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

Zur Arrhenius-Frech'schen Kohlensäure-Hypothese.

Von **Emanuel Kayser** in Marburg.

Herr Prof. E. Philippi hat vor kurzem (dies. Centralbl. 1908, p. 353) einen interessanten Aufsatz veröffentlicht, in welchem er (p. 360: Die Kohlensäure-Hypothese von Arrhenius-Frech) zu dem Ergebnisse kommt, daß die genannte Hypothese zwar an und für sich einwandfrei erscheine, aber mit den uns bekannten geologischen Tatsachen unvereinbar sei.

Was dies letzte betrifft, so dürfte ein begründeter Widerspruch gegen Philippi's Ausführungen kaum möglich sein. Insbesondere nicht gegen den Satz, daß sich vom Oligocän an bis zum Schluß des Pliocäns eine unausgesetzte, schrittweise zu verfolgende allmähliche Abkühlung des Klimas geltend gemacht hat, während doch nach Arrhenius die mit Beginn des Miocäns eingetretene ganz außerordentliche Steigerung der vulkanischen Tätigkeit eine allgemeine starke Erwärmung bewirkt haben müßte. Es kann unter solchen Umständen nicht wundernehmen, wenn E. Koken (N. Jahrb. f. Min. etc. Festband 1907, p. 531) im geraden Gegensatz zu Arrhenius und Frech der Meinung ist, daß die Vereisungen nicht auf Zeiten gesteigerter CO^2-Zufuhr folgen, sondern mit ihnen zusammenfallen.

Wenn aber auf diese Weise zwischen den geologischen Tatsachen und der zu ihrer Erklärung aufgestellten Hypothese ein unlösbarer Widerspruch besteht, so fragt es sich umsomehr, ob das Gewicht jener Hypothese wirklich so groß ist, wie noch immer vielfach angenommen wird.

Ich selbst habe mich, durch meinen Bruder Heinrich in Bonn beraten, schon seit einer Reihe von Jahren ablehnend gegen die CO^2-Hypothese verhalten (Lehrbuch d. geol. Formationskunde, 2. Aufl. 1902, p. 176 Anm.; 3. Aufl. 1908, p. 201, und Allgem. Geol. 2. Aufl. 1905, p. 77 und 86, wo unter Bezugnahme auf die Arrhenius entgegenstehenden Arbeiten von Angström und Cl. Schäfer jene Theorie mit aller Bestimmtheit zurückgewiesen wird). Da aber die Anschauungen von Arrhenius von mancher Seite immer wieder als wissenschaftlich wohl begründet hingestellt werden und auch auf dem letzten internationalen Geologenkongresse in Mexiko im Jahre 1906 eine teilweise Anerkennung gefunden haben, so dürfte es nicht überflüssig sein, die physikalischen Grundlagen jener Theorie einmal etwas genauer zu erörtern, wobei die darauf bezüglichen Arbeiten am zweckmäßigsten in der Reihenfolge ihres Erscheinens zu besprechen sein werden. Auch hier habe ich wieder den Vorteil, mich auf Mitteilungen stützen zu können, die ich der Freundlichkeit meines Bruders verdanke.

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

Die Temperatur der Erdoberfläche wird, abgesehen von der ihr aus dem Erdinnern durch Leitung zugeführten Wärme, bedingt 1. von der ihr von der Sonne zugestrahlten Wärme, 2. von der von der Erde ausgestrahlten Wärmemenge. Je größer die erste, je kleiner die letzte, desto höher muß die Temperatur der Erdoberfläche werden. Die Strahlung der Sonne, als eines Körpers von etwa 7000° abs., hat ihr Energiemaximum im Gelbgrün bei etwa 0,5 μ; die Strahlung der Erde aber mit einer Temperatur von etwa 290° abs. hat ihr Maximum im Ultrarot. Die in der Erdatmosphäre vorhandene Kohlensäure besitzt nun die Eigenschaft, kurzwellige Energie frei hindurchzulassen, langwellige aber nicht. Sie wirkt also wie ein Ventil, welches die Strahlung von der Sonne zur Erde hineinläßt, aber nicht die von der Erde in den Weltraum hinaus, und sie trägt somit zur Erhöhung der Temperatur der Erdoberfläche bei.

Die Behauptung von Arrhenius, daß bei zunehmendem Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure mehr Sonnenstrahlen absorbiert und zugleich mehr Erdstrahlen zurückgehalten werden, bei abnehmender CO^2 aber weniger Wärme aufgenommen und mehr ausgestrahlt werde, und sein daran anknüpfender Versuch, die Klimaschwankungen der geologischen Vorzeit aus Schwankungen der CO^2-Menge der Atmosphäre zu erklären (Bih. till K. Svenska Ak. Handl. 22, af d. 1. 1896, im Auszug: Phil. Mag. (5) 41. p. 237—276. 1896), stützt sich auf Rechnungen, die auf ganz hinfälliger Grundlage ausgeführt sind. Arrhenius nimmt nämlich an, daß die CO^2 im ganzen Ultrarot absorbiere und daß bei Vermehrung der CO^2 die Absorption nach dem Absorptionsgesetze zunehme. In Wirklichkeit aber absorbiert die CO^2 nur in einigen wenigen verhältnismäßig schmalen Bändern.

Zwei dieser Bänder (die bei 2,6 und 4,4 μ liegen) hat Ångström entdeckt. Seine und Paschen's Untersuchungen zeigten, daß diese Bänder nicht breiter werden, wenn man die Dicke der absorbierenden CO^2-Schicht vermehrt, und ferner, daß eine Schicht von 7 cm Dicke unter Atmosphärendruck schon alle Strahlung absorbiert, so daß eine Vermehrung der CO^2 über diese Dicke hinaus ganz wirkungslos bleibt. Daher schließt Ångström (Drude's Ann. d. Phys. 3. p. 720—732. 1900) gegen Arrhenius: Da die in der Atmosphäre enthaltene CO^2 etwa einer Dicke von 400 cm bei Atmosphärendruck entspricht, so wird weder eine Vermehrung, noch eine Verminderung der CO^2 einen Einfluß ausüben können. Eine Vermehrung niemals; eine Verminderung nur, wenn der CO^2-Gehalt auf weniger als 20 % des jetzigen Wertes sinken würde [1].

[1] Mein Bruder meint dazu, daß dies schon eine übermäßig hohe Grenze sei; er selbst würde sie nach den Zahlen wesentlich tiefer, unter 10 %, setzen.

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

Darauf veröffentlichte Arrhenius (Drude's Ann. 4. p. 690—705. 1901) neue Versuche, bei denen er aber nicht die Dicke der CO^2-Schicht bei konstantem Druck vermehrt, sondern bei konstanter Dicke den Druck bis 6 Atm. erhöht. Er findet dabei eine dauernde Zunahme der Absorption. Allein auch diese Versuche sind hinfällig. Wir wissen nämlich, daß vermehrte Dichte anders wirkt wie vermehrte Dicke: bei zunehmendem Druck verbreitern sich die Absorptionsbänder und so kommt vermehrte Absorption zustande. Arrhenius' Beobachtungen beweisen also gar nichts gegen Ångström's Einwände, da bei seinen Experimenten Verhältnisse hergestellt wurden, die in der Atmosphäre nicht vorhanden sind.

Darauf wiesen sodann Ångström und Koch hin (Öfr. K. Vet.-Ak. Förh. 1901. No. 6. p. 371—380 und Drude's Ann. 6. p. 163—173; Öfv. K. Vet.-Ak. Förh. 1901. No. 6. p. 381—389; Koch ebend. p. 475—488) und führen ihrerseits Versuche aus, die wiederum zeigen, daß oberhalb einer bestimmten geringen Schichtdicke eine vermehrte Dicke der CO^2 keinen Einfluß hat, wohl aber vermehrter Druck oder Dichte des Gases.

Ganz ähnliche Versuche sind dann auch von Cl. Schäfer (üb. die ultraroten Absorpt.-Spektra der CO^2. Habilit. Schr. Breslau 1903) ausgeführt worden, der sehr treffend bemerkt, daß wie schon die Dicke eines Holzbrettes von 1 mm vollständig hinreiche, um den Durchgang von Lichtstrahlen zu verhindern, und es unnötig wäre, dazu ein meterdickes Brett zu verwenden, so auch die jetzige CO^2-Menge der Atmosphäre zur Absorption alles leiste, was die CO^2 überhaupt zu leisten vermag.

Später haben dann Rubens und Ladenburg (Verh. deutsch. Physik.-Ges. 1905. p. 170—182) Versuche und Bemerkungen veröffentlicht, welche der Theorie von Arrhenius etwas günstiger sind. Sie machen nämlich darauf aufmerksam, daß die bisherigen Untersuchungen sich auf die (oben genannten) Bänder bei 2,6 und 4,4 μ beziehen, daß aber noch ein drittes Band bei 14,7 μ vorhanden ist. Für die Strahlung der Erde als eines Körpers von etwa 290° abs., dessen Energiemaximum bei etwa 10 μ liegt, kommt aber die Strahlung bei 4,4 und 2,6 μ und ihre Absorption kaum in Betracht, sondern es handelt sich um längere Wellen. Sie untersuchen daher das Band bei 14,7 und finden, daß es sich, abweichend von den beiden anderen Bändern, auch mit der Schichtdicke verbreitert. Der Zusammenhang zwischen Dicke und Absorption ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Schichtdicke in cm . . .	4	20	100	200	300	400
Absorption in Prozent . .	9,2	14,8	18,3	20,25	21,53	22,45

Hier macht sich also eine deutliche Zunahme der Absorption bemerklich, allein sie ist oberhalb 100 cm Dicke sehr gering. Die Abhandlung schließt mit den Worten: „Wenn also auch durch

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

eine Änderung des CO^2-Gehaltes der Atmosphäre um 20 % eine immerhin noch sehr merkliche Verringerung der Absorption der Erdstrahlung eintreten muß, nämlich um etwa $\frac{1}{30}$ dieses Betrages, so ist doch die hiermit in Zusammenhang stehende Abkühlung der Erdoberfläche keinesfalls allein ausreichend, um hieraus eine Erklärung für die Entstehung der Eiszeiten zu ermöglichen. Dieses Resultat wird auch durch die selektive Absorption des Wasserdampfs in der Atmosphäre nicht wesentlich modifiziert, wie schon aus den Arbeiten der Herren Arrhenius und Ångström hervorgeht."

Rubens und Ladenburg verwerfen also trotz ihrer zugunsten von Arrhenius sprechenden Ergebnisse dessen Theorie, da die Wirkung der CO^2 zwar in günstiger Richtung eintritt, aber viel zu gering ist.

Da diese Ergebnisse keinerlei Widerspruch erfahren haben und neue Versuche über den Gegenstand nicht vorliegen [1], so kann man nur aussprechen, daß die CO^2-Theorie von Arrhenius nicht nur den geologischen Tatsachen widerspricht, sondern auch physikalisch unhaltbar ist.

Bemerkungen zur 7. Auflage der geologischen Übersichtskarte von Württemberg, Baden, Elsass usw. nebst Erläuterungen von C. Regelmann [2].

Von **W. Kranz**, Hauptmann und Kompagniechef im Westf. Pionier-Bat. 7.

(Mit 5 Textfiguren.)

„Möge diese einheitliche Darstellung auch in der 7. Auflage dazu dienen, die Kenntnis der geologischen Verhältnisse Südwestdeutschlands nicht nur in weiteren Kreisen zu fördern, sondern auch zu vertiefen und einheitlicher als seitdem auszugestalten!" An diese Schlußworte des Herrn Verfassers der Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte knüpfe ich an und versichere, daß

[1] Wenn bei dieser Lage der Dinge Herr Frech vor kurzem (Sitz.-Ber. intern. Geol.-Kongr. Mexiko. 1. 1907. p. 322 Anm. 2) wörtlich sagt: „die Angriffe von Ångström hat Arrhenius endgültig widerlegt(!), was E. Kayser, der ihnen einigen Wert (sic!) beilegt, übersehen hat". so wird jeder Wissende dafür nur ein Lächeln übrig haben.

Wie wenig übrigens Herr Frech selbst vom physikalischen Vorgange versteht, ist daraus ersichtlich, daß er in demselben Aufsatze (p. 322) vom Einfluß der CO^2 auf die „Wärmeleitungsfähigkeit der Luft" und von „reflektierten Wärmestrahlen" spricht, die beide bei der Arrhenius'schen Theorie gar nicht in Frage kommen.

[2] Vergl. auch Koken, Besprechung der 2. Auflage. 1906. N. Jahrb. f. Min. etc. 1906, II, p. 84 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: 1908

Band/Volume: 1908

Autor(en)/Author(s): Stapff Friedrich Moritz

Artikel/Article: Zur Arrhenius-Frech'schen Kohlensäure-Hypothese. 553-556