gewichtslage und keine Aufhebung des Zusammenhangs der benachbarten zu. Es ist der Äther ein elastisch fester Körper und kein flüssiger oder gasförmiger. Die Atome durchdringen den Äther, ohne dafs er seinen Zusammenhang aufgiebt und ohne Widerstand. Von diesem Gesichtspunkte aus werden die verschiedenen Fernewirkungen besprochen.

21. Dezember 1881.

Über Pflanzenvergiftungen.

Referent: Dr. C. Krauch.

Es giebt gewisse Stoffe, welche in minimalen Quantitäten dem Leben der Pflanze in hohem Grade gefährlich sind.

Das Rhodanammonium z. B. ist ein heftiges Gift für Pflanzen. Verdünnte Dämpfe von schwefeliger Säure und Salzsäure sind den Blättern der Bäume sehr schädlich. Wenig Zinkvitriol, der Graswurzel gereicht, tötet das Gras.

Die Erkenntnis dieser Thatsachen hat eine wichtige praktische Anwendung, denn Pflanzenvergiftungen kommen sehr häufig vor und sie berühren in manchen Gegenden das Gewerbe des Landwirtes und die Forstwirtschaft auf das empfindlichste. Eine grofse Reihe industrieller Etablissements schicken bei der Gewinnung und Verarbeitung ihrer Rohmaterialien giftige Gase in die Luft, welche das Leben der Bäume ruinieren, oder lassen giftige Stoffe ins Wasser fliefsen, wodurch die Flora der schönsten Rieselwiesen zu Grunde gerichtet werden kann.

Wo derartige Beschädigungen vorkommen, verlangen die Adjazenten von den Fabriken vollkommene Einrichtungen zur Beseitigung der schädlichen Stoffe oder Vergütung für die ruinierten Ernten. Da Beides gewöhnlich grofse Kosten verursacht, so entstehen Streitigkeiten, in denen der Landwirt, um zu seinem Rechte zu kommen, vor allem notwendig hat, den Nachweis der Giftigkeit der Fabrik-Abfallstoffe und Gase zu liefern. In solchen Fällen ist alsdann das Gutachten des Chemikers resp. Physiologen notwendig, und dazu giebt die Kenntnis der für die Pflanze giftigen Stoffe die unentbehrliche Grundlage.

Besondere Versuche über unseren Gegenstand sind daher schon in ziemlicher Anzahl ausgeführt. In mancher Hinsicht liegt das grofse Ge-

biet trotzdem noch brach; es fehlt an richtigem experimentellen Beweismaterial. Um diesem Mangel abzuhelfen, führen wir an der hiesigen Versuchsstation seit einiger Zeit neue und ausführliche Untersuchungen aus. Einige Resultate dieser Untersuchungen teile ich mit und führe zugleich die Arbeiten anderer Experimentatoren an.

I. Die giftigen Stoffe, welche bei der Fabrikation des Leuchtgases auftreten, und die Giftigkeit des Leuchtgases.

Unter den Produkten der trockenen Destillation der Steinkohlen sind verschiedene Stoffe, welche giftig auf die Vegetation einwirken. Das Leuchtgas selbst ist ein Pflanzengift. Bei der Kondensation desselben, ferner in dem Kalk (Gaskalk), den das Leuchtgas behufs seiner Reinigung zu passieren hat, dann in dem Gasometerwasser setzen sich höchst gefährliche Stoffe ab.

1). Gaskalk, Kondensations- und Gasometer-Wasser.

Bekannt ist, dafs durch die Düngung mit frischem Gaskalk der Ertrag der Felder auf Jahre vernichtet werden kann. Bezüglich des Kondensationswassers wurde durch Versuche von Artus*) festgestellt, dafs dasselbe, auch wenn es auf $^1/_4$ verdünnt zum Begiefsen der Cerealien und Futterkräuter verwandt wird, diese Pflanzen in sehr kurzer Zeit ihrer grünen Farbe beraubt; sie kränkeln und sterben bald darauf ab. Ebenso gefährlich wirkt ein längere Zeit gebrauchtes Gasometerwasser.

Die giftige Wirkung des Gaskalkes und Gaswassers rührt von seinem Gehalte an Schwefelverbindungen, Cyan resp. Schwefelcyan-Verbindungen, schwefeligsauren und unterschwefeligsauren Salzen her. Ferner wirken auch die darin enthaltenen aromatischen Verbindungen, z. B. die Carbolsäure schädlich.

Über die Giftigkeit der Schwefelcyan-Verbindungen, des Rhodans, sind verschiedene Versuche angestellt.

a. P. Wagner**) berichtet, dafs auf einem Felde A, welches pro Morgen mit $^1/_2$ Ctr. Ammoniaksuperphosphat (enthaltend 10 % N. und 9 % l. Ph.) gedüngt und mit Gerste besäet war, die Samen sehr spärlich keimten und die wenigen Pflanzen, welche sich anfangs kümmerlich entwickelten, später noch grofsenteils zu Grunde gingen, wäh-

*) Der Landwirt 1867. S. 396.

**) Journal für Landwirtschaft 1873. S. 432.

rend ein danebenliegendes Feld B, welches ebenso bestellt war, nur mit dem Unterschiede, dafs das darauf gebrachte Superphosphat einer andern Bezugsquelle entstammte, einen normalen Ernteertrag lieferte.

Das Ammoniaksuperphosphat für das Feld A zeigte bei der nachträglichen Untersuchung einen hohen Rhodangehalt, während das Superphosphat für B frei davon war. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dafs die Ernte des ersteren Feldes durch das rhodanhaltige Superphosphat vernichtet wurde. Auch anderweitige Versuche,*) welche Wagner bei Gerste, Klee und Mais anstellte, zeigen die grofse Schädlichkeit des Rhodans für die Pflanzen.

b. In welch kleinen Mengen das Rhodan giftig wirkt, geht recht deutlich aus folgenden Versuchen hervor, die wir selbst ausführten.

α. Topfversuche über den Einflufs des Rhodanammoniums auf die Keimung der Gerste.

5 Kilo lufttrockenen Boden enthaltende Töpfe mit einer oberen Bodenfläche von 93 □Zoll, wurden wie folgt behandelt:

I. erhielt 4*g* Ammoniaksuperphosphat von 9,75 % Stickstoff und 10,3 % löslicher Pbosphorsäure.
II. Dasselbe + 0,05*g* Rhodanammonium.
III. „ + 0,10*g* „ „
IV. „ + 0,25*g* „ „
V. „ + 0,50*g* „ „

Jeder Topf wurde am 28. Mai mit 12 Korn Gerste besäet, nachdem zuvor das Ammoniaksuperphosphat mit dem Boden in drei Zoll Höhe innigst gemischt war. Das Ganze wurde dann mit der entsprechenden Menge Rhodanammonium in 200*cc* Wasser gelöst, begossen.

Die weitere Beobachtung ergab folgendes Resultat:

Bei No. I. alle Samen am 31. Mai gekeimt, die Pflanzen entwickelten sich kräftig und gesund; bei der am 3. September vorgenommenen Ernte zeigten die Ähren durchschnittlich 14—18 reife Körner.

Bei No. II. waren am 1. Juni zwei Samen gekeimt. Die anderen Samen kamen nicht. Am 3. September waren die zwei Pflanzen noch grün, sie hatten viel kleinere Ähren als I. und die Ähren waren teilweise noch nicht reif, die Pflanzen schwächlich entwickelt.

*) Bericht über Arbeiten der landw. Versuchsstation. Darmstadt 1874. 69.

Bei No. III. Einzelne Samen kamen am 2. Juni, gingen aber nach einigen Tagen wieder ein. 14 Tage bis drei Wochen nachher entwickelten sich noch einige Pflanzen kümmerlich und waren am 3. September noch grün.

Bei No. IV. und V. ist kein Samen aufgegangen.

Durch 0,25 und 0,50*g* Rhodanammonium wurde somit die Keimfähigkeit aller 12 Samen vernichtet. Bei 0,05 und 0,1*g* Rhodanammonium brachten es noch einige Samen zur Keimung, entwickelten aber ungesunde und abnorme Pflanzen.

Bedenkt man, dafs das Rhodanammonium bei diesen Versuchen je auf 93 □ Zoll Bodenfläche verteilt wurde, so ist ersichtlich, dafs jeder der 12 einzelnen gleichmäfsig über diese Fläche verbreiteten Samen nur eine ungemein geringe Menge des Giftes zur Vernichtung des in ihm schlummernden Lebens brauchte.

Zu diesen Versuchen diente sandiger Lehmboden.

Auf demselben Boden machten wir auch:

β. Versuche über die Einwirkung des Rhodanammoniums auf Gerstenpflanzen, welche sich vor der Blüte befanden.

Zwei Töpfe, von der oben bezeichneten Gröfse, in welchen die Gerste üppig und kräftig vegetierte, wurden vom 21. Juni ab mit Rhodanammoniumlösung begossen und zwar:

Topf Ia jedesmal mit 0,02*grm* Rhodanammonium in 200*cc* Wasser gelöst,

„ Ib „ „ 0,04 „ „ „ „ „

Am 25. Juni zeigten die Pflanzen in Ib, nachdem sie zweimal mit obiger Lösung begossen waren, ein deutlich krankhaftes Aussehen, indem die Blätter an den Spitzen unter Ringeln und Annahme einer gelbweifsen Farbe abstarben.

Am 27. Juni zeigten auch die Pflanzen in Ia, nachdem sie dreimal mit obiger Lösung begossen, dasselbe krankhafte Aussehen.

Am 7. Juli wurde abermals begossen und jetzt starben die Pflanzen nach einigen Tagen ganz ab.

Also auch für die vollkommen entwickelte Pflanze ist das Rhodanammonium ein heftiges Gift.

γ. Auch in Wasserkulturen haben wir die Giftigkeit des Rhodans konstatiert.

Gerstenpflanzen mit 7—12 Blättern, die bis zum 21. Juni in $^1/_2$ pro Mille Nährlösung gestanden, wurden jetzt in 1 pro Mille Nährlösung gesetzt; aufserdem erhielten

Pflanzen in Glas A einen Zusatz von 0,025*grm* Rhodanammonium
„ „ „ B „ „ „ 0,050 „ „
„ „ „ C „ „ „ 0,100 „ „

pro Liter Nährlösung. Die Gläser, welche zu unseren Versuchen benutzt werden, fassen $1^1/_2$ Liter. In jedem Glase vegetieren drei Pflanzen.

Das Ergebnis der Versuche ist folgendes:

In allen drei Gläsern zeigen die Pflanzen am 25. Juni ein krankhaftes Aussehen, indem sie von den Spitzen an eine gelbweifse Farbe annehmen und absterben resp. austrocknen. Am 8. Juli sind die Pflanzen in C völlig abgestorben.

Am 1. August wurden die Lösungen erneuert, da sich die Pflanzen von A und B an einzelnen Sprossen noch wenig grün zeigten. (Die alte Nährlösung giebt keine Rhodanreaktion mehr.)

Nach dieser erneuerten Gabe von Rhodanammonium starben auch die Pflanzen in A und B nach gut 8 Tagen ab und zwar die in A zuletzt.

Bei Controlversuchen, welche gleichzeitig mit Pflanzen ohne Rhodanammonium-Zugabe ausgeführt sind, wurde eine sehr üppige Vegetation erhalten.

Was nun die übrigen Bestandteile des Gaswassers und Gaskalkes anbelangt, so liegen noch einige Versuche mit Carbolsäure vor.

Nach A. Vogel*) zeigten Samen, welche auf einer grofsen Unterlage mit Wasser benetzt worden waren, das in 50*cc* einen Tropfen Carbolsäure enthielt, nicht die mindeste Keimung.

W. Detmer**) beobachtete bei Versuchen mit Erbsen, von welchen fünf Stück mit 10*cc* einer 0,1prozentigen Carbolsäurelösung übergossen und 24 Stunden bei Seite gestellt, dann abgetrocknet und in destilliertes Wasser gesetzt wurden, dafs zwar alle Samen noch keimten, aber die Evolutionsintensität der Keimpflanzen entschieden beeinträchtigt war. Einprozentige Carbolsäurelösung hebt die Keimfähigkeit der Samen völlig auf und behindert das Wachstum der Keimpflanzen durchaus.

Für das Schwefelcalcium des Gaskalkes und das Schwefelammo-

*) Jahresbericht für Agrikultur-Chemie XIII, II, 78.
**) Landw. Jahrbücher 1881, Heft 5.

nium des Gaswassers, ferner für die schwefeligsauren und unterschwefeligsauren Salze liegt der nachteilige Einflufs auf der Hand, da diese Stoffe im Boden den für die Kulturpflanze notwendigen Sauerstoff absorbieren.

Nach alle dem haben wir in dem Gaswasser und Gaskalke unbedingt Abfälle, die auf gewisse Kulturpflanzen höchst giftig einwirken. Besonders zeigen unsere Versuche mit Rhodanammonium, dafs auch die kleinsten Mengen dieser Verbindung die Pflanzen töten können.

Es ist daher unzulässig, den frischen Gaskalk auf die Felder zu bringen, oder das Kondensations- und Gasometerwasser in kleine Bäche fliefsen zu lassen, deren Wasser zur Berieselung der Wiesen dient. Es kann dadurch die ganze Vegetation vernichtet werden.

Durch längeres Liegen an der Luft sollen sich die giftigen Stoffe des Gaskalkes zersetzen und er zum Düngen brauchbar werden. Ob auch durch längere Berührung des Gasometerwassers mit Luft, etwa ein langsames überrieseln über Sandschichten, das Rhodan des Gaswassers zerstört wird, müssen erst Versuche zeigen.

2) Die Giftigkeit des Leuchtgases.

Über die giftige Einwirkung des Steinkohlenleuchtgases auf die Wurzeln der Pflanzen besitzen wir eine Reihe interessanter Beobachtungen.

Girardin*) berichtet über eine Vergiftung italienischer Pappeln in einer Promenade von Lille. An beiden Seiten der Promenade waren diese Bäume angepflanzt. Längs der einen Baumreihe befindet sich die Gasleitung, etwa 0,6 bis 1,3 Meter von den Pappelwurzeln entfernt. Die auf dieser Seite angepflanzten Pappeln starben rasch ab, während die Reihe gegenüber gesund blieb. Dafs hier eine Vergiftung durch Leuchtgas vorlag, konnte auch durch die Analyse des Bodens konstatiert werden. Der Boden in der Nähe der abgestorbenen Bäume enthielt brenzlich-ölige Stoffe und Ammoniaksalze in ziemlicher Menge; der Boden auf der andern Seite war frei davon. Bemerkt sei, dafs die Gasleitung aus thönernen mit Erdpech überzogenen Röhren angefertigt und die Verbindungen unversehrt waren. Auch in anderen Städten, in Berlin, Hamburg, Hannover etc., sind ähnliche Erscheinungen selbst bei gufseisernen Leitungen beobachtet. Experimentelle

*) Jahresbericht für Agrikulturchemie, VII, 199.

Versuche stellen aufserdem die Sache über jeden Zweifel. So leitete Kny*) das Leuchtgas durch Röhren in die Nähe der Wurzeln, wobei verhältnismäfsig kleine Mengen des Gases, mehrere Monate zugeführt, das Absterben der Versuchsbäumchen bewirkten. Am empfindlichsten zeigten sich Evonymus-Sträucher, Ahorn und Ulme, bei welchen schon nach zwei Monaten Anfang September die Blätter welk wurden und im folgenden Frühjahr kein Lebenszeichen mehr vorhanden war. Die Linde widerstand etwas länger.

J. Böhm**) beobachtete den schädlichen Einflufs des Leuchtgases auf verschiedene Stecklinge.

Späth und Meyer***) haben quantitative Versuche angestellt, wobei durch 0,772*cbm* Leuchtgas, täglich auf 14,19*qm* Boden von 1,25*m* Tiefe verteilt, in $4^1/_2$ Monaten sämtliche Versuchsbäume getötet wurden; 0,0154*cbm* Leuchtgas auf 14,49*qm* Oberfläche wirkte schon sehr schädlich.

Dieselbe Menge Leuchtgas ist zur Zeit der Wachstumsperiode, besonders der Bildung der neuen Wurzelfibrillen, viel gefährlicher als im Winter, wenn die Vegetation ruht.

II. Die Giftigkeit der Salzsäure- u. Schwefeligensäure-Dämpfe.

Diese Gase sind für die Vegetation sehr schädlich.

Wer einmal in der Nähe einer Sodafabrik, welche ihre Salzsäure in die Luft schickt, oder von Zinkhütten und Ultramarinfabriken gewesen ist, aus deren Schornsteinen die schwefeligsauren Dämpfe entweichen, der wird kaum das traurige Bild vergessen, welches hier die Vegetation zeigt. Der Rasen ist wie ausgebrannt. Die Bäume sind abgestorben. Wo vor dem Betrieb der Hütten oder der Fabrik die schönsten Waldungen und fruchtbare Obstgärten standen, strecken jetzt Bäume ihre dürren Äste in die Luft, dazwischen hier und da noch ein grüner Zweig mit ein paar im Absterben begriffenen Blättern. Unzweideutig sieht man hier die Zerstörungen durch saure Dämpfe. Nicht nur durch Beobachtungen im Freien ist die Giftigkeit der genannten Gase erkannt, sondern es sind auch zahlreiche Versuche angestellt, bei welchen Pflanzen den Dämpfen ausgesetzt wurden.

---

*) Jahresbericht für Agrikulturchemie, XIII, II, 236.
**) „ „ „ XVI, I, 325.
***) „ „ „ XVI, I, S 25.

G. Christel*) brachte 5 bis 6 Monate alte, in Töpfen befindliche Pflanzen von Winterroggen mit verschiedenen Mengen von Salzsäure unter Glasglocken, wobei sich ergab, dafs bei einem Gehalt der Luft von 0,1 % Chlorwasserstoffgas die Pflanze deutlich in ihren vitalen Funktionen beeinträchtigt wird.

Jul. Schröder**) stellte frisch abgeschnittene Zweige verschiedener Laubhölzer und der Tanne 24 bis 36 Stunden in einem Glasgehäuse in eine Luft, welche ca. $^1/_{1000}$ ihres Volumens schwefelige Säure enthielt. Die Zweige nahmen ein krankhaftes, stellenweise ganz fahles Aussehen an.

M. Freitag***) fand, dafs eine Luft, welche mehr als $^1/_{55000}$ dem Volumen nach (0,0018 Vol. pCt.) an schwefeliger Säure enthält, die Chlorophyllmassen der feuchten, grünen Blätter von Weizen, Hafer und Erbsen nach wenigen Stunden zerstörte. Luft mit $^1/_{74000}$ (0,00135 Vol. pCt.) schwefeliger Säure wirkte dagegen bei M. Freitags Versuchen nicht schädlich.

Er glaubt die genannten Zahlen daher als Grenze annehmen zu dürfen, bei welcher die feuchten Blätter der landwirtschaftlichen Kulturgewächse von der schwefeligen Säure beschädigt werden.

In letzterer Hinsicht mag jedoch gleich hier betont sein, dafs man für die Beschädigungen, wie sie im Grofsen in der Nähe der Hütten vorkommen, offenbar den Freitagschen Zahlen keinen Wert beilegen darf, da die Dauer der Einwirkung des Gases und die Entwickelungsperiode der Pflanze derart mitspricht, dafs von festen Grenzzahlen nicht die Rede sein kann. Jul. Schröder fand z. B. bei seinen Versuchen, dafs die gleiche Menge schwefeliger Säure die Laubblätter stärker in der Transpiration schädigt, als die Nadeln der Tanne, und dafs von der gleichen Fläche des Laubblattes mehr schwefelige Säure absorbiert wird, als von den Nadeln. Wenn nun trotzdem die Erfahrung in Rauchgegenden zeigt, dafs Nadelhölzer empfindlicher sind als Laubbäume, so läfst sich dies nach Schröder nur durch die Dauer der Einwirkung des Gases erklären. Während bei den Laubhölzern die Belaubung des Jahres nur indirekt von der im vorhergegangenen Jahre stattgehabten Schädigung beeinflufst wird, summieren

*) Jahresbericht für Agrikulturchemie XIII, II, 228.
**) Landw. Versuchsstationen, 15, 321.
***) Jahresbericht für Agrikulturchemie, XIII, II, 229.

sich bei der längeren Dauer der Nadel die schädlichen Einwirkungen längere Zeit hindurch. Was dann die Entwickelungsperiode anbelangt, so ist es eine ganz bekannte Erfahrung, dafs besonders bei nebeligem Wetter zur Zeit der Blüte ein Hauch des schädlichen Gases genügt, um den ganzen Fruchtansatz zu verhindern.

Bezüglich der Vergiftungen durch Säuredämpfe sind besonders durch Untersuchungen Stöckhards*) und Jul. Schröders**) folgende wichtige Ergebnisse erhalten:

a. Die Einwirkung der schwefeligen Säure wird durch Licht, Wärme und Feuchtigkeit erhöht, die entgegengesetzten Umstände vermindern die Giftigkeit. Besonders schützt Dunkelheit vor der Einwirkung der schwefeligen Säure.

b. Verschiedene Pflanzen sind verschieden empfindlich. Unter den Laubhölzern ist die Eiche am widerstandsfähigsten, an sie schliefsen sich an Ahorn, Esche, dann Erle, Pappel, Linde, Birke, am empfindlichsten ist die Rotbuche. Auch die Obstbäume sind sehr empfindlich. Die Nadelhölzer leiden, wie wir oben gesehen, in Folge ihrer geringeren Reproduktionsfähigkeit mehr unter der Einwirkung der Säuredämpfe als die Laubhölzer.

c. Die äufseren Kennzeichen der Einwirkung der Säuredämpfe. Nadelhölzer werden durch schwefelige Säure ebenso verändert, wie durch Salzsäure, in beiden Fällen werden die Nadeln rotspitzig. Die Blätter der Laubhölzer nahmen bei Schröders Versuchen eine eigentümliche Nervaturzeichnung an.

Die Blätter einer Linde, sagt Sonnenschein, zeigten sich an der Seite, welche der Fabrik zugewandt war, teilweise zerstört, teilweise mit roten Flecken bedeckt, während an der entgegengesetzten Seite keine Krankheitssymptome beobachtet wurden. Bei Beurteilung der äufserlich wahrnehmbaren Blattbeschädigungen mufs übrigens mit Umsicht zu Wege gegangen werden, da ähnliche Erscheinungen durch andere Umstände, Staub, Spät-Frost, Gegenwart von Parasiten etc., hervorgerufen werden. (Jul. Schröder.)

d. Aus einer Luft, welche schwefelige Säure enthält, würde dieses Gas von den Blattorganen der Laub- und Nadelhölzer aufge-

---

*) Chem. Ackersmann 1872, 24, 111.

**) Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen 15, 321; ferner 16, 447 ferner 24, S. 392–479.

nommen: es wird zum gröſsten Teile hier fixiert und dringt zum geringeren Teile in die Achsen (Holz, Rinde, Blattstiele) ein. Man kann jedoch die schwefelige Säure in den Organen nicht mehr nachweisen, wohl aber gröſsere Mengen Schwefelsäure als in den gleichen und gleichzeitig gesammelten Pflanzenteilen rauchfreier Gegenden. Die durch Salzsäure beschädigten Pflanzenteile zeigen einen erhöhten Chlorgehalt gegenüber den gesunden.

e. Auch über Art und Weise der Wirkung sind Ansichten ausgesprochen. Nach Jul. Schröders Untersuchungen wird angenommen, daſs die schwefelige Säure giftig wirkt, indem sie Wasser aus der Blattsubstanz anzieht, dadurch die Transpiration herabsetzt und die normale Wassercirculation beeinträchtigt. C. v. Nägeli*) glaubt, daſs die Wasserentziehung nicht die erste Ursache des Absterbens sei. Nach ihm beruht die giftige Wirkung auf einer Unterdrückung der Lebensthätigkeit des Protoplasmas. Die schwefelige Säure wirkt in so geringen Mengen schädlich, sagt Nägeli, daſs die kleinen Quantitäten Wasser oder Sauerstoff welche durch sie entzogen werden, nicht die Ursache des Absterbens der Pflanzen sein können.

Soweit die Untersuchungen über die Giftigkeit der Säuredämpfe.

Es läſst sich denken, daſs in Folge der so vielfach vorkommenden und bedeutenden Beschädigungen durch Säuredämpfe nicht selten Streitigkeiten zwischen den Hütten- resp. Fabrikbesitzern und den Landwirten vorkommen. In allernächster Nähe der betr. Etablissements sind zwar die Verwüstungen so groſs, daſs die Grundstücke gewöhnlich von den Fabrikbesitzern angekauft werden müssen; darüber hinaus aber verbreiten sich die Dämpfe weiter und beschädigen in gröſserem und geringerem Grade die Besitzungen Anderer. Die äuſserlichen Ähnlichkeiten, welche zwischen den durch Säure geschädigten Pflanzen und solchen, die durch Frost oder sonstige Umstände gelitten haben, bestehen geben dann manchmal die willkommene Gelegenheit, die Dämpfe als Ursache der Erkrankung zu bestreiten. Es müssen daher weitere Beweise beigebracht werden.

In solchen Fällen ist es von der gröſsten Wichtigkeit, daſs man durch die oben besprochenen Untersuchungen Mittel und Wege gefunden hat, um Vergiftungen durch Säure-Dämpfe mit aller Bestimmtheit zu erkennen.

---

*) Nägeli, Theorie der Gährung. München 1879.

Man stützt sich zu dem Zwecke auf die unter d besprochene Thatsache. Pflanzen, welche mit schwefeliger Säure- oder Salzsäure-Dampf in Berührung waren resp. dadurch erkrankt sind, zeigen einen höheren Schwefelsäure- resp. Chlorgehalt, als die vor den Dämpfen geschützten Pflanzen in der Gegend.

Die Richtigkeit dieses Satzes ist durch sehr zahlreiche Untersuchungen besonders für die schwefelige Säure bestätigt.

Als Beispiel führe ich folgende Untersuchungsreihe an, zu welcher ich selbst Gelegenheit hatte, das Material an Ort und Stelle zu nehmen. Es stammt aus der Nähe einer Zinkhütte und Schwefelsäure-Fabrik.

Die Untersuchung ergab für 1000 Teile Pflanzen-Trockensubstanz (sandfrei):

		Blätter resp. Nadeln		Junge Zweige	
		Schwefelsäure	Asche	Schwefelsäure	Asche
I. Garten von H. W. in Fleme bei Letmathe.					
1. Rottanne.					
a Garten von H. W. . .	krank	0,912	5,33	0,475	4,85
b. Am Schalk	gesund	0,472	4,34	0,207	2,81
	Krank mehr	0,440	0,99	0,268	2,04
	oder Prozent	93,22	22,81	129,47	72,59
2. Birnbaum:					
a. Garten von H. W. . .	krank	0,673	7,88	0,159	6,56
b. Am Schalk	gesund	0,276	6,90	0,117	4,51
	Krank mehr	0,397	0,98	0,042	2,05
	oder Prozent	147,46	14,20	35,89	45,45
3. Äpfelbaum:					
a. Garten von H. W. . .	krank	0,731	8,09	0,131	5,54
b. Am Schalk	gesund	0,246	8,31	0,113	5,02
	Krank mehr	0,485	— 0,22	0,018	0,52
	oder Prozent	197,15	—	15,92	10,36
II. Pfarreigarten in Östrich.					
1. Rottanne:					
a. Pfarreigarten	krank	0,695	5,68	0,186	2,88
b. Am Schönberg	gesund	0,501	4,50	0,170	2,72
	Krank mehr	0,194	1,18	0,016	0,16
	oder Prozent	38,72	26,22	9,41	5,88
2. Birnbaum:					
a. Pfarreigarten	krank	0,404	6,73	0,131	7,17
b. Am Schönberg	gesund	0,300	7,73	0,116	6,83
	Krank mehr	0,104	— 1,00	0,015	0,34
	oder Prozent	34,67	—	12,93	4,98

	Blätter resp. Nadeln		Junge Zweige	
	Schwefelsäure	Asche	Schwefelsäure	Asche
3. Äpfelbaum:				
a. Pfarreigarten . . . . krank	0,603	8,13	0,188	5,91
b. Am Schönberg . . . . gesund	0,354	7,34	0,102	4,74
Krank mehr	0,249	0,79	0,086	1,17
oder Prozent	70,33	10,76	84,33	24,69
4. Pflaumenbaum:				
a. Pfarreigarten . . . . krank	0,523	11,14	0,171	4,76
b. Am Schönberg . . . . gesund	0,420	11,73	0,104	4,70
Krank mehr	0,103	— 0,59	0,067	0,06
oder Prozent	24,52	—	64,34	1,27
III. Küstereiwäldchen in Schlette.				
Eiche:				
a. Küstereiwäldchen . . . krank	0,606	5,90	0,163	5,97
b. Am Schönberg . . . . gesund	0,563	7,75	0,123	3,66
Krank mehr	0,043	— 1,85	0,040	2,31
oder Prozent	7,63	—	32,52	63,11

1. H. W. liegt in Letmathe in nordwestlicher Richtung etwa 5 Minuten von der Fabrik entfernt.

2. Der Pfarrei-Garten in Östrich in nordöstlicher Richtung etwa 10 Minuten von der Fabrik.

Die Proben von gesunden Bäumen wurden für den ersteren Garten in derselben Richtung von der Fabrik, aber circa 30—35 Minuten entfernt, am Schalk (Wortmanns Besitzung), die für den zweiten Garten in derselben Richtung, aber 25—30 Minuten von der Fabrik entfernt, am Schönberg (Haus Rasch) entnommen.

Die Beschädigung von H. W. in Flemme sowohl, als diejenige im Pfarreigarten sind sichtlich sehr groſs; dementsprechend zeigen auch die Analysen einen bedeutenden Gehalt dieser kranken Pflanzen an Schwefelsäure gegenüber den gesunden. Die Blätter und Zweige der der Fabrik resp. Hütte näher gelegenen Bäume von H. W. zeigen am meisten Schwefelsäure. Es hat sich auch durch Untersuchungen Schröder ergeben, daſs je weiter man sich von der Fabrik entfernt, desto geringer der Gehalt der Pflanzenteile an Schwefelsäure wird, bis er schlieſslich dort gleich bleibt, wo die Dämpfe, sei es durch besonders geschützte Lage oder Entfernung, nicht mehr hingelangen, wo keine Beschädigungen stattfinden.

III. Die Giftigkeit des Zinks für die Pflanzenwurzel.

Die Frage, ob das Zink für die Wurzel der Kulturpflanze giftig ist, hat insofern praktische Bedeutung, als von Zinkwerken nicht selten zinkhaltige Abflüsse in Bäche gelangen, deren Wasser zum Rieseln der Wiesen benutzt wird.

Wir haben daher Wasserkulturversuche unter Zusatz von Zinkvitriol ausgeführt. Als Versuchspflanzen dienten verschiedene Grasarten, Gerste und Weiden.

a. Versuche mit Gerste.

Gerstensamen wurden auf Tuchlappen zum Keimen gebracht und nachdem die Pflänzchen ungefähr 3 bis 4 Zoll lang waren, am 30. Mai je 3 Stück in $1^1/_2$ Liter-Gläser mit $^1/_2$ pro Mille Nährlösung gesetzt. Am 21. Juni wurden die Pflanzen, nachdem sie 7—11 Blätter entwickelt hatten, in folgende Lösungen gesetzt:

1 Normal,	d. h.	reine	Nährlösung	(1*g* Salze pro Liter)					
2a	„	„	„	„	+ 0,100*g*	Zn	SO_4	pro	Liter,
3a	„	„	„	„	+ 0,200*g*	„	„	„	„
4a	„	„	„	„	+ 0,400*g*	„	„	„	„
5a	„	„	„	„	+ 0,800*g*	„	„	„	„
2b	0,9*g*	Nährsalze	+ 0,1	Zn	SO_4	pro	Liter,		
3b	0,8*g*	„	+ 0,2	„	„	„	„		
4b	0,6*g*	„	+ 0,4	„	„	„	„		

Beide Reihen a und b unterscheiden sich nur dadurch, dafs die entsprechenden Gläser verschiedene Mengen Nährsalze erhalten. Bei a wurde neben dem Zinksulfat durchweg 1*g* Nährsalz pro Liter gegeben. In Reihe b wurde bei 2, 3 und 4 die dem Gewichte des Zinksalzes entsprechende Menge Nährsalz weniger gereicht, so dafs also hier die Concentration der Lösung ins Gesammt (Zinksalz und Nährstoffe) durchweg 1 pro Mille ist.

Die Resultate dieser Versuche sind folgende.

Am 25. Juni zeigen sämtliche Pflanzen in allen Gläsern mit Zusatz von Zinksulfat ein krankhaftes Aussehen; die Blätter erscheinen in ihrer ganzen Länge rostig gefleckt; am 8. Juli sind die Pflanzen in allen Gläsern abgestorben. Die Pflanzen ohne Zink wachsen üppig.

b. Versuche mit Gräsern.

Der Samen wurde am 19. Mai ausgelegt und am 4. Juni die Pflänzchen in $^1/_2$ pro Mille Nährlösung gebracht. In jedem $1^1/_2$ Liter

fassenden Versuchsglase vegetierten 6 Pflanzen und zwar 2 englische, 2 französische Raygras- und 2 Timotheegras-Pflanzen. Am 1. Juli wurden auch die Gräser in 1 pro Mille Lösung gesetzt und dabei Zinksulfat in derselben Weise wie bei der Gerste (entsprechend den Nummern dort) zugesetzt. Ein Glas erhielt reine Nährlösung ohne Zink.

Resultat: Am 8. Juli erscheinen die Pflanzen in den Gläsern mit Zinksulfat sämtlich krank, indem verschiedene Blätter gerade wie bei der Gerste rostig, d. h. rotbraun gefleckt aussehen; am 22. Juli sind Pflanzen in 4b (mit 0,6 pro Mille Nährlösung + 0,4 Zn SO_4) abgestorben, die übrigen Pflanzen vegetieren im Zinksulfat noch dürftig fort. Am 3. September sind alle Zinkpflanzen mit Ausnahme der in den ersten 2 Gläsern, welche je 0,1 Zinksulfat erhalten hatten, befindlichen, abgestorben. Die Pflanzen der Gläser mit 0,1 Zinksulfat sehen sehr kränklich aus.

Die Gräser vegetieren in der Nährlösung ohne Zink üppig.

c. Versuche mit Weiden.

Nachdem die Stecklinge etwa 4 Wochen in Brunnenwasser gestanden und Wurzeln getrieben hatten, erhielten sie $^1/_2$ pro Mille Nährlösung. Die Versuchsgläser fassen 3 Liter. Am 1. Juli wurden die Weiden, welche sich hier sehr üppig entwickelten in 1 pro Mille Nährlösung gesetzt. In jedem Glas vegetierten drei Weidenpflanzen.

Glas I erhielt reine Nährlösung,
„ Ia „ „ „ + 0,1 Zn SO_3 pro Liter,
„ Ib „ „ „ dasselbe.

Am 1. August zeigen die Weiden der zwei Gläser mit Zink ein kränkliches Aussehen; sie bleiben im Wachstum gegenüber denjenigen der reinen Nährlösung zurück, ihre Blätter werden gelb, fallen ab und die Wurzeln färben sich braun. Die Lösungen in den drei Gläsern wurden erneuert. Am 3. September sind die Zink-Weiden vollständig abgestorben, diejenigen ohne Zink dagegen üppig entwickelt.

Diese Versuche mit Gerste, Gräsern und Weiden zeigen übereinstimmend, dafs das Zinksulfat schon in Lösungen von 0,1 pro Liter höchst giftig auf die Pflanze einwirkt. Bei den Gramineen äufserte sich die giftige Wirkung sichtlich nach wenigen Tagen, bei den Weiden nach einigen Wochen.

Darnach ist ein Wasser, welches Zinkvitriol enthält, zum Rieseln der Wiesen unbrauchbar.

Es wird zwar dem gegenüber von gewisser Seite der Einwand gemacht, dafs das Zinksalz beim Berieseln der Wiesen nicht schädlich wirke, weil es im Boden zersetzt wird. v. Gorup*) hat nämlich schon im Jahre 1864 beobachtet, dafs die Salze der giftigen Metalle vom Boden absorbiert werden, und wir selbst haben bei Versuchen mit Zinkvitriol gefunden, dafs dasselbe sich beim Filtrieren durch Boden mit den Bodenbestandteilen umsetzt, in der Weise, dafs das Zink zurückbleibt und dafür äquivalente Mengen Kalk und Magnesia, an die Schwefelsäure gebunden, in Lösung gehen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs durch die Absorptionsfähigkeit des Bodens das Zinksalz in gewissen Mengen in eine unschädlichere Form verwandelt wird. Aber dennoch dürfen wir aus dieser Thatsache nicht schliefsen, dafs ein zinkhaltiges Wasser für die Vegetation des Bodens ungefährlich ist, denn die Absorption des Zinks ist offenbar begrenzt.

Es wird im Anfange der Berieselung des Bodens je nach den Bestandteilen desselben eine gröfsere oder geringere Menge des Zinks gebunden werden, dann aber, wenn der Boden gesättigt ist, wird das Salz in seinem ursprünglichen Zustande und seiner Gefährlichkeit, wie wir sie bei unseren Wasserkulturen konstatiert haben, verbleiben. Aufserdem kann auch das zuerst absorbierte Zink zweifelsohne von nachteiligem Einflufs auf die Pflanze werden, indem es durch die Einwirkung der Atmosphärilien und der Pflanzenwurzel wieder in Lösung geht.

Endlich ist die Einwirkung des zinkhaltigen Rieselwassers höchst nachteilig für den Boden, weil bei der Absorption des Zinkes, wie wir gesehen haben, die wichtigen Pflanzennährstoffe, insbesondere der Kalk und die Magnesia, ausgewaschen werden.

Mit den Resultaten, welche wir bei unseren Wasserkulturen erzielten, stimmen denn auch Erfahrungen überein, die in der Praxis auf Wiesen gemacht sind, welche mit zinkhaltigem Wasser berieselt wurden. Die Folge dieser Rieselung ist der Ruin der Wiese. Die Graspflanzen sterben ab, und an ihre Stelle tritt eine Vegetation des nutzlosen Zinkveilchen, oder eine Crucifere, welche ebenfalls auf zinkhaltigem Boden gedeiht, aber als Futterkraut schon wegen ihres hohen Zinkgehaltes unbrauchbar ist.

Derartige Beschädigungen durch zinkhaltiges Wasser hatten wir z. B. Gelegenheit in der Nähe der Bergwerke bei Olsberg zu beobachten**).

*) Jahresbericht für Agrikulturchemie.

**) Bericht der Versuchsstation Münster, die Jahre 1871—1877, S. 81.

Eine Untersuchung des Abflufswassers der Bergwerke ergab folgenden Gehalt in Millogramm pro Liter

	Probe 1.	Probe 2.
Eisenoxyd suspendiert	21,0	—
Schwefelsäure . . .	302,0	187,2
Chlor	Spuren	Spuren
Zinkoxyd	164,0	118,8
Kalk	49,7	49,6
Magnesia	24,5	5,5
Kali	12,4	—
Natron	79,8	—

Die durch dieses Wasser verdorbenen Wiesenböden enthalten:

	No. 1.	No. 2.
Zinkoxyd	0,445 %	1,206 %.

Boden 1 war zur Zeit der Untersuchung nur mit einer abgestorbenen Grasdecke versehen; und auf Boden 2 vegetierte die Zink-Crucifere, in der dortigen Gegend „Erzblume“ genannt.

Sowol die abgestorbenen Gräser als die Erzblume zeigten einen bedeutenden Gehalt an Zinkoxyd, nämlich:

In 100 Theilen Pflanzen-Trockensubstanz

	dürre Gräser von Boden 1, %	Erzblume von Boden 2, %
Reinasche	4,53	12,75
Mit Zinkoxyd	0,469	2,683
Zinkoxyd in Prozenten der Asche	10,28	21,04

Warum Zinksalze dem Organismus der Kulturpflanze gefährlich sind, ist bislang noch nicht klargelegt. Dafs diese Salze, wie überhaupt die Salze der giftigen Metalle, die Pflanze töten, weil sie coagulierend auf das Protoplasma einwirken, ist von einigen vermutet worden.

Doch scheint mir diese Annahme nicht plausibel. Wenn sie richtig wäre, könnten überhaupt keine Pflanzen in zinkhaltigem Wasser vorkommen. Nun giebt es aber Pflanzen, denen das Zink geradezu ein Lebensbedürfnis ist. Das Zinkveilchen oder die Erzblume, gedeihen z. B. nur auf zinkhaltigem Boden. Es ist nicht wohl anzunehmen, dafs sich das Protoplasma dieser beiden Pflanzen, den Eiweifs coagulierenden Stoffen gegenüber anders verhält, als das Protoplasma der Kulturpflanzen, welche vom Zink getötet werden.

Die Ursache der grofsen Giftigkeit der Zinksalze für die Kulturpflanzen mufs deshalb noch eine andere, bisher unaufgeklärte sein.

IV. Über den nachteiligen Einfluss kochsalzhaltigen Wassers auf Vegetation und Boden.

Versuche, bei welchen Gräser und Deuzia-Sträucher*) mit $^1/_2$ prozentigem Kochsalz-Wasser begossen wurden, haben zu dem Resultate geführt, dafs die Pflanzen nach wiederholtem Begiefsen anfangen zu kränkeln und schliefslich absterben. Kochsalzhaltige Wasser von stärkerer Concentration, welche ebenfalls zur Verwendung kommen, wirkten schneller schädlich, als die $^1/_2$ prozentige Lösung, und zwar starben die Pflanzen um so rascher, je concentrierter die Lösung war.

Auch beim Begiefsen von jüngeren Obstbäumchen mit kochsalzhaltigem Wasser wurde der schädliche Einflufs beobachtet, doch war die Empfindlichkeit nicht so grofs wie bei den vorerwähnten Pflanzen.

Bei diesen Versuchen vegetierten die Pflanzen in Töpfen mit Boden. Wir selbst stellten nun in letzter Zeit auch Wasserkulturversuche unter Zusatz von Kochsalz an.

Als Versuchspflanzen dienten, wie bei unseren Zinkkulturen, Gerste, italienisches Raygras, französisches Raygras, Timotheegras und Weiden. Auch die Anordnung der Versuche war dieselbe wie bei den Zinkversuchen, nur dafs hier statt Zink der Nährlösung Kochsalz beigegeben wuede.

Demnach hatten wir für die Gerste- und Graskulturen je folgende Vegetationsgefäfse:

I	Normal	d. h.	reine	Nährlösung	(1*g*	Salz	pro	Liter)	
IIa	„	„	„	„	+ 0,200*g*	Na	Cl	pro	Liter
IIIa	„	„	„	„	+ 0,400*g*	„	„	„	„
IVa	„	„	„	„	+ 0,600*g*	„	„	„	„
IIb	0,8*g*	Nährsalz	+	0,2*g*	Na	Cl	pro	Liter	
IIIb	0,6*g*	„	+	0,4*g*	„	„	„	„	
IVb	0,4*g*	„	+	0,6*g*	„	„	„	„	

Unsere Weiden vegetierten in folgenden Lösungen:

I	$^1/_2$	pro	Mille	Nährlösung					
I	„	„	„	„	+ 0,1	Na	Cl	pro	Liter
II	„	„	„	„	+ 0,2	„	„	„	„
III	„	„	„	„	+ 0,4	„	„	„	„
IV	„	„	„	„	+ 0,6	„	„	„	„

Sämtliche Pflanzen wurden erst in ihre betreffenden Lösungen mit Kochsalz gesetzt, nachdem sie in $^1/_2$ pro Mille reiner Nährlösung

*) Bericht der Versuchsstation Münster, die Jahre 1871—1877, S. 74.

14 Tage bis drei Wochen vegetiert und sich als gleichmäfsig entwickelt und gesund gezeigt hatten. Dies war Ende Mai. In ihren Kochsalzlösungen blieben dann die Pflanzen den ganzen Sommer hindurch; Gräser und Weiden vegetieren jetzt noch darin. Die Lösungen werden alle drei bis vier Wochen mit dem entsprechenden Kochsalzzusatz erneuert.

Die Beobachtung, welche bei allen Versuchsgläsern der Gerste sowohl als der Gräser und Weiden gemacht sind, lassen sich dahin zusammenfassen, dafs kein nachteiliger Einflufs des Kochsalzes zu konstatieren war.

Die Gerste in reiner Nährlösung und in allen Kochsalzgläsern entwickelte sich gleich üppig, kam zur gleichen Zeit zur Blüte und ihre Ähren färbten sich zu derselben Zeit gelb. Die Weiden wachsen aus der Normallösung und den Kochsalzgläsern in strotzender Gesundheit. Die Gräser wurden in Kochsalz- und Normallösung zwei bis drei Fufs hoch, setzten reichlich Samen an, lieferten im ersten und zweiten Schnitt gute Erträge und die Grasnarbe, welche üppig auf den Korken der Versuchsgläser wuchert, hat jetzt noch (Dezember) eine lebhaft grüne Farbe.

Soweit die Resultate der bis jetzt vorliegenden experimentellen Untersuchungen.

Beschädigung durch kochsalzhaltige Wässer sind im grofsen hauptsächlich bei Wiesen und bei Obst- und Waldbäumen beobachtet. So wird nach dem Jahresbericht der hiesigen Versuchsstation in den Kohlendistrikten über den nachteiligen Einflufs der Abwässer der Tiefebauten geklagt. Bei mehreren solcher Abwässer ergab die Analyse einen Kochsalzgehalt von einigen $^1/_{10}$tel bis zu $^1/_2$ Prozent.

Bei Begutachtung solcher Fälle wäre es interessant, zu wissen, bei welcher Concentration eine Kochsalzlösung nicht mehr nachteilig auf die Vegetation einwirkt. Dafs es hier Grenzen giebt, unterliegt keinem Zweifel, denn bei unseren Wasserkulturen, wo Concentrationen bis zu 0,6*g* Kochsalz pro Liter angewandt wurden, waren schädliche Einflüsse nicht zu konstatieren. Jedoch läfst sich die Frage für die Praxis nicht mit Sicherheit beantworten. Offenbar hängt hier sehr viel von der Witterung und der Beschaffenheit des Bodens ab. Bei regnerischem Wetter wird besonders auf durchlässigem Boden ein Wasser von 0,6*g* Kochsalz pro Liter selbst bei längerer Benetzung nicht gefährlich auf die Pflanze selbst einwirken, da die Lösung durch Vertrocknen nicht concentrierter wird. Ist aber trockenes Wetter und

findet eine rasche Verdunstung statt, so wird die ursprünglich aufgeflossene verdünnte und unschädliche Lösung zur concentrierten und schädlichen werden.

Der nachteilige Einflufs, welchen das kochsalzhaltige Wasser bei den Versuchen mit Pflanzen im Boden zeigt, darf übrigens nicht nur dem direkten Einflufs auf die Pflanze zugeschrieben werden, sondern es kommt noch weiter die lösende Wirkung in Betracht, welche das Chlornatrium auf die Bodenbestandteile ausübt. Durch eine grofse Reihe von Versuchen ist nämlich bewiesen, dafs beim Behandeln von Boden mit Kochsalzlösung eine chemische Absorption stattfindet, in Folge deren besonders Kalk und Magnesia, auch Kali unter Bildung ihrer Chloride gelöst werden. Dies tritt schon bei Lösungen ein, die $^1/_{10}$ Prozent Kochsalz enthalten und wenn somit solche Lösungen vielleicht direkt keinen nachteiligen Einflufs auf die Pflanzen haben, so können sie doch indirekt gefährlich wirken, indem sie wichtige Nährstoffe, Kalk und Magnesia, in Chlorcalcium und Chlormagnesium umwandeln und diese sowie das Kali nach und nach aus dem Boden auswaschen. Auch die Phosphorsäure wird durch Kochsalzlösungen ausgewaschen. Der Einflufs der kochsalzhaltigen Wasser auf die Pflanze läfst sich chemisch durch die Chlorbestimmung in der Asche erkennen. So zeigte die Asche der Gräser, welche mit $^1/_2$prozentiger Kochsalzlösung begossen waren, 36,94 Prozent Chlor, während diejenige der mit Brunnenwasser begossenen Gräser nur 13,23 Prozent Chlor enthielt. Bei den Deuzia-Sträuchern zeigten sich ähnliche Verhältnisse. Ebenso hat der Boden, welcher mit Kochsalz-Wasser berieselt wird, einen höheren Chlorgehalt, als der mit gewöhnlichem Wasser berieselte Boden.

Die in diesem Vortrage gemachten Mitteilungen habe ich auch im Journal für Landwirtschaft 1882 veröffentlicht. Dort findet sich ferner ein Referat: „Über den nachteiligen Einflufs von freier Schwefelsäure, Eisenoxydul und Eisenoxydschlamm auf die Vegetation der Wiese.“

Ich bemerke schliefslich, dafs die Nährlösung zu unseren Wasserkulturversuchen durch entsprechende Verdünnung folgender Nährflüssigkeit erhalten wurde. — In 10 Liter destilliertem Wasser wurden gelöst:

43,51*g* KCl, 47,76*g* Ca $(NO_3)_2$,
8,73*g* Mg SO_4 2,2*g* $P_2O_7K_4$,
darin 3,3*g* frisch gefällten $(PO_4)_2$ Fe_3 aufgeschlämmt.

Die Versuche selbst sind in dem für diese Zwecke neuerbauten Vegetationshause der Versuchsstation Münster ausgeführt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: 10_1881

Autor(en)/Author(s): Krauch C.

Artikel/Article: Uber Pflanzenvergiftungen. 48-66