

so, dass der innere dieser beiden Kreise normal gar nicht zur Entwicklung kommt, der äußere ebenso abnormer Weise teilweise oder vollständig unterdrückt wird, wie der innere abnormer Weise gelegentlich sich entwickelt, aus seinem latenten Zustande heraustritt. Dass die Vererbung für den Rückschlag spricht, wurde früher bereits betont.

Wenn nun auch diese Rückschlagserscheinung ziemlich häufig mit andern Abweichungen im Blütenbau verbunden ist, so spricht dies nicht gegen jene Deutung. Auch sie sind wie die Rückschlagserscheinungen zum großen Teil vererbt. „Es weist das darauf hin, dass eine bedeutende Zahl von latenten Anlagen, seien es in Rückbildung, seien es im Entstehen begriffene, infolge der Erschütterung der Konstitution des Keimplasmas Gelegenheit finden, sich zu reeller Existenz zu entfalten.“

Die einen derselben, die Vermehrung der Blätter der einzelnen Quirle, dürften als Rückschläge auf weiter zurückliegende Zustände aufzufassen sein. Als „Zukunftsbilder“ dürften jene Variationen zu bezeichnen sein, die die Blüten zur dimeren umgestalten; die, worauf übrigens schon hingewiesen wurde, den innern Perigonkreis ausfallen lassen; die Formung der mehrfachen Symmetrie der Irisblüte in eine einfach symmetrische.

Auch jene weitergehende Veränderung der Blüte, bei welcher die Blütenblätter in vertikaler Richtung von einander getrennt werden, die sog. Apostasis, fasst Heinrich als ererbt auf, indem er sich völlig zur Ansicht Weissmann's bekennt, wie sie in folgendem Satze ausgesprochen ist: „Es kann nichts an einem Organismus entstehen, was nicht als Disposition in ihm vorhanden gewesen wäre, denn jede „erworbene“ Eigenschaft ist nichts als die Reaktion des Organismus auf einen bestimmten Reiz.“ Nicht die bestimmte Stellung der Blätter apostatischer Blüten ist ererbt, sondern „nur die pathologische Disposition zur vorzeitigen Entwicklung einzelner Glieder; die spätere Ausgestaltung, das Wieviel und die Stellung der Phyllome, welche die Blüten schließlich bilden werden, ist von äußern Ursachen abhängig“.

Die Vakuolenwand der Pflanzenzellen.

Von Dr. Th. Bokorny.

Es ist eine alte Frage, ob jede Vakuole in der Pflanzenzelle von einer eigenen Membran umgeben sei. Die Frage kann nicht durch direkte mikroskopische Beobachtung gelöst werden, da die optischen Unterschiede zwischen Vakuolenflüssigkeit, Grenzschicht und Plasma zu gering sind. Dagegen gibt es indirekte Mittel, jene Frage zu entscheiden. Man kann durch Anwendung verschiedener Lösungen die Vakuolenwand — eine solche existiert in der That — zur Loslösung vom Plasma zwingen und sie so zur Anschauung bringen.

H. de Vries¹⁾ fand einen Weg hierzu beim Studium der Veränderungen, welche das Protoplasma während eines langsamen Todes erleidet. Tagelanges Verweilen von mikroskopischen Schnitten aus frischen Geweben in Lösungen indifferenten Substanzen oder der Zusatz äußerst geringer Mengen giftiger Verbindungen, ja sogar ein langsames Erwärmen bis genau an die Temperaturgrenze des Lebens, alle diese Einflüsse machen das Protoplasma langsam sterben. Dabei verhält sich nun die Wand der Vakuolen anders, als die übrigen Teile des Protoplasmas. Denn die letzteren sterben rasch, sie sind nach häufig kurzer Zeit starr und wie geronnen, während die Wand der Vakuole noch Sekunden, ja nicht selten Tage lang in einem anscheinend unveränderten Zustande bleibt.

„Wenn man (l. c. p. 467) nun diesen Vorgang mit dem der Plasmolyse²⁾ verbindet und dadurch eine Verkleinerung der Vakuolen und ein Zusammenziehen ihrer Wand veranlasst, so gelingt es meist leicht, diese letztere sichtbar zu machen, ja bisweilen sie völlig vom umgebenden Plasma zu isolieren. Es ist klar, dass man zu diesem Zweck sehr verschiedenartige Reagentien verwenden kann, am zweckmäßigsten zeigte sich aber die Anwendung von Lösungen leicht diffusibler Salze, und zwar in einer viel stärkeren Konzentration, als zu einer normalen Plasmolyse erforderlich ist. Wenn nicht besondere Umstände anderes erheischen, benutze ich stets eine 10prozentige Lösung von Kalisalpeter, und färbe diese mittels Eosin schwach rot, um stets auf den ersten Blick die lebendigen Plasmateile von den toten unterscheiden zu können. Denn die ersteren nehmen den Farbstoff nicht auf, die letzteren färben sich damit dunkelrot.“

„Weitauß die meisten Zellen ertragen eine plötzliche Einwirkung dieser Salpeterlösung nicht, sie fangen früher oder später an zu sterben; Hautschicht, Kern, Chlorophyllkörper und weiches Plasma erstarren, die Wand der Vakuolen bleibt aber stundenlang frisch und gespannt und für Farbstoffe undurchlässig. Man erkennt sie dann als eine farblose Kugel mit gespannter Wand in dem vom Eosin gefärbten Zellenraume, während die übrigen Partien zusammengeschrumpft und vom Farbstoff intensiv tingiert sind.“

Vries studierte an solchen Präparaten die Eigenschaften der Vakuolenwand und benutzte als Versuchsobjekte hauptsächlich *Spirogyren*, außerdem Epidermiszellen von *Tradescantia*, Parenchymzellen aus den Schuppen von *Allium Cepa*, Blattparenchymzellen von *Vallisneria* u. s. w.

Es zeigte sich, dass überall im Pflanzenreiche die Vakuolen eine eigene Wand besitzen (von Vries auch „Tonoplast“ genannt), welche

1) Plasmolytische Studien über die Wand der Vakuolen Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XVI, Heft. 4.

2) Darunter versteht man bekanntlich die durch mehrprozentige Salzlösungen hervorgerufene Kontraktion des Plasmanschlauches.

weit resistenter ist gegen verschiedene Einflüsse als das Protoplasma. Diese Resistenz „deutet auf eine größere Dichte ihrer Substanz hin und steht ohne Zweifel damit in Zusammenhang, dass jene Wand die gelösten Stoffe des Zellsaftes vom übrigen Protoplasma trennt.“ Die Wand trennt sich glatt von dem übrigen Protoplasma, stellt also eine auch auf dieser Seite scharf begrenzte Membran dar (im normalen Verband mit dem lebenden Protoplasma ist freilich diese Grenze nicht zu sehen).

„Die Wand der Vakuolen (S. 537) stimmt mit den übrigen Teilen der Protoplaste, und namentlich mit der Hautschicht¹⁾ in ihren wichtigsten Eigenschaften derart überein, dass sie als ein eigenes, den übrigen gleichwertiges Organ angesehen werden muss.“

Beide (Hautschicht und Vakuolenwand) sind gegen gelöste Stoffe in nicht oder kaum nachweisbarem Grade permeabel und schützen dadurch die von ihnen eingeschlossenen Teile des Protoplasten in sehr wirksamer Weise gegen schädliche Einflüsse.

Beide scheiden auf ihrer freien Oberfläche bestimmte Stoffe ab, sei es, dass diese im festen Zustande abgelagert werden, wie das Hauptprodukt der Hautschicht, die Zellulose, oder im flüssigen Zustand frei werden, wie z. B. die im Zellsaft angehäuften Säuren.

Beide fungieren in bestimmten Fällen (Plasmodien, zentrale Zirkulationsbewegung) als autonomes Bewegungsorgan.

Die Vakuolenwand besitzt dieselbe Beweglichkeit, dieselbe Dehnbarkeit und Elastizität und ferner dasselbe Vermögen der Teilung und Abrundung der getrennten Hälften, welche in so hohem Maße für die lebende Hautschicht charakteristisch ist.

Es sterben die Vakuolenwandungen im Allgemeinen durch dieselben Ursachen wie die übrigen Teile der Protoplaste, wenn auch ihre Resistenz durchweg eine größere ist.

Nach dem Tode des äußeren Plasmas wird die Vakuolenwand nicht plötzlich, sondern nur allmählich permeabel, zuerst für leichter, dann für schwerer diffusible Stoffe. Wenn sie für erstere schon in hohem Grade durchlässig ist, ist sie gewöhnlich noch relativ sehr dehnbar und osmotischer Spannung fähig. Die Zunahme der Permeabilität beruht auf einer molekularen Veränderung, nicht auf der Entstehung von Rissen.

Das sind die Hauptresultate der Arbeit von H. de Vries.

Verf. wurde nun ebenfalls bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über Protoplasma, die zum großen Teile gemeinschaftlich mit O. Loew und unter dem durch dessen Eiweißhypothese gegebenen Gesichtspunkte ausgeführt wurden, auf die Vakuolenwand aufmerksam als einen Teil des Protoplasmas, mit dem sich wegen seiner Resistenz bis zu einem gewissen Grade operieren lässt. Es lässt sich damit insbesondere eine augenfällige Reaktion erzielen, und zwar durch das

1) der äußersten Protoplasmaschicht, welche Zellulose absondert.

selbe Reagens, das von L. und Verf. in neuerer Zeit auf nichtorganisiertes aktives Albumin angewandt wurde, durch Koffein.

Eine sehr verdünnte wässrige Koffeinelösung (in der Regel wurde 0.1% mitunter auch noch weniger genommen) scheidet das nichtorganisierte aktive Protein aus dem flüssigen Teil des Cytoplasmas oder auch aus dem Zellsafte, wenn es darin vorkommt, aus in Form von glänzenden runden leicht zusammenfließenden Gebilden. Der Vorgang ist wohl im Wesentlichen eine Wasserausstoßung; der Proteinstoff, der vorher in sehr viel Wasser aufgequollen war, wird wasserärmer und verdichtet seine Substanz, wie aus der nun stärkeren Lichtbrechung hervorgeht (vermutlich findet ein Polymerisationsvorgang statt); ein Teil des Quellungswassers wird ausgeschieden, der übrige steckt noch in den gebildeten Kugeln (letztere werden von L. und Verf. „Proteosomen“¹⁾ genannt).

Die meisten Organoide nun, die ja aus organisiertem aktivem Protein bestehen, zeigen mit jener Koffeinelösung manchmal ein baldiges Absterben. Die Vakuolenwand aber bleibt lange Zeit am Leben und reagiert im lebenden Zustand auf die Koffeineinwirkung. Merkwürdigerweise tritt nun hier genau dieselbe Erscheinung ein, wie sie de Vries mit plasmolysierenden Mitteln, also wasserentziehenden Lösungen, beobachtet hat, nämlich Kontraktion und häufig auch Teilung der Vakuolenwand. Diese bleibt dabei oft tagelang straff gespannt und wird nur allmählich permeabler für einige schwer diffundierbare Stoffe des Zellsaftes. Doch kann natürlich 1 pro mille Koffeinelösung nicht wasserentziehend in dem Sinne wirken, wie eine 10prozentige Salpeterlösung; der Zellsaft der Pflanzenzelle ist stets durch seinen Gehalt an sauren Salzen, Zucker etc. viel stärker wasseranziehend als eine 1promillige Koffeinelösung; eine Zusammenschrumpfung der Vakuole durch Wasserentziehung aus der Vakuolenflüssigkeit ist hier undenkbar.

Bisweilen kann man an Spirogyren die in Rede stehende Wirkung der 0.1proz. Koffeinelösung beobachten, doch nur in Ausnahmefällen; in der Regel reagiert die Vakuolenwand der Spirogyrenzellen nicht auf den durch Koffein ausgeübten Reiz.

Hingegen eignen sich die Epidermiszellen von *Primula sinensis* (die rot gefärbten), ferner die Epidermiszellen der Blumenblätter von *Cyclamen europaeum*²⁾ sowie von *Tulipa* (auch hier wählt man am besten die rot gefärbten Teile des Blattes) sehr gut zur Beobachtung der Vakuolenwandkontraktion mit 0.1proz. Koffeinelösung. Kontraktion und oft auch Teilung in eine bis viele Teilvakuolen treten dort sehr bald ein; man kann die Reaktion unter dem Mikroskop leicht kontinuierlich

1) Siehe auch O. Loew u. Th. Bokorny, Zur Chemie der Proteosomen. Flora 1892, Beiheft, und bot. Centralblatt, 1893, Nr. 6.

2) Vergl. hierüber B., „über Aggregation“, in Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XX, Heft 4, Taf. XVIII, Fig. 7.

beobachten. Auch bei *Drosera* sind solche Dinge an den Zellen der Tentakel zu sehen; doch liegt hier die Verwechslung mit einer andern Erscheinung zu nahe, als dass man daran Studien machen könnte.

Was zwingt nun hier die lebende Vakuolenwand, sich zu kontrahieren? In den von Vries beschriebenen Fällen anomaler Plasmolyse ist es die osmotische Wirkung der 10proz. Salpeterlösung, welche auf eine Verkleinerung der Vakuole und somit Kontraktion der Vakuolenwand hinarbeitet. In unserem Falle liegt jedenfalls eine Einwirkung auf die Substanz der lebenden Vakuolenwand selbst vor; dieselbe reagiert mit 0.1proz. Koffeinelösung, ohne dabei ihr Leben einzubüßen; ihre molekulare Beschaffenheit wird etwas geändert. Die Moleküle aktiven Proteins polymerisieren sich, der Quellungsgrad wird ein geringerer, das Gesamtvolumen kleiner. Sie ist ein gequollenes Gebilde, welches bis zu einer gewissen Grenze Quellungs- wasser verlieren kann, ohne dadurch die lebende Eigenschaft einzubüßen. Jene Koffeinelösung wirkt wahrscheinlich auf sie wie auf das vorgenannte nichtorganisierte aktive Protein mancher Pflanzenzellen ein, wasserabscheidend, substanzverdichtend (in dem bei Zellgebilden gebräuchlichen Sinne). Die Vakuolenwand muss sich in Folge des Wasserverlustes kontrahieren.

Es kann diese Reaktion wohl mit Recht als eine Art Reizwirkung aufgefasst werden; das Koffein ist dabei das Reizmittel, die Vakuolenwand das gereizte Protoplasma. Da 0.1proz. Koffeinelösung in manchen Fällen schädlich wirkt, dürfte es geraten sein, noch verdünntere Lösungen anzuwenden. Man erhält ja auch mit 0.01proz. Lösung noch deutliche Reaktion. Insbesondere dürfte es beim Studium tierischer Objekte angebracht erscheinen, den Gehalt der Lösung an Koffein soweit als thunlich zu reduzieren.

Neuere Arbeiten von F. Plateau in Gent.

Es ist bekannt, wie beim Untertauchen unter Wasser die Wasserspinnne und der Taumelkäfer an den feinen Haaren des Hinterleibs, der Wasser- und der Schwimmkäfer unter ihren Flügeldecken eine Luftblase mitnehmen und dadurch zu einem Aufenthalt in einem Element befähigt werden, für welches ihr Atmungssystem nicht eingerichtet ist. In einer verdienstvollen Abhandlung¹⁾ hat nun Plateau darauf hingewiesen, dass diese eigentümliche Fähigkeit, eine Untertauchung schadlos zu ertragen, unter den Gliedertieren viel weiter verbreitet ist, als die Lehrbücher gemeinhin annehmen. Nach fremden und zahlreichen eigenen Beobachtungen zählt er nicht weniger als 80 auf 46 Gattungen verteilte Arten auf, bei welchen diese merkwürdige Eigenschaft festgestellt ist.

1) Les myriopodes marins et la résistance des arthropodes à respiration aérienne à la submersion. Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

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

Artikel/Article: [Die Vakuolenwand der Pflanzenzellen. 271-275](#)