

# Über die Temperaturen im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse.

Von

**F. Henrich**, Gymnasiallehrer in Wiesbaden.

---

Unter allen Temperaturbeobachtungen, die jemals in grösseren Tiefen angestellt worden sind, verdienen die von Sperenberg das grösste Vertrauen, nicht nur weil sie im Steinsalz und in einem Bohrloche angestellt worden sind, in welches Quellen nicht einmündeten, sondern hauptsächlich weil das Thermometer von unten und oben gegen Strömungen durch Abschluss der Wassersäule vollständig geschützt wurde vermitteltst Kautschukhüllen<sup>1</sup>. Auf diese Weise konnte das Thermometer die Temperatur des Gesteins vollkommen annehmen. Vergleicht man diese Temperaturbeobachtungen, so findet man, dass sie den alten Satz: „die Temperatur nimmt mit der Tiefe zu“, bestätigen. Vergleicht man die Temperaturzunahme für 100 Fuss, wie sie aus den Beobachtungen folgen, so findet man, dass sie bald grösser bald kleiner als  $0,8^{\circ}$  R. ist. Es lag daher nahe, vermitteltst der Wahrscheinlichkeitsrechnung diejenigen Werthe der Temperaturen zu finden, welche den absolut richtigen am nächsten kämen. Herr DUNKER war es, der nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Werthe der Temperaturen berechnete. Da

---

<sup>1</sup> Das Nähere s. in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate, 20. Band, S. 224.

zeigte es sich denn, dass die Temperatur mit der Tiefe zwar zunimmt, dass aber die Temperaturzunahme für je 100 Fuss mit der Tiefe kleiner und kleiner wird. Und es lässt sich aus der DUNKER'schen Formel<sup>2</sup> leicht berechnen, dass die Temperatur bei 5162 Fuss ihr Maximum (40,7° R.) erreicht, dass sie von da an stetig abnimmt, bei 10323 Fuss Tiefe 7,18° R. beträgt, bei 10874 Fuss 0° ist und von da an negativ wird. Ein solches Resultat stimmt mit der Ansicht, dass die Erde im Innern heissflüssig war und noch ist, nicht überein. Es war daher zu erwarten, dass diese Resultate der Rechnung von den Gegnern der plutonischen Erdbildungsansicht ausgenützt und dass mancher Plutonist das Centralfeuer mit der Centralkälte vertauschen würde. Das ist denn auch geschehen. MOHR schreibt<sup>3</sup>: „So war denn die allseitig zugegebene Zunahme der Wärme im Innern der Erde die einzige und letzte Stütze des Plutonismus, als ein Ereigniss eintrat, welches dieselbe auf eine grausame Weise zerstörte, nämlich die neuen Bohrungen im Steinsalzlager zu Sperenberg.“ Und VOGT, noch vor wenig Jahren ein Plutonist, sagt<sup>4</sup>: „Die Wärme nimmt also nach unten zu, aber in stets verminderter Proportion! Wäre ein solches Resultat möglich, meine Herren, wenn im Innern der Erde eine constante Wärmequelle existirte? Wie will man dem einfachen gesunden Menschenverstande gegenüber behaupten, man müsse beim Annähern des Fingers an eine Lichtflamme stets grössere Entfernungen durchmessen, je näher man der Flamme kommt, um mehr Wärme zu empfinden? Eine Wärmequelle hätte also eine um so grössere und um so intensivere Wirkung, je weiter sie entfernt ist, und ihre Wirkung vermindert sich in dem Masse, als man sich nähert?“ u. s. w.

Von Seiten der Plutonisten hat man versucht, diese Erscheinung zu erklären. FALB gibt eine Erklärung, wornach die Temperaturdifferenzen für je 100 Fuss nach dem Mittelpunkt hin stets kleiner werden, wenn die Temperatur gleich grosser

<sup>2</sup>  $T = 7,18 + 0,01298572 S - 0,00000125791 \cdot S^2$ , wenn T die Temperatur in Graden Réaum. und S die Tiefe in Fussen ist.

<sup>3</sup> MOHR, Geschichte der Erde. 2. Aufl. S. 199.

<sup>4</sup> VOGT, Über Vulkane; Vortrag. Basel 1875.

Schichten nach der Tiefe grösser und grösser wird<sup>5</sup>. Diese Erklärung kann auf die Temperaturen in Sperenberg keine Anwendung finden, weil die Temperaturdifferenzen viel zu gross sind und die Tiefe viel zu klein ist.

Die Thatsache, dass eine Wassersäule, die im Steinsalz steht, durch Auflösen von Steinsalz ihre Temperatur nicht unbedeutend erniedrigt, kann gleichfalls zur Erklärung nicht herangezogen werden, weil nach der Sättigung die Säule langsam die Temperatur des Steinsalzes wieder annimmt und weil das Thermometer zwischen den Kautschukhüllen vor Strömungen geschützt, 10 Stunden lang im Bohrloche verblieb.

So reicht denn von allen Erklärungsversuchen keiner aus, diese auffallende Erscheinung mit einem heissflüssigen Erdinnern in Einklang zu bringen. Freilich reicht die МОНР'sche Einsturztheorie nicht im entferntesten aus, eine Temperaturzunahme von  $7,18^{\circ}$  R. bis zu  $37^{\circ}$  R. von der Oberfläche bis zu 3390 Fuss zu erklären; denn eine solche Wärmezunahme erfordert einen Sturz des ganzen Steinsalzlagers in eine Höhle von mehr als 6600 Fuss Tiefe. Durch diesen Sturz wäre aber erst die Wärme bis zu 3390 Fuss Tiefe erklärt, nicht aber auch die Wärme, die noch in den tieferen Schichten herrscht. Da also eine bessere Erklärung der Wärmezunahme als die Hypothese von einem heissflüssigen Erdinnern nicht aufgefunden worden ist, so war noch kein Grund vorhanden, diese Hypothese fallen zu lassen.

Vergleicht man die Resultate der Rechnung mit denen der Beobachtung, so fallen zunächst die grossen Differenzen zwischen beiden auf, die bis zu  $1,62^{\circ}$  R. steigen. Sodann ist es sehr sonderbar, dass die Differenzen der Temperaturen, wie sie aus den Beobachtungen folgen, bald grösser, bald kleiner als  $0,8^{\circ}$  sind, während die Temperaturdifferenzen nach der Rechnung von 2,2 bis 1,2 stetig abnehmen. Nach all diesem kann es freilich kaum auffallen, dass die Summe der Fehlerquadrate ausserordentlich gross: 7,6445, ist. Berechnet man den wahrscheinlichen Fehler, so findet man denselben gleich  $0,7^{\circ}$  R. Da nun das Geothermometer gestattet,  $\frac{1}{5}^{\circ}$  R. direkt abzulesen und  $\frac{1}{6}^{\circ}$  gut zu schätzen,

<sup>5</sup> FALB, Gedanken und Studien über den Vulkanismus, Graz 1875. S. 175.

und die Beobachtungen mit ausserordentlicher Sorgfalt ausgeführt worden sind, so ist es gar nicht wohl denkbar, dass bei den neun so zuverlässigen Beobachtungen ein Fehler von  $0,7^{\circ}$  R. ebensooft überschritten als nicht erreicht worden ist. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung ist folgender.

Die Wärmezunahme von der Oberfläche nach der Tiefe mag herrühren woher sie will, in keinem Falle hängt sie von der mittleren Temperatur der Oberfläche ab. Stellt man also eine Formel auf, welche die Temperaturzunahme zu berechnen gestattet, so muss diese Formel frei von der mittleren Temperatur der Oberfläche sein. Dies ist namentlich dann nothwendig, wenn die brauchbaren Beobachtungen, wie gerade in Sperenberg, erst mit 700 Fuss Tiefe beginnen. Will man aber dennoch diese mittlere Temperatur in der Formel anbringen, so muss ihr ein noch zu berechnendes Glied hinzugefügt werden. Das ist aber von Herrn DUNKER nicht geschehen und darin liegt die Ursache all der sonderbaren Erscheinungen. Trägt man die Tiefen 700, 900, 1100 u. s. w. bis 2100 als Abscissen auf und die beobachteten Temperaturen als Ordinaten, so sieht man auf den ersten Blick, dass diese Temperaturen auf einer geraden Linie und nicht auf einer Parabel liegen. Es kann also keine andere Gleichung das Gesetz der Wärmezunahme ausdrücken als die Gleichung  $T = m S + n$ , worin  $S$  die Tiefe und  $T$  die ihr entsprechende Temperatur ist, während  $m$  und  $n$  zwei nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnende Constanten sind. Diese Constanten ergeben sich aus den beiden Gleichungen:

$$\Sigma (T) = 8 \cdot n + m \Sigma (S)$$

$\Sigma (S \cdot T) = n \Sigma (S) + m \Sigma (S \cdot S)$ , worin  $\Sigma$  das bekannte Summenzeichen ist. Hieraus folgt  $m = 0,0077928$  und  $n = 11,82773$ . Die Gleichung, welche die Wärmezunahme nach der Tiefe ausdrückt, heisst daher  $T = 0,0077928 \cdot S + 11,8277$ .

Die Tabelle I auf folgender Seite gibt die Resultate der Rechnung und der Beobachtung.

Alle die auffallenden Erscheinungen, die in der DUNKER'schen Berechnung zu Tage traten, sind mit einmal verschwunden. Die Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Temperaturen sind klein und sind bald positiv, bald negativ, was immer ein Zeichen guter Beobachtungen ist. Die Temperatur

Tabelle I.

Thete in Fussen	Beobachtete Temperatur (Réaum.)	Berechnete Temperatur (Réaum.)	Differenz der berechneten und der beobachteten Temperatur	Temperatur- zunahme für 200 Fuss nach der Beobachtung	Temperatur- zunahme für 200 Fuss nach der Rechnung	Quadrate der Fehler
700	17,275	17,283	+ 0,008	1,505	1,558	0,0001
900	18,780	18,841	+ 0,061	2,367	1,559	0,0036
1100	21,147	20,400	— 0,747	0,363	1,559	0,5580
1300	21,510	21,959	+ 0,449	1,767	1,558	0,2016
1500	23,277	23,517	+ 0,240	1,464	1,559	0,0576
1700	24,741	25,076	+ 0,335	1,763	1,558	0,1122
1900	26,504	26,634	+ 0,130	2,164	1,559	0,0169
2100	28,668	28,193	— 0,475	—	—	0,2256
						1,1756

Tabelle II.

Tiefe in Fussen	Beobachtete Temperatur (Réaum.)	Berechnete Temperatur (Réaum.)	Differenz der berechneten und beobachteten Temperatur	Temperatur- zunahme für 200 Fuss nach der Beobachtung	Temperatur- zunahme für 200 Fuss nach der Rechnung	Quadrate der Fehler
700	17,275	17,487	+ 0,212	1,505	1,490	0,0459
900	18,780	18,977	+ 0,197	2,367	1,490	0,0388
1100	21,147	20,467	— 0,680	0,363	1,490	0,4624
1300	21,510	21,957	+ 0,446	1,767	1,490	0,1988
1500	23,277	23,446	+ 0,169	1,464	1,490	0,0286
1700	24,741	24,936	+ 0,195	1,763	1,490	0,0381
1900	26,504	26,426	— 0,078	2,164	1,490	0,0061
2100	28,668	27,916	— 0,752	—	—	0,5655
3390	37,238	37,525	+ 0,287	—	—	0,0824
						1,4658

nimmt mit der Tiefe stetig zu und zwar um  $0,779^{\circ}$  R. auf je 100 Fuss und die Summe der Fehlerquadrate ist 1,1756, also 6,4mal so klein als die DUNKER'sche. Der wahrscheinliche Fehler berechnet sich zu 0,2985, ist also nahezu 2,5mal so klein als der wahrscheinliche Fehler, wie er sich nach dem DUNKER'schen Resultat ergibt. Man könnte einwenden, ich habe die eine Beobachtung in 3390 Fuss Tiefe, die dazu noch doppelt gemacht wurde, und eine Temperatur von  $37,238^{\circ}$  R. ergeben hat, übergangen. Ich habe es gethan, weil zwischen 2100 Fuss und 3390 Fuss genaue Beobachtungen nicht vorliegen. In diesem grossen Abstände konnten sich mancherlei Einflüsse geltend machen, die man sogleich, wenn Beobachtungen vorlägen, erkannt hätte, jetzt aber bei fehlenden genauen Beobachtungen unmöglich erkennen kann. Was würde man sagen, wenn solche Beobachtungen vorlägen und es hätte Jemand bei seiner Berechnung nur die Beobachtungen von 700 bis 2100 genommen, die von 2100 bis 3390 aber mit Ausschluss der letztern weggelassen? Doch könnte man einwenden, DUNKER hat 9 Beobachtungen zu seiner Rechnung benützt und wenn ein Vergleich gemacht werden soll, so müssen dieselben neun Beobachtungen wieder benützt werden, um so mehr, als einmündende Quellen in der Tiefe nicht beobachtet worden sind und andere störende Einflüsse bei der Natur des Gesteins kaum möglich sind. Trägt man also die Tiefe 3390 Fuss als Abscisse und die Temperatur  $37,525$  als Ordinate auf, so sieht man sogleich, dass diese Temperatur genau in die Verlängerung der früheren geraden Linie fällt. Die Gleichung, welche jetzt die Temperaturzunahme ausdrückt, heisst:

$$T = 0,00744925 \cdot S + 12,273.$$

Die Tabelle II auf vorhergehender Seite gibt die Resultate der Rechnung und der Beobachtung.

Die Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Temperaturen sind ebenso klein wie vorher und sind bald positiv, bald negativ. Die Temperatur nimmt mit der Tiefe stetig zu und zwar um  $0,745^{\circ}$  R. auf je 100 Fuss, also fast um dieselbe Grösse wie vorher, und die Summe der Fehlerquadrate ist 1,4658, also 5,3mal so klein als die DUNKER'sche. Der wahrscheinliche Fehler ist 0,3086, also 2,3mal so klein als der DUNKER'sche.

Fassen wir Alles zusammen, so müssen wir sagen: Unter allen Temperaturbeobachtungen, die jemals gemacht worden sind, stehen die von Sperenberg obenan, sowohl weil sie mit der grössten Sorgfalt ausgeführt, als auch weil sie bis zu einer Tiefe hinabgehen, die vorher nicht erreicht worden ist. Aus diesen Temperaturbeobachtungen geht hervor, dass die Wärme in Sperenberg mit der Tiefe stetig zunimmt und zwar um  $0,76^{\circ}$  R. auf je 100 Fuss.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [1876](#)

Autor(en)/Author(s): Henrich Ferdinand

Artikel/Article: [Über die Temperaturen im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse 716-723](#)