

50. B. Hansteen-Cranner: Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und der plasmatischen Grenzschichten.

(Vorläufige Mitteilung¹.)

(Mit Tafel III und IV.)

(Eingegangen am 17. Oktober 1919.)

Durch umfassende experimentelle Studien über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen konnte ich früher²) folgendes feststellen:

1. In reinen, nicht gemischten Lösungen wirken K-, Na- und besonders Mg-Ionen insofern sehr giftig auf junge Pflanzenwurzeln, als sie deren wachsende Streckungszonen nach weitgehender Deformierung zuletzt zur Auflösung bringen. Auch in mehrfach destilliertem Wasser wird das Wurzelleben in ähnlicher Weise gehemmt.

Dagegen bedingen Ca-Ionen sowohl allein, als wenn sie in einer Lösung mit den genannten toxischen Ionen nach bestimmten Mengenverhältnissen zusammen sind, immer eine ganz normale und reiche Entwicklung der Wurzeln.

2. Diese Giftwirkungen durch K-, Na- und Mg-Ionen beruhen nun nicht auf einer Zerstörung der Zellkerne, so wie es O. LOEW und seine Schüler noch behaupten, sondern sind in erster Linie Oberflächenwirkungen, insofern, als es die jungen, wachsenden Zellwände und dann die anliegenden plasmatischen Grenzschichten sind, die sich lösen und herausfließen³). Und als solche Oberflächenwirkungen müssen auch die günstigen und antitoxischen Eigenschaften der Ca-Ionen betrachtet werden; denn sollen diese sich geltend machen — d. h. eine normale Oberfläche geben können —, so genügt Kalkreichtum in den Zellen nicht; die Ca-Ionen müssen dann mit den toxischen Ionen in der die Wurzeln umgebenden Flüssigkeit zusammen sein.

1) Vorgef. in d. mathem.-naturw. Kl. d. Wissenschaftsakademie zu Kristiania d. 30. Mai 1919.

2) Siehe *Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. XLVII, 1910, p. 289—376, und Bd. LIII, 1914, p. 536—599.

3) Siehe *Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. XLVIII, 1910, Taf. XI, und hier besonders d. Fig. 2, 3 u. 6.

3. K- und Ca-Ionen beeinflussen auch stark die Wasserversorgung der Pflanze, und zwar auch hier in ganz entgegengesetzter Weise; denn während die K-Ionen günstig sind, indem sie die Wasseraufnahme befördern und die Transpiration relativ stark herabsetzen, sind die Ca-Ionen ungünstig, indem sie die Wasseraufnahme erschweren und die Transpiration befördern.

4. Endlich gelangte ich zur Entdeckung der bis dahin ganz unbekanntem Tatsache, daß bei den verschiedensten Blütenpflanzen auch die Zellwände aller physiologisch tätigen und nicht kutisierten Parenchymgewebe außer Zellulose und Hemizellulosen auch lipoide Bestandteile in Form von leicht verseif- und schmelzbaren Fettsäuren neben kleineren Mengen von phytosterinartigen Stoffen enthalten. Und diese Bestandteile, nicht Bakterien, sind es nun, die beim Auflösen der Zellwände junger Wurzelteile in einer reinen MagnesiaLösung diese in Form von weißen, schwebenden Wolken trüben.

Alle diese damals erhaltenen Resultate haben nun eine weitere Bestätigung und Erklärung in den Ergebnissen meiner seitdem über diese Verhältnisse fortgesetzten Untersuchungen gefunden. Diese Ergebnisse sind indessen auch in anderen Hinsichten interessant, so daß sie eine weit mehr detaillierte und gründliche Untersuchung als meine bisherige verdienen. Vorläufig möchte ich deshalb unten nur folgendes ganz kurz mitteilen.

Da die in den Zellwänden gefundenen Lipoide aus verschiedenen Gründen nicht als gewöhnliche Fettnahrung auf Wanderung aufgefaßt werden konnten¹⁾, war meine Hauptfrage die: Gehören diese Lipoide nur der Zellwand selbst als spezifische Baustoffe neben Zellulose und Hemizellulosen an, oder stammen sie eigentlich von den der Zellwand anliegenden plasmatischen Grenzschichten her — in welchem letzteren Falle diese nicht allein Lipoide enthalten, sondern auch mittels dieser Stoffe die Zellwände durchdringen und so mit ihnen intim verbunden sein müssen?

Zunächst haben sich folgende für die biologische Lipidforschung wichtige Tatsachen ergeben:

1. Sowohl Wurzeln als allerlei andere lebende, nicht kutisierte Zellgewebe bei den verschiedensten Blütenpflanzen geben nicht allein in giftigen Salzlösungen, sondern auch in destilliertem Wasser Lipoide massen-

1) Siehe Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. LIII, 1914, p. 574.

haft ab. Und diese Lipoidextraktion kann immer so vorgenommen werden, daß dabei das Leben der Zellen nicht gefährdet wird; denn sie findet in reichlichem Maße bei Temperaturen von ca. 30° C. statt — also bei Temperaturen, die als optimale Lebenstemperaturen gelten.

2. Durch diese Behandlungsweise erhält man immer außer wasserunlöslichen auch solche Lipoide, die im Wasser kristallklar löslich sind. Dabei ist die Temperatur insofern maßgebend, als bei gewöhnlichen Temperaturen bis ca. 20—25° C. nur wasserlösliche, bei Temperaturen von ca. 30° C. dagegen außerdem wasserunlösliche austreten.

Hiermit sind die experimentellen Bedingungen für eine Extraktion der Zellipide in ganz intaktem oder „vitem“ Zustand gegeben.

Folgendes Beispiel sei erwähnt: Legt man 0,5 cm dicke und genügend mit kaltem Leitungswasser gereinigte Scheiben einer roten Rübe in destilliertes Wasser und setzt man dann das Versuchsgefäß in einen Thermostaten bei 28—30° C. hinein, so wird das Wasser schon innerhalb 24—30 Stunden stark weißwolkig. Gleichzeitig geben aber die Scheiben keine oder höchstens nur geringe Spuren von roten Farbstoffen an das Wasser ab und bewahren auch ihre volle Turgeszenz — d. h. ihr Zelleben bleibt ungestört. Die weißen Wolken in dem Wasser sind nun nicht Bakterienansammlungen, sondern reichliche Mengen von wasserunlöslichen Lipoiden. Sie werden augenblicklich durch Bleizucker gefällt, und nach der Absetzung der Fällung ist das überstehende Wasser wieder ganz kristallklar.

Setzt man nun aber die Behandlung fort, so fangen sukzessive auch Farbstoffe hinauszutreten und die Scheiben weich zu werden an, d. h. das Leben der Zellen wird jetzt gefährdet.

Dieser kritische Zustand ist aber ganz reversibel, wenn er sich nicht zu lange geltend macht. Denn wäscht man nun solche Scheiben vorsichtig mit kaltem Leitungswasser ab und hält sie dann in solchem Wasser bei niedrigeren Temperaturen von z. B. 10—15° C., so werden sie wieder völlig turgeszent und das Wasser hält sich ganz farblos und kristallklar.

Will man daher nur Lipoide aus nur lebenden Zellen der roten Rübe haben, so bricht man also nur den Versuch ab, ehe das Wasser anfängt sich rot zu färben.

Und will man nur wasserlösliche Lipide haben, so hält man nur die Temperatur niedrig. Tagelang halten sich dann die Scheiben turgeszent und bleibt das Wasser klar¹⁾ und farblos. Fügt man aber Bleizucker hinzu, so bekommt man auch hier alsbald einen Niederschlag von Lipoiden.

Ganz so wie rote Rübenscheiben verhielten sich nun auch alle die anderen Objekte, die ich bis jetzt untersucht und auf gut Glück gewählt habe. So Markgewebe der Blattstiele von der weißen Rübe, Epidermisgewebe der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa*, Speichergewebe aus dem Innern von Kartoffeln, Pollenkörner von *Alnus incana*, Keimwurzeln von *Vicia Faba* und *Ricinus communis* und ungekeimte Erbsen.

Meinen bisherigen Analyseresultaten gemäß werden Eiweißstoffe in keiner Form, weder als freie noch als Lipoid-Eiweißverbindungen, mit den Lipoiden zusammen ausgeschieden. In das destillierte Wasser traten nur Lipide mit folgenden bemerkenswerten Eigenschaften heraus:

1. Außer geringeren Mengen von phytosterinartigen Stoffen bestanden sie aus stickstoffhaltigen Phosphatiden — ob immer? —, die teils wasserlöslich, teils wasserunlöslich, durch Bleizucker teils fällbar, teils nicht fällbar und endlich in 96%igen Alkohol teils löslich, teils unlöslich waren.

2. Unter den wasserlöslichen sowohl als unter den wasserunlöslichen befinden sich solche, deren Moleküle Zucker und Aschenbestandteile — besonders Kalzium — als leicht abspaltbare Verbindungen führten. Und endlich

3. enthielten sie sowohl flüssige als feste Fettsäuren, die durchgehends sehr leicht — schon bei 30–50° C. — schmelzen, und zum Teil auch stark autooxydabel und lichtempfindlich waren.

Durch das oben Genannte wird meine frühere Beobachtung, daß auch die Zellwände allerlei nicht kutisierter lebender Parenchymgewebe zu jeder Zeit von Lipoiden durchdrungen sind, zu einer Tatsache erhoben, mit der man künftig nolens volens zu rechnen hat²⁾.

1) Kann höchstens etwas opalisierend werden.

2) Daß ich damals — s. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. LIII, 1914, p. 553 bis 575 — fand, daß diese Lipide außer aus Phytosterinen nur aus solchen Fettsäuren, wie die eben genannten, bestanden, läßt sich durch die Behandlung der isolierten Zellwände mit kochendem salzsauren Alkohol erklären — s. l. c. p. 563.

Die austretenden Lipide müssen nun indessen nicht allein von den Zellwänden, sondern auch von den anliegenden plasmatischen Grenzschichten stammen und hier für die Permeabilitätsverhältnisse der Zelle bestimmend sein; denn

1. werden Scheiben von der roten Rübe wiederholt mit destilliertem Wasser bei 30° C. behandelt, so treten jedesmal wieder neue Mengen von Lipoiden heraus; und mit einer derart fortgesetzten Lipoidausscheidung fangen auch die Zellfarbstoffe an auszutreten;

2. durch Metallionen hervorgerufene Änderungen in dem Vermögen der Lipide aus den Zellen herauszutreten, gehen Hand in Hand mit mikroskopisch nachweisbaren Zustandsänderungen in den plasmatischen Grenzschichten und mit Permeabilitätsänderungen.

Dies haben mir zahlreiche Versuche mit ganzen Epidermisgeweben von der Innenseite der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa* und mit 6×4 cm großen und 0,5—1 cm dicken Scheiben von der roten Rübe in verschiedenen Salzlösungen gezeigt. Da die Resultate alle eindeutig sind, ist es genügend, hier nur einige der wichtigsten zu erwähnen. Diese sind auf Tafel III folgendermaßen illustriert: Zahlreiche Kreuze in den runden Kreisen hier bedeuten ein starkes Heraustreten von wasserunlöslichen Lipoiden, einzelne kleine Striche dagegen ein nur schwaches solches oder, daß die Lösung nur opaleszent wurde; eine dunkelgraue Farbe gibt ein starkes, eine hellgraue dagegen ein schwaches Heraustreten von Zellfarbstoffen an, und endlich bedeuten reine und ungefärbte Kreise, daß die Lösung ganz kristallklar und farblos blieb.

W. KOCH hat angegeben¹⁾, daß während in kolloidalen, wässrigen Lezithinlösungen Salze von einwertigen Kationen keine Fällung geben, eine solche alsbald durch Salze von zweiwertigen Kationen stattfindet; diese Fällung wird aber durch die einwertigen verhindert, wenn diese mit den zweiwertigen nach bestimmten Mengenverhältnissen in der Lösung zusammen sind.

Mit diesen Angaben zeigen meine Resultate eine so gute Übereinstimmung, daß es begründet ist, sie unten im Anschluß an jene zu erklären.

1. Lebende Epidermisgewebe der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa*.

Während bei 28—32° C. und in 45 Stunden die Gewebe in 0,01n-MgCl₂- oder besonders KCl-Lösungen so reichlich unlösliche Li-

1) In Zeitschrift f. physiolog. Chemie, 1902—3, Bd. 27, p. 118 flg.

poide abgaben, daß die Lösungen dabei stark weißwolkig wurden, Fig. 1 u. 3, so blieben 0,01n-CaCl₂-Lösungen ganz kristallklar, Fig. 2. In diesen schwachen Konzentrationen fällen also nur die Ca-Ionen, nicht die K- und Mg-Ionen, die peripheren unlöslichen Zellipoide.

Wurden nun aber dieselben Gewebe aus diesen Lösungen in resp. solche von 1n-Stärke übertragen, so blieben jetzt in 46 Stunden nicht allein die Ca-, sondern auch die Mg-Lösungen ganz kristallklar, und die K-Lösungen wurden nur opaleszent, Fig. 4—6. In dieser starken Konzentration fällen also auch die K- und Mg-Ionen die genannten Lipoide.

2. Lebende Scheiben von der roten Rübe (blutrote Sorte).

Bei 30° C. zeigten die Scheiben folgendes Verhalten: Während schon in 40 Stunden 0,01n KCl-Lösungen stark wolkig und blutrot wurden, Fig. 16—18, blieben 1n-KCl-Lösungen ganz farblos und wurden nur opaleszent, Fig. 15 u. 23. Das letztere war auch der Fall mit 1n-KCl-Lösungen, in welche Scheiben aus vorher stark wolkig und blutrot gewordenen 0,01n-KCl-Lösungen übertragen waren —; in den starken Lösungen hörte das Abgeben sowohl von Lipoiden als Farbstoffen alsbald auf, Fig. 16 u. 24. Auch 0,01n-CaCl₂-Lösungen wurden in 40 Stunden nur etwas opaleszent und nicht gefärbt, Fig. 19. Wurden aber nun die Scheiben aus diesen Lösungen in solche von 0,01n-KCl übertragen, so fingen sie hier an, bald ebensoviel unlösliche Lipoide und Farbstoffe abzugeben als Scheiben, die vorher nicht mit CaCl₂ in Berührung gewesen waren, Fig. 19, 27, 17 u. 25. Und ein solches Abgeben fand auch statt, wenn Scheiben umgekehrt aus 0,01n-KCl-Lösungen in solche von 0,01n-CaCl₂ gebracht wurden, Fig. 26 u. 18, und endlich auch in 0,01n-Lösungen von CaCl₂ und KCl in äquivalenten Mengen, Fig. 22.

Da nun in diesen sämtlichen Versuchen das Austreten von Farbstoffen immer von einem vorausgehenden Austreten von unlöslichen Lipoiden bedingt war, lassen sich die obigen Resultate so ausdrücken: Bei 30° C. veranlassen K-Ionen in schwachen Konzentrationen von 0,01n ein reichliches Heraustreten von unlöslichen Lipoiden und damit auch eine große Permeabilität für die Zellfarbstoffe. In 1n-Konzentrationen wirken aber dieselben Ionen ganz entgegengesetzt; sie fällen dann die genannten Lipoide und machen damit auch die Zellen für ihre Farbstoffe ganz impermeabel. Ganz so wirken auch Ca-Ionen selbst

in 0,01n-Konzentrationen. Dann müssen sie aber in der Lösung allein zugegen sein; denn treten K-Ionen in äquivalenten Mengen hinzu, so hindern sie diese Fällung durch die Ca-Ionen und schaffen damit auch Bedingungen für Permeabilität.

Bei gewöhnlichen Temperaturen von z. B. 6—16° C. war aber die Wirkungsweise der K- und Ca-Ionen in sämtlichen genannten Lösungen eine ganz abweichende; überall blieben nämlich die Lösungen hier ganz kristallklar und farblos, Fig. 7—11 und 13—14. Die Erklärung dieser Erscheinungen wird eine für die Zellphysiologie hochwichtige Aufgabe sein; in erster Linie hängen sie wohl mit den Schmelzpunkten der in den erwähnten Lipoiden enthaltenen Fettsäuren zusammen.

Auch die Wirkungsweise der Ca-Ionen in 1n-CaCl₂-Lösungen war sowohl bei 6—16° als bei 30° C. eine ganz besondere. Denn zwar fällten sie wie in den Allium-Versuchen die unlöslichen peripheren Zellipoide total, so daß sich die Lösung unter allen Umständen tagelang ganz kristallklar hielt; diese Fällung mußte aber doch eine andersartige sein, als diejenige durch K-Ionen in derselben Konzentration oder durch Ca-Ionen in 0,01n-Lösungen; es müßten sich im Fällungsmomente kleine, sich aber bald wieder schließende Interstitien in den gefällten Lipoidschichten gebildet haben, durch welche anfangs eine kleine, bald begrenzte Menge Farbstoffe heraustreten könnte; denn die kristallklare Lösung nahm immer eine bleichrote Farbe an, die sich aber nicht mit der Versuchszeit mehrte, Fig. 12, 20 und 28.

Waren nun aber in solchen 1n-CaCl₂-Lösungen gleichzeitig K-Ionen in äquivalenten Mengen zugegen, so fand sowohl bei 30° als bei 6—16° C. folgende interessante gegenseitige Beeinflussung der beiden Ionenarten mit Bezug auf ihre spezifische Wirkungsweise statt: Die Lösungen wurden nicht opaleszent, wie reine 1n-KCl-Lösungen, sondern blieben kristallklar, und sie wurden nicht bleichrot, wie reine 1n-CaCl₂-Lösungen, sondern hielten sich ganz farblos, Fig. 13, 21 und 29 vergl. mit 12, 15, 20, 23 und 28.

Die genannten, durch K-Ionen in 0,01n-KCl-Lösungen bei 30° C. hervorgerufenen Zustandsänderungen in den peripheren Lipoidschichten der Zellen, waren indessen ganz reversibel. Denn wurden die Scheiben aus solchen Lösungen, die sie während einer 70stündigen Versuchszeit stark weißwolkig und blutrot gemacht hatten — Fig. 25—27 —, mit kaltem Leitungswasser gewaschen

und dann in solches übertragen, so gaben sie hier in 44 Std. bei 6—15° C. auch keine Spur mehr von unlöslichen Lipoiden und Farbstoffen ab — das Wasser blieb ganz klar und farblos — Fig. 32—34.

Wurden aber die Scheiben aus den 1n-Lösungen, in der sie immer plasmolysiert wurden, in kaltes Leitungswasser übertragen, so gaben sie hier alsbald ihren Farbstoffinhalt an das Wasser ab. Dies war ja zu erwarten; bemerkenswert war aber, daß unlösliche Lipoide niemals den Farbstoff herausbegleiteten — das blutrote Wasser war immer ganz kristallklar — Fig. 30—31 und 35—36. Die Lipoide mußten also wirklich in diesen Lösungen festgelegt oder gefällt worden sein, so wie wir es auch oben im Anschluß an KOCHs Angaben angenommen haben.

Das Obige führt unwillkürlich zu folgenden, weiter zu prüfenden Schlüssen:

1. daß die plasmatischen Grenzschichten der Zellkörper ein ausschließlich lipoidkolloides System darstellen, dessen halbflüssige Dispersionsmittel aus in Wasser unlöslichen, aber kolloid schwellbaren, dessen disperse Phase aber von in Wasser löslichen Lipoiden (ob immer Phosphatiden?) bestehe,

2. daß diese Grenzschichten mit ihren sämtlichen Lipoiden die anliegenden Zellwände überall — nicht nur mittels Plasmodesmen¹⁾ — durchdringen und so mit diesen intim verbunden sind, und endlich

3. daß deshalb die Zellwände aller lebenden Zellen ein kolloidales Netzwerk darstellen, dessen festes Gerüst aus Zellulose und Hemizellulosen gebildet ist, dessen Maschen aber die Lipoide der plasmatischen Grenzschichten enthalten.

In voller Übereinstimmung mit diesen Schlüssen sind nun auch folgende Bilder, die ich bei ultramikroskopischer Beobachtung an mit 1n-KCl und 1n-CaCl₂ plasmolysierten Epidermiszellen der Zwiebschuppen bei *Allium Cepa* erhielt.

Während in unseren Versuchen die Fällung der peripheren Zellipoide durch K-Ionen in 1n-Konzentration augenscheinlich eine diffuse und visköse war — die Lösungen wurden opaleszent —, mußte diejenige durch Ca-Ionen dagegen eine feste und harte ge-

1) Cfr. die Versuche mit Epidermiszellen der Zwiebschuppen bei *Allium Cepa*, die nach außen nicht Poren mit Plasmodesmen führen.

wesen sein — die Lösungen blieben kristallklar. Die Zellkörper mußten sich daher — wenn die obigen Voraussetzungen richtig waren — bei Plasmolyse durch 1n-KCl unter Bildung einer nicht scharf begrenzten, sondern mit den Zellwänden überall in visköser Verbindung stehenden, durch Plasmolyse durch 1n-CaCl₂ dagegen unter Bildung einer festen, scharf und glatt begrenzten Oberfläche zusammenziehen.

Die Fig. 1 u. 2 auf Taf. IV zeigen, daß dies auch tatsächlich der Fall war. Sie sind nach ultramikrophotographischen¹⁾ Aufnahmen durch ein großes Mikroskop von ZEISS reproduziert. Fig. 1²⁾ zeigt die Plasmolyse durch 1n-KCl; die kontrahierten Zellkörper werden von einem ununterbrochenen Saume aus einer im Dunkelfelde stark leuchtenden, körnigen Masse begrenzt, die durch zahllose feine, visköse und leuchtende Drähte überall mit den Zellwänden verbunden ist³⁾. Fig. 2⁴⁾ zeigt die Plasmolyse durch 1n-CaCl₂. Die Oberfläche des kontrahierten Zellkörpers ist auch hier von einem ununterbrochenen, leuchtenden Saume begrenzt, der aber hier nach außen glatt und scharf begrenzt ist und ganz einer erstarrten Kruste ähnelt.

Für die Richtigkeit derjenigen Auffassungen, daß die plasmatischen Grenzschichten aus Eiweißstoffen allein, oder aus solchen und Lipoiden in mosaikartiger Anordnung, oder endlich aus Lipoid-Eiweißverbindungen bestehen, sprechen meine bisherigen Versuche nicht. Denn wären Eiweißstoffe überhaupt in den Grenzschichten zugegen gewesen, müßten sie die Zellwände ebenso leicht wie die großen unlöslichen Lipoidmoleküle haben passieren können. Wie erwähnt, gelang es mir aber nie Eiweißstoffe in irgendeiner Form in meinen Lipoidextrakten nachzuweisen.

Dagegen unterstützen meine Resultate OVERTONS Theorie von einer reinen Lipoidnatur der plasmatischen Grenzschichten in bester Weise und geben ihr auch die Erweiterung, die notwendig ist, um durch sie auch die Aufnahme von nicht lipoidlöslichen Nahrungs-

1) Das ultramikroskopische Bild wurde durch Paraboloidkondensor und ZEISS' apochrom. homog. Immers. X ermittelt.

2) Vergr. Comp. Ocul. 12, homog. Immers. X, Cameraauszug 20 cm.

3) Daß bei vorsichtig vorgenommener Plasmolyse der Zellkörper sich nicht mit glatter Oberfläche, so wie es noch jetzt allgemein angenommen wird, sondern in der hier angegebenen Weise zusammenzieht, darauf haben schon früher verschiedene Forscher ausdrücklich, aber wie es scheint vergebens, aufmerksam gemacht. So besonders PRINGSHEIM (schon 1854), CHODAT und BOUBLIER und in der neuesten Zeit HECHT (1912).

4) Vergr. wie bei Fig. 1.

stoffen erklären zu können. Denn durch die nachgewiesenen wasserlöslichen Lipoiden muß die Aufnahme von hinreichenden Mengen Wasser in die Zellen genügend schnell erfolgen können; und da sowohl unter den wasserlöslichen als unter den unlöslichen Lipoiden solche auftreten, die Zucker und Aschenbestandteile in ihren Molekülen als offenbar leicht abspaltbare Verbindungen führen, so wird auch die Aufnahme dieser wichtigen Nahrungsstoffe leicht erklärbar.

Nach dem Obigen müssen indessen auch die Zellwände durch ihren Gehalt an eben denselben Lipoiden als regulierender Faktor bei der Stoffaufnahme mitbeteiligt sein. Die herrschende Ansicht, daß die Zellwände eine solche Funktion nicht haben können, bezieht sich bekanntlich darauf, daß bei Plasmolyse das Plasmolytikum alsbald die Zellwände durchdringt und erst an dem sich kontrahierenden Zellkörper Halt macht. Das ist aber ein abnormes Verhalten; denn durch die hypertonsche Salzlösung werden ja unseren Versuchen zufolge die Wandlipoiden alsbald gefällt, wodurch sich in den Wänden offene Räume bilden müssen (s. p. 387 Pkt. 3), durch welche nun das Plasmolytikum ungehindert in die Zelle hineinströmt.

Überhaupt wird uns nach dem Obigen die plasmolytische Methode als Grundlage für Studien über Permeabilitätsfragen — wie fein sie auch ausgearbeitet ist — keinen Aufschluß darüber geben können, wie sich die Zellen unter normalen Bedingungen in der genannten Hinsicht verhalten. Denn wenn das Plasmolytikum in der eben genannten Weise die Zellwände leicht durchdrungen hat, kommt es in direkte Berührung mit den Lipoiden der plasmatischen Grenzschichten; dabei werden aber auch diese gefällt und bilden eine „Haptogen“- oder Fällungsmembran, die normal nicht da ist und auch ganz andere diosmotische Eigenschaften haben muß als Lipoidschichten, die von solchen unnatürlich hohen Salzkonzentrationen nicht beeinflußt worden sind. Dies geht mit Evidenz aus unseren Versuchen hervor (s. Taf. III).

Soll Wasser durch die peripheren Lipoidschichten in die Zelle aufgenommen werden können, müssen die Lipoiden hier nicht solche Verbindungen eingehen, die in Wasser nicht schwellbar sind. Solche Erscheinungen können meine früheren Befunde (s. p. 380) erklären, daß, während die lipoidfällenden Ca-Ionen für die Wasserversorgung der Pflanze ungünstig, die nicht lipoidfällenden K-Ionen dagegen günstig sind (cfr. die Vers. mit 0,01n, CaCl₂ und KCl).

Und wenn kalkfliehende Pflanzen auf kalkreichen Böden nicht gedeihen, hat dies vielleicht darin seinen Grund, daß Kalzium leicht das Kalium aus seinen Verbindungen mit den Lipoiden der plasmatischen Grenzschichten verdrängt und so eine hinreichende Aufnahme sowohl von diesem Metalle als von Wasser in die Zellen hindert.

Endlich sind es sicherlich auch besondere Reaktionen der peripheren Zellipoide mit der Umgebung, die dem früher von mir nachgewiesenen Verhalten zugrunde liegen (s. oben p. 380), daß, während K-, Na- und Mg-Salze immer die Zellwände und die plasmatischen Grenzschichten junger Wurzeln zur Auflösung bringen, geben die lipoidfällenden Ca-Salze immer feste und normal ausgebildete Zelloberflächen.

Daß es, wie erwähnt, sowohl unter den wasserlöslichen als unter den unlöslichen peripheren Zellipoiden auch solche gibt, die zuckerführend sind, muß ferner für Bildung und Wachstum der Zellwände von großer Bedeutung sein. Denn dieser Zucker wird ja direkt an der Stelle als Material für die Zellulose und Hemizellulosen der Wände abgegeben werden können, nicht erst aus dem Zellinnern geholt werden müssen. Beim Flächenwachstum der Zellwände durch Intussuszeption kann dann der Zucker der in den Wänden selbst enthaltenen Lipoide, bei ihrem Dickenwachstum durch Apposition dagegen derjenige der Lipoide in den plasmatischen Grenzschichten benutzt werden. In dieser Weise läßt sich auch die bekannte Behauptung von N. PRINGSHEIM (1854), daß die „Hautschicht“ sich direkt in Zellwand umwandeln kann, sowie die später mehrmals — in der neuesten Zeit besonders von HABERLANDT¹⁾ — gemachte sehr interessante Beobachtung, daß Plasmolyse häufig Wandbildung direkt, d. h. ohne Beteiligung des Zellkernes, einleite, leicht erklären.

Höchstwahrscheinlich bestehen dann auch die lichtbrechenden Körner, die die Zellplatte in dem Spindelkörper eines geteilten Zellkernes bilden, aus Lipoiden, die Zucker führen und diesen als Baumaterial für die junge Zellwand abgeben. Ist dies so, dann muß also der Zellkern Lipoide enthalten; vielleicht wird sogar seine chromatische Substanz nicht von Nucleinstoffen, sondern von besonderen, artspezifischen Lipoiden gebildet? Mit einem solchen Gedanken ist es jedenfalls gut in Einklang zu bringen, wenn neuere Kernforschungen wiederholt gezeigt haben, daß sowohl bei

1) Zur Physiol. d. Zellteilung, III. u. IV. Mitteil. i. Sitzungsber. d. preuß. Akademie der Wissensch., XX. u. XXXIX, 1919.

Tieren als bei Pflanzen in der Telophase die genannte Substanz sich als eine Spirale an die Oberfläche des axilen achromatischen Teiles der Chromosomen ausscheidet und so eine große Oberflächenaktivität zu erkennen gibt; und sämtliche Reaktionen, auf die sich die allgemeine Annahme von Nucleinstoffen in den Chromosomen bezieht, können, wie mir scheint, ebenso gut, wenn nicht besser, für lipoide Substanzen passen.

Weiter scheint es mir sehr naheliegend, daran zu denken, ob nicht ein Zusammenhang zwischen Zustandsänderungen in den peripheren Lipidschichten der Zellen und den Ruhezuständen der Pflanze — sowohl beim Eintreten als bei der natürlichen oder der künstlichen Aufhebung dieser durch narkotische Mittel, Warmwasser (cfr. meine Versuche bei 30° C.) usw. — bestehe?

Und endlich verdienen wohl auch die Fragen Aufmerksamkeit, ob nicht die plasmatischen Grenzschichten bei verschiedenen Pflanzen oder Organen auch artsspezifische Lipoide führen und ob nicht diese Schichten eben durch ihren Aufbau von diesen Substanzen, die ja für das tierische Nervensystem charakteristisch sind, auch als die reizperzipierenden Organe im Pflanzenkörper dienen?

Überhaupt wird es sich vielleicht zeigen, daß es außerordentlich reaktionsfähige Lipoide, nicht Protein-stoffe, sind, die den wesentlichen Teil des lebenden Substrates ausmachen.

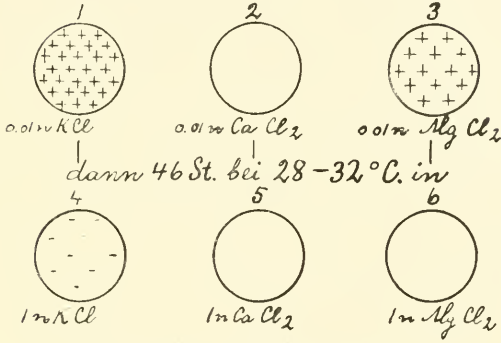
Die weitere Bearbeitung und Prüfung meiner bisherigen Versuchsergebnisse und aller dieser Fragen behalte ich vorläufig meinem Institute vor.

Botanisches Institut d. landw. Hochschule Norwegens,
 im Oktober 1919.

Erklärung der Tafeln III und IV im Text.

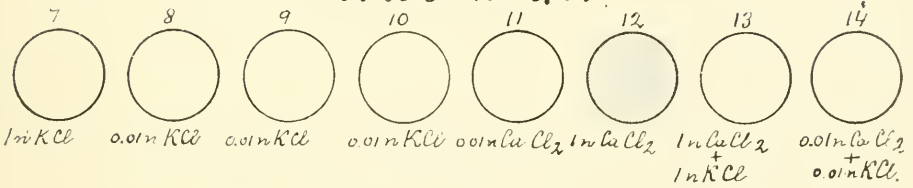
I. *Allium Cepa*

45 St. bei 28-32° C. in

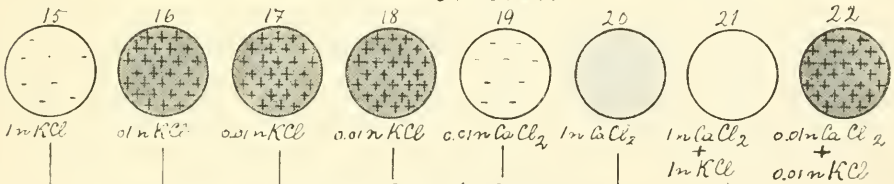


II. Rote Rübe

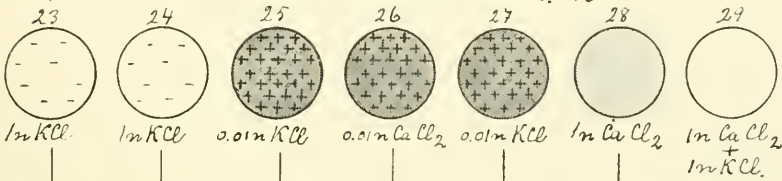
40 St. bei 6-16° C. in



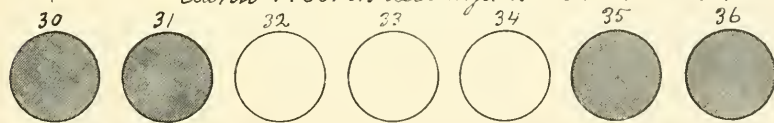
40 St. bei 30° C. in

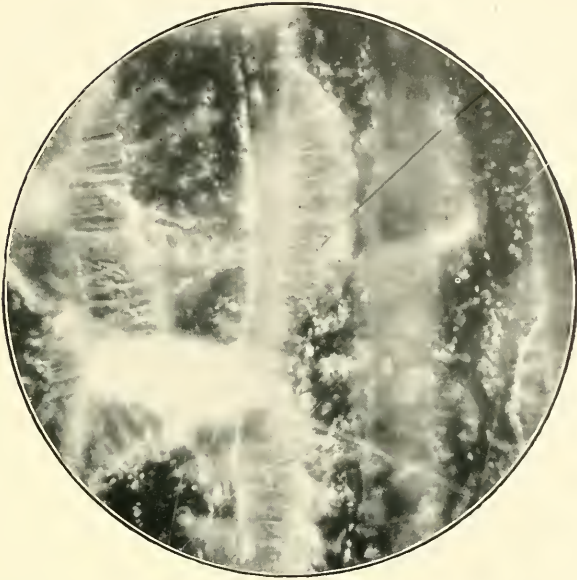


dann 30 St. bei 30° C. in

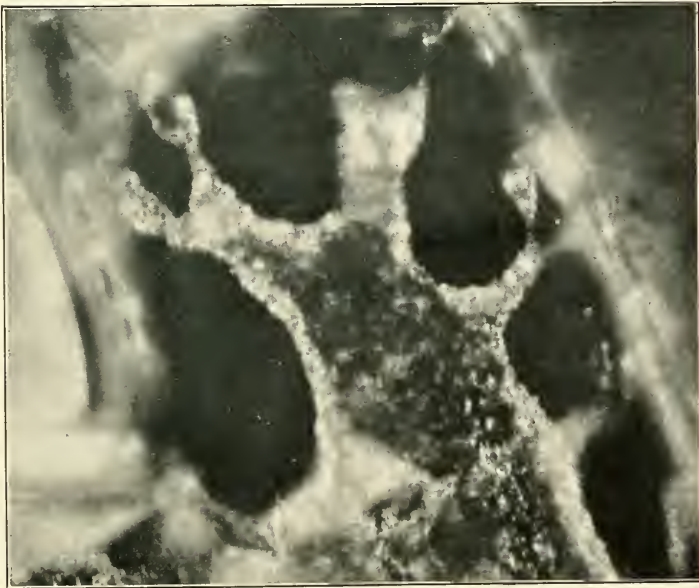


dann 44 St. in Leitungsw. bei 6-15° C.





1



2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und der plasmatischen Grenzschichten. 380-391](#)