

Über die Ursache der Erdwärme.

Von

Prof. **Mohr** in Bonn.

Die Thatsache, dass in der Tiefe der Erde eine Zunahme der Wärme stattfindet, wird von keiner Seite in Abrede gestellt. Das Gesetz der Zunahme ist noch nicht ermittelt, und über die Ursache derselben herrschen zwei verschiedene Ansichten. Die ältere oder plutonistische nimmt einen noch immer geschmolzenen Erdkern an und sieht die beobachtete Erdwärme als einen durch Leitung fortgepflanzten Antheil dieses ungeheuren Wärmeverrathes an. Eine neuere Ansicht betrachtet diese Wärme als eine Folge vernichteter Bewegungen, welche durch das Eindringen von Wasser und Auswaschen von Stoffen und allmähliges Nachsinken der nicht mehr genügend unterstützten Erdmassen entstanden sei. Nach dieser Ansicht würde die Ursache der Wärme in den höheren Schichten der Erde, welche am meisten der Einwirkung des Wassers ausgesetzt sind, zu suchen sein.

Die plutonistische Ansicht findet eine grosse Schwierigkeit darin, dass von dem inneren Schmelzflusse der Erde nicht nur keine Beweise, sondern im Gegentheil eine Menge Thatsachen gegen dieselbe vorliegen. Zunächst zeigen alle im Innern der Erde erbohrten Gesteine die sichersten Zeichen, dass sie niemals geschmolzen gewesen sind, sowohl durch ihren Gehalt an Wasser, Kohlensäure, höheren Schwefelungsstufen, als auch besonders durch den Umstand, dass sie durch starkes Erhitzen oder Schmelzen sehr bedeutend an specifischem Gewicht verlieren. Dann kommen

im Granite des Ural feuerempfindliche Mineralien vor, welche durch eine gelinde Erhitzung, noch unter der Glühhitze, verglimmen, dann eine ganz andere Beschaffenheit annehmen und dies Verglimmen bei einer ferneren Erhitzung nicht zum zweitenmale zeigen. Es sind dies die Gadolinite, Samarskit und ähnliche Mineralien, welche ganz vom Granit ungeschlossen sind, und woraus folgt, dass dieser Granit niemals die zum Verglimmen nöthige Temperatur besessen habe, also auch nicht geschmolzen gewesen sein kann. Gegen diese Beobachtung und Schluss hat der Plutonismus noch keine Einwendungen zu machen versucht. Die übrigen Gründe gegen den ursprünglichen Schmelzfluss der Silicate sind an anderen Stellen ausführlich besprochen und können hier übergangen werden, da es sich um eine neue Thatsache handelt.

Wenn nämlich das Innere der Erde noch geschmolzen ist, so muss mit zunehmender Tiefe, je mehr man sich diesem Heerde nähert, eine immer kleinere Strecke hinreichen, um eine gleiche Zunahme an Wärme zu zeigen. Es tritt nämlich die Wärme durch Leitung nach aussen aus einer kleineren in eine immer grösser werdende Kugel ein, und, unter Voraussetzung einer gleichen Leitungsfähigkeit, muss die Temperatur der nach oben grösser werdenden Kugelschalen in dem Verhältniss abnehmen, als der körperliche Inhalt zunimmt. Es würde also daraus folgen, dass die Zunahme an Wärme, welche in den oberen Schichten per 100 Fuss senkrechter Höhe annähernd 1° R. beträgt, in den tieferen wachsend immer mehr betragen müsse, oder, was dasselbe bedeuten würde, es müssten für eine gleiche Wärmezunahme nach unten immer kleiner werdende Schichten genügen.

Das tiefste bis jetzt getriebene Bohrloch befindet sich in Sperenberg, etwa $5\frac{1}{2}$ Meilen südlich von Berlin. Die im Jahre 1867 begonnene Bohrung hat eine Tiefe von 4042 Fuss erreicht und dort eine mit dem Geothermometer von MAGNUS gemessene Temperatur von $38,5^{\circ}$ Reaumur ergeben.

Die Beobachtungen wurden in der Art gemacht, dass man jedesmal ein Stück der Flüssigkeitssäule oberhalb und unterhalb des Geothermometers abspernte und dieses nun so lange in dem Raume liess, bis man annehmen konnte, dass es die Temperatur des umgebenden Gesteins angenommen habe. Die nach der Me-

thode der kleinsten Quadrate aus den Beobachtungen berechneten Resultate sind folgende:

für die Tiefe von		Zunahme für 100'
700 Fuss	15,654 ° R.	
900 "	17,849 "	1,097
1100 "	19,943 "	1,047
1300 "	21,939 "	0,997
1500 "	23,830 "	0,946
1700 "	25,623 "	0,896
1900 "	27,315 "	0,846
2100 "	28,906 "	0,795
3390 "	36,756 "	0,608

Betrachten wir in dieser Tafel die Zunahme der Wärme in der dritten Columne, so ergeben sich gleiche Differenzen von 0,050 ° R. oder $\frac{1}{20}$ ° R., und die dritte Columne ist eine abnehmende arithmetische Reihe erster Ordnung.

Die Wärmezunahme oberhalb 700' ist hier nicht berechnet. Auf 700' Tiefe wurden direct 17,275 ° R. beobachtet. Rechnen wir für die unveränderliche Schichte 70' ab, so dass erst mit 70 Fuss Tiefe ein Steigen der Wärme anfängt, und rechnen wir für Speremberg als mittlere Temperatur des Jahres, wie für Berlin 7,18 ° R., sowie auch der tiefste Brunnen in Speremberg 7,8 ° R. zeigte, so haben wir für die Höhe von 700 — 70 = 630' eine Wärmezunahme von 17,275 — 7,18 = 10,095 ° R., also für 100 Fuss eine Zunahme von $\frac{10,095}{6,3} = 1,6$ ° R.

Nehmen wir aber nicht die wirklich gemessene Wärme von 17,275 ° R., sondern die aus der Summe der Beobachtungen berechnete zu 15,654 ° R., so ergibt sich für 100' Tiefe eine Wärmezunahme von $\frac{15,654 - 7,18}{6,3} = 1,35$ ° R.

Endlich ist noch eine Lücke in obiger Tafel zwischen 2100' 3390' Tiefe. Wenden wir auf diese beiden Lücken die aus den Beobachtungen von 700' bis 2100' Tiefe gefundene Abnahme von 0,05 ° R. für 100', so ergibt sich folgende Tafel für die ganze Tiefe.

Zunahme der Erdwärme aus den Speremberger Messungen.

Tiefe	Zunahme für 100 Fuss Tiefe in Graden Réaumur
100—200 Fuss	1,35 ° R.
200—300 "	1,30 "
300—400 "	1,25 "
400—500 "	1,20 "
500—600 "	1,15 "
600—700 "	1,10 "
700—900 "	1,097 "
900—1100 "	1,047 "
1100—1300 "	0,997 "
1300—1500 "	0,946 "
1500—1700 "	0,896 "
1700—1900 "	0,846 "
1900—2100 "	0,795 "
2100—2300 "	0,745 "
2300—2500 "	0,695 "
2500—2700 "	0,640 "
2700—2900 "	0,595 "
2900—3100 "	0,545 "
3100—3300 "	0,495 "
3300—3390 "	0,445 "
bei 5170 ° Tiefe	0

Das Ende der Zunahme würde stattfinden, wenn die letzte Zunahme von 0,445 ° R. durch Wegnahme von 0,05 ° R. absorbiert wäre, also nach $\frac{0,445}{0,05}$ oder 8,9 Schichten von 200', also 1780 Fuss tiefer als die 3390 Fuss, nämlich bei 5170 Fuss Tiefe, wofür noch keine Beobachtungen vorliegen. Wäre aber auch die Abnahme der Wärmezunahme nur $\frac{1^{\circ}}{100}$ statt $\frac{5^{\circ}}{100}$ R., so würde allerdings etwas tiefer, aber doch weit unter 100000 Fuss die constante Temperatur eingetreten sein, nämlich bei 13500 Fuss. Die Thatsache, dass die Wärmezunahme nach unten sich vermindere, ist schon bei dem Bohrloche zu Grenelle beobachtet und von VOGT in seiner Geologie aufgenommen worden. Allein hier war die Bohrtiefe von 2300 Fuss und die verschiedene Leitungsfähigkeit ungleicher Erdschichten ein Hinderniss, das Resultat für genügend begründet zu halten. In Speremberg wurde beinahe die

doppelte Tiefe von Grenelle erreicht, und das Bohrloch ging durch ein gleichartiges Erdreich, nämlich durch reines Steinsalz.

Die nun feststehende Thatsache, dass die Wärmezunahme nach unten sich vermindert, ist geradezu verhängnissvoll für den Plutonismus, dem damit seine einzige und letzte Stütze entzogen ist, sowie auch seine Ausbildung mit der Beobachtung der Wärmezunahme im Innern der Erde zusammenfällt. Es ist verwunderlich, wie ein Anhänger des Plutonismus, Prof. JUSTUS ROTH in Berlin, diese ganze Reihe von Thatsachen unbefangen in POGGEN-DORFF'S Annalen, Bd. 148 mittheilt, ohne zu bemerken, dass er damit seiner Schule den Boden unter den Füßen wegnimmt. Zuletzt sagt er ganz naiv (POGG. 148, 170): „Aus den angegebenen Zahlen ergibt sich als arithmetisches Mittel für 100 Fuss eine Zunahme von $0,904^{\circ}$ R.“, nachdem er eben nachgewiesen hat, dass die Reihe eine abnehmende ist und gar kein arithmetisches Mittel haben kann. Er könnte nun noch hinzufügen, dass mit diesem Mittel von $0,904^{\circ}$ R. bei 110600 Fuss Tiefe 1000° R. herrschten und der Basalt geschmolzen sein müsse.

Nothwendig folgt aber aus Allem die Thatsache, dass die Ursache der zunehmenden Wärme im Innern der Erde in den obern Schichten der Erdrinde liegen müsse. Die Natur ist eine einheitliche und es können Widersprüche darin nicht vorkommen. Jede neue Entdeckung kann nur die vorhandenen feststehenden Thatsachen bestätigen, aber niemals damit in Widerspruch stehen, und so ist es für den Plutonismus auch in Zukunft unmöglich, neue Thatsachen zu finden, die seiner Ansicht günstig wären. Die früheren Beweise gegen die schmelzflüssige Entstehung der Granite, überhaupt der Silicatgesteine, erhalten durch die Speremberger Beobachtungen eine vollständige Bestätigung. Ganz dieselben Schlüsse, die wir daraus zogen, gehen aus jenen andern Thatsachen hervor, dass nämlich die Gänge von Granit in Granit oder Glimmerschiefer vollkommen den Gang ausfüllen und an keiner Seite abgelöst sind, also nicht durch Erkalten einer geschmolzenen und sehr ausgedehnten Masse entstanden sein können, ohne die geringste Contraction zu zeigen; dass Adular-Feldspathe auf durchsichtigen Kalkspathtafeln aufsitzen, selbst nach GÖPPER auf Braunkohlenstämmen vorkommen; dass die Silicate durch

Schmelzen specifisch leichter werden und als Gläser erstarren; dass Granite Asphalt enthalten; dass pyrognomische Mineralien im Granit stecken; dass aus einem geschmolzenen Silicatflusse niemals sich weder Oxyde noch Kieselsäure beim Erkalten trennen können: dass Bisulfurete darin stecken; dass Feldspathe innig verwachsen sind mit Spatheisen, kohlensaurem Kalk (im Basalt), mit wasserhaltigen Zeolithen (im Phonolith), und noch vieles andere, was die Gegner weder anerkennen noch in Abrede stellen, weil sie dasselbe mit ihrer Theorie nicht in Einklang bringen können. Die früheren Berechnungen, dass bei einer Tiefe von 88000 Fuss die Spannung der Wasserdämpfe 1000 Atmosphären Druck gleich wäre, schweben jetzt ganz in der Luft, wenn die Wärme der Erde für 100 Fuss senkrechter Tiefe nicht um 1° , sondern um immer weniger steigt und schon bei der erbohrten Tiefe von nahe 4000 Fuss nur mehr $0,4^{\circ}$ beträgt und also in einigen tausend Fussen tiefer ganz aufhören muss zu steigen, während der Druck der Erde und des Wassers proportional mit der Höhe zunimmt.

Für die Eruption der Alpen bleibt also gar keine Kraft übrig, was dann wieder mit der Natur der Silicate übereinstimmt. Die Theorie der Vulkane muss sich natürlich auch den obigen Resultaten anbequemen, und die Schmelzflüssigkeit der Laven ist nicht ein Theil der in der Erde (nicht mehr) vorhandenen Gluth, sondern eine örtliche Wärmeentwicklung aus Senkungen, die immer durch das Meer und seine Wirkung auf feste Gesteine entstanden sind, sowie denn alle Vulkane im Meere oder nahe an demselben liegen. Diese örtliche Überhitzung der vulkanischen Herde trägt einen grossen Theil zu der inneren Erdwärme bei. Denn da der innere Erdkern nach aussen nur wenig Wärme verlieren kann, wegen der schlechten Leitungsfähigkeit der Kiesel- und Kalkgesteine, während er im Laufe der Zeiten alle die Wärmewirkungen der Vulkane durch Leitung gleichmässig fortpflanzt und sich so eine constante erhöhte Temperatur im Inneren befinden muss, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die überall gefundene Zunahme der Wärme im Inneren der Erde das Resultat ist aller vorangegangenen Wärmewirkungen, welche durch Leitung gleichmässig im innern Erdkern verbreitet worden sind. Es können natürlich einzelne Stellen in der Nähe der vulkanischen Wärme-

wirkungen noch weit über das Mittel des Erdballes erwärmt erscheinen, wie etwa Italien, Island, Südamerika, doch liegen darüber keine exacten Beobachtungen vor, weil Bohrungen dort noch nicht stattgefunden haben. Als fernere Ursachen der Erdwärme ist die Bildung neuer krystallinischer Gesteine aus sonnen-gewärmten infiltrirten Flüssigkeiten anzusehen, ferner chemische Vorgänge, wie die Kohlensäureentwicklung aus dem Stoffwechsel zwischen Eisenoxyd und Resten von Organismen, die Bildung der Kiese und Blenden durch Reduction schwefelsaurer Verbindungen im Contact mit organischen Resten, die Selbstentmischung der Braunkohlen und Steinkohlen u. a. Es dürfte deshalb zeitgemäss erscheinen, die hypothetischen Ursachen der Erdwärme, welche mit den Thatsachen im Widerspruche stehen, aufzugeben, da wir reelle Ursachen genug haben.

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: 1875

Band/Volume: [1875](#)

Autor(en)/Author(s): Mohr Karl Friedrich

Artikel/Article: [Über die Ursache der Erdwärme 371-377](#)