

XVI.

Das Regen- und Schneewasser in Hinterpommern, chemisch untersucht

von

C. BERTELS in Regenwalde.

Zu den interessantesten und noch immer nicht vollständig erklärten Naturerscheinungen gehört unstreitig auch die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen. Wenn gleich es mir nicht möglich ist, diesen Gegenstand betreffende neue Entdeckungen hier mitzuthellen, so werde ich doch versuchen, zu beweisen, dass selbst die wenigen mineralischen Körper, welche durch das Regen- und Schneewasser sowohl auf Wiesen, als auf Felder gelangen, hinreichend sind, um die Pflanzen nicht allein hervorzubringen, sondern auch im Wachstume zu erhalten.

Da man auf Wiesen und Feldern, die noch nie gedüngt wurden, Pflanzen antrifft, welche Körper enthalten, von denen das Erdreich oft kaum Spuren zeigt, so war es sehr natürlich, dass man glaubte, die Pflanzen besitzen das Vermögen, die in ihnen aufgefundenen mineralischen Körper in sich zu erzeugen.

Eine andere, noch nicht entschiedene Frage ist: Gehören die in den Pflanzen aufgefundenen Mineralkörper auch zu den unumgänglich nothwendigen Nahrungsmitteln?

Die Zeit, in welcher die Göttinger Academie der Wissenschaften diese Frage erledigt zu sehen wünschte, ist zwar schon längst abgelaufen, jedoch kann ich nicht sagen, ob die eingelieferten Arbeiten befriedigend ausgefallen sind oder nicht. Es ist mir indessen doch schon sehr interessant gewesen, durch eine Privatnachricht erfahren zu haben, dass zwei gemeinschaftlich arbeitende Bewerber gefunden haben wollen, dass die zu diesem Versuche angewandten Samenkörner, die sie in einem feinen Platingewebe unter einer Glasglocke mit sehr vorsichtig destillirtem Wasser begossen und mit künstlich zusammengesetzter atmosphärischer Luft umgeben hatten, Pflanzen hervorbrachten, die wohl bis zu einer gewissen, aber nicht völligen Ausbildung gebracht werden konnten. Als nun diese erreicht war, wurden die Pflanzen sehr sorgfältig getrocknet und dann in Platingefassen völlig zu Asche verbrannt; dabei ergab sich, dass diese zu Asche verbrannten Pflanzen fast genau eben

so viel mineralische Körper enthielten, als diese Herren in den ebenfalls mit aller Vorsicht und Genauigkeit untersuchten Samen vor dem Entwicklungsprocesse gefunden hatten. Diese Notiz ist, wenn sie sich bestätigt, allein schon hinreichend, nicht mehr daran zu zweifeln, dass die Pflanzen zu ihrer völligen Ausbildung wirklich eine gewisse Menge mineralischer Körper bedürfen, so wie auch dieser Versuch zu beweisen scheint, dass die Pflanzen ferner nicht das Vermögen besitzen, mineralische Körper in sich zu erzeugen, und dass sie solche entweder aus dem Boden, oder durch den atmosphärischen Staub, meistens mit dem Regen, Schnee oder Thau erhalten, der zu den Pflanzen gelangt.

Die völlige Entwicklung der Pflanzen auf sehr armen, nicht gedüngten Bodenarten wird deshalb erst dann erfolgen, wenn derselbe so viele mineralische Pflanzen-Nahrungstheile in sich angesammelt hat, als diese oder jene Pflanze dazu bedarf; reichen dagegen diese nicht völlig aus, so hört, wie der angeführte Versuch gezeigt hat, ihre Entwicklung auf, und da kein Stillstand in dem Lebensprocesse möglich ist, so schreitet sie rückwärts und die Pflanzen fallen dann den unorganischen Körpern wieder anheim; diese geben nun aber vielleicht das hinreichende Material für neue Pflanzen, indem sie die etwa nun noch fehlenden Körper durch die atmosphärischen Niederschläge während des Wachsthum's aufnehmen könnten. Das mit Vorsicht in freier Luft aufgefangene Regen- und Schneewasser enthält allerdings in Vergleich zu dem Quell- und Flusswasser eine sehr geringe Menge mineralischer Körper, so dass man bei den meisten nur qualitativen-Untersuchungen durch die empfindlichsten Reagentien nur Spuren der einzelnen Körper darin gefunden hat, weshalb man denn auch diesem Wasser keine besondere Wirkung auf das Wachsthum der Pflanzen hat zuschreiben können. — Ich werde mich nun aber bemühen, durch eine Menge sehr genau damit angestellter Versuche zu zeigen, dass das Regen- und Schneewasser hinsichtlich seiner mineralischen und anderen Bestandtheile dennoch eine bei weitem grössere Beachtung verdient, als ihm bisher geworden ist.

Um nun aber diese in mehrerer Beziehung gewiss nicht uninteressante Arbeit auszuführen, habe ich die atmosphärischen Niederschläge Hinterpommerns ein ganzes Jahr hindurch, und

zwar in jedem Monate zweimal, einer chemischen Untersuchung unterworfen und werde mir erlauben, die dabei erhaltenen Resultate hier mitzutheilen. Damit ich nun aber nicht nöthig habe, bei jeder Untersuchung den Weg anzugeben, den ich einschlug, um zu den hier aufgeführten Resultaten zu gelangen, werde ich ein für allemal die chemische Untersuchung des im Monat April 1841 aufgefangenen Schnees wählen. Meine Untersuchungen beginnen zwar mit März 1840; da wir aber im April 1840 fast gar keinen Schnee oder Regen hatten, so habe ich statt dieses Monats den April 1841 eingeschaltet, was ich hier zu bemerken für nöthig halte.

Nach 14 Tagen anhaltend schönem, warmem und trockenem Wetter fiel in der Nacht vom 6. zum 7. April eine beträchtliche Menge Schnee. Ich liess sogleich mehrere Porcellanschalen nach einer Wiese tragen, die weit genug von der Stadt entfernt lag, so dass man nicht befürchten durfte, die im Schneewasser gefundenen festen Körper könnten durch die Dämpfe aus den Schornsteinen der Stadt hineingekommen sein; dieses war denn auch um so weniger zu besorgen, als ich jedes Mal eine Wiese wählte, die zugleich hinter dem Winde lag. Der Wind kam am 7. April aus Nordost und die Temperatur war am Morgen — 1°R.

3 Pfd. von dem an diesem Tage aufgefangenen Schneewasser (1 Pfd. = 520,000 Mgr.) wurden in einer Porcellanschale, sehr sorgfältig vor allem Staub und Asche geschützt, bis auf ein kleines Volumen verdampft. Diess brachte ich darauf in einem vorher tarirten Uhrschildchen zur völligen Trockne, wog es mit seinem Inhalte, zog das Gewicht des Uhrschildchens ab und erhielt einen Rückstand von 86 Mgr. Diesen übergoss ich mit wenigen Tropfen destillirten Wassers, hielt ein schwach mit Salpetersäure geröthetes Stückchen Lakmuspapier hinein, welches darin seine blaue Farbe wieder annahm. Diese Reaction zeigte, dass ein freies Alkali, aber nicht Ammoniak vorhanden war, indem das Papier nach einigem Liegen an der Luft keine wesentliche Veränderung erlitten hatte. Die wässrige Auflösung hatte eine braungelbe Farbe. Als ich einige Tropfen reine Salpetersäure zusetzte, entstand ein lebhaftes Aufbrausen, welches von Kohlensäureentwicklung herrührte. Nachdem die Auflösung mit einem kleinen Ueberschusse von Salpetersäure

92 Bertels, üb. Regen- u. Schneewasser.

erwärmt und vom Ungelösten durch Decantiren getrennt war, wurde der Rückstand so lange mit destillirtem Wasser abgewaschen, bis er nicht mehr sauer reagirte, darauf getrocknet und gewogen. Sein Gewicht betrug 29 Mgr., mithin waren 57 Mgr. feste Körper durch Wasser und Salpetersäure aufgelöst.

Diese Auflösung theilte ich nun in drei ganz gleiche Theile ein und bestimmte aus jedem die folgenden Körper.

Ein Drittel der Auflösung diente zur Untersuchung auf Kalk- und Talkerde; sie wurde mit wenigen Tropfen Ammoniakflüssigkeit neutralisirt und dann mit so viel in Wasser gelöstem klee-saurem Ammoniak versetzt, bis aller Kalk ausgefällt war. Nachdem das Erhaltene durch ein gewogenes Filter filtrirt, das Filter mit warmem Wasser gut ausgewaschen, scharf getrocknet und dann gewogen, wurde nach Abzug der Talkerde, die mit Schwefelsäure zu Gips verbunden darin enthalten war, in den 3 Pfd. verdampften Schneewassers 10 Mgr. kohlensaure Kalkerde gefunden. In 100 Gewichtstheilen von dieser kleinen Menge des scharf getrockneten klee-sauren Kalksalzes wurden 38 p. C. reine Kalkerde angenommen. Die von der klee-sauren Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit versetzte ich nun mit einer hinreichenden Menge von basisch-phosphorsaurem Ammoniak, rührte damit gut durch und liess sie 12 Stunden zum Ausrystallisiren des Salzes stehen, filtrirte dann durch ein gewogenes Filter, trocknete und glühte den Niederschlag und berechnete daraus die in der Rechnung aufgeführten 10 Mgr. kohlensaure Talkerde.

Ein zweites Drittel wurde zur Bestimmung des Kochsalzes benutzt, zu dem Ende mit einer hinreichenden Menge salpetersaurer Silberauflösung versetzt, der erhaltene Niederschlag von Chlorsilber durch ein gewogenes Filter filtrirt, scharf getrocknet und gewogen und aus der Menge gefundenen Chlors die ihm proportionale Menge Natrium zu Kochsalz berechnet; es wurden auf diese Weise 16 Mgr. davon gefunden.

Das letzte Drittel diente nun noch zur Untersuchung auf Schwefelsäure, um aus ihrer Quantität auch die in der Auflösung enthaltene Menge Gips zu berechnen; sie wurde durch eine Auflösung von Chlorbaryum gefällt, der erhaltene Niederschlag von schwefelsaurem Baryt durch ein gewogenes Filter filtrirt, scharf getrocknet und aus 100 Gewichtsth. von dieser

Verbindung 34,4 p. C. reine Schwefelsäure berechnet. Aus einer andern Untersuchung, deren Detail später erwähnt wird, ergibt sich der Kaligehalt der Auflösung; wird die mit dem Kali verbundene Schwefelsäure von der ganzen Menge subtrahirt, so ergibt sich, dass der Rest, mit der Kalkerde verbunden, 10 Mgr. Gips bildet.

Nach Bestimmung dieser Körper fehlten am Gewicht der in Auflösung gekommenen festen Bestandtheile noch 8 Mgr.; sie bestehen aus Kali und humussaurem Ammoniak.

Die in Salpetersäure unlöslich gebliebenen 29 Mgr. wurden in einen kleinen Platintiegel gebracht und darin anfänglich einer schwachen Hitze ausgesetzt; die dabei entweichenden weissen Dämpfe besaßen einen eigenthümlichen Geruch und machten darüber gehaltenes, mit Wasser angefeuchtetes rothes Lakmuspapier wieder blau. Diese Reaction verschwand jedoch völlig, nachdem das Papier einige Zeit an der Luft gelegen hatte. Stärker erhitzt und den Rückstand gleichsam zu Asche verbrannt, besaß diese eine gelblich-weiße Farbe, sie wog 12 Mgr.; es waren demnach 17 Mgr. an organischen und Stickstoff enthaltenden Körpern durch Feuer zerstört worden. Diese 12 Mgr. unorganische Körper wurden in demselben kleinen Platintiegel in der Wärme mit ziemlich concentrirter Salzsäure behandelt, um die darin befindliche Alaunerde und das etwa vorhandene Eisenoxyd aufzulösen; die Auflösung war ein wenig gelb; sie wurde durch ein gewogenes Filter filtrirt, damit dieses die ungelöst gebliebene Kieselerde aufnehme; mit destillirtem Wasser gehörig ausgesüßt, scharf getrocknet und gewogen, fanden sich nach Abzug des Filters 6 Mgr. Ueberschuss, die als Kieselerde zu berechnen sind. Dagegen befanden sich in der sauren Auflösung 2 Mgr. Eisenoxyd und 4 Mgr. Alaunerde.

Da ich mir nun an diesem Tage mehr Schneewasser verschafft hatte, als ich zu eben beschriebener Untersuchung verbrauchte, so versäumte ich nicht, dieses zu einer Untersuchung auf ein etwa vorhandenes Kalisalz zu verwenden. 2 Pfd. des Schneewassers wurden zu diesem Behufe vorher filtrirt, dann in einer Porcellanschale bis auf ein wenig Flüssigkeit eingedampft, der Rest aber in einem kleinen Platintiegel zur völligen Trockne gebracht und dann darin geglüht; den hiernach gebliebenen Rückstand zog ich mit destillirtem Wasser aus,

94 Bertels, üb. Regen- u. Schneewasser.

concentrirte die Auflösung etwas durch Eindampfen, goss sie in ein Uhrschildchen und setzte nun eine hinreichende Menge einer Chlorplatin-Auflösung hinzu. Nach einiger Ruhe hatten sich gelbe feinkörnige Krystalle von Chlorplatinkali am Boden des Uhrschildchens abgesetzt; sie wurden einige Male mit weingeisthaltigem Wasser abgewaschen und dieses durch Decantiren getrennt. Getrocknet und gewogen, betrug das Gewicht des erhaltenen Niederschlages 14 Mgr. Da nun 100 Gewichtstheile dieses getrockneten Doppelsalzes 19 p. C. reines Kali enthalten, so sind in 2 Pfd. dieses Schneewassers, oder den 14 Mgr. Chlorplatinkalium etwas über $2\frac{1}{2}$ Mgr. und in 3 Pfd. 4 Mgr. Kali enthalten *).

Es werden demnach die 86 Mgr. feste Körper, die in den 3 Pfd. untersuchten Aprilschneewassers enthalten waren, bestehen aus:

Kohlensaurer Kalkerde	10 Mgr.
kohlensaurer Talkerde	10 —
Kochsalz	16 —
Gips	10 —
schwefelsaurem Kali	7 —
organischen, Stickstoff enthaltenden Körpern	17 —
Eisenoxyd	2 —
Alaunerde	4 —
Kieselerde	6 —
Verlust (als Humussäure und humussaurem Ammoniak ?)	4 —
	<hr/> 86 Mgr.

Nehmen wir nun an, das in einem Jahre in Hinterpomern als Schnee, Regen und Thau niederfallende Wasser erreiche durchschnittlich die Höhe von 3 Fuss, so fallen auf 1 Magd. Morgen jährlich 5,132,160 Pfd. (denn 1 Cb. Zoll destillirten Wassers wiegt nach dem preuss. Normalgewichte $1\frac{2}{9}$ Loth, der Cb. Fuss 66 Pfd.; die Quadratruthe hat 144 Quadrarfuss $\times 3 = 432$ Cb. Fuss $\times 66 = 28,512$ Pfd. $\times 180$ Quadratruthen (pro Magd. Morgen) = 5,132,160 Pfd.

Da nun in 3 Pfd. in Untersuchung genommenen Schneewassers 86 Mgr. feste Körper gefunden sind, so würde hier nach der Magd. Morgen 282 Pfd. erhalten, bei welcher Rech-

*) Es ist zu bedauern, dass der Verfasser nicht auch auf das Vorkommen von kohlensaurem Ammoniak im Schneewasser Rücksicht genommen hat.

nung wir freilich voraussetzen, dass auch alles Schnee- oder Regenwasser in den Boden zieht, und zugleich annehmen, das Regen- oder Schneewasser enthalte das ganze Jahr hindurch dieselbe Menge fester Körper, als diese Untersuchung ergeben hat (denn $5,132,160:3=1,710,720$; diess, mit 86 Mgr. multiplicirt, giebt 282 Pfd.).

Die einzelnen festen Körper, die dann jeder Magd. Morgen jährlich durch das Regen- und Schneewasser erhielt, würden sein:

Kohlensaure Kalkerde	33 Pfd.
kohlensaure Talkerde	33 —
Kochsalz	52 $\frac{1}{4}$ —
Gips	33 —
schwefelsaures Kali	23 —
organische, Stickstoff enthaltende Körper	55 $\frac{1}{2}$ —
Eisenoxyd	6 $\frac{1}{2}$ —
Alaunerde	13 —
Kieselerde	19 $\frac{1}{2}$ —
Verlust (für Humussäure und humussaures Ammoniak)	13 —
	<hr/> 282 Pfd.

Aus diesem Versuche geht hervor:

1) dass der Boden durch Ruhe verbessert werden muss, indem er jährlich, wie wir weiter unten sehen werden, sowohl durch das Schnee- als Regenwasser mit Körpern versehen wird, die den Pflanzen zur Nahrung gereichen;

2) dass Pflanzen auf Bodenarten, in denen die genaueste chemische Untersuchung weder Kalk, noch Talk, Kochsalz oder Gips etc. gefunden, diese Mineralien dennoch durch das niederfallende Wasser erhalten können. Wir finden diese Körper aber wohl deshalb nicht in dem Boden, weil sie grösstentheils sogleich von den auf demselben wachsenden Pflanzen verzehrt werden;

3) dass es nicht gleichgültig sein kann, ob der Boden bis zu der Tiefe von 3—4 Fuss einen durchlassenden oder undurchlassenden Untergrund besitzt; im ersten Falle könnte dann das im Regen- und Schneewasser befindliche Kochsalz und der Gips von dem Untergrunde eingesogen, später, bei lange anhaltender trockner Witterung durch die Haarröhrchenkraft in

96 Bertels, üb. Regen- u. Schneewasser.

die Oberfläche gelangen *), während auf undurchlassendem Untergrunde diese Körper bei anhaltendem Regen oder nach dem Schmelzen von hochliegendem Schnee fortgeführt und demnach der Boden von diesen Körpern nicht den ganzen Nutzen haben würde.

Ich werde nun die Resultate der einzelnen Monate folgen lassen.

Jahr.	Monat.	Kohlensäurekalk-erde.	Kohlensäure-Talkerde	Kochsalz	Gips.	Eisenoxyd	Alaunerde	Kieselerde	Organische, Stickstoff enthaltende Körper.	Kalk (als Kohlensäures berechnet)	Verlust (Kohlens., Kalk, Ammon. und Humussäure).	Summe d. gefund. festen Körper.
1840	März	Pfd. 113	Pfd. 95 $\frac{1}{2}$	Pfd. 125 $\frac{1}{2}$	Pfd. 60	Pfd. 9	Pfd. 9	Pfd. 12	Pfd. 72	Pfd. 78	Pfd. 51	Pfd. 625
—	—	44 $\frac{1}{2}$	36	18	44 $\frac{1}{2}$	6	8	48	24	—	4	233
1841	April	30	30	47	30	6	12	18	51	27	6	257
—	—	27	18	71 $\frac{1}{2}$	36	18	18	27	41 $\frac{1}{2}$	—	9	269
1840	Mai	30 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	—	5	161
—	—	26 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$	9	13	27	27	—	4 $\frac{1}{2}$	170
—	Juni	31 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$	18	9	9	13	22 $\frac{1}{2}$	—	9	152 $\frac{1}{2}$
—	—	49	36 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	27	—	4 $\frac{1}{2}$	216
—	Juli	29 $\frac{1}{2}$	21	12	18	29 $\frac{1}{2}$	15	51	21	6	—	203
—	—	36	26 $\frac{1}{2}$	18	18	26 $\frac{1}{2}$	36	63	90	—	9	323
—	Aug.	13 $\frac{1}{2}$	9	4 $\frac{1}{2}$	9	4 $\frac{1}{2}$	9	13 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	—	4	89 $\frac{1}{2}$
—	Sept.	17 $\frac{3}{4}$	24	12	22	9	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{2}$	—	9	173 $\frac{1}{2}$
—	—	12	9	10 $\frac{1}{2}$	12	4	3	12	6	4 $\frac{1}{2}$	—	72
—	Octbr.	13 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	9	13 $\frac{1}{2}$	18	—	4	121
—	—	8 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{3}{4}$	6	6	17 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	—	65 $\frac{3}{4}$
—	Novbr.	15	9	18	15	6	9	21	36	6 $\frac{1}{2}$	2	137 $\frac{1}{2}$
—	Decbr.	11 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{3}{4}$	23 $\frac{3}{4}$	20 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	9	41 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{3}{4}$	140 $\frac{1}{2}$
1841	Januar	27	18	22 $\frac{1}{2}$	18	13 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$	27	2	2	170 $\frac{1}{2}$
—	Febr.	31 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	27	76	13	$\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	242
—	—	66	—	128 $\frac{1}{2}$	48	6	12	18	116 $\frac{1}{2}$	51	—	497
Summa		534 $\frac{1}{4}$	490 $\frac{1}{2}$	647 $\frac{1}{2}$	493 $\frac{1}{2}$	216 $\frac{1}{2}$	259 $\frac{1}{4}$	541 $\frac{1}{4}$	718 $\frac{1}{4}$			4318 $\frac{1}{4}$
Dividirt durch die Anzahl der Untersuchungen = 20, folglich durchschnittlich		31 $\frac{7}{10}$	24 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{7}{10}$	24 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{5}$	13	27	35 $\frac{9}{10}$			215 $\frac{9}{10}$

*) Dass dieses wirklich geschieht, davon überzeugete ich mich vor 4 Jahren durch die chemische Untersuchung einer Ackerkrume, in der ich, als es einige Zeit vorher geregnet hatte, keinen Gips fand, während ich ein anderes Mal in derselben Ackerkrume (von einem Beete aus dem Versuchsgarten zu Braunschweig), nachdem etwa