

ser Erklärungen beigebracht in *Ribes sanguineum*, *Fumaria capreolata* var. *pallidiflora*, *Weigelia rosea*, *Polygala Chamaejasme* u. a. besonders an *Pulmonaria officinalis*. Bei letzterer besuchte die langrüsseligste der einzellebenden Bienen, *Anthophora pilipes*, welche der hauptsächlichste Kreuzungsvermittler der Pflanze war, fast ausschließlich rote oder im ersten Uebergang aus dem Rot ins Blau begriffene Blüten, nur einmal wurden von einer anscheinend an den Lungenkrautblumen noch unerfahrenen Biene anfangs auch die älteren blauen (ausbeuteleeren und bestäubten) besucht. Die flüchtigen unregelmäßigeren Besucher *Bombus hypnorum*, *B. hortorum* und *Osmia rufa* besuchten rote und blaue Blumen. — Während in den erwähnten Fällen die intensivere Verfärbung erst nach dem Verblühen und nach Aufhören der Nektarabsonderung vor sich geht, entfalten sich, wie F. Hildebrand bemerkt hat, bei der Liliacee *Eremurus spectabilis* die Perigonzipfel vor den Befruchtungsorganen. Erst nach dem Welken der Korolle kommen Nektarien, Staubgefäße und Stempel zur Entwicklung. Auch hier wird, wie H. Müller richtig hervorhebt¹⁾, ein auffälligerer Blütenstand durch die anfänglich vorhandenen Korollen und eine Ablenkung weniger einsichtiger Gäste bewirkt, nur mit dem Unterschied, dass die Aufmerksamkeit der letzteren hier auf die noch nicht, bei den genannten farbenwechselnden Blumen auf die nicht mehr ausbeutefähigen Blüten gelenkt wird.

Der Farbenwechsel der Blumen ist eine häufigere Erscheinung — wir erinnern nur noch an *Heliotropium mutabile*, *Myosotis versicolor* u. a. Boragineen — doch scheint er nicht überall eine biologische Bedeutung zu haben, sondern kann möglicherweise aus rein chemischen Ursachen erfolgen. So dürfte es z. B. bei *Echium vulgare* der Fall sein, wo nach H. Müller nur Knospen und ganz frisch sich öffnende, wie ich beobachtet habe zuweilen auch die kleineren weiblichen Blüten, rosa sind. Es dürfte daher in jedem einzelnen Falle eine ähnliche Feststellung thatsächlicher Bevorzugung der noch nicht nachgefärbten Blumen durch die hauptsächlichsten Kreuzungsvermittler geboten erscheinen, wie sie durch Delpino und die Gebrüder Müller gemacht worden ist, ehe man die biologische Bedeutung des Farbenwechsels mit Bestimmtheit behaupten kann.

F. Ludwig (Greiz).

Ueber zwei neue pflanzliche Bewegungsreize.

Literatur: Bengt Jönssen, Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzenteile. Ber. der deutsch. Bot. Gesellsch. 1883 Heft 10. S. 512—521. — E. Stahl, Zur Biologie der Myxomyceten. Bot.

1) H. Müller, Die biologische Bedeutung des eigentlichen Blühens von *Eremurus spectabilis*. Bot. Ztg. XL 1881 S. 278—281.

Zeitung 1884 Nr. 10—12. — W. Pfeffer, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1883. Heft 10. S. 525—533 und Sep.-Abdr. aus Untersuch. aus d. bot. Institut Tübingen Bd. I 1884. Heft 3. 120 S.

Die scheinbar willkürlichen Ortsbewegungen der Schleimpilze (Myxomyceten) haben fast gleichzeitig zwei Forscher, E. Stahl und Bengt Jönsson zu eingehenden Untersuchungen über deren Ursachen veranlasst.

Stahl fand, dass der als wesentlicher Faktor bei den Bewegungen dieser niedersten pflanzlichen Organismen betrachtete Geotropismus fast völlig ohne Einfluss ist, fand dagegen die von Schleicher im Laboratorium Strassburger's gemachte Entdeckung, dass das strömende Wasser die Bewegungen der Myxomyceten beeinflusst, bestätigt. Nach Schleicher „streben die Plasmodien dem Wasserstrom entgegen und es ist leicht, sie mit Hilfe desselben in jeder beliebigen Richtung fortschreiten zu lassen“. Stahl brachte das Plasmodium der „Lohblüte“, *Aethalium septicum*, mit Filtrierpapierstreifen, die er aus einem Wassergefäß in ein tieferstehendes führte, mit Zwirnsfäden, Leinwandstreifen, die von Wasser durchströmt wurden, in Verbindung und konnte so große Mengen reiner Plasmodien aus ihrem Substrat hervorlocken. Dieselben bewegten sich (bei Abschluss anderer gleich zu besprechender Einflüsse) stets der Strömung entgegen, mochte die Strombahn auf- oder absteigen oder horizontal verlaufen. Bei Umkehrung des Wasserstroms (durch Emporheben des tiefern Gefäßes) kehrte sich auch die Bewegungsrichtung der Plasmodien um. Stahl bezeichnet diese neue Bewegungsursache als „Rheotropismus“. War keine Strömung im Substrat vorhanden, so fand, so lange sich die Plasmodien nicht zur Fruktifikation anschickten, eine Lokomotion nach der feuchtern Stelle statt. Auch nicht berührende feuchte Gegenstände (Gelatinetropfen, feuchte Holz- und Papierstücke) richteten durch Vermittelung des Wasserdampfes die Bewegung nach sich hin, so dass Stahl beliebig sowohl eine vertikale Erhebung des Plasmodiums von einem Substrat zu einem andern, als auch die umgekehrte Bewegung hervorbringen konnte. Es ist also neben dem Rheotropismus noch der, auch bei den Organen höherer Pflanzen z. B. den Wurzeln derselben, bekannte positive „Hydrotropismus“ einer der Bewegungsfaktoren der Myxomycetenplasmodien. Es gilt dies aber nur für die Zeit des Entwicklungsganges bis zur Fruktifikation. Kurz vor derselben und während derselben erweisen sich die Plasmodien eben so sicher als negativ hydrotrop, sie entfernen sich von benetzten Stellen, weichen feuchten Fäden, Papierstreifen etc. (wenn diese darübergelegt werden, sogar beiderseitig) aus, klettern dagegen auf trockene, ihnen entgegengebrachte Gegenstände. Dies ist nicht befremdlich, da z. B. auch bei den Sporangien von *Mucor* die Senkrechthaltung durch Wegkrümmen von feuchten Flächen verursacht wird.

Als weitere bis dahin nicht beachtete Bewegungsursache erkannte Stahl chemische Reize. Die Beobachtung von Gestaltsveränderungen der Plasmodien bei Behandlung mit in Wasser gelösten Substanzen (von De Bary, Hofmeister, Kühne) legten ihm die Frage nahe, ob durch einseitige Berührung mit verschiedenen chemischen Substanzen Ortsveränderungen hervorgerufen werden könnten. Es ergab sich, dass Kochsalz und andere wasserentziehende Chemikalien, wie Salpeter, Rohrzucker, Traubenzucker etc., aber nicht minder auch solehe Reagentien, die Quellung der Plasmodien bewirken, wie kohlensaures Kali oder überhaupt alle schädlich auf das Plasmodium einwirkenden Substanzen, einen Rückzug desselben, mit oder ohne Absterben der zuerst betroffenen Stellen, bewirkten; Lohstückchen, Lohaufguss und andere Nährstoffe bewirkten dagegen bei *Aethalium septicum* eine lebhaft Anziehung der Plasmodien („Trophotropismus“). Es findet also ein Durchsuchen des Substrates nach brauchbaren und ein Umgehen von schädlichen Substanzen statt. Von bekannten Bewegungsreizen wurde noch Licht und Wärme untersucht. Die Translokation des Plasmodiums von beleuchteten nach beschatteten Stellen, welche zuerst Baranetzki beobachtete, wurde von Stahl gleichfalls bestätigt. Schließlich erwiesen sich ungleiche Erwärmung und Sauerstoffzufuhr von entschiedenem Einfluss, wenn auch Hydro-, Rheo- und Heliotropismus in erster Linie von Bedeutung sind. (Infolge des Thermotropismus trifft man im Herbst die Aethaliendauerzustände (Sclerotien) in tieferen Regionen oft mehrere Fuß tief unter der Lohe).

Jönssen kam durch z. T. ähnliche Versuche unabhängig von Stahl zu genau denselben Resultaten bezüglich des Rheotropismus und Hydrotropismus und hat den Rheotropismus als eine im Pflanzenreich mehrfach verbreitete Bewegungs- und Richtungsursache nachgewiesen. So reagieren die Pilzhyphen gleichfalls auf die Strömung, aber in verschiedener Weise (*Phycomyces* und *Mucor* negativ, *Botrytis cinerea* positiv rheotrop). Die bekanntlich positiv hydrotropen Wurzeln höherer Pflanzen sind auch positiv rheotrop. Die von Stahl bei den Myxomyceeten als Bewegungsursachen erkannten chemischen Reize sind wiederum fast gleichzeitig nach einer andern Seite untersucht worden von Pfeffer und haben diesen zu wichtigen Entdeckungen geführt. Den „Trophotropismus“ Stahl's, das Einschwärmen in konzentriertere Nährlösungen, hat Pfeffer für Bakterien u. a. Organismen bestätigt, für die Bewegungen von Wurzeln und Wurzelhaaren (beim Aufsuchen der Nahrung), für das Aufsuchen und Auffinden der Nährpflanzen durch Parasiten und für die Leitung des Pollenschlauches zur Eizelle hat er es wahrscheinlich gemacht, dass chemische Reize eine bedeutungsvolle Rolle spielen. Seine wichtigste Entdeckung bezieht sich aber auf die Bewegung der Spermatozoiden nach den weiblichen Sexualorganen hin. Dass die männlichen Sexualzellen der höheren Sporophyten direkt nach den weiblichen Organen gerichtete Bewegun-

gen ausführen, ist länger bekannt und konnte den Laien zu der Ansicht verleiten, dass die männlichen Schwärmzellen bewusste wollende Organismen seien. Pfeffer hat nun gezeigt, dass auch hier allein bestimmte chemische Reize die Bewegungen veranlassen. Bei allen untersuchten Farrenkräutern ist Apfelsäure das spezifische Anlockungsmittel für die Spermatozoiden, welches sich zur Befruchtungszeit in dem schleimerfüllten Halskanal der Archegonien findet. Bei ungleicher Konzentration der Apfelsäure wandern die Farnspermatozoiden der konzentrierteren Stelle zu und können durch einseitig zugeschmolzene Kapillarröhren gradezu angelockt und in größerer Menge eingefangen werden. Nächst der Apfelsäure, die allein in Wirklichkeit ins Spiel kommt, übte noch Maleinsäure einen (schwächeren) Reiz aus; andere Chemikalien können nach den zahlreichen Versuchen Pfeffer's nicht in betracht kommen. Bei *Selaginella* ist es gleichfalls die Apfelsäure, welche die Bewegungen der Spermatozoiden in das Archegonium bedingt, in das Farnarchegonium konnten die männlichen Sexualzellen dieser Pflanze nicht eindringen wegen des erwähnten Schleimes. Das spezifische Anlockungsmittel für die Spermatozoiden der Laubmoose ist Rohrzucker. Bei *Marsilia*, *Chara*, Lebermoosen müssen nach den vorliegenden Untersuchungen ebenfalls chemische Reize die lokomotorischen Richtungsbewegungen der männlichen Schwärmzellen bedingen, doch gelang es Pfeffer bisher noch nicht, die spezifischen Anlockungsmittel ausfindig zu machen. — Bei allen von Pfeffer beobachteten Reizerscheinungen ist für den Eintritt der Reaktion eine gewisse niedrigste Größe des veranlassenden Reizes nötig (die „Reizschwelle“ für die Einwirkung der Apfelsäure auf Farnspermatozoiden war z. B. 0,001 % Säurelösung, für Maleinsäure 0,03—0,04 %), andererseits ist ein Maximum der Konzentration gegeben, jenseits dessen anstatt der Anziehung eine neue Abstoßung der Spermatozoiden erfolgt. Abgesehen von diesen höheren Konzentrationen findet, wie Pfeffer durch zahlreiche Versuche nachgewiesen hat, bezüglich des Verhältnisses von Reiz und Reaktion eine ähnliche Beziehung statt, wie sie das Weber-Fechner'sche Gesetz in bezug auf Reiz und menschliche Empfindung angibt. [Die Reaktionen verhalten sich wie die Logarithmen der Reize, oder die Reaktionen nehmen zu wie die Glieder einer arithmetischen Reihe, während die zugehörigen Reize nach einer geometrischen Progression wachsen]. Das Weber-Fechner'sche Gesetz gilt, wie Pfeffer angedeutet, bei der Bewegung der Spermatozoiden, „abgesehen von höheren Konzentrationen der Apfelsäure, mit fast mathematischer Genauigkeit“. (Ein Einschwärmen der Spermatozoiden in die Kapillaren findet immer dann eben noch statt, wenn die Flüssigkeit in der Kapillare die 30fache Konzentration der Außenflüssigkeit hat, es steht also der Reizzuwachs, durch den eine eben merkliche Anziehung erreicht wird, immer in gleichem Verhältnis zu der Reizgröße, zu welcher er hinzu kommt).

Bei *Chlamydomonas pulvisculus* u. a., bei denen die beiderlei Gameten frei beweglich sind, fand Pfeffer chemische Reize ohne Einfluss.

Ludwig (Greiz).

Ueber das Abwerfen der Scheren des Flusskrebses.

Lange ist es bekannt, dass Krabben sich unter gewissen Verhältnissen beim Festhalten ihrer Scheren entledigen. Man glaubte, das Tier thue dieses, um der Gefangenschaft zu entfliehen. Nach Frédéricq¹⁾ ist diese Anschauung unrichtig. Das Abwerfen der Beine ist nicht vom Willen des Tieres abhängig, sondern beruhe auf einer Reflexbewegung. Ein Festhalten des Beines allein bewirke keineswegs das Abwerfen, sondern nur ein Reizen des Empfindungsnerven durch starkes Drücken, Durchschneiden des Gliedes, auf chemischem oder elektrischem Wege und endlich durch Anwendung von Wärme. Durch diesen Reiz werden gewisse Muskeln reflektorisch in Thätigkeit versetzt und rufen den Bruch des Beines hervor.

Obwohl Huxley²⁾ die Fähigkeit, die Scheren abzuwerfen, auch dem Flusskrebs zuschreibt, so konnte Frédéricq dieselbe an seinen Exemplaren nicht konstatieren.

Der Flusskrebs ist aber in der That im stande, die Scheren abzuwerfen, doch ebenso wie nach F. die Krabben nur infolge eines starken Reizes, nicht, wie H. sagt, infolge bloßen Festhaltens.

Früher beobachtete ich, dass Flusskrebse, welche ich zum Töten in heißes Wasser hielt, sich plötzlich der Scheren entledigten. Nach Erscheinen der Arbeit von F. versuchte ich dieses Experiment zu wiederholen, doch vergeblich. Es ist wohl eine bestimmte Temperatur des Wassers und eine bestimmte Stellung des Krebses nötig, welche ich bisher nicht wieder aufgefunden habe.

Die von F. bei Krabben und beim Hummer angewandten Methoden, das Tier durch Durchschneiden der Schere oder durch eine Flamme dahin zu bringen, bewährte sich bei meinen Versuchstieren aufs schönste. Man erhebt den Krebs, ihn mit 2 Fingern an einer Schere unterhalb des verdickten Scherengliedes fassend und schneidet letzteres mit einer starken Schere durch. Natürlich muss man die andere Schere vorher bebinden, um das Tier am Kneifen zu verhindern. Das Tier gerät nach dem Durchschneiden des verdickten Scherengliedes in Zuckungen, entledigt sich des verletzten Beines, welches man zwischen den Fingern behält, und fällt zu Boden. Auch

1) Sur l'autotomie ou mutilation par voie réflexe comme moyen de défense chez les animaux. Archives de zool. expérimentale. Ser. 2. T. 1. 1883. p. 413—26.

2) Der Krebs. Internationale wissenschaftliche Bibliothek. Bd. 48. 1881. S. 32.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Ludwig Friedrich

Artikel/Article: [Ueber zwei neue pflanzliche Bewegungsreize. 197-201](#)