

10. Th. Bokorny: Zur Kenntniss des Cytoplasmas.

(Mit Tafel VI.)

Eingegangen am 19. März 1890.

Gelegentlich seiner Studien über Aggregation¹⁾ wurde Verfasser auf Zellen im Gewebe mancher *Crassulaceen* aufmerksam, welche äusserst augenfällige Reactionen im Cytoplasma ergaben, wenn man gewisse Reagentien einwirken liess, so dass ein weiteres Eingehen auf das Verhalten jenes Pflanzenplasmas von Interesse zu sein schien. In folgenden Zeilen sollen nun die neuerdings an einem jener Objecte festgestellten Thatsachen kurz mitgetheilt werden.

Als Hauptuntersuchungsobject diente *Echeveria (gibbiflora?)*, welche in mehreren lebenden Exemplaren zu Gebote stand und zu Protoplasmareactionen durch gewisse Umstände besonders günstig erschien.

Dass der Umstand, ob eine Zelle lebendig oder todt ist, für die Anstellung von Protoplasmareactionen nicht gleichgiltig ist, lehrt eine einfache Ueberlegung. Für's erste ist selbstverständlich, dass Reactionen, welche am lebenden Plasma unter Erhaltung des Lebens eintreten sollen, nur an lebenden Zellen vorgenommen werden können; aber auch bei Reactionen, welche ein Absterben des Plasmas im Gefolge haben, ist es oft von Belang, die betreffenden Reagentien doch auf die noch lebende Zelle einwirken zu lassen, weil das Plasma lebender Zellen in seinem chemischen und physikalischen Verhalten von dem toden verschieden ist und der ursprüngliche Zustand für das Zustandekommen einer — wenn auch tödtlichen — Reaction maassgebend sein kann.

Hinsichtlich einiger chemischer Reactionen, welche nur an lebenden Zellen erhalten werden können, haben O. LOEW und Verfasser in letzter Zeit wieder einiges mitzuthellen Veranlassung gehabt²⁾, und sollen hier einige weitere Bemerkungen gemacht werden; sie hängen mit der besonderen chemischen Beschaffenheit des lebenden Protoplasmas zusammen.

Dass aber auch anderweitige Verhältnisse in diesem bestehen, welche für Reactionen von Belang sind, geht z. B. aus der Erwägung hervor, dass bei manchen Todesarten das Plasma aus dem stark gequollenen, wasserreichen (oft flüssigen) in den wasserarmen (festen) Zustand übergeht.

1) PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XX.

2) Bot. Centralbl. 1889, Nr. 18, 19, 39, 45 und 46.

Man würde in solchen Fällen vergebens Gerinnungserscheinungen, die ja sonst durch verschiedene Mittel bewirkt werden, hervorzurufen versuchen; aber auch gewisse Fällungen, die durch manche Reagentien im flüssigen Theil des lebenden Cytoplasmas hervorgerufen werden, würde man nicht mehr erhalten können. Werden die Zellen so abgetödtet, dass der wasserreiche Zustand des Plasmas erhalten bleibt oder sogar erhöht wird, wie bei Einwirkung von 10-procentigem oder stärkerem Ammoniak, so treten natürlich unter gewissen Umständen Fällungsprocesse oder Gerinnungserscheinungen ein wie am lebenden Plasma. Auch für Auflösungsvorgänge dürfte es nicht gleichgültig sein, ob das Plasma geronnen ist oder im wasserreichen Zustand von den Reagentien in Angriff genommen wird. Es ist also nicht immer richtig, auf das Plasma im abgestorbenen Zustande zu reagiren, wie von mancher Seite geschehen ist. Wenn auch durch die meisten Reagentien das Plasma aus dem lebenden Zustande in den todten übergeht, so ist doch der Anfangszustand desselben in mancher Beziehung maassgebend.

Von grosser Bedeutung für das Zustandekommen vieler Reactionen scheint ferner der Umstand zu sein, ob das Plasma viel Eiweiss enthält, welches nicht zu Organen aufgebaut ist; solches Eiweiss findet sich bei verhältnissmässig wenigen ausgewachsenen Pflanzenzellen in beträchtlicher Menge constant vor; meist scheint eine sehr dünne Schicht desselben zwischen äusserer und innerer Hautschicht des Cytoplasmas eingeschlossen zu sein, während das sonstige Eiweiss des Cytoplasmas zum Aufbau der beiden Hautschichten, der Chlorophyllkörner etc. verwendet ist. Das organisirte, zu Häuten oder dichten Körnern umgeformte Eiweiss giebt natürlich manche Reactionen nicht, die mit Eiweisslösungen leicht zu erhalten sind oder giebt sie in anderer Art,¹⁾ womit nicht gesagt sein soll, dass jenes nicht organisirte Eiweiss eine wirkliche Lösung darstellt; denn das Wasseraufnahmevermögen der löslichen Körper ist unbegrenzt, das des plasmatischen Eiweisses anscheinend begrenzt. Immerhin aber lässt sich sehr stark gequollenes Eiweiss (das auch flüssigen Aggregatzustand haben kann) mit gelöstem hinsichtlich der feinen Vertheilung und starken Wasserdurchtränkung vergleichen, und diese ist für Reactionen vielfach von Bedeutung. Dass gewisse Reactionen klarer hervortreten, wenn die Dicke jener oben genannten Schicht (des Polioplasmas) eine erhebliche wird, ist zu erwarten. Gewisse ausgewachsene Zellen in *Echeveria* schienen nun in dieser Richtung besonders günstig zu sein; sie finden sich in grosser Zahl in allen Organen der Pflanze vor und sind wohl den immer

1) Wie verschieden Plasmahaut und Polioplasma auf Coffeïnlösung reagiren, ist aus Folgendem zu erschen; die Plasmahaut contrahirt sich im Ganzen, das Polioplasma zerfällt in zahlreiche Ballen.

schwieriger zu beobachtenden eiweissreichen Zellen, welche an jungen Organen aller Art auftreten, vorzuziehen.

Nicht zu vergessen dürfte endlich bei Reactionen auf das Plasma der Umstand sein, dass im Moment der Tödtung, die ja durch viele Reagentien rasch erfolgt, die Stoffe des Zellsaftes mit denen des Plasmas sich mischen können, wodurch geänderte Verhältnisse geschaffen werden. Auch hierauf soll in Folgendem Rücksicht genommen werden.

Die Zellen von *Echeveria*, welche sich durch Eiweissreichthum auszeichnen und die nachher zu bezeichnenden Reactionen geben, finden sich in der ganzen Pflanze vor.

Im Blatt sind es subepidermoidale Zellen,¹⁾ welche an der Unterseite desselben zu einem bei Einwirkung mancher Reagentien sehr deutlich hervortretenden Netzwerk angeordnet sind (siehe Fig. 6), aber auch an der oberen Blattseite nicht fehlen; in den Blättern der Inflorescenzachse und der Blüthen ist die Vacuolenflüssigkeit jener Zellen mehr oder weniger roth gefärbt.

Macht man Querschnitte durch die Stammtheile, sei es Inflorescenzachse oder Laubblattachse, so findet man die in Rede stehenden Zellen über den ganzen Querschnitt vertheilt; sie liegen einzeln oder zu zweien bis vielen zusammen und machen einen beträchtlichen Theil der überhaupt vorhandenen lebenden Zellen aus; durch Behandlung der Schnitte mit wässriger Coffeïnlösung von 1:1000 treten sie deutlich hervor in Folge eintretender Aggregation; an der Peripherie des Stammes und in der Nähe des Cambiums scheinen sie besonders zahlreich aufzutreten. Dass auch die Wurzel derartige Zellen in grosser Zahl enthält, ersieht man am besten, wenn man mediane Längsschnitte durch dieselbe in Coffeïnlösung von 1:1000 bringt; viele gestreckt parenchymatische Zellen der Rinde und der centralen Gefässbündelmasse zeigen dann deutliche Reactionen von nachher genau zu beschreibender Art. Kurz, dieselben sind in der ganzen Pflanze verbreitet, und ihr Vorkommen fällt theilweise mit dem des Gerbstoffs zusammen,²⁾ wie leicht zu sehen ist, wenn man zuerst in Coffeïn gelegene Präparate nachher mit wässrigem, doppelt chromsauren Kali von 5 pCt. behandelt; die Rothfärbung tritt an den Zellen ein, welche mit Coffeïnlösung Aggregation gezeigt haben. Auch eine vergleichende Beobachtung der Vertheilung der Zellen mit Aggregation und der mit Gerbstoffreaction bei getrennter Anwendung beider Reagentien auf verschiedene Schnitte führt zu genanntem Resultat.

Die directe Betrachtung der lebenden Zellen, sowie auch verschie-

1) Sie enthalten spärliche Chlorophyllkörner.

2) In vielen Fällen tritt Aggregation auch in den Epidermiszellen selbst ein; sie ist aber wegen der Kleinheit der Proteosomen weniger auffallend als die der darunter liegenden Gerbstoffzellen.

dene Reactionen zeigen, dass dieselben reich an plasmatischer Substanz sind. Lebende Zellen jener Art lassen bisweilen direct einen mächtigen Plasmabeleg erkennen, namentlich dann, wenn der Zellsaft roth gefärbt ist und die Vacuole dadurch klar hervortritt, was an Blättern der Inflorescenz oft vorkommt; besonders reichlich erscheint derselbe bei den verzweigten Zellen der unteren Blattseite, namentlich an den Stellen, wo die Auszweigungen benachbarter Zellen aneinanderstossen. Eiweissreagentien geben mächtige Niederschläge oder Färbungen in jenem Plasmabeleg und lassen auch wiederum die Anhäufung des Plasmas an den bezeichneten Stellen deutlich erkennen. Von erheblicher Bedeutung für die Auslegung mancher Reactionen ist ferner die That- sache, dass hier der reichlich vorhandene Gerbstoff ausschliesslich im Zellsaft gelöst ist und andererseits Eiweiss im Zellsaft zu fehlen scheint. Will man sich von ersterem überzeugen, so braucht man nur 5-procentige Lösung von doppeltchromsaurem Kali auf die Schnitte ein- wirken zu lassen; man wird dann leicht bemerken, dass die Roth- färbung in der ersten Zeit auf die Vacuolenflüssigkeit beschränkt bleibt, was besonders in Folge der sogleich beginnenden Contraction und Iso- lirung der Vacuole klar hervortritt (siehe Fig. 2); das Plasma ist, ob- wohl es von dem doppeltchromsaurem Kali passirt werden musste, zuerst völlig ungefärbt und nimmt erst eine Tinction an, wenn der Gerbstoff durch die absterbende Vacuolenwand hindurch aus der Vacuole nach aussen dringt. Dass Eiweiss hier im Zellsaft fehlt, geht aus dem Ausbleiben der Eiweissreactionen in der Vacuole hervor.

Zur bequemen Beobachtung der in Rede stehenden Zellen ist es gut, die Schnitte luftfrei zu machen, ohne die Zellen zu tödten, was leicht gelingt, wenn man die Schnitte in ausgekochtes und (bei Luft- abschluss) wieder erkaltetes Wasser bringt; nach einiger Zeit (1—2 Stunden) sinken die Schnitte unter und verlieren schliesslich alle Luft, indem sich die Intercellularräume mit Wasser füllen.

Ferner empfiehlt es sich, von den Blättern, deren oberflächliche Zellschichten untersucht werden sollen, den Reif abzuwischen, der oft reichlich der Epidermis aufsitzt und die Beobachtung stört.

Reactionen, welche an der lebenden Zelle eintreten, ohne das Cytoplasma zu tödten.

Coffein 1^o/₁₀₀: Lässt man auf luftfrei gemachte Flächenschnitte von *Echeveria* 1^o/₁₀₀ wässrige Coffeïnlösung (man kann auch noch stärker verdünnte — bis 1:100 000 — nehmen) einwirken, so beobachtet man bald an den unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Zellen auffällige Veränderungen. Es bilden sich im Polioplasma, das an sich nur sehr spärliche kleinste Körnchen (Mikrosomen?) enthält, sehr zahlreiche winzig kleine, dunkle Punkte, welche unter lebhaftem Hinundher- geschobenwerden rasch wachsen, deutliche Umrisse erhalten und stark

lichtbrechend werden; eine weitere Vergrösserung der Körperchen wird dadurch herbeigeführt, dass dieselben mit anderen, an welche sie zufällig stossen, verschmelzen. Schon wenige Augenblicke nach Eintritt des Coffeïns in die lebende Zelle ist der ganze Vorgang beendet, und nun liegen hunderte von stark lichtbrechenden 2 bis 10 μ grossen Kügelchen¹⁾ in dem Raum zwischen äusserer und innerer Hautschicht des Plasmabeleges, gewöhnlich dicht neben einander, mitunter grössere Zwischenräume zwischen sich lassend (siehe Fig. 3 und 7). Nicht selten contrahirt sich die Vacuolenwand in Folge der Einwirkung des Coffeïns erheblich (siehe Fig. 4 und 5) und dann gleiten jene Kügelchen in dem nun erweiterten Raum zwischen äusserer und innerer Plasmahaut herunter, um sich auf dem Boden der Zelle anzusammeln; bisweilen aber contrahirt sich auch die äussere Hautschicht (gewöhnlich in geringerem Maasse als die innere) und nimmt die Proteosomen mit. Während am Anfang der Reaction die Kügelchen gleichmässig am ganzen Umfang der Zelle (entsprechend der Vertheilung des Polioplasmas) vertheilt und zwischen den beiden Hautschichten gewissermaassen eingeklemmt sind, ändert sich diese Vertheilung nachträglich oft, indem genannte Verschiebungen eintreten.

Will man sich über die Lage jener Gebilde und den Ort ihrer Entstehung auf leichte Weise Sicherheit verschaffen, so braucht man nur eine 10-procentige Salpeterlösung und 1 pro Mille Coffeïnlösung zu gleichen Theilen zu mischen und nun mit dieser Mischung auf *Echeveria*-Zellen zu reagieren. Das Coffeïn ruft die Ballung des Polioplasmas hervor, die Salpeterlösung (nun 5-procentig) in vielen Zellen Loslösung der Vacuolenwand, welche sich zu einer ziemlich kleinen, straff gespannten Blase contrahirt, oft auch zugleich theilt; ausserhalb derselben liegen dann die erwähnten Gebilde. In anderen Zellen kann man Eintritt der eigentlichen Plasmolyse bemerken neben Ballung des Polioplasmas, wodurch natürlich keine weitere Aufklärung über den Ort der Aggregation erfolgt, als eben die ohnehin selbstverständliche, dass die Zellmembran an dem ganzen Vorgang keinen Theil hat. Hingegen geht aus letzterem Vorkommen die interessante Thatsache hervor, dass die äussere Hautschicht trotz des erfolgten Durchtrittes der Coffeïnlösung am Leben bleiben kann; ferner erhellt aus der oben erwähnten Spannung der Vacuolenwand, dass diese,²⁾ trotz längerer Berührung mit 1 pro mille Coffeïnlösung nicht abstirbt.

1) Also oft von der Grösse der Reisstärkekörner, nach längerem Liegen (durch weitere Verschmelzung) mitunter von der Grösse der Weizenstärke.

2) Es lässt sich auch leicht constatiren, dass der im Zellsaft gelöste Gerbstoff nicht durch die gespannte Vacuolenwand austritt, mit CrO_4KH von 5 pCt. bleiben die Proteosomen zunächst farblos; es färbt sich zuerst die Vacuole, später von ihr aus, wenn die Vacuolenwand zusammenfällt, die Proteosomen. Der Gerbstoff hat also an der Bildung der Proteosomen keinerlei Antheil.

Die Ballung des Polioplasmas wie die Contraction der Plasmahäute bei Einwirkung von 1‰ Coffeïnlösung lassen sich, wie Verfasser vor einiger Zeit¹⁾ auseinandersetzte, unter die von CH. DARWIN zuerst an *Drosera*-Tentakeln entdeckte „Aggregation“ subsumiren; sie stellen zwei besondere Fälle der „Aggregation“ dar, treten, wie jene Erscheinungen bei Tentakelzellen von *Drosera*, nur an lebenden Zellen auf und können an diesen eintreten, ohne dass dieselben hierbei absterben. Sämmtliche Aggregationserscheinungen beruhen wahrscheinlich auf einer Wasserabgabe des activen Albumins, welches sich hierbei polymerisirt, d. h. grössere Molecularverbände bildet und in Folge dessen Wasser ausstösst²⁾ (nach v. Naegeli enthält ein und dieselbe organisirte Substanz um so mehr Wasser, je kleiner die „Micelle“ sind).

Da für die bei Einwirkung sehr geringer Mengen basischer Stoffe auf lebende Zellen sich ausscheidenden Eiweissballen von LOEW und Verfasser die Bezeichnung „Proteosomen“ vorgeschlagen worden ist³⁾, soll diese in Folgendem auch auf die Eiweisskugeln im Polioplasma von *Echeveria* angewendet werden.

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Coffeïn-Proteosomen von *Echeveria* zeigen Uebereinstimmung mit den bei anderen Zellen beobachteten. Sie geben MILLON's Reaction, die Biuret-reaction, speichern Farbstoffe (z. B. Fuchsin) in hohem Maasse, werden mit Jodlösung gelb, mit Jod und Schwefelsäure rothbraun, bestehen also aus Eiweiss, was, nach dem Orte ihrer Entstehung zu urtheilen, auch von vornherein wahrscheinlich ist, besonders wenn man in Betracht zieht, dass sie in ungeheurer Zahl und dicht neben einander im Polioplasma auftreten; es macht unbedingt den Eindruck, als ob die Hauptsubstanz des Plasmas, das Eiweiss, in Reaction trete. Ferner geben jene Proteosomen intensive Silberabscheidung mit alkalischer Silberlösung von 1:100 000, indem sie sich tiefschwarz färben, schliessen sich also auch hierin den sonst beobachteten Eigenschaften der Proteosomen an.

Hinsichtlich der von PFEFFER behaupteten Beziehung des Gerbstoffs zur Silberreaction lebender Zellen sei hier darauf hingewiesen, dass auch gerbstofffreie Pflanzenzellen genau dieselbe Reaction mit allen früher des Oefteren beschriebenen Einzelheiten geben. Nach einer mir jüngst von O. LOEW privatim gütigst zugegangenen Mittheilung eignen sich auch Zellen der unreifen Schneebeere zur Constatirung dieser Thatsache. Sie enthalten keinen Gerbstoff und zeigen Pro-

1) PRINGSHEIM's Jahrb. XX.

2) Die sich contrahirenden Plasmahäute lassen auch Vacuolenwasser nach aussen filtriren, indem wahrscheinlich während der Neuordnung der Micelle etwas grössere Zwischenräume vorübergehend auftreten; nachher ist die Haut wiederum widerstandsfähig gegen Filtration.

3) Botan. Centralbl. 1889 Nr. 45/46.

teosomenbildung wie Silberreduction in bester Weise. Um den hier vorhandenen Zucker auszuschliessen, legt man die Zellen zuerst in Coffeïnlösung, dann in 0,1 pCt. Ammoniak, wodurch resistente Proteosomen erstehen, nachher einige Zeit in 60—70° warmes Wasser, wodurch der Zucker extrahirt wird. Bei darauf folgender Einwirkung einer alkalischen Silberlösung von 1 : 100 000 werden diese Proteosomen intensiv schwarz.

Von besonderem Interesse ist auch die Anfangs stets vorhandene Kugelform der Proteosomen wie deren Neigung, mit einander zu grösseren Kugeln zu verschmelzen; beide Dinge lassen darauf schliessen, dass die Substanz der Proteosomen flüssigen Aggregatzustand besitze, was auch auf eine flüssige Beschaffenheit des ursprünglichen Polioplasmas dieser Zellen hinweist¹⁾, aus dem ja die Proteosomen in der geschilderten Weise hervorgehen.

Ersetzt man die Coffeïnlösung, unmittelbar nach Entstehung²⁾ der Proteosomen, durch Wasser, so tritt der umgekehrte Prozess ein; die Proteosomen verquellen, werden schwächer lichtbrechend und schmelzen oft zu einem Netz zusammen, dessen Maschenräume durch weitere Quellung kleiner werden, bis sie schliesslich verschwinden. Schliesslich ist völlige Homogenität des Polioplasmas wieder hergestellt; das Eiweiss des letzteren ist in seinen ursprünglichen normalen Quellungszustand zurückgekehrt, nachdem das Coffeïn entfernt war. Gerade in diesem Vorgang äussert sich nun ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Wasserausscheidungen, welche beim Abtöden des Protoplasmas durch verschiedene Mittel eintreten (siehe hierüber auch HOFMEISTER, Die Pflanzenzelle, § 6); in letzterem Falle kann der ursprüngliche Quellungszustand durch Wasserzusatz nicht mehr hergestellt werden, es ist eine irreparable Veränderung eingetreten. Die durch Coffeïn hervorgerufene Veränderung ist reparabel. Ausserdem geht die Wasserausscheidung bei Abtödtung der Zellen (Gerinnung) wohl immer viel weiter als bei Einwirkung von Coffeïn; die Coffeïnproteosomen haben noch flüssige Beschaffenheit, wie erwähnt, und füllen einen beträchtlichen Raumtheil (schätzungsweise $\frac{2}{3}$) des ursprünglich von dem Polioplasma eingenommenen Raumes aus.

An den mit Wasser ausgesüsstten Zellen kann von neuem Aggregation durch Zusatz von 1 ‰ wässriger Coffeïnlösung hervorgerufen werden.

Wirkung sehr verdünnter Kalilösungen: 1 ‰ Lösung bringt gewöhnlich erst nach längerer Zeit in den gerbstoffreichen Zellen

1) Von BERTHOLD wurde dieser Aggregatzustand dem Protoplasma allgemein zugesprochen.

2) Am besten ist es, solche Zellen zu wählen, bei denen die Aggregation erst nach dem erstmaligen Aussüssen der Schnitte (durch Spuren zurückgebliebenen Coffeïns) eintritt; beim weiteren Auswaschen verschwinden dann die Proteosomen rasch.

des Echeveriablattes Aggregation hervor, welche wie bei Coffeinwirkung in Ballung des Polioplasmas und Contraction der Vacuolenwand besteht. Viel rascherer und sicherer tritt mit diesem Reagens Aggregation in den Epidermiszellen hervor, welche fast ausnahmslos zahlreiche, stark lichtbrechende Kügelchen zeigen.

Lässt man Ammoniaklösung von 1:10 000 auf Flächenschnitte von *Echeveria* einwirken, so tritt die Aggregation sehr hübsch in den Epidermiszellen ein; die Proteosomen sind verhältnissmässig klein und sehr stark lichtbrechend (sehr dicht). Die unter der Epidermis liegenden gerbstoffführenden Zellen scheinen darin rasch abzusterben und nehmen bräunliche Farbe sowie starke Trübung an. Ammoniak von 1:100 000 wirkt ähnlich, nur langsamer; nach 4 Minuten sind die gerbstoffführenden Zellen durch eingetretene Ausscheidungen so trübe und dunkel geworden, dass sie sich zum weiteren mikroskopischen Studium wenig eignen.

Aggregation bei einem Myxomyceten. Als interessantes Untersuchungsobject für den bezeichneten Zweck erwies sich ferner ein (Capillitium bildender) Myxomycet, der gerade, als vorliegende Untersuchung zum Abschluss kam, zu Gebote stand. Sein Plasmodium zerfiel mit 1 pro Mille wässeriger Coffeinelösung bald unter starker Protoplasmaströmung in einzelne, verschieden grosse, runde Portionen, welche, wie aus der Spannung der Hautschicht und der strömenden Bewegung im Innern hervorging, noch längere Zeit fortlebten¹⁾; in vielen dieser Kugeln ging allmählich eine Sonderung in stark lichtbrechendes, offenbar ziemlich dichtes, zu einem schwammartigen Gerüst verbundenes Plasma und Vacuolenflüssigkeit vor sich. Durch Salpeterlösung von 10 pCt. wurden ähnliche Vorgänge angeregt; doch schienen dieselben bald stillzustehen, indem das Protoplasma abstarb. Liess ich das Plasmodium nur kurze Zeit in 1 pro Mille Coffeinelösung liegen, bis die Ballung eingetreten war, und brachte ich es dann in Wasser zurück, so konnte ich nach 24 Stunden bereits wieder Bildung langer Plasmodienstränge bemerken. Sämmtliche Versuche wurden auf offenem Objectträger ohne Deckgläschen gemacht.

Reactionen, durch deren Eintritt das Cytoplasma sofort abstirbt.

Es schien mir von Interesse, an den erwähnten, eiweissreichen Zellen von *Echeveria* einmal sämmtliche Eiweissreactionen zu versuchen, welche makrochemisch auf Eiweissstoffe angewandt werden; sie tödten insgesamt das Cytoplasma ab, so dass

1) Infusorien und Anguillulen, welche gleichzeitig anwesend waren, zeigten im Coffein 1 ‰ lange Zeit unveränderte Beweglichkeit. Lange gestandene Coffeinelösungen der erwähnten Concentration zeigen häufig eine Vegetation von Palmellaceen.

die Reaction erst an der abgestorbenen Zelle sichtbar wird, was aber die Anwendung lebender Zellen zu diesen Reactionen nicht überflüssig macht.

Als Eiweissreagentien zählt HILGER in „HILGER und HUSEMANN, Die Pflanzenstoffe“ p. 65 u. 66, folgende auf (sie sind natürlich nicht jedes für sich charakteristische Reagentien auf Eiweissstoffe):

Concentrirte Salpetersäure, welche die Proteinstoffe gelb färbt, ruft in den eiweissreichen Zellen der Echeveriapflanze sofort Gelbfärbung hervor, welche so sehr hervortritt, dass die übrigen Gewebe daneben erscheinen, als ob sie von dem diese Reaction gebenden Stoff nichts in sich hätten, was natürlich in Wirklichkeit nicht zutrifft. Auf Flächenschnitten vom Blatt zeigen sich jene gelb gefärbten Zellen zu einem Netz unter der Epidermis angeordnet, auf Querschnitten durch den Stengel ebenfalls unter der Oberhaut, aber ausserdem über den ganzen Querschnitt zerstreut. Mit Ammoniak wird die Färbung sehr intensiv (Xanthoproteinreaction)¹).

Das MILLON'sche Reagens färbt die Aggregation gebenden Zellen intensiv violettroth, die sonstigen Zellen fast nicht.

Das RASPAIL'sche Reagens (Zucker und concentrirte Schwefelsäure) färbt dieselben Zellen intensiv blutroth unter Verquellung und Auflösung der Membranen.

Mit alkalischer Kupfersulfatlösung nimmt deren Inhalt violettrothe Farbe an, wenn man Schnitte damit kocht (Biuretreaction), doch nicht jene schöne Farbe, welche entsteht, wenn man Hühner-eiweiss mit demselben Reagens erwärmt.

Concentrirte Salzsäure, welche Eiweisskörper bläulich violett färbt, bringt das Plasma jener Zellen zunächst zur Gerinnung, indem sich ein mächtiges, schwammförmiges Gerüste festerer Substanz ausscheidet, und verleiht dieser dann (unter theilweiser Lösung) violette Färbung.

Mit Eisessig und concentrirter Schwefelsäure, welche Eiweisskörper mit schön violetter Farbe lösen, nehmen die Aggregationszellen intensiv violette Farbe an, wenn man den Schnitt damit etwas erwärmt; zugleich tritt Lösung des plasmatischen Eiweisses ein (natürlich neben Lösung der Cellulosemembran).

Beim Kochen unter Zusatz von etwas Essigsäure coagulirt das Poliplasma jener Zellen.

Durch Mineralsäuren, wie 20-procentige Salzsäure, wird es in Form eines Schwammes gefällt (siehe Fig. 2). Eiweisslösungen werden damit gefällt.

1) Da auch Gerbstofflösungen mit concentrirter Salpetersäure Gelbfärbung geben ist es angemessen, den Gerbstoff durch Auskochen der Schnitte zu entfernen.

Alkohol absolutus bringt im Polioplasma eine Fällung, d. h. Ausscheidung zahlreicher kleiner, stark lichtbrechender Körnchen hervor.

Neutrales und basisches Bleiacetat bringen im Polioplasma einen Niederschlag hervor, desgleichen aber auch im gerbstoffführenden Zellsaft, so dass die Zellen ganz undurchsichtig werden. Da hier Gerbstoff in das Plasma übergehen kann (indem die Vacuolenwand abstirbt), darf jene Reaction im Plasma nicht mit Bestimmtheit auf Eiweiss bezogen werden.

Kupfersulfatlösung bringt im Polioplasma wie in Hühner-eiweisslösung eine dichte Fällung hervor.

Sublimatlösung erzeugt in demselben einen dicken Niederschlag.

Phosphorwolframsäure ruft im Polioplasma der in Rede stehenden Zellen farblose, körnige Ausscheidungen hervor; mit Eiweisslösung im Reagenrohr giebt dasselbe Reagens einen weissen Niederschlag.

Durch Jodkaliumwismuth erscheinen im Polioplasma zahlreiche, kleine, rothe Körperchen von rundlicher oder stäbchenförmiger Gestalt, entsprechend dem schön rothen Niederschlag, welchen dieses Doppelsalz mit Eiweisslösungen giebt. Die Kerne nehmen damit, wie auch die Chlorophyllkörner, eine intensiv rothe Farbe an.

Wir sehen also, dass das Eiweiss des Polioplasmas jener Aggregation zeigenden Zellen im Blatt von *Echeveria* sämtliche Eiweissreactionen in sehr deutlicher Weise giebt, welche auch makrochemisch zur Erkennung von Eiweissstoffen in Anwendung kommen. Viele dieser Reactionen treten auch in den Epidermiszellen und grünen Blattfleischzellen auf, aber meist in viel geringerem Grade, so dass es bei oberflächlicher Betrachtung der Schnitte den Eindruck macht, als hätten nur die Aggregationszellen reagirt; dieselben enthalten eben viel mehr flüssiges, nicht zu Organen aufgebautes Eiweiss als andere Zellen desselben Blattes.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren stellen subepidermale Zellen von der Blattunterseite von *Echeveria* dar. Vergr. 1:400 (Fig. 6 mit Vergr. 1:100).

- Fig. 1. Gerbstoffreaction bei Behandlung mit 5-procentigem, doppeltchromsaurem Kali. Vacuolenwand contrahirt, noch gespannt; Gerbstoff noch nicht aus der Vacuole herausgetreten; aussen einige Chlorophyllkörner.
- „ 2. Zwei Zellen, 5 Minuten nach dem Einlegen in 20-procentige Salzsäure gezeichnet; *a* von oben, *b* im optischen Durchschnitt gesehen; bei Zelle *b* die Vacuolenwand von einer Seite her etwas contrahirt. Cytoplasma schwammig geworden.
- „ 3. Zelle nach $\frac{1}{4}$ stündigem Liegen in wässriger Coffeïnlösung von 1:1000 von oben gesehen. Aggregation (Proteosomenbildung) im Polioplasma.
- „ 4. Mit 1 pro Mille Coffeïnlösung behandelte Zelle im optischen Durchschnitt gesehen. Das Polioplasma in Aggregation; innere Hautschicht (Vacuolenwand) bei *a* etwas contrahirt.
- „ 5. Wie Fig. 4; Vacuolenwand allseitig losgelöst, stark contrahirt; ausserhalb die verschieden grossen Proteosomen, innerhalb der schwach röthlich gefärbte Zellsaft.
- „ 6. Kleines Stück des subepidermalen Zellennetzes der Blattunterseite von *Echeveria*, nach Behandlung mit 1 pro Mille Coffeïnlösung.
- „ 7. Zelle nach Coffeïnbehandlung von oben gesehen; Proteosomen links sehr gross, nach rechts allmählich kleiner werdend.
-

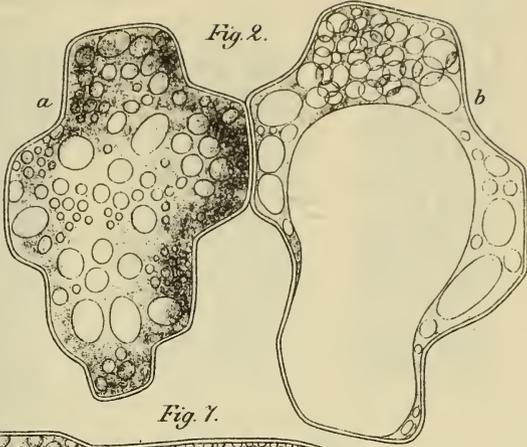
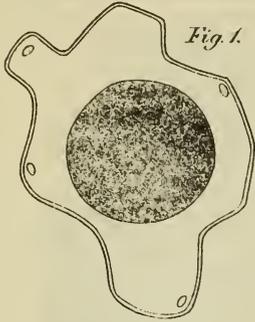


Fig. 3.

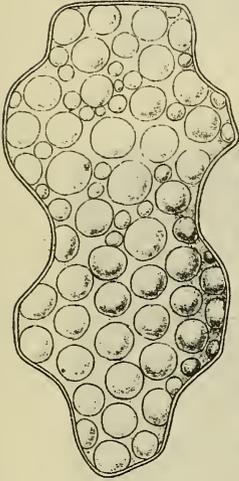


Fig. 7.

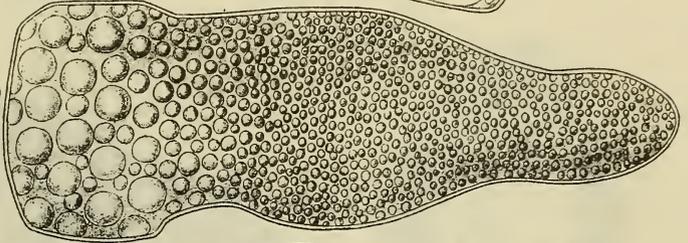


Fig. 4.

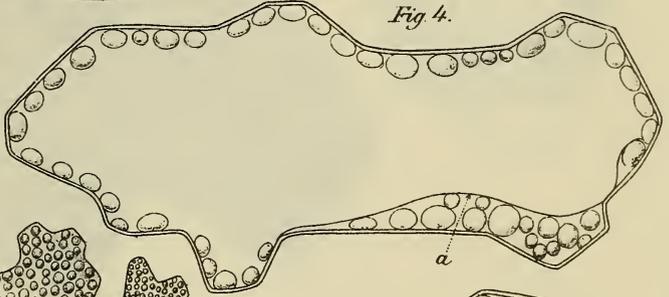


Fig. 6.

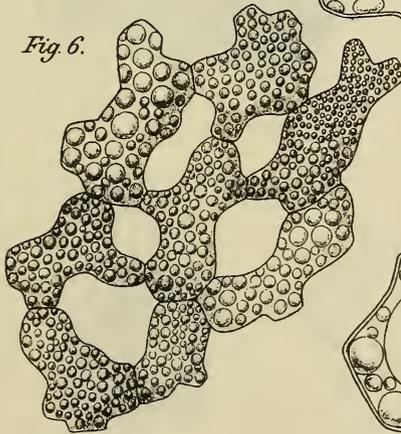
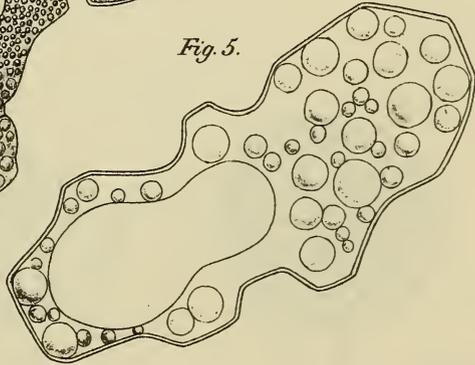


Fig. 5.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Bokorny Thomas

Artikel/Article: [Zur Kenntniss des Cytoplasmas 101-111](#)