Über Sodaeffloreszenzen im Haller Salzberg und ihre Genese.

Von

Dr. **M. Simon** in Innsbruck.

Mit Taf. I und 1 Textfigur.

Bei einer Exkursion des Herrn Professor Cathrein ins Haller Salzbergwerk bemerkte ich in einzelnen Stollen auf eisernen Wasserröhren, ebenso auf Reifen von hölzernen Röhren und auch an den Schienen der Grubenbahn öfters weiße Ausblühungen, die feinen Asbestfäden ähnelten und von den Bergleuten als „Epsomit" bezeichnet wurden.

Da mich die Sache interessierte, fragte ich Herrn Professor Cathrein, ob ich nicht eine Untersuchung über diese Effloreszenzen machen dürfte. Er erwirkte mir auch gütigst von der k. k. Berg- und Salinenverwaltung eine Erlaubnis zur Einfahrt und förderte namentlich die kristallographische Arbeit, wofür ich meinen besten Dank sage. Hier möchte ich auch Herrn Bergoberkommissär Emil Srbený[1] für sein freundliches Entgegenkommen vielmals danken.

Bei der Sammlung des Materials lieferten folgende Teile des Salzberges die Proben:

1. Braunschacht, von Röhren,
2. „ , von Schienen,
3. „ , schöne Rosette auf einem Nagel,
4. Mairschacht, von Röhren,
5. Gräzmüller, „ „ ,
6. „ , „ „ , andere Stelle,

[1] Jetzt in Ebensee, Oberösterreich.

7. Amonschacht, von Röhren,
8. „ , „ „ , andere Stelle,
9. Königsberger Hauptstollen (Fortsetzung), von Röhren,
10. Extrain-Schachtrichtung, von Röhren,
11. „ „ , „ „ , andere Stelle,
12. Pardellerschacht, von Röhren,
13. Ruedlschacht, „ „ ,
14. Definischacht, „ „ ,
15. „ , von Schienen,
16. „ , von Röhren,
17. Kaisersberger Hauptstollen, von Röhren,
18. Trappschacht, von Schienen,
19. „ , von Röhren,
20. „ , „ „ , andere Stelle,
21. Kaisersberg, Hauptstollen, von Röhren,
22. Pillersdorf-Schachtrichtung, „ „ ,
23. „ „ , von Schienen.

In der Literatur findet sich nur eine Stelle, welche dieses Vorkommen von Soda erwähnt. Und zwar heißt es bei Liebener und Vorhauser[1] unter „Natron (kohlensaures)": „Hall, am Salzberge.

Als teils erdiger, krustenartiger, gelblichweißer, salzartiger Überzug, schimmernd bis matt, auf den Eisenreifen der hölzernen Röhre (Strehne genannt), womit die Salzsole zur Salzsiederei geleitet wird. Geschmack: scharf alkalisch."

Dieselbe Stelle ist von V. v. Zepharovich[2] und Gasser[3] unter „Soda" aufgenommen worden.

Analysenbelege und sonstige weitere Untersuchungen wurden also offenbar mit dieser Substanz nicht unternommen.

Qualitative Analyse.

Das Ergebnis der qualitativen Analyse, die mit mehreren von den Proben ausgeführt wurde, gab immer das gleiche Resultat.

Die in Wasser gelöste Substanz zeigte nach dem Filtrieren bei jeder Probe folgende Reaktionen:

Mit HCl entsteht starkes Aufbrausen, Kalkwasser wird durch das Gas getrübt, daher CO_2.

[1] Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852. 195.
[2] Mineralog. Lexikon f. d. Kaisertum Österreich. I. 1859. 419.
[3] Die Mineralien Tirols. 1913. 492.

H_2S gibt keinen Niederschlag, ebensowenig auch $(NH_4)_2S$, daher keine Körper der Schwefelwasserstoff- und Schwefelammoniumgruppe; speziell also kein Fe etc.

Ein Teil der Lösung mit oxalsaurem Ammon versetzt, gibt nur eine geringe Menge Kalk zu erkennen. Das Filtrat davon gibt mit phosphorsaurem Natron auch nur eine auf Magnesia deutende Trübung.

Sehr deutlich ist in jeder Probe die Natronflamme und auch im Spektralapparat ist die Natriumlinie die herrschende.

Außer CO_2 konnte andererseits nur noch Cl (mit Silbernitrat) und SO_3 (mit Baryumnitrat) nachgewiesen werden.

Zur quantitativen Bestimmung kamen also in Betracht: Natron, Kohlensäure, Chlor, Schwefelsäure und zudem noch das Kristallwasser. Zu bestimmen versucht wurde außerdem Kalk und Magnesia.

Quantitative Analyse.

Da es bekannt ist, daß vollkommen normales kohlensaures Natron weder in der Natur noch auch im Laboratorium leicht zu finden ist, weil alles der Luft ausgesetzte Alkalicarbonat (sei es in Lösung oder in festem Zustande) einen Überschuß von Kohlensäure enthält, welcher aber beim Erwärmen entweicht, so mußte Sorge getragen werden, auch diesen bei der quantitativen Bestimmung mit zu erhalten[1].

Um dies zu erreichen, wurde die Apparatur, die zur Bestimmung des Kristallwassers diente, in der Art erweitert, daß auch eventuell entweichende Kohlensäure gleichzeitig mit aufgefangen werden konnte. Es war folgende Anordnung von mir getroffen worden (vergl. hierzu Taf. I):

Eine Röhre mit dem die Substanz enthaltenden Porzellanschiffchen befand sich in einem Trockenkasten (Luftbad). Mit dieser Glasröhre wurde zum Auffangen des Wassers ein gewogenes Chlorcalciumrohr verbunden und daran für die Absorption der Kohlensäure ein Kaliapparat angefügt. Durch die ganze Apparatur wurde dann ein wohlgetrockneter, langsamer und CO_2-freier Luftstrom geleitet. Bei einer Tempe-

[1] Vergl. Berl. Berichte. 1892. **25.** p. 3624: E. W. Hilgard. Die Bildungsweise der Alkalicarbonate in der Natur.

ratur von 110° C, die allmählich bis auf 140° gesteigert wurde, entwich alles Wasser in einem Zeitraum von $2\frac{1}{2}$ Stunden.

Die sauren Carbonate des Natriums geben beim Erhitzen leicht — schon bei 100 bis 110° — einen Teil der Kohlensäure ab, wie bereits erwähnt, und da auch in den vorliegenden Substanzen solche enthalten waren, konnte bei allen Analysen eine Gewichtszunahme des Kaliapparates wahrgenommen werden.

Im ganzen wurden drei quantitative Analysen ausgeführt, und zwar eine mit dem Material von No. 21, eine andere von No. 1 und eine dritte von No. 23. Obwohl diese Proben von verschiedenen Teilen des Bergbaues stammten, so ergab sich doch keine wesentliche Verschiedenheit der Zusammensetzung. Da No. 21 ein wenig abweichend von den beiden anderen Analysen behandelt wurde, so soll diese zuerst angeführt werden.

1. Substanz vom Kaisersberg, Hauptstollen (No. 21).

Die gewogene Substanz wurde — wie oben beschrieben — getrocknet, dann in Wasser gelöst, vom bleibenden Rückstand durch Filtration getrennt und das Filtrat der reinen Lösung auf ein bestimmtes Volumen gebracht.

Der Rückstand wurde getrocknet, geglüht und sein Gewicht von der ursprünglich eingewogenen Substanz abgezogen, wodurch das reine Material zur Berechnung der Analyse erhalten wurde.

Die Hälfte der reinen Lösung wurde zur Bestimmung der Kohlensäure mit $^n/_{10}$-HNO_3 und Methylorange als Indikator titriert. Hierauf wurde darin das Chlor als AgCl gefällt. Nachdem im Filtrate von der Cl-Bestimmung das überschüssige Silbernitrat (durch HCl) entfernt war, wurde dann mit verdünnter H_2SO_4 versetzt, zur Trockene gebracht und geglüht, um das Natrium als Sulfat zu erhalten.

In diesem gefundenen schwefelsauren Natron wurde nun die geringe Menge Kalk durch oxalsaures Ammon bestimmt. Das Filtrat von der Kalkbestimmung gab mit phosphorsaurem Natron auch noch einen kleinen Niederschlag, der in der üblichen Weise behandelt und auf MgO verrechnet wurde. Nach Abzug des Kalkes und der Magnesia als Sulfate vom

gefundenen schwefelsauren Natron verblieb das reine Na_2SO_4 zur Berechnung.

Der zweite Teil der Lösung wurde zur Bestimmung der Schwefelsäure als $BaSO_4$ genommen.

Da die Substanzen sehr wasserreich sind, verwendete ich zu den quantitativen Analysen etwa je 2 g Material.

2. Substanz vom Braunschacht (No. 1) und
3. Substanz von Pillersdorf (No. 23).

Bei beiden Proben wurde die gewogene Substanz ganz wie oben getrocknet, gelöst, filtriert, die Lösung auf ein bestimmtes Volumen gebracht und der verbleibende Rückstand ebenso wie dort behandelt und in Abzug gebracht.

In einem aliquoten Teile der Lösung wurde die CO_2 durch Titration mit $^n/_{10}$-Salpetersäure und Phenolphtalein als Indikator unter Kochen bestimmt. Dieser titrierte Teil der Lösung diente dann zur Fällung der Schwefelsäure als $BaSO_4$.

Ein anderer Teil der Lösung wurde zur Bestimmung des Chlors genommen und ein weiterer, um das Natrium als Sulfat zu gewinnen.

Das gefundene schwefelsaure Natron wurde dann wie früher zur Bestimmung des Kalkes und der Magnesia behandelt.

Die Resultate dieser Analysen in Prozent-Angaben finden sich in folgender Tabelle zusammengefaßt.

Bestandteile	Kaisersberg-Hauptstollen	Braunschacht	Pillersdorf
H_2O	61,75	61,49	61,69
CO_2 beim Trocknen . .	0,34	0,37	0,25
CO_2, Hauptmenge . . .	15,42	15,84	15,41
SO_3	0,58	0,58	0,83
Cl	0,48	0,28	0,41
Na_2O	21,09	21,27	21,50
CaO	0,22	0,36	0,18
MgO	0,23	0,16	0,15
	100,11	100,35	100,42
O ab für Cl	0,11	0,06	0,09
	100,00	100,29	100,33
Betrachtet man nur die zu Natriumcarbonat gehörigen Bestandteile, so ergibt sich:			
für $Na_2CO_3 + 10H_2O$.	94,46 %	95,69 %	94,97 %
„ $NaHCO_3$	1,30 „	1,41 „	0,95 „

Sucht man aus den vorstehenden Untersuchungsergebnissen für alle Einzelbestandteile eine Gruppierung zu treffen, so kann man folgenderweise zu möglichen Zusammensetzungen gelangen:

1. Kaisersberg-Hauptstollen.

$Na_2CO_3 + 10H_2O$	94,46 %	Soda,
$NaHCO_3$	1,30 „	Natriumbicarbonat,
$CaSO_4 + 2H_2O$	0,68 „	Gips,
$MgSO_4 + 7H_2O$	0,83 „	Bittersalz,
$MgCl_2 + 6H_2O$	0,51 „	Bischofit,
$NaCl$	0,30 „	Steinsalz.

2. Braunschacht.

$Na_2CO_3 + 10H_2O$	95,69 %	Soda,
$NaHCO_3$	1,41 „	Natriumbicarbonat,
$CaSO_4 + 2H_2O$	1,10 „	Gips,
$MgSO_4 + 7H_2O$	0,25 „	Bittersalz,
$MgCl_2 + 6H_2O$	0,56 „	Bischofit,
$NaCl$	0,15 „	Steinsalz.

3. Pillersdorf.

$Na_2CO_3 + 10H_2O$	94,97 %	Soda,
$NaHCO_3$	0,95 „	Natriumbicarbonat,
$CaSO_4 + 2H_2O$	0,55 „	Gips,
$MgSO_4 + 7H_2O$	0,92 „	Bittersalz,
$Na_2SO_4 + 10H_2O$	1,08 „	Glaubersalz,
$NaCl$	0,67 „	Steinsalz.

Die Differenzen von 100 beziehen sich auf H_2O und CO_2.

Es liegt also in allen Fällen eine kristallisierte Soda vor, die von ihrem Ausgangsmateriale, der Salzsole[1], noch kleinere Mengen von Bestandteilen enthält.

Zu bemerken wäre noch, daß auch Versuche mit dem Trocknen der Substanz bei höherer Temperatur (bis 180°) gemacht wurden, ohne daß dieselbe noch eine Gewichtsabnahme zeigte. Somit ist schon bei 140° sicher alle vorhandene Bicarbonat-Kohlensäure, welche frei wird, entwichen. Dammer[2] bestätigt diese Zersetzung bei noch niederer Temperatur.

---

[1] Über Analysen der Haller Salzsole vergl.: Jos. Zehenter, Die Mineralquellen Tirols. In der Ferd.-Zeitschr. III. Folge. 37. Heft. Innsbruck 1893. 57 u. f.

[2] Handb. d. anorgan. Chemie. 1894. 2. 2. p. 202.

Genetisches.

Zur Erklärung dieser Art der Sodabildung ist zu erwähnen, daß basische Eisenchloride von wechselnder Zusammensetzung entstehen, wenn Eisen bei Gegenwart von Chlormetallen rostet, z. B. in Wasser, welches Kochsalz enthält[1]. Das dabei freiwerdende Hydroxyd des Chlormetalls wird bald durch die Kohlensäure der Luft gebunden und es bildet sich nun das entsprechende Carbonat.

Man unterscheidet kolloidal lösliche und unlösliche basische Chloride (Oxychloride) des Eisens. Viele der löslichen Oxychloride werden vollständig gefällt durch schwefelsaures Kali, Natron oder Magnesium, salpetersaures Kali, Natron oder Zink, ebenso durch die Chloride von Kalium, Natrium, Ammonium, Calcium, Magnesium oder Zink[2]. Daher ist die natürlich vorkommende Soda, die sich in angegebener Weise gebildet hat, auch eisenfrei, weil überschüssiges Kochsalz eventuelle lösliche Oxychloride des Eisens beim Auskristallisieren der Soda zurückhält. Auch kann man basische Chloride des Eisens nicht auswaschen, indem sie sich dabei ganz oder zum großen Teil unter Verlust des Chlors zersetzen[3]. Es läßt sich darum das Chlor in solchen ausgewaschenen Substanzen kaum nachweisen, geschweige denn quantitativ bestimmen.

Es wurden nun verschiedene Versuche unternommen, um diese Bildungsweise der Soda zu beobachten, und es gelang auch, Effloreszenzen wie sie im Schachte vorkommen, im Laboratorium zu erhalten, wenn auch nicht von solcher Größe und Schönheit wie in den Stollen.

Als erster Versuch wurden einige blanke Eisennägel in einer flachen Glasschale mit etwa 5%iger Kochsalzlösung derart übergossen, daß sie nur halbbedeckt davon waren. Durch Bedeckung der Schale und durch zeitweiliges Nachgießen von destilliertem Wasser wurde das Eintrocknen

---

[1] cf. Graham-Otto's ausführl. Lehrb. d. Chemie. 5. Aufl. Anorgan. Chemie. 4. Abt. 614. Ferner: Muspratt's Chemie. 4. Aufl. v. Stohmann u. Kerl. 2. 1635. Ebenso: Handb. d. anorgan. Chemie, von O. Dammer. 1893. 3. 315.

[2] cf. Gmelin-Kraut's Handb. d. anorgan. Chemie. 6. Aufl. 3. 360.

[3] Ibid. 3. 361.

hintangehalten. Nach 14 Tagen zeigte ein klar abgegossener Teil der Salzlösung schon schwach alkalische Reaktion mit Lackmuspapier. Später, als die Schale austrocknen gelassen wurde, zeigten die entstandenen Ausblühungen stark alkalische Reaktion und auch schon ein Aufperlen von CO_2 beim Ansäuern.

Ein zweiter Versuch wurde mit Ferrum reductum gemacht, welches in einem Kolben mit 3%iger Chlornatriumlösung übergossen war. Da der Luftzutritt zum Eisen hier nur durch zeitweiliges Schütteln bewirkt wurde, so bildete sich die Soda viel langsamer. Nachdem nach längerer Zeit der Gehalt des Kolbens eingetrocknet war, wurde eine entwässerte Menge der erhaltenen Substanz gewogen und mit $^1/_{10}$-Normalsäure austitriert; es ergab sich ein Prozentgehalt von 0,53 g Na_2CO_3.

Nun ist eine Reihe von Versuchen zu erwähnen, wobei sich Eisendrehspäne in einem Kolben befanden, welche mit Salzlösungen übergossen worden waren. Der Luftzutritt wurde durch Hindurchsaugen resp. -blasen bewirkt. Um die Mengen der gebildeten Hydroxylionen (die Alkalinität) festzustellen, wurde nach verschiedenen Zeiten ein Teil der Lösungen abfiltriert und mit $^n/_{10}$-Säure titriert.

I. 10 g Drehspäne und 6 g Steinsalz in 200 ccm Wasser.

Nach	18 Stunden	für	10 ccm	= 0,1 ccm	$^n/_{10}$-Säure.
„	weiteren 18 Stunden	„	10 „	= 0,1 „	„
„	„ 72 „	„	10 „	= 0,15 „	„

II. 10 g Drehspäne und 6 g kristallisiertes schwefelsaures Natron in 200 ccm Wasser.

Nach	29 Stunden	für	10 ccm	= 0,2 ccm	$^n/_{10}$-Säure.
„	weiteren 65 Stunden	„	10 „	= 0,5 „	„
„	„ 18 Tagen[1]	„	10 „	= 0,75 „	„

III. 10 g Drehspäne, 6 g Steinsalz und 6 g kristallisiertes schwefelsaures Natron in 200 ccm Wasser.

Sofortige Titration von			10 ccm	= 0,25 ccm	$^n/_{10}$-Säure.
Nach	47 Stunden	für	10 „	= 1,65 „	„
„	weiteren $47\frac{1}{2}$ Stunden	„	10 „	= 1,50 „	„

[1] Unter zeitweiligem Umschütteln.

IV. 10 g Drehspäne und 6 g Steinsalz in 200 ccm gesättigter Gipslösung.

Nach	18 Stunden	für	10 ccm	= 0.00 ccm	$^n/_{10}$-Säure.
„	weiteren 28 Stunden	„	10 „	= 0,05 „	„
„	„ 67 „	„	10 „	= 0,00 „	„

Nach Monaten wurden nochmals mit diesen Lösungen Titrationen vorgenommen, welche aber keine nennenswerten Änderungen in bezug auf Stärke der Alkalinität ergaben.

Aus diesen Versuchen, die noch des weiteren mit anderen Konzentrationen und Mischungsverhältnissen der einzelnen Salze anzustellen wären, würde sich nun ergeben, daß bei vorhandener Flüssigkeit nach einiger Zeit ein gewisser Gleichgewichtszustand in der Bildung der Soda eintritt. Wird, wie es im Schachte geschieht, für Entfernung der Soda durch kristallische Ausscheidung gesorgt, so geht die Bildung weiter. Nach dortigen Angaben sollen innerhalb einiger Wochen schon neue Effloreszenzen entstehen, wenn die alten entfernt wurden.

Dabei ergibt sich noch, daß Natriumsulfat günstiger wirkt wie Kochsalz, während Gips ungünstig ist. Da das Kochsalz im Salzberge nie vollkommen rein ist, sondern etwas gebundene Schwefelsäure enthält, so dürfte auch das als günstiges Moment für die Bildung der Soda betrachtet werden.

Weiter wurde in eine größere Kristallisierschale mit Salzsäure behandelter und ausgewaschener Quarzsand gebracht, der mit 5%iger Kochsalzlösung durchfeuchtet war. In diesem lagen größere Eisenstücke teilweise eingebettet und das Ganze stand etwa 4 Monate im Keller. Die kleinen Effloreszenzen, die sich dann gebildet hatten, ergaben in einer Probe einen Gehalt von 5,11 % Na_2CO_3.

Ein gutes Resultat, welches den Produkten im Bergwerke wohl ganz entspricht, erhielt ich durch folgenden Versuch:

Es wurden reiner Kaolin, mit HCl behandelter und gewaschener Sand und Eisenpulver gut gemischt und in eine große flache Porzellanschale gebracht. Auf das Gemisch waren oben einzelne flache Eisenstücke aufgelegt und dann wurde der Inhalt der Schale mit Kochsalzlösung getränkt.

Nach beiläufig 3 Monaten waren kleine Effloreszenzen auf den Eisenstücken zu sehen, die bald verwitterten.

Dieses Pulver wurde durch Lösen und Filtrieren gereinigt, und dann von der getrockneten Substanz zu einer Titration genommen, wobei als Resultat 92,37 % Na_2CO_3 erhalten wurden.

Diese Bildungsweise der Soda aus Eisen und Chlornatrium (oder event. Natriumsulfat) dürfte sich sicher auch in anderen Salzbergbauen und ähnlichen Betrieben finden, wenn selbe auch nur von untergeordneter Bedeutung ist.

In der mir zugänglichen Literatur war darüber nichts angegeben. Auch in dem neuen Werke Dölter's: Handbuch der Mineralchemie[1], ist davon nichts erwähnt; ebenso ist in Prof. Dr. R. Wegscheider's Vortrag über die Natriumcarbonate in der Natur, welcher im Dezember 1911 in Wien gehalten wurde[2], von dieser Sodabildung keine Erwähnung getan.

Mikroskopische Prüfung.

Eine makroskopische Kristallmessung am Reflexgoniometer war wegen Kleinheit und Dünne der Nadeln unmöglich. Aber auch die Untersuchung der Effloreszenzen u. d. M. ist wegen der raschen Verwitterung des Materials nicht günstig.

Ich suchte nun in der Weise Abhilfe zu treffen, daß über den Objektträger mit der Substanz ein kurzer Glaszylinder gesetzt wurde, weit genug, um das Objektiv bequem aufzunehmen. Dieser Zylinder wurde innen mit Filtrierpapier ausgekleidet, welches mit einer Spur Wasser befeuchtet war, um so das Präparat vor Verwitterung zu schützen.

Überdies zeigte sich, daß bei der gewöhnlichen Temperatur (ca. 16° C) und Feuchtigkeit der Luft des Arbeitsraumes die Verwitterung nur langsam vonstatten ging. Zumeist blieb sie auf die Oberfläche als dünner Überzug beschränkt, der kaum sonderlich störend wirkte. Bei 12,5° soll aus Soda Pentahydrat und bei 38° (oder 31°) Monohydrat

[1] 1. Bd. 1911. p. 141 u. f.

[2] Vergl. Protokoll davon in Österr. Chemikerzeitung. Jahrg. XV. Neue Folge. No. 1. 1912.

(Thermonatrit) entstehen[1]. Die in fast allen Lehrbüchern der Mineralogie angeführte Umwandlung der Soda in Thermonatrit dürfte daher wohl nur bei höherer Temperatur eintreten.

Verschiedene Proben des Materials lieferten die gleichen Resultate. Die Präparate zeigen ein Gewirr von Fäden und dichteren Stücken. Die Fäden oder Nadeln sind durchsichtig und stellenweise knollig verdickt, was offenbar davon herrührt, daß sich an den ursprünglich ebenen Nadeln nachträglich noch kleine Mengen später efflorierter Soda ansetzen. Dieser nachträgliche Ansatz, der bei genauerer Betrachtung als aus kleinen Kriställchen bestehend erscheint, erfolgt, wie die optische Orientierung beweist in der Art, daß sich die Mikroindividuen parallel der ursprünglichen Nadel anordnen. Manche Nadeln bestehen auch aus dicht aneinander gelegten Fäden.

Diese Nadeln zeigen vielfach gerade Auslöschung (wohl durch die Auflage // $\infty P\bar{\infty}$ {100}) und eine ziemlich starke Doppelbrechung mit schönen Polarisationsfarben. Dazwischen finden sich auch einzelne säulige Kristalle frei mit schiefen Enden von P {11$\bar{1}$}, vielleicht auch in Kombination mit $P\bar{\infty}$ {10$\bar{1}$}. Zwei Messungen des stumpfen $\measuredangle$ von $\infty P\bar{\infty}$ {100} : $P\bar{\infty}$ {10$\bar{1}$} (resp. der ∞P {110}-Kante zur P {11$\bar{1}$}-Kante) ergaben 123° mit Hilfe des Fadenkreuzes[2].

Nebenbei wäre zu bemerken, daß der Sodakristall in mehreren mineralogischen und chemischen Lehrbüchern, wie auch bei Naumann-Zirkel, in der Weise unrichtig abgebildet ist, daß die P {11$\bar{1}$}-Flächen gegen den Beschauer nach abwärts stehen, also wie wenn —P {111} vorläge, während Dana[3], Liebisch[4] und Erdmann[5] diese Flächen als ∞P {110} und das Prisma als $P\bar{\infty}$ {011} ansprechen. Am besten ist wohl die Aufstellung, die auch in Groth's physikalischer Kristallographie[6] angenommen und in Gmelin-Kraut's Werk (l. c.)

---

[1] Vide Gmelin-Kraut's Handb. d. anorg. Chemie. 7. Aufl. 2. Abt. 1. 442.

[2] Gmelin-Kraut, l. c.: Nach exakten Messungen 121° 8′.

[3] System of Mineralogy. Ed. 6. 301.

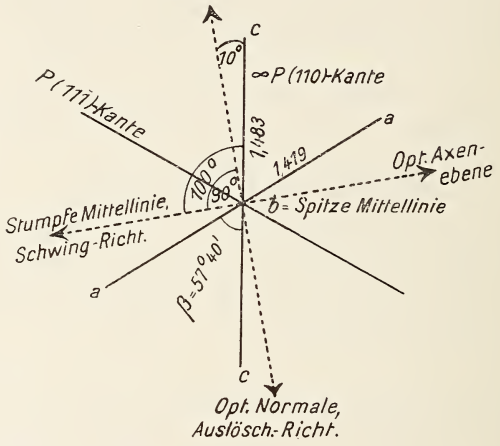
[4] Grundr. der physikal. Kristallographie. 1896. 163.

[5] Anorganische Chemie. 1902. 526. (Die Abbildung ist verdreht.)

[6] 4. Aufl. 1905. 371.

richtig abgebildet wird, wobei die Pyramide gegen den Beschauer nach aufwärts zu gerichtet, P{11$\bar{1}$} darstellt. Bei Gmelin sind übrigens auch die Flächen $\infty P\infty\{100\}$ und $P\infty\{10\bar{1}\}$ eingezeichnet.

Manche Kristalle zeigen eine Auslöschung von 5°, liegen also wohl auf den Prismenflächen, andere eine solche von 10°, wobei $\infty P\infty\{010\}$ die Auflagefläche bildet[1]. Der Mangel von größeren Auslöschungsschiefen deutet auf die Orientierung der Nadeln nach der c-Achse; sie sind also gewachsen // $\infty P\{110\}$, nicht // $P\{11\bar{1}\}$, weil in diesem Falle die Auslöschung gegen 40° sein müßte. Zur Erläuterung siehe beistehende Figur der kristalloptischen Konstanten der Soda.



Die dichteren Stücke der mikroskopischen Proben zeigen ein muscheliges Gefüge. Im polarisierten Lichte erscheinen infolge dieser Art des Bruches bunte Farben, oft in ringförmiger Anordnung.

Wurden diese Präparate am Objektträger in einem Tropfen Wasser gelöst, und dann durch Verdunstenlassen die Kristalle regeneriert, so bildeten sich zumeist sehr schöne Nadeln und dendritenartige Verzweigungen derselben, während die dichteren Stücke verschwanden. Das optische Verhalten dieser Nadeln war dem der ursprünglichen Probe gleich.

[1] Vergl. Rammelsberg, Krist.-physikal. Chemie. I. 550. Auch Groth, Chem. Kristallographie. II. 1908. 197.

Zum weiteren Vergleiche wurde noch eine Pulverprobe mit reiner Kristallsoda [1] gemacht. Sie zeigte denselben muscheligen Bruch wie die dichten Teile der Effloreszenzen, indem sich lauter wellige Flächen bildeten, die zwischen den + Nicols die lebhaften Irisfarben der Doppelbrechung lieferten. Spaltbarkeit konnte in keinem Falle sicher beobachtet werden. Dieselbe ist auch nach den Angaben der Literatur schwach, wobei $\infty P\bar{\infty}$ {100} als Spaltebene angegeben wird [2].

Wurde darauf die Probe in Wasser gelöst und die dann folgende Kristallisation beobachtet, so sah man bald, wie Nadeln anzuschießen begannen, deren Wachstum sehr rasch vor sich ging. Diese Kristalle zeigten im polarisierten Lichte (bei + Nicols) ebenfalls prächtige Farben und dieselben Auslöschungsverhältnisse wie die natürlichen Präparate.

Die Nadeln trugen vielfach an einem Ende Giebel oder eine schiefe Fläche. Die Giebel werden von P {11$\bar{1}$}, möglicherweise auch von ∞P {110} gebildet, da die Winkel der beiden Formen sehr ähnlich sind, nämlich 76° 28′ resp. 79° 41′ [3]. Im ersteren Falle liegen die Nadeln auf $\infty P\bar{\infty}$ {100}, im letzteren würden sie $P\bar{\infty}$ {10$\bar{1}$} zur Auflage haben, was aber nicht wahrscheinlich ist wegen ihres Wachstums nach ∞P {110} oder der c-Achse. Die schiefen Enden werden von P {11$\bar{1}$} bei der Lage auf $\infty P\bar{\infty}$ {010} hervorgerufen.

Gegen Ende der Kristallisation zeigten sich ebenfalls die stellenweisen Verdickungen der Fäden, als das letzte Wasser verdunstete.

Zusammenfassung.

1. Die Effloreszenzen bilden sich im Schachte an eisernen Teilen, haben ein fädiges, asbestähnliches Aussehen und besitzen laugenhaften Geschmack.

2. Die qualitative Analyse ergab, daß die Substanz wesentlich kohlensaures Natron ist, was durch die quantitativen Bestimmungen noch erhärtet wurde.

---

[1] Von der Firma E. Merck in Darmstadt.

[2] Vergl. die Lehrbücher von Naumann-Zirkel, Tschermak etc.

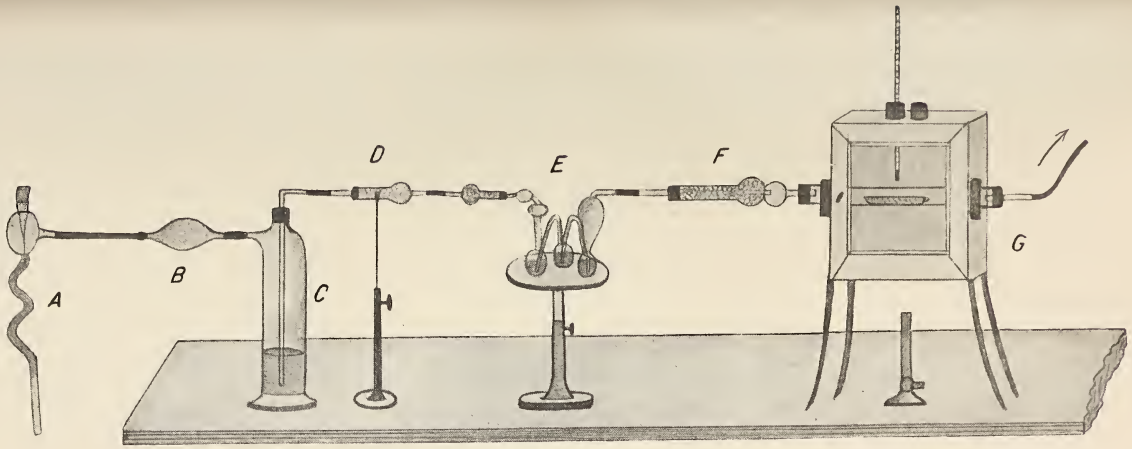
[3] Vergl. die Lehrbücher. Bei Tschermak (Mineralogie. 1905. 481) ist für den stumpfen $\measuredangle$ von ∞P {110} irrtümlich 109° 19′ statt 100° 19′ angegeben.

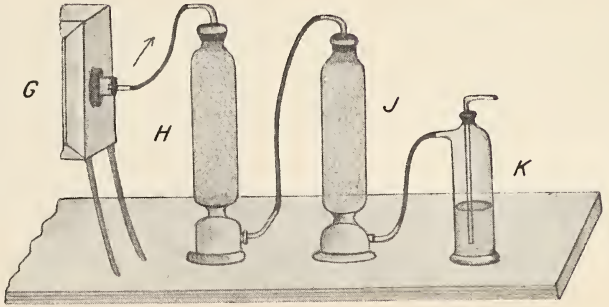
3. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß gemäß der optischen und kristallographischen Orientierung ein monoklines Material vorliegt, welches mit diesen Eigenschaften der Soda übereinstimmt.

4. Die Bildung dieser Ausblühungen erfolgt — wie auch experimentell gezeigt wurde — in der Weise, daß Kochsalz (oder event. Natriumsulfat) in Lösung mit Eisen zusammengebracht, basische Eisenverbindungen gibt unter Freiwerden der entsprechenden Hydroxydmenge, die sich dann durch vorhandene Kohlensäure zu Carbonat vereinigt.

Diese Arbeit wurde teils im chemischen Laboratorium, teils im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität ausgeführt.

Innsbruck, im August 1913.





A = Pumpe.
B = Glaskugel mit Watte.
C = Trockenflasche mit konzentrierter Schwefelsäure.
D = Ätzkalirohr.
E = Kaliapparat nach Geissler mit kleinem Kalirohr.
F = Chlorcalciumrohr.
G = Trockenkasten, durch den ein Glasrohr führt mit Porzellanschiffchen für die Substanz.
H = Trockenturm mit Chlorcalcium.
J = Trockenturm mit Ätzkali.
K = Waschflasche mit Kalilauge.

Gez. Simon.

Trockenapparat für die Effloreszenzen vom Haller Salzberg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 1914

Autor(en)/Author(s): Simon M.

Artikel/Article: Über Sodaeffloreszenzen im Haller Salzberg und ihre Genese. 1-14