

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1868. Band II.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1868.

In Commission bei G. Franz.

480
144 D

Herr Vogel spricht von seinen

„Beobachtungen über die Aufnahme der
Kieselerde durch Wasserpflanzen“.

Im Anschlusse an meine der Classe schon früher vorgelegten Beobachtungen über die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien ¹⁾, so wie einer späteren Arbeit über die Löslichkeit einiger Silikate ²⁾, beehre ich mich im Folgenden über Versuche Bericht zu erstatten, welche die Prüfung der Verhältnisse, wodurch die Zunahme der Kieselerde in einigen im Wasser fortwachsenden Pflanzen bedingt wird, zum Zwecke haben. Veranlassung zur Bearbeitung dieses Gegenstandes war mir zunächst die an den interessantesten Resultaten so überaus reiche Abhandlung Ehrenberg's über die Wachstumsbedingungen der organischen kieseelerdigen Gebilde ³⁾. Nicht blos am schlammigen oder sandigen Boden finden sich Massen von kieselschaaligen Bacillarien, sondern weit auffälliger oft an frei im Wasser flottirenden Pflanzen, bei welchen eine Berührung mit kieselhaltigen Substanzen am Boden des Wassers gar nicht zu denken ist; ja sogar auf den Fucusbänken mitten im atlantischen Ocean finden sich an den Pflanzenstengeln dichte Bedeckungen von Kiesel-Bacillarien, welche, obwohl sie sich fortpflanzen, niemals ihren Bedarf an Kieselerde aus der Tiefe nehmen können. Im Park von Aigen bei Salzburg beobachtete Ehrenberg

1) Von der k. Akad. d. W. in Berlin gekrönte Preisschrift. München 1866.

2) Akadem. Sitzungsberichte. 4. Mai 1867.

3) Monatsberichte der k. preuss. Akademie d. W. zu Berlin. Dezember 1866. S. 810.

an einer hölzernen Brunnenröhre einen dichten Ueberzug von Gallertpolstern, welche sich unter dem Mikroskope als kieselhaltige Gebilde erwiesen. Da dieselben ohne direkten Bodenzusammenhang mit immer fließendem klaren Trinkwasser überrieselt waren, so kann nur aus dem letzteren der Kieselgehalt aufgenommen worden sein, diess um so mehr, als die Lage des Ortes eine Betheiligung kieselhaltigen Luftstaubes anzunehmen ausschloss. Bei der bekannten Armuth der kalten Quellen an Kieselerde, — obgleich das genannte Trinkwasser nicht untersucht worden ist, — bleibt das Vorkommen kieselhaltiger Gebilde gerade an dieser Stelle eine interessante und auffallende Erscheinung. Um die Ablagerungen von Kieselerde in den Gallertpolstern darzustellen, wird bei der Armuth fast eines jeden Trinkwassers an Kieselerde eine Verdunstung ungeheurer Wassermengen anzunehmen nöthig sein.

Es schien mir nach den obigen Andeutungen Ehrenberg's wahrscheinlich, dass die Untersuchung von Wasserpflanzen, welche ohne allen Zusammenhang mit dem Boden auf dem Wasser schweben, für die Aufklärung dieser Verhältnisse vielleicht einen Beitrag liefern könnte und ich habe mich daher bemüht, ein für diese Beobachtungen geeignetes Objekt aufzufinden. Ein solches glaube ich durch gütige Vermittlung meines Freundes Professor W. Bischoff aufgefunden zu haben und beehre mich sowohl über die Lokalverhältnisse, welche dem Materiale meiner Versuche zu Grunde lagen, so wie über letztere selbst der Classe Bericht zu erstatten.

Im Schleisheimer Hofgarten bei München befindet sich ein Teich von 2000 □' Oberfläche und 2' Tiefe, welcher seinen Zufluss von dem in der Nähe vorbeiströmenden Isar- und Würmkanal erhält. Auf diesem Teiche liegt stellenweise eine Schichte von Wasserlinsen, *Lemna minor*, L. (Entenflott). Sie dient zahlreichen Weichthieren und In-

sekten als Anhaltspunkt. Die hier in Rede stehenden Wasserlinsen enthielten namentlich eine bedeutende Menge kleiner Schnecken, deren vollständige Trennung behufs der nothwendigen Einäscherungsversuche eine mühsame und zeitraubende Arbeit war. Die Samen der Pflanzen liegen ursprünglich auf dem Grunde des Teiches und kommen erst bei Beginn des Keimvorganges, gewöhnlich anfangs Mai, an die Oberfläche. Die vollständige Entwicklung und das Wachsthum der Pflanze findet somit ganz unabhängig vom Boden nur durch Vermittlung des Wassers statt, da die Wurzeln mit dem Grunde in keinem Zusammenhange stehen. Die Umgebung des Teiches bildet in weiter Ausdehnung eine üppige Wiese, so dass an einen irgend wesentlichen Einfluss kieselhaltigen Luftstaubes bei dieser Ortslage wohl kaum gedacht werden kann.

Die Untersuchung des Teichwassers, welche zunächst vorgenommen wurde, ergab pro Liter 0,170 Grmm. festen Rückstandes, bei 100° C. getrocknet, nach dem Glühen 0,124 Grmm., d. i. 0,046 Grmm. organischer Substanzen im Liter. Dieser nicht unbedeutende Gehalt an Organismen ergab sich auch durch die Prüfung mit übermangansaurem Kali, indem ein Liter des Teichwassers 16 Milligrmm. übermangansauren Kali's zur Zersetzung der organischen Substanzen bedurfte. Da fließendes Wasser gewöhnlich nur 5 bis 6 Milligramm übermangansauren Kali's bedarf, so ist dieses Wasser als ein mit organischen Bestandtheilen reich beladenes zu betrachten, wie diess auch bei der grossen Menge der in demselben vorhandenen Pflanzengebilde vor auszusehen war. Das zum Verdampfen verwendete Wasser war, um mechanische allenfalls darin schwebende Beimischungen zu entfernen, vorher auf das Sorgfältigste filtrirt worden. Der Kieselerdegehalt ergab sich zu 0,0036 Grmm. per Liter. Ich bemerke noch, dass das Wasser des hier in Rede stehenden Teiches zu verschiedenen Jahreszeiten eine

etwas wechselnde Menge an festem Rückstande zeigte; die angegebenen Zahlen sind daher das Mittel mehrerer von Mai bis Ende August vorgenommener Bestimmungen.

Diesen Versuchen über die Bestandtheile des Teichwassers schliesst sich die Untersuchung der auf demselben vegetirenden Wasserlinse an.

Die Wasserlinse unmittelbar dem Wasser entnommen und nur durch leichtes Drücken von der mechanisch anhaftenden Feuchtigkeit befreit, enthält im frischen Zustande durchschnittlich 88 proc. Wasser. Die vollkommen getrocknete Pflanze hinterlässt bei der Einäscherung 17,4 proc. Asche; diess entspricht für die frische Linse 2,088 proc. an Mineralbestandtheilen. Die Untersuchung der Asche gab in 3 Versuchen den Gehalt an Kieselerde zu:

11,2 proc.

12,8 „

9,0 „

oder als Mittelzahl 10 „

Bei der Annahme von 2,088 proc. Asche der frischen Linse berechnet sich der Kieselerdegehalt derselben zu 0,2088 proc.

Vergleicht man den Kieselerdegehalt der Wasserlinse mit der Menge der Kieselerde, welchen das Wasser, dem sie entnommen ist, liefern kann, so dürfte dieser Vergleich zu folgenden Betrachtungen Veranlassung geben.

Der Teich fasst nach obigen Angaben 4000 Cub.‘ = 9744 Liter Wasser. Da nun 277,7 Liter Teichwasser 1 Grmm. Kieselerde liefern, so geben 97444 Liter 358,2 Grmm. Kieselerde. Das Wasser des Teiches als trockner Rückstand in seiner ganzen Menge von der Pflanze aufgenommen gedacht, wäre daher hinreichend, um den Kieselerdegehalt von 343 Zollpfunden frischer Wasserlinse zu bieten. Da aber der Kieselerdegehalt dieser Wasserpflanze, deren Wurzeln mit dem Boden in keinem direkten Zusammen-

hange stehen, wohl nur durch die Aufnahme der Mineralbestandtheile der von der Pflanze in einer Vegetationsperiode verdampften Wassermenge bedingt erscheint, so versuchte ich es, die Grösse der Wasserverdampfungsmenge durch die Wasserlinse zu bestimmen. Eine Reihe von Versuchen hat ergeben, dass die Wasserverdampfung durch eine Wasserlinsendecke im Vergleiche zur unbedeckten Wasseroberfläche wesentlich vermehrt wird. Die Verdampfung des mit einer solchen Pflanzenschichte bedeckten Wassers steht zu der von unbedeckter Wasseroberfläche ausgehenden Verdampfung im Verhältniss von 25 : 18. 1 □' mit Lemna bedeckte Wasseroberfläche verdampft nach mehrfach angestellten Versuchen in 6 Monaten durchschnittlich 48,1 Liter. Die zusammenhängende Lemnadecke auf dem Teiche betrug nach wiederholten Messungen 10 □'. Die Wasserverdampfung dieser Fläche ergibt sich daher für eine Vegetationsperiode zu 481 Liter. Da nach obigen Angaben 278 Liter Teichwasser 1 Grmm. Kieselerde liefern, so enthalten diese 481 Liter 1,73 Grmm. Kieselerde. Das Gewicht der auf 1 □' des Teiches lagernden frischen Lemnaschichte beträgt als Mittel vieler Beobachtungen 185 Grmm. Unter „frischer Wasserlinse“ ist hier die durch leichtes Pressen und Ausbreiten auf Filtrirpapier vom mechanisch anhängenden Wasser befreite Pflanze verstanden, nicht aber die vollkommen bei 100° C. getrocknete. Die Lemnaschichte von 10 □', wie sie in der Wirklichkeit statt findet, beträgt dem Obigem zu Folge dem Gewichte nach 3,7 Pfund. Den Kieselerde-Procentgehalt der frischen Wasserlinse zu 0,288 angenommen, enthält diese Menge 3,863 Grmm. Kieselerde. Es ist also durch das aus der Pflanze verdampfte Wasser beinahe die Hälfte des Kieselerdegehaltes ($3,863 - 1,73 = 2,133$) geliefert worden.

Da die Ventilation in den Versuchen, welche den Verdampfungsangaben zu Grunde liegen, selbstverständlich in

keinem Falle die Bedeutung haben konnte, wie sie diesem Faktor im Freien zusteht, so dürfte die Wasserverdampfungs-
menge in meinen Versuchen wohl noch als sehr wesentlich hinter der natürlichen zurückstehend betrachtet werden dürfen. Bei einer Reihe atmidometrischer Versuche⁴⁾ habe ich schon den Einfluss einer zum Theil gehinderten Ventilation auf die Grösse der Wasserverdampfung hervorzuheben Gelegenheit gehabt. Zwei Admidometerschalen wurden in jenem Versuche beide nur $\frac{1}{2}$ ' von einander entfernt, die eine auf einem Blumenbrette vor dem Fenster, die andere am Fenster innerhalb des Zimmers aufgestellt. Es war somit die Temperatur und Dauer der Insolation für beide ganz dieselbe, nur blieb von der im Zimmer stehenden Schale die Einwirkung der Ventilation nicht gänzlich, — da das Fenster während der ganzen Versuchsperiode offen blieb, — sondern nur theilweise abgehalten. Nach 10 Stunden betrug die Verdampfungs-
menge im Freien 5,1 C.C., im Zimmer 0,75 O.C. In einem zweiten länger andauernden Versuche betrug die Verdampfung im Freien 9,5 C.C., im Zimmer 1,8 C.C. Man erkennt hieraus den mächtigen Einfluss, welchen die Ventilation unter sonst ganz gleichen Verhältnissen und Umständen auf die Verdampfung einer Wasseroberfläche auszuüben im Stande ist.

Nach diesen Beobachtungen steht die Wasserverdampfung bei freier und beschränkter Ventilation durchschnittlich im Verhältniss von 6 : 1; auf den vorliegenden Fall angewendet würde demnach die bei freier Ventilation stattfindende Wasserverdampfungs-
menge fast dreimal mehr Kieselerde liefern, als das Lemnaskellett bedarf.

Das hier untersuchte Teichwasser erscheint im Vergleiche

4) Abhandlungen der k. b. Akad. d. W. II. Cl. X. Bd. II. Abth. S. 349.

zu Brunnen- und Flusswasser verhältnissmässig arm an Kieselerde. Diess erklärt sich durch den vorwaltenden Zufluss des Würmkanals, dessen Wasser als ein besonders weiches überhaupt weit geringere Mengen von Mineralbestandtheilen mit sich führt, als das harte Isarwasser. In einem Brunnenwasser habe ich durchschnittlich 0,014 Grmm. Kieselerde per Liter gefunden. Das Wasser dieses Brunnens zu 120 Liter in der Stunde angenommen, entspricht daher für eine Vegetationsperiode von 6 Monaten einem Kieselerdegehalt von ungefähr 15 Pfund. In Ehrenberg's interessanter Abhandlung⁵⁾ findet sich bei Beschreibung des merkwürdigen Beispiels einer Kieselvegetation ohne Bodenunterlage nur die Angabe, dass die Gesamtmasse der Gallertpolster im trocknen Zustande gedacht im Gewichte 5 bis 6 Unzen betragen musste; der Natur der Sache nach konnte selbstverständlich die chemische Untersuchung des Wassers so wie der kieselerdigen Gebilde nicht in den Kreis der Betrachtung gezogen werden. Nehmen wir aber an, dass der Kieselerdegehalt der Gallertpolster sich quantitativ wie der in der Wasserlinse verhält, so würden 6 Unzen trockenen Gallertpolsters 3,1 Grmm. Kieselerde enthalten. Ein sehr geringer Theil des in einem halben Jahre von dem Gallertpolster verdampften Wassers würde daher schon unter der Voraussetzung eines dem untersuchten Brunnenwasser ähnlichen Kieselerdegehaltes hinreichen, um dem Gallertpolster die nöthige Kieselerde zu liefern. Ich vermag natürlich nicht zu entscheiden, ob die Annahmen, welche dieser Berechnung zu Grunde liegen, der Wahrheit nahekommen; immerhin aber gewährt diese Betrachtung einen beiläufigen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Kieselerdeaufnahme einer Pflanze, welche nur aus dem Wasser ihre Mineral-

5) A. a. O.

bestandtheile aufzunehmen im Stande ist. Es darf noch hervorgehoben werden, dass die Annahme von 120 Litern in der Stunde für einen laufenden Brunnen in den meisten Fällen die in der Wirklichkeit gelieferte Wassermenge nicht erreicht.

Endlich habe ich auch noch den Boden des Teiches, dem die Wasserlinsen entnommen werden, in den Kreis der Versuche gezogen. An verschiedenen Stellen des Teiches wurden zu dem Ende Stücke des Bodens herausgenommen. Derselbe stellt eine graue beim Trocknen zusammenballende Erde dar, welche mit Salzsäure stark aufbraust. Das heftige Schäumen beim Entweichen der Kohlensäure, so wie die schwarze Färbung des Rückstandes lassen einen nicht unbedeutenden Gehalt an organischen Bestandtheilen erkennen. Der in kochender Salzsäure unlösliche Rückstand betrug 25 Proc., nach dem Aufschliessen: 20 Proc. Kieselerde. Der hier besprochene Boden des Teiches bedeckt in einer ungefähr $\frac{1}{2}$ ' hohen Schichte die Kiesunterlage und ist offenbar durch die Zuflüsse als angeschlämmt zu betrachten.

Derselbe legt

„W. Zängerle's Lehrbuch der Chemie nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft bearbeitet“ (München 1868) im Auftrage des Verfassers der Classe vor und berichtet darüber Folgendes:

Die vorliegende erste Abtheilung des Werkes umfasst die allgemeine Chemie. Der Verfasser war bei Bearbeitung derselben bemüht, die neueren Ansichten und Theorien der Wissenschaft, welche schon seit längerer Zeit in der organi-