

# Über den mikrochemischen Nachweis und die Verbreitung gelöster Oxalate im Pflanzenreiche.

Von Prof. Dr. Hans Molisch.

(Mit Tafel II.)

Unter allen pflanzensauren Salzen tritt keines dem Botaniker in der Pflanze häufiger entgegen als der oxalsaure Kalk. Daraus geht schon hervor, daß der Oxalsäure im Stoffwechsel der Pflanze eine besondere Bedeutung zukommen muß, denn es gibt ja bekanntlich nur wenig Pflanzenfamilien, wo die genannte Verbindung vermißt wird.

Abgesehen von der an Kalk gebundenen Oxalsäure in der Pflanze gibt es aber auch noch gelöste Oxalate, deren mikrochemischer Nachweis noch viel zu wünschen übrig läßt. Es wird daher nicht unwillkommen sein, wenn hier einige neue mikrochemische Proben dafür in Vorschlag gebracht werden.

## I. Der Nachweis gelöster Oxalate.

Wie freie Oxalsäure und daraus leicht lösliche Salze bisher mikrochemisch nachgewiesen wurden, findet man in meinem Buche<sup>1)</sup> zusammengestellt. Der Nachweis wurde bisher gewöhnlich durch Fällung mit Kalzium-, Strontium- oder Silbernitrat erbracht. Die neuen Methoden, die ich hiermit in Vorschlag bringe, sind folgende:

1. Fällung mit gesättigter alkoholischer Natronlauge. Wird ein Tröpfchen einer verdünnten, etwa 3—5%igen Lösung von freier Oxalsäure mit einem großen Tropfen einer gesättigten Natronlauge in 96 %igem Alkohol auf dem Objektträger durch das aufgelegte Deckglas vereinigt, so entsteht sofort ein weißer, kristallinischer Niederschlag, bestehend aus Nadelchen, Doppelpinseln, Sternen und Dendriten, wie sie Fig. 1 zeigt. Die Dendriten erreichen oft eine Länge von 0,2 mm und darüber. So wie die freie Oxalsäure verhalten sich auch die leicht löslichen Oxalate, z. B. oxalsaures Ammon, oxalsaures Kali u. a. Sie geben denselben kristallinen Niederschlag.

Die beschriebene Probe läßt sich mit Vorteil für den mikrochemischen Nachweis löslicher Oxalate in der Pflanze verwerten. Wird

---

1) Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, pag. 101—102. Vgl. auch Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913, pag. 136.

ein Schnitt durch den Blattstiel von *Begonia vitifolia* oder einer anderen *Begonia*-Art mit der alkoholischen Natronlauge behandelt, so tritt sofort der kristallinische Niederschlag in den Zellen auf. Das Parenchym erscheint mit Nadeln, Sternen und Dendriten von ganz derselben Beschaffenheit, wie sie Oxalatlösungen geben, wie besäet (Fig. 2).

Da die alkoholische Natronlauge fast augenblicklich in die Zellen eintritt und der Niederschlag fast momentan oder nach ganz kurzer Zeit entsteht, so wird die Oxalsäure bis zu einem gewissen Grade an Ort und Stelle ihres ursprünglichen Vorkommens angezeigt, was natürlich sehr erwünscht ist. Die Reaktion ist nur dann für Oxalsäure bzw. Oxalate eindeutig, wenn der beschriebene kristallinische Niederschlag sofort oder im Laufe einer Stunde entsteht. Später fallen nicht selten auch ohne Oxalat im Gewebeschnitt lange Nadeln oder Nadelbüschel heraus, die aber mit Oxalaten nichts zu tun haben und deren Natur ich nicht kenne. —

Gute Resultate lieferte mir auch eine gesättigte Natronlauge in 90%igem Alkohol; die Kristallisation des Oxalates erfolgt noch schöner als bei Verwendung von 96%igem Alkohol, doch empfiehlt es sich nicht, den Alkohol noch wasserreicher zu machen, weil sonst die Oxalate überhaupt nicht oder schwieriger gefällt werden. Man kann leicht beobachten, daß die Kristalle von Natronoxalat viel reichlicher an der Peripherie des Schnittes entstehen als im Innern. Der Grund liegt u. a. darin, daß das Reagens an der Peripherie noch relativ unverdünnt wirkt, beim Vordringen gegen das Zentrum vermengt sich aber der Alkohol immer mehr mit dem Wasser des Gewebes, wird dadurch selbst wasserreicher und wirkt dann nicht mehr fällend. Hebt man das Deckglas und gestattet man dem unverdünnten Alkohol den Zutritt zum Innern des Schnittes, so tritt auch hier die Fällung des Oxalates ein.

In Zellen, die reichlich gelösten Kalk enthalten, entsteht mit alkoholischer Natronlauge ein Niederschlag, der von Natronoxalat wohl unterschieden werden muß. Er besteht aus Scheibchen oder abgerundeten sechseckigen Plättchen, die im Profil kurze Nadelchen vortäuschen und die wahrscheinlich einer analogen Verbindung angehören, wie die sechseckigen Plättchen, die man mit gelösten Kalksalzen und Kalilauge erhält und die aus dem Kali-Kalk-Doppelsalz  $2\text{CaCO}_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$  bestehen<sup>1)</sup>. Als vorzügliche Objekte zur Einübung der Reaktion seien

1) Molisch, H., Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze, Nr. 6: „Über den Nachweis von Kalk mit Kalilauge oder einem Gemisch von Kalilauge und kohlensaurem Kali.“ Berichte der Deutsch. bot. Ges. 1916, Bd. XXXIV, pag. 357—363.

Oxalis, abgesehen von Begonia, Mesembryanthemum und Bertolonia empfohlen.

2. Gesättigte alkoholische Kalilauge löst gleichfalls mit Oxalsäure oder leicht löslichen Oxalaten einen reichlichen Niederschlag, bestehend aus recht großen, wohl ausgebildeten Kristallen von Kalioxalat. Federige und treppenrandige Spieße, Rauten, vierkantige Prismen und Aggregate von diesen sind vorherrschend (Fig. 3).

Der Mineraloge, Herr Hofrat Prof. Dr. F. Becke, mein verehrter Kollege, hatte die Liebenswürdigkeit, diese und auch die später zu erwähnenden Kristalle von Bleioxalat und Baryumoxalat einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, wofür ich ihm meinen herzlichsten Dank sage. Er teilt mir über die Kristalle, die mit Begoniasaft und gesättigter alkoholischer Kalilauge entstehen, folgendes mit: „In der Lösung zeigen sich kleine Kriställchen, anscheinend Prismen, durch eine Endfläche schief abgeschnitten unter einem Winkel von etwas über  $60^\circ$ . Mit der Längsrichtung bildet die Auslöschungsrichtung  $\alpha$  einen nicht sehr großen Winkel; sie liegt im stumpfen Winkel der Endigung (Fig. 3a). Die Kristalle zeigen Neigung zur Verzerrung und Skelettbildung, wie die Fig. 3b andeutet.“

Soll die Reaktion rasch und schön verlaufen, so darf der Tropfen oder Schnitt nicht mit dem Deckglas bedeckt werden. Am vorteilhaftesten fand ich es, einen ausgehöhlten Objektträger mit dem Reagens zu füllen und den Schnitt darin unterzutauchen, aber nicht mit einem Deckglas zu bedecken. Schon nach wenigen Minuten bilden sich, falls man einen Schnitt durch den Blattstiel von Begonia vitifolia verwendet, überall die erwähnten Kristalle so reichlich, daß das ganze Gewebe damit besetzt erscheint. Die Kristalle lösen sich in Wasser und Essigsäure.

3. Bleiazetat in 1—20 %iger wässriger Lösung ruft auf einem Schnitt durch den Blattstiel von Begonia vitifolia, der viel lösliches Oxalat enthält, fast augenblicklich einen weißen Niederschlag hervor. Der Verlauf der Reaktion hängt u. a. von der Konzentration des Reagens ab. Ist die Lösung etwa 2%ig, so entstehen sofort Nadelchen oder aus verzweigten Dendriten bestehende Sterne, die sich hauptsächlich an den Wänden anlegen, so daß sich ein dem Verlauf der Zellwände entsprechendes Netz von solchen Kristallen ergibt. Am Umfang des Schnittes häufen sich die Kristalle. Alle erwähnten Kristalle samt dem körnig erscheinenden Niederschlag erleiden nach einigen Stunden eine allmähliche Umlagerung in relativ große, schön ausgebildete Kristalle, wie sie Fig. 4 zeigt.

Charakteristisch ist ihre starke Lichtbrechung. Sie erscheinen infolgedessen an den Rändern dunkel bis schwarz.

Ist die angewendete Bleizuckerlösung 20 %ig, so bildet sich zunächst ein feinkörniger, wenig charakteristischer Niederschlag, der aber schon oft innerhalb einer Stunde in die beschriebenen, wohl ausgebildeten Kristalle übergeht (Fig. 4).

Über diese Bleioxalatkristalle teilt mir Becke folgendes mit: „Kristallsystem rhombisch. Auftretende Formen: ein aufrechtes Prisma  $m$  und ein Querprisma  $e$ . Meist liegen sie auf einer Fläche  $m$  (Fig. 4a); auf der horizontal liegenden Fläche  $m$  schließen die Kanten  $m/m$  und  $m/e$  einen Winkel von  $58^\circ$  ein. Seltener liegen sie auf einer Fläche  $e$ ; sie sind dann verzerrt (Fig. 4b), die Kanten  $m/e$  bilden einen Winkel von etwa  $70^\circ$ .

Auf der Kante liegende Kristalle zeigen briefkuvertähnliche Gestalt (Fig. 4c). Aus den beiden gemessenen Winkeln der Kanten lassen sich graphisch die Kantenwinkel  $mm' = 110 \cdot 1\bar{1}0 = 88^\circ$  und  $ee' = 101 \cdot \bar{1}01 = 98^\circ$  ableiten, woraus das Achsenverhältnis  $a : b : c = 0,95 : 1 : 1,10$  folgt, dessen zweite Dezimale nach dem Genauigkeitsgrad der Messungen unsicher ist. Daß das Prisma  $m$  nahezu rechtwinklig ist und die kürzere Kante desselben dem stumpfen Winkel entspricht, ergibt sich aus dem Anblick der auf  $m$  liegenden Kristalle (Fig. 4a). Auf  $m$  liegende Kristalle zeigen gerade Auslöschung, kräftige Doppelbrechung,  $\alpha'$  in der Längsrichtung. Auf  $e$  liegende Kristalle zeigen schwache Doppelbrechung und Andeutung von Achsenaustritt bei konoskopischer Prüfung. Die Ebene der optischen Achsen geht hiernach parallel  $010$ . Die  $c$ -Achse entspricht  $\alpha$  und scheint erste Mittellinie zu sein.“

Diese auf der Fällung der Oxalsäure als Bleioxalat fußende Reaktion leistet für den mikrochemischen Nachweis der gelösten Oxalate ebensogute Dienste wie die beiden vorhergehenden 1 und 2 und ist recht empfindlich.

4. Baryumchlorid gibt mit löslichen Oxalaten gleichfalls sehr charakteristische Niederschläge. Eine 5–20 %ige Lösung von Chlorbaryum, mit einem Tröpfchen einer 2 %igen Kaliumoxalatlösung zusammengebracht, gibt sofort eine weiße, körnige oder kleinkristallinische Fällung, die sich bald in große, federige oder sternartige Dendriten umwandelt. —

Bei Verwendung freier (5 %iger) Oxalsäure entsteht nicht sofort ein weißer Niederschlag, aber schon nach einigen Minuten zigarrenartige, längsgestrichelte Formen, an den Enden schiefbegrenzte schmale Pris-

men, Sterne, Warzen, Doppelpinsel von solchen und endlich schollige, unregelmäßig begrenzte Aggregate (Fig. 5). Diese letzten zeigen eine nach verschiedenen Richtungen weisende Strichelung, die auf eine Zusammensetzung aus verschieden orientierten Kristallen hinweist und den Kristallen ein Aussehen verleiht, als ob sie angeätzt wären (Fig. 5a und 6a).

Dieselben Kristalle erhält man in Schnitten von Pflanzen, die reich an gelösten Oxalaten sind (Begonia usw.).

„In solchen Präparaten“, schreibt mir Becke, „sind zweierlei Kristalle vorhanden.

a) Elliptische Scheibchen (Fig. 5a und 6a) von antimetrischem Umriß, mäßig doppelbrechend, immer etwas trüb. Die Auslöschungsrichtung  $\alpha$  liegt ungefähr in der Richtung des längeren Durchmessers der Scheibchen. Andeutungen von geradliniger Begrenzung sind vorhanden, aber zu wenig deutlich, um Messungen zuzulassen; keiner dieser Richtungen scheint die Auslöschungsrichtung parallel zu gehen. Kristallsystem wahrscheinlich monoklin oder triklin.

b) Scharf ausgebildete lange Nadeln, manchmal zu sternförmigen Gruppen oder zu Büscheln vereinigt (Fig. 5 und 6).

Kristallsystem wahrscheinlich monoklin. Die Kristalle lassen sich auffassen als vertikale Prismen, die ihre scharfe Kante nach vorne kehren. Am Ende zeigen sie eine oder zwei schief aufgesetzte Flächen aus der Zone der Symmetrieachse. Horizontal auf der Prismenfläche liegende Kristalle zeigen am Kopf häufig nur eine dieser Flächen, deren Kante mit der Prismenfläche  $64^\circ$  mit der Vertikalen einschließt. Mit dieser macht die Auslöschungsrichtung  $\gamma'$  einen Winkel von ca.  $20^\circ$  ( $18-22$  gemessen) im spitzen Winkel der Endigung. Im Konoskop zeigt sich ein asymmetrisches Interferenzbild.

Auf der scharfen Prismenkante liegende Kristalle zeigen gerade Auslöschung und Achsenaustritt in der Symmetrieebene.“

Anstatt Baryumchlorid kann zur Fällung löslicher Oxalate auch Barytwasser verwendet werden, doch gebe ich dem Baryumchlorid den Vorzug.

---

Es wird sich besonders für den Ungeübten empfehlen, beim Nachweis gelöster Oxalate sich nicht mit dem Ausfall einer Reaktion zu begnügen, sondern tunlichst alle geschilderten Proben in Anwendung zu bringen, um Irrtümer zu vermeiden und die Schlüsse möglichst sicher zu gestalten. Man wird dann, falls lösliches Oxalat in nicht allzu geringer Menge vorliegt, alle angeführten Reaktionen eintreten sehen.

II. Die Verbreitung gelöster Oxalate.

Ausgerüstet mit den geschilderten Reaktionen, habe ich nun eine größere Anzahl, etwa 240 lebende Pflanzenarten, wie sie mir gerade zur Hand waren, auf lösliche Oxalate geprüft, um eine beiläufige Vorstellung über die Verbreitung löslicher Oxalate im Pflanzenreiche zu erhalten. Hierbei hat sich herausgestellt, daß die genannten Salze in gewissen Familien in besonders großen Mengen auftreten, was zum Teile schon bekannt, aber mikrochemisch noch nicht erwiesen war.

Das Nichteintreten der Reaktion ist in der folgenden Tabelle mit —, sehr schwache oder schwache Reaktion mit +, mittelstarke mit ++ und starke mit +++ bezeichnet.

| Name der Pflanze                      | Untersuchtes Organ | Lösliche Oxalate |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|
| Kryptogamen:                          |                    |                  |
| Navicula sp. . . . .                  | Thallus            | —                |
| Cymbella sp. . . . .                  |                    | —                |
| Spirogyra sp. . . . .                 |                    | —                |
| Vaucheria terrestris . . . . .        |                    | —                |
| Closterium sp. . . . .                |                    | —                |
| Batrachospermum moniliforme . . . . . |                    | —                |
| Coprinus sp. . . . .                  |                    | +                |
| Marchantia polymorpha . . . . .       |                    | —                |
| Fegatella conica . . . . .            |                    | +                |
| Mnium punctatum . . . . .             | Sproß              | —                |
| „ stellare . . . . .                  |                    | —                |
| Leucobryum vulgare . . . . .          | „                  | —                |
| Polytrichum commune . . . . .         | „                  | —                |
| Sphagnum sp. . . . .                  | „                  | —                |
| Angiopteris evecta . . . . .          | Blatt              | —                |
| Gymnogramme sulphurea . . . . .       | „                  | —                |
| Polypodium irioides . . . . .         | „                  | —                |
| Equisetum hiemale . . . . .           | Stamm              | —                |
| „ telmateja . . . . .                 |                    | —                |
| Selaginella Martensii . . . . .       | Stengel und Blatt  | —                |
| Phanerogamen:                         |                    |                  |
| Taxus baccata . . . . .               | Stengel und Blatt  | —                |
| Abies pectinata . . . . .             | „                  | +                |
| „ excelsa . . . . .                   | Junge Blätter      | ++               |
| Morus alba . . . . .                  | Blatt und Frucht   | —                |
| Cecropia sp. . . . .                  | Blatt              | +                |
| Boehmeria argentea . . . . .          | Stengel            | —                |
| Urtica dioica . . . . .               | „                  | —                |
| „ urens . . . . .                     | „                  | —                |
| Humulus lupulus . . . . .             | „                  | —                |
| Viscum album . . . . .                | „                  | —                |
| Polygonum bistorta . . . . .          | „                  | +++              |
| „ lapathifolium . . . . .             | „                  | +++              |
| „ hydropiper . . . . .                | Stengel und Blatt  | ++               |
| „ amphibium . . . . .                 |                    | +                |
| Rumex acetosella . . . . .            | Blattstiel         | +++              |
| „ acetosa . . . . .                   | „                  | +++              |

| Name der Pflanze                     | Untersuchtes Organ     | Lösliche Oxalate |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|
| Rheum sp. . . . .                    | Blattstiel             | + + +            |
| Piper macrophyllum . . . . .         | "                      | +                |
| Peperomia peltata . . . . .          | "                      | + +              |
| Euphorbia dulcis . . . . .           | Stengel                | —                |
| „ amygdaloides . . . . .             | "                      | —                |
| „ esula . . . . .                    | "                      | —                |
| Mercurialis perennis . . . . .       | "                      | —                |
| Ricinus communis . . . . .           | "                      | —                |
| Chenopodium album . . . . .          | "                      | + +              |
| „ hybridum . . . . .                 | "                      | + +              |
| Atriplex rosea . . . . .             | Stengel und Blatt      | + + +            |
| Salicornia sarmentosa . . . . .      | "                      | + + +            |
| Beta vulgaris . . . . .              | Blatt                  | +                |
| Amarantus silvestris . . . . .       | Stengel und Blatt      | + +              |
| „ retroflexus . . . . .              | "                      | + +              |
| Achyranthes Verschaffeltii . . . . . | "                      | + + +            |
| Mirabilis Jalapa . . . . .           | "                      | +                |
| Mesembryanthemum echinatum . . . . . | "                      | + + +            |
| „ Salmi . . . . .                    | "                      | +                |
| „ bulbosum . . . . .                 | "                      | + +              |
| „ hirtellum . . . . .                | "                      | + +              |
| Phyllocactus hybridus . . . . .      | Stamm                  | +                |
| Epiphyllum truncatum . . . . .       | "                      | +                |
| Opuntia tomentosa . . . . .          | "                      | + +              |
| „ missouriensis . . . . .            | "                      | +                |
| „ Schumanni . . . . .                | "                      | —                |
| Mamillaria caespitosa . . . . .      | "                      | —                |
| „ hystrix . . . . .                  | "                      | —                |
| Echinopsis Penthiandii . . . . .     | "                      | —                |
| Echinocereus sp. . . . .             | "                      | —                |
| „ Durangensis . . . . .              | "                      | —                |
| Echinocactus Williamsii . . . . .    | "                      | —                |
| Rhipsalis Cassytha . . . . .         | "                      | —                |
| Rhipsalis Saglionis . . . . .        | "                      | —                |
| Stellaria media . . . . .            | Stengel und Blatt      | + +              |
| Silene nutans . . . . .              | "                      | + +              |
| Dianthus Carthusianorum . . . . .    | "                      | + +              |
| Saponaria officinalis . . . . .      | Stengel                | +                |
| Berberis vulgaris . . . . .          | Blatt und junge Frucht | —                |
| Ranunculus acer . . . . .            | "                      | —                |
| „ aquatilis . . . . .                | Stengel und Blatt      | —                |
| „ repens . . . . .                   | Blatt                  | —                |
| Helleborus foetidus . . . . .        | Blütenstiel            | —                |
| Anemone hepatica . . . . .           | "                      | —                |
| Aquilegia vulgaris . . . . .         | Blattstiel             | —                |
| Adonis vernalis . . . . .            | Blütenstiel            | —                |
| Paeonia officinalis . . . . .        | Stengel                | —                |
| Caltha palustris . . . . .           | "                      | —                |
| Ceratophyllum demersum . . . . .     | "                      | + +              |
| Nuphar luteum . . . . .              | Blatt                  | + +              |
| Nepenthes sp. . . . .                | "                      | —                |
| Chelidonium majus . . . . .          | Stengel und Blatt      | + +              |
| Capparis religiosa . . . . .         | "                      | —                |
| Diploxaxis muralis . . . . .         | Blatt                  | —                |
| Alliaria officinalis . . . . .       | Stengel und Blatt      | —                |
| Dentaria bulbifera . . . . .         | "                      | —                |

| Name der Pflanze                       | Untersuchtes Organ       | Lösliche Oxalate |
|----------------------------------------|--------------------------|------------------|
| Lepidium Draba . . . . .               | Stengel und Blatt        | —                |
| Reseda lutea . . . . .                 | „                        | —                |
| Drosera capensis . . . . .             | „                        | —                |
| Viola tricolor . . . . .               | „                        | +                |
| Begonia Rex . . . . .                  | „                        | + + +            |
| „ vitifolia . . . . .                  | „                        | + + +            |
| „ manicata . . . . .                   | „                        | + + +            |
| Klugia sp. . . . .                     | „                        | —                |
| Malva rotundifolia . . . . .           | „                        | —                |
| Abutilon Thompsonii . . . . .          | „                        | —                |
| Tilia parvifolia . . . . .             | „                        | —                |
| Oxalis acetosella . . . . .            | „                        | + + +            |
| „ corniculata . . . . .                | „                        | + + +            |
| „ rosea . . . . .                      | „                        | + + +            |
| „ Ortgiesii . . . . .                  | „                        | + + +            |
| „ hedysaroides . . . . .               | „                        | + + +            |
| Biophytum sensitivum . . . . .         | Blatt                    | +                |
| Averrhoa carambola . . . . .           | „                        | +                |
| Pelargonium zonale . . . . .           | „                        | + + +            |
| „ peltatum . . . . .                   | „                        | + +              |
| Geranium Robertianum . . . . .         | „                        | + +              |
| Tropaeolum majus . . . . .             | Stengel und Blatt        | —                |
| Impatiens parviflora . . . . .         | „                        | —                |
| Ruta graveolens . . . . .              | „                        | —                |
| Polygala chamaebuxus . . . . .         | „                        | —                |
| „ amara . . . . .                      | „                        | —                |
| Acer platanoides . . . . .             | „                        | —                |
| „ negundo . . . . .                    | „                        | —                |
| Aesculus hippocastanum . . . . .       | Blatt, Frucht u. Stengel | —                |
| Staphylea pinnata . . . . .            | Stengel und Blatt        | —                |
| Vitis vinifera . . . . .               | „                        | + +              |
| Ampelopsis quinquefolia . . . . .      | „                        | +                |
| Crassula sp. . . . .                   | „                        | +                |
| Bryophyllum crenatum . . . . .         | „                        | —                |
| „ calycinum . . . . .                  | „                        | —                |
| Sedum boreale . . . . .                | „                        | —                |
| „ album . . . . .                      | „                        | —                |
| Sempervivum tectorum . . . . .         | „                        | —                |
| Echeveria Scheideckeri . . . . .       | „                        | —                |
| Kalanchoe Dyeri . . . . .              | „                        | —                |
| Tolmiea Menziesii . . . . .            | „                        | —                |
| Chrysosplenium alternifolium . . . . . | „                        | —                |
| Saxifraga bulbifera . . . . .          | „                        | —                |
| Bergenia crassifolia . . . . .         | „                        | —                |
| Adoxa moschatellina . . . . .          | Blatt                    | —                |
| Ribes luteum . . . . .                 | Stengel                  | —                |
| „ rubrum . . . . .                     | Frucht                   | + +              |
| Rosa sp. . . . .                       | „                        | —                |
| Crataegus oxyacantha . . . . .         | Frucht und Blatt         | —                |
| Fragaria vesca . . . . .               | Stengel und Blatt        | —                |
| Prunus avium . . . . .                 | Reife Frucht             | —                |
| Mimosa pudica . . . . .                | Blatt                    | +                |
| Robinia pseudacacia . . . . .          | „                        | —                |
| Cytisus laburnum . . . . .             | „                        | —                |
| Sophora japonica . . . . .             | „                        | —                |
| Phaseolus multiflorus . . . . .        | Stengel und Blatt        | —                |

| Name der Pflanze                     | Untersuchtes Organ | Lösliche Oxalate |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| Medinilla magnifica . . . . .        | Stengel und Blatt  | +++              |
| „ Curtisii . . . . .                 | „                  | +++              |
| Centradenia rosea . . . . .          | „                  | +++              |
| Bertolonia aenea . . . . .           | „                  | +++              |
| „ pubescens . . . . .                | „                  | +++              |
| „ marmorata . . . . .                | „                  | +++              |
| „ vittata . . . . .                  | „                  | +++              |
| „ Olendorffii . . . . .              | „                  | +++              |
| Fuchsia globosa . . . . .            | „                  | ++               |
| Oenothera biennis . . . . .          | „                  | +                |
| Circaea lutetiana . . . . .          | „                  | ++               |
| Hippuris vulgaris . . . . .          | „                  | —                |
| Callitriche sp. . . . .              | „                  | +                |
| Myriophyllum verticillatum . . . . . | „                  | —                |
| Hedera helix . . . . .               | „                  | —                |
| Siler trilobum . . . . .             | „                  | —                |
| Rhododendron arboreum . . . . .      | Blatt              | —                |
| Primula obconica . . . . .           | „                  | —                |
| Ardisia crenulata . . . . .          | Stengel            | —                |
| Convolvulus arvensis . . . . .       | Stengel und Blatt  | —                |
| Symphytum officinale . . . . .       | „                  | —                |
| „ tuberosum . . . . .                | „                  | —                |
| Atropa belladonna . . . . .          | „                  | —                |
| Nicotiana affinis . . . . .          | „                  | +                |
| Gratiola officinalis . . . . .       | „                  | +                |
| Scrophularia nodosa . . . . .        | „                  | —                |
| Veronica sp. . . . .                 | „                  | —                |
| Lathraea squamaria . . . . .         | „                  | —                |
| Orobanche sp. . . . .                | „                  | —                |
| Utricularia vulgaris . . . . .       | Blütenspindel      | ++               |
| Pinguicula . . . . .                 | Blatt              | —                |
| Streptocarpus Wendlandi . . . . .    | „                  | +++              |
| Monophyllaea Horsfieldii . . . . .   | „                  | —                |
| Achimenes Miltonii . . . . .         | Blatt und Stengel  | +                |
| Tydaea Decaisneana . . . . .         | „                  | +                |
| Episcia bicolor . . . . .            | Blatt              | +                |
| Gesneria allagophylla . . . . .      | „                  | +                |
| Cyrtodeira fulgida . . . . .         | „                  | +                |
| Schaeria hybrida . . . . .           | „                  | +                |
| Diastema pictum . . . . .            | „                  | +                |
| Strobilanthes anisophyllus . . . . . | Blatt und Stengel  | —                |
| „ isophyllus . . . . .               | „                  | —                |
| „ glomeratus . . . . .               | „                  | —                |
| „ Dyerianus . . . . .                | „                  | ++               |
| Eranthemum nervosum . . . . .        | „                  | +                |
| Pogostemon Patchouli . . . . .       | „                  | ++               |
| Plectranthus fruticosus . . . . .    | „                  | +                |
| Ballota nigra . . . . .              | „                  | +                |
| Leonurus cardiaca . . . . .          | „                  | —                |
| Plantago media . . . . .             | „                  | —                |
| Fraxinus excelsior . . . . .         | Blatt und Stengel  | —                |
| Coffea arabica . . . . .             | Blatt              | +                |
| Sambucus nigra . . . . .             | Stengel            | +                |
| Eupatorium adenophorum . . . . .     | Blatt und Stengel  | —                |
| Ageratum mexicanum . . . . .         | „                  | —                |
| Aster sp. . . . .                    | „                  | ++               |

| Name der Pflanze                           | Untersuchtes Organ | Lösliche Oxalate |
|--------------------------------------------|--------------------|------------------|
| <i>Erigeron canadense</i> . . . . .        | Blatt und Stengel  | +                |
| <i>Pulicaria dysenterica</i> . . . . .     | "                  | —                |
| <i>Stratiotes aloides</i> . . . . .        | Blatt              | ++               |
| <i>Vallisneria spiralis</i> . . . . .      | "                  | +++              |
| <i>Elodea canadensis</i> . . . . .         | "                  | —                |
| <i>Potamogeton lucens</i> . . . . .        | Blatt und Stengel  | —                |
| <i>Bowiea volubilis</i> . . . . .          | "                  | —                |
| <i>Asparagus plumosus</i> . . . . .        | "                  | —                |
| <i>Aloë saponaria</i> . . . . .            | Blatt              | —                |
| <i>Agave</i> sp. . . . .                   | "                  | —                |
| <i>Hemerocallis fulva</i> . . . . .        | Blüte und Blatt    | —                |
| <i>Tulipa</i> sp. . . . .                  | Blatt und Stengel  | —                |
| <i>Hyazinthus orientalis</i> . . . . .     | "                  | —                |
| <i>Dracaena Draco</i> . . . . .            | Blatt              | +                |
| <i>Sansevieria maculata</i> . . . . .      | "                  | —                |
| <i>Vriesea splendens</i> . . . . .         | "                  | —                |
| <i>Nidularium</i> sp. . . . .              | "                  | +                |
| <i>Clivia miniata</i> . . . . .            | "                  | +                |
| <i>Narcissus poëticus</i> . . . . .        | Blatt und Stengel  | —                |
| <i>Dioscorea</i> sp. . . . .               | "                  | —                |
| <i>Iris germanica</i> . . . . .            | "                  | —                |
| <i>Campelia</i> sp. . . . .                | Blatt              | —                |
| <i>Dichorisandra intermedia</i> . . . . .  | "                  | +                |
| " <i>discolor</i> . . . . .                | "                  | —                |
| <i>Tradescantia virginica</i> . . . . .    | Blatt und Stengel  | —                |
| <i>Callisia repens</i> . . . . .           | "                  | ++               |
| <i>Cyperus alternifolius</i> . . . . .     | "                  | —                |
| <i>Juncus lamprocarpus</i> . . . . .       | "                  | —                |
| <i>Panicum variegatum</i> . . . . .        | Blatt              | +                |
| <i>Zea mais</i> . . . . .                  | Blatt etioliert    | —                |
| <i>Ravenala madagascariensis</i> . . . . . | Blatt              | +                |
| <i>Musa Cavendishii</i> . . . . .          | "                  | +++              |
| <i>Canna</i> sp. . . . .                   | Blatt und Stengel  | +++              |
| <i>Maranta Kerchoviana</i> . . . . .       | Blatt              | ++               |
| <i>Cypripedium</i> sp. . . . .             | "                  | —                |
| <i>Ophrys apifera</i> . . . . .            | Blatt und Stengel  | —                |
| <i>Coeloglossum viride</i> . . . . .       | "                  | —                |
| <i>Amorphophallus Rivieri</i> . . . . .    | Blattstiel         | ++               |
| <i>Sauromatum guttatum</i> . . . . .       | Blatt              | +                |
| <i>Monstera deliciosa</i> . . . . .        | "                  | +++              |
| <i>Caladium nymphaefolium</i> . . . . .    | "                  | ++               |
| <i>Lemna trisulca</i> . . . . .            | Stamm              | +                |
| " <i>minor</i> . . . . .                   | "                  | +                |

Aus der vorstehenden Tabelle, die sich auf etwa 240 den verschiedensten Abteilungen angehörige kryptogame und phanerogame Pflanzenarten bezieht, lassen sich folgende Sätze ableiten:

1. Das Auftreten gelöster Oxalate ist bei Phanerogamen recht häufig.
2. Bei folgenden Familien enthalten die untersuchten Arten sehr viel von gelösten Oxalaten; Polygoneen, Chenopodiaceen, Amarantaceen,

Aizoaceen, Begoniaceen, Melastomaceen, Oxalideen, Cannaceen und Marantaceen.

3. Es zeigt sich auch in bezug auf gelöste Oxalate wie in bezug auf andere Substanzen, daß die Verwandtschaft aller oder vieler Arten einer Familie auch im Chemismus zum Ausdruck kommen kann<sup>1)</sup>. Doch ist dies nicht immer der Fall, denn innerhalb einer Familie können einzelne Gattungen recht viel lösliches Oxalat enthalten, andere nur wenig oder gar keines (Commelineen, Cactaceen usw.).

## Tafelerklärung zu Tafel II.

Vergrößerung aller Figuren etwa 280.

Fig. 1. Natronoxalatkristalle, gewonnen mit Oxalsäure und gesättigter Natronlauge in 90%igen Alkohol.

Fig. 2. Blattstielparenchymzelle von *Begonia vitifolia* mit Sternen von Natronoxalatkristallnadeln. Diese entstanden durch Einwirkung derselben alkoholischen Natronlauge. Die Kristalle bilden sich vorzugsweise an der Wand.

Fig. 3. Kristalle von Kalioxalat, gewonnen aus dem Zellsafte von *Begonia* sp. mit gesättigter alkoholischer Kalilauge.

Fig. 4. Bleioxalatkristalle, gewonnen in Parenchymzellen von *Begonia vitifolia* mit Bleiessig. Die Kristalle zeigen eine auffallend starke Lichtbrechung.

Fig. 5. Baryumoxalatkristalle, erhalten mit Oxalsäure und Baryumchlorid.

Fig. 6. Baryumoxalatkristalle in einer Stengelparenchymzelle von *Begonia vitifolia*, erhalten mit Baryumchlorid.

Vgl. auch den Text.

---

1) Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, pag. 8—10.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [111-112](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Über den mikrochemischen Nachweis und die Verbreitung gelöster Oxalate im Pflanzenreiche 60-70](#)