

II. Besprechungen.

A. Unter der Redaktion der Geologischen Vereinigung.

Über die Zusammensetzung der oberen Regionen der Atmosphäre.

Von **E. Kayser** (Marburg).

Hierzu Fig. 1.

HANN, J., Meteorol. Zeitschr. 1903. S. 122.

WEGENER, ALFR., Probleme der Aërologie. „Das Wetter“, Monatsschr. f. Witterungskunde. 1909.

— — Über eine neue fundamentale Schichtgrenze der Erdatmosph. Beitr. z. Physik d. freien Atmosph. III S. 225. 1910.

— — Zusammensetzung der höheren Schichten d. Atmosph. Vorl. Mitt. Sitz. Ber. Ges. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg 1911.

— — Unters. üb. d. Natur d. obersten Atmosphäreschichten. Pys. Ztschr. XII. Jahrg. S. 170 ff.

v. D. BORNE, G., Über die Schallverbreitung bei Explosionskatastrophen. Physik. Zeitschr. XI. S. 483. 1910.

Es ist schon lange bekannt, dass der Luftdruck mit der Höhe abnimmt. Schon in 5000 m Höhe ist er auf die Hälfte gesunken, und in 10—11 km Höhe hat man der Masse nach bereits $\frac{3}{4}$ der gesamten Atmosphäre unter sich.

Ebenso weiss man schon lange, dass die Lufttemperatur mit der Erhebung über die Erdoberfläche abnimmt, und zwar um 1°C auf je 100 m. Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass die Luft beim Aufsteigen sich ausdehnt und dass mit dieser Ausdehnung eine Abkühlung verbunden ist.

Die Erfahrungen, die man in den beiden letzten Jahrzehnten bei Ballonfahrten, namentlich aber mittelst Registrierballons — mit denen Höhen von 29 km erreicht wurden — gemacht hat, haben aber zu dem wichtigen Ergebnisse geführt, dass eine Wärmeabnahme der Atmosphäre nur bis zur Höhe von 11 km¹⁾ stattfindet, während

¹⁾ Dieser Wert ist nur für unsere Breiten gültig. Nach dem Äquator zu steigt er allmählich auf 17 km an, während er an den Polen wahrscheinlich auf 9 km herabsinkt.

oberhalb dieser Grenze die Lufttemperatur bis zu gewaltigen Höhen fast unverändert — 55° C beträgt.

Die Höhengrenze von 11 km ist für unsere Atmosphäre von ausserordentlicher Bedeutung: sie scheidet nicht nur eine untere, dichtere Gas-Zone mit nach oben abnehmender Temperatur von einer oberen, dünneren Zone mit sich wesentlich gleichbleibender Temperatur, sondern es beschränkt sich auch die ganze Zirkulation der Luft auf die untere Zone, die Troposphäre der Meteorologen, während in der oberen Zone statisches Gleichgewicht herrscht. Es findet hier keine Kondensation des Wasserdampfs mehr statt. Diese — und damit alle Wolkenbildung — ist vielmehr ganz auf die Troposphäre beschränkt. In dieser spielt sich mithin alles ab, was wir als „Wetter“ bezeichnen, so dass man alles Recht hätte, die Troposphäre als die Wolken- oder Wettersphäre zu bezeichnen.

Was wissen wir nun über das über der Troposphäre liegende Viertel der Atmosphäre?

Soviel ist jedenfalls sicher, dass dieses Viertel an Dicke die Troposphäre so übertrifft, dass diese dagegen fast verschwindet. Denn einmal beweist das Hinaufreichen der Dämmerungerscheinungen bis etwa 70 km über den Meeresspiegel, dass noch in solchen Höhen eine Atmosphäre vorhanden ist, die bei Sonnendurchstrahlung das Licht diffus zu reflektieren vermag. Dass aber die Atmosphäre noch viel höher hinaufgeht, zeigt das in 100—150 km Höhe erfolgende Erglühen der Meteoriten (sog. Sternschnuppen), das nur eine Folge des Widerstandes ist, den die Gashülle unserer Erde dem Eindringen dieser mit ungeheurer Geschwindigkeit ankommenden Körper entgegensetzt. Und endlich kann man die in Höhen von 400—500 km sich abspielenden obersten Polarlichter, ganz abgesehen von ihrem Wesen, nur aus der Annahme erklären, dass selbst in dieser Entfernung von der Erde noch eine Atmosphäre von genügender Dichte vorhanden ist, um gewisse Strahlen zu absorbieren.

Was die Frage nach der Beschaffenheit der Atmosphäre in diesen Höhen betrifft, so hat man erst in allerneuester Zeit sie zu beantworten versucht.

Bereits 1903 hatte der berühmte Wiener Meteorologe HANN die Vermutung ausgesprochen, dass die Zusammensetzung der Atmosphäre in verschiedenen Höhen sehr verschieden sein, und dass Änderungen sich sehr rasch vollziehen könnten.

Einen wichtigen Anhaltspunkt für die Annahme einer solchen Änderung haben die vielbesprochenen leuchtenden Nachtwolken geliefert, die 1883 im Gefolge des Ausbruchs des malaiischen Vulkans Krakatau entstanden und jahrelang durch Beobachtung verfolgt werden konnten. Es ist festgestellt worden, dass diese, auf die allerfeinsten, bei jenem Ausbruche emporgeschleuderten Aschen-

teilchen zurückzuführenden Wolken überall eine Höhe von etwa 70 km über dem Meere inne gehalten haben, also dieselbe Höhe, bis zu der die Dämmerungserscheinungen hinaufreichen. Darin lag aber ein Hinweis darauf, dass sich in der genannten Höhe eine Änderung in der Beschaffenheit der Atmosphäre vollziehen muss, die ebenso wohl den Ausbruchsmassen des Krakataus Halt gebot, wie sie die obere Grenze der Dämmerung bestimmt.

HANN dürfte der erste gewesen sein, der gemutmasst hat, dass der an der Erdoberfläche nur in Spuren vorhandene Wasserstoff mit zunehmender Höhe sehr an Bedeutung gewinnen, und in bestimmter Höhe die Atmosphäre fast allein zusammensetzen könne.

Von einem Wasserstoffgehalt von 0,01 Prozent (auf 78,03 Stickstoff, 20,99 Sauerstoff und 0,94 Argon) an der Erdoberfläche ausgehend, berechnete HANN auf Grund des DALTON'schen Gesetzes, dass noch in 50 km Höhe der Stickstoffgehalt der Atmosphäre nahezu unverändert (79 Volumprozent) sein müsse, dass er aber in 100 km Höhe nur noch $\frac{1}{10}$ Prozent betrage, während der Gehalt an Wasserstoff dort auf 99,5 Prozent angewachsen sei.

Neuerdings hat nun ALFRED WEGENER, ebenfalls auf Grund des DALTON'schen Gesetzes und unter Voraussetzung des nämlichen Wasserstoffgehaltes an der Erdoberfläche, aber unter Annahme etwas anderer (höherer) Mitteltemperaturen für die höheren Regionen der

Atmosphäre, deren Zusammensetzung abermals berechnet und die dabei erlangten Ergebnisse durch die nebenstehende Abbildung Figur 1 graphisch dargestellt.

Es ergibt sich daraus, dass die Zusammensetzung der Lufthülle unserer Erde gerade in der Höhe von 70 km eine sehr wesentliche Änderung erleidet, deren Ursache in dem sich dort vollziehenden, ungemein raschen Überhandnehmen des Wasserstoffs zu suchen ist. In 70 km Höhe liegt also eine zweite, überaus wichtige Grenze der Atmosphäre: die Grenze zwischen einer tieferen, wesentlich aus Stickstoff bestehenden Zone und einer höheren, wesentlich aus Wasserstoff bestehenden. Bei dem grossen Unterschiede im spezifischen Gewicht von Stickstoff und Wasserstoff muss die Trennung beider Zonen sehr scharf sein, und daraus erklärt sich, warum die Krakatau-Aschen gerade hier, an der Basis der leichteren Gassphäre, Halt gemacht haben.

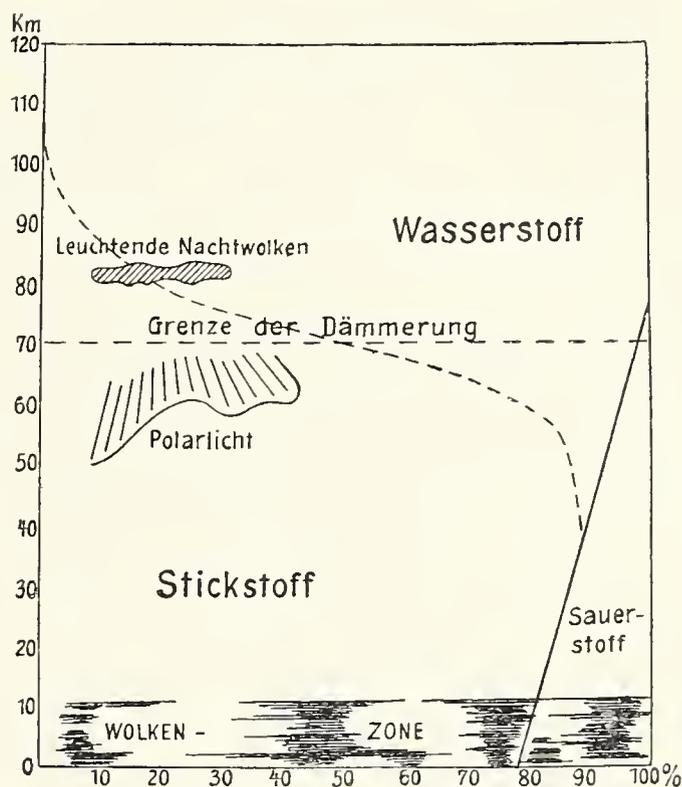


Fig. 1.

Aus der obigen graphischen Darstellung ergeben sich aber noch einige weitere bemerkenswerte Tatsachen. Man sieht, dass der Stickstoffgehalt zunächst mit der Höhe noch zunimmt und etwa bei 35 km ein Maximum von 87 0/0 erreicht. Man könnte deshalb den unteren Teil der Atmosphäre bis zur Höhe von 60 km als Stickstoffatmosphäre kennzeichnen. Der Sauerstoffgehalt nimmt vom Erdboden an mit der Höhe sehr gleichmässig ab. Die Wasserstoffatmosphäre aber enthält keinen nennenswerten Gehalt an Sauerstoff mehr, und daraus folgt, dass die in ihr zum Aufleuchten kommenden Meteoriten nicht verbrennen, sondern nur erglühen.

Haben wir nun irgendwelche tatsächlichen Beweise für das Vorhandensein einer Wasserstoff-Atmosphäre?

Darauf wäre erstens zu antworten, dass der bekannte amerikanische Astronom PICKERING berichtet, er habe im Spektrum eines Meteoriten die Linien des Wasserstoffs und des Heliums beobachtet. Weiter weiss man schon seit längerer Zeit, dass die Meteoriten verschiedene freie Gase enthalten und dass unter diesen der Wasserstoff — wie er wohl zuerst durch GRAHAM für den Meteoriten von Lenarto festgestellt worden ist — eines der häufigsten ist. Ist die Annahme, dass diese Gase erst beim Durchschneiden der Atmosphäre von dem Meteoriten aufgenommen werden, zulässig, so würde die Häufigkeit des Wasserstoffes in ihnen bei der gewaltigen Dicke der Wasserstoffatmosphäre und dem Umstand, dass in ihr die Meteoriten zum Erglühen kommen, sehr begreiflich sein.

Sehr beachtenswert sind aber auch die merkwürdigen Schallerscheinungen, die wiederholt, zuletzt 1908 bei der grossen Dynamitexplosion an der Jungfraubahn im Berner Oberlande beobachtet worden sind. Die Explosion ist hier nicht nur an ihrem Ausgangspunkte und in dessen Umgebung gehört worden, sondern ausserdem in grosser Deutlichkeit auch in 200 km Entfernung, in einer den Ausgangspunkt halbkreisförmig umschliessenden Zone, während im ganzen zwischenliegenden Gebiete (in der sogen. Zone des Schweigens) nichts davon vernommen worden ist. Diese auffallende Erscheinung lässt sich kaum anders erklären, als durch Annahme einer Totalreflexion der Schallwellen, die nach v. D. BORNE in etwa 70 km Höhe über dem Erdboden, also an der Grenze von Stickstoff- und Wasserstoffatmosphäre erfolgt sein muss.

Die Annahme einer Wasserstoff-Sphäre in der Gashülle unserer Erde würde ein bemerkenswertes Gegenstück finden in der Sonnenatmosphäre, die ja in der Chromosphäre gleichfalls eine Wasserstoffhülle besitzt. Vielleicht wird man diese Analogie später noch weiter treiben und über der Wasserstoffzone noch eine Zone eines noch leichteren Gases, entsprechend dem Coronium der Sonnenkorona, annehmen können. In ihr würden sich die höchsten Polarlichter abspielen, die wie das Coronium eine grüne (freilich an etwas anderer Stelle liegende) Spektrallinie zeigen.

In seiner letzten Arbeit knüpfte WEGENER nun an die gelegentlich schon früher geäußerte Vermutung an, dass an der Zusammensetzung der obersten Schichten der Atmosphäre ein noch unbekanntes Gas beteiligt sei, das noch leichter als Wasserstoff ist. Dieses, chemisch allerdings noch nicht nachgewiesene Gas, das *Geocoronium*, würde etwa oberhalb 200 km der vorherrschende Bestandteil der Atmosphäre werden und die bekannte grüne Spektrallinie des Polarlichtes erzeugen. Auch dürfte die Zone dieses Gases der Schauplatz des Zodiakallichtes sein. Auf diese Weise würde eine vollkommene Analogie zwischen der Erdatmosphäre und der Sonnenatmosphäre geschaffen.

Änderungen der Rotationsgeschwindigkeit der Erde als geologischer Faktor.

Von **F. Pockels.**

TAYLOR, W. B., On the Crumpling of the Earth's Crust. *Sillimans Journal* (3) 30. S. 259—277. 1885.

BÖHM EDLER VON BÖHMERSHEIM, A., Abplattung und Gebirgsbildung. 83 S. Leipzig u. Wien, Fr. Deuticke, 1910.

Während bis vor zwei bis drei Dezennien die Geologen nach dem Vorgange ELIE DE BEAUMONT'S die Kontraktion der Erde durch Abkühlung allgemein als ausreichende Ursache der Gebirgsbildung ansahen, wurden in neuerer Zeit mehrfach Einwände gegen diese Hypothese geltend gemacht, und man suchte nach anderen Erklärungsmöglichkeiten für die gewaltigen tangentialen Drucke in der äusseren Erdkruste, welche ohne Zweifel bei der Entstehung der Faltengebirge wirksam gewesen sind. Nachdem WILLIAM THOMSON (1867) und später namentlich G. H. DARWIN auf die wichtige Rolle hingewiesen hatten, welche die Reibung der Gezeitenwelle bei der Entwicklung der Planeten und Trabanten gespielt haben muss, lag es nahe, diesem Faktor auch einen indirekten Einfluss auf die Entwicklung der Oberflächengestalt der Erde zuzuschreiben. Entsprechend der durch die Gezeitenreibung notwendig bedingten allmählichen Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit der Erde musste auch deren Abplattung abnehmen, und die feste Erdrinde musste sich der so veränderten Erdgestalt anzupassen suchen. Da nun die Oberfläche eines Rotationsellipsoids von konstantem Volumen bei Verringerung der Abplattung abnimmt (— denn für die Kugel ist ja die Oberfläche ein Minimum —), und dies in noch weit beträchtlicherem Masse für den Umfang des Äquators gilt, so wäre hierin eine mögliche Ursache für ein Zusammenschieben der Erdrinde gegeben. Dieser Gedanke scheint zuerst von OSMOND FISHER (*Physics of the Earth's Crust*, London 1881, Chap. XIV, p. 183) ausgesprochen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [2](#)

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

Artikel/Article: [II. Besprechungen. A. Unter der Redaktion der Geologischen Vereinigung. Über die Zusammensetzung der oberen Regionen der Atmosphäre 137-141](#)