

Ueber die Methoden zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Gesteinen und den Einfluss verschiedener Wärmeleitfähigkeit auf die Geoisothermen.

Von **Joh. Koenigsberger.**

Freiburg i. B., 14. Februar 1907.

Für eine Theorie der Wärmeleitung und Wärmeezeugung in der Erde ist es erforderlich die Wärmeleitfähigkeit K der verschiedenen Gesteine zu kennen. Zwar ergeben schon die Grundsätze und -gesetze der Wärmeleitung, daß in den praktisch vorkommenden Fällen stationärer Wärmeleitung in erster Linie die äußere Begrenzung und nur sekundär die verschiedene Leitfähigkeit der Gesteine für den Verlauf der Isothermen maßgebend ist¹. Besonders deutlich zeigt sich der geringe Einfluß des Gesteinswechsels in der guten Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung des Temperaturverlaufs im Gotthardtunnel². Hierbei war in den theoretischen Entwicklungen die Größe der Wärmeleitfähigkeit in den verschiedenen Gesteinsschichten als gleich angesetzt worden. Angenäherte Berechnungen für eine Reihe von Fällen beweisen damit übereinstimmend³, daß die Verschiedenheit des Gesteines keinen Einfluß besitzt, der größer als die Beobachtungsfehler von etwa $\pm 0,5^0$ ist, falls die Wärmeleitfähigkeiten um nicht mehr als das Doppelte verschieden sind. Wir versuchten aus dem reichen Material der Messungen der Wärmeleitfähigkeit an Isolatoren Zahlen über die Wärmeleitung verschiedener Gesteine zu holen. Hierbei zeigte sich folgendes:

Die absoluten Bestimmungen sind zwar physikalisch sehr wichtig, jedoch wegen der großen Schwierigkeiten der Messung und deren zahlreichen systematischen Fehlern für eine Vergleichung unbrauchbar.

Um dies zu beweisen, sind auf nebenstehender Tabelle einige Zahlenwerte verschiedener Beobachter aus den letzten Jahren zusammengestellt.

Aus dieser Tabelle sieht man, daß für dieselbe Marmorart (von Carrara) die Werte von 0,0050—0,0082 und sogar (GRASSI) bis 0,0352 divergieren und ganz analog für Granit um das Zehnfache verschieden sind, selbst für so gut definierte Materialien wie Schwefel findet LODGE $\lambda = 0,00045$, HECHT $\lambda = 0,00063$, LEES $\lambda = 0,00079$, für festes Paraffin R. WEBER 0,00023, LEES 0,00061.

¹ Vergl. J. KOENIGSBERGER und E. THOMA, *Eclogae geol. helvet.* 9. p. 133. 1906.

² E. THOMA, Inaug.-Diss. Freiburg 1906.

³ Verhandlungen d. internat. Geologenkongresses. Mexico 1906.

Material	λ	Beobachter
Marmor (Carrara)	0,0071	LEES
" "	0,0067	CHRISTIANSEN
" "	0,0352	GRASSI
" "	0,0073	YAMAGAWA
" "	0,0082	STADLER
" "	0,0050	PEIRCE u. WILSON
Marmor (weiß) I	0,0056	HECHT
" " II	0,0048	HECHT
" " II	0,0054	R. WEBER
" " II	0,0071	LODGE
Granit	0,00041	R. WEBER
"	0,0076 bis 0,0097	STADLER

Je nachdem man die einen oder anderen Werte kombiniert, kann man behaupten, daß Marmor (bzw. Kalkstein) besser oder schlechter leitet als Granit. Wenn man dann außerdem noch die mathematischen Grenzbedingungen für die Wärmeleitung nicht beachtet, kann man natürlich, wie das manchmal geschehen, mühelos jede Temperaturverteilung im Innern von Gebirgen scheinbar erklären sowie sie einmal bekannt ist; eine Vorausberechnung wird allerdings kaum gelingen. Solange also nicht von einer Methode zur Bestimmung der Wärmeleitung mit Sicherheit nachgewiesen wird, daß ihre systematischen Fehler kleiner als die gefundenen Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien sind, können absolute Messungen zur Entscheidung der Frage nicht verwendet werden. Für das geothermische Problem ist es aber gar nicht erforderlich, absolute Werte der Wärmeleitfähigkeit zu kennen: man braucht nur das Verhältnis dieser Größe für die verschiedenen Gesteine zu ermitteln. Hierfür besitzen wir relative, vergleichende Methoden, die verschiedenen Beobachtern gut übereinstimmende Werte gegeben haben.

Zwei Methoden sind die einfachsten, die von CHRISTIANSEN und die von VOGT; jede für sich, wie auch miteinander verglichen, ergibt ohne Schwierigkeit praktisch genügend auf 5—15 % übereinstimmende Werte¹. Für die absoluten Werte sind dagegen, wie oben gezeigt, Unterschiede von 100—1000 % vorhanden. Demnach muß für geologische Zwecke eine vergleichende Methode, die relative Werte gibt, angewandt werden.

Ein zweiter Punkt, dem bisher zu wenig Beachtung ge-

¹ O. PAALHORN, Diss. Jena. 1894. — TH. M. FOCKE, WIED. ANN. 67. p. 132. 1899.

schenkt wurde, ist die Frage, ob die Bedingungen, unter denen die Wärmeleitung gemessen wird, dieselben sind wie in der Natur.

Die Temperatur (ca. 15°) ist bei Versuchen nahezu die gleiche wie die mittlere Gesteinstemperatur; man müßte für genaue Berechnungen in größeren Tiefen nur noch den Temperaturkoeffizienten δ kennen. Hierbei erheben sich dieselben Schwierigkeiten wie bei der Vergleichung verschiedener Gesteine, wenn man die Differenzen absoluter Werte verwendet.

So findet R. WEBER für festes Paraffin $\delta = + 0,061$, CH. H. LEES¹ $\delta = - 0,0015$. Herr DISCU und der Verf. haben deshalb eine Methode ausgearbeitet, um den Temperaturkoeffizienten unabhängig von den absoluten Werten (auch von Längenmessungen, die im Innern eines Gesteinsstückes sehr unsicher sind) zu bestimmen. Vorläufige Messungen ergaben für Paraffin $\delta = - 0,003$, also in Übereinstimmung mit LEES². Der Druck hat nur geringen Einfluß. Siebzig Atmosphären, einer Gesteinssäule von etwa 200—300 m Höhe entsprechend, beeinflussen, wie LEES nachgewiesen hat, die Leitfähigkeit von Granit und Marmor nicht merklich; nur bei weichem Sandstein ist eine geringe Verbesserung von einigen Prozenten wahrnehmbar. Der wichtigste Faktor ist die Gesteinsfeuchtigkeit. Die Gesteine in den alpinen Tunnels sind stets bergfeucht; ihre kleinen Risse und Spalten sind von kapillar festgehaltenem Wasser ausgefüllt. Hierdurch wird aber die Leitfähigkeit vollkommen verändert.

Von Rissen und Spalten durchzogene oder poröse Gesteine besitzen im trockenen Zustand eine sehr schlechte Wärmeleitfähigkeit, weil Luft, die etwa 100mal schlechter als feste Isolatoren leitet, die Zwischenräume ausfüllt. Befindet sich aber Wasser in den Hohlräumen, so steigt die Leitfähigkeit fast auf den Wert der einzelnen Bestandteilen in kohärentem Zustand zukommt, also bei Sandstein z. B. auf den Wert für Quarz.

Dies haben durch Versuche zuerst HERSCHEL und LEBOUR nachgewiesen. Sie fanden für roten Sandstein: trocken $\lambda = 0,0025$, feucht 0,0060; für Quarzsand trocken 0,0010, feucht 0,0082; Tone trocken 0,0025, feucht 0,0035, also sehr große Unterschiede, und PRESTWICH³ hat das in seinem Bericht⁴ ausdrücklich hervorgehoben. Trotzdem sind merkwürdigerweise bei den Hypothesen zur Erklärung des Verlaufs der Geoisothermen unter

¹ Aus den Angaben von LEES, Phil. Transact. R. Soc. London. 204. p. 433. 1905.

² Versuche zur Bestimmung des Temperaturkoeffizienten eines bergfeuchten Granits sollen nächstens veröffentlicht werden.

³ J. PRESTWICH, Proc. R. Soc. London. 41. p. 50. 1886.

⁴ Die Leitfähigkeit des Wassers ist der Größenordnung nach gleich der des kohärenten Gesteines.

Bergen etc. immer die absoluten an trockenen Gesteinen gefundenen Werte zur Erklärung verwandt worden.

Das gleiche gilt für die Bestimmungen der Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine von der Richtung. Bei geschichteten oder parallel struierten Gesteinen ist die Leitfähigkeit für eine Richtung in der Schichtebene bedeutend größer als senkrecht dazu, so fand JANNEZAZ z. B. für Gotthardgneis $A_1 : A_2 = 1 : 1,50$ und daraus $K_1 : K_2 = 1 : 2,25$.

Aber auch dies gilt nur für trockene Gesteine. Verf. hat einen Sellagneis (Gotthardmassiv) angefeuchtet und in einer Atmosphäre, die mit Wasser gesättigt war, nach der etwas abgeänderten Methode von SÉNARMONT untersucht. Die Platte war 5 mm dick, 10×15 cm lang, in der Mitte durchbohrt und wurde durch einen die Bohrung durchsetzenden dicken Kupferdraht plötzlich elektrisch erwärmt. Pulver von Glaubersalz (Schmelzpunkt scharf bei 33^0) gab die charakteristischen Ellipsen. Das Achsenverhältnis betrug im Mittel $A_1 : A_2 = 1 : 1,25$; also $K_1 : K_2 = 1 : 1,5$; während für den trockenen $K_1 : K_2 =$ war $1 : 2,2$.

Bedeutend genauer wäre allerdings die von Voigt vorgeschlagene Methode. Doch ist bei den gerade in der Stärke der Schieferung sehr wechselnden Gesteinen für geologische Zwecke die einfachere Methode von SÉNARMONT genügend.

Aus diesen Betrachtungen folgt, daß die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine für geologische Zwecke im bergfeuchten Zustand und mit exakten vergleichenden, nicht mit absoluten Methoden gemessen werden muß.

Ueber calcitführenden Granit im Riesengebirge.

Von Eberhard Rimann in Freiberg.

Mit 1 Textfigur.

Eine vorderhand noch wenig aufgeklärte Stellung unter den akzessorischen Gemengteilen des Granites (und verwandter Eruptivgesteine) nimmt ohne Zweifel der Calcit ein. Man war naturgemäß überall dort, wo Calcit in Eruptivgesteinen auftritt, geneigt, denselben als sekundäre Bildung anzusprechen. Aber besonders die Untersuchungen TÖRNEBOHM's¹ über die Granite des mittleren Schwedens und HÖGBOM's² über das Nephelinsyenitgebiet auf der Insel Alnö haben wenigstens so viel erkennen lassen, daß hier

¹ För. Stockh. Akad. 1881. 15 u. Stockholm Geol. För. Förh. 6. 1882—1883. 140.

² Stockh. Geol. För. Förh. 17. 1895. 100 ff. u. 214 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

Autor(en)/Author(s): Koenigsberger Johann G.

Artikel/Article: [Ueber die Methoden zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Gesteinen und den Einfluss verschiedener Wärmeleitfähigkeit auf die Geoisothermen. 200-203](#)