Hermann Moeller: Anatomische Untersuchungen über das Vorkommen der Gerbsäure.

Einleitung.

Unter den Arbeiten der letzten Jahre über Vorkommen und Verwendung der Gerbsäure haben die von KUTSCHER¹⁾ und RULF²⁾, welche zur Erforschung der functionellen Bedeutung der Gerbsäure für die Pflanze das Vorhandensein derselben in den einzelnen Organen bei verschiedenen Entwicklungsperioden, und andererseits das Verhalten bei der Keimung zum besonderen Gegenstand der Untersuchung hatten, in anatomischer Beziehung über die Gerbstoffe führenden Gewebe wenig Wichtiges gebracht. In denselben wird einfach das Vorhandensein der Gerbsäure in den verschiedenen Theilen der Pflanze topographisch constatirt, meist ohne näheres Eingehen auf die einzelnen Gewebe und ohne Prüfung des Zusammenhanges beim Vorkommen der Gerbsäure in den verschiedenen Gewebesystemen. Daher nur ist es erklärlich, dass KUTSCHER³⁾ zu der Ansicht kommen konnte, dass die die Gerbsäure als ein Excret führenden Zellen sich durch Theilung vermehren und dauernd besondere Absonderungszellen bleiben sollten. Als wichtigstes Resultat der KUTSCHER'schen Untersuchung ergibt sich die ungleiche Vertheilung der chemisch verschiedenen Gerbsäuren auch in morphologischer und anatomischer Beziehung.

RULF ist in Betreff der anatomischen Untersuchung etwas eingehender vorgegangen, sowohl was die genaue Untersuchung der einzelnen den Gerbstoff führenden Gewebe betrifft, wie auch den in denselben auftretenden Wechsel des Gerbsäuregehaltes. Doch lassen sich aus seinen vereinzeltten Beobachtungen allgemeine Schlüsse nicht ziehen. Erst WESTERMAIER⁴⁾ hat in seinen Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes durch ganz specielle anatomische Beobachtungen wesentlich neue und wichtige Ergebnisse erzielt; ich nenne nur die „Gerbstoffbrücken“ im Pallissadenparenchym, die Wan-

1) KUTSCHER, Ueber d. Verwendung d. Gerbs. im Stoffwechsel d. Pfl. Flora 1883. No. 3, 4, 5.

2) RULF, Ueber d. Verhalten d. Gerbs. b. d. Keimung d. Pfl. Diss. Halle a. S. 1884.

3) KUTSCHER, l. c. pag. 42.

4) WESTERMAIER, Zur physiol. Bedeut. d. Gerbst. in d. Pfl. Sitzungsber. d. Berl. Acad. 1885. II. pag. 1115 und Neue Beiträge z. Kenntniss u. s. w. Sitzungsber. d. B. A. 1887. I. pag. 127.

derung der Gerbsäure in Markstrahlen und Holzparenchym, die Erweiterung des unter dem Namen Amylom zusammengefassten Gewebes. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung erschienen Erfolg zu versprechen und waren mir um so wünschenswerther, je sicherer sie ein Resultat in Aussicht stellten, welches als Prüfstein für meine früher¹⁾ ausgesprochene Ansicht dienen konnte, dass die Gerbsäuren für die Wanderung der Kohlehydrate von besonderer Bedeutung seien.

Vor Abschluss meiner Arbeit erschien dann in der Flora²⁾ eine Untersuchung von E. SCHULZ über Reservestoffe in immergrünen Blättern mit besonderer Berücksichtigung des Gerbstoffes, welchen SCHULZ als der Stärke ganz gleich zu setzenden und mit ihr gemeinsam vorkommenden Reservestoff ansieht. Die an anatomischen Einzelheiten reiche Arbeit bestätigt einige Befunde von mir, und werde ich deshalb im speciellen Theile auf dieselbe zurückkommen.

Reagentien und Reactionen.

Von Reagentien auf Gerbsäure ist seitens der früheren Forscher einerseits die Lösung eines Eisenoxydsalzes verwendet und zwar speciell zur Feststellung, ob eisenbläuender oder eisengründer Gerbstoff vorhanden sei. Unzuverlässigkeiten bei der Verwendung dieser Eisenlösungen liessen dann andererseits immer dem Kaliumbichromat als Reagens den Vorzug. Das schon lange als Reagens auf Gerbsäure bekannte molybdänsaure Ammoniak wurde von GARDINER³⁾ 1884 in die pflanzliche Mikrochemie eingeführt, aber bisher nur vereinzelt angewendet.

Ich habe der Frage nach geeigneten mikrochemischen Reagentien auf Gerbsäure, und ihrer Wirkungsweise von früher her besonderes Interesse zugewendet, weil ich mir durch dieselben auch am ehesten Aufklärung über die chemische Natur der Gerbsäure versprach. Ich habe zu dem Zwecke auch die Anwendung neuer Mittel, wie der ätherischen oder der gemischt ätherisch-alkoholisch-wässrigen Lösung von Eisenchlorid und die neutrale oder alkalische Lösung von citronensaurem Eisenoxydammoniak bereits früher⁴⁾ versucht. Auch bei der vorliegenden Arbeit hatte ich diesen Gegenstand beständig im Auge, und glaube einiges Neues und Beachtenswerthes gefunden zu haben. Es sei mir deshalb gestattet, zunächst im Allgemeinen eine Angabe der

1) H. MOELLER, Weitere Mittheil. über d. Bedeut. d. Gerbst. f. d. Stoffwechsel in d. Pfl. Mittheil. d. naturwiss. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen in Greifswald. 1887.

2) E. SCHULZ, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern unter bes. Berücksichtigung d. Gerbst. Flora 1888. No. 14, 15, 16.

3) GARDINER, Bot. Zeit. 1884. pag. 75.

4) H. MOELLER, Ueber d. Vorkommen d. Gerbs. u. ihre Bedeut. f. d. Stoffw. in d. Pfl. Sitzungsber. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen. 1887.

sämmtlichen Reagentien auf Gerbsäure und ihrer Wirkung mitzutheilen. Ich theile dieselben ganz allgemein ein in Reagentien von Eisensalzen, durch welche eine gerbsaure Eisenverbindung gebildet wird, und in oxydirende Reagentien, welche charakteristische Reactionen z. Th. unbekannter Natur hervorrufen. Einer Uebersicht derselben werde ich Bemerkungen über ihre Verwendung und Wirkung folgen lassen.

I. Eisensalze.

- A. Eisenchlorid,
- B. Eisenacetat,
- C. Citronensaures Eisenoxydammoniak.

II. Oxydirende Reagentien.

- A. Kalibichromat; verdünnte Chromsäure, Kaliumferricyanid, Kaliumnitrat in essigsaurer Lösung,
- B. Molybdänsaures Ammoniak,
- C. Schwach alkalische Lösungen,
- D. Jod und schwache Alkalien.

Zur Verwendung der Eisensalze bemerke ich, dass sie zur Unterscheidung sogenannter eisenbläuender und eisengrünender Gerbsäure nicht ohne Weiteres dienen können; da, wie ich schon früher¹⁾ mitgetheilt habe, die saure oder alkalische Reaction von grossem Einflusse auf die Art der Färbung ist.

Bei der Verwendung der Eisensalze macht die grösste Schwierigkeit der Umstand, dass die entstehenden gerbsauren Eisenverbindungen im Ueberschusse des Reagens, oder vielleicht in schwächeren Säuren, oder in alkalischen Flüssigkeiten leicht löslich sind. Was die Löslichkeit in Alkalien betrifft, so ist dieselbe im Ganzen selten, und mir nur die der Gerbsäure von *Tussilago Farfara* als besonders hervortretend erschienen. In Säuren lösen sich dagegen sehr viele gerbsauren Eisenverbindungen, und ist in dieser Beziehung zunächst die Salzsäure zu nennen, welche selbst im sehr verdünntem Zustande lösend wirkt, so dass deshalb schon meistens die verdünnte, wässrige Eisenchloridlösung unbrauchbar ist. Weniger schädlich wirkt die freie Essigsäure, weshalb essigsaurer Eisenlösungen schon länger als Reagentien auf Gerbsäure verwandt sind.

Ferner ist in Betracht zu ziehen das geringere oder grössere Diffusionsvermögen der Reagentien, und gerade bei den Eisensalzen ist dasselbe im Allgemeinen gering, bei den absolut neutralen oder alkalischen sogar ausserordentlich gering. Ich habe daher mich veranlasst gesehen, andere Lösungsmittel als Wasser zu verwenden, um dadurch eine schnellere Wirksamkeit zu erzielen, und zu dem Zwecke Aether oder ein Gemisch von Wasser, Alkohol und Aether verwendet. Hierdurch

1) H. MOELLER, Ueber d. Vorkommen d. Gerbs. u. ihre Bedeut. f. d. Stoffw. in d. Pfl. Sitzungsber. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen. 1887.

wird aber weiter für die Verwendung des Reagens eine besondere Aufmerksamkeit nöthig, da die Lösungsmittel: Alkohol und Aether auf Zellinhalt und Struktur besonderen Einfluss üben. Die verwandten Reagentien sind folgende:

Eisenchlorid in verdünnter, wässriger Lösung diosmirt leicht, reagirt aber immer sauer.

Dasselbe, wasserfrei, in wasserfreiem Aether gelöst, giebt ein ausgezeichnetes Reagens, um schnell die Anwesenheit von Gerbsäure in Pflanzentheilen nachzuweisen, um andererseits grössere Pflanzentheile z. B. Blattstücke rasch und gleichmässig zu prüfen. Die betreffende Lösung ist nur einmal zu verwenden; über die dabei auftretende Exosmose von Zellsaft wird im speciellen Theile der Untersuchung Erwähnung geschehen.

Eisenacetat wurde in der Form des *liquor ferri acetici* verwendet, giebt dann eine sehr schöne Reaction, diffundirt aber sehr schwer. Ich griff desshalb zu der *tinctura ferri acetici*, welche wegen der schnellen Reaction sehr zu empfehlen ist, wo es sich um raschen Nachweis der Gerbsäure, oder um die Reaction grosser Gewebstücke, Blattflächen u. s. w. handelt; dieselbe ist auch der von mir früher¹⁾ verwendeten alkoholisch-ätherisch-wässrigen Eisenchloridlösung in mancher Beziehung vorzuziehen.

Citronensaures Eisenoxydammoniak ist ein ganz neutrales Eisensalz, welches aber auch beliebig stark alkalisch gemacht werden kann. Es dringt aber so schwer ein, dass oft die durch das Alkali bedingte Oxydationsreaction eher eintritt, als die Bildung einer gerbsauren Eisenverbindung; und so wird seine Anwendung auf wenige, besondere Fälle beschränkt bleiben.

Von den oxydirenden Mitteln ist zunächst das am längsten bekannte und am meisten verwendete Kalibichromat zu nennen, welches einen schönen, kastanienbraunen Niederschlag von bisher unbekannter Natur mit den Gerbsäuren liefert, der als Oxydationsprodukt anzusehen ist, da ja die chromsauren Salze wie die Chromsäure, wenn auch viel schwächer, oxydirend wirken.

Im letzten Jahrgange der Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft erschienen von zwei Seiten: NIETZKI und STEINMANN, und SAMUEL HOOKER Mittheilungen²⁾ über Bildung von Purpurogallin durch Oxydation von Pyrogallol einerseits und Gallussäure andererseits. Ich vermuthete, dass das Oxydationsprodukt der Gerbsäuren in den Pflanzen, wie es durch Kalibichromat gebildet wird, gleichfalls Purpurogallin oder ein demselben nahestehender Körper sein könnte. Der Versuch ergab, dass sowohl durch Kalibichromat, wie durch ver-

1) H. MOELLER, Ueber d. Vorkommen d. Gerbs. u. ihre Bedeut. f. d. Stoffw. in d. Pfl. Sitzungsber. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen. 1887.

2) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. XX. pag 1277 u. 3259.

dünnte Chromsäure und durch die von obigen Chemikern gebrauchten Oxydationsmittel Kaliumferricyanid und Kaliumnitrat bei Gegenwart freier Essigsäure rothbraune Oxydationsprodukte aus Tannin, Gallussäure, Pyrogallol, Brenzcatechin und Protocatechusäure gebildet werden; dass ferner dieselben Reagentien die gleiche mikrochemische Reaction in gerbsäureführenden Zellen der Pflanzen ergaben. Ich schliesse daraus, dass in den Pflanzen durch diese Mittel gleichfalls Purpurogallin oder ein ähnlicher Körper gebildet wird und vermuthet nach dem verschiedenen Verhalten der Produkte in den Pflanzen, welche bald in Alkalien, bald in Säuren leicht löslich, bald selbst in concentrirten Mineralsäuren unlöslich sind, dass mehrere Purpurogallin-Arten existiren. Gewissheit darüber müssen makrochemische Untersuchungen leicht geben, wie dieselben auch damit über die chemische Natur der verschiedenen Gerbsäuren in den Pflanzen werthvolle Aufschlüsse geben müssten. Die erwähnten Oxydationsmittel eignen sich mit Ausnahme des Kalibichromats nicht zu mikrochemischen Reagentien, da sie zu stark oxydirend auch den Zellinhalt zerstören. Das chromsaure Kali diffundirt ziemlich schwer, kann aber durch Zusatz einiger Tropfen Essigsäure im geeigneten Falle ein wesentlich schnelleres Diffusionsvermögen erhalten.

Das molybdänsaure Ammoniak wirkt gleichfalls mit Chlorammonium verwendet oder durch Ammoniakzusatz schwach alkalisch gemacht, bei verhältnissmässig schneller Diffusion und glatter Reaction wohl auch unter Purpurogallin-Bildung oxydirend. Die schwach ammoniakalische Reaction lässt ausserdem die übrigen Zellinhaltsbestandtheile meist unverändert, so dass dies Reagens als bestes zu empfehlen ist.

Alkalien in verdünnter, wässriger Lösung wirken indirekt oxydirend durch Sauerstoffübertragung. Ich wandte Lösungen von kohlen-saurem Ammoniak, und kohlen-saurem Kali allein oder mit Chlorammonium an. Die Oxydation geht sehr langsam vor sich, was oft bei Beobachtungen wünschenswerth ist; sonst ist die Endwirkung eine zu unsichere, so dass ich die Verwendung dieser Lösungen als Reagentien nicht empfehlen kann.

Die Jod-Reaction ist von NASSE¹⁾, GRIESSMAIER²⁾, G. KRAUS³⁾ gleichzeitig, von letzterem mikrochemisch verwendet. Nach NASSE wird dabei ein Oxydationsprodukt der Gerbsäure gebildet. Er fand das Eintreten der Reaction bei Tannin, Gallussäure und Pyrogallol; nach meinen Untersuchungen entsteht sie auch mit Brenzcatechin und Protocatechusäure. Die Reaction ist meiner Ansicht nach wegen der localen Undeutlichkeit, der schnellen Veränderung und der leichten Ver-

1) NASSE, eod. I. XVII. pag. 1166.

2) GRIESSMAIER, Zeitschr. f. analyt. Chem. XI. pag. 43.

3) G. KRAUS, Botan. Mittheil. Halle a. S. XVI. pag. 372.

wechselung mit ähnlichen rothen Farbenreactionen für die mikrochemische Verwendung nicht geeignet¹⁾).

Ob die aufgezählten Reagentien zur Beantwortung physiologischer Fragen betreffs der Gerbsäure genügen, glaube ich bezweifeln zu müssen, jedenfalls aber reichen sie völlig aus, dieselbe topographisch-anatomisch immer und sicher nachzuweisen.

Specielle Untersuchungen.

Die folgenden Untersuchungen betreffen die Beantwortung zweier Fragen, erstens die nach der Form, in der die Gerbsäure in den Pflanzen vorkommt, und zweitens die ihres Auftretens und Verhaltens in den Blättern, den Hauptorganen der assimilatorischen Thätigkeit.

Ueber die erste Frage liegen eine Reihe von Angaben in früheren Untersuchungen vor, deren hier Erwähnung geschehen muss. Die von HARTIG²⁾ angeblich gesehenen, verschiedenen Formen der Gerbsäure haben durch die Controll-Untersuchungen von NÄGELI und SCHWENDENER³⁾ keine Anerkennung gefunden. Der Gerbstoff findet sich nach diesen Forschern in zweifacher Form, einmal gelöst im wässerigen Zellsaft, sodann als öartige, von einer Plasmahaut umschlossene Masse, welche auf Zusatz von Wasser in Körnchen oder Kugeln zerfällt und sich schliesslich löst. PFEFFER⁴⁾ bestätigt diese Angabe bei der gleichen Form der Gerbsäure in den Gelenkwulsten von *Mimosa*, nur hält er die angebliche Plasmamembran für eine Niederschlagsmembran. SCHELL⁵⁾ hält dagegen die Gerbsäure für nur im Zellsaft gelöst, und erklärt das körnige oder öartige Aussehen für falsche Deutung des Gesehenen. Ich habe zur Untersuchung einmal Zellen verwendet, in denen die Gerbsäure bereits gefällt war, eine bestimmte Niederschlagsform angenommen hatte; andererseits die Einwirkung der Lösungen an frischem Materiale beobachtet. Zunächst habe ich auch zwei sich ganz verschieden verhaltende Formen der Gerbsäure constatiren können, zwischen denen indessen Uebergänge vorhanden zu sein scheinen. Die eine, nach meinen Untersuchungen immer eisengrüne Form kommt im Zellsafte gelöst vor, und scheint, wie schon NÄGELI und SCHWENDENER angaben, häufig auch die Membran zu durchdringen; ich fand wiederholt auch Zellkern und Chlorophyllkörner davon durchdrungen. Bei der Reaction mit Kalibichromat und bei Eintauchen grösserer Stücke giebt sich diese Gerbsäure als unregelmässiger, amorpher, schmutzig aussehender Niederschlag zu erkennen. Ein besonderes Verhalten

1) SANTO, Botan. Zeitung. 1863. No. 3. pag. 17. cfr. Reaction mit Chlorzinkjod.

2) HARTIG, Das Gerbmehl. Bot. Zeit. 1865. pag. 53.

3) NÄGELI und SCHWENDENER, Das Mikroskop. II. Aufl. pag. 491 ff.

4) PFEFFER, Physiol. Untersuch. pag. 14.

5) SCHELL, Physiol. Rolle d. Gerbs. Botan. Jahresber. 1875. pag. 875.

zeigen die diesen Gerbstoff führenden Pflanzen, von denen ich *Vicia*, *Plectranthus*, *Solanum tuberosum* untersuchte, gegen die ätherische Eisenchloridlösung. Wird eine möglichst wasserfreie Lösung desselben benutzt, so ist eine vollständige schwarz-grüne Färbung der eingetauchten Pflanzentheile zu erzielen, während an den Schnittändern hell gefärbter, wässriger Zellsaft tropfenweise hervortritt und zu Boden sinkt. Ist die ätherische Lösung dagegen etwas wasserhaltig, so sind die austretenden Tropfen schmutzig dunkel gefärbt, und der Pflanzentheil bleibt ungefärbt, erscheint gerbsäurefrei. Da die Gerbsäure in diesen Pflanzen gegen geringe Mengen Säuren äusserst empfindlich zu sein scheint, wahrscheinlich leicht zersetzt wird, so dürfte durch die entstehende, sauer reagirende, wässrige Eisenchloridlösung gleichfalls die Gerbsäure theilweise zersetzt werden; andererseits würde in diesen Pflanzen nur eine sehr geringe Menge Gerbsäure vorhanden sein. Besondere Erwähnung verdient in dieser Beziehung das in den Blättern solcher Pflanzen massenhafte Vorkommen von Stärke in der wohlausgebildeten Körnerform transitorisch abgelagerter Stärke.

Die zweite, bei weitem häufigere Form der Gerbsäure ist die als homogene, stark lichtbrechende, öltartige Flüssigkeit, welche durch Eisensalze meistens blau gefärbt wird. Ich untersuchte diese sowohl an frischem Material, wie an solchem, welches mit Reagentien bereits behandelt war, bei *Rhododendron*, *Pelargonium*, *Cyclamen*. Der Niederschlag von Purpurogallin, welcher in vielen Zellen des Querschnittes eines Blattstieles von *Rhododendron* durch molybdänsaures Ammoniak (GARDINER's Reagens) erzeugt ist, verhält sich gegen Säuren ziemlich widerstandsfähig, d. h. in verdünnter Citronensäure, Essigsäure, Salzsäure verschwindet die braune Färbung, ein Theil des Zellinhaltes wird gelöst, während ein Theil zurückbleibt, der als schwerlöslich nach Behandlung des Präparates mit Wasser und Hineinbringen in neue Säuremengen weiterhin gelöst wird. Es scheint mithin der gebliebene Rückstand schwerlöslich, nicht unlöslich zu sein. Ganz anders verhält sich der Zellinhalt frischen Materials. Querschnitte desselben, welche erst unter dem Mikroskope mit Wasser in Berührung kommen, zeigen zunächst keine Veränderung. Bei Zusatz schwach alkalischer Lösung, z. B. von kohlen-saurem Ammoniak, beginnt zunächst eine Trübung des Zellinhaltes der meist Gerbsäure enthaltenden Zellen, kleine Tropfen bilden sich, welche zu grösseren zusammenfliessen; schliesslich fliesst der ganze Zellinhalt zu einer einzigen, öligen Masse von scharf abgegrenztem Umfange zusammen, welcher ein gelbliches Aussehen zeigt. Wird jetzt GARDINER's Reagens zugefügt, so beginnt sofort Bräunung der Masse, und man hat nach einiger Zeit den starren, braunen Gerbsäure-Niederschlag. Wenn dagegen die alkalische Flüssigkeit an Stelle von GARDINER's Reagens wiederum durch Wasser verdrängt wird, so wird der öltartige Zellinhalt trübe unter Tropfenbildung, scheint plötz-

lich aufzuquellen und füllt dann, unsichtbar geworden, den Zellraum wieder vollständig aus. Dieser Process lässt sich wiederholen, wobei aber jedesmal mehr des Zellinhaltes durch Lösung verschwindet.

Bei *Cyclamen* lässt sich ähnliches beobachten. Die in den Blättern von *Cyclamen* gefällte Gerbsäure ist in Säuren sehr schwer löslich, und scheint selbst von starker Schwefelsäure nur schwer angegriffen zu werden. Wenn man frische Schnitte von *Cyclamen*-Blättern mit molybdänsaurem Ammoniak versetzt, so beginnen sofort die Inhalte einiger Zellen sich zu trüben, zusammenzufließen und braun zu werden; lässt man alsdann verdünnte Salzsäure zutreten, so wird dieser Gerbsäuregehalt unter Dunkelfärbung, Tropfenbildung und schliesslich vollständiger Lösung zum Verschwinden gebracht.

Am auffälligsten sind die Beobachtungen, welche sich in dieser Richtung bei *Pelargonium* anstellen lassen. Der Gerbsäure-Niederschlag, wie ihn GARDINER's Reagens hier zeigt, besteht in tropfenförmiger Gestalt, entweder in sehr kleinen, theilweise zusammengeflossenen Tröpfchen, welche fast ein krümeliges Aussehen haben, oder in grösseren Kugeln, welche oft auch zusammenstossend, zusammengesetzten und einfachen Stärkekörnern so täuschend ähnlich sehen, dass man sie nur durch die Lösung davon unterscheiden kann. Der Gerbsäure-Niederschlag in *Pelargonium* ist nämlich in der geringsten Säuremenge löslich; wobei die braune Farbe in gelb übergeht, der Niederschlag plötzlich verquillt und nun auch als blässgelbe Masse das Zelllumen ausfüllt. Dabei zeigt sich nun, dass von den einzelnen Kugeln membranartige Theile übrigbleiben, welche entweder zusammenhängend, oder auch zerreissend die früheren Kugelgebilde erkennen lassen, und es fragt sich nun, ob hier etwa Plasmamembranen vorliegen, wie NÄGELI und SCHWENDENER ¹⁾ es andeuten, oder etwa eine Niederschlagsmembran, für welche schon PFEFFER ²⁾ sich ausgesprochen hat, d. h. ob die Gerbstoffkugeln organisirte Zellinhaltsbestandtheile oder beliebige durch chemisch-physikalische Einwirkungen hervorgerufene Ausscheidungen aus dem flüssigen Zellinhalte sind. Ich habe zur Entscheidung dieser Fragen auch hier wieder frisches Material untersucht. An Radialschnitten durch Stengel von *Pelargonium* lässt sich bei der Einwirkung sehr verdünnter alkalischer Lösung beobachten, dass unter Einwirkung der in die Zelle eindringenden Flüssigkeit, ein trüb-gerinnender Theil sich unter Contraction von der Zellwand abhebt. Die Umgrenzung dieser Masse wird nicht durch den Protoplasmaschlauch gebildet, welcher vielmehr (mit den wandständigen Chlorophyllkörnern) noch länger wandständig bleibt. Der Umriss der contrahirten Masse verändert sich nun weiter, indem sich vacuolenartige Ausbuchtungen, Auszackungen

1) NÄGELI und SCHWENDENER, Das Mikroskop. II. Aufl. pag. 491 ff.

2) PFEFFER, Physiol. Unters. pag. 14.

und ähnliche Veränderungen des Umrisses bilden, welche oft bis zum Zerfallen in einzelne Theile oder eine grössere Anzahl Tropfen führen, die ihrerseits oft wieder zusammenfliessen und sich vereinigen bis endlich Erstarrung eintritt. Die Veränderungen an der Grenze dieser Massen während ihrer Umformung, besonders ein oft zerfressenartiges Aussehen und ein beständiges Auflösen vom Rande her lassen deutlich erkennen, dass die Begrenzung nicht durch eine Plasma-, sondern durch eine Niederschlags-Membran gebildet wird, welche nach dem Festwerden der Gebilde chemisch weiter verändert wird, so dass sie schwerlöslich, selbst unlöslich werden kann. Auch mit der Niederschlagsmasse gehen bei längerem Stehen Veränderungen (wohl Oxydationen?) vor sich, welche dieselbe nach und nach schwerer löslich machen; solche Veränderungen werden andererseits auch durch andere Reagentien hervorgerufen, denn durch Kalibichromat in essigsaurer Lösung wird der braune Gerbsäure-Niederschlag in *Pelargonium* bald sehr schwer löslich. Ich war Anfangs geneigt, besonders mit Rücksicht auf PFEFFER's diesbezügliche Untersuchungen¹⁾ diese Unlöslichkeit der Coagulation des mit der Gerbsäure vielleicht vereinigten Eiweisses beizumessen. Aber erstmal gelang es mir nicht, durch Tinction oder MILLON's Reagens im Rückstand Eiweiss nachzuweisen, sodann schien mir in vielen Fällen diese unlösliche Masse dem sonstigen Vorhandensein an Eiweiss gegenüber viel zu gross zu sein, und endlich glaube ich, dass auch ungezwungen die Bildung unlöslicher oder schwer löslicher, gummiartiger Producte bei der Zersetzung der Gerbstoff-Glykoside zu solchem Verhalten führen kann. Auch PFEFFER²⁾ hat die Möglichkeit des Vorkommens schleimartiger Gebilde in den Gerbstoffblasen ausdrücklich hervorgehoben. Wenn ich somit nicht der Ansicht bin, dass das Unlöslichwerden des Niederschlages stets auf Rechnung von Eiweissstoffen zu setzen, so halte ich es andererseits für durchaus wahrscheinlich, dass hier und da geringe Mengen von Eiweiss in dem Niederschlage enthalten sein können. Dass das wandständige Protoplasma nicht bei der sogenannten Bläschenbildung theilhaftig ist, sieht man direct an den köpfchenförmigen Drüsenhaaren von *Pelargonium*, welche fast stets grössere Mengen Gerbsäure enthalten. Schon Wasserzutritt bewirkt hier eine Veränderung des Zellinhaltes, indem derselbe trübe wird, Tröpfchen bildet und sich contractirt. Man kann die Einwirkungen von Wasser, Alkalien, Säuren der Reihe nach am Zellinhalte studiren und findet dann häufig das Protoplasma von der Zellwand abgelöst, im Innern des Protoplasma vom Zellsaft durch Niederschlagsmembran getrennt eine dichtere Inhaltsmasse und in dieser wieder scharf umgrenzt die Tropfen oder Kugeln.

1) PFEFFER, Untersuchungen aus d. bot. Inst. zu Tübingen. II. Bd. 2. Heft. pag. 235 u. 236, 243—247.

2) PFEFFER, l. c. pag. 236.

Die dichte Masse reagirt schwach auf Gerbsäure, die Tropfen dagegen intensiv. Daraus glaube ich folgern zu müssen, dass die ölartigen tropfenförmigen oder bläschenartigen Bildungen der Gerbsäure in den Zellen durch chemisch-physikalische Factoren, wie Veränderung der Reaction, der Concentration u. s. w. beeinflusst werden, bzw. durch die angewandten Reagentien hervorgerufen werden, dass sie von Niederschlagsmembranen umschlossen sind, und also morphologische Gebilde bestimmter Structur nicht sind.

Der zweite Theil meiner Untersuchung bezieht sich auf das Vorkommen der Gerbsäure in den Blättern, den Organen der Assimilation. Wenn meine früher ¹⁾ ausgesprochene Ansicht, dass die Gerbsäuren in Verbindung als Glykoside die Wanderungsform der Kohlehydrate in den meisten Pflanzen bilden, richtig ist, so musste auch die anatomische Untersuchung der Blätter als derjenigen Organe, in welchen stets Kohlehydrate gebildet werden und zur Wanderung gelangen, in dieser Beziehung noch weitere neue, und wichtige Resultate ergeben. Ich wählte zur Untersuchung theils besonders viel Gerbsäure führende Blätter, theils mehrere unserer gewöhnlichen Laubblätter, und gebe in Folgendem zunächst die Beobachtungsergebnisse bei den einzelnen an. Die Gerbstoffreaction wurde meistens mit GARDINER's Reagens ausgeführt an ganzen Blättern oder grossen Blattstücken. Die gut ausgewaschenen Stücke wurden dann in Alkohol entfärbt und gehärtet. Zur Untersuchung auf Stärke wurden Querschnitte in A. MEYER's Jodchloral gebracht.

1. *Ficus elastica*.

In Betreff des Baues des Blattes verweise ich auf HABERLANDT's ²⁾ ausführliche Beschreibung desselben und möchte behaupten, dass es keine bessere Illustration für HABERLANDT's Deutung der Stoffleitung in diesem Blatte geben kann als die Reaction auf Gerbsäure.

Die obere Epidermis enthält in ihren englumigen Zellen bei an Gerbsäure reichen Blättern solche stets, wenn auch in sehr geringer Menge. Das darunterliegende, zweireihige, grosszellige Wassergewebe enthält fast nie Gerbsäure. In dem nun folgenden zweireihigen Pallissadenparenchym findet sich stets Gerbsäure und zwar immer in der oberen Reihe mehr als in der zweiten. Die Gerbsäure füllt entweder die ganze Zelle von oben nach unten aus, oder befindet sich nur im oberen Theile derselben. In der ersten Pallissadenreihe sind solche Gerbsäurezellen in wechselnder Anzahl vorhanden. Es kann auf Quer-

1) H. MOELLER, Weitere Mittheil. über d. Bedeut. d. Gerbst. f. d. Stoffwechsel in d. Pfl. Mittheil. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen in Greifswald. 1887.

2) HABERLANDT, Vergl. Anatom. d. assimil. Gewebesyst. d. Pfl. Jahrb. für wiss. Botan. XIII. pag. 134.

schnitten gerbsäurehaltiger Blätter in der ersten Reihe die grösste Anzahl der Zellen gerbstoffhaltig sein, nur wenige gerbsäurefreie dazwischen liegen oder es ist vielleicht nur jede dritte bis fünfte Zelle damit gefüllt. Auf Horizontalschnitten, wie man sie mit dem Gefriermikrotom erhält, sieht man, dass diese gerbsäurehaltigen Pallissaden meistens zerstreut, oft gruppenweise zu 5—8 beisammenliegen, und dass ihr Querschnitt grösser als der der nicht gerbsäurehaltigen ist, wie wenn sie durch Druck aufgetrieben wären; die Gerbsäure füllt das Lumen der Zelle völlig aus. Die Ableitungs- und Sammelzellen des armförmigen Schwammparenchym enthält, wie der grösste Theil der Parenchymcheiden der Nerven, viel Gerbsäure. Die untere Epidermis ist fast immer gerbsäurehaltig, z. Th. sehr reich daran, und sind hier stets die Spaltöffnungszellen mit einem Kranze gerbsäurehaltiger Zellen umgeben. Auch hier ist ein 1—2reihiges hypodermales Zellgewebe frei von Gerbsäure, nur mit dem Unterschiede, dass hier in diesen Zellen zahlreiche „Gerbstoffbrücken“ den Zusammenhang mit dem inneren, gerbstoffhaltigen Gewebe vermitteln. Es folgt dann eine 2—3reihige Kurzparenchymenschicht mit Chlorophyllkörnern, in welcher wiederum viele Gerbsäurezellen vorkommen. Auch hier folgt die Ableitung durch die Armzellen nach den Nerven, und es verdient noch besondere Erwähnung, dass die Verbindung, bezw. Ableitung der Gerbsäure der unteren Epidermis beiderseits der Nerven durch die „Gerbstoffbrücken“ immer deutlich zu sehen ist, dass dann unter dem Nerv die untere Epidermis stets frei von Gerbsäure ist.

Auffallend ist das Verhalten der Stärke zur Gerbsäure in Betreff ihres Vorkommens im Blatte von *Ficus*. Im Ganzen ist das Verhältniss ein derartiges, dass um so mehr Gerbsäure zu finden ist, je weniger Stärke, und umgekehrt. In den relativ grosse Mengen Gerbsäure führenden Zellen der unteren Epidermis ist niemals Stärke vorhanden (natürlich mit Ausnahme der Schliesszellen); und im Inneren der Nervenstränge ist auch selten Stärke und dann nur transitorisch abgelagert zu finden. Dagegen kommt sie immer mit Gerbsäure vor im eigentlichen assimilatorischen Gewebe. Wenn im Blatte viel Stärke vorhanden ist, so ist dieselbe in der ersten Pallissadenreihe in der primären Form, wie sie durch Jodchloral sichtbar zu machen ist, zu finden; während die zweite Reihe schon abgelagerte Stärkeköerner enthält und in noch grösserer Menge die Sammelzellen. In diesem Falle pflegen nur wenige Zellen der ersten, fast keine der zweiten Pallissadenreihe Gerbsäure zu enthalten, während im Schwammparenchym verhältnissmässig viel Gerbsäure mit Stärke zusammen vorkommt. In anderen Fällen ist die oberste Pallissadenreihe sehr reich an Gerbsäurezellen und ganz frei von Stärke; erst die zweite Reihe zeigt neben vielen Gerbsäurezellen die übrigen Zellen voll primärer Stärke, und im Schwammparenchym ist wieder viel Gerbsäure mit transitorisch gelagerter Stärke zu finden.

Horizontalschnitte durch die Nerven zeigen die Parenchymscheiden theils mit Stärkekörnern, theils mit Gerbsäure, oder auch mit beiden gefüllt. Die leitenden Zellen im Innern derselben enthalten immer nur Gerbsäure in der kugeligen oder tropfenförmigen Gestalt.

Die anatomische Untersuchung des Blattes von *Ficus* lehrt demnach zunächst eine neue Function der (unteren) Epidermis kennen, die der Speicherung und Leitung der Gerbsäure; und zeigt, dass überall, wo in diesem Blatte Stärke entsteht oder geleitet wird (in letzterem Falle sogar oft ausschliesslich) Gerbsäure vorhanden ist.

2. *Rhododendron*.

Die zusammengesetzten Epidermen des Blattes sind beide stark gerbsäurehaltig, ebenso das dreireihige Pallissadenparenchym und das Schwammparenchym. Primäre Stärke ist nachzuweisen in sämtlichen Zellen der Pallissaden und der Ableitungszellen, sowie theilweise auch in der unteren Epidermis, die Nerven sowie die Blattmittelrippe scheinen immer nur Gerbsäure, keine Stärke zu enthalten. Man vergleiche übrigens die Angaben von SCHULZ¹⁾.

3. *Raphiolepis ovata*.

In den Blättern dieser Pflanze sind die obere und die untere Epidermis gleichfalls zusammengesetzt. Während die obere Epidermis sehr wenig Gerbsäure enthält, ist die untere sehr reich daran, und wir finden auch hier wieder von derselben zu den Nerven hin beiderseits derselben eine Verbindung der gerbsäureführenden Epidermis mit den stark gerbstoffhaltigen Parenchymscheiden der Nerven. Der untere Theil der oberen Epidermis besteht aus grosszelligem, collenchymatischen Wassergewebe, dessen Zellen nach unten convex gekrümmt in eigenthümlicher Weise spitzbogenartig vom Pallissadenparenchym eingefasst werden. Das letztere ist unregelmässig 3—6 reihig, und sind die einzelnen, rundlich zugespitzten, sehr schmalen Pallissadenzellen zwischen einander geschoben. Sammelzellen und Schwammparenchym schliessen sich an dasselbe an. Die Pallissadenzellen enthalten nach unten zunehmend primäre Stärke neben viel Gerbsäure; während im Schwammparenchym primäre Stärke, transitorische, und Gerbsäure in gleicher Menge vorkommen.

4. *Robinia*.

Das Blatt von *Robinia* besitzt eine einfache obere und untere Epidermis, welche beide frei von Stärke und Gerbsäure sind. An die obere schliesst ein einreihiges Pallissadenparenchym an, welches durch

1) E. SCHULZ, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern unter bes. Berücksichtigung d. Gerbst. Flora 1888. No. 14, 15, 16.

kürzer werdende Parenchymzellen schliesslich in ein dicht aneinanderschliessendes Sammelgewebe typischer Parenchymzellen übergeht. Die der unteren Epidermis anliegende Parenchymreihe ist wieder specielles Assimilationsgewebe. Sie, wie die Pallissadenreihen sind dicht mit Gerbsäure gefüllt. Primäre Stärke findet sich in sämtlichen Zellen des Mesophylls, besonders viel im typischen Parenchym.

Zwei Punkte verdienen hier in der Anordnung der Ableitung von Stärke und Gerbsäure noch besondere Erwähnung, zunächst die Nervatur des Blattes. Wenn man auf durchsichtig gemachten Blattflächen den Verlauf der Nervenendigung verfolgt, so sieht man deutlich, dass dieselben aus Tracheiden bestehen, welche auf der Unterseite nächst der Epidermis von 2—3 Reihen gerbsäureführender Parenchymzellen längs der Tracheiden begleitet sind, während auf der Oberseite stets nur eine solche Zellreihe vorhanden ist, wie solches auf den Blattquerschnitten deutlich zu sehen ist. Diese oberste Zellreihe, welche Gerbstoff leitet, verzweigt sich verschiedentlich weiter und zwar, so weit ich beobachten konnte, ohne Tracheiden, so dass wir hier den von HABERLANDT¹⁾ schon für *Ficus* angegebenen Fall (l. c. p. 139) hätten, dass die tracheidenlosen Nervenenden jetzt nur noch aus einer einzigen, Reservestoffe leitenden Parenchymreihe bestehen. Es scheint aber weiter auf der Oberflächenansicht, als ob die oberen Endigungen der Pallissaden gruppen- und reihenweise bei sehr gerbsäurereichen Blättern gewissermassen zusammenflössen, so dass die einzelnen Pallissadenzellen dadurch in Stand gesetzt würden, ihren Gerbstoffinhalt auf dem kürzesten Wege, aber quer durch die Pallissaden den Nerven zuzuführen. Diese Thatsache würde durchaus dem Principe der Stoffableitung auf kürzestem Wege entsprechen, denn ein Schwammparenchym ist hier im Mesophyll nicht enthalten, und die Ableitung durch die Pallissadenwände würde immer noch weniger Wanderung durch Zellwände erfordern, als bei dem kleinzelligen Parenchym des Mesophylls. Bestätigt wird übrigens nach meiner Auffassung diese Ansicht noch durch das auffällig geringere Vorkommen des Gerbstoffes im inneren Mesophyllgewebe. Wir hätten dann bei *Robinia* einen als neuen Typus den HABERLANDT'schen hinzuzufügenden Fall eines Assimilations-systemes, welcher unter dem zweiten einzureihen wäre (l. c. p. 119).

Ferner ist hier zu erwähnen der Unterschied, welcher sich im Gehalte von Gerbsäure und Stärke bei Tag- und Nachtblättern zu erkennen giebt. Ich habe wiederholt die Blättchen der einen Seite von *Robinia* nach kräftiger Beleuchtung vor Sonnenuntergang, die Blättchen der anderen Seite vor Sonnenaufgang abgeschnitten und auf Gerb-

1) HABERLANDT. Vergl. Anatom. d. assimil. Gewebesystems d. Pfl. Jahrb. für wiss. Botan. XIII. pag. 134.

stoff untersucht. Die Tagesblättchen zeigen eine intensiv dunklere Färbung als die Nachtblätter, wobei unter dem Mikroskope nichts weiter zu sehen ist, als dass bei gleicher Vertheilung der Gerbsäure in den einzelnen Zellen beider Blättchen, der Gerbsäureinhalt bei den Tagesblättern concentrirter zu sein scheint. Bei der Prüfung derselben mit Jodchloral sind die Tagesblätter dicht voll primärer Stärke, die Nachtblätter fast leer davon. Aber auch der Gerbsäureinhalt der Tagesblätter nimmt bei dieser Behandlung eine eigenthümlich dunkelbraune Färbung an, während der Niederschlag in den Nachtblättern eher etwas heller dadurch wird. Ich glaube daraus den sicheren Schluss ziehen zu dürfen, dass die Gerbsäure mit dem Vorkommen der Stärke, bezw. ihrer Entstehung und Ableitung im directen Zusammenhange steht.

5. *Acer*.

Die obere Blattepidermis ist mehrschichtig, die eigentlichen Epidermiszellen dicht voll Gerbsäure, welche in die Parenchymcheiden der Nerven abgeleitet wird; das hypodermale Wassergewebe enthält vielfach „Gerbstoffbrücken“. Ein einreihiges Pallissadenparenchym mit Ableitungszellen und Schwammparenchym schliesst an mehrreihiges typisches Parenchym an, welches durch die untere Epidermis begrenzt wird. Die Pallissaden sind dicht voll Gerbsäure; Ableitungs- und Sammelzellen, sowie untere Epidermis enthalten weniger, aber immer noch ziemlich viel. Primäre Stärke ist in allen Mesophyllzellen in ziemlicher Menge vorhanden.

6. *Juglans*.

Die einreihigen Epidermen schliessen ein einreihiges Pallissadenparenchym mit Sammel- und Ableitungszellen (Schwammparenchym) zwischen sich ein. Die Pallissaden sind sehr dicht, die Epidermen und das Schwammparenchym ziemlich mit einem sehr hell-braunen, tropfenförmigen Gerbsäure-Niederschlag gefüllt. Ausser in den Schliesszellen der Spaltöffnungen konnte ich Stärke im Blatt bei dem darauf untersuchten Material nicht nachweisen.

7. *Aesculus*.

Einfache Epidermen, beide gerbstoffhaltig. Ein Pallissadenparenchym mit Schwammparenchym enthält Gerbsäure und primäre Stärke.

8. *Ampelopsis*.

Obere, einreihige Epidermis sehr gerbstoffhaltig. Pallissadenparenchym mit daranschliessendem Sammelgewebe aus typischem Parenchym; beide voll Gerbsäure. Es scheint auch hier die obere Epidermis die Ableitung der plastischen Stoffe zu vermitteln. Primäre

Stärke bald sehr viel im ganzen Mesophyll, bald nur in der Nähe der Nerven, je nach dem Grade der Assimilation, bezw. Ausfuhr der Stärke.

9. *Pelargonium*.

Die obere und untere Epidermis sind einreihig und enthalten viel Gerbsäure in der Kugelform des Niederschlages gespeichert. Im Mesophyll findet sich eine Pallissadenreihe mit daranschliessendem, schwammparenchymartigen Gewebe quergestreckter Zellen, welche der Ableitung dienen. Das ganze Mesophyll ist dicht mit Gerbsäure gefüllt, wie überhaupt in *Pelargonium* ein ausserordentlich grosser Gerbstoffgehalt zu finden ist. Primäre Stärke findet sich ziemlich viel in den Zellen des Mesophylls, dagegen keine in den Zellen der Epidermen.

10. *Cyclamen*.

Die obere Epidermis ist frei von Gerbsäure, die untere stets stark gefüllt. Ein zweireihiges Pallissadenparenchym enthält von dem grosszelligen, oberen Parenchym einen grossen Theil mit Gerbsäure gefüllt, während die unteren Pallissaden von gleichem Querschnitte, aber halber Länge und die an diese ansetzenden Sammelzellen nur vereinzelt Gerbsäure enthalten. Es folgt ein langarmiges, quergestrecktes Schwammparenchym, welches an die Parenchymcheiden der Gefässbündel ansetzt, dicht mit Gerbsäure gefüllt ist und auf der Horizontalansicht im durchsichtig gemachten Blatte sich als zusammenhängendes Netzwerk intensiv gerbstoffhaltiger Zellen zu erkennen giebt. Stärke nachzuweisen gelang mir anfangs nicht bei dem verschiedensten Material und unter Anwendung von Jodchloral. Erst neuerdings habe ich in einem Blatte mit diesem Reagens in Chlorophyllkörnern einiger Zellen des Ableitungsgewebes primäre Stärke bei Benutzung einer Immersionslinse sicher beobachtet.

Aus den vorliegenden anatomischen Untersuchungen, welche das gleichzeitige Auftreten von Gerbsäure und Stärke in den Assimilationszellen, und das sich in gewisser Weise ausschliessende Vorkommen beider im Ableitungsgewebe, ganz besonders aber die grosse Anhäufung von Gerbsäure im Schwammparenchym, den Parenchymcheiden und dem Leitparenchym der Gefässbündel erkennen lassen, erscheint die Wanderung der Kohlehydrate als Gerbstoffverbindungen höchst wahrscheinlich. Andererseits ergibt sich aus den Untersuchungen eine wichtige Nebenfunction der Epidermen, die der Speicherung, bezw. Leitung der Kohlehydrate. Das scheint mir von SCHULZ¹⁾ in seiner Arbeit (die ich leider erst nach Abschluss meiner

1) E. SCHULZ, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern unter bes. Berücksichtigung d. Gerbst. Flora 1888. No. 14, 15, 16.

Untersuchungen erhielt) nicht genug hervorgehoben zu sein, zumal er ein sehr ausgedehntes Vorkommen dieser Speicherung in den Epidermen von *Vinca*, *Prunus*, *Viscum*, den Oleaceen, Magnoliaceen und Lauraceen, den Myrtaceen und Ericaceen gefunden hat.

Wenn man die Bahnen, welche die Gerbsäure als hypothetischer Wanderungsbestandtheil der Kohlehydrate auf ihrer Ableitung wählt, weiter verfolgt, so beobachtet man bei fast allen gerbsäurehaltigen Pflanzen, insonderheit den Bäumen und Sträuchern, dass zunächst aus dem Mesophyll der Blätter nur ein Theil Gerbsäure in die Nerven wandert, und später in das Gefässbündel der Hauptrippe, ein grosser Theil dagegen in der Epidermis, zunächst der betreffenden Blätter, sodann der Rippe und in dem zwischen Epidermis und Gefässbündel liegenden Parenchym aufgespeichert wird. An der Ansatzstelle des Blattstieles wird wieder nur ein Theil durch das Gefässbündel dem Sprossinnern zugeführt, während der weitaus grösste Theil in die Epidermis und deren benachbartes Gewebe des grünen Laubsprosses wandert und dort vorläufig lagert. Diese peripherische Lagerung der Kohlehydrate ist für die Pflanze von grösster Bedeutung. Zunächst werden die in der Nähe der wachsenden Theile gebildeten Baustoffe den verhältnissmässig kürzesten Weg zurückgeschafft, um bei weiterem Wachsthum in möglichster Nähe zu sein, sodann wird durch die peripherische Lagerung in den noch grossen, jugendlichen Zellen der Raum zur Speicherung und Wanderung einer sehr grossen Menge Baustoffe geboten, und endlich ist die peripherische Lagerung höchst wahrscheinlich für eine kräftigere Einwirkung der die Wanderung begünstigenden Factoren nützlich.

Was die Wanderung der Kohlehydrate überhaupt betrifft, so ist wiederholt von älteren Autoren darauf hingewiesen, dass die nachzuweisende Glykose sehr häufig der Quantität nach viel zu gering ist, um in den darauf untersuchten Pflanzentheilen das Wanderungsprodukt einer der Schätzung und direkten Wägung nach viel grösseren Menge von gelöster Stärke sein zu können. Ich verweise in dieser Beziehung unter Anderen auf SACHS's¹⁾ Beitrag zur Kenntniss der Ernährungsthätigkeit der Blätter (pag. 12, 16, 18). Durch die Annahme der Wanderung der Kohlehydrate als Gerbstoff-Glykoside dürfte die Schwierigkeit einer Erklärung dafür rasch schwinden.

Auf einen Punkt glaube ich am Schlusse noch besonders aufmerksam machen zu müssen. Die oben mitgetheilten Resultate der anatomischen Untersuchung beziehen sich auf Pflanzen-Individuen, welche sich in einem ganz bestimmten Zustande der Entwicklung und der Assimilationsthätigkeit befunden haben. Dementsprechend ist auch die Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse dieser, wie ähnlicher

1) SACHS, Arbeit. d. botan. Inst. z. Würzburg. Bd. III. Heft 1.

Arbeiten nur nach der Richtung zulässig, dass diese oder jene Zell-complexe der Bildung und Leitung von Stärke und Gerbsäure dienen können; und es ist kein sicherer Schluss aus der einzelnen Untersuchung zu ziehen auf das bestimmte Vorhandensein oder Nichtvorhandensein, sowie die Quantität der einzelnen Stoffe. Ich kann das noch an einem ganz besonderen Beispiele klar legen.

In seiner jüngsten Arbeit: „Glykose als Reservestoff der Laubhölzer“ hat A. FISCHER¹⁾ *Robinia* als Beispiel benutzt für den Nachweis von Glykose, wobei er sich auf SANIO's²⁾ Angabe stützt, dass die Papilionaceen keine Gerbsäure im Holze enthielten. Als ich (vor Erscheinen jener Arbeit) am Anfang dieses Sommers nach dem Austreiben der Blätter einen älteren Zweig von *Robinia* auf Gerbstoff untersuchte, fand ich auf dem ganzen Querschnitte desselben nichts. Mitte Sommers zeigte sich indessen an einem älteren Theile desselben Zweiges Gerbsäure, die im Verlaufe eines Monats beträchtlich zunahm! — Als die Blätter entfaltet waren, fand natürlich kein Stofftransport von dem Stamm zu den wachsenden Theilen mehr statt: daher keine Gerbsäure vorhanden; mit dem Weiterschreiten der Assimilation: Auftreten der Gerbsäure beim Rücktransport der Baustoffe in die Reservemagazine, ein Vorgang, welcher gegen Ende der Assimilationsthätigkeit immer deutlicher wird. — So hat auch SANIO, was FISCHER wahrscheinlich übersehen hat, besonders erwähnt, dass seine Untersuchungen an Holz im Zustande der Winterruhe angestellt sind; und es erklären sich daher auch mannigfache Widersprüche über Vorkommen der Gerbsäure, wie sie z. B. PICK³⁾ gegen SANIO anführt und wie sie mir betreffend Angaben von SANIO und SCHELL entgegengetreten sind.

„Die Gerbsäure ist nur dann nachzuweisen und in den Zellcomplexen, in welchen zur Zeit gerade Kohlehydrate wandern.“

1) A. FISCHER, Botan. Zeit. 1888. No. 26.

2) SANIO, Bot. Zeitung. 1863. No. 3. pag. 17.

3) PICK, Botan. Centralbl. Bd. XVI.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Moeller Hermann

Artikel/Article: [Anatomische Untersuchungen über das Vorkommen der Gerbsäure. LXVI-LXXXII](#)