

Untersuchungen über die Thermalquellen von Wiesbaden und deren Radioaktivität

von

Prof. Dr. **Ferd. Henrich.**

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. November 1906.)

Vor zwei Jahren habe ich an dieser Stelle¹ Untersuchungen über die Thermalquellen Wiesbadens mitgeteilt. Gas, Wasser und Sinter dieser Quellen erwiesen sich als radioaktiv. Die weiteren Untersuchungen sind inzwischen fortgeführt und die Resultate zum Teil a. a. O.² veröffentlicht worden. In Betreff der Gase, die gleichzeitig mit dem Wasser austreten, hat sich gezeigt, daß ihre Zusammensetzung im Laufe von zwei Jahren bei der Hauptquelle, dem Kochbrunnen, gar nicht, bei der Schützenhof- und Adlerquelle nur in sehr geringen Grenzen schwankt. Schon damals hatte ich außer den früher bereits bekannten Gasen (Kohlensäure, Stickstoff, etwas Sauerstoff) Spuren von Schwefelwasserstoff in den drei Hauptquellen nachgewiesen. Dann wurde die Anwesenheit von Argon mit aller Sicherheit spektralanalytisch festgestellt. Weiter zeigte es sich, daß die Aktivität der Gase in der Hauptsache durch Radiumemanation hervorgerufen wird. Als Zersetzungsprodukt derselben mußte Helium erwartet werden. Auf seine Anwesenheit war von Anfang an mein Augenmerk gerichtet und l. c. ist eine Versuchsanordnung beschrieben, durch die ich dies Gas nachzuweisen hoffte. Indessen führte weder dieser noch andere

¹ Monathefte für Chemie, 26, 149 (1905).

² Zeitschrift für angewandte Chemie, 1904, p. 1757; 1905, p. 1011, sowie Chemikerzeitung, 1906, Nr. 21, p. 220.

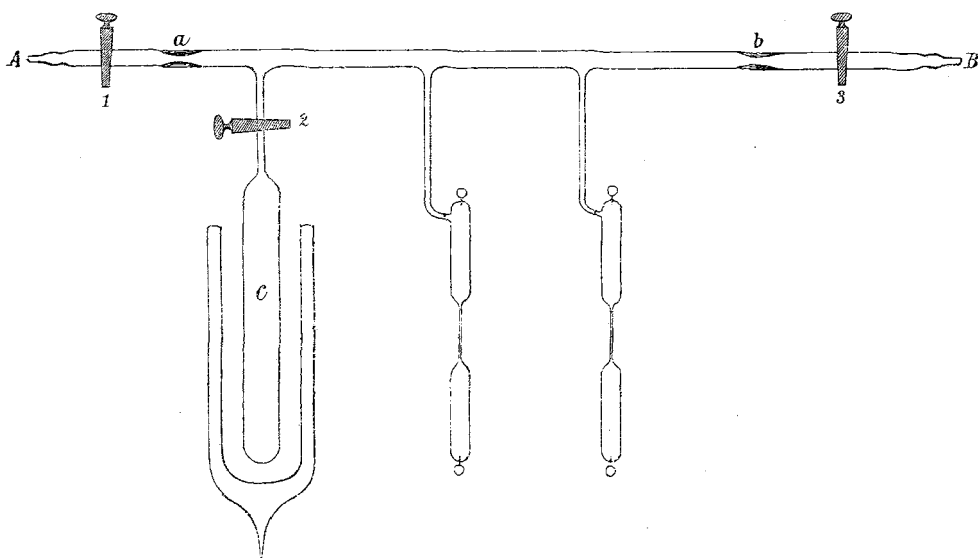
Versuche zum Ziel. Schon damals sprach ich die Vermutung aus, daß die linienreichen Spektren der anderen vorhandenen Gase das Spektrum des Heliums nicht in Erscheinung treten lassen. Ist es doch längst bekannt, daß Helium bei Gegenwart anderer Gase im Funkenspektrum nur dann gesehen wird, wenn es z. B. neben Wasserstoff und Stickstoff in einer Menge von 10⁰/₀, neben Argon bei 0·58 *mm* Druck in einer solchen von 25⁰/₀ vorhanden ist.

Nun hat Dewar¹ vor kurzem gefunden, daß Kohle — am besten die von Kokosnußschale — bei der Temperatur der flüssigen Luft so gierig Gase absorbiert, daß man mit Hilfe dieser Eigenschaft einen abgeschlossenen Gasraum von bestimmter Größe bis zum Vakuum des Kathodenlichtes evakuieren kann. Indessen ist das Absorptionsvermögen der Kohle den verschiedenen Gasen gegenüber nicht gleich groß und gerade Helium wird im Vergleich zu Wasserstoff, Stickstoff, Argon etc. nur in relativ geringer Menge von der Kohle aufgenommen. Evakuiert man nun einen Gasraum, der Helium im Vergleich zu den anderen Gasen nur in geringer Menge enthält, vermittelt auf zirka —180° gekühlter Kohle, so können sich die Mengenverhältnisse durch die auswählende Absorption der Kohle so zu Gunsten des Heliums verschieben, daß es seiner Menge nach im Gasraum die anderen Gase überwiegt. Schon Dewar zeigte, daß sich auf diesem Wege Helium in Gemischen noch nachweisen läßt, wenn seine Menge auch nur $\frac{1}{1000}$ der gesamten Gasmenge beträgt. Auch bei den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen gelang es so, das Helium in Erscheinung zu bringen, und ich benützte die folgende apparative Anordnung:

Das mit zwei gut schließenden Hähnen versehene, nicht zu enge Glasrohr *AB* ist an den Stellen *a* und *b* etwas verjüngt. An es wurden zwei Geißler'sche Röhren und das Gefäß *C* angeschmolzen. Letzteres enthielt frisch dargestellte Kokosnußkohle und konnte durch einen Hahn von der Röhre abgeschlossen werden.

¹ Comptes rendus, 1904, ferner Wohl, Ber. d. D. chem. Ges., 1905, p. 4149, und Erdmann, *ibid.*, 1906.

Zunächst wurde bei geschlossenem Hahn 1 und geöffnetem Hahn 2 die Röhrenkombination mit einer Quecksilberluftpumpe, die an *B* angeschlossen war, evakuiert. Dabei erhitze ich die Geißler'schen Röhren fortwährend mit einer Bunsenflamme. Nachdem das Vakuum des Kathodenlichtes erreicht war, wurde Hahn 3 geschlossen und durch Hahn 1 vorsichtig und langsam Thermalquellengas eingelassen, das zunächst sorgfältig von Kohlensäure befreit und dann durch Schwefelsäure, Natronkalk und Phosphorpentoxyd scharf getrocknet war. Wieder wurde,



nachdem Hahn 1 geschlossen und Hahn 3 geöffnet war, mit der Quecksilberluftpumpe bis zum Kathodenvakuum evakuiert und dieser Prozeß des Einlassens und Auspumpens von Thermalquellengas noch fünfmal wiederholt, wobei die Geißler'schen Röhren stets erhitzt wurden. Dann schmolz ich an *b* ab, füllte die Röhrenkombination unter geringem Überdruck mit Gas und schloß auch bei *a* durch Abschmelzen vom Gasometer ab. Nun wurde das Gefäß *C* mit flüssiger Luft gekühlt, während Hahn 2 geöffnet und ein Geißlerrohr mit einem Induktionsapparat und dem Spektralapparat verbunden war. Allmählich zeigte sich das Spektrum des Stickstoffs, Argons und Wasserstoffs, während von Helium noch nichts zu sehen war. Bald

aber verlor sich das Spektrum des Stickstoffs ganz und das des Argons und Wasserstoffs verblaßte mehr und mehr. Damit begann fast an der gleichen Stelle des Spektralapparates, wo sich gegebenenfalls die Natriumlinie befindet, eine helle Linie aufzublitzen, die sich mehr und mehr verstärkte. Im Laufe weniger Minuten entwickelte sich nun ein Spektrum zu voller Stärke, das schon äußerlich dem des Heliums völlig glich und beim Vergleich mit dem Spektrum eines Heliumrohrs völlige Identität mit diesem zeigte. Damit ist auch Helium mit Sicherheit in den Thermalquellen Wiesbadens nachgewiesen.

Es wurde auch versucht, die durch flüssige Luft kondensierte Emanation in die Geißler'schen Röhren einzufüllen, indessen bisher ohne vollen Erfolg. Doch werden weitere diesbezügliche Versuche ausgeführt.

Die Radioaktivität des Wassers der Thermalquellen wurde früher so von mir bestimmt, daß ich das Wasser auskochte, die entweichenden Gase auffing, in den Elektrometerraum brachte und ihren Voltabfall in bestimmter Zeit feststellte. Diese Methode war mit augenfälligen Fehlerquellen behaftet und ich sprach das damals auch aus mit den Worten: »Diese Methode macht noch keineswegs Anspruch auf Vollendung. Ich bin mir ihrer Schwächen wohl bewußt und hoffe, sie noch zu weit höherem Grade von Genauigkeit ausbilden zu können. Da indessen alle Operationen ganz gleichartig und mit den gleichen Mengen bei den verschiedenen Wassern ausgeführt wurden, so sind die Resultate doch untereinander vergleichbar. Wenn einmal eine völlige Einigung über die Art der Untersuchung der Radioaktivität erfolgt ist, werden die Werte von neuem bestimmt.«

Diese Einigung ist inzwischen in den Hauptpunkten erreicht worden. Die Methode, mit der im Wasser gelösten Emanation ein bestimmtes Volumen Luft zu aktivieren und dessen Aktivität zu messen, ist inzwischen durch die Untersuchungen von Mache¹ und seinem Mitarbeiter sowie von Engler und Sieveking² zu solcher Genauigkeit und Bequem-

¹ Monatshefte für Chemie, 26, 349 (1905); Mache und St. Meyer, *ibid.*, p. 595 und 891.

² Zeitschrift für Elektrochemie, 1905, p. 714.

lichkeit ausgebildet worden, daß die Methode des Auskochens dagegen zurückstehen muß. Ich fand das sogenannte Fontaktoskop von Engler und Sieveking als ungemein handlich und praktisch und habe deshalb die neuen Bestimmungen mit ihm ausgeführt. Die Einzelheiten müssen l. c. nachgelesen werden. Stets kam 1 l Wasser zur Untersuchung und den Voltabfall, der durch die in ihm enthaltene Emanationsmenge bewirkt wird, bezog ich auf eine Stunde. Dabei wurden die von Maché eingeführten Korrekturen angebracht, die sich auf die nach dem Durchschütteln mit einem bestimmten Volumen Luft im Wasser verbleibende Emanation und auf die Induktion des Gefäßes bezogen. Um die so erhaltenen Resultate auch mit denen vergleichen zu können, die mit Apparaten anderer Kapazität an anderen Orten erhalten wurden, schlug Maché l. c. vor, die Beobachtungen des Voltabfalls für 1 l Wasser und 1 Stunde auf die Sättigungsstromstärke i in absoluten elektrostatischen Einheiten umzurechnen. Der tausendfache Betrag von i gibt dann bequeme und übersichtliche Zahlen. Damit ist die folgende Tabelle ohneweiters verständlich.

| | Voltabfall pro 1 l in 1 Stunde | $i \cdot 10^3$ in E. S. E. | Temperatur in Grad Celsius | |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----|
| Quellen der Quellen- spalte | Kochbrunnen | 721 | 10·2 | 68 |
| | Spiegelquelle ¹ | 467 | 6·6 | 66 |
| | Adlerquelle | 379 | 5·3 | 64 |
| | Schützenhofquelle | 4117 | 58·0 | 50 |
| | Faulbrunnen | 291 | 4·1 | — |
| * Bäckerbrunnen | 72 | 1·0 | 56 | |
| * Quelle des Herrn Dr. Kurz ² | 6859 | 96·6 | 42 (?) | |
| * » » Schwarzen Bockes ³ | 305 | 4·3 | 59 | |
| * » » Pariserhofes | 1813 | 25·5 | 58 | |
| * Leitungswasser des Laboratoriums | 381 | 5·8 | — | |

¹ Da diese Quelle selbst nicht zugänglich ist, konnte das Wasser erst in einer Entfernung von zirka 100 m vom Ursprung entnommen werden.

² Die starke Aktivität dieser Quelle wurde bereits vor zwei Jahren von Herrn Professor A. Schmidt in Wiesbaden entdeckt. Vergl. Physikal. Zeitschrift, 1904.

³ Gemeinsame Quelle der Badhäuser Schwarzer Bock, Drei Lilien und Vier Jahreszeiten.

Die Aktivität der mit einem Stern bezeichneten Quellen bestimmte unter meiner Anleitung Herr stud. Günther Bugge.

Wie damals, so zeigte sich auch jetzt, daß von den drei Hauptquellen die Schützenhofquelle die am stärksten, die Adlerquelle die am schwächsten radioaktiv ist, während der Kochbrunnen in der Mitte steht. Schon früher fanden Engler und Sieveking, daß die Aktivität einiger Quellen von Baden-Baden starken Schwankungen unterworfen ist. So betrug der Wert von $i \cdot 10^3$ bei der Büttquelle einmal 82, ein anderes Mal bei geringem Wasserzulauf 109. Ähnliche Beobachtungen machte ich bei den Wiesbadener Thermalquellen. Die Schützenhofquelle z. B. ergab an verschiedenen Tagen folgende Werte von $i \cdot 10^3$: 61, 58, 54. Kleiner scheinen die Schwankungen beim Leitungswasser zu sein, wo an zwei verschiedenen Tagen $i \cdot 10^3 = 5 \cdot 4$ und $5 \cdot 8$ gefunden wurde. Durch welche Ursachen diese Schwankungen bedingt sind, konnte bisher noch nicht festgestellt werden. Jedenfalls muß das Wasser der Quellen zu verschiedenen Jahreszeiten, bei wechselndem Barometerstand, bei regnerischem, schönem Wetter etc. untersucht werden.
