

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.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg.

15. Juli 1881.

Nr. 7.

Inhalt: **Loew und Bokorny**, Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma. — **Braudt**, Färbung lebender einzelliger Organismen. — **Horst**, Befruchtung und Entwicklung von *Hermella alveolata*. — **Lubbock**, Beobachtungen über die Gewohnheiten der Ameisen. — **Drasch**, Ueber die Verbreitung der Nerven im Dünndarm. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen (Schluss). — **Högyes**, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. — **Steiner**, Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut. — **Engelmann**, Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen.

Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma.

Von

Oscar Loew und Thomas Bokorny

in München.

Ein Referat über eine in Pflüger's Archiv XXV. Heft 3 und 4 von uns veröffentlichte Abhandlung, ergänzt durch Beschreibung weiterer Beobachtungen.

Nachdem vor einigen Jahren E. Pflüger zuerst mit Entschiedenheit betont hatte, dass ein chemischer Unterschied zwischen lebendem und totem Protoplasma bestehen müsse, ist im vorigen Jahre der eine von uns (Pflüger's Archiv XXII p. 503), von einer Hypothese über die Bildung des Albumins ausgehend, zum Schluss gekommen, dass die lebendige Bewegung des Protoplasmas¹⁾ wahrscheinlich auf die Spannkraft der durch außerordentliche Beweglichkeit ausgezeichneten Aldehydgruppe, der Tod aber auf deren Verschiebung im Eiweißmolekül zurückzuführen sei.

Da nun die Aldehydgruppe dadurch ausgezeichnet ist, dass sie

1) Unter Protoplasma verstehen wir das lebendige Eiweiß, welches tagmatisch angeordnet in Verbindung mit Mineralstoffen und Wasser den Träger der Lebensfunktionen darstellt.

selbst aus außerordentlich verdünnter alkalischer Silberlösung das Metall reducirt, so versuchten wir mittels dieses Reagens die Probe auf obige Hypothese zu machen.

Das Reagens wird am besten auf folgende Art hergestellt: Man bereitet sich a) eine Lösung von 1 % Silbernitrat; b) verdünnt eine Mischung von 13 Cc. Kalilauge von 1,333 spec. G. und 10 Cc. liq. Ammon. caust. von 0,964 spec. G. auf 100 Cc.; von beiden Flüssigkeiten vermischt man vor dem Gebrauch je 1 Cc. und verdünnt diese Mischung auf 1 Ltr. Die fertige Mischung vorrätig aufzubewahren, empfiehlt sich wegen allmählicher Silberabscheidung im Lichte nicht. Man kann auch die Kalilauge durch eine entsprechende Menge Kalkwasser ersetzen; bei Abwesenheit von Kali oder Kalk ist die Reaktion entschieden schwächer.

Als passendste Objekte für unsere Versuche erschienen uns Zellen, welche ohne weitere Präparation unter dem Mikroskop studirt werden konnten, welche ferner eine dünne, leicht permeable Membran und ein wenigstens teilweise farbloses möglichst wasserreiches Protoplasma, geeignet, Reagentien von großer Verdünnung leicht eindringen zu lassen, besaßen. Gewisse Fadenalgen unserer Süßwässer, besonders *Spirogyra*, schienen diesen Anforderungen am besten zu entsprechen. Bevor wir jedoch unser Reagens daran versuchten, war es absolut nöthig, uns zu vergewissern, ob nicht andere Stoffe mit reducirenden Eigenschaften vorhanden waren; und in der That fanden wir von solchen Körpern sowol Gerbstoff als Glyeose vor.

Bezüglich des ersteren haben wir zu bemerken, dass er auf sehr verdünnte alkalische Silberlösung nicht mehr reducirend wirkt; so kam man Galläpfel-Gerbsäure mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Thl. NO_3Ag auf 10000 Thl. aq. längere Zeit kochen, ohne dass Silberreduktion eintritt; nur bei bedeutend größerem Silbergehalt findet Reduktion statt. Uebrigens ist der Gehalt der Spirogyren an Gerbstoff ein so geringer, dass er bei der nachher zu beschreibenden Reaktion des Protoplasmas nicht in Betracht kommen kann.

Was nun Glyeose betrifft, so ist ihre Menge ebenfalls in den Spirogyren äusserst gering, so dass hier dasselbe wie das vom Gerbstoff gesagte gelten kann. Gegen sehr verdünnte Silberlösung ist sie jedoch bedeutend empfindlicher als Gerbstoff, indem sie selbst mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Thl. NO_3Ag auf 100000 Thl. aq. noch eine merkbliche Bräunung zeigt. Diese Bräunung wird jedoch nicht durch ausgeschiedenes metallisches Silber verursacht, indem selbst bei tagelangem Stehen von etwas Glyeose in 1 Ltr. Reagens keine Spur von abgesetzten Silberpartikelehen oder von Silberspiegel wahrgenommen werden kann, sondern höchst wahrscheinlich durch die Bildung von Silberoxydul, welches in ammoniakalischer Lösung eine braune Farbe zeigt (bei Abwesenheit des Silbers entsteht durch Alkali allein von derselben Verdünnung wie vorher diese Bräunung

nicht). Beträgt aber die Wassermenge das millionfache des Silbernitrats, so entsteht weder bei Kochen noch tagelangem Stehen desselben mit Glycose auch nur die leiseste Bräunung. Um jedoch noch besser vergleichbare Resultate zu erhalten, wurden mäßig dicke Schmitte von den an Glycose reichen Kirschen und Äpfeln in das Reagens gelegt, wobei wir nach 12 Stunden wohl eine gleichmäßige Gelb- bis Braunfärbung¹⁾ aber kein metallisches Silber in den Zellen wahrnahmen; bei der millionfachen Verdünnung des Silbernitrats war keine Spur von Reaktion sichtbar.

Dagegen zeigte selbst bei dieser Verdünnung das lebende Protoplasma der Spirogyren noch eine sehr kräftige Reaktion.

Nachdem nun durch die eben beschriebenen Versuche mit Evidenz dargetan ist, dass eine Metallausscheidung aus unserm Reagens nicht auf irgend einen in den Algen vorhandenen löslichen Stoff zurückgeführt werden kann, gehen wir zur genaueren Beschreibung der Reaktion über. Wir ließen mehrere Spirogyrenfäden einige Stunden in einem Liter Reagens bei Lichtabschluss liegen, worauf sie unter dem Mikroskop einen überraschenden Anblick darboten: Das Protoplasma der meisten Fäden war tiefschwarz von ausgeschiedenem Silber; nur einzelne Fäden oder Zellen waren ausgenommen, und diese zeigten entweder ganz farblosen oder schwach gelblich-braun gefärbten Zellsaft²⁾ (Glycose-Reaktion). An den Querwänden und an den Chlorophyllbändern war die Reaktion am kräftigsten, wahrscheinlich wegen der dort intensiveren Lebenstätigkeit. Auffallend rasch und stark reagierte der Zellinhalt, wenn er sich zu einer Spore zusammengeballt hatte; schon nach sehr kurzer Zeit war diese tiefschwarz geworden, während andere Zellinhalte noch keine Spur von Reaktion erkennen ließen. Spirogyren, welche 5 Minuten in dem Reagens ver-

1) Diese Reaktion auf Glycose kann für mikrochemische Zwecke bestens empfohlen werden, wobei jedoch das Reagens in der erwähnten Verdünnung angewendet werden muss, da sonst Täuschungen wegen Einwirkung anderer Stoffe (Gerbstoff) möglich werden. Spirogyren, welche mikrochemisch mit der Trommer'schen Probe keinen Zucker erkennen lassen, reagieren (am besten tot) noch deutlich auf denselben mit der erwähnten Silberlösung.

2) Das Nichtreagiren einiger Zellen ist nach unserer Ansicht dahin zu erklären, dass das Protoplasma derselben schon abgestorben war oder wegen geschwächter Lebensfähigkeit bei Berührung mit dem Reagens rasch zu Grunde ging. Verfolgt man die erste Einwirkung des Reagens auf die Algenfäden unter dem Mikroskop, so bemerkt man, dass manche Fäden oder auch nur einzelne Zellen eines Fadens beim Anprall der Lösung sofort dem Tode verfallen, was in der gänzlichen Zerstörung der Plasma-Struktur sich manifestirt. Das Plasma der meisten Zellen jedoch erleidet zwar nach einigen Minuten auch eine Veränderung (Quellung der Chlorophyllbänder und geringe Ablösung des Plasmaschlauches), aber keine so erhebliche, dass es als tot angesprochen werden müsste. Mit der alkalischen Lösung von 1 Tl. Silbernitrat auf 1 Million Tl. aq. bleiben die Zellen lange Zeit ganz intakt.

weilt hatten, dann wieder 1 Tag in der Nährlösung lagen, gaben auch nachher noch eine schwache Silberreduktion; ein Beweis, dass bei diesen das Absterben nur sehr langsam vor sich geht.

Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens war das Resultat dem Vorigen ähnlich; ja die Zahl der reagirenden Zellen war womöglich noch eine größere (bei *Spirogyra condensata* Ktz.), wenn auch die Masse des abgeschiedenen Silbers eine geringere. Sogar bei einer Vermehrung des Wassergehalts auf 2 Millionen Teile war noch eine wenn auch schwache Wirkung sichtbar, und es ist dies ungefähr als die Grenze der Reaktion zu bezeichnen.

Wurden die Algen Einflüssen ausgesetzt, welche das Protoplasma töten, so blieb nachher, wie wir erwartet hatten, die Reaktion aus.

Zuerst versuchten wir die Tötung durch destillirtes Wasser. Während nach 30stündigem Liegen einzelne Fäden noch eine schwache Reaktion gaben, trat diese nicht mehr nach Verlauf von zwei Tagen auf: Die Chlorophyllkörper waren in Unordnung gerathen, das Protoplasma zeigte sich kontrahirt. Dass hier der Tod die Folge von Nährsalzentziehung war, scheint dadurch bewiesen zu werden, dass diese Erscheinungen durch Zusatz sowol von 0,1 pro mille Dikaliumphosphat als auch von ebensoviel Calciumcarbonat (als Bicarbonat in Lösung) verhindert werden konnten.

Algen, welche durch längeres Liegen in einer Glocke über concentrirter Schwefelsäure völlig ausgetrocknet waren, reducirten aus unserm Reagens ebenfalls kein Silber mehr.

Von einigem Interesse war es, die Lebensfähigkeit des Algenprotoplasmas bei Einwirkung höherer Temperatur zu beobachten, da schon früher von verschiedenen Forschern (M. Schultze und W. Kühne) Untersuchungen in dieser Richtung an andern Protoplasma angestellt worden waren. Wir fanden nun, dass wol auf 40° erwärmte Fäden noch reagirten, nicht aber auf 50° erlitzte¹⁾, ein Resultat, welches mit dem von den genannten Autoren gefundenen im Wesentlichen übereinstimmt, indem auch diese eine Temperatur von etwa 48° als Lebensgrenze bestimmten. Ausnahmen bezüglich der Resistenzfähigkeit gegen höhere Temperaturen gibt es allerdings unter den Algen, Infusorien und Pilzen, wie ja auch rücksichtlich der Empfindlichkeit gegen Austrocknen viele niedrige Organismen ein abnormes Verhalten darbieten.

Die tödtliche Wirkung des Aetherdunstes, welche Kühne bei den Myxomyeeten beobachtete, bestätigte sich auch bei unsern Algen, indem letztere, eine Stunde dem Aetherdunst ausgesetzt, unfähig wurden, aus dem Reagens Silber abzuseiden; nur eine schwache Gelbfärbung

1) Durch Kochen getötete Fäden reagiren nicht mehr selbst mit einer einprocentigen alkalischen Ag-Lösung, mit welcher aber ausgetrocknete wol noch eine Silberabscheidung geben

im Inhalt war in manchen Fällen zu bemerken. Erwähnen müssen wir, dass unter dem Einfluss des Aetherdunstes das Protoplasma sich nicht unbedeutend kontrahirte und eine Spur Flüssigkeit aus den Zellen austrat.

Einen tödtlichen Effekt hatte ferner schon ein kurzer Aufenthalt in einprocentiger Natronlösung; selbst bei zehnfacher Verdünnung der letzteren trat nach kurzer Zeit der Tod ein, wobei in manchen Zellen, hier wahrscheinlich in Folge des Gerbstoffgehalts derselben, eine gelbliche bis bräunliche Färbung auftrat.

Ferner verhinderte auch ein kurzer Aufenthalt der Algen in einprocentiger Lösung von Kupfervitriol oder Schwefelsäure das Eintreten der Reaktion.

Dagegen fanden wir, dass selbst ein zwölfständiger Aufenthalt in einer Lösung von 0,2 % essigsäuren Chinins oder von sehr geringen Mengen Veratrin nicht tödtlich auf das Protoplasma der Spirogyren wirkt.

Da Aldehyde auch aus Gold- und Platinlösungen die Metalle abscheiden, so wurden sehr verdünnte alkalische Lösungen der Chloride auf die Algen angewendet; und in der That wurde auch hier eine Metallabscheidung beobachtet, wenn auch beträchtlich schwächer als bei der Silberlösung, ein Unterschied, welcher sich teilweise aus dem verschiedenen Sauerstoffgehalt der Oxyde erklärt. Während ferner bei der Silberreaktion der Metallniederschlag meist körnig erscheint, ist das ausgeschiedene Gold äusserst fein und gleichmäßig verteilt und färbt das Plasma blau¹⁾.

Alkalische verdünnte Lösungen von Wismut-, ferner von Kupfer- und Bleisalzen gaben, wie vorauszusehen, keine Spur von Reaktion; dagegen schwärzten sich Spirogyren und besonders Zygnemen im frischen sowol als im erwärmten Zustand ziemlich rasch mit einer 1 pro mille Lösung von freier Ueberosmiumsäure, eine Folge des nicht unbeträchtlichen Gehalts des Plasmas an äusserst fein (micellar?) verteiltem Fett (oder Lecithin), welchem dieses eine gewisse Resistenzfähigkeit zu verdanken scheint²⁾.

Versuche mit mehreren andern Spirogyrenspecies, ferner mit *Zygnema cruciatum*, *Cladophora*, *Vaucheria* gaben ähnliche befriedigende Resultate mit dem Silberreagens wie die oben beschriebenen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass Algen, deren Protoplasma dicht mit

1) Bei Anwendung von Goldchlorid empfiehlt es sich, eine Lösung von 1 Goldchlorid zu 50000 aq. mit etwas Kalk- oder Barytwasser zu versetzen.

2) Algen mit einem Osmiumniederschlag im Innern schwärzen sich noch viel bedeutender nach längerem Verweilen in Silberlösung, was jedenfalls davon herrührt, dass ein Atom Osmium, um sich in alkalischer Lösung zu Osmiumoxyd oder Ueberosmiumsäure zu oxydiren, vier resp. acht Atome Silber abscheiden muss. Hiervon ließe sich Gebrauch machen, wenn es sich darum handelt, eine schwache Osmiumreaktion besser sichtbar zu machen.

Chlorophyll erfüllt ist, natürlicher Weise ein weniger deutliches Bild gewähren als solche mit grobenteils ungefärbtem Protoplasma, wie die Spirogyren. Eine merkwürdige, anfangs für uns geradezu verblüffende Ausnahme, machte eine andere Fadenalge, *Sphaeroplea annulina*, indem sie bei zahlreichen, vielfach abgeänderten, Versuchen keine Spur der gewünschten Reaktion gab. Die Vermutung, dass das Protoplasma dieser Alge sensibler sei als das der früher untersuchten, veranlasste uns, direkt unter dem Mikroskop die Wirkung des Reagens zu verfolgen. Ein Paar vollkommen normal aussehende Fäden wurden unter dem Mikroskop mit dem Reagens in Berührung gebracht, wobei momentan eine vollständige Zerstörung der so zierlichen Protoplasmastruktur sichtbar wurde: Die Chlorophyllbrünge lösten sich entweder alle auf einmal oder nach einander ruckweise von den Wänden los, verloren ihre scharfen Conturen, ließen Stärkekörner austreten und blieben entweder als einzelne rundliche Massen in der Nähe des vorher innegehabten Orts liegen oder rückten zu einem einzigen Klumpen zusammen. Den Gang der Verwüstung hier zu verfolgen, bietet unstreitig viel morphologisch-physiologisches Interesse, besonders wenn man unter dem Mikroskop den ebenso rasch eintretenden Tod gleichzeitig anwesender Infusorien dabei vergleichen kann. Nur wenig langsamer, aber im Princip ebenso wirkte schon ein Wasser mit einem Gehalt von nur 0,001 % NH_3 oder 0,0001 % AgNO_3 , ebenso Wasser mit einem geringen Gehalt an Veratrin, ja schon destillirtes Wasser bewirkte unverhältnismäßig rasch den Tod. Unter diesen Umständen war der negative Erfolg unsers Reagens einerseits nicht mehr überraschend, andererseits aber lieferte er ein interessantes Beispiel für den großen graduellen Unterschied in der Sensibilität des Protoplasmas verschiedener sogar sehr nahe verwandter Organismen. Worauf die oft außerordentliche Sensibilität eines Protoplasmas zurückzuführen ist, wird wol häufig schwierig zu ermitteln sein; erwähnen wollen wir aber, dass die *Sphäroplea* außer durch sehr zarte Membran und dünnen Plasmaschlauch sich noch durch einen viel geringeren Fettgehalt des Plasmas von den übrigen untersuchten Algen unterscheidet.

Einen Beleg für den Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Sensibilität des Plasmas können wir mit folgenden an *Spirogyra condensata* Ktz. gemachten Beobachtungen liefern: das Protoplasma der zur Conjugation neben einander gelagerten, bereits durch Fortsätze in gegenseitige Berührung getretenen Zellen scheidet kein Silber ab¹⁾,

1) Es mag vielleicht nicht überflüssig sein, hier kurz zu bemerken, dass zwei sich konjugirende Fäden nicht vollständig unter sich gleich sind, sondern solche morphologische Verschiedenheiten aufweisen, dass man fast versucht sein möchte, den einen Faden als weiblich, den andern als männlich anzusprechen. Der sogenannte weibliche Faden, der gewöhnlich die aus der Conjugation her-

sondern zeigt nur die bereits oben beschriebene Zuckerreaktion, ein Zeichen dafür, dass der Zellinhalt dieser *Spirogyra*, wenn er in dieses Stadium eintritt, eine innere Veränderung erleidet, welche denselben weniger widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, in unserm Falle gegen Silberlösung macht. Doch scheint diese Schwächung der Resistenzfähigkeit des Plasmas erst dann sich geltend zu machen, wenn die von den Zellen getriebenen Fortsätze mit einander in Contact treten; denn Zellen, die solche Fortsätze treiben, ohne dass ihnen von der Seite des gegenüberliegenden Zellfadens ebensolche entgegenwachsen (weil sie gleichsam überzählig¹⁾ sind), geben in allen Fällen eine starke Silberabscheidung, so dass man fast in jedem sich conjugirenden Faden mitten unter dem Gros der bloß Zuckerreaktion zeigenden Zellen vereinzelte dicht mit schwarzem Silber angefüllte Zellen bemerkt; bei genauer Betrachtung erweisen sich diese immer als jene überzähligen. Das Ausbleiben der Silberabscheidung bei den im Conjugationsakt befindlichen Zellen ist um so auffällender als die in der Vorbereitung hiezu begriffenen, durch Aufschwellen bereits gekennzeichneten Zellen immer sehr stark reagiren. Ist aber das Stadium der Conjugation vorüber und haben sich die Zellinhalte vereinigt, so scheint auch die frühere Resistenz gegen äußere Einflüsse bald wiederzukehren, indem fast alle derartigen Sporen bedeutende Silberreduktion geben.

Wir erklären uns diese merkwürdige Erscheinung folgendermaßen: Durch gegenseitige Berührung der beiden sich anziehenden Plasmata zweier Fäden wird die innere molekulare Bewegung auf's heftigste gesteigert; die Folge davon ist ein vermehrter Verbrauch an Stoff, besonders an Fett. Dieser Fettverbrauch lässt sich in der That mit Ueberosmiumsäure²⁾ nachweisen: die nicht in Conjugation tretenden Zellen zeigen mäßige aber deutliche, die zur Conjugation sich anschickenden sehr starke Fettreaktion; die zum Zweck der Conjugation bereits mit andern in Berührung getretenen Zellen geben keine Spur von Osmiumabscheidung, während die fertige aus der Conjugation hervorgegangene Spore sich wiederum stark mit Ueberosmium-

vorgehenden Sporen in sich aufnimmt, zeichnet sich durch stark angeschwollene Zellen aus, deren Kopulationsfortsätze sich nicht scharf abheben, während die Zellen des sogenannten männlichen Fadens wenig oder gar nicht angeschwollen und mit scharf abgesetzten Kopulationsschläuchen versehen sind. Auch bei der Reaktion zeigen beide Fäden einige Verschiedenheiten insofern, als die Zellen des männlichen Fadens manchmal schwache Silberabscheidung und gewöhnlich keine Zuckerreaktion wahrnehmen lassen, während die weiblichen Zellen in allen Fällen keine Spur von Silberreduktion, aber starke Zuckerreaktion aufweisen.

1) In Folge der Verschiedenheit von Größe und Zahl der Zellen in den sich conjugirenden Fäden.

2) Wir ließen bei diesen Versuchen die Fäden 8—10 Stunden in 0,5procentiger Ueberosmiumsäure liegen.

säure schwärzt. Auch keimende Sporen geben in einem gewissen Stadium keine Osmiumreaktion.

Kommt es bei zur Conjugation sich anschickenden Zellen nicht zu einem wirklichen Contact mit andern, wie das bei den oben erwähnten überzähligen der Fall ist, so verschwindet auch das Fett nicht aus denselben. Da also hier ein vollständiger Parallelismus zwischen Osmium- und Silberreaktion statt hat, so lässt sich wohl behaupten, dass äusserst fein eingelagertes Fett die Resistenzfähigkeit des Plasmas erhöht. Merkwürdig ist, dass mit dem Verschwinden von Fett ein Auftreten von Zucker in den Conjugationszellen verbunden ist. Ob letzterer nun aus dem Fett oder (wahrscheinlicher) dem Pflanzenschleim der Zellen entsteht, lässt sich nicht ohne Weiteres mit Sicherheit entscheiden.

Diatomeen scheinen wegen ihres Kieselsäurepanzers dem Eindringen des Reagens ein Hinderniss zu bieten; nur äusserst selten konnten wir Silberpartikelehen in ihrem Inhalt bemerken.

Versuche mit Schimmelsporen, Sprosshefe und Spaltpilzen fielen ungünstig aus¹⁾; dagegen lieferten Schimmelfäden in einigen Fällen deutliche Reaktion.

Pflanzenhaare mit lebendem Protoplasma gaben ganz ähnliche Resultate wie die Fadenalgen. Zum Versuch dienten Blattstielhaare von *Alsophila australis* R.Br., Bremhaare von *Urtica*, Stachelhaare und Drüsenhaare von *Symphytum*, Fruchtknotenhaare von *Paeonia*, Staubfadenhaare von *Tradescantia*, Keleghaare von *Ajuga reptans* und *Geum rivale*, Blatthaare von *Ulmus scabra* Mill., Brakteenhaare von *Alopecurus fulvus* Smith, Haare von den Perigonblättern von *Iris Kochii* Kern, endlich Narbenpapillen von *Tulipa*. Haare, aus denen der Plasmaschlauch bereits verschwunden ist, geben natürlicherweise keine Reaktion. Auch scheint die Reaktionsfähigkeit mit gewissen Alterszuständen in Zusammenhang zu stehen; denn Haare von *Iris* gaben später gesammelt fast keine Reaktion mehr; auch zeigt sich bei Blättern, an denen junge und vollständig ausgewachsene Haare zusammen vorkommen, die Reaktion immer an den ersteren am intensivsten.

Um auch Beispiele für das Verhalten des Protoplasmas hochentwickelter Pflanzengewebe gegen unser Reagens zu haben, wurden Keimlinge von *Helianthus annuus* L. in einem Liter Reagens 12 Stunden liegen gelassen, wobei die Keimwurzel bis zum hypocotylen Stengelglied, namentlich aber an der Spitze eine starke Schwärzung erfuhr. Negativ war das Resultat bei Keimlingen von Mais und

1) Von den Spaltpilzen versuchten wir unter andern auch *Bacillus subtilis* C., welcher auf einer aus Fleischextrakt und Zucker bestehenden Nährlösung gezogen war. Auch die schleimigen Algen *Nostoc* und *Batrachospermum* verhielten sich negativ gegen das Reagens.

Erbsen. Es möchte sehr zeitraubend sein, in jedem Falle die Gründe des Misslingens, welche sehr mannigfaltiger Natur sein können, festzustellen¹⁾. Dass auch ruhendes Protoplasma reaktionsfähig sei, zeigte uns ein Versuch mit ungekeimten Samen von *Helianthus annuus*.

Als Beispiele von dikotylen Stengeln benützten wir junge eben Blüten zur Entwicklung bringende Zweige von *Salix Caprea* L. und *Cornus mascula* L., ferner Zweige von *Syringa vulg.* L. mit eben austreibenden Blattknospen und erhielten auch hier ein positives Resultat; ebenso verhielten sich Blätter von *Vallisneria spiralis*, Epidermiszellen von Brakteen von *Alopecurus fulvus* Smith und Chacrophyllumblättern.

Pollenkörner von *Ranunculus* und *Tulipa*, ferner Sporen von Gold- und Silberfarn (Gymnogramme) reagierten zum Teil recht gut, während eine andere Anzahl derselben sich negativ verhielt.

Was tierisches Protoplasma betrifft, so erschien die größere Sensibilität und in Folge deren das rasche Absterben desselben von vornherein als ein Hinderniss der Reaktion. Kühne hat gezeigt, wie außerordentlich sensitiv schon die niedersten tierischen Organismen sind: Während Amöben fast momentan durch eine wässrige (wegen der geringen Löslichkeit stets sehr verdünnte) Lösung von Veratrin getötet werden, können Tradescantia-Haare viele Stunden darin ohne Schaden existiren. Wir versuchten zwar verschiedene Gewebe von Maus und Frosch, doch mit negativem Resultat²⁾. Mit Infusorien wurden allerdings, aber nur in wenigen Fällen günstigere Resultate erzielt.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich somit, dass das lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzt, die edlen Metalle aus selbst sehr verdünnten Lösungen zu reduzieren und dass diese Fähigkeit mit dem Eintritt des Todes verloren geht. Man darf wohl daraus den Schluss ziehen, dass die mysteriöse mit dem Namen Leben bezeichnete Erscheinung wesentlich durch jene reducirenden Atomgruppen bedingt wird. Wir erklären dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft entsprechend jene „Gruppen in Bewegung“ im lebendigen Protoplasma als Aldehydgruppen, den Tod aber als Folge der Molekularverschiebung dieser in allen chemischen Beziehungen ganz ausgezeichneten

1) Bei einem Versuch mit Pistiapflänzchen bräunte sich die Wurzelhaube. Da, wie wir fanden, ammoniakalische Silberlösung auf verholzte Membranen bräunend wirkt, so bieten die Zellmembranen jener Wurzelhaube, in denen hier der Grund der Färbung liegt, vielleicht einen ähnlichen Zustand dar. Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens bräunt sich jene Wurzelhaube nicht mehr.

2) Es mag hier am Platze sein, auf eine Beobachtung von Reeklinghausen hinzuweisen, welcher fand, dass, um gute Silberpräparate von tierischen Geweben zu erhalten, nur möglichst frische Leichen genommen werden dürfen. Sollte hier eine Reaktion mit dem noch nicht völlig abgestorbenen Protoplasma im Spiele sein? (Lichtabschluss vorausgesetzt).

Gruppe¹⁾. Somit dürfte die von einem von uns aufgestellte Hypothese über die Bildung des Albumins eine weitere wesentliche Stütze gefunden haben, da sie die Anwesenheit von Aldehydgruppen im lebenden Protoplasma voraussehen ließ.

Pflanzenphysiologisches Institut zu München; Juni 1881.

Färbung lebender einzelliger Organismen.

Bei Anwendung von Farbstoffen auf lebende Protozoen kann man drei ganz verschiedene Zwecke verfolgen. Erstens kann es darauf ankommen, die Art und Weise zu ermitteln, wie geformte Nahrung in und durch den Körper eines einfachsten Organismus gelangt. Zweitens lassen sich durch Anwendung von Tinctionsmitteln die Bahnen verfolgen, welche Flüssigkeiten in einem Protozoenkörper nehmen, und die Veränderungen feststellen, welche sie auf diesem Wege erleiden. Und endlich drittens ist man im Stande, gewisse Bestandteile des Körpers lebender und am Leben bleibender Protozoen zu färben und dadurch die Verbreitung bestimmter chemischer Substanzen zu ermitteln. Den verschiedenen Zwecken entsprechend sind natürlich auch die Mittel verschieden. Im ersten Falle verwendet man feste, in Wasser nicht lösliche Farbstoffe, im zweiten und dritten dagegen wässrige Farbstofflösungen.

Das erste Verfahren ist von Ehrenberg eingeführt und besteht darin, dass man fein gepulvertes Karmin oder Indigo in die Flüssigkeit bringt, in welcher die zu untersuchenden Organismen sich befinden. Man kann dann feststellen, an welcher Stelle die Körnchen aufgenommen, in welcher Weise sie durch den Organismus geführt und wo sie schließlich ausgestoßen werden. Die Farbstoffkörner selbst bleiben dabei ganz unverändert und lassen den Körper, den sie passieren, vollkommen ungefärbt. Max Schultze hat mit Hilfe dieses Verfahrens bei Rhizopoden seine epochemachenden Untersuchungen über die Bewegungserscheinungen im Protoplasma und über Körnchenströmung erheblich vervollständigt.

In den beiden andern Fällen hat man solche Farbstoffe zu verwenden, die in Wasser löslich sind und Teile des Organismus zu färben vermögen, ohne diesen selbst zu töten. Solche Tinctionsmittel

1) Ein scheinbarer Widerspruch liegt darin, dass das lebende Protoplasma grüner Pflanzenteile Sauerstoff ausscheidet, während doch Aldehydgruppen die größte Verwandtschaft zu Sauerstoff besitzen. Diese Erscheinung zwingt uns, hier eine ähnliche Fernwirkung des schwingenden Protoplasma's anzunehmen, wie sie zuerst Naegeli für die Gärtigkeit niederer Pilze zu postuliren sich veranlasst sah.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Bokorny Thomas, Loew Oscar

Artikel/Article: [Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma 193-202](#)