

Ueber die radioaktive Emanation der Wasser- und Oelquellen.

Von

F. Himstedt.

In einer früheren Mitteilung¹ habe ich gezeigt, dass Luft sowie auch andere Gase eine bedeutende Erhöhung ihres elektrischen Leitvermögens erfahren, wenn sie durch Wasser hindurchgeblasen werden. Ich habe ferner gezeigt, dass es sich nicht um eine einfache Ionisierung der Luft handeln kann, und habe darauf hingewiesen, dass man zur Erklärung entweder eine aus dem Wasser durch die Luft mitgeführte Emanation annehmen muss, oder aber die Hypothese aufstellen kann, dass das Wasser auf Gase in ähnlicher Weise ionisierend wirkt wie etwa auf Säuren und Salze.

Ich habe diese Versuche inzwischen weiter fortgesetzt, zum Teil in Gemeinschaft mit Herrn v. TRAUBENBERG, der an anderer Stelle ausführlicher über seine Beobachtungen berichten wird. Ich glaube, dass diese neuen Versuche in überzeugender Weise dartun, dass es sich um eine Emanation des Quellwassers handelt, und dass diese Emanation in ihrem Verhalten der des Radiums sehr ähnlich, vielleicht sogar vollkommen gleich ist. Ich werde zu einer kurzen Mitteilung veranlasst dadurch, dass Herr J. J. THOMSON, wie ich in der Naturw. Rundschau vom 31. Juli 1903 gelesen habe, über denselben Gegenstand: „Radioaktives Gas aus Leitungswasser“, einige Beobachtungen mitgeteilt hat.

1. Das Wasser aller Quellen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ebenso frisch heraufgeholtes Grundwasser zeigt

¹ Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. XIII S. 101, 1903; DRUDES Annalen Bd. XII S. 107, 1903.

die Fähigkeit, die durchgepresste Luft leitend zu machen; dagegen habe ich in keinem offen fliessenden Bache oder Flusse diese Eigenschaft finden können. Ich habe Quellen untersucht, welche aus dem Gneis kommen (Höllental, Kybfelsen etc. bei Freiburg), solche aus Kalkstein (Schönberg, Schneuburg bei Freiburg), aus Buntsandstein (Heidelberg) und solche vulkanischer Natur, Kaiserstuhl die Quellen von Baden-Baden, von Wildbad, von Fachingen im Lahnthal u. a. Alle kalten Quellen zeigten angenähert gleich starke Wirkung, die Thermalquellen eine grössere, zum Teil sehr grosse Wirkung; die grösste die Murquelle von Baden-Baden.

Um die Resultate vergleichbar zu machen, wurden bei jedem Versuche $\frac{3}{4}$ Liter Wasser verwendet. Mittelst einer Pumpe mit zwei Ventilen wurde aus dem a. a. O. beschriebenen grossen Glasgefässe von ca. 50 Liter Inhalt Luft angesaugt, durch das Wasser gepresst, und dann durch Trockenröhren wieder in den Apparat zurückgedrückt. Nach tausend Stössen der Pumpe trat keine weitere Vermehrung der Leitfähigkeit im Gefässe ein. Die in der früher beschriebenen Weise ausgeführten Beobachtungen am Elektroskop ergaben dann, wievielmals grösser die Leitfähigkeit der Luft nach dem Durchpressen durch das Wasser war, als vorher. Bei dem Wasser der oben erwähnten Murquelle, das zwei Tage nach dem Auffangen untersucht wurde, ergab sich, *dass die 50 Liter Luft des Versuchesgefässes durch die Emanation aus $\frac{3}{4}$ Liter Wasser eine ca. 40mal grössere Leitfähigkeit erlangt hatten*, ein Skalenteil des Elektroskopes brauchte nämlich in Zimmerluft 59 Min. 45 Sek.; nachdem die Emanation in den Apparat gebracht war, 1 Min. 27 Sek. Ich unterlasse es, die Zahlenwerte für alle untersuchten Wassersorten anzugeben, da die Resultate, wie sich zeigen wird, wesentlich beeinflusst werden können durch die Art des Auffangens des Wassers, sowie durch die Zeit, die zwischen dem Einfüllen und der Untersuchung verstrichen ist.

2. Leitet man Wasserstrahlumpfenluft, also „aktive“ Luft, durch irgend eine unwirksame Flüssigkeit, so wird dieselbe dadurch aktiviert, d. h. stellt man mit dieser Flüssigkeit jetzt den im vorigen Abschnitt beschriebenen Versuch an, so erhält man dieselben Resultate wie bei frischem Quellwasser. Die beim Durchstreichen von Luft durch aktives Wasser mitgeführte Emanation kann also von anderen Flüssigkeiten aufgenommen, absorbiert werden. Herr v. TRAUBENBERG, der diese Versuche ausgeführt hat, hat gefunden, dass die Kohlenwasserstoffe den grössten Absorptionskoeffizienten

besitzen. Ein Liter Petroleum z. B. vermag, wenn durch Durchleiten von Wasserstrahlluft gesättigt, ca. 20mal soviel Emanation aufzunehmen, als ein ebenso behandeltes gleiches Quantum Wasser.

3. Die eben erwähnte Tatsache musste den Gedanken nahelegen, Erdöl, welches direkt am Bohrloche aufgefangen ist, zu untersuchen. Die Elsässische Petroleum-Gesellschaft in Walburg i. E. hatte die Freundlichkeit, mir zwei Proben von Petroleum zu schicken, welche direkt an den Bohrlöchern zweier verschiedener Quellen aufgefangen waren. Beide Proben erwiesen sich als aktiv. Dass das käufliche Petroleum nicht aktiv ist, erklärt sich sehr einfach daraus, dass es durch Destillation gewonnen ist. So wie man die von einer Flüssigkeit absorbierten Gase durch Sieden austreiben kann, so wird auch die gasförmige Emanation durch diesen Prozess ausgetrieben. Ich habe auch mit Quellwassern derartige Versuche angestellt, doch erwies sich die oben beschriebene Art, vermittelt Durchblasen von Luft durch die zu untersuchende Flüssigkeit die Emanation aus-zuziehen, bei meiner Versuchsanordnung als bequemer.

4. Nach dem Vorhergehenden ist zu erwarten, dass wenn man aktive Kellerluft durch eine inaktive Flüssigkeit saugt, oder die Flüssigkeit längere Zeit in der Kellerluft stehen lässt, dieselbe dadurch aktiviert werden kann. Der Versuch bestätigt dies, und führt somit zu der Vorstellung, dass zwischen einer Flüssigkeit und einem Gase sich stets ein Gleichgewichtszustand hinsichtlich der Aktivität herzustellen sucht, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass die verschiedenen Flüssigkeiten verschieden grosse Absorptionskoeffizienten für die Emanation besitzen. Am besten wird dies wohl durch folgende Beobachtungen illustriert. Ein Liter Petroleum und ein Liter Wasser wurden entaktiviert, d. h. es wurde eine Stunde lang Zimmerluft durch dieselben hindurchgeblasen. Sie sind hierdurch mit der Zimmerluft im Gleichgewicht. Wird mit ihnen ein Versuch angestellt, wie unter No. 1 beschrieben, so zeigt sich keine Aenderung der Leitfähigkeit im Gefässe. Die Flüssigkeiten wurden hierauf in flachen Glasschalen nebeneinander in dem Keller aufgestellt. Nach drei Wochen wurden sie untersucht. Beide waren aktiv geworden, das Petroleum enthielt aber, dem grösseren Absorptionskoeffizienten entsprechend, bedeutend mehr Emanation als das Wasser.

Man kann am einfachsten wohl die Sache so darstellen, dass man sagt: Für diese Emanation gilt das DALTONSche resp. HENRYsche Gesetz. Aus dieser Vorstellung erklären sich ganz

zwanglos die folgenden Beobachtungen. Wasser, das direkt an der Quelle eingefüllt war, erwies sich stark aktiv, ca. 50 m von der Quelle entfernt eingefülltes Wasser war wesentlich schwächer aktiv, und nachdem das Wasser ca. 200 m über Geröll stark bergab geflossen war, erwies es sich als inaktiv. Ein zementiertes Gartenbassin wurde mit aktivem Leitungswasser gefüllt. Nach 24 Tagen wurde eine Probe untersucht, und es ergab sich das überraschende Resultat, dass die Leitfähigkeit der Luft im Apparate durch das Hindurchstreichen durch dieses Wasser nicht *erhöht*, sondern *vermindert* wurde. Die Erklärung war leicht zu finden. Die Luft im Freien über dem Wasser besass, wie der Versuch zeigte, eine geringere Leitfähigkeit als die Zimmerluft. Ebenso erklärt es sich, dass frisch aufgefangenes Regenwasser einmal eine geringe Abnahme, ein anderes Mal eine geringe Zunahme der Leitfähigkeit der Zimmerluft verursachte; das Regenwasser befindet sich, sozusagen, im Gleichgewicht mit der Aussenluft, und zeigt der Versuch nur den Unterschied dieser gegen die Zimmerluft.

Sehr deutlich trat dies Verhalten bei Versuchen mit Seewasser hervor. Das Wasser war auf freier See bei Helgoland aufgefangen und kam drei Tage nach dem Auffangen in Freiburg zur Untersuchung. Die Zerstreuung in Zimmerluft ergab 1 Sc. in 60 Min. Nachdem die Luft durch das Seewasser gesaugt war, 1 Sc. in 81 Min. Man kann hieraus geradezu den Schluss ziehen, dass die Zerstreuung in der Seeluft bei Helgoland entschieden geringer gewesen sein muss als in der Zimmerluft in Freiburg, denn der Absorptionskoeffizient von Salzwasser ist nach unseren Versuchen nicht so sehr von dem des Wassers verschieden.

Teiche und kleine Seen, die ich untersucht habe, zeigten zum Teil eine geringe Aktivität. Ein sicherer Schluss lässt sich hieraus nicht ziehen, da ich nicht angeben kann, ob resp. wieviel Quellen am Boden der Gewässer vorhanden waren. Dass aber auch für diese Gewässer der Satz gilt, dass sie sich hinsichtlich der Aktivität mit der darüber befindlichen Luft ins Gleichgewicht zu setzen suchen, glaube ich aus vielen Versuchen an dem mir leicht zugänglichen Waldsee bei Freiburg schliessen zu können. Dieser Teich erhält sein Wasser aus einer am Kybfelsen gefassten Quelle. Stets erwies sich das Wasser, das nahe dem Einfluss der Quelle entnommen war, stärker aktiv als das an anderen Punkten aufgefangene. Das an dem ca. 100 m entfernten Abfluss des Sees aufgefangene Wasser war so gut wie inaktiv.

5. In der oben zitierten Arbeit habe ich gezeigt, dass wenn man aktivierte Wasserstrahlpumpenluft durch eine Kupferspirale leitet, die in flüssige Luft taucht, dieselbe ihre Aktivität vollständig verliert, dass aber, wenn man den Inhalt der Spirale untersucht, nachdem dieser wieder auf Zimmerluft erwärmt ist, er sich als ausserordentlich stark aktiv erweist. Um ziffernmässig dies festzustellen, wurde folgender Versuch angestellt. Das Elektroskop mit einem kleineren Zerstreungskörper wurde in ein Blechgefäss von ca. 4 Liter Inhalt gebracht. Mit Zimmerluft gefüllt ergab sich ein Abfall von 1 Skalenteil in 8 Stunden. Mit Wasserstrahlpumpenluft gefüllt 1 Sc. in 1 Min. 30 Sek. Also Wasserstrahlluft zeigt eine 320mal so grosse Leitfähigkeit als Zimmerluft. Wurden nun in das vor jedem neuen Versuche längere Zeit ausgelüftete und mit Zimmerluft gefüllte Gefäss nur 100 cbcm Wasserstrahlluft gebracht, so ergab 1 Sc. — 32 Min. 48 Sek., wurden dagegen 100 cbcm Luft aus der Kupferspirale entnommen, so ergab 1 Sc. — 50 Sek. Durch die in flüssige Luft getauchte Kupferspirale war sechs Stunden lang Wasserstrahlpumpenluft geleitet, den hierdurch kondensierten Sauerstoff liess man langsam verdampfen, fing den letzten Rest des langsam verdampfenden Gases auf, und benutzte zu dem obigen Versuche hiervon 100 cbcm. Man kann aus den mitgetheilten Zahlen den Schluss ziehen, dass dieses Gas eine ca. 12000mal so grosse Leitfähigkeit besitzt als die Zimmerluft.

6. Es schien mir von Interesse zu sein, wenn möglich, die Temperatur genauer zu bestimmen, bei der die Emanation in dem Kupferrohr ausfriert, resp. wieder auftaut. Die Kupferspirale wurde zusammen mit einem Pentan-Thermometer in ein Glasgefäss von 5 cm Durchmesser und 30 cm Länge gesteckt, das seinerseits wieder in ein DEWARSCHES Gefäss von 9 cm Durchmesser und 45 cm Länge gehängt werden konnte. Zuerst wurden beide Gefässe mit flüssiger Luft gefüllt und wurde zwei Stunden lang durch die in der Kupferspirale getrocknete und von CO_2 und O befreite Wasserstrahlluft geschickt. Dann wurde die flüssige Luft aus dem inneren Glasgefässe entfernt und dasselbe oben möglichst dicht mit Watte verschlossen, durch die hindurch nach aussen nur die beiden an die Kupferspirale gesetzten Gummischläuche ragten. Solange das DEWARSCHES Gefäss bis zum Rande mit flüssiger Luft gefüllt, das innere Glasgefäss also nahezu 30 cm in diese eintauchte, zeigte das Thermometer konstant $-182^\circ C$. Um andere Temperaturen zu erhalten, wurde die flüssige Luft aus dem DEWARSCHEN Gefässe so weit fortgenommen, dass das

innere Glasgefäß nicht mehr eintauchte, und es wurde oben die Öffnung ebenfalls gut mit Watte verschlossen. Durch diese hindurch ging ein Glasrohr, das je nach Bedarf bis auf den Boden des DEWARSCHEN Gefäßes oder nur so weit hineingesteckt wurde, dass sein unteres Ende oberhalb der flüssigen Luft sich befand. Durch verschieden starkes Hindurchblasen von Luft durch dieses Glasrohr liess sich jede gewünschte Temperatur von -189° bis -140° C. auf 2—3 Grade genau einstellen und beliebig lange konstant halten. Es wurden nun bei verschiedenen Temperaturen mit einer HEMPELSCHEN Gasbürette mit Quecksilberfüllung jeweils 100 cbcm Gas aus der Kupferschlange langsam herausgesaugt, in den Versuchsapparat gebracht und untersucht, ob eine Aenderung der Leitfähigkeit eintrat. Wiederholte Versuche, bei denen mit auf- und mit absteigenden Temperaturen gearbeitet wurde, haben ergeben, dass unterhalb -154° C. nie eine nachweisbare Menge der Emanation aus dem Kupferrohre erhalten wurde, und dass umgekehrt oberhalb -147° C. stets die Wirkung der gasförmigen Emanation nachweisbar war. Ich glaube deshalb, dass der Kondensationspunkt zwischen -147 und -154° C. liegt. Enger habe ich die Grenzen trotz wiederholter Versuche nicht ziehen können. RUTHERFOOD und SODDY¹ haben inzwischen gezeigt, dass die Radiumemanation ebenfalls in flüssiger Luft kondensiert wird, und haben nach einer ähnlichen Methode den Kondensationspunkt zu -150° C. bestimmt. Die Uebereinstimmung ist eine so augenfällige, dass sich die Vermutung nicht von der Hand weisen lässt, es handle sich in beiden Fällen um dieselbe Emanation.

7. Herr v. TRAUBENBERG hat deshalb auf meine Veranlassung untersucht, ob auch die Radiumemanation ähnlich wie die Emanation des Wassers von verschiedenen Flüssigkeiten verschieden stark absorbiert wird und hat gefunden, dass hier in der Tat ein unverkennbarer Parallelismus besteht.

8. Herr CROOKES² hat gezeigt, dass Sidotblende unter dem Einfluss der Radiumemanation die Erscheinung des Scintillierens zeigt. Die Herren ELSTER und GEITEL haben dann festgestellt, dass ein Sidotblendeschirm auch in Kellerluft die gleiche Erscheinung zeigt, vorausgesetzt, dass man ihn mit dem negativen Pol einer Hoch-

¹ RUTHERFOOD u. SODDY, Philos. Magazin VI. Ser., V. Vol., May 1903 S. 516.

² Entnommen aus Physik. Zeitschr. 4. Jahrg. S. 439, Ueber die durch radioaktive Emanation erregte scintillierende Phosphoreszenz der Sidot-Blende von ELSTER u. GEITEL.

spannung verbindet. Diesen letzteren Versuch habe ich mit bestem Erfolge mit Wasserstrahlluft nachmachen können. Aber auch bei der CROOKESSchen Anordnung, also ohne den Schirm negativ zu laden, glaube ich die Erscheinung mit Wasserstrahlluft gesehen zu haben. Die Beobachtung wurde allerdings dadurch sehr erschwert, dass mein Sidotblendeschirm selbst nach mehrmonatlichem Liegen im Dunkeln nie ganz aufhörte zu scintillieren. Nach wiederholter Untersuchung mit völlig ausgeruhtem Auge konnte ich mich im Dunkeln auf dem Schirm geradeso orientieren wie nach den Sternbildern am Himmel, indem stets an zwei Stellen heller leuchtende Punkte, an anderen (7) Stellen ganz schwach leuchtende Pünktchen wahrnehmbar blieben. Der Schirm war aus der BUCHLERSchen Fabrik in Braunschweig, in der auch die GIESELSchen Radiumpräparate dargestellt werden, bezogen, und ich vermutete deshalb, dass er mit Radium infiziert sein könnte. Auf eine diesbezügliche Mitteilung hatte die Firma die Freundlichkeit, mir zwei neue Präparate zu schicken, von denen sie glaubte, dass eine Infektion ausgeschlossen sei. Doch auch diese zeigten das gleiche Verhalten, so dass ich darauf angewiesen war, das Hellerwerden der ohnehin leuchtenden Punkte resp. das Auftreten neuer Lichtpunkte bei Behandlung des Schirmes mit Wasserstrahlluft zu beobachten, und das ist natürlich viel schwieriger resp. unsicherer, als wenn man anfangs einen vollkommen dunklen Schirm besitzt. Ich werde noch versuchen, ob sich ein solcher überhaupt herstellen lässt, oder ob ein Rest des Scintillierens stets vorhanden ist.

Ganz sicher und ohne Schwierigkeit habe ich das Scintillieren mit der in flüssiger Luft kondensierten Emanation nachweisen können, weil dasselbe hier weit stärker auftrat.

9. In der zitierten Arbeit habe ich gezeigt, dass wenn man den Versuchsapparat mit gut leitender Wasserstrahlluft füllt und dann verschlossen stehen lässt, die Leitfähigkeit langsam aber beständig bis auf den normalen Wert der Zimmerluft abnimmt. An dem Apparate waren gefettete Hähne, in demselben waren grössere Metalloberflächen, und es erschien deshalb nicht undenkbar, dass infolge von kleinen Undichtigkeiten etc. das wirksame Agens verloren ging. Um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, habe ich eine Anzahl von gleich grossen Glasröhren mit Wasserstrahlluft gefüllt und zugeschmolzen. Die erste wurde noch am gleichen Tage in den Versuchsapparat entleert und die dadurch bewirkte Steigerung der Leitfähigkeit gemessen. Die zweite am folgenden Tage u. s. w.

Es zeigte sich genau das gleiche Abklingen der Wirksamkeit, wie es früher beobachtet war. Die nach 29 Tagen entleerte Röhre brachte keine messbare Steigerung der Leitfähigkeit mehr hervor.

Ebenso wurden eine Anzahl von Flaschen mit aktivem Wasser gefüllt und verschlossen aufbewahrt. Es ergab sich das gleiche Abklingen der Wirksamkeit. Auch ein dickwandiges Bleigefäß wurde mit Wasser gefüllt, zugelötet und, in ein Wasserreservoir versenkt, vier Wochen lang aufbewahrt. Die Untersuchung ergab, dass das Wasser nach dieser Zeit keine Emanation mehr enthielt resp. abgab.

Auf den ersten Blick könnten die Resultate dieser letzten Versuche in Widerspruch zu stehen scheinen mit der Tatsache, dass das hiesige Leitungswasser aktiv ist. Demgegenüber möchte ich darauf aufmerksam machen, dass wenn ein Strang der Wasserleitung längere Zeit nicht benutzt ist, das Wasser also mehrere Tage in den Röhren gestanden hat, daraus entnommene Proben in der Tat weniger aktiv sind, als wenn man vorher das Wasser hat längere Zeit laufen lassen.

10. Ueber Versuche, welche ich in Gemeinschaft mit Herrn Prof. G. MEYER hier ausgeführt habe, das Spektrum des Emanationsgases zu photographieren, soll in Bälde berichtet werden. Hier möchte ich nur kurz erwähnen, dass ich bei Gelegenheit dieser Versuche festgestellt habe, dass die Emanation nicht zerstört wird, wenn man sie durch beliebige Säuren oder Alkalien gehen lässt, wenn man sie über glühendes Kupfer oder glühendes Magnesium leitet, noch wenn man elektrische Funken oder stille elektrische Entladungen darauf einwirken lässt.

11. Aus den vorstehend kurz beschriebenen Versuchen glaube ich den Schluss ziehen zu können, dass sich in unserer Erde weit verbreitet — vielleicht überall — radioaktive Stoffe finden, von denen eine gasförmige Emanation ausgeht, die vom Wasser (Erdölen) absorbiert wird, mit diesem an die Oberfläche kommt und sich dort dann in die Luft verbreitet. Der Umstand, dass diese Emanation in mehrfacher Beziehung das gleiche Verhalten zeigt wie die Emanation des Radiums, lässt es nicht unmöglich erscheinen, dass beide identisch sind, das würde dann heissen, dass entweder die Uranerze, aus denen die Radiumemanation stammt, sehr weit verbreitet sein müssen, oder aber, dass es noch andere Stoffe gibt, die, wenn auch vielleicht in viel geringerem Masse als jene, die Fähigkeit besitzen, eine Emanation abzugeben. Die Thoremanation kann bei meinen

Versuchen kaum eine grosse Rolle gespielt haben, da dieselbe, wie bekannt, viel schneller abklingt, womit aber nicht gesagt sein soll, dass nicht auch vielleicht Spuren dieser Emanation im Wasser nachweisbar sein werden. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass die starke „Aktivität“ der Thermalwasser vielleicht bei der Erklärung ihrer Heilwirkung mit heranzuziehen ist. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, so würde es leicht begreiflich erscheinen, dass diese Wasser, wie, glaube ich, als feststehend angesehen werden darf, durch das Verschicken so schnell und stark an Heilkraft verlieren können.

Bedenkt man, dass der Absorptionskoeffizient des Wassers wie des Petroleums für diese Emanation, wie wir durch Versuche festgestellt haben, mit steigender Temperatur abnimmt, dass anderseits die Thermalquellen eine besonders grosse Aktivität gezeigt haben, so drängt sich die Annahme auf, dass vielleicht in grösseren Tiefen der Erde bedeutendere Mengen radioaktiver Mineralien sich finden als in den oberen Schichten, und nach den Beobachtungen CURIES von der fortgesetzten Wärmeentwicklung des Radiums wäre die Frage aufzuwerfen, ob nicht möglichenfalls die radioaktiven Bestandteile der Erde bei der Erklärung der Erdtemperatur in Betracht zu ziehen wären.

Allen denen, welche mich in freundlicher Weise durch Zusage von Quellwasser bei meiner Untersuchung unterstützt haben, insbesondere den Direktionen der Quellen von Baden-Baden, Wildbad, Fachingen, bitte ich, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen zu dürfen.

Freiburg i. B., 19. Oktober 1903.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Himstedt Franz

Artikel/Article: [Ueber die radioaktive Emanation der Wasser- und Oelquellen. 181-189](#)