

Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel

und

Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München

herausgegeben von

Dr. E. Weinland

Professor der Physiologie in Erlangen

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

39. Band

November 1919

Nr. 11

ausgegeben am 10. Dezember 1919

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. E. Weinland, Erlangen, Physiolog. Institut einzusenden zu wollen.

Inhalt: N. Patschovsky, Über eine Möglichkeit des außernormalen Entstehens von pflanzlichem Kalziumoxalat. S. 481.
J. H. F. Kohlbrugge, Der Akademiestreit im Jahre 1830, der niemals enden wird. S. 489.
L. Arnhart, Das Puppenhäuschen der Honigbiene. S. 494.
R. Goldschmidt, Intersexualität und Geschlechtsbestimmung. S. 498.
H. Günther, Das Schraubungsprinzip in der Natur. S. 513.
Referate: J. Wilhelmi, Die angewandte Zoologie als wirtschaftlicher, medizinisch-hygienischer und kultureller Faktor. S. 527. — H. Bücher, V. Bauer, G. Bredemann, E. Fickendey, W. la Baume und J. Loag, Die Heuschreckenplage und ihre Bekämpfung. S. 528.

Über eine Möglichkeit des außernormalen Entstehens von pflanzlichem Kalziumoxalat.

Von Dr. Norbert Patschovsky.

Assistent am Botanischen Institut zu Halle a. S.

A. Fragestellung und Versuchsanordnung.

In einer früheren Mitteilung (1919) habe ich darauf hingewiesen, daß Pflanzen ohne Ablagerung von oxalsaurem Kalk zugleich auch im Zellsaft gelöste Oxalate vermissen lassen. Diese Feststellung legt den Gedanken nahe, daß jener Mangel an Kalkoxalat vielleicht auf einem Unvermögen zur Oxalsäurebildung überhaupt beruhe. Dies ist wahrscheinlich dann der Fall, wenn sich in den betreffenden Geweben durch äußere Zuführung von Oxalatlösungen experimentell Kalziumoxalatbildung hervorrufen läßt.

Die im folgenden wiedergegebenen Untersuchungen sollen zur Entscheidung der mit dem Letztgesagten umschriebenen Frage bei-

tragen. Im Falle von *Spirogyra* (Objekt VI) handelt es sich um die Möglichkeit der Aufgabe, schon unter natürlichen Bedingungen Kalziumoxalat führende Zellen durch die Oxalatlösung zu einer Veränderung dieses Kristallgehaltes zu veranlassen. Diese Versuche ergaben ferner Aufschlüsse über die Giftwirkung der Oxalate, die in verschiedenen Konzentrationen auf ein ungleichartiges Pflanzenmaterial zur Wirkung kamen.

Geschichtliches. Erfolgreiche Bemühungen, den Kristallgehalt von Pflanzenzellen durch äußerlich zugeführte Säurelösungen zu beeinflussen, gehen auf Migula (1888) zurück. Dieser Forscher arbeitete mit Spirogyren (*orbicularis* K. g. u. a.), die in ihrem Plasma gekreuzte Kristalle von quadratischem Kalziumoxalat bergen. Als Kulturflüssigkeit dienten sehr verdünnte Säurelösungen, teils mit teils ohne Kalkgehalt. Es zeigte sich, daß nur organische Säuren, mit Ausnahme von Karbol- und Essigsäure, dagegen nicht die Mineralsäuren einen Einfluß auf den Kristallgehalt haben. Diese Wirkung besteht in einer meist sehr beträchtlichen Anhäufung des Kalkoxalats in den behandelten Zellen, die je nach dem Kalkreichtum des säurehaltigen Wassers größer oder geringer ausfiel. Wurden Spirogyren in Lösungen organischer Säuren unter Ausschluß des Kalziums kultiviert, so bildeten sich in den Zellen keine neuen Kristalle; solche wurden aber binnen weniger Stunden in großen Mengen abgeschieden, wenn die Fäden nachher in kalkreiches Wasser übertragen worden waren. Migula nimmt an, daß die verwendeten organischen Säuren (Weins., Zitronens.) in der Zelle in Oxalsäure umgewandelt werden und diese an den mit dem Wasser aufgenommenen Kalk gebunden wird. Bei Ausschluß von Kalksalzen gingen die Zellen selbst in sehr schwachen Säurelösungen nach 5 bis 6 Tagen zugrunde, während sie sich ohne Kalzium und ohne Säure bis 14 Tage am Leben erhalten ließen. Migula erblickt die Aufgabe des Kalziums hierbei darin, die in der Zelle gebildete Oxalsäure unschädlich zu machen.

Eine Steigerung des Gehaltes an Kalziumoxalat erzielte auch Loew (1891) bei *Spirogyra nitida* durch Kultur in sehr schwacher Lösung von Monokaliumphosphat.

Benecke (1903) vermochte den Gehalt seines *Spirogyra*-Materials an Kalziumoxalat nicht zu beeinflussen. Bei *Vaucheria* erzielte er dadurch massenhafte Ausfällung von Kalkoxalat, daß er die Objekte zunächst in ihrem Wachstum hemmte (Entziehen der Stickstoffnahrung oder Übertragen in destilliertes Wasser) und darauf in Kalziumlösungen überführte.

In welchem Maße bei den Pilzen die Bildung des Kalziumoxalats von der Kalkmenge der Kulturflüssigkeit abhängig ist, haben bekannte Untersuchungen de Bary's (1886) und Wehmer's (1891) gezeigt. Die Oxalsäure wird hier geradezu im Verhältnis des fäll-

baren Kalkquantums und im Bedarfsfalle kontinuierlich erzeugt. Der Kalk verhält sich hier wie ein Gift, auf dessen Beseitigung der Organismus in spezifischer Weise hinzuwirken scheint.

Für die chlorophyllführenden Gewächse ist umgekehrt die Giftwirkung der Oxalsäure eine geläufige Tatsache. Dieses unterschiedliche Verhalten der grünen und nichtgrünen Pflanzen hat Loew (1893, 123 f.) hervorgehoben. Bassalik (1914) fand im *Bacillus ex-torquens* einen Organismus, der Oxalate sogar verarbeitet und in die Karbonate überführt.

Die sehr eingehenden Untersuchungen O. Loew's (1892, 93) betreffend die Giftwirkung der Oxalsäure und ihrer Salze auf grüne Pflanzen, lehrten zunächst, daß die freie Oxalsäure ungleich giftiger ist als die neutralen Salze. Von diesen verwendete er das neutrale Kaliumsalz. Fäden von *Spirogyra majuscula*, in 2%ige Lösung neutralen Kaliumoxalats versetzt, zeigen nach etwa 5 Minuten eine Kontraktion des Zellkerns. Nach 30—40 Minuten verquillt der Chlorophyllkörper. Trotz der Verletzung des Kerns besteht der Turgor der Zellen noch nach 10 Minuten; indes erholen sich die Fäden, zu dieser Zeit in kalkreiches Quellwasser übertragen, nicht wieder. In einer 0,1%igen Lösung geht die Giftwirkung auf *Spirogyra* aber bereits so langsam vor sich, daß die Zellen erst nach einer Reihe von Tagen in allen Teilen abgestorben sind (1892, 375). Die Giftwirkung der Oxalate nimmt also mit der Verdünnung sehr rasch ab (1893; 122, 124). Weiter schließt Loew aus seinen Beobachtungen, daß diese Giftwirkung in erster Linie Zellkern und Chloroplasten ergreift und das Cytoplasma erst mittelbar durch jene affiziert (1892, 376). Im Zellkern und Chloroplast, so argumentiert Loew, müssen Kalziumverbindungen eine wichtige Rolle spielen, und dadurch, daß diese, in oxalsauren Kalk übergeführt, der lebenden Materie entzogen werden, stellt sich die Giftwirkung der Oxalate letzten Endes als Strukturstörung der lebenden Substanz durch chemische Umagerung dar (1892, 376; 1893, 124).

Daß die Oxalsäure auch auf phanerogame Gewebe giftig wirkt, zeigte Loew an Blättern von *Elodea* und *Vallisneria*, die in einer 1%igen Lösung des Kaliumoxalats nach 36 Stunden ihren Turgor gänzlich verloren hatten, während sie in gleichstarken Lösungen von weinsaurem bzw. schwefelsaurem Kali noch gänzlich unbeschädigt waren (1893, 123). Schimper (1890, 249) beobachtete, daß Zweige von *Tradescantia Selloi* in Lösungen von neutralem und saurem Kaliumoxalat von 1, 2 und 3% zugrunde gingen. Auch ihm erwiesen sich die sauren Lösungen giftiger als die neutralen.

Versuchsanordnung. Für die eigenen Versuche verwendete ich neutrales Kaliumoxalat oder Ammoniumoxalat, vorzugsweise das Kalisalz. Es wurden immer schwache Lösungen verwendet, wechselnd zwischen 1%₀₀ und 5%₀₀, nie darüber hinaus. Das in diesen Kon-

zentrationen schon giftigere Ammonoxalat wurde stets nur als 1⁰/₀₀- und 2⁰/₀₀-Lösung gebraucht. Zur Kultur benutzte ich Glasdosen mit übergreifendem Deckel, in die je 20 ccm der betreffenden Lösung gefüllt wurden. Ich nahm die Versuche während der Wintermonate vor, so daß die Assimilationstätigkeit der Objekte einer besonderen Unterstützung bedurfte. Deshalb erhielten die Lösungen einen Zusatz von Rohrzucker, von dem sie dann meistens 5% enthielten. Zu Parallelkulturen ohne Oxalat dienten reine Rohrzuckerlösungen. Höhere Gaben von Rohrzucker bezweckten gleichzeitige Plasmolyse der Zellen, wodurch sich Zellwand und Protoplast gesondert übersehen ließen. Die Glasdosen mit den Objekten wurden in eine am Boden mit weißem Fließpapier ausgelegte Glasschale gebracht und diese im Warmhaus an einem sehr hellen Ort aufgestellt.

Die Glasdosen und Versuchspflanzen sind vor Beginn der Kultur mit destilliertem Wasser sorgfältig gewaschen worden. Es kamen nur chlorophyllhaltige Pflanzen zur Untersuchung. Als Material dienten: Mooszweiglein (-Blättchen), Moosprotonemen; Algenfäden; Blatt- und andere Schnitte von Blütenpflanzen. Die Dauer der Einwirkung ist bei der Wiedergabe der Ergebnisse in jedem Einzelfalle vermerkt worden.

B. Ergebnisse.

I. *Mnium* und *Funaria* (Blätter).

Mnium. Verträgt ohne Schädigung K-Oxatlösungen von 1⁰/₀₀, 2⁰/₀₀, 3⁰/₀₀ mit einem Rohrzuckergehalt von 5% nach Beobachtungen während 8 Tagen. 5⁰/₀₀ war nach 6 tägiger Einwirkung tödlich: Der Protoplast war zusammengefallen; dabei hatten die Chlorophyllkörner intensiv grüne Farbe. Äußerlich war indes die Schädigung an der blassen, grünlichgelben Färbung der Pflänzchen bemerkbar. Auch 4⁰/₀₀ schädigt die Pflänzchen. Am besten eignen sich zur Kultur Lösungen von 2⁰/₀₀ K-Oxalat (+ 5% Rohrzucker); doch sind auch Lösungen von 1⁰/₀₀ brauchbar. Objekte, die in diesen Lösungen bis zu 8 Tagen verblieben waren, zeigten folgendes. Auf den ersten Blick erscheinen die Zellen der Blättchen erfüllt von dicht gedrängten Kriställchen, die beim Erwärmen und in Essigsäure nicht verschwinden, wohl aber in Salzsäure vergehen und solchen Blättchen, die in 7,5%iger Rohrzuckerlösung (ohne K-Oxalat) gehalten waren, fehlen. Zwischen gekreuzten Nicols leuchten sie weißlich auf. Wir sehen sie in Anbetracht ihres Aussehens und chemischen Verhaltens als Kalziumoxalat an. Bei genauem Einstellen erkennt man, daß die Kriställchen nicht im Mittelpunkt des Zellinneren liegen können, da sie beim Einstellen auf die Mitte bereits undeutlich werden. Beim Falten des Moosblattes und beim Einstellen auf den Faltenbug sieht man viele Kriställchen dem Blatt außen aufsitzen. Ein Teil oder alle Kriställchen liegen also nicht in den Zellen des Moosblattes, son-

dem sitzen diesem außen auf. Die Flächenansicht lehrt aber, daß sie stets in deutlich umschriebenen Ansammlungen über dem Lumen der Zellen liegen, nie über den vertikalen Zellwänden oder regellos an der Blattoberfläche verteilt. Man kann sich vorstellen, daß aus dem Zellinhalt Kalksalze der umgebenden Oxalatlösung entgegendiffundieren und bei Berührung mit dieser die Kristallhäufchen erzeugen.

Mnium-Pflänzchen, die während 6—8 Tagen in einer 7,5 %igen Rohrzuckerlösung (ohne K-Oxalat) verblieben waren, besaßen gesundes Aussehen. Mit Jod ließ sich reichlich Stärke nachweisen. Plasmolyse war nicht eingetreten; sie ließ sich aber an 8 Tage hindurch in der Lösung gehaltenen Blättchen mit 10 %iger K-Salpeterlösung vornehmen. Nach 14 tägigem Aufenthalt in dieser Zuckerlösung starben die älteren Blätter unter Bräunung ab, währenddessen die Gipfelknospe austrieb und grüne Blättchen bildete; auch neue Rhizoide wuchsen hervor. Kriställchen sind an den Objekten in reiner Zuckerlösung nie gesehen worden.

Funaria. Die Widerstandsfähigkeit gegen die Giftwirkung des K-Oxalats ist weit größer als bei *Mnium*. Ich sah Pflänzchen, die 8, 13 und 15 Tage lang in 5 $\frac{0}{100}$ K-Oxalat (+ 5 % Rohrzucker) verweilt hatten und lebendig waren; nach 15 tägiger Einwirkung war zwar der Inhalt einzelner Zellen kontrahiert, und ein ähnliches Bild zeigten Blättchen, die 21 Tage hindurch einer 2 $\frac{0}{100}$ -Lösung ausgesetzt waren und jedenfalls lebende Zellen aufwiesen.

Kalziumoxalatkristalle fehlten diesen Objekten oder waren doch viel spärlicher vertreten als bei *Mnium*; wo vorhanden sitzen sie den Blättchen außen auf, sie sind nicht in den Zellen anzutreffen. Solche Kriställchen fand ich an Objekten, die 8 Tage lang in K-Oxalat von 1 $\frac{0}{100}$, 2 $\frac{0}{100}$, 3 $\frac{0}{100}$ (+ 5 $\frac{0}{100}$ Rohrz.) verweilt hatten.

II. *Elodea densa*.

Blätter in Lösungen von 1 $\frac{0}{100}$ und 2 $\frac{0}{100}$ K-Oxalat (+ 5 $\frac{0}{100}$ Rohrz.) wurden 7 Tage hindurch beobachtet. Eine Schädigung der Blättchen war nicht zu bemerken; Plasmarotation konnte festgestellt werden. 3 $\frac{0}{100}$ und 4 $\frac{0}{100}$ wurden nach 2 Tagen der Einwirkung noch ertragen; darüber hinaus dürften diese Lösungen die Zellen schädigen und den Tod herbeiführen. 5 $\frac{0}{100}$ tötet die meisten Zellen schon nach 1 Tag: der Zellinhalt kontrahiert sich; nach 2, 4 und 6 Tagen war alles abgestorben. Bei Verwendung der Lösungen 3 $\frac{0}{100}$, 4 $\frac{0}{100}$, 5 $\frac{0}{100}$ wurde niemals Plasmarotation beobachtet.

Blättchen, die einen Tag in einer 2 $\frac{0}{100}$ -Lösung von Ammonoxalat (+ 5 $\frac{0}{100}$ Rohrzucker) zugebracht hatten, lebten; nach 4 Tagen waren sie ohne Turgor und abgestorben. 1 $\frac{0}{100}$ wird nach 4 tägiger Einwirkung vertragen: der Turgor bleibt bestehen. Plasmarotation konnte aber in NH₄-Oxalat nie gesehen werden.

Blättchen, die 2 Tage hindurch in 7,5 % Rohrzucker (ohne Oxa-

lat) verweilt hatten, zeigten sehr lebhaft Plasmарotation und keine Kristallbildung.

Das Kalziumoxalat tritt bei *Elodea* infolge der Behandlung mit gelösten Oxalaten in zwei Formen auf: 1. als aus winzigen Kriställchen, die bei gekreuzten Nicols aufleuchten, bestehender Kristallsand und 2. als sehr deutlich ausgebildete Oktaëder („Brief-Kouverts“). Beide Modifikationen sind an den Objekten nebeneinander vorhanden. Nur Spuren von Kristallbildung zeigten sich bei 5⁰/₁₀₀ K-Oxalat. An den Objekten der anderen Lösungen ließ sich ein bald größerer bald geringerer Reichtum an Kalziumoxalat feststellen.

Die „Brief-Kouverts“ liegen immer an der Oberfläche der Blättchen, nie im Inneren der Zellen. Bevorzugt ist hierbei entschieden die großzellige Oberseite, wie das übereinstimmende Verhalten der Objekte in 1⁰/₁₀₀ (bis 7 Tage), 3⁰/₁₀₀ (2 Tage), 4⁰/₁₀₀ (2 Tage) beweist. Die Brief-Kouverts treten oft in großer Menge nebeneinander auf, so mitunter in der Nähe der Blattspitze. Sie waren an den mit Ammonoxalat behandelten Objekten nicht auffindbar.

Der Kristallsand verschwindet nicht beim Erhitzen und in Essigsäure, wohl aber in Salzsäure. Er ist in einzelnen Fällen sicherlich in den Zellen eingeschlossen, so z. B. in den Zellen der Blattoberseite von Objekten mit einer 7tägigen Einwirkung von 2⁰/₁₀₀ K-Oxalat. — Größere Kriställchen sind in anderen Fällen auf oder in den Zellen der Blattunterseite (kleinzellig) zu sehen. — Diese Form des Kalziumoxalats wurde noch beobachtet bei *Elodea*-Blättchen der Lösungen: K-Oxalat 1⁰/₁₀₀, 3⁰/₁₀₀, 4⁰/₁₀₀; NH₄-Oxalat 2⁰/₁₀₀ (1 Tag).

III. *Nasturtium* (und *Ceratophyllum*).

Lösungen des K-Oxalats von 1⁰/₁₀₀ und 2⁰/₁₀₀ (+ 5% Rohrz.) wurden bei *Nasturtium* von den unzerschnittenen Fliederblättchen sowie von Schnitten (Blatt quer; Blattstiel längs und Epidermis, davon abgezogen) gut ertragen während 3tägiger Beobachtung. Gleichprozentige NH₄-Oxalatlösungen können in derselben Zeit töten: Die Fliederblättchen waren ohne Turgor, doch noch grün; in reinem Leitungswasser erholten sie sich nicht wieder. Indes sind auch lebende unzerschnittene Fiedern gesehen worden, die 7 Tage lang in 1⁰/₁₀₀ NH₄-Oxalat gelegen hatten; die Schnitte hatte diese Lösung dagegen getötet.

Die Empfindlichkeit von *Ceratophyllum*, das denselben K-Oxalatlösungen ausgesetzt war (intakte Blättchen und Querschnitte davon) dürfte der von *Nasturtium* gleichkommen.

Höher konzentrierte Lösungen sind nicht versucht worden.

Kriställchen von Kalziumoxalat waren in den mit K-Oxalat behandelten Objekten wahrnehmbar. Sie sind, ähnlich den an früheren Objekten gesehenen, von ovalem Umriß und leuchten zwischen gekreuzten Nicols weißlich und gelblich auf. Besonders günstig dafür ist die Blatt-

stielepidermis. Doch treten sie auch im Assimilationsgewebe der Schnitte auf. — *Ceratophyllum* verhält sich analog: Schnitte, die 11 Tage lang in 2⁰/₀₀ K-Oxalat verblieben waren, ließen außen viele Kriställchen erkennen.

IV. *Moosprotonema*.

Die mit NH₄-Oxalat von 1⁰/₀₀ und 2⁰/₀₀ (+ 5% Rohrzucker) behandelten Protonemen erwiesen sich als sehr widerstandsfähig: Sie zeigten in beiden Lösungen während einer Beobachtungsdauer von 14 Tagen kein Anzeichen der Schädigung, waren von frischgrüner Farbe und turgeszent.

Kristallbildung war an den Protonomen niemals erfolgt.

V. *Vaucheria*.

Die untersuchte Spezies scheint gegen K-Oxalat sehr resistent zu sein: Ich fand lebende Schläuche in 2⁰/₀₀-Lösung (+ 20% Rohrzucker), worin sie 31 Tage hindurch zugebracht hatten. Der hohe Zuckergehalt der Lösung rief in einigen Schläuchen Plasmolyse hervor.

In 1⁰/₀₀ (ohne Zuckerzusatz) und 2⁰/₀₀ K-Oxalat (+ 20% Rohrzucker) gehaltene Schläuche führten Oktaeder („Brief-Kouverts“), die jenen außen aufsitzen, doch vielleicht auch im Protoplasma zu finden sind. (Einzelbeobachtungen am Material nach 1, 3, 4, 31 Tagen der Kultur.)

VI. *Spirogyra*.

Die untersuchte Spezies zeigte bereits am unbehandelten Material kreuzförmige Kristalle von Kalziumoxalat. Gelingt es, diesen Kristallgehalt durch Kultur in Kaliumoxalatlösung zu beeinflussen? — Es wurde dazu eine Lösung von 1⁰/₀₀ mit 10% Rohrzucker verwendet.

In einem Falle, nach 1 tägiger Einwirkung, sahen die Zellen teilweise normal aus und zeigten bisweilen Plasmolyse; in anderen Zellen war der Protoplast pathologisch verändert. Dabei waren die Kristallkreuze in allen Fäden zumeist verschwunden. Eine andere Beobachtung an 3 täglich behandelten Fäden ergab als Befund: Schwache Plasmolyse; im Protoplasten viele kreuzförmige Kristalle, viel mehr als an unbehandelten Objekten. Es dürfte eine Anhäufung, Vermehrung des Kalziumoxalats vorliegen, wie sie auch von Migula und Loew (l. c.) bei *Spirogyra* erzielt wurde. — Die Untersuchung von 4 täglich behandeltem Material ergab dieselbe wie die des 3 tägigen. Die Kristallkreuze liegen in den plasmolysierten Zellen stets im Protoplasten, nie außerhalb von diesem und nie an der Membran.

C. Zusammenfassung der Ergebnisse und Erklärungsversuch.

Empfindlichkeit gegen Oxalatlösungen. Ammonoxalat hat, wo es verwendet wurde, giftiger gewirkt als Kaliumoxalat,

wie dies zu erwarten war, da gleichprozentige Lösungen dieser Salze, was ihren Oxalatgehalt betrifft, nicht äquivalent sind. Die Objekte sind deutlich verschieden hinsichtlich ihrer Resistenz gegen die giftigen Oxalate: *Vaucheria*, *Moosprotonema*, *Funaria* (Blatt) sind wesentlich resistenter als *Spirogyra*, *Mnium*, *Elodea*, *Ceratophyllum*, *Nasturtium*.

Kristallbildung. Es gelingt, einige Objekte zur Bildung von normalerweise nicht vorhandenem Kalziumoxalat zu veranlassen, das entweder den Objekten äußerlich aufsitzt oder innerhalb der Zellen erscheint. Hierher gehören: *Mnium*, *Funaria*, *Elodea*, *Nasturtium*, *Ceratophyllum*, *Vaucheria*. Kristallbildung ließ sich nicht erzielen bei Moosprotonemen. — Eine Anreicherung von primär vorhandenem Kalziumoxalat kann bei *Spirogyra* erfolgt sein.

In allen Fällen, wo durch die Behandlung mit gelöstem Oxalat die Objekte zur Bildung oder Anreicherung von Kalziumoxalat veranlaßt werden, ist vorauszusetzen, daß Kalziumsalze gelöst in den Zellen der Pflanze vorhanden sind: sie müssen sich mit dem gelösten Oxalat entweder innerhalb der Zelle oder außerhalb an der Membran umsetzen. Das Auftreten der Kriställchen an der Oberfläche der Objekte ist durch die Annahme der Sekretion von Kalziumsalzen aus dem Zellinnern wohl zu begreifen. Die regelmäßige Lagerung der Kriställchen streng über der Mitte jeder einzelnen Zelle (*Mnium*) würde jedenfalls damit im Einklang stehen. Dieser Vorgang hat gewisse Ähnlichkeit mit der Kalziumoxalatbildung, wie sie de Bary (l. c.) an Hyphen von *Peziza sclerotiorum* beobachtet hat. Der Unterschied liegt darin, daß die Kalksalze und die Oxalatlösung in beiden Fällen auf entgegengesetzten Seiten der Zellmembran gegeben sind.

Das normale Fehlen von Kristallen des Kalziumoxalats beruht also in den untersuchten Fällen auf dem Nichtvorhandensein der Oxalsäure, nicht dem des Kalziums¹⁾. Die gelösten Kalksalze der Zellen scheinen in den Versuchen die Aufgabe zu erfüllen, das giftige Oxalat in unlöslicher Form festzulegen. In diesem Sinne sagt Pfeffer allgemein über die Neutralisation von Giftwirkungen durch die Zelle: „In Hinsicht auf das gesamte selbstregulatorische Walten im Organismus ist aber nicht zu bezweifeln, daß in bestimmten Fällen auch Reaktionen erweckt werden, die auf die Festlegung oder Beseitigung des Giftes abzielen“ (1904, 347).

Unter diesem Gesichtspunkt wird es vielleicht verständlich, daß Moosprotonemen und *Funaria*-Blättchen, die sich lange Zeit hindurch als sehr resistent erwiesen haben, nicht oder nur zu schwacher Kalziumoxalatbildung zu bringen sind. Für diese kann das Oxalat an

1) Kalksalze ließen sich im herausgepreßten Zellinhalt von *Vaucheria* und *Phycomyces* mittels 2%iger Lösung von Ammonoxalat als Kalziumoxalat ausfällen und durch nachfolgende Behandlung desselben mit Schwefelsäure bei Zusatz eines Tropfens Alkohol an dem Aufschießen charakteristischer Gipsnadeln erkennen.

und für sich weniger giftig sein als für die anderen Objekte, — oder sie schützen sich gegen das Eindringen des Giftes in die Zellen auf eine nicht näher angebbare Weise (eventuell impermeable Plasmahaut). Die Anreicherung des Kalziumoxalats in der sehr empfindlichen *Spirogyra* wäre umgekehrt durch jene Vorstellung ebenfalls begreiflich gemacht.

Daß in diesen Versuchen die Bildung des kristallinen Kalziumoxalats ein mit dem lebenden Zustand der Zelle verknüpfter Vorgang ist, geht deutlich daraus hervor, daß Objekte, die durch Giftwirkung sichtlich geschädigt waren, nur unbedeutende oder keine Kristallbildung aufzuweisen hatten.

Literatur.

- Bassalik, K., Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 53. 1914.
 Benecke, W., Botan. Zeitung 61. 1903.
 De Bary, A., Botan. Zeitung 44. 1886.
 Loew, O., Biolog. Zentralblatt Bd. 11. 1891.
 — Flora 1892.
 — Ein natürliches System der Giftwirkungen. München 1893.
 Migula, W., Über den Einfluß stark verdünnter Säurelösungen auf Algenzellen. Diss. Breslau 1888.
 Patschovsky, N., Ber. d. Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. XXXVI, H. 9. 1919.
 Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. Bd. II, 2. Aufl. 1904.
 Schimper, A. F. W., Flora 1890.
 Wehmer, C., Botan. Zeitung 49. 1891.

Der Akademiestreit im Jahre 1830, der niemals enden wird.

Berichtigungen zur Arbeit von Prof. Dr. W. Lubosch,
Biol. Zentralbl. Bd 38 Nr. 9 und 10.

Von J. H. F. Kohlbrugge.

Aus der Einleitung zu meiner Arbeit über Goethe¹⁾ als Naturforscher geht deutlich hervor, daß ich mich seit Jahren mit der Geschichte der Evolutionstheorie befasse und daß genannte Schrift als ein daraus losgelöstes, weiter ausgearbeitetes Kapitel zu betrachten sei. Die Gründe, welche mich zu dieser Loslösung bestimmt hatten, wurden dort näher angegeben. Ein Hauptgrund mich speziell mit Goethe zu beschäftigen, war dieser, daß in vielen deutschen historischen Arbeiten Goethe eine Stellung in der Geschichte der Naturwissenschaft zugewiesen wird, die, wenn sie richtig ist, ihn als Urquell moderner Auffassung erweist. Ist dies richtig, dann wird die historische Forschung dadurch sehr vereinfacht, ist sie unrichtig, dann wird dadurch das Verdienst anderer Forscher, Goethe zu Liebe, geschmälert oder verkannt. Darum hatte ich mich nicht mit Goethe

1) Historisch-Kritische Studien über Goethe als Naturforscher. Würzburg 1913.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Patschovsky Norbert

Artikel/Article: [Über eine Möglichkeit des aussernormalen Entstehens von pflanzlichem Kalziumoxalat. 481-489](#)