

70. Bengt Jönsson: Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile (Rheotropismus).

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 4. Dezember 1883.

Einer der charakteristischsten Züge in den Lebensäusserungen der Schleimpilze liegt in der Eigenthümlichkeit dieser Pflanzenformen während ihres Plasmodiumstadiums von einem Orte zum anderen zu wandern. Die Bewegung an und für sich ist beachtungswerth und giebt uns ein Beispiel eines freien, und stets formändernden locomotorischen Vermögens, welches in letzter Instanz auf einer Wechselwirkung äusserer Kräfte und der Lebensthätigkeit innerhalb des nackten und der Form nach unbestimmten Protoplasmakörpers beruht. Nicht weniger bemerkenswerth ist die Ortsveränderung, wenn man die Richtung in Betracht zieht, welche jedesmal für dieselbe bestimmend ist. Manchmal kommt sie nämlich ganz willkürlich vor und nimmt augenscheinlich einen ungleichen Verlauf, trotzdem die äusseren Umstände in den verschiedenen Fällen gleichartig zu sein scheinen.

Bei meinen Studien¹⁾ über die Verhältnisse der Myxomyceten zu äusserlich einwirkenden Agentien, war meine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf diese Frage gerichtet. Sie schien mir eine genauere Untersuchung zu fordern und bietet in der That Gesichtspunkte, die als neu zu betrachten sind und in physiologischer Hinsicht von besonderem Interesse sein dürften. Folgende Mittheilung bezweckt keineswegs den Gegenstand ausführlich zu behandeln, sondern wird sich hauptsächlich darauf beschränken in Kürze einige Erscheinungen hervorzuheben, welche für die Hauptfrage von grösserer Bedeutung und daneben von allgemeiner Wichtigkeit auch für andere Gebiete des Pflanzenreiches sind und dort ähnliche Verhältnisse voraussetzen.

Wir sehen von vornherein von solchen localen Wanderungen ab, welche mit der Einwirkung des Lichtes in Verbindung stehen oder durch Mangel an der erforderlichen Sauerstoffmenge oder dergleichen mehr hervorgerufen werden; diese sind ihrer Natur nach ver-

1) Die Untersuchungen sind zum Theil in De Bary's botanischen Laboratorium in Strassburg, zum Theil in Frank's pflanzenphysiologischen Institut in Berlin und (in letzter Zeit) in Lund ausgeführt worden.

hältnissmässig mehr bekannt und dürften im Allgemeinen als Wirkungen eingetretener Störungen im normalen Leben des Plasmakörpers angesehen werden. Die Ortsveränderungen aber, deren Ursachen mit dem Wassergehalt oder der Strömung des umgebenden Mediums zusammenhängen, gehören mehr zu den normalen Funktionen des Organismus. Wir haben auch zunächst diese Seite der Sache im Auge, wenn es sich um die locomotorischen Bewegungen, welche die Plasmodien kennzeichnen, handelt.

Nach Hofmeister's Annahme hängt in den meisten Fällen sowohl die Form als auch die Richtung, kurzum der ganze Habitus der Bewegung von der Schwerkraft ab, deren Einfluss auf den Verlauf der Ortsveränderung um so kräftiger ist, je dünnflüssiger die Plasmodiummasse ist¹⁾. Rosanoff hat das Verhältniss der Schwerkraft zu den Plasmodien genauer characterisirt und bezeichnet es als „negativen Geotropismus²⁾“. Aus den Angaben von Strasburger geht indessen hervor, dass der Geotropismus bei der Plasmodienbewegung keine Rolle spielt, da Plasmodien, welche auf vertical gestellten und vor Licht geschützten Recipienten angepflanzt wurden, sich in jeder beliebigen Richtung bewegten³⁾; ebenso sprechen Pfeffer's Versuche mit *Aethalium septicum* gegen eine solche Auffassung⁴⁾. Die ersten orientirenden Experimente zeigen auch bald, dass die Schwerkraft in keinem Falle als wirkende Ursache hingestellt werden kann. Das Plasmodium bewegt sich ebenso gut und auf dieselbe Weise, gleichviel ob die betreffende Kraft wirksam war oder nicht. Beim Entfernen aller störenden Einwirkungen breitet sich der Plasmodienkörper auf der in mehr oder weniger zur Horizontalen schrägen Winkel belegenen Unterlage aus, ohne irgendwie Lust zu bezeigen eine bestimmte Hauptrichtung einzuschlagen. Hätte Rosanoff seine Versuche mit grösserer Sorgfalt und schärferer Kritik ausgeführt, würde er auch ohne Zweifel das, was er damals als secundär wirksam betrachtete, als Hauptursache hingestellt haben. Er würde alsdann den negativen Geotropismus als untergeordnet, dagegen die capillare Wasserbewegung als wirksam aufgefasst haben, welche in Folge der Art und Weise, wie die Versuche angestellt wurden, durch das dem Versuchsobject als Unterlage dienende Fliesspapier stattfand, und welche, obgleich schwach, doch hinreichend war um das Steigen in die Höhe zu bewirken, welches Rosanoff als eine Folge des negativen Geotropismus deutete⁵⁾.

1) Hofmeister, Die Pflanzenzelle. 1867. p. 20.

2) Rosanoff, l'influence de l'attraction terrestre des Plasmodes des Myxomycetes (Mem. de la Soc. des sciences nat. de Cherbourg 1868) p. 155, 166.

3) Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. 1878, p. 70.

4) Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881, p. 388.

5) Rosanoff, l. c. p. 169.

Man hat andererseits, weil man annahm, dass das Plasmodium gegen einseitige Befeuchtung empfindlich sei, die treibende Ursache der ortsverändernden Bewegungen während der Entwicklungsperiode der Myxomyceten, welche wir mit Plasmodium bezeichnen, in dem Streben finden wollen, dorthin zu wandern, wo ein grösserer Feuchtigkeitsgrad geboten wird. Die Bewegung sei in der Feuchtigkeitsdifferenz, welche in zwei einander entgegengesetzten Seiten eines Plasmodiums existire, begründet und lasse sich möglicherweise auf das, was man mit dem Ausdrucke (positiven oder negativen) Hydrotropismus bezeichnete, zurückführen. Das Vorhandensein einer solchen Bewegung, welche in den angeführten Verhältnissen ihren Grund hat, ergiebt sich auf den ersten Blick, ebenso sicher wie es in der Natur der Sache liegt, dass jeder Pflanzenorganismus oder jedes Pflanzenorgan ein bestimmtes Quantum Wasser heischt um eine regelmässige Lebersthätigkeit zu entfalten. Befindet sich der Plasmodiumkörper nicht in dieser Lage, sondern macht sich ein Mangel in dieser Beziehung geltend, und es bietet sich die Gelegenheit, diesem Mangel abzuhelpfen, so scheint eine derartige Ortsveränderung ebenso natürlich als selbstverständlich. Verschiedene Versuche haben erwiesen, dass das Plasmodium, wenn man es an einen Ort bringt, welcher ausserhalb der Grenze des Feuchtigkeitsoptimums liegt, dasselbe einem benachbarten Orte zufliesst, wo ihm eine grössere Menge belebender Feuchtigkeit zu Gebote steht. Durch angemessene Variation beim Experimentiren kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Plasmodien ein Feuchtigkeitsoptimum besitzen. Ist das Plasmodium einmal auf diesen Optimumpunkt angelangt, so findet man, dass es sich ziemlich gleichmässig nach allen Seiten entwickelt und erst dann einen bestimmten Weg einschlägt, wenn das Minimum oder das Maximum überschritten wird; es kehrt dann zur Optimumsgrenze zurück.

Dergleichen Localveränderungen lassen sich indessen leicht neutralisiren. Sie sind im grossen Ganzen von geringerer Bedeutung, wenn wir weitläufige Ortsbewegungen erklären wollen, und kommen wenig in Betracht, wenn es sich darum handelt, die citirten Versuche Rosanoff's und Strasburger's zu deuten.

Ebenso wenig kann ein anderes Bewegungsphänomen, welches ebenfalls den Plasmodien zukommt und von der Einwirkung des Wassers beeinflusst wird, den bezweckten Bewegungserscheinungen gleichgestellt werden, auch wenn es sich auf irgend eine Weise an die Bewegungsart, welche ich hier hervorzuheben wünsche, anschliessen dürfte. Diese Erscheinung erinnert zunächst an die Biegungen von und nach dem Wasser, welche junge Maiswurzeln ausführen, wenn sie an die Ober-

1) Hier wie überall in dieser Mittheilung wird in erster Reihe das Plasmodium von *Aethalium septicum* berücksichtigt.

fläche des Wassers, parallel mit derselben gebracht werden¹⁾). Das Plasmodium zieht sich nach der ersten Berührung mit dem Wasser zurück, kommt aber nach einer Weile wieder, um dieselbe Rückbewegung zu wiederholen. Dies stete Hin und Her kann unter günstigen Umständen monatelang dauern. Die Bewegung wird, wie es scheint, durch eine Art Ueberreizung hervorgerufen, welche zu bestimmter Zeit verschwindet, da das Plasmodium aus irgend einer Ursache, je nachdem die äusseren Umstände sich gestalten, zurückgeführt wird, um auf's Neue derselben vorübergehenden Reizung ausgesetzt zu werden.

Die Kraftentwicklung, welche sich bei den mehr in's Auge fallenden Dislocationen der Plasmodien geltend macht, ist von einer dauerhafteren und intensiveren Natur. Hier ist es möglich, die Ortsbewegungen vollständig zu beherrschen, wie schon Strasburger angedeutet hat²⁾, und in beliebige Bahnen zu lenken, wie das aus ein Paar unten kurz angeführten Versuchen, welche ich, um vorliegende Frage zubeleuchten, angestellt, hervorgehen dürfte.

Bringt man nämlich ein in voller Lebenskraft befindliches Plasmodium auf eine Unterlage von Filtrirpapier, welches zu einem schmälereu oder breiteren Streifen zusammengefaltet ist, hängt letzteren über den Rand eines mit etwas Wasser gefüllten Glasgefässes so auf, dass das eine Ende desselben das Wasser im Gefäss berührt oder in dasselbe eintaucht, während das andere Ende frei aus dem Gefäss heraus hängt. Ordnet man ferner den ganzen Versuchsapparat so an, dass eine Strömung des Wassers von dem Gefäss durch die Unterlage ermöglicht wird³⁾ und im Uebrigen für das Vorhandensein normaler Lebensbedingungen gesorgt ist, so bewegt sich das Plasmodium, gleichviel auf welcher Stelle des Papierstreifens es sich befindet, der Wasserquelle zu und erreicht endlich den Rand des Wassers. Derselbe Versuch mit demselben Material ausgeführt, ergibt das gleiche Resultat, auch wenn man den Streifen umkehrt; das Plasmodium wandert denselben Weg, den es gekommen ist, zurück um bei den Uebergang der Unterlage in's Wasser Halt zu machen. Werden bei einem und demselben Versuche mehrere Plasmodien angewendet und auf verschiedene Punkte des Streifens vertheilt, so treffen sie unter allen Umständen am Wasserniveau zusammen, falls sie nicht unterwegs schon zusammengeflossen sind.

Werden unter ähnlichen äusseren Bedingungen ein oder mehrere Plasmodien auf eine mit Filtrirpapier überzogene und horizontal ge-

1) Ciesielsky, Untersuchungen über die Abwärtskrüm. der Wurzeln. (Cohn, Beitr. zur Biologie der Pflanzen I. 2).

2) Strasburger, l. c. p. 71.

3) Die Schnelligkeit des Stroms muss eine begrenzte sein, da sie natürlich zu einen Punkt gesteigert werden kann, wo der Versuchsobjekt gehemmt und sogar von der in diesem Falle allein wirkenden mechanischen Triebkraft des Wassers zurückgeführt werden kann.

stellte Glasscheibe gebracht und wird auf ähnliche Weise Wasser in und durch das Papier geleitet, so arbeitet sich das Plasmodium (oder wenn es mehrere sind die Plasmodien) allmählich in den Strom hinein, zieht demselben entgegen und erreicht schliesslich die Stelle des Randes der Glasscheibe, wo das Wasser in das die Scheibe bedeckende Papier eingeleitet wird.

Versuche, die ebenfalls mit Plasmodien nach derselben Methode, nur mit dem Unterschiede, dass die Wasserströmung ausgeschlossen war, angestellt wurden, ergaben, dass oben genannte Bewegung ausblieb; die Objecte breiteten sich in diesem Falle von dem ihnen ursprünglich gegebenen Platze nach allen Seiten hin aus und wir erhalten eine Wiederholung dessen, was wir schon beim Besprechen der Bedeutung der Schwerkraft kennen gelernt haben.

Stellen wir die beiden Versuchsreihen zusammen und vergleichen dieselben mit anderen früheren derartigen Untersuchungen, so finden wir leicht, dass wir bei der Erforschung des Wesens dieser Plasmodienbewegung allein auf das Wasser, welches durch die Unterlage gegen die Plasmodienkörper zu und an denselben vorbei durchsickert, angewiesen sind. Der Wasserstrom ist die Ursache der Bewegung. Dasselbe Schlussresultat tritt uns entgegen, was Rosanoff theilweise erkannt und Strasburger deutlich hervorgehoben hat. Wir müssen aber andererseits, wenn wir einen solchen allgemeinen Ausspruch billigen, bei näherer Betrachtung des Sachverhaltes bemerken, dass, wenn es gilt, das Hauptmoment des Bewegungsphänomenes zu erklären, der Verschiedenheit an Wasser oder Feuchtigkeitsmenge jede Bedeutung abgesprochen werden muss. Feuchtigkeitsdifferenz existirt ebenso wenig wie in diesem Falle von anomalen Verhältnissen die Rede sein kann. Der Feuchtigkeitsgrad ist im Verlaufe des Experimentes vollständig gleichmässig um das Plasmodium vertheilt und Wasser ist in gleicher Menge, sowohl vor als nach demselben vorhanden. Das Plasmodium befindet sich unter äusseren Bedingungen, welche alle seine mit dem Wasser in Berührung stehenden Theile in Bezug auf Wasserzufuhr vollständig gleichstellen. Wir müssen daher in der Wasserströmung die Kraft suchen, welche die verschiedenen Theile des Plasmodiums veranlasst, sich nach der Seite, wo der Wasserstrom das Plasmodium trifft, hin zu bewegen, und zu derselben hinüber zu fliessen. Die Eigenschaft des Wassers zu irritiren einerseits und das Reagiren dagegen andererseits erzeugt die Plasmodienbewegung gegen eine eingeleitete und fortdauernde Wasserströmung. Die Wassermolecüle werden mit grösserer oder geringerer Kraft gegen die Protoplasma-masse geführt und zwingen sozusagen die letztere zu den einwirkenden Wassertheilchen in ein bestimmtes Verhältniss zu treten.

Vergleichen wir die vorliegende Empfindlichkeit gegen den Einfluss fliessenden Wassers und den bei höher stehenden Pflanzen con-

statirten positiven Hydrotropismus überhaupt, so sind wir keineswegs berechtigt, beide Phaenomene gleich zu stellen, in so fern man den Begriff des Hydrotropismus nur soweit fasst, als es der Name selbst ausspricht. Die oben besprochene Erscheinung beruht nicht auf einer Eigenschaft des Pflanzenorganismus zu Folge Vorhandenseins verschiedener Feuchtigkeitprocente an den einander diametral entgegengesetzten Seiten sich einer feuchten Fläche zu nähern oder sich von denselben abzuwenden. Bedenken wir aber, dass die beiden Erscheinungen durch dieselbe zu Grunde liegende Irritabilität characterisirt werden könnten, so liesse sich vielleicht die Verschiedenheit beider, abgesehen von einem höheren oder geringeren Grade von Empfindlichkeit, durch die ungleiche Wirkungskraft der Wassertheilchen erklären und eine wirkliche principielle Uebereinstimmung wäre alsdann vorhanden.

In erster Linie kann man sich zu einer solchen Annahme durch die schon bei den Myxomyceten gewonnenen Erfahrungen veranlasst sehen. Die Analogien, welche sich auf anderen Gebieten der Pflanzenphysiologie vorfinden, bestärken uns ebenfalls in unserer Meinung. Wir verweisen dabei nur auf Müller's bekannte Beobachtungen über die Correlation des Lichtes und der Pflanzen und auf Wortmann's Bestimmungen des Einflusses der Wärmestrahlen auf wachsende Pflanzentheile¹⁾. Einen wesentlichen Stützpunkt für obige Annahme finden wir schliesslich in den Thatfachen, welche uns begegnen, wenn wir unsere Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserströmung auf andere Pflanzenformen ausdehnen. Die angestellten Versuche haben gezeigt, dass die Plasmodien in dieser Beziehung sicher Berührungspunkte mit anderen Repräsentanten des Pflanzenreiches besitzen.

Die Vermuthung lag nahe, dass die Reactionsfähigkeit des Protoplasmas, wenn dieselbe sich auch ausserhalb der Gruppe der Myxomyceten nachweisen lassen sollte, dies bei Pflanzen am deutlichsten hervortreten müsse, welche zu den Schimmelpilzen gehören oder denselben nicht allzu fern stehen. Als Untersuchungsmaterial wurden also zunächst den Schimmelpilzen angehörende Repräsentanten und zwar vorzugsweise solche ausgewählt, bei welchen die Mycelfäden eine hinlänglich rasche Entwicklung versprachen, um den vielen Störungen, welche hier besonders leicht eintreten können, vorzubeugen und möglichst klare und evidente Resultate zu garantiren. Die Art der Versuchsanstellung war dem Principe nach dieselbe wie bei den Myxomyceten; nur war in diesem Falle eine Flüssigkeit erforderlich, die den ausgesäten Sporen als Irritationsmittel zu dienen und denselben gleichzeitig hinreichende Nahrung darzubieten im Stande war. Sporen von *Phycomyces* und *Mucor* wurden demnach unter einem markirten Strich auf Filtrirpapierunter-

1) Müller, Flora 1876, p. 65, 88; Wortmann, Bot. Zeit. 1883, p. 459, 475.

lage ausgesät und einem durchlaufenden Strom der Nährflüssigkeit ausgesetzt. Die Sporen keimten bald und wuchsen rasch zu einem kräftigen Mycelium heran. Die Hyphen reagirten immer, aber anstatt gegen den Strom zu gehen, wuchsen sie stets mit demselben. Die vorliegenden Organe verhielten sich also gegenüber dem positiven Verhalten der Plasmodien, negativ.

Botrytis cinerea, welche Pilzform gleichfalls als Object benutzt wurde, gab Anfangs einander widersprechende Resultate, sie hat jedoch später, als die Versuche in einer veränderten Form fortgesetzt wurden, im Ganzen Resultate geliefert, welche überwiegend ein positives Reagiren dieser Pflanze anzeigen.

Die Schimmelpilze stehen also, was die Empfänglichkeit für die Strömungseinwirkung betrifft, auf gleicher Stufe mit den Plasmodien. Die Entwicklung einiger in der Strömungsrichtung des Wassers, die, wie wir oben sahen, stattfindet, hat nichts Auffallendes, da uns ein entsprechender Antagonismus auch bei dem sog. Hydrotropismus bereits bekannt ist und wir, was *Phycomyces* und *Mucor* betrifft, eine alte auf einem anderen Wege gewonnene Beobachtung dadurch bestätigt finden¹⁾. Jedenfalls ist diese Eigenthümlichkeit von besonderem Interesse und bietet eine für Vergleichenen bessere Grundlage.

In seiner Arbeit über die Ablenkung der Wurzeln von der normalen Wachstumsrichtung hat Sachs, wie bekannt, die grundlegende Auseinandersetzung der Relation der Wurzeln und feuchter Körper gegeben²⁾. Die Wurzeln sind auf irgend eine Weise dem Einfluss einer feuchten Fläche unterworfen und krümmen sich derselben entgegen; sie sind positiv hydrotropisch. In Erkenntniss dieser Eigenschaft der Wurzeln und mit Berücksichtigung der schon gewonnenen Erfahrungen liess sich erwarten, dass auch hier dieselbe Empfindlichkeit, welche wir bei den Plasmodien kennen gelernt und bei den Mycelien der Schimmelpilze wieder angetroffen hatten, nachzuweisen sei. Die Versuche, welche ich zu diesem Zwecke angestellt, bestätigen das Richtige einer solchen Voraussetzung und will ich weiter unten in kurzen Umrissen den Weg angeben, auf welchem man zu bestimmt beweisenden Resultaten in dieser Frage kommt.

Da es sich hier vor allen Dingen darum handelte, die bewussten Organe einer länger dauernden und ungestörten Flüssigkeitsströmung zu unterwerfen, wobei gleichzeitig den Versuchspflanzen Gelegenheit geboten wurde, sich normal zu entwickeln, wurde in erster Linie ein constant fortlaufender Wasserstrom hergestellt, indem eine Wanne mit der Wasserleitung in Verbindung gesetzt wurde. Durch verschiedene

1) Wortmann, Botan. Zeit. 1881, p. 368: Molisch, Botan. Centralbl. 1883, No. 36.

2) Sachs, Arb. d. bot. Inst. in Würzburg. I. 1874. p. 209.

Stellung des Wasserhahnes war man im Stande, die Schnelligkeit des Stromes, der bei jedem Versuche zur Anwendung kam, zu moderiren. Versuchsmaterial lieferten Keimlinge verschiedener Pflanzen, vorzugsweise aber junge Keimpflanzen von Mais und von unsern gewöhnlichen Getreidearten. Von den auf verschiedene Weise zum Keimen gebrachten Samen wurden nur solche Exemplare ausgewählt, welche in gutem Wachsthum begriffen waren und ausserdem eine oder mehrere gut ausgebildete und vollständig gerade gewachsene Wurzeln besaßen. Die ausgelesenen Exemplare wurden entweder auf sehr feine Insectennadeln aufgespiesst oder wurden, was am häufigsten geschah, zwischen mit Filtrirpapier inwendig überzogene Korkleisten eingeklemmt. Auf diese Weise wurde eine Anzahl von Keimlingen so neben einander gelegt, dass jeder genügenden Platz hatte, seine Wurzel oder sein Wurzelsystem zu entwickeln, ohne seine Nachbarn zu stören oder von denselben gestört zu werden. Hierauf wurden die so beschickten Korkleisten zwischen Glasscheiben eingeklemmt, deren Aufgabe es war, die Versuchsobjecte so festzustellen, dass die Wurzeln frei ins Wasser hingen. Um das Ganze zusammen zu halten und die Keimlinge genau in ihrer Lage zu befestigen, wurden um das Ganze feste Gummiringe herumgelegt. Beim Anheften mit Nadeln wurden diese an Korkscheiben, welche auf angemessene Weise an die Wände der Wanne angeheftet waren, festgesteckt. Uebrigens sind die Versuche nach verschiedenen Richtungen hin variirt worden. Die Versuchspflänzchen wurden indessen so tief in das die Wanne durchströmende Wasser, welches immer hinlänglich tief sein und eine einigermaassen bestimmte Strömungsschnelligkeit besitzen muss, gestellt, dass die Wurzeln ganz frei wachsen konnten und keinerlei äusseren Störungen ausgesetzt waren.

Das Resultat der so vorbereiteten Versuche mit Keimpflanzen von *Zea Mays* ergab sich bald, indem sämtliche Wurzeln bereits nach einer Zwischenzeit von einigen Stunden eine Krümmungsbewegung andeuteten, welche Krümmung stets in der Region der Wurzeln stattfand, wo die Zuwachszone lag. Nach ungefähr 20 Stunden (die Zeit variierte bei den einzelnen Individuen) hatten die gekrümmten Wurzelspitzen eine Biegung, die einem rechten Winkel entsprach, beschrieben und wuchsen nunmehr mit der Wasserfläche parallel und gegen den Strom, während sie bei Beginn des Versuches vertical in den Strom tauchten, also senkrecht zur Strömungsrichtung standen.

Werden diese Pflänzchen mit ihren rechtwinkelig gekrümmten Wurzeln jetzt so in das Wasser gestellt, dass ihre Wurzelspitzen nicht mehr gegen, sondern umgekehrt in der Richtung des Stromes stehen, so machen die äusseren Enden der Wurzeln während ihres weiteren Zuwachses bogenförmige Bewegungen nach der einen oder anderen Seite und stellen sich schliesslich wieder gerade gegen den Strom.

Dadurch erhalten die Wurzeln zwei einander diagonal gegenüber stehende Biegungen.

Placirt man Maiskeimlinge so im Wasserstrom, dass ihre Wurzeln parallel zum Niveau des Wassers liegen und die Wurzelspitzen dem einströmenden Wasser entgegen gerichtet sind, so wachsen die Wurzeln, vom Geotropismus gänzlich unberührt, in derselben Richtung fort, bis sie endlich infolge ihrer Länge mechanisch aus der eingeschlagenen Wachstumsrichtung abgelenkt werden. Liegen sie dagegen vom Anfang an parallel mit dem Wasserniveau, aber in der Strömungsrichtung, so suchen sie von der einen oder anderen Seite in die Lage gegen den Strom zu kommen; ganz so verhält es sich, wenn die Wurzeln in gleicher Stellung zur Wasserfläche von der Seite vom Strom getroffen werden.

Ebenso deutlich tritt dies Krümmungsphänomen bei Wurzeln höherer Ordnung derselben Versuchspflanze, welche in dieser Beziehung besonders empfindlich und ein dankbares Versuchsmaterial ist, auf.

Besonders evident ist dieselbe Erscheinung auch bei den Getreidearten, und unter ihnen vorzugsweise beim Roggen und Weizen. Die Stromstärke muss jedoch hier etwas herabgestimmt werden, da die Wurzeln dieser Pflanzen schwächer gebaut sind, die Irritation also leichter eliminirt und das Wurzelsystem mit dem Strom fortgezogen werden kann.

Unter Beobachtung gleicher Vorsichtsmassregeln kann man dieselben Versuche mit gleich glücklichem Resultat an Repräsentanten anderer Pflanzenfamilien wiederholen und in grösserem Massstabe durchführen, wobei stets die gleichen Resultate erlangt wurden, die sämmtlich darauf hinweisen, dass die Wurzeln sich gegen strömendes Wasser entwickeln und demselben gegenüber sozusagen positiv reizbar sind.

Wir haben also auch hier wieder Beispiele für unser Bewegungsphänomen, welches wir bei den Myxomyceten kennen gelernt haben. Die Wurzeln wenden sich mit einer gewissen Energie gegen, und zwar in gerader Linie zu der Strömungsrichtung des Wassers, eine Energie, welche jedoch nur unter der Bedingung richtende Kraft besitzt, wenn die Empfindlichkeit stark genug ist, um den Geotropismus aufzuheben.

Obgleich es sich bis jetzt nicht mit Bestimmtheit feststellen lässt, inwiefern diese Bewegungserscheinung innerhalb des Pflanzenreichs auf grössere Gültigkeit Anspruch machen kann, da die bisher angestellten Untersuchungen offenbar zu einer erschöpfenden Behandlung der Frage nicht ausreichen können, so beweisen doch die klargestellten Thatsachen wenigstens so viel, dass wir es hier mit einer bis jetzt noch nicht beobachteten Eigenschaft des Pflanzenorganismus zu thun haben, deren richtige Würdigung uns einen besseren Einblick in die wechselnde Art und Weise, auf welche die Pflanzen gegen Feuchtigkeit reagiren, gestatten und besonders unsere Auffassung von der Natur der

hydrotropischen Erscheinungen klar stellen wird. Ebenfalls ist es klar, dass diese Eigenschaft nicht unter dem Begriff des Hydrotropismus eingeordnet werden kann, da die charakteristischen Kennzeichen desselben sich mit denen der oben dargelegten Erscheinung nicht mehr decken. Will man das Wesentliche dieser Erscheinung besser hervorheben, so bezeichnet man diese Reizerscheinung der Pflanzen am besten mit dem Ausdruck Rheotropismus¹⁾.

Die Fortsetzung meiner Beobachtungen, die auf den in dieser vorläufigen Mittheilung angedeuteten Versuchen basirend, die Sache weiter verfolgen werden, wird die Berechtigung des Rheotropismus als eine selbstständige Erscheinung nachzuweisen und die Beziehungen desselben zu verwandten Erscheinungen näher zu beleuchten haben.

71. P. Magnus: Ueber eine besondere geographische Varietät der *Najas graminea* Del. und deren Auftreten in England.

Eingegangen am 11. Dezember 1883.

Von Herrn Arth. Bennett in London erhielt ich eine *Najas*, die bei Ashton bei Lancashire in England gesammelt war und sich zu meiner grossen Ueberraschung als *Najas graminea* Del. herausstellte. Der nördlichste und in Europa westlichste bisher bekannte Standort dieser Art sind die Gräben bei einigen Reisfeldern in der Lombardischen Ebene und dorthin ist sie nur durch Verschleppung mit den Reissamen aus den tropischen Reisländern eingewandert, wie einige mit ihr in Gesellschaft bei diesen Reisfeldern auftretende Arten, wie *Rotala filiformis* (Bellard) Hiern., *Fimbristylis squarrosa*, *Isoëtes Malinverniana* u. a. beweisen. Sonst ist *Najas graminea* nur in Nord- und Central-Afrika, Aegypten und dem wärmeren Asien verbreitet.

Auch in England wurde sie durch Herrn Ridley vom British Museum als *Najas graminea* Del. erkannt und berichtet Herr Charles Bailey in der diesjährigen September-Sitzung der British-Association über ihr Auftreten bei Ashton. Sie wurde durch Herrn James Lee in dem warmen Wasser eines Grabens gefunden, in den das warme Wasser aus der Dampfmaschine einer Baumwollenspinnerei abfließt.

Herr Bailey entwickelt l. c., dass sie wahrscheinlich mit der

1) von ῥέω = fließen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Jönsson Bengt

Artikel/Article: [Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile \(Rheotropismus\). 512-521](#)