Chaetomorpha Ktz., *Binuclearia* Wittr., *Rhizoclonium* Ktz., ? *Confervites* Brong., *Dictyothele* Bzi, *Urospora* Aresch.

II. Subfam. *Cladophoraceae* Wittr.

Gen. *Cladophora* Ktz. ampl. ? *Chloropteris* Mont., *Periphlegmatium* Ktz., *Gongrosira* Ktz. exp.

III. Subfam. *Pithophoraceae* Wittr.

Gen. *Pithophora* Wittr.

C. Cellulae vegetativae multinucleatae.

Familia septima: *Sphaeropleaceae* (Ktz.) Cohn.

Gen. *Sphaeroplea* Ag.

Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern

unter besonderer Berücksichtigung des Gerbstoffes.

Von **Ernst Schulz.**

(Mit Tafel IV.)

Einleitung.

Immergrüne Blätter sind solche, welche im Minimum zwei Vegetationsperioden d. h. zwei Sommer und einen zwischen diesen liegenden Winter an der sie tragenden Pflanze ausdauern und diese Zeit über in Lebensthätigkeit verbleiben. Im Maximum geht diese Lebensdauer bis zu zehn Jahren und darüber. Das letztere gilt von den Coniferen, bei denen die Blätter mit breiter Basis eingefügt sind, wie z. B. von *Araucaria imbricata.*[1]) Dazwischen kommen alle Uebergänge vor. So ist bei den meisten Coniferen, hauptsächlich bei denen, welche mit schmaler Basis eingefügte Blätter besitzen, zu beobachten, dass die Blätter gewöhnlich nur eine Lebensdauer von vier oder fünf Jahren erreichen, dann absterben und abgeworfen werden. Die immergrünen Blätter stehen hierdurch in einem charakteristischen Gegensatz zu dem fallenden Laub d. h. zu den Blättern, welche während nur einer Vegetationsperiode funktionieren und am Schlusse derselben im Herbst abfallen. Bei dem Absterben des fallenden Laubes gehen nach Sachs[2])

---

[1]) Conf. A. W. Eichler, Coniferae in: „Die natürlichen Pflanzenfamilien, herausgegeben von A. Engler und K. Prantl."

[2]) Sachs, Die Entleerung der Blätter im Herbst. Flora 1863, Seite 200.

die wertvollen, in einer ferneren Vegetationsperiode noch verwendbaren Substanzen in die ausdauernden Teile der betreffenden Pflanze über, bevor die Ablösung eintritt, so dass nur das entleerte Zellgerüst des Blattes abgeworfen wird. Sachs hat hierbei hauptsächlich die Stärke und das Plasma im Auge und nimmt keine Rücksicht auf den Gerbstoff, denn diesen hält er, wie es zum Teil ja auch ist, für ein nutzloses Exkret. Dass seine Behauptung aber auch in Bezug auf den Gerbstoff richtig ist, geht aus den Untersuchungen Westermaier's[3]) hervor, welcher zeigt, dass im allgemeinen der Gerbstoffgehalt der Pallisadenzellen und des Blattgewebes überhaupt vor dem Abfall der Blätter durch Auswanderung in den Stamm eine Verminderung erfährt, wenn auch eine vollständige Entleerung selten eintritt.

Ueber das Verhalten immergrüner Blätter beim Eintreten der Vegetationsruhe finden sich in der Litteratur nur Andeutungen. Sachs[4]) spricht in seinem Lehrbuch davon, dass auch assimilierende Zellen als Reservestoffbehälter dienen können, wobei er als Beispiel die Blätter immergrüner Pflanzen anführt, aber weder hierauf bezügliche Untersuchungen mitteilt, noch auf solche verweist. Im übrigen erscheint diese Angabe eingeschränkt durch den Wortlaut einer anderen desselben Autors[5]), in welcher er ein solches Verhalten nur als möglich hinstellt. Er sagt dort wörtlich „bei den Pflanzen mit ausdauernden Blättern ‚mag' wohl auch die im Chlorophyll derselben enthaltene Stärke für das folgende Jahr aufbewahrt werden". Mit den Sachs'schen Angaben steht nun eine Mitteilung Haberlandt's[6]) in Widerspruch, welcher als allgemein zutreffend behauptet, dass die ausdauernden Blätter keine Stärke enthalten. Haberlandt sagt wörtlich: „Die Stärke verschwindet Ende October, um im März zu erscheinen". Er

---

[3]) Westermaier, Zur physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzen. Sitzungsberichte der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1885. Seite 3, 4, 5 des Separatabdruckes.

[4]) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 1874. Seite 675.

[5]) Sachs, Mikrochemische Untersuchungen. Flora 1862. Seite 300.

[6]) Haberlandt, Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. Referat von Haberlandt in: Just, Jahresberichte. 1876. Seite 896.

Es sei bemerkt, dass in dieser Abhandlung der Ausdruck „ausdauernd" dasselbe bedeutet wie „immergrün"; denn die Beobachtungen sind angestellt an *Thuja, Mahonia, Hedera* etc.

schränkt dies aber wieder ein, wenn er an anderer Stelle[7]) berichtet, dass in dem Assimilationsgewebe während der Vegetationsruhe Stärkekörner nachweisbar sind.

Die vorstehenden spärlichen und sich teils widersprechenden Angaben lassen die Frage nach dem Zustand der immergrünen Blätter während der Vegetationsruhe, ob sie entleert sind, oder ob sie wie andere ausdauernde Organe, resp. Blätter, z. B. die Blätter der Tulpenzwiebel[8]), in ihren Geweben Reservestoffe gespeichert enthalten, als eine noch offene erscheinen. Bei den Mängeln der mikrochemischen Methoden ist es zwar nicht möglich, hierauf eine gänzlich befriedigende und die Sache vollständig erschöpfende Antwort zu erteilen, es soll aber in der nachstehenden Arbeit versucht werden, wenigstens einen Beitrag zur Lösung dieser Frage zu liefern.

I. Allgemeiner Teil.

1. Methodisches.

Die nicht geringe Anzahl der mikrochemischen Methoden und die Unsicherheit und Unvollkommenheit sehr vieler derselben lassen es am Platze erscheinen, an mehrere der bei den nachstehenden Untersuchungen benutzten einige Bemerkungen zu knüpfen.

Zur Unterscheidung des fetten Oels vom ätherischen war mir im allgemeinen das Verhalten gegen kalten Alkohol und gegen Osmiumsäure massgebend. Fettes Oel ist in kaltem Alkohol nur langsam, wenigstens langsamer als ätherisches Oel, löslich und färbt sich bei Behandlung mit Osmiumsäure dunkel durch Reduktion von schwarzem Osmium. Obgleich es von grösster Wichtigkeit ist zu entscheiden, ob ein im Lumen einer Zelle befindlicher Körper aus ätherischem Oel d. h. aus einem Stoff, dem durchaus keine ernährungsphysiologische Bedeutung zukommt, oder aus fettem Oel, also einer der Stärke in jeder Beziehung gleichwertigen Substanz, besteht, ist es

---

[7]) Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsheim, Jahrbücher, Band XIII, Seite 182.

[8]) Sachs, Lehrbuch der Botanik, 1874. Seite 685.

bei dem jetzigen Stande der Mikrochemie nicht immer möglich, zu einem sicheren Resultat zu kommen, da auch die Reaktion mit Osmiumsäure undeutlich wird, sobald die betreffenden Zellen Gerbstoff enthalten. Es tritt dann meist eine sehr energische Schwarzfärbung des ganzen Zellinhaltes ein. Wenn Poulsen[9]) behauptet, dass fettes Oel im Gegensatz zu den ätherischen in kaltem Alkohol unlöslich ist und so mit Hilfe des Verhaltens zum Alkohol zwischen fetten und flüchtigen Oelen unterschieden werden kann, so muss dem entgegengehalten werden, dass diese Angabe keineswegs stichhaltig ist. Stellt man sich eine Emulsion von fettem Oel — es wurde Leinöl und Provenceröl dazu benutzt — in Wasser auf dem Objektträger her, setzt auf der einen Seite des Deckgläschens in demselben Masse absoluten Alkohol hinzu, wie man ihn auf der anderen Seite vermittelst Fliesspapier aufsaugt, so ist zu bemerken, dass sich die Fetttröpfchen der Emulsion, wenn auch erst nach längerer Zeit, dann aber ziemlich schnell auflösen. Dasselbe Resultat ergiebt sich, wenn man Querschnitte ölhaltiger Samen — es wurde Raps benutzt — auf dem Objektträger in der angegebenen Weise mit absolutem Alkohol behandelt. Auch hier lässt sich die Löslichkeit des fetten Oels nach längerem Einwirken des Alkohols deutlich wahrnehmen. Dahingegen wird ätherisches Oel — es wurde dazu Cassiaöl, Anisöl, Terpentinöl benutzt — in einer ebenso hergestellten Emulsion beim Zusatz des Alkohols sehr schnell gelöst. Es ist hierbei aber zu beachten, dass, wenn ein Tröpfchen flüchtigen Oeles sich im Lumen einer Zelle befindet, eine solche schnelle Lösung nicht notwendig eintreten muss; denn eine Lösung kann erst eintreten, nachdem der Primordialschlauch getötet ist, da dieser im lebenden Zustand den Alkohol nicht diffundieren lässt. Hierdurch wird es unmöglich, in vielen Fällen genau anzugeben, ob ein Tropfen, der sich im Innern einer lebenden Zelle befindet und gelöst wird, schon lange mit dem Alkohol in Berührung gewesen ist, oder eben erst von demselben erreicht wird. Es wurde deshalb bei den Untersuchungen auch immer darauf geachtet, wie die in Rede stehenden Körper sich verhielten, wenn die sie beherbergende Zelle angeschnitten war, und so einem leichten Eindringen des Alkohols kein wesentlicher Widerstand geboten

---

[9]) V. A. Poulsen, Botanische Mikrochemie, übersetzt von Carl Müller. 1881. Seite 28.

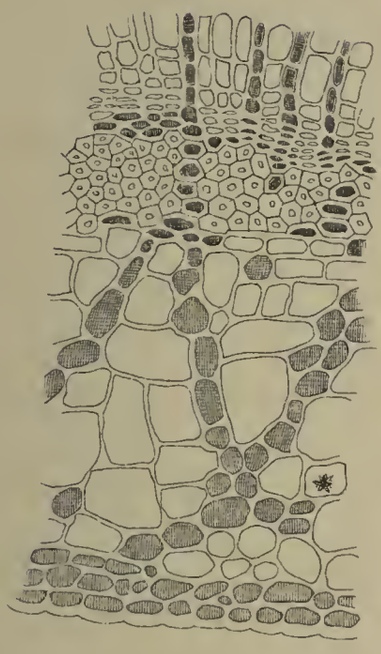
1.



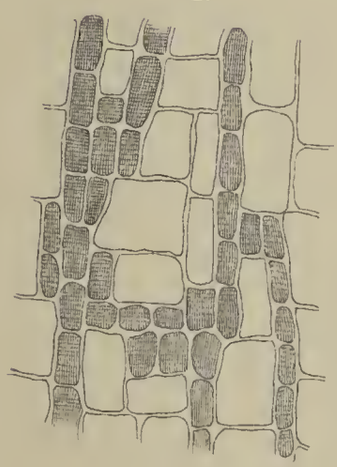
2.



3.



4.



C. Mathes lith. Regensburg.

wurde. Ferner wurden die ölartigen Körper zur Kontrolle auch stets mit Kupferacetat auf Harz geprüft. Es muss aber hervorgehoben werden, dass hierdurch die Unsicherheit der Methode nur verringert, nicht aber beseitigt werden konnte. Auch Zimmermann[10]) spricht sich dahin aus, dass es bis jetzt noch keine hinreichend zuverlässigen, mikrochemisch ausführbaren Unterscheidungsmethoden für fette und ätherische Oele, harz- oder wachsartige Substanzen giebt, wenn er auch zugiebt, dass zum Nachweis ölartiger Körper im weitesten Sinne die Löslichkeitsverhältnisse in kaltem Alkohol und das Verhalten gegen Osmiumsäure benutzt werden können.

Um Gerbstoff zu erkennen, bediente ich mich der von Sanio[11]) angegebenen Methode, indem ich ganze Blätter in eine Lösung von Kaliumbichromat legte und nach Verlauf von ein bis zwei Tagen die Schnitte anfertigte. Behrens[12]) giebt bei dieser Methode an, man könne auch die Kaliumbichromatlösung auf den Objektträger und zu dem frischen Schnitt bringen. Dagegen muss hervorgehoben werden, dass dann der ganze Vorzug des Sanio'schen Reagens gegenüber den Eisensalzen verloren geht, indem dann ebenfalls, wie bei der Anwendung der letzteren, der Gerbstoff aus den durch das Messer geöffneten Zellen leicht ausfliessen, sich über ursprünglich gerbstofffreie Zellen verbreiten und so leicht zu Täuschungen Veranlassung geben kann, wodurch es unmöglich wird, eine sichere Einsicht in die anatomische Verbreitung des Gerbstoffes zu bekommen. Auch Sanio spricht sich entschieden gegen das Hinzufügen des Reagens zu dem schon hergestellten Präparat aus.

Zum Nachweis von Stärke benutzte ich die gewöhnlichen Jodlösungen, wobei sich eine Auflösung von metallischem Jod in destilliertem Wasser, die oft frisch hergestellt wurde, meist sehr gut bewährte. Zucker, Inulin und Proteïnstoffe suchte ich mit den in den Hilfsbüchern von Behrens und Poulsen angegebenen Methoden zu erkennen. Es sei mir gestattet, auf diese hiermit zu verweisen.

---

[10]) Zimmermann, Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. 1887. Seite 114.

[11]) Sanio, Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei den Holzpflanzen. Botan. Zeitung 1862.

[12]) Behrens, Hilfsbuch zur Ausführung mikroskopischer Untersuchungen 1883.

2. Die in immergrünen Blättern gefundenen Reservestoffe.

Von den als Bau-, Reserve- oder plastisches Material bezeichneten Stoffen konnten Stärke, fettes Oel und Gerbstoff in den untersuchten Blättern konstatiert werden. Da der Gerbstoff einerseits als der verbreitetste von den genannten Stoffen sich erwies, andererseits seine ernährungsphysiologische Bedeutung lange Zeit hindurch bestritten worden ist und noch in vielen Fällen seines Vorkommens wohl auch mit Recht bestritten wird, so erscheint es gerechtfertigt, an dieser Stelle auf ihn etwas näher einzugehen. Wie Pfeffer[13]) an mehreren Stellen ausführt, ist es wohl möglich, dass sich derselbe Körper in dem einen Falle wie ein Exkret, in dem anderen wie ein Baustoff verhält. Es stehen sich unter den chemischen Produkten des Stoffwechsels Exkrete und plastische Stoffe keineswegs streng gegenüber; denn bisweilen kann man denselben Stoff an gewissen Stellen als Exkret ansprechen, während er an anderen als ein zu weiterer Verarbeitung bestimmter erscheint. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir in dem Gerbstoff eine Substanz der angegebenen Eigenschaft besitzen. Schell[14]) fand durch Verfolgung der Stoffmetamorphose bei der Keimung von Samen und aus der Betrachtung des Stoffwechsels in den Pflanzen während der Ruheperiode und ihres Wachstums den Schluss gerechtfertigt, dass der Gerbstoff in einigen Fällen ein Nebenprodukt darstellt und in anderen Fällen die Rolle der Baustoffe übernimmt. Es ist dies ein Schluss, der durch die von Kutscher[15]) angestellten Untersuchungen im wesentlichen bestätigt wird. Nach Haberlandt[16]) findet sich Gerbstoff, wenn auch nur ausnahmsweise, in specifischen Speichergeweben, z. B. in den Samen der Weinrebe.

Wenn der Gerbstoff in einzelnen Fällen sich wie ein Exkret verhält, so wird hierdurch die Behauptung, dass ihm ernährungsphysiologische Bedeutung zuzuschreiben ist, in keiner

---

[13]) Cf. Pfeffer, Organische Baustoffe. Landwirtschaftliche Jahrbücher. V. Seite 90, und Pflanzenphysiologie. 1881. Band I. Seite 268.

[14]) Schell, Physiologische Rolle der Gerbsäure. 1874. Referat in Just, Jahresbericht 1875. Seite 872.

[15]) Kutscher, Ueber die Verwendung der Gerbsäure im Stoffwechsel der Pflanze. Flora 1883.

[16]) Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 1884. Seite 284.

Weise erschüttert; denn ein solches Verhalten zeigen auch Stoffe, deren Bedeutung für die Ernährung ausser allem Zweifel steht. Es ist zu erinnern an die in den Schliesszellen der Spaltöffnungen und in den Zellen der Wurzelhaube zu beobachtenden Stärkekörner und an den in Nektarien ausgeschiedenen Zucker. Stärke und Zucker sind an diesen Stellen Exkrete, im übrigen sind sie aber Substanzen von weitgehendster ernährungsphysiologischer Bedeutung. Es ist nicht nötig, Bedenken zu tragen, den Gerbstoff, wenn er auch bisweilen als Exkret auftritt, der Stärke und den übrigen plastischen Stoffen anzureihen.

Es entsteht nun die Frage, an welchen Stellen der zu untersuchenden immergrünen Blätter der Gerbstoff als plastisches Material anzusehen ist. In erster Stelle kommen hierbei diejenigen Elemente in Betracht, die bekanntermassen der Stoffspeicherung dienen. Der Gerbstoff ist also als gespeicherter Reservestoff anzusehen, wenn er sich während der Vegetationsruhe in Elementen des Mestoms findet, welche unter den von Troschel eingeführten, von Westermaier[17]) erweiterten Namen „Amylom“ fallen. Dasselbe gilt, wenn er in dem die Mittelrippe begleitenden Grundparenchym, beziehungsweise den Parenchymscheiden der lateralen Nerven sich vorfindet. Aber auch in allen den Fällen, wo er während der Ruheperiode in Zellen, die zum Assimilationsgewebe gehören, anzutreffen ist, kann seine ernährungsphysiologische Bedeutung nicht in Frage kommen; denn es erscheint zunächst keineswegs gerechtfertigt und widerstrebt der physiologischen Auffassung, anzunehmen, dass ein für den Stoffwechsel unnützes Exkret gerade in dem Gewebe sich absondere, dessen Elemente für den Stoffwechsel und die Stoffwanderung von weitgehendster Bedeutung sind. Sodann sind nach den Untersuchungen Pringsheim's[18]) Gerbstoffbläschen in den assimilierenden Zellen Bildungsprodukte der Chlorophyllkörper und aus den Untersuchungen Westermaier's[19]) geht hervor, dass der Gerbstoff von den Pallisaden lückenlos bis zu den die Gefässbündel umgebenden Parenchym-

---

[17]) Cf. Westermaier, Neue Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzengeweben. Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1887. Seite 14 des Separatabdruckes.

[18]) Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Pringsheim, Jahrbücher XVI. Seite 354 u. 355.

[19]) Cf. die unter [3]) genannte Arbeit. Seite 3.

scheiden, welche ja doch der Leitung plastischer Stoffe dienen, verfolgt werden kann. Ferner werden in dem speciellen Teil dieser Arbeit Fälle mitgeteilt werden, wo sich in der Mittelrippe immergrüner Blätter ununterbrochene Ketten Gerbstoff führender Zellen von der Epidermis bis in die Markstrahlen des Gefässbündels hinein beobachten liessen, wobei die Verbindung zwischen dem Gerbstoff ausserhalb und demjenigen innerhalb des Leptoms zwischen den Bast hindurch durch Zellenkomplexe hergestellt war, welche Schwendener[20]) „Zugänge“ nennt und gerade für Bündel mit sehr starkem Bastbelage als am wenigsten entbehrliche Verkehrswege ansieht. Bei solchen Bündeln mit starkem Bastbelage waren aber diese Zugänge meist relativ sehr gerbstoffreich. Es ist nicht wahrscheinlich, dass ein wenig entbehrlicher Verkehrsweg mit einem nutzlosen Exkret von der Pflanze angefüllt wird. Ist aber der in diesen Zugängen befindliche Gerbstoff plastisches Material, so ist als solches auch der im Assimilationsgewebe, der ja mit ihm in Communication steht, anzusehen. Einen weiteren Hinweis, dass der im Assimilationsgewebe vorhandene Gerbstoff ernährungsphysiologische Bedeutung hat, besteht in der von Westermaier beobachteten und schon in der Einleitung erwähnten Thatsache, dass auch bei dem fallenden Laub der Gerbstoff vor dem Abfall der Blätter aus diesen auswandert. Ein ähnliches Resultat ergab eine von mir im Oktober an Blättern von *Quercus robur* Willd. gemachte Beobachtung. Zu dieser Zeit noch am Stamme sitzende Blätter ergaben in vielen im Leptom gelegenen Elementen, in Holzparenchym-, Markstrahlen-, vielen Pallisaden- und Schwammgewebezellen, sowie in der Epidermis und dem Collenchym an der Mittelrippe eine mehr oder weniger starke Gerbstoffreaktion. Damit verglichene schon abgefallene Blätter liessen die Reaktion in der Epidermis und dem Collenchym der Mittelrippe, in den Markstrahlen, namentlich aber in dem Assimilationsgewebe vermissen. Es muss angenommen werden, dass hier der Gerbstoff aus den Blättern vor ihrem Abfall ausgewandert ist. Ein Zweck dieses Auswanderns ist aber nicht gut anzugeben, wenn wir den Gerbstoff als Exkret ansehen. Die Beobachtung erklärt sich aber von selbst, wenn wir ihm ernährungsphysiologische

[20]) S. Schwendener, Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen. Leipzig 1874. Seite 107.

Bedeutung beimessen. Die angeführten Thatsachen können nur dazu beitragen, die Annahme zu bekräftigen, dass der während der Ruheperiode im Blattgewebe immergrüner Gewächse angetroffene Gerbstoff als Reservematerial zu betrachten ist.

In anderer Hinsicht ist von Interesse die Thatsache, dass in immergrünen Blättern, welche während der Vegetationsruhe keine Stärke, aber Gerbstoff aufgespeichert enthalten, der Gerbstoffgehalt beim Uebergang in die Ruheperiode, wo die Blätter noch etwas Stärke führen, ein geringerer ist als nachher, wenn die Stärke aus ihnen verschwunden ist. Da noch nicht mit überzeugender Sicherheit festgestellt worden ist, dass Stärke in Gerbstoff übergeht, es aber auch der Wahrscheinlichkeit entbehrt, dass Gerbstoff aus dem Stamm in die Blätter hineinwandert, so führt diese Thatsache zu der Vermutung, dass, wenn infolge der Temperaturerniedrigung die Stärke-Assimilation aufhört und die Stärke daher aus den Blättern verschwindet, vielleicht noch Gerbstoff assimiliert und gespeichert wird. Der Gedanke, dass Temperatureinflüsse den Ausschlag geben können, ob Stärke oder Gerbstoff in den Pallisaden mancher Blätter erzeugt wird, ist auch Westermaier[21]) durch seine Untersuchungen bezüglich der Gerbstoff- und Stärkeverteilung in Blättern von *Mespilus* nahe gerückt worden.

Das häufige Vorkommen des Gerbstoffs gerade in überwinternden Blättern führt zu der Vermutung, dass dem Gerbstoff ausser seiner Funktion als Baumaterial noch Nebenfunktionen zukommen, welche es für die betreffende Pflanze vorteilhaft erscheinen lassen, nicht Stärke oder andere Reservestoffe, sondern gerade Gerbstoff in ihren Blättern zu speichern. Die Hypothese Warming's[22]), dass der Gerbstoff als Schutzmittel gegen Austrocknung, im Winter gegen die der Vegetation gefährlichen, kalten, trockenen, die Blätter ausdörrenden Winde diene, entbehrt der Wahrscheinlichkeit, da nach den Angaben von Schell[23]) und Schnetzler[24]) sich Gerbstoff auch bei Wasserpflanzen, die dieser Gefahr nicht ausgesetzt sind, — nach Schell bei *Vallisneria spiralis, Lemna minor, Myrio-*

---

[21]) Cf. die unter [17]) genannte Arbeit. Seite 9.

[22]) Botan. Centralblatt. Band 16. Seite 350.

[23]) Cf. das unter [14]) angegebene Referat.

[24]) Schnetzler, Notiz über Tanninreaktion bei Süsswasseralgen. Bot. Centralblatt. Band 16. Seite 157.

phyllum verticillatum; nach Schnetzler bei *Vaucheria, Spirogyra, Conferva* — in bedeutender Quantität findet. Nach den Behauptungen von Wiegand[25]) und Kraus[26]) steht der Gerbstoff in Beziehung zu dem roten Farbstoff, welcher bei der Rotfärbung ausdauernder Blätter auftritt. Dass dieser rote Farbstoff — Anthocyan — und also auch der mit ihm in Beziehung stehende Gerbstoff eine Bedeutung als Schutzmittel während des Winters hat, ist nach den Beobachtungen v. Kerner's[27]) wahrscheinlich. Es handelt sich dabei nach v. Kerner nicht um einen Schutz gegen die Kälte, sondern vielmehr um einen Schutz gegen zu starke Lichtwirkung. Zu starke Lichtwirkung zerstört das Chlorophyll und ist hierdurch für die Pflanzen schädlich. Daher bedürfen die ausdauernden Blätter eines Schutzes gegen die das Chlorophyll zerstörende Wirkung zu intensiver Beleuchtung, welche im Winter namentlich auch durch Ausstrahlung grosser Schneeflächen etc. zustande kommt. Die v. Kerner'schen Untersuchungen lassen es als höchst wahrscheinlich erscheinen, dass das Anthocyan diese schädlichen Folgen zu starker Lichtwirkung verhindert oder doch wenigstens verringert. Haben Wiegand und Kraus recht, steht der Gerbstoff wirklich in unmittelbarer oder mittelbarer Beziehung zum Anthocyan, so ist ihm also neben anderen Funktionen noch gleichzeitig eine Bedeutung als Schutzmittel während des Winters zuzuschreiben; jedoch ist in dieser Beziehung keine weitere Untersuchung bekannt, welche jeden Zweifel gegen die aus ihr abgeleiteten Folgerungen ausschlösse, von deren Richtigkeit vollständig überzeugte oder gar die Sache endgiltig erklärte.

In der vorliegenden Arbeit handelt es sich auch nicht um etwaige Nebenfunktionen des Gerbstoffes; es kommt nur darauf an, dass die ernährungsphysiologische Bedeutung des in den Elementen der immergrünen Blätter während der Vegetationsruhe angetroffenen ausser Frage gestellt wird. Sollten die angeführten Thatsachen dies noch nicht vollständig zu thun vermögen, so mag auf den speciellen Teil verwiesen werden,

---

[25]) Wiegand, Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Bot. Ztg. 1862. Seite 122.

[26]) Kraus, Ueber die winterliche Färbung immergrüner Blätter. Bot. Ztg. 1872.

[27]) Cf. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie. 1884. Seite 76.

wo an geeigneten Stellen weitere darauf bezügliche Thatsachen werden mitgeteilt werden.

Oben habe ich angegeben, dass Stärke, fettes Oel und Gerbstoff in den untersuchten Blättern nachgewiesen werden konnten, und zwar sind entweder Stärke und Gerbstoff, oder fettes Oel und Gerbstoff oder endlich nur Gerbstoff allein in den Bättern anzutreffen. Diese Combinationen der genannten Stoffe könnten Veranlassung geben, hiernach die immergrünen Blätter in drei Gruppen — Stärke und Gerbstoff führende, fettes Oel und Gerbstoff führende, nur Gerbstoff führende — einzuteilen. Es wurde aber im speciellen Teil dieser Arbeit davon abgesehen, da diese Gruppen sich nicht immer scharf von einander trennen lassen. So zeigte sich z. B., allerdings nur selten, dass Blätter, die nach einigen Untersuchungen nur Gerbstoff zu führen schienen, bei wiederholten Untersuchungen namentlich an den Stellen, wo die Blattmittelrippe und der Blattstiel in einander übergehen, mit Stärke gefüllte Zellen besassen. Jedoch verhielten sich die Individuen derselben Species in dieser Hinsicht nicht übereinstimmend. Daher erschien es angemessener, in dem folgenden speciellen Teil eine Einteilung nach Familien eintreten zu lassen, wo nur einzelne Vertreter einer Familie immergrüne Blätter besitzen, diese an der geeigneten Stelle anzuschliessen und die in ihrem Verhalten ähnlichen Familien zu grösseren Gruppen zu vereinigen.

II. Specieller Teil.

A. *Die Gymnospermen.*

1. *Allgemeiner Charakter.* Nur eine geringe Anzahl von Gymnospermen wirft ihre Blätter schon im ersten Jahre ab — *Larix, Ginkgo (Salisburia), Glyptostrobus, Taxodium distichum, Taxodium mexicanum* —, alle übrigen sind immergrüne Gewächse. Während der Vegetationsruhe ist von den unter 2. im allgemeinen Teil dieser Arbeit angeführten Reservestoffen in den Blättern der immergrünen Gymnospermen der Gerbstoff der verbreitetste. Er fand sich bei allen untersuchten hierher gehörigen Pflanzen mit Ausnahme von *Gnetum.* Dagegen

war bei *Gnetum* reichlich Stärke vorhanden, die bei allen anderen fehlte. Zu der Behauptung von Zimmermann[28]), dass die Zellen der das Transfusionsgewebe umgebenden Scheide und die diesem Gewebe eingefügten Parenchymzellen meist Stärke führen, muss ich bemerken, dass ich dies in betreff der Winterszeit nicht bestätigen kann. Ich konnte in keinem der untersuchten Blätter an diesen Stellen Stärke nachweisen. Eine Funktion als Stärkespeicher während der Vegetationsruhe haben diese Elemente nicht. Betreffs der Frage nach der Funktion des Transfusionsgewebes, welche Zimmermann streift aber unbeantwortet lässt, kann ich der Vermutung beistimmen, dass es als Wasserreservoir dienen mag. Fettes Oel findet sich bei *Taxus, Araucaria,* und *Juniperus.*

2. *Die Verteilung der Reservestoffe.* Fasst man die Verteilungsmodalitäten der Reservestoffe ins Auge, so scheiden sich die Gymnospermen in drei Gruppen, von denen die erste von den *Abietineen,* die zweite von den *Taxineen, Cupressineen, Araucaria* und *Cycas,* die dritte von *Gnetum* repräsentiert wird.

a. *Abietineen.*

Die Epidermis ist, soweit ihr Lumen reicht, ebenso wie das in den meisten Fällen vorhandene Hypoderm stark gerbstoffführend. Nach der Anwendung der Reaktion mit Kaliumbichromat erscheint der Inhalt der Zellen homogen und kastanienbraun gefärbt. Charakteristisch für die *Abietineen* ist, dass sämmtliche grüne Zellen gerbstoffführend sind. Die in diesen Zellen durch das Sanio'sche Reagens erzeugte Farbe ist meist etwas heller als die in der Epidermis zu beobachtende. Die Parenchymscheide um das Transfusionsgewebe erscheint in vielen Fällen ganz gerbstofffrei, in ebenso vielen Fällen stehen aber einzelne Zellen derselben den Epidermiszellen an Gerbstoffgehalt nicht nach. Solche Gerbstoff führende Scheidenzellen finden sich meist an solchen Stellen, wo dem Transfusionsgewebe eingestreute Parenchymzellen an die Scheide angrenzen und nur durch diese Scheide von den grünen Zellen getrennt sind. Diese Parenchymzellen führen ohne Ausnahme eine bedeutende Quantität Gerbstoff, wie aus der durch das Reagens erzeugten schwarzbraunen Färbung des Inhaltes

---

[28]) Zimmermann, Ueber das Transfusionsgewebe. Flora 1880.

ersichtlich ist. Wir haben also die gerbstofffführenden Scheidenzellen, wenn wir uns eines von Westermaier[29]) eingeführten Ausdruckes bedienen, als „Gerbstoffbrücken" anzusehen, welche die Communication zwischen dem Gerbstoff im assimilatorischen Gewebe und dem der erwähnten Parenchymzellen vermitteln. Das ein bis zwei Zellschichten breite, markartige und das Leitbündel in zwei neben einander liegende Hälften teilende Gewebe, welches Thomas[30]) als Markstrahl bezeichnet, ist in den meisten Fällen mit Gerbstoff angefüllt und erscheint bei der Reaktion mit Kaliumbichromat von kastanienbrauner Farbe. Bei einigen der hierher gehörigen Pflanzen — *Pinus laricio, P. Pinea, P. silvestris* — enthalten auch einzelne im Leptom und Hadrom gelegene Elemente mehr oder weniger Gerbstoff. Das Transfusionsgewebe erscheint stets gerbstofffrei. Die Zellen um die Harzgänge, sowohl die Epitelzellen als auch die namentlich bei *Pinus*-Arten vorhandenen mechanischen Zellen, zeigen mit Ausnahme von *Pinus strobus* eine deutliche Gerbstoffreaktion.

Geht man an die Deutung des mitgeteilten Befundes, so ist der Gerbstoff in den Parenchymzellen, welche das Transfusionsgewebe begleiten, ohne Zweifel als Reservematerial aufzufassen. Zimmermann[31]) hat in diesen Zellen Stärke bemerkt, und es erscheint nicht einleuchtend, dass solche zeitweise stärkeführende Parenchymzellen ein nutzloses Exkret aufspeichern sollten. Auch der Gerbstoff im Assimilationsgewebe stellt offenbar gespeichertes Baumaterial vor. Es weist darauf zunächst die Thatsache hin, dass der Gerbstoff der grünen Zellen mit dem Gerbstoff der das Transfusionsgewebe begleitenden Parenchymelemente durch „Gerbstoffbrücken" in Communication steht. Sodann findet diese Annahme auch durch das Verhalten der Blätter beim Uebergang in die Vegetationsruhe ihre Bestätigung. Nadeln von *Pinus silvestris,* welche Mitte September untersucht wurden, zeigten namentlich in den die Atemhöhle begrenzenden Pallisadenzellen eine deutliche Stärkereaktion, waren aber nur in einer Anzahl über den Querschnitt zerstreuter Zellen gerbstofffführend. Als die Untersuchung in den ersten Tagen des November wiederholt wurde,

---

[29]) Cf. die unter [3]) angeführte Arbeit. Seite 5.

[30]) Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. Pringsheim, Jahrbücher. Band IV.

[31]) Cf. Anmerkung [28]).

war es nicht mehr möglich Stärke nachzuweisen, dagegen reagierten jetzt alle grünen Zellen auf Gerbstoff. An dem ersten Zeitpunkte war offenbar die Ruheperiode noch nicht eingetreten; denn die Pflanze assimilierte noch Stärke. Bei der zweiten Untersuchung bestand Vegetationsruhe. Der Gerbstoffgehalt des Assimilationsgewebes während der Vegetationsruhe ist also ein grösserer als vor derselben. Dass er nach derselben wieder geringer ist, geht daraus hervor, dass die mitgeteilte Beobachtung auch an älteren Blättern gemacht wurde. In diesen muss daher während des Sommers der Gerbstoffgehalt sich vermindert haben, damit sie in den Mitte September beobachteten Zustand gelangen konnten. Ein ähnliches Verhalten konnte auch bei *Cedrus* beobachtet werden.

Die mitgeteilten Thatsachen beruhen auf Untersuchungen, welche angestellt wurden an Blättern von *Pinus Pinea. P. silvestris, P. laricio, P. mughus* Scop. (*P. montana* Mill., *P. pumilio* Haenke), *P. strobus; Abies cilicica, A. pectinata* DC. (*A. alba* Mill.), *A. cephalonica, A. Nordmanniana; Tsuga canadensis; Picea nigra; Cedrus deodara.*

b. *Taxineen, Cupressineen, Araucaria* und *Cycas.*

Diese Gruppe unterscheidet sich von der vorhergehenden im wesentlichen dadurch, dass nicht alle Zellen des Assimilationsgewebes Gerbstoff führen. In den gerbstofffreien von den grünen Zellen sind entweder Fetttropfen enthalten, oder es lässt sich kein Stoff von ernährungsphysiologischer Bedeutung in ihnen nachweisen. Hiernach teilt sich diese Gruppe in zwei Unterabteilungen, welche nach einander betrachtet werden sollen.

a. Die *Taxineen* und *Araucaria.* Ueber den Inhalt der Blattgewebezellen von *Taxus baccata* zur Winterszeit liegt in der Litteratur bereits eine Angabe von Haberlandt[32]) vor, deren Wortlaut wegen einiger daran zu knüpfender Bemerkungen hier mitgeteilt werden mag. Sie lautet:

„Eine ernährungsphysiologische Nebenfunktion übernimmt das Assimilationssystem vieler immergrüner Laubblätter z. B. der Coniferennadeln. Es ist dies die Funktion der Stoffspeicherung zur Zeit der Vegetationsruhe. Im Pallisadengewebe

[32]) Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsheim, Jahrbücher. Band XIII. Seite 182.

von *Taxus baccata* z. B. lassen sich zur Winterszeit neben spärlichen Stärkekörnern grosse Tropfen eines fetten Oeles nachweisen. Je ein solcher Tropfen befindet sich im Protoplasma eingebettet im oberen Ende jeder Pallisadenzelle."

Dieser Behauptung Haberlandt's kann man betreffs des Vorkommens der Stärke nicht unbedingt zustimmen. Es steht mit dieser Angabe eine andere desselben Autors in Widerspruch, wie schon in der Einleitung mitgeteilt wurde. Nach dieser soll aus den ausdauernden Blättern die Stärke Ende Oktober verschwinden und erst im März wieder erscheinen. Nach der eben mitgeteilten soll aber das Assimilationsgewebe von *Taxus*-blättern, also von ausdauernden Blättern, Stärke enthalten, denn die Ausdrücke immergrün und ausdauernd bezeichnen bei Haberlandt dasselbe, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde. Die auf *Taxus* bezügliche Bemerkung schränkt die andere allgemeiner ausgesprochene ein. Einer solchen Einschränkung kann ich aber in Bezug auf die Coniferen nicht zustimmen. Es ist mir nicht möglich gewesen bei einer der untersuchten Coniferen, besonders aber auch nicht bei *Taxus baccata,* in den Wintermonaten Stärkekörner nachzuweisen, obgleich ich die Untersuchungen mehrmals wiederholte und dieselben auch an Blättern verschiedener Individuen derselben Species vornahm. Stärkekörner fanden sich in den Blättern von *Taxus baccata* in diesem Winter nicht; mithin ist die allgemeinere Haberlandt'sche Angabe, dass aus ausdauernden Blättern zur Winterszeit die Stärke verschwunden ist, wohl auch für *Taxus baccata* und also für alle Coniferen von uneingeschränkter Gültigkeit.

Betreffs des Vorkommens von grossen Tropfen eines fetten Oeles ist die Haberlandt'sche Mitteilung richtig. Diese Tropfen, welche sich jedoch nicht immer einzeln, sondern bisweilen auch zu mehreren, und auch nicht nur in den Pallisaden allein, sondern auch in angrenzenden grünen Zellen zeigten, und deren Durchmesser im allgemeinen 0,004 mm. beträgt, lösen sich zwar in kaltem Alkohol aber erst nach längerem Einwirken desselben. Beim Zusetzen des Alkohols zu dem Präparat nehmen die Tropfen, sobald das Chlorophyll in Lösung kommt, eine blaugrüne Farbe an, werden dann heller, dann gelb und entfärben sich, nachdem alles Chlorophyll verschwunden ist. Sobald sie die gelbe Farbe angenommen haben, kann man das Eintreten der Lösung beobachten. Diese geschieht

nur allmählich, wobei sich die Tropfen oft erst in zwei oder mehrere kleinere trennen, bevor sie vollständig verschwinden. Sind diese Tropfen durch ihr nur langsames Gelöstwerden von ähnlichen aus ätherischen Oelen bestehenden und bei der Behandlung mit kaltem Alkohol meist sehr schnell verschwindenden Gebilden unterschieden, so wird ihre Fettnatur durch das dunkele Aussehen bestätigt, welches sie bei der Behandlung mit Osmiumsäure annehmen.

Bei *Taxus* sind die Oeltropfen führenden grünen (Pallisaden und viele daran stossende rundliche) Zellen gerbstofffrei. Dagegen ist im Mesophyll eine grosse Anzahl oft an einander grenzender und im Längsverlauf des Blattes stets zusammenhängender Zellen, sowie ein das Gefässbündel scheidenartig umschliessender Zellenkranz mit Gerbstoff erfüllt. Nach dem Einwirken des Sanio'schen Reagens zeigt sich in dem Lumen der Zellen entweder eine homogene kastanienbraun gefärbte Masse oder eine grössere Anzahl dunkelbraun gefärbter, zu Ballen zusammengehäufter Gerbstoffkugeln. Bei *Taxus baccata* konnte durch die Ende September und dann im Januar angestellten Untersuchungen eine geringe Zunahme des Gerbstoffgehalts festgestellt werden.

An die *Taxineen* schliesst sich am nächsten *Araucaria* an. Auch bei *Araucaria* wurden in einigen Pallisadenzellen aus fettem Oel bestehende Tropfen beobachtet; jedoch sind hier sämmtliche Pallisadenzellen stark gerbstofffführend, wie aus der schwarzbraunen Färbung hervorgeht, welche durch Kaliumbichromat erzeugt wird. Die Gerbstoff enthaltenden Mesophyllzellen stehen unter einander und mit den Pallisaden in Verbindung.

Da dieser Abschnitt den *Taxineen* gewidmet ist, so möge hier noch *Cephalotaxus* Erwähnung finden, welches seinem Verhalten nach eigentlich in die nächste Unterabteilung gehört und gewissermassen einen Uebergang zu dieser bildet.

β. Cupressineen, Cycas. Die *Cupressineen* sind im allgemeinen von den oben angeführten Coniferen dadurch unterschieden, dass sie nur Gerbstoff und diesen nicht in allen grünen Zellen führen. Eine Ausnahme machen die Blätter von *Juniperus,* welche in einigen Pallisaden- und Schwammgewebezellen wenige grössere und mehrere kleinere Tropfen führen, die sich in kaltem Alkohol nur langsam lösen und also aus fettem Oel bestehen dürften. *Juniperus* stellt so einen

Uebergang von der vorigen Unterabteilung zu dieser her. Die Verteilung des Gerbstoffs in den Blättern der hierher gehörigen Pflanzen zeigt keine Regelmässigkeit, jedoch ist nach dem Gefässbündel zu eine Anhäufung zu konstatieren. Der Gerbstoff tritt in der Epidermis und den meisten grünen Zellen auf. Hauptsächlich das erste Stockwerk der Pallisaden zeigt bei der Reaktion mit dem Sanio'schen Reagens einen je nach der Gattung mehr oder weniger dunkel gefärbten Niederschlag. Ein den *Cupressineen* sehr ähnliches Verhalten zeigten die Fiederblätter von *Cycas,* wenn auch bemerkt werden muss, dass hier die Zahl der gerbstofffführenden Elemente eine nur sehr geringe ist.

Die unter b. mitgeteilten Thatsachen beruhen auf Untersuchungen der Blätter von *Taxus baccata, T. cuspidata, Cephalotaxus Fortunei, Araucaria imbricata; Cupressus sempervirens, Chamaecyparis pisifera, Thujopsis dolobrata, Thuja occidentalis, Juniperus communis, Cycas revoluta.*

c. *Gnetum gnemon.*

Unter den untersuchten Gymnospermen nimmt *Gnetum gnemon* eine Ausnahmestellung ein. In den Blättern dieser Pflanze konnte auf Gerbstoff weder durch das Sanio'sche Verfahren noch mit Eisensalzen eine Reaktion erzielt werden. Dagegen erscheinen alle grünen Zellen der Blätter mit Stärkekörnern von verschiedener Grösse angefüllt, wobei nach den Gefässbündeln zu eine Anhäufung wahrzunehmen ist. Die Gefässbündel selbst sind jedoch von Stärke frei.

B. *Die Angiospermen.*

Die immergrünen Vertreter der Angiospermen scheiden sich in solche, welche Reservestoffe zur Winterszeit gespeichert enthalten, und solche, bei denen entweder bei dem jetzigen Stande der Mikrochemie plastisches Material nicht nachzuweisen ist oder nur in so geringen Mengen sich vorfindet, dass von einer Aufspeicherung füglich nicht die Rede sein kann. Zu diesen letzten gehören die Blätter und Phyllocladien aller untersuchten Monocotyledonen — Blätter von *Phoenix farinifera, Ph. tenuis, Cocos Romanzoffiana, Chamaerops humilis, Dracaena fragrans, Cordyline Escholtziana;* Phyllocladien von *Ruscus hypoglossum, R. aculeatus, Semele androgyna* —

und die Blätter einer geringen Anzahl der untersuchten Dicotyledonen — Blätter von *Hoya carnosa, Aucuba japonica, A. j. foliis variegatis, Citrus lumia, C. hyrtrix, C. longifolia, C. aurantium, C.* a. var. *myrtifolia* —. *Linnaea borealis* und *Sarothamnus vulgaris* zeigten in den Blättern Gerbstoffreaktion aber nur in der Epidermis und von so schwacher Intensität, dass sie den speichernden Pflanzen nicht beigefügt werden konnten. Alle anderen zur Untersuchung gekommenen immergrünen Angiospermen enthielten in den Blättern Reservestoffe, von denen uns wie bei den Gymnospermen wieder drei — Stärke, fettes Oel, Gerbstoff — entgegentreten; denn auch hier ist dem in den Blättern enthaltenen Gerbstoff ernährungsphysiologische Bedeutung zuzuschreiben. Abgesehen von den im allgemeinen Teil angeführten Gründen findet dies durch eine Mitteilung Haberlandt's[33]) seine Bestätigung. Aus Haberlandt's an *Mahonia*-Blättern etc. angestellten Untersuchungen geht hervor, dass aus den im Winter, also während der Vegetationsruhe, beträchtliche Mengen von Gerbstoff aufweisenden Epidermis- und Assimilationsgewebezellen immergrüner Blätter der Gerbstoff beim Wiedererwachen der Vegetation im Frühjahr verschwindet, sich also vollkommen wie aufgespeichertes plastisches Material verhält und als solches Verwendung zu finden scheint.

Im folgenden sind die in den Blättern Baustoffe speichernden immergrünen Angiospermen zusammengestellt.

1. *Apocynaceen.*

Die Vertreter dieser Familie scheiden sich durch ihr verschiedenes Verhalten in zwei Gruppen, die Arten der Gattung *Vinca* einerseits, die der Gattung *Nerium* andererseits.

α. Vinca. In den Wintermonaten untersuchte Blätter zeigten sowohl in den Pallisaden- als Schwammgewebezellen grosse, stark lichtbrechende kugelförmige Gebilde, deren Durchmessergrösse zwischen 0,006 und 0,008 mm. schwankt. In jeder Pallisadenzelle findet sich meist nur je ein, selten zwei solcher Tropfen; nur ein einziges Mal wurden deren vier beobachtet. In den Schwammgewebezellen sind sie entweder in der Einzahl oder Mehrzahl vorhanden; im letzteren Fall befinden sie sich meist in den Auszweigungen der Zellen nahe der Wand, welche

[33]) Cf. Anm. [16]).

die betreffende Zelle von der benachbarten trennt. Diese Tropfen sind durch kalten Alkohol nicht lösbar. Schnitte durch das Pallisadengewebe zeigten, nachdem sie vierundzwanzig Stunden und länger in absolutem Alkohol gelegen hatten, die Tropfen in unveränderter Grösse. Dagegen war es sowohl bei mit Alkohol behandelten als bei frischen Schnitten leicht möglich, diese kugelförmigen Körper mit Terpentinöl zu lösen. Auch beim Einwirken von Cassia- oder Anisöl verschwanden sie allmählig. Die Behandlung mit Osmiumsäure liess sie ein dunkeles Aussehen annehmen. Aus alledem geht hervor, dass diese Tropfen fettes Oel repräsentieren.

Der Gerbstoffgehalt bei *Vinca* ist ein ziemlich geringer. Die Epidermis, meist nur die obere, und das der Blattmittelrippe aufliegende Collenchym zeigt stets eine Reaktion. Bisweilen — bei *Vinca rosea, V. rotundifolia* — waren Gerbstoffkugeln in vereinzelten Pallisadenzellen anzutreffen.

Um zu entscheiden, ob der hier nur in der Epidermis auftretende Gerbstoff als Baustoff anzusehen ist, wurde ein *Vinca*-Topf im Warmhaus an einer wenig beleuchteten Stelle aufgestellt, um ein schnelles Wachstum zu erzeugen, ohne dass die Pflanze durch Assimilation die verbrauchten Stoffe in reichem Masse ersetzen konnte. Bei den in den folgenden Tagen angestellten Untersuchungen zeigte sich, dass Axillarsprosse entwickelt wurden und in den älteren Blättern der Gerbstoffgehalt sich verminderte. Das Collenchym wurde vollständig frei von Gerbstoff, was auf einen Verbrauch desselben schliessen liess. Gleichzeitig wurde dabei bemerkt, dass auch die aus fettem Oel bestehenden Tropfen verschwanden. Dass der Gerbstoff, der offenbar mit dem übrigen Saft den jungen sich entwickelnden Blättern zuströmte, wirklich verbraucht wurde, folgt aus dem Verhalten dieser, welche keine Reaktion mit Kaliumbichromat ergaben.

(Schluss folgt.)

Anzeige.

Pflanzenpressen

von **Rich. Hennig Erlangen.**

Nur praktisch u. dauerhaft. Illustr. Beschreibung gr. u. fr

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 71

Autor(en)/Author(s): Schulz Ernst

Artikel/Article: Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern 223-241