

## Hypertonie-Plasmolyse oder Reiz-Plasmolyse?

Von Friedl Weber.

De Vries (1877) bezeichnet als „Plasmolyse“ „die Ablösung des lebenden Protoplasmas von der Zellwand durch wasserentziehende Mittel.“ Später wurden Fälle bekannt, bei denen die Ablösung des lebenden Protoplasmas von der Zellwand erfolgt, ohne daß wasserentziehende Mittel auf die Zelle einwirken. Schütt (1895), Benecke (1900) u. a. sprechen in solchen Fällen von „Reizplasmolyse“, da als auslösender Faktor dieser Art von Plasmolyse irgend ein meist allerdings nicht genau definierter „Reiz“ angenommen wird. Die bisher noch recht spärlichen Beobachtungen über „Reizplasmolyse“ wurden in letzterer Zeit von Küster (1929) und Prat (1934) zusammenfassend dargestellt. Zur Unterscheidung von der „Reizplasmolyse“ erscheint es im folgenden zweckmäßig, für die osmotische Plasmolyse im Sinne von De Vries einen entsprechenden Ausdruck zu wählen und zwar soll die Bezeichnung „Hypertonie-Plasmolyse“ gebraucht werden. Man möchte glauben, daß es im Einzelnen nicht schwer ist, zu entscheiden, ob Hypertonie- oder Reiz-Plasmolyse vorliegt. Und doch gibt es Fälle, bei denen diese Entscheidung bisher nicht möglich war.

Werden Zellen des einer natürlichen Mazeration unterworfenen Fruchtfleisches reifer Beeren von *Polygonatum officinale* in Wasser gebracht, so tritt Plasmolyse ein. Diese paradoxe Erscheinung einer Plasmolyse beim Einlegen von Zellen in Wasser kann nun auf zweierlei Weise Erklärung finden. Entweder es handelt sich um einen Fall von Reiz-Plasmolyse oder in der Fruchtfleischmasse befindet sich in reichlicher Menge eine Substanz, die sich in der Untersuchungsflüssigkeit löst und so ein stark osmotisch wirksames Plasmolytikum abgibt. Weber (1934) hat zunächst Argumente zugunsten der letzteren Möglichkeiten angegeben, ohne aber eine definitive Entscheidung zu treffen. Prat (1934) führt in seiner Zusammenfassung über die „stimulation plasmolysis“ auch den Fall der *Polygonatum* Fruchtfleischzellen an, weist aber mit Weber darauf hin, daß der Erscheinungskomplex noch der Aufklärung bedarf. Ueber weitere einschlägige Untersuchungen wird im Folgenden berichtet und zwar deshalb, weil der Reizplasmolyse zellphysiologisch sicherlich ein ganz besonderes Interesse zukommt, so daß es berechtigt ist, Beobachtungen darüber bekannt zu geben, auch wenn sie noch keine restlose Klärung bringen.

Die Versuche mit *Polygonatum*-Beeren wurden ursprünglich (Weber 1929) so gemacht, daß ein Teil des mazerierten Fruchtfleisches

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
in einer relativ geringen Wassermenge untersucht wurde. Dabei ist es eben denkbar, daß sich aus zwischen den lebenden Zellen befindlichen verletzten oder cytolysierten Elementen osmotisch wirksame Substanzen herauslösen, wodurch dann weiterhin die unverletzten Zellen plasmolysiert werden. Diese Erklärung ist deshalb nicht plausibel, weil ja der osmotische Wert des Zellsaftes der cytolysierten Zellen ganz wesentlich höher gewesen sein müßte, wenn er — noch dazu mit Wasser verdünnt — in den lebenden Zellen so starke Plasmolyse hervorruft. Neue Versuche lassen aber diese Erklärung noch unwahrscheinlicher werden; sie zeigen nämlich, daß die Plasmolyse auch dann eintritt, wenn dem Fruchtfleisch nur ganz wenige und zwar intakte Zellen entnommen und in einem relativ großen oder mehreren Wassertropfen untersucht werden. Auch in diesem Falle tritt die Plasmolyse sehr rasch, fast momentan ein, wird innerhalb etwa einer Minute perfekt (convexe Plasmolyseform) und erreicht dabei einen sehr hohen Grad. Die Plasmolyse geht dann allerdings meist ziemlich schnell zurück. Bei der Desplasmolyse wird ein Kappenplasmolysestadium durchlaufen. Nach wenigen Minuten ist die Deplasmolyse beendet, der Protoplast stirbt dann meist ab. Je mehr Zellen man unter das Deckglas bringt, um so länger hält sich die Plasmolyse, um so länger wird die Deplasmolysezeit. Von der Auffassung des Vorganges als Hypertonie-Plasmolyse aus ließen sich diese Beobachtungen etwa so erklären: In der Zellmembran der lebenden Fruchtfleischzellen befindet sich eine Substanz, die beim Einlegen der Zellen in Wasser osmotisch aktiv wird und die rasche Plasmolyse bewirkt, dann aber wird diese Substanz durch das Wasser verdünnt, so daß Hypotonie-Deplasmolyse eintreten muß. Von der Auffassung des Vorganges als Reizplasmolyse aus ließe sich etwa folgende Erklärung geben: Durch mechanische Reizung (Entnahme der Zellen aus der Beere) oder aber durch einen chemischen Reiz beim Kontakt mit dem Wasser wird Reizplasmolyse ausgelöst, die aber im hypotonischen Medium bald zurückgeht. Gerade der rasche Eintritt und letale Ausgang der Deplasmolyse ist für manche Fälle von Reizplasmolyse charakteristisch. Schütt (1895) beschreibt dies für in Reizplasmolyse befindliche *Exuviella marina*. „Durch Zusatz von Süßwasser wurde die Plasmolyse sofort aufgehoben, der Zellinhalt füllte den Panzer wieder vollständig aus, starb aber dann sofort ab.“ Die eben mitgeteilten Beobachtungen an *Polygonatum officinale* beziehen sich auf reife aber noch nicht überreife Beeren. Bei den ersteren tritt die fragliche Plasmolyse erst bei Entnahme der Zellen aus der Beere nach Einlegen in Wasser ein und läßt sich direkt mikroskopisch beobachten, in der Beere selbst sind also die Zellen noch nicht plasmolysiert. Anders ist dies bei überreifen Beeren, die

etwa zwei bis drei Wochen länger am Stengel verblieben sind. Entnimmt man dann die Fruchtfleischzellen und bringt die breiartige Masse mit oder ohne Wasser unter das Deckglas, so findet man die Zellen schon hochgradig plasmolysiert, nur selten kann man dann noch in einer oder der anderen Zelle den Eintritt der Plasmolyse beobachten. Die Zellen sind also jedenfalls schon in ihrer natürlichen Lage in der Beere selbst plasmolysiert. Bei Wasserzusatz unter dem Deckglas geht die Plasmolyse zurück, aber oft erst nach einigen Minuten und zwar so, daß schon beim ersten Einsetzen der Deplasmolyse die plasmolysierten Protoplaste platzen und sich kontrahieren; niemals wird die Deplasmolyse zu Ende geführt. Wenn es sich bei den Zellen der überreifen Beeren um eine Hypertonieplasmolyse handeln sollte, so läge da das wohl seltene Phänomen einer „Autoplasmolyse“ vor, das heißt: die Zellen plasmolysieren von selbst in ihrer normalen Lage im (wenn auch durch natürliche Mazeration gelockerten) Gewebe. Die Provenienz des Autoplasmolytikums bleibt dabei ungeklärt, nachdem sich bei diesen Beeren selbst im überreifen Zustande kaum cytolysierte Zellen vorfinden.

Nachdem diese Beobachtungen an *Polygonatum officinale* zu keiner Entscheidung der Frage „Hypertonie- oder Reizplasmolyse“ geführt hat, wurden die Betrachtungen auf Fruchtfleischzellen anderer Pflanzen ausgedehnt. Darunter waren vor allem solche, deren Fruchtfleisch einer wesentlich stärkeren, zum Teil hochgradigen Cytolyse unterworfen ist, so daß die Mehrzahl der Zellen abstirbt und nur Zelltrümmer (Plasmotropfen u. a., vgl. Küster, 1927), bezw. „Fruchtsaft“ von der Epidermis umschlossen übrig bleibt.

Es folgt nun eine kurze Darstellung dieser Beobachtungen ohne Rücksicht auf die systematische Stellung der betreffenden Pflanzen. *Polygonatum verticillatum*: In den reifen Beeren findet sich ein roter Fruchtsaft, der durch Cytolyse anthozyanhaltiger Zellen entstanden ist; in diesem Saft eingebettet sind durch Mazeration isolierte, lebende, intakte, farblose Zellen. Diese plasmolysieren nicht, wenn sie im ausgepreßten Fruchtsaft zur Beobachtung kommen. Dagegen nehmen Blattzellen von *Helodea canadensis* oder Zellen von *Spirogyra sp.* in diesem Fruchtsaft hohe Plasmolysegrade an. Erklärung: Entweder ist die Plasmolyse der *Helodea* oder *Spirogyra* Zellen einer Reizplasmolyse ausgelöst durch einen im Fruchtsaft von *Polygonatum verticillatum* enthaltenen Reizstoff, für den aber die lebenden *Polygonatum* Zellen selbst refraktär sind, oder die *Polygonatum* Fruchtfleischzellen haben einen wesentlich höheren osmotischen Wert des Zellsaftes als die Zellen von *Helodea* und *Spirogyra*. Das letztere ist jedenfalls so: Eine 5%  $\text{CaCl}_2$ -Lösung bewirkt bei den *Polygonatum* Zellen eben erst Grenzplasmolyse, bei den Zellen von *Helodea* und *Spirogyra* aber

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
schon ziemlich starke Plasmolysegrade. Die Plasmolyse der letzteren Zellen geht zurück, wenn der Fruchtsaft durch Wasser ersetzt wird.

*Berberis vulgaris*: Die Verhältnisse liegen hier ebenso wie bei *Polygonatum verticillatum*.

In den reifen Früchten folgender Pflanzen fanden sich keine intakten Fruchtfleischzellen sondern nur „Fruchtsaft“ mit Protoplasten-Trümmern: *Viburnum opulus*, *Sambucus ebulus*, *Atropa belladonna*, *Phytolacca acinosa*, *Rhamnus cathartica*. Wurden Spirogyren in den „Fruchtsaft“ eingelegt, so verhielten sie sich in verschiedener Weise: *Spirogyra* in *Viburnum* Fruchtsaft: Plasmolyse beginnt sofort, geht aber gleich in rapide letale Kontraktion des ganzen Protoplasten, besonders auch des Chloroplasten über. Der *Viburnum* Fruchtsaft ist also für die *Spirogyren* sehr giftig, beachtenswert ist die extreme Kontraktion des Chloroplastenbandes von *Spirogyra*, eine Erscheinung, die von Prat (1934) im Zusammenhange mit Fällen von Reizplasmolyse Erwähnung findet.

*Helodea* im Fruchtsafte von *Lycium barbarum*: Es tritt starke, convexe Plasmolyse ein. *Helodea* im Fruchtsafte von *Symphoricarpos racemosus*: Sofort nach Plasmolyse-Beginn stellt sich eine letale Schädigung der Protoplaste ein. *Spirogyra* im Fruchtsafte von *Rubus sp.* (Brombeere): schwache Plasmolyse. *Spirogyra* im Fruchtsafte von *Psedera quinquefolia*: Sehr hochgradige convexe Plasmolyse; auffallend ist, daß in ein und demselben Präparate (Fruchtsaft aus einer einzelnen Beere) der Plasmolysegrad der *Spirogyra* Zellen verschieden sein kann. *Helodea* im Fruchtsafte von *Psedera quinquefolia*: Starke Plasmolyse aller Zellen mit Ausnahme der Zellen der Mittelrippe des Blattes; in diesen letzteren tritt entweder überhaupt keine Plasmolyse ein, oder nach Plasmolysebeginn erfolgt sofort Deplasmolyse. Die Blatt-Mittelrippenzellen scheinen also für die osmotisch wirksame Substanz des Fruchtsaftes hochgradig permeabel zu sein. Dies ist von Interesse in Hinsicht auf frühere Befunde von Moder (1932), Meindl (1934), Gahlen (1934).

*Spirogyra* in *Sambucus* Fruchtsaft: Es tritt keine normale Plasmolyse ein sondern Vacuolenplasmolyse, d. h. es kontrahiert sich nur die Vakuole, nicht das Cytoplasma, letzteres, sowie der Chloroplast sterben dabei ab. Es bleibt wieder zu entscheiden, ob diese Plasmolyse, die hier nicht den ganzen Protoplasten betrifft, sondern nur die Vakuole, osmotisch bedingt oder durch einen chemischen Reiz ausgelöst ist.

Naheliegend ist jedenfalls folgende Erklärung: Das Plasmalemma (die äußere Plasmahaut) wird durch den Fruchtsaft geschädigt, permeabel, der Tonoplast (die innere Plasmahaut, Vakuolenhaut) ist — sowie gegen viele andere Schädigungen — weniger empfindlich, bleibt

impermeabel, die Vakuole erfährt daher eine osmotische Verkleinerung. Eine normale Plasmolyse kommt dagegen nicht zustande; oder in der Terminologie von Höfler ausgedrückt: die Intrabilität ist pathologisch erhöht, die Permeabilität nicht.

Im Fruchtsafte von *Ätropa*, *Phytolacca*, *Rhamnus* zeigen die *Spirogyra*-Zellen „schöne“ convexe, ziemlich hochgradige Plasmolyse, die lange bestehen bleibt, eine Schädigung findet nicht statt.

Im Fruchtsaft von *Sambucus nigra* zeigen die *Helodea*-Zellen Grenzplasmolyse. Bei *Solanum dulcamara* zeigen weder überlebende Fruchtfleischzellen Plasmolyse noch in den Saft eingelegte *Helodea*-*Spirogyra*-Zellen.

Ähnlich wie bei *Polygonatum officinale* liegen die Verhältnisse bei *Asparagus officinalis*, *Cornus mas*, *Bryonia alba*. Hier tritt also sowohl Plasmolyse der überlebenden Fruchtfleischzellen ein als auch Plasmolyse bei *Spirogyra*- oder *Helodea*-Zellen, die mit den Fruchtfleischzellen in einem Tropfen Wasser zur Untersuchung kommen.

Diese Erweiterung der Beobachtung hat jedenfalls ergeben, daß das Auftreten von Plasmolyse von Fruchtfleischzellen und anderen Zellen, die in Berührung mit dem „Fruchtsaft“ kommen, keine singuläre, etwa auf *Polygonatum officinale* beschränkte Erscheinung, sondern weit verbreitet ist. Wenn dadurch auch noch kein Beweis erbracht ist, daß es sich um keine Reizplasmolyse handelt, sondern um ein Hypertonie-Plasmolyse, so hat die letztere Annahme damit doch an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Im Fruchtsaft reifer Beeren sind sicherlich osmotisch wirksame Substanzen in relativ hoher Konzentration vorhanden. So enthält der Saft der *Vitis vinifera*-Beeren bekanntlich allein 10 bis 30% Traubenzucker, wozu dann noch die anorganischen osmotisch wirksamen Substanzen kommen. Die im *Vitis*-Saft befindlichen intakten Fruchtfleischzellen plasmolisieren allerdings nicht, sie haben also selbst einen entsprechend hohen osmotischen Wert, dagegen nehmen *Helodea*- und *Spirogyra*-Zellen im „Traubensaft“ starke Plasmolysegrade an. Diese Plasmolyse geht bei Verdünnung des Fruchtsaftes normal zurück.

Es besteht wohl kein Grund, in diesem speziellen Falle daran zu zweifeln, daß die Plasmolyse der in den Traubensaft eingelegten Zellen eine normale Hypertonie-Plasmolyse ist.

Damit ist aber andererseits auch nicht erwiesen, daß alle anderen äußerlich ähnlichen Fälle ebenfalls als Hypertonie-Plasmolyse aufzufassen sind.

Gerade der zuerst beschriebene Fall von *Polygonatum officinale* bleibt noch immer rätselhaft. Hier ist ja gar kein Fruchtsaft vorhanden, sondern eine teigige Fruchtfleischmasse, in der jedenfalls nur relativ wenig Zellen cytolisiert sind. Es ist also unerfindlich, woher die osmotisch

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
wirksame plasmolysierende Substanz stammen sollte. Gerade bei *Vitis* mit dem besonders zuckerreichen Fruchtsaft plasmolysieren die lebenden Zellen nicht, was ja begreiflich ist, da ihr Zellsaft eben denselben osmotischen Wert hat wie der aus den cytolysierten Zellen stammende Fruchtsaft. Dasselbe gilt auch für *Polygonatum verticillatum*. Bei *Polygonatum officinale* könnte es eben insofern anders sein, als da zweierlei Fruchtfleischzellen vorkommen könnten, solche mit niederen und solche mit hohen osmotischen Wert. Bei Cytolyse der letzteren (allerdings sehr in der Minderzahl befindlichen) Zellen könnte ein Zellsaft frei werden, der die ersteren plasmolysiert. Auch bei *Polygonatum verticillatum* sind ja zweierlei Fruchtfleischzellen vorhanden, die einen mit, die anderen ohne Anthozyan im Zellsaft, die ersteren cytolysieren, die letzteren nicht; im osmotischen Wert unterscheiden sich hier beide Zellarten jedoch nicht. Die Schwierigkeit besteht allerdings darin, daß bei *Polygonatum officinale* von cytolysierenden Zellen und daraus frei werdenden Fruchtsaft — wie erwähnt — kaum etwas zu sehen ist.

Da somit auch jetzt noch keine definitive Entscheidung zu Gunsten der Hypertonie-Plasmolyse getroffen werden kann, so soll nochmals — speziell für den Fall von *Polygonatum officinale* — die Möglichkeit, daß doch Reizplasmolyse vorliegt, erörtert werden. In der letzten ausgezeichneten Zusammenfassung von Prat über Reizplasmolyse finden sich die einschlägigen Beobachtungen ausführlich dargelegt, es genügt hier darauf zu verweisen. Nur auf einen von Bokorny (1889) beschriebenen Vorgang sei etwas näher eingegangen. Bokorny beobachtete an Narbenpapillen von *Crocus vernus* bei Zusatz von Coffein (1 : 1000) zur Untersuchungsflüssigkeit den Eintritt von Plasmolyse. Es liegt hier sicherlich ein Fall von Reizplasmolyse vor, obwohl Bokorny diesen Ausdruck nicht gebraucht.

Dieser Fall ist sogar von besonderem Interesse, weil das chemische Agens, welches auslösend wirkt, genau definiert ist, was ja sonst bei der Reizplasmolyse meist nicht möglich ist. Reizplasmolyse bei Coffein-Einwirkung konnte Bokorny nur an den Narbenpapillen von *Crocus* beobachten, die viel häufigere Reaktion auf Coffein war dagegen bei recht verschiedenen Zelltypen Aggregation oder Vakuolenkontraktion. Bokorny setzt bewußt und wohl mit Recht die drei Reaktionsarten (Aggregation, Vakuolenkontraktion, Reizplasmolyse) ihrer Auslösung und Mechanik nach gleich. Es ist nun von Interesse, daß sich gerade in Fruchtfleischzellen alle diese Reaktionsarten finden, manchmal z. B. bei *Cornus mas*, in den Zellen ein und derselben Frucht. In großen, durch Anthozyan lichtrot gefärbten Zellen tritt hier meist Reizplasmolyse ein, in kleineren dunkelrot gefärbten subepidermalen Zellen Aggregation (Zellsaft-Entmischung) oder (seltener) Vakuolenkontraktion, in den eben-

falls dunkelrot gefärbten Epidermiszellen häufig Vakuolenkontraktion, seltener Aggregation. Diese Vorgänge treten hier als Folge der Präparation auf, können aber durch Coffein gefördert werden. Es sei ferner daran erinnert, daß ein besonders typischer Fall von Vakuolenkontraktion an den Fruchtfleischzellen von *Ligustrum vulgare* bekannt geworden ist (Weber 1925, Henner 1933); auch bei dieser Vakuolenkontraktion ist die Berührung mit Wasser der auslösende Faktor. Werden *Ligustrum*-Fruchtfleischzellen ohne Wasser, trocken unter das Deckglas gebracht, kommt fast niemals Vakuolenkontraktion zur Beobachtung. Auch die von Osterhout (1913) an den Haaren verschiedener Pflanzen beobachtete „Reizplasmolyse“ kam bei Berührung der Zellen mit einem ungewohntem Medium, nämlich mit destilliertem Wasser zustande. Andere auslösende Ursachen haben Vakuolenkontraktion und Reizplasmolyse ebenfalls gemeinsam. Prat (1934) findet für *Striatella*-Vitalfärbung als die beste Methode um Reizplasmolyse hervorzurufen und Weber (1930) findet dasselbe zur Veranlassung von Vakuolenkontraktion bei *Helodea*. Ebenso löst in den Fruchtfleischzellen von *Ilex aquifolium*-Vitalfärbung mit Neutralrot vielfach Vakuolenkontraktion aus. In diesem Zusammenhange sei schließlich noch auf die Inklusionbildung im Fleisch reifender oder nachreifender Früchte verwiesen, die vermutlich mit einer Vakuolenkontraktion in Beziehung steht (Weber 1934). Auch das gleichzeitige Auftreten von „Reizplasmolyse“ und Vakuolenkontraktion bei Zellen verschiedener Meeresalgen (Bünning 1935) spricht für die Beziehung, die zwischen diesen beiden zellphysiologischen Vorgängen besteht. Es scheinen daher die Vakuolenkontraktion sowie Vorgänge ähnlicher Art in Fruchtfleischzellen ziemlich häufig vorzukommen. Bei der vermuteten Verwandtschaft solcher Vorgänge mit der „Reizplasmolyse“ gewinnt aber wiederum die Annahme an Halt, daß es sich speziell in den Früchten nach dem Typus *Polygonatum* mit geringfügiger Cytolyse bei der Plasmolyse der Fruchtfleischzellen doch nicht um eine Hypertonie sondern um eine Reizplasmolyse handelt.

Die Frage nach der Mechanik der „Reizplasmolyse“ soll hier nur ganz kurz gestreift werden. Prat sieht in einer Permeabilitätserrhöhung, die zum Austritt von Zellsaft führt, die Ursache der Reizplasmolyse. Eine weitere Möglichkeit der Erklärung liegt darin, daß Flüssigkeit auch bei den kolloidchemischen Prozessen der Synaerese bzw. Koazervation frei werden kann. Auf diese Möglichkeit hat zuerst Gicklhorn (1930) und vor kurzem Weber (1935) eingehend hingewiesen. Schon viel früher hat Bokorny eine ähnliche Erklärung ins Auge gefaßt und er war es auch, der wohl als erster die Wesensähnlichkeit von Reizplasmolyse, Vakuolenkontraktion und Aggregation richtig erkannt hat. Gerade der Umstand, daß in Fruchtfleischzellen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
Autoplasmolyse, Vakuolenkontraktion sowie Aggregation anscheinend nicht selten vorkommen, spricht wohl dafür, daß die Plasmolyse in solchen Fruchtfleischzellen eben keine Hypertonie-, sondern ein Reizplasmolyse ist. Schließlich sei noch besonders hervorgehoben, daß möglicherweise beide Arten von Plasmolyse zusammenwirken können. Benecke (1900) hat in dieser Hinsicht eine sehr beachtenswerte Vorstellung entwickelt: „Am wahrscheinlichsten dünkt es mich, daß durch die genannten Reizmittel zunächst eine Depression des Turgors erzielt und dann durch das die Zellen umspülende Seewasser eine richtige Plasmolyse bewirkt wird.“ Diese „Depression des Turgors“ (Herabsetzung der wasserhaltenden Kraft) könnte durch Koazervation oder Synaerese bedingt sein.

### Zusammenfassung.

Die Frage, ob die Plasmolyse der Fruchtfleischzellen eine Hypertonie- oder Reizplasmolyse ist, kann derzeit nur in folgender Weise beantwortet werden:

Die Plasmolyse von Fruchtfleischzellen im eigenen „Fruchtsafte“ scheint bei verschiedenen Pflanzen verschiedener Natur zu sein. Bei Früchten mit weitgehend cytolysierten Zellen und reichlichem Fruchtsafte dürfte Hypertonie-Plasmolyse vorliegen. Bei Früchten, die mehlig werden, ohne viel Fruchtsaft zu entwickeln, scheint eher Reiz-Plasmolyse gegeben zu sein. Anstatt einer solchen Reiz-Plasmolyse kann auch Vakuolenkontraktion oder Aggregation auftreten. Alle diese Vorgänge stehen wahrscheinlich, mit einer Koazervation im Zellsaft im Zusammenhang.

### Literatur.

- Benecke, W., 1900: Über farblose Diatomeen der Kieler Förhde. Jahrb. wiss. Botanik **35**.
- Bokorny, Th., 1899: Über Aggregation. Jahrb. wiss. Botanik **20**.
- Bünning, E., 1935: Zellphysiologische Studien an Meeresalgen. Protoplasma **24**.
- Gahlen, K., 1934: Beiträge zur Physiologie der Blattzellen von *Helodea canadensis*. Protoplasma **22**.
- Gicklhorn, J., 1930: Vitalfärbung und Vakuolenkontraktion an Zellen mit stabilem Plasmaschaum. Protoplasma **9**.
- Henner, J., 1933: Untersuchungen über Spontankontraktion der Vakuolen. Protoplasma **21**.
- Küster, E., 1927: Über die Gewinnung nackter Protoplasten. Protoplasma **3**.  
— 1929: Pathologie der Pflanzenzelle. Berlin. Protoplasma-Monographien **3**.
- Meindl, T., 1934: Weitere Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des *Helodea*-Blattes. Protoplasma **21**.
- Moder, A., 1932: Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des *Helodea*-Blattes. Protoplasma **16**.
- Osterhout, W. J. V., 1913: Protoplasmic contractions resembling plasmolysis which are caused by pure distilled water. Botan. Gaz. **55**.
- Prat, S., 1934: Stimulation plasmolysis on marine algae. Acta adriatica. No. 4.
- Schütt, V., 1895: Die Peridineen der Plankton-Expedition. Kiel—Leipzig.
- Vries, H. de., 1877: Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung. Leipzig.
- Weber, F., 1925: Experimentelle Physiologie der Pflanzenzelle. Arch. exper. Zellforschung **2**.  
— 1930: Plasmolyse in verdünntem Gewebesaff. Protoplasma **8**.  
— 1934: Vakuolen-Kontraktion der Borraginaceen-Blütenzellen als Synaerese. Protoplasma **21**.  
— 1930: Vakuolen-Kontraktion vital gefärbter *Elodea*-Zellen. Protoplasma **9**.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Friedl

Artikel/Article: [Hypertonie-Plasmolyse oder Reiz-Plasmolyse? 123-131](#)