

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Chimie  
= Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Chemie

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 2 (1903-1907)

**Heft:** 4: Über die Radioaktivität einiger schweizerischer Mineralquellen

**Artikel:** Über die Radioaktivität einiger schweizerischer Mineralquellen

**Autor:** Sury, Joseph von

**Kapitel:** Methode der Untersuchung

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306712>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Methode der Untersuchung.

Die ersten Untersuchungen wurden ähnlich denen von J. J. Thomson und F. Himstedt mit kochendem Wasser ausgeführt, später aber in der Weise, dass ich Luft durch ein abgemessenes Quantum Wassers durchquirlen liess.

Die Leitfähigkeit der durch das Wasser gegangenen Luft wurde nach dem Verfahren bestimmt, welches J. Elster und H. Geitel zuerst für Bodenluft eingeführt haben.

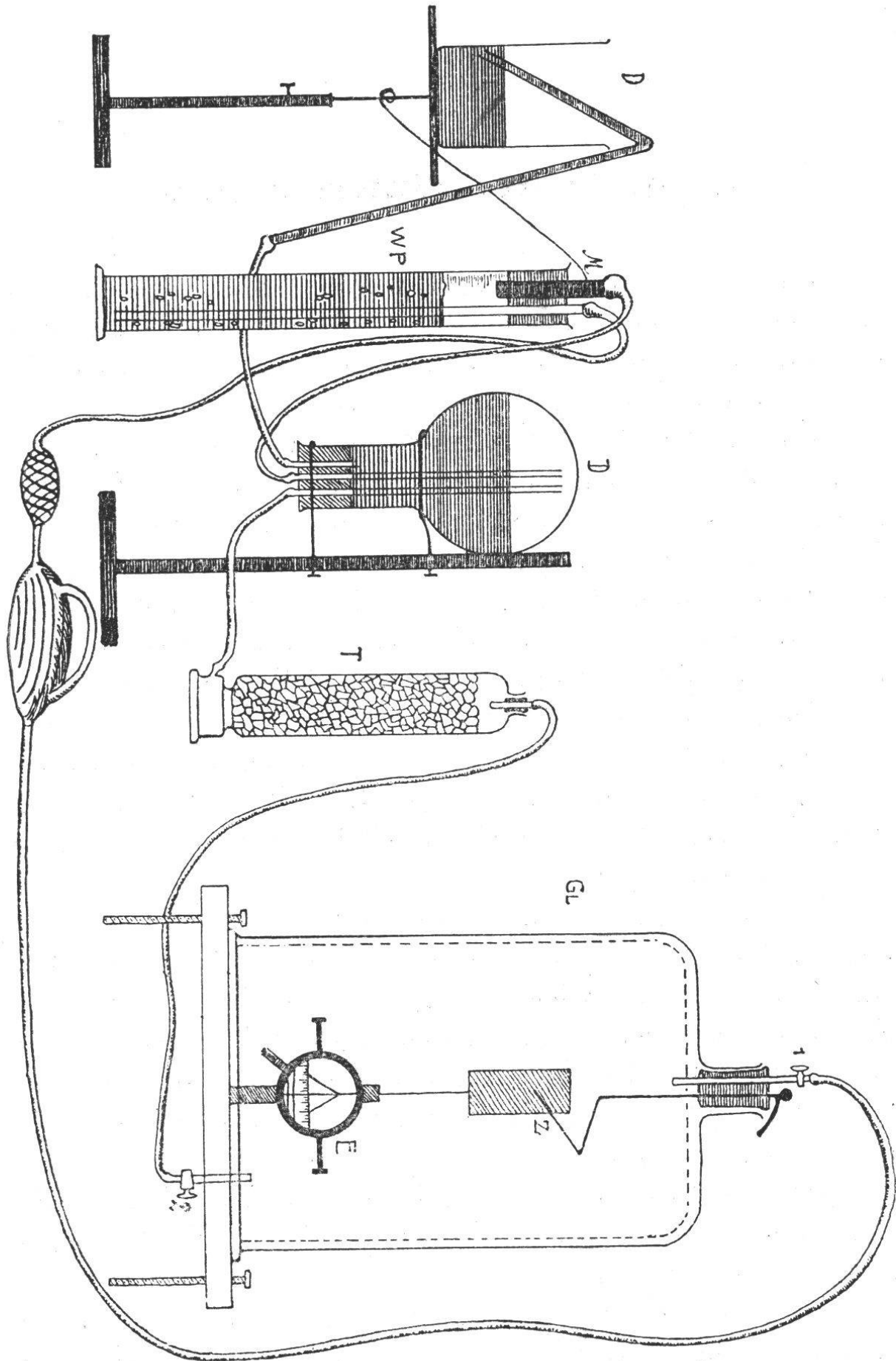
Wegen der Schwierigkeit die erste Methode am Ursprung der Quelle und nicht nur im Laboratorium anzuwenden, und auch wegen der geprüften Gleichwertigkeit des Durchlüftungsverfahrens wurde endgültig nur noch letzteres benutzt.

Die Modifikationen, welche an der ursprünglichen Anordnung von Elster und Geitel vorgenommen wurden, decken sich grösstenteils mit denen von H. Mache und St. Meyer in ihrer Arbeit über die Radioaktivität der böhmischen Bäder angegebenen (70).

Im Freiburger Laboratorium wurde eine Glasglocke von 38,5 l., bei den Versuchen in Baden eine solche von 12 l. Inhalt verwendet. Beide Glocken waren innen ganz mit Zinnfolie ausgekleidet und hatten nur zwei gegenüber liegende freie Fenster zur Ablesung des von Günther und Tegetmeier, Braunschweig bezogenen, Exner-Elster-Geitel'schen Elektroskopes.

Das Elektroskop besass gute Bernsteinisolation, sowie Spiegelablesung und trug einen zylindrischen Zerstreuungskörper von  $10 \times 5$  cm.

Mit dem breiten, unten abgeschliffenen Rande stand die Glocke auf einem massiven Eisenteller, der durch drei Fusschrauben nivelliert werden konnte und ein Zuleitungsrohr enthielt. Oben war durch einen genau schliessenden Kaut-



schukstopfen ein zweites Zuleitungsrohr und ein völlig isoliertes Metallstäbchen eingelassen. Dieses durchsetzte zugleich einen Zylinder aus verzinktem Eisendrahtgeflecht, von wenig kleinerem Durchmesser als die innere Wandung der Glasglocke. Durch geeignetes Drehen des Metallstäbchens konnte dieses sowohl mit dem Zerstreuungskörper und damit mit dem Elektroskop, als auch mit dem Drahtnetz, also mit der Erde verbunden werden. Geladen wurde mittelst einer Zamboni'schen Trockensäule auf ungefähr 240 Volt. Die Aichung des Elektroskopes wurde im Laufe der Arbeit mittelst einer Akkumulatorenbatterie wiederholt kontrolliert.

Die Ausführung einer Aktivitätsbestimmung geschah nun in folgender Weise :

Durch ein Kautschukgebläse, welches mit dem Fuss angetrieben wurde und etwas über 4 Liter pro Minute förderte, konnte Luft aus der Glasglocke in den Messzylinder getrieben werden, in welchem das zu untersuchende Wasser sich befand. Der Luftblasenstrom war dabei ein kontinuierlicher und feinverteilter. Die verwendete Wassermenge betrug gewöhnlich 333 oder 666 ccm. Die Form einer Flüssigkeitsäule wurde dabei vorgezogen, weil so eine sehr innige Mischung von Luft und Wasser möglich war. Die emanationshaltige Luft passierte nun ein 25 cm. langes Messingrohr M, welches mit Feilspähnen gefüllt und zur Erde abgeleitet war. Elektrische Ladungen, welche sich durch das Emporquirlen selbst bilden konnten, wurden so wieder dem Gasgemenge entzogen. Dass sich wirklich solche Ladungen zu bilden vermochten, zeigte ein Versuch mit Freiburger Leitungswasser. Als durch dieses aus der Wasserluftpumpe kommende Luft 3 Stunden lang durchstrich, stieg die Zerstreuung auf 32 Volt-Stunde, während mit Kautschukgebläse und eingeschaltetem Messingrohr sich für ein gleiches Wasserquantum 9.1 Volt-Stunde ergeben hatte.

Aus dem Messingrohr gelangte das Gas in einen umgekehrten Rundkolben nach Mache oder in ein System von U-Röhren zur Beseitigung des Ueberdruckes, welcher sich durch Austreiben des im Wasser gelöst gewesenen Gases

bilden musste. Endlich strich die Luft + Emanation durch einen Chlorcalcium-Turm und trat durch den unteren Gas-hahn wieder in den Messraum ein.

Nach mindestens  $\frac{1}{2}$ -, meistens  $\frac{3}{4}$ - stündigem Durch-pumpen, konnte eine gleichmässige Verteilung der Emanation im System angenommen werden. Ich fand dann ein Ansteigen der Zerstreuungsgeschwindigkeit bis zum Maximum, welches nach 2  $\frac{1}{2}$  bis 3 Stunden eintrat. Diese Beobachtung stimmt mit der von Schenk angegebenen überein (82 pag. 32).

Die Dauer einer Messung am Elektroskop betrug regelmässig 15 Minuten, wenn nicht eine höhere Aktivität ein rascheres Ablesen verlangte.

Vor Beginn jeder Untersuchung, wurde erst die normale Zerstreuung in dem mit Zimmerluft gefüllten Apparate gemessen. Diese wurde dann bei den quantitativen Angaben in Abzug gebracht.

Mit dem Eintreten der emanationshaltigen Luft in den Messraum beginnt aber auch schon die induzierte Aktivität sich auf dessen Metallwänden abzusetzen; es mussten darum die Zerstreuungswerte um diesen Induktionsbetrag vermindert werden. Am einfachsten und mit geringem Fehler konnte die Induktion bestimmt werden, indem nach erreichtem Maximum die Glasglocke rasch abgehoben, tüchtig ausgeblasen und wieder aufgesetzt wurde.

Nach wenigstens zwei Beobachtungen von je  $\frac{1}{4}$  Stunde Dauer, liess sich dann der Wert für den Moment des Abhebens aus der beobachteten Kurve ermitteln. Dieser Wert war es, mit welchem die beobachtete Zerstreuung in zweiter Linie korrigiert werden musste. Unter « Zeitpunkt O » wird im Folgenden bezüglich der induzierten Aktivität, der Moment des Abhebens der Messglocke verstanden.

Da sich die induzierte Aktivität in dieser höchst einfachen Weise, genügend genau messen liess, wurde von der früher gebräuchlichen Methode, auf hohes negatives Potential (— 2000 Volt) geladene Metalldrähte Stunden lang der Emanation zu exponieren, kein Gebrauch gemacht.

Bei Proben, deren Aktivität eine so beträchtliche war, dass die « Halbierungskonstante » der Emanation bestimmt werden konnte, wurde die Kurve für die Induktion erst dann ermittelt, wenn die Emanation selbst schon auf einen Teilbetrag gesunken war.

War die induzierte Aktivität so weit abgeklungen, dass sich wieder der normale Zerstreuungswert für Zimmerluft ergab, und wurden nunmehr die inzwischen verschlossen gehaltenen Hähne 1 und 2 geöffnet und neuerdings das ganze System mit dem Gebläse durchgepumpt, so zeigte sich eine abermalige schwache Zunahme der Zerstreuungswerte, und zwar auch bei solchen Proben, die kein radioaktives Salz, sondern nur gelöste Emanation enthielten. Es handelte sich hier um jenen Betrag der Emanation, welcher durch den Chlorcalcium-Turm, die Schlauchteile und endlich das Wasser selbst noch zurückgehalten worden war. Je grösser wir aber den Messraum wählen, um so geringer wird verhältnismässig dieser Verlust sein; im Laboratorium kamen Messglocken bis zu 38,5 Liter in Gebrauch.

Alsdann reduzierte sich der Emanationsverlust im übrigen System auf zirka 5 %, während bei kleineren Glocken bis zu 10 % des gefundenen Zerstreuungswertes addiert werden mussten.

Für Leitungswasser findet v. Trautenberg den Absorptionskoeffizienten der Emanation zu 0,33.

Als *Beispiel* einer Bestimmung führe ich an, die Untersuchung des Wassers der eisenhaltigen Quelle St. Placidus bei Disentis (Graubünden). Einzelheiten über diese Quelle, siehe unter « Disentis » pag. 228.

Die Untersuchung wurde am 27. VI. 05, im Laboratorium vorgenommen, 45 Stunden nach dem Abfüllen der Probe an der Quelle.

Angewandte Menge 666 ccm. Spannungsabfall am Elektroskop, wenn die Glocke mit Zimmerluft erfüllt war, während einer

|                 |          |
|-----------------|----------|
| viertel Stunde  | 13 Volt  |
| also pro Stunde | 52 Volt. |

Dieser Wert berechnet sich aus folgenden Ablesungen am Elektroskop :

|          |                              |       |              |
|----------|------------------------------|-------|--------------|
| 10 h 32' | Ausschlag der Blättchen      | 21.2  | Skalenteile. |
| 10 h 47' | »                            | 18.8  | »            |
|          | 21.2 Skalenteile entsprechen | 195.2 | Volt.        |
|          | 18.8                         | 182.2 | »            |
|          | Differenz                    | 13.0  | Volt.        |

Nachdem der Luftstrom 15 Minuten lang durch die Wasserprobe hindurchgegangen war, fand ich 155 Volt Zerstreuung pro Viertelstunde. Dann stieg bei ferneren Ablesungen dieser Wert allmählich an, bis nach  $3 \frac{1}{4}$  Stunden das Maximum eintrat, und zwar mit  $258 \frac{\text{Volt}}{15 \text{ Minuten.}}$

Für die induzierte Aktivität ergab sich die Abklingungskurve vom Zeitpunkt des Abhebens der Glocke an gerechnet :

| Zeit<br>in Minuten. | J in<br>Volt / 15 Minuten. |
|---------------------|----------------------------|
| 5                   | 95                         |
| 10                  | 87.5                       |
| 15                  | 82                         |
| 30                  | 75                         |

Aus diesen Werten liess sich für den « Zeitpunkt O » berechnen,

$$J_0 = 112.5 \text{ Voltverlust.}$$

Dieser Wert, in dem auch der Spannungsabfall für Zimmerluft inbegriffen ist, muss von dem obigen subtrahiert werden, also

$$258 \text{ Volt} - 112.5 \text{ Volt} = 145.5 \text{ Volt}$$

Nachdem der Apparat 3 Stunden unbenützt gestanden, zeigte er wieder normale Zimmerluftzerstreuung von 13 Volt pro 15 Minuten.

Jetzt wurde nach Öffnen der unterdessen verschlossen gehaltenen Zuleitungshähne (1,2) nochmals kurz durchgepumpt; dadurch stieg die Zerstreuung auf 19.8 Volt pro  $\frac{1}{4}$  Stunde.

Diese Erhöhung stammt von jener Emanation, welche sich bei der Hauptmessung der Beobachtung entzogen und jetzt in dem ganzen System gleichmässig verteilt wurde. Wir finden  $19.8 \text{ Volt} - 13 \text{ Volt} = 6.8 \text{ Volt.}$

Um endlich noch den Absorptionskoeffizienten des neuerdings durchlüfteten Wassers und die Thatsache zu berücksichtigen, dass auch bei dieser zweiten Bestimmung im Messraume, sich ein kleiner Bruchteil der Emanation unserer Beobachtung entzieht, addieren wir zu dem Wert

$$\begin{array}{rcl} \frac{6.8 \text{ Volt}}{15 \text{ Minuten}} & \text{noch} & \frac{0.2 \text{ Volt}}{15 \text{ Minuten}} \\ \text{Bedeute der Ausdruck} & & \\ & \frac{7 \text{ Volt}}{15 \text{ Minuten}}. & \end{array}$$

die « Restemanation », so finden wir schliesslich :

$$145.5 \text{ Volt} + 7 \text{ Volt} = 152.5 \text{ Volt}$$

als durch die Emanation bewirkten Verlust in unserem Apparat in 15 Minuten.

Alle diese Zahlen beziehen sich aber auf die angewandte Menge von 0,666 Lit. Um unter sich übereinstimmende Werte zu erhalten, rechnen wir auf 1 Liter um :

1 Liter Wasser der St. Placidus-Quelle (Disentis) bewirkt in unserem Apparate in 15 Minuten einen Zerstreuungsverlust von 228.7 Volt.

Nach dem Vorschlage von H. Mache sind die folgenden direkten Beobachtungen umgerechnet in den Stromzuwachs, welchen die in einem Liter Wasser oder Gas enthaltene Emanation pro  $\frac{1}{4}$  Stunde liefert und sind ausgedrückt in  $\frac{1}{1000}$  Elektrostatischen Einheiten.

Damit hat man ein vergleichbares Maass der Emanation mit gleichgehaltenen Angaben anderer Beobachter.

Für die Umrechnung des Spannungsverlustes in Stromstärken ist es aber nötig, die Kapazität des jeweilig angewandten Apparates zu kennen. Sie wurde von Prof. Gockel mit einem Harms'schen Kondensator bestimmt und lag bei den verschiedenen Kombinationen der Messräume zwischen 8.8 und 9.1 cm. In unserem speziellen Falle, bezieht sich die Bestimmung auf letzteren Wert, sodass wir erhalten:

Ein Voltabfall von 228.7 in 15 Minuten entspricht einer Stromstärke  $i$  von

$$\frac{238,7 \times 9,1^1}{300 \times 15 \times 60} = 0,0077 \text{ E.S.E. oder } i \times 10^3 = 7,70 \text{ E.S.E.}$$