

Localisirung
des
ätherischen Oeles
in den
Gewebe der Allium-Arten.

Von

Dr. A. Voigt.

Unter den Erzeugnissen des pflanzlichen Stoffwechsels treten eine Reihe von Stoffen hervor, die die Chemie meist als technische oder medizinische Hilfsmittel erschlossen und deren Natur sie durch Analyse und Synthese festgestellt hat. Man rechnet im allgemeinen die Alkaloïde, Glycoside, ätherischen Oele, Harze, Pflanzensäuren, Gerbstoffe und Farbstoffe, mit Ausschluss des einen oder anderen, je nach der Ansicht der betreffenden Autoren, in diese Gruppe.

Sachs¹⁾ erwähnt bei der Besprechung der Baustoffe der Pflanze den Gerbstoff, die aetherischen Oele und sagt von ihnen, dass sie bei der Keimung gebildet aus dem Stoffwechsel sofort austreten und keine weitere Verwendung bei der Ernährung und dem Wachsthum der Pflanzen finden. Ein gleiches macht er für die Alkaloïde wahrscheinlich, und weiterhin hält er die Betheiligung der Glycoside und Pflanzensäuren am Stoffwechsel für sehr zweifelhaft.

Unter der Ueberschrift anderweitige Stoffwechselproducte bespricht Pfeffer²⁾ die Pflanzenschleime, Organischen Säuren, Gerbsäuren, Glycoside, Pectinstoffe, Alkaloïde, Farbstoffe, und sagt in den einleitenden Sätzen: „Es muss im allgemeinen unentschieden bleiben, ob diese Stoffe als Nebenproducte anderer Metamorphosen oder als Hauptproducte irgend welcher Processe anzusehen sind“. Im einzelnen bespricht er nun die bisher bekannten Resultate über die Bedeutung des einen oder andern Stoffes, lässt aber, wie er schon in seinen einleitenden Worten sagt, bei allen die Frage nach der Stellung im Lebensprocess offen.

Dettmer³⁾ nimmt in seiner Pflanzenphysiologie für den Gerbstoff und die Glycoside eine eventuelle Bedeutung für die Leitung des

1) Sachs, Vorl. ü. Pflanzen-Physiol. 1882. p. 396 97.

2) Pfeffer, Pflanzen-Physiol. I. 243.

3) Dettmer, Pflanzen-Physiol. p. 147.

Zuckers in Anspruch, da ja z. B. die Glycoside durch ein Ferment oder eine Säure in Zucker und in einen fremden Körper zerlegt werden können. Jedoch hält er andererseits ein vollständiges Austreten der beiden genannten Gruppen aus dem Ernährungsvorgange, wegen gänzlichen Mangels an experimentellen Beweisen für die erste Annahme, für ebenso wahrscheinlich. Je mehr nun aber die Chemie Aufklärung über das Vorkommen und die Verbreitung aller dieser Stoffe bietet, um so näher liegt es auch ihnen von botanischer Seite nachzuforschen.

Nachdem Mayer, de Vries und Kraus schon Beobachtungen über den ab- und zunehmenden Säuregehalt der Fettpflanzen ausgeführt hatten, hat Warburg¹⁾ quantitative Analysen von verschiedenen Lebensbedingungen ausgesetzten Pflanzen angestellt und wurde zu der Annahme geführt, dass die Fettsäuren der Crassulaceen eine Rolle im absteigenden Stoffwechsel spielen.

Ähnliche Untersuchungsmethoden liegen den Schlüssen der Kraus'schen Arbeit²⁾ über den Gerbstoff zu Grunde, nach der derselbe als aus dem Stoffwechsel ausgeschieden und eventuell noch besonderen biologischen Zwecken dienend, anzusehen ist.

Theils wegen der noch durchaus ungenügenden Kenntniss über die Chemie mancher Stoffe, theils wegen des gänzlichen Mangels irgend welcher Vorarbeiten von botanischer Seite, hat sich aber der grösste Theil der oben zusammengestellten Körper bis jetzt der genaueren Untersuchung entzogen.

Ueber die in der Medizin eine so wichtige Rolle spielende Gruppe der Alkaloïde stellte Errera³⁾ im Verein mit dem Apotheker Clautriau und dem Arzte Maistriau eingehendere Untersuchungen an, die zu dem microchemischen Nachweis derselben führten und somit wichtige Resultate für die Vertheilung der Alkaloïde in den Geweben der untersuchten Pflanzen ergaben.

Fast gleichzeitig mit obiger Arbeit erschien nun von Errera⁴⁾ ein kleiner Aufruf, in dem er anforderte, auf die Beziehungen zu achten, die die pflanzenfressende Thierwelt zu Pflanzen einnähme, die Alkaloïde, Glycoside, Bitterstoffe, Säuren führten. Gestützt auf eigene

1) Ueber die Bedeutung der organischen Säuren für den Lebensprocess der Pflanzen, spec. der sog. Fettpflanzen, in: Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen, II. Bd. pag. 53 ff.

2) Grundlinien zu einer Physiologie der Gerbstoffe. Leipzig, 1889.

3) Errera, L., Maistr. et Cl. Premières recherches sur la localisation et la signification d. Alkaloides. Brüssel. 1887.

4) Errera, L., Un ordre de recherche trop négligé: L'efficacité des structures défensives des plantes. Brüssel 1886.

Beobachtungen spricht er die Ansicht aus, dass die meisten dieser Stoffe gute Schutzmittel gegen den vernichtenden Einfluss der Thiere seien.

Eine kräftige Stütze hat nun diese Ansicht durch die vergleichenden biologischen Untersuchungen Stahl's¹⁾ über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Schnecken gefunden. Es ist durch diese Arbeit für einen Theil der oben erwähnten Stoffe als sicher erwiesen anzusehen, dass dieselben den sie erzeugenden Pflanzen als wirksame Schutzmittel dienen.

Einerseits wird es nun für die angeführten Gesichtspunkte von Interesse sein, in ähnlicher Weise wie es für die Alkaloide geschehen ist, die Vertheilung jedes dieser Stoffe in den Geweben der Pflanzen nachzuweisen, andererseits werden dann auch die genauen Kenntnisse über die Localisirung Schlüsse gestatten, die sich auf die Function specieller Gewebe beziehen.

Angeregt durch die Untersuchungen Stahl's über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Schnecken trat der Verfasser der Frage nach der Vertheilung des Knoblauchöls in den Geweben der Alliumarten näher, und auf Grund der herangezogenen chemischen Literatur ist er zu den weiter unten zu beschreibenden Resultaten in genannter Frage gekommen.

I. Chemie des Knoblauchöls.

Die Reindarstellung des Knoblauchöls ist zuerst von Wertheim²⁾ vorgenommen und die chemische Zusammensetzung desselben näher bestimmt worden.

Da nun die grösseren chemischen Handbücher wie Gmelin³⁾ und unter den neueren Beilstein⁴⁾ sich in allen ihren Angaben über das Knoblauchöl auf die Wertheim'schen Untersuchungen beziehen, so wurde auch für die folgenden Reactionen die Originalabhandlung zu Rathe gezogen.

Das genannte Oel ist aus den Zwiebeln von *Allium sativum* durch Destillation auf dem Kochsalzbade leicht zu gewinnen, indem es gleich mit dem ersten Wasser übergeht. Rectificirt stellt es eine blassgelbe ölige Flüssigkeit dar, die leichter als Wasser ist und den bekannten widrigen Geruch verbreitet. In Wasser ist es schwer löslich, in Alkohol

¹⁾ Stahl, E., Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.

²⁾ Wertheim, Annal. d. Chem. u. Pharm. 1844. 51. p. 289.

³⁾ Gmelin. 1852. V. 94.

⁴⁾ Beilstein, Handbuch d. org. Chemie. p. 351.

und Aether leicht löslich. Von verdünnten Säuren und Alkalien wird es nicht verändert. Rauchende Salpetersäure bewirkt eine stürmische Zersetzung. Auflösungen von Metalloxyden bewirken keine Veränderung, aber mit den Lösungen mehrerer edlen Metalle entstehen bemerkenswerthe Reactionen.

Platinchlorid giebt einen reichlichen gelben Niederschlag; Quecksilber bewirkt eine weissliche Fällung. Mit salpetersaurem Palladiumoxydul entsteht ein kermesbrauner Niederschlag; eine Auflösung von Silbernitrat bringt eine Fällung von Schwefelsilber hervor. Auch Goldchlorid giebt einen gelben Niederschlag. Concentrirte Schwefelsäure färbt das Oel schön roth.

Die Wertheim'sche Formel für das Knoblauchöl ist $C_6 H_5 S$; da nun der Verbindung $C_6 H_5$ die Eigenschaften eines organischen Radicals zukommen, so schlägt er für dasselbe den Namen Allyl vor.

Nach der jetzt allgemein angenommenen neueren chemischen Theorie erhält jedoch dies Radikal die Formel $C_3 H_5$, und die Schwefelverbindung desselben ist das auch auf künstlichem Wege leicht darstellbare Allylsulfid ($[C_3 H_5]_2 S$) oder Knoblauchöl.

Von botanischer Seite bespricht Solla¹⁾ in einer kurzen Mittheilung im Botanischen Centralblatt zwei neue Reactionen auf Schwefelcyanallyl und erwähnt auch einige Versuche, die er mit denselben Reagentien, (Jod, Alkohol und Salzsäure, und zweitens Brechnuss-tinctur und Jod) bei Alliumarten ausgeführt hat. Ferner erwähnt de Bary²⁾, dass er in den Hanstein'schen Schläuchen kein Knoblauchöl gefunden, giebt aber die Reaction nicht weiter an.

Was nun die Verwendbarkeit der oben angeführten Reagentien betrifft, so zeigte mässig concentrirte Silbernitratlösung die schnellste und sicherste Einwirkung. Ebenso entstanden mit Palladiumoxydulsalzen characteristische Niederschläge. Mit Platin und Quecksilbersalzen konnten bisher keine einheitlichen Resultate erzielt werden, jedoch sollen die mit denselben erhaltenen Reactionen im weiteren Theil Erwähnung finden. Für den Niederschlag mit Goldchlorid giebt auch schon Wertheim an, dass derselbe schnell durch Reduction des Goldes aus der Lösung unsauber und in seiner characteristischen Färbung unkenntlich wird. Unter günstiger Auswahl der Concentration ist es möglich eine ähnliche Einwirkung wie mit Silber und Palladiumsalzen zu erzielen, jedoch ist die Färbung nicht so characteristisch gelb, wie sie von Wertheim angegeben wird. Die Solla'schen Fällungsmittel

¹⁾ Solla, Botanisches Centralblatt. 1874. p. 342—44.

²⁾ de Bary, Vergl. Anat. d. Vegetationsorg. p. 154.

gaben keine Resultate, offenbar weil die Reactionen des Schwefelcyanallyls sich nicht ohne Weiteres auf einfach Schwefelallyl übertragen lassen, wie es Solla thut, namentlich aber auch, weil die Reactionen Solla's chemisch wenig gestützt erscheinen.

Erwähnt sei ferner noch, dass Kruckenberg¹⁾ für Schwefelallyl und Senföl angiebt, dass dieselben mit Nitroprussidnatrium und Kalilauge nicht die für Schwefel charakteristische Färbung zeigen.

Sämmtliche Reactionen wurden nun macrochemisch, sowohl mit durch Destillation gewonnenem Knoblauchöl, als auch mit reinem aus der Fabrik von Trommsdorf bezogenen Allylsulfid angestellt, und sie ergaben befriedigende Resultate.

II. Microchemischer Nachweis.

Das Silbernitrat wurde für die meisten Versuche aus Stangenhöhlenstein in 1—2 % Lösung frisch hergestellt. Die Palladiumoxydulsalzlösung bestand aus einer fast wasserhellen Verdünnung von Palladiumoxydulnitrat. Goldchloridlösung wurde ebenso wie das Nitroprussidnatrium vor jedem Gebrauch frisch dargestellt, Platinehlorid in wasserheller Verdünnung angewandt.

Alle im botanischen Garten zu Jena angepflanzten Alliumspecies wurden in Bezug auf die oben angeführten Reactionen geprüft. Diese Species sind *Allium Cepa*, *sativum*, *porrum*, *Schoenoprasum*, *moly*, *Victorialis*, *ursinum*, *fistulosum*, *urceolatum* und *coerulescens*. Die Einwirkung der Reagentien wurde nun entweder an dünnen Epidermistücken, sowie an Längs- und Querschnitten, welche unter Wasser hergestellt worden waren, auf dem Objectträger vorgenommen, oder es wurden ganze Blattstücke, Stengeltheile, Zwiebelscheiben n. s. w. in kleinen Fläschchen der Einwirkung der Fällungsmittel ausgesetzt. In beiden Fällen wurde die Reaction vielfach durch Evacuiren unter der Luftpumpe beschleunigt, doch sind eben so viele Versuche ohne diese Beschleunigung angestellt worden. Die erste Methode lieferte aber nur bei Flächenschnitten der Epidermis und bei Querschnitten durch die Früchte oder deren Anlage befriedigende Resultate. Empfehlenswerther ist auf alle Fälle die zweite Methode, da dieselbe ein Eindringen des Reagens in die unverletzte Zelle gestattet. Bei diesem Verfahren erwies es sich als vorthailhaft, wenn quer durchschnittenen Zwiebeln in ein mit verdünntem Silbernitrat gefülltes Uhrschälchen gebracht wurden. Die Lösung steigt schnell in dem Object in die Höhe und bewirkt die Reaction.

¹⁾ Kruckenberg, Chem. Unters. z. wissensch. Medizin. II. Jena 1888. p. 125.

Bei den in Fläschchen untergebrachten Stücken, für die die Luftpumpe nicht in Anwendung kam, dauerte die Einwirkung ziemlich lange. Bei Höllesteinlösungen verliefen 2—3 Tage, bei Palladiumlösungen fast 8 Tage, ehe die Reaction im ganzen Gewebe eingetreten war. Von Objecten, die in Silbernitrat gewesen waren, konnten die Präparate gleich angefertigt werden, dagegen waren die Objecte, welche in Palladium-, Platin- und Goldlösungen gelegen hatten, so weich geworden, dass behufs der weiteren Präparirung ein vorheriges Härten in Alkohol nothwendig war.

III. Versuchsergebnisse.

a. *Allium sativum*.

Von dieser Pflanze gelangten sowohl die im Handel käuflichen Knoblauchzwiebeln, als auch im Freien im Wachsthum begriffene, und in Zimmerculturen austreibende Pflanzen zur Untersuchung. Schon auf den Quer- und Längsschnitten durch die Zwiebeln bemerkt man ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen des Inhalts der Epidermiszellen, sowie derjenigen Zellen, die die Gefässbündel umgeben. Unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrösserungen wird es dann möglich, auf Längsschnitten grössere und kleinere, stark lichtbrechende Tropfen neben anderen kleinen Kügelchen den Raum der Zellen vollständig einnehmen zu sehen. Immer gelingt dies jedoch nicht, und der Zellinhalt erscheint dann als eine gleichmässige schwach gelblich grüne, lichtbrechende Masse.

Fügt man nun Silbernitrat zu solchen Schnitten, oder macht man Präparate von den längere Zeit in Silbernitratlösung gelassenen Zwiebelstücken, so zeigen gerade diese durch ihren Inhalt zum Theil schon characterisirten Zellen einen, das ganze Lumen trübenden, schwarzen Niederschlag.

In Bezug auf die eingelegten Stücke sei hier noch bemerkt, dass man auf glatt geschnittenen Flächen schon mit dem blossen Auge die Localisirung des Niederschlags wahrnehmen kann.

Auf Querschnitten ist von Beimengungen überhaupt nichts mehr zu sehen; auf Längsschnitten erscheint dieser schwarze Niederschlag aus feinen Körnchen zusammengesetzt.

Die Zwiebel von *Allium sativum* zeigt nun auf dem Querschnitt ein äusseres breites Blatt, das die jüngeren mit dem Vegetationspunkt fest umschliesst. Die ganze Blattfläche wird von einem gleichmässigen Grundgewebe gebildet, in dem die Gefässbündel vertheilt liegen. Dieselben sind von einer Scheide umschlossen, deren Zellen sich von

denen des Parenchyms wohl durch grössere Längenausdehnung, nicht aber durch die Structur ihrer Membran unterscheiden.

Die das Gefässbündel umgebende Scheide zeigt nun ebenso wie die äussere Epidermis jenen durchaus bestimmten schwarzen Niederschlag. In anderen Zellen sind eventuell die Membranen durch reducirtes Silber braun gefärbt, aber von dem Niederschlag ist nichts zu bemerken.

Die Wurzeln von *Allium sativum* geben die Fällung zunächst in der Wurzelhaube. Junge Wurzeln, die, manchmal zu 4 von einer gemeinsamen Hülle eingeschlossen, aus dem Zwiebelkuchen hervorge wachsen, zeigen in der Epidermis und in der unter dieser liegenden Parenchymschicht denselben Niederschlag. Auch die selten mehr als zwei bis drei Zellreihen starke Hülle lässt die schwarze Färbung in denselben erkennen.

Ältere Wurzeln erhalten in den auf Längsschnitten kürzeren Zellen der unter der Epidermis gelegenen Zellschicht die Schwärzung. Es sind dies die scharf differenzirten Durchlasszellen der äusseren Endodermis. Für die Gefässbündelscheiden konnte bis jetzt keine einheitliche Einwirkung erzielt werden.

Sehr schön und in verhältnissmässig kurzer Zeit ist bei den Wurzeln die Reaction zu erzielen, wenn man bei Pflanzen, welche in Wasserkulturen gezogen sind, einige Tropfen Silbernitratlösung dem Wasser zusetzt. In wenigen Sekunden tritt die Einwirkung bis in die äusseren Hüllblätter der Zwiebel hervor.

In den Blättern und im Stengel tritt der Niederschlag zwar nicht mehr in so grossen Massen auf, aber man sieht ihn auch hier wieder deutlich auf die Epidermis und auf die die Gefässbündel umgebenden Zellen beschränkt.

Mit Goldchlorid war bei *Allium sativum* aus dem oben schon angeführten Grunde keine charakteristische Reaction zu erzielen.

Platinchlorid erzeugte eine gelblich-weiße Trübung in den Scheidezellen. Bestimmtere Niederschläge sind mit Palladiumsalzen erhalten worden. Diese riefen in den Scheide- und Epidermiszellen einen braunrothen Niederschlag neben einer röthlichen Färbung des übrigen Zellinhalts hervor.

Quecksilberchlorid ergab einen weissen, sich bald schwärzenden Niederschlag. Mit Kalilauge und Nitroprussidnatrium entstand die bei Anwesenheit von Schwefel sonst so charakteristische Färbung nicht. Auch Salpetersäure und Bariumchlorid zeigten entsprechend den Wertheim'schen Angaben keinen wesentlichen Einfluss.

Das Aussehen und die Form dieser Niederschläge wurde in keiner Weise verändert, wenn die mit den bez. Reagentien längere Zeit behandelten Objecte in concentrirten Alcohol oder in Glycerin gebracht und daselbst längere Zeit belassen werden.

Auch die Behandlung des Silberniederschlags mit concentrirter Salpetersäure beeinflusste denselben in keiner merklichen Weise. Gemäss den Untersuchungen von Wertheim wurden auch Reactionen mit concentrirter Schwefelsäure ausgeführt, die nach kurzer Einwirkung intensive Rothfärbung der durch die andern Fällungsmittel schon bezeichneten Zellinhalte in Epidermis und Scheide hervorriefen. Die Farbe verschwand allmählich wieder und liess den Inhalt dann schmutzig braun gefärbt erscheinen. Erwähnt sei hier noch, dass die einfach unter Wasser angefertigten Schnitte, welche in keiner Weise mit chemischen Reagentien behandelt worden waren, beim Kochen in den durch die bisher angestellten Versuche so scharf characterisirten Zellen ein Coaguliren des Inhalts, wie dies bei Milchsaftschläuchen zum Beispiel so längst bekannt ist, deutlich erkennen liessen.

b. *Allium Cepa*.

Auch von dieser Pflanze gelangten sowohl die käuflichen Zwiebeln als auch im Freien und im Zimmer cultivirte Exemplare zur Untersuchung. Alle zeigten im Allgemeinen dasselbe Verhalten.

Die Einwirkung des Reagens wurde auf dieselbe Weise wie bei *Allium sativum* veranlasst, und hier besonders auch auf die Einwirkung des Fällungsmittels im Dunkeln und auf das Verhalten im Dunkeln gekeimter Exemplare geachtet.

Die Zwiebeln dieser Art sind blattrreicher, die Blätter dünner und zarter als die der vorher besprochenen. Aussen umhüllt die saftigen Blätter eine Anzahl vertrockneter Schuppen, und selbst noch in diesen konnte eine Reaction beobachtet werden.

Die fleischigen Blätter haben eine aus gleichmässig gebauten Zellen zusammengesetzte Oberhaut, das Parenchym besteht aus rundlichen saftreichen Zellen, unter denen die Gefässbündel zerstreut liegen und zwischen welchen gleich unterhalb der Epidermis die sogenannten Hanstein'schen Schläuche zu finden sind. Die innere Epidermis ist durch leichte Ablösbarkeit vom Parenchym gekennzeichnet. Die Grundgewebezellen um die Gefässbündel sind auch hier wieder — wenn auch nicht als morphologisch scharf differenzierte — Scheiden aufzufassen. In diesen Blättern giebt nun die äussere Epidermis ebenso wie die auch hier stark lichtbrechenden Inhalt führenden Zellen um

die Gefässbündel eine charakteristische Reaction, dagegen die innere Epidermis keine.

Die bei dieser Pflanze so zahlreichen Hanstein'schen Schläuche zeigen in ihrem Inhalt jene Veränderungen durch die Reagentien nicht, wie die Epidermis und Scheidezellen: es tritt höchstens eine Bräunung der Membranen und eine schwache Trübung des Zellinhalts auf.

Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass es bei *Allium Cepa* wie auch bei andern Arten nie vollständig gelingt, an ganzen in das betreffende Reagens gelegten Stücken die Fällung in allen Epidermiszellen der äusseren Oberhaut zu erzielen. Auf den ersten Blick wäre bei solchen Präparaten der Schluss auf Idioblasten gar leicht möglich, aber beliebige Epidermisabschnitte, auf dem Objectträger dem Einfluss des Reagens ausgesetzt, lassen keinen Zweifel darüber, dass die den Niederschlag hervorrufende Substanz sich in allen Zellen gleichmässig befindet.

Die Blätter geben wiederum in den Scheidezellen und in der Epidermis den bekannten Niederschlag. Aber auch hier ist zu bemerken, dass derselbe nicht in der Menge auftritt, wie es in den Zwiebelblättern der Fall ist. Ganz analoges Verhalten bemerken wir beim Blüthenstiel; auch in ihm ist die Reaction auf Epidermis und Scheide beschränkt. Die Wurzeln, die hier ein gleiches Verhalten zeigten wie bei *Allium sativum*, wurden noch unter besonderen Bedingungen untersucht.

Ausser den in Zimmerculturen und im Freien gewachsenen, wurden junge, aus Samen im Dunkeln und im Tageslicht ausgekeimte Wurzeln der Einwirkung speciell von Silbernitrat ausgesetzt.

Bei allen diesen wurde nun gleichmässig eine schwarz gefärbte Wurzelhaube und ebenso ein Niederschlag in den bei *Allium sativum* schon erwähnten Zellen der äusseren Endodermis gefunden. Obgleich bereits bei den nur einen Tag alten Keimlingen eine geschwärzte Wurzelhaube auftrat, ist von einer Einwirkung des Reagens auf die Wurzelhaube des noch im Samen ruhenden Embryo trotz vielfacher Versuche nichts beobachtet worden.

Bei den durch Keimung aus Samen entstandenen Pflänzchen zeigte der Vegetationspunkt keine, aber das hypocotyle Glied in Scheide und Epidermis einen mit dem in andern Theilen auftretenden, übereinstimmenden Niederschlag.

In dem Endosperm des wachsenden jungen Embryo war der Niederschlag kein charakteristischer zu nennen.

In gleicher Weise wie beim Knoblauch wurde auch hier die Schärfe der Silberreaction durch die andern Fällungsmittel geprüft.

Schwefelsäure färbt die Epidermiszellen und die Bündelscheiden roth. Nitroprussidnatrium und Kalilauge, ebenso wie Salpetersäure und Bariumchlorid gaben keine bezeichnende Einwirkung.

Platinchlorid und Sublimat liessen einen Niederschlag erkennen. Mit Goldchlorid gelang es zwar den Unterschied im Inhalt zwischen äusserer und innerer Oberhaut ebenfalls zu bestätigen (erstere gab einen Niederschlag, letztere nicht), aber in den parenchymatischen Geweben hinderte die leichte Reduzirbarkeit der Goldchloridlösung, erhöht durch die bei *Allium Cepa* vorhandene Glycose, ein sicheres Resultat. Vor allem aber bestätigte die Anwendung von Palladiumoxydul die durch Silbernitrat gewonnenen Resultate; dieses Reagens giebt, wenn auch erst nach langer Einwirkung, in den gleichen Gewebetheilen wie die Höllesteinlösung ein in Farbe und Form den Wertheim'schen Angaben entsprechenden Niederschlag.

In den Endodermiszellen der Wurzel, in der Gefässbündelscheide und in der Epidermis der Blätter tritt überall die Palladiumeinwirkung deutlich hervor.

Kochen der im Wasser präparirten Schmitte lässt auch hier ein Coaguliren des Inhalts der durch die zu Reactionen bestimmten Zellen erkennen.

c. *Allium ursinum*.

In ähnlicher Weise, wie früher, kamen von dieser Pflanze im Zimmer cultivirte, wie im Garten frei gewachsene Exemplare zur Untersuchung. Bevor jedoch bei dieser Art auf eine nähere Beschreibung der Versuchsergebnisse eingegangen werden kann, möge eine speciell chemische Betrachtung eingeschoben werden, die durch eine über das Oel dieser Pflanze, während der Zusammenstellung dieser Beobachtungen erschienene Arbeit hervorgerufen worden ist.

Nachdem die ersten, im Anfang gerade nicht viel versprechenden Versuche zu so specifischen Resultaten bei *Allium sativum* und *Cepa* geführt hatten, wurden die Nachforschungen auf *Allium*-Arten ausgedehnt, für die eine chemische Untersuchung zwar noch nicht festgestellt hatte, dass die Ursache des bei ihnen auftretenden dem Knoblauch- und Zwiebelöl ähnlichen Geruchs gerade auf einen dem Allylsulfid identischen Körper zurückzuführen sei.

Da aber die dem Knoblauch und der Zwiebel in ihrer Verwendung nahe verwandten Arten: *A. porrum*, *schoenoprasum*, *fistulosum* gleiche Reactionen zeigten, wurden dieselben auch auf andere Species der Gattung *Allium* übertragen. Und auch bei diesen traten dieselben Einwirkungen zu Tage.

Wenn nun auch schon durch die Identität der Niederschläge und deren Localisation mit denen bei *Allium Cepa* und *sativum* der Schluss viel Wahrscheinlichkeit für sich hatte, dass auch bei diesen Species Allylsulfid in seiner Vertheilung fixirt sei, so konnte doch eigentlich nur das als sicher ausgesprochen werden, dass der hier erzeugte Niederschlag auf eine in ihrer Zusammensetzung dem Knoblauchöl nahe stehende, den charakteristischen Knoblauchgeruch der Pflanzen bewirkende organische Schwefelverbindung zurückzuführen sei, eine Einschränkung, die durch die Resultate der Arbeit Nickels,¹⁾ wenn sich dieselbe auch nicht gerade auf die hier in Betracht kommenden Stoffe und Reagentien bezieht, nur berechtigt erscheint.

In Liebig's Annalen der Chemie erschien nun kürzlich eine Abhandlung,²⁾ die die Analyse des Aetherischen Oels von *Allium ursinum* zum Gegenstand hatte. Die Ergebnisse derselben sind in Kürze folgende.

Das Oel der untersuchten Pflanze ist auch das Sulfid eines einwerthigen organischen Radikals, doch nicht des Allyls ($C_3 H_5$) sondern des Vinyls ($C_2 H_3$). Seine Darstellungsweise und seine Reactionen sind die gleichen wie die des Knoblauchöles.

Jedoch führt Semmler die Fällung von Silbersulfid auf das Vorhandensein von Polysulfiden sowohl im rohen Oele von *Allium sativum* als in dem von *A. ursinum* zurück.

Was nun die Untersuchungen betrifft, so wurden sowohl im Winter ruhende Zwiebeln, wie auch im Austreiben und in voller Entwicklung begriffene Pflanzen den Einwirkungen der Reagentien ausgesetzt.

Die Zwiebel, die in ihrem Bau sich mehr der des *Allium sativum* nähert, giebt in den Scheiden der Gefässbündel und in der Epidermis jene charakteristische Fällung von $Ag_2 S$, die Zellen sind auch hier in noch nicht der Einwirkung von Reagentien ausgesetzten Präparaten durch ihren lichtbrechenden Inhalt ausgezeichnet.

Es zeigen nun alle Zwiebeln, unter welchen Lebensbedingungen und in welchen Entwicklungsstadien sie sich auch befinden mögen, stets ein gleiches Verhalten dem Fällungsmittel gegenüber.

Der Bärlauch giebt einen gleich intensiven Niederschlag wie *Allium sativum*.

Die Blätter haben eine ähnliche Vertheilung des Oeles wie die Zwiebeln, Epidermis und Scheiden sind mit schwarzem

¹⁾ Nickel, E., Die Farbenreactionen der Kohlenstoffverbindungen. Berlin 1888.

²⁾ Semmler, Ueber das ätherische Oel von *Allium ursinum*. L. Ann. d. Chem. 241. p. 90.

Schwefelsilber angefüllt, doch tritt auch hier eine Abnahme gegen die Zwiebeln zu Tage.

Die Wurzeln sind durch eine charakteristische äussere Endodermis ausgezeichnet, deren Durchlasszellen den Niederschlag hervortreten lassen. Auch die Wurzelhaube wird durch das Reagens vollständig geschwärzt.

Obgleich in der oben erwähnten Arbeit über das Oel von *Allium ursinum* zwar die Reaction mit Palladiumlösungen nicht erwähnt wird, so ist doch anzunehmen, dass der Verfasser, der in allem auf Wertheim Bezug nimmt, ein Ausbleiben derselben bei dieser Species erwähnt hätte.

Mit Palladiumlösungen sind nämlich dieselben Einwirkungen erzielt worden, wie bei den vorher besprochenen Species.

d. Andere *Allium*-Arten.

Da im Vorhergehenden die Einwirkung der Reactionen an drei in ihrem Wesen und in ihrem Vorkommen zum Theil recht verschiedenen Arten näher geschildert worden ist, und für die Vertheilung des Oels durch Einzelbetrachtung der weiter untersuchten Species allgemeines sich nicht mehr ergeben wird, so sollen die ebenfalls untersuchten Arten hier zusammengefasst und nur das besonders behandelt werden, was bei den vorher betrachteten Formen wegen Mangel an Material nicht näher untersucht werden konnte.

In Bezug auf Blätter und Zwiebelschuppen, Wurzel und Stengel zeigten alle noch untersuchten Arten, nämlich *Allium fistulosum*, *Victorialis*, *porrum*, *schoenoprasum*, *coerulescens*, *urceolatum*, moly die gleiche Localisirung des Niederschlags auf Epidermis, Bündelscheide, Wurzelhaube und Endodermis.

Von *Allium Victorialis*, *coerulescens*, *urceolatum*, *fistulosum*, moly und *porrum* gelangten auch in der Entwicklung begriffene Früchte zur Untersuchung. Mit ruhenden überjährigen Samen waren keine Resultate erzielt worden. Die Frucht, eine 3 fächerige Kapsel, enthält in jedem Fach ein oder zwei Samen, welche in jungem Zustande noch nicht jene schwarze Schale, die für Zwiebelsamen ja bekannt ist, besitzen, sondern sie sind von einer weichen, mehrere Zellschichten starken Haut umgeben. Der Embryo liegt im Endosperm in Gestalt eines grossen lateinischen S, so dass man ihn auf Schnitten mehrfach durchschnitten finden kann. Präparate dieser Samen der Einwirkung von Höllesteinlösung ausgesetzt, zeigen folgendes specifisches Verhalten.

Die Fruchtschale zunächst giebt in ihrer äusseren und inneren Epidermis einen schwarzen Niederschlag.

Die Samenschale giebt ebenfalls in ihrer äussern Epidermis eine Fällung. Das Endosperm ferner erhält in seiner äussersten Zellreihe sowohl, wie in derjenigen, die dem Embryo umgiebt, einen schwarzen Niederschlag, so dass der zwei- oder dreimal quergeschnittene Embryo jeden Querschnitt von einer schwarz gefärbten Zellreihe umsäumt zeigt.

In der Anlage des jungen Keimpflänzchens war es nun bisher nicht möglich, eine sicher eintretende Reaction zu erzielen. Bei einigen Präparaten war auf Querschnitten durch den Embryo im Innern desselben ein Kranz schwarz gefärbter Zellen zu beobachten, deren genauere anatomische Characterisirung nicht festgestellt werden konnte.

Blüthenblätter und Staubfadenfilamente ergaben, der Einwirkung des Reagens ausgesetzt, in den Bündelscheiden einen Niederschlag.

e. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Die eingangs erwähnten Reactionen zeigten bei allen zur Untersuchung herangezogenen Alliumarten eine durchaus gleichmässige Einwirkung und zwar sind folgende Gewebetheile in durchaus bestimmter Weise characterisirt worden:

1. In Stengeln, Blättern und Zwiebelschuppen: die Epidermis und die Gefässbündelscheide.
2. In Blüthenheilen: die Gefässbündelscheide.
3. In Wurzeln: die Durchlasszellen der äussern Endodermis, die Wurzelhaube.
4. In Früchten und Samen: die Frucht- und Samenschale.
5. Im Endosperm: die den Embryo umgebende Zellschicht.

Zweifelhaft ist noch das Auftreten des Niederschlags in der Gefässbündelscheide der Wurzeln (innere Endodermis) und in allen Gewebetheilen des ruhenden Samen (Endosperm und Embryo).

IV. Controllversuche.

Theils durch das schwere Auftreten der Knoblauchölreaction im Anfang dieser Untersuchungen, theils durch ähnliche Gesichtspunkte wie sie oben bei Betrachtung des Oels von *Allium ursinum* unter Heranziehung der Nickel'schen Arbeit ausgesprochen worden sind, bewogen, habe ich eine Reihe von Controllversuchen angestellt, die die oben für das Lauchöl als characteristisch angesprochenen Reactionen nur um so mehr als feststehend gelten lassen konnten.

Zunächst sei einiges über das Silbernitrat, das ja bei diesen Versuchen die verbreitetste Verwendung gefunden hat, als mikrochemisches Reagens gesagt.

Strasburger¹⁾ sagt von ihm, dass es durch Glycose und Gerbstoff in den Zellen zu braunem Oxydul reducirt werde.

Als besonderes Reagens wird es dann in alkalischer Lösung von Löw und Bokorny²⁾ auf den Aldehyd des lebenden Protoplasma angewandt, und es werden mit demselben ähnliche schwarze Niederschläge erzielt wie bei unserem Verfahren.

Wenn auch von vornherein die Deutung der bei obigen Versuchen auftretenden Niederschläge als Protoplasmareaction durchaus fern liegt, da ja auch andere Zellen des Gewebes ähnliche und sogar noch stärkere Einwirkungen zeigen mussten, als gerade die Schutzscheide und die Epidermis, so wurden trotzdem Versuche mit Lösungen angestellt, für die Löw und Bokorny das Eintreten der Reaction verneinten.

So wurden einerseits höher procentige Lösungen von Silbernitrat angewendet, andererseits die Pflanzentheile in absolutem Alkohol getödtet und dann der Einwirkung von Höllesteinlösung ausgesetzt oder direct in alkoholische Silbernitratlösung gebracht.

In beiden Fällen trat jedoch die Reaction in ihrer ganzen Schärfe hervor.

Um nun weiter die Wirkung der Silberlösung zu prüfen wurden Tulpen-, Hyacinthen-, Narcessenzwiebeln, Birnen, Bohnen der Einwirkung des Reagens ausgesetzt, doch bei keinen von allen war von einem nur annähernden Auftreten der Einwirkung wie bei den Alliumarten etwas zu merken. Bei den Birnen, die ja stark Glycosehaltig sind, trat eine Braunfärbung des Zellinhalts auf.

Damit nun weiter der Einfluss anderer Bestandtheile des Zellinhalts auf unsere Reagentien eingeschränkt werden konnte, wurden *Allium Cepa* und *Allium sativum*, zwei Species, die ja sonst keine gleichen Verhältnisse darbieten, in den Reactionen dieser Untersuchungen aber vollständig übereinstimmen, vergleichenden Versuchen unterworfen.

Glycose, deren Vorkommen für *Allium Cepa* feststeht, wurde in folgender, von Sachs angegebenen Methode nachgewiesen. Schnitte, die längere Zeit in schwefelsaurem Kupfer gelegen hatten, wurden abgespült und wenige Sekunden in kochende Kalilauge gehalten.

¹⁾ Strasburger, Bot. Practicum, Jena. 84. p. 335. ff.

²⁾ Löw u. Bokorny, Die chemische Kraftquelle des lebenden Protoplasma.

Durch dieses Verfahren wurde bei *Allium Cepa* in der Zwiebel Glycose in allen Zellen des Grundgewebes nachgewiesen, wogegen *Allium sativum* eine nur äusserst schwache und wenig charakteristische Braunfärbung in den Scheidezellen beobachten liess.

Die Eiweiss-Reaction mit dem Millon'schen Reagens ergab umgekehrt bei *Allium sativum* eine rothe Färbung in allen Zellen des Gewebes, während *Allium Cepa* auf der andern Seite nur in den Gefässbündelscheiden eine schwache und auch wenig charakteristische Färbung zeigte. Durch diese Versuche ist einerseits der Schwefelgehalt des Eiweiss, andererseits die reducirende Wirkung der Glycose als Ursache der Silberreaction ausgeschlossen.

Ferner spricht die gleichmässige Vertheilung und das gleichmässige Auftreten der Silberreaction bei allen Alliumarten dafür, dieselbe, selbst ohne Rückhalt an makrochemischen Untersuchungen, auf eine allen gemeinsame charakteristische Substanz zurückzuführen, nämlich auf eine den specifischen Geruch und Geschmack hervorrufende schwefelhaltige organische Verbindung.

V. Schlussbetrachtungen.

Durch diese Untersuchungen wäre also eine Vertheilung des Knoblauchöls oder besser gesagt der Lauchöle, in den Geweben als eine einheitliche festgestellt.

Es liegt nun die Frage nach der Bedeutung dieser Stoffe für den Lebensprocess der Pflanze nahe.

Ueber das erste Auftreten des Oels lässt sich bis jetzt nur so viel sagen, dass es mit der Keimung sofort hervortritt und in allen weitem Entwicklungsstadien des Organismus gleichmässig anzutreffen ist. Wie nun auch die Frage nach der Entstehung sich entscheiden mag, entweder für eine Neubildung während des Keimungsprocesses, ähnliche Fälle sind ja vom Gerbstoff her bekannt, oder aber für eine frühere Anlage schon im ruhenden Embryo, das gleichmässige Vorkommen, während aller noch so verschiedener Lebenszustände spricht dafür, diese ätherischen Oele als aus dem Stoffwechsel ausgeschieden anzusehen.

Es liegt ja zwar bei der so einfachen Constitution der Radikale ($C_3 H_5$, $C_2 H_3$) dieser Verbindungen die Annahme nahe, diese Oele als Zwischenstufen bei Umwandlungsprocessen anderer organischer Gebilde ins Auge zu fassen; bis jetzt ist aber für diese Folgerung auch nicht der geringste Anhaltspunkt gegeben. Einerseits ist chemisch eine derartige Umwandlung noch nicht erwiesen und andererseits

spricht auch die geringe Verbreitung dieser Stoffe dagegen, für sie eine allgemeinere Rolle ohne strenge Beweise anzunehmen.

Zu befriedigenderen Resultaten führt aber unter Heranziehung eingangs hervorgehobener Ansichten die Zuhülfenahme biologischer Gesichtspunkte.

Die von Stahl durch vergleichende Fütterungsversuche an Schnecken nachgewiesenen chemischen Schutzmittel der Pflanzen zeigen im allgemeinen eine ähnliche Vertheilung, wie sie für das Knoblauchöl festgestellt ist. Und die Errera'schen Untersuchungen über die Vertheilung der Alkaloïde haben eine fast vollständig mit der in dieser Arbeit für das Knoblauchöl festgestellten Vertheilung übereinstimmende Localisirung ergeben.

Es sind durch Einlagerung des durch seinen Geschmack widerlichen Oels in die Epidermiszellen, in Frucht und Samenschale zunächst die ersten Angriffspunkte für die Zerstörung durch die Thiere geschützt, dann aber auch durch Localisirung in den Gefässbündelscheiden mit dieser Substanz die für die Erhaltung so wichtigen Stoff- und Wasserleitungsbahnen gesichert.

Der Vergleich der Vertheilung des Knoblauchöls mit dem Vorkommen der Alkaloïde und ähnliche Localisirungen der aetherischen Oele bei Cruciferen, wie es Verfasser Gelegenheit hatte zu beobachten, giebt wohl zu dem nicht ganz unberechtigten Schluss Anlass, für einen Theil der chemischen Schutzmittel diese sehr zweckmässige Vertheilung in Anspruch zu nehmen. Auch auf die Function der Gefässbündelscheide dürfte die Ablagerung dieser Schutzstoffe in derselben ein Streiflicht werfen. Jedenfalls ist es durchaus nicht wahrscheinlich, dass Stoffe, die dauernd aus dem Stoffwechsel ausgeschieden sind, an Orten ausgiebiger Stoffwanderung niedergelegt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [6-2](#)

Autor(en)/Author(s): Voigt A.

Artikel/Article: [Localisirung des ätherischen Oeles in den Gewebe der Allium-Arten. 85-102](#)