

Ueber
die Zusammensetzung
eines
Gletscherschlammes

vom
Dachsteine am Hallstädter See.

Von
August Vogel jun.

Aus den Abhandlungen der k. bayer. Akademie d. W. II. Cl. VIII. Bd. III. Abth.

München 1860.
V e r l a g d e r k . A k a d e m i e ,
in Commission bei G. Franz.

Ueber die Zusammensetzung eines Gletscherschlammes

vom Dachsteine am Hallstädter See.

Von
August Vogel jun.

Unter den merkwürdigen Erscheinungen der Gletscherregion spielt der rothe Schnee, obgleich er eigentlich als fremder Körper in keinem näheren Verhältniss zum Gletscher steht, eine wichtige Rolle. Desshalb haben auch die Naturforscher, seit Saussure ¹⁾ zuerst den rothen Schnee in den Alpen auffand, demselben ihre besondere Aufmerksamkeit zugewendet und er ist seitdem der Gegenstand vielfältig wiederholter Untersuchungen geworden.

Mit dem rothen Schnee, welcher nach Schuttleworth's ausführlicher Arbeit ²⁾ offenbar organischen Ursprungs ist, hängt die schwarze Masse zusammen, die sich in den Rinnen und kleinen Löchern des Gletschereises vorfindet. Hugi ³⁾ schreibt die Entstehung der schwarzen Masse, welche er auf dem Unteraargletscher in zahllosen kleinen Löchern beobachtet hat, der Zersetzung einer den Tremellen ähnlichen Materie zu, indem dieselbe im frischen Zustande schön hochgelb gefärbt, handgross, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, beim Berühren zerfloss und eine schwarze Dammerde hinterliess.

1) de Saussure, Voyages dans les Alpes §. 646 u. §. 2116.

2) Bibliotheque universelle de Genève. N. 50. 1846.

3) Hugi's Alpenreise. S. 372.

Im vergangenen Sommer habe ich Gelegenheit gehabt, einen schwarzen Schlamm, ganz übereinkommend mit der auf dem Unteraargletscher nach Hugi's Beschreibung aufgefundenen schwarzen Materie, in den Rinnen des Eisfeldes auf dem Dachstein am Hallstädter See zu beobachten und eine Quantität desselben zu sammeln.

Es schien mir von Interesse, die Natur dieses Körpers, welchen ich der Kürze wegen mit dem Ausdrucke „Gletscherschlamm“ bezeichne, näher zu untersuchen, in der Hoffnung, aus dessen specieller Untersuchung über die Natur seines Ursprungs und sein Verhältniss zum Gletscher im Allgemeinen Schlüsse ziehen zu können.

Der Schlamm ist seiner äusseren Erscheinung nach im feuchten Zustande ganz schwarz, im völlig getrockneten Zustande von braunschwarzer Farbe und von äusserst feiner Struktur. Die mikroskopische Untersuchung zeigte im Allgemeinen eine amorphe Masse mit wenigen Blättchen untermischt.

Im Wasser geht das schwarze Pulver zu Boden und ist darin vollkommen unlöslich. Mit Salzsäure behandelt entsteht ein kaum bemerkbares Aufbrausen und es findet nahezu keine Lösung statt.

Beim Erhitzen in einer Glasröhre entwickelte sich ein brenzlicher Geruch und das übergehende Wasser zeigte eine stark alkalische Reaktion, offenbar von der Einmischung einer organischen Substanz herührend.

Auf Platinblech geglüht nimmt das Pulver eine rostbraune Farbe an, von einem geringen Eisengehalte bedingt und man bemerkt nach längerem Glühen deutlich einzelne Glimmerblättchen hervortreten. In geringerer Menge der Löthrohrflamme ausgesetzt schmolz der Rückstand zu einem weisslichen, blasigen Glase.

Die quantitative Bestimmung der organischen Bestandtheile des Schlammes liess sich, obgleich wegen der äusserst feinen Vertheilung eine theilweise Verstäubung der Probe zu befürchten stand, bei allmählicher vorsichtiger Erhitzung in einer Platinschaale leicht ausführen.

Wegen der geringen Einmischung von kohlensaurem Kalk war es nothwendig, nach dem Glühen die Substanz mit kohlensaurem Ammoniak einzudampfen und abermals einer schwachen Glühhitze auszusetzen.

Zwei Einäscherungen lieferten folgende Resultate:

I.

Substanz bei 100° C. getrocknet	670
„ „ geglüht	543
Nach dem Eindampfen mit kohlensaurem Ammoniak	
geglüht	545
D. i. in 100 Thln. Schlamm organische Substanz	18,65 proc.

II.

Substanz bei 100° C. getrocknet	557
„ „ geglüht	451
Nach dem Eindampfen mit kohlensaurem Ammoniak	
geglüht	453
D. i. in 100 Thln. Schlamm organische Substanz	18,67 proc.

Als Mittel aus beiden Versuchen berechnet ergibt sich in 100 Thln. Gletscherschlamm:

Organische Substanz 18,66 proc.

2. Thonerde u. Eisenoxyd	175
D. i. in 100 Thln.	27,34 proc.

Aus diesen beiden Analysen berechnet sich der Gehalt der Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd in der Asche des Gletscherschlammes zu:

Kieselsäure	62,88 proc.
Thonerde und Eisenoxyd	27,37 „

Um auch die Thonerde und das Eisenoxyd noch einzeln bestimmen zu können, wurde der durch Ammoniak aus der mit Salzsäure behandelten aufgeschlossenen Masse erhaltene Niederschlag der Analyse I. mit doppelt Schwefelsäure Kali aufgeschlossen und beide Bestandtheile durch kaustisches Kali getrennt.

Kieselsäure, beim Lösen der geschmolzenen Masse ungelöst geblieben	8,0
D. i. in 100 Thln. Substanz	1,51 proc.
Demnach Kieselsäure im Ganzen	64,39 „
Eisenoxyd	50
D. i. in 100 Thln.	9,45 proc.
Thonerde	89
D. i. in 100 Thln.	16,82 proc.

Die 3 Bestandtheile, Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde, wie sie durch diese Analyse gewonnen worden, zusammen gestellt, ergeben demnach folgende Zahlen:

Kieselsäure	1,51 proc.
Eisenoxyd	9,45 „
Thonerde	16,82 „
	27,78 proc. statt 27,37.

Da wegen eines vermutheten Kalkgehaltes kaustisches, nicht kohlensaures Ammoniak zur Fällung der Thonerde angewendet worden war, so musste natürlich in dem grossen Ueberschuss des kaustischen Ammoniaks ein Theil der Thonerde gelöst geblieben seyn. Diese wurde mehrmals besonders bestimmt. Es ergab sich hieraus noch:

Thonerde	10
D. i. in 100 Thln. der Substanz	1,89 proc.

Der Gesamtgehalt an Thonerde ist also:

18,71 proc.

Die Alkalien bestimmte ich in der Weise, dass ich eine neue Probe des geglühten Gletscherschlammes mit Bleioxyd im Platintiegel aufschloss. Nach der Zersetzung der geschmolzenen Masse mit Salpetersäure wurde die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und etwas über 100° C. erwärmt, um die Kieselsäure unlöslich zu machen, sodann der trockne Rückstand wieder mit Salpetersäure übergossen und einige Zeit damit macerirt, hierauf in Wasser gelöst und das Blei durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas gefällt. In der vom Schwefelblei abfiltrirten wässrigen Lösung wurde durch kohlensaures Ammoniak die Thonerde und das Eisenoxyd gefällt. Nach dem Ueberführen der Alkalien durch Behandeln und Eindampfen mit concentrirter Schwefelsäure in schwefelsaure Salze fällte ich durch Chlorbaryum und entfernte den überschüssigen Baryt nach der Filtration durch kohlensaures Ammoniak. Hierauf liess ich die filtrirte Lösung zur Trockene verdampfen und entfernte den Salmiak und das kohlensaure Ammoniak durch Glühen. Hiebei ist zu bemerken, dass, um den unvermeidlichen Fehler zu corrigiren, welcher aus der Löslichkeit des kohlensauren Barytes in Salmiak entsteht, der nach Lösung der Chloralkalien in Wasser bleibende unlösliche Rückstand nochmals gewogen wurde.

Es ergaben sich folgende Zahlenresultate:

Substanz	585
--------------------	-----

{ Chloralkalien	111
{ darin unlöslicher Rückstand	16

D. i. Chloralkalien 95

Die von dem unlöslichen Rückstande abfiltrirte Lösung wurde zur Trennung des Kali's vom Natron mit Platinchlorid versetzt und auf bekannte Weise behandelt.

Der Niederschlag auf dem tarirten Filtrum gewogen ergab:

Kaliumplatinchlorid	77
d. h. Chlorkalium	23,51
oder Kali	13,508

Daraus ergibt sich:

Chlornatrium	71,48
oder Natron	37,88
D. i. Kali in 100 Thln.	2,31 proc.
u. Natron „ „ „	6,48 „

Es erscheint hier am Orte, die so eben beschriebene Methode der Alkalienbestimmung durch Aufschliessen mittelst Bleioxyds, welche meines Wissens noch keine allgemeinere Anwendung gefunden hat, etwas näher zu beleuchten. Da das Bleioxyd einen sehr niedrigen Schmelzpunkt hat, so ist keine so innige Mischung, noch eine so andauernde Hitze nöthig, als beim gewöhnlichen Aufschliessen behufs der Alkalienbestimmung mit kohlensaurem Baryt. Andererseits erfordert das allerdings sehr bequeme Aufschliessen mit Flusssäure bekanntlich einen complicirten Apparat und ausserdem doch immerhin eine längere Zeit der Einwirkung.

Auf den ersten Blick möchte es paradox erscheinen, mit Bleioxyd im Platintiegel aufschliessen zu wollen. Durch öfters wiederholte Versuche habe ich mich aber überzeugt, dass der Platintiegel durch diese Operation nicht im Mindesten angegriffen wurde, selbst dann nicht, wenn der Deckel während der Schmelzung nicht aufgelegt ist. Es folgen hier die durch einen directen Versuch in dieser Beziehung erhaltenen Belege:

Platinschaale vor der Operation . . .	1895
„ nach „ „ . . .	1895

D. h. nachdem das geschmolzene Bleioxyd durch Behandeln mit Salpetersäure entfernt worden war. Die Platinschaale hatte somit, nachdem einige Zeit Bleioxyd im Schmelzen darin erhalten worden, durchaus nichts am Gewichte verloren, noch zeigte sie sich an irgend einer Stelle corrodirt, sondern völlig in ihrem ursprünglichen glänzenden Zustande.

Die Zusammenstellung der aus den angegebenen Analysen entwickelten Werthe liefert für die Zusammensetzung des geglühten Gletscherschlammes in 100 Thln. folgende Resultate:

Kieselsäure	64,39 proc.
Eisenoxyd	9,45 „
Thonerde	18,91 „
Kali	2,31 „
Natron	6,48 „
	101,34

Es ergibt sich hieraus, dass die Natur der Mineralbestandtheile des Gletscherschlammes mit der Zusammensetzung des Feldspathes sehr nahe übereinkömmt.

B.

Zusammensetzung der organischen Bestandtheile des Gletscherschlammes.

Nachdem in solcher Weise die Menge der im Gletscherschlamm enthaltenen unorganischen Bestandtheile, so wie ihre specielle Zusammensetzung bestimmt worden war, ging ich zur Analyse der sie begleitenden organischen Substanz über. Da durch die Entwicklung eines brenzlichen Geruches beim Glühen des Gletscherschlammes in einem

Glasrohre, so wie durch das Uebergehen einer ammoniakalischen Feuchtigkeit, wie schon oben erwähnt, ein Gehalt von Stickstoff in der Materie dargethan war, so musste sich die Analyse auf die quantitative Bestimmung des Stickstoffes und dann auf die Bestimmung des Kohlen- und Wasserstoffs mittelst der Elementaranalyse organischer Körper erstrecken.

a) Stickstoffbestimmung.

Die Bestimmung des Stickstoffs wurde nach der bekannten Methode von Varrentrapp und Will durch Verbrennen der Substanz mit Natronkalk vorgenommen. Die Verbrennung ging leicht und vollständig vor sich.

I.

Substanz bei 100° C. getrocknet 1625

(entspricht auf 18,66 proc. berechnet 303,23

organischer Substanz)

Trocknes Filtrum + Platinsalmiak 427

Trocknes Filtrum 250

1) Platinsalmiak 177

d. i. Stickstoff 11,12

oder in 100 Thln. Gletscherschlamm 0,705

2) Platin 86

d. i. Stickstoff 12,22

oder in 100 Thln. Gletscherschlamm 0,751

Berechnet man hiernach den Stickstoffgehalt
in 100 Thln. der organischen Substanz, so erhält
man:

In 100 Thln. der organischen Substanz 4,30 proc.
Stickstoff.

II.

Substanz bei 100° C. getrocknet	1430
(entspricht auf 18,66 proc. berechnet 266,80 organischer Substanz)	
Trocknes Filtrum + Platinsalmiak	408
Trocknes Filtrum	243
1) Platinsalmiak	165
d. i. Stickstoff	10,36
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	0,724
2) Platin	80
d. i. Stickstoff	11,36
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	0,787

Berechnet man hiernach den Stickstoffgehalt
in 100 Thln. der organischen Substanz, so erhält
man:

In 100 Thln. der organischen Substanz 4,20 proc.
Stickstoff.

b) Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung.

Die Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung wurde in der gewöhn-
lichen Weise der Elementaranalyse organischer Körper durch Verbrennen
mit Kupferoxyd ausgeführt.

I.

Gletscherschlamm bei 100° C. getrocknet	2524
(entspricht auf 18,66 proc. berechnet 470,95 organischer Substanz)	
Kaliapparat nach der Verbrennung	36180
„ vor „ „	35207
	973 CO ₂

D. i. Kohlenstoff	265,4
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	10,51 proc. C.
und in 100 Thln. organischer Substanz	56,35 „ C.
Chlorcalciumrohr nach der Verbrennung	26826
„ vor „ „	26481
	345 HO.
D. i. Wasserstoff	38,3
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	1,12 proc. H.
und in 100 Thln. organischer Substanz	8,14 „ H.

II.

Gletscherschlamm bey 100° C. getrocknet 2400
 (entspricht auf 18,66 proc. berechnet 448,84
 organischer Substanz)

Kaliapparat nach der Verbrennung	35500
„ vor „ „	34575
	925 CO ₂
D. i. Kohlenstoff	252
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	10,50 proc. C.
und in 100 Thln. organischer Substanz	56,14 proc. C.
Chlorcalciumrohr nach der Verbrennung	26395
„ vor „ „	26068
	327 HO.

D. i. Wasserstoff	36,3
oder in 100 Thln. Gletscherschlamm	1,51 H.
und in 100 Thln. organischer Substanz	8,08 H.

Die prozentige Zusammensetzung des bei 100° C.
 getrockneten Gletscherschlammes ergibt sich hie-
 nach wie folgt:

Unorganische Bestandtheile	.	.	.	.	81,34
18,66	{	Kohlenstoff	.	.	10,51
organische		Wasserstoff	.	.	1,52
Substanz		Stickstoff	.	.	0,75
		Sauerstoff	.	.	5,88
					100,00

Für die Zusammensetzung der organischen Substanz in 100 Thln. erhält man nach diesen Daten:

Kohlenstoff	.	.	56,24
Wasserstoff	.	.	8,11
Stickstoff	.	.	4,30
Sauerstoff	.	.	31,35
			100,00

Der bedeutende Sauerstoffgehalt in der organischen Substanz schien vermuthen zu lassen, dass derselbe zum Theil in der Form von wirklichem Wasser vorhanden war, welches möglicher Weise noch nicht bei 100° C., sondern erst bei einer höheren Temperatur hätte entfernt werden können. Ich erhitze daher eine im Wasserbade vollkommen getrocknete Probe des Gletscherschlammes nachfolgend noch im Oelbade bei einer bedeutend höheren Temperatur, als der des kochenden Wassers, unter Ueberleitung eines trocknen Luftstromes.

Die ersten in dieser Beziehung angestellten Versuche gaben kein zuverlässiges Resultat, da ein Theil des staubförmigen Gletscherschlammes durch den Luftstrom entführt wurde. Dieses Entführen von Staubpartikelchen durch den Luftstrom beym Trocknen ist überhaupt ein schwer zu vermeidender und sehr hinderlicher Umstand in den Fällen, wo das Trocknen hygroskopischer, staubförmiger Körper nothwendig ist. Eine andere Methode der Trocknung konnte aber hier, wo es sich um die Entscheidung der Gültigkeit meiner angeführten Analysen, jedenfalls

aber um den Nachweis nur äusserst geringer Wassermengen handelte, nicht wohl in Anwendung gebracht werden, da bekanntlich das Trocknen im Luftstrome die genauesten und zuverlässigsten Resultate gewährt. Ich habe daher, um diese Methode des Trocknens unbeschadet ihrer Genauigkeit in Anwendung bringen zu können, die zu trocknende Probe in ein Filtrum eingewickelt, wodurch natürlich die Gefahr eines Verlustes ausgeschlossen sein musste und eine Beeinträchtigung der absoluten Genauigkeit durch Verstäuben nicht zu befürchten war. Dabei erschien es aber wesentlich, zu untersuchen, ob nicht das Filtrum selbst für sich bei 100° C. getrocknet noch hygroskopisches Wasser enthalte, welches erst bei höherer Temperatur zum Entweichen gebracht würde.

Der direkte Versuch lieferte folgendes Resultat:

Glasrohr vor dem Trocknen	16549
Glasrohr + Filtrum bei 100° C. getrocknet	16935
D. i. Filtrum bei 100° C. getrocknet	386
Glasrohr + Filtrum bei 200° C. getrocknet	16934
Glasrohr zurückgewogen	16584
D. i. Filtrum bei 200° C. getrocknet	386

In diesem Versuche war die Temperatur im Oelbade sogar für kurze Zeit auf 210° C. gestiegen und dennoch keine merkliche Gewichtsabnahme des Filtrum's erfolgt, obgleich an einigen Stellen schon eine leichte Bräunung des Papierses stattgefunden hatte und überhaupt das Papier stark vergelbt war. Es geht aus diesem Versuche auf das Deutlichste hervor, dass man das Verfahren der Einwicklung in Filtrirpapier ohne alle Gefahr beim Trocknen staubförmiger Substanzen bei höheren den Kochpunkt des Wassers bedeutend übersteigenden Temperaturen in Anwendung bringen könne.

Die Trocknung des in ein Filtrum eingewickelten Gletscherschlammes im Oelbade bei 200° C. mittelst trocknen Luftstromes ergab folgendes Resultat:

Trocknes Filtrum + Glasrohr + Substanz bei 100° C.	17287
Trocknes Filtrum + Glasrohr	16863
D. i. Substanz	424
Trocknes Filtrum + Glasrohr + Substanz bei 200° C.	17286
Trocknes Filtrum + Glasrohr	16863
D. i. Substanz	423

Demnach war auf 424 m. grmm. bei 100° C. getrockneter Substanz nur 1 m. grmm. Abnahme erfolgt bei einer Erhöhung der Temperatur im Oelbade auf 200° C. Somit konnte die Substanz als vollkommen trocken bei 100° C. betrachtet werden.

Die vollständige prozentige Zusammensetzung des Gletscherschlammes ergibt sich nach diesen Daten wie folgt:

Kieselsäure	52,28
Eisenoxyd	7,00
Thonerde	15,02
Kali	1,67
Natron	5,27
Kohlenstoff	10,51
Wasserstoff	1,52
Stickstoff	0,75
Sauerstoff	5,88
	100,00

Wollen wir nun aus der durch die mitgetheilten Versuche gefundenen Zusammensetzung des Gletscherschlammes auf die Art seiner Entstehung einen Schluss zu ziehen versuchen, so muss vor Allem die grosse Menge der in demselben enthaltenen organischen Bestandtheile (18,66 proc.) wohl zu berücksichtigen sein. Wenn auch ein geringer Theil derselben durch die Zufuhr des Windes erklärt werden könnte,

da ja bekanntlich Spinnen und Insekten nicht selten auf den Flächen der Gletscher angetroffen werden, so ist doch in keinem Falle die Annahme dieser Quelle hinreichend zur Erklärung der grossen Menge organischer Substanz im Gletscherschlamm, um so weniger, als auch die mikroskopische Untersuchung des Produktes keine Spuren thierischer Ueberreste und Fragmente ergeben hat.

Ueberdiess ist auch der Stickstoffgehalt der organischen Substanz des Gletscherschlammes (4,30 proc.) zu gering, um eine derartige auf animalischer Quelle basirende Entstehung rechtfertigen zu können. Es scheint vielmehr diese Analyse die Ansicht Hugi's zu unterstützen, welcher die Entstehung des Gletscherschlammes auf dem Unteraargletscher der langsamen, allmählichen Zersetzung einer den Tremellen ähnlichen Masse zuschreibt, wenn schon Niemand nach ihm diese sonderbare Pflanze gesehen hat.

Neben den organischen Bestandtheilen des Gletscherschlammes erscheint aber auch die eigenthümliche Zusammensetzung seiner Mineralsubstanzen von nicht minderem Interesse. Es muss hiebei, wie schon oben erwähnt, besonders auffallen, dass unter den Mineralbestandtheilen sich kein kohlensaurer Kalk befindet, da ja doch die Umgebung des Gletschers grösstentheils aus Kalkformationen besteht. Der Inhalt der zahllosen kleinen Löcher des Gletschers, welche eben die von mir analysirte Substanz enthalten, kann daher nicht von einer Pflanze aus der nächsten Umgebung des Gletschers geliefert worden sein. Derselbe muss vielmehr, der feldspathartigen Natur seiner Mineralbestandtheile zu Folge aus einer grösseren Entfernung herzugeführt worden sein. Hierüber kann natürlich hier nicht mit Bestimmtheit entschieden werden.

Nicht ohne Absicht habe ich die analytischen Methoden, deren ich mich bei meiner Arbeit bediente, — unter genauer Angabe der

durch den direkten Versuch gewonnenen Zahlen mit besonderer Ausführlichkeit behandelt. Diess schien mir deshalb nothwendig, um einen Anhaltspunkt zu gewinnen zur Controlirung und zum Vergleich meiner analytischen Resultate mit ferneren Versuchen über denselben Gegenstand, welche wie ich hoffe, da nun die Aufmerksamkeit dieser beinahe auf allen Gletschern in Menge und mit Leichtigkeit zu erhaltenden Substanz zugewendet worden, wohl nicht ausbleiben können.