obere Intensitätsgrenze für die Wicke gibt den Werth 204 (wenn die Intens. bei 1 Met. Entfernung = 1 gesetzt wird) das Optimum der Intensität bei 0.440, die untere Intensitätsgrenze ist kleiner als 0.008, weiter reichten die Versuchsräume nicht mehr aus. Die Versuche mit den übrigen Pflanzen lieferten gleichlautende, nur in den Intensitätsgrenzen verschiedene Resultate. Aus diesen Versuchen ergeben sich daher folgende zwei Sätze: 1. „Die heliotropischen Effecte erreichen unter den Bedingungen des Wachsthums bei einer gewissen Intensität des Lichtes ihr Maximum; von hier an werden die heliotr. Wirkungen sowohl bei Abnahme als bei Zunahme der Lichtstärke kleiner und erreichen endlich den Werth Null. Verschiedene Pflanzen verhalten sich in dieser Beziehung nur insoferne verschieden, als die Zahlenwerthe für die obere und untere Grenze und das Optimum des Heliotropismus unter einander verschieden sind.“ 2. „Die obere Grenze der Lichtintensität für den Heliotropismus ist entweder grösser oder kleiner als jene Lichtstärke, bei welcher die betreffenden Pflanzentheile eben noch wachsen. Heliotropisch sehr empfindliche Pflanzentheile gehören der ersten Kategorie an (*Vicia sativa*); weniger empfindliche der letzteren Kategorie (etiol. Triebe von *Salix*).“ Es werden nun einige Versuche angeführt, mit denen der Verf. zeigt, dass die aus im Gaslichte angestellten Versuchen gezogenen Schlussfolgerungen auch für natürliches Licht Geltung haben. Aus den Beobachtungen im Sonnenlichte geht hervor, dass dieses das Längenwachsthum der Organe zu sistiren vermag, dass aber die jungen Stengel, die in der Regel stark negativ geotropisch sind, hierin einen Schutz gegen die das Längenwachsthum hemmende Kraft des Sonnenlichtes besitzen.

Die bisher besprochenen Versuche beziehen sich durchaus auf positiv heliotr. Organe; was negativ heliotr. Pflanzentheile betrifft, so dürften nach den Versuchen, welche der Verf. mit dem hypokotylen Stengelgliede von *Viscum album.*, den Wurzeln von *Hartwegia comosa* und *Sinapis alba* durchführte, dieselben Beziehungen zwischen Lichtintensität und heliotr. Effect bestehen.

Die grosse Lichtempfindlichkeit gewisser heliotr. Pflanzentheile veranlasste den Verf., Versuche auszuführen, welche zeigen, dass man durch heliotr. Versuche die Leuchtkraft einer Lichtquelle viel genauer bestimmen kann, als man das mit Hilfe eines Bunsen'schen Photometer zu thun im Stande ist. Zwischen zwei 1 Met. von einander entfernten Gasflammen, welche nach photometrischer Messung gleiche Leuchtkraft haben sollten, wurde ein Wickenkeimling genau in der Mitte aufgestellt; derselbe wendete sich gegen eine der Flammen.

2. Cap. Beziehung zwischen der Brechbarkeit der Strahlen u. Heliotropismus.

Bezüglich des Verhaltens heliotr. Organe im Lichte verschiedener Brechbarkeit existiren die mannigfachsten Widersprüche. Verf. war daher gezwungen, Experimente von bindender Beweiskraft zu liefern. Zunächst wird die Frage beantwortet, wie sich heliotr. krümmungsfähige Organe den stark brechbaren Strahlen gegenüber (von Ultraviolett bis Mitte-Grün) verhalten; diese sind beim Heliotropismus in erster Linie theilhaftig. Im Folgenden wird die Streitfrage, ob leuchtende aber photographisch unwirksame Strahlen Heliotropismus hervorrufen, entschieden: Pflanzen von grosser, aber auch solche von mittlerer Empfindlichkeit krümmen sich dem schwach brechbaren Lichte, das gar keine photographische Wirkung ausübt, entgegen (wenn nur Sorge getragen wird, dass sie bloss von vorne, nicht auch von oben, hinten und den Seiten Licht empfangen). Aus zahlreichen Versuchen, die mit den verschiedensten Pflanzen hinter conc. Lösungen von Jod in Schwefelkohlenstoff durchgeführt wurden (welche Flüssigkeit die leuchtenden Strahlen absorbirt; die Wände der Behälter waren aus planen Steinsalzplatten geschnitten, welche beiläufig 92% dunkler Wärme durchlassen), geht evident hervor, dass auch die dunklen Wärmestrahlen Heliotropismus hervorrufen.

Um nun die Regionen des Spectrums, welche thatsächlich Heliotropismus hervorrufen, und die Stärke, mit welcher die einzelnen Strahlengattungen wirken, kennen zu lernen, wurden vom Verf. Versuche im objectiven Spectrum und mit absorbirenden Medien gemacht. In beiden Fällen traten dieselben Ergebnisse zu Tage. Was die absorbirenden Medien betrifft, so gibt Verf. eine Reihe von Lösungsgemischen an, welche Licht bestimmter Brechbarkeit durchlassen; mit Ausnahme von Gelb und Ultraviolett gelang es ihm, für jeden Antheil des Spectrums eine Flüssigkeit zu finden. Die Versuche, welche grösstentheils mit Wickenkeimlingen durchgeführt wurden, ergaben, dass die heliotr. Kraft des Lichtes von Violett bis Grün sinkt, von Orange bis Ultraroth wieder steigt; dieser letztere, schwächere Theil der Curve beginnt bei den heliotr. minder empfindlichen Kressenkeimlingen erst bei der Fraunhofer'schen Linie B, und bei den heliotr. sehr trägen etiolirten Weidentrieben fällt er ganz hinweg.

Die Resultate werden in folgenden 4 Punkten zusammengefasst: 1. Allen Strahlengattungen von Ultraroth bis Ultraviolett, mit Ausnahme von Gelb, kommt heliotropische Kraft zu. 2. Die grösste heliotr. Kraft liegt stets an der Grenze zwischen Violett und Ultraviolett. 3. Heliotropisch stark krümmungsfähige Organe (z. B. etiolirte Keimstengel der Saatwicke) krümmen sich am stärksten an der Grenze zwischen Ultraviolett und Violett; von hier sinkt die heliotropische Kraft der Strahlen allmähig bis Grün, in Gelb ist selbe gleich Null, beginnt im Orange und steigt continuirlich, um in Ultraroth ein zweites (kleineres) Maximum zu erreichen. Bei heliotropisch weniger empfindlichen Pflanzentheilen erlischt die Wirk-

samkeit der Lichtfarben nach Massgabe ihrer heliotr. Kraft, so zwar, dass der Reihe nach Orange, dann Roth, und Grün sodann Ultraroth und Blaugrün etc. unwirksam werden. 4. In Gelb ist nicht nur keine heliotr. Wirkung zu bemerken, sondern es krümmen sich in einem Lichte, welches Roth, Orange und Gelb enthält, die Stengel auffallend langsamer als in einem Roth gleicher Brechbarkeit.

Dass die heliotropische Kraft des Lichtes nicht der mechanischen Intensität des Lichtes proportionirt ist, zeigt Verf., indem er darauf hinweist, dass, wenn diess wirklich der Fall wäre, das Maximum der heliotropischen Kraft im Ultraroth und das Minimum im Ultraviolett liegen müsste; ferner wurden Versuche bei getrennter Benützung der ultrarothenen und der photographischen Strahlen angestellt; da sollte nun bei obiger Annahme die heliotrop. Wirkung der ersteren weitaus weiter reichen als die der letzteren — doch das Gegentheil trat ein. Bezüglich negativ heliotrop. Organe ergab sich, dass die Wurzeln von *Sinapis alba* im Wesentlichen in der Beziehung ihres Heliotropismus und der Lichtfarbe mit positiv heliotropischen Organen übereinstimmen. Die Wurzeln von *Hartwegia comosa* krümmen sich in Blauviolett nach 5—11 Stunden, in Blaugrün nach 24—36, in Ultraroth nach 36—48 Stunden. Die hypokotylen Stengelglieder von *Viscum album* krümmten sich in Blauviolett, Blaugrün und Ultraroth vom Lichte weg.

3. Cap. Zusammenwirken von Heliotropismus und Geotropismus. Verf. zeigt zunächst, auf welche Weise negativer Geotropismus und durch verschiedene Lichtstärken hervorgerufener positiver Heliotropismus zusammenwirken. Keimlinge von *Vicia Faba* wurden in verschiedenen Entfernungen von der Normalflamme aufgestellt; jene Pflanze, welche sich im Optimum der Lichtstärke befindet, zeigte die stärkste Neigung gegen den Horizont; von da an nimmt die Neigung der Stengel gegen die obere und untere Lichtintensitätsgrenze für den Heliotropismus immer mehr und mehr ab. Anders ist es bei den sehr empfindlichen Keimlingen von *V. sativa*; hier stellen sich alle Keimstengel in die Richtung des einfallenden Lichtes, gleichgiltig, ob sie im Optimum oder an der oberen Lichtintensitätsgrenze stehen.

Um die Frage zu entscheiden, ob der Geotropismus durch den Heliotropismus überwunden werde, war es unerlässlich, aufrechtstehende, einseitig beleuchtete Keimlinge mit solchen zu vergleichen, die ebenfalls einseitig beleuchtet sind, aber um eine horizontale Axe rotiren, wodurch der Geotropismus aufgehoben wird. Bei Wickenkeimlingen zeigte sich nun, dass erst gegen die Grenze der Lichtstärke für den Heliotropismus hin Differenzen im Eintritt der Krümmung zwischen den fixen und rotirenden Keimlingen bemerkbar werden. Letztere krümmten sich früher heliotropisch als erstere, es ist also thatsächlich der negative Geotropismus durch das Licht überwunden worden. Bei den minder heliotropisch empfindlichen Kressenkeimlingen wird nur im Optimum der Lichtstärke oder in

dessen nächster Nähe der negative Geotropismus ausgelöscht; in weiteren Entfernungen zeigen sich aber bedeutende Zeitdifferenzen im Eintritt der heliotr. Krümmung zwischen den aufrechten und rotirenden Keimlingen.

4. Cap. Versuche über den Sauerstoffbedarf während der heliotropischen Krümmung.

Sowohl zum Eintritt des positiven als des negativen Heliotropismus ist freier Sauerstoff erforderlich, wie die Versuche mit den epikotylen Stengelgliedern von *Phaseolus*, *Vicia*, den hypokot. Stengelgliedern von *Lepidium*, den Wurzeln von *Sinapis* und *Hartwegia* gelehrt haben. Diese Resultate sind eine Stütze mehr für die Ansicht, dass der Heliotropismus eine Wachsthumerscheinung ist.

5. Cap. Photomechanische Induction beim Heliotropismus. Nachdem der Verf. sich von der Richtigkeit der Thatsache, dass heliotropische Nachwirkungen existiren, überzeugt hatte, widmete er dieser Frage ein eingehendes Studium und constatirt zunächst, dass nur solche Organe, bei welchen der Heliotropismus sich rasch vollzieht, eine Nachwirkung des Lichtes erkennen lassen, nicht aber solche Organe, welche sich dem Lichte gegenüber träge verhalten oder nur schwachen Heliotropismus zeigen. Wenn das Licht in einem Organ eine heliotropische Krümmung inducirte, so stösst eine neuerliche heliotropische oder geotropische Induction auf Widerstände und es hat den Anschein, dass dieselbe erst platzgreifen könne, wenn die Wirkungen der ersteren ihr Ende erreicht haben. Der Verf. geht nun daran, auf Grund seiner Versuche, welche grösstentheils mit *Phaseolus*, *Vicia sativa*, *Helianthus* ausgeführt wurden, in das Wesen der heliotropischen Nachwirkung näher einzudringen und kommt hierbei zu dem Ergebnisse, dass der Heliotropismus von Anfang bis zu Ende eine Kette von Erscheinungen ist, welche ein Analogon in der photochemischen Induction findet, und für welche der Verfasser den Ausdruck „photomechanische Induction“ vorschlägt; in dieser Kette bildet die heliotropische Nachwirkung nur ein Glied.

(Fortsetzung folgt.)



Symbolae ad floram mycologicam austriacam.

Auctore **F. de Thümen.**

IV.

(Conf. Oest. botan. Zeitschr. 1879 p. 357.)

74. *Puccinia Anthrisci* Thüm. nov. spec.

P. acervulis hypophyllis, plus minusve solitariis, applanatis, liberis, pulverosis, fuscis sed cito expallescentibus, subparvis; sporis ovoideis vel ellipticis, medio minime constrictalis, interdum in pedi-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-
Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische
Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: 030

Autor(en)/Author(s): Mikosch Karl

Artikel/Article: Die heliotropischen Erscheinungen
im Pflanzenreiche. Eine physiologische
Monographie von Julius Wiesner. 306-311