

jekten nicht allein durch Hitzekoagulation von Kolloiden, sondern noch durch einen weiteren Faktor, die vergiftende Wirkung des Zellsaftes verursacht wird, die allerdings ebenfalls darin besteht, auch ihrerseits die Koagulation zu beschleunigen.

## LITERATUR-VERWEISE.

- (1) PFEFFER, Pflanzenphysiologie II (1904) p. 288 ff. - (2) KANITZ, Temperatur und Lebensvorgänge, Berlin 1915, p. 1 - 5. - (3) PFEFFER, l.c. p. 283, 284. - (4) ARTHUR MEYER, Eine die supramaximalen Tötungszeiten betreffende Gesetzmässigkeit, in Ber. D. bot. Ges. XXIV (1906) p. 340 ff. - (5) KANITZ, l.c. p. 105 - 114; bes. die Anmerk. - (6) LEPESCHKIN, Zur Kenntnis der Einwirkung supramaximaler Temperaturen auf die Pflanze, in Ber. D. bot. Ges. XXX (1912) p. 703. - (7) LEPESCHKIN, Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran, in Ber. D. bot. Ges. XXIX (1911) p. 247 - 261; ders. (6) p. 539 ff.; ders. (7) p. 704, 705; - BUGLIA, Über die Hitzegerinnung von ... Kolloiden, in Zeitschr. f. Chem. u. Industr. d. Koll. V (1909) p. 291; KANITZ, l.c. p. 89. - (8) PFEFFER, l.c. p. 284. - (9) DETMER, Pflanzenphysiolog. Praktikum, Jena 1909, p. 73 f. - (10) Anderweitige Erwägungen hierzu finden sich bei KANITZ, l.c. p. 98. - (11) ARTHUR MEYER, l.c. p. 346; KANITZ, l.c. p. 158 ff. - (12) PFEFFER, l.c. p. 290 - 292. - (13) PFEFFER, l.c. p. 293. - (14) Genauere Untersuchungen in dieser Richtung mussten vorbehalten bleiben. Es sei indessen auf eine grundlegende Vorarbeit hingewiesen: OVERTON, Beobachtungen u. Versuche über d. Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen; in Pringsh. Jahrb. XXXIII (1899) p. 171 - 231. - (15) STEINMANN, Studien über die Azidität des Zellsaftes beim Rhabarber, in Zs. f. Bot. IX (1917) p. 1. - (16) LEPESCHKIN, Zur Kenntnis der Todesursache u.s.w. p. 539 - 540. - (17) DETMER, l.c. p. 74.

Herrn Prof. Dr. KÜSTER, dem ich die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke und der mir bei der Abfassung derselben vielfache Unterstützung hat zuteil werden lassen, bin ich zu besonderem Danke verpflichtet.

## Milchsäfte und Schleime.

Von HERMANN ZIEGENSPECK (Jena).

## EINLEITUNG.

Alle sich selbständig nährenden Gewächse saugen mit ihren Wurzeln in Wasser gelöst die Salze ein, welche sie zum Aufbau ihres Körpers bedürfen. Diese Aufnahme erfolgt nicht wahllos, sondern die mit einem CASPARYSchen Streifen ausgerüstete Endodermis sorgt dafür, dass nur das in die Pflanze kommt, was durch das Plasma geht (permeiert). Den Schwefel und Phosphor entzieht die Pflanze dem Boden als Salze und Ionen ihrer hoch oxydierten Säuren ( $SO_4'' - PO_4'''$ ). In den weitaus meisten Fällen dient der Nitratrest als Stickstoff-Quelle. Den Ammon-Rest verarbeiten nur wenige Pflanzen (die selbständigen Bewohner der Roh-Humusböden). Ohne Ca, K, Mg, N und Fe ist ein Leben für höhere Pflanzen unmöglich. Diese werden als Salze oder Ionen aufgenommen. Die Aufnahme des in der Natur in nicht permeabler Form als Hydrosol vorhandenen Eisens ist noch nicht völlig geklärt. Ausser diesen lebenswichtigen Stoffen findet man bei Aschen-Analysen oft bedeutende Mengen von Elementen, die nicht nur entbehrlich, sondern vielleicht in grösseren Mengen angehäuft sogar schädlich sein können. Vor allen zählt hierzu das Cl, Na und die Kieselsäure. Ja, es reichern sich zuweilen Grundstoffe an, die das Erdreich nur in Spuren führt.

Die Zusammensetzung des Wurzel-Saftes hängt nur zum Teile vom Boden ab. Er gibt alles, was in Wasser u. verdünnter Säure löslich ist, als Salz, Ion oder vielleicht noch höchstens als feines Hydrosol. Alles andere muss der Wurzel fern bleiben. Sehen wir uns die Körper an, so wird es uns klar, dass manche Stoffe ihrer Art nach unverarbeitbar sind. Während Na, S, P und Mg in das Gefüge der Eiweiss-Stoffe, Nucleine, Phytine, des Chlorophylls u. a. m. eingepasst werden, dienen die Metall-Ionen den verschiedensten Funktionen, wie als Katalysatoren, Bindemittel für Säuren, Gegengift und vielleicht noch vielen andern uns derzeit ganz unbekanntem "Zwecken". Wesentlich beteiligen sie sich am Zustandekommen des richtigen osmotischen Druckes im Gewebe. Aber das Binden der Sulfat-, Phosphat- und Nitrat-Reste erfordert bedeutend mehr Kationen als sonst im Stoffwechsel verwendet werden.

Es werden sicherlich bedeutend mehr Metalle aufgenommen, als gebraucht werden. Infolge der Verdunstung des Wassers kann es nicht ausbleiben, dass sich der Gewebe-Saft mehr und mehr mit Salzen anreichert, bis ein Zuviel davon die Pflanze belasten muss. Das aber brächte eine Reihe von Schäden hervor. Der osmotische Druck stiege über die zulässige Grenze, die Colloide würden ausgesalzen, das relative Mengenverhältnis gestört, ja man könnte an eine Verzögerung der Katalysen und an ein Verschieben der Gleichgewichts-Reaktionen nach der falschen Seite denken. Als Beispiel möge die v. ZLATOROFF (1) beobachtete Wachstumshemmung angeführt werden, wenn er die Keimlinge der Kichererbse in der Lösung ihrer Abbauprodukte wie Wasserglas, Ammonium-Salze, Harnstoff u. dergl. aufzog. Daher sorgt die Pflanze für eine vorübergehende oder dauernde Beseitigung solcher Abfall-Stoffe.

Die bekannten Einrichtungen lassen sich einteilen in:

I. Ausscheidung aus dem Körper. - II. Abscheidung im Körper.

In der ersten Abteilung hätten wir mehrere Möglichkeiten zu unterscheiden:

I. a. - Mit den toten Geweben werden beträchtliche Salzengen, besonders Calcium, aus dem Körper abgestossen gelegentlich der Borkenbildung, der Abschülfung des Korkes, des Blattfalles. Es fällt in unsern Breiten so im Herbst eine so grosse Menge Calcium zu Boden, dass sich besondere Bakterien auf die Verarbeitung des Oxalates geworfen haben.

I. b. - Im Saft der extramptialen Drüsen hat STAHL reichliche Mengen von Salzen gefunden. Bei dem fast ausschliesslichen Vorkommen an Blütenknospen und jugendlichen Blättern handelt es sich wohl meist nur um die Entfernung eines mehr örtlichen und zeitweiligen Überschusses, jedoch können so auch bedeutendere Mengen beseitigt werden.

I. c. - Verfügt der Organismus über grosse Wassermassen, so treten die entbehrlichen Stoffe im Guttationswasser auf. In ihm finden sich reichliche Mengen von Ca, Na, Cl und selbst Ka; die den Pflanzen weniger zustehenden Stoffe wie Nitrate, Sulfate und Phosphate sind viel seltener, so besonders bei Ruderalpflanzen und ähnlichen Salz-Verschwendern, nachzuweisen. Mit Recht hat man das mit dem tierischen Urin verglichen. Besser könnte man vielleicht an eine Schwemmkanalisation denken. Man findet diese "Stoff-Verschwendung" auch nur bei grossen Arten, denen Wassermassen mit Gefälle zur Verfügung stehen und die auf den Dünger keine Rücksicht nehmen. Vielfach dürfte die Pflanze besonders viel Flüssigkeit aufnehmen, um den Überschuss von Salzen abcheiden zu können. Bereits dem Wurzelwerk kann man es ansehen, dass die Pflanze guttiert.

Dass aber auch diese Ausscheidung nicht nebenbei geschieht, sondern dass das Guttationswasser unter der Kontrolle des Plasmas steht, zeigt das Vorkommen von CASPARY-Scheiden und ähnlichen Bildungen unter den Öffnungen, in den Drüsen selbst oder es ist das Bündel von oben bis unten mit einer CASPARY-Scheide umgeben. Genaue Angaben sollen noch veröffentlicht werden.

Wenn die jeweils ausgeschiedenen Mengen auch nur kleine sind, so darf nicht vergessen werden, dass die Dauer doch grosse Mengen herausschaffen kann. Doch geht es sicherlich zu weit, bei aller Ausscheidung von Wasser auch eine Salz-Exkretion anzunehmen. So haben die Cyperaceen, Equiseten und sonstigen autotrophen Bewohner der Nieder- und Hochmoore zwar eine ausgiebige Guttation, aber im Wasser

der Drüsen sind keine Salze nachzuweisen. Im Gegensatz zum Moor, das den Stickstoff als den wesentlichen Anteil gar nicht als Basen-bindendes Nitrat, sondern als Ammon liefert, führt ein Mineralboden ausscheidende Pflanzen mit Salzen im Guttationswasser.

Besonders interessant ist es, dass die ausscheidenden Pflanzen der letzten Art mehr Stickstoff enthalten als den in ihnen vorhandenen Basen äquivalent entspricht. Dass aber keine Auslese von Salzen in den Wurzeln stattgefunden haben kann, das beweist die zum Stickstoff viel grössere Basen-Menge bei den auf ihnen schmarotzenden Halb-Parasiten, wie andern Ortes mit Zahlen belegt angeführt ist (2).

Das Wesen der **A b s c h e i d u n g** i m **K ö r p e r** liegt in einer Absonderung aus dem Stoffwechsel unter Verbleib im Körper. Da die Salze und besonders deren Ionen schädlich sind, so bringt sie die Pflanze in nicht oder in schwer lösliche Form, sie verwandelt sie in Colloide. Sie werden durch Colloide absorbiert, oder sie werden in eine Form gebracht, in welcher sie das Plasma nicht durchdringen können. Schädliche Wirkungen können sie ja nur ausüben, wenn sie ins lebende Plasma eindringen können. Auch eine Überführung in komplexe Ionen, also maskierte Form, wird stattfinden. Als Beispiel sei an die Ungiftigkeit des (CN)-Radicals erinnert, wenn es als Ferrocyan vorliegt. Nach meinen Beobachtungen dringt dieser Stoff nicht ins Protoplasma ein.

II. Nicht oder schwer lösliche Form.

II. a. - Es ist vornehmlich das Ca, das als Oxalat, Karbonat, Tartarat, Pektat, Agaricinat abgelagert wird. Manche Setarien bilden Magnesiumoxalat. Die Wände sind häufig mit Kieselsäure imprägniert. Besondere Kieselkörper treten bei Gramineen, Palmen, Bromeliaceen auf.

II. b. - Während diese Bildungen im ganzen Gewebe abgelagert werden, werden sie bei folgenden in besondere Behälter gebracht. Hierzu zählen die Kristallsandzellen, ROSANCF'schen Oxalatkörper, Kristallkammer-Fasern und manche Kieselkörper.

II. c. Maskierte Form. - Die Umwandlung in Komplex-Ionen, Colloide und Bindung durch Absorption ist ziemlich stiefmütterlich von der Physiologie behandelt worden, sodass darüber wenig bekannt ist. - Derartige Umwandlung kann regellos im Körper erfolgen. Mir ist das von K bekannt, das in Vakuolen als Oxalat gelöst vorkommt.

II. d. - Es werden besondere Behälter ausgebildet.

Da MOLISCH (3), SCHIMPER (4) u.A.m. in Milchsäften, gegliederten Milchröhren, Schleimgängen, Saftschläuchen und ähnlichen Gebilden nicht geringe, oft sogar bedeutende Mengen von Ca, K, Mg, PO<sub>4</sub>, Cl, Na nachgewiesen haben, so lag der Gedanke nahe, in ihnen solche Behälter für abgeschiedene Salze in löslicher Form zu erblicken. E. STAHL hat sich seit mehreren Jahren mit dem Verhalten der Pflanzen gegenüber mineralischen Excreten beschäftigt und mir als dankbare Aufgabe das Studium dieser Behälter, wie wir sie kurz im folgenden nennen wollen, empfohlen (5). - Der Verfasser möchte es nicht versäumen, schon an dieser Stelle dankbaren Herzens seiner zu gedenken. Durch die Übersendung von Untersuchungs-Gerät und Material war diese zum Teil unter schwierigsten Verhältnissen (im Felde) ausgeführte Arbeit erst ermöglicht.

#### ABTASTVERSUCHE ÜBER D. SALZGEHALT DER BEHÄLTER UND DIE BEZIEHUNGEN ZU ANDEREN AB- UND AUSSCHIEDUNGSMÖGLICHKEITEN DER BETREFFENDEN ART.

Bevor sich diese Gedanken ausbauen lassen, muss die Verbreitung der Mineralsalze in den Behältern auf eine breitere Basis gestellt werden. Die Einzel-Beobachtungen wurden während des Krieges in Jena, in Frankreich bei Noyon und Roye, sowie in Sömmerde i. Thür. ausgeführt. Die Unterschiede in der Entwicklung zu der angegebenen Jahreszeit finden hierdurch ihre Erklärung. Die Böden dieser Gegenden zeichnen sich durch einen ± grossen Kalkgehalt aus. Da je nach dem Zustande der Pflanzen ein verschiedenes Verhalten zu erwarten war, so wurden alle Versuche mit möglichst gleich alten Pflanzen desselben Standortes vorgenommen. In den Aufstellungen ist der Entwicklungs-Zustand durch folgende Abkürzungen ge-

kennzeichnet:

V = nicht blühende Pflanz; Kn = Knospen; Bl = Blüte; jFr = Beginn der Frucht-Entwicklung; Fr = angesetzte, aber noch nicht völlig reife Früchte.

Da bei völliger Fruchtreife der Milchsaft versiegt, so wurden diese Zustände beiseite gelassen. Der Gehalt wurde abgeschätzt nach der beim Anschneiden ausfliessenden Menge. +) bedeutet viel, §) wenig Milchsaft.

Die Form der Behälter ist hinter dem Namen durch folgende Zeichen angedeutet: Mz = ungliederte Milchröhren; Mg = gegliederte Milchröhren; Msch = schizogene Milchgänge; H = Harzgänge; S = Saftschläuche, Farbstoffschläuche etc; Schl = Schleimbehälter, Raphidenschläuche u. dergl; l = lysigen; sch = schizogen.

Nun noch einige Worte über die Art des Nachweises der einzelnen Salze und über die Gewinnung der Behälter-Säfte.

MOLISCH benützte zu seinen Untersuchungen die ausfliessenden Tropfen ohne weiteres. Dies Verfahren krankt an den Mängeln der Mikrochemie. Wer kann es wissen, ob nicht darin Alkaloide, organische Säuren oder sonstige Körper enthalten sind, die uns z.B. Gipskristalle beim Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure vertauschen? Zudem ist der Zustand der Säfte der einer mehr oder minder feinen Emulsion oder Hydrosol-Lösung. Das aber kann häufig Kristall-Niederschläge durch Schutzkolloid-Wirkung am kennzeichnenden Ausfall verhiden oder dieselben fallen anders aus. Ausserdem sind manche Stoffe ± absorbiert oder nicht in Ionen-Form vorhanden, sodass womöglich gar kein Ausschlag erfolgt. Man benützt doch z.B. arabischen Gummi, Leim, Peptone u. dergl. bei der Darstellung von kolloidalem Silber. Wo immer angängig, dürfte daher eine *V e r a s c h u n g* am Platze sein.

Dieses zwar scheinbar umständlichere Verfahren macht sich durch zuverlässigere Ergebnisse bezahlt.

#### *EINSAMMLUNG UND VERASCHUNG.*

Der Behältersaft entstammt möglichst jungen Pflanzenteilen, da man so am meisten bekommt. Vor dem Anschneiden wurde mit destilliertem Wasser abgespritzt und dann die Pflanze abgetrocknet. Wo angängig, wurde dies nochmals wiederholt und die Pflanze in einem staubfreien Raume getrocknet.

Das Organ wurde rasch abgerissen oder, wo dies unmöglich, mit einem blanken, haarscharfen Messerchen ab- oder angeschnitten. Nach jedem Gebrauch sind die Messerchen peinlichst mit Kork oder Wiener Kalk abzuputzen und dann völlig sauber mit destilliertem Wasser zu spülen. Am besten lässt es sich mit vernickelten Skalpelln arbeiten. Die Schneide wird sofort nach dem Gebrauche mit einem sauberen Tuch blank gerieben, abgespült und mit Verbandwatte abgetrocknet, die vorher mit Salzsäure und Wasser bis zum Verschwinden der Chlor-Reaktion ausgezogen war. Mit solcher Watte umwickelt man sie auch zum Schutze gegen Staub. Im Felde wurden mit Erfolg geschliffene und ebenso gereinigte Glas-Splitter verwendet. Bei hinreichender Menge sammelte Verfasser den Saft in Platinlöffelchen. War er zu gering, so tupfte er die teilweise leicht zäh werdenden Tropfen auf Platinblechen oder Quarzplättchen ab. Ein allzu langes Warten mit Abnehmen nach der Verletzung ist zu vermeiden um eine Beimengung von Gewebesaft und Gefässwasser tunlichst zu vermeiden. Deshalb ist es auch fehlerhaft mit Auszügen zu arbeiten. In einigen Fällen war es auch zweckdienlich, die Tropfen mit Analysen-Filtrierpapier aufzufangen. Dass dazu nur Aschen-freies verwendet werden darf, ist selbstverständlich. Handelt es sich nur um den Nachweis von Ka, Na, Cl und SO<sub>4</sub>, so behalf sich der Verfasser oft mit Rein-Nickelschälchen. Wenn man nicht zu stark glüht und rasch arbeitet, begeht man keinen Fehler, wie Versuche zeigten.

Der so gewonnene Saft wurde nun hoch über der Bunsenflamme oder bei SO<sub>4</sub>-Nachweis über der Spiritus-Flamme die Bleche auf Quarz-Dreiecke legend oder sie mit Pinzetten mit Platinspitzen haltend vorsichtig eingedunstet. Das Aufblähen darf nicht zu stark erfolgen, da sonst Material-Verluste eintreten. Beim Einsammeln im Freien leistete ein mit Weingeist gefülltes Taschen-Feuerzeug vorzügliche Dienste. Die Bleche mit dem eingedickten Saft kann man dann in Filtrierpapier einge-

wickelt in Pulverschiebern leicht transportieren. Beim sauberen Arbeiten entstehen so keine Fehler.

Nach dem Eindicken wird nun vorsichtig über kleiner Flamme verascht. Besonders wenn auf Cl und Alkali-Metalle gesucht werden soll, darf man nur verkohlen. Die Kohle wird mit Wasser, verdünnter Essigsäure oder Salpetersäure ausgezogen. Beim nun folgenden Veraschen kann starkes Glühen nichts mehr schaden. Als selbstverständlich darf peinlichste Sauberkeit vorausgesetzt werden. Vor dem Na-Nachweise glüht man die Bleche mit HCl befeuchtet solange vor dem Gebläse aus, bis die gelbe Flamme verschwunden ist. Ein Berühren mit den Fingern darf natürlich nicht stattfinden. Vor der weiteren Untersuchung vergewissert man sich der absoluten Reinheit der Reagentien und des destillierten Wassers, das war besonders im Felde geboten. Da die Mengen nur sehr klein sind, arbeitet man am besten mit Gefässen aus fast unlöslichem Jenaer Geräteglas. Zur Untersuchung eignen sich besonders gut Zentrifugen-Gläser, weil diese ein gutes Arbeiten mit kleinen Mengen ermöglichen. Kapillar-Pipetten dienen zur Übertragung der Flüssigkeiten; sie waren mit Gummi- oder Glaskappen ausgerüstet.

Nachstehend möge eine Übersicht über die Filtrations-Methoden gestattet sein. Man muss sich hierbei nach den Flüssigkeits-Mengen richten. Kleinste Filterchen wurden direkt auf die Zentrifugen-Gläser gesetzt. Bei noch kleinern Mengen verwendet man einseits zugespitzte Papierstreifen, die auf das untere Ende des geneigten Objektträgers oder des geglätteten Platen-Bleches gelegt werden. Das herunterhängende Ende legt man auf den zum Auffangen dienenden Objektträger oder Zentrifugen-Glas. Auch kleine Glasnäpfchen konnten zur Aufnahme geringer Mengen dienen. Bei der Untersuchung schwer filtrierbarer Schleime auf gelöste Ca-Salze neben unlöslichen Raphiden empfiehlt sich der von GRÜTTERNIK (6) beschriebene Mikro-Filtrationsapparat. Oft liess sich Absetzen und Zentrifugieren benützen. Bei ganz geringen Stoffmengen schleppt man tunlichst ab. Über die Ausführung der einzelnen Methoden siehe TUNMANN, Mikrochemie.

#### *DIE EIGENTLICHE UNTERSUCHUNG.*

Einleitend sei hervorgehoben, dass die Anwendung grosser Mengen und ganz scharfer Reaktionen die zum Leben unbedingt nötigen Salze in jedem Zellsaft auffinden lässt. Für die Funktion der Exkretbehälter kann nur ein reichlicher Gehalt infrage kommen. Wegen der leider oft nur kleinen Menge Substanz musste mitunter auf einen regelrechten Analysengang verzichtet werden. Es wurden Ca, K, Na, Mg, Li, Mn, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, S, NO<sub>3</sub>, (NH<sub>3</sub>-N) als besonders wichtige Körper herausgegriffen. Auf das Eisen wurde verzichtet, da die Arbeiten von COLLIN und RUFZ DE LAVISSON (7) sowie eigene Versuche (8) eine Aufnahme grosser Mengen von vornherein durch die Auslese des CASPARYschen Streifens unwahrscheinlich erscheinen liessen.

Mit andern Worten: Es wurde auf alle in der Natur in grösseren Mengen vorkommende und ins Plasma eindringende Stoffe geprüft. Wenn keine Einzel-Untersuchung stattfand, empfahl sich folgender Gang:

##### a. Voruntersuchung.

1. Eine Platinöse ergibt das bekannte Natrium-Licht.
2. Mit dem Taschen-Spektroskop und Vergleichs-Prisma erkennt man Ca, K und Li. Das Licht der zu findenden Substanz schaltet man durch das Vergleichsprisma ein. Wenn beide Linien zusammenfallen, dann hat man eine Sicherheit.
3. Die grüne Farbe der Schmelze mit Soda und chlors. Kali lässt Mn erkennen.

##### b. Hauptuntersuchung.

Die gesamte Asche wird in verdünnter Essigsäure aufgenommen und der Filterrückstand auf Gips geprüft. Eine Platin-Öse voll des Filtrats streicht man in feinen Strichen auf dem Objektträger aus, ebensolche Striche nur quer zu ihnen

zieht man mit Silbernitrat-Lösung. An den Berührungsstellen beider Striche zeigt eine scharf kenntliche weisse Zone Cl an (schon von DÖBEREINER empfohlen). - Zur Kontrolle dient der Niederschlag mit Thalliosulfat. - Den Rest teilt man in 4 Teile, 3 kleine und 1 grossen:

1. K fällt man mit Natriumcobaltinitrit + Platinchlorid als  $K_3(\text{CoNO}_2)_6$  bzw. als  $K_2(\text{PtCl}_6)$

2. Leicht ist das Sulfat als  $\text{BaSO}_4$  zu erkennen.

3. Das dritte Gläschen versetzt man mit  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ . Etwa vorhandenes Mn trennt man mit  $\text{H}_2\text{O}$  als  $\text{MnO}$  ab. Tritt hierbei kein Niederschlag auf, der von  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{MnO}_2$  oder Phosphaten des Ca und Mg herrühren kann, und hat man dann die Lösung filtriert so fällt man aus der essigsäuren Lösung das Ca als Oxalat. Der Rest der Lösung wird dann mit dem unlöslichen Aschenrückstand, den man in Salpetersäure-haltigem Wasser gelöst hat, vereinigt, ferner der mit  $\text{NH}_3$  erhaltene Niederschlag zugegeben. Mit Ammonmolybdat wird auf  $\text{PO}_4$  geprüft. Um eine Verwechslung mit  $\text{SiO}_2 + x\text{H}_2\text{O}$  zu vermeiden, kontrolliert man mit Mg.

Die Weiteruntersuchung der Hauptmenge des 4. Glases, das man am grössten gewählt hat, richtet sich nach dem Vorhandensein oder Fehlen der  $\text{PO}_4$  und des Ca.

a.  $\text{PO}_4$  und Ca fehlen. - Falls  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}$  vorhanden ist, müssen diese mit  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$  und  $\text{NH}_4\text{Cl}$  abgetrennt werden; sonst kann man unmittelbar mit  $\text{Na}(\text{NH}_4)(\text{PO}_4)$  auf Magnesia prüfen. Beim Ausfall der Reaktion löst man zur Kontrolle den Niederschlag in verdünnter Säure und fällt vorsichtig mit Salmiak + Ammoniak aus, jegliche allzu grosse Zugabe vermeidend. Der so langsam kommende Niederschlag ist gut kristallisiert und kann mit dem Kristallmikroskope nachkontrolliert werden.

b. War Ca zugegen.  $\text{PO}_4$  fehlte so trennt man das Calcium mit Ammoncarbonat unter Kochen ab und prüft weiter wie bei a.

c. Bei Gegenwart von Phosphaten wird die Lösung zunächst mit Ammoniak abgestumpft, mit Eisenchlorid die  $\text{PO}_4$  gefällt und der Fe-Überschuss durch kochendes Natriumacetat abgeschieden. Die letzten noch vorhandenen Spuren Fe und Mn beseitigt man mit  $\text{CO}_2$ -freiem Ammoniak unter Salmiakzugabe und etwas  $\text{H}_2\text{O}_2$ . War Calcium noch nicht gefunden, so prüft man mit Oxalat darauf. Etwa vorhandenes Ca wird wie bei a) abgetrennt und der Niederschlag mikrochemisch als Gips mit verdünnter  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nachgewiesen. Die Prüfung auf Magnesia ist dann die gewohnte.

Kennt man einmal die qualitative Zusammensetzung, so ist es möglich, die Mengen nach einem vereinfachten Gange abzuschätzen. In einigen günstigen Fällen wurden quantitative Bestimmungen vorgenommen, über welche weiter unten zu berichten sein wird.

Will man den Schwefelgehalt abschätzen, so muss eine neue Substanzprobe mit Soda + chlorsaurem Kali verascht werden. Das Bariumchlorid ist dann ein sicheres Erkennungsmittel. Die Zugabe der Soda empfiehlt sich wegen des Aufschliessens d. Gipses und wegen der Flüchtigkeit mancher Schwefelverbindungen. Der Rückstand d. Wasserauszuges dieser Schmelze ist dann allein für die Abschätzung des Calciums zu verwenden.

Auf Nitate muss man im frischen Saft suchen. Man sammelt hierzu auf Objektträgern, welche man mit einem zweiten bedeckt, wenn man nicht gleich untersuchen kann. Zur einen Hälfte gibt man reine Schwefelsäure, zur andern Diphenylamin-Schwefelsäure. Tritt auf dem ersten keine Blaufärbung, auf dem zweiten dagegen eine solche ein, so ist die Gegenwart von  $\text{NO}_3$  oder  $\text{NO}_2$  bewiesen. In Zweifelfällen leistet mitunter die Reaktion mit Brucin-Schwefelsäure ganz gute Dienste. Färbt sich die Säure allein in einen blauen Ton, so kocht man eine grössere Menge, welche man auf Filtrierpapier gesammelt hat, mit Natronlauge, um etwa vorhandenes  $\text{NH}_3$  und Substanzen, welche solches abgeben, zu zerstören. Nach Zugabe von Zink und Eisenpulver auftretendes  $\text{NH}_3$ , welches wie nachstehend geschildert aufgefangen wurde, ist beweisend für  $\text{NO}_3$ .

Zum Nachweise des  $\text{NH}_4$  und der Ammoniak abspaltenden Albuminoide wählte ich nachfolgenden Gang, der dem bei der Wasser-Untersuchung gebräuchlichen nachgebildet ist. Das Material wurde auf Filtrierpapier-Schnitzeln gesammelt und in Reagenzglasern aufbewahrt. Musste mit der Untersuchung gewartet werden, so konservierte ich das Material mit einem Tropfen verdünnter Salzsäure. In das Re-

genzglas gibt man dann ausgekochte Magnesia-Suspension. Nach Zugabe eines Siedesteinchens und Aufsatz eines mit verdünnter Salzsäure gefüllten Kugelhörchens wird gekocht. Das Destillat wurde zunächst mit NESSLERs Reagenz geprüft. Da die Bräunung aber auch durch andere Basen und manche Aldehyde erzeugt wird, so empfiehlt sich eine Nachkontrolle durch Bildung von  $Mg(NH_4)(PO_4)$ . Hierzu wird einer neuen Probe eine klare Mischung von Natronlauge, Natriumphosphat und Magnesiumsulfat zugegeben. Der erzeugte Niederschlag wird mikroskopisch nachkontrolliert (9).

Hat man sich von der Abwesenheit des Ammoniaks überzeugt, so ist es möglich; den Albuminoid-Stickstoff abzuschätzen, erforderlichenfalls kocht man zuvor den Ammoniak völlig weg. Man oxydiert die Substanz unter Zugabe von Natronkalk mit übermangansaurem Kali. Im Destillate prüft man wie oben auf Ammoniak. Unter Berücksichtigung der angewandten Substanzmenge schätzt man den Gehalt am Ausfall der Reaktion ab. Im Anfang tut man gut, wenn man mit Lösungen bekannten Gehaltes vergleicht, nach einiger Übung kann man auch ohnedem abschätzen. Eine gewisse Subjektivität haftet solchen Schätzungen natürlich immer an. In der Tabelle sind folgende Zeichen verwendet worden: (+++) = sehr reichlich; ++ = reichlich; + = deutlich; + = erkennbar; ± = Spuren; - = kein Ausschlag.

Die Schätzungen d. einzelnen Tabellen sind in ihren Ausschlägen miteinander vergleichbar. Anders einzuwerten sind die Angaben für  $NH_4$ , Mn, Li, bei ihnen handelt es sich um viel kleinere Mengen als bei den andern. Ausserdem wurden die bei den Kräutern noch vorhandenen Ausscheidungsmöglichkeiten wie Oxalate, Cystolithen etc. wie üblich nachgewiesen. Da der Verfasser die Beobachtung machte, dass sich an unverletzten Pflanzen die Guttation oft vorfindet, wo sie sich mit Quecksilber-Druck nicht hervorrufen lässt, so wurde immer im freien Felde auf sie geprüft. Am besten kann man sie nach sehr sonnigen Tagen durch starkes Begiessen am Abend hervorrufen, wenn man die Pflanzen zum Schutze gegen Tau und zum Hervorrufen einer wassergesättigten Atmosphäre mit Glasglocken, Holzkästen oder auch leeren Konservbüchsen überdeckt. Die Beobachtung muss in aller Frühe vor oder während des Sonnenaufganges erfolgen. Am Vortag waren die Blätter mit destilliertem Wasser abgespült worden. Die Tröpfchen entnahm ich mit Kapillarpipetten. Der Ausfall der mikroskopischen Reaktionen auf Ca und K wurde abgeschätzt.

Einige Angaben von MOLISCH über den Ca-Gehalt von Milchsäften und Schleimen.

Name	Ca im Saft	Ca in dessen Asche	Name	Ca im Saft	Ca in dessen Asche
<i>Allamanda Schottii</i>	+++		<i>Euphorbia caeruleasc.</i>	±	
<i>Alocasia violacea</i>	+++		- <i>mamillaris</i>	±	
- <i>Maximiliani</i>	+++		- <i>Regis Jubae</i>	±	
	+++		<i>Ficus elastica</i>	*	
<i>Alstonia scholaris</i>	+		<i>Homalanthus populn.</i>	++	
<i>Brosimum microcarpum</i>	+++		<i>Hoya rotundifolia</i>	-	
<i>Centropogon Lucianii</i>	++		<i>Jatropha podagraria</i>	-	
<i>Campanula media</i>	++		<i>Musa Martini</i>	+++	
<i>Dorstenia erecta</i>	++		<i>Nerium Oleander</i>	+	++
<i>Euphorbia Characias</i>	±		<i>Papaver orientale</i>	-	
- <i>splendens</i>	±	± (es konnte auch direkt im Saft Ca nachgew. werden)	<i>Stapelia punctata</i>	-	+
- <i>Lathyris</i>			<i>Sonch. spec.</i>	+	
			<i>Syngonium spec.</i>	-	
			<i>Taraxacum officinale</i>	+++	
			<i>Vinca minor</i>	++	
			<i>Scorzonera hispan.</i>	+	
				-	

Ferner gibt SCHIMPER einige Resultate an.

<i>Papaver somniferum</i>	+	<i>Euphorbia procera</i>	(+++)
<i>Lactuca virosa</i>	+	<i>Ammoniacum</i> -Harz	(+++)
<i>Euphorbia Lathyris</i>	(+++)	<i>Olibanum</i> -Harz	(+++)
<i>Ficus elastica</i>	+		

## Eigene Untersuchungen.

Name	Menge	Ca	Ausscheidung	Oxalat	Andere Ca-Salze	Zustand	Datum
<u>Euphorbiaceen.</u>							
<i>Euphorbia Pappus</i> Mz	§	++	+	-		Bl.	13.IV.16
- <i>Lathyris</i> Mz	§	+++	-	-		V	28.XII.16
- <i>helioscopia</i> Mz	§	+++	+	-		V	1.I.16.
- <i>palustris</i> Mz	§	+++	+	-		Bl.	27.VI.16.
- <i>exigua</i> Mz	§	+++	-	-		Bl. +Fr.	22.VI.16
- <i>Esula</i> Mz	§	+++	-	-		Bl.	22.VI.16
- <i>Cyparissias</i> Mz	§	+++	-	-		Bl. +Fr.	22.VI.16
- <i>altissima</i> Mz	§	+++	-	-		Bl. +Fr.	28.VI.16
- <i>Myrsinites</i> Mz	§	+++	-	-		V	28.VI.16
- <i>epithymoid.</i> Mz	§	+++	-	-		V	28.VI.16
- <i>verrucosa</i> Mz	§	+++	-	-		Bl. +Fr.	28.VI.16
- <i>Gerardi</i> Mz	§	+++	-	-		Bl. +Fr.	28.VI.16

Name	Menge	Ca	Ausscheidung	Calc.-Phosph. Sphärite	Oxalat	Zustand	Datum
<u>Succul. Euphorb.</u>							
<i>Euphorb. splendens</i> Mz	§	++	-		-	Bl. +Fr.	10.VII.16
- <i>resinifera</i> Mz	§	+++	-	+++	-	V	24.VII.16
- <i>Regis Jubae</i> Mz	§	++	-	+++	-	V	24.VII.16
- <i>atrorubens</i> Mz	§	++	-		-	V	24.VII.16
- <i>polygama</i> Mz	§	++	-	++	-	Bl.	24.VII.16
- <i>chandessiana</i> Mz	§	++	-		+++	V	24.VII.16
<u>Umbelliferen.</u>							
<i>apium graveolens</i> H	=	±	+++		-	V	8.I.16
<i>Anthrisc. Cerefol</i> H.	=	±	+++Ca+		-	Kn	8.I.16
<i>Archang. offic.</i> H.	=	-	+++Ca+		-	V	22.II.16
<u>Urticaceen.</u>							
<i>Momulus Lupulus</i> S.	§	++				V	27.VII.16

Name	Menge	Ca	Oxalat	Cysto-lithe	Aussch.	Zustand	Datum
<u>Artocarpeen.</u>							
<i>Ficus elastica</i> Mz	§	±	+	+++	-	V	17.VII.16
- <i>Carica</i> Mz	§	-	+	+++	-	Bl.	20.VII.16
<i>Cecropia peltata</i> Mz	§	++				V	6.VIII.16
<u>Tropaeolaceen.</u>							
<i>Tropaeol. majus</i> S.	§	++			+++	Bl. +Fr.	31.VII.16
<u>Aceraceen.</u>							
<i>Acer campestre</i> Mg	§	+	+++			junge Triebe	20.VI.16
- <i>platanoides</i> Mg	§	-	+++				20.VI.16

Name	Menge	Ca	Oxalat	Cystol.	Aussch.	Zustand	Datum
<u>Campanulaceen.</u>							
Campan. persicif.							
Mg. Garten	■	±	-		++	V	7.I.16
- wild	■	+	-		++	Bl	20.VI.16
- RapunculusMg	■	+	-		++	Kn.+Bl	22.VI.16
- carpatica Mg	■	++	-		+++	Bl	10.VII.16
- pyramidal.Mg	■	++	-		+++	V	10.VII.16
Specularia falc. Mg	■	+	-		+++	Bl.+Fr.	10.VII.16
Wahlenb. Roylei Mg	■	++	-			Fr	10.VII.16
<u>Convolvulaceen.</u>							
Convolv. sepium	■	++			-	Kn	22.VI.16
- arvensis	■	++			-bis+	Kn	7.V.16
- tricolor	■	+	Oxals. i. Milchs., Ca i. Pa- recnhym. TUNMANN p. 144.				25.VII.16
Ipomoea purp. S.	■	+	++				25.VII.16
Cuscuta europ. S.	■	+	-				25.VII.16
Name	Menge	Ca	Oxalat	Aussch.	Aussch. enthält Ca	Zustand	Datum
<u>Papaveraceen.</u>							
Papaver orient. Mg.	■	+				Bl	12.V.16
- Rhoeas Mg.	■	±	-	+++	++	Bl	8.V.16
- strictum Mg.	■	++	-	+++		j.Fr.	22.VI.16
- Argemone Mg.	■	±	-	+++		Bl.+Fr.	22.VI.16
- bracteate. Mg.	■	+	-			Bl	
- lateritium Mg.	■	++	-			j.Fr.	29.VII.16
- nudicaule Mg.	■	++	-			Bl	9.VII.16
- somniferum Mg.	■	±	-	+++	++	Bl	23.VII.16
Chelid. majus Mg.	■	±	-	+++	++	V	6.IV.16
- "	■	+	-	+++	++	Bl	28.XII.15
Bocconia cordata Mg.	■	++	+			Bl	28.VI.16
- microcarp. Mg.	■	+	+			Bl.+Fr.	10.VII.16
Eschscholtz. calif. S.	■	++	-	+++	++	Bl	28.VII.16
Argemone mexic. Mg.	■	±	-			Bl	Sommer 14
<u>Compositen.</u>							
Hypochoeris radic.Mg	■	++	-			Bl	12.V.16
- "	■	++	-			V	18.IV.16
Tragopog. pratens. Mg	■	±	-			Bl	9.V.16
- majus Mg	■	+	-			Bl	17.VII.16
Scorzonera humilis Mg	■	+	-			Bl	7.V.16
- hispanica Mg	■	+	-	-bis+		V	30.XII.16
- purpurea Mg	■	-	-			V	
Cichorium Intybus Mg	■						
Garten.	■	++	-	++		V	18.IV.16
- wild	■	+	-			Kn	28.VI.16
- Endivia Mg	■	+	-	++		V	7.I.16
Lampsana communis Mg	■	±	-	+++		V	3.I.16
- "	■	-	-	+++		Bl	22.VI.16
Lactuca Scariola Mg	■	++	-	-		Kn	22.VI.16

Name	Menge	Ca	Oxalat	Ausscheidung	Darin Ca	Zustand	Datum
Lactuca sativa Mg	=	±	-	-		V	8.I.16
- virosa Mg	§	+	-	++		Kn	7.VII.16
- muralis Mg	=	++	-	+++		Bl.+Fr.	9.VII.16
- perennis Mg	§	+	-			Bl.+Fr.	16.VII.16
Tarax. officin. Mg							
trocken	§	±	-			Bl	1.IV.16
officinale							
feucht-	§	±	-	-		Bl	8.XII.15
Leontodon hast. Mg	=	+	-	+++	++	V	1.IV.16
Scolym. hisp. Mg	§	+	-			Bl	17.VII.16
Chondrilla junc. Mg	§	+	Hochbl.			Kn	17.VII.16
Hierac. umbell. Mg	§	±	-Niederb.			Bl	13.VII.16
Mulgod. macroph. Mg	§	++	-			Bl	17.VII.16
Sonchus olerac. Mg	§	±	-	+++	++	V	1.I.16
- v. integr.	§	±	-	+++	++	V	28.XII.16
- pelustris Mg	§	+	-	+++		Kn	Sommer 14
- arvensis Mg	§	++	-	+++		Bl	17.IV.16
Crepis perennis Mg	§	+	-			Bl	17.VII.16
- -	§	±	-			Bl	17.VII.16
- -	§	±	-			V	3.I.16
- virens Mg	§	+	-			Kn	7.V.16
<u>Asclepiadaceen.</u>					Ca-Trich.		
Asclépias syriac. Mz	§	+	-	-	+++	Bl	17.VII.16
- tuberosa Mz	§	++	++	-	+	Bl	17.VII.16
- incarnata Mz	§	++	++	-	+	Bl	17.VII.16
Peripolca graeca Mz	§	++	+++	-	-	V	17.VII.16
<u>Apocynaceen.</u>							
Amsonia salicif. Mz	§	++	-	++	++	Bl	17.VII.16
Apocyn. hypericif. Mz	§	+	+++	-	-	Bl	17.VII.16
Nerium Oleander Mz	§		+++	-	-	Bl	20.VIII.16

Name	Menge	Ca	Oxalat	Raphiden	Ausscheidung	Mykorrhiza	Zustand	Datum
<u>Coniferen.</u>								
Pinus austriaca H	§	-	+++		-			18.IV.16
Picea excelsa H	§	++			-			1.VII.16
<u>Liliaceen.</u>								
Hyacinthus non scriptus Sch.	§	+	=	++	-	+	Bl	10.V.16
Ornith. umbell. Sch	§	++	-	++	-	+	Bl	10.V.16
Hemeroc. fulva Sch	§	+	-	-	-		Bl	17.VII.16
Agapenth. umbell. Sch	§	+++		+++	-		Bl	Sommer 14
Scilla maritima Sch	§	+++		+++	-		V	Sommer 14
Aloe arboresc. Sch.	§	++		+++	-		V	23.VIII.16
<u>Commelynaceen.</u>								
Tradesc. virg. Sch	§	+++	+++	++	++		Bl	Sommer 14
- zebrina Sch	§	+++	+++	+++	+++		Bl	Sommer 14
- erecta Sch	§	++	+++	++			Bl	Sommer 16
<u>Amaryllidaceen.</u>								
Narcissus poetic. Sch	§	+++	-	+++	-		V	25.I.16
- pseudo-N. Sch	§	++	-	+++	-		Kn	25.III.16
- Jonquilla Sch	§	+++	-	+++	-		Fr	VI.14.
Galanthus nival. Sch	§	+	-	++	-		Fr	18.IV.16
Amaryllis Atamasco-	§	+++	-	+++	-		V	10.VII.16

Name	Menge	Ca	Oxalat	Raphiden	Ausscheid	Mykorrhiza	Zust.	Datum
Crinum Powellii Sch Pilze.	§	+++	-	+++	-		V	10.VII.16
Lactarius spec. weiss Mz	§	±					Jung. Hut	23.VIII.16

§ bedeutet in den Tabellen viel, = wenig.

### Calcium-Gehalt.

Aus den Zusammenstellungen gehen folgende Beziehungen hervor:

1. Kalk ist im Behältersaft von Autotrophen reichlich enthalten wenn keine Guttation oder sonstige reichliche Abscheidungsmöglichkeit für Ca vorhanden ist (vorausgesetzt, dass der Boden kein kalkarmer Roh-Humusboden ist). - Einige Euphorbien, Liliaceen und Amaryllidaceen.

2. Bei reichlicher Guttation fehlt es mehr oder minder, ebenso wie viel Oxalat. - Papaveraceen, Compositen, Campanulaceen, Umbelliferen und *Tropaeolum*.

3. Besitzt eine Pflanze bei fehlender oder doch nur schwacher Guttation reichlich Oxalate (über Raphiden siehe unten), mit Kalk imprägnierte Haare und Cystolithen, so vermisst man das Ca im Behälter mehr oder minder. - *Ficus elastica*, *Asclepias syriaca*, *Acer*, *Apocynum hypericifolium*.

Raphiden täuschen leicht einen grossen Kalkgehalt vor. Das Volumen der Raphiden und ihr Gewicht ist aber nur sehr gering. Nach ANDREW (Wirkungen d. Zentrifugalkraft auf Pflanzen, in Pringsh. Jahrb. XXXVIII, 1903) wiegt eine Raphide von *Agave mexicana* nur 0,0038 mgr. Manche Schleime enthielten daher neben ihnen noch gelösten Kalk, welcher nach dem Abfiltrieren des verdünnten Saftes nachzuweisen war: *Tradescantia virginica*, *Scilla maritima* und *Agapanthus umbellatus*. - Bei den Mykotropfen ist das nicht der Fall. *Orchis*, *Ornithogalum*, *Hyacinthus non scriptus*, *Galanthus*. Der gesamte Kalkgehalt ist trotz den Raphiden nur gering, was ja bei dem geringfügigen Salz-Stoffwechsel dieser Pflanzen nicht zu verwundern ist. Diese Sätze haben aber keine allgemeine Giltigkeit, sondern es gibt Mischtypen (*Tradescantia*).

Man könnte also die Behälterpflanzen nach ihrem Kalk-Stoffwechsel in folgende Typen gliedern:

I. Der Kalkgehalt der Behälter ist sehr reichlich. Die Pflanzen milchen reichlich oder geben viel Schleim. Die Guttation fehlt, Kalk ist im Boden reichlich vorhanden, dagegen wird nur wenig Wasser verarbeitet. Eine andere Ausscheidungsmöglichkeit ist nicht vorhanden.

II. Der Kalkgehalt ist spärlich.

A. Milchsaft oder Schleim fliesst reichlich.

1. Guttation scheidet viel aus.

2. Reichliche andere Abscheidungsmöglichkeiten sind vorhanden: Oxalat, Phosphat, Carbonat, Cystolithen, Kalk-imprägnierte Haare.

3. Die Pflanzen nehmen nur wenig Kalk auf. Kalkarme Böden, Mykorrhiza, Parasiten.

B. Der Milchsaft oder Schleim ist nur geringfügig.

Da eine Wiederverarbeitung des Kalkes aus dem Schleime bei

kaum zu beobachten war, so wird man wohl kaum fehlgehen, wenn man annimmt, dass das Calcium des Behälters kein eigentliches Nährsalz, sondern von geringen Mengen abgesehen ein typisches Exkret ist. In der Hauptsache dürfte es ein Transportmittel für Säure-Radikale sein, daneben kann es auch noch als Entgiftungsmittel und als Bestandteil der Gerüstsubstanz dienen.

## Clorid-Gehalt.

Über den Gehalt an Chloriden im Behältersaft liegen Untersuchungen von  
MOLISCH vor:

Name	Cl im Saft	Name	Cl im Saft
Brosimum microcarpum	++	Alstonia scholaris	-
Centropogon Lucianii	++	Chelidonium majus	-
Euphorbia splendens	++	Ficus elastica	-
- corulescens	++	Morus	-
- Regis Jubae	++	Lyvoria radiata	++
- globosa	++	Landsbergia caracasana	++
- mamillaris	++	Agapanthus umbellatus	+++
- Characias	++	Cyrtanthus obliquus	+++
Homalanthus populneus	++	Hermione cupularis	+++
Hoya rotundifolia	++	Calostemma luteum	+++
Jatropha podagraria	++	Clivia miniata	+++
Nerium Oleander	++	- nobilis	-
Alocasia violacea	+	Amaryllis formosiss.	+++
Campanula medium	+	Tradescantia viridis	+++
Ipomoea purpurea	+	Galanthus nivalis	+
Papaver orientale	+	Narcissus incompar.	++
Sonchus spec.	+	- Pseudo-Narziss.	++

## Eigene Beobachtungen.

Name	Cl	Ausscheidung	Zustand	Datum
<u>Euphorbiaceae. Mz.</u>				
Euphorbia Lathyris	±	-	V	1.VIII.16
- Helioscopia	+++	+ (?)	V - Kn	28.VII.16
- platyphyllos	(+++)	-	Bl - Fr	2.IX.16
- palustris	(+++)	-	V	23.VIII.16
- Esula	(+++)	-	V - Bl	20.VIII.16
- atrorubens	++	-	V	2.IX.16
- polygama	(+++)	-	V	2.IX.16
- altissima	+++	-	V	28.VII.16
- claudestina	+++	-	V	2.IX.16
- Myrsinites	±	-	V	28.VII.16
- grandidens	++	-	V	2.IX.16
- verrucosa	+++	-	V	28.VII.16
- resinifera	(+++)	-	V	28.VII.16
<u>Artocarpeae. Mz.</u>				
Ficus elastica.	±	-	V	7.VIII.16
- Carica	++	-	V	7.VIII.16
<u>Cannabaceae. S</u>				
Humulus Lupulus	-	-	V	8.VIII.16
<u>Papaveraceae. Mg.</u>				
Papaver Rhoas	± bis -	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
- somniferum	-	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
- lateritium	±	+++	Kn - Fr	27.VIII.16
Eschscholzia calif.	±	+++	Bl - Fr	24.VIII.16
Chelidonium majus	-	+++	Bl + Fr	10.VIII.16
Glaucium	-	+++	Bl + Fr	27.VIII.16

Name	Cl	Ausscheidung	Zustand	Datum
<u>Tropaeolaceen.</u>				
Tropaeolum majus	-	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
<u>Apocynaceen.</u>				
Nerium Oleander	+++	-	Bl.Kn.	7.VIII.16
<u>Campanulaceen</u>				
Campanula Rapuncul.	-	++	Bl	5.VIII.16
<u>Convolvulaceen.</u>				
Convolvul. sepium	+++	-	Bl + Fr	20.VIII.16
- arvensis	++	±	Bl + Fr	22.VIII.16
<u>Compositen. Mg.</u>				
Lactuca Scariola	-	++	Bl + Fr	25.VIII.16
- sativa	++	++	Bl	2.IX.16
- virosa	-	+	Bl + Fr	18.VIII.16
- augustana	-	-	Bl + Kn	24.VIII.16
Sonch. oler. integr.	-	+++	Bl + Fr	23.VIII.16
- palustris	-	+++	Bl	17.VIII.16
- arvensis	-	+++	Bl + Fr	19.VIII.16
Crepis virens	-	-	Bl + Fr	18.VIII.16
Hierac. umbellatum	-	-	Bl + Fr	17.VIII.16
<u>Asclepiadaceen Mz.</u>				
Periploca graeca	++	-	V	27.VII.16
Asclepias syriaca	+++	-	Bl + Fr	15.VIII.16
<u>Apocynaceen. Mz.</u>				
Apocyn. hypericifol.	±	-	Bl	14.VIII.16
<u>Liliaceen. S.</u>				
Agapanthus umbellat.	(+++)	-	Bl	15.VIII.16
Aloe arborescens	±	-	V	16.VIII.16
<u>Amaryllidaceen. S</u>				
Amaryllis Atamasco	+++	-	V	27.VIII.16
Clivia nobilis	++	-	V	15.VIII.16
<u>Commelinaceen. S.</u>				
Tradesc. virginica	±	++	Bl + Fr	15.VIII.16
- zebrina	++	-	V	27.VIII.16

Ein Gehalt an Chloriden in den Behältern lässt höchst wahrscheinlich auf eine Exkretion schliessen. Die Beziehungen zur Guttation treten hier so deutlich zutage, dass man einen reichen Chlorid-Gehalt als ein Anzeichen des Fehlens der Guttation ansehen kann. Eine Ausnahme machen Pflanzen mit eigenartiger Ernährung (Mykotrophe), welche an sich wenig Salze aufnehmen und also auch keine abzuscheiden haben. Die einzelnen Pflanzen scheiden den Abfall im Hydathodenwasser, die anderen im Behälter aus, je nachdem die zur Verfügung stehende Wassermassen gross oder klein ist.

## Natrium- und Lithium-Gehalt.

Name	Na	Ausscheidung	Zustand	Datum
Euphorbia Lathyris	+	-	V	27.VIII.16
- altissima	+	-	Bl	27.VIII.16
- myrsinites	+	-	V	27.VIII.16
- epithymoides	+	-	V	27.VIII.16
- verrucosa	+	-	V	27.VIII.16
- Gerardiana	+	-	V	27.VIII.16

Name	Na	Ausscheidung	Zustand	Datum
<i>Euphorbia Regis-Jub.</i>	(+++)	-	V	27.VIII.16
- <i>resinifera</i>	++	-	V	2.IX.16
- <i>atrorubens</i>	++	-	V	2.IX.16
- <i>polygama</i>	+++	-	B1	2.IX.16
- <i>clandestina</i>	+++	-	V	2.IX.16
- <i>grandident.</i>	+++	-	V	2.IX.16
<i>Ficus Carica</i>	+	-	B1	27.VIII.16
<i>Humulus Lupulus</i>	+	-	Fr	2.IX.16
<i>Tropaeolum majus</i>	+++	+++	B1	27.VIII.16
<i>Lactuca virosa</i>	+	±	B1 + Fr	27.VIII.16
- <i>augustana</i>	+	-	B1	27.VIII.16
<i>Sonchus palustris</i>	+	+++	B1	27.VIII.16
<i>Asclepias syriaca</i>	+	-	Fr	27.VIII.16
- <i>incarnata</i>	+	-	Fr	27.VIII.16
<i>Periploca graeca</i>	Na +; Li +++	-	V	27.VIII.16
<i>Amsonia salicifolia</i>	±	-	Fr	27.VIII.16
<i>Apocyn. hypericifol.</i>	±	-	B1	27.VIII.16
<i>Agapanthus umbell.</i>	+++	-	B1	27.VIII.16
<i>Clivia miniata</i>	+	-	Kn	27.VIII.16

Das Natron ist ein typisches Exkret. Sowohl die sukkulenten Euphorbiaceen wie *Agapanthus umbellatus* führen es in grosser Menge. Trotz der Abscheidung finden wir es im Behältersaft von *Tropaeolum*, was vielleicht auf ein Vertreten des Kaliums schliessen lässt beim Aufbau der Senfölglycoside. Meist ist der Na-Gehalt nur gering.

Der Gehalt an Lithium in *Periploca graeca* dürfte wohl als Exkret zu deuten sein.

Versuche, das Lithium auch dem Behältersafte anderer Pflanzen einzuverleiben, schlugen leider fehl (*Euphorbia resinifera*, *E. Regis Jubae*, *E. altissima*, *Asclepias syriaca*, *Apocynum hypericifolium*, *Agapanthus*) Ich suchte die Pflanzen durch Begiessen der Töpfe vergeblich zur Aufnahme zu zwingen). - Durch 8 Tage langes Einstellen in eine 0,1% Lösung konnte ich den Milchsaft von *Euphorbia altissima* Lithium-haltig machen. Bei Schnittpflanzen anderer Arten war dies nicht möglich (*Tradescantia zebrina*) oder sie starben vorher ab.

#### Kalium-Gehalt.

Über den Kali-Gehalt in der Asche der Behältersäfte finden sich bei SCHIMPER Angaben, die mit den unserigen gut übereinstimmen.

Name	Ka-Gehalt d. Asche des Saftes.	Name	Ka-Gehalt d. Asche des Saftes
<i>Papaver somniferum</i>	+	<i>Euphorbia proc.</i>	-
<i>Lactuca virosa</i>	+++	<i>Ficus elastica</i>	-
<i>Euphorbia Lathyris</i>	±	<i>Olibanum-Harz</i>	-

## Eigene Untersuchungen.

Name u. Menge d. Safts	Ka	Ausscheidung	Datum u. Zustand.
<u>Euphorbiaceen.</u>			
Euphorbia Peplus §	++	+	13.IV.16. Bl.
- Lathyrus §	+	-	28.XII.15
- Helioscopia §	++		1.J.16
- palustris §	±	+	22.VI.16 Bl
- exigua §	-	-	22.VI.16 Bl + Fr
- platyphyllos §	+++	-	22.VI.16 Bl
- Esula §	++	-	22.VI.16 Bl
- Cyparissias §	+++	-	22.VI.16 Bl + Fr.
- altissima §	+	-	28.VI.16 Bl + Fr
- Myrsinites §	+	-	28.VI.16
- epithymoides §	±	-	28.VI.16 Bl + Fr
- verrucosa §	++	-	28.VI.16 Bl + Fr
- Gerardi §	-	-	28.VI.16 Bl + Fr
- splendens §	+	-	16.VII.16 Bl + Fr
- resinifera §	++	-	24.VII.16
- Regis Jubae §	+	-	24.VII.16
- atrorubens §	±	-	24.VII.16
- polygama §	-	-	24.VII.16 Bl
- clandestina §	-	-	24.VII.16
<u>Umbelliferen.</u>			
Apium graveolens =	±		8.I.16
Anthriscus Cerefolium =	+	+++	8.I.16
Archangel. officinal. =	+++	+++ (Ka ++)	22.II.16 junge Triebe
<u>Artocarpeen.</u>			
Ficus elastica §	±		17.VII.16. V
- Carica §	±		23.VIII.16. Bl
Cecropia peltata §	+		6.VIII.16 V
<u>Cannabaceae.</u>			
Humulus Lupulus §	-		27.VII.16 Bl
<u>Papaveraceen.</u>			
Papaver orientale §	-	+++	12.V.16 Bl
- Rhoëas §	±	+++	8.I.16
- strictum §	±	+++	22.VI.16 Bl
- Argemone §	-	+++	22.VI.16 Bl + Fr
- lateritium §	-		9.VII.16 Bl + Fr
- nudicaule §	-		9.VII.16 Bl
Chelidonium majus §	-	+++	28.XII.16 V
Bocconia cordata §	++		28.VI.16 Bl
- microcarpa §	-		10.VII.16 Knosp.
Eschscholzia calif. §	+	+++	28.VI.16 Bl + Fr
<u>Tropaeolaceen.</u>			
Tropaeolum majus	++	+++	31.VII.16 Bl
<u>Campanulaceen.</u>			
Campan. persic. Garten =	-	++	7.I.16 V
- - wild =	-		20.VI.16 Bl
- Ranunculus =	-		22.VI.16 Knospen
- carpatica §	±	+++	10.VII.16 Bl
- pyramidalis §	++		10.VII.16 Bl
Specularia falcata =	±	+++	10.VII.16 Bl
Wahlenbergia Roylei §	-		10.VII.16 Bl + Fr

Name u. Menge d. Safts	Ka	Ausscheidung	Datum und Zustand.
<u>Aceraceen.</u>			
Acer campestre §	+		Junge Triebe
- platanoides §	++		Junge Triebe
<u>Convolvulaceen.</u>			
Convolvulus sepium §	++	-	22.VI.16 Knospen
- arvensis §	++	±	7.V.16
- tricolor =	-		25.VII.16 Bl
Ipomoea purpurea =	++		25.VII.16 Bl
Cuscuta europaea §	±		Knospen
<u>Compositen.</u>			
Hypochoeris radicata §	±		12.V.16 Knospen
- -	±		18.IV.16 Trockene Steng.
Tragopogon pratensis §	±		9.V.16 Bl.
- major §	++		17.VII.16 Bl
Scorzonera humilis §	±		7.V.16 Bl
- hispanica §	++	++	30.XII.16 V
Cichor. Intyb. Garten§	++	++	18.IV.16 V
- - wild §	±		28.VI.16 Knospen
- Endivia =	±	++	7.I.16 V
Lampsana communis =	+		22.VI.16 Bl
Lactuca Scariola §	+++	-	26.VI.16 Knospen
- sativa =	++	++	8.I.16 V
- virosa §	+++		7.VII.16 V
- perennis §	++		8.VIII.16 Bl
- muralis =	-	+++	7.VII.16 Bl
Taraxacum officinale §	++		1.IV.16 Trockene Bl.
- -	+++	+++	1.IV.16 Bl. feucht
- -	±	-	8.XII.16 V
Leontodon nastile	-	+++	3.I.16 V
Sonchus oleraceus §	+	+++ (Ka)	8.XII.16 V
- - v. integrif. §	-	+++ (Ka)	1.I.16 V
- palustris §	+	+++	Sommer 14 Bl
- arvensis §	±	+++	17.IV.16 Bl
Mulgedium macrophyll. §	-		17.VII.16 Bl
Crepis virens =	±		7.V.16 Knospen
- perennis =	±		3.I.16 V
Hierac. umbellatum =	-		17.VII.16 Bl
Chondrilla juncea §	-		17.VII.16 Knospen
Scolymus hispanicus §	+		17.VII.16 Bl
<u>Apocynaceae.</u>			
Amsonia salicifolia §	(+++)	-	17.VII.16 Bl
Apocyn. hypericifol. §	(+++)	-	Sommer 16 Bl
- -	(+++)	-	17.VII.16 Bl
Nerium Oleander	+++	-	30.VIII.16 Bl
<u>Asclepiadaceen.</u>			
Asclepias syriaca §	++	-	17.VII.16 Bl
- tuberosa §	+	-	17.VII.16 Bl
- incarnata §	+		17.VII.16 Bl
Periploca graeca §	-	-	17.VII.16 V
<u>Coniferae.</u>			
Pinus austriaca	-	-	18.IV.16 V
Picea excelsa	-	-	18.IV.16 V
<u>Liliaceen.</u>			
Endymion non scriptus §	-	-	Mai 16 Bl. Mykorrhiza
Ornithogal. umbellat. §	-	-	Mai 16 Bl. Mykorrhiza

Name und Menge d. Safts	Ka	Ausscheidung	Datum und Zustand
<u>Liliaceen.</u>			
Hemerocallis fulva =	-		17.VII.16 Bl
Agapanthus umbellatus §	+	-	8.VIII.16 Bl
Aloe arborescens	++	-	16.VIII.16 V
<u>Commelinaceen.</u>			
Tradescantia virginica§	+++	++	Sommer 14 Bl
- zebrina §	++		Sommer 14 Bl
- erecta	-		30.VII.16 V
<u>Amaryllidaceen.</u>			
Narcissus poeticus §	+	-	16.IV.16 Kn.
- Pseudo-Narc. §	++	-	25.IV.16 Kn + Kl
- Jonquilla §	++	-	Sommer 14 j. Fr.
Galanthus nivalis §	±	-	18.IV.16 j. Fr.
Amaryllis Atamasco §	±	-	10.VII.16 V
Crinum Powellii §	(+++)	-	10.VII.16 V
Clivia §	++	-	Sommer 14 V
<u>Pilze.</u>			
Lactaria spec. weiss	++		30.VIII.16 junge Hüte

Manche Behältersäfte zeigen einen reichlichen Kali-Gehalt. Beziehungen zur Guttation sind vorhanden, aber nicht ganz eindeutig. Bei *Taraxacum* und *Archangelica officinalis* ist nur vorübergehend Kalium in den Behältern, trotz reichlicher Guttation. Die Verhältnisse liegen hier etwas verwickelter, da das Kali den Pflanzen nicht immer in reichlichem Masse zur Verfügung steht. Das Kali ist mehr Sekret als Exkret. In manchen Fällen dürfte sogar Speicherung vorliegen, wie bei *Lactuca Scariola*. Bei anhaltendem Entzuge durch Verweilen in Kali-freier Lösung wurde es aus dem Schleime wieder herausgezogen (*Tradescantia zebrina*). Von Pflanzen mit reichlichem Gehalte bei mangelnder Ausscheidung seien besonders hervorgehoben: *Crinum Powellii*, Apocynaceen, *Agapanthus*.

## Magnesium- und Phosphat-Gehalt.

Name und Menge d. Saftes	Mg	PO <sub>4</sub>	CaPO <sub>4</sub> -Sphaer.	Ausscheid.	Zust.	Datum
Euphorbia Peplus §		-		+	Bl	27.VII.16
- Lathyris §	±	+		-	Bl	20.VII.16
- helioscopia§		+		-	Bl	20.VII.16
- palustris §	++	-		-	Fr	20.VII.16
- exigua §	+++	-		-	Bl + Fr	20.VII.16
- Esula §	++	-		-	Bl + Fr	22.VI.16
- platyphyllos§	++	-		-		2.IV.16
- Cyparissias §		++		-	j.Triebe	20.VII.16
- altissima §		+		-	V	24.VII.16
- Myrsinites §		-		-	V	24.VII.16
- resinifera §	++	++	+++	-	V	24.VII.16
- Regis-Jubae§	+++	-	+++	-	V	24.VII.16
- atrorubens §		±		-	V	24.VII.16
- clandestina §	+++	-		-	V	24.VII.16
- polygama §		±	+++	-	Bl	24.VII.16
Ficus elastica §	(+++)	-		-	V	17.VII.16
- Carica §	(+++)	-		-	Bl	13.VIII.16
Humulus Lupulus §	+++	++			V	17.VII.16

Name und Menge des Saftes	Mg	PO <sub>4</sub>	Ausscheid.	Zustand	Datum
Papaver Rhoeas §	±	+++	+++	Bl	20.VII.16
- nudicaule §		++	+++	Bl	17.VII.16
- lateritium §		++	+++	Kn + Fr	27.VIII.16
- Argemone §		-	+++	Knosp.	22.VII.16
- somnifer. §	±	+++	+++	Knosp.	25.VII.16
Chelid, majus §	+++	+++	+++	Bl + Fr	25.VII.16
Glaucium =		+++	+++	Bl + Fr	28.VIII.16
Eschscholz. calif. §		-	+++	Bl + Fr	30.VII.16
Bocconia microc. §		-	+++	Bl	30.VII.16
Tropaeolum majus §	±	++	+++	Bl	31.VII.16
Nerium Oleander §	+++	++	-	Kn	30.VII.16
Acer campestre §		++	-	j. Triebe	8.VII.16
Corvolvulus sep. §	-	(+++)	-	Bl	28.VII.16
Cuscuta europaea §		+	-	Kn	28.VII.16
Campanula Rapuncul. §	-	(+++)	+++	Bl	27.VII.16
- carpatica §		+	+++	Bl + Fr	30.VII.16
- alliariifol. =		-		Bl	30.VII.16
- pyramidal. §		+++		V	30.VII.16
- Trachelium §		+++	+++	Bl	30.VII.16
Wahlenbergia Roylei §		-		Bl + Fr	30.VII.16
Platyandra grandifl. §		-		Bl	30.VII.16
Phyteuma canescens §		+		Bl + Fr	30.VII.16
Asclepias syriaca §	++	++	-	Bl	17.VII.16
Periploca graeca §		+++	-	V	28.VIII.16
Apocyn. hypericif. §	±	++	-	Bl	1.VIII.16
Pinus Strobus §	-		-	V	18.VII.16
- silvestris §	-			Ausschw.	10.IX.16
Picea excelsa §		-	-	V	1.VII.16
Hierac. umbellat. =		+++		Bl	28.VII.16
- murorum =		-		Bl	30.VII.16
Chondrilla juncea §		++		Kn	30.VII.16
Tragopogon majus §		+		Bl	17.VII.16
- pratensis §	+	+		Bl	30.VII.16
Cichorium Intybus §	+++	+++	++	Kn	28.VI.16
Lampsana communis =		+	+++	Kn	26.VII.16
Lactuca sativa	++	+++		Kn	19.VIII.16
- Scariola §	+++	+++		Kn	26.VI.16
- virosa §	+++		(+++)	Kn	7.VII.16
Sonchus oleraceus §		±	+++	Bl	20.VII.16
- palustris §	+++	+++	+++	Kn	30.VII.16
- arvensis §	++	++	+++	Bl + Kn	14.VII.16
Crepis virens §		+++		Kn	28.VII.16
- perernis §		+++		Bl	1.IV.16
Agapanth. umbellat. §	++	-	-	Kn	8.VII.16
Aloe arborescens §		±	-	V	16.VIII.16
Clivia nobilis §		-	-	Kn	30.VIII.16
Tradesc. virginica §		.	++	Kn + Bl	30.VII.16
Lactaria spec. §	-	+++		jung. Hut	30.VIII.16

Es seien diesen Ergebnissen noch die Resultate von MOLISCH beigegeben. Diese haben insofern nur einen vergleichenden Wert, als sie nicht die Asche, sondern d. frischen Milchsäfte zur Grundlage haben, wodurch, wie MOLISCH selbst angibt, Differenzen mit dem Nachweis in der Asche vorkommen können. Ausserdem fehlt der Ver-

gleichung mit der Ausscheidung.

Name	Mg		Name	Mg	
	im Saft	i. Asche		im Saft	i. Asche
Allamanda Schottii	-		Nerium oleander	+++	
Alocasia violacea	-		Papaver orientale	-	
- Maximiliana	-		Sonchus spec.	++	++
Alstonia scholaris	-		Syngonium spec.	+	
Brosim. microcarp.	+++		Taraxac. officin.	+	
Centropog. Lucian.	-		Vinca minor	-	
Campan. Medium	+		Scorzonera hispan.	+++	
Chelidon. majus	++	+++	Lycoseris radiat.	±	
Dorstenia erecta	+		Landsberg. caracas.	++	
Euphorbia globosa	+++		Agapanth. umb.	+	
- Characias	±		Cyrtanthus obliq.	+++	
- splendens	+++		Hermione cupular.	++	
- coerulesc.	-		Calostemma luteum	++	
- mammilaris	+++		Clivia miniata	+++	
- Regis Jubae	+++		- nobilis	-	
- canariensis	+		Amaryllis formos.	+	
Ficus elastica	+++		Tradesc. viridis	±	
Galactodendr. utile	+++		Galanthus nival.	-	
Homalanth. populn.	-	+	Narc. incomparab.	++	
Hoya rotundifolia	+++		- Pseudonarc.	+	
Jatroph. Podagrar.	-				
Musa Martini	-				

Auch SCHIMPER hat in seinen Aschen-Analysen von Milchsäften den Magnesium- und Phosphorsäure-Gehalt berücksichtigt:

Name	Mg	PO <sub>4</sub>	Name	Mg	PO <sub>4</sub>
Papaver somniferum	+	+++	Euphorbia procera	-	-
Lactuca virosa	+++	+++	Ammoniacum-Harz	+++	+
Euphorbia Lathyris	±	±	Olibanum-Harz	-	+
Ficus elastica	(+++)	-			

Das in der Zusammenstellung aufgeführte Calcium-Malophosphat wurde durch Ausfällen mit Alkohol nachgewiesen. Die Kristalle werden durch verdünnte Schwefelsäure in Gips verwandelt, durch eine Lösung von Salmiak und Magnesiumsulfat in hochverdünntem Ammoniak dagegen in Ammonium-Magnesium-Phosphat. Durch beide Reaktionen ist die chemische Zusammensetzung bewiesen.

In manchen Milchsäften liegt ein grosser Gehalt an Magnesium und Phosphaten vor, doch bestehen grosse individuelle Unterschiede, ja es schwankt der Gehalt je nach dem Entwicklungszustand der betreffenden Pflanzenart.

Zur Ausscheidung bestehen keinerlei Beziehungen. Da sich nur selten eine andere Abscheidung von Magnesium vorfindet, so dürfte man kaum fehlgehen, wenn man nur ausnahmsweise im Magnesium-Gehalt der Behältersäfte eine Exkretion, meist hingegen eine Art von Speicherung erblickt. Exkretion liegt vielleicht vor bei: *Ficus Carica*, *F. elastica*. In noch höherem Masse gilt dies von den Phosphaten. Über die Wieder-Verarbeitung dieses Stoffes sei auf das Kapitel Milchsaft und Samenreife hingewiesen.

## Sulfat-Gehalt.

Angaben über den Sulfat-Gehalt finden sich bei SCHIMPER:

Name	Sulfat	Name	Sulfat
Papaver somniferum	+	Ficus elastica	±
Lactuca virosa	+++	Euphorbia procera	±
Euphorbia Lathyris	+	Olibanum-Harz	+

## Eigene Untersuchungen.

Name	SO <sub>4</sub>	Ausscheidung	Zustand	Datum
Euphorbia helioscop,	+++	±	V - Bl	28.VII.16
- palustris	±	-	V	23.VIII.16
- Esula	++	-	V - Bl	20.VIII.16
- altissima	++	-	Bl	28.VII.16
- Myrsinites	±	-	V	28.VII.16
Ficus elastica	-	-	V	7.VIII.16
Papaver Rhoëas	±	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
- somniferum	++	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
Chelidonium majus	-	+++	Bl + Fr	10.VIII.16
Tropaeolum majus	(+++)	+++	Bl + Fr	8.VIII.16
Nerium Oleander	-	-	Bl	20.VIII.16
Campanula Rapunc.	-	++	Bl	5.VIII.16
Convolvulus sep.	+	-	Bl + Fr	20.VIII.16
Cichorium Intybus	+	++	Bl + Fr	20.VIII.16
Lactuca virosa	+++	±	Bl + Fr	18.VIII.16
- Scariola	+++	++	Bl + Fr	25.VIII.16
- augustana	-	-	Blkn.	24.VIII.16
Sonch. oler. integ.	++	+++	Bl + Fr	23.VIII.16
- palustris	-	+++	Bl	17.VIII.16
- arvensis	++	+++	Bl + Fr	19.VIII.16
Crepis virens	-	-	Bl + Fr	18.VIII.16
Hierac. umbellat.	±	-	Bl + Fr	17.VIII.16
Asclepias syriaca	+	-	Bl + Fr	15.VIII.16
Apocyn. hypericif.	-	-	Bl	27.VIII.16
Agapanth. umbell.	-	-	Bl	15.VIII.16
Aloe arborescens	±	-	V	16.VIII.16
Clivia nobilis	-	-	V	15.VIII.16

Wie das nur vereinzelte Auftreten von Gipskristallen und die seltene Ausscheidung von SO<sub>4</sub> im Guttationswasser beweisen, dürfte es sich hier nur in einzelnen besonders gelagerten Fällen um eine Exkretion handeln. Im allgemeinen ist es ein Speicherstoff. Inwieweit der Schwefel-Gehalt nun anorganischen oder organischen Ursprungs ist, das muss im einzelnen Falle untersucht werden. Wendet man genügend empfindliche Reaktionen an, so wird man infolge der Gegenwart von Eiweiss den Schwefel überall finden (z.B. Hepar-Reaktion mit Nitroprussidnatron). Solche geringen Mengen kommen für unsere Deutung nicht in Betracht.

## Mangan-Gehalt.

Die Salpeterschmelze ist eine sehr scharfe Reaktion, daher sind die gefundenen Mengen nur geringe und die Zeichen der Tabelle auch dem entsprechend zu verstehen.

Name	Mn	Ausscheidung	Zustand	Datum
<i>Euphorbia Lathyris</i>	-	-	V	2.IX.16
- <i>Peplus</i>	-	+	Bl	7.IX.16
- <i>helioscopia</i>	-	-	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>exigua</i>	-	-	Bl + Fr	10.IX.16
- <i>Cyparissias</i>	-	-	Bl + Fr	10.IX.16
- <i>platyphylla</i>	+++	-	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>altissima</i>	+++	-	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>Myrsinites</i>	-	-	V	2.IX.16
- <i>epithymoid.</i>	±	-	Fr	2.IX.16
- <i>verrucosa</i>	-	-	Fr	2.IX.16
- <i>atrorubens</i>	-	-	V	2.IX.16
- <i>polygama</i>	-	-	Fr	2.IX.16
- <i>grandidens</i>	-	-	V	2.IX.16
Campan. <i>Rapunculus</i>	-	++	Bl + Fr	9.IX.16
- <i>Trachelium</i>	-	++	Bl + Fr	10.IX.16
Convolvul. <i>sepium</i>	-	-	jung. Fr.	9.IX.16
Papaver <i>Rhoeas</i>	-	+++	Bl	2.IX.16
- <i>somniferum</i>	-	+++	jung. Fr.	2.IX.16
<i>Chelidonium majus</i>	-	+++	Bl + Fr	7.IX.16
<i>Tropaeolum majus</i>	-	+++	Bl + Fr	7.IX.16
<i>Humulus Lupulus</i>	-	-	-	7.IX.16
<i>Tragopogon majus</i>	-	-	Bl + Fr	2.IX.16
<i>Lactuca Scariola</i>	-	++	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>sativa</i>	-	++	Bl	9.IX.16
- <i>virosa</i>	-	±	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>augustana</i>	-	-	Bl	2.IX.16
Sonch. cler. <i>integr.</i>	-	+++	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>palustris</i>	-	±	Bl + Fr	2.IX.16
- <i>arvensis</i>	-	+++	Bl + Fr	2.IX.16
<i>Crepis virens</i>	-	-	Bl + Fr	2.IX.16
<i>Chondrilla juncea</i>	-	+	Bl + Fr	2.IX.16
<i>Prenanthes purpurea</i>	-	-	Bl + Fr	2.IX.16
<i>Asclepias syriaca</i>	-	-	Fr	2.IX.16
<i>Periploca graeca</i>	-	-	V	2.IX.16
<i>Apocyn. hypericif.</i>	-	-	Bl	2.IX.16
<i>Agapanth. umbell.</i>	-	-	Bl	2.IX.16
<i>Amaryllis Atamasco</i>	-	-	V	2.IX.16
<i>Clivia miniata</i>	-	-	Bl	2.IX.16
<i>Lactaria spec. weiss</i>	-	-	jung. Hüte	10.IX.16

Über die physiologische Rolle des Mangans im pflanzlichen Stoffwechsel ist noch zu wenig sicheres bekannt, um ein Urteil fällen zu können. Dafür, dass es nicht ganz wertlos ist, spricht das Fehlen im Behältersaft des Hopfens, der doch eine Mangan bedürftige Pflanze sein soll. Auffallender Weise findet es sich im Milchsafte von *Euphorbia platyphyllos*, *E. epithymoides* und *E. altissima*, während es in den andern oft in der Natur und auch im botanischen Garten daneben stehenden Euphorbien fehlt. Ob hier Beziehungen zu Oxydasen oder Laccasen bestehen, oder ob es sich um eine Ausscheidung eines nicht von allen Pflanzen in gleichem Masse aufgenommenen Körpers handelt, möge dahingestellt bleiben.

#### Nitrat-Gehalt.

Er ist nicht konstant. Dass er an sonnigen Tagen nicht oder nur in geringer Menge zu finden ist, während er nach regnerischen Tagen reichlich nachgewiesen

Im folgenden finden sich die Angaben von MOLISCH über den Nitratgehalt v. Milchsäften und Schleimen. Die Resultate sind mit Diphenylamin erhalten.

Name	NO <sub>3</sub>	Name	NO <sub>3</sub>
<i>Alocasia Maximiliana</i>	-	<i>Brosimum microcarpum</i>	+
<i>Carica Papaya</i>	-	<i>Papaver orientale</i>	+
<i>Dorstenia erecta</i>	-	<i>Chelidonium majus</i>	+
<i>Campanula Medium</i>	-	<i>Lycoris radiata</i>	++
<i>Centropogon Lucianii</i>	-	<i>Landsbergia caracasana</i>	-
<i>Euphorbia globosa</i>	-	<i>Agapanthus umbellatus</i>	++ 1)
- <i>Lathyris</i>	-	<i>Cyrtanthus obliquus</i>	±
- <i>splendens</i>	-	<i>Hermione cupularis</i>	++
- <i>canariensis</i>	-	<i>Calostemma luteum</i>	±
- <i>Cheracias</i>	-	<i>Clivia miniata</i>	-
- <i>coerulescens</i>	-	- <i>nobilis</i>	++
- <i>Regis-Jubae</i>	-	<i>Amaryllis formosissima</i>	+
<i>Ficus elastica</i>	-	<i>Tradescantia viridis</i>	+++
<i>Hoya rotundifolia</i>	-	<i>Galanthus nivalis</i>	+++
<i>Homalanthus populneus</i>	-	<i>Narcissus incomparabilis</i>	-
<i>Pedilanthus tithymaoides</i>	-	- <i>Pseudo-Narcissus</i>	+
<i>Jatropha podagraria</i>	+		

1) Bei eigenen Versuchen nicht zu finden trotz Begiessen mit Salpeterlösung.

## Eigene Versuche.

Name	NO <sub>3</sub>	Zustand	Datum	Name	NO <sub>3</sub>	Zustand	Datum
<i>Euphorbia palustr.</i>	-	V	2.IX	<i>Ficus spec.</i>	+++	V	17.IX
- <i>helioscop.</i>	-	V	2.IX	<i>Acer platano.d.</i>	++	Fr	Sommer
- <i>Cyparissias</i>	-	V	10.IX	-	-	V	17.IX
- <i>exigua</i>	-	Fr	10.IX	<i>Opuntia spec.</i>	-	V	17.IX
- <i>amygdalina</i>	-	V	17.IX	<i>Convolv. sepium</i>	-	Fr	2.IX
- <i>Esula</i>	-	B1	2.IX	- <i>tricolor</i>	-	B1	17.IX
<i>Papaver strictum</i>	-	B1	17.IX	<i>Ipomoea purpur.</i>	+++	B1	17.IX
- <i>lateritium</i>	-	B1	17.IX	- <i>coccinea</i>	++	B1	17.IX
- <i>rudicaule</i>	-	B1	17.IX	- <i>thyrsifl.</i>	-	B1	17.IX
- <i>bracteatum</i>	-	B1	17.IX	<i>Merium Cleander</i>	-	V	17.IX
- <i>Rhoeas</i>	-	B1	10.IX	<i>Asclep. incarn.</i>	-	V	17.IX
<i>Chelidonium majus</i>	+++	B1	2.IX	- <i>tuberosa</i>	-	V	17.IX
<i>Argemone mexicana</i>	+++	Kn	17.IX	<i>Peripl. graeca</i>	-	V	17.IX
<i>Eschscholz. calif.</i>	-	B1	17.IX	<i>Vinca minor</i>	-	V	17.IX
<i>Glaucium leiocarp.</i>	-	B1	17.IX	- <i>major</i>	-	V	17.IX
- <i>corniculat.</i>	-	B1	17.IX	<i>Campan. Rapunc.</i>	-	B1	2.IX
<i>Bocconia microcarpa</i>	-	B1	17.IX	- <i>rapunculoid.</i>	-	B1	10.IX
<i>Corydalis glauca</i>	-	B1	17.IX	- <i>persicifol.</i>	-	B1	10.IX
- <i>ophiocarpa</i>	-	B1	17.IX	- <i>Trachelium</i>	-	B1	10.IX
- <i>nobilis</i>	-	B1	17.IX	- <i>pyramidalis</i>	-	V	17.IX
- <i>lutea</i>	+++	B1	17.IX	- <i>carpatica</i>	-	B1	17.IX
<i>Tropaeol. majus</i>	-	B1	17.IX	<i>Wahlenberg. Roylei</i>	-	Fr	17.IX
<i>Humulus Lupulus</i>	+++	Fr	24.IX	- <i>lobelioides</i>	-	B1	17.IX
<i>Cannabis sativa</i>	+++	Fr	17.IX	<i>Phyteuma canescens</i>	-	B1	17.IX
<i>Ficus elastica</i>	-	V	17.IX	<i>Lobelia Erimus</i>	-	B1	17.IX
- <i>Carica</i>	-	Fr	17.IX	<i>Rhus Toxocodendr.</i>	-	V	17.IX
- <i>barbata</i>	-	V	17.IX	- <i>Cotinus</i>	-	Fr	17.IX

Name	NO	Zustand	Datum	Name	NO	Zustand	Datum
<i>Rhus glabra</i>	-	Fr	17.IX	<i>Lactuca perennis</i>	-	V	17.IX
- <i>typhina</i>	-	Fr	17.IX	- <i>Scariola</i>	-	Bl+Fr	17.IX
<i>Cecropegia dichot.</i>	-	V	17.IX	- <i>augustana</i>	-	Bl	17.IX
<i>Sonchus arvensis</i>	-	Bl	2.IX	- <i>virosa</i>	-	Bl+Fr	17.IX
- <i>palustris</i>	-	Bl	17.IX	<i>Lactarius spec.</i>	-	Hut	10.IX
- <i>oleraceus</i>	-	Bl	10.IX	<i>Agapanth. umbell.</i>	-	Bl	14.IX
<i>Hypochoer. radic.</i>	-	Bl	9.IX	<i>Aloe arborescens</i>	-	V	14.VIII
<i>Leontod. autumn.</i>	-	Bl	9.IX	<i>Asphodel. luteus</i>	-	V	17.IX
<i>Cichorium Intyb.</i>	-	Bl	2.IX	<i>Scilla maritima</i>	-	V	17.IX
<i>Scolymus hisp.</i>	-	Bl	17.IX	<i>Maranta arundin.</i>	+++	Bl	17.IX
- <i>maculatus</i>	-	Bl	17.IX	<i>Commelina coelest.</i>	+++	Bl	17.IX
<i>Podosp. laciniat.</i>	-	Bl	17.IX	<i>Tradesc. virgin.</i>	+++	Bl	17.IX
<i>Chondrilla juncea</i>	-	Bl	17.IX	- <i>zebrina</i>	+++	Bl	Sommer 14
<i>Tolpis barbata</i>	-	Bl	17.IX	- <i>erecta</i>	-	Bl+Fr	17.IX
<i>Hierac umbellat.</i>	-	Bl	2.IX	<i>Clivia miniata</i>	-	Bl	17.IX
- <i>vulgatum</i>	-	Bl	10.IX	- <i>nobilis</i>	-	V	17.IX
<i>Lactuca sativa</i>	-	Bl	2.IX	<i>Amaryll. Atamasco</i>	±	V	17.IX
<i>Narcissus Pseudon.</i>	+	Bl		<i>Narcissus Jonqu.</i>	-	Fr	Sommer 14

werden kann, dürfte mit der Begünstigung der Eiweiss-Synthese durch die im Licht stattfindende Assimilation von Kohlensäure zusammenhängen. Ähnliches hat bereits SCHIMPER festgestellt. Man könnte velleicht daran denken, dass die Nitrate an regnerischen Tagen wohl ebenso von der Pflanze aufgenommen, aber nicht in gleicher Weise verarbeitet werden, wie an sonnigen Tagen, vielmehr für diese förmlich aufgespeichert werden. In NO<sub>3</sub>-freier Kultur wurde es bei *Tradescantia zebrina* völlig verarbeitet. Das Nitrat dürfte man als einen Sekret- bzw. Speicherstoff auffassen.

## Ammon- und Albuminoid-Stickstoff.

Name	NH <sub>4</sub>		Albuminoid-N.	Zustand	Datum
	Nessler	Haushofer			
<i>Convolvulus sepium</i>	-			j. Fr.	9.IX.16
<i>Sonchus oleraceus</i>	-		(+++)	Bl	9.IX.16
- <i>arvensis</i>	-		++	Bl	9.IX.16
<i>Lactuca Scariola</i>	-		+++	Bl + Fr	9.IX.16
- <i>augustana</i>	++		+++	Kn + Bl	10.IX.16
<i>Campanula Rapunculus</i>	+		(+++)	Bl + Fr	9.IX.16
- <i>Trachelium</i>	-		+++	Bl + Fr	10.IX.16
<i>Euphorbia palustris</i>	-		++	V	9.IX.16
- <i>helioscopia</i>	-			j. Fr.	9.IX.16
- <i>platyphylla</i>	-		+++	Bl + Fr	8.IX.16
- <i>altissima</i>	-		(+++)	Bl	10.IX.16
- <i>Esula</i>	-			Bl + V	8.IX.16
- <i>Cyparissias</i>	-		(+++)	Bl + V	10.IX.16
- <i>Lathyris</i>	-		+++	V	10.IX.16
<i>Papaver Rhoeas</i>	+		+++	Bl	8.IX.16
- <i>lateritium</i>	-			Bl	17.IX.16
- <i>bracteatum</i>	±		(+++)	Bl	10.IX.16
<i>Eschscholtzia calif.</i>	-			Bl	17.IX.16
<i>Argemone mexicana</i>	+++	+++	+++	Kn	10.IX.16

Name	NH <sub>4</sub> Nessler	AlbuminoidN	Zustand	Datum
Chelidonium majus 1)	+	(+++)	Bl + Fr	11.IX.16
Apocynum hypericifolium	-	++	Bl	10.IX.16
Asclepias syriaca	+	(+++)	Fr	10.IX.16
Periploca graeca	±	+++	V	10.IX.16
Clivia miniata	-		Bl	10.IX.16
Agapanthus umbellatus	-	+++	Bl	10.IX.16
Lactaria spec. weiss	++		j.Fruchtk.	10.IX.16

1) Ausserdem weiss mit NESSLER = Alkaloide?

Die gefundenen NH<sub>4</sub>-Mengen waren sehr gering. Die Bezeichnung in der vorstehenden Tabelle ist auch in diesem Sinne zu deuten. Albuminoid-Stickstoff war meist sehr reichlich vorhanden, was auf einen hohen Gehalt an Alkaloiden, Amiden und Eiweissstoffen hindeutet. Da alle Stickstoff-haltigen Substanzen für die Pflanzen sehr wichtig sind, so dürfte wohl nicht an eine Exkretion gedacht werden. Es liegt vielmehr nach der Ansicht des Verfassers in den meisten Fällen eine Speicherung vor. Untersucht man eine vertrocknete Pflanze, so findet man wenig Eiweiss-Stoffe in den kollabierten Milchgefässen. Der Verfaaser glaubt, dass das ganze Eiweiss und die anderen stickstoffhaltigen Substanzen bei der Samenreife mehr oder minder verarbeitet werden. Nur die Pflanzen, welche auf einem stark stickstoffhaltigen Boden gedeihen, können sich ein Verschwenden von Stickstoff leisten. Doch sollen diese Verhältnisse in einer späteren Arbeit berücksichtigt werden.

#### QUANTITATIVE BESTIMMUNGEN VON SALZEN IM BEHÄLTERSAFT UND VERGLEICH MIT DEM GEHALTE DES GEWEBES. - SALZGEFÄLLE.

Hatten diese Abschätzversuche eine weite Verbreitung von nicht unbedeutenden Salzmengen in den Behältern ergeben, so lag es nahe, auch noch in geeigneten Fällen den prozentualen Gehalt zu ermitteln. Ausserdem erachte ich es für unumgänglich, den Unterschied im Salzgehalt zwischen den Behältern und den zugehörigen Geweben festzustellen. Die gewonnenen Zahlen würden sicherlich noch mehr für eine Anhäufung im Behältersafte sprechen, wenn man den Gehalt der Zellwände einerseits und den der Vakuolen und des Plasmas andererseits angeben könnte.

Das Ca und das K wurden als die wichtigsten und verbreitetsten Körper herausgegriffen. Sowohl in der frischen Pflanze als in deren Behältersafte, welcher freiwillig ausgeflossen war, wurden die Bestimmungen durchgeführt. Ein Verdunsten von Wasser musste bei diesen Versuche durch möglichst rasches Arbeiten tunlichst vermieden werden. Da die Zahlen zur Deutung des Salz-Gefälles in der lebenden Pflanze verwendet werden sollen, so müsste eine Berechnung auf das Trockengewicht wertlos sein. Niemals darf aber aus dem Auge gelassen werden, dass der Prozentgehalt je nach dem Feuchtigkeitsgrade schwanken wird. Es kommt hier eben auf das gegenseitige Verhältnis an.

Der Untersuchungsgang sei nachfolgend kurz skizziert: Eintrocknen bei 105° Veraschen bei Dunkel-Rotglut. Vollenden desselben mit Salpetersäure. SiO<sub>2</sub> abtrennen mit HCl. In der salzsauren Lösung trennt man die PO<sub>4</sub> mit Eisenchlorid und Ammonacetat ab. Die durch das Kochen nicht zu beseitigenden letzten Reste von Fe u. Al entfernt man mit CO<sub>2</sub>-freiem Ammoniak. Auf Oxalat-Zusatz fällt das Calcium. Wägungsform: CaSO<sub>4</sub>. Aus der eingedampften und abgerauchten Lösung beseitigt die SCHAFFGOTTsche Methode das Mg. Abrauchen und Bestimmen des Kalium als K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>. Bei Vorhandensein von nur geringen Mengen fällt man das Kalium als Cobaltinitrit, führt dieses in Perchlorat über und titriert dieses nach Reduktion mit Titanosulfat und Entfärben durch Permanganat als Chlorid nach VOLHARDT. In der anderen Hälfte titriert man das Calcium nach Oxalat-Fällung mit Permanganat. Auf die genaue Beschreibung dieser Analysengänge will ich verzichten; man findet sie ausführlich in den Lehrbüchern der analytischen Chemie.

-----  
*Tradescantia virginica.* - Blühende Pflanze.  
 -----

Schleim	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %
I	2,73	0,50	0,40
II	2,72		
III	2,93	0,60	0,48

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrückst.
Schleim	2,93	0,58	0,47	5,73
Pfl. ungewäss.	1,69	0,20	0,32	10,03
Pfl. gewässert	1,33	0,20	0,25	9,74

Pflanze hat schwache Ausscheidungen. Im Schleime sind Raphiden, ausserdem aber noch gelöster Kalk.

-----  
*Apocynum hypericifolium.*  
 -----

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrückst.
Milchsaft	1,69	Spuren	0,50	24,68 %
Pflanze	1,29	0,55	0,33	28,23 %

Pflanze hat Oxalate.

-----  
*Argemone americana.* - Ausscheidung (Guttation).  
 -----

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrückst.
Milch	1,72	-		41,00 %
Pflanze	1,55	0,45		16,12 %

-----  
*Sonchus palustris* (Guttation).  
 -----

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrückst.
Milch	1,92	0,16	1,13	
Pflanze	2,25	1,05	0,44	

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockengew.	Mg
Euphorb. resin.					
Milchsaft	4,52	1,57	0,08	34,21	Spuren
Presssaft	0,82	0,55	0,10		
<i>E. Cyparissias</i>					
Milchsaft	2,14			19,55	
Pflanze	1,91			24,37	
<i>E. Peplus</i>					
Milchsaft	3,36	0,18	1,11	17,05	
Pflanze	1,21	0,33	0,36	13,96	

Pflanze hat Ausscheidungen (Guttation).

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockengew.	Mg
Euph. Lathyris					
Milchsaft	3,79	1,52		17,79	
Pflanze	2,23	0,54		15,45	

## Agapanthus umbellatus.

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrück.	N %
Schleim I	1,80	0,62		6,29	0,155
Pflanze I	1,41	0,41		13,10	
Schleim II	2,54	0,67	0,17	7,44	
Pflanze II	1,17	0,33	0,20	12,04	
Ausser Raphiden noch gelöstes Ca im Schleime.					

## Clivia nobilis.

	Asche %	CaO %	K <sub>2</sub> O %	Trockenrückst.	N %
Saft	0,79	0,24		5,51	5,51

Wie aus den Zusammenstellungen ersichtlich, ist in manchen Fällen der Gehalt in den Behältern grösser als im zugehörigen Gewebe. Es handelt sich hier tatsächlich um eine Anhäufung von Salzen in den Behältern.

## ÜBER DIE AUFGABEN DER BEHÄLTERSÄFTE.

Je nachdem man die rein physiologische oder die ökologische Betrachtungsweise wählt, kann man ihre "Bedeutung" suchen: Entweder im Schutz gegen Eingriffe von aussen oder in allgemeinerer Wichtigkeit für den Stoffwechsel der Gewächse.

Wollte man einseitig von einem Standpunkte ausgehen, so dürfte man in diesem Falle kaum zu einer nur halbwegs befriedigenden Deutung kommen. Im Einzelnen wird sich jedoch häufig zeigen, dass die eine oder andere Aufgabe zurücktritt oder verschwindet.

1. Von den Schutzfunktionen sind zwei hervorgehoben worden: a. Schutz gegen Tierfrass und b. Wundverschluss.

2. Die Bedeutung für den Stoffwechsel ist in folgendem gesucht worden: a. Abscheidung von Salzen im Körper; b. Speicherung, c. Stoffleitung; d. der Inhalt dient nur dem Organe selbst, nicht der ganzen Pflanze.

Im folgenden sollen Milchsäfte und Schleime gesondert behandelt werden. Anhangsweise seien die Saftschläuche angegliedert.

## A. MILCHSÄFTE.

## 1 a. Schutz gegen Frass.

Über dieses Kapitel liegen bereits eingehende Arbeiten von STAHL (Pflanzen u. Schnecken) und KNIEP (Flora 1905, Heft 1) vor. Diese Arbeiten kann man kurz wie folgt zusammenfassen:

Der Milchsaft vieler (aber nicht aller) Pflanzen vermag Schnecken, Heuschrecken und sonstige Tiere abzuschrecken, sofern sie *C m n i v o r e* sind. Gegen *S p e z i a l i s t e n* dagegen ist er unwirksam.

Jedoch trifft dies durchaus nicht für alle Pflanzen zu. Besonders gilt das

für Arten, welche anderweitig geschützt sind. Kostet man den Milchsaft solcher Pflanzen, so findet man ihn selbst zur Blütezeit s ü s s, wenn sich sonst der widerliche Geschmack besonders geltend macht. Immer stimmt das nicht, es kommt auch eine Anhäufung von "Schutzmitteln" vor. Als bestes Beispiel können manche Campanulaceen dienen. Die meisten glatten Arten besitzen einen widerlich schmeckenden alkaloidreichen Milchsaft (*Campanula rapunculoides*, *C. pyramidalis*, *C. carpatica*, *Wahlenbergia Roylei*). KNIEP versetzte Stärkekleister mit Milch von *Campanula rapunculoides* und legte ihn neben unversetzten Proben den Schnecken vor. Der Saft verhinderte die Tiere am Genusse. Hingegen wurde ebenso mit Milch von *Campanula Cervicaria* und *C. glomerata* versetzter Kleister wenn auch nicht sofort, so doch später verzehrt. Von beiden besitzt die eine sehr starke, die andere starke Behaarung. Tiere gegen welche mechanische Schutzmittel nicht wirken, verzehren diese Pflanzen ohne sich um den "milden" Milchsaft zu kümmern, nicht aber die glatten aber widerlichen Arten. So fressen gegen Borsten wenig empfindliche Schnecken die behaarte *Campanula barbata*. - Noch interessanter sind die Angaben STARLs über Versuche mit Milchsaft-Pflanzen und Heuschrecken, weil diese Tiere gegen mechanische Schutzmittel weniger empfindlich sind als gegen chemische. Die durch Kieselkörper, Haare und Stacheln geschützten *Campanula persicifolia*, *C. Trachelium* und *Sonchus laevis* wurden trotzdem vertilgt, nicht aber glatte oder doch wenig behaarte Pflanzen mit bitterem oder gerbendem Milchsaft. - Von Pflanzen, deren Milchsaft vermutlich keine Schutz-Funktion in diesem Sinne besitzt, seien genannt *Galactodendron*, *Euphorbia balsamifera*.

#### 1 b. Wundverschluss.

Diese Funktion ist zuerst von DE VRIES (Über einige Nebenprodukte des pflanzl. Stoffwechsels, in Landw. Jahrb. X, 1881) angegeben worden. TSCHIRCH (Arch. f. Pharmac. 3. Reihe XXIV, 1886) hat bei *Dorema*- und *Ferula*-Arten gefunden, dass kein Wundkork gebildet wird, wenn die Wunde mit eingetrocknetem Milchsaft verklebt wird. Ebenso fand DEHMEEL (Beitr. z. Kenntn. d. Milchsaftbeh. Diss. Erlangen 1889) keinen Wundkork nach gutem Verschluss durch Milchsaft, während nach raschem Abfließen desselben er nachweisbar war. Auf jeden Fall ist der Milchsaft wohl geeignet, die Wunden wenigstens für den Augenblick zu verschliessen. Eine Infektion wird hierdurch sicherlich erschwert. Eine Prüfung der Desinfektionskraft steht noch aus. Doch möge in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, dass eine Reihe von Harzen und Balsamen, die ja in Form von Milchsäften der Stammpflanze entnommen werden, nicht zu unterschätzende Desinfektionskraft besitzen (Myrrhe, Perubalsam, Styrax, Tolubalsam, Benzoe u. a.). In diesem Zusammenhang muss auch eine Arbeit von KOKETSU (Studien über d. Milchröhren etc., in Bot. Mag. Tokyo XXVII, 1913, p. 133 - 137) erwähnt werden, welche zeigt, dass Pflanzenstengel nicht von Pilzen an den Wunden angesteckt wurden, wenn sie dick mit Milchsaft bedeckt waren. Unbedeckte Wunden derselben Pflanzen fielen den Erregern anheim. Doch auch hierin gibt es Spezialisten, wie die Gärung der Milch von *Euphorbia corollata* zeigt.

#### 2 a. Abscheidung von Salzen.

Von sicheren Exkreten wären vor allem Calcium, Natrium, Lithium, Chloride zu nennen, sofern sie in reichlicher Menge auftreten. In einigen Fällen dürften auch Magnesium und Kalium als Exkrete anzusprechen sein, da sie ja im Guttationswasser und in den extranuptialen Drüsen gefunden werden. Wenn auch selten, findet sich Magnesium-Oxalat als festes Exkret (*Setaria*). Pflanzen mit ausreichender Guttation führen in den Milchsäften nur geringe Mengen der oben genannten Stoffe oder verarbeiten etwa vorhandenes Kalium und Magnesium bei der Samenreife. Daher findet sich diese Exkretion besonders bei Pflanzen mit geringer Wasserbilanz. Die Gegenwart anderer Kalkabscheidungs-Möglichkeiten (Oxalat etc.) schliesst meist einen Kalkgehalt des Milchsaftes auch bei fehlender Guttation aus. Nichts desto weniger dient er dann der Ausscheidung anderer Salze: Na, K, Mg und Cl. -

Ein interessanter Fall von vikariierenden verschiedenen Exkretions-Möglichkeiten besteht bei den Euphorbiaceen. Den meisten Euphorbien mangelt Oxalat und Guttation, dafür trieft der Milchsaft von Kalksalzen. Dagegen ist der Stamm von *Euphorbia clandestina* mit Oxalaten versehen, der fast Ca-freie Milchsaft enthält Kochsalz. Eine ähnliche Beziehung ist bei *Euphorbia regis-Jubae* zwischen Milchsaft u. Calcium-Malophosphaten zu erkennen. Da *E. Peplus* wenn auch schwach ausscheidet, ist der Saft arm an Kalk. Endlich besitzt *Mercurialis* reichliche Guttation und viel Ca darin, sie milcht aber nicht; die wohl nur ökologischen "Zwecken" dienenden Saftschläuche führen keinen Kalk. Für die Exkretions-Funktion des Milchsaftes kann man folgendes Schema aufstellen:

A. Guttation fehlend oder nur geringfügig. Anderweitige Ca-Exkretion:		B. Guttation reichlich. Im Milchsaft wenig oder kein Ca, Cl, Na. - Meist keine od. wenig unlösliche Ca-Salze.	
a. fehlend oder nur untergeordnet. <u>Meist viel Ca im Milchsaft.</u> Daneben Cl, Na, K und K. <u>Exkretion des Ca neben den anderen Stoffen anorg. und organischer Natur.</u>	b. vorhanden. Im Milchsaft <u>kein Ca oder nur wenig.</u>	1. Milchsaft reichlich. Meist Cl, Na, event. Mg und Ka im Milchsaft. <u>Exkretion organ. u. anorg. Stoffe aber nicht des Ca.</u>	2. Milchsaft gering. <u>Keine Exkretion.</u>
		1. Milchsaft reichlich. <u>Keine Exkretion anorgan. Stoffe, wohl aber organischer.</u>	2. Milchsaft gering <u>Keine Exkretion.</u>

Übergänge findet man in der Natur fast häufiger wie Grenzfälle. Als Beispiele seien einige angeführt:

A a: Die meisten Euphorbien.

A b: Magnesium-Abscheider: *Ficus elastica*, *F. Carioa*, *Nerium Oleander*.

Kalium-Abscheider: *Nerium Oleander*, *Asclepias syriaca*, *Apocynum hypericifolium*, *Ansonia*.

A b 2: *Cuscuta europaea*.

B a: Papaveraceen, Compositen zum Teil.

B b: Compositen, wie *Leontodon autumnale*.

## 2 b. Abscheidung organischer Stoffe.

Inwieweit eine solche stattfindet, lässt sich gegenwärtig noch nicht ganz sicher entscheiden. Man könnte eher an eine Absonderung zu biologischen "Zwecken" denken. Über die Bedeutung der Alkaloide wird in einer späteren Arbeit zu berichten sein.

## 2 c. Speicherung.

Von einer Abscheidung im Körper zu einer Speicherung ist nur ein kleiner Schritt. Häufig sind die Inhaltsstoffe der Behälter durchaus nicht wertlos, ja sie zählen zu den sonst gut verwertbaren. Manchmal sind sie aber dem Körper in so reichem Masse zugänglich, dass sie nicht voll verarbeitet werden können. Weil ein im Körper abgeschidener Stoff nicht verloren ist, so kann auf ihn bei Bedarf zurückgegriffen werden. Des öfteren ist z.B. gefunden worden, dass Calciumoxalat bei Kalk-freier Kultur wieder gelöst wurde. Unter anderem tritt das auch beim Entleeren der Knollen der Orchideen ein. Der Verfasser möchte in dieser Hinsicht die Pflanze mit einer Hausfrau vergleichen. Sie wirft nicht alles entbehrliche gleich fort, sondern stellt es in die Rumpelkammer. Wie in dieser dürfte in den

Behältern neben Unbrauchbarem manches vielleicht noch einmal wertvolles Stück liegen, bis es bei erneutem Bedarfe draus hervorgeholt wird. Eine mehr oder minder echte Speicherung möchte der Verfasser bei vielen Pflanzen sehen, wenn bei reichlicher Guttation in den Behältern beträchtliche Mengen von Magnesium, Phosphaten, Nitraten, Kalium sowie Stickstoff-haltiger Körper im Milchsaft zu finden sind. Bezeichnend ist das Verschwinden dieser Körper bei fortgeschrittener Entwicklung. Der Milchsaft blühender Pflanzen von *Chelidonium* enthält im Stamme Nitrat; in der Wurzel derselben Pflanze war das Suchen danach vergeblich. Die Pflanze gedeiht auf einem stark N-haltigen Boden und ist weniger zu Versuchen geeignet als manche Schleim führenden Arten. Untersucht man diese nach regnerischen Tagen, so findet man viel  $\text{NO}_3$ . Nach sonnigen Tagen, an denen eine rege Assimilation und somit auch ein reger Eiweiss-Aufbau erfolgt, ist der Salpetergehalt verschwunden. Überschüssige Nitrate dürften hier in den Behältern aufgestapelt werden, um nach Eintreten eines grösseren Bedarfs zu verschwinden. SCHIMPER hat das gleiche für Zellen der Oberhaut und deren Auswüchse gefunden. In den nun folgenden Abschnitten sollen weitere Beispiele näher ausgeführt werden. Die organischen Stoffe, wie Alkaloide, mussten leider unberücksichtigt bleiben, doch soll mit einigen Worten der Stärke-Gehalt des Milchsaftes der Euphorbien behandelt werden. Die einen der Forscher behaupten eine Verarbeitung derselben bei Hungerkulturen gefunden zu haben (TREUB, Ann. jard. Buitenz. III, 1883; SCHULLEPUS in Abhandl. bot. Ver. Brandenb. XXIV (1882); BERNARD in Ann. jard. Buitenz.); KNIEP bestreitet das für *Euphorbia Lathyris*. Er beobachtete unter mannigfachem Wechsel der Bedingungen kein Verschwinden der Stärke. Doch konnte ich beim Einziehen im Herbst eine Lösung der Körner beobachten. Man wird wohl am richtigsten in der Annahme gehen, dass die Stärke für den Bedarf des Behälters selbst verwendet wird, nicht für die ganze Pflanze. Im Herbst jedoch wird sie mit allem brauchbaren gelöst, wenn die oberirdischen Organe absterben. Es sind auch Stimmen laut geworden, die im ganzen Milchsaft ein Baumaterial sehen (FAVRE in Ann. Sc. nat. 5. ser. 1868 und in Comptes rend. LXXXVIII, 1879): Doch wird diese Verallgemeinerung mit Recht von KNIEP bestritten.

Über das reichliche Vorkommen von Milchsaft in jugendlichen  
Organen mancher Pflanzen und das Zurücktreten desselben  
in ausgewachsenen, älteren.

Junge Organe vieler Pflanzen strotzen von Milch, während sie in den ausgewachsenen versiegt. Im wachsenden Teile findet ein reger Um- und Aufbau statt, dessen Stoffverbrauch rege Zersetzungs Vorgänge zur Folge hat. Hierher strömt plastisches und mineralisches Material. Es häufen sich an solchen Stellen besonders leicht Ca, K,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_4$ , Mg, Na, Cl und N-haltige Stoffe an. Das Oxalat finden wir daher bereits in jugendlichen Geweben. Das Kalium wird oft nur vorübergehend, mitunter für ständig in den Vakuolen gebraucht. Später wird es in den chemischen Verbindungen gegen Calcium häufig ausgetauscht, da Kalium ein wichtiger Stoff ist. Andere Pflanzen, und zwar besonders rasch wüchsige, zeigen gerade an jugendlichen Teilen kräftige Guttation, die den erwachsenen Gebilden fehlen kann. Ferner kann die Beseitigung des Abfalles durch extranuptiale Drüsen erfolgen, welche danach auch nur an jungen Organen tätig sind, z.B. *Pteris aquilina*, *Prunus*, *Paeonia*, Compositen-Knospen. Es liegt der Gedanke nahe, dass manche Pflanzen, auch solche mit reger Ausscheidung, später wieder brauchbare Stoffe vorübergehend in ihre Milchgefässe schaffen. Tritt dann im Alter der aufbauende Stoffwechsel mehr in den Vordergrund, so werden sie wieder verbraucht. Die Behälter können dann als nutzlose Gebilde verkümmern oder vertrocknen. Das physiologisch unbrauchbare, wie Harz und ähnliche Stoffe, verbleibt in ihnen. Als Beispiele seien angeführt: Die jungen *Cinchona*-Triebe haben Milchgefässe, welche in der sekundären Rinde verschwinden. Sie vertrocknen in der primären Rinde und sind nur an ihrem Harz-Gehalt zu erkennen. Der Inhalt der Ölschläuche von *Archangelica* und der Milchsaft von *Taraxacum* enthalten bei reichlicher Guttation in der Jugend Kalium, trotzdem auch noch Kali ausgeschieden wird.

## Milchsaft und Samenreife.

Verfolgt man bei manchen Pflanzen die Milchsaft-Menge, welche beim Anschneiden des Stieles unterhalb der Blüte oder Frucht ausfließt, so findet man, dass sie gleich bleibt, teilweise sogar zunimmt, solange die Samen grün oder weisslich sind. Mit dem Braunwerden der Samenschalen, also zunehmender Festigkeit, nimmt d. Gehalt rasch ab, um beim Vertrocknen des Funiculus und völligen Braunwerden zu versiegen. Man kann dies als Schutz Einrichtung der jungen noch empfindlichen Samen deuten, wofür ja auch die Milchsaft-Haare der Cichoriaceen sprechen (KNY, über Milchsafthaare der C., in Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde Berlin 1893). Mit dem Vertrocknen des Funiculus hört aber auch die Einwanderung von Bildungstoffen auf (PFEFFER, Proteinkörner u. Asparagin, in Pringsh. Jahrb. VIII, 1872). Das Gleiche gilt auch für die Campanulaceen, deren Milchsäfte wegen des Vorkommens andersweitiger Schutzorgane weniger als "Schutz" zu wirken brauchen (*Campanula persicifolia*, *C. Trachelium*). Da nun der Milchsaft solcher Pflanzen vor der Reifezeit nicht unbedeutende Mengen von  $PO_4$  und Mg führt, so liegt der Gedanke nahe, dass diese Stoffe zum Aufbau der Reserveproteine, besonders der Globoide, welche P- und Mg-haltig sind, verbraucht werden. In seiner klassischen Arbeit über die Aleuronkörner hat PFEFFER die Anwesenheit von Globoiden in noch grünen Samen nachgewiesen, aber sie waren noch sehr klein und wenig zahlreich. Mit dem Braunwerden der Samenschale nehmen sie an Zahl und Grösse zu, um beim Vertrocknen des Funiculus, also dem Abschluss der Einwanderung von Stoffen, in den Samen, endgiltige Grösse und Zahl fast erreicht zu haben.

Zu meinen Versuchen wurden Pflanzen verwendet, bei denen ein grösserer Gehalt an Mg und  $PO_4$  gefunden war. Da diese oft eine rege Guttation zeigen, so musste man eine Speicherung im Behälter erwarten. Bei *Crepis virens*, *Cichorium Intybus*, *Sonchus arvensis*, *Campanula Trachelium*, *Papaver somniferum*, *P. Rhoeas* und *Lactuca Scariola* war mit dem Braunwerden der Samenschale ein Verschwinden des Milchsaft-Gehaltes des Stieles nachzuweisen. Bei *Papaver somniferum* nahm der Gehalt an Milchsaft und damit auch an  $PO_4$  und Stickstoff-Substanzen zu, bis die Samenschalen braun waren, dann aber begann der Saft und damit auch die Phosphorsäure zu verschwinden. In den noch weissen Samen waren Globoide kaum vorhanden, sie bildeten sich erst beim Braunwerden der Schalen. Der Gehalt an Phosphat im Milchsaft von *Papaver Rhoeas* blieb gleich, solange die Samen noch weiss waren, wie bei *P. somniferum* wurde er spärlicher und dünner und in gleichem Masse verschwand d. Phosphat. Bei *Crepis* hielten Milch und Phosphat gleichen Schritt. Beide verschwanden miteinander. In den noch grünen Samen fehlten die Globoide und der Saft unmittelbar unter dem Körbchen floss noch reichlich. Als sich die Schalen bräunten, kam die Milch nur mehr schwach, im Samen selbst zeigten sich sehr wenige und kleine Globoide. Das Milchen erlosch mit dem Auftreten einer hellbraunen Farbe und d. Globoide fanden sich in normaler Zahl, wenn sie auch noch nicht ihre völlige Grösse erreicht hatten. Mit dem Ausreifen, und Eintrocknen verändert sich die Grösse nur wenig. Ihre Anzahl blieb jedoch ziemlich gleich. Das Aleuron-Korn führt hier sehr reichlich kleine Globoide. Ebenso verläuft die Bildung dieser Körner bei der Cichorie, wo sie mit dem Hartwerden der Schale und dem Versiegen des Milchsaftes und der  $PO_4$  zusammenfällt. Bei *Lactuca Scariola* wurde auf das Auftreten von Magnesium unmittelbar unter dem Körbchen Gewicht gelegt. Die Phosphate verschwanden hier schon viel früher. Als im Milchsaft das Mg noch deutlich zu finden war, waren die Phosphate bereits verschwunden, der Embryo war noch ganz klein und die Globoide winzig. Zu Anfang der Bräunung der Schale floss zwar der Milchsaft noch stark, aber weder Phosphate noch Magnesium konnten nachgewiesen werden. Zu dieser Zeit war der Embryo schon fast ausgewachsen, die Globoide waren noch winzig. Sobald die Globoide ihre endgiltige Grösse besitzen, verschwindet der Milchsaft fast ganz, Mg. ist nur in Spuren zugegen. Unterhalb der reifen Samen fliesst keine Milch. Auch hier enthält das Aleuron-Korn viele kleine Globoide.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass Bestandteile des Milchsaftes zur Samenreife verwendet werden. Die im Milchsaft gespeicherte P h o s p h o r s ä u r e und M a g n e s i a werden zur Bildung der Globoide verbraucht.

Ob hier ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie THOMS für die Alkaloide des Kohns schildert, ob auch bei den Salzer auf armen Böden alles in die Samen wandert, auf reichen dagegen noch Reste im Stroh zurückbleiben, möge dahingestellt bleiben.

### 2 c. Stoffleitung.

Eine Leitung plastischer Stoffe ist den Milchröhren von mehreren Seiten zugeschrieben worden (u. a. DE BARY, *Vergl. Anat.*, 1877; HABERLANDT, *Physiol. Anat.*). Aber HANSTEIN (Die Milchsaftgefäße) und KNIEP haben die Unrichtigkeit dieser Annahme durch Ringelungsversuche erbracht. Es soll besonders auf die Arbeit von KNIEP verwiesen werden.

### 2 d. Eigenversorgung der Sekretorgane.

Die Frage, ob die Stärkekörner nur dem Organ selbst, nicht aber der ganzen Pflanze dienen, ist bei der Speicherung schon gestreift worden. Es scheint das nach den Versuchen von KNIEP für die Stärkekörner der Euphorbien der Fall zu sein. Man könnte das gleiche vielleicht bei den Eiweiss-Kristallen erwarten, die MOLISCH in manchen Milchsäften fand.

### 2 e. Transpirationsschutz.

Nach OLSON SEFTER (*Rubber planting in Mexico and Central-America, Singapore 1907*) sollen die Milchsäfte ein Schutz gegen allzu starke Transpiration sein. Inwiefern das für manche Pflanzen zutrifft, soll hier nicht berichtet werden.

### *ART DES AUFBAUES UND AUFGABEN DER MILCHSÄFTE.*

Es erhebt sich nun die Frage, ob sich keine Beziehungen nachweisen lassen zwischen dem anatomischen Aufbau und der Funktion. Die Deutungen 2 c - e sollen als unzureichend bewiesen vernachlässigt werden.

Man unterscheidet bekanntlich ungegliederte und gegliederte Milchsaftgefäße, Milchsaft-Zellreihen und schizogene Milchsaftbehälter. Da die beiden letzten Arten in der Arbeit zu wenig berücksichtigt wurden, mögen sie auch hier übergangen werden.

Für den Schutz gegen Frass ist kein Unterschied zu merken, wie aus den Untersuchungen von STAHL und KNIEP hervorgeht. Ja, es gibt einige, für die nur dies zutrifft. Vornehmlich gilt dies dort, wo nur spärlich Milchsaft fließt. Man dürfte wohl kaum in der Annahme fehlgehen, dass manche Inhaltsstoffe besonders zu diesem Behufe gebildet werden: Gerbstoffe, Bitterstoffe, Harze, Alkaloide etc. Diese Körper waren ursprünglich als Zwischen- und Nebenprodukte gebildet worden, wurden aber durch Zuchtwahl beibehalten und vielleicht sogar vermehrt.

Auch für den Wundverschluss dürfte der Ursprung des Behälters einerlei sein. Aber man muss daran denken, dass Stoffe, wie Coagulasen und Laccasen durch diese Wirkung gesteigert wurden.

Aus der vorliegenden Untersuchung lässt sich nur wenig über die Beziehung zwischen Bau und Exkretion sagen. Viele Pflanzen mit gegliederten Milchröhren, wie Campanulaceen, Compositen und Papaveraceen besitzen rege Guttation und somit fehlt die Voraussetzung für die Exkretion. Die Behälter sind frei von den typischen Exkret-Salzen (Ca, Na und Cl). Soweit die Untersuchung reicht, finden die ungegliederten Milchröhren sich besonders bei Pflanzen mit mangelhafter oder fehlender Ausscheidung tropfbar flüssiger Lösungen und vielfach auch von Oxalaten. Die Milch führt daher auch die Exkret-Salze reichlich (Euphorbiaceen, Asclepiadaceen und Apocynaceen). Der Gehalt an Kali und Magnesia dürfte bald Exkretion, bald Speicherung sein. Günstige Objekte dürften die Euphorbiaceen sein, da sie eine grosse Mannigfaltigkeit im Aufbau ihrer Behälter aufweisen. Speicherung scheint in beiden Arten vorzukommen, denn Magnesia und Phosphorsäure trifft man in beiden Arten an.

## B. DIE SCHLEIME.

In der vorliegenden Untersuchung konnte nur auf die lysigenen Schleimgänge oder Raphidenschläuche der Liliaceen, Amaryllidaceen und Commelinaceen Rücksicht genommen werden. Über das Verhalten der schizogenen können wir uns aufgrund der nur ganz fragmentarischen Untersuchung kein Urteil bilden. Ebenso dürfte eine Untersuchung der mannigfaltigen Schleimgänge, Schleimnester und Schleimzellen der Malvaceen, Tiliaceen etc. manches interessante ergeben.

Als "Funktionen" der Raphidenschläuche sind angegeben worden: 1. Schutz gegen Frass; 2. Wundverschluss; 3. Wasserspeicherung; 4 a. Abscheidung und 4 b. Speicherung von Salzen; 5. der Schleim als Kohlenstoffquelle.

## 1. Schutz gegen Frass.

Über den Schutz gegen Frass liegen bereits eingehende Untersuchungen STAHLs vor. Hierüber sei kurz folgendes gesagt: Schon die schleimige Konsistenz bietet einen gewissen Schutz gegen Schneckenfrass, der durch häufigen Gehalt an Gerbstoffen, Alkaloiden u. dergl. noch erhöht wird. Der in den Schleim eingebettete Gehalt an Raphiden bietet zudem eine sehr wirksame Abwehr gegen Schnecken sowohl wie gegen Heuschrecken und Nagetiere. Haben die älteren Untersuchungen in der Verletzung durch die Nadeln die Hauptwirkung gesehen, so sprechen Neuere ihnen nur eine Wirkung als Gift-Überträger zu. Aber nicht alle Pflanzen dürften gleich gut gegen Tierfrass geschützt sein. *Tradescantia zebrina* und *T. virginica* werden trotz dem von hungrigen Schnecken gefressen, ohne dass die Tiere Schaden leiden.

## 2. Wundverschluss.

Sich über die Möglichkeit eines Wundverschlusses durch ausgetretenen und eingetrockneten Schleim ein Bild zu machen, ist wegen mangelnder Untersuchung unmöglich.

## 3. Wasserspeicherung.

Die Wasserspeichergewebe vieler Pflanzen zeigen einen mehr oder minder grossen Schleimgehalt. Inwiefern hierdurch die Transpiration beeinflusst wird, darüber sind die Akten noch lange nicht geschlossen. Im übrigen sei auf die Zusammenstellung in HABERLANDTs physiol. Pflanzenanatomie verwiesen. Man könnte fast geneigt sein, den Raphidenzellen diese Wirkung abzustreiten.

## 4. Abscheidung und Speicherung von Salzen.

Infolge des Fehlens der Guttation und grosser Mengen unlöslicher Kalksalze ausserhalb der Behälter liegt es nahe, an eine Kalk-Abscheidung zu denken. Die Raphiden werden in ihrem Ca-Gehalt leicht überschätzt, da sie trotz ihrem kleinen Volumen sehr gross aussehen. Ausserdem findet man neben ihnen, wie oben ausgeführt, noch gelöste Kalksalze in den Behältern. Der grosse Ca-, Na- und Cl-Gehalt mancher von MOJISCH und dem Verfasser untersuchten Behälter dürfte mit Recht als Exkretion gedeutet werden. Bei *Tradescantia* könnte man vielleicht an eine Sekretion denken, da neben Ca im Schleim Oxalat und Guttation sich vorfinden. Die Mykorrhizen-Pflanzen machen eine Ausnahme. Da sie nur wenig Mineralstoffe und dazu noch in verarbeiteter Form aufnehmen, brauchen sie nichts abzuscheiden (*Ornithogalum umbellatum*, *Orchis*, *Hyacinthus non scriptus*). Bei *Tradescantia Selloi* hat SCHIMPER gleiche Entwicklung gefunden in Ca-freier wie in kalkhaltiger Lösung, wenn er Triebe in die Lösungen stellte. Erst nach 3 Wochen zeigten sich Unterschiede und eine Lösung des Oxalats war eingetreten. Auch in Kali-freier Lösung hat er lange eine normale Entwicklung gesehen. Ein Zweig von *Tradescantia zebrina* wurde von mir am 16. VII. in eine Kali-freie Nährlösung folgender Zusammensetzung gestellt:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  1%,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  je 0,05%. - Zum Vergleich

benützte ich eine andere Lösung, in der anstelle von Kochsalz und Calciumphosphat  $KCl$  und  $K_2HPO_4$  enthalten war. Ein am 10. VIII. vorgenommener Vergleich des Kaligehaltes der Aschen des Schleimes beider Pflanzén ergab eine sehr deutliche Abnahme in der Hungerkultur. Die Pflanze zeigte deutliche Krankheitserscheinungen.

Das Nitrat findet sich besonders nach regnerischen Tagen, an denen es an der Assimilationsmöglichkeit fehlt, somit auch das Eiweiß nicht so reichlich gebildet werden kann. Nach Verlauf von sonnigen Tagen ist es verschwunden. Wenn im Herbste das Einziehen bei *Tradescantia virginica* beginnt, vermisst man das Nitrat. Es war mir nicht möglich im Gegensatz zu KOLISCH den  $NO_3$ -freien Schleim von *Agapanthus* damit anzureichern, nachdem ich die Pflanze monatelang mit Salpeterlösung begossen hatte.

Um zu sehen, ob der Salpeter wieder in den Stoffwechsel eingezogen werden kann, stellte ich gut abgospülte Pflanzen von *Tradescantia zebrina*, deren Schleim stark nitrathaltig war, in salpeterfreies Brunnenwasser. Über die Versuchspflanzen stülpte ich eine Glasglocke, blendete das direkte Sonnenlicht ab und leitete von Zeit zu Zeit Kohlensäure zur Hebung der Assimilation ein. Erst nach 4 Wochen verschwand die Diphenylamin-Reaktion in den Blättern. Nach Verlauf von  $1\frac{1}{2}$  Monaten zeigten sich Erscheinungen des Stickstoff-Hungers und die Nitrate waren auch im Schleime des Stammes aufgebraucht. Die kümmernde Pflanze stellte ich wieder in KNOPsche Lösung unter öfterem Erneuern derselben. Aber es bedurfte eines Monats, bis der Schleim wieder Salpeter führte, also der Stickstoff-Hunger überwunden war und ein Überschuss auftrat.

Ob sich auch bei den Schleimen Beziehungen zur Samenreife nachweisen lassen, wurde nicht untersucht.

#### 5. Der Schleim als Kohlenstoffquelle.

Wie in manchen Samen Schleime als Reservestoffe vorkommen, so spielen sicher manche Schleime von Stämmen und Knollen eine ähnliche Rolle. Schon ARTHUR MEYER konnte einen Verbrauch der Schleime in den Knollen von *Orchis* finden. Der Verfasser kann das bestätigen, es zeigten sich besondere Lösungsfermente, wie ich in einer früheren Arbeit (in Mez, Archiv VI, 1924, p. 198) zeigen konnte. Auch die Raphiden verschwinden zu gleicher Zeit aus den Schleimzellen. *Coralliorhiza*, *Neottia* und *Malaxideen* besitzen auch Reserveschleime.

Wie bei den Milchsäften muss man sich hüten, die Bedeutung der Schleime in nur einer Funktion zu suchen. Bald tritt die ökologische, bald die physiologische Seite in den Vordergrund.

Anhangsweise möge noch mit einigen Worten der Saftschläuche u. ähnlicher Bildungen gedacht werden, wie sie unter anderen bei einigen Papaveraeen sich vorfinden, z.B. *Eschscholzia californica*. Hierher gehören auch die Saftschläuche von *Corydalis* und die Myrosinschläuche von *Tropaeolum*. Ihr Gehalt an Alkaloiden, Senföl, Gerbstoff etc. kann sehr wohl eine Schutzfunktion ausüben. Da alle die untersuchten Arten eine rege Ausscheidung besitzen, so ist an eine Salz-Exkretion weniger zu denken. Der Gehalt an Natrium bei *Tropaeolum* deutet vielleicht auf eine Beteiligung am Aufbau der Senföl-Glycoside. Da in manchen  $NO_3$  und Mg gefunden wurde, so ist an eine Salzspeicherung in weiterem Sinne zu glauben. Der bittere Saft der *Aloe*-Arten wirkt sicherlich als Schutz. Bei *Aloe arborescens* wurden weder Sekret- noch Exkretsalze gefunden. Da es immer eine missliche Sache ist, mit Topfpflanzen zu arbeiten, weil die Verhältnisse schwerlich der Natur vollkommen entsprechen dürften, so wurde auf die Verfolgung des Salzgehaltes bei *Aloe*, *Cycas* und *Opuntia* lieber verzichtet.

Inwieferne macht der Zell-Aufbau der Milchröhren und Schleimbehälter sie für eine Aufspeicherung von Salzen und anderen Stoffen geeignet?

Die Pflanzenschleime und Milchsäfte enthalten Körper mehr oder weniger kolloidaler Natur. Die Polysaccharide bilden bekanntlich leicht mit Ca und K Salze

oder Adsorptionsverbindungen. Ferner führt das Ca-Ion unter Adsorption viele Hydrosole durch Koagulation in Hydrogele über. Es kann also umgekehrt sehr reichlich unter Unlöslich-werden gebunden werden. Ka-Ion und andere werden nun von solchen Gelen wieder adsorbiert. Da man sämtliche Adsorptionen dem Gleichgewichtssatze unterworfen sind, so müssen umgekehrt alle so gebundenen Ionen und Stoffe beim Verarmen der Umgebung daran wieder frei gegeben werden. Da Hydrosole, obwohl gelöst, dennoch nur einen ganz geringen osmotischen Druck ausüben, so ist eine Anhäufung von Stoffen in solcher Form in grossen Massen innerhalb des Plasmas möglich, ohne dass auf das lebende Plasma ein schädigender Einfluss ausgeübt wird. Die Milchsäfte enthalten ausser ihren grob suspendierten Körpern und Flüssigkeiten noch Hydrosole, die wohl als Schutzkolloide wirken. Es ist nur an die Tatsache zu erinnern, dass man zur Darstellung einer dauernden künstlichen Emulsion u. Suspension solche Schutzkolloide zu Hilfe nehmen muss, wie Gummi arabicum, Tragant, Agar-Agar, Eiweiss u. dergl. Ja, es gibt sogar eingetrocknete Milchsäfte, wie Gutti, die man durch feines Verreiben wieder zur Emulsion verwandeln kann. Die Untersuchungen von RUHLAND haben vollends gezeigt, dass das lebende Plasma für gröbere Sole undurchlässig ist. Die Gegenwart eines l e b e n d e n Protoplasmaschlauches, der die Milchsaft- und Schleim-Vakuolen umgibt, wird dadurch verständlich. Er verhindert das Austreten von Hydrosole aus den Behältern. Erst wenn die Sole zerstört oder doch wenigstens weitgehend peptisiert worden sind, dann kann der Austritt leicht erfolgen.

Die schizogenen Sekretbehälter enthalten meistens so grobe Suspensionen, dass sie nicht in den Zell-Wandungen wandern können. Doch müssen diese weit mehr untersucht werden, als es hier geschehen ist, bevor man sich über sie ein Urteil erlauben darf.

#### KURZE ZUSAMMENSTELLUNG DER ERGEBNISSE DER ARBEIT.

Die Bedeutung der Milchröhren und Schleimsäfte und ähnlicher Bildungen kann vornehmlich in zwei Richtungen, 1. der ihrer Schutzwirkung und 2. ihrer Rolle im Stoffwechsel gesucht werden.

Die Behälter, wie diese Gebilde kurz zusammengefasst genannt werden mögen, können überschüssige Salze so aufnehmen, dass sie den Stoffwechsel nicht stören. Ich möchte dann von einer Exkretion (Abscheidung im Körper) reden. Pflanzen, die solche Exkretsalze wie Ca, Na und Cl in den Behältern führen, besitzen keine oder doch nur geringfügige Guttation und damit Ausscheidung aus dem Körper. Ferner zeigen sie bei selbständiger Ernährung kein sehr reges Wachstum. Es lassen sich Beziehungen zwischen Salz-Exkretion in Behältern, Guttation und Calciumoxalat-Bildung nachweisen.

Aber nicht alle in den Behältern vorkommenden Salze (und Stoffe) sind wertlos; häufig werden sie bei Mangel oder grösserem Bedarf wieder herausgeholt. So die Nitrate, Phosphate, das Kalium und die Magnesia. Man kann dann von einer Salzspeicherung reden. Das findet sich besonders bei raschwüchsigen und reichlich ausscheidenden Arten. Hier werden die wertvollen Salze in den Behältern aufgestapelt, die wertlosen in flüssiger Form ausgeschieden.

Eine "Funktion" der Behälter gibt es nicht, sondern meistens nur Funktionen, von denen die eine oder andere im Einzelfall hervortritt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [7](#)

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

Artikel/Article: [Milchsäfte und Schleime 141-174](#)