

Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. Wilhelm Ostwald-Leipzig:

## ÜBER MALEREI.

(Der Vortrag wird später erscheinen.)

Herr Prof. Dr. J. H. van't Hoff-Berlin:

## GEOLOGISCHES THERMOMETER.

Königliche Hoheit, hochansehnliche Versammlung!

Die mir zur Verfügung stehende Zeit will ich benutzen, um einen Griff zu tun in die Resultate einer Untersuchung auf mineralogisch-geologischem Gebiet, durchgeführt unter Anwendung der Hilfsmittel der physikalischen Chemie, einer Untersuchung, die mich schon seit mehreren Jahren beschäftigt.

Es handelt sich dabei um diejenigen auch technisch wichtigen Mineralien, zu denen z. B. Carnallit gehört, die sich nördlich vom Harz, wahrscheinlich infolge der Austrocknung von Meereswasser, in vorhistorischen Zeiten (als Steinsalz und sogen. Abraumsalze) ausgeschieden haben. Sie enthalten die bekannten Bestandteile des Meereswassers, Chlornatrium, Magnesium und Kalium als Chloride und Sulfate; dann auch Kalksalze, Borate u. s. w.

Die Frage, die ich hier kurz erörtern möchte, ist die nach der Temperatur, bei der sich diese Salzmineralien gebildet haben. Das leitende Prinzip dabei ist, dass je nach der Temperatur sich dieselben Bestandteile aus dem Meereswasser in verschiedener Form ausscheiden können. Dabei entstehen bei der höheren Temperatur immer die wasserärmeren Formen, wie Thenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), bei tiefer Glaubersalz ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ).

Somit haben die bei hoher Temperatur gebildeten Formen ein gemeinsames Merkmal, sie sind im stande, Wasser aufzunehmen, d. i. angerührt mit Wasser, ganz wie der Stuckgips, abzu härten.

Ich will Ihnen ein diesbezügliches Beispiel vorführen im Glauberit  $\text{CaNa}_2(\text{SO}_4)_2$  und dasselbe im Mörser mit Wasser anmischen; der so erhaltene dünne Brei, den man etwa in Formen gießen kann, erstarrt in kurzer Zeit. In derselben Weise bildet sich auch aus Kieserit und Wasser der sogen. Kieseritstein, und ich habe hier einen aus Anhydrit und Wasser entstandenen Stein, den man als Baustein benutzen kann.

Derartige Steine weisen nun einen Schmelz- oder Erweichungspunkt auf, bei welcher Temperatur die Reaktion, welche zur Steinbildung führte, in entgegengesetztem Sinne verläuft, d. h. das gebundene Wasser abgespalten wird, und dies ist eben die Bildungstemperatur der erwähnten Mineralien, Glauberit, Kieserit und Anhydrit.

Diese Bildungstemperatur, die sich theoretisch als ein Schmelzpunkt bestimmen liesse, ist tatsächlich wegen der langsamen Schmelzung und der daraus hervorgehenden Möglichkeit einer Erwärmung weit oberhalb des Schmelzpunktes ohne Schmelzen nicht so leicht zu fassen. Ein geeignetes Hilfsmittel ist unter anderem, dass in einem Dilatometer die die Schmelzung begleitende Ausdehnung und die das Erstarren begleitende Kontraktion verfolgt wird. Der Glauberitstein schmilzt dann bei  $29^\circ$ , d. h.  $29^\circ$  ist die Bildungstemperatur des Glauberits.

Auf einen wichtigen Punkt ist nur noch hinzuweisen, nämlich auf die Einflüsse, welche diese Bildungstemperaturen abändern können. Wesentlich sind dies die begleitenden Salzmineralien; dieselben drücken die Bildungstemperatur mehr oder weniger herab.

Aus den Untersuchungen, aus denen ich hier einiges hervorhebe, lässt sich nun in einfacher Weise entnehmen, mit welchen derartigen Körpern nun z. B. der Glauberit auftreten kann, und es bleibt dann nur die dadurch veranlasste untere Temperaturgrenze zu ermitteln, sie liegt bei  $10^\circ$ , und so ist das Auftreten von Glauberit ein Beweis für eine oberhalb  $10^\circ$  stattgefundene geologische Bildung.

In nachstehender Tabelle seien nun die bis jetzt diesbezüglichen Daten zusammengestellt:

1. Astrakanit . . . . .	$5^\circ$ ,
2. Glauberit . . . . .	$10^\circ$ ,
3. $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	$13^\circ$ ,
4. Thenardit . . . . .	$14^\circ$ ,
5. Kieserit . . . . .	$18^\circ$ ,
6. Leonit . . . . .	$18^\circ$ ,
7. Oktaëdrischer Borax . . . . .	$34^\circ$ ,
8. Langbeinit . . . . .	$37^\circ$ ,
9. Loewit . . . . .	$43^\circ$ ,
10. Vanthoffit . . . . .	$46^\circ$ .

Ein zweites Merkmal, das noch viel weiter zu gehen erlaubt, ist der Einfluss der Temperatur auf das Nebeneinanderauftreten, die sogen. Paragenese der Mineralien.

Umstehendes Diagramm stellt die diesbezüglichen Möglichkeiten für  $25^\circ$  dar, und aus demselben geht z. B. hervor, dass bei dieser Temperatur Glaserit und Leonit nicht nebeneinander vorkommen können: beider Gebiete sind durch Schönit getrennt.

25°.

$MgCl_2$			
Kieserit		Carnallit	
$Mg_6$	C/K	Kainit	
$Mg_7$		Leonit	
Astrakanit		Schönit	
Thenardit		Glaserit	

25,5°.

$MgCl_2$			
Kieserit		Carnallit	
$Mg_6$	C/K	Kainit	
$Mg_7$		Leonit	
Astrakanit		Schönit	
Thenardit		Glaserit	

26°.

$MgCl_2$			
Kieserit		Carnallit	
$Mg_6$	C/K	Kainit	
$Mg_7$		Leonit	
Astrakanit		Glaserit	
Thenardit			

Wie nun die entsprechenden Diagramme für 25,5° und 26° zeigen, kommt der Schönit allmählich und bei 26° ganz zum Verschwinden, was schon bei 25,5° eine Paragenese von Glaserit und Leonit ermöglicht. Diese bei höherer Temperatur entstehenden Paragenesen haben wiederum das den obigen Mineralien eigentümliche Merkmal, dass sie nämlich mit Wasser zu festen Massen abbinden, deren Schmelzpunkt es also zu bestimmen galt. So entstand folgende Tabelle der unteren Bildungstemperatur von Paragenesen, unter Abrundung auf ganze Grade:

	Langbeinit	Vanthoffit	$MgSO_4 \cdot 6H_2O$	Leonit	Glaserit	Chlorkalium	Kieserit	Astrakanit
Thenardit	—	46	—	—	—	—	—	—
Loewit	43	60	—	47	57	—	43	43
Astrakanit	38	46	28	—	—	—	32	—
Kieserit	37	—	—	32	—	72	—	—
Kainit	37	—	—	—	—	—	—	—
Sylvin	55	—	—	—	—	—	—	—
Glaserit	61	46	—	26	—	—	—	—
Leonit	37	—	27	—	—	—	—	—

Unter Anwendung dieser Ergebnisse erlaube ich mir schliesslich, als stille Zeugen einer bestimmten Temperatur in lang vergangenen Zeiten folgende Mineralien und Mineralkombinationen vorzulegen:

1. Glauberit, oberhalb 10°,
2. Langbeinit, oberhalb 37°,
3. Loewit, oberhalb 43°,
4. Vanthoffit, oberhalb 46°.
5. Loewit und Glaserit, oberhalb 57°,
6. Loewit und Vanthoffit, oberhalb 60°,
7. Kieserit und Chlorkalium, oberhalb 72°.

Letzteres scheint die höchste in unserer Temperaturandeutung enthaltene Stufe bei der Meeres-salzbildung erreicht zu sein. Damit im Einklang konnte neulich unter anderen Kalescinsky feststellen, dass unter geeigneten Umständen eintrocknende Salinen bei einfacher Sommerhitze Temperaturen bis oberhalb 70° annehmen können. Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die hier vorgezeigten Tabellen und Diagramme durch die gütige Vermittlung des Herrn Prof. Precht ausgeführt wurden.

Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Walther Nernst-Berlin:

#### ZUR BILDUNG DES WASSERSTOFFSUPEROXYDS BEI HOHEN TEMPERATUREN.

In einer früheren Mitteilung habe ich die Mengen von Wasserstoffsuperoxyd, die sich bei hohen Temperaturen aus Wasserdampf und Sauerstoff bilden, zu berechnen gesucht<sup>1)</sup>. Ob-

wohl die Elemente der Rechnung nicht sehr sicher waren, konnte ich doch auf einem unabhängigen Wege, nämlich durch Benutzung der Maximaldrucke, die bei der Explosion von Knallgas mit überschüssigem Sauerstoff auftreten, nachweisen, dass die von mir berechneten

<sup>1)</sup> W. Nernst, Ueber das Stabilitätsgebiet des Wasserstoffsuperoxyds, Zeitschr. f. physik. Chemie 46, 720 (1903).