

Über das Verhalten des Kupferoxydammoniaks zur Membran der Pflanzenzelle, zum Zellkerne und Primordialschlauche.

Von **Dr. Adolf J. Weiss** und **Dr. Julius Wiesner**.

Schweitzer¹⁾ hat auf das eigenthümliche Verhalten des Kupferoxydammoniaks gegen Cellulose zuerst aufmerksam gemacht und glaubt auf Grundlage der von ihm angestellten Untersuchungen zu dem Schlusse gelangt zu sein, dass das genannte Reagens Pflanzenfaser auflöse.

Diese Annahme ist indessen nicht unbestritten geblieben, denn Erdmann²⁾ hat bereits seine Bedenken darüber mitgetheilt.

Zum mindesten hat man es hier mit einer Substanz zu thun, welche oft bedeutende Quellungserscheinungen der Cellulose veranlasst und es musste wünschenswerth erscheinen, das nähere Verhalten derselben zur vegetabilischen Zelle genauer kennen zu lernen.

Vor einigen Jahren hat Cramer³⁾ bereits eine höchst interessante Abhandlung darüber geschrieben, welche uns veranlasste ebenfalls Versuche mit diesem Reagens durchzuführen.

Im Folgenden theilen wir die Resultate der angestellten Untersuchungen mit, weil dieselben von denen Cramer's wesentlich abweichen⁴⁾.

Da die Algenzellen für die Betrachtung der Wirkungen von Kupferoxydammoniak auf die Zellhaut wohl die geeignetsten Objecte

1) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. II. 1857. 395.

2) Journal für prakt. Chemie Bd. 78. S. 371.

3) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich III. 1858. p. 1 ff.

4) Dieser Abhandlung war anfänglich zur näheren Erläuterung des Textes eine Tafel beigegeben; eingetretenen Hindernisse wegen musste selbe jedoch wegleiben.

sind, haben wir unsere Untersuchungen auf eine grosse Anzahl, theils Meeres-, theils Süsswasseralgeln ausgedehnt.

Nach Cramer ist das Verhalten der Algenmembran zu Kupferoxydammoniak ein zweifaches; es zeigt sich nämlich entweder gar keine Einwirkung, z. B. bei manchen einzelligen Algen ¹⁾ oder aber die Membran färbt sich intensiver blau als das Reagens, ohne aber zu quellen, wie z. B. die Hüllhäute von *Gloeocapsa opaca* und *Nostoc rupestre*, die Membranen von *Fucus vesiculosus*, *Callithamnion Plumula* von *Echinoceras Hystrix* und *Caulerpa prolifera*. Quellungserscheinungen finden nach Cramer hierbei niemals Statt.

Es färbt sich, wie wir gefunden haben, bei Anwendung des kalten Reagens die Hüllhaut von *Gloeocapsa opaca* Naeg. nur bei jugendlichen Exemplaren etwas intensiver blau, ohne Quellungserscheinungen wahrnehmen zu lassen, auch verschwindet diese Färbung durch Auswaschen mit Wasser wieder vollständig. Im Reagens gekocht quillt die Hüllhaut merklich auf, die eigentliche Zelle erscheint aber beträchtlich contrahirt; der rothe Theil wird schmutzig violett, während die Hüllmembran keine Bläuung, sondern blos einen Stich in's Taubengraue bekommt. *Gloeocystis vesiculosa* Naeg. zeigt ein gleiches Verhalten, auch hier ist die Bläuung der Hüllmembran nur bei jungen Individuen etwas beträchtlich, und die Quellungserscheinungen treten auch bei ihr nach dem Kochen im Reagens ein.

Noch geringere Veränderungen erleiden die Fäden der *Oscillatorien* durch die Einwirkung von Kupferoxydammoniak. Die Membran der prächtig grünen *Oscillatoria viridis* Vauch. zeigt weder im kalten Reagens noch nach dem Kochen in demselben die geringste Spur einer Quellung oder Färbung; die Fäden erscheinen (ihres Inhaltes wegen) blass ockergelb gefärbt ²⁾.

Eigenthümlich und weit interessanter ist hingegen das Verhalten der Zellhaut der meisten anderen Algen gegen Kupferoxydammoniak.

Zunächst bläut sich dieselbe bei der Berührung mit dem Reagens immer mehr oder weniger stark und es tritt in allen Fällen Quellung derselben ein, eine

¹⁾ Leider hat Cramer keine Beispiele angeführt.

²⁾ Wahrscheinlich bedingt durch Proteinkörper und Dextrin. Siehe Sachs, Kupfervitriol und Kali als mikrochemisches Reagens. Sitzb. der k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1859. XXXVI. S. 5 ff.

Quellung, die oft ungemein beträchtlich ist. Nur bei wenigen Algen z. B. *Cladophora scopulorum* Zan. ist diese Bläuung unbeträchtlich und eine schwache Quellung, mit mehr oder weniger starker Blaufärbung zeigen nur *Asperococcus compressa* Mgr. und *Phycoseris crispata* Bst., doch auch hier wird nach längerer Einwirkung die Quellung eine beträchtliche. Mit Wasser ausgewaschen verschwindet die Bläuung vollständig.

Die Membran aller anderen von uns untersuchten Algen färbte sich hingegen bei Berührung mit Kupferoxydammoniak immer intensiv blau, quoll beträchtlich auf und zeigte dabei oft noch eine andere merkwürdige Erscheinung. Behandelt man z. B. *Bryopsis plumosa* Hds., eine schön grün gefärbte Vaucheriacee des Mittelmeeres mit dem Reagens, so färbt sich die Membran derselben augenblicklich blau, und zerfällt in mehrere, scharf von einander getrennte Lagen, welche durch ihre Färbung schon von einander sich unterscheiden. Es zeigt sich nämlich die Zellhaut mit Ausschluss der vom Kupferoxydammoniak mattgelb gefärbten Hüllhaut getrennt in zwei blaugefärbte Hauptlagen, welche durch eine schmale farblose, oder mindestens weit schwächer gefärbte Zone von einander getrennt sind. Bei starker Vergrößerung und genauerer Betrachtung erscheint aber jede dieser blaugefärbten Lagen noch zusammengesetzt aus einer ganzen Reihe feinerer Strata, so dass die ursprünglich einfache, doppeltecontourirte Zellhaut, sich durch Anwendung von Kupferoxydammoniak in ein System von Schichten auflöst, welche, wie ihre verschiedene Färbung beweist, auch eine verschiedene chemische Beschaffenheit haben, und daher nicht alle aus reiner Cellulose bestehen können.

Bei *Cladophora congesta* Zan., einer schön blassgrün gefärbten Conferve des adriatischen Meeres, zeigt sich diese Trennung in Hauptlagen nicht. Die Membran der Alge färbt sich bei Berührung mit Kupferoxydammoniak augenblicklich intensiv blau, und quillt dabei sehr beträchtlich auf, doch zerfällt dieselbe in eine ununterbrochene Reihe der zierlichsten Schichten, welche in Folge ungleicher Quellung mannigfache Ausbuchtung zeigen. Die Hüllhaut erscheint auch hier mattgelb gefärbt. Mit Wasser ausgewaschen verschwindet in beiden Fällen die Blaufärbung; die Schichtung bleibt hingegen wie zuvor.

Conferva breviarticulata Zan., welche ebenfalls mit Kupferoxydammoniak intensive Bläuung der Zellhaut und starke Quellung erkennen lässt, zerfällt dabei auch in mehrere Schichten, die jedoch an Zahl nur gering sind, und ein mehr gelatinöses, gallertiges Aussehen bekommen.

Besonders instructiv war die Untersuchung von *Cladophora fracta* Ktz., die in unseren Sümpfen massenhaft vorkommt. Nach längerer Einwirkung des Reagens erscheint die Zellhaut schön blau, riesig gequollen und hat sich in eine grosse Anzahl einzelner Lagen getrennt. Bei genauer Betrachtung sieht man indess dass diese Schichten nicht gleichwerthig sind, sondern abwechselnd ungefärbt und blau erscheinen. Der Inhalt selbst zieht sich in Form eines schmutzig grünen Sackes zurück, und wenn man die Pflanze einige Tage lang in Kupferoxydammoniak liegen lässt, so gewinnt sie im Allgemeinen folgendes Ansehen. Die Hüllhaut hat sich stark gelockert, von der eigentlichen Membran losgelöst und ist farblos (mattgelb) geblieben, die Zellhaut selbst dagegen stark gequollen und blau gefärbt. Der Inhalt hat sich in einen grünen Sack zusammengezogen, allein ein Theil des Farbstoffes findet sich gelöst zwischen ihm und der eigentlichen Membran, so dass es scheint, es habe sich derselbe durch Endosmosewirkung durch den Primordialschlauch hindurch filtrirt.

Dass das oben erwähnte Zerfallen in Schichten nichts weiter ist als eine durch das Reagens bewirkte Lockerung der im Verlaufe des Lebens successive abgelagerten Einzelschichten, lässt sich daraus abnehmen, dass in jugendlichen Exemplaren sich diese Erscheinung nicht zeigt, sondern die Zellhaut nur eine einzige, zarte, blaugefärbte und beträchtlich gequollene Lage erkennen lässt. Durch das fast allgemeine Auftreten dieser Schichtung erscheint die Vermuthung gerechtfertigt, dass die Zellhaut aus abwechselnden Lagen zweier chemisch verschiedener Stoffe bestehen müsse.

Wie die erwähnten Algen zeigen auch *Callithamnion abbreviatum* Ktz., *C. corymbiferum* Ktz., *Echinoceras hystrix* Ktz., *Conferva rivularis* L., *C. dalmatica* Ktz., *Fucus vesiculosus* L., *Ceramium diafanum* Rth., *Gracillaria compressa* Gr., *Ulva lactuca* L., etc. bei starker Quellung und Blaufärbung ihrer Membran dieses eigenthümliche Zerfallen in Schichten bei Einwirkung von Kupferoxydammoniak.

Blaufärbung und Quellung, ohne Zerfallen in Schichten haben wir bei *Asperococcus compressa* Mgr., *Callithamnion variabile* Ag., *Cladophora scopulorum* Zan., *Flabellaria Desfontaini* Zan., *Gracillaria compressa* Gr., *Spyridia cuspidata* Ktz., *Stilophora papillosa* Ag., *Phycoseris crispata* Bst., etc. beobachtet.

Eine Bläuung ohne Quellung, wie sie Cramer angibt, findet niemals Statt.

Mit Wasser ausgewaschen verschwindet die Färbung wohl immer, denn selbst dort, wo sie, wie bei *Conferva rivularis* L., *Asperococcus compressa* Mgr., *Cladophora congesta* Zan., *Ulva lactuca* L., ganz matt zu verbleiben scheint, ist wahrscheinlich nur mangelhaftes Auswaschen die Ursache davon.

Die Zellhäute der Flechten und Pilze scheinen sich in den meisten Fällen durch Kupferoxydammoniak blau zu färben, allein nicht immer tritt dabei auch eine Quellung ein. So färben sich die Membranen der Zellen von *Pellia epiphylla* Rad d. durch das Reagens sogleich matt blau und quellen besonders in ihren secundären Schichten beträchtlich auf; das Gleiche geschieht bei den Zellen von *Sticta pulmonacea* Ach., während die Zellen von *Polyporus igniarius* Fr. zwar eine Bläuung, aber keine Quellung erkennen lassen.

Bei den phanerogamen Pflanzen verdient das Verhalten der Holzzellen unsere Aufmerksamkeit.

Nach Cramer färbt sich die Membran der Holzzelle blau ohne zu quellen, bei *Taxus baccata*, beim Eichen- und beim Tannenholze.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, dass in allen diesen Fällen auch eine beträchtliche Quellung, eintritt, ja dass diese sogar oft sichtbar ist, wenn von einer Bläuung noch gar keine Rede sein kann. Es bläuen sich die Holzzellen von *Taxus baccata* L., *Pinus Cembra* L., *Larix europaea* L., *Acer Pseudoplatanus* L., *Pinus picea* L., *Vitis vinifera* L., *Clematis vitalba* L., *Broussonetia papyrifera* Vent. etc. unter starker Quellung, wobei aber die feinen Spiralen an der Zellhaut von *Pinus picea* L. ungeändert bleiben. Ganz eigenthümlich und von Cramer nicht beachtet ist das Verhalten der Holzzellen von *Taxus baccata* L. bei Einwirkung von Kupferoxydammoniak. Behandelt man einen gelungenen Längsschnitt mit dem Reagens, so färben sich die Holzzellen intensiv blau und

nach einiger Zeit sind die secundären Schichten derselben sehr stark angequollen, eine Quellung, welche auch die tertiären Schichten ergreift und das Spiralband derselben verdickt. Selten erfolgt die Quellung derart, dass die Holzzelle gerade gestreckt bleibt, sondern meist so, dass durch einseitiges Aufquellen tonnenförmige Gestalten zum Vorschein kommen. Die tertiären Membranen färben sich überdies intensiver blau als die secundären.

Mit dem Reagens, dem einige Tropfen Chlorammonium zugesetzt wurden, tritt Bläuung und Lösung ein.

Behandelt man einen Querschnitt durch das Gefässbündel von *Hoja carnosia* R. Br. mit Kupferoxydammoniak, so sieht man, dass sich die ältesten Holz- und Bastlagen desselben tief ultramarinblau färben und beträchtlich aufgequollene Membranen zeigen, während die jüngeren nur eine mattblaue bis gelbliche Färbung erkennen lassen. Das Cambium erscheint ebenfalls mattblau gefärbt, und jener Theil des Holzes, der die Gefässe umschliesst, ist matt gelbbraun geworden.

Der Übergang dieser Farben in einander ist ein ganz allmählicher; die Quellung selbst ist nur in den älteren Zellen bedeutend, ihre Membran lockert sich dabei in eine Zahl deutlich getrennter (concentrischer) Schichten auf.

Die Parenchymzellen werden, so weit unsere Untersuchungen gehen, von Kupferoxydammoniak stets gebläut, und ihre Membranen quellen dabei auf. In den meisten Fällen z. B. bei *Ficus elastica* L., *Piper magnoliaefolium* Jacq., *P. rubricaulis*, *Hoja carnosia* R. Br., *Stachys lanata* Jacq., *Euphorbia esula* L. etc., zerfällt zugleich die Zellhaut, wie wir es bei den Algen gesehen haben, in eine Reihe früher nicht sichtbarer Schichten, welche so wie dort nicht selten in der Art abwechseln, dass eine blaugefärbte Schicht auf eine ungefärbte (?) folgt u. s. w. Es scheint also auch bei den Parenchymzellen, so wie den verdickten Zellen im Stengel und Blatte der Phanerogamen die Membran in der Art sich zu bilden, dass im Verlaufe des Zellebens sich abwechselnd Schichten von verschiedener chemischer Beschaffenheit an die primäre Membran anlegen, oder aber, dass die Infiltrationsproducte der Zellhaut sich nicht so, wie man bisher glaubte, ablagern, d. h. die Membran durchdringen, sondern dass sie alternirende Lagen mit den eigentlichen Cellulosestraten bilden.

Bei *Clematis Vitalba* L. geschieht die Blaufärbung der Wandungen der verdickten Zellen in der Weise, dass die innersten (jüngsten) Schichten am intensivsten gefärbt sind und dass diese Färbung successive gegen die älteren zu abnimmt.

Die Schliesszellen der Spaltöffnungen verhalten sich ganz wie Parenchymzellen, färben sich blau, quellen auf und zerfallen in Schichten; auf einem Längsschnitte zeigen sie dabei oft die sonderbarsten Ausbuchtungen.

Die Zellen der Epidermis quellen bei Behandlung mit Kupferoxydammoniak auf, und färben sich blau; die Cuticula und Cuticularschichten aber mattgelb. Interessant ist ein Querschnitt durch das Blatt von *Hoja carnosa* R. Br., oder *Piper magnoliaefolium* Jacq. Während nämlich die jüngsten Celluloselagen der Oberhaut, so wie alle Parenchymzellen aufquellen und sich blau färben, geht diese Färbung bei den älteren, in Cuticularsubstanz fast ganz umgewandelten Schichten in's Grünliche über, bis sie endlich in das Gelb der Cuticula sich verliert. Im Längsschnitte zeigen die Oberhautzellen oft die mannigfaltigsten Ausbuchtungen, während sie früher gerade gestreckt waren. Zieht man die Oberhaut von einem *Ornithogalum*, oder *Galanthus nivalis* L. vorsichtig ab und behandelt sie mit Kupferoxydammoniak, so färbt sich der ganze Inhalt gelb ¹⁾ und es hat sich nach einiger Zeit diese gelbe Flüssigkeit in geschlossene Säcke zusammengezogen, welche durch zarte, farblose Streifen mit einander in Verbindung stehen. Eine schwache Bläuung und Quellung zeigen selbst die zartwandigen Zellen der Oberhaut der meisten Blumenblätter.

Bei den Anhängen der Epidermis, den Haaren etc. ist das Verhalten der Zellwände ein verschiedenes. Während nämlich viele Haargebilde z. B. die von *Stachys lanata* Jacq. u. s. w. nach längerer Einwirkung von Kupferoxydammoniak sich bläuen und die Membran derselben aufquillt, ja nicht selten ein deutliches Zerfallen in Schichten erkennen lässt, haben wir bei den Pappushaaren vieler Compositen z. B. *Leontodon* etc. die Behauptung Cramer's, dass gar keine Einwirkung stattfindet, in so weit bestätigt gefunden, als mindestens dort keine Bläuung eintritt. Bei den Haaren der meisten Hieracien,

¹⁾ Wahrscheinlich erfolgt auch hier die Gelbfärbung in Folge der Anwesenheit Dextrin und Proteinkörpern.

welche ganz wie die Pappushaare von *Leontodon* gebaut sind, färbt sich die Membran bei Anwendung von Kupferoxydammoniak augenblicklich intensiv blau und quillt beträchtlich auf; der Inhalt färbt sich gelb.

Nicht so ist es bei den Zellstoffkeulen der Epidermiszellen von *Ficus elastica* L., bei welchen nach Cramer das Reagens ebenfalls ohne Einwirkung bleibt. Dies findet indess nicht Statt, denn die Zellstoffunterlage dieser Krystalltrauben von kohlen-saurem Kalke bläut sich ganz entschieden und zeigt an jener Stelle, wo sie der Zelle angeheftet ist, sogar eine ganz intensiv blaue Färbung.

Auch der Kork bleibt nicht, wie es Cramer angibt, vom Reagens unangegriffen. Nach längerer, etwa viertelstündiger Einwirkung desselben färben sich die zarteren Stellen eines Schnittes (besonders die Querwände) merklich blau, ohne indess dabei sichtbar zu quellen.

Die Gefässwände färben sich, wenigstens in vielen Fällen mit Kupferoxydammoniak ebenfalls blau; wir haben dies bei *Clematis vitalba* L., *Broussonetia papyrifera* Vent., *Acer Pseudoplatanus* L. u. s. w. beobachtet.

Aus den Gefässzellen herausgezogen und mit Kupferoxydammoniak behandelt, färben sich die Spiralbänder sogleich blassblau und quellen etwas auf. Die Quellung und Färbung nimmt bald an Intensität zu und das Spiralband streckt sich allmählich gerade. Es ist dabei um das 6 — 11fache dicker geworden und erscheint zuletzt um sich selbst gewunden, wie etwa ein Baumwollenfaden. Im Gefässe selbst quillt das Spiralband auf, färbt sich und streckt sich sodann.

Die Einwirkung des Kupferoxydammoniaks auf den Cytoblasten untersuchte Cramer an den Zellen von *Symphoricarpus racemosus* L. und beschreibt den Vorgang folgendermassen: „Die Zellen der Schneebeere enthalten einen wandständigen Zellkern mit 1—2 Kernkörperchen. Vom Kerne gehen nach verschiedenen Richtungen scheinbar homogene oder feinkörnige Schleimstränge aus, in welchen da und dort, aber selten ein kleines Schleimbläschen eingebettet ist. Die erste Einwirkung des Kupferoxydammoniaks besteht darin, dass sämtliche Kernkörperchen wie auf einen Zauberschlag verschwinden. Es dauert darauf noch merklich lange, bis das Kupferoxyd-

ammoniak in grösserer Menge in die Zellen eingedrungen ist und deren Inhalt bläulich erscheinen lässt. Der Kern vergrössert sich dabei nur wenig; dagegen treten in den Protoplasmafäden einzelne Schleimbläschen deutlicher hervor. Bald fängt der Kern an sich zu bewegen. Dies geschieht in Folge des Entzweireissens einzelner Schleimstränge. Jetzt erst quillt der Kern rascher auf, auf's Doppelte seines Durchmessers. Einzelne Schleimbläschen verschmelzen mit ihm; er erreicht den dreifachen Durchmesser, platzt darauf und verschwindet endlich vollständig“.

Für *Simphoricarpus racemosus* L. ist dieser Vorgang in seinen Hauptzügen richtig, allein nicht in allen Fällen tritt eine solche Absorption des Cytoblasten und der Nucleoli ein, auch ist das Verschwinden der letzteren nicht immer das Primäre. Ein Aufquellen des Zellkernes findet, so lange er vollkommen lebensfähig ist, wohl immer Statt, denn dort wo er sich nicht ausdehnt, sondern zusammenzieht, ist er kaum mehr unbeschädigt. Ein Bewegen des Cytoblasten ist meistens und selbst dann wahrzunehmen, wenn er nicht in einem Netze von Protoplasmafäden liegt; es dürfte gewiss eher eine Folge endosmotischer Wirkung als des Entzweireissens der Plasmafäden sein. War der Zellkern nicht bereits vor der Einwirkung des Kupferoxydammoniaks verletzt, und erfolgte dieselbe nicht ungehemmt, so platzt er wohl nur in seltenen Fällen, man sieht die Contouren desselben meist selbst nach viertelstündiger Einwirkung des Reagens noch ganz wohl, und auch die Kernkörperchen werden selten derart angegriffen, dass sie plötzlich verschwinden. Manchmal findet indess eine wirkliche Resorption des Cytoblasten Statt; er verschwindet nach Behandlung mit Kupferoxydammoniak spurlos aus den Zellen. Bei *Tradescantia ciliata* trennen sich zuerst die runden Körner, welche dem Zellkerne anhaften, von demselben, und umgeben ihn kreisförmig, wahrscheinlich zurückgetrieben durch den Stoss der sich ausdehnenden Membran des Cytoblasten. Die Nucleoli verschwinden allmählich und der Zellkern hat bald etwa das Zweifache seiner ursprünglichen Grösse erreicht. Seine Contouren fangen nun an bedeutend matter zu werden, ohne aber an Rundung zu verlieren, endlich bewegt er sich etwas und zerfliesst gleichsam in den Zellsaft, ohne aber zu platzen.

Vom Primordialschlauche sagt Cramer, dass es scheine, es werde derselbe stets gelöst. Wir haben dies nicht bestätigt

gefunden. In den durch Kupferoxydammoniak völlig blaugefärbten und gequollenen parenchymatösen Zellen des Blattes von *Piper rubricaula*, von *Euphorbia esula*, *Sedum album*, *Galanthus nivalis* u. s. w. sieht man die Primordialschläuche ganz schön im Innern der Zellen liegen, auch bei den Algen scheint nirgends eine Lösung sondern nur eine starke Zusammenziehung desselben stattzufinden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: [44_2](#)

Autor(en)/Author(s): Weiss Adolf J., Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: [Über das Verhalten des Kupferoxydammoniaks zur Membran der Pflanzenzelle, zum Zellkerne und Primordialschlauche. 37-46](#)