

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Festschrift zur Goldenen Hochzeit Ihrer Königlichen Hoheiten des Grossherzogs und der Grossherzogin

Friedrich <I., Baden, Großherzog>

Karlsruhe, 1906

Die Bestimmung der Radioaktivität

[urn:nbn:de:bsz:31-334108](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-334108)

Als Ursache erkannten sie die Anwesenheit von Emanation in der Atmosphäre, in welche sie durch Diffusion aus Bodenluft und in diese aus radioaktiven Bestandteilen der Erde gelangt. Letztere ist an verschiedenen Stellen je nach dem Gehalt der Materialien an radioaktiven Stoffen von sehr variabler Aktivität und dementsprechend natürlicherweise auch die damit in Berührung oder in Kommunikation stehende Luft. So findet denn auch in der Luft von Kellern, des Bodens, der Höhlen usw. unter Umständen starke Anreicherung der Radioaktivität statt, wie z. B. in der Baumannshöhle, deren Luft 7 bis 8 mal so aktiv ist, als die der freien Atmosphäre.

Aber auch abgesehen von lokaler Beeinflussung durch radioaktives Material der Erdkruste zeigen sich noch andere größere Verschiedenheiten. So z. B. findet in der Nähe des Meeres und auf großen Höhen raschere Entladung des Elektroskopes statt, als in gewöhnlicher Luft der Ebene. Und merkwürdigerweise scheinen, da das negativ geladene Elektroskop rascher entladen wird als das positiv geladene, auf den Höhen die positiven Elektrizitätsträger, welche die negative Elektrizitätsladung zerstreuen, viel reichlicher gebildet zu sein, als deren negative Antipoden. Man führt diese hohe Leitfähigkeit auf die Wirkung der schon in den hohen Luftschichten stark absorbierten ultravioletten Strahlen der Sonne zurück, wobei positive Träger entstehen.

Anders die hohe Leitfähigkeit der Luft gegenüber negativer Ladung in der Nähe des Meeres. Sie ist hier wahrscheinlich die Folge des Aufprallens der salzigen Teilchen des Meerwassers wobei nach einem Befunde Lenards vorwiegend positive Träger erzeugt werden, während reines, salzfreies Wasser dabei negative Träger liefert. Daher die erheblich stärkere Leitfähigkeit der Seeluft für negative Ladungen, der Luft in der Nähe von Wasserfällen dagegen für positive.

Die Bestimmung der Radioaktivität.

Die Stärke der Radioaktivität natürlicher Stoffe kann bei kräftiger Aktivität zwar annähernd nach deren Wirkung auf lichtempfindliche Platten, für stark aktive Präparate auch schon nach der Luminiszenzwirkung auf den Röntgenschild beurteilt werden, für genauere,

Messungen von schwachaktivem Material eignet sich jedoch nur die Bestimmung aus der durch Strahlung und Emanation herbeigeführten Leitfähigkeitszunahme der Luft, die sich mittels eines empfindlichen Elektroskopes mit solcher Schärfe feststellen läßt, daß man dabei noch die Anwesenheit des 150 000sten Teils derjenigen Quantität erkennen kann, die mittels des Spektralapparates noch wahrnehmbar ist.

Für solche Messungen kommen selbstverständlich möglichst empfindliche Elektroskope zur Anwendung, am meisten wohl das Exnersche, welches für die vorliegenden speziellen Zwecke von Elster und Geitel verbessert wurde. Aus der Geschwindigkeit, mit welcher das Elektroskop in einer emanationshaltigen durch die ausgesandten Becquerelstrahlen leitend gewordenen Luft entladen wird, beurteilt man unter Zugrundelegung bestimmter unten näher zu beschreibender Normalien die Stärke der Radioaktivität der bestrahlten Luft und daraus auch diejenige des Materials, welches mit der Luft in Berührung war.

Bestimmung der Radioaktivität des Wassers von Thermalquellen und anderen Mineralquellen. Zur Bestimmung der Radioaktivität eines Wassers kann man entweder nach dem Vorgange von J. J. Thomson, von Himstedt, Maché u. A. einen Luftstrom durch dasselbe hindurchleiten und darauf, da die Emanation wie jedes gelöste Gas von der durchströmenden Luft aufgenommen und mit fortgeführt wird, die Leitfähigkeit dieser Luft mittels des Elektroskopes feststellen, oder aber man kann das radioaktive Gas, um dessen Leitfähigkeit zu bestimmen, nach einer von Henrich benützten Methode durch Kochen des Wassers austreiben und in einem Behälter sammeln, oder endlich wird nach einem vom Verfasser in Gemeinschaft mit H. Sieveking zuerst angewendeten Prinzip das zu untersuchende Wasser in einem Blechbehälter mit dem Mehrfachen seines Volumens Luft durchgeschüttelt und dann die Leitfähigkeit dieser letzteren ermittelt. Da die auf wiederholter Zirkulation eines gleichen Volumens Luft durch das zu untersuchende Wasser basierte Messung der Leitfähigkeit mit ziemlichen Umständen verbunden ist und eine große Apparatur erfordert, auch relativ viel Zeit in Anspruch nimmt, ohne dabei besondere Gewähr für größere Genauigkeit zu bieten, wandten wir uns, nachdem wir einige Zeit nach der Zirkulationsmethode

gearbeitet hatten, der ausschließlichen Benützung des in folgendem geschilderten Apparates¹ zu.

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß man in einem geschlossenen Behälter aus Metall eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Wassers mit Luft kräftig durchschüttelt, so daß die Emanation zum Teil aus dem Wasser in die Luft übergeht und sich ein Gleichgewicht zwischen Wasser, Luft und Emanation herstellt, worauf man durch Einsenken des Zerstreuungskörpers eines Elektroskops und Laden des letzteren die Leitfähigkeit der Luft ermittelt. Letztere muß um so leitender sein, je mehr Emanation sie aufgenommen hat, d. h. je radioaktiver das Wasser ist.

In beistehender Figur 1 ist der Apparat abgebildet: A ist eine Kanne aus Messingblech, außen am besten vernickelt, von 22 cm Durchmesser und 25 cm Höhe des zylindrischen Teils. Der konische Deckel ist 3 cm hoch und trägt den 6 cm weiten, 1,6 cm hohen Hals, auf dem der Deckel d sitzt. Letzterer ist massiv gehalten und dient zugleich als Fuß des aufgesetzten Elektroskops Exnerscher Konstruktion, in der von Elster und Geitel für vorliegende Zwecke abgeänderten Form. Der vertikale Stiel mit den Aluminiumblättchen hängt oben in einem isolierenden Bernsteinstopfen

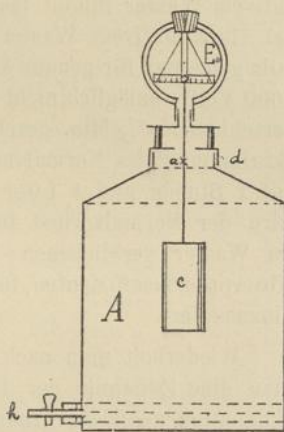


Fig. 1.

und verlängert sich nach unten in den Leitungsdraht, an den man bei a durch Bajonettverbindung den Zerstreuungskörper c anhängen kann. Hahn h hat den Zweck, für den Fall, daß in Folge Kohlensäuregehaltes beim Schütteln Überdruck in der Kanne entsteht, ein entsprechendes Quantum Wasser abzulassen. Der Gesamthalt der Kanne beträgt 10 Liter.

Für Durchführung einer Messung wird zunächst der Normalverlust bestimmt. Dazu gibt man bei abgenommenem Elektroskop 1 Liter destillierten oder eines anderen inaktiven Wassers in

¹ Der komplette Apparat, jetzt „Fontaktoskop“ genannt, wird von der Firma Günther und Tegetmeyer in Braunschweig geliefert.

Flasche A, verschließt mit einem großen Kautschukstopfen und schüttelt mäßig $\frac{1}{2}$ Min. lang, stellt die Flasche ruhig hin, setzt nach Ablauf des Wassers das Elektroskop auf und lädt das letztere durch Berührung der Leitstange mittels eines geriebenen Ebonitstäbchens auf 200 bis 300 Volt. Bei der Kapazität unseres Apparates von 13,6 beträgt der Potentialabfall in gewöhnlicher Luft unter sonst normalen Verhältnissen 15 bis 30 Volt in der Stunde (Normalverlust).

Das zu untersuchende Wasser wird, sofern es nicht schon kalt ist, durch Abkühlung auf Zimmertemperatur gebracht und in genau abgemessener Menge in die Flasche gegeben. Bei mittelaktivem Wasser nimmt man 1 Liter, bei ganz schwach aktivem 2, bei stark aktivem Wasser $\frac{1}{2}$ beziehungsweise $\frac{1}{4}$ Liter; jedenfalls gehe man für genaue Messungen über einen Potentialabfall von 4000 Volt womöglich nicht hinaus. Nun wird wieder mit Stopfen verschlossen, $\frac{1}{2}$ Min. geschüttelt und genau so verfahren, wie bei Bestimmung des Normalverlustes. Von dem jetzt erhaltenen und auf 1 Stunde und 1 Liter Wasser umgerechneten Potentialabfall wird der Normalverlust in Abzug gebracht, der Restbetrag der im Wasser verbliebenen Emanation unter Zugrundelegung des Absorptionskoeffizienten, für gewöhnliche Temperatur 0,23, dagegen hinzuaddiert.

Wiederholt man nach nur kurzer Zeit die Messung, so findet man eine Zunahme der Leitfähigkeit, was durch die aus der Emanation gebildete „induzierte Aktivität“, welche stärker zerstreudend wirkt, veranlaßt ist. — Die Korrektur der durch induzierte Aktivität hervorgerufenen Aktivitätszunahme wird in folgender Weise durchgeführt. Man leere nach beendigter Ablesung die Kanne, entferne sämtliche Luft durch Vollgießen der Kanne mit inaktivem Brunnen- oder Flußwasser, lasse das letztere wieder ablaufen und bestimme eine Viertelstunde nach der letzten Ablesung mit dem Versuchswasser neuerdings den Potentialabfall. Da die induzierte Aktivität des Radiums in $\frac{1}{4}$ Stunde auf 90 % des Anfangswertes sinkt, so hat man den gefundenen Aktivitätswert mit $\frac{10}{9} = 1,1$ zu multiplizieren, um denjenigen Wert zu erhalten, den man für die induzierte Aktivität abzuziehen hat.

Nach dem Vorschlage H. Maches rechnet man den gefundenen Potentialabfall auf elektrostatische Einheiten (E. S. E = i)

um, multipliziert diese aber, um keine zu kleinen Zahlen zu erhalten, mit 1000 (Mache-Einheit = $i \times 10^3$).

Auch die Natur der Strahlung läßt sich mittels des beschriebenen Apparates ziemlich genau bestimmen. Man hat nur die Geschwindigkeit der Abklingung der induzierten Aktivität durch eine Reihe aufeinanderfolgender Beobachtungen festzustellen, um sie in einer Kurve graphisch darzustellen.

Genauer wird aber diese Feststellung, wenn man aus einer größeren Menge des Versuchswassers die Emanation mittels Luft auf dem Zirkulationswege in ein Blechgefäß von etwa

200 Liter hineintreibt, einen Bleidraht von ca. $\frac{1}{2}$ m Länge einsenkt, auf -2000 Volt oder mehr lädt und nun für die auf dem Drahte niedergeschlagene induzierte Aktivität die Abklingungskurve bestimmt. Nach dieser Methode wurde für das Wasser der Büttquelle in Baden-Baden die nebenstehende Kurve (Fig. 2) ermittelt und dadurch die Natur des in dem Wasser

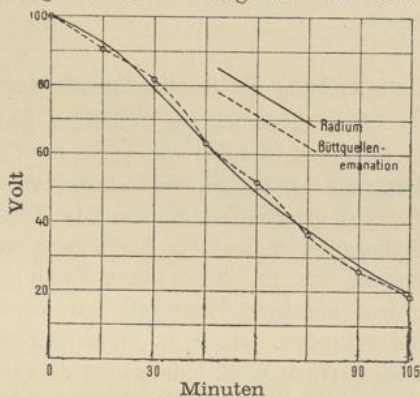


Fig. 2.

gelösten radioaktiven Stoffes als diejenige der Radiumemanation bestimmt.

Wenn festgestellt werden soll, ob in einem Wasser neben Emanation auch noch Radium als solches in irgend einer Salzform gelöst ist, so wird dasselbe gründlich ausgekocht, wieder abgekühlt und in dem Apparat in gewöhnlicher Weise geprüft. Zeigt es jetzt oder nach einiger Zeit noch Aktivität, so rührt sie von gelöstem Radiumsalz her. In vielen Fällen lassen sich in aktivem Wasser ganz geringe Mengen davon nachweisen.

Bestimmung der Radioaktivität fester Stoffe. Dieselbe kann mittels des von Elster und Geitel angegebenen Apparates erfolgen, doch läßt sich dazu auch mit Vorteil das etwas

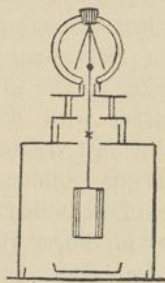


Fig. 3.

abgeänderte, oben beschriebene „Fontaktoskop“ verwenden. Statt des fest mit der Kanne verbundenen Bodens zeigt die nebenstehende Figur 3 eine Messingplatte mit aufgesetztem Rand, über welchen ein weiter Blechzylinder gestülpt wird. Der obere Teil des Apparates hat dieselbe Einrichtung wie die Flasche für die Messung der Aktivität des Wassers. Die zu untersuchende feste Substanz wird auf einem Teller oder einer Schale ausgebreitet (Normalmenge 125 Gramm) und nun der Potentialabfall in gewöhnlicher Weise mittels des Elektroskopes beobachtet. Nach dieser Methode wurde eine Reihe von Quellsedimenten auf Radioaktivität geprüft.

Untersuchung der Quellsedimente der Thermen von Baden-Baden.

Der Schlamm der Thermen hat, wie wir wissen, schon in alter Zeit, ähnlich wie heute der Fango der Thermalquellen von Battaglia bei Padua, vielfach zu Heilzwecken gedient. In neuerer Zeit hat die Entdeckung von Elster und Geitel¹, daß in solchen Sedimenten radioaktive Stoffe sehr oft in weit größerer Konzentration wie in den meisten Erden und Mineralien vorkommen, erneut die Aufmerksamkeit auf diese Materialien gelenkt, deren beste Proben, wie z. B. diejenigen einiger Quellen von Baden-Baden, einen etwa hundertmal so großen Gehalt an radioaktiver Substanz zeigen, wie der Fango.

Der Schlamm setzt sich teils schon in den Quellenbecken selbst, vornehmlich aber in den Leitungen ab, die das Wasser der Quellen zu den Bädern führen. Merkwürdigerweise sind sowohl die von den verschiedenen Quellen desselben Thermalgebietes abgesetzten Sedimente als auch die von ein und derselben Quelle an verschiedenen Stellen der Leitung niederfallenden Schlamme von sehr verschiedener Beschaffenheit. Je weiter man sich vom Quellenaustritt entfernt, um so kalkreicher wird der Schlamm; in den letzten Sammelbehältern fällt fast reines Calciumkarbonat aus. Man kann annehmen, daß die Bildung des Schlammes von zwei Faktoren abhängt, dem Zutritt des Sauerstoffs der Luft einerseits und dem Verluste der in Form von Bikarbonaten halb gebundenen Kohlensäure andererseits. Dies erklärt die z. B. bei der Ursprung- und Kloster-

¹ J. Elster und H. Geitel, Phys. Zeitschr. V p. 321, 1904.