© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



$$\Gamma = \frac{l\omega}{2}\left(\frac{1}{\varepsilon^2} - \frac{1}{\omega^2}\right)\sin^2 i \left\{1 + \frac{1}{4}\left(\frac{1}{\varepsilon^2} + \frac{1}{\omega^2}\right)\sin^2 i + \frac{1}{8}\left(\frac{1}{\varepsilon^4} + \frac{1}{\varepsilon^2\omega^2} + \frac{1}{\omega^4}\right)\sin^4 i\right\}$$

Gegenüber der früheren Kompensatorformel tritt erst im dritten Klammergliede eine Abweichung ein. Die Koeffizienten der Korrektionsglieder werden

| | | |
|---|---|---|
| a = 0,2040 | b = 0,0627 | gegenüber |
| 0,2040 | 0,0708 | in der früheren Formel. |

Setzt man für die Schichtdicke den Weg der ordentlichen Wellennormalen an, so wird

$$a = 0{,}2040 \qquad b = 0{,}0546.$$

Führt man endlich eine mittlere Schichtdicke ein, indem man

$$\Gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\cos\varphi_\omega} + \frac{1}{\cos\varphi_{n_e}}\right)\left(\omega - n_e\right)$$

ansetzt, so erhält man genau dieselben Koeffizienten a und b wie in der strengen Formel.

Wenn man in der Tab. 3 (p. 433) die Konstante f (J) gemäß der letzten Spalte mit zwei Korrektionsgliedern für die hier mitgeteilten Koeffizienten a und b berechnet, so zeigt sich, daß die Annäherungen erst für $\Gamma = 4\frac{1}{2}\lambda$ von der strengen Formel um eine Einheit der 4. Dezimalen abweichen. Der Mittelwert f (J) bleibt mithin völlig unbeeinflußt. Beachtet man noch überdies, wie schon p. 434 erwähnt, daß die Berücksichtigung des Gliedes b $\sin^4 i$ überhaupt keine Verbesserung der Meßresultate mehr herbeiführt, so folgt:

Es ist praktisch unwesentlich, ob für die Schichtdicke der strenge Ansatz oder eine Annäherung unter Benützung des Weges der ordentlichen oder außerordentlichen Wellennormale allein oder eines Mittelwertes beider Weglängen gewählt wird.

Wetzlar, im Juli 1913.

---

## Widerlegung der physikalischen Einwände gegen die Kohlensäuretheorie.

Von **Svante Arrhenius.**

Herr Kayser erwähnt mit einigen Worten die Berechnung über den Einfluß der atmosphärischen Kohlensäure auf die Temperaturverhältnisse der Erde. Nachdem er hervorgehoben hat, daß die durch diese Berechnung gefundenen Folgerungen ganz ausgezeichnet mit den geologischen Befunden betreffs der Klimaschwankungen übereinstimmen, setzt er aber hinzu: „Leider haben indes neuere Untersuchungen von Angström u. a. gezeigt, daß die physikalischen Voraussetzungen, auf die Arrhenius seine Schlüsse aufbaut, voll-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



ständig unhaltbar sind" (vergl. Kayser, Allgem. Geologie. 4. Aufl. 1912. p. 7 ff., Lehrbuch d. Geologie. 5. Aufl. 1913. p. 211—212).

Daß diese pessimistische Auffassung von Herrn Kayser unbegründet ist, habe ich schon 1908 erwiesen[1]. Die zitierte Arbeit von Ångström stammt aus 1900. Er behauptet darin, daß „die Kohlensäureabsorption sehr wenig von den Veränderungen im atmosphärischen Kohlensäuregehalt abhängig ist, solange dieser nicht kleiner als 0,2 des jetzt vorhandenen ist". Ich habe deshalb direkte Versuche (1900) angestellt, welche zeigten, daß Ångström's Behauptung nicht stichhaltig ist, so daß die durch Kohlensäure verursachte Absorption der Wärme von einem strahlenden Körper von mittlerer Erdtemperatur bei zunehmender Kohlensäuremenge 30 % übersteigen kann, während Ångström dieselbe zu „höchstens 16 %" schätzt. Nun suchte wohl Ångström diese Tatsache durch neue Versuche seines Schülers Koch (1901) zu entkräften, welcher fand, daß dieselbe Menge Kohlensäure bei niederem Druck (ihrem Partialdruck in der Atmosphäre) weniger Wärme absorbiert als in einem Rohr, wie bei meinen Versuchen, auf Atmosphärendruck zusammengepreßt. Die Schlüsse von Koch und Ångström wurden gleich danach (1902) von Ekholm als hinfällig erwiesen, und der Hauptpunkt in Koch's Einwand gegen meine Bestimmungen ist von Ångström selbst (1908) zurückgewiesen, indem er zeigte, daß die Absorption durch Kohlensäure in der Atmosphäre nicht auf ihrem Partialdruck, sondern auf dem Totaldruck der Atmosphäre beruht.

Im Jahre 1905 glaubte Herr Schäfer wiederum den oben zitierten Satz (vom Jahre 1900) von Ångström aufrecht erhalten zu können. Er wurde aber von seinem Lehrer Rubens und von Ladenburg widerlegt. Der Meinungsunterschied beruht darauf, daß Ångström, Koch und Schäfer die Strahlung von recht heißen Körpern (100° bis 300° C), d. h. „kurzwellige" Strahlung (2,6 $\mu$ und 4,4 $\mu$) beobachtet haben, während ich, sowie Rubens und Ladenburg, die Strahlung eines Körpers von der Temperatur der Erde (etwa 16° C) mit einem „langwelligen" Strahlungsmaximum bei 10 $\mu$ untersuchten. Danach habe ich die Messungen von Rubens zu Neuberechnungen benutzt und gefunden, daß ein Sinken des atmosphärischen Kohlensäuregehalts auf 50 % genügt, um die Temperatur auf diejenige der Eiszeit (d. h. um 4,5° C) herabzusetzen, während meine frühere Berechnung ein Sinken auf 42 % verlangt hatte. Ich halte die letzte Ziffer für wahrscheinlicher.

Die Streitfrage dürfte wohl damit erledigt sein. Es ist ja auch, wie Herr Kayser offenbar meint, sehr glücklich, daß die geologische Erfahrung so gut, wie man nur wünschen kann, mit den Folgerungen aus den physikalischen Gesetzen übereinstimmt.

---

[1] Dies. Centralbl. 1908. p. 481.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: 1913

Autor(en)/Author(s): Arrhenius Svante

Artikel/Article: Widerlegung der physikalischen Einwände gegen die Kohlensäuretheorie. 582-583