

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1870. Band II.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1870.

In Commission bei G. Franz.

Herr Vogel trägt vor:

1) „Einige Versuche über das Keimen der Samen.“

Schon vor einer Reihe von Jahren habe ich einige Versuche über das Keimen der Samen auf verschiedenen Unterlagen mitgetheilt. Es ist in jener Arbeit ausführlich gezeigt worden, dass chemische Verbindungen, welche nach der gewöhnlichen Ansicht als ganz unlöslich in Wasser betrachtet werden, zur Unterlage bei Keimversuchen benützt, dennoch die Keimung zu verhindern im Stande sind. Diess lässt darauf schliessen, dass sie durch den Keimvorgang aus ihrem ursprünglich unlöslichen Zustande in einen theilweise löslichen übergeführt werden, wenn man nicht annehmen will, dass einige derselben wie z. B. Berlinerblau, kohlen-saure Magnesia u. a. der Keimung ein mehr mechanisches als chemisches Hinderniss entgegensetzen. Zu diesen Verbindungen, welche ungeachtet ihrer Unlöslichkeit in Wasser, auf die Keimung schädlich einwirken, gehören vor anderen die künstlichen Schwefelantimonpräparate, Kermes und Sulfur-auratum, Kupferoxyd, kohlensaures Kupferoxyd und chrom-saures Quecksilberoxydul. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Substanzen durch den Keimvorgang theilweise in Lösung übergeführt werden und in solcher Weise hindernd wirken.

Bekanntlich treten bei dem chemischen Vorgange des Keimens organische Säuren auf. Ich habe es versucht, die durch Keimung erzeugte Säuremenge, ohne vorläufig auf die Natur der Säure selbst näher einzugehen zu wollen, annähernd zu bestimmen. 100 Gmm. Gerstenkörner waren mit Wasser befeuchtet mehrere Tage hindurch an einem

warmen Orte der Keimung überlassen worden. Nachdem die Keime grösstentheils entwickelt waren, wurden die gekeimten Samen auf ein Filtrum gebracht und mit vielem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat reagirte auch nach dem Aufkochen sauer. Die folgende Bestimmung der Säuremenge bezieht sich daher auf den durch Keimung gebildeten Säuregehalt mit Ausschluss der Kohlensäure und Essigsäure. Durch Titriren mit Normalnatronlauge ergab sich im Durchschnitt aus mehreren Versuchen als ein Aequivalent von 0,17 Gmm. Schwefelsäurehydrat, welche Menge somit in diesem Falle auf Rechnung der beim Keimprozesse gebildeten nicht flüchtigen organischen Säuren zu setzen ist. Die Menge und die Natur der Säurebildung durch den Keimungsprozess ist selbstverständlich verschieden je nach der Species der Samen, welche zum Versuche verwendet wird. Ich habe in derselben Weise noch Klee- und Kressensamen untersucht und behalte mir vor auf diesen Gegenstand in der Folge ausführlicher zurückzukommen. Eine gewogene Menge beider Samen, 100 Gmm., war in einer Schale mit Wasser befeuchtet der Keimung überlassen worden. Nachdem alle Samen gekeimt hatten, wozu für den Kleesamen ungefähr 8 Tage, für den Kressensamen 4 Tage erforderlich waren, wurden die gekeimten Samen vollkommen mit Wasser ausgewaschen und die filtrirten Flüssigkeiten, welche beide deutlich sauer reagirten, ohne vorher gekocht zu haben, mit verdünnter Natronlauge von bestimmtem Gehalte filtrirt; es ist also hier, abweichend von den oben beschriebenen Versuchen mit Gerstensamen, der ganze Säuregehalt, auch der Gehalt an flüchtiger Säure, wie Essigsäure, Schwefelwasserstoffsäure u. s. w., zur Bestimmung gelangt. Als Resultat ergab sich, dass der durch Keimung von 100 Gmm. Kleesamen erzeugte Säuregehalt 0,35 Gmm., der durch Keimung von 100 Gmm. Kressensamen erzeugte Säuregehalt 0,44 Gmm. Schwefelsäurehydrat entsprach.

Den Körpern, deren Verhalten zur Keimung ich in der angegebenen Weise schon früher untersucht habe, füge ich noch zwei hinzu, nämlich den amorphen Phosphor und das Anilin. Der amorphe Phosphor, welcher bekanntlich ohne Vergiftungserscheinungen hervorzubringen, innerlich genommen und daher als unschädlich für den thierischen Organismus betrachtet werden kann, äussert nach meinen Versuchen einen ungünstigen jedenfalls verzögernden Einfluss auf den Keimprozess. Der zu diesen Beobachtungen verwendete amorphe Phosphor war vollkommen arsenfrei und durch längeres Waschen mit destillirtem Wasser von Phosphorsäure und phosphoriger Säure möglichst gereinigt worden. Von den darauf gesäten Kressensamen zeigten unter vorsichtigster Behandlung erst am 6. Tage einzelne Körner eine unvollkommene Entwicklung des Keimes, während unter gewöhnlichen Verhältnissen wie bekannt die Kresse schon nach 24 Stunden zu keimen beginnt. Andere Samen, wie Erbsen, Bohnen, Cerealien, Klee u. a., gelang es mir in öfters und zu verschiedenen Jahreszeiten angestellten Versuchen bis jetzt nicht, in amorphem Phosphor zur Entwicklung zu bringen.

Anilin, obgleich in Wasser ganz unlöslich, zeigte sich der Keimung entschieden nachtheilig. Es konnte an Kressensamen, welche auf befeuchtetes Anilin gesät waren, durchaus keine Keimerscheinung beobachtet werden. Hiernach dürfte das Anilin, welches nach Latheby's Versuchen¹⁾ als ein heftiges Gift für den thierischen Organismus erkannt worden ist, als ein solches auch für das vegetabile Leben zu betrachten sein. Als ergänzendes Resultat mag nebenbei bemerkt werden, dass auf fein gepulvertem sublimirten Indigo die Keimung ungestört vor sich geht.

Als eine Fortsetzung meiner früheren Versuche in dieser

1) Jahrb. der Pharm. Bd. 21. S. 37.

Richtung ist eine Arbeit Lea's zu betrachten,²⁾ welcher auf verschiedenen Lösungen Samen keimen liess. Weizenkörner gelangen zum Keimen auf Wasser, welches mit sehr kleinen Mengen von Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Bromammonium, schwefligsauren Natron, zweifach kohlensauren Kali, kohlensauren Natron, Ammoniak, chlorsauren Kali versetzt war. Am wenigsten schädlich zeigten sich für die Keimung zweifach kohlensaures Kali, schwefligsaures und kohlensaures Natron. Auf einer Lösung von Zucker oder Glycerin keimten die Samen wie auf reinem Wasser, auf Gummi kamen weniger Samen zum Keimen, aber die entwickelten Pflanzen wurden höher; auf Citronensäure oder übermangansaurem Kali blieben sie klein und setzten keine Wurzeln ab. Ich habe diese Versuche, welche für mich besonderes Interesse boten, mit anderen Samen, zunächst mit Klee- und Kressensamen, wiederholt und dieselben bestätigt gefunden. In Beziehung auf den Einfluss des übermangansauren Kali's will ich nur noch bemerken, dass dasselbe ähnlich wie Chlor, Brom und Jod unter Umständen den Keimprozess zu befördern scheint. Uebergiesst man nämlich Samen mit einer verdünnten Lösung von übermangansaurem Kali (0,3 Gmm. Chamäleonkrystalle auf 1 Liter Lösung), so ist nach kurzer Zeit die violette Lösung vollkommen entfärbt. Nach mehrmaligem Erneuern des übermangansauren Kali's und Abspülen der Samen mit destillirtem Wasser bemerkt man, dass die so behandelten Samen früher Keime zu entwickeln beginnen, als die in ganz gleicher Weise nur mit destillirtem Wasser befeuchteten. Ich weiss nicht, ob meine Annahme richtig ist, dass die Beschleunigung des Keimprozesses in diesem Falle von einer durch das zersetzte

2) Chem. Centr. 1867. S. 688.

üpermangansaure Kali zugeführten grösseren Sauerstoffmenge herrühre. Indess schien es mir doch geeigneter, nicht unmittelbar die Lösungen anzuwenden, sondern mit den Lösungen getränkte Unterlagen. Bekanntlich haben keimfähige Samen meistens ein höheres specifisches Gewicht als Wasser, sie gehen daher auch in diesen sehr verdünnten Lösungen zu Boden. Man kann somit den Versuch nur mit dünnen Schichten von Lösungen anstellen, welche schnell eintrocknen und so sehr häufig zu concentrirt werden, wodurch denn auch ein mechanisches Hinderniss der Keimung eintreten kann. Es wurde desshalb, um diesem Uebelstande vorzubeugen, zu ähnlichen Versuchen von mir und Anderen als Unterlage Badeschwamm gebraucht; dieses Material hat indess als Unterlage in dieser Beziehung den Nachtheil, dass es mit zahlreichen Löchern von ganz verschiedener Grösse versehen ist, so dass einzelne Samen von der Oberfläche verschwinden; es wird hiernach eine vergleichende quantitative Beurtheilung der gekeimten und nicht gekeimten Samen sehr erschwert. In neuester Zeit habe ich ein Material kennen gelernt, welches mir als Unterlage bei Keimungsversuchen vor anderen dem Zwecke entsprechend erscheint. Diess ist der sogenannte Insektentorf; --- er führt diesen Namen, da er in dünne Platten geschnitten statt des kostspieligen Korkholzes zum Aufstecken von Insekten u. s. w. in entomologischen Sammlungen dient. Dieser Torf stellt die lockerste Torfsorte dar, die mir bis jetzt vorgekommen und steht offenbar an der Gränze der Materialien, die man mit dem Ausdrücke „Torf“ bezeichnen kann; derselbe enthält nämlich nach allen Richtungen hin und in allen Theilen noch ganze, nicht in den Zersetzungsprozess hineingezogene Pflanzen und tritt somit eigentlich als ein Convolut getrockneter Pflanzenüberreste auf. Bis jetzt ist diese Torfsorte meines Wissens nur in Hannover gefunden worden und wird nach dem Trocknen in Platten von $\frac{1}{2}$ '' Dicke geschnitten. Von

seiner Leichtigkeit und Porosität kann man sich einen Begriff machen, wenn man dessen specifisches Gewicht und Wasserabsorptionsvermögen berücksichtigt. Sein specifisches Gewicht beträgt 1 Cub' bayer. wiegt 6,1 Zollpfund. Da es wie bekannt Maschinentorfsorten gibt von 60 bis 80 Zollpfund per 1 Cub' bayer., so wird man zugeben müssen, dass diese Torfsorte kaum die Bezeichnung Torf beanspruchen darf. Durch die grosse Porosität dieses Torfes ist nun auch dessen unverhältnissmässig bedeutende Wasserabsorptionsfähigkeit bedingt; 100 Gmm. Insektentorf absorbiren nach wiederholt angestellten Versuchen durchschnittlich 800 CC. Wasser. Das Wasser steigt in demselben schnell aufwärts, was man leicht beobachten kann, wenn man ein schmales Stück mit dem unteren Ende in gefärbtes Wasser taucht. Der Aschengehalt ist ein sehr geringer; er beträgt 1,3 Proc. Diese Platten sind daher auch sehr geeignet als Trockenunterlage für chemische Zwecke. Bringt man feuchte Niederschläge mittelst des Filtrum's auf solche Unterlagen, so wird das Trocknen durch die grosse Wasserabsorptionsfähigkeit des Torfes sehr wesentlich gefördert.

Für die Benützung der porösen Platten als Unterlage für Keimversuche wurden dieselben in die betreffenden Lösungen eingelegt und so lange damit in Berührung gelassen, bis sie vollkommen imprägnirt waren. Man konnte nun die Samen reihenweise auf der Unterlage auftragen und somit den Einfluss der einzelnen Salzlösungen u. s. w. auf den Keimvorgang besser als auf irgend eine andere Art beobachten. Um das Eintrocknen zu verhindern und einen gleichmässigen Feuchtigkeitsgrad dauernd zu erhalten, befindet sich die Torfplatte auf einem flachen Glas- oder Porcellangefäss, welches die betreffende Flüssigkeit enthält.

Ich will nun die Versuche, die bis jetzt zur Ausführung gekommen, in Kürze mittheilen, da ich mir vorbehalte, in der Folge die Reihe noch weiter auszudehnen.

Als Samen sind nebeneinander Klee- und Kressensamen verwendet worden; es ergab sich zwischen beiden nur darin ein Unterschied, dass letzterer viel früher zum Keimen gelangte, indem wie bekannt der Keimvorgang bei Klee später eintritt. Im Allgemeinen zeigen sich an der Kresse nach 24 Stunden die ersten Keimbewegungen, während sie bei Klee erst am dritten Tage deutlich werden.

Man hat bisher die Kupfersalze als absolut schädlich für die Keimung und überhaupt für die Vegetation betrachtet und daher sogar Kupfervitriollösung als Vertilgungs- und Verhinderungsmittel gegen Unkraut in Vorschlag gebracht. Nach meinen neueren Versuchen hängt diese hindernde Einwirkung doch wesentlich von dem Grade der Verdünnung ab. Es ist eine Kupfervitriollösung in der Verdünnung von 1 Gmm. zum Liter nach der oben beschriebenen Art zum Versuche verwendet worden. Die Keimung der Kresse sowohl als des Klee's zeigte sich bei dieser Verdünnung allerdings sehr verzögert, allein nach längerer Zeit wurde sie doch bemerkbar. Auch kamen bei weitem nicht alle Samen zur Entwicklung, ungefähr $\frac{1}{3}$ derselben blieb ganz unverändert. Es schien fast, als ob nur die vorzugsweise gesunden Individuen die durch Kupfervitriollösung gebotene Schädlichkeit überwinden konnten. Die fernere Entwicklung blieb eine sehr verkümmerte und es gelang nicht, eine vollkommen ausgebildete Pflanze zu erzielen. Bei noch weiterer Verdünnung der Kupfervitriollösung erschien die Keimverhinderung verhältnissmässig noch gemindert.

Als eigenthümliches Resultat ist zu erwähnen, dass verdünnte Essigsäure die Keimung vollkommen verhinderte. Die zu den Versuchen verwendete Flüssigkeit enthielt 0,5 Proc. Essigsäure, die Essigsäure selbst hatte 42 Proc. Essigsäurehydratgehalt ergeben. Der Gehalt der zum Versuche verwendeten Flüssigkeit an Essigsäurehydrat betrug demnach nur 0,21 Proc. Keiner der Samen zeigte auch nur die

geringste Keimbewegung, sie schienen zu verschrumpfen und konnten auch nachdem sie längere Zeit mit destillirtem Wasser abgewaschen worden waren, nicht mehr zur Keimung gebracht werden. Es scheint, dass die Essigsäure auch in dieser bedeutenden Verdünnung verändernd auf die Constitution des Samens einwirkt; ein ähnliches Resultat ergab eine in gleicher Weise verdünnte Lösung von Oxalsäure. In der oben citirten Arbeit von Lea³⁾ ist angegeben, dass Samen zur Keimung gelangten auf Wasser, welches mit „sehr kleinen Mengen“ von Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure versetzt war. Für Schwefelsäure habe ich die Gränzen der Verdünnung bestimmt, bei welcher die Keimung beginnt oder noch stattfindet. Im ersten Versuche diente eine verdünnte Schwefelsäure von 2 Proc. Schwefelsäurehydratgehalt; die zweite Verdünnung war 0,4procentig, die dritte 0,08procentig. In den ersten beiden Verdünnungen war durchaus keine Keimung bemerkbar, in der dritten zeigte sich ungefähr die Hälfte der Samen gekeimt, allein auch hier trat durchaus keine vollständige Entwicklung der Pflanze ein. Es ist somit anzunehmen, dass die Verdünnung, bei welcher in den früheren Versuchen Keimung beobachtet worden ist, wohl noch etwas unter der von mir hergestellten (0,08 proc.) gestanden habe.

Eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali in einer Verdünnung von 0,5 Gmm. zum Liter, verhindert die Keimung gänzlich, dasselbe findet statt mit salpetersaurem Silberoxyd in der nämlichen Verdünnung. In beiden Fällen tritt eine schwärzliche Färbung der Samen auf, welche eine vollkommene Zerstörung der Keimkraft mit sich führt.

Die arsenige Säure ist noch in sehr bedeutender Verdünnung ein entschiedenes Hinderniss der Keimung; bei der Behandlung der Samen mit einer Lösung von 0,1 Gmm. arseniger Säure in einem Liter Wasser, demnach in einer

3) a. a. O.

Verdünnung von 1 : 10000, fand nicht die mindeste Keimbewegung statt; die Samen, welche nur kurze Zeit mit dieser weniggleich sehr verdünnten Lösung von arseniger Säure in Berührung gestanden hatten, zeigten sich auch nach längerem Waschen mit Wasser nicht mehr keimfähig. Die Arsensäure ist bekanntlich für den thierischen Organismus kein Gift, indem sie nach oft wiederholten Versuchen in grösseren Mengen ohne nachtheilige Wirkung innerlich genommen werden kann. Dieser Unterschied in Beziehung auf Giftigkeit zwischen arseniger Säure und Arsensäure scheint für das vegetabile Leben nicht so auffallend zu bestehen. Samen, welche nur eine halbe Stunde in einer sehr verdünnten Lösung von Arsensäure gelegen hatten, zeigten nach dem völligen Abwaschen mit destillirtem Wasser auch nach mehreren Tagen keine Entwicklung des Keimes. Indess schien doch die Keimkraft nicht so gründlich zerstört, wie durch arsenige Säure, indem nach 8 Tagen die Samen aufgesprungen waren und somit offenbar noch einen Rest von lebendiger Bewegung bewahrt hatten. In der mehrere Tage mit Samen in Berührung gestandenen Arsensäure war keine Bildung von arseniger Säure wahrzunehmen. Keimversuche mit Cyanwasserstoffsäure haben ergeben, dass dieselbe zwar ein Hinderniss des Keimvorganges ist, nicht aber die Keimkraft aufhebt. Es sind Samen mit Blausäure in der Verdünnung von 2 C.C. 4,5 procentiger Blausäure in 500 C.C. Wasser behandelt worden. Die Keimung trat nicht ein; jedoch zeigte sich nach Verlauf von 8 Tagen normale Keimentwicklung. Die Untersuchung ergab, dass die Flüssigkeit nach dieser Zeit keine Blausäure mehr enthielt. Da der Versuch selbstverständlich auf einer Unterlage in einem offenen flachen Gefässe stattfinden musste, so hatte sich die Blausäure verflüchtigt und die Keimung der lebensfähig gebliebenen Samen nach deren vollkommener Entfernung begonnen.

An die hier mitgetheilten Ergebnisse schliesst sich noch eine Versuchsreihe über das Verhältniss des Steinkohlenleuchtgases zur Keimung.

Dass das Steinkohlenleuchtgas, d. h. das Gemeng verschiedener Gasarten, wie es zur Beleuchtung dient, unter Umständen auf die Vegetation nachtheilig einwirke, ist als allgemeine Thatsache angenommen. Die höchst interessanten und mit grossen Mitteln von Freytag in Bonn und von Poselger in Berlin in dieser Richtung ausgeführten Versuche⁴⁾ haben indess gezeigt, dass diese schädliche Wirkung des Leuchtgases sich vorzugsweise auf das gewöhnliche nicht gereinigte Gas beschränkt, bei vollkommen gereinigtem Gase dagegen nicht eintrete. Das noch mit Theerbestandtheilen imprägnirte Gas vermag bei einer bestimmten Anhäufung im Boden in der Art schädlich auf die Wurzeln der Bäume einzuwirken, dass letztere absterben. Dieses durch den Versuch gewonnene Resultat findet auch theoretisch insoferne Bestätigung, als wie bekannt die Theerbestandtheile, insbesondere aber die Phenilsäure, alles vegetabile Leben ersticken und daher als fäulniss- und verwesungswidrig zum Conserviren von Holz u. s. w. benützt werden.

Von der Schädlichkeit des ungereinigten Steinkohlenleuchtgases auf die Vegetation kann man sich leicht durch einen sehr einfachen Versuch überzeugen. Bringt man nämlich eine mit Kressenpflanzen bewachsene feuchte Unterlage auf einem Drahtgitter über ausströmendes Leuchtgas, so dass dieses von unten herauf das Vegetationsobjekt durchstreicht, so bemerkt man nach wenigen Tagen eine auffallende Veränderung an den Pflanzen. Obgleich doch immer noch mit einer grossen Menge von Luft in Berührung und daher nur in einer verhältnissmässig sehr verdünnten Atmosphäre von Leuchtgas befindlich, neigen sich die Pflanzen; bei längerer

4) Deutsche Ind. Zeitung. 1870. S. 85.

Einwirkung des Leuchtgases tritt endlich vollkommenes Absterben ein. Entfernt man die halbverwelkten Pflanzen rechtzeitig aus der Gasatmosphäre, so gelingt es bisweilen die Pflanzen zum normalen Zustande zurückzuführen; ist aber die Gaseinwirkung etwas zu lang fortgesetzt worden, so erholen sie sich nicht wieder.

Bringt man eine feuchte mit Samen belegte Unterlage in derselben Weise über eine Gasausströmung, so tritt auch nach längerer Zeit keine Keimung ein; es sind in diesem Falle nur ganz vereinzelte Samen, welche einige Keimbewegung zeigen, wahrscheinlich nur diejenigen, welche bei der unvermeidlich immerhin ungleichen Vertheilung des Gases weniger oder fast gar nicht von dem Gasstrome berührt werden.

Endlich sind noch die Versuche zu erwähnen, welche ich über das Verhältniss einiger Theerbestandtheile zur Keimung angestellt habe.

Vollständige und unverzögerte Keimung findet auf befeuchtetem Naphtalin statt, es folgt sogar eine Entwicklung der Pflanze, nur scheint eine geringere Chlorophyllbildung einzutreten. Bestreut man Samen, welche auf einer feuchten Unterlage zu keimen begonnen, mit Naphtalinpulver, so tritt durchaus keine Veränderung in dem Keimprozesse ein, derselbe schreitet ungestört durch dieses Ueberstreuen voran. Auf Tholuidin dagegen ist auch nach längerer Zeit keine Keimung bemerkbar.

Am auffallendsten ist das Hinderniss, welches durch Phenylsäure der Keimung entgegengesetzt wird. In sehr bedeutender Verdünnung schon ist die Phenylsäure im Stande, die Keimung gänzlich zu verhindern. Begiesst man Samen auf einer porösen Unterlage mit Wasser, in welchem durch Schütteln auf 50 C.C. nur 1 Tropfen Phenylsäure vertheilt ist, so zeigen die Samen nicht die mindeste Keimung.
