

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess

und

Dr. E. Selenka

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIII. Band.

15. Mai 1893.

Nr. 9 u. 10.

Inhalt: Keller, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie (4. Stück). — Bokorny, Die Vakuolenwand der Pflanzenzellen. — Tiebe, Neuere Arbeiten von F. Plateau. — Voigt, Neues über die Nester der Ameisen. — Brauer, Zur Kenntnis der Herkunft des Centrosomas. — v. Wagner, Einige Bemerkungen über das Verhältnis von Ontogenie und Regeneration. — Driesch, Zur Theorie der tierischen Formbildung. — List, Zur Entwicklungsgeschichte von *Pseudalius inflexus* Duj. — Capparelli, Methode zur Aufbewahrung des Pankreas und zur Zubereitung des pankreatischen Saftes. — Delage, Ueber die Art der Abfassung naturwissenschaftlicher Abhandlungen.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

(Viertes Stück).

VI. Mineralische Nährstoffe.

In der Verteilung der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenkörper zeigt sich ein auffallender Unterschied. In den Getreidekörnern z. B. findet man im Mittel in 100 Teilen Asche 11,43 Magnesia und nur 2,7 Kalk; im Stroh dagegen 2,7 Magnesia und 7,2 Kalk; in den Blättern der Bohnen 4,38proz. Magnesia auf 21,26 Kalk, in den Samen 6,53 Magnesia auf 8,65 Kalk. Auch gegenüber den Wurzeln ist der Kalkgehalt der Blätter ein sehr bedeutender. In den Rübenblättern ist das Verhältnis zwischen Magnesia und Kalk 1:14, in den Wurzeln aber nur 1:2,5; in den Kartoffelblättern 1:6,1; in den Knollen 1:0,6; ebenso ist der Kalkgehalt der Blüten ein ungleich niedrigerer im Verhältnis zur Magnesia als der Blätter; z. B. in den Hopfenblüten 4,8 Teile Magnesia auf 9,59 Teile Kalk, in den Blättern aber auf 4,84 Teile Magnesia 30,78 Teile Kalk.

Es zeigt sich die Zunahme der Magnesia in den Samen namentlich in einem Vergleiche mit Holz. Im Weißtannensamen finden sich auf 1,54 Teile Kalk 16,79 Teile Magnesia, im Holze aber auf 33,04 Kalk nur 7,17 Teile Magnesia. Besonders auffällig tritt das auch durch Vergleichung zweier Buchenindividuen hervor — 150 Jahre alte Stämme — von denen das eine reichlich Samen getragen, das andere 2 Jahre vor der Samenbildung gefällt war. Die Holzproben wurden in Zonen von je 30 Jahresringen separat untersucht.

	Prozente in der Asche im Stamme der Samenbuche		der Kontrollbuche	
	CaO	MgO	CaO	MgO
Rinde	85,05	2,60	82,10	3,65
Zone I	33,92	12,65	27,69	29,25
Zone II	34,13	11,95	31,52	26,72
Zone III	35,98	12,15	33,55	20,89
Zone IV	33,36	13,36	27,59	19,02
Kernholz-Zone V }			31,21	11,00

Solche konsequente Verschiedenheit der Verteilung des Calciums und der Magnesia erhebt die Ansicht über allen Zweifel, dass den beiderlei Salzen im Pflanzenkörper durchaus verschiedene Bedeutung zukommen muss.

Beide sind für die Entwicklung der Pflanzen unbedingt nötig. Kulturen von Maiskeimlingen, die in kalkfreier Nährlösung gezogen wurden, kamen bald zum Stillstande. Ein Zusatz von Calciumnitrat ließ aus den welk gewordenen Spitzen nach wenigen Stunden frische grüne Triebe entstehen. Die Stärkeleitung gelangt zum Stocken, wenn den Keimpflanzen Kalksalze fehlen. Es steht also die Funktion derselben mit der Verarbeitung der Kohlehydrate im engsten Zusammenhang. Vergleichende Untersuchungen über die schädigende Wirkung des Entzuges verschiedener Nährsalze lehren, dass der Mangel an Kalksalzen sich für die Pflanze viel schneller fühlbar macht, als der Mangel an andern notwendigen Verbindungen. Ohne Kalkzufuhr lebt z. B. eine Maispflanze nur 1 Monat, ohne Magnesiumsalze, Stickstoffverbindungen, Kaliumsalze, Phosphate betrug die Lebensdauer 2 bis 3 Monate.

Die Frage, welche besondere Bedeutung die Kalksalze für den Stärketransport haben, beantwortet Verf. in folgender Weise: „Der Stärketransport ist allerdings nur in Form von Glykose möglich, allein damit die Stärke verzuckert wird, sind eben gewisse Verbindungen erforderlich, z. B. die Bildung von Diastase und hier ist es, wo eine wenn auch indirekte Funktion von Kalksalzen zu suchen ist. Schimper sieht, wie wir in einem früheren Referate zeigten, die Bedeutung der Kalksalze ausschließlich darin, dass durch sie die häufig in den Pflanzen entstandene giftige Oxalsäure gebunden und in unlöslichem Zustand übergeführt wird. Dass aber damit die ganze physiologische Bedeutung der Kalksalze erschöpft wäre, ist schon deshalb nicht anzunehmen, weil neutrale Oxalsäuresalze nicht ausnahmslos als Gifte wirken. Pilze vertragen dieselben. Gegen Algen aber, welche sonst vielfach schädlichen Wirkungen gegenüber größere Widerstandsfähigkeit zeigen als Phanerogamen, sind sie ebenfalls giftig. Diese Verschiedenheit zwischen Pilzen und Algen wird durch den Chlorophyllkörper bedingt. Bei *Spirogyra* bewirkt z. B. eine 2proz. neutrale Kaliumoxalatlösung

eine Verquellung des Chlorophyllkörpers, nachdem vorher der Kern eine Kontraktion erfährt. Ganz ähnliches war auch bei andern Algen zu beobachten. Ebenso beobachtete Verf. bei Phanerogamen, dass unter der Einwirkung von 2proz. Lösung von neutralem Kaliumoxalat der Zellkern eine starke Kontraktion erfährt. Dabei wird er trübe und verliert seine scharfen Konturen. Weinsaures und schwefelsaures Kalium üben solche Wirkung nicht aus. Dass das Cytoplasma aber nicht direkt durch das Oxalat angegriffen wird, sondern erst in Folge des Todes des Kernes und der Chlorophyllkörper, wird daraus wahrscheinlich, dass die Plasmaströmungen in Wurzelhaaren von *Chara* auch in 0,2proz. Lösungen von oxalsaurem Kali stundenlang fort-dauern.

So ist also die giftige Wirkung der Oxalsäure nach Verf. darauf zurückzuführen, dass Calciumverbindungen einen wichtigen Anteil am Aufbau des Chlorophyllkörpers und des Zellkernes nehmen. Wird durch das Eindringen des löslichen Oxalates diesen Organoiden das Calcium entzogen, dann ändern sie ihr Quellungsvermögen. „Die damit herbeigeführte Strukturstörung bedingt auch die Umlagerung aus dem aktiven in den passiven Zustand“. So wird es verständlich, dass auch jene Pflanzen, welche keine Oxalsäure erzeugen, Calciumsalze zu ihrem Gedeihen nötig haben. Ist eine protoplasmatische Calciumverbindung für den Chlorophyllkörper wesentlich, dann verstehen wir leicht, dass, wie aus den oben mitgeteilten Zahlen ersichtlich ist, die Blätter durch besonders großen Calciumgehalt ausgezeichnet sind. Analysen von albkaten Blättern ließen diese als die calciumärmern im Vergleiche mit den grünen Blättern erkennen.

Auch das Verhalten der Zellen zu freier Oxalsäure glaubt Verf. als Beweis für seine Ansicht, dass „eine Calciumverbindung des aktiven Nukleins die Gerüstbildung des Kernes bildet“, deuten zu sollen. So beobachtete er, „dass nach fünf Tagen Aufenthalt von einigen Fäden der *Spirogyra majuscula* in 500 ccm einer Lösung von 0,0001proz. freier Oxalsäure in den meisten Zellen eine bedeutende Schädigung eingetreten war“. Der Kern war geschrumpft, der zierlich gezackte Rand des Chlorophyllbandes verquollen. Das Cytoplasma aber war noch lebend.

Bildet ein Calciumeiweiß einen wesentlichen Anteil an der Konstitution des Zellkernes und der Chloroplasten, dann ist auch die Abhängigkeit des Stärketransportes von der Gegenwart der Kalksalze verständlich. „Es fehlt entweder an Diastase zur Verzuckerung der Stärke oder es fehlt an der Bildung einer normalen Anzahl von Leukoplasten oder Chlorophyllkörpern behufs Rückverwandlung des gebildeten Zuckers in Stärkemehl an den Stellen, wohin das letztere transportiert werden soll“. Wie bei Amöben so wird wahrscheinlich auch bei den Pflanzenzellen die Bildung des Euzyms vom Kerne bedingt sein. Ist der Kern wegen Mangel an Kalk nicht mehr normal, dann kann die

Distasebildung unterbleiben. Mangelnder Kalk wird aber auch einen ungünstigen Einfluss auf die Ausbildung der Leukoplasten und des Chlorophyllkörpers ausüben. Die Umwandlung des Zuckers in Stärke wird also gehemmt, ja völlig verunmöglicht sein können.

Woher kommt es nun, dass bei gewissen physiologischen Funktionen Magnesiumsalze die Calciumsalze nicht zu vertreten vermögen?

Beide Gruppen unterscheiden sich vor allem durch den Unterschied in der Dissoziierbarkeit. Magnesia als schwächere Basis dem Kalk trennt sich von Säuren viel leichter als dieser. Kann man z. B. bei der Assimilation von N aus dem Nitrate die aus dem Magnesiumnitrate freiwerdende Säure nicht sofort nach dem Freiwerden zur Eiweißbildung verwertet werden, dann kann sie leicht den Tod der Zelle herbeiführen. In der That sind die Magnesiumsalze durch eine auffallend schädliche Wirkung auf die Pflanzenzellen ausgezeichnet.

„In einer 1 pro mille Lösung von Magnesiumsulfat sterben Spirogyren nach 4—5 Tagen, während sie in ebenso starken Lösungen von Calcium-, Kalium- und Natriumsulfat lange am Leben bleiben. In einer 1proz. Lösung von Magnesiumnitrat sterben kleinere Spirogyren nach 6—12 Stunden, während sie sich in ebenso starken Lösungen von Calcium-, Kalium- und Natriumnitrat lange Zeit wohl befinden“. Selbst bei starken Verdünnungen zeigt sich die schädliche Wirkung. „Fäden von *Spirogyra majuscula* wurden einerseits in eine Lösung von 0,2‰ Magnesiumnitrat mit 0,02‰ Ammoniumsulfat versetzt, andererseits in eine Lösung, worin statt des Magnesiumnitrates Calciumnitrat sich befand. Dort starben die Zellen nach 10—11 Tagen, hier blieben sie über sechs Wochen erhalten“. Das Absterben war dort weder durch Zufuhr organischer Nährstoffe noch durch Zufuhr alkalischer Salze zu verhindern, wohl aber durch Zufuhr von Calciumsalzen. Auch bei Wurzeln von Keimlingen macht sich die schädliche Wirkung der Magnesiumsalze in auffallender Weise bemerkbar. In 0,5proz. Lösungen z. B. von Magnesiumnitrat unterblieb die Bildung von Nebenwurzeln an Keimlingen von *Vicia* und *Pisum*.

Aus vielen Kulturversuchen geht hervor, dass die Pflanze zu ihrem Gedeihen der Magnesiumsalze bedarf. Wie kommt es, dass bei Ausschluss von Calciumsalzen sie in so schädlicher Weise wirken, dass bei Anwesenheit derselben jegliche schädigende Wirkung ausbleibt?

Die einzig mögliche Antwort auf diese Frage geht dahin, dass bei der Einwirkung von Magnesiumsalzen starker Säuren ein Austausch des Calciums im Chlorophyllkörper und im Zellkern gegen das Magnesium statt hat. Damit wird die Gerüstsubstanz dieser Organoiden auch physikalisch verändert, indem das Quellungsvermögen wie die Festigkeit eine andere Beschaffenheit annehmen. „Dieses bringt aber eine Strukturstörung mit sich, infolge deren auch Umlagerung des aktiven Proteinstoffes zu passivem erfolgt“. In der That beobachtet man, dass auch die Einwirkung verdünnter Magnesiumsulfatlösungen den Kern

der *Spirogyra*-Zellen in ganz ähnlicher Weise angreift wie die Kaliumoxalatlösung. Der Kern quillt auf. Infolge des auf die Plasmastränge entstehenden Zuges schnürt sich das Cytoplasma ein. Auch eine Verquellung der Chlorophyllbänder tritt ein.

Immerhin stellt sich die schädliche Wirkung der Magnesiumsalze ziemlich langsam ein. Bei Gegenwart von Calciumsalzen kann dieselbe so schnell wieder aufgehoben werden, dass eine bleibende Schädigung nicht eintritt. „Sind genügende Mengen von Calciumsalzen in der Lösung vorhanden, so kann nach dem Gesetze der Massenwirkung die umgekehrte Reaktion eintreten, d. h. das in die organisierte Kernsubstanz an Stelle von Calcium getretene Magnesium wird wieder durch Calcium ersetzt“. Sind also neben Magnesiumsalzen hinreichende Mengen von Calciumsalzen vorhanden, dann können erstere nur ihre ernährenden Eigenschaften entfalten, die namentlich für die Assimilation der Phosphorsäure bei der Nuklein-, Plastin- und Lecithinbildung wichtig sind. Es wird sich also „das schwerlösliche tertiäre Magnesiumphosphat da anhäufen, wo Nukleinbildung resp. rege Zellenbildung stattfindet. Da die Nukleinbildung ein Unlöslichwerden des (sekundären) Magnesiumphosphates (Bildung des tertiären) bedingt, so ist es nun begreiflich, warum stets neues lösliches Magnesiumphosphat zuströmt und an den Orten regster Zellneubildung sich Magnesia und Phosphorsäure anhäufen. Es erklärt sich, warum Magnesia ebenso wie die Phosphorsäure den Eiweißstoffen folgt und warum die Samen relativ reicher an Magnesia sind als die Blätter“.

Ein abweichendes Verhalten zeigen die Pilze (Spalt- und Sprosspilze). Auch bei Ausschluss von Calciumsalzen erwiesen sich bei ihnen die Magnesiumsalze nicht als schädlich wirkende Stoffe. Es scheinen ihnen also wichtige calciumhaltige Organe zu fehlen. —

Die Ergebnisse einer Reihe von Aschenanalysen führten zu der heute wohl noch ziemlich allgemein herrschenden Ansicht, dass vor dem herbstlichen Laubfall die nutzbaren Stoffe, wie die Kohlenhydrate, Eiweißsubstanzen, Phosphorsäureverbindungen und Kalisalze, in die ausdauernden Teile der Holzpflanzen zurückwandern.

Wehmer hält dafür, dass ein derartiger Vorgang a priori nicht gerade als wahrscheinlich bezeichnet werden könne. Wohl haben die Stoffe die Fähigkeit innerhalb der Pflanze zu wandern. Doch es bedarf einer auslösenden Kraft, als welche für gewöhnlich der Stoffkonsum oder die Stoffumwandlung wirkt. „Ursache und Richtung der Stoffwanderung wird durch diese bestimmt und so ergibt sich auch die Forderung, dass wenn im Herbste eine Rückleitung gewisser Verbindungen stattfindet, hier notwendig innerhalb der perennierenden Teile Prozesse verlaufen müssen, die als Ursache dieser Erscheinungen anzusehen sind“. Solche eine Rückwanderung bedingenden Vorgänge in den Axen sind nun nicht bekannt und nicht wahrscheinlich. Denn wie dem Abfall der Blätter eine Stagnation im Umsatze vorangeht,

so wird die tiefere Temperatur auch den Stoffwechsel in den Axen herabsetzen. Und da im übrigen eine reichliche Ansammlung aller Stoffe in jenen bereits anzunehmen, so scheint der bisher auch noch nicht gemachte Versuch, die plötzliche Einwanderung der Blattinhaltsstoffe kausal aufzuklären, wenig dankbar zu sein.

Im weitern hält Verf. dafür, dass man einzelne Beobachtungen nicht zu schnell weder für die eine noch andere Ansicht verallgemeinern darf.

Der Laubfall ist keine bei allen unseren sommergrünen Gewächsen gleichzeitig auftretende Erscheinung, sondern er erstreckt sich mehr oder weniger weit in den Sommer hinein. Dem Abfall geht in der Regel das Absterben voran. Dass aber das Abwerfen ein Vorgang für sich ist, welcher auch das lebende Organ treffen kann, geht daraus hervor, dass die Lockerung des Zusammenhanges zwischen Blatt und Zweig oft frühzeitig eintritt und doch das Blatt noch wochenlang fortlebt.

So konnte dem Verf. an den gefallenen Blättern verschiedener Bäume und Sträucher konstatieren, dass sie „nicht allein turgeszent und lebend waren, sondern in ihren Zellen gleichfalls den offenbar intakten Inhalt mit Chlorophyllkörnern, Stärke etc. führten“. Im allgemeinen aber beobachtet man allerdings, dass der Zellinhalt nicht mehr intakt ist. Mit Recht betont aber Verf., dass wenn sich auch z. B. eine Verflüssigung bestimmter Stoffe mikroskopisch nachweisen lasse, die mikroskopische Untersuchung über die Masse der auswandernden, bezw. zurückbleibenden Materie keinen Aufschluss gibt.

Unter den neuern Aschenanalysen sind hauptsächlich diejenigen Rissmüller's stets als die die Wanderung der Kali- und Phosphorsalze beweisenden angeführt worden. Verf. gibt für Buchenblätter an

	Kali	Phosphorsäure
Mai	31,23 % der Asche	21,27 % der Asche
Juni	21,74 „ „ „	8,43 „ „ „
Juli	11,85 „ „ „	5,24 „ „ „
August	9,81 „ „ „	4,53 „ „ „
September	10,53 „ „ „	4,24 „ „ „
Oktober	7,67 „ „ „	3,22 „ „ „
November	5,78 „ „ „	1,08 „ „ „

Wehmer weist nun darauf hin, dass diese Verschiedenheit in der prozentischen Aschenzusammensetzung wesentlich dem Umstand zuzuschreiben sein dürfte, dass eben die ältern Blätter viel reicher an Kieselsäure und Kalk sind als die jüngern. Selbst wenn sich also die Mengen von Kali und Phosphorsäure in den Blättern gleich blieben, würde die Prozentberechnung eine scheinbare Abnahme ergeben. Die absoluten Zahlen zeigen, dass während der Vegetationsperiode der Gehalt der Blätter an Kali und Phosphorsäure bis in den September

annähernd konstant bleibt. Später findet ein Rückgang statt. Tote Blätter können aber für den Nachweis der Wanderung nicht in Rücksicht kommen. 1000 Blätter der Buche enthalten

	an Kali	an Phosphorsäure
im Mai	0,77 g	0,53 g
„ Juni	1,20 „	0,46 „
„ Juli	1,28 „	0,56 „
„ August	1,19 „	0,66 „
„ September	1,14 „	0,45 „
„ Oktober	0,87 „	0,36 „
„ November	0,74 „	0,14 „

Mit des Verf. Beobachtung, dass auch lebende Herbstblätter mit reichem und scheinbar unverändertem Inhalte abgeworfen werden können, stimmen Aschenanalysen von Buchenblättern, die Dulk veröffentlichte, überein. Diese zeigten sogar den Maximalgehalt an Phosphorsäure im Oktober, nämlich 0,441 g in 1000 Blättern und der Phosphorsäuregehalt von Novemberblättern war ebenso groß wie in Maiblättern und größer als in Juni-, Juli- und Septemberblättern. Es sprechen also diese Resultate entschieden gegen eine Rückwanderung.

Stellen wir nun diesen Blattanalysen die Holzanalysen gegenüber. Zunächst zeigt sich auch hier, dass die prozentischen Zahlen für Kali und Phosphorsäure während der Vegetationsperiode beständig abnehmen, während namentlich Kalk zunimmt. Ein deutliches Bild geben also auch hier erst die absoluten Zahlen.

Für die Rinde der Rosskastanie ergab sich folgendes:

43,15 g	enthielten im Frühjahr	Kali 0,2444 g	Phosphor 0,0869 g
98 „	„ „ Herbst	„ 0,4279 „	„ 0,1316 „

Berechnet man den Kali, bezw. Phosphorgehalt auf das gleiche Rindengewicht, dann ergäbe sich, dass die Frühjahrsrinde nicht nur nicht ärmer an den Stoffen ist, die nach der herrschenden Meinung aus den Blättern in die Axen wandern, sondern sogar etwas reicher.

Die analoge Untersuchung für das Holz ergab:

	Frühjahr auf 73,1 g	Herbst auf 102 g
Kali	0,3832	0,2210
Phosphor	0,1266	0,2738

Hieraus ergibt sich, dass der Kaligehalt im Frühjahrs Holz erheblich größer als im Herbstholz ist, von einer im Herbst aus den Blättern in die Axen vor sich gehenden Einwanderung also nicht die Rede sein kann, wogegen allerdings im vorliegenden Falle der Phosphorgehalt des Herbstholzes größer ist als der des Frühjahrs Holzes.

Dass aber dieses Resultat in individuellen Zufälligkeiten begründet ist, dürften folgende Zahlen ergeben:

	Frühjahr in 116,25 g 60 Zweigstücke	Herbst in 200 g 82 Zweigstücke
Kali	0,6276 g	0,6489 g
Phosphor	0,2135 „	0,4054 „

Dieser umfassendere Versuch, welcher die individuellen Ungleichheiten fast völlig verwischen muss, zeigt, dass von einer nennenswerten Zunahme des Phosphors in den Axenteilen nicht gesprochen werden kann, dass also eine Zuwanderung in diese nicht stattfindet.

VII. Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass Samen, welche während kürzerer Zeit gequollen, also aus dem Stadium der Ruhe in den Zustand der Lebensthätigkeit eingetreten sind, ihre Keimkraft nicht unbedingt einbüßen, wenn sie hierauf wieder getrocknet, also von neuem in den ruhenden Zustand übergeführt werden. Weniger Erfahrung hat man aber darüber, ob auch die Keimpflanzen ohne Nachteil ein solches Wiedertrocknen zu ertragen vermögen. In seiner oben zitierten Abhandlung legt Bonnier folgende Versuchsergebnisse hierüber vor.

Einer ersten Versuchsreihe diente Korn. 40 Körner, die während 24 Stunden im Wasser quollen, wurden bei 35° ausgetrocknet bis sich kein Gewichtsverlust mehr zeigte. Bei einer Temperatur von 18—20° ließ man dieselben nachher keimen. Alle 40 Körner hatten ihre Keimfähigkeit bewahrt. Die aus ihnen entstehenden Pflanzen zeigten ein durchaus normales Aussehen. Von 40 andern Körnern, die bei 85° getrocknet worden, nachdem sie 24 Stunden gequollen, hatten dagegen 28 Körner ihre Keimfähigkeit verloren. 12 Samen keimten. Die entstehenden Pflanzen waren aber schwächlich und $\frac{2}{3}$ derselben gingen bald zu Grunde.

80 Körner ließ Verf. während 2 Tagen keimen. Das Würzelehen war ausgetreten. Die Hälfte derselben wurde bei 35°, die andere bei 85° getrocknet. Von ersteren entwickelten sich 34 und erzeugten grade so kräftige Pflanzen wie normale Samen. Die bei der höhern Temperatur getrockneten Pflänzchen hatten ihre Entwicklungsfähigkeit völlig eingebüßt.

Keimlinge von 3 Tagen wurde in gleicher Zahl gleich behandelt. Die 40 Individuen, welche bei 85° getrocknet wurden, gingen wieder alle zu Grunde. Von der andern bei 35° getrockneten Hälfte lebten 28 wieder auf. Die Pflanzen, zu denen sie sich entwickelten, waren weniger kräftig, als die aus normalen Samen hervorgegangenen. Fünf Exemplare gingen später zu Grunde.

Von 4 Tage alten Keimen gingen wieder die bei 85° getrockneten hin. Vom Reste keimten 21 von den 40 bei 35° getrockneten Individuen. Die meisten waren aber kränkelnd und 12 starben bald ab.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass Keimpflänzchen von Korn getrocknet, in ihrem Lebensprozesse unterbrochen werden können, ohne ihre Keimfähigkeit, den Zustand aktiven Lebens notwendig einzubüßen. Man sieht allerdings im weitern, dass nur dann ihr Leben gleichsam in einen latenten Zustand übergeführt werden kann, wenn das Keimpflänzchen in sehr jugendlichem Zustande sich befindet und wenn die Temperatur, bei welcher das Austrocknen erfolgte, eine mäßige ist.

Etwas anders war das Verhalten von gekeimten Bohnen. Verf. ließ einige derselben während 8—14 Tagen bei 14° keimen, hierauf wurden sie bei 35° getrocknet, und zwar die einen während eines Tages, die andern bis sich wiederum kein Gewichtsverlust beim längern Trocknen herausstellte. Nur die erstern büßten ihre Keimfähigkeit nicht ein, gingen also in einen latenten Zustand über, während die andern getötet wurden.

Eine andere Bohnenart wurde zu einer dritten Versuchsreihe benutzt. Verf. trocknete die Individuen, welche während 2 Tagen gekeimt hatten bei verschiedenen Temperaturen, bei 20°, 35°, 55° und 85° und untersuchte an mikroskopischen Schnitten, ob der verschiedene Grad der Volumenverminderung, der in Folge des ungleichen Eintrocknens zu konstatieren war, alle Organoide des Keimlings in gleichem Maße betraf, oder ob diese ein verschiedenes Verhalten zeigten. Verf. konnte so, namentlich durch Vergleich der Extreme, feststellen, dass das Austrocknen des Protoplasmas relativ stärker ist, als der Hülle, der Stärke und Aleuronkörner.

Diese Verschiedenheiten zeigten sich auch Reagentien gegenüber. Während das Verhalten der Stärkekörner der bei 20° und bei 80° getrockneten gekeimten Samen Reagentien gegenüber das gleiche war, zeigte das Protoplasma weitgehendste Verschiedenheit. Anilinviolett und Karmin färbten das Protoplasma der bei 85° getrockneten Keime intensiv, ersteres das Plasma der bei 20° getrockneten sehr schwach, Karmin nicht.

So wird also die Möglichkeit in einen latenten Zustand überzugehen und aus diesem wieder aufzuleben, hauptsächlich vom Wasser des Protoplasmas abhängen.

VIII. Verhalten gegen Gifte.

Die Untersuchung über die Einwirkung von Metallsalzen und Säuren auf die Keimfähigkeit der Sporen parasitischer Pilze hat nicht nur theoretischen Wert. Sie ist geeignet uns im Kampfe gegen die unseren Kulturen schädlichen Pilze eine nicht unwichtige Waffe in die Hand zu geben. Es sind denn auch aus diesem Grunde, namentlich seit die großen Erfolge der Bekämpfung der *Peronospora viticola*, des sogenannten falschen Mehltaues mit Kupfervitriolpräparaten bekannt geworden sind, diese Untersuchungen von verschiedenen Physiologen auf

genommen worden. Wüthrich wählte zu seinen Versuchen *Phytophthora infestans*, *Peronospora viticola*, Ustilagineen, Uredineen und *Claviceps purpurea*.

Die wichtigsten Resultate sind folgende. Die Sporen verschiedener Pilze zeigen den Lösungen von Metallsalzen, beziehungsweise Säuren gegenüber einen verschiedenen Grad der Widerstandsfähigkeit. Die Empfindlichkeit entspricht für des Verf. Versuchsobjekte folgender Reihe: Conidien der *P. viticola*, Conidien von *Ph. infestans*, *Aecidium*-Sporen von *Puccinia graminis*, Conidien von *Claviceps purpurea*, Sporen von *Ustilago Carbo* und *Uredo*-Sporen von *Puccinia graminis*.

So verhinderte z. B. eine Lösung von 124 Gewichtsteilen Kupfervitriol in 10000000 Gew. Wasser die Keimung, resp. Sporenbildung bei *P. viticola*; bei *Ph. infestans* war das Verhältnis der gleich wirkenden Lösung 124:100000, ebenso bei *Puccinia graminis*, bei *Claviceps purpurea*, bei *Ustilago Carbo* 124:100000, ebenso bei *Uredo*-Sporen von *Puccinia graminis*.

Die Gegenwart von Nährsalzen erhöht bisweilen die Widerstandsfähigkeit. So musste z. B. die Kupfervitriollösung auf 124:10000 gebracht werden um die Keimung der Sporen von *Ustilago Carbo* zu verhindern. In andern Fällen zeigt sich eine ähnliche Wirkung jedoch nicht.

Nicht jeder Salzlösung gegenüber ist die Empfindlichkeit der oben angegebenen Reihe entsprechend. Es kann also einem bestimmten chemischen Körper gegenüber die eine Art empfindlicher sein als man nach dem Verhalten der Sporen einer andern Art erwarten sollte.

Was die schädliche Wirkung betrifft, so kann sie der wasserentziehenden Eigenschaft der Lösung zugeschrieben werden müssen. Werden z. B. *Uredo*-Sporen von *P. graminis* in eine hinreichend konzentrierte Kalisalpeterlösung gebracht (101:1000), dann keimen sie nicht. Sie werden aber nicht getötet. Denn bringt man sie in verdünntere Lösungen oder in reines Wasser, dann keimen sie.

Dieser wasserentziehenden Einwirkung der Salzlösung stehen jene andern Fälle entgegen, bei welchen mit dieser Wirkung eine eigentliche Giftwirkung verbunden ist. Die Giftwirkung ist wohl stets darauf zurückzuführen, dass die schädlich wirkende Substanz in den Sporenhalt eindringt. Die Plasmamembran wird diesem Eindringen einen Widerstand entgegenstellen, so lange sie in ihrer molekularen Zusammensetzung keine Aenderung erfährt. Chemische Reaktionen, die namentlich zum Nachweis des allfällig aufgenommenen Eisen- oder Kupfervitriols ausgeführt wurden, bestätigten diese Annahme.

IX. Adaption.

Seit Schwendener's klassischer Untersuchung über das mechanische Schutzgewebe wissen wir, dass die Anordnung der mechanischen

Gewebeelemente in hohem Maße den mechanischen Anforderungen angepasst ist. In welcher Weise eine vermehrte Inanspruchnahme die Festigkeit von Pflanzenteilen beeinflusst, wurde auf Veranlassung Pfeffer's von R. Hegler experimentell untersucht. „Die Prüfung dieser Frage ergab, dass ein mechanischer Zug eine sehr erhebliche Zunahme der Festigkeit veranlasst, und zwar indem in den wachsenden oder noch bildungsfähigen Teilen insbesondere die vorhandenen mechanisch-wirksamen Elementarorgane an Wanddicke und Zahl gewinnen oder auch indem bis dahin fehlende Gewebe hinzugefügt werden“.

Wurde z. B. das Hypokotyl von *Helianthus*-Keimlingen mit 150 g belastet — bei einer Belastung von 160 g zerriss dasselbe — dann vermochte es schon nach 2 Tagen 250 g zu tragen; nach einem folgenden Tage konnte die Belastung auf 300 g gesteigert werden und wieder nach einigen Tagen auf 400 g. Die Tragfestigkeit von Blattstielen von *Helleborus niger*, deren Zerreißungsfähigkeit bei ungefähr 400 g lag, konnte sogar auf $3\frac{1}{2}$ Kilogramm gesteigert werden, während zugleich die Festigkeit der nicht beschwerten Elemente in dieser Zeit nur unmerklich stieg.

Die Wirkung dieser Belastung zeigt sich gewöhnlich in erster Linie am Collenchym, das in auffälliger Weise zunimmt.

Das Auftreten neuer Elemente war an *Helleborus niger* zu beobachten. Die normal fehlenden Bastfasern traten bei starker Belastung so stark auf, „dass sie mächtige Sieheln um den Weichbast bilden“.

Der Zug verlangsamt das Längswachstum. Dasselbe erscheint aber nur so lange gehemmt als der Zug anhält. „Die Wachstumshemmung fällt also zusammen mit einer Störung des Gleichgewichtszustandes, ebenso wie die mechanische Verstärkung, welche durch jede Zugsteigerung in einem unbekanntem Verhältnis (natürlich in endlichen Grenzen) weiter bis zu Erreichung des neuen Gleichgewichtszustandes gesteigert wird“.

Trotz dieser Korrelation sind aber Wachstumshemmung und mechanische Verstärkung 2 verschiedene Reize, indem die beiden Effekte nicht notwendig zusammenfallen. Wachstumshemmungen ohne Zugsteigerung führen nicht zur Ausbildung mechanisch-wirksamer Elemente.

Hegler's Beobachtung ist also ein treffliches Beispiel der zweckentsprechenden Selbstregulation im Organismus, der seine Teile dem Gebrauche entsprechend ausbildet.

Diese selbstregulierende Wirkung des Gebrauches bedingt auch, dass in gewaltsam gekrümmten Sprossen nur die konvexe, also die unter vermehrte Zugspannung gesetzte Sprosshälfte, eine analoge Verstärkung der Festigungselemente erfährt, wie die nichtgekrümmte Axe unter der Wirkung eines Längszuges.

X. Atavismus.

Im Jahre 1878 beobachtete Heinricber an den Blüten eines Stockes der *Iris pallida* einen innern Staminalkreis, der teils in einzelnen Gliedern, teils auch in voller Zahl vorhanden war. Diese Rückschlagserscheinung, welche die Blüten den Almen unserer heutigen Irideen nahe bringt, trat bald in Form vollkommen ausgebildeter Staubgefäße, bald auch in Form von Stammodien oder Carpiden auf. Während einer Reihe von Jahren studierte Verf. an diesem Stammstocke die Rückschlagserscheinung, namentlich aber auch die Vererbung des Rückschlages auf seine Descendenten.

Die elfjährige Beobachtung des Stammstockes führte zu folgenden Ergebnissen. Der Rückschlag tritt Jahr für Jahr auf, bald so stark, dass die Mehrheit der Blüten atavistisch ist (bis 70%), bald so, dass nur etwa $\frac{1}{10}$ der Blüten diesen Rückschlag zeigt. Bald äußert er sich im Auftreten 1, doch auch der 3 Glieder des theoretisch geforderten Staminalkreises. Die Gestalt, in welcher die Glieder auftreten, ist bereits erwähnt worden und es mag hier nur noch die Bemerkung beigefügt werden, dass wenn die Glieder des inneren Kreises in Form von Fruchtblättern erscheinen, „die den überzähligen Fruchtblättern entsprechenden Fächer des Fruchtknotens vollkommen entwickelte Samen liefern können.“ Die Rückschlagsbildung ist bisweilen mit andern Blütenanomalien verbunden, z. B. werden die Kreise zweizählige. Diese letztere Anomalie kann auch für sich allein auftreten, ebenso die Vierzähligkeit der Kreise.

Die Vererbung des Rückschlages des Descendenten der ersten Generation wurde an 3 Kulturen beobachtet. Das 4jährige Mittel betrug in der einen Kultur 2,9% (Grenzwerte 1,6 und 4,3%); das 7jährige Mittel in der andern 23,6% mit den Grenzwerten 2,5% und 37% und in der 3. Kultur 31,7% mit den Grenzwerten 14,3% und 55%. Ueber die Vererbung in der 2. Generation liegen bis jetzt 2 Beobachtungen vor. Im einen Fall traf der Rückschlag 60% der Blüten, im andern 44%. Die Rückschlagserscheinung ist also durch Samen vererbbar und zwar zeigte sich die Vererbung mit Samen, welche von Blüten abstammten, die den Rückschlag in graduell sehr verschiedenem Maße gezeigt haben. In 2 Kulturen war der mittlere Prozentsatz der Rückschlagserscheinung der Blüten größer als am Stammstock (18,3%). Es hat den Anschein, als ob die atavistischen Blüten in der 2. Generation noch häufiger auftreten als in der ersten. Wenn wir uns jedoch vergegenwärtigen, dass in der Häufigkeit der Blüten mit Rückschlag am gleichen Individuum sehr bedeutende Schwankungen auftreten, so werden wir allerdings mit Verf. die Beobachtungszeit der 2. Generation des Stammstockes für nicht hinreichend lang bezeichnen können, um diesen Schluss als sicheren erscheinen zu lassen. Die Schwankungen scheinen eine ge-

wisse Periodizität zu zeigen in dem Sinne, dass sich eine Zunahme der atavistischen Blüten zeigt, bis eine gewisse Höhe erreicht ist. Hierauf sinkt ihre Zahl, um nachher wieder zu steigen. Nicht unwesentlich ist die Beobachtung, dass dieses Steigen und Fallen nicht bei allen Stöcken gleichmäßig ist. So fällt z. B. mit dem Maximum der atavistischen Blüten der einen Kultur im Jahre 1885 das Minimum in der andern zusammen. Im folgenden Jahre ist das Verhältnis nahezu das umgekehrte. Es geht hieraus hervor, „dass das Auftreten von Blüten, welche Glieder des innern Staubblattkreises enthalten, nicht etwa von klimatischen und Standortsverhältnissen abhängig ist, welche ja für alle Kulturen die gleichen waren, sondern dass dasselbe wesentlich durch innere Ursachen bedingt ist“. Diese Beobachtung spricht dafür, dass die wahrgenommenen Bildungsabweichungen in der That als atavistische zu bezeichnen sind. Die Rückschlagsenergie ist an den Deszendenten in ähnlicher Weise eine schwankende wie am Stammstocck.

Es läge nahe zu glauben, dass der Rückschlag an den Deszendenten um so stärker wäre, je ausgesprochener er in der Blüte war, aus deren Samen jene hervorgingen. Die eine der 3 Kulturen erster Generation war aus Samen gezogen, die in einer Blüte mit allen drei Gliedern des innern Staubblattkreises entstanden waren. Aber gerade diese Kultur zeigte den Rückschlag Jahr um Jahr erheblich schwächer als die beiden andern Generationen. In keinem Falle erschien bei ihr der Rückschlag in Form von drei Gliedern des innern Kreises, ja nur ein einziges Mal mit zwei Gliedern. Hier trat also der Rückschlag viel schwächer auf als in der Stammblüte. In der 2. Kultur, den Deszendenten einer Blüte, welche ein Glied des innern Staminalkreises in Karpidengestalt entwickelt hatte, war dagegen die atavistische Neigung entschieden stärker entwickelt. Gab es hier doch Blüten, welche alle drei Glieder entwickelten. Die Individuen der 3. Kultur sind die Abkömmlinge einer Blüte, welche ein einziges, schwach entwickeltes, staminodiales Glied des innern Staminalkreises enthielt. Nicht nur treten in dieser Kultur die atavistischen Blüten am häufigsten auf, sondern viele Blüten besitzen alle drei Glieder.

Wie ist diese eigentümliche Erscheinung zu erklären? Heinrich glaubt, dass sich in den Blüten der Deszendenten auch der Einfluss der Blüte geltend mache, welche den Pollen lieferte. Ueber den Grad desselben vermag er aber keine bestimmten Anhaltspunkte zu geben. Nicht mehr befremdend ist das Ergebnis der größeren Rückschlagsenergie bei Deszendenten, wenn wir des Vorhandenseins latenter Anlagen gedenken. „Dem latent war die Anlage dieser Glieder, oder besser, latent war die Disposition zur Ausbildung dieser Glieder, gewiss auch in der Stammblüte vorhanden. Ebenso mag auch die Thatsache, dass die Glieder des innern Staminalkreises an den deszendenten Pflanzen auch in Formen auftreten, welche an der Stammblüte nicht realisiert waren, teilweise auf den väterlichen

Einfluss, teilweise auf das Vorhandensein latenter Anlagen im Keim-
plasma der Stammblüte zurückzuführen sein.“

Im Weiteren waren die Individuen der 1. und 2. Generation vom Stammstocke auch dadurch verschieden, dass die Bildungsabweichungen ihrer Blüten über die Blütenanomalien des Stammstockes hinausgingen und zwar sowohl in Verbindung mit der Rückschlagserscheinung wie ohne diese. So beobachtete Verf., um nur einige wenige Beispiele speziell anzuführen, z. B. Blüten, in welchen der äußere Staubblattkreis teilweise oder vollständig in Kronenblätter umgewandelt war; andere Fälle, in welchen alle Kreise 2gliederig waren, wieder andere, in welchen nur 1 Kelch-, 1 Kronen- und 1 Staubblatt die ganze Blüte bildete etc.

Die Vergleichung der Bildungsabweichungen in jeder Kultur ließ erkennen, dass die angeborenen individuellen Verschiedenheiten in dem Vorhandensein einer nach besonderer Anomalie hinzielenden Bildungstendenz zum Ausdruck kommen. So ist z. B. das spezifische Charakteristikum der einen Kultur das Auftreten von Petalen im äußern Perigonkreise; jenes einer andern Kultur das vorwiegende Auftreten von karpidenartigen Gliedern im innern Staubblattkreis.

Eine eigentümliche Korrelation zwischen der Bartbildung der Perigonblätter und der Ausbildung von Geschlechtsblättern scheint zu bestehen. Verf. drückt seine diesbezüglichen Beobachtungen in folgender Weise aus. Entwickeln sich Glieder des äußern Perigonkreises blumenblattartig (bartlos), dann zeigen die auf gleichen Radien stehenden Sexualblätter eine kümmerliche Ausbildung oder gelangen (das eine oder beide) gar nicht zur Entwicklung.

Das Auftreten von Gliedern des innern Staubblattkreises beobachtete Heinricher auch bei andern Irisarten, z. B. bei *Iris germanica*, wo die Glieder des innern Staminalkreises stets in Narbengestalt auftraten; an *Iris aurea*, deren innere Staubblattglieder durch ein Staminodium etc. repräsentiert schienen; an *I. tenuifolia*, deren atavistische Blüte im innern Staminalkreise ein karpidenartiges Blatt besaß.

Das letzte Kapitel dieser interessanten Studie bilden einlässliche Erörterungen zur Erklärung des Rückschlages und seiner Begleiterscheinungen.

Unter den entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen, welche dafür sprechen, dass diese innerhalb des äußern Staubgefäßkreises auftretenden Blattbildungen als atavistische Erscheinungen zu deuten sind, steht jene oben an, „dass bei der Entwicklung der Iridaceenblüten der äußere Staminalkreis früher in Erscheinung tritt als der Petalenkreis.“ Dies lehrt also, dass die Iridaceenblüten in einer Phase der Rückbildung begriffen sind. Die beiden Blattkreise, welche mit dem äußern Perigonkreis und äußern Staubblattkreise alternieren, sind im Irideenkeimplasma geschwächt vorhanden. Die Schwächung ist

so, dass der innere dieser beiden Kreise normal gar nicht zur Entwicklung kommt, der äußere ebenso abnormer Weise teilweise oder vollständig unterdrückt wird, wie der innere abnormer Weise gelegentlich sich entwickelt, aus seinem latenten Zustande heraustritt. Dass die Vererbung für den Rückschlag spricht, wurde früher bereits betont.

Wenn nun auch diese Rückschlagserscheinung ziemlich häufig mit andern Abweichungen im Blütenbau verbunden ist, so spricht dies nicht gegen jene Deutung. Auch sie sind wie die Rückschlagserscheinungen zum großen Teil vererbt. „Es weist das darauf hin, dass eine bedeutende Zahl von latenten Anlagen, seien es in Rückbildung, seien es im Entstehen begriffene, infolge der Erschütterung der Konstitution des Keimplasmas Gelegenheit finden, sich zu reeller Existenz zu entfalten.“

Die einen derselben, die Vermehrung der Blätter der einzelnen Quirle, dürften als Rückschläge auf weiter zurückliegende Zustände aufzufassen sein. Als „Zukunftsbilder“ dürften jene Variationen zu bezeichnen sein, die die Blüten zur dimeren umgestalten; die, worauf übrigens schon hingewiesen wurde, den innern Perigonkreis ausfallen lassen; die Formung der mehrfachen Symmetrie der Irisblüte in eine einfach symmetrische.

Auch jene weitergehende Veränderung der Blüte, bei welcher die Blütenblätter in vertikaler Richtung von einander getrennt werden, die sog. Apostasis, fasst Heinricher als ererbt auf, indem er sich völlig zur Ansicht Weissmann's bekennt, wie sie in folgendem Satze ausgesprochen ist: „Es kann nichts an einem Organismus entstehen, was nicht als Disposition in ihm vorhanden gewesen wäre, denn jede „erworbene“ Eigenschaft ist nichts als die Reaktion des Organismus auf einen bestimmten Reiz.“ Nicht die bestimmte Stellung der Blätter apostatischer Blüten ist ererbt, sondern „nur die pathologische Disposition zur vorzeitigen Entwicklung einzelner Glieder; die spätere Ausgestaltung, das Wieviel und die Stellung der Phyllome, welche die Blüten schließlich bilden werden, ist von äußern Ursachen abhängig“.

Die Vakuolenwand der Pflanzenzellen.

Von Dr. Th. Bokorny.

Es ist eine alte Frage, ob jede Vakuole in der Pflanzenzelle von einer eigenen Membran umgeben sei. Die Frage kann nicht durch direkte mikroskopische Beobachtung gelöst werden, da die optischen Unterschiede zwischen Vakuolenflüssigkeit, Grenzschicht und Plasma zu gering sind. Dagegen gibt es indirekte Mittel, jene Frage zu entscheiden. Man kann durch Anwendung verschiedener Lösungen die Vakuolenwand — eine solche existiert in der That — zur Loslösung vom Plasma zwingen und sie so zur Anschauung bringen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Robert

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie.
257-271](#)