FLORA.

№ 22.

Regensburg. 14. Juni. **1849.**

Inhalt: Original-Abhandlung. Schmid, über den Einfluss metallischer Gifte auf das Leben der Pflanzen. — Anzeige. De Candolle's Prodrom. system. natur. regn. vegetab. Pars XIII. 2.

Ueber den Einfluss metallischer Gifte auf das Leben der Pflanzen. Von Friedrich Christoph Schmid, Doctor der Philosophie, Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe, Assistenzarzt an der I. medicin. Abtheilung des allgemeinen Krankenhauses in München.

Bei der Bearbeitung der akademischen Preisfrage: „Ueber die Verschiedenheiten des Pfortader-Blutes von dem übrigen venösen Blute in chemischer und mikroskopischer Beziehung" (in umfassendem Auszuge mitgetheilt in Heller's „Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie" Jahrgg. 1846 Heft 6 und Jahrgg. 1847 Heft 1, 2, 3, 4) stellte ich eine Reihe von Versuchen über die Einwirkung verschiedener Gifte auf das thierische Leben und insbesondere über die Nachweisbarkeit des aufgenommenen Giftes in den verschiedenen Systemen des Organismus an. Die lohnenden Resultate meiner Versuche bestimmten mich, letztere auch auf die Pflanzen auszudehnen und eine Parallele zwischen den Vergiftungs-Erscheinungen bei den Thieren und den Pflanzen zu ziehen. Wohl dürfte ein solches Unternehmen nach den Arbeiten eines F. Marcet, Macaire-Princep, Jäger, Becker, Göppert, Leuchs, Braconnot und Vogel als ein gewagtes erscheinen — allein so zahlreich auch die bisher angestellten Experimente über den Einfluss mineralischer und pflanzlicher Gifte auf den Pflanzenorganismus sind, so ist die Sache damit doch noch nicht abgeschlossen zu betrachten; denn noch finden sich viele directe Widersprüche und Streitpunkte, welche der Erledigung harren. Liegt nun schon hierin eine mächtige Aufmunterung, seine Kräfte auf diesem Felde der physiologischen Chemie zu versuchen, so steigert sich diese Anregung

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0340-1

um so mächtiger, wenn wir darauf unser Augenmerk richten wollen, dass in dem planmässigen Verfolge solcher Untersuchungen die ersten Grundlinien einer rationellen Pflanzen-Pathologie ihre Entstehung finden können. Als eine der dringendsten Aufgaben unserer Zeit betrachte ich es aber, die im Vergleich zu den übrigen Zweigen der Botanik fast vernachlässigte Pflanzen-Pathologie mit der ihr gebührenden Sorgfalt zu pflegen, ihr in principieller Begründung die Stelle zu sichern, welche sie einzunehmen verdient. Denn wenn schon die Frage über die Nahrung der Vegetabilien als eine der wichtigsten im ganzen Umfang der Naturforschung sich herausstellt, weil auf richtiger Beantwortung derselben der rationelle Betrieb der wichtigsten und den National-Reichthum eines Landes begründenden Beschäftigung der Bewohner, des Pflanzenbaues, beruht, so dürfte die andere Frage über die Schädlichkeiten und Störungen, inneren wie äusseren, welche das lebenskräftige Gedeihen der Vegetation behindern, als eine nicht minder würdige, bedeutungsvolle und in ihrer richtigen Erledigung einflussreiche erscheinen. — Abgesehen von den entschiedenen Bereicherungen, welche aus pathologischen Forschungen für die Erklärung physiologischer Vorgänge erblühen, ist die wissenschaftliche Begründung der Pflanzen-Pathologie eine um so dringendere Aufgabe für den Botaniker, als nur in der richtigen Erkenntniss der causalen Momente, und in klarer Auffassung der Pathogenese richtige, wissenschaftliche Erkenntniss des Krankmachenden und der Krankheit einerseits, sowie andererseits die Möglichkeit der Verhütung, Entfernung oder Heilung des Krankmachenden und der Krankheit liegt. — Aufgabe der Pflanzen-Pathologie ist es zunächst, durch Beiziehung sämmtlicher Hülfswissenschaften, durch eine fruchtbare Verbindung der geschärften mikroskopischen Beobachtung mit der chemischen Untersuchung der Lösung der Frage über Pflanzenkrankheiten näher zu kommen. Bei der Einheit des Zweckes liegt aber jene Doppelgestaltung der Aufgabe überhaupt:

I. Richtiges Erkennen des Objekts (das τὸ ὅτι des Aristoteles) und

II. Richtige Deutung des richtig Erkannten (das τὸ τοῦ ἕνεκα) nothwendig zu Grunde und nur durch eine solche Gliederung, in welcher sicheres Erkennen des Objects die unerlässliche Grundbedingung, das Fundament und die Basis jedweder theoretischer Deutung bildet, unvollkommenes oder halbes Erkennen jed-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0341-7

wede theoretische Deutung schon von vorneherein ausschliesst — wird es der Pflanzen-Pathologie gelingen, durch eine gedeihliche Wechselwirkung der rationellen Empirie mit dem, was des Gedankens Werk ist, mit Umgehung phantastischer Träumereien, wahre Wissenschaft zu werden, wird es ihr gelingen, Fundament einer rationellen Therapie zu werden.

In diesem Sinne behandelte ich die Frage über die Ursachen und veranlassenden Momente der Pflanzenkrankheiten, als des ersten Gliedes in der Reihe pathologischer Lebenserscheinungen. In diesem Sinne, und weit entfernt von blindem Autoritäten-Glauben, der stets nur durch das Prisma der Verehrung das sehen zu müssen meint, was ein hochberühmter Mann vor ihm sah, stellte ich eine Reihe von Versuchen „Ueber den Einfluss anorganischer und organischer Gifte auf das Leben der Pflanzen" an, deren wichtigste „Versuche mit metallischen Giften" die nachstehenden enthalten. Sie sollen in weiterer Ausführung die einleitenden Momente für eine zu entwickelnde Theorie der Pflanzenkrankheiten bilden, um in ferneren Versuchen über Exantheme und Parasiten, über die aus regelwidriger Mischung der Nahrungssäfte &c. entspringenden Krankheiten, die wichtigsten allgemeinen Principien der Pathogenese auf inductivem Wege zu ermitteln, und so einer rationellen Pflanzen-Pathologie als Basis zu dienen.

Die Elemente unseres Planeten sind auch die des organischen Gebildes, das wir Pflanze nennen. Wie der Erdkörper so ist auch der Pflanzenleib trotz seiner vielen verschiedenen Theile dennoch nur aus Kohlenstoff, aus den Elementen des Wassers, aus Stickstoff und Mineralsubstanzen zusammengesetzt. Zur Evidenz ist es jetzt bewiesen, dass die Vegetationskraft alle diese Stoffe nicht erzeugen, sondern nur in verschiedenen Verhältnissen zu indifferenten Stoffen, zu organischen Säuren und Basen verbinden kann. Die Pflanze bedarf also auch wieder des ganzen Planeten, sie bedarf der Gegenwart einer Kohlen- und Stickstoff-Verbindung, sie bedarf des Wassers und endlich der anorganischen Materien des Bodens, wenn sie zur vollendeten Entwicklung gelangen soll. Ganzer oder theilweiser Mangel dieser Lebensbedingungen einerseits, sowie die Gegenwart und Aufnahme gewisser, dem Pflanzenleben feindlicher Stoffe — bilden die veranlassenden Momente jener Störung und Trübung des

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0342-3

Gesammt-Organismus oder eines Theiles desselben, welche wir Krankheit nennen. So lange nämlich der Pflanze durch die obgenannten Factoren das zu ihrer Ernährung unumgänglich nöthige Material in richtigem Verhältnisse und Maase geboten wird — bildet sie sich aus ihnen, durch die Vegetationskraft, ihren Leib; treten jedoch zufällig zu den genannten Stoffe andere, dem Pflanzenleben fremde Substanzen, oder werden die Pflanzen absichtlich dem Einfluss solcher Agentien ausgesetzt, so vermag es die Vegetationskraft nicht, sich selbe anzueignen, ihnen ihre Gesetze aufzudringen, selbe sich zu unterwerfen — sondern wird durch eine mächtigere Kraft besiegt — und es entsteht Krankheit und Tod.

Durch die tägliche Erfahrung sowohl, sowie durch die Bemühungen ausgezeichneter Forscher kennen wir bereits eine beträchtliche Reihe von Stoffen, welche als dem Pflanzenleben absolut feindliche, im Gegensatz zu den, das vegetabilische Lebnn begünstigenden und fördernden, als giftige bezeichnet werden müssen. Wir theilen dieselben auf den Grund ihres Ursprungs hin in anorganische und organische (pflanzliche und thierische) Gifte.

Aus der Reihe der mineralischen Gifte wählte ich, als Vorwurf vorliegender Abhandlung, die von mir angestellten Versuche und Beobachtungen

„Ueber den Einfluß metallischer Gifte auf das Leben der Pflanzen"

mir vorbehaltend, in einigen folgenden Aufsätzen meine Erfahrungen über die Wirkung der übrigen mineralischen sowohl als pflanzlichen Gifte mitzutheilen.

Wie bei dem Einflusse der metallischen Gifte auf den Thierkörper, so vereinigen sich auch in ihrer Einwirkung auf den Pflanzenleib verschiedene, genau zu berücksichtigende chemische und vitale Momente, zu deren leichteren Ueberblick und richtigerem Verständniss wir uns zunächst die Lösung folgender Fragen zur Aufgabe setzen:

1) Welchen Einfluss üben die dem thierischen Organismus absolut feindlichen Gifte auf das Leben der Pflanzen?
2) Ist die Wirkung dieser Stoffe ein und dieselbe bei pflanzlichen Organismen von verschiedenem Baue?
3) Sind gewisse Pflanzentheile für die Resorption des Giftes mehr

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0343-9

geeignet und in welcher Richtung schreitet die Vergiftung bei den einzelnen Individuen vor?

4) Finden, in Bezug auf das pflanzliche Gewebe, bei der Aufnahme der Gifte in den Pflanzenorganismus analoge chemische Erscheinungen statt, wie wir sie bei den thierischen Geweben in ihrer Berührung mit Giften beobachten? —

Vorstehende Fragen dürften ihre theilweise Lösung bereits in den unten angeführten Versuchen gefunden haben, ich werde dieselben jedoch, mit gleichzeitiger Berücksichtigung der analogen Verhältnisse bei Thieren, in einer demnächst zu veröffentlichenden Monographie in umfassender Ausdehnung weiter verfolgen.

In Bezug auf die von mir festgehaltene Methode erlaube ich mir nur kurz Folgendes zu erwähnen: Stets wurden nur vollkommen gesunde, kräftige Exemplare zum Versuche ausgewählt. Zur prüfenden Vergleichung wurden bei jedem einzelnen Versuche zwei Exemplare derselben Art verwendet, deren eines in unmittelbare Berührung mit dem betreffenden Gifte kam, das andere zwar unter ganz gleiche äussere Verhältnisse wie das erste gebracht, jedoch nur mit destillirtem Wasser behandelt wurde, um auf solche Weise in den Stand gesetzt zu werden, die Art und Weise, sowie den Grad und die Verschiedenheit der Einwirkung der giftigen Substanzen auf die in Untersuchung befindliche Pflanze genau beobachten und verfolgen zu können. Von den zu den Experimenten verwendeten Pflanzen wurden einige bis zu verschiedenen Graden der Entwicklung in gewöhnlicher Gartenerde in Blumentöpfen gezogen, sodann in vollkommen gesundem Zustande mit möglichster Sorgfalt aus der Erde gehoben, die Wurzeln vorsichtig gereinigt und mit destillirtem Wasser gewaschen, sodann mit den Wurzeln in die Giftlösung getaucht erhalten: andere wurden in der Erde gelassen, während ihnen die Gifte theils in Auflösung durch Begiessung, theils in festem Zustande der Erde beigemengt, dargeboten wurden. Einzelne, von kräftigen Exemplaren genommene Zweige sowie Pflanzen mit unversehrten Blättern wurden mit ihrem abgeschnittenen untern Ende in die zum Versuche dienende Lösung gestellt, während gleichzeitig andere zum Vergleiche in destillirtes Wasser getaucht beobachtet wurden. Einzelne Blüthen ein und derselben Pflanze wurden isolirt der Einwirkung schädlicher Dünste ausgesetzt, während andere desselben Pflanzen-Individuums gegen ihren Einfluss verwahrt blieben. Frische, gesunde Exemplare grösserer, strauch- und baumartiger Pflanzen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0344-5

wurden theils mit Gift-Solutionen begossen, theils wurden ihnen mittels seitwärts in ihre Rinde angebrachte Oeffnungen durch Trichter Giftlösungen beigebracht, während an andern gleichentwickelten Exemplaren wohl dieselben Schnitte in gleicher Tiefe und Ausdehnung gemacht, jedoch nur eine dem Quantum der Giftlösung entsprechende Menge Wasser eingeflösst wurde.

Endlich wurde der Einfluss giftiger Stoffe auf die Keimung der Samen beobachtet; letztere wurden theils in reinen geschlemmten Quarzsand oder auch in gewöhnliche Gartenerde gebracht und mit den Lösungen begossen, oder vor ihrer Einsaat einige Zeit in der Gift-Solution eingeweicht, während gleichzeitig andere Samen derselben Art unter ganz gleiche Verhältnisse gebracht, jedoch ausschliesslich nur mit destillirtem Wasser behandelt wurden.

Die zu den Versuchen verwendeten Substanzen waren durchweg chemisch rein und die einzelnen Präparate nach Vorschrift der Preussischen Pharmakopoe bereitet.

Die Grade der Solutionen finden sich bei den einzelnen Versuchen verzeichnet. — Wo es nöthig schien bemerkte ich die Temperatur der umgebenden Atmosphäre nach Réaumur.

Versuche mit metallischen Giften.

Arsenik.

Zahreiche Beobachtungen über die Wirkungen des Arseniks auf gesunde Pflanzen haben das interessante Ergebniss geliefert, dass diese dem thierischen wie pflanzlichen Organismus gleich feindliche Substanz auf die Pflanzen, in grösserer Menge ihnen dargeboten, absolut tödtlich einwirkt, während dieselbe in gehöriger Verdünnung und in sehr geringen Quantitäten entweder gar keinen schädlichen Einfluss auf die Vegetation ausübt, oder wohl selbst fördernd und wohlthätig für das Gedeihen der Pflanzen sich erweist. Die Versuche, welche Lampadius[1]) im Grossen bei Düngung ganzer Roggenfelder anstellte, die Experimente Schübler's und Mayer's[2]) bestätigen diese Erfahrung und nach Klaunig[3]) soll früher über

---

1) Hermbstaedt's Archiv für Agriculturchemie Bd. II. pag. 413.

2) „Ueber die Einwirkung verschiedener Salze auf die Vegetation und die düngende Wirkung des Kochsalzes insbesondere“ Erdmann's Journal für techn. u. ökon. Chemie. Bd. X. pag. 70 ff.

3) Acta acad. caes. nat. curios. von dem Jahre 1712. Bd. 67. pag. 153 und Crell's chemische Annalen. Bd. II. pag. 47.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0345-1

Holland sehr viel Operment (Auripigment) zur Düngung nach der Barbarei gegangen sein.

Mit Einhof[1]) müssen wir uns jedoch gegen die weitere Behauptung Klaunig's aussprechen, zu Folge welcher das in der Nähe der Arsenikfabriken befindliche Gras ausserordentlich üppig sich entwickle, da im Gegentheile alle Gewächse, welche in der Nähe solcher Gebäude, in denen Arsenik-Erze geröstet werden, vorkommen, kümmerlich entwickelt und kränklich sind.

Die Intensität des Arseniks als des heftigsten Giftes auf Thiere und Pflanzen erwiesen die Beobachtungen von G. F. Jäger[2]), Marcet[3]), Macaire-Princep[4]), Link[5]), Leuchs[6]) u. A.; schon geringe Mengen (1 Gr. auf 1 Unze Wasser) brachten die Erscheinungen des Verwelkens und den Tod hervor; nach Schübler und Mayer waren selbst solche Mengen weissen Arseniks, welche, eine Kochsalzlösung = 1 gesetzt, wie 0,2 bis 0,4 sich verhielten, für die der Untersuchung unterworfenen Pflanzen (*Lepidium sativum*, *Vicia sativa* u. s. w.) schädlich und tödtlich; ja selbst von Leuchs mit homöopathischen Dosen angestellte Versuche erwiesen noch die vergiftende Einwirkung des Arseniks auf den Process der Keimung.

Die Arsenikpräparate, deren ich mich zu meinen Versuchen bediente, waren:

1) Arsenige Säure (Acidum arsenicosum, Arsenicum album) von vollkommener Reinheit und einem specifischen Gewicht von 3,75.
2) Arsenik säure (Acidum arsenicum) nach der von Buchholz verbesserten Methode Scheele's dargestellt, chemisch-rein; specif. Gewicht = 3,391.

---

1) Bemerkungen über die Wirkung verschiedener Säuren, Salze u. s. w. auf die Vegetation, in Gehlen's „Neues Journal der Chemie" Bd. 3. pag. 604 ff.
2) De effectibus arsenici in varios organismos. Dissert. inaug. Tubing. 1808.
3) Ueber die Wirkung der Gifte auf das Pflanzenreich. Annales de Chemie et de Phys. Juin 1825. Bd. 28. pag. 200, Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik. 1828. XV. Bd. pag. 340 ff.
4) Ueber die Einwirkung der Gifte auf die reizbaren Pflanzen. Poggendorf's Annalen 1828. Bd. 14. pag. 506. Froriep's Notizen 14. Bd. Nr. VI. pag. 81.
5) Elementa Philosophiae botanicae. Berol. 1824. pag. 400.
6) Ueber die Wirkung der Metalle auf die Pflanzen. Poggendorf's Annalen 14. Bd. pag. 499 ff. Vollständige Düngerlehre. Nürnberg 1832, pag. 146.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0346-6

Iter Versuch. Am 12ten April Abends 6 Uhr entnahm ich zwei handgrosse Stücke in einander verschlungener Conferven ihrem Standpunkte und brachte sie in 2 mässig tiefe Gefässe aus Porzellan, deren eines mit destillirtem Wasser (von 4° R.), das andere mit der gleichen Menge einer Lösung von arseniger Säure (1 Theil arseniger Säure auf 22 Theile Wasser) gefüllt war. Bereits nach 13 Stunden war die Färbung der in Arsenik-Solution befindlichen Conferven verändert; das anfänglich tief dunkle, sammtartig glänzende Grün derselben war in ein schmutziges Blassgrün verwandelt, während die in destillirtem Wasser befindlichen nicht die leiseste Spur einer Farben-Veränderung zeigten. Im Verlaufe der folgenden zwei Tage ging die schmutzig-blassgrüne Farbe in ein schmutziges Gelb über; dabei zeigten sich an einigen Stellen der Oberfläche blassgelbe, bleiche Stellen (an Farbe verdorrtem Rasen vergleichbar) — ein Zustand, in welchem sie fortan verblieben, ohne eine fernere Veränderung der Farbe und Structur einzugehen. Die 2te Parthie, die mit destillirtem Wasser behandelten Conferven, behielt ihr sanftes, saftiges Grün.

Laubmoose und Algen, welche auf ganz gleiche Weise in dieselben Verhältnisse gebracht wurden, zeigten gleichfalls, in Folge längerer Berührung mit der Arseniklösung, Blässerwerden der anfangs lebhaften Färbung, ein eigenthümliches Zusammenschrumpfen und Verwelken, während die zum Gegenversuche verwendeten Exemplare in destillirtem Wasser eine erfreuliche Vegetation bethätigten. In vier wiederholten Fällen, brachte ich in verschiedenen Zwischenräumen (16—24 und 32 Stunden von dem Beginnen des Versuchs) die Algen aus der Arsenik-Lösung, wusch sie mit destillirtem Wasser und liess sie sodann in reinem Brunnenwasser stehen. Allein die einmal angenommene schwächere oder stärkere Entfärbung, vielmehr Missfärbung, blieb, sowie das zusammengeschrumpfte Ansehen, unverändert, und niemals gelang es mir, selbe, selbst nach mehreren Tagen sorgfältiger Pflege und Beobachtung, zur früheren, ursprünglichen Lebhaftigkeit der Farbe und Gefälligkeit der Form zurückkehren zu sehen, selbst in jenem Falle nicht, wo ich die zum Versuche benützten Algen wieder an ihren ursprünglichen Standort zurückversetzte und durch mehrere Wochen beobachtete. Im Gegensatze zu dieser vernichtenden Einwirkung des Arseniks blieben die in destillirtem Wasser gehegten Exemplare wochenlang in dem gedeihlichsten Zustand.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0347-2

IIter Versuch. Am 16ten August wurden 4 vollkommen entwickelte Exemplare von *Agaricus muscarius* sorgfältig aus der Erde gehoben, mit destillirtem Wasser gereinigt und sodann zwei derselben in eine Lösung von Arseniksäure (1 Theil Arseniksäure auf 8 Theile destillirten Wassers), zwei hingegen in destillirtes Wasser gesetzt. Nach 9 Stunden zeigten sich sowohl an dem in der Solution selbst stehenden Theile, als einige Linien höher an dem aus der Lösung herausstehenden Strunke braunschwarze Flecken; die brennendrothe Farbe des Hutes wurde stellenweis schmutzigbraun gefleckt, die weissen Wärzchen bräunlich-schwarz. Im Verlaufe der folgenden 20 Stunden flossen die Flecken in unregelmässige Plaques zusammen und am Ende des dritten Tages war die Dunkelfärbung des Hutes allgemein. Eine Lamelle, durch einen horizontalen Querschnitt von der Oberfläche des Hutes abgelöst, und im Marsh'schen Apparate untersucht, gab eine deutliche Spur Arseniks. Dabei erschien das Gefüge der einzelnen Lamellen weniger weich, mehr gerunzelt, fast lederartig. — An den beiden andern, in destillirtes Wasser getauchten Exemplaren zeigte sich während der ganzen Dauer der Beobachtung keine Veränderung.

Boletus versicolor und *Boletus igniarius* zeigten, in ganz auf die ebenangeführte Weise angestellten Versuchen gleichfalls fleckige Stellen am Strunke, im Marke fortschreitend auf den Hut, und schnelles Absterben, ohne dass die zur Gegenprobe verwendeten, in destillirtem Wasser gehaltenen Exemplare irgend einen ähnlichen Vorgang wahrnehmen liessen.

IIIter Versuch. Nach dem Vorbild Marcet's stellte ich Versuche mit Zweigen von *Rosa centifolia* an. Am 20sten Juni Morgens wurden von einem in voller Blüthe stehenden Rosenstocke 2 vollkommen entwickelte, gesunde Zweige von gleicher Grösse und mit unversehrten Blättern abgeschnitten, deren jeder 2 beinahe entfaltete Blumen und 4 Knospen, der Entfaltung nahe, trug. In einem genau tarirten Krystall-Fläschchen befand sich eine Lösung von 6 Gran weissen Arsenik in $1\frac{1}{2}$ Unzen Wasser; in dem entsprechenden, zum Gegenversuche bestimmten Fläschchen $1\frac{1}{2}$ Unzen destillirten Wassers. Bei der gleichmässig erhaltenen Temperatur des Zimmers wurde die Menge des in einem Zeitraum von 24 Stunden verdunstenden Wassers bestimmt, und für die in beiden Fläschchen befindliche Quantität berechnet, somit die Möglichkeit eröffnet, die von dem in der Arsenik-Solution befindlichen Zweige täglich absorbirte

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0348-8

Arsenikflüssigkeit wenigstens annähernd bestimmen zu können. Die Zweige wurden ungefähr ½ Zoll von der betreffenden Flüssigkeit umspült.

Bereits am Abende zeigte sich ein leichtes, merkliches Erschlaffen der Blattstiele der untersten Blätter. — Bei der Beobachtung der Pflanzen am folgenden Morgen (den 21. Juni) zeigten sich die Blätter beträchtlich gegen den gemeinsamen Stamm herabgesunken; kleine rostfarbe Punkte waren auf der Blattfläche unregelmässig zerstreut. Die Blüthe selbst war in ihrer Entfaltung nicht vorgeschritten, die äussern Blumenblätter neigten sich schlaff, wie bei beginnender Verwelkung, abwärts. Das sanfte Blass-Roth war intensiver geworden — dem Purpurrothen sich nähernd; der Geruch der Blüthe unverändert. Die Menge der absorbirten Arsenik-Solution betrug während 24 Stunden 11 Gran, somit ungefähr 0,11 Gran Arsenik.

Am 22sten Juni hatte sich das Ansehen der Blüthen gänzlich verändert; die einzelnen, zu äusserst stehenden Blumenblätter waren von unten nach oben zusammengeschrumpft und eingerollt, die mehr gegen die Mitte der Blüthe stehenden zeigten unregelmässige Flecken von intensiv dunkelpurpurrother Färbung — die ganze Blüthe war entschieden dunkler gefärbt. An den noch unentfalteten Knospen zeigte sich der Kelch welk, die Blüthenblätter selbst schmutzig dunkelroth gefleckt. Der Geruch der Blüthe noch wahrnehmbar. Sowohl der gemeinsame Blüthenstiel, als die einzelnen Blattstiele waren dunkler grün angelaufen, die Zweigblätter fast ganz verwelkt.

Durch Berechnung stellte sich die Menge des absorbirten Giftes auf 0,8 Gran heraus.

Am folgenden Morgen (den 23sten Juni) zeigten sich dieselben Erscheinungen nur in noch gesteigertem Maase. Auch die ganz gegen die Axe gerückten Blüthenblätter waren zum Theil schon welk, theils noch tief purpurroth gefärbt; die Kelchblätter sowohl der entwickelten als der noch unentfalteten Blüthen zeigten sich vollständig verwelkt; die Blätter der Zweige aber gänzlich abgestorben; die Blüthe geruchlos. Die Menge des aufgenommenen Giftes betrug 0,10 Gran.

Am 24sten Morgens waren die einzelnen Theile der Pflanze in den Zustand völligen Abgestorbenseins übergegangen; die Blüthenblätter welk, die Knospen wie geknickt, überhängend, der Stengel schmutzig-dunkelgrün. Eine fernere Aufnahme des dargebotenen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0349-6

Giftes war fortan durch 3 Tage nicht mehr nachweisbar. Die Summe der in den einzelnen Tagen aufgenommenen Arsenik-Quantitäten (0,11 + 0,8 + 0,10 Gran) ergibt sich ungefähr als 0,30 Gran.

Der von der Arsenikflüssigkeit umspülte Stengel wurde sorgfältig mit destillirtem Wasser abgespritzt, gewaschen, leicht getrocknet, sodann wie die ganze Pflanze zerschnitten und in dem Marsh'schen Apparate auf Arsenik geprüft. Es gelang in 2 wiederholten Fällen Spuren des aufgenommenen Arseniks auf der porzellanenen Probeplatte nachzuweisen.

Die entsprechenden, in destillirtes Wasser getauchten Zweige vegetirten in üppiger Entwicklung. Die einzelnen Knospen entfalteten sich zur Blüthe, Stengel, Blattstiele und Blätter ganz normal. Die Mengen des absorbirten Wassers schwankten während der 7tägigen Beobachtung zwischen 13—16 Gran für den Tag.

IVter Versuch. Zwölf gesunde, in vollem Wachsthum begriffene Exemplare von *Phaseolus vulgaris* wurden in sechs Blumen-Töpfen, in gewöhnlicher Gartenerde, bis zur Höhe von 6—8 Zoll gezogen. Die eine Reihe A. B. C. wurde mit destillirtem Wasser, die andere D. E. F. mit einer Lösung von 15 Gran Acidum arsenicum auf 2 Unzen Wasser in Zwischenräumen wiederholt begossen. Bereits nach 12 Stunden zeigten die letztgenannten Exemplare ein kränkliches Blasswerden der zu unterststehenden Blätter; der Stengel schien wenig angegriffen. Im Verlaufe der nächsten acht Stunden trat ein allmäliges Hinwelken und gelbliche Färbung der Blätter ein; sie erschienen auf den Blattstielen wie abgeknickt und vertrocknet; auch der Stengel zeigte ein welkes Aussehen. Den von Marcet unter ähnlichen Verhältnissen beobachteten dünnen Anflug einer glänzenden Substanz auf der äussern Fläche der Blätter konnte ich trotz des genauesten Untersuchung mit der Lupe nicht entdecken, wohl aber fand ich seine Angabe, dass selbst wiederholte Begiessungen mit grösseren Mengen reinen Wassers die einmal begonnene Intoxication nicht mehr zu hemmen vermögen, bestätigt. Die Untersuchung auf Arsenik im Marsh'schen Apparat lieferte deutliche Spuren des absorbirten Giftes.

Die Exemplare der ersten Reihe (A. B. C.) grünten freudig fort, ohne irgend eine normwidrige Veränderung wahrnehmen zu lassen, bis ich 8 Tage nach der Beendigung des Vergiftungs-Ver-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0350-7

suches auch sie einer gleichen Vergiftung unterwarf, wo sie sodann nach 30 Stunden alle Zeichen des Abgestorbenseins darboten.

Gesunde, kräftige Exemplare von *Phaseolus vulgaris*, *Vicia Faba* und *Tropaeolum majus*, welche ich sorgfältig der Erde enthob, ihre Wurzeln mit der Spritzflasche reinigte und sodann in eine Lösung von arseniger Säure (von gleicher Stärke, wie die letztgenannte) setzte, zeigten die erwähnten Erscheinungen schon nach 9—13 Stunden, während andere, auf gleiche Weise in destillirtes Wasser getauchte Exemplare in ihrem Wachsthume nicht im mindesten beeinträchtigt erschienen.

Vter Versuch. M. Princep hat bekanntlich zuerst die Aufhebung der Irritabilität bei den Staubfäden von *Berberis vulgaris* in Folge der Einwirkung arseniger Säure nachgewiesen. In mehreren Versuchen, welche ich selbst anstellte, fand ich seine Angabe vollkommen bestätigt. Nachdem ich mich zu wiederholten Malen über die verschiedenen Grade der Reizbarkeit der Staubfäden dieser Pflanze unterrichtet, wählte ich 8 Zweige, von welchen 4 in verdünnte Lösungen von Arsenikoxyd, 4 in destillirtes Wasser gestellt wurden. Nach einer, zwei, drei und vier Stunden zeigten sämmtliche untersuchte Staubfäden auf den mittels einer feinen, silbernen Sonde angebrachten Reiz lebhafte Annäherung an das Pistill. Nach Umfluss der fünften Stunde beobachtete ich dieses Phänomen nur mehr bei den in destillirtes Wasser getauchten Exemplaren, während die mit Arsenik-Lösung in Berührung stehenden gar keine Reaction mehr zeigten; wiederholtes Kitzeln, sowie tiefere Einschnitte in die Haut des Staubfadens blieben ohne alle Rückwirkung; die Staubfäden verharrten vielmehr unbeweglich in einer vom Pistill ab- und rückwärts gebogenen Stellung.

Die zu den Gegenversuchen verwendeten Exemplare behielten ihre Reizbarkeit durch 5 Tage. Gegen Abend neigten sich Staubfäden und Blüthenblätter dem Pistille zu (— sie schliefen), um am andern Morgen sich wieder zu öffnen; an den vergifteten Exemplaren blieben sowohl die Staubfäden, als die Blüthenblätter in ihrem erstarrten Zustande, ohne eine Neigung zum Schlafe zu zeigen.

Derselbe Versuch, mit arseniksaurem Kali wiederholt, lieferte ganz gleiche Resultate.

VIter Versuch. Die Resultate der Experimente Marcet's und Wiegmann's über den Einfluss, welchen Lösungen von weissem Arsenik auf grössere Gewächse (Bäume) ausüben, scheinen sich auf

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0351-3

den ersten Anblick zu widersprechen. Denn während Wiegmann beobachtete, dass ein Weidenbaum mässiger Grösse und Stärke, mit einer Auflösung von 2 Unzen weissen Arseniks begossen, nicht nur nicht getödtet wurde, sondern vielmehr noch schneller und kräftiger als seine, durch Nichts im Wachsthum gehinderten Nachbarn wuchs, ja selbe noch durch üppiges Gedeihen übertraf — sah Marcet in zwei Fällen einen spanischen Fliederbaum, dem er durch eine $1^1/_2$ Zoll lange Spalte, welche bis ins Mark eindrang, 15—20 Gr. weissen Arseniks beibrachte — nach Umfluss von 5 Wochen gänzlich vertrocknet — ja selbst den mit ersterem unter der Oberfläche des Bodens in Verbindung stehenden Nachbarstamm, innerhalb 14 Tage nach dem Absterben des einen, gleichfalls vergiftet unter gleichen Erscheinungen absterben. Die von Wiegmann ausgesprochene Ansicht, ob nicht in seinem Versuche vielleicht die Menge des Arseniks eine zu geringe gewesen sein möge, um nachtheiligen Einfluss auf das Leben des Baumes äussern zu können und ob nicht vielmehr der Arsenik, als Reizmittel, wachsthumbefördernd gewirkt habe? — munterte mich auf, durch wiederholte Versuche der Lösung dieser Frage näher zu kommen. Zu diesem Behufe wurden 4 junge, kräftige Exemplare von *Salix caprea* und 2 Exemplare von *Syringa persica* ausgewählt. Die Fliederbäume standen in einem gegen den Wind geschützten Garten, an der Südseite der Mauer, ungefähr 10 Fuss von einander entfernt.

Am 5ten Mai Vormittags führte ich bei dem einen Exemplare mit einem scharfen Scalpell einen Längschnitt von 2 Zoll durch die Rinde bis unmittelbar in das Mark eindringend, worauf sogleich mit Hülfe eines Trichters eine Lösung von 2 Scrupel mit Wasser behandelten reinen Arseniks eingebracht, die Wundränder vereinigt und mit Baumwachs verklebt wurden. An dem zweiten Exemplare wurde eine ganz gleiche Verletzung vorgenommen, jedoch kein Arsenik eingebracht, sondern nur die Wundränder gleich dem einen verbunden. Fünf Tage hindurch war keine Veränderung zu bemerken; am 11ten Mai zeigten einzelne Nebenschösslinge, welche unmittelbar über der Applications-Stelle standen, ein auffallendes Erblassen der anfangs freudig grünen Farbe der Blätter, die Blätter selbst waren an den Spitzen leicht eingerollt. Am folgenden Tage war auch die Mehrzahl der übrigen Blätter auf dieselbe Weise verändert. Höchst auffallend war mir aber, neben dieser Erscheinung, die Wahrnehmung, dass die stärkste Entfärbung längs der einzelnen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0352-9

Haupt-Blatt-Adern sich zeigte und gleichsam von hier auslaufend gegen die Ränder allmälig abnahm*). Eine genaue Beobachtung mehrerer noch wenig angegriffener Blätter bestätigte meine Vermuthung, dass die Vergiftung des einzelnen Blattes vom Centrum gegen die Peripherie nach dem Verlaufe und der Verästelung der Blatt-Adern im Parenchyme fortschreitet, dass das allmälige Ueberhängen und Zusammenrollen der Blätter durch einen der Lähmung vergleichbaren Zustand hervorgerufen wird. Dabei zeigten jedoch die Zweige noch vollkommene Elasticität und eine Veränderung des Gewebes war nicht nachweisbar. Während am 3ten Juni bereits die untern Zweige in einen Zustand völligen Abgestorbenseins übergegangen waren, zeigten die höchststehenden Zweige noch Leben, obgleich durch ihr kränkelndes Ansehen die fortschreitende Vergiftung nach Oben unzweideutig sich ankündigte. Nach Umfluss der 5ten Woche war der ganze vorher kräftig vegetirende Baum vertrocknet; herbstliche Färbung der Blätter, allmälige Entlaubung, Rigidität der Zweige und Stengel, fortschreitende Vertrocknung und endlich der Tod — waren die Symptome in Folge einer allgemeinen, intensiven Arsenik-Vergiftung; denn: das 2te Exemplar, welches dem verderblichen Einfluss des Arseniks nicht ausgesetzt war, grünte und blühte freudig fort; die Wundspalte vereinigte sich allmälig und Zweige und Blätter standen in üppigster Vegetation. — Bei der Ausrottung des ersten Exemplares untersuchte ich auch die Wurzeln — sie schienen nicht im mindesten gelitten zu haben und waren vollkommen frisch und gesund. Das Fortschreiten der Vergiftung von Unten nach Oben dürfte somit unzweifelhaft erscheinen, während ich in keinem meiner Versuche ein Abwärtssteigen des vergiftenden Einflusses wahrnehmen konnte.

Am 2ten Juli schritt ich zu den Versuchen mit den Weiden. 2 Exemplare wurden zur Vergiftung, 2 zu Gegenversuchen bestimmt; sämmtliche Exemplare befanden sich ungefähr 15 Schritte vom Ufer des Leches an einem leichten Abhange. Vormittags 9 Uhr begoss ich 2 Exemplare mit einer gesättigten Lösung von 4 Unzen weissen

*) Anmerkung. Diese meine Erfahrung steht im Widerspruche mit der von E. A. Zeller mitgetheilten Beobachtung. Derselbe bemerkt nämlich in seinen werthvollen „Untersuchungen über die Einwirkung verschiedener Stoffe auf das Leben der Pflanzen, Tübingen 1826 pag. 48“ bei Arsenik-Vergiftung der Pflanzen die Verfärbung stets vom Umfange gegen die Mitte hin fortschreitend beobachtet zu haben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0353-5

Arseniks (somit der doppelten Quantität der von Wiegmann angewendeten Sättigung) — allein der Versuch wurde gänzlich vereitelt, da in Folge andauernden, heftigen Regens der Fluss aus seinem Beete trat und das Wasser meine Bäume umspülte.

Nichts destoweniger schritt ich alsbald zu einem zweiten Versuche mit solchen Bäumen, welche mich durch ihre weitere Entfernung vom Flusse vor ähnlichem Missgeschick sicher stellten. Das Begiessen wurde auf kleinstem Raum mit möglichster Sorgfalt ausgeführt und die Bäume sodann sich selbst überlassen. Allein trotz der genauesten Beobachtung war ich nicht im Stande irgend eine Veränderung im Wachsthume, in der Entwicklung und Färbung der Blätter, in der Elasticität der Zweige, in dem ganzen Ansehen des Baumes wahrnehmen zu können. Die Entlaubung trat Mitte November's zur gewöhnlichen Zeit ein, im folgenden Frühling zeigte sich die Efflorescenz im Mindesten nicht getrübt, und selbst nach einer sehr genauen Untersuchung, welche ich heute den 27sten April 1849, somit nach bei 3 und einem halben Jahre vornahm, konnte ich keine Verschiedenheit zwischen den, der Einwirkung des Arseniks ausgesetzt gewesenen und den sich selbst überlassen gebliebenen Individuen weder zum Nachtheile noch zum Vortheile ihrer Entwicklung wahrnehmen. Wohl mag der feuchte Boden (in der Nähe des Lech-Flusses), sowie die häufigen Regen die Concentration des Giftes geschwächt und durch ausserordentliche Verdünnung das Gift selbst unschädlich gemacht haben; indess liess sich auch an der, den Aufwuchs des Baumes unmittelbar umgebenden und mit der Arsenik-Lösung nothwendig in genauesten Contact gesetzten Vegetation nichts Erhebliches nachweisen. Wiegmann's Angabe erscheint somit durch meine Versuche nicht weniger als die Marcet's im Wesentlichen bestätigt.

VIIter Versuch. Die Resultate welche Leuchs[1]) bei seinen mit Hahnemann'schen Dosen ausgeführten Versuchen erhielt, erschienen mir so interessant, dass ich eine Wiederholung derselben, wenn auch nur im verjüngtem Maasstabe mir nicht versagen konnte. Da ich mich zur Sicherung der Resultate ganz der von Leuchs

1) Leuchs, (Poggendorf Annalen Bd. XIV. pag. 499 und Bd. XX. pag. 488 ff.) welcher diese Untersuchungen fortführte, fand, dass selbst die 26ste Verdünnung, welche nur mehr den $\frac{27}{100,000,000,000}$ Theil eines Grans enthielt, schädlichen Einfluss auf den Keimungsprocess der Wicken äusserte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0354-0

angegebenen Methode bediente, beschränke ich mich auf die Mittheilung der Erfolge, welche in allen Stücken die Erfahrungen von Leuchs bestätigen.

Die Verdünnungen der arsenigen Säure (60 Gran auf 440 Gran Wasser) wurden nach homöopathischen Grundsätzen bis zum 13. Grade fortgesetzt, in den einzelnen Verdünnungen je hundert gesunde, keimfähige Samen von *Vicia sativa* 12 Stunden lang eingeweicht, sodann in Blumenscherben in weissem thonhaltigen Sande an einem finstern Orte bei einer gleichmässigen Temperatur von 16° R. ihrer Entwicklung überlassen.

Als nach Umfluss von 4 Wochen die Ernte vorgenommen wurde, zeigte sich die Vegetation in demselben Maase beeinträchtigt, als die Menge des in den einzelnen Lösungen enthaltenen Arseniks stieg. Denn während Verdünnungen, in welchen nur 0,0028 bis 0,00072 Gran auf das einzelne Samenkorn trafen, gar nicht aufgingen, zeigten selbst noch die mit der 13ten Verdünnung behandelten Samenkörner (obgleich in dieser auf jeden der eingeweichten Samen nur 0,0000000789 (= $^{8}/_{100}$ Milliontel) eines Grans trifft, deutliche Spuren der nachtheiligen Einwirkung des Arseniks; eine Wirkung, welche um so entschiedener erscheint, wenn wir bedenken, dass die Lösung kaum 2 Procente Arsenik-Oxyd enthielt, dass ferner die Gift-Substanz, weil der Arsenik durch seine Verbindung mit dem im Wasser gelösten Kalke eine minder schädliche Verbindung eingeht, in ihrer Intensität herabgesetzt wurde und dass überdiess nur die Hälfte des Arseniks wirklich aufgenommen wurde, da die einzelnen Samen nur ungefähr die Hälfte der Einweich-Flüssigkeit absorbirten. Die deletäre Wirkung des Arseniks auf keimende Pflanzen zeigte sich mir aber auch in andern Versuchen mit Samen von *Linum usitatissimum*, *Ervum Lens*, *Pisum sativum* und *Trifolium sativum*, sei es dass sie vor der Einsaat in Kohlenpulver oder Quarzsand in arsenikhaltigen Lösungen (von verschiedenen Graden) eingeweicht wurden, sei es dass ich selbe erst, nachdem sie bis zu einem gewissen Grade der Entwicklung gelangt, mit diesen Lösungen befeuchtete; die meisten der untersuchten Pflänzchen starben dann schon binnen 24 Stunden und solche welche der Einwirkung länger widerstanden, wie *Avena elatior*, fristeten ihr kümmerliches Dasein niemals über 3 Tage.

(Fortsetzung folgt.)

Anzeigen.

Bei Victor Masson in Paris ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben: (Leipzig durch S. Michelsen)

De Candolle Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, Pars XIII. Sect. 2. gr. 8. 4 Thaler.

Die erste Abth. dieses 13ten Bandes, welche die Solanaceen und Plantaginaceen enthalten wird, erscheint später. Preis der ersten 12 Bände 52⅔ Thaler.

Redacteur und Verleger: Dr. Fürnrohr in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0355-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1849

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Schmid Friedrich Christoph

Artikel/Article: Ueber den Einfluss metallischer Gifte auf das Leben der Pflanzen 337-352