

III. Originalmittheilungen.

Ueber die neu aufgefundenen Gase der Atmosphäre.

Von

H A N S M E Y E R.

Immer in gleicher Weise zeigt die Geschichte der exacten Wissenschaften, wie die aus zahllosen Einzelbeobachtungen ermittelten Regeln zu Gesetzen werden, deren anfänglich beschränkter Geltungskreis mit wachsender Erkenntnis immer grösseren Umfang erlangt, bis eines Tages ein Mann auftritt, der mit allumfassendem Blicke die vielen Regelchen und Hypothesen in eine grosse Zauberformel schliesst, die dann das unumstössliche Gerüst für den Aufbau der ganzen Disciplin bildet.

Was in diesem Sinne Newton für die Physik geleistet hat, was die Namen Kant, Laplace und Darwin den Naturwissenschaften überhaupt bedeuten: das ist für uns Chemiker in dem System Mendelejeffs verkörpert, das uns die Eigenschaften der Elemente als periodische Functionen ihrer Atomgewichte vorführt.

Triumph auf Triumph hat dieses Dogma gefeiert, die Correctur unrichtig bestimmter Atomgewichte ermöglicht und uns in die Lage gesetzt, die Eigenschaften noch unentdeckter Elemente bis ins Detail präcisirt und richtig voraus zu bestimmen.

Die felsenfeste Zuversicht in die Richtigkeit dieses Systems, die durch jede neue Beobachtung, welche leicht und zwanglos sich in den Rahmen des Gesetzes einpassen liess, gesteigert werden musste, lässt daher das allgemeine Erstaunen und die anfängliche Skepsis verstehen, welche den Mittheilungen der beiden englischen Forscher, Lord Rayleighs und W. Ramsays über das Argon entgegengebracht wurde. Hatten doch ihre Beobachtungen ein Gas kennen gelehrt, dessen seltsame Eigenschaften dasselbe in keiner Weise den Reihen der übrigen Elemente einfügbar erscheinen liessen.

Physikalische Untersuchungen waren es, denen diese Entdeckung zu verdanken ist.

Der aus der Atmosphäre isolirte Stickstoff besitzt, wie Lord Rayleigh darthun konnte, stets eine etwas grössere Dichte als der „chemische“, d. h. der aus reinen Verbindungen abgechiedene.

Der Unterschied ist nicht gross, 1.257 gegen 1.2505, aber er ist constant und man hat im Hinblick auf diese Zahlen die Entdeckung des neuen Elementes sehr hübsch den Triumph der dritten Decimalstelle genannt.

Um die Substanz aufzufinden, deren Anwesenheit den Dichtenunterschied bewirken konnte, schlug Lord Rayleigh einen Weg ein, der schon vor mehr als hundert Jahren Cavendish beinahe zur Entdeckung des Argons geführt hätte, als er, um die Einheitlichkeit des neben Sauerstoff in der Luft enthaltenen Gases zu erweisen, dieses durch Oxydation unter Zuhilfenahme des elektrischen Funkens in salpetrige Säure verwandelte.

Hiebei war ein kleiner gasförmiger unverwandelbarer Rest geblieben, den Cavendish seiner Menge nach recht genau zu etwa $\frac{1}{120}$ des ganzen Luftquantums bestimmte, den er aber mit den kargen Mitteln der damaligen Forschung nicht näher untersuchen konnte.

Rayleigh und Ramsay aber fanden diesen Rest als aus einem neuen, schweren Gase bestehend, dessen chemische Unthätigkeit ihm den Namen Argon ($= \alpha\nu \epsilon\rho\gamma\omicron\nu$) verschaffte.

Diese Inactivität den verschiedensten Agentien gegenüber ermöglichten Ramsay noch einen zweiten Weg zur Isolirung des Gases. Er liess den Stickstoff der Luft nach entsprechender Reinigung und Trocknung über glühendes Magnesium streichen, wobei nur das Argon ungebunden zurückbleibt.

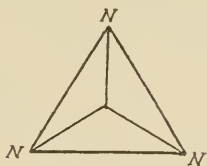
Nach beiden Methoden wurde das neue Gas mit gleichem Spectrum und mit gleicher Dichte von

19.8

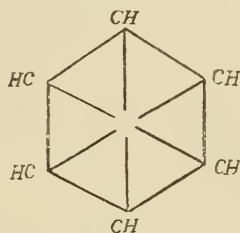
gefunden.

Da das Argon auf keinerlei Weise in eine chemische Verbindung überführbar sich erwies — die anfangs von Berthelot diesbezüglich gemachten Beobachtungen wurden nicht bestätigt — erschien es schwierig, die dem Moleculargewichte 40 entsprechende Atomzahl für das Argon zu ermitteln.

Die vielfach ventilirte Frage, ob das Gas etwa als N_3



dem Ozon an die Seite zu stellen sei — die centrale Bindung wurde der modernen Benzolformel



analog gedacht — musste verneint werden.

Nicht nur ergaben die verschiedenartigsten synthetischen Versuche, z. B. Elektrolyse stickstoffwasserstoffsaurer Salze, ein negatives Resultat, es wurde vor allem mit vollster Bestimmtheit nachgewiesen, dass die Dichte des Argons kleiner als 20 sei, womit seine Auffassung als N_3 , welche ein grösseres Moleculargewicht verlangen würde, ausgeschlossen erscheint.

Für die Zweiatomigkeit des Argons ist Gladstone eingetreten. Betrachtet man mit ihm die mit Sauerstoff beginnende Reihenfolge der Elemente, so findet sich, wenn man in dieselbe ein Element vom Atomgewichte 20 interpolirt, eine stets abwechselnde Zunahme von 1 und 3 Einheiten:

<i>O</i>	<i>Z</i>	<i>?</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
16	19	20	23	24	27	28	31	32
3			1	3	1	3	1	3

Nun, das entsprechende Element ist nicht Argon, wir werden auf dasselbe sowie auf den Beweis für die Einatomigkeit des ersteren noch zurückkommen.

Die Suche nach Verbindungen des Argons mit den verschiedensten Mineralbestandtheilen hatte einen unerwarteten Erfolg: die Auffindung eines weiteren elementaren Gases, des Heliums.

Schon seit dreissig Jahren war die Existenz eines, durch sein charakteristisches Spectrum ausgezeichneten Elementes in der Chromosphäre der Sonne und der meisten leuchtenden Fixsterne mehr als wahrscheinlich geworden, jetzt fand sich dieser Sonnenstoff in seltenen nordischen Gesteinen absorbirt sowie in manchen Quellengasen; in winzigen Mengen auch in der Luft.

Das Helium ist ein äusserst leichtes Gas, wie auch schon daraus geschlossen worden war, dass es stets in den höchsten Schichten der glühenden Gashülle der Sonne sich zeigt.

Seine Dichte ist $= 2$, das Molekulargewicht demnach $= 4$. Dieses geringe Gewicht lehrt uns verstehen, warum das Helium, das in so ungeheurer Menge im Weltall sich findet, bei uns ein so äusserst seltener Gast ist, im Gegensatze zum Argon, von dem wir jeder täglich über 20 Liter ein- und ausathmen. Mit der Trennung der Erdenbestandtheile nach ihren specifischen Gewichten sind die Gase an die Oberfläche gelangt. Die schwereren unter denselben sind auf der Erde geblieben, für die leichten — wenn sie nicht wie der Wasserstoff Dank ihrer chemischen Activität in fixe Verbindungen übergingen — reichte die Anziehungskraft der Erde nicht aus. Sie sammelten sich in für uns nicht erreichbaren Höhen des Luftmeeres oder entflohen ins Weltall, um sich grösseren Attractionscentren anzugliedern.

Auch das Helium ist völlig inactiv, auch für dieses Gas hat Ramsay, wie für das Argon Einatomigkeit postulirt, nicht nur auf Grund wichtiger physikalischer Indicien, sondern auch auf Grund folgender Betrachtungen:

Die Differenz zwischen den nächstliegenden Gliedern verwandter Elemente im periodischen Systeme beträgt in der Regel 15—18 Einheiten:

<i>Li</i> 7	<i>Be</i> 9	<i>B</i> 11	<i>C</i> 12	<i>N</i> 14	<i>O</i> 16	<i>F</i> 19
<i>Na</i> 23	<i>Mg</i> 24	<i>Al</i> 27	<i>Si</i> 28	<i>P</i> 31	<i>S</i> 32	<i>Cl</i> 35.5

würde es gelingen, die Reihe $H = 4$

$$? = 20$$

$$A = 40$$

durch ein zwischenliegendes Element zu vervollständigen, so wäre damit der Beweis für die Einatomigkeit dieser Körper erbracht, denn zwischen den Zahlen $H = 2$

$$A = 20$$

wäre kein Raum für ein weiteres Element.

Ramsay, Collie und Travers haben die Suche nach diesem Gase aufgenommen, lange Zeit erfolglos.

Schliesslich sollte noch ein Versuch gemacht werden, ob bei der fractionirten Verdampfung verflüssigten Argons eine leichtere Luftart sich fände.

Um sich auf dieses schwierige Experiment zu trainiren, arbeiteten Ramsay und Travers vorerst mit einem Liter flüssiger Luft, den sie von Hampson erhalten hatten. Als sie die letzten Reste der verdampfenden Luft untersuchten, fanden sie nun zwar nicht das Gesuchte, aber wieder ein neues schweres Gas, dem der Name Krypton gegeben wurde.

Das Krypton näher zu untersuchen, haben seine Entdecker noch nicht Zeit gefunden, nur die interessante Thatsache konnte constatirt werden, dass die grüne Linie seines Spectrums sich auffallend nahe an derjenigen des Nordlichtes befindet.

Nun galt es, das Argon zu fractioniren.

Ramsay setzte seinen ganzen Vorrath der Temperatur verflüssigter Luft aus, die unter stark vermindertem Drucke siedete.

Das Argon verflüssigte sich rasch und nach etwa einer halben Stunde war es zu circa 25 cc einer klaren, beweglichen, farblosen Flüssigkeit verdichtet, worin weisse Flocken eines festen Körpers schwammen.

Das Fluidum wurde nun wieder verdampfen lassen, und fractionirt aufgefangen.

Nach nochmaliger analoger Behandlung des leichtest flüchtigen Antheils blieb ein uncondensirbares Gas zurück, dessen völlige Reinigung durch Lösen in flüssigem Sauerstoff und fractionirte Verdampfung gelang.

Im Ganzen blieben so 33 cc eines reinen Gases zurück, dessen Gewicht

0,00095 gr

betrug. Aber selbst diese minimale Menge genügte zur genauen Dichtebestimmung des endlich gefundenen Elementes, des Neon mit dem Atomgewichte 10.—

In den schweren Antheilen des Argons wurde wieder Krypton nachgewiesen und ausserdem zwei weitere Elemente constatirt, das Metargon, aus welchem die schon erwähnten festen Flocken gebildet sind, und das Xenon, dessen hohes specifisches Gewicht besondere Beachtung verdient.

Alle diese Gase, Helium, Neon, Argon, Krypton, Metargon und Xenon sind einander in ihrem Verhalten völlig gleich: sind alle einatomig und chemisch vollkommen indifferent.

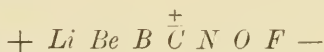
Bevor wir nun der Frage näher treten wollen, wie diese neuen Elemente in das Mendelejeff'sche Schema einzupassen wären, seien noch die Versuche von Brush erwähnt, welcher Forscher das Aethereon, den Weltäther, entdeckt zu haben glaubt. Leider haben sich, den Gegenbemerkungen von Crookes und Dorn zu Folge, diese Angaben als irrig erwiesen: Aethereon, welches Brush aus Glas durch Erhitzen im Vacuum isoliren zu können glaubte, ist bloß verdünnter Wasserdampf.

Und jetzt zurück zu unseren inactiven Elementen.

Auf die Existenz derartiger Körper ist bereits wiederholt hingewiesen worden und wenn auch das Mendelejeff'sche System in seiner jetzigen Fassung für valenzlose Grundstoffe keinen Platz lässt, so muss doch deren Vorhandensein aus dem Satze „dass die Eigenschaften der Elemente periodische Functionen ihrer Atomgewichte seien“ direct gefordert werden.

Denn bei periodischen Functionen kann ein Wechsel des Vorzeichens nur durch ± 0 oder $\pm \infty$ erfolgen.

Betrachten wir uns nun beispielsweise die bekannten Elemente der ersten Reihe:



so finden wir den Uebergang von den stark elektropositiven ersten Gliedern zu den elektronegativen Endgliedern durch den elektrisch indifferenten Kohlenstoff erfolgen.

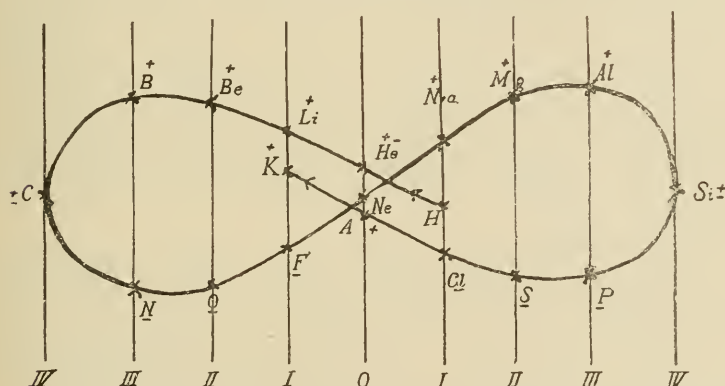
Vom Fluor aber zum stark positiven Natrium ist ein Sprung, den wir ebenso zwischen Chlor und Kalium, Kobalt und Kupfer, Brom und Rubidium, Palladium und Silber, Jod und Caesium finden. Hier muss der Uebergang durch $\pm \infty$, das heisst wieder durch electrisch indifferende Körper gebildet werden, und hierher stellt auch Crookes in seiner neuen räumlichen Anordnung der Elemente die Helium-Argonreihe.

Denken wir uns mit Crookes die Wirkung der „Vis generatrix“ diagrammatisch dargestellt durch eine periodisch hin- und hergehende Bewegung längs eines lemniscatenförmigen Weges, während zugleich gewisse äussere Verhältnisse, z. B. die Temperatur sich ändern. Dies sei durch die absteigende Richtung der Curve angedeutet.

Die unbekannte schaffende Kraft hat dann auf ihrem Wege jene Complexe vertheilt, die wir als Wasserstoff, Lithium, Beryllium, Bor, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Natrium, Magnesium, Aluminium, Silicium, Phosphor, Schwefel und Chlor bezeichnen.

Wären die Bildungsbedingungen dieselben geblieben, so würde der nächste Elementarcomplex wieder Lithium sein; aber wenn auch chemische und elektrische Energie dieselben geblieben sein mögen, so hat doch die Welttemperatur abgenommen und statt des Lithiums entstand zu Beginn des zweiten Kreislaufes sein linearer Abkömmling, das Kalium.

Jede Windung der Lemniscatenspur schneidet die neutrale Linie in immer tiefer liegenden Punkten. Auf dieser elektrisch wie chemisch indifferenten Zone sind die Elemente der Heliumreihe einzuordnen.



Oben finden wir elektropositive, unten negative, an den Enden und in der Mitte Uebergangsglieder.

Die Valenz wächst von der Mitte aus nach beiden Seiten von 0 bis 4; die paramagnetischen Elemente nehmen die linke, die diamagnetischen die rechte Hälfte des Systemes ein. Fast alle Metalle gehören der oberen Hälfte an.

Ist auch die so skizzierte Neuformulierung des periodischen Systems gewiss nicht als seine endgiltige Form anzusehen, so bedeutet sie doch sicher einen weiteren Fortschritt in der Entwicklungsgeschichte unserer Wissenschaft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Hans

Artikel/Article: [III. Originalmittheilungen - Ueber die neuaufgefundenen Gase der Atmosphäre 3-9](#)