

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München

1912. Heft I

Januar- bis Märzszung

München 1912

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften

in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



Zwei experimentelle Methoden zur Bestimmung der Form und Lage der Isothermflächen unterhalb der Erdoberfläche.

Von **Konrad Pressel.**

Vorgelegt von H. Ebert in der Sitzung am 3. Februar 1912.

Das Problem der Vorausbestimmung der Gesteinstemperatur unter der Erdoberfläche spielt bekanntlich besonders bei Tunnelbauten eine wichtige Rolle. Die großen Alpendurchstiche des Mt. Cenis, St. Gotthard und Simplon, bei deren Durchführung reicher Beobachtungsstoff gesammelt worden ist, haben, namentlich im Hinblick auf geplante, noch bedeutendere derartige Bauten (Splügen, Greina, großer Kaukasustunnel u. a.) neue Anregung gegeben, sich mit diesem Problem zu beschäftigen, und es sind in jüngster Zeit theoretische Lösungen desselben gegeben worden, welche gegenüber den unvollkommenen Schätzungen, wie sie noch vor der Erbohrung des Simplontunnels angestellt worden waren, einen großen Fortschritt bedeuten (insbesondere durch E. Thoma und J. Königsberger).

Diese Arbeiten zeigen jedoch, daß der theoretische Weg zu großen Vereinfachungen der Rechnungsgrundlagen zwingt und auch dann noch zu sehr verwickelten Formeln und Rechnungen führt. Der die Wärmeverhältnisse im Erdinnern wohl weitaus am meisten beeinflussende Faktor, die Gestalt der Erdoberfläche in der betrachteten Gegend, kann bei diesen Methoden nur unvollkommen in Rechnung gezogen werden.

Im folgenden werden nun zwei experimentelle Methoden vorgeschlagen, welche gestatten, gerade diesen wichtigsten

Faktor, die Gestaltung der Erdoberfläche, ohne Schwierigkeit mit jedem beliebigen Grad der Genauigkeit zu berücksichtigen. Außerdem kann man bei beiden Methoden der Verschiedenheit der Erdtemperatur in der obersten Schicht an den verschiedenen Stellen des zu untersuchenden Gebietes leicht Rechnung tragen. Endlich gewährt die 1. Methode auch noch die Möglichkeit, die Unterschiede der Leitfähigkeit des Gesteins in den verschiedenen Teilen des zu untersuchenden Gebietes zu berücksichtigen.

1. Elektrische Methode.

Die Methode beruht darauf, daß die Isothermflächen der stationären Wärmeströmung durch dieselbe Differentialgleichung bestimmt sind wie die äquipotentiellen Flächen eines elektrischen Feldes. Man kann also den Temperaturzustand eines der stationären Wärmeströmung unterworfenen Körpers konform abbilden durch den Zustand eines künstlichen elektrischen Feldes und die Bestimmung der Temperatur an irgendeinem Punkt des Körpers zurückführen auf die Ermittlung des elektrischen Potentials in dem entsprechenden Punkt des künstlichen elektrischen Feldes durch Abtasten mittels irgendeines Ausgleichers in der von H. Ebert und C. W. Lutz¹⁾ angegebenen Weise.

Man verfertigt aus elektrisch leitendem Material ein Modell der Gebirgsoberfläche als Hohlform. Dieser Fläche gegenüber stellt man eine ebene Metallfläche in solcher Entfernung, daß sie der Lage der ersten, bereits als eben anzusehenden Isothermfläche unter der Erdoberfläche entspricht. Die eine der beiden Flächen, etwa die ebene, wird auf ein beliebiges elektrisches Potential geladen, die andere wird zur Erde abgeleitet. Zur Bestimmung der Temperatur an beliebiger Stelle zwischen den beiden Grenzflächen ist dann außer der Kenntnis der mittleren Jahrestemperatur der obersten Erdkruste noch die Kenntnis der

¹⁾ Vgl. die Abhandlung „Der Freiballon im elektrischen Felde der Erde“ von H. Ebert und C. W. Lutz in: Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, Bd. II Heft 5.

Temperatur an einem Punkt in größerer Tiefe im Innern des Gebirges erforderlich, zu welchem Zweck ein Bohrloch oder ein Schacht abgeteuft oder ein Stollen vorgetrieben werden muß.

Will man die Unterschiede der Erdtemperatur an der Oberfläche berücksichtigen, so kann man die Modellfläche in verschiedene, gegeneinander elektrisch isolierte Teile trennen und diese Teile auf entsprechende verschiedene Spannungen laden.

Wollte man auch noch die Unterschiede der Wärmeleitungsfähigkeit in den verschiedenen Teilen des fraglichen Gebirges berücksichtigen, so könnte man offenbar dem dadurch Rechnung tragen, daß man den Raum zwischen Modellfläche und ebener Gegenfläche mit dielektrisch sich entsprechend verhaltenden Stoffen ausfüllt.

2. Kalorische Methode.

Der Boden eines Gefäßes wird aus Blech als Hohlmodell der Oberfläche des zu untersuchenden Gebirges hergestellt. Die Wandungen bestehen aus möglichst schlechten Wärmeleitern. Das Gefäß wird mit irgendeiner bei passender Temperatur gefrierenden Flüssigkeit gefüllt und in ein größeres Gefäß eingehängt, in welchem eine Flüssigkeit zirkuliert, welche auf einer etwas unterhalb des Gefrierpunktes der Füllflüssigkeit liegenden konstanten Temperatur gehalten wird.

Die Flüssigkeit im Modellgefäß erstarrt allmählich von außen nach innen, wobei in jedem Augenblick die Oberfläche des erstarrten Teiles eine Isothermfläche bildet. Von Zeit zu Zeit wird die Oberfläche des erstarrten Teiles mit Hilfe von senkrechten, in einem Rost geführten Sonden abgetastet und festgestellt.

Die Gewichts- also auch Volumenzunahmen des erstarrten Teiles sind den Temperaturunterschieden der Isothermflächen proportional.

Zur Bestimmung des Temperaturwertes der ermittelten Isothermflächen genügt die Kenntnis der mittleren Temperatur der obersten Erdkruste und der Temperatur eines im Gebirg-

innern gelegenen Punktes. Will man genauer verfahren, so kann man die Erdoberfläche in eine Anzahl Zonen teilen, die mittlere Erdtemperatur an der Oberfläche dieser Zonen ermitteln und die entsprechenden Zonen des Modells aus entsprechend dickeren Blech herstellen oder mit passenden Isolierstoffen so belegen, daß die Wärmetransmission in entsprechender Weise geändert wird.

München, den 29. Januar 1912.