

Beide Arten variieren einigermaßen in der Kraft ihres Wuchses, der Richtung der Fruchtsiele und Größe der Früchte. Wenn Velenovsky von *V. apiculata* behauptet, daß sie dickere Stengel hat als *V. paniculata*, so ist dies keineswegs durchgreifend, denn es gibt auch sehr zarte Formen von ersterer und robuste von letzterer. Die Fruchtsiele der *V. apiculata* sind durchaus nicht immer der Traubenachse angedrückt, sondern oft auch ebenso weit abstehend, wie bei *V. paniculata* in der Regel. Die Früchte der *V. apiculata* sind im allgemeinen etwas größer, als die der *V. paniculata*, aber gleich diesen ziemlichlichen Schwankungen in der Größe unterworfen. *V. apiculata* ist schließlich auch in bezug auf die Dichtigkeit der Behaarung der oberirdischen Vegetationsorgane und die Länge der Haaräste recht veränderlich. Zwischen den dicht und lang behaarten Formen der Wüstengebiete — so Persien 5 — und locker- und kurzhaarigen, die der *V. paniculata* nahekommen, gibt es viele Übergänge. *Neslia hispanica* wird von Porta als „glaberrima“ beschrieben.

Eine sehr auffällige Form ist die von Kotschy bei Larnaka auf Zypern (1) gesammelte. Sie gehört zwar, der Form und Rippung der Früchte und der Behaarung der Stengel und Blätter nach, zu *V. apiculata*, unterscheidet sich aber von deren Typus und nähert sich hiedurch der *paniculata* durch das scharf abgesetzte, kurze und stielrunde Stielchen der Frucht.

Das Fadenziehen und die Viskosität des Protoplasmas.

Vorläufige Mitteilung von Friedl Weber.

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)

Bei der Plasmolyse pflanzlicher Zellen löst sich der Protoplast in vielen Fällen keineswegs glatt von der Zellmembran ab, er bleibt vielmehr mit dieser durch mehr oder weniger zahlreiche, zarte Plasmafäden, die sich dabei ausziehen, zunächst in Verbindung. Diese Fadenbildung ist schon lange bekannt und wiederholt beobachtet worden; zuletzt hat sie besonders eingehend Hecht (1912) studiert. Pringsheim (1854) bemerkt, das Abheben des Plasmaschlauches erfolge „wie die Loslösung einer klebrigen Substanz von einer Haut, an der sie bisher adhärierte, nämlich unter Fadenziehen. Chodat und Boubier (1898) schlossen aus der Fadenbildung auf eine klebrige Beschaffenheit der Hautschicht. Hecht (l. c.) erörtert eingehend die Gründe für das „Haftenbleiben von Plasma an der Zellwand bei Plasmolyse.“ Entweder handle es sich dabei um eine innige Wechselbeziehung, eine gegenseitige Verwachsung zwischen Zytoplasma und Zellwand oder aber die

Erscheinung könne durch die Konsistenz des Plasmas ihre Erklärung finden. „Diese würde eine starke Viskosität nicht nur der äußersten Plasmaschichten, sondern der gesamten Plasmamasse zur Voraussetzung haben, da die bloße Erscheinung der Adhäsion des Plasmas an der Membran wohl kaum als Erklärungsursache hinreichen würde.“ Er kommt schließlich — ohne eine definitive Entscheidung treffen zu können — zu dem Schluß, das Haftenbleiben des Protoplasmas an der Membran sei möglicherweise doch ausschließlich auf seine Viskosität und auf Adhäsion zurückzuführen.

Ist die Frage des Haftenbleibens (ob infolge der Adhäsion oder einer Verwachsung) auch noch nicht endgültig zu entscheiden, so kann doch die Erscheinung der Fadenbildung selbst nur als eine Äußerung eines bestimmten Kohäsions- und Viskositätsgrades der fadenziehenden Flüssigkeit Protoplasma verstanden werden. Demnach muß die Art und Weise der Fadenbildung — und auch des Zerreißen der ausgesponnenen Fäden — Rückschlüsse auf den Viskositätsgrad des Protoplasmas und die unter bestimmten Bedingungen erfolgenden Veränderungen des Viskositätsgrades gestatten. Es schien mir daher in der genauen Beobachtung dieser Fadenbildung ein neuer Weg und eine neue Methode¹⁾ gegeben um Aufschlüsse über Kohäsions- und Viskositätsänderungen des Protoplasmas zu erlangen. In dieser Vermutung findet man sich zunächst dadurch bestärkt, daß — wie aus gelegentlichen, bereits vorliegenden Angaben ersichtlich ist — das Fadenziehen des Zytoplasmas bei Plasmolyse unter verschiedenen Bedingungen in verschiedener Weise vor sich geht.

Gardiner (1884) hat beobachtet, daß bei einer stärkeren Konzentration seines Plasmolyticums (Kochsalz) das Protoplasma mit dickeren Strängen an der Wand haften bleibt, dagegen feinere Fäden gebildet werden bei verdünnteren Lösungen²⁾. Chodat und Boubier geben an, bei Steigerung der Konzentration des Plasmolytikums werde die Fadenbildung gefördert. Ganz besonders deutlich ausgeprägt fand dies Strasburger (1901) bei Einwirkung von Kalisalpeterlösung auf die Blätter von *Mnium affine*.

Bei 5–7% Kalisalpeterlösung hebt sich das Protoplasma langsam aber „mit glatten Umrissen“ von der Wand ab, bei 12% Lösungen rasch und mit schönster Fadenbildung, dieser Einfluß der Konzentration ist auch bei *Pteris*-Prothallien zu beobachten und bei höheren Pflanzen, so

¹⁾ Über die bisherigen Methoden der Viskositätsbestimmung des Protoplasmas siehe: Weber 1917, Heilbronn 1918, Heilbrunn 1920, Bayliss 1920, Seifriz 1920.

²⁾ Er führt die Wirkung der konzentrierten Lösungen auf eine teilweise Gerinnung des Protoplasmas zurück.

bei Blättern von *Viscum*, wo nur mit einer besonders hohen (20%) Lösung Fadenbildung konstant zu erzielen ist. Bei anderen Pflanzen wiederum soll sich ein Einfluß der Konzentration auf die Fadenbildung nicht erweisen lassen. Daß die Fadenbildung häufig erst bei Anwendung stärkerer plasmolysierender Lösungen eintritt, könnte nach Strasburger möglicherweise darin seinen Grund haben, daß die „viskose Eigenschaft“ erst durch diese Plasmolyticum-Konzentrationen bewirkt werde. „Also könnte Wasserentziehung die Viskosität der Hautschicht bedingen, bzw. das stärkere Anhaften dieser Hautschicht an der Zellwandung veranlassen.“ Strasburger hat demnach bereits an die Möglichkeit gedacht, daß Verschiedenheiten in der Plasmaviskosität in Verschiedenheiten in der Fadenbildung zum Ausdruck kommen könnten. In ähnlicher Weise dachte Hecht daran, das Ausbleiben der Fadenbildung bei einer zweiten Plasmolyse könnte auf einer durch Konsistenzveränderung der Plasmaoberfläche bedingten „geringeren Klebrigkeit“ beruhen¹⁾.

Ich habe mir zur Aufgabe gestellt, experimentell zu prüfen, inwiefern solche Möglichkeiten realisiert erscheinen. Zunächst sollte untersucht werden, wie sich die Fadenbildung, dann das Zerreißen der Fäden und überhaupt der ganze Plasmolysevorgang gestaltet unter dem Einfluß verschiedener Temperaturen, von Narkotica, verschiedener Salzlösungen usw.²⁾ Die gegebenenfalls beobachteten Unterschiede sollten Rückschlüsse auf die Viskositätsverhältnisse des Protoplasmas unter den gegebenen Bedingungen ermöglichen. Die Versuche sind noch keineswegs abgeschlossen und es soll diese vorläufige Mitteilung nur auf das hier gestellte Problem die Aufmerksamkeit lenken. Über die Versuchsergebnisse kann erst nach ihrem Abschlusse berichtet werden; nur auf die Frage über den Verlauf der Fadenbildung und des plasmolytischen Vorganges überhaupt unter dem Einfluß verschiedener Salzlösungen sei nochmals zurückgekommen. Es war naheliegend, zunächst mit Aluminiumsalzen zu operieren, da nach den Beobachtungen von Fluri (1909) durch diese die Plasmolysierbarkeit überhaupt aufgehoben wird, was nach Scüzs (1913) auf eine Erstarrung, d. h. also wohl auf eine gewaltige Viskositätssteigerung des Protoplasmas zurückzuführen ist³⁾. Fluri selbst hatte zwar bereits an die Möglichkeit einer „Erstarrung der Hautschicht im de Vriesschen Sinne“ gedacht, diese aber für seine Experimente verneint; das Argument, daß er in dieser Hinsicht anführt, ist keineswegs beweisend, denn die Erstarrung kann ja nach Auswaschen der Aluminiumsalze reversibel und muß keineswegs ein Kriterium bereits eingetretenen Todes sein. Es gibt

¹⁾ Auf eine physikalische Analyse des Begriffes „Klebrigkeit“ kann in dieser vorläufigen Mitteilung nicht eingegangen werden.

²⁾ Vergl. E. Küster, 1910, Zeitschr. f. Bot., 2, S. 689.

³⁾ Kratzmann (1914) schließt sich letzterer Deutung an.

doch schon de Vries (1885, p. 532) an, daß die Protoplasten während des Aufenthaltes in Kalisalpeter- oder Zuckerlösungen nur allmählich starrer werden, ein Prozeß, der zunächst noch — solange kein letaler Grad erreicht ist — den Eintritt der Deplasmolyse gestattet. Es wird also zur Analyse dieses Erstarrungs- i. e. Viskositätszunahmeprozesses¹⁾ besonderes Augenmerk darauf zu richten sein, in welcher Weise die Plasmolyse vor sich geht, wenn unter dem Einfluß von Aluminium- oder anderen Salzen die Viskositätssteigerung noch nicht so weit gediehen ist, daß das Abheben des Protoplasmas völlig unterbleibt. Tatsächlich ergab sich dann nach Beeinflussung durch Al -Ionen ein ganz anderes Bild der Plasmolyse als ohne solche Bewirkung.

Bezüglich des Einflusses von Salzen auf den Plasmolysevorgang ist ferner auf folgende interessante Beobachtung von Hansteen-Cranner (1919) hinzuweisen. Seine ultramikrophotographischen Aufnahmen zeigen die kontrahierten Zellkörper bei Plasmolyse mit 1 n KCl „durch zahllose feine viskose und leuchtende Drähte überall mit den Zellwänden verbunden“, bei Plasmolyse durch 1 n $CaCl_2$ aber die Oberfläche des Protoplasten „nach außen glatt und scharf begrenzt“. Hansteen-Cranner nimmt an: die K -Ionen verändern die peripheren Plasma-(lipoid)teile in visköser, die Ca -Ionen in fester Weise. Jedenfalls erhellt daraus, wie sehr — entsprechend obiger Vermutung — ein Studium des Fadenziehens zu bemerkenswerten Aufschlüssen führen dürfte. Diese Versuche Hansteens bekräftigen auch eindringlich die Mahnung Brenners (1920), zu Plasmolyseuntersuchungen „nicht reine Elektrolytlösungen, wie etwa KNO_3 “ zu gebrauchen, sondern genau balancierte Lösungen, da man bei „reinen Salzlösungen immer auf anormale Veränderungen der Plasmakolloide von seiten der Elektrolyten gefaßt sein muß!“ Diese Veränderungen werden jedenfalls u. a. in Viskositätssteigerungen zum Ausdruck kommen.

Daß der gesamte Plasmolysevorgang bei verschiedenem Viskositätsgrade der Protoplasten in verschiedener Weise vor sich gehen dürfte, liegt auf der Hand; insbesondere müssen sich solche Verschiedenheiten bei der grenzplasmolytischen Methode in unliebsamer Weise bemerkbar machen. Chodat und Boubier (1899) betonen „qu'il faut vaincre cette adhérence pour plasmolyser la cellule“. Bei der Überwindung dieses Widerstandes handelt es sich aber keineswegs ausschließlich um entgegenwirkende Adhäsionskräfte. Es hat ja Hecht gezeigt, daß — wenigstens in den von ihm untersuchten Fällen — sich das Proto-

¹⁾ Es sei darauf verwiesen, daß Heilbrunn (1915) bei See-Igel-Eiern durch hypertone Lösungen (bei Wasseraustritt) eine auffallende Viskositätserhöhung des Zytoplasmas erzielen konnte (allerdings auch bei Wassereintritt, nämlich in destilliertem Wasser).

plasma von der Wand selbst meist gar nicht überall löst, „sondern die gesamte Plasmaschicht zerreißt in sich“ und es bleibt an der Zellwand ein protoplasmatisches Netzwerk haften. Bei der diesem Zerreißungsprozeß vorangehenden „Dehnung“ des Protoplasten sowie bei dem sich daran anschließenden Fadenziehen spielen jedenfalls die Kohäsionsverhältnisse sowie die Widerstände gegen die Verschiebung der Plasmateilchen (also die Viskositätsverhältnisse) eine große Rolle. Ist die innere Reibung relativ gering, so wird sich der Protoplast auch relativ leicht abheben und kontrahieren, bei großer Konsistenz dagegen wird die Grenzplasmolyse nur schwer und verspätet eintreten. Höfler (1918) hat auf die „wichtige Fehlerquelle der grenzplasmolytischen Methode“ hingewiesen, die darauf beruht, daß „vielfach die Adhäsion des Protoplasmas an der Zellwand¹⁾“ den ersten Eintritt der Plasmolyse hindert. Es wird eben ein „osmotischer Überdruck“ (Höfler 1918, p. 21) von seiten der Außenlösung zur Überwindung dieser entgegenwirkenden Kräfte nötig sein.

Fitting (1915, p. 10) hat zuerst festgestellt, daß an ungewässerten Präparaten der plasmolytische Endzustand später erreicht wird als an vorher längere Zeit gewässerten. Höfler, der dasselbe beobachtete, sagt darüber folgendes (1918, p. 141): „An Schnitten, die vor dem Plasmolysieren gewässert wurden, erfolgt die Ablösung des Plasmas von der Zellwand viel leichter und wird schöne Endplasmolyse viel schneller erreicht als in ungewässerten Präparaten. Die Adhäsion scheint leicht überwunden zu werden... Bei Objekten, welche direkt plasmolysiert nur konkave Plasmolyse geben, kann man durch vorangehendes Einlegen in H_2O „schöne vollkommene Endplasmolyse“ erzielen.“ Vielleicht sind zur Erklärung dieses Phänomens — abgesehen von einer eventuellen Änderung der Adhäsion — auch veränderte Viskositätsverhältnisse heranzuziehen. Es ist recht wahrscheinlich, daß beim Wässern die Plasmaviskosität abnimmt, was den Eintritt der endgültig konvexen Plasmolyse erleichtern müßte; dagegen würde ihn eine Viskositäts-erhöhung erschweren oder unmöglich machen. Tatsächlich konnte ich an Moosblattzellen, die regelmäßig das nach Höfler (1918, p. 138) seltene Phänomen einer „eintretenden konvexen“ Plasmolyse zeigten, nach Vorbehandlung mit Aluminiumsalzlösungen beobachten, daß dann nur mehr konkave, also „imperfekte“ Plasmolyse eintritt, die aber in diesem Falle — auch wenn sie noch so sehr fortschreitet — niemals „perfekt“, d. i. konvex wird. Es ergibt sich da, infolge der Viskositäts-erhöhung, die Unmöglichkeit, die breiten Plasmastränge einzuziehen, und

¹⁾ Neben der Adhäsion leistet gewiß auch die Kohäsion und Viskosität des Protoplasmas einen Widerstand; nach Höfler (1918 a, pag. 433) ist im endplasmolysierten Zustand die Adhäsion des Plasmas an der Zellwand minimal.

das Bild der konkaven Endplasmolyse ist ein ganz eigenartiges (Krampfplasmolyse)¹⁾. Die Erstarrung bei solcher Krampfplasmolyse ist aber noch keineswegs so weit gediehen, daß nicht völlige Deplasmolyse zu erzielen wäre.

Fadenbildung des Protoplasmas kommt nicht nur bei Plasmolyse, wobei sie von der äußeren Hautschicht ausgeht, zur Beobachtung²⁾, Plasmafäden können sich auch von der Vakuolenhaut aus ziehen; so beobachtete Heilbronn (1912), daß Statolithenstärkekörner gelegentlich durch die Vakuole zu fallen vermögen. „Dies geschieht in der Weise, daß die Körner einen Plasmafaden hinter sich herziehen; es ist ein ähnliches Bild, wie das einer Spinne, die sich am frisch ausgesponnenen Faden abwärts fallen läßt.“ Interessanterweise gibt Heilbronn an, dieses innere Fadenziehen lasse sich an frischen Schnitten seltener, später dagegen häufiger beobachten. „Man hat den Eindruck, als habe sich die Viskosität des Plasmas verringert.“ In analoger Weise können auch Kristalle aus dem Zytoplasma in den Zellsaft Raum übertreten. A. Meyer (1920, p. 365) sagt darüber folgendes: „Dreht man die Zelle vertikal um 180°, so reißt der Kristall, umhüllt von Zytoplasma, los, fällt durch die Zellsaftvakuole und legt sich wieder auf den Zytoplasmawandbelag auf, mit dem sich die Zytoplasmahülle des Kristalls wieder verbinden kann.“ (*Tradescantia discolor*, Hypoderma der Blätter.) Auch dieses Loslösen der Kristalle vom Protoplasma belag muß je nach dem Viskositätsgrade³⁾ des letzteren verschieden leicht vor sich gehen. Eigene Untersuchungen über die Viskosität des Zellsaftes (1921) gaben mir Gelegenheit, die „Loslösungszeit“ bei verschiedenen Temperaturen zu messen. Unter Loslösungszeit wird die Zeit verstanden, die der Kristall braucht, um sich deutlich vom Protoplasma wandbelag abzuheben und in normale Sinkbewegung zu geraten. Diese Zeit nimmt — entsprechend der Viskositätszunahme — bei fallender Temperatur beträchtlich zu. Für bestimmte Calciumoxalat-Einzelkristalle in lebenden Stengelinternodiumzellen von *Callisa repens* ergeben sich z. B. folgende Werte:

1) Höfler, 1918, p. 154, verspricht sich vom näheren Studium abnormaler Plasmolyseformen „interessante Aufschlüsse in mehrfacher, auch protoplasma-mechanischer Beziehung“. Bei der Krampfplasmolyse dürfte es sich nicht um eine Übergangsstufe zum Tonoplastenstadium handeln; sie entspricht vielmehr am ehesten dem Aussehen nach einer normalen imperfekten, aber dabei in Wirklichkeit perfekten Plasmolyse.

2) Über das Fadenziehen des Protoplasmas von *Astorrhiza limicola* siehe Schultz, 1915.

3) Wenn hier und im vorhergehenden vornehmlich von den Viskositätsverhältnissen die Rede ist, so will damit nicht gesagt sein, daß nicht auch andere physikalische Konstanten dabei eine bedeutende Rolle spielen.

Temperatur	0°	10°	20°	30°	40°
Lösungszeiten in Sekunden	3	—	1	—	0·5
	3	—	1	0·5	—
	7·5	—	3·5	—	2·5
	3	—	2	—	—
	10	5	—	4	3
	7	3	—	2	—
	8	—	5	—	3
	6	5	4	3·5	—
	6	—	4	—	2
Q_{10}	1·84	1·25	1·55	1·33	

Die Lösungszeiten sind also bei höheren Temperaturen auffallend kürzer als bei niederen. Ein direkter Vergleich des Temperaturkoeffizienten Q_{10} dieser Zeiten mit dem für die Plasmaviskosität auf anderem Wege bereits ermittelten (Weber, 1916) ist nicht möglich; denn erstens ist die Lösungszeit wohl nicht ausschließlich durch die Reibungswiderstände bedingt — das ganze Phänomen ist ja physikalisch keineswegs leicht zu definieren — und zweitens gelten die gefundenen Werte für ganz verschiedene Pflanzen.

Plasmafäden sind auch die als Plasmodesmen bezeichneten Verbindungen benachbarter Protoplaste; im lebenden, normalen Zustande erscheinen sie als gerade homogene Fäden. Ihre Formveränderungen hat A. Meyer (1896) bei *Volvox*-Kugeln eingehend studiert. Wenn man *Volvox*-Kugeln durch einen schwachen Druck auf das Deckglas ein wenig schädigt, so verändert sich die Plasmaverbindung, „sie scheint sich etwas abzufachen, etwas zu quellen und schwächer lichtbrechend zu werden. Sie wird durch den Reiz anscheinend veranlaßt, mehr Wasser

aufzunehmen. Weiter gehen die Veränderungen in der Form der Plasmaverbindungen, wenn man die Kugel stärker drückt... Die ganze Masse der gequollenen Plasmaverbindungen scheint dann mehr und mehr den Gesetzen zu gehorchen, welche leblose Flüssigkeiten beherrschen. Man erhält Erscheinungen, wie sie bei jeder zähflüssigen Flüssigkeit zu beobachten sind, welche man in Wasser zu einem Faden ausgezogen hat.“ Kettig- und Tropfigwerden der Plasmaverbindungen¹⁾. Berthold (1886, p. 87) hat schon die Frage erörtert, welche physikalischen Kräfte bei der Formänderung und dem Zerfall der Protoplasmafäden in Betracht kommen. Die Zähigkeit tritt neben der Oberflächenspannung dabei in den Vordergrund²⁾. Insbesondere liegt nach Plateau der Grund für das Auftreten sekundärer und tertiärer Tröpfchen (besonders schön zu sehen bei Plasmolyse von Epidermiszellen der *Allium*-Zwiebelschuppen) darin, daß infolge der Reibungswiderstände die Flüssigkeit aus den mittleren Teilen des Fadens nicht mehr rasch genug abfließen kann.

Es müssen sich also auch durch das Studium der Deformation und des Zerfalls der ausgezogenen Protoplasmafäden Schlüsse auf die Viskosität und andere physikalische Eigenschaften des lebenden Protoplasmas ziehen lassen.

Graz, im März 1911.

Literatur.

- Bayliss, W. M., 1920, The properties of colloidal systems IV. Proc. roy. Soc., Ser. B., 91.
 Berthold, G., 1886, Studien über Protoplasma-mechanik. Leipzig.
 Brenner, W., 1920, Über die Wirkung von Neutralsalzen usw. Ber. deutsch. bot. Ges., 38.
 Chodat et Boubier, 1898, Sur la plasmolyse et la membrane plasmique. Journ. de Bot., 12.
 — — —, 1899, Sur la membran périplasmique. Ebenda, Bd. 13.
 Doflein, F., 1915, Änderungen des Aggregatzustandes im lebenden Protoplasma. Ber. Naturf. Ges. Freiburg, 21.
 — — —, 1916, Studien zur Naturgeschichte der Protozoen, VII. Zool. Jahrb., Anat. Abt., 39.
 Fitting, H., 1915, Unters. über die Aufnahme von Salzen usw. Jahrb. wiss. Bot., 56.
 Fluri, M., 1909, Der Einfluß von Aluminiumsalzen auf das Protoplasma. Flora, 99.
 Gardiner, W., 1884, On the continuity of the Protoplasm usw. Arb. bot. Inst. Würzburg, 3.

¹⁾ Es ist von Interesse, daß 1920 Bayliss Viskositätsänderungen des Protoplasmas bei elektrischer Reizung feststellen konnte.

²⁾ Vergl. auch Doflein, 1915/16.

- Hansteen-Cranner, B., 1919, Beiträge zur Physiologie der Zellwand usw. Ber. deutsch. bot. Ges., 37.
- Hecht, K., 1912, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Beitr. Biol. Pfl., 11.
- Heilbrunn, A., 1912, Über Plasmaströmungen usw. Ber. deutsch. bot. Ges., 30.
- —, 1918, Neue Methode zur Messung der Plasmaviskosität. Ebenda, 36, p. (5).¹⁾
- Heilbrunn, L. V., 1915, Studies in artificial parthenogenesis. Biological Bulletin, 29.
- —, 1920, The physical effect of anesthetics upon living protoplasm. Ebenda, 39.
- Höfler, K., 1918, Eine plasmolytisch-volumetrische Methode. Denkschr. Ak. Wien, 95.
- —, 1918, Über die Permeabilität der Stengelzellen usw. Ber. deutsch. bot. Ges., 36, p. 433.
- Kratzmann, E., 1914, Zur physiol. Wirkungen der Aluminiumsalze auf die Pflanze. Sitzb. Ak. Wien, 123.
- Meyer, A., Die Plasmaverbindungen und die Membranen von *Volvox*, Bot. Ztg., 54.
- —, 1920, Analyse der Zelle. Jena.
- Pringsheim, N., 1854, Bau und Bildung der Pflanzenzelle. Berlin.
- Schulz, E., 1915, Die Hyle des Lebens, Arch. f. Entw. Mech., 14, u. Compt. rend. Soc. Biologie, 78.
- Seifriz, W., 1920, Viscosity values of protoplasm. Botanical Gazette, 70.
- Strasburger, E., 1901, Über Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Jahrb. wiss. Bot., 30.
- Szücs, J., 1913, Über charakter. Wirkungen des Aluminiumions usw. Ebenda, 52.
- Vries, H. de, 1885, Plasmolytische Studien usw. Jahrb. wiss. Botanik, 16.
- Weber, F., 1916, Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. Ber. deutsch. bot. Ges., 34.
- —, 1917, Die Plasmaviskosität pflanzlicher Zellen. Ztschr. allgem. Physiologie, 18.
- —, 1921, Die Zellsaftviskosität lebender Pflanzenzellen. Ber. deutsch. bot. Ges., 39.

Floristische Mitteilungen aus den Alpen.

II. *Campanula barbata* × *glomerata*¹⁾.

Von Fritz von Wettstein (Berlin-Dahlem).

(Mit einer Textabbildung.)

Bei dem seltenen Vorkommen von Hybriden innerhalb der Gattung *Campanula* dürfte die Veröffentlichung einer solchen, bisher unbekannten Type, die ich im Sommer 1920 in Tirol aufgefunden habe, von einigem Interesse sein. In Gesellschaft vieler Exemplare von *Campanula barbata* L. fand sich die hier abgebildete abweichende Pflanze, die in vielen Merkmalen dem einen Elter *C. barbata* L. ähnlich ist, einzelne aber in ausgeprägter Form von dem anderen Elter aufweist, als welches nur *C. glomerata* L. in Betracht kommen kann.

Die Pflanze hat folgende Merkmale von *C. barbata* L.: Blätter entferntstehend, besonders an den Nerven schwach kraus behaart. Blüten

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift, Jahrg. LXVIII (1919), S. 293–296.