# Ueber das Verhalten des Kalkoxalats beim Wachsen der Organe.

Von
**Gregor Kraus.**

Obwohl seit einer Reihe von Jahren die Löslichkeit und Wiederaufnahme des ausgeschiedenen oxalsauren Kalks in den Stoffwechsel darzulegen versucht worden ist, hat sich doch in den Lehrbüchern ganz allgemein der Satz erhalten, das Kalkoxalat sei ein „Auswurfsproduct", ein „Excret" der Pflanze.

Die Hartnäckigkeit dieses alten Axioms hat ihren Grund nicht bloss darin, dass nach den gewöhnlich maassgebenden mikroskopischen Erfahrungen eine Lösung des Oxalats in den Zellsäften unmöglich erscheint, es waren auch die angeführten Thatsachen nicht darnach angethan, die hergebrachte Ansicht zu erschüttern.

Denn in den bestbegründeten Fällen, wenn die Krystalle aus den Zellen, in denen sie lagen, wirklich vollständig verschwanden, handelte es sich immer um ganz vereinzelte, lokale Vorkommnisse, die bei den Stoffwechselvorgängen im Grossen keine Rolle spielen; wo aber die Verwendung des Oxalats bei allgemeinen Vegetationsvorgängen behauptet wurde, da fehlte, wie geneigt man auch in einzelnen Fällen den vorgebrachten Gründen sein mochte, der Beweis, der allein unumstösslich ist, die quantitative chemische Analyse.

Dieser lässt sich freilich nur da bringen, wo grössere Mengen von Krystallen, die gemeinschaftlichen Ursprung und eventuell gemeinschaftliche Bedeutung haben, vorkommen. Fälle dieser Art sind nicht häufig. Ich glaube, gewisse Rhizome, die Innenrinde unserer Baumzweige gehören hieher.

An solchen habe ich im Nachfolgenden versucht, durch wirkliche makrochemische Analyse — möglichste Reingewinnung des Oxalats und Titration desselben mit Chamaeleon — die Wandelbarkeit und Wiederverwendung des oxalsauren Kalkes im Lebensprocess der Pflanze darzuthun.

## I. Verhalten des Oxalats in den austreibenden Stöcken von Rumex obtusifolius.

Als ich nach passendem Untersuchungsmaterial für das Verhalten des Oxalats beim Austreiben von Wurzelstöcken suchte, hatte ich zuerst an das überaus oxalatreiche Rheum gedacht. Quantitativ war der Gehalt an Kalkoxalat durch Flückiger bei einer Canton-Rhabarber zu 7,3 % ermittelt worden (Pharmacogn. I, Aufl. 213). Ich selber machte von zwei verschie-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0058-7

denen Wurzelstöcken des Rheum undulatum (aus dem hiesigen Garten) Bestimmungen und fand einmal 9,24, das anderemal 6,41 %, was im Mittel 7,84 % geben würde.

Allein bei diesen Vorproben hatte ich auch erfahren, dass die Gewinnung und Grunddarstellung des Oxalats durch die bekannten andern Rheumbestandtheile überaus erschwert wird. Auch nach vorhergehender längerer Behandlung mit Wasser erhält man im HCl-Extract dicke braune Lösungen, aus denen sich das Oxalat nicht so reinlich abscheiden lässt, als es für die Titration nöthig war.

Ungleich besser erwies sich der zwar an Oxalat weniger reiche Rumex obtusifolius, der sich auch noch dadurch empfahl, dass ich denselben an verschiedenen Stellen des Gartens in grossen Mengen und gleichmässig entwickelt, wildwachsend, zur Hand hatte. Sind die Wurzelstöcke der Pflanze auch kleiner als bei Rheum, so sind sie der Regel nach viel gleichmässiger gewachsen und daher leichter unter einander vergleichbar. Der Oxalatgehalt beträgt, wie unten zu ersehen, immerhin einige Procent der Trockensubstanz, ist also für Analysen und zu erwartende Differenzen ausreichend hoch. Die Krystalle sind durchweg Drusen, liegen im Parenchym der Rinde, des Markes und der Markstrahlen in so völlig gleicher Art ausgebildet und vertheilt, dass sie anscheinend auch einerlei Abkunft sind und eventuell dieselbe Bestimmung haben.

Anfänglich machte ich Versuche mit natürlich gewachsenem, in der Wiese stehendem Rumex und verglich den Oxalatgehalt an möglichst gleichen Wurzelstöcken, Ende April, als die Pflanzen nur Blattrosetten hatten, und Ende Mai, als hohe Blüthenstengel vorhanden waren.

Die Resultate, welche ich erhielt, waren nicht durchschlagend. Zwar zeigten die ausgetriebenen Stöcke eine Abnahme des Oxalats, doch war dieselbe sehr gering und, wie mir scheint, nicht sicher ausser der Fehlergrenze gelegen. Nur in einem Falle, wo sehr starke und oxalatreiche Stöcke zur Verwendung kamen, zeigte sich ein prägnanter Unterschied.

Ein paar Beispiele mögen zur Illustration dienen:

Versuche vom 28. April bis 21. Mai.

| | Volum. d. Wurzelstock. | Trockengew. | per ccm | Oxalat | per ccm |
|---|---|---|---|---|---|
| I. Contr. | 41 cm | 10,2 | 0,25 | 0,302 | 0,0074 |
| Versuch | 34 | 6,3 | 0,18 | 0,222 | 0,0065 |
| II. Contr. | 87,5 | 22,3 | 0,25 | 1,728 | 0,020 |
| Versuch | 97,0 | 17,4 | 0,18 | 1,512 | 0,016 |

Jedenfalls schien es erwünscht, über das Verhalten des Oxalats noch weitere Aufklärung zu suchen, und ich glaubte, bessere zu erhalten, wenn

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0059-5

die Stoffwechselvorgänge noch energischer angeregt würden. Diese lassen sich im Allgemeinen auf das Höchste steigern und der Stoffverbrauch auf das Aeusserste treiben, wenn der Pflanze die Assimilation abgeschnitten wird — also durch Dunkelculturen. Es musste womöglich aber auch die Inanspruchnahme des Kalkoxalats im Besondern ins Auge gefasst werden.

Wir wissen zwar zur Zeit nicht, ob es bei einer eventuellen Reactivirung des Kalkoxalats für die Pflanze mehr auf die Oxalsäure oder auf den Kalk ankommt; aber sicher ist zur Zeit nur die eine Componente, nämlich der Kalk, einer experimentellen Behandlung zugänglich. Würde es der Pflanze auf den Kalk im Oxalat ankommen, so brauchte man dieselbe nur in Kalkhunger zu versetzen, d. h. dem Nährboden den Kalk zu nehmen, um eine entscheidende Antwort zu erhalten.

Ich cultivirte also ausgegrabene Rumexstöcke in völliger Dunkelheit (im Warmhaus) und in zweierlei Boden; einmal in völlig rein hergestelltem Kies, kalkfrei, und zweitens in dem gleichen Kiesboden, dem massenhaft Kreidestückchen zugesetzt waren. Die kalkfreie Cultur wurde mit destillirtem Wasser, die Kalkcultur mit dem kalkreichen Halle'schen Wasserleitungswasser begossen. Beide Culturen gediehen neben einander gleich gut.

Das analytische Resultat war überaus befriedigend und so schlagend wie möglich. Die zwei Culturreihen, die am Schluss zusammengestellt sind, zeigen:

1. Bei der Cultur im Dunkeln nimmt, wie immer, die Trockensubstanz (organische Reservestoffe) in den Rhizomen sehr bedeutend ab.

2. Findet die Pflanze im Boden Kalk vor, so ist neben dieser gewaltigen Abnahme von Baustoffen entweder gar keine Abnahme an Oxalat oder sogar eine Zunahme an solchem zu verzeichnen.

3. Wird die Pflanze aber kalkfrei gezogen, so nimmt das Oxalat sehr ansehnlich ab, unter Umständen ganz wie die übrigen Reservestoffe.

4. Das Oxalat hat unter diesen Verhältnissen offenbar die Aufgabe übernommen, den nothwendigen Kalk für die Entwickelung der oberirdischen Theile zu liefern.

5. Zweifellos, so werden wir schliessen dürfen, wird auch im normalen Vegetationsprocess der Pflanze je nach Bedürfniss Kalkoxalat wieder gelöst und in den Stoffwechsel gezogen werden. Es kann das Oxalat, wenn nöthig, wieder „Baustoff“ werden. Es ist also hier keineswegs schlechthin „Excret“, „Auswurfsstoff“.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0060-6

1. Dunkelversuche mit Rumex obtusifolius vom 18. März bis 15. Mai.

| | Object | Dimensionen | Volumen in ccm | Trockengew. | im ccm [1]) | Oxalat | im ccm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kalkcultur | | | | | | | |
| a) Controlle | 1 Wurzel | 17,5 lang, 1,5 dick | 23,0 | 6,432 | 0,279 | 0,378 | 0,016 |
| b) Versuch | „ | 17,0 „ 1,7 „ | 28,0 | 4,243 | 0,151 | 0,864 | **0,031** |
| 2. Kalkcultur | | | | | | | |
| a) Controlle | „ | 18,5 und 1,0 | 12,0 | 4,378 | 0,364 | 0,291 | 0,024 |
| b) Versuch | „ | 18,0 und 1,0 | 13,0 | 2,011 | 0,155 | 0,334 | **0,026** |
| 3. Kiescultur | | | | | | | |
| a) Controlle | „ | 10,0 und 1,5 | 21,5 | 6,845 | 0,319 | 0,605 | 0,028 |
| b) Versuch | „ | 10,5 und 1,5 | 22,0 | 4,712 | 0,214 | 0,378 | **0,017** |

Die Trockensubstanz hat überall abgenommen; in der Kalkcultur hat der Kalk zu-, in der Kiescultur abgenommen.

2. Rumex-Culturen, im Dunkeln, vom 10. November 1890 bis 13. Januar 1891.

Am 10. November ausgegrabene mit frischer Blattrosette versehene Stöcke werden paarweise möglichst gleich ausgewählt. Die eine Hälfte wird als Controlle sofort von Blättern, Korkschichte, kleinen Nebenwurzeln befreit und, nachdem das Volum festgestellt, getrocknet.

Die andere wird (numerirt) in Töpfe gepflanzt und im Dunkeln im Vermehrungshause getrieben. Sie entwickeln Stengel und reichlich Blätter, beide normal etiolirt.

Ein Theil kommt in reinen, öfter gewaschenen Kies und wird mit destillirtem Wasser begossen. Für einen andern Theil wird der gleiche Kies mit einer ansehnlichen Menge reiner Kreide gemengt und für diese unser kalkreiches Leitungswasser zum Begiessen genommen. — Nach dem Versuch gleiche Behandlung wie die Controlle.

1) Lebender Substanz.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0061-2

Universitätsbibliothek Regensburg

## A. Kies- (kalkfreie) Cultur.

| | | Object | Länge | Volum | Trocken-gew. | im ccm | Abnahme an Gew. | Oxalat | im ccm | % im Trockengew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | a) Controlle | 2 Wurzeln | 12 und 15 cm | 25 ccm | 9,0 | 0,36 | — | 0,286 | 0,0114 | 3,18 % |
| | b) Versuch | „ | 13 und 20 cm | 40 | 8,83 | 0,221 | 38,6 % | 0,313 | 0,007 | |
| II. | a) Controlle | 1 Wurzel | 36,0 | 30 | 11,6 | 0,38 | — | 0,410 | 0,0136 | 3,53 |
| | b) Versuch | 1,5 cm dick | 36,0 | 40 | 12,03 | 0,30 | 21,05 | 0,338 | 0,0097 | |
| III. | a) Controlle | 1 Wurzel | 41,0 | 36 | 15,0 | 0,41 | — | 0,454 | 0,0127 | 3,03 |
| | b) Versuch | ähnlich w. II. | 30,0 | 40 | 13,69 | 0,342 | 16,59 | 0,399 | 0,009 | |
| IV. | a) Controlle | 1 Wurzel | 27,0 | 32 | 13,6 | 0,42 | — | 0,370 | 0,0116 | 2,71 |
| | b) Versuch | etwa fingerdick | 23,0 | 36 | 11,84 | 0,33 | 21,43 | 0,315 | 0,0089 | |
| V. | a) Controlle | 2 kleine finger- | 18 u. 11 cm | 30 | 10,55 | 0,35 | — | 0,315 | 0,0105 | 3,0 |
| | b) Versuch | dicke Wurzeln | 18 u. 10 cm | 30 | 8,77 | 0,292 | 19,43 | 0,290 | 0,0093 | |

Die Trockensubstanz hat im Mittel 22,87 %, das Oxalat 26,1 % abgenommen.

## B. Cultur in Kalkboden.

| | | Object | Länge | Volum | Trockengew. | im ccm | Abnahme an Gew. | Oxalat | im ccm | % in Trockens. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | a) Controlle | 1 Wurzel | 13,5 | 22 | 8,6 | 0,39 | — | 0,250 | 0,011 | 2,91 |
| | b) Versuch | fingerstark | 15,0 | 27 | 7,10 | 0,26 | 33,34 | 0,290 | 0,013 | |
| II. | a) Controlle | Wurzel | 13,5 | 42,0 | 12,3 | 0,29 | — | 0,432 | 0,0103 | 3,51 |
| | b) Versuch | daumenstark | 13,5 | 37,0 | 10,83 | 0,29 | — | 0,389 | 0,0105 | |
| III. | a) Controlle | Wurzel | 15,5 | 25,0 | 8,6 | 0,340 | — | 0,275 | 0,011 | 3,2 |
| | b) Versuch | fingerdick | 14,5 | 38,0 | 13,04 | 0,343 | — | 0,360 | 0,009 | |
| IV. | a) Controlle | wie | 11,0 | 27,0 | 10,1 | 0,39 | — | 0,260 | 0,0096 | 2,5 |
| | b) Versuch | vorige | 15,0 | 28,0 | 6,08 | 0,217 | 44,36 | 0,330 | 0,0118 | |

Die Trockensubstanz zeigt zweimal Abnahme, zweimal nicht. Das Oxalat hat sich zumeist, bald mehr, bald weniger, vermehrt.



urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0062-8

## II. Das Oxalat in den Strauch- und Baumrinden.

Dass die Rinde, ganz besondere die secundäre der Holzgewächse, grosse Mengen Kalkoxalat enthält, ist so allgemein bekannt, dass in dieser Hinsicht bloss auf die anatomischen Lehr- und Handbücher, zusammenfassend etwa auf de Bary's Vergl. Anat. S. 544, verwiesen zu werden braucht. Dort und in den pharmakognostischen Büchern und Atlanten sind auch zahlreiche Einzelheiten über Vorkommen, Vertheilung, Form u. s. w. der Krystalle verzeichnet.

Angaben jedoch über die absoluten Mengen, quantitative Bestimmungen des in den Bildern so aufdringlich entgegentretenden Oxalats, sucht man umsonst. Ich weiss mich thatsächlich keiner bestimmten Angabe zu erinnern, als der von Flückiger über die Guajakrinde. Er hatte eine Analyse dieser Rinde machen lassen, die 20,7 % Oxalat ergab (Pharmakognosie 1. Aufl. S. 333).

Unter diesen Verhältnissen wird es willkommen und nothwendig sein, dass ich erst eine Anzahl Analysen aus meinen eigenen Erfahrungen hier für den Leser zusammenstelle. Die Angaben stellen den Procentgehalt der Trockensubstanz dar.

### a) Ganze Rinden.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Apfelstämmchen, fingerdick | October | 3,88 % |
| 2. | Eschenstämmchen, daumendick | November | 1,06 |
| 3. | desgl. „ | „ | 0,85 |
| 4. | Rosskastanie, armdicker Ast | „ | 4,44 |
| 5. | „ $1^1/_2$ fussdicker Baum | August | 10,02 |
| 6. | Ein gleicher | „ | 10,5 |
| 7. | Ulme, Stammrinde Baum 35 cm dick | „ | 14,64 |
| 8. | Cortex Guajaci, käufliche Rinde (Gehe) | | 18,9 |
| 9. | Cortex Quillajae „ „ | | 21,4 |
| 10. | Cortex Granati, käufliche Stammrinde | | 36,64 |

### b) Starke Rinden in Theile zerlegt.

1. Rosskastanienast, September
   Aussenrinde 10,10 % Innenrinde 12,60 %
2. Eiche, fussdicker Stamm, Herbst
   Aeussere Borke 4,96 % mittl. Borke 7,23 %
   innere Borke 8,09 % Bast 11,03 %
3. Linde, 95jähriger Stamm, im Winter
   Borke 5,60 % mittl. Bork 11,92 % innerer Bast 12,24 %

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0063-3

c) Granatrinden verschiedenen Alters.

Analysen von einer sehr alten Kübelpflanze im Halle'schen Garten, Herbst.

| | |
|---|---|
| 1. Federkieldicke Zweige | 5,54 % |
| 2. Fingerdicke Zweige | 12,03 |
| 3. 2—3 cm starke Aeste | 18,34 |
| 4. Stammrinde (8,5 cm Durchmesser) | 42,12 |

Das Vorstehende beleuchtet quantitav die schon aus den mikroskopischen Befunden im Allgemeinen bekannten Thatsachen, dass die Rinden je nach Pflanzenart, Alter und anatomischem Orte verschiedenen Oxalatgehalt besitzen, genauer.

Nehmen wir die in den später folgenden Versuchstabellen enthaltenen Ergebnisse noch hinzu, so lässt sich etwa Folgendes aussagen:

1. Die Zweigrinde unserer Bäume und Sträucher enthalten nur einige Procent Oxalat in der Trockensubstanz. Ribes, Quercus, Pyrus, Lonicera enthalten 1—2 %; auch die mehrjährigen Stämmchen (Esche, Apfel) gehen nicht viel darüber hinaus. In den Baumästen steigt der Oxalatgehalt und erreicht in den Stammrinden 10 % und mehr.

Doppelt so hoch ist er in der Guajak- und Quillajarinde; am allerhöchsten aber wurde er beim Granatbaum gefunden, wo er wohl fast die Hälfte der Trockensubstanz erreichen kann.

2. Die in der Tabelle unter 6 hervortretende Thatsache, dass der Bast der oxalatreichere Theil ist und fast das Doppelte und Dreifache des Borkengehaltes erreichen kann (Eiche, Linde) wird den Anatomen nicht überraschen, wie denn die procentische Zunahme des Oxalats mit dem Alter ohne Weiteres aus dem fast ausschliesslichen Wachsthum der Rinde durch den Bast begreiflich erscheint. —

Um über eine Oxalatbewegung in den Rinde beim Austreiben der Zweige Versuche anzustellen, wäre mir natürlich eine möglichst oxalatreiche Rinde am liebsten gewesen. Allein die einzige zugängliche von den oben genannten, die Granatrinde, empfahl sich nicht wegen der Dünnheit ihrer Zweige und der mithin schwierigen Materialbeschaffung. Unter diesen Verhältnissen war maassgebend aus unserm Strauch- und Baummaterial das zu wählen, das in Masse und mit möglichst gleichmässiger Ausbildung ruthenartiger Zweige zu haben war; davon bot sich mir Ribes, Pyrus, Lonicera, Kirsche, Ulme u. s. w. als besonders günstig dar.

Ich bemerke ausdrücklich, dass die Auswahl der Zweige an der Pflanze eine sehr sorgfältige und gleichmässige war, und dass dieselben, Controlle und Versuchsmaterial, getrocknet, immer paarweise ausge-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0064-9

sucht, und so genau gleich dick und lang genommen waren, dass die beiden zu vergleichenden Zweigportionen fast genau das gleiche Gewicht hatten, ohne dass corrigirt zu werden brauchte.

Zermahlen wurden die ganzen Zweige zu grobsägemehlartigem Pulver. Analysirt ein aliquoter Theil aus der gut gemischten Probe.

Es wurden drei Versuchsreihen durchgeführt:

1. Versuche, in welchen ruhende winterliche Zweige mit im Austreiben begriffenen Frühlingszweigen verglichen wurden.

2. Eine Reihe von Vergleichen von austreibenden Zweigen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

3. Endlich, ruhende Zweige mit künstlich im Dunkel getriebenen (etiolirten) verglichen.

Als gemeinschaftliches Resultat aller dieser Versuche ergibt sich, dass das Rindenoxalat beim Austreiben der Knospen der Regel nach Verminderung erleidet. Diese Verminderung kann im speciellen Falle allerdings sehr verschieden ausfallen.

1. In ein oder dem andern Fall (Birne, Silberpappel) konnte eine Abnahme des Oxalats bei Wiedereintritt der Vegetation nicht constatirt werden; es ist vielleicht bloss Zufall. In den meisten Versuchen war zweifellos eine Verminderung eingetreten, und zwar je nach den einzelnen Pflanzen von 12—42 %, ja einmal (Apfel) sogar bis 50 %.

2. Diese Abnahme geschieht im Laufe des Frühlings allmählich. Die Kirsche z. B. hat (Reihe 2 u. 3) vom Anfang bis Mitte April 16,25, von da bis Anfang Mai um 32,9 % abgenommen. Aehnlich und noch energischer ist es bei Ribes sanguineum. — Nichts beweist deutlicher, als diese allmähliche Abnahme, dass die Lösung des Oxalats zum Fortschreiten des Vegetationsprocesses in Beziehung steht.

3. Die Analysen von Lonicera, Pyrus Malus und communis, die verschiedenmale vorgenommen, verschieden ausfielen, zeigen deutlich, dass die Lösung eventuell ganz nach individuellem jedesmaligen Bedürfniss stattfinden mag.

Wird das Oxalat, wie aus Vorstehendem erhellt, wieder gelöst und in den Stoffwechsel gezogen, so kann also hier so wenig, wie beim Rumexrhizom das Oxalat den Namen eines „Auswurfstoffes“ oder „Excretes“ tragen; freilich kann auch hier nicht von einer Beweglichkeit und Ausnutzung wie sie die organischen „Baustoffe“ (Stärke, Zucker, Inulin etc.) erfahren, die Rede sein.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0065-5

## Versuchstabellen.

### 1. Ganze einjährige Zweige im Winter und Frühling 1888/89.

1. Ribes Gordonianum. 30 g Substanz enthalten

| | | | |
|---|---|---|---|
| im Dezember | 0,680 = | 2,26 % | Oxalat (der Trockensubstanz) |
| im April | 0,567 = | 1,87 % | „ |
| Abnahme im Frühling | 0,113 = | 16,62 % | des ursprünglichen Oxalats. |

2. Quercus macranthera. 22 g Substanz enthalten

| | | | |
|---|---|---|---|
| am 27. Februar | 0,340 = | 1,55 % | Oxalat |
| am 31. Mai | 0,194 = | 0,89 % | „ |
| Abnahme im Frühling | 0,146 = | 42,94 % | des ursprünglichen Oxalats. |

3. Pyrus Malus. 20 g der Trockensubstanz enthalten

| | | | |
|---|---|---|---|
| am 16. Dezember | 0,475 = | 2,35 % | Oxalat |
| am 27. April | 0,417 = | 2,05 % | „ |
| Abnahme im Frühling | 0,068 = | 12,10 % | des ursprünglichen Oxalats. |

4. Lonicera tatarica. 25 g Substanz enthalten

| | | | |
|---|---|---|---|
| am 16. Dezember | 0,583 = | 2,32 % | Oxalat |
| am 27. April | 0,453 = | 1,80 % | „ |
| | 0,130 = | 22,30 % | des ursprünglichen Oxalats. |

5. Ribes aureum. 15 g Zweigsubstanz (Zweige 38 cm lang) enthalten

| | | |
|---|---|---|
| 2. November | 0,291 = | 1,94 % |
| 26. April | 0,260 = | 1,73 % |
| | 0,031 = | 11,69 % Abnahme. |

6. Ribes Grossularia. 30 cm lange Zweige, 15 g Substanz enthalten

| | | |
|---|---|---|
| 1. November | 0,275 = | 1,82 % |
| 26. April | 0,216 = | 1,44 % |
| | 0,059 = | 21,45 % Abnahme. |

### 2. Einjährige Zweige im Frühling 1890.

1. 16 Stück einjährige von Prunus avium, im Mittel 28 cm lang, ohne Knospen, am 4. April (a) noch im Knospenzustand, am 17. April (b) mit halbgrossen, aber in Knospenlage befindlichen Blättern. Auf 15 g Gewicht gebracht.

| | a) 4. April | | b) 17. April | Abnahme |
|---|---|---|---|---|
| Kalkoxalat = | 1,058 = | 7,05 % | 0,540 | 48,77 %. |

2. 17 Stück Zweige von Pyrus malus, 30 cm lang, 24 g wiegend. In drei Entwickelungsstadien.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0066-1

| a) 17. Januar, Winterruhe | b) 3. April, schwellende Knospen |
|---|---|
| Kalkoxalat 1,426 | 0,713 |
| c) 17. April, kleine Blätter | Abnahme |
| 0,713 | 50 % |

3. 19 vorjährige Triebe von Prunus Cerasus, 30 cm lang, 14 g wiegend, in drei Entwickelungsstadien:

| a) 3. April | b) 17. April | c) 5. Mai |
|---|---|---|
| schwellende Knospen | halbentwickelte Blätter | Knospen zu $^1/_2$ dm langen Trieben |
| Oxalat 0,677 | 0,567 | 0,454 |
| | Abnahme 16,25 % | Abnahme 32,94 % |

4. 22 Zweige von Ulmus campestris, handlang, 24 g wiegend.

| a) 17. Januar | b) 3. April | c) 17. April |
|---|---|---|
| Winterruhe | knospend | erste Blättchen ausschauend |
| Oxalat 0,999 | 0,659 | 0,659 |
| (4,16 % der Trocksubstanz) | | Abnahme 34,03 % |

5. 16 Stück Zweige von Rosa canina, etwa 30 cm lang, 17 g Gewicht.

| | a) 17. Januar | b) 3. April | c) 17. April | d) 5. Mai |
|---|---|---|---|---|
| | | | halbentw. Blätter | neue Triebe, 5 cm lang |
| Oxalat | 0,664 | 0,578 | 0,572 | 0,475 |
| | (3,90 % der Trockensubst.) | | | (2,79 % der Trockens.) |

Oxalatabnahme vom 5. Mai gegen 17. Januar 28,46 %.

6. Ribes sanguineum, 15 Triebe, etwa 25 cm lang, rebenkieldick, in gleichen Mengen:

| 14. März | 3. April | 16. April |
|---|---|---|
| Oxalat 0,820 | 0,712 | 0,507 |
| | Abnahme 13,17 % | 38,17 % |

7. Ribes saxatile. 16 Triebe, 32 cm lang.

| | 14. März | 3. April | 16. April |
|---|---|---|---|
| | | | halbentfaltete Blätter |
| Trockengewicht | 13,07 | 13,9 | 12,9 |
| Oxalat | 0,491 | 0,469 | 0,410 |
| Abnahme | | 4,48 % | 16,5 % |

8. Ribes caucasicum, 18 Triebe, 30 cm lang, 27,5 g Gewicht.

| | 14. März | 16. April |
|---|---|---|
| | | halbentwickelte Trauben |
| Oxalat | 0,945 | 0,642 |

Abnahme des Oxalats um 32,07 % (1,07 % der Trockensubstanz).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0067-7

9. In Versuchen dieser Art mit Corylus fand ich zwischen 17. Januar und 17. April 12 % Abnahme; bei Crataegus Oxyacantha in derselben Zeit 59,23 %. Bei Pyrus communis dagegen keine.

### 3. Künstlich im Winter getriebene Zweige.

Vorjährige Triebe, in Wasser gestellt, im Vermehrungshaus, im Dunkel ausgetrieben, mit völlig etiolirten fingerlangen Trieben und Blüthen. (1888.)

1. Lonicera tatarica, meterlange Schosse, 12.—29. Dezember; etwa 150 Substanz analysirt.

| Anfänglich | nach dem Versuch |
|---|---|
| 1,52 % Oxalat | 1,36 % |

2. Salix laurina. 70 cm lange Triebe. 30 g Substanz enthalten

| | anfänglich | nachträglich |
|---|---|---|
| Oxalat | 0,340 | 0,307 |

3. Pyrus communis. 45 cm lange Zweige, Knospen ausgetrieben. 20 g.

| | Anfänglich | nachher |
|---|---|---|
| Oxalat | 0,637 | 0,432 |

4. Populus alba. 1/2 Meter lange Triebe hatten kleine goldgelbe Blättchen entfaltet. Eine Oxalatabnahme war nicht zu constatiren.

Es scheint nicht ohne Interesse zu sehen, ob die Wiederbewegung des Salzes bloss in den dünnen Zweigen stattfindet, oder auch tiefer greift und selbst auf die Kalkablagerungen in den Aesten und Stammrinden sich erstrecken kann.

Einige dahin bezügliche Versuche sprechen für eine Abnahme des Oxalats beim Austreiben bis in die jungen Stämme hinein. Doch ist die Abnahme nicht beträchtlich; vielleicht wäre sie grösser gefunden worden, wenn ich die Zeiten und die Zwischenräume anders gewählt hätte.

1. Aus einem armdicken kräftigen Rosskastanienstamm wurde in Brusthöhe (der Stamm war 2 mannshoch) Rindestücke von 80 qcm analysirt zur Zeit des Knospentreibens

| | am 8. April | am 15. April | Abnahme |
|---|---|---|---|
| Oxalat | 1,577 | 1,468 | 6,92 % |
| bei einem zweiten Baum | | | |
| | 1,360 | 1,144 | 15,8 % |

2. Zwei Robinien von ähnlicher Beschaffenheit, zur Zeit als die Knospen noch schliefen, aber die Rinde sich leicht löste. 70 qcm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0068-2

| Rinde | 8. April | 26. April | Abnahme |
|---|---|---|---|
| Erster Baum | 0,185 | 0,164 | 13,95 % |
| Zweiter Baum | 0,162 | 0,140 | 13,34 |

3. Acer platanoides, junge Bäume zur Zeit des Blutens. 60 qcm Rinde.

| | 7. April | 15. April | Abnahme |
|---|---|---|---|
| | 0,756 | 0,648 | 14,28 % |
| Zweiter Baum: | | | |
| | 0,648 | 0,562 | 13,12 |

## III. Das Oxalat bei den Cacteen.

Seit Schleiden die Anatomie der Cacteen geschrieben (Mém. Ac. St. Pétersb. VI. Sér. T. IV. 1839), sind diese Gewächse wegen ihres hohen Gehaltes an oxalsaurem Kalk in der Litteratur berühmt und der Cereus senilis insbesondere mit seinen mehr als 85 % Calciumoxalat wird als klassisches Beispiel oft angeführt.

Die Schleiden'sche Angabe, die so auffallend klingt, ist meines Wissens bisher von niemand nachgeprüft worden. Es kam mir daher bei meinen Oxalatstudien sehr erwünscht, einen frischen und gesunden, ziemlich grossen, offenbar importirten Pilocereus senilis zu einer neuen Analyse verwenden zu können.

Derselbe war 45 cm hoch, hatte im Mittel 5 cm Durchmesser, wog frisch 67,5, getrocknet 19,18, hatte also 28,41 % Trockensubstanz.

Die eine Längshälfte des Stammes wurde als Ganzes analysirt, also alle Gewebe zusammen:

0,63 % Trockensubstanz enthielten 7,776 Oxalat, d. h. 80,79 %.

Aus der andern wurde der Holzkörper herausgeschnitten, und nur Parenchym und Oberhaut genommen. In 8,0 Trockenmasse waren 7,128 Oxalat, der Procentgehalt war demnach 89,10.

Die Schleiden'sche Angabe bestätigt sich also vollkommen, ja wird durch meine zweite Analyse noch überboten. Es liess sich erwarten, dass auch andere Cacteen reich an Oxalat sein würden, wenn auch auf einen so hohen Gehalt wie bei Pilocereus nicht gehofft werden konnte.

Ein altes Glied von Opuntia Tuna (20 × 20 cm von Dimension), das frisch 512, trocken 45,3 wog, ergab 22,248 Oxalat, also 49,09 % der Trockensubstanz.

Bei Echinocereus cirrhiferus (frisch 52,6, trocken 2,4, Volum 30 ccm) erhielt ich nur 0,378 Oxalat, also ein Procentgehalt von 14,09.

Andere Formen mögen vielleicht noch weniger enthalten.



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0069-1

Immerhin erscheinen unsere Gewächse in dieser Hinsicht bevorzugt und drängen die Frage auf, welche Rolle im Pflanzenleben diesem Inhaltskörper möge zugedacht sein. Die Beantwortung dieser Frage habe ich nur nach einer Seite hin versucht, durch Feststellung des Oxalatgehaltes in verschiedenem Alter. Reichert sich die Pflanze mit dem Aelterwerden mit Oxalat an?

Es standen mir drei schöne Exemplare eines Säulencactus, von Cereus candicans, zur Verfügung; die Pflanzen wurden von oben nach unten in 4—5 gleiche Stücke zerlegt. I ist der jüngste (Gipfel), IV oder V der älteste Theil, über der Wurzel. Analyse der ganzen Stammstücke.

1. Das kleinere Exemplar war 35 cm hoch und ergab:

| | | Frischgew. | Trockengew. | % Trockens. | Oxalat | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | Gipfel | 72,0 | 4,1 | 5,69 | 0,261 | 6,36 |
| II. | | 100,0 | 4,2 | 4,2 | 0,972 | 23,14 |
| III. | | 193,5 | 7,5 | 3,08 | 2,214 | 29,52 |
| IV. | verkorkt | — | 11,5 | — | 3,370 | 29,30 |

2. Ein zweites Exemplar ist 65 cm hoch, wird in 5 je 13 cm lange Stöcke getheilt.

| | Volum | Frischgew. | Oxalat | Oxalat in ccm Frischsubstanz |
|---|---|---|---|---|
| I. | 190 | 177 | 0,24 | 0,0013 |
| II. | 335 | 321 | 4,25 | 0,0127 |
| III. | 455 | 435 | 9,975 | 0,0219 |
| IV. | 305 | 303 | 5,76 | 0,019 |
| V. | 245 | 244 | 6,55 | 0,027 |

3. Am regelmässigsten fiel die Analyse eines dritten Exemplars aus, das, 60 cm hoch, in 4 je 15 cm lange Stücke zerlegt wurde.

| | Volum | Frischgew. | Trockengew. | Oxalat | % | 1 ccm lebende Substanz enth. Oxalat: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 165 | 163,5 | 8,6 | 1,069 | 12,43 | 0,0064 |
| II. | 230 | 236,0 | 13,8 | 3,672 | 26,61 | 0,0159 |
| III. | 210 | 217,0 | 16,3 | 3,780 | 23,19 | 0,018 |
| IV. | 180 | 186,0 | 22,3 | 5,184 | 23,24 | 0,028 |

Dieses letzte Exemplar zeigt uns, wie mir scheint, deutlicher noch als die vorhergehenden, als Regel: das Oxalat nimmt von oben nach unten, also mit dem Alter immer zu; es nimmt zu, nicht immer, bezogen auf die Gesammttrockensubstanz, aber besonders deutlich in Bezug auf den gleichen Rauminhalt lebendiger Körpersubstanz.

Demnach sieht es so aus, als ob das einmal gebildete Oxalat im Verlauf des Lebens keine Verwendung mehr finde. Doch ist ein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0070-2

solcher Schluss keineswegs nothwendig. Man würde dasselbe analytische Resultat haben, wenn mit einer fortwährenden Verwendung an einer Stelle eine überwiegende Neubildung an anderer Hand in Hand ginge.

Freilich nöthigt zu einer solchen complicirten Auffassung vorläufig gar nichts. Wenn man eine getrocknete Scheibe von Pilocereus betrachtet und wie einen quarzigen Sandstein glitzern sieht, kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass diese colossale Anhäufung von Mineralmasse in einem Säulenstamm, der auffallend viel Parenchym und nur wenig und weiches Holz enthält, ein Mittel sei, mechanische Festigung zu erzielen. Wo Krystalle in der Wand oder im Innenraum ohnehin „mechanischen" Gewebes vorkommen, hat man ihnen eine derartige Deutung schon früher gegeben (Baccarini und Andere); wenn aber, wie in unserem Falle, die gewaltigen Krystalldrusen zumeist im lebenden Parenchym liegen, dürfte es schwer sein, zu beweisen, dass dieselben nicht auch, je nach Bedürfniss, wieder in den Stoffwechsel gezogen werden können, ähnlich wie wir es vorher bei Rinden und Wurzeln gesehen haben; und so mag denn das Cacteenoxalat immerhin eine mehrfache Function ausüben können.

## IV. Löslichkeit des pflanzlichen Kalkoxalats im Zellsaft.

Seit, meines Wissens, zuerst Sanio (Sitzb. Berl. Akad. April 1857 S. 254) die Reactionen des pflanzlichen Kalkoxalats genauer präcisirt hat, ist es allgemein üblich, auf die Unlöslichkeit des Oxalats in Essig- und Pflanzensäuren, wie sie sich unter dem Mikroskop darbietet, die Unveränderlichkeit des Salzes im Zellsaft anzunehmen.

Und doch sind wir im Vorstehenden schlechthin genöthigt worden, die Lösung im Zellleibe zuzugeben.

Die hier in Frage kommenden Krystallzellen sind zwar nicht abgestorben, wenn man darunter versteht, dass sie etwa lufthaltig sind. Aber sie enthalten auch keine lebendigen Inhalte im eigentlichen Sinn. Die Parenchymzellen in der Rumexwurzel zeigen, mit Karmin oder Anilinfarbstoffen behandelt, soweit sie Stärke führen, sehr schön die Zellkerne und einen deutlichen Plasmaschlauch; ihnen gegenüber erscheinen die Krystallzellen auffallend inhaltleer; diese sind im frischen Zustand saftgefüllt, aber es ist auf keine Weise regelmässig Zellkern und Plasma bemerkbar. Nur nach langem Suchen fand ich da und dort Plasmareste, oder Dinge, die man für Residuen des Kernes ansprechen möchte. Ihr wesentlicher Inhalt ist also „Zellsaft". Auch in den Krystallzellen der Bastschicht der Bäume bezeichnet



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0071-8

de Bary den Inhalt, so weit ich selbst erfahren habe, richtig, als „anscheinend Wasser". (Vergl. Anat. 148.)

Es geht also jedenfalls nicht an, für unsere Fälle die Hülfe des „Protoplasmas" bei der Lösung in Anspruch zu nehmen, und wir werden im „Zellsaft" das lösende Medium suchen müssen.

Dass der Pflanzensaft sauer ist, eine bestimmbare und täglich wandelbare Acidität besitzt, habe ich in einer früheren Abhandlung eingehend nachgewiesen („Die Acidität des Zellsaftes" als Heft IV der „Wasservertheilung in der Pflanze"). Es fragt sich nur, ob eine Acidität von solch geringer Stärke noch lösend wirken kann.

Zur Beantwortung der Frage, ob und in welcher Verdünnung die üblichen Pflanzensäuren und pflanzensauren Salze noch Kalkoxalat anzugreifen im Stande sind, habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt,[1]) die alle im bejahenden Sinne ausgefallen sind.

Als Versuchsmaterial diente mir einerseits amorpher oxalsaurer Kalk, bezogen von Schuchardt in Görlitz, andererseits die schönen, grossen natürlichen Krystalle aus der Quillajarinde, die von Dippel und nachher von Tschirch (Angew. Pfl.-Anat. S. 104 Fig. 104) abgebildet worden sind. Man bekommt sie aus der fein gepulverten und mit Wasser geschlemmten Bastschicht der genannten Seifenrinde ziemlich rein und völlig unversehrt als weissen Bodensatz.

Als lösende Medien wurden die verschiedensten Pflanzensäuren — wie Citron-, Wein-, Apfel-, aber auch Bernstein-, Fumar- und Traubensäure —, es wurden ferner das Kali oder Ammonsalz verschiedener dieser Säuren versucht, in Lösungen von $^1/_{10}$, $^1/_{100}$ ja $^1/_{1000}$ %.

## Einige Versuche.

I. Von reinster, krystallisirter Citron-, Wein- und Apfelsäure wurde je 0,1 in 100 ccm aq. dest. gelöst, also eine $^1/_{10}$ %-Lösung hergestellt.

Pulveriger oxalsaurer Kalk, etwa eine Messerspitze voll, in einem Becherglas der Lösung zugesetzt; zur Controlle auch dieselbe Menge Oxalat in destillirtes Wasser gebracht. Nach 24 Stunden ergab jede der Säurelösungen in einem klaren Filtrat bei Zusatz von oxalsaurem Ammoniak eine starke Trübung, das Filtrat vom destillirten Wasser blieb absolut klar.

---

1) Diese und andere Resultate wurden bereits anfangs 1891 in einer kurzen Notiz mitgetheilt, auf welche sich Bezug genommen findet in Wehmer's Arbeit in „Landwirth. Versuchsstationen" Bd. 40, 1892, S. 442.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0072-3

Nun wurden $^1/_{100}$ und $^1/_{1000}$ %-Lösungen derselben Säuren hergestellt.

Die $^1/_{100}$ %-Lösungen zeigten nach 24 Stunden Einwirkung auf Oxalat im Filtrat eine sehr schöne Trübung, welche beim Schütteln oder Stehen noch deutlicher wurde.

Bei der $^1/_{1000}$ %-Lösung kam die Trübung erst nach mehreren Stunden zum Vorschein.

Beim vorsichtigen Aufgiessen von oxalsaurem Ammon erhielt man sehr deutlich einen weissen Ring an der Berührungsfläche von Reagens und Lösung.

II. In gleicher Weise hergestellte $^1/_{10}$, $^1/_{100}$ und $^1/_{1000}$ %-Lösungen von Bernstein-, Trauben- und Fumarsäure ergaben für $^1/_{10}$ %-Lösung ganz deutliche Resultate der Lösung. Bei $^1/_{100}$ % machte sich die Wirkung schwächer und bei den drei Säuren in verschiedener Stärke geltend; am stärksten wirkte Fumar-, am schwächsten Bernsteinsäure.

III. 1 g trockener pulverisirter oxalsaurer Kalk wird mit 175 ccm $^1/_{10}$ %-Säurelösungen zusammengebracht. Nach mehreren Tagen, wobei öfter umgeschüttelt wurde, sammelte ich den Kalk auf gewogenen Filtern. Ich bekam

| | | |
|---|---|---|
| bei | Weinsäure | 0,9820 |
| | Citronsäure | 0,9850 |
| | Maleinsäure | 0,9802 |
| | Fumarsäure | 0,9945 |
| | Traubensäure | 0,9906 Rückstand. |

Das Filtrat gab mächtige milchweisse Trübungen von gelöstem Kalk.

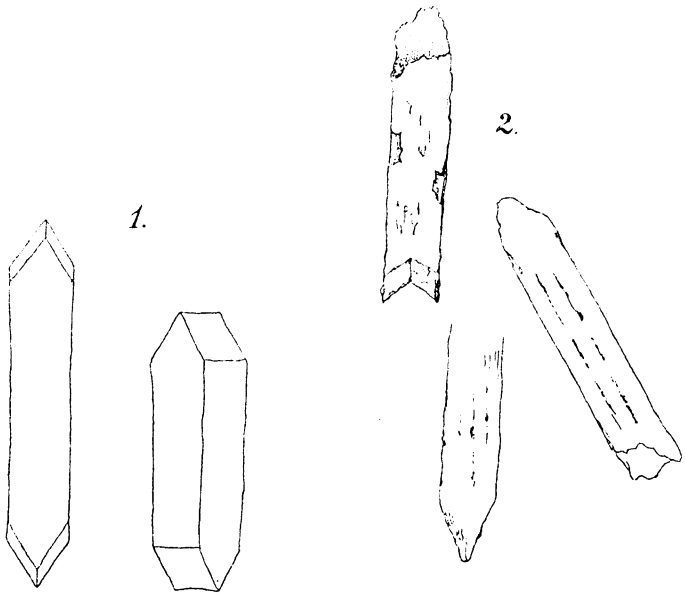
IV. $^1/_{10}$ % Lösung von Kalium- und Ammoniumcitrat, von Ammonium bitartaricum geben nach mehrtägigem Zusammensein mit Kalkoxalat sehr starke weisse Trübungen auf die Kalkprobe; auch mit $^1/_{100}$ % waren solche noch wahrnehmbar.

V. Proben mit natürlichen Krystallen aus der Quillajarinde verhielten sich in ganz gleicher Weise, so dass ich die bezüglichen Versuche nicht weiter zu beschreiben brauche. Was diese Versuche aber interessant macht, ist, dass sich hier die lösende Wirkung an den Krystallen selbst sehen liess. Die Krystalle sind bekanntlich überaus scharf ausgebildete Prismen mit vollendet schönen Flächen, Kanten und Ecken.

Nach mehrwöchentlicher Wirkung war in $^1/_{10}$ % Lösung z. B. eine starke Corrosion der Begrenzungen augenfällig vorhanden. Die umstehenden Figuren geben unter 1 Krystalle, welche eben so lange in

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0073-9

destillirtem Wasser gelegen (unversehrte), als die unter 2 einer $^1/_{10}$ proc. Citronsäurelösung ausgesetzt worden.




Diese oder ähnliche Dinge sind auch in der Natur wahrgenommen worden; so wohl von Pfeffer, wenn er „Spuren von Auflösung" an den tafelförmigen Krystallen in den Cotylen der keimenden Lupine erwähnt (Pringsh. Jahrb. VIII, 1872, S. 526); oder wenn Tschirch geradezu von „Corrosionen" der Krystalle spricht bei der Begonie (Bot. Centralbl. XXXI, 1887, S. 224) und bei keimenden Samen (Annal. de Buitenzorg IX, 149).

Pflanzensäuren oder saure Salze vorstehender Art sind in zwar unbekannter, aber jedenfalls noch wirksamer Concentration in den Pflanzensäften ganz allgemein verbreitet und wir dürfen sie sicher auch in den Zellen annehmen, in denen wir oben Oxalatlösung festgestellt haben.

Wir hätten also in diesen Körpern Mittel, welche möglicherweise die Lösung besorgen. Bewiesen freilich ist es keineswegs.

Zugegeben, dass diese überall und allezeit vorhandenen Körper die Lösungsmittel sind — wie kommt es, dass die Lösung nur während der Vegetationszeit geschieht, bezw. nachweislich ist?

Soll man annehmen, dass eine bestimmte, wirksame Concentration des Lösungsmittels nur zur Frühlingszeit eintritt? Dafür liegt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0074-5

gar keine Erfahrung vor. Eine andere Vorstellung ist vielleicht annehmbarer. Könnte nicht die fortwährende Durchspülung der Gewebe mit neuem Vegetationswasser, die stetige Erneuerung des Wassers, wie sie der sommerliche Transpirationsstrom herbeiführt, Ursache der zeitweisen Lösung der Krystalle sein?

Es unterliegt doch gar keinem Zweifel, dass zur Zeit des Austreibens ein lebhafter täglicher Wasserstrom durch die ganze Pflanze von unten nach oben geht. Der austreibende Rumexstock wird von der Wurzel bis zu der Stengelspitze täglich von einem neuen Wasserstrom durchzogen; die Holzpflanzen gar dienen ja als Schema für die Vorstellung von der täglichen Wasserströmung durch die Pflanze. Man muss sich aber erinnern, dass dieser Wasserstrom nicht etwa ausschliesslich durch den Holzkörper geht oder in den Gefässen verläuft, sondern auch im Parenchym seine Wirkung geltend macht. Die tägliche An- und Abschwellung aller Organe (auch der Rinde), die tägliche Schwellungsperiode, die ich früher (Heft III der „Wasservertheilung") nachgewiesen, ist die Folge eines nächtlichen Zuflusses und einer Abgabe des Wassers tagsüber, beweist also einen mindestens partiellen täglichen Wasserwechsel auch des Parenchyms.

Sehen wir nun in dieser periodischen Durchspülung des Parenchyms die Ursache der Krystalllösung, so begreift sich, dass diese Lösung nur oder vorwiegend zur Zeit der lebhaften Wasserströmung geschieht.

Die Vorstellung, die wir uns hier gemacht haben, kann auch bestehen bleiben, wenn das Lösungsmittel nicht die Pflanzensäuren, sondern andere zur Zeit nicht angebbare Inhalte des Zellsaftes wären.

Bei der Unsicherheit über die Natur der die Krystalle angreifenden Körper verbietet es sich von selbst, über den chemischen Vorgang, der die Lösung herbeiführt, oder die Produkte, welche aus Oxalsäure und Kalk entstehen, auch nur ein Wort äussern zu wollen. Nicht viel besser verhält es sich mit der Frage, was aus den Lösungsprodukten wird. Dass sie, wie immer sie heissen, fortgeleitet und in den neugebildeten Organen verwendet werden, erscheint eine natürliche Annahme, und dass es bei der Verwendung auf den Kalk abgesehen sein möge, könnte aus unseren kalkfrei gezogenen Rumexpflanzen nahegelegt werden.

Auch wenn dem nicht so sei, so ist auch hier der Kalk zur Zeit der einzige Körper, den wir weiter verfolgen können. Man könnte sich ja wohl vorstellen, dass der Frühlingssaft (Blutungssaft) unserer Bäume einen Theil seines Kalkgehaltes [er ist bekanntlich kalk-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0075-1

reich[1])] dem aufgelösten Kalkoxalat verdanke, und die nächste Frage würde sein, ob etwa der Frühlingssaft, in verschiedenen Baumhöhen genommen, verschiedenen, ev. oben höheren Kalkgehalt habe. Nach v. Schröder's Analysen trifft letzteres zwar für den Ahorn, nicht aber für die Birke zu, wo gerade umgekehrt oben geringerer Kalkgehalt ist.

Ich habe, um der Sache auf den Grund zu kommen, eine grössere Anzahl von Kalkbestimmungen im Frühlingssaft, der verschiedener Baumhöhe entnommen war, gemacht, habe aber gleichfalls wechselnde Resultate erhalten.

Untersucht wurden Birke, Ahorn, Ostrya und Vitis; ersteres jüngere kräftige Bäume.

1. Von zwei Birken wurde die eine (I) in 3 dm und dann in 8,5 m über dem Boden angebohrt; die andere in 3 dm und 9,5 m. 1000 ccm Saft ergaben

| | unten | oben |
|---|---|---|
| I. | 0,309 | 0,103 |
| II. | 0,309 | 0,206 CaO. |

2. Ahorn (A. platanoides) von 62,5 cm Stammumfang, in 3 dm und 5 m Höhe. CaO-Gehalt in 1000 ccm

| oben | unten |
|---|---|
| 0,330 | 0,517 |

3. Ostrya vulgaris in 3 dm und 5 m Höhe:

| oben | unten |
|---|---|
| 0,149 | 0,237 |

Nach meinen Analysen sind also alle drei Bäume unten kalkreicher als oben.

Ganz andere und wechselnde Resultate habe ich beim Weinstock erhalten.

a) 6.—7. April. Ausfluss aus einem über meterlangen zweijährigen Trieb; und aus demselben nachdem er andern Tags auf 20 cm gekürzt war. 1 Liter enthielt CaO.

| bei 1 m Höhe | bei 20 cm Länge |
|---|---|
| 0,315 | 0,260 |

b) 9.—10. April, in ganz ähnlicher Weise, ein neuer Stock:

| | |
|---|---|
| 0,359 | 0,306 |

c) Ein drittes Exemplar 10.—11. April

| | |
|---|---|
| 0,231 | 0,214 |

1) Nach v. Schröder (Pringsh. Jahrb. VII, 1869, S. 288 f.) enthält 1 Liter Ahornsaft 0,26, 1 Liter Birkensaft 0,11—0,45 CaO.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0076-6

In allen drei Exemplaren demnach oben eine Kalkvermehrung.

d) An einem sehr grossen Weinstock wurden (20.—24. April) an drei Stellen in 1 m (a), in 2 m (b) und in 3 m (c) Entfernung vom Boden Saft entnommen. 1 Liter enthielt CaO.

| bei a | bei b | bei c |
|---|---|---|
| 0,268 | 0,392 | 0,288 |

Soviel steht zunächst fest, dass das Kalkverhalten, wie es hier constatirt worden, für unsere Frage keinen directen Aufschluss gibt; doch darf aus diesen Thatsachen keineswegs der Schluss gezogen werden, dass das gelöste Oxalat nicht in den Holzsaft geleitet werde. Es brauchte nur die Verwendung von Kalk die Zufuhr quantitativ zu übersteigen — und wir würden das gleiche analytische Resultat haben.

Uebrigens möchte ich zum Schluss noch einer Thatsache Erwähnung thun, die allerdings dafür zu sprechen scheint, dass der Regel nach der Kalk des pflanzlichen Oxalats dem Boden entnommen wird und nicht etwa von sonst in der Pflanze frei werdenden Kalkverbindungen stammt. Das sind Erfahrungen vom Ringelschnitt. Traugott Müller hat seiner Zeit auf mikroskopischem Wege festgestellt, dass unter der Ringelwunde bei mehreren Zweigen mehr Krystalle gefunden werden als oberhalb desselben. (Ueber den Einfl. des Ringelschnittes auf Dickenwachsthum u. Stoffvertheilung. Hallische Diss. 1888 S. 16, 22, 29, 42.) Ich habe dies Verhalten bei verschiedenen Holzflanzen quantitativ constatirt.

1. Fingerdickes Apfelstämmchen, am 30. Juli geringelt zeigt
oben 3,88 unten 6,84 % Oxalat.

2. Kleine fingerstarke Esche, im Juli geringelt, im Herbst aufgenommen
oben 1,06 unten 2,05 %.

3. Armdicker Aesculus
oben 4,44 unten 5,69 %.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05157-0077-2

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 83

Autor(en)/Author(s): Kraus Gregor

Artikel/Article: Ueber das Verhalten des Kalkoxalats beim Wachsen der Organe. 54-73