

W. West und G. S. West, New American Algae. (Journ. of Bot., 33., 1895, p. 52.)

N. Wille, Bidrag til kundskaben om Norges Ferskvandsalger. I. Smaalenenes Chlorophyllophyceer. (Forh. Vid.-Selsk. Christiana, 1880, Nr. 11)

N. Wille in Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, Nachträge zu Teil I, 2. Abt., 1909, p. 71.

Über das Vorkommen spindelförmiger Eiweißkörper bei *Opuntia*.

Von stud. phil. Josef Gicklhorn, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität, Nr. 49 der 2. Folge.

(Mit 2 Textfiguren.)

Über das Auftreten von geformten Eiweißkörpern in pflanzlichen Zellen liegt in der Literatur eine große Zahl von Angaben vor¹⁾. Nach Ausbildung geeigneter Fixierungs- und Färbemethoden²⁾ konnte die weite Verbreitung von Proteinkristalloiden bei Algen, Pilzen und in den verschiedenen Organen der Samenpflanzen festgestellt werden, wobei die mannigfachsten Formen — Würfel, Oktaëder, dünne Blättchen, nadel-förmige oder kugelige Bildungen innerhalb des Kernes, der Chromatophoren, im Plasma oder auch Zellsaft sich vorfinden. Während es sich aber in allen diesen Angaben um Proteinkörper einer mehr oder minder deutlich ausgeprägten Kristallgestalt handelt, sind auch Beispiele bekannt geworden, wo spindel-, ring-, faden- oder peitschenartige Formen ausgebildet sind.

Die erste diesbezügliche Angabe stammt von Molisch³⁾, der solche Formen in der Epidermis und den angrenzenden Zellschichten in den Laubsprossen verschiedener *Epiphyllum*-Arten vorfand und auf Grund mikrochemischer Untersuchungen die Eiweißnatur dieser Inhaltskörper darlegen konnte.

Seither sind nur wenige weitere Beispiele bekannt geworden; insgesamt sind folgende Fälle beschrieben⁴⁾:

Monokotyledonen.

In der Familie der *Amaryllidaceae* bei *Tecophylaea cyanocrocus*⁵⁾;

¹⁾ Diesbezügliche Literaturangaben hat Giuseppe Amadei in seiner Abhandlung „Über spindelförmige Eiweißkörper in der Familie der Balsamineen“, Bot. Zentralbl., LXXIII. Bd., 1898, pag. 1, ferner Ad. Sperlich, „Die Zellkernkristalloide von *Alectorolophus*“, Beihefte zum Bot. Zentralbl., XXI, 1906, zusammengestellt.

²⁾ Zimmermann: Botanische Mikrotechnik, Tübingen, 1892.

³⁾ Molisch H.: Über merkwürdig geformte Proteinkörper in den Zweigen von *Epiphyllum*. Berichte d. D. bot. Gesellschaft, Bd. III, 1885.

⁴⁾ Amadei, l. c., pag. 39.

⁵⁾ Wakker J. H.: Ein neuer Inhaltskörper der Pflanzenzelle. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot., Bd. XXIII, 1892.

Wakker, der Molischs Arbeit unberücksichtigt gelassen, war der Meinung, einen neuen Inhaltskörper entdeckt zu haben, den er „Rhabdoid“ nannte. Es handelt sich aber nur um die Angabe über ein neues Vorkommen bei der genannten *Tecophylaea cyanocrocus*. Siehe Molisch: Bemerkung zu Wakkers Arbeit Ein neuer Inhaltskörper der Pflanzenzelle. Ber. d. D. bot. Gesellsch., Bd. IX, 1891.

in der Familie der *Iridaceae* bei *Sisyrinchium Bermudiana*¹⁾;
in der Familie der *Orchidaceae* bei *Oncidium microchilum* und
*Vanda furva*²⁾.

Dikotyledonen.

In der Familie der *Euphorbiaceae* bei *Euphorbia trigona* und
*E. splendens*³⁾;

in der Familie der *Balsaminaceae* bei einigen *Impatiens*-Arten⁴⁾;
in der Familie der *Cactaceae* bei *Epiphyllum*-Arten⁵⁾ und *Opuntia*
*virens*⁶⁾.

Außerdem hat Heinricher⁷⁾ in den Rhizomen von *Nepenthes*
melamphora Eiweißspindeln beobachtet, und Mikosch⁸⁾ berichtet über
ihr Auftreten in den Laubblättern der *Peireskia*-Unterlage, wobei die
Spindeln angeblich erst nach Aufpfropfung von *Epiphyllum* gefunden
wurden. Bei Sporenpflanzen wurden ausgesprochene Spindelformen noch
nicht beobachtet.

Diese Zusammenstellung soll zeigen, daß das Vorkommen solcher
Proteinspindeln verhältnismäßig selten ist und eine Notiz über ein neues
Vorkommen vielleicht einiges Interesse hat.

Da ich gelegentlich einer anatomischen Untersuchung von *Opuntia*
missouriensis schön ausgebildete Proteinspindeln beobachten konnte und,
wie erwähnt, in der Literatur nur die kurze Notiz von Leitgeb über
ein Vorkommen bei *Opuntia virens* vorfand, prüfte ich darauf hin eine
größere Zahl von Arten, um mich über den Bau, die Verteilung in
den Geweben und die Verbreitung bei verschiedenen Arten
zu orientieren.

Die Ergebnisse sollen an *Opuntia monacantha* als einem typischen
Beispiel kurz dargelegt sein.

Ein Querschnitt durch eines der jüngeren, bei dieser Form ziemlich
stark flach gedrückten Glieder liefert bezüglich der anatomischen Ver-
hältnisse folgendes Situationsbild:

Unterhalb der niedrigen Epidermis, die bei älteren Gliedern durch
ein Periderm ersetzt wird, liegt ein mehrere Zelllagen starkes Kollenchym,
dessen Zellen außerordentlich starkwandig sind, eine schöne Tüpfelung
aufweisen und in ihrem Zusammenhang nur durch die langgestreckten
Atemhöhlen („Atemschlote“) unterbrochen sind. Oft findet man die
Atemhöhlen thylloid verstopft, wobei die Verstopfung nach den Unter-

1) Dufour: Notices microchimiques sur le tissu épidermique des végétaux.
Bull. d. Soc. Vaudoise d. sciences nat., Séries III, pag. 94.

2) Mikosch C.: Über ein neues Vorkommen geformten Eiweißes. Berichte
d. D. bot. Ges., Bd. VIII., pag. 33.

3) Leitgeb: Über Sphärite, Mitteil. aus d. bot. Inst. zu Graz, 1888, pag. 315.
Heinricher in dem Leitgeb gewidmeten Nekrolog: Mitteil. d. naturw. Ver.
f. Steiermark, 1888, pag. 168.

4) Amadej, l. c.

5) Molisch, l. c.

6) Mitteilungen d. naturw. Vereins f. Steiermark, 1888, pag. 168.

7) Heinricher: Zur Biologie von *Nepenthes*, speziell der javanischen *N. me-*
lamphora, Annales du jardin d. Buitenzorg, 1906, Vol. V, 2. série, pag. 282.

8) Mikosch C.: Über den Einfluß des Reises auf die Unterlage, Wiesner-
Festschrift, 1908, pag. 280.

suchungen von Bukvić¹⁾ teils von den Mesophyllzellen, teils von den Nebenzellen des Spaltöffnungsapparates oder von beiden zugleich ausgehen kann.

Diesen Angaben möchte ich hinzufügen, daß ich die gleiche Art thylloider Verstopfung bei vielen anderen Formen vorfand, die Bukvić nicht untersuchte. Es dürfte sich also hier um eine auch unter „normalen“ Verhältnissen verbreitete Erscheinung handeln, was im Hinblick auf Heinrichers Angabe über „die sekundär eintretende Verstopfung der Atemhöhlen, bzw. des Atemschlotes innerhalb des Knorpelkollenchyms“ erwähnt sein möge²⁾.

Auf dieses Hypoderma folgt eine mächtige, chlorophyllführende Schichte von nur wenig gestreckten oder kugeligen Rindenparenchymzellen unter die, namentlich nach innen hin, bereits Schleimzellen eingestreut sind, die durch ihre starke Lichtbrechung sich abheben.

Daran schließt sich der Gefäßbündelring, dessen einzelne Bündel³⁾ namentlich in jüngeren Gliedern weit voneinander abstehen, und den innersten Teil eines Gliedes nehmen außerordentlich saftreiche, lockere Parenchymzellen ein, unter die in großer Zahl die erwähnten „Schleimzellen“ verteilt sind.

Was nun die Verteilung der Proteinspindeln in diesen Geweben betrifft, so finden sie sich vorwiegend in den gegen die Mitte gelegenen Rindenparenchymzellen, spärlicher in den äußersten, an das Kollenchym grenzenden Zellagen, bei der genannten *Opuntia monacantha* wieder in großer Zahl in den innerhalb des Gefäßbündelringes gelegenen Zellen. Bei anderen *Opuntia*-Arten ist aber das Auftreten in der letztgenannten Gewebepartie nur ein sporadisches. An einem Querschnitt sind die Spindeln bereits bei schwacher Vergrößerung (80×) durch ihre vom Zellinhalt abweichende Lichtbrechung auffallend und außerdem durch ihre Lagerung kenntlich.

An dicken, frischen Schnitten, die mehrere Lagen unverletzter Zellen zeigen, findet man eine ausgesprochene Orientierung, die Längsachse der Spindel senkrecht oder nur um wenig davon abweichend zur Oberfläche des Stengelgliedes gerichtet (Fig. 1). Aus diesem Grunde übersieht man sie leicht in Tangential-schnitten, wo man sie in dünnen Schnitten anschneidet oder herausreißt, und die Spindeln in der Untersuchungsflüssigkeit (Wasser) nach kurzer Zeit durchscheinend werden und verquellen.

¹⁾ Bukvić Novak: „Die thylloiden Verstopfungen der Spaltöffnungen und ihre Beziehungen zur Korkbildung bei den Cactaceen.“ Österr. bot. Zeitschrift, Bd. LXII, 1912; ferner Heinricher E.: „Über Versuche, die Mistel (*Viscum album*) auf monokotylen und sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen.“ Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Bd. CXXI, 1912.

²⁾ Heinricher, l. c., pag. 22 des Separatums.

³⁾ Bei allen untersuchten *Opuntia*-Arten fand ich neben dem Gefäßbündel an den Siebteil grenzend einen mächtigen Interzellulargang, der vollgepfropft ist mit dem verschleimten Inhalt thylloid abgeschnürter Parenchymzellen.

Über die Art dieser thylloiden Bildungen und über einige anatomische Besonderheiten, die gelegentlich vorliegender Untersuchungen sich ergaben, soll in einer anderen Mitteilung über thylloide Verstopfungen von Interzellularräumen berichtet werden.

Bezüglich der Verteilung im ganzen Gliede kann man sich an einer größeren Zahl von Querschnitten überzeugen, daß die Spindeln ungleichmäßig verbreitet sind. Der basale Teil, ebenso der um die Spitze gelegene, ferner die rudimentären Blattanlagen, die ja bei den Kakteen bald abgestoßen werden, enthalten nur sehr wenige, die Blattanlagen meist überhaupt keine Spindeln. Die größte Zahl findet sich in der mittleren Partie des Stengelgliedes, aber auch hier ist die Verteilung unregelmäßig „inselartig“, wie bereits Molisch für *Epiphyllum* angibt.

Mit Rücksicht auf die Verbreitung der Spindeln bei den einzelnen Arten hat es sich herausgestellt, daß alle hier angegebenen und wahrscheinlich auch andere nicht weiter untersuchte Formen durch den Besitz von Proteinspindeln ausgezeichnet sind. Einzelne Arten enthalten unter günstigen Umständen außerordentlich viel, andere Formen dagegen anscheinend nur wenig, was allerdings auch durch die Lebensbedingungen verursacht sein kann¹⁾. Bei einzelnen der hier angeführten Formen finden sich dann in einem Schnitt, der viele Hunderte von Zellen enthält, oft nur 10—30 spindelführende Zellen.

Untersucht wurden folgende, den verschiedensten Sektionen angehörige Arten:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Opuntia missouriensis</i> , | 9. <i>Opuntia cylindrica</i> , |
| 2. „ <i>monacantha</i> , | 10. „ <i>grandis</i> , |
| 3. „ <i>cananchica</i> , | 11. „ <i>haematocarpa</i> , |
| 4. „ <i>filipendula</i> , | 12. „ <i>robusta</i> , |
| 5. „ <i>Engelmannii</i> , | 13. „ <i>spirocentra</i> , |
| 6. „ <i>Raffinesquii</i> , | 14. „ <i>fragilis</i> , |
| 7. „ <i>vulgaris</i> , | 15. „ <i>maxima</i> . |
| 8. „ <i>microdasys</i> , | |

Dabei sind die unter Nummer 2, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 15 angeführten Arten besonders reich an den genannten Proteinspindeln.

Was den Bau und die Form dieser Inhaltskörper bei den Opuntien (vgl. Fig. 2) betrifft, so überwiegen ganz bedeutend ausgesprochene Spindelformen entweder schmale, langgestreckte oder dicke und dabei stumpfe Gestalten, die Spindeln oft halbmondförmig gekrümmt. Spärlicher sind schon peitschenartige Bildungen oder Fäden; Ringe, wie sie bei *Epiphyllum* vorkommen und wie Molisch sie beschreibt

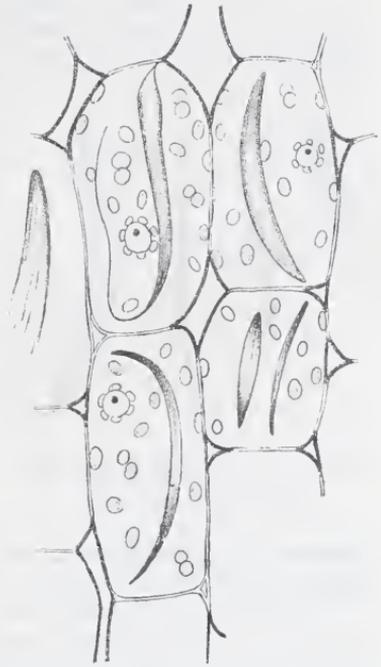


Fig. 1. Querschnitt durch ein junges Glied von *Opuntia monacantha* mit orientierten Proteinspindeln. Vergr. 180.

²⁾ Vgl. S. 13.

und abbildet, konnte ich bei meinen Untersuchungsobjekten nie beobachten.

Was den Bau der einzelnen Spindel betrifft, gilt das gleiche wie es für andere Fälle beschrieben wurde: Die Spindel ist entweder homogen oder weist eine deutliche fibrilläre Struktur auf, welche namentlich dann, wenn man durch einen leichten Druck auf das Deckglas die Zellen quetscht, hervortritt. Man bemerkt dann oft Fäden, wo das eine Ende wie aufgefranst aussieht, oder die ganze Spindel in einzelne Fäden zerfällt.

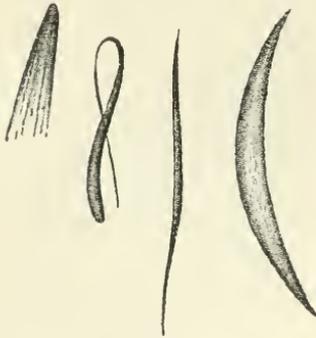


Fig. 2. Einzelne Formen von Proteinspindeln. Vergr. 230.

Unter gekreuzten Nikols tritt bei manchen Spindeln schwaches Aufleuchten ein, das zum Teil auf die Struktur, zum Teil auf Spannungsunterschiede innerhalb der Spindel zurückzuführen sein dürfte. Für letzteren Punkt spricht auch das Vorkommen von Spindeln, die wie torziert aussehen.

Über Verhalten der Spindeln chemischen Reagentien gegenüber möge nur folgendes hervorgehoben sein:

1. Alle als mikrochemisch angegebenen Eiweißreaktionen, mit der entsprechenden Vorsicht durchgeführt, liefern positive Resultate.

2. HCl, H₂SO₄, CH₃, COOH, HNO₃ lösen die Spindeln allmählich auf, HCl verhältnismäßig leicht, die übrigen angegebenen Säuren in abnehmender Stärke, HNO₃ bewirkt zwar eine Formveränderung, löst aber erst nach sehr langer Dauer der Einwirkung (tagelang) die Spindeln.

3. In H₂O erfolgt nach langem Liegen eine Deformierung, die Spindeln ballen sich zu Kugeln zusammen; bei Anwendung von heißem Wasser tritt außerdem eine Änderung in den Löslichkeitsverhältnissen ein, indem sie gegen die Einwirkung von Säuren oder Alkalien viel resistenter werden.

4. Zusatz von KOH, NH₃ in konzentrierter oder verdünnter Form bewirkt ein augenblickliches, starkes Aufquellen, ohne daß eine sofortige Lösung eintritt.

5. Bei Anwendung von Alkohol bleiben die Spindeln teilweise erhalten, teilweise lösen sie sich, ein Verhalten, wie es Mikosch¹⁾ für die Spindeln von *Oncidium microchilum* angibt.

6. In Glycerin lösen sich die Spindeln nach einigen Tagen, nachdem sie vorher zu Kugeln schrumpften und durchscheinend wurden. Dauerpräparate können daher nach der üblichen Methode nicht hergestellt werden, sondern erfordern eine besondere Vorbehandlung²⁾.

Über die Bedeutung der Proteinspindeln für die Pflanze hat Molisch die Vermutung ausgesprochen, daß es sich hier um Reservestoffe handeln dürfte, während Chmielewsky³⁾ sie für Exkrete hält. Die

¹⁾ Mikosch, l. c., pag. 36.

²⁾ Zimmermann: Botanische Mikrotechnik. Tübingen, 1892.

³⁾ Chmielewsky: Einige Bemerkungen über die von Molisch beschriebenen Proteinkörper in den Zweigen von *Epiphyllum*. Bot. Zentralbl., 1887.

Vermutung des ersteren dürfte wohl zu recht bestehen, denn obwohl Untersuchungen über die physiologischen Bedingungen der Entstehung und Wandlung der Proteinspindeln nicht durchgeführt sind, deuten doch viele Umstände auf eine Bestimmung als Reservestoff hin.

Das oft massenhafte Auftreten in wachsenden Organen, das Fehlen von Proteinspindeln in älteren Teilen, ebenso in allerjüngsten Gewebepartien der Organe, das Verschwinden in der Pflanze unter ungünstigen Verhältnissen, die Lokalisation innerhalb chlorophyllführender Gewebe oder das auffällige Auftreten in der Nähe des Siebteils der Leitstränge¹⁾ — sind Gründe genug, um die Meinung, daß es sich um Reservestoffe handelt, zu rechtfertigen.

Dafür spricht auch folgende Beobachtung: Die vorliegenden Untersuchungen wurden zu verschiedenen Zeiten im vergangenen Sommer durchgeführt und vor kurzem neuerlich kontrolliert. In den Gewächshauspflanzen des pflanzenphysiologischen Institutes, wo die Opuntien im Kalthaus bei niedriger Temperatur und ungünstiger Beleuchtung stehen, konnten auch in jenen Exemplaren, die früher der Untersuchung gedient hatten, keine Spindeln gefunden werden. Da die Assimilation nur sehr gering gewesen sein dürfte, neue Sprosse aber doch gebildet werden, wäre bei der Annahme, daß es sich um Reservestoffe handelt, das Fehlen der Spindeln erklärt.

Als ich mir neuerdings Material aus dem botanischen Garten der Wiener Universität beschaffte, das in einem eigenen Kakteenhaus unter günstigen Bedingungen gezogen wird, konnte ich die früheren Beobachtungen bestätigen, wenn auch bei einzelnen Arten nur außerordentlich wenige Proteinspindeln gefunden wurden.

Das Vergleichsmaterial von Opuntien, die auch jetzt noch im Freiland stehen und überwintern, war vollständig frei von den genannten Inhaltskörpern.

Über *Hypericum maculatum* Cr. \times *perforatum* L. und *H. Desetangii* Lamotte²⁾.

Von Dr. Anton Fröhlich (Graz).

Gelegentlich meines Sommeraufenthaltes in Villach in den Jahren 1911 und 1912 suchte ich auch in Kärnten nach denjenigen *Hypericum*-Formen, welche ich in Mittelsteiermark so reichlich zu beobachten Gelegenheit hatte, Formen wie *H. maculatum* Cr. subsp. *obtusiusculum* (Tourlet) Hayek³⁾, *H. maculatum* \times *perforatum* etc.

Dabei ergab es sich, daß ich einen Teil der bei Graz beobachteten Formen, namentlich die genannte Unterart von *H. maculatum*, trotz

¹⁾ Amadei, l. c., pag. 41.

²⁾ Diese Abhandlung enthält Ergänzungen und Berichtigungen zu meiner Arbeit: „Der Formenkreis der Arten *H. perforatum* L., *H. maculatum* Cr. und *H. acutum* Mch., nebst deren Zwischenformen innerhalb des Gebietes von Europa.“ (Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXX, Abt. I, Mai 1911.)

³⁾ A. v. Hayek, fl. stir. exsicc., 24. Lief., 1912, Nr. 1198; *H. maculatum* Cr subsp. *erosum* (Schinz) Fröhlich, l. c., p. 46 (550).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [063](#)

Autor(en)/Author(s): Gicklhorn Josef

Artikel/Article: [Über das Vorkommen spindelförmiger Eiweißkörper bei Opuntia. 8-13](#)