

Ueber die Temperaturen im Bohrloche I zu Sperenberg.

Von

E. Dunker, Geh. Bergrath zu Halle a. d. Saale.

Die Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate enthält Band XXV. B. S. 58 u. w. einen Abdruck der in dem Neuen Jahrbuche für Mineralogie etc. von 1876 S. 716 u. w. erschienenen Abhandlung: „Über die Temperaturen im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse von F. HENRICH in Wiesbaden.“ Der Verfasser hat zu diesem Abdrucke einen Nachtrag geliefert, um zu erklären, woher es komme, dass die Temperatur-Reihe von Sperenberg nicht auf die mittlere Temperatur der Oberfläche daselbst führe. Er erörtert dies in folgender Weise.

Es sei von mir constatirt worden, dass in einer Tiefe von 50 Fuss die Temperatur, selbst bei Abschluss einer Wassersäule, gleich $9,86^{\circ}$ R. sei. Eine solche starke Abweichung von der mittleren Jahrestemperatur der Oberfläche hätte ich der Wärmeleitungsfähigkeit der bis 444 Fuss reichenden Verröhrung von Eisenblech, sowie dem hinter und zwischen den drei Verröhrungen befindlichen Wasser zugeschrieben, allein so gewiss es sei, dass diesem Umstande ein Einfluss auf die Temperaturerhöhung zugeschrieben werden müsse, so gewiss sei es, dass er ihm nicht allein zugeschrieben werden dürfe.

Eine stehende Wassersäule, wie die im Sperenberger Bohrloche, die weder Zu- noch Abfluss habe und in welcher fortwäh-

rend Strömungen nach entgegengesetzten Richtungen stattfänden, müsse nothwendig die Temperatur des Gesteins im Laufe der Zeit verändern. In 3390 Fuss Tiefe sei die Temperatur ohne Abschluss der Wassersäule gleich $33,6^{\circ}$ R., nach Abschluss derselben gleich $36,6^{\circ}$ R. gefunden. Damit sei constatirt, dass in dieser Tiefe das Wasser zur Zeit der Messung eine um 3° R. niedrigere Temperatur als das Gestein gehabt habe. Hier werde jahraus jahrein dem Gestein Wärme entzogen, die nicht wieder ersetzt werde und folglich müsse das Gestein bis zu einer gewissen Tiefe, senkrecht zur Richtung des Bohrlochs, um eine bestimmte Anzahl von Graden abgekühlt werden. In der Nähe der Oberfläche sei es umgekehrt. Hier stehe das Gestein mit Wasser in Berührung, welches fortwährend 3 bis 4° R. wärmer sei als das Gestein. Es müsse daher hierdurch die Temperatur des Gesteins im Laufe der Zeit bis zu einer gewissen Tiefe erhöht werden. Gehe man nun von der Oberfläche, wo die Erwärmung am grössten, bis zur Tiefe, wo die Abkühlung am grössten sei, nieder, so komme man an einen Wendepunkt, wo das Gestein durch die Wassersäule weder erwärmt noch abgekühlt werde. Hier müsse die Temperatur-Beobachtung mit Abschluss der Wassersäule dasselbe Resultat liefern, wie die ohne diesen Abschluss. Über diesen Punkt hinaus müsse die Beobachtung mit Abschluss der Wassersäule eine zu hohe, unter diesem Punkte eine zu niedrige Wärme ergeben, wenn eine solche Beobachtung nicht unmittelbar nach erfolgter Bohrung, nachdem der Bohrschlamm entfernt worden, angestellt werde. Es könne da höchstens etwas von der durch die Bohrarbeit entstandenen Wärme zu der des Erdinnern kommen. Das sei aber von geringer Bedeutung, denn diese Wärme liesse sich leicht durch einige Versuche ermitteln. Wenn das aber nicht möglich sein sollte, dann wäre jede Beobachtung um dieselbe Grösse zu hoch und die erhaltene Temperaturreihe der richtigen nahezu parallel und zwar nur nahezu, weil bei Beobachtung auf der jedesmaligen Bohrlochssohle das abgeschlossene Wasser durch das auf der Kautschukhülle ruhende kältere, wenn auch noch so wenig, abgekühlt werde. Das Beobachten auf der jedesmaligen Bohrlochssohle hätte auch noch den Vorzug, dass alle Beobachtungen unter denselben Bedingungen angestellt würden, also allen dasselbe Gewicht beigelegt werden

müsse. Würden die Beobachtungen mit Abschluss der Wassersäule noch einmal angestellt, so würde es sich zeigen, dass die Temperaturen in der Tiefe niedriger, und näher an der Oberfläche höher wären als früher. Unter der Voraussetzung, dass der Wendepunkt in derselben Tiefe bleibe, würde für die Temperaturreihe bei graphischer Darstellung wahrscheinlich eine gerade Linie zum Vorschein kommen. Die Constante würde sich dann noch weiter von der mittleren Temperatur Sperenbergs entfernen. Wenn aber der Wendepunkt seine Stelle verändere, dann dürfte die Curve eine von denen sein, die der Gleichung

$$T = a + bS - cS^2 + dS^3$$

angehörten.

Unbeschadet meiner sonstigen Übereinstimmung mit den Erörterungen des Herrn Verfassers über die Erdwärme, glaube ich doch hinsichtlich seiner vorerwähnten, von ihm in ähnlicher Weise auch in diesem Jahrbuche 1877, S. 904 und 905 vertretenen Ansicht, Folgendes hervorheben zu müssen.

Die Beziehung zwischen der Wärme des abgeschlossenen Wassers und der des anstossenden Gesteins fasse ich in folgender Weise auf.

Werden zwei Körper von verschiedener Temperatur mit einander verbunden und ist die Verbindung nicht eine solche, durch welche Wärme in hinreichendem Masse gebunden, oder frei wird, so entsteht durch die Verbindung eine Temperatur, die zwischen den beiden ursprünglichen Temperaturen liegt. Wenn aber in einem solchen Falle der eine Körper, hier die Erde, als unendlich gross, und in seinem Wärmeverrathe als unerschöpflich betrachtet werden kann gegen den anderen Körper, hier die abgeschlossene kurze Wassersäule, so ist, vorausgesetzt, dass die beiden Körper hinreichend lange mit einander verbunden bleiben, die durch die Verbindung entstehende Temperatur die des grossen Körpers, mag der kleine von diesem Wärme empfangen, oder an ihn abgegeben haben.

Zunächst hiernach beurtheile ich die im Bohrloche zu Sperenberg in abgeschlossenen Wassersäulen ausgeführten Temperatur-Beobachtungen.

In dem obersten Theile des Bohrlochs war nach meiner früheren Tabelle II Spalte 3 und 4 die Wärme des nicht ab-

geschlossenen Wassers wirklich höher als die des Gesteins. Dass hier die wegen ihrer Fehlerhaftigkeit von mir verworfenen Beobachtungen mit Wasserabschluss in den Tiefen von 15, 30, 50 und 100 Fuss eine geringere Wärme ergeben haben, als sie das nicht abgeschlossene Wasser hatte, obgleich das angewandte Maximum-Thermometer sich doch erst in diesem wärmeren Wasser befand, erklärt sich daraus, dass hierbei das, im Verhältniss zu gewöhnlichen Thermometern, sehr grosse Quecksilber-Gefäss dieses Thermometers in einem kleinen Gefässe mit zur Herbstzeit recht kaltem Wasser stand. Ehe die geringe Wärme dieses Wassers bei dem, wegen der geringen Tiefen nicht viel Zeit erfordernden, Einlassen des Apparats und in der abgeschlossenen Wassersäule mit der höheren Wärme, in der es sich befand, ausgeglichen war, muss trotz der eisernen Röhren, sowie des hinter und zwischen ihnen befindlichen Wassers, die geringere Wärme der Erde die des abgeschlossenen Wassers erniedrigt haben.

Wenn nun von den zur Berechnung benutzten Beobachtungen mit Wasserabschluss die oberen durch den Einfluss des nicht abgeschlossenen Wassers eine Wärme ergeben haben sollen, die über die des Gesteins hinausging, so muss sich dies am entschiedensten bei der obersten in 700 Fuss Tiefe zeigen. Nun habe ich aber bei derselben die Wärme des abgeschlossenen Wassers noch gegen 1° R. höher gefunden, als die des nicht abgeschlossenen. Die Wassersäule im Bohrloche konnte also schon in dieser Tiefe, ungeachtet der ihr von unten zugeführten Wärme, an das Gestein Wärme nicht abgeben, sondern von ihm nur empfangen.

Soll ferner für die Beobachtungen mit Wasserabschluss nach unten, also am meisten in der Tiefe von 3390 Fuss, das Gestein durch das Wasser im Bohrloche dauernd abgekühlt worden sein, weil dies Wasser hier 3° R. weniger warm als das abgeschlossene war, so muss zunächst beachtet werden, wodurch an dieser Stelle jener Wärmeunterschied, dessen ansehnliche Grösse mir, weil sie meine Erwartung übertraf, sehr willkommen war, entdeckt worden ist. Doch offenbar dadurch, dass dem abgeschlossenen Wasser das entzogen war, was das nicht abgeschlossene auf einer geringeren Temperatur erhalten hatte und dass dann die Einwirkung dieses Wassers auf das Gestein durch die nachrückende höhere Erdwärme so vollständig beseitigt wurde, dass die abgeschlossene

Wassersäule zuletzt die Temperatur des Gesteins erhielt und erhalten musste, weil jene Einwirkung des Gesteins auf das abgeschlossene Wasser erst mit Vollendung der Wärmeausgleichung aufhören konnte. Mit der Annahme einer dauernden Abkühlung des Gesteins durch das offene Wasser lässt sich dies nicht in Übereinstimmung bringen. Zu erwägen wäre also nur noch, ob der Abschluss lange genug gedauert habe. Waren aber in 1100 Fuss Tiefe, wenn auch bei einem geringeren Wärmeunterschiede zwischen dem offenen und abgeschlossenen Wasser, 10 Stunden genügend, so sind es sicherlich auch die 24 beziehungsweise 28 Stunden bei den zwei Beobachtungen in 3390 Fuss Tiefe gewesen. Der Umstand, dass in 1100 Fuss Tiefe die Wärme des abgeschlossenen Wassers schon in 1 bis 2 Stunden von $19,08^{\circ}\text{R.}$ auf $19,6^{\circ}\text{R.}$ stieg, zeigt, dass die Wärmeausgleichung alsbald nach dem Abschlusse beginnt.

Dem Verlangen, stets auf der jedesmaligen Bohrlochsohle mit Wasserabschluss zu beobachten, ist schon deshalb zu entsprechen und auch bereits bei den Beobachtungen zu Sudenburg entsprochen worden, weil man nur wenn so, oder bei besonderer Veranlassung wenigstens in mässiger Entfernung von der Sohle beobachtet wird, grosse Tiefen erreichen kann und dabei nicht solche Schwierigkeiten vorkommen, wie bei den acht zur Berechnung benutzten oberen Beobachtungen zu Sperenberg, die nur deshalb nach Vollendung des Bohrlochs angestellt wurden, weil es sich nicht ändern liess. Ich habe hierüber bereits in meiner ersten Abhandlung über Sperenberg das Erforderliche angeführt.

Die Ausstrahlung von Wärme aus den abgeschlossenen Wassersäulen durch die mit Wasser gefüllten Kautschuk-Ballons und ihre Eisentheile wird nur gering und nahezu constant, ihr Einfluss auf die Temperaturreihe also nicht wesentlich sein. Ich habe aber schon früher erwogen, ob es nicht rätlich sei, eiserne Theile des Abschlussapparats mit schlechten Wärmeleitern zu überziehen. Ausserdem wurde es von mir in der vorerwähnten Abhandlung als wünschenswerth bezeichnet, stets auf der jedesmaligen Bohrlochsohle in der Art zu beobachten, dass man, wenn der Apparat doch auf zwei Kautschuk-Ballons eingerichtet ist, das Maximum-Thermometer unten hin, und darüber beide Ballons bringt. Dadurch erhält man nicht nur einen doppelten und um so mehr

sicheren Abschluss, sondern auch einen weiteren Schutz gegen die Ausstrahlung der Wärme.

Die von der Bohrarbeit herstammende Wärme ist, wie aus meiner früheren Tabelle I hervorgeht, in dem Grade veränderlich, dass eine dadurch beeinflusste Temperaturreihe der wirklich vorhandenen Reihe nicht nahezu parallel sein kann. Daraus folgt aber nicht, dass dieser störende Einfluss auch bei guten, unmittelbar nach erfolgter Bohrung ausgeführten Beobachtungen in abgeschlossenen Wassersäulen eintreten müsse, oder sich nicht beseitigen lasse. In der vorerwähnten Abhandlung wurde von mir in dieser Hinsicht schon angeführt, die Eisentheile des Apparats brächten von oben eine geringere Wärme mit und würden das abgeschlossene Wasser erst etwas abkühlen. Man hätte also nicht zu besorgen, dass wenn das Wasser an der zu untersuchenden Stelle durch die Bohrarbeit entstandene Wärme enthalte, diese aus der abgeschlossenen Wassersäule nicht entweichen, und die Temperatur zu hoch gefunden werden könne. Wenn das aber wider Erwarten nicht zutreffen sollte, so könne man ein geschlossenes, mit kaltem Wasser gefülltes Gefäß, mit herablassen. Das so von seinem Wärmeüberschusse befreite Wasser kann dann nach und nach die Wärme des Gesteins annehmen. Da indess von der Wärme, welche das Wasser durch das Gestein und die Bohrarbeit erhalten hat, alsbald ein Theil nach oben entweicht, so wird nicht leicht der Fall eintreten, dass die dann noch übrig bleibende Wärme die des Gesteins erreicht, oder noch darüber hinausgeht. Jene beiden Hilfsmittel zur anfänglichen Abkühlung des abgeschlossenen Wassers und namentlich das zweite werden also in der Regel entbehrlich sein. Gegen die Annahme, sie seien stets entbehrlich, spricht die Erfahrung, dass nach meiner früheren Tabelle I in der Tiefe von 3300 Fuss das nicht abgeschlossene Wasser, weil es ungewöhnlich viel von der durch die Bohrarbeit entstandenen Wärme enthielt, eine Temperatur von $35,8^{\circ}$ R. erreichte, die sich durch die Correctur wegen des Wasserdrucks auf $36,857^{\circ}$ R. erhöht, während hierfür von meinen, aus den Beobachtungen mit Wasserabschluss entwickelten und in diesem Jahrbuche 1877, S. 599 mitgetheilten Formeln C und D, die erstere $37,544^{\circ}$ R. und die andere $36,857^{\circ}$ R. ergibt. Konnte hier nach in Folge besonderer Umstände die Wärme des offenen Was-

sers sich so dicht an die des Gesteins schliessen, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie ausnahmsweise auch noch etwas darüber hinausgeht. Wenn dieser ungewöhnliche Fall eingetreten ist, so kann man nach dem Vorhergehenden die zu hohe Temperatur nur dadurch erhalten, dass sie vom Maximum-Thermometer angegeben wird, ehe das Wasser die geringere Wärme des Gesteins angenommen hat. Will man sich hiergegen eine grössere Sicherheit verschaffen, als sie die erwähnten beiden Mittel zur anfänglichen Abkühlung des abgeschlossenen Wassers schon gewähren, so ist alsbald nach dem Bohren zuerst ohne Wasserabschluss, und gleich darauf mit demselben zu beobachten und wenn diese zweite Beobachtung nicht eine etwas höhere Wärme ergibt, als die erste, so sind beide nach einiger Zeit, bis wohin der Wärmeüberschuss verschwunden sein kann, in derselben Folge auf einander wie zuerst zu wiederholen und mit einander zu vergleichen. Haben schon die beiden ersten Beobachtungen den erforderlichen Wärmeunterschied ergeben, so wird die Wiederholung einer solchen Untersuchung so lange als keine, die Bildung eines Wärmeüberschusses befördernde Änderung im Bohrbetriebe eintritt, entbehrlich sein.

Die sorgfältig ausgeführten Beobachtungen mit Wasserabschluss haben also auch noch den Vorzug, dass die von der Bohrarbeit herrührende Wärme bei ihnen ohne Einfluss ist, oder beseitigt werden kann, während diese Wärme bei den Beobachtungen ohne Wasserabschluss die an sich unrichtige Temperaturreihe noch unrichtiger macht.

Nach dem Verschwinden der durch die Bohrarbeit entstandenen Wärme kann das Wasser nur in dem obersten Theile eines Bohrlochs wärmer als das Gestein sein und daher an dieses Wärme abgeben. Nun lässt sich zwar in einem solchen Falle dadurch, dass man für die Beobachtungen mit Wasserabschluss das Maximum-Thermometer nicht in das vorerwähnte, mit kaltem Wasser angefüllte kleine, sondern in ein hinreichend grosses Gefäss stellt und dieses dann mit recht kaltem Wasser oder selbst mit Eis anfüllt, bewirken, dass man die Gesteinswärme nicht höher findet, als sie wirklich ist, aber es kommt dies kaum in Betracht, weil bei einer solchen verspäteten Beobachtung sich in dem obersten Theile eines Bohrlochs in der Regel Futterröhren

befinden, welche das Resultat unrichtig machen und man dabei, wenn das Bohrloch schon eine bedeutende Tiefe erreicht hat, auf die in Sperenberg ungern gebrauchte Schraubendrehung zum Breitdrücken der Kautschuk-Ballons zurückkommen müsste.

Die etwaige und wohl fast ganz constante Einwirkung der etwas geringeren Wärme des offenen Wassers durch das anstossende Gestein hindurch auf den vom abgeschlossenen Wasser berührten Theil des Gesteins, lässt sich, wenn nöthig, dadurch beseitigen, dass man, auf der jedesmaligen Bohrlochssohle beobachtend, über dem Maximum-Thermometer mehr als einen Abschluss in zweckmässiger Entfernung von einander anbringt.

Der durch ein Bohrloch, dessen Wasser nicht überfließt, verursachte bleibende Wärmeverlust besteht darin, dass, weil dem oberen Wasser Wärme von unten zugeführt wird, mehr Wärme als ohne das in die Zone der veränderlichen Temperaturen übergeht. Hierzu kommt, wenn das Bohrloch an seinem oberen Ende nicht geschlossen wurde, die Ausstrahlung von Wärme an der kleinen Oberfläche des Wassers. Für den Wärmeverrath des Erdkörpers kommt beides nicht in Betracht. Unterbricht man nun dies Verhältniss durch einen guten, hinreichend lange dauernden Abschluss einer kurzen Wassersäule, so wird da, wo dies geschieht, der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt und man erhält durch die Wärme des Wassers die der Erde. Hieran hat auch der Umstand nichts ändern können, dass bei den acht oberen Beobachtungen ein langer Zeitraum zwischen Bohrung und Beobachtung lag, der längste von nahezu $3\frac{2}{3}$ Jahren bei der obersten Beobachtung in 700 Fuss Tiefe, bei der ersten der in 3390 Fuss Tiefe auf der Bohrlochssohle angestellten Beobachtungen aber nur so viel Zeit, als man brauchte, um das obere Ende des engeren Vorbohrers konisch zu erweitern. Die Richtigkeit einer Beobachtung mit Wasserabschluss ist also bei gleich guter Ausführung und gleich günstigen Umständen von der Zeit, zu welcher sie angestellt wird, nicht abhängig. Dadurch ist nicht ausgeschlossen, dass in einem vielfach durchhörten Bergwerke die Änderung der Gesteinswärme eine tief eingreifende sein kann. Aber auch hier würde sich, allerdings nicht so bald wie in einem Bohrloche, der ursprüngliche Zustand wieder herstellen lassen, wenn man, vorausgesetzt, dass es möglich und nicht zu kostspielig ist, Ab-

schlüsse anbrächte, welche ebenso wirkten, wie die in einem Bohrloche. Hiermit steht in Übereinstimmung, dass in Gruben des sächsischen Erzgebirges, jedesmal nach dem Ersaufen und Wiedergewältigen einer Strecke, die Temperatur ihres Gesteins höher gefunden wurde als früher¹. Der Fehler war dabei durch das Aufgehen des Wassers zwar noch nicht beseitigt, aber doch schon kleiner geworden, als der vorher durch die Grubenluft entstandene.

Das Princip, dass eine stillstehende, nicht zu hohe und nicht zu grosse Wassermasse die Temperatur der sie einschliessenden, hinreichend grossen Gesteinsmasse annehmen müsse, ist an sich nicht neu, denn F. REICH hat es, wie ich erst nach Beendigung der Beobachtungen zu Sperenberg gefunden habe, einmal in der Weise angewandt, dass er die Temperatur des Wassers mass, welches in der Strecke einer Grube durch ein Verspünden aus 6 Fuss langen keilförmigen Holzstücken abgeschlossen war². Die Zunahme der Wärme mit der Tiefe wurde hierdurch, entsprechend dem, was die neun Sperenberger Beobachtungen mit Wasserabschluss gegen die zugehörigen ohne Wasserabschluss ergeben haben, höher gefunden, als im Durchschnitt nach den viel weniger richtigen Beobachtungen mittelst in das Gestein gesenkter Thermometer.

Eine Formel wie die angeführte ist zugleich der Ausdruck für eine arithmetische Reihe dritter Ordnung. Nimmt die Temperatur schneller zu wie die Tiefe, so wird jede ihrer Constanten positiv und wenn sie nicht so schnell wie die Tiefe zunimmt, die vorletzte Constante negativ. Ich habe danach früher einmal versuchsweise für Sperenberg gerechnet, indem ich die mittlere Jahrestemperatur, sowie nur die Beobachtungen in 700, 900, 1100 und 4042 Fuss Tiefe benutzte, die letztere nicht nach eigentlicher, das heisst mit Wasserabschluss ausgeführten Beobachtung, sondern nur nach einer wahrscheinlichen Annahme³. Auch dann, wenn die Wärme viel weniger als die Tiefe zunimmt, führt eine derartige Formel schliesslich auf eine mit der Tiefe ohne Ende

¹ Beobachtungen über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen in den Gruben des sächsischen Erzgebirges von F. REICH, 1834, S. 132.

² Dasselbst S. 134 u. w.

³ N. Jahrbuch für Mineralogie etc., 1877, S. 187 und 188.

zunehmende Temperatur. Man erhält also hiernach niemals eine Gleichung, welche die in einer durch Beobachtungen erhaltenen Reihe im Ganzen liegende Verzögerung der Wärmezunahme ausdrückt. Damit wäre aber doch zu viel bewiesen, weil eine solche Verzögerung in den Gesteinen eintreten wird, deren Beschaffenheit sich so ändert, dass die Wärmeleitungsfähigkeit mit der Tiefe zunimmt. Für die Annahme, dass diese Wirkung der Gesteinsbeschaffenheit schliesslich in ihr Gegentheil übergehen werde, kann jene Formel für sich allein als massgebend nicht angesehen werden, weil sie auf ein solches, dem Charakter des beobachteten Theils der berechneten Reihe widersprechendes Resultat, nur durch ihre Form führt. Die öftere Anwendung dieser Art von Rechnung könnte vielleicht sogar dahin führen, den wichtigen Grundsatz, dass verzögerte Reihen, die man durch Beobachtungen ohne Wasserabschluss erhalten hat, zur Ermittlung des Gesetzes der Zunahme der Wärme mit der Tiefe unbrauchbar sind, nicht hinreichend zu beachten. Ich gab daher die Anwendung einer solchen Formel auf und werde auf dieselbe auch wohl nicht wieder zurückkommen. Hierfür spricht noch, dass eine Veränderlichkeit in der Beschaffenheit der Gesteine, welche gerade einer Reihe dritter Ordnung entspräche, unwahrscheinlich ist. Geht man dagegen von der Formel für eine Reihe zweiter Ordnung aus, so ist damit zunächst nur vorausgesetzt, dass die Reihe nicht erster Ordnung sei und man kann auf diese immer noch zurückkommen, wenn sich die Reihe davon nur sehr wenig unterscheidet. Sollten aber auch gute Beobachtungen mit Wasserabschluss für gleiche Tiefenzunahmen sehr verschiedene Wärmezunahmen ergeben, so werden diese wohl meistens der Art sein, dass in der ganzen Temperaturreihe besondere Reihen enthalten sind und nur die unterste derselben von hinreichender Ausdehnung zu benutzen ist.

Am Schlusse einer in diesem Jahrbuche 1877, S. 607 u. w. erschienenen Abhandlung über die Temperatur-Beobachtungen im Bohrloche I zu Sperenberg von Herrn Ingenieur FR. HOTTENROTH wird angeführt, „dass die Sperenberger Beobachtungen in rein wissenschaftlichem Interesse von der preussischen Regierung mit einem Kostenaufwande von 175 254 Rm. angestellt wurden.“ Hierzu möchte ich bemerken, dass unter diesem Betrage nicht etwa

nur die Kosten jener Beobachtungen verstanden werden können, denn nach einer Zusammenstellung in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate Band XX, B, S. 312 und 313 haben die Kosten des Bohrlochs, das nebenbei auch zur Anstellung von Temperatur-Beobachtungen benutzt worden ist, überhaupt, also einschliesslich der Kosten jener Beobachtungen, 58 118 Thlr. 18 Sgr. 9 Pf., oder abgerundet 174 356 Rm. betragen.

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: 1879

Band/Volume: [1879](#)

Autor(en)/Author(s): Dunker Karl Eduard Gustav

Artikel/Article: [Ueber die Temperaturen im Bohrloche I zu Spereberg. 116-126](#)