Band LXIII. No. 6/7. XVI. Jahrgang.
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel. in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 32|33.	Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.	1895.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen. Die Redaction.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.*)

Ueber das Mineralstoffbedürfniss von Pflanzenzellen.

Von

O. Loew

in Tokio.

Die Frage nach den physiologischen Functionen der Mineralsalze ist ohne Zweifel eine hochinteressante. Hat jedes metallische Element in den Zellen nur eine einzige oder hat es mehrere Functionen? Sind diese lediglich rein chemischer Art oder nehmen jene Elemente als Proteinverbindungen auch noch innigeren Antheil im lebendigen Getriebe der Protoplasten? Warum sind im letzteren Falle die Elemente nicht durch nahe verwandte ersetzbar? Solche Fragen werden ohne Zweifel die Forscher noch lange beschäftigen. Ich habe diesen Fragen auch einige Aufmerksamkeit gewidmet und

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

besonders hat mich die Rolle der Calcium- und Magnesiumsalze in chlorophyllführenden Pflanzen interessirt. In einer hierüber erfolgten Mittheilung habe ich auch die Bedeutungslosigkeit des Kalkes für Pilze besonders im Gegensatz zur Wichtigkeit derselben für grüne Gewächse betont.[1]) In neuerer Zeit haben H. Molisch[2]) und W. Benecke[3]) dasselbe hervorgehoben und da hierbei auch ein früherer Versuch von mir erwähnt wurde, welcher mit meiner späteren Ansicht im Widerspruch zu stehen schien, mögen einige Bemerkungen hierüber hier Platz finden.

Die Thatsache, dass neutrale oxalsaure Salze eine energische Giftwirkung auf Zellen der chlorophyllführenden Pflanzen ausüben, wobei Zellkern und Chlorophyllkörper weit früher als das Cytoplasma absterben, hatte mich zum Schlusse geführt, dass höchstwahrscheinlich Calciumverbindungen (von Nuclein resp. Plastin) sich bei dem Aufbau jener Organoide betheiligen.[4]) Das Cytoplasma schien erst indirect durch diese Störung angegriffen zu werden, weil es um so eher abstirbt, je mehr Chlorophyllkörper in der beobachteten Zelle sich befinden. Eine *Chara* z. B., welche lebhafte Plasmaströmung zeigte, liess bei Behandlung mit einer 0,5procentigen Lösung von neutralem oxalsauren Kali dieses Phänomen viel länger in den Wurzelhaaren erkennen, als in den an Chlorophyllkörpern reichen Internodien. Ein Controlversuch mit neutralem weinsauren Kali ergab dagegen in derselben Zeit keinerlei schädlichen Einfluss. Ich folgerte, von der wichtigsten Eigenschaft oxalsaurer Salze ausgehend, dass das Calcium jenen Organoiden als Oxalat entzogen und durch Kalium ersetzt würde, was zu einer Veränderung des Quellungszustandes, somit zu einer beträchtlichen Structurstörung und damit auch zum Tode führe. Ich hatte weiter geschlossen, dass, wenn diese Folgerung richtig ist, auch Magnesiumsalze bei Ausschluss von Calciumsalzen sich als schädlich erweisen müssten, indem bei dem erfolgenden Austausch von Calcium gegen Magnesium ebenfalls eine zu Structurstörung und Tod führende Veränderung des Quellungszustandes stattfinden müsste. Dieser Schluss hat sich in der That für grüne Pflanzen bestätigt.[5]) Im Gegensatz hierzu üben Calciumsalze bei Ausschluss von Magnesiumsalzen keine Spur schädlicher Wirkung aus; die sehr allmälig eintretenden krankhaften Erscheinungen sind dem directen Mangel an Magnesiumsalzen, nicht aber einer bei Mangel an Magnesium eintretenden Wirkung von Calciumsalzen zuzuschreiben. Calcium ohne Magnesium bedingt Hunger-, Magnesium ohne Calcium aber Gift-Erscheinungen.

---

[1]) Flora. 1892. p. 390. — Landw. Versuch-Stat. 41. 475.

[2]) Wien. Akad. Ber. 1894. Octob. p. 21.

[3]) Ber. der Deutsch. botan. Ges. 1894. Generalversammlungs-Heft.

[4]) Zellkern und Chlorophyllkörper sind allerdings überhaupt labilere Gebilde als das Cytoplasma, indessen die Unterschiede in der Energie des Angriffs sind hier doch sehr auffallend.

[5]) Es sei hier auch auf eine Beobachtung Adolf Mayer's hingewiesen, welche ein Unfruchtbarwerden einer Erde durch zu hohen Gehalt an Magnesiumsalzen ergab (Agriculturchemie. II. p. 111).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Magnesiumsalze können ihre ernährenden Eigenschaften nur bei Gegenwart von Calciumsalzen ausüben.

Alle diese Verhältnisse sind nun auffallender Weise total verschieden bei den Pilzen. Weder oxalsaure Salze, noch der Ausschluss von Calciumsalzen bei alleinigem Vorhandensein von Magnesiumsalzen üben den geringsten schädlichen Einfluss aus; die Entwicklung geht ungestört weiter. Daraus hatte ich den Schluss gezogen, dass die niederen Pilze weder des Kalkes zur Ausübung gewisser Processe bedürfen, noch calciumhaltige Plasmatheile besitzen.[1]) Bei der neutralen Reaction der für Hefe und Bakterien dienenden Versuchsflüssigkeiten konnten in meinen Versuchen doch nur äusserst leise Spuren von Calciumoxalat in Lösung geblieben sein und aus diesem Salze dürfte eine Assimilation von Kalk denn doch nicht möglich sein. Ich habe denn auch schon seit Jahren Calciumsalze oft aus den Nährlösungen fortgelassen[2]), und ausser Kaliumphosphat und Stickstoffsalzen nur Magnesiumsulfat noch zugesetzt. Magnesiumsalze hielt ich bei Bakterien und Hefe von jeher für unbedingt nöthig. Bei Hefe hat ja schon A. Mayer auf diese Nothwendigkeit hingewiesen, aber für Bakterien fehlte allerdings noch der strikte Beweis. Ja, in neuester Zeit wurden von Fraenkel[3]) die Magnesiumsalze als durchaus entbehrlich für Bakterien erklärt, indem *Bact. coli*, *Bac. pyocyaneus*, *Bac. Friedlaender*, der Rotzbacillus, die Vibrionen, ein üppiges Wachsthum in Lösungen von asparaginsaurem Natron oder milchsaurem Ammoniak erkennen liessen, und ein Zusatz von Magnesiumsulphat oder Chlorcalcium eher hemmend als förderlich wirkte! Wir möchten natürlich aus der Analogie schliessen, dass Spuren von Magnesiumsalzen in den verwendeten Nährmaterialien vorhanden waren, doch sollte man sich auch hier vor zu rascher Generalisirung hüten; denn die Bakterien haben sich schon öfters als Organismen erwiesen, welche alle Analogieschlüsse über den Haufen werfen. Man denke an die obligaten Anaëroben, welche keines freien Sauerstoffs bedürfen, denen derselbe sogar schadet, an *Nitromonas*, welche keine organische Nahrung bedarf, und an die von Berthelot und Winogradzky beobachteten freien Stickstoff assimilirenden Mikroben des Bodens! Man denke vollends an *Micrococcus aquatilis* und den *Bacillus erythrosporus*, welche in destillirtem Wasser ohne jeden Zusatz[4]) wachsen können! Man vergesse auch nicht die von Liborius beobachteten Mikroben, welche, ohne Athmung und ohne Gährthätigkeit auszuüben, in guten Nährlösungen sich vermehren können. Die erstaunliche Energie des Protoplasmas vieler Bakterienarten mag vielleicht auch

---

[1]) Das Nichtbedürfniss für Kalk scheint mir mit dem relativ grösseren Bedürfniss für Kaliumphosphate in Zusammenhang zu stehen. — Ob auch die höher stehenden Pilze, wie *Agaricus*, *Polyporus*, wirklich keinen Kalk nöthig haben, wäre noch zu beweisen; man sollte hier nicht zu rasch generalisiren.

[2]) Cfr. z. B. Centralbl. f. Bakt. Bd. XII. p. 362 und 463.

[3]) Centralbl. f. Bakt. Bd. XVII. p. 32.

[4]) Flügge, Mikroorganismen. p. 430.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

für manche Processe die Mitwirkung von Magnesiumsalzen ganz entbehrlich machen!

Ich hielt für Pilze bei neutraler oder alkalischer Nährlösung die Magnesiumsalze schon desshalb für unersetzbar durch Calciumsalze, weil durch den nöthigen Ueberschuss von Alkaliphosphaten der Kalk so gut wie vollständig ausgefällt wird. Nur bei saurer Reaction der Nährlösung hielt ich einen partiellen Ersatz für möglich, weil hier saures Calciumphosphat in Lösung bleiben und ein energisches Protoplasma auch daraus Phosphorsäure assimiliren könne. Desshalb ist auch mein Versuch in dieser Richtung[1]) nur mit Schimmelpilzen bei saurer Nährlösung angestellt worden, der in der That für jene Annahme zu sprechen schien. Da man nicht beurtheilen konnte, wie viel wohl Magnesiumphosphat in den stets reichlich zur Aussaat kommenden Sporen vorhanden gewesen sein mochte (eine Reincultur lag allerdings nicht vor) und anerkanntermaassen das „Magnesium im Pflanzenorganismus weit beweglicher ist als Calcium", somit wiederholte Verwendung ein und derselben Spur Magnesium, von Zelle zu Zelle wandernd, möglich war, sprach ich (1880) lediglich von der Möglichkeit eines theilweisen Ersatzes des Magnesiums durch Calcium, was auch Benecke gerechter Weise erwähnte. Ein weiterer Grund zu der vorsichtigen Ausdrucksweise war der, dass in den Ernten ein grosser Unterschied mit Bezug auf die Sporendecke in die Augen fiel; in einigen Flaschen war nur Mycel und gar keine Sporen zu sehen, was mir damals sehr räthselhaft schien und das ich schliesslich einem Zufall zuzuschreiben geneigt war.

Ob die Thatsache, dass häufig *Penicillium*-Sporen auf magnesiumfreien Nährlösungen nicht keimen, wirklich darauf beruht, dass keine Magnesiumsalze in den Sporen gespeichert sind[2]), möchte ich so lange bezweifeln, als nicht der Beweis hierfür geliefert ist. Es ist möglich, dass die in den Sporen gespeicherten Magnesiumverbindungen bei ungünstigen Verhältnissen in den Nährlösungen längere Zeit bedürfen, um löslich und wirksam zu werden und damit die Keimung zu ermöglichen. Ich habe Fälle beobachtet, in welchen Schimmelsporen erst nach vier Wochen in

---

[1]) Es war das ein vorläufiger Orientirungsversuch, dem später weitere Untersuchungen folgen sollten, auf welche man jedoch nicht weiter zurückkam. Die Möglichkeit eines partiellen Ersatzes ist auch jetzt noch nicht von der Hand zu weisen, denn es wären noch Versuche unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen (z. B. mit Pepton, aschefrei) anzustellen.

[2]) Die Asche von *Penicillium*- und *Aspergillus*-Sporen ist leider noch nicht analysirt worden. Man sollte aber doch aus Analogie und Hefe schliessen, dass beträchtliche Mengen von Magnesiumphosphat darin vorhanden sind. Diese Mengen werden allerdings nicht constant sein und ebenso von den Aschemengen im Substrat abhängen, wie bei den Phanerogamen-Samen von dem Gehalt im Boden. In Weizenkörnern hat man z. B. das Verhältniss von Calcium- zu Magnesiumphosphat von 1 : 3 bis 1 : 10 wechselnd gefunden. — Die Säurebildung bei der Keimung der Samen zielt darauf ab, das gespeicherte Calcium- und Magnesiumphosphat zu lösen; ein ähnlicher Vorgang mag bei den Schimmelsporen nöthig sein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einer Nährlösung zur Keimung kamen und dann noch wenigstens etwas Mycel, wenn auch keine neue Sporen lieferten. Bei Gegenwart von Magnesiumsalzen in denselben Nährlösungen fand die Keimung aber schon nach wenigen Tagen statt. Die Menge des Mycels, die sich in magnesiumfreien Nährlösungen entwickeln kann, wird sich nach der Menge der gespeicherten Magnesiumverbindungen richten; darauf wird es wohl beruhen, dass (besonders bei so schlechter Nahrung wie Ammoniumacetat) oft sich nichts, manchmal wieder etwas entwickelt. Wenn nun, wie in meinem Versuch, sehr viele Sporen ausgesät werden und diese gerade reichlich Magnesiumsulphat gespeichert hatten, so ist ein resultirendes beträchtliches Erntegewicht nicht auffallend.[1]) Es sollten bei derartigen Versuchen allerdings nicht nur stets eine Reincultur, sondern auch eine gleiche Anzahl Sporen zur Aussaat kommen, wenn sie eine sichere Grundlage zu Schlussfolgerungen abgeben sollen.

Die Beobachtung W. Benecke's, dass schon auffallend geringe Mengen von Magnesiumsalzen in einer Nährlösung die Entwicklung eines Mycels begünstigen und dass zur Bildung von Sporen doch merklich grössere Mengen davon nöthig sind, kann ich bestätigen. Dieses scheint für meine Ansicht zu sprechen, dass Magnesiumsalze unter andern für die Phosphorsäureassimilation nöthig sind; aus dem gebildeten Magnesiumphosphat ist die Phosphorsäure am leichtesten abzutrennen. Dieser Vorgang spielt aber bei der Sporenerzeugung eine wichtige Rolle, indem eine vermehrte Nucleinbildung die Grundlage hierfür liefert.[2]) Auch ein Lecithingehalt ist, nach der Analogie zu schliessen, für die Sporen nöthig[3]), wobei ebenfalls Phosphorsäureassimilation vorausgesetzt wird.

Die Bildung von Nuclein ist mit ganz besonderem chemischen Interesse verknüpft; denn dieses enthält nach Leo Liebermann nicht die dreibasische oder Orthophosphorsäure, sondern die einbasische Metaphosphorsäure.[4]) In wässeriger Lösung ist bis jetzt auf rein chemischem Wege diese Umwandlung nicht gelungen, sondern nur durch eine Hitze von 300—400° C. Die Thätigkeit

---

[1]) In Bezug auf die Ansicht Benecke's, dass in meinem Versuch die Materialien nicht magnesiumfrei waren, bemerke ich, dass je 2—3 g derselben in üblicher Weise auf einen Magnesiumgehalt geprüft wurden und das essigsaure Ammoniak gerade aus dem Grunde gewählt wurde, weil durch Destillation der Componenten dasselbe leicht absolut aschefrei zu erhalten ist. Doch muss ich zugeben, dass es sicherer gewesen wäre, die anscheinend magnesiumfreien Substanzen noch 5 bis 6 Mal umzukrystallisiren resp. aus den mehrmals gereinigten Componenten zusammenzusetzen.

[2]) Nach Stutzer (Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. VI. p. 574) ist in Schimmelpilzen bis 40% des N und in Hefe bis 26% des N in Form von Nuclein enthalten.

[3]) Es verdient in dieser Beziehung gewiss Interesse, dass in manchen Objecten grössere Lecithinmengen auch von grossen Magnesiumphosphatmengen begleitet sind. Im Menschenhirn, so reich an Lecithin, findet sich z. B. bis 9 Mal mehr Magnesium- als Calciumphosphat (Geogehan). Beim Eidotter allerdings finden wir auch beträchtliche Mengen des letzteren gespeichert.

[4]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. XXI. p. 598.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Zellen ist daher auch in dieser Beziehung geradezu merkwürdig zu nennen. Man sollte nun schliessen, dass, da diese Umwandlung einen Aufwand von Energie erfordert, es sich vortheilhaft erweisen müsste, direct metaphosphorsaure Salze[1]) den Nährlösungen zuzusetzen, statt der gebräuchlichen orthophosphorsauren. Ich stellte, um hierüber Gewissheit zu erlangen, mehrere Versuche an und wandte als Kohlenstoffquellen für Schimmel und Bakterien essigsaures Natron, Glycerin, Weinsäure und Pepton in neutralen sowohl als angesäuerten Nährlösungen an. Die Resultate aber sprachen keineswegs zu Gunsten der Metaphosphorsäure bei Schimmel, und für Bakterien war die Orthosäure sogar weit günstiger. Ich führe einige der Versuche an. Eine Lösung (ein Liter), welche enthielt:

Essigsaures Natron	5 %,
Kaliumnitrat	0,5 %,
Magnesiumsulfat	0,05 %,

wurde in drei Theile getheilt: o) erhielt noch 0,1 % Dinatriumorthophosphat; p) erhielt die äquivalente Menge Tetranatriumpyrophosphat; m) die entsprechende Menge Natriummetaphosphat.[2])

Die mit *Penicillium*-Sporen inficirte Lösung blieb bei ziemlich niederer Temperatur vom 14. Februar bis 5. März stehen. Das Trockengewicht der Ernte betrug dann bei o = 0,046 g, bei p = 0,034 g, bei m = 0,037 g.

Als eine mit Essigsäure angesäuerte 1 %ige Peptonlösung[3]) verwendet wurde, betrug die bei 100° getrocknete Ernte nach zehn Tagen bei o = 0,081, p = 0,076, m = 0,069 g.

Als ferner eine Lösung von:

Glycerin	1 %,
Ammoniumsulfat	0,1 %,
Magnesiumsulfat	0,1 %,
Kaliumsulfat	0,1 %

die gleichen Zusätze erhielt und nach Sterilisirung mit Bakterien (aus faulender vegetabilischer Substanz) inficirt wurde, trat eine Bakterientrübung bei o und p schon nach drei Tagen, bei m aber erst nach acht Tagen ein.

Für diese unerwarteten Resultate dürfte eine befriedigende Erklärung jetzt zu geben nicht leicht sein.

Da Calciumsalze für das Leben niederer Pilze unnöthig sind, glaubt Benecke, dass diese auch bei den grünen Gewächsen „nicht in innigster Beziehung zu dem Getriebe des Lebens“ stehen, sondern mehr in indirecter Weise damit zusammenhängen.

---

[1]) Die Rückverwandlung in Orthophosphorsäure bei Lecithinbildung müsste ja ein Leichtes sein.

[2]) Auch bei Anwendung von Metaphosphat erwies sich Magnesia nicht ersetzbar durch Kalk, wenigstens nicht bei essigsaurem Ammoniak als organischen Nährstoff.

[3]) Eine mit Essigsäure schwach angesäuerte 1 %ige Lösung von Natriummetaphosphat zeigte selbst nach vier Wochen noch keinen Uebergang in Orthophosphat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wahrscheinlich sind ihm dabei auch Befunde von „kalkfreien Blättern" und „kalkfreiem Splint" vorgeschwebt[1]), Befunde, welche sich lediglich auf mikrochemische Reactionen stützten, bei denen sehr kleine Mengen Kalk übersehen werden können. So gering diese Mengen auch sind, so können sie doch bei dem so grossen Molekulargewicht von Proteiden in solcher Verbindung noch eine Rolle spielen. Grössen zweiter Ordnung kann man zwar in der Differentialrechnung, nicht aber in der physiologischen Chemie „vernachlässigen". Ich erinnere hier auch an den Befund eines hervorragenden Pflanzenphysiologen, welcher in einer Vacuolenflüssigkeit keinen Kalk entdecken konnte und denselben für diese Pflanze entbehrlich hielt, nachher aber doch ihn in den organisirten Gebilden auffand. — Meine Beobachtungen zwingen mich zur Ansicht, dass der Kalk eine äusserst innige Rolle im lebendigen Geschiebe einer chlorophyllführenden Pflanze spielt. Welch enormen Einfluss übt derselbe nicht auf die Entwicklung der Wurzelhaare[2]) und der Chlorophyllkörper![3]) Der überaus günstige Einfluss auf das Wachsthum der Chlorophyllkörper lässt sich besonders bei *Spirogyren* beobachten, wenn man durch bedeutende Verringerung der dargebotenen Magnesia die Zelltheilung verlangsamt. Dabei kommt allerdings auch viel auf die Form der dargebotenen Verbindungen an. Es wirkt sehr günstig, wenn man einen Theil der Sulfate von Calcium oder Magnesium der Nährlösungen durch Bicarbonate ersetzt. Man kann erzielen, dass die Zelltheilung langsamer erfolgt, als dem Wachsthum des Chlorophyllkörpers entspricht, dann resultirt eine enggewundene steile Schraube, andererseits, dass das Cytoplasma rascher zunimmt als der Chlorophyllkörper, dann streckt sich die Chlorophyllschraube.

Man vergleiche z. B. den Effect folgender Lösungen auf *Spirogyra nitida* und *Sp. Weberi:*

	I.	II.	III.
Magnesiumbicarbonat	—	—	1,0 p. m.
Magnesiumsulfat	Spur	0,5 p. m.	0,2 p. m.
Magnesiumnitrat	—	0,5 p. m.	—
Calciumnitrat	1 p. m.	0,5 p. m.	0,5 p. m.
Calciumsulfat	2 p. m.	—	—
Monokaliumphosphat	0,1 p. m.	0,1 p. m.	0,1 p. m.
Eisenvitriol	Spur	Spur	Spur.

Nach drei Wochen bei gelegentlicher Einführung von etwas Kohlensäure findet sich ein höchst bemerkenswerther Unterschied.

---

[1]) Bei den zahlreichen quantitativen Bestimmungen Rudolf Weber's wurde dagegen der Splint nie kalkfrei befunden.

[2]) O. Loew, Flora. 1892. p. 384. Das scheint mir noch am ehesten die Beobachtung Wolff's zu erklären, dass bei Vermehrung des Kalks im Boden Kalium- und Ammoniaksalze in gesteigerter Menge aufgenommen werden.

[3]) Die günstige Wirkung der Bordeaux-Brühe auf die Vermehrung der Chlorophyllkörper (Rumm, Ber. d. Deutsch. botan. Gesell. 1893. p. 79) soll Kupferspuren zuzuschreiben sein. Der Einfluss geringer Mengen Gyps (der in jener Lösung vorhanden ist), welche durch die Spaltöffnungen eindringen können, ist aber meines Erachtens nicht von der Hand zu weisen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei I, wo Magnesia nur in Spuren, aber viel Kalk vorhanden war, ist die Massenzunahme am geringsten, aber das Chlorophyllband sehr enge gerundet und schön und kräftig entwickelt; die Schraubenlinie bei *Spirogyra nitida* ist stellenweise unregelmässig geworden, scheinbar weil sie sich nicht mehr so leicht ausbreiten konnte wegen zurückgebliebener Zelltheilung. Diese hängt natürlich mit der Leichtigkeit der Nucleinbildung, d. h. mit der Leichtigkeit der Phosphorsäureassimilation für die Kernentwicklung zusammen; der Einfluss der Magnesiasalze in diesem Punkte ist deutlich klargestellt.

Bei II haben sich die Zellen nicht nur häufiger getheilt, sondern auch mehr gestreckt, so dass die Chlorophyllschraube weniger steil erscheint. Bei III aber ist die Zelltheilung mit grösster Energie vor sich gegangen, die Massenzunahme ist am bedeutendsten, und lange bevor die Zellen die Länge wie in II erreichen, erfolgt schon wieder Theilung.[1]) Die Zellen in III sind (bei *Sp. Weberi*) nur etwa halb so lang als in II.

Bei gleichem Gehalt an Phosphorsäure und Kali war trotz geringerer Stickstoffmenge bei III das Resultat das günstigste. Es mag da etwas der Umstand mit beigetragen haben, dass durch das Bicarbonat etwa frei werdende Säuren neutralisirt werden konnten; jedoch das kann nicht erheblich ins Gewicht fallen, denn der Ersatz des Magnesiumbicarbonats durch Calciumbicarbonat in derselben Lösung hat einen ganz anderen Effect, die Zelltheilung ist entschieden verlangsamt, die einzelnen Zellen werden länger als zuvor, die Massenzunahme ist weit geringer.

Den Einfluss der Kalksalze besonders auf die Chlorophyllkörper beobachtete ich noch in anderen Fällen, z. B. bei *Spirogyra majuscula* aus einem Moor mit sehr weichem Wasser; sie zeigte ein äusserst schmales Chlorophyllband, kaum Stärkemehl, aber viel gespeichertes Eiweiss. Bei Einsetzen in kalkreiche und kalkarme Nährlösungen entwickelte sie in ersterer bald ein bedeutend breiteres Band. Andererseits beobachtete ich eine Verschmälerung des Chlorophyllbandes, als ich *Spirogyren* in Lösungen setzte, welche nur Kaliumnitratsulfat und -phosphat enthielten, ausser einer Spur Eisenvitriol.[2])

Noch eines Einflusses der Kalksalze mag hier gedacht werden. Ich habe wiederholt *Spirogyren*, welche sich offenbar der Copulationszeit genähert hatten, in verschiedene Lösungen gebracht, um zu sehen, ob sich hier Einflüsse auf Beförderung oder Verhinderung der Copulation erkennen liessen, und in der That wiederholt bemerkt, dass Kalksalze hindernd oder verzögernd wirkten. Einmal brachte ich im Sommer *Spirogyra majuscula* in Lösungen von 0,02 p. m. Ammoniumsulfat in destillirtem Wasser, und setzte einzelnen Theilen je 0,2 p. m. der Nitrate von Na, K,

---

[1]) Es mag noch erwähnt werden, dass bei III die Membranen nach vier Wochen sehr zahlreich wurden, wegen gebildeter Niederschläge auf denselben.

[2]) Diese Beobachtungen sind in Uebereinstimmung mit den von Th. Bokorny gemachten. (Botan. Centralbl.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ca und Mg zu. Es trat nach zwei Tagen bei K- und Na-Nitrat Copulation in geringem, bei Mg-Nitrat in bedeutendem Maasse, bei Calciumnitrat gar nicht ein. Hier blieben die Algen noch lange am Leben, in den andern Proben starben sie bald ab. Eine Probe *Spirogyra Weberi* wurde einmal in folgende Lösungen versetzt:

1. 0,1 p. m. Dikaliumphosphat + 0,05 p. m. Magnesiumsulfat.
2. 0,1 p. m. „ + 0,05 p. m. Calciumsulfat.

Es trat bei 1. nach acht Tagen fast bei allen Fäden Copulation ein[1]), bei 2. aber nur sehr vereinzelt.

Schliesslich sei noch die Frage nach der Vertretbarkeit des Kaliums berührt. Versuche mit Schimmel-, Spross- und Spaltpilzen hatten mir auf das Allerentschiedenste bewiesen, dass die angewandten Rubidium- und Caesium-Salze vortheilhafter waren, als Kaliumsalze. Winogradzky gab für *Mycoderma* dann die Vertretbarkeit durch Rubidium, aber nicht die durch Caesium zu, und in neuester Zeit behauptete Benecke, dass weder Rubidium, noch Caesium das Kalium ersetzen können. Diese auffallenden Widersprüche sind meiner Ansicht nach nur durch die Annahme erklärbar, dass die Rubidium-Salze und Caesium-Salze des Handels öfters noch Salze eines Elementes enthalten, das dem Kalium näher steht als dem Rubidium, aber dem Kalium in physiologischer Beziehung weit überlegen ist. Nach Ansicht mehrerer Autoren sind noch 35 Elemente zu entdecken, um das periodische System zu vervollständigen. Vergleichen wir die Atomgewichte der Alkalimetalle, so finden wir Lücken in der Reihe:

Bekannte Metalle:		Theoretisch zu erwartende Reihe:		
Li	7	Li	7	16
Na	23	Na	23	16
K	39	K	39	16
Rb	85,5	(v)	55	16
Cs	132,9	(x)	71	16
		Rb	87	16
		(y)	103	16
		(z)	119	16
		Cs	135	

Das gesuchte Element, das die Differenzen in den Beobachtungen erklären könnte, dürfte das in der Reihe mit (v) bezeichnete sein. — Die hier geäusserte Vermuthung mag Manchem etwas kühn erscheinen, allein es bleibt factisch keine andere übrig. Ich möchte schliesslich Herrn Benecke dringend bitten, Rubidium-

[1]) Einige Male (nicht immer) beobachtete ich auch rasches Eintreten der Copulation, als ich *Spirogyra maxima* (*crassa*) aus Wasser von 28° (Aquarium) in solches von 19° versetzte. Die Menge des gespeicherten Eiweisses hat keinen Einfluss auf das Eintreten des Copulationsvorganges. Copulirende Zellen haben oft sehr wenig Eiweiss gespeichert, dagegen viel Stärke.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Caesium-Salze aus verschiedenen Quellen zu neuen Versuchsreihen an Pilzen zu verwenden! Er dürfte dabei auf gewaltige Unterschiede stossen!

Gelehrte Gesellschaften.

Bulletin de la Société botanique de Deux-Sèvres. 1894. 8⁰. 155 pp. Niort (impr. Lemercier & Alliot) 1895.

Bulletin de la Société d'horticulture, d'arboriculture et de viticulture des Deux-Sèvres. Année XLIII. 1895. Trimestre I. 8⁰. 44 pp. Niort (impr. Lemercier & Alliot) 1895.

Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. Série IV. Vol. VIII. 1894. 8⁰. 376 pp. Caen (impr. Lanier) 1895.

Sammlungen.

Unterfertiger offerirt sauber präparirte serbische Pflanzen zum Preise von 30 Fr. Gold (incl. Porto und Verpackung) pro Centurie.

Milan J. Dimitrijević,
Professor am k. serbischen Obergymnasium
zu Vranja (Serbien).

Sociedade Broteriana Especies distribuidas 1893. (Boletim da Sociedade Broteriana Coimbra. XII. 1895. p. 35—44.)

Instrumente, Präparations- und Conservations-Methoden.

Errera, La feuille comme plague photographique. (Extr. du Bulletin de la Société belge de microscopie. T. XXI. 1895.) 8⁰. 6 pp. s. l. 1895.

Grosglik, S., Ueber Agar- und Blutserumplatten in Reagenzgläsern. (Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Erste Abtheilung. Bd. XVII. 1895. No. 23. p. 826—829.)

Hest, J. J. van, Bakterienluftfilter und Bakterienluftfilterverschluss. gr. 8⁰. 32 pp. Mit 12 Abbildungen. Jena (Fischer) 1895. M. —.80.

Ihle, O., Ueber ein neues Instrumentenkochgefäss und einen neuen transportablen Spiritusbrenner nebst Bemerkungen über die Behandlung der Metallinstrumente. (Münchener medicinische Wochenschrift. 1895. No. 11/12.)

Pillsbury, J. H., A laboratory guide for an elementary course in general biology. 8⁰. 176 pp. Boston (Silver, Burdett & Co.) 1895. 60 Cent.

Plaut, H. C., Werth des Ausstrichpräparats bei der Diagnose der Diphtherie. (Deutsche medicinische Wochenschrift. 1895. No. 18. p. 291—292.)

Turck, F. B., Eine neue Methode der Diagnose und Therapie gewisser Magenkrankheiten und bakteriologische Studien bei denselben. (Wiener medicinische Wochenschrift. 1895. No. 1. p. 8—10.)

Whipple, G. C., A standard unit of size for micro-organisms. (American, monthly microscopical Journal. 1894. p. 377—381.)

Wright, J. H., On the cultivation of the Gonococcus from cases of gonorrhoea ophthalmia purulenta, and pyosalpinx. (American Journal of the med. science. 1895. Febr. p. 109—119.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Loew Oscar

Artikel/Article: Ueber das Mineralstoffbedürfniss von Pflanzenzellen. 161-170