Uber die Giftwirkung von Fluornatrium auf Pfanzen.

Von **Oscar Loew.**

Obwohl verschiedene Untersuchungen über die Giftwirkung von Fluornatrium auf Wirbeltiere,[1]) sowie Beobachtungen an Pflanzen vorliegen, fehlt es noch an einer genügenden Erklärung sämtlicher Wirkungserscheinungen. Dafs die physiologischen wie die pathologischen Wirkungen einer Substanz aufs engste mit den chemischen Qualitäten zusammenhängen, darf wohl als feststehend angenommen werden. Durch welche chemischen Qualitäten unterscheidet sich nun Fluornatrium von dem so unschädlichen, ja vielen Organismen absolut nötigen Chlornatrium? Hier ergeben sich zunächst zwei sehr auffällige Unterschiede. Erstens fällt Fluornatrium aus Calciumverbindungen das Calcium als Fluorcalcium aus, welches in Wasser sehr schwer löslich ist, nämlich im Verhältnis von 1 : 26545, während Chlorcalcium bekanntlich so leicht löslich ist, dafs es an feuchter Luft zerfliefst. Zweitens verhält sich Fluornatrium wie eine ungesättigte Verbindung und liefert manche Doppelverbindungen, für welche es keine analogen Chlorverbindungen gibt, wie Fluornatrium-Fluorwasserstoff, Kieselfluornatrium, Borfluornatrium. In beiden Beziehungen verhalten sich auch Bromide und Jodide wie die Chloride; die toxischen Wirkungen der Jodide beruhen auf ganz anderen Ursachen als die der Fluoride.

Es darf also wohl gefolgert werden, dafs ein Teil der Giftwirkung des Fluornatriums auf der Kalkentziehung beruht und dafs in dieser Beziehung eine Analogie zur toxischen Wirkung neutraler Oxalate bestehen wird,[2]) ferner dafs ein zweiter Anteil der Wirkung dem quasi ungesättigten Charakter zuzuschreiben sein wird, infolge dessen es sich an andere Substanzen fester als Chloride an-

---

1) H. Schulz, Arch. exp. Path. u. Pharmak. **25**, 326; ferner H. Tappeiner, ibid. **25** pag. 203 und **27** pag. 108.

2) Vergleicht man die vorhandenen pharmakologischen Angaben, so ergibt sich, dafs bei den Wirbeltieren zunächst durch beide Salze ein auffallendes Sinken des Blutdruckes bewirkt wird, auf der Lähmung des Gefäfsnervencentrums beruhend, und dafs dann das ganze centrale Nervensystem gelähmt wird. Auch fibrilläre Muskelzuckungen werden in beiden Fällen, beim Fluornatrium sowohl wie bei Kaliumoxalat, beobachtet. Der Umstand, dafs manche Alkaloide dieselbe Wirkung äufsern können, nimmt der Übereinstimmung bei beiden kalkentziehenden Salzen nichts an Interesse.

lagern kann. So liefert Fluornatrium oder Fluorammonium Trübung und Gerinnsel mit Hefepreſssaft,[1]) und wenn man Fluornatrium (0,3 %) zu frisch gelassenem Blut setzt, so wird nicht nur die charakteristische Blutgerinnung verhindert,[2]) sondern es setzt sich über der Blutkörperchenschichte im Serum ein Niederschlag ab. Es kann sich also Fluornatrium auch mit gewissen, ohne Zweifel proteinartigen Substanzen fest verbinden. Findet ein solcher Vorgang im lebenden Protoplasma statt, so folgt, ähnlich wie bei Alkaloiden, eine Störung, die zum Tode führt. Möglicherweise verbinden sich die aktiven, labilen Eiweiſskörper noch leichter als die gewöhnlichen, passiven, mit Fluornatrium. Ovalbumin gibt mit Fluornatrium keinen Niederschlag.

Verhalten von niederen Pilzen zu Fluornatrium.

Da niedere Pilze des Kalks nicht bedürfen, so war vorauszusehen, daſs Fluornatrium hier eine schwächere Giftwirkung ausüben würde, als auf höhere kalkbedürftige Organismen, denn für letztere zeigt sich auch das kalkfällende Kaliumoxalat giftig, für erstere aber nicht. Fluornatrium hemmt zwar bei 0,1 % das Wachstum von Hefe und mancher Bakterien, aber wie ich bei B. pyocyaneus, B. mycoides, B. subtilis und B. prodigiosus beobachtete, wird das Wachstum in Bouillon selbst bei Zusatz von 1 % nicht völlig aufgehoben. Ein Zusatz von 2 % tötet verschiedene Bakterien aber innerhalb 6 Tagen (Tappeiner). Die Beobachtung von Arthus und Huber[3]), daſs eine 1proz. Lösung von NaFl auf alle Zellen tödlich wirke, bedarf daher einer Einschränkung[4]).

Auf Mycelpilze wirkt Fluornatrium schädlicher als auf Bakterien, denn bei 0,1 % in Bouillon ist nur eine sehr kümmerliche Vegetation möglich, während andererseits bei 0,005 % eine stimulierende Wirkung eintritt (Ono).

Verhalten von Phanerogamen gegen Fluornatrium.

Auf die Keimfähigkeit der Samen wirkt eine 0,1 bis 0,05proz. Lösung von Fluornatrium in 1—2 Tagen schädigend ein, wenn die

1) E. Buchner, Zymasegährung. Die Zymasewirkung wird durch Zusatz von 1,1—2,2 % Fluorammonium vernichtet; die Zymase ist also gegen Fluoride weit empfindlicher als die meisten anderen Enzyme, was auch im Verhalten gegen Dicyan zutrifft.

2) Toyonaga, Bulletin, College of Agriculture, Tokyo, Bd. VI, No. 4.

3) Arch. de Physiol. 24, 651; Jahresb. f. Tierchem. 23, 640.

4) Die Fäulnisbakterien scheinen vom Fluornatrium mehr beeinflufst zu werden als andere, indessen wird bei 0,1 % in Pepton-Bouillon ihre Entwicklung nicht verhindert; unter Umständen werden aber die Fäulnisvorgänge verlangsamt.

Samenschale nicht zu dick ist. Schon bei 0,01 % ist das fernere Wachstum von Erbsenkeimpflanzen fast ganz aufgehoben, während es zu 0,0001 bis 0,001 % zu voller Nährlösung zugesetzt, stimulirend auf das Wachstum junger Pflanzen wirkt[1]). Man sollte hier voraussetzen, dafs die geringe Menge Fluornatrium durch den Kalkgehalt der Nährlösung vollständig in das so schwerlösliche Fluorcalcium umgewandelt worden wäre, und dafs diese Verbindung, vielleicht in erhöhtem Mafse durch die Nährsalze löslich geworden, es ist, welche die stimulierende Wirkung hervorgebracht hat.

Was im Boden stehende Pflanzen betrifft, so werden sie dann selbst durch relativ grofse Dosen Fluornatrium nicht getötet, wenn der Boden solche Kalksalze enthält, die sich rasch mit Fluornatrium umsetzen können, widrigenfalls kann eine Wurzelschädigung eintreten, bevor die Fluorcalciumbildung erfolgt ist. Dafs Fluorcalcium sogar in dem feinverteilten Zustande, in dem es durch Fällung von Chlorcalcium durch Fluornatrium erhalten wird[2]), den Pflanzen nicht im geringsten schadet, haben mir Versuche mit jungen Zwiebelpflanzen gezeigt, welche wochenlang gesund blieben, als sie in eine konzentrierte Suspension von wohl ausgewaschenem Fluorcalcium gesetzt wurden.

Eine in einem kalkreichen Boden stehende ausgewachsene Flachspflanze zeigte selbst nach vier Wochen keine Schädigung, als zu ihrem Topf, der $1^1/_2$ Kilo Boden enthielt, 1 g Fluornatrium in sehr verdünnter Lösung gesetzt wurde. Von dem Kalkgehalt der Wurzeln hängt es ferner ab, wie rasch eine Pflanze getötet wird, wenn sie aus dem Boden in eine 0,1proz. Lösung von Fluornatrium versetzt wird. Eine 60 cm hohe Buchweizenpflanze war unter solchen Umständen noch nach 8 Tagen im oberen Teil gesund, nur die unteren Blätter waren abgestorben.

Verhalten von Algen gegen Fluornatrium.

Da die höherstehenden Algen kalkbedürftig sind, die niederstehenden aber nicht,[3]) und sich in Übereinstimmung damit neutrales Kaliumoxalat gegen jene als Gift erweist, gegen diese aber nicht,

---

1) Aso, Bulletin, College of Agrikulture, Tokyo, V, No. 2 und Kanda Journ. College of Science, Tokyo, **19** (1903).

2) Es gleicht so erhalten dem Stärkekleister.

3) Molisch hat im Jahre 1895 gezeigt, dafs Ulothrix, Microthamnion Stichococcus und Protococcus des Kalks nicht bedürfen; um dieselbe Zeit beobachtete ich das auch bei einer Palmella.

war es von Interesse die höheren und niederen Formen in ihrem Verhalten auch zum kalkfällenden Fluornatrium zu vergleichen.

Wenn Fäden von Spirogyra communis in eine 1proz. Lösung von Fluornatrium gebracht werden, ziehen die Chlorophyllschrauben schon nach 15 Minuten ihre Lappen ein und der Kern kontrahiert sich. Einige Fäden von Spirogyra nitida wurden in je 50 ccm Lösung von 1proz. Fluornatrium und 1proz. neutralem Oxalat eingelegt. Nach einer Stunde bot sich in beiden Fällen genau das gleiche Bild dar: der Zellkern war in allen Zellen aufserordentlich stark kontrahiert und die lappigen Konturen der Chlorophyllbänder eingezogen; bald darauf erfolgte auch der Verlust der Schraubenlage der letzteren unter Verquellung. Das Cytoplasma verlor den Turgor im Oxalat nach $2^1/_2$ Stunden, im Fluorid etwas später.

Mesocarpus und Diatomeen verhalten sich der Spirogyra ähnlich. Eine 1proz. Lösung von Fluornatrium tötet Diatomeen fast momentan; eine 0,01proz. Lösung tötet sie in zwei Tagen.

Ulothrix verhielt sich dagegen anders. In einer 1proz. Lösung von Fluornatrium war sie nach einer Stunde noch am Leben, Palmella selbst nach zwei Stunden. Als diese Organismen nach einer resp. zwei Stunden in kalkfreie sterilisierte Nährlösung [1]) übertragen wurden, ergab sich nach 10 Tagen eine beträchtliche Entwicklung. Zusatz von 0,5 % Dikaliumoxalat hinderte diese Entwicklung nicht, wohl aber von ebensoviel Fluornatrium. Dieses hemmt also wichtige Lebensfunktionen auch bei diesen Organismen, ohne dieselben aber sofort zu töten.

Die gleichen Beobachtungen wurden an Scenedesmus quadricauda [2]) gemacht; auch dieser Organismus gedeiht in kalkfreier Lösung und wird durch 0,5proz. Lösungen von Dikaliumoxalat und Fluornatrium nicht getötet, selbst nicht in vier Tagen. — Auch Oscillaria scheint zu jener Gruppe der niederen Algen zu gehören, welche Kalk nicht benötigen. Als dem Kulturwasser 0,5proz. neutrales Kaliumoxalat zugesetzt wurde, konnten ihre Oscillationen selbst nach 20 Stunden noch beobachtet werden; später allerdings starben die Fäden ab, da sie gegen ungewohnte Einflüsse überhaupt sehr empfindlich sind, was das Arbeiten mit diesen Organismen erschwert. In einer 0,5proz.

---

1) Diese Nährlösung enthielt je 0,1 pro mille Kaliumnitrat, Dikaliumphosphat, Magnesiumsulfat, Ammoniumsulfat und Spuren Ferriphosphat.

2) Die Familie der Pleurococcaceae besitzt bekanntlich lediglich Vermehrung durch Teilung. Diese Organismen vermehren sich weder durch Sporenbildung, noch in geschlechtlicher Weise.

Lösung von Fluornatrium stellten die Fäden zwar schon nach einer Stunde ihre Bewegungen ein, die Zellen hatten aber selbst nach mehreren Stunden noch das ursprüngliche Aussehen, der Inhalt war nicht kontrahiert.

Ich habe früher darauf hingewiesen, dafs der Kern zuerst von Kaliumoxalat angegriffen wird, und habe daraus auf einen Kalkgehalt des Kerns geschlossen, weil Oxalate gar keine andere charakteristische Eigenschaft besitzen, welche sie vor anderen verwandten, aber ungiftigen Salzen auszeichnen würden. Nun sehen wir, dafs da, wo das Kaliumoxalat den Kern angreift, auch das Fluornatrium, welches lediglich die Kalkfällung als charakteristisches Merkmal mit dem Oxalat gemeinsam hat, sich ebenso verhält. Sollte denn das nicht andeuten, dafs meine Erklärung die richtige ist?

Auch die Giftwirkung, welche Magnesiumsalze in Abwesenheit von gelösten Kalksalzen auf die kalkbedürftigen Pflanzen ausüben, läfst sich von meinem Standpunkt aus am einfachsten erklären, wie ich früher erörtert habe. Allerdings stofsen wir hier auf verschiedene Grade der Empfindlichkeit, was auf eine verschieden feste Bindung des Kalks im Kerne verschiedener Familien deutet. So sind Diatomeen (auch Amoeben) gegen einen beträchtlichen Überschufs von Magnesia über Kalk weniger empfindlich als Spirogyren.

Verhalten von Flagellaten.

Bei den Flagellaten, welche von Bütschli und von Klein zu den Protozoen gestellt werden, stehen die extremen Glieder, nach Overton, weiter von einander ab als von gewissen Repräsentanten benachbarter Gruppen. Während bei Volvox aureus nach Klein ein dreifach verschiedener Generationswechsel, ferner geschlechtliche sowohl als ungeschlechtliche Fortpflanzung vorhanden ist, besitzen die niedersten Formen der Flagellaten nur die einfache Teilung als Fortpflanzungsmodus[1]). Da bei den Algen teils mit der höheren Entwicklung der Gestaltung, teils mit der geschlechtlichen Differenzierung das Bedürfnis für Kalk als Nährstoff sich einstellt, ergab sich auch für das Kalkbedürfnis der Flagellaten ein gewisses Interesse.

Nun hatte ich schon vor Jahren gelegentlich beobachtet, dafs die so tief stehenden Monadinen selbst nach zwei Tagen in einer 0,5proz. Lösung neutralen Kaliumoxalats lebendig bleiben, während Euglena viridis nach 40 Minuten abgestorben war, als zu ihrem

1) Die merkwürdige Palmellacee Physocytium confervicola bildet ein Zwischenglied zwischen Volvocineen und Palmellaceen.

Kulturwasser 0,5 % jenes Oxalats gesetzt wurde. Sie führte dabei stetig langsame Kontraktionen aus, ehe sie zu einer kleinen starren Kugel schrumpfte. Da die spezifische Wirkung der Oxalate in der Kalkfällung besteht, so kann wohl gefolgert werden, dafs Euglena, welche in bezug auf ihre tierartigen Bewegungen wohl zu den höchsten Flagellaten gezählt werden kann, kalkbedürftig ist, die so tief stehende Monas aber nicht. Auch gegen Fluornatrium ist Euglena sehr empfindlich; in einer 0,5proz. Lösung dieses Salzes stirbt sie nach mehreren Kontraktionen in 10—12 Minuten ab.

Merkwürdig ist das Verhalten einer ziemlich tiefstehenden chlorophyllführenden Flagellate, welche in Tier- und Palmellaform vorkommt, nämlich einer Art von Gonium, welche auf Gonium sociale bis auf die Geiselzahl, 1 statt 2, stimmt[1]). Zwei Ösen einer Aufschwemmung der Reinkultur wurden in je 5 ccm einer 1proz. Lösung von neutralem Kaliumoxalat und in eine von 0,5 % Fluornatrium übertragen. Nach 20 Stunden zeigte sich ein grüner Ring an der Oberfläche der in einer Proberöhre befindlichen Oxalatlösung, beim Fluornatrium aber nicht, sondern nur ein grüner Bodensatz. Nun wurde von dem Belag resp. Bodensatz in je 10 ccm kalkfreie Nährlösung, die sich in paraffinierten Proberöhren befand, übertragen. Nach fünf Tagen war ein grüner Ring an der Oberfläche in beiden Fällen vorhanden. Bei der mikroskopischen Untersuchung ergab sich jedoch, dafs das Palmellastadium fast ausschliefslich vorhanden war. In diesem Stadium fand sogar Vermehrung statt, als zur kalkfreien Nährlösung noch 0,5 % neutrales Kaliumoxalat gesetzt wurde; bei Fluornatriumzusatz fand jedoch eine Vermehrung nicht statt; dieses hemmte somit sehr wesentlich die Lebensfunktionen, ohne jedoch sofort als Gift tödlich zu wirken, wie dieses bei den höherstehenden Algen und Euglena der Fall ist.

Nun wurde dieses Gonium in eine kalkfreie Nährlösung mit grofsem Überschufs an schwefesaurer Magnesia übertragen, diese enthielt:

Magnesiumsulfat	1 %
Kaliumnitrat	0,01 %
Dikaliumphosphat	0,01 %
Ferriphosphat	Spur

1) Bei Gonium findet sich nur successive Zellteilung. Ich fand Massen dieser Flagellate in einem von toten Insekten faulig gewordenen Wasser schon fast in Reinkultur, von Bakterien abgesehen. Nun wurde davon in reine mineralische Nährlösung abgeimpft und so in einigen Proben Reinkultur beobachtet; in einigen zeigten sich jedoch Chytridien, welche in der fauligen Flüssigkeit schon vorhanden waren.

Nach drei Monaten war ein beträchtlicher grüner Ring an der Oberfläche vorhanden, der jedoch ausschliefslich aus der Palmellaform bestand[1]). Von diesen Zellen wurde nun wieder in volle kalkhaltige Nährlösung abgeimpft, eine sehr verdünnte und eine relativ konzentrierte, nämlich:

Calciumnitrat	0,02 %	0,5 %
Magnesiumsulfat . . .	0,02 %	0,3 %
Kaliumnitrat	0,03 %	0,03 %
Ammoniumsulfat . .	0,01 %	0,01 %
Dikaliumphosphat . .	0,01 %	0,01 %
Ferriphosphat	Spur	Spur

Nach drei Tagen war in beiden die Tierform des Gonium wieder entwickelt. In einer weiteren Lösung jedoch, welche auf 0,5 % Calciumnitrat nur 0,01 % Magnesiumsulfat enthielt — ein sehr ungünstiges Verhältnis — blieb die Entwicklung aus.

Es sei noch speziell bemerkt, dafs alle Operationen unter den bei bakteriologischen Arbeiten berücksichtigten Vorsichtsmafsregeln ausgeführt wurden. Die Nährlösungen wurden vor der Infektion gekocht, blieben mit Baumwollepropf verschlossen etc. Das destillierte Wasser war aus Glasgefäfsen destilliert worden.

Rückblick.

Die niederen Formen der Flagellaten, welche sich lediglich durch Zellteilung fortpflanzen, bedürfen ebenso wenig des Kalks, als die niederen Algen. Mit der fortschreitenden geschlechtlichen Differenzierung oder der höheren Entwicklung der Form tritt das Bedürfnis für Kalksalze ein. Nun ist aber im Zellkern das geschlechtliche Prinzip sowohl, wie die Vererbung der Form deponiert, was den Schlufs nahe legt, dafs es gerade der Zellkern ist, welcher bei der höheren Entwicklung von Form und Funktionen des Kalks bedarf, und dafs die Assimilation des Kalks durch den Zellkern eine höhere Differenzierung seiner Tektonik ermöglicht.[2])

Nun sehen wir aber, dafs die beiden kalkentziehenden Mittel: oxalsaures Kali und Fluornatrium, zwei sonst so verschiedene Salze, tatsächlich in erster Linie auf den Zellkern wirken und ihn in auf-

1) In einer zweiten Probe war viel wieder abgestorben. Die Untersuchung ergab, dafs trotz aller Vorsicht sich eine Chytridie eingestellt hatte, welche die Zellen des Goniums aussaugte.

2) Algen mit Oogamie und direkter Kopulation benötigen Kalk. Ob bei Ulothrix die Gametenkopulation ebenso in Abwesenheit des Kalks eintreten kann, als die blofse vegetative Vermehrung, bleibt noch zu beobachten.

fallender Weise abtöten, während diejenigen Organismen, welche des Kalks nicht bedürfen, auch von neutralen Oxalaten nicht angegriffen und ferner gegen Fluornatrium weit weniger empfindlich sind als die höheren kalkbedürftigen Formen. Diese Tatsachen wären ganz unerklärlich, wenn man annehmen wollte, der Kalk sei lediglich zur Membranbildung oder zur Ermöglichung gewisser bis jetzt total unbekannter Stoffwechselvorgänge nötig. Membran und Stoffwechsel unterscheiden sich wohl kaum bei höheren und niederen Algen und Flagellaten; für den Kern aber ist es sicher, dafs seine Tektonik verschieden sein mufs.[1])

Wie erwähnt, ist für Fluornatrium eine zweifache Giftwirkung sehr wahrscheinlich; es wirkt in erster Linie kalkentziehend, in zweiter Linie alkaloidartig. Infolge dieser letzteren Eigenschaft übt es auch bei den kalkfreien und niedersten Organismen eine hemmende Wirkung aus, welche neutrale Oxalate auf diese nicht ausüben. Immerhin gestattet Fluornatrium selbst bei 1 % noch eine, wenn auch kümmerliche Entwicklung von manchen Bakterienarten und bei 0,1 % eine schwache Entwicklung von Schimmelpilzen.

Nachschrift.

Vor einiger Zeit erschien in der Botanischen Zeitung ein Artikel von W. Beneke, welcher Einwände erhebt gegen meine Ansicht über die physiologische Rolle des Kalks. Einige dieser Einwände sind aber bereits erledigt, die anderen leicht zu beseitigen, so dafs ich mich kurz fassen kann. Der Autor schreibt z. B.: „Der reichliche Calciumgehalt von Laubblättern ist zweifellos belanglos; denn dieser steht bekanntlich nicht mit der Chlorophyllmenge[2]) in Beziehung, sondern mit anderen Faktoren, z. B. der Transpiration (Kalkoxalat der Blätter).“ Dieser „Einwand“ ist auf der ersten Seite meiner ersten Abhandlung über die Kalkfrage bereits erledigt worden, siehe Flora 1892, S. 368.

Ferner wird darauf hingewiesen, dafs für die Vegetationspunkte trotz ihrer relativ grofsen Zellkerne ein höherer Kalkgehalt nicht nachgewiesen sei. Hier können aber selbstverständlich nur ausgewachsene Organe mit verschieden grofsen Zellkernen verglichen werden; denn rasch wachsende Teile brauchen zur Herstellung ihrer

1) Da aus mehreren Gründen anzunehmen ist, dafs die Bildung von Nucleoproteiden im Zellkern erfolgt, so dürfte sich erklären, dafs kalkhaltige Kerne auch kalkhaltige Chlorophyllkörper im Gefolge haben.

2) Wahrscheinlich wollte der Autor schreiben: „Menge der Chloroplasten“, denn mit dem Farbstoff an sich hat der Kalk jedenfalls keine direkten Beziehungen.

Nucleoproteide für Zellkern und Chlorophyllkörper relativ viel Magnesia und phosphorsaures Kali.

Ferner scheint aus einem Satze hervorzugehen, dafs der Autor Kaliumsulfat für ebenso giftig als Magnesiumsulfat hält. Da dieses irrtümlich ist, fällt der damit verknüpfte „Einwand“. Ebensowenig hat er meine Erklärung für die Tatsache, dafs ein bestimmtes Verhältnis zwischen Kalk und Magnesia am günstigsten für die Pflanzen ist, durch den Hinweis beseitigt, dafs auch zwischen anderen Nährstoffen ein günstigstes Verhältnis für die Pflanzen existiere. Hier werden sich wohl auch Erklärungen geben lassen, diese werden aber ganz verschieden sein von der für das beste Verhältnis zwischen Kalk und Magnesia gegebenen.

Die Beobachtung ferner, dafs Pflanzen in Nährlösungen ohne Kalk und Magnesia manchmal ebenso rasch zugrunde gehen, als in Lösungen, in denen der Kalk allein fehlt, dafs also Magnesiumgegenwart den Tod infolge des Calciummangels nicht beschleunigte, kann nicht als ein ernstlicher Einwand gegen meine Auffassung betrachtet werden, denn die Pflanzen enthalten wohl in den meisten Fällen sowohl Calcium- als auch Magnesiumsalze gespeichert und zwar, je nach dem Boden, nicht in denselben Mengen. Eine kalkreichere und magnesiaärmere Pflanze wird der Giftwirkung der Magnesiasalze in kalkfreien Lösungen länger widerstehen als eine kalkärmere, aber magnesiareichere. — Wenn ferner Pflanzen in einer kalkfreien, aber sonst vollen Nährlösung eher absterben, als in Lösungen, welche nur die entsprechende Magnesiamenge enthalten, dafs also dort der Kalkmangel sich eher fühlbar macht als hier, so beruht dieses sehr wahrscheinlich darauf, dafs dort infolge der vorhandenen Ernährungsbedingungen der Reservekalk zur weiteren Entwicklung herangezogen wurde, so dafs die Giftwirkung der Magnesia, die sich ja nur bei Abwesenheit von Reservekalk äufsert, eher eintreten mufste als hier, wo bei dem Mangel an N, P_2O_5 und K_2O gar keine weitere Entwicklung möglich war.

In Dekokten von Pflanzen sind fast stets Kalk und Magnesia nachweisbar und diese wasserlöslichen Formen können wohl als Reserveformen aufgefafst werden.

Schliefslich scheint unser Autor sogar zu bezweifeln, dafs die Giftwirkung der Oxalate auf der kalkentziehenden Wirkung derselben beruht. Ich halte es für unnötig, darauf einzugehen, sondern will nur hinweisen, dafs man in pharmakologischen Kreisen nicht mehr daran zweifelt.

Auf weitere Angriffe werde ich blofs dann antworten, wenn dieselben wirklich neue Beobachtungen oder neue Ideen bringen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 94

Autor(en)/Author(s): Loew Oscar

Artikel/Article: Über die Giftwirkung von Fluornatrium auf Pfanzen 330-338