

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—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band.

15. Februar 1894.

Nr. 4.

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. — **Braem**, Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden. — **Schaudinn**, Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. — **Werner**, Zoologische Miscellen (Fortsetzung). — **Hansemann**, Studien über die Spezifität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen, mit besonderer Berücksichtigung der Geschwülste.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von **Dr. Robert Keller**.

Dem nachfolgenden Referate, welches gegenüber den frühern dadurch etwas erweitert ist, dass auch die Pflanzenbiologie größere Berücksichtigung fand, liegen folgende Publikationen zu Grunde.

I. Bau und Leben der Zelle.

- E. Crato, Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden. Botanische Zeitung, 51. Jahrgang, 1893, S. 157—195.
- C. von Nägeli, Ueber oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen in: Neue Denkschrift der allgemeinen schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. XXXIII, 1893, S. 1—51.
- P. Sonntag, Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände. Landwirtschaftl. Jahrbücher, S. 839—869, 1892.

1) E. Crato's morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden sind ein neuer Beitrag zu der umfangreichen in ihren Ergebnissen nicht selten noch divergierenden Litteratur über den Bau der Zelle. Unter Physoden versteht Crato „bläschenartige Gebilde, welche sich in den Lamellen (bezw. Fäden) des Plasmagerüstes der Zelle befinden und dadurch die äußerst zartwandigen Lamellen lokal mehr oder weniger auftreiben“. Von den übrigen Zellbestandteilen unterscheiden sie sich durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen, ferner durch ein eigenes Bewegungsvermögen, das

ihnen gestattet sich innerhalb der Plasmalamellen zu verschieben. Ihr Inhalt, ein flüssiges Substanzgemenge, kann amöboide Formveränderungen ausführen.

Diese kleinen, beweglichen Zellenorgane sind am deutlichsten bei den braunen Algen zu erkennen. In großer Zahl liegen sie um den Kern. „Bei stattfindenden Zellteilungen in dem parenchymatischen Gewebe von *Fucus* sind die meisten Physoden und Chromatophoren zunächst dicht um den Zellkern gelagert und nach Teilung derselben bekommt jeder der beiden neuen Zellkerne seinen Anteil an Physoden und Chromatophoren mit, worauf dann diese beiden traubenförmigen, im Lamellensystem hängenden Klumpen (d. h. Zellkern mit den dicht um ihn gelagerten Physoden und Chromatophoren) in die beiden Pole, der inzwischen verlängerten Zelle wandern. Hierauf wird die Zelle durch einen Teil der Plasmalamellen, indem sich dieselben in eine Ebene ordnen, in 2 Zellen geteilt. Innerhalb dieser zarten Plasmawand findet dann die Absonderung der Zellmembran statt“.

In jeder Zelle finden wir also von Anfang an eine Anzahl Physoden. Bezüglich ihrer Größe sind nicht unerhebliche Unterschiede, indem ihr Durchmesser $\frac{1}{5} \mu$ bis 6μ betragen kann.

In den langgestreckten Zellen der braunen Algen, die als Hyphenzellen bezeichnet werden, zeigen die Physoden lebhaftere Bewegungen. Gleich als ob kleine amöbenartige Wesen umherkriechen würden, durchwandern sie das Lamellensystem des Plasmagerüstes um von Zeit zu Zeit den Kern aufzusuchen.

Des Verf. Vorstellungen von der physiologischen Bedeutung der Physoden hängt aufs innigste mit seinen Anschauungen vom Aufbau der Zelle zusammen. Es liegt ihr ein zartes Lamellensystem zu Grunde. Seine schaumförmige Anordnung führt zur Bildung von Kammern, die bei verschiedenen Pflanzenarten von sehr ungleicher Weite sind. Die „edleren Organe“ des Elementar-Organismus, wie Zellkern, Chromatophoren und Physoden sind den Lamellen eingelagert. Der Inhalt der Kammern, die sog. Kammerflüssigkeit, besteht aus einer klaren, wässerigen Flüssigkeit. Sie umfasst den Zellsaft und das sog. Enchylema. „Während die Flüssigkeit der einzelnen Kammern, besonders bei ruhendem Lamellensysteme, immer von denselben Lamellen begrenzt bleibt und nie mit anderen Lamellen derselben Zelle in Berührung kommt, sind die Physoden die Organe, welche, in allen Lamellen umhergleitend, auf die denkbar günstigste Weise den chemischen Austausch und den Transport wichtiger Baustoffe übernehmen. Von ganz hervorragendem Interesse erscheint mir dabei der Umstand, dass in den Physoden . . . immer die am leichtesten oxydierbaren Stoffe der Zelle enthalten sind“. Von diesem ernährungsphysiologischen Standpunkte aus sind auch die periodischen Wanderungen vom Kern zur Peripherie der Zelle und wieder zum Kern zurück verständlich.

Die Beobachtungen an Zellen des Vegetationspunktes von *Fucus* zeigen, dass zwischen der Entwicklung des Lamellensystemes und Physodeninhaltes eine bestimmte Wechselbeziehung besteht. „So waren in den Zellen mit noch wenig Plasmalamellen eine große Zahl von Physoden enthalten, während in den Zellen mit dem dichten, schon fibrillär aussehenden Lamellensysteme sich ganz erheblich weniger und zugleich kleinere Physoden befanden“. Ganz analoge Verhältnisse sind bei der Anlage der Oogonien zu beobachten. Sie geht mit einem sehr starken Verbrauch von Physodeninhalt Hand in Hand. Während des Wachstums der Oogonien findet dann wieder eine reichliche Vermehrung der Chromatophoren und Physoden statt. „Die lebhafteste Teilung der Chromatophoren, welche dabei oft nur um die eine Hälfte des Zellkerns gruppiert sind, geht der Physodenvermehrung etwas voraus. Jedoch sind schon, bevor sich der Kern zu teilen beginnt, eine beträchtliche Anzahl jetzt lebhaft hin- und hergleitender Physoden wieder vorhanden, so dass nach der Teilung des Oogoniums jedes junge Ei einen beträchtlichen Teil des Physodeninhaltes (plastischen Baustoff) mitbekommt“.

Diese Erscheinungen sind nicht auf *Fucus* allein beschränkt. Auch andere Fucoiden wie z. B. *Chaetopterus*, *Sphacelaria*-Arten u. s. f. zeigen ein ähnliches Verhalten. Wo das lebhafteste Wachstum stattfindet, sind die lebhaftesten Bewegungen der Physoden zu beobachten. „Bei der Zellkernteilung wandern die Physoden fast sämtlich . . . in unmittelbare Nähe des Zellkernes. Wenn dann nach erfolgter Kernteilung die Mutterzelle zunächst durch eine Plasmalamelle in 2 Hälften geteilt ist, so wandert ein Teil der Physoden nach der erwähnten Lamelle und führt anscheinend die zur Zellwandbildung nötigen Stoffe hin“.

Die Physoden wies Verf. auch bei andern Algen (Diatomeen, Cyanophyceen etc.) nach. Sie fehlen auch den Phanerogamen nicht, wo sie nach Crato „den bei weitem größten Teil der bisher als Mikrosomen bezeichneten Gebilde ausmachen“.

Im 2. Teile seiner zitierten Abhandlung wendet sich Crato der Untersuchung der chemischen Natur der in den Physoden der braunen Algen enthaltenen Stoffmengen zu. Es liegt nicht in der Aufgabe dieser Referate auf die sehr einlässlichen mikrochemischen Reaktionen einzutreten, die Verf. zur Erschließung der chemischen Natur des Physodeninhaltes ausführte.

Ein erstes Ergebnis besteht darin, dass der Inhalt der Physoden verschiedener Arten wohl aus ähnlichen, nicht aber aus absolut identischen Stoffen besteht.

Die Reaktionen weisen darauf hin, dass der Inhalt der Physoden aus phenolartigen Körpern gebildet wird. Vor allem wurde stets Phloroglucin aufgefunden. Weder die Physoden, noch die Lamellen, in welche sie eingebettet sind, zeigen die gewöhnlichen Eiweißreaktionen. —

2) Lösliche Stoffe üben auf die Zelle stets, sei es in geringer, sei es in größerer Konzentration einen schädigenden Einfluss, der schließlich tödlich wirkt, aus. Diese durch chemisch-giftige Einwirkung erfolgte Abtötung ist eine dem natürlichen Absterben der Zelle völlig parallele Erscheinung. Es besteht nun aber auch die Möglichkeit eine Abtötung der Zellen dadurch hervorzurufen, dass diese der Einwirkung minimster Mengen gewisser Substanzen ausgesetzt sind. Diese Art des Tötens unterscheidet sich von der chemisch-giftigen nicht etwa dadurch, dass sie deren Aktion in sehr verlangsamtem Tempo wiederholte. Sie kann vielmehr, wie wir später sehen werden, sehr rasch, schon nach wenigen Minuten, den Tod der Zelle bewirken. Die Veränderungen aber, die sie in der sterbenden Zelle hervorruft, sind durchaus anderer Art als jene, die die natürlich sterbende Zelle zeigt, oder die sich infolge chemisch-giftiger Einwirkung vollziehen. Diese besondere Wirkungsweise minimier Stoffmengen gewisser löslicher Körper, bezeichnet Nägeli als oligodynamische Erscheinungen.

Für Kulturen von Spirogyren war reines Wasser und zwar sowohl destilliertes als auch Brunnenwasser unter gewissen Bedingungen todbringend, während sog. unreines Wasser, wie Fluss-, See- und Sumpfwasser, diese Wirkung nie hatte.

Ich will in erster Linie kurz angeben, welche Veränderungen das natürliche Absterben in diesen Algenfäden hervorbringt.

Die Spirogyren sind grüne Fadenalgen, die durch Querwände abgeteilte Hohlzylinder sind. In jedem dieser Fächer befinden sich ein oder mehrere gleichlaufende grüne Spiralstreifen. Der feste plasmatische Inhalt der etwa 0,1—0,6 mm langen Zellen besteht aus dem der Zellwand anliegenden sehr dünnen farblosen Plasmaschlauch, aus den der Zylinderfläche des Plasmaschlauches anliegenden rinnenförmigen grünen Spiralbändern, deren konvexe Seite nach innen gekehrt ist. So steht das grüne Band je nur mit den Zackenspitzen seiner gezackten Ränder mit dem Plasmaschlauch in unmittelbarer Berührung. Diesen beiden wandständigen Plasmasystemen steht, durch einen großen Abstand getrennt, ein zentrales gegenüber, der Zellkern mit dem anliegenden Plasma. Von den Kanten jenes gehen mehr oder minder zahlreiche nach außen bisweilen sich verzweigende mit dem Rücken der stärkerführenden Spiralbänder vereinigte Plasmafäden ab. Winzige Plasmakörnchen, die an den verschiedenen Plasmateilen haften, gleiten nach verschiedener Richtung hin fort. So entsteht das Bild von Strömchen. Den Raum zwischen dem zentralen und den peripheren Plasmasystemen, sowie die Rinne der grünen Spiralbänder füllt die Zellflüssigkeit an.

Das natürliche Absterben, welches äußere schädliche Einflüsse bewirken können, führt zu folgenden Veränderungen in den

Spirogyrenzellen. Die Spiralbänder bleiben zwar mit dem Plasmaschlauche in Verbindung, verändern aber ihre Gestalt. Indem die Zacken der Ränder sich verlieren, das Band schmal wird und seine Rinne verliert, dabei einen rundlichen oder ovalen Querschnitt annimmt, wird es einem Strange ähnlich. Das vom Kern abgehende Plasmafadennetz verliert sich, der Kern rückt an die Wandung und rundet sich ab. Die strömenden Bewegungen hören auf. Der Plasmaschlauch zieht sich etwas von der Wandung ab.

In einer Versuchsreihe werden nun gesunde Spirogyrenfäden in Wasser mit $\frac{1}{10000}$ Quecksilberchlorid versetzt. Die giftige Wirkung des Salzes bewirkte den Tod. Die Veränderungen der Fäden waren im wesentlichen die gleichen, wie wenn sie auf natürlichem Wege absterben. Wird die Verdünnung der Sublimatlösung eine geringere, dann beginnen die Absterbeveränderungen in anderer Art vor sich zu gehen. Ist der Gehalt an Quecksilberchlorid nur noch $\frac{1}{1000000}$, dann sind die chemisch-giftigen Wirkungen nicht mehr vorhanden, es zeigen sich nun die oligodynamischen. Der Effekt ist der gleiche, sie führen den Tod herbei. Der Verlauf der Veränderungen aber ist konstant vom oben geschilderten, dem natürlichen Absterben, das im Wesen auch das Bild der chemisch-giftigen Wirkung ist, verschieden. Die Spiralbänder trennen sich ohne zunächst ihre Gestalt zu ändern, vom Plasmaschlauch, treten ins Innere der Zelhöhlung zurück, anfänglich durch zarte Plasmafäden, die von den Zacken ihrer Ränder abgehen mit dem Plasmaschlauch verbunden. Später zerreißen die Fäden, die Zacken verlieren sich. Schließlich ballen sich die Spiralbänder in einen soliden Klumpen zusammen, welcher den abgerundeten Kern umschließt. Wenn sich die Spiralbänder bereits vom Plasmaschlauch abgelöst haben, ist an diesem noch nichts abnormes zu bemessen. Erst später zieht er sich von der Zellhaut zurück, wie auch der Stillstand der Strömchen nicht schon beim Beginne der oligodynamischen Veränderungen zu beobachten ist. Nägeli versuchte nun die Grenze der Verdünnung festzustellen. So weit aber auch die Verdünnung ging, die oligodynamischen Erscheinungen blieben die gleichen. „In der septillionfachen Verdünnung, die in 1 Liter Wasser bloß noch den trillionsten Teil eines Moleküls HgCl_2 enthielt, starben die Zellen mit denselben Inhaltsveränderungen und in der gleichen Zeit wie in der trillionfachen Verdünnung, bei welcher auf 1 Liter mehr als eine Million Moleküle traf“.

Dass von so minimalen Mengen Quecksilberchlorid der physiologische Effekt nicht herrühren konnte, lag auf der Hand; es musste also die Ursache der oligodynamischen Erscheinungen im Wasser oder im Glase gesucht werden. Während in den bisherigen Kontrollversuchen mit reinem Wasser stets viele Algen verwendet wurden, zeigte sich nun, nachdem auf 10 ccm Wasser nur wenige *Spirogyra*-Fäden kamen, dass diese im destillierten Wasser fast immer in

kurzer Zeit, zuweilen in weniger als 4 Minuten, starben. Brunnenwasser verhielt sich häufig wie destilliertes Wasser.

Woher stammt nun diese verderbliche Wirkung des „reinen“ Wassers? Chemische Ursachen schienen nicht in Frage zu kommen. Kohlensäure, Ammoniak und Ozon können nicht die Ursache der oligodynamischen Eigenschaften des destillierten Wassers sein, da diese Gase in Sumpf- und Flusswasser in viel beträchtlicheren Mengen vorhanden sind ohne diesem oligodynamische Eigenschaften zu verleihen. Nägeli prüfte ferner das Verhalten der salpetrigen Säure. Während die Lösung mit $\frac{1}{100000}$ HNO_2 noch chemisch-giftige Wirkung besaß, brachte eine Lösung von $\frac{1}{1000000}$ HNO_2 bloß oligodynamische Erscheinungen hervor, die aber stärker waren als diejenigen, welche das bloße Wasser der Kontrollgläser erzeugte. Mit Hilfe des Griess'schen Reagens konnte konstatiert werden, dass in den meisten Fällen HNO_2 nicht in nachweisbaren Mengen vorhanden war, trotzdem das Wasser deutliche oligodynamische Eigenschaften besaß und dass, wo es an der rötlichen Färbung des Wassers auf Zusatz des Reagens erkannt wurde, der Gehalt nicht über $\frac{1}{100000000}$ HNO_2 ging.

Das Verhalten fester Körper war ein sehr ungleichartiges. „Einerseits wurde die oligodynamische Wirkung in destilliertem Wasser vermehrt oder in neutralem (nicht-oligodynamischem) Wasser hervorgerufen durch Körper, von denen man annehmen dürfte, dass sie nicht oder nur in minimalen Mengen löslich seien. Andererseits wurde die oligodynamische Wirkung durch ganz unlösliche Körper und ferner durch micellarlösliche (kolloide) Substanzen, die für sich selbst wirkungslos waren, geschwächt oder gänzlich aufgehoben. Ferner blieben in Gläsern, welche einige Zeit gefüllt mit oligodynamisch wirksamem Wasser gestanden hatten, sehr deutliche und merkwürdig lokalisierte Nachwirkungen zurück“.

Bringt man z. B. in ein Glas Wasser zu einer geringen Menge von Spirogyren einige gut gereinigte Kupfermünzen, dann sterben die dem Kupfer nächstliegenden Fäden zuerst ab, bis schließlich auch die am weitesten entfernten Fäden von der tödlichen Wirkung betroffen werden. Schwefel, Kohlenstoff, Stärkmehl, Seide etc. heben die dem Wasser durch Metalle erteilten oligodynamischen Eigenschaften wieder auf. Die gleiche Wirkung haben die Algenzellen selbst. Gleiches Wasser wurde in verschiedene Gläser gebracht, in diese eine verschiedene Zahl von Spirogyrenfäden. Je weniger Fäden in einem Glase waren, um so schneller machten sich die oligodynamischen Wirkungen geltend. In den Gefäßen mit vielen Fäden vegetierten dieselben unversehrt fort. Durch Kupfermünzen wurde aber auch den Glasgefäßen oligodynamische Eigenschaften verliehen, selbst wenn es nach dem Gebrauche gut mit neutralem Wasser ausgewaschen wurde. Die Nachwirkung war, wie der Versuch zeigte am stärksten an jenen

Stellen, mit denen das Kupferstück in Berührung war. Kann also eine gelöste Verbindung die Ursache dieser oligodynamischen Wirkungen sein? Diese Frage glaubte Nägeli verneinen zu sollen. „Wie sollten, so frägt er, die minimalen Mengen, welche die fast unlöslichen Metalle an das Wasser abzugeben vermochten, so rasche und tödliche Verheerungen an lebenden Zellen anrichten? Wie sollte ferner eine Lösung durch unlösliche Körper, welche man in dieselben legt, unwirksam werden? Wie sollte endlich ein löslicher Stoff an der glatten Fläche des Glases eine Nachwirkung derart hinterlassen, dass nach wiederholtem Ausspülen das Glas nach wochenlang neutralem Wasser todbringende Eigenschaften mitzuteilen vermag?“

Die Prüfung auf „imponderable“ Ursachen, wie Temperatur, Licht und Elektrizität ergab nur negative Resultate. Musste also nicht „ein neues Agens oder eine besondere Wirkungsart der gewöhnlichen Agentien“ vorliegen?

Nachdem Nägeli nach langer Unterbrechung seine Versuche wieder aufgenommen hatte, bewies er in erster Linie durch neue Experimente, dass unlösliche Körper, auch Metalle wie reines Gold und Platin, dem Wasser keine oligodynamischen Eigenschaften erteilen. Ferner entdeckte er, dass die mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure ausgewaschenen Gefäße von der Nachwirkung befreit wurden. „Diese Wirkung der Säure machte es wahrscheinlich, dass dieselben einen im Wasser schwerlöslichen Stoff von der Wandung der Gefäße entfernten und ferner lag die Vermutung nahe, dieser Stoff möchte ein Metall, namentlich Kupfer, sein“.

Ziemlich neutrales Wasser wurde mit Kupfermünzen — 12 Liter Wasser mit 12 Zweipfennigstücken — oligodynamisch gemacht. Kupfer konnte nach der in der analytischen Chemie gebräuchlichen Weise durch Ammoniak nachgewiesen werden. Wurde nun eine 1prozentige CuSO_4 -Lösung mit Ammoniak übersättigt und der blauen Lösung so viel Wasser zugesetzt bis sie den gleichen Farbenton zeigte, wie die vorige Lösung, dann konnte bestimmt werden, dass 1 ccm der Lösung 0,00013 g Cu enthielt. So konnte Nägeli feststellen, dass das Wasser, welches er gewöhnlich zu seinen oligodynamischen Versuchen verwertete auf 1000 Millionen Teile Wasser 1 Teil Kupfer enthielt.

Sprechen also diese Versuche zweifellos dafür, dass die oligodynamischen Eigenschaften des Wassers auf Stoffe zurückzuführen sind, die in denselben gelöst sind, so zeigt sich doch gegenüber einer Salz- oder Zuckerlösung ein fundamentaler Unterschied. Diese verlieren ihre Eigenschaften dadurch nicht, dass man einen unlöslichen Körper in sie legt. Ebenso erteilen sie den Wandungen des Gefäßes ihre Eigenschaften nicht, wie die Kupferlösung. Die Ursache dieser Verschiedenheit sieht Nägeli in der Schwerlöslichkeit der Metalle. „Kommt ein Stück Kupfer in reines Wasser, welches etwas Sauerstoff

und etwas Kohlensäure enthält, dann trennen sich langsam, aber stetig Kupferteilchen los, welche sich im Wasser verteilen und von denen ab und zu einzelne an die Wandung des Gefäßes anstoßen und daran hängen bleiben. So muss nach Maßgabe, als die Lösung konzentrierter wird, auch die Zahl der an der Wandung haftenden unlöslichen Kupferteilchen zunehmen. Wenn der Sättigungsgrad erreicht ist, so kann eine Zeit lang noch ein Lösungsprozess an dem Kupferstück fort dauern, indem aus der Lösung mehr Teilchen an die Gefäßwandung sich anlegen, als von derselben in die Flüssigkeit zurückkehren. Zuletzt stellt sich ein Gleichgewichtszustand in der Weise ein, dass der Kupferüberzug der Wandung ebenso viele Moleküle aus der gesättigten Lösung empfängt, als er an dieselbe abgibt“.

„Nimmt man das Kupferstück heraus, bevor die Sättigung erfolgte, so dauert die Veränderung der Lösung noch so lange an, bis ein Gleichgewichtszustand in der Weise eingetreten ist, dass ebenso viel Kupferteilchen aus der Lösung an die Glaswandung, als von dieser in jene zurückgehen“.

„Gießt man eine solche Kupferlösung dann in ein anderes reines Glasgefäß, so nimmt dort die Konzentration so lange ab, bis zwischen der Lösung und dem sich bildenden Kupferbeleg ein neues Gleichgewicht hergestellt ist. Gibt man aber reines Wasser in ein mit einem Kupferbeleg versehenes Glas, so gehen von diesem so lange Kupferteilchen in das Wasser, bis das der Kupfermenge entsprechende Verhältnis zwischen Lösung und Niederschlag erreicht ist“.

Diese Vorstellungen lassen uns die neutralisierende Wirkung unlöslicher Körper verstehen. Sie wirken gleichsam als Vergrößerung der Kupferteile aufnehmenden Wandflächen. Wenn nun auch durch das Anziehen von Kupfer aus der Lösung an die Oberfläche des unlöslichen Körpers das kupferhaltige und deshalb oligodynamische Wasser nicht kupferfrei wird, so kann doch so viel Kupfer aus der Lösung entzogen werden, dass der übrig bleibende Teil das Zellenleben nicht mehr zu beeinträchtigen vermag.

Wenn zahlreiche Algenfäden in dem oligodynamischen Wasser sind, dann muss natürlich die Wirkung viel schwächer sein, als wenn es nur wenige Fäden enthält. Das Kupfer wird sich zunächst an die den Faden umgebende Scheide anschlagen. Erst später dringt es in das Innere hinein und ruft hier die oligodynamischen Erscheinungen hervor. Je mehr Kupfer aber an die Scheiden sich anschlagen kann, um so weniger dringt in das Innere ein. Die Lösung wird mit andern Worten so kupferarm werden, dass sie das Zellenleben nicht mehr schädigt.

Warum ist nun Wasser verschiedener Herkunft bald durch oligodynamische Eigenschaften ausgezeichnet, bald ohne solche? Wenn wir beobachten, dass Wasser aus Quellen, Flüssen, Stümpfen, Torf-

mooren, Seen ohne oligodynamische Eigenschaften ist, dann wird dies darauf beruhen, dass sich die schwerlöslichen, oligodynamisch-wirksamen Stoffe, die es einmal enthalten mochte, auf unlösliche Körper niedergeschlagen haben. Brunnenwasser, das aus Bleiröhren und Messinghähnen ausströmt, wird dann oligodynamisch wirken, wenn es längere Zeit mit dem Metalle in Berührung war, wenn es also längere Zeit in der Leitung stand. Ebenso wird nur das destillierte Wasser, das aus einem metallenen Destillationsapparate stammt, oligodynamisch sein. In Glas destilliertes Wasser ist neutral.

Wir haben oben gezeigt, dass die oligodynamische Reaktion in einer speziellen Empfindsamkeit des grünen Plasmas besteht. Die Spiralbänder, die aus diesem Plasma bestehen, führen besondere Lagerveränderungen aus, erfahren Formveränderungen, während das übrige Plasma noch unberührt erscheint. Denn der Plasmaschlauch, die Plasmaströmchen und das in der Zellflüssigkeit gelöste Plasma lassen beim Beginne der oligodynamischen Erscheinungen keine Veränderungen wahrnehmen.

Die oligodynamische Reaktion wird von verschiedenen Momenten beeinflusst. Nicht nur, dass verschiedene Arten einen sehr ungleichen Grad der Empfindlichkeit besitzen, auch die gleiche Art zeigt je nach ihrem Vegetationszustande eine ungleiche Empfindlichkeit.

Abends, d. h. dann, wenn in den Zellen reichliche Mengen von Assimilationsprodukten sich finden, ist die Empfindlichkeit geringer als Morgens, wenn dieselben in geringen Mengen vorhanden sind. Kurzgliedrige Fäden sind widerstandsfähiger als langgliedrige. Temperaturerhöhung vermehrt die Empfindlichkeit. Vor allem hat natürlich auch der Grad der Konzentration der einwirkenden Flüssigkeit einen bedeutenden Einfluss. Konzentriertere Lösungen wirken chemisch-giftig (1 Teil Kupferchlorid in 1000—10000 Teilen H_2O ; 1 Teil KNO_3 in 100 Teilen H_2O), in verdünnterem Zustande dagegen oligodynamisch (Kupfer z. B. von 1 Teil Salz in 1 Million Wasser; KNO_3 1 Teil in 1000 Teilen H_2O). Werden nun die Maximalkonzentrationen oligodynamischer Wirkung verdünnt, dann langt man früher oder später bei einem Punkte an, wo die charakteristische Lostrennung der Spiralbänder vom Plasmaschlauch nicht mehr eintritt. Man beobachtet alsdann mehr oder weniger starke Ausscheidungen unlöslichen Plasmas aus der Zellflüssigkeit, d. h. eine Veränderung, „die bei der natürlichen Erkrankung, bei der schwächsten Schädigung durch Wärme (31° — 33°) oder durch Elektrizität beobachtet wird“.

Ist das die schwächste oligodynamische Reaktion oder ist die Folge natürlicher Erkrankung?

Der natürliche Tod wird wohl vorab durch geringe Mengen von Auswurf- und Fäulnisstoffen verursacht. Wir dürfen daher vermuten, „dass auch andere schädliche Verbindungen in entsprechenden geringen

Mengen das Gleiche bewirken und wir können kaum daran zweifeln, wenn, wie dies wirklich der Fall ist, die Veränderungen im Zellinhalte die nämlichen sind“.

So gibt es also Stoffe, welche in größeren Mengen chemisch-giftiges, in geringern oligodynamisches, in noch geringern natürliches Absterben bewirken. Trotzdem kann die oligodynamische Reaktion nicht als geschwächte chemisch-giftige oder verstärkte Wirkung des natürlichen Absterbens bezeichnet werden. Dagegen sprechen die früher erwähnten Veränderungen in den Zellen während des Absterbens, die wohl für den natürlichen Tod und den durch chemisch-giftige Einwirkungen verursachten gleich sind, dagegen spricht ferner auch die Thatsache, dass nicht alle Stoffe, wenn ihre Lösungen stetig mehr verdünnt werden, oligodynamische Erscheinungen hervorrufen (z. B. salpetrigsaures Ammoniak).

Warum nun können größte und geringste Lösungskonzentration in ihrer Reaktion übereinstimmen, die größte und die mittleren dagegen ein so differentes Verhalten zeigen? „Das merkwürdige Verhalten der Spirogyrenzellen in den drei Verdünnungsstufen erklärt sich dadurch, dass die konzentriertere Lösung ihre chemisch-giftige Wirkung sehr rasch vollzieht und dass daher für die oligodynamische keine Zeit übrig bleibt. Bei schwächerer Konzentration aber geht die chemisch-giftige Erkrankung so langsam vor sich, dass die oligodynamische Veränderung mehr oder weniger vollständig sich abspielen kann. In der allergeringsten Verdünnung vermag die oligodynamische Einwirkung keine sichtbaren Erscheinungen mehr hervorzurufen, während die chemisch-giftige den natürlichen Tod herbeiführt“. —

3) Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände auf experimentellem Wege festzustellen ist das Ziel einer Untersuchung von Sonntag.

Bei den bisherigen Angaben war ein Moment, der Wassergehalt, nicht berücksichtigt worden. Nun wird aber die Querschnittsgröße sehr erheblich, wie nachfolgende Tabelle zeigt, durch den Wassergehalt beeinflusst.

	Luft-trockener Querschnitt	Imbibierter Querschnitt	%-Zunahme des lufttrock. Querschnittes	In krustiert. Substanz (Verholzung)	%-Abnahme des imbibierten Querschnittes
<i>Linum usitatissimum</i> (Bst.)	128	199	55,5 %	14,29 %	35,5 %
<i>Cannabis sativa</i> (Bst.)	1445	2215	53,3 "	15,05 "	34,7 "
<i>Phormium tenax</i> (Bst.)	509	685	34,6 "	—	25,7 "
<i>Abies pectinata</i> (Tracheid.)	1350	1550	14,8 "	42,0 "	12,9 "
<i>Agave americana</i> (Bst.)	347	373	7,5 "	46,22 "	6,9 "
<i>Cocos nucifera</i> (Bst.)	244	246,5	1,02 "	58,4 "	1,01 "

Diese Zusammenstellung zeigt aber auch, dass die durch die Durchtränkung verursachte Querschnittsvergrößerung in ganz bestimmter Beziehung zur Verholzung steht. Mit ihrer Zunahme geht die Abnahme der Querschnittsvergrößerung Hand in Hand. So war es also in der That angezeigt um vergleichbare Resultate zu erzielen, auf einen annäherungsweise gleichen Wassergehalt das zu untersuchende Material zurückzuführen.

Sonntag prüfte zunächst die Beziehung zwischen der Zugfestigkeit und der Verholzung. Aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung ist das Ergebnis zu entnehmen. Wir sehen, dass die aus nicht oder wenig verholzten Zellen bestehenden Gewebe eine viel größere Zugfestigkeit besitzen als jene mit starker Verholzung.

Dikotyledonen	Festigkeit	Verholzung	Wassergehalt
<i>Apocynum sibiricum</i>	116,25	9,89 %	8,3 %
<i>Linum usitatissimum</i>	110,4	14,29	8 "
<i>Cannabis sativa</i>	91,8	15,05 "	7,71 "
<i>Boehmeria tenacissima</i>	77,6	16,27 "	8,67 "
<i>Sesbania aculeata</i>	44,5	28,47 "	—
<i>Corchorus</i>	37,9	35,00 "	9,3 "
<i>Quercus sessiliflora</i>	39,5	54,1 "	—
Gymnospermen			
<i>Pinus silvestris</i> { Frühjahrstrachoiden	19,6	} 41,99 "	9,7 "
{ Herbsttracheiden	45,6		
Monokotyledonen			
<i>Musa textilis</i>	67,1	29,2 "	10,25 "
<i>Musa paradisiaca</i>	46,9	34,42 "	—
<i>Phormium tenax</i>	47,7	50,7 (?) "	9,18 "
<i>Agave americana</i>	39,2	46,22 "	8,9 "
<i>Carludovica palmata</i>	31,75	50,58 "	7,7 "
<i>Cocos nucifera</i>	28,9	58,4 "	10,1 "
<i>Caryota urens</i>	22,9	59,01 "	11,7 "

Ganz analoge Beziehungen bestehen zur Elastizität und Dehnbarkeit, insofern als jene um so größer ist, je geringer die Verholzung, wogegen diese mit der Verholzung wächst.

Bast von	Elastizitätsmodulus	Größte Dehnbarkeit	Verholzung
<i>Apocynum sibiricum</i>	11590	10,03	9,89
<i>Linum usitatissimum</i>	10787	10,23	14,29
<i>Cannabis sativa</i>	7205	12,74	15,05
<i>Boehmeria tenacissima</i>	6547	11,85	16,27
<i>Musa textilis</i>	6880	9,46	29,20 (?)
<i>Phormium tenax</i>	3493	13,64	50,7
<i>Agave americana</i>	1430	30,00	46,22
<i>Cocos nucifera</i>	377	160,00	58,22
<i>Caryota urens</i>	464	276,00	59,01

(Fortsetzung folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [14](#)

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

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. 129-139](#)