

entwickeltes System von Rindenbündeln hat, während die Varietät *β stagnatilis* Koch, welche in stehendem Wasser wächst, derselben vollständig entbehrt.

Die in den stagnirenden Gewässern der Nilüberschwemmungen entwickelte var. *Delilei* hat daselbst schon eine grosse Constanz, wie die in einem Zeitraume von etwa 100 Jahren von Delile, Ehrenberg und Schweinfurth aus Unteregyp ten gesammelten Exemplare auf's Unzweideutigste bezeugen. Auch ihr unverändertes Auftreten in England und den Oasen zeigt ihre Constanz und unmittelbare Unabhängigkeit vom Standorte an, wiewohl ihre Bildung wahrscheinlich durch dieselben veranlasst wurde.

72. W. Pfeffer: Locomotorische Richtungs- bewegungen durch chemische Reize.

Eingegangen am 17. Dezember 1883.

Unter den zu freier Ortsbewegung befähigten Organismen führen bekanntlich Schwärmsporen u. s. w. phototaktische Bewegungen aus und die Folge einer einseitig überwiegenden Reizwirkung ist es auch, dass Spaltpilze sich nach dem sauerstoffreichen Wasser hin bewegen. In Folgendem sollen nun weitere chemische Reizwirkungen mitgeteilt werden, welche dazu dienen locomotorische Organismen an die zu ihrem Wirken und ihrem Fortkommen geeigneten Stätten zu führen.

Für die Samenfäden der Farne ist Aepfelsäure das spezifische Reizmittel, welches diese Organismen in die geöffneten Archegonien lockt. Ebenso werden bei ungleicher Vertheilung dieses Stoffes im Wasser die Samenfäden von *Selaginella* derart gereizt, dass sie nach der concentrirten Aepfelsäure hinsteuern. In gleichem Sinne ist Rohrzucker das spezifische Reizmittel der Spermatozoen der Laubmoose. Dagegen gelang es nicht die offenbar zu den wenig verbreiteten Pflanzenstoffen gehörigen Körper zu ermitteln, vermöge welcher der entleerte Inhalt des Halskanals des Archegoniums von *Marsilia*, Lebermoosen und *Chara* anziehende Reizwirkung auf die Samenfäden der bezügliehen Pflanze ausübt.

Nicht ein einzelner Körper, sondern jeder gute Nährstoff ist, bei ungleicher Vertheilung in der Lösung, ein Reizmittel der schwärmenden Spaltpilze, welche, zwischen einem Mehr und Weniger der Nahrung unterscheidend, zu der reichlicheren, resp. der besseren Nahrung hinvandern. Ferner habe ich Lösung von Fleischextrakt als Lockmittel

für die Schwärmsporen von *Saprolegnia* und für *Trepomonas agilis*, einen Organismus der Flagellaten, kennen gelernt.

Es handelt sich in diesen Fällen übereinstimmend um chemische Reize, durch welche, bei ungleicher Vertheilung des auslösenden Agens, der frei bewegliche Organismus veranlasst wird, mit der ihm ohnehin zu Gebote stehenden Bewegungsthätigkeit, nach dem concentrirten Medium, also entgegen der Diffusionsrichtung sich zu bewegen.

Bei der Operation mit Flüssigkeiten wurde ein wenig von diesen in enge, einseitig zugeschmolzene Glascapillaren gefüllt und diese zu den zu prüfenden Objekten geschoben. Bringt man eine so beschickte Glascapillare, deren Inhaltsflüssigkeit 0,01 bis 0,1 pCt. Apfelsäure, an irgend eine Basis gebunden, enthält, zu herumschwärmenden Samenfäden von Farnen, so ändern die dem Capillarmunde nahen sofort ihre Bewegungsrichtung und eilen nach der Oeffnung der Capillare, in welche sie direkt oder nach einigem Herumschiessen vor derselben eindringen. Bald ist durch Diffusion der Capillarflüssigkeit die Anziehungssphäre erweitert und indem fortwährend Samenfäden herbeigelockt werden, können im Laufe einer Minute mehr als hundert dieser in der Capillare vereint sein, in welcher sich mit der Zeit förmliche Pfropfen von Samenfäden ansammeln.

Bei Verwendung verdünnter Lösung von Aepfelsäure ist die Anziehung auf die Samenfäden schwächer, eben merklich aber ist sie noch, wenn die Capillarflüssigkeit 0,001 pCt. Aepfelsäure enthält; mit dieser Concentration ist für die Spermatozoen der meisten der untersuchten Arten von Farnkräutern (*Adiantum cuneatum*, *Blechnum fraxineum*, *Pteris serrulata*) die Reizschwelle erreicht. Bei dieser verringerten Reizwirkung ist die Anziehung natürlich schwach und häufiger als bei stärkerem Reize enteilen die Samenfäden wieder der Diffussionssphäre der Aepfelsäure und aus der Capillare, in welchen deshalb nur eine geringe Zahl von Spermatozoen sich ansammelt.

Eine wie winzige Menge von Aepfelsäure nöthig ist, mag daraus erhellen, dass in einem concreten Falle die in der Capillare befindliche, 0,001 procentige Lösung insgesamt nur den 36 millionsten Theil eines Milligramms an Aepfelsäure enthielt, von der doch nur ein kleiner Bruchtheil direkt in Contact mit einem Samenfaden kam. Dennoch ist diese geringe Menge nicht verschwindend gering gegenüber dem winzigen Samenfaden, dessen Gewicht weniger als den viermillionsten Theil eines Milligramms ausmacht und solches relatives Maass muss natürlich in diesem, wie in jedem anderen Falle angelegt worden.

In verdünnten Lösungen ist die Reizwirkung der Aepfelsäure gleich der ihrer Salze; mit höherer Concentration tritt aber ein Unterschied deshalb ein, weil die stärker saure, ebenso aber auch die alkalische Beschaffenheit der Flüssigkeit eine abstossende Reizwirkung auf die Samenfäden der Farne ausübt. Diese abstossende Wirkung ist eine

allgemeine Eigenschaft freier Säuren und kommt z. B. dann auch zur Geltung, wenn die Capillarflüssigkeit 0,01 pCt. Aepfelsäure und 0,2 pCt. Citronensäure enthält. Von der Aepfelsäure angelockt steuern die Samenfäden reichlich nach der Capillare, prallen aber nahe an der Mündung zumeist zurück, während sie reichlichst in eine Capillare schwärmen, welche 0,01 procentige Aepfelsäure, ohne den Zusatz von Citronensäure enthält.

Eine abstossende Wirkung übt ferner hohe Concentration, auch indifferenten Stoffe, vermöge der osmotischen Leistung aus. Deshalb schrecken z. B. die meisten der Samenfäden zurück, welche gegen eine Capillare steuern, deren Inhalt, neben 0,01 pCt. Aepfelsäure (als Natronsalz), 10 pCt. Kalisalpeter aufzuweisen hat. Die äpfelsauren Salze üben ausserdem in höherer Concentration eine spezifisch abweisende Reizwirkung aus, die sich schon recht merklich macht, wenn (als neutrales Natronsalz) 5 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit enthalten sind.

Dagegen wirken dickflüssige, aber in geringem Grade osmotisch leistungsfähige Schleime nicht abstossend auf die Samenfäden der Farne, welche demgemäss in den mit Aepfelsäure versetzten Traganthschleim eindringen, wenn sie sich auch nur mit sehr verlangsamter Bewegung fortzuarbeiten vermögen. Ebenso gelang es den Samenfäden der Farne sich in eine mit Zusatz von etwas Aepfelsäure bereitete, 0,7 procentige, nach dem Erkalten sehr weiche Gelatine einzubohren, während sie solches vergeblich versuchten, wenn die Gelatine etwas consistenter war.

Bei solchem Hineinarbeiten in Traganthschleim und Gelatine bewahren die Samenfäden gewöhnlich ihre Körperform, während sie sich zu steileren Spiralen strecken, wenn sie gezwungen sind, durch enge Spalten sich durchzuarbeiten. Auch zieht sich der Samenfaden wohl zu steilerer Schraube aus, wenn die am hinteren Ende mitgeschleppte Blase festklebt und das Vorwärtstreben des Samenfadens als mechanischer Zug auf die hinteren Windungen des Körpers wirkt.

So weit die Concentration der Aepfelsäure nicht störend eingreift, ist das für die Beziehung zwischen Reizgrösse und den in uns erweckten Empfindungen ermittelte sog. Weber'sche oder Psychophysische Gesetz auch der Ausdruck für das Verhältniss von Reiz und Reaction der Samenfäden der Farne. Demgemäss muss zur Erzielung eben merklicher Empfindung der Zuwachs des Reizes stets in demselben Verhältniss stehen zu der Reizgrösse, zu welcher er hinzukommt und dieser Forderung entsprechend fielen in der That die empirischen Erfahrungen aus. Diese wurden gewonnen, indem die Spermatozoen, statt in Wasser, in eine Lösung mit bekanntem Gehalt an Aepfelsäure gebracht und dann bestimmt wurde, welcher Gehalt an Aepfelsäure¹⁾ in der Capillar-

1) Die Apfelsäure kam in meinen Versuchen, wenn nicht anders bemerkt, immer als neutrales Natronsalz zur Verwendung.

flüssigkeit nöthig war, um eine eben merkliche Reaction zu erzielen. Diese immer gleiche Grösse, die Unterschiedsschwelle des Reizes war erreicht, wenn die Capillarflüssigkeit ungefähr 30 mal concentrirter war, als die Aussenflüssigkeit, gleichviel ob diese 0,0005 oder bis 0,05 pCt. Apfelsäure enthielt.

Aus diesen empirischen Grundlagen ergeben sich dann auch weitere Formulierungen und Folgerungen, die insbesondere von Fechner durchgeführt wurden¹). Ohne hierauf an dieser Stelle näher einzugehen, soll doch dessen gedacht werden, dass, während der Reiz (hier der Concentration des Aepfelsäure) in geometrischer Progression zunimmt, die Reaction der Samenfäden (die Empfindung) nur in arithmetischer Progression wächst. Da die gleiche Beziehung zwischen den Grundzahlen und den zu ihnen gehörigen Logarithmen besteht, so lässt sich das Weber'sche Gesetz auch dahin formuliren: die Reaction (Empfindung) ist gleich dem Logarithmus des Reizes.

Aus den eben angezogenen Beziehungen ersieht man sogleich, wie mit steigendem Reize die Reaction (Empfindung) langsamer und langsamer zunimmt. Uebrigens lehrt auch die directe empirische Erfahrung, dass zur Erreichung der Reizschwelle die Concentration der Capillarflüssigkeit absolut um so mehr gesteigert werden muss, je reicher die Aussenflüssigkeit an Aepfelsäure ist. Denn enthielt letztere 0,0005 pCt. Aepfelsäure, so trat eben merkliche Reaction ein, sobald sich 0,015 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit befanden und zu gleicher Reaction bedurfte es eines Gehaltes von 1,5 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit, wenn die Aussenflüssigkeit 0,05 pCt. Aepfelsäure enthielt.

In homogener Lösung von Aepfelsäure (nicht aber in Lösung indifferenten Stoffe) werden die Samenfäden der Farne also absolut unempfindlicher gegen die durch einseitigen Angriff der Aepfelsäure erzielte Reizwirkung und aus dieser mit dem Aepfelsäuregehalt steigenden und fallenden Stimmungsänderung ergibt sich, dass die Aepfelsäure auch in gleichförmiger Vertheilung einen Reiz auf die Samenfäden ausübt. Hierbei kommt eine Richtungsbewegung, die eben vom einseitigen Angriff der Aepfelsäure abhängt, nicht zu Wege und die verdünnte, homogene Aepfelsäurelösung hat auch keinen Einfluss auf Lebensdauer und Bewegungsthätigkeit der Samenfäden.

Die Unterschiedsempfindlichkeit der Samenfäden der Laubmoose gegenüber ihrem specifischen Reizmittel, dem Rohrzucker, und der Spaltpilze gegenüber anlockenden Nährlösungen dürfte sich gleichfalls den im Weber'schen Gesetz ausgedrückten Beziehungen anschliessen. Wie weit solches für andere Reizwirkungen gilt, lässt sich aus der Literatur nicht entnehmen, doch habe ich einigen Grund zu glauben,

1) Elemente der Psychophysik 1860 und Revision der Hauptpunkte der Psychophysik 1882.

dass u. A. in heliotropischen, phototactischen, geotropischen Bewegungen das im Weber'schen Gesetz ausgesprochene Verhältniss zwischen Reiz und Reaction zutrifft, natürlich nur in so weit, als eine störend eingreifende Reizgrösse nicht erreicht ist.

Da das Weber'sche Gesetz also nicht allein für die Beziehungen zwischen Reiz und den in uns erweckten Empfindungen gilt, so sind die an Samenfäden gewonnenen Erfahrungen zugleich eine Stütze der physiologischen gegenüber der psychophysischen Ansicht. Letztere, von Fechner¹⁾ vertreten, sieht in dem Weber'schen Gesetz ein Grundgesetz allgemeiner Gültigkeit für die Beziehungen zwischen Nervenprocess und Seele, das, soweit es die psychischen Funktionen betrifft, der physiologischen Forschung entzogen ist, während nach der von G. E. Müller²⁾ vertretenen physiologischen Ansicht das Weber'sche Gesetz ein Erfahrungssatz ist, dessen physiologische Ursachen in den Eigenschaften der in der Reizbewegung beteiligten Organe begründet ist.

An dieser Stelle verzichte ich darauf, den methodischen Gang der Untersuchung darzulegen, welcher mich die Aepfelsäure als specifisches Reizmittel der Samenfäden der Farne erkennen liess. Erwähnen will ich nur, dass kein anderer der verbreiteten Pflanzenstoffe als anlockender Reiz auf diese Samenfäden wirkte, die sich auch indifferent gegen alle weniger verbreitete Pflanzenstoffe verhielten, welche zur Prüfung kamen. Ueberhaupt fand ich nur in der Maleinsäure einen die Samenfäden analog wie die Aepfelsäure, aber schwächer reizenden Körper, während sich diese Organismen indifferent verhielten gegen die neben Maleinsäure bei der trockenen Destillation der Aepfelsäure entstehende Fumarsäure und gegen Asparagin, das Amid der Aepfelsäure.

Da die Samenfäden der Farne auch gegen verletzte Zellen, Gewebeschnitte u. s. w. hinwandern, sofern Aepfelsäure austritt, so kann man jene als physiologisches Reagens auf diesen Körper anwenden. In der That gelang es mir, so die im Pflanzenreich vertheilte Aepfelsäure in jeder geprüften Pflanze nachzuweisen und zu constatiren, dass sie sich sowohl in den Zellen des Urmeristems als auch der Dauerewebe findet.

Auch eine annähernd quantitative Bestimmung der Aepfelsäure ist möglich, indem man ermittelt, welche Concentration eine Aepfelsäurelösung haben muss, damit die anziehende Wirkung eingelegter Pflanzenschnitte auf Samenfäden bis auf eine eben merkliche Grösse herabgedrückt wird, denn dieses trifft zu, sofern in der Aussenflüssigkeit 30 mal weniger Aepfelsäure enthalten ist, als in den verletzten Zellen. Auf diesem Wege ermittelte ich, dass der Aepfelsäuregehalt in der aus dem

1) l. c.

2) Zur Grundlegung der Psychophysik 1878.

Halskanal des Archegonimus an *Adiantum capillus veneris* entleert werdenden Masse ungefähr 0,3 pCt. beträgt.

Die Aepfelsäure haben wir nun auch als das Reizmittel anzusprechen, welches das Anlocken und das Einschwärmen der Samenfäden der Farne in das Archegonium dieser Pflanzen veranlasst, ein Vorgang, der sich in der von Strasburger¹⁾ beschriebenen Weise abspielt. Die Aepfelsäure ist in dem entleerten Schleime enthalten, welcher selbst nicht anziehend wirkt, aber nützt, indem er das Wegspülen der Aepfelsäure durch Wasserströme erschwert und indem er die Bewegungen der Samenfäden verlangsamt, wodurch erreicht wird, dass diese präziser einschwärmen als stürmisch heraneilende, welche durch das Anprallen an den engen Hals des Archegoniums leicht von ihrer Bahn abgelenkt werden. Auch das Eindringen der Samenfäden in die Eizelle dürfte durch Ausgabe von Aepfelsäure aus dem Empfängnissfleck veranlasst werden; jedenfalls dringen in diesen die Samenfäden in analoger Weise ein, wie in weiche Gelatine, die unter Zusatz von etwas Aepfelsäure bereitet wurde.

Da das spezifische Reizmittel dasselbe für alle Farne ist (ebenso ist es bei den Laubmoosen), ist durch jenes der Fremdbefruchtung nicht vorgebeugt, und in der That dringen, wenigstens bis an die Eizelle, auch Samenfäden anderer Arten in das Archegonium eines Farnkrautes. Dagegen gelangen in dieses die von Aepfelsäure gleichfalls angelockten Samenfäden von *Selaginella* nicht, weil sie den mechanischen Widerstand des Schleimes nicht zu überwinden vermögen. Uebrigens sind die Samenfäden von *Selaginella erythropus* gegen Aepfelsäure ebenso empfindlich wie die der Farne.

Die Aepfelsäure ist aber nicht das spezifische Reizmittel der Samenfäden aller Gefässkryptogamen, denn unempfindlich gegen jenes Agens sind die Samenfäden von *Marsilia*. Diese werden durch die aus dem Archegonium von *Marsilia*, nicht aber durch die aus dem Archegonium der Farne entleerte Masse angelockt, den wirksamen, löslichen Körper aber, welcher zu den wenig verarbeiteten Pflanzenstoffen gehören muss, habe ich nicht aufgedeckt.

Wie immer dient das spezifische Reizmittel nur dazu, die ohnehin in die Nähe des Archegoniums kommenden Samenfäden anzulocken, und bei *Marsilia* ist durch die weiche Gallerthülle der Makrospore dafür gesorgt, dass beim Oeffnen des Archegoniums, nicht fern von diesem, Samenfäden sich befinden. Diese Gallerthülle übt übrigens keine direkte Anziehung auf die Samenfäden, welche sich nur deshalb in derselben häufen, weil die zufällig anstossenden festgehalten werden. Aus gleichem Grunde sammelt sich u. a. auch *Pandorina morum* als grüner Saum in dem aus einem Quittensamen hervorquellenden Schleime.

1) Jahrbücher f. wiss. Bot. 1869—70, Bd. 7, p. 390.

Für die Laubmoose ist das spezifische Reizmittel Rohrzucker und zwar dürfte es dieser für alle echten Laubmoose sein, da ausser der specieller untersuchten *Funaria* auch die Samenfäden einiger anderen Arten ein gleiches Resultat ergaben. Diese Samenfäden sind ebenfalls gegen ihr spezifisches Reizmittel sehr empfindlich, denn auch für sie genügt eine 0,001 procentige Lösung, um eine eben merkliche Anziehung zu bewirken. Ausser Rohrzucker übte kein anderer der geprüften Stoffe eine anziehende Reizwirkung auf die Samenfäden von *Funaria* aus.

Die Samenfäden der Lebermoose (es wurden die von *Marchantia* und *Radula complanata* benutzt) verhielten sich gegen jeden geprüften Körper indifferent, doch werden sie, wie durch Strasburger¹⁾ für *Marchantia polymorpha* bekannt, durch den aus dem Archegonium dieser Pflanze entleerten Inhalt angezogen. Das noch festzustellende spezifische Reizmittel fehlt bei Laubmoosen und Farnen in dem Archegonium, da nach dessen Oeffnen die Samenfäden von *Marchantia* indifferent, wie zuvor, vorbeisteuern.

Analog wie bei *Marsilia* und *Marchantia* liegt die Sache bei *Chara*²⁾, auf deren Samenfäden der aus der Eiknospe dieser Pflanze ausgeschiedene Stoff übrigens eine relativ nur geringe anziehende Reizwirkung ausübt.

Dagegen üben die Gameten von *Chlamidomonas pulvisculus* und *Ulothrix zonata* keine Fernwirkung aufeinander und bei diesen das Wasser schnell durcheilenden Organismen muss es ja auch unwahrscheinlich dünken, dass ein in das Wasser ausgeschiedenes lösliches Reizmittel die Sexualzellen vortheilhaft zu einander zuführen vermag.

In denjenigen Fällen hingegen, in welchen es sich darum handelt, bewegliche männliche Sexualzellen zu der ruhenden Eizelle zu führen, dürften zur Anlockung jener chemische Reizmittel allgemein oder wenigstens sehr gewöhnlich dienen. Ist auch bisher auf diesen Punkt kaum Rücksicht genommen, so sind doch beiläufige Beobachtungen gemacht, welche auf solche Reizwirkungen entschieden deuten. Ich verweise u. a. auf *Fucus*, dessen Eizelle nach Thuret³⁾ sehr energisch die Samenfäden dieser Pflanze anlockt. Auch die Beobachtungen Pringsheim's⁴⁾ an *Vaucheria* und die Cohn's⁵⁾ an *Sphaeroplea* deuten entschieden auf solche Anlockung der Samenfäden hin. Eine solche Anlockung übt auch nach Berthold⁶⁾ die Eizelle von *Ectocarpus siliculosus*, nach Reinke⁷⁾ und Falkenberg⁸⁾ die von *Cutleria*

1) Jahrb. f. wiss. Bot. 1869—70, Bd. 7, p. 418.

2) Vgl. de Bary, Monatsb. d. Berl. Akad. 1871, p. 233.

3) Annal. d. scienc. naturell. 1854, IV ser., Bd. 2, p. 210.

4) Befruchtung und Keimung der Algen 1855, p. 8.

5) Annal. d. scienc. naturell. 1856, IV ser., Bd. 5, p. 202.

6) Mitth. d. zool. Station zu Neapel 1881, Bd. 2, p. 405.

7) Nova Acta d. Leopold. Akad. 1878, Bd. XI, p. 67.

8) Mitth. d. zool. Station zu Neapel, Bd I, p. 426.

auf die bezüglichlichen Samenfäden aus. Entsprechende anziehende Reizwirkungen aus dem Thierreiche sind mir nicht bekannt, doch fehlen sie auch sicherlich in diesem nicht.

Für die Spaltpilze hat ihre Empfindlichkeit gegen ungleiche Vertheilung der Nährstoffe, den Zweck, die schwärmenden Organismen nach der reichlicheren, resp. besseren Nahrung zu führen, und dem entsprechend veranlassen alle besseren organischen Nährstoffe unter den besagten Bedingungen eine einseitige Richtungsbewegung.

Näher untersucht wurden *Bacterium termo*, das gewöhnliche Fäulnisbakterium, und *Spirillum undula*¹⁾, die beide sogleich in reichstem Maasse in eine Capillare einschwärmen, die z. B. einprocentige Lösung von Fleischextrakt oder von Asparagin enthält. Dieses trifft übrigens nur zu, wenn die Aussenflüssigkeit nicht zu reich an einem Nährmaterial ist, denn die Unterschiedsempfindung dieser Organismen stimmt jedenfalls im wesentlichen zu dem früher besprochenen Weber'schen Gesetze.

Des unvermeidlichen Vorhandenseins einer kleinen Menge von Nährmaterial in der Aussenflüssigkeit und noch anderer Umstände halber, ist es schwer, die Reizschwelle dieser Spaltpilze näher zu bestimmen, auf die aber auch schon eine minimale Menge der besten Nährstoffe bei einseitigem Angriff als Richtungsreiz wirkt. Doch sind in dieser Hinsicht die Bakterien nach Engelmann's Beobachtungen empfindlicher gegen Sauerstoff, und auch die absolute Empfindlichkeit der Samenfäden gegen ihre spezifischen Reizmittel wird im Allgemeinen nicht erreicht. Das Wandern der Spaltpilze nach dem sauerstoffreicheren Medium hin, hat auch Einfluss auf die Art der Anhäufung derselben in der Capillare, worauf indess an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll.

Gegen höhere Concentration ist *Spirillum* ungleich empfindlicher als *Bacterium termo*, denn jenes wird schon abgestossen wenn 1procentiger Fleischextractlösung 2 pCt. Kalisalpeter zugesetzt sind, während nach Zusatz von 25 Procent Salpeter *Bacterium termo* noch reichlich in die Glascapillare einschwärmt. Mit dieser Empfindlichkeit hängt auch das Verhalten gegen Fleischstückchen zusammen, welche unter Deckglas zu diesen Organismen gebracht sind. Beide eilen sogleich nach dem anlockenden Bissen, während aber *Bacterium termo* bis an denselben dringt, macht *Spirillum* in einiger Entfernung von den Fleischstückchen Halt, weil sich um diese eine Lösung genügender Concentration bildete, um abstossend auf *Spirillum* zu wirken. Allmählich rückt dann auch *Spirillum* bis an das Fleisch vor, und dieses geschieht

1) Nach Abbildung und Beschreibung bei Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1872, Bd. I, Heft 2, p. 142.

2) Pflüger's Archiv f. Physiologie 1881, Bd. 26, p. 541; Bot. Zeit. 1883, p. 4.

sogleich, wenn man zuvor die Stückchen genügend mit Wasser abwäscht¹⁾.

Mit dieser abstossenden Reizwirkung hängt es auch zusammen, dass schlechtere Nährstoffe überhaupt *Spirillum* nicht anlocken, weil diese Reizwirkung erst bei höherer Concentration beginnen würde, die schon überwiegend abstossende Wirkung erzielt.

Genau parallel geht übrigens die anlockende Reizwirkung nicht mit dem Nährwerth eines Stoffes. Denn während Pepton mit Zucker (und anorganischen Stoffen) ein besseres Nährmaterial für *Bacterium termo* ist als Asparagin²⁾, lockt letzteres diesen Spaltpilz energischer in eine Capillare. Durch Asparagin wird aber auch im höheren Grade die Bewegung schwimmender Spaltpilze beschleunigt, und je ansehnlicher diese Beschleunigung, um so intensiver scheint, nach den bisherigen Erfahrungen, die anlockende Reizwirkung eines Stoffes zu sein. Indess muss die Bewegungsbeschleunigung, welche auch in homogener Lösung durch Nahrungszufuhr bewirkt wird, von der richtenden Reizwirkung bei einseitigem Angriff getrennt gehalten werden. Denn diese tritt noch ein, wenn die Bacterien bereits durch genügenden Nahrungsvorrath die maximale Bewegungsschnelligkeit erreichten, und die Bacterien schwärmen auch in Capillaren noch dann, wenn die Bewegungsthätigkeit der eintretenden Organismen durch die Beschaffenheit der Capillarflüssigkeit herabgedrückt wird.

Analog wie bei Samenfäden erzielt der einseitige Angriff des auslösenden Agens eine bestimmte Achsenrichtung der Bacterien und bewirkt zugleich in diesen hin- und hergehenden Organismen, dass die nach dem Reizmittel hinzielenden Bewegungsphasen relativ gefördert werden.

Sicherlich werden noch in vielen Fällen Organismen durch chemische Reize an den ihnen Nahrung bietenden Ort geführt. Das ist u. A. der Fall bei den Schwärmsporen von *Saprolegnia*, auf die Fleischextract einen Richtungsreiz ausübt und die deshalb auch nach den in dem Wasser befindlichen Fliegen steuern. Voraussichtlich werden durch spezifische Reizmittel öfters die Schwärmer von Parasiten zu ihren Nährpflanzen gelockt, und das mag wohl u. A. zutreffen für die Parasiten der *Saprolegnien*, welche sich nach A. Fischer³⁾ nur an ihre spezifischen Nährpflanzen festsetzen.

Durch chemische Reize werden aber auch bei den nicht zu freier Ortsbewegung befähigten Pflanzen Krümmungsbewegungen veranlasst,

1) Hinsichtlich der von Ehrenberg u. a. beobachteten Anhäufung von Spaltpilzen um Bissen ist nicht zu sagen, ob ein Zusammenwandern oder eine Vermehrung an Ort und Stelle die Ursache der Ansammlung wurde.

2) Nägeli, Ernährung der niederen Pilze in Sitzungsber. der Bayrischen Akad. 1879, p. 287.

3) Jahrb. f. wiss. Bot. 1883, Bd. 13, p. 303.

von denen die bei einer Anzahl fleischverdauenden Pflanzen vorkommenden bekannt sind. Ohne Zweifel ist auch in manchen Fällen der einseitige Angriff eines chemischen Agens die äussere Ursache für zweckentsprechende Krümmungsbewegung. Solches dürfte wohl der Fall sein bei der Ablenkung der Antheridien bildenden Nebenäste nach dem Oogonium von *Saprolegnia*¹⁾ und der Krümmung der Keimschläuche von *Isaria farinosa* nach der Spore von *Melanospora parasitica*²⁾, sowie in andern Fällen, die bisher einer Untersuchung in dieser Richtung nicht unterzogen wurden.

73. A. Zimmermann: Molecular-physicalische Untersuchungen (I).

Eingegangen am 23. Dezember 1883.

1. Ueber den Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung.

Um die verschiedenen Erscheinungen, die man an pflanzlichen und thierischen Membranen mit Hülfe des Polarisationsmikroskopes beobachten kann, zu erklären, wurde bekanntlich von Naegeli³⁾ die Theorie aufgestellt, dass diese organischen Gebilde aus Molecülcomplexen, sog. Micellen, aufgebaut seien, die ebenso wie nicht reguläre Krystalle doppelbrechend wirken. Diese Theorie, die durch viele Thatsachen wahrscheinlich gemacht war, wurde bis vor Kurzem fast allgemein anerkannt. Nur wenige Anhänger hatte dagegen die zuerst von Schulze⁴⁾ aufgestellte Theorie, die alle Erscheinungen im polarisirten Lichte auf moleculare Spannungen, wie man sie an erhitzten oder gezogenen Glasfäden, Gelatinestreifen oder dergl. beobachtet, zurückzuführen sucht. Nur N. I. C. Müller⁵⁾ ist bereits 1875 entschieden für dieselbe eingetreten, in

1) De Bary, Beiträge zur Physiologie und Morphol. d. Pilze 1881, IV. Reihe, p. 85 und 90.

2) Kihlmann, Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten 1883, p. 12 (Separatabzug aus Acta Soc. Scient. Fenn. Bd. XIII).

3) cf. Naegeli und Schwendener, das Mikroskop. 2 Aufl., p. 354 ff.

4) Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1861, p. 204.

5) Botan. Untersuchungen I. p. 134.

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): Pfeffer Wilhelm [Friedrich Philipp]

Artikel/Article: [Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. 524-533](#)