

Temperaturbeobachtungen im Bohrloch zu Ingelfingen.

Von Raimund Huber,

Chemiker beim K. Münzamt in Stuttgart.

Nachdem das Bohrloch zu Ingelfingen auf eine Tiefe von 2847' niedergetrieben war, erhielt ich den Auftrag, die Zunahme der Temperatur in der Tiefe zu bestimmen.

Diese Messungen wurden vom 16. bis 31. Juli 1864 unter Controle des Herrn Bergraths Xeller ausgeführt und geschehen mit dem Geothermometer von Magnus, welches folgende Einrichtung hat:

Die Röhre eines in Centigrade eingetheilten Quecksilberthermometers endigt oben in eine feine umgebogene Spitze, welche geöffnet ist, so dass beim Steigen der Temperatur das Quecksilber austritt, mit der Erkaltung aber sich in der Röhre wieder zurückzieht. Letztere ist von einer nach unten geöffneten, auf das Messinggehäuse aufgeschraubten Glasglocke umgeben, beim Einlassen des Thermometers in das mit Wasser gefüllte Bohrloch befindet sich daher das Quecksilber unter einem der Wassersäule entsprechenden Druck, während die im obern Theil der Glasglocke comprimirte Luft das Eindringen des Wassers in die Thermometerröhre zu verhindern hat.

Die zuerst angestellten Versuche zeigten aber, dass Letzteres nicht geschah, sondern es drang bei einer Tiefe noch unter 2000' Wasser in die Röhre, wesshalb auf dem äusseren Glascylinder des Instrumentes ein kurzes, halb so weites Stück aufgesetzt wurde, in dessen obersten Theil die Thermometerröhre endigte.

Beim Gebrauch wurde das Geothermometer bei niedriger Temperatur vollständig gefüllt, in die gewünschte Tiefe eingesenkt,

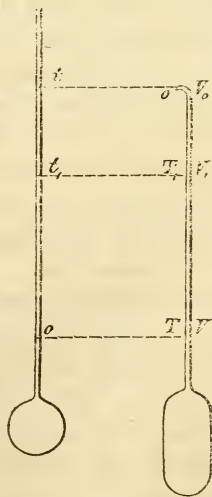
hier zur Annahme der Temperatur einige Zeit (etwa $\frac{1}{2}$ Stunde) gelassen und sodann wieder ausgezogen.

Es ist rätlich, unmittelbar vor dem Ausziehen das Instrument ganz leicht zu schütteln, um die aussen an der Röhre anhängenden Quecksilberkügelchen zu entfernen, weil diese wieder in die Röhre zurücktreten könnten.

Die Bestimmung der gesuchten Temperatur geschah nun, indem man das Geothermometer und ein gewöhnliches Thermometer durch Eintauchen in kaltes Wasser auf gleiche Temperatur brachte, und die Grade notirte, welche beide Instrumente zeigten, wobei noch der Druck, welchem das Quecksilber in der Tiefe ausgesetzt war, in Berechnung genommen werden musste.

Zur Controle wurde bei unsern Versuchen das Geothermometer jedesmal auch noch in Wasser gebracht, welches so weit erwärmt war, dass das Quecksilber in der Röhre genau bis zum Punkt des Austretens stieg; ein gleichzeitig eingetauchtes gewöhnliches Thermometer gab die entsprechende Temperatur an, jedoch ohne Rücksicht auf die Compression des Quecksilbers.

Gewöhnliches
Thermometer. Geothermometer.



Es bezeichnen:

t Die gesuchte Temperatur.

V Das Volumen einer Quecksilbermenge von 0°, welche beim Erwärmen auf T-Grade das Ausfluss-Volumen V_0 annimmt.

T_1 Die Grade, welche das Geothermometer nach dem Gebrauch bei Vergleichung mit dem gewöhnlichen Thermometer zeigt.

t_1 Die Grade dieses letzteren Thermometers.

V_1 Das Volumen des Quecksilbers hiebei im Geothermometer.

$\frac{i}{d} = \frac{1}{6480}$ Der Coëfficient für die relative Ausdehnung des Quecksilbers in Glas auf 1° Celsius.

$\delta = \frac{1,73}{1000000}$ Coëfficient für die Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers bei einer Atmosphäre Druck.

h Höhe der Wassersäule über dem Instrument in württembergischen Fussen (36 Fuss entsprechen einer Atmosphäre); endlich

s = 1,05 das specifische Gewicht des Wassers im Bohrloch.

Der Wasserdruck in Atmosphäre ausgedrückt ist:

$$n = \frac{h}{36} s$$

Man hat nun

$$V_0 = V \left(1 + \frac{1}{d} T \right)$$

$$V_0 (1 + n \delta) = V_1 \left(1 + \frac{1}{d} (t - t_1) \right)$$

$$V_1 = V \left(1 + \frac{1}{d} (T - T_1) \right)$$

Aus diesen Gleichungen findet man

$$t = \frac{d T_1}{d + T - T_1} + t_1 + n \delta \frac{d (d + T)}{d + T - T_1}$$

Da d gegen T und T_1 sehr gross ist, so kann die Formel abgekürzt werden zu:

$$\begin{aligned}
 t &= T_1 + t_1 + n \delta d \\
 &= T_1 + t_1 + \frac{h}{36} 1,05 \frac{1,73}{1000000} 6480 \\
 &= T_1 + t_1 + 0,000327 \text{ h.}
 \end{aligned}$$

Die Fehler, welche mit diesem Näherungswerth gemacht werden, sind höchst unbedeutend, in den extremsten Beispielen weniger als $\frac{1}{10}^0$, wie durch Rechnung leicht gefunden werden kann.

Dagegen ist die Correction der Temperatur wegen der Compression des Quecksilbers bei grosser Tiefe sehr beachtenswerth, denn sie beträgt nach oben für je 100' 0,0327° also auf 2800' Tiefe 0,9156°.

Die Messungen im Ingelfinger Bohrloch ergaben folgende Resultate:

Niveau des Wasserspiegels.	Tiefe in württ. Fuss.	Temperatur in ° C.	Zunahme auf 100'.
1.	10	14,40	0,58
2.	50	14,60	
3.	100	14,98	
4.	200	16,06	1,08
5.	300	17,10	1,04
6.	500	18,96	0,93
7.	600	19,74	0,78
8.	800	21,46	0,86
9.	1000	23,33	0,935
10.	1200	25,88	0,98
11.	1500	28,49	1,07
12.	2000	33,50	1,00
13.	2200	34,77	0,635
14.	2300	34,80	0,03
15.	2400	35,33	0,53
16.	2500	35,62	0,29
17.	2800	37,86	0,75

Nro. 4. 6. 9. 11. 12. 16 und 17 sind wiederholt bestimmt worden, theilweise an verschiedenen Tagen; die Abweichungen betragen hiebei höchstens $\frac{1}{10}^0$.

Werden die ersten 100 Fuss wegen der äussern, atmosphärischen Einflüsse auf die Bodenwärme ausser Berücksichtigung gelassen, so berechnet sich auf die Tiefe von 2800' eine durchschnittliche Zunahme der Temperatur von $0,847^{\circ}$ Cels. pro 100' württemb. oder 1° C. auf $118,0' = 33,8$ Meter.

Auffallend sind die Unregelmässigkeiten in der Temperaturzunahme an mehreren Stellen des Bohrlochs, namentlich in der untern Tiefe; von 100' an bis 2000' kommen auf 1° C. $102,6' = 29,4$ Meter, von 2000 bis 2800' dagegen $183,5' = 52,57$ Meter.

Es ist desshalb noch Folgendes anzuführen:

Die Hängebank des Bohrschachtes liegt 640 Pariser Fuss über dem Meere, und nur 12' über dem Niveau des nahe vorüberfliessenden Kocherflusses. Das Bohrloch hat oben einen Durchmesser von 12 Zoll und verengt sich allmählig auf 8 Zoll; es steht durchaus in festem Gestein ohne alle Verwahrung.

Ein kurzer Auszug aus dem Bohrjournal zeigt, welche Gebirgsschichten mit dem Bohrloch durchsunken, und welche besondere Wahrnehmungen dabei gemacht wurden.

Mächtigkeit der Gebirgsschichten.	Tiefe des Bohrlochs.	Wasserstand unter der Hängebank.	Bemerkungen.	
17' Schichtabteufen im Alluvium.				
1400,7	Bunte Schieferletten	17	12,4	
	Bunter Sandstein	75,2	12,95	
	„ „	250	13,3	Die Bohrlochwasser werden salzig.
	„ „	370	11,9	Die Wasser gestiegen.
	„ „	430	11	Ditto.
	„ „	600	8,3	Ditto.
	„ „	677,7	8	Es machen sich Kohlensäuregasentwicklungen bemerklich.

Mächtigkeit der Gebirgs- schichten.	Tiefe des Bohrlochs.	Wasserstand unter der Hängebank.	Bemerkungen.
1400,7	725,6	7,95	
98,8	865	7	Die Wasser steigen bedeutend, wieder etwas ge- fallen; von jetzt an kann der Wasserstand nicht mehr ge- messen werden, da eine Pumpe in Thätigkeit ist.
132,9	940	7,6	
885,7	1417,7		
132,9	1516,5		Mit dem Wechsel d. Gesteins wird ein Sinken des Wassers beob- achtet.
885,7	1649,4		Die Gasentwicklun- gen werden hef- tiger als früher.
321,0	2150		Die Wasser neh- men im Bohrioch wieder zu.
321,0	2210,5		Bedeutende Gas- entwicklung beim Löffeln.
321,0	2362,6		Die Schichtung ist gestört.
321,0	2478,2		An einem Zapfen zeigen d. Schich- ten eine Neigung von 45°.
321,0	2535,1		Sohle d. Bohrlochs.
321,0	2746,7		
321,0	2847,1		

Hienach stellte sich anfänglich der Wasserspiegel im Schacht mit dem Niveau des Kochers ziemlich gleich, und ein Abfluss der Bohrlochwasser in das Gebiet des letztern ist um so weniger zu bezweifeln, als die Bestandtheile des Wassers, hauptsächlich der Kochsalzgehalt eine merkwürdige Constanz zeigen, was bei stagnirendem Wasser, welches sich mit diesem anreichen könnte, wohl nicht der Fall sein würde. Die Analysen ergaben nämlich neben viel freier Kohlensäure als feste Bestandtheile:

	Oktober 1861.	Oktober 1862.	Juli 1864.
Chlornatrium	6,078 Proz.	5,960 Proz.	5,975 Proz.
Kohlensaure Kalkerde . .	0,181 „	0,181 „	0,185 „
Schwefelsaure Kalkerde .	0,389 „	0,348 „	0,336 „
Schwefelsaure Bittererde .	0,284 „	0,254 „	0,282 „
Schwefelsaures Natron . .	—	0,181 „	0,090 „
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	6,932 Proz.	6,924 Proz.	6,868 Proz.

Äus obigen Bemerkungen geht ferner hervor, dass während des Bohrens wiederholt Wasserzuzflüsse in der Tiefe beobachtet worden sind, namentlich zwischen 400 und 600', sodann auf der Grenze zwischen dem rothliegenden und dem steil aufgerichteten Uebergangsgebirge. Diesen Zuflüssen von unterirdischen Quellen müssen die beobachteten Unregelmässigkeiten in der Temperaturzunahme zugeschrieben werden, wobei die verschiedene Wärmeleitfähigkeit der Gesteine wohl auch ihren Einfluss äussern dürfte.

Es ist anzunehmen, dass von denjenigen Punkten aus, wo kältere Quellen in das Bohrloch treten, eine allmähliche Ausgleichung der verschiedenen Temperaturen sowohl in der Richtung nach oben, als nach unten stattfinden wird, wie diess die wirklich beobachteten Temperaturen ersehen lassen. Das aus Klüften eindringende kältere Wasser wird in der darunter befindlichen Wassersäule niedersinken und die Gesteinswände abkühlen; es wird die darauf ruhende Wassersäule fortwährend heben und langsam in Bewegung erhalten, wodurch das Wasser nach und nach wieder die Temperatur des umliegenden Gesteins annimmt.

Da die Temperatur-Beobachtungen drei Jahre, nachdem die Tiefe von 2800' erreicht war, vorgenommen wurden, so ist eine

Abkühlung des untern Theils des Bohrlochs auf diese Art wohl möglich. Würde das Bohrloch mit Schlamm gefüllt, so dürfte anzunehmen sein, dass nach einiger Zeit sich auf der Sohle wieder die anfängliche etwa 4^o höhere Temperatur herstellen würde, vorausgesetzt, dass sich daselbst keine weitem Quellen befinden.

Besonders interessant ist die Entwicklung von Kohlensäuregas aus dem Bohrloch, welche beim Ausziehen des Löffels sich durch heftiges Aufschäumen zeigte, und so bedeutend war, dass die Arbeiter nicht in den Schacht niedersteigen konnten, ohne zuvor durch Einblasen frischer Luft die Kohlensäure ausgetrieben zu haben.

Es mag dahin gestellt bleiben, ob, wie Bischof glaubt, diese Kohlensäure-Exhalationen das Product eines Glühprozesses in grosser Tiefe sind, oder ob sie nicht vielleicht auf nassem Wege durch die Einwirkung freier Kieselsäure auf Kohlensäureverbindungen unter hohem hydrostatischem Drucke gebildet werden. An Material dazu würde es wenigstens nicht fehlen; denn alle Sandsteine und Thone, welche Feldspath und Glimmer theils in zersetztem, theils in unzersetztem Zustande enthalten, enthalten auch Kalk-, Bittererde- und Natron-Carbonate, ganz abgesehen von den Dolomitlagern des Zechsteins. Würden etwa die Tagwasser im nahen Jagstthale durch den Muschelkalk in den bunten Sandstein niedersinken, um im Ingelfinger Bohrloch wieder zum Vorschein zu kommen, so müssten sie auf diesem Wege die genannten Carbonate in der freien Kohlensäure gelöst aufnehmen, und zugleich Chlornatrium und Gyps extrahiren, welche in den sedimentären Gesteinen sich ebenfalls vorfinden.

Die Entstehung des Bittersalzes (und Glaubersalzes?) lässt sich aus der Einwirkung der schwefelsauren Kalkerde auf die kohlen-sauren Salze leicht erklären und ebenso ist es einleuchtend, dass die unter einem hohen Drucke an das Wasser gebundene freie Kohlensäure entweichen muss, wenn dieser Druck oben im Bohrloch aufhört, und dadurch eine Uebersättigung des Wassers mit Kohlensäure eintritt.

Die geringe Temperaturzunahme bei den ersten 100' Tiefe dürfte wohl in dieser starken Kohlensäure-Entwicklung ihre Er-

klärung finden, so wie auch, dass bei den ersten Temperaturbestimmungen aus geringerer Tiefe mehreremal vollkommen ausgebildete Gypskrystalle mit dem Apparate herausgebracht wurden, von denen die grössten eine Länge von 20 Millimeter und eine Breite von 2 Millimeter hatten.

Das Wasser verliert nämlich durch Kohlensäure Verlust an Lösungsfähigkeit für die Erdsalze, und es ist möglich, dass der kohlensäure Kalk, welcher sich der Vermuthung nach abscheiden sollte, sich im Entstehungsmomente mit der schwefelsauren Bittererde in Gyps und kohlensäure Bittererde umsetzt; letztere bleibt möglicherweise in der noch vorhandenen Kohlensäure gelöst; wenigstens steht diess nicht im Widerspruch mit der Analyse des Wassers, indem bekanntlich die Analyse gemischter Salzlösungen über die Vertheilung der Säuren an die Basen keinen genügenden Aufschluss gibt.

Da die ganze Tiefe des Bohrlochs einem Drucke von nahezu 80 Atmosphären entspricht, so mögen hier die Bedingungen für die chemischen Wirkungen der Kohlensäure ganz andere als bei gewöhnlichem atmosphärischem Drucke sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1866

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Huber Raimund

Artikel/Article: [Temperaturbeobachtungen im Bohrloch zu Ingelfingen. 61-69](#)