

in der Zelle größere Büschel aus feineren, gefiederten Nadeln. Kaliumbichromat (sehr verdünnt), Kaliumferrocyanid (gesättigt) und Kaliumferricyanid mit und ohne Essigsäure können wohl teils in der Eprouvette, teils auf dem Objektträger zur Trennung der beiden Alkaloide verwendet werden, im Schlitze liefert jedoch nur Kaliumbichromat Krystalle, die zwar nicht zur Trennung von Strychnin und Brucin dienen können, doch wahrscheinlich größtenteils vom Strychnin herrühren. Mit wässriger Pikrinsäure erhält man kleine Krystalle, die an den Zellwänden liegen, und Büschel im Inneren der Zellen.

Die Frage, ob die Alkaloide auch im Öl vorkommen, konnte noch nicht endgültig entschieden werden, da die im petrolätherischen Extrakt vorhandenen Spuren von Strychnin und Brucin auch aus dem Plasma in Lösung gegangen sein können, denn, wie entsprechende Lösungsversuche mit den reinen Salzen zeigten, sind sie in Petroläther in Spuren löslich. Die Untersuchungen von Schroeder (1905) sind nicht einwandfrei, da die Salze in Äther noch mehr löslich sind. Die Versuche, die zu einer Klärung führen sollen, werden derzeit mit Chlorkohlenstoff fortgesetzt.

Die Angabe von Tunmann (1910), daß im Embryo nur Brucin nachweisbar sei, konnte für das vom Verfasser benutzte Saatgut nicht bestätigt werden, da der schwefelsaure Extrakt von 50 isolierten Embryonen mit konzentrierter Schwefelsäure und Kaliumbichromat oder Kaliumpermanganat die entsprechenden Farbenreaktionen auf Strychnin gab. Auch mikrochemisch konnte Strychnin im Embryo nachgewiesen werden.

---

Prof. Dr. H. Mache überreicht eine Abhandlung: »Über die Radioaktivität der Gesteine und Quellen des Tauerntunnels und über die Gasteiner Therme«, von Heinrich Mache (physikalischer Teil) und Max Bamberger (chemischer Teil).

Es wird zunächst nach einigen allgemeinen Bemerkungen über die quantitative Messung von Radiumemanation durch eingehende Prüfungen gezeigt, daß die Messung des Radium- und Thoriumgehaltes von Gesteinen nach der Lösungsmethode verläßliche und genaue Werte liefert. Störungen, wie sie durch das

Ausfallen des Radiums als Sulfat oder durch Okklusion der sich entwickelnden Emanation an kolloidalen Suspensionen eintreten könnten, sind, wenigstens für nicht allzu lange Anreicherungszeit, nicht vorhanden. Die Entfernung der entwickelten Emanation durch Auskochen, wie sie hauptsächlich durch englische Forscher empfohlen wird, bietet gegenüber der Methode, sie durch kräftiges Ausschütteln mit Luft zu entfernen, nicht nur keinen Vorteil, sondern kann zu Fehlern Veranlassung geben, wofern nicht berücksichtigt wird, daß die Lösungen auch beim Siedepunkt noch ein beträchtliches Lösungsvermögen für Emanation besitzen.

Die Anwendung von Radiumnormallösungen zur Eichung der Apparate verlangt Kontrolle oder Herstellung der Lösung unmittelbar vor dem Gebrauch. Auch ohne den Besitz solcher Lösungen lassen sich absolute Messungen des Radiumgehaltes ausführen, wofern man Ionisationskammern anwendet, für die das Stromäquivalent des »Curie« berechenbar ist (Rutherford'sches Gefäß, Plattenkondensator). Sind zurzeit diese Umrechnungsfaktoren auch noch nicht mit großer Genauigkeit bekannt, so werden sie sich doch später mit aller Schärfe berechnen lassen.

Das Aufschließen des Gesteins erfolgte in der üblichen Weise. Verjagen der Kieselsäure durch Flußsäure, wo dann nur eine Lösung erhalten wird, ist ohne Einfluß auf das Resultat. Bemerkenswert ist, daß man bisweilen durch einfaches Ausziehen des feingepulverten Gesteins mit heißer Salzsäure das ganze Radium und Thorium aus dem Gestein in Lösung bringen kann.

Das Gestein, durch das der 8·5 *km* lange Tunnel führt, ist in den ersten 2 *km* heller, stark geschieferert, quarzreicher Granitgneiß, von da ab ist er kompakter, durch große Feldspat-Augen porphyrartig, quarzärmer und reicher an Biotit. Nur die letzten 500 *m* führen durch Glimmerschiefer. Es wurden 27 Gesteinsproben auf Ra- und Th-Gehalt untersucht, was bei der großen Homogenität des Gesteins genügt. Das Mittel für den Radiumgehalt des untersuchten Granitgneißes beträgt  $4 \cdot 0 \cdot 10^{-12}$  g, für den Thoriumgehalt  $3 \cdot 0 \cdot 10^{-5}$  g pro Gramm. Joly erhält im Gotthardtunnel für das gleichfalls aus Granitgneiß gebildete Finster-

aarhornmassiv  $6 \cdot 7 \cdot 10^{-12}$  und  $2 \cdot 2 \cdot 10^{-5}$ . Auffallend ist gegenüber Joly's Ergebnissen die hier weit größere Konstanz im Verhältnis des Radium- und Thoriumgehaltes des Gesteins. Glimmerreiche Einlagerungen im ersten Teil des Tunnels zeigen einen höheren Gehalt an Radium und Thorium, doch besteht im allgemeinen durchaus keine Proportionalität zwischen Glimmergehalt und Gehalt an aktiven Substanzen. Die höchsten Werte wurden im letzten Teil des Tunnels in der Nähe der Kontaktzone mit den Schiefen erhalten.

Mechanische Fraktionierung des Gesteins durch Zentrifugieren mit Bromoform, weiters mit Methylenjodid und Trennung der erhaltenen Produkte mittels Elektromagnet ermöglichte eine Anreicherung des Radiumgehaltes in den schwersten Fraktionen, die 0·6% des Ausgangsmaterials ausmachten, auf das mehr als Hundertfache des Gesteins. Diese Fraktionen enthielten außer Granat Rutil, Orthit und Titanit. Es sind hiernach hier die aktiven Substanzen hauptsächlich in den Titanmineralen und im Orthit zu suchen. Ein in gleicher Weise behandelter Granit aus Tannbach in Oberösterreich ergab in der, den größten Teil des Radiums enthaltenden, schwersten unmagnetischen Fraktion ein Produkt, das zu etwa 80% aus Zirkonkryställchen bestand. Nur der Rest war Titanit (Leukoxen). Auch anderweitig wurde schon der hohe Gehalt von Zirkon an aktiver Substanz hervorgehoben. Die chemischen Analysen des Tauerngranits lassen aber Zirkon oft nicht einmal in Spuren nachweisen. Es wäre also möglich, daß gewisse Eigenschaften des Tauerngranits in bezug auf Emanationsentwicklung und Bildung von aktiven Quellsedimenten mit dem hier beobachteten Vorkommen der aktiven Substanzen außerhalb der Zirkone zusammenhängt. Doch ist der Gehalt an Zirkon oder Titan für den Radium- und Thoriumgehalt wenigstens von Graniten verschiedener Provenienz keineswegs quantitativ bestimmend. Granit von Raspenau bei Friedland in Böhmen hat bei sechsfachem Radiumgehalt nur den vierten Teil des Gehalts an  $ZrO_2 + TiO_2$ , welchen der Granit von Tannbach in Oberösterreich aufweist. Hierdurch erscheint der Radium- und Thoriumgehalt der Zirkon- und Titanminerale selbst wieder als ein rein akzessorischer, gebunden an Verunreinigungen oder an

das Auftreten von noch kleineren Aggregaten, die in ihnen eingesprenkt sind.

Die Quellen im Tauerntunnel, mehr als 300 an Zahl, von denen 109 gemessen wurden, haben einen relativ hohen Gehalt an Radium-Emanation (bis zu  $58 \cdot 10^{-3}$  st. E. oder  $240 \cdot 10^{-10}$  »Curie« pro Liter). Er ist im Mittel um so höher, je ergiebiger, je kühler und je ärmer an Salzen die Quelle ist. Diese scharf ausgesprochene Gesetzmäßigkeit beweist, daß die Tunnelquellen der Hauptsache nach ihren Emanationsgehalt nicht in den Quellgängen aufnehmen, daß vielmehr die Emanation dem Wasser schon oben auf der Gebirgsoberfläche aus dem verwitterten Gestein, durch und über das es strömt, zugeführt wird. Je rascher es von dort in den Tunnel kommt, je wasserreicher also die Quellader ist und je größer die Temperaturdifferenz gegen das benachbarte Gestein bleibt, desto weniger geht von der Emanation durch Zerfall und durch Kontakt mit der in den Klüften enthaltenen Luft verloren. Damit steht im Einklang, daß leicht verwitterter Tauerngneis an Luft oder Wasser pro Flächeneinheit 400 bis 500mal soviel Emanation abgibt wie das gesunde Gestein. Es wäre möglich, daß die reiche Emanationsquelle, welche nach diesem Befunde die Steinfelder der Zentralalpen darstellen könnten, in den Ländern, welche den Alpen naheliegen, bisweilen ein Ansteigen des Emanationsgehaltes mit der Höhe zur Folge hat und sich hieraus die mehrfach beobachtete Zunahme der durchdringenden Strahlung mit der Höhe erklärt. Der geringe Emanationsgehalt der Quellen im Simplon-Tunnel ist, wofern ähnliche Verhältnisse vorliegen, nicht nur auf das andere Gestein, sondern auch auf die weit höhere Überlagerung des Tunnels zurückzuführen.

Um den naheliegenden Vergleich zwischen den Tunnelquellen und der 200 m tiefer aus demselben Gestein entspringenden Gasteiner Therme zu ermöglichen, wurde eine der Tunnelquellen analysiert und die über die Gasteiner Quellen bereits vorliegenden Untersuchungen nach einigen Richtungen hin ergänzt. Analysen des in den Quellmündungen der Gasteiner Therme sich absetzenden Schlammes (Reissacherit nach Haidinger) zeigten, daß sein Gehalt an aktiven Substanzen

(Radium, Mesothorium und Thorium) umso größer ist, je mehr Mangan und je weniger Eisen er führt. Da das Mangan hier wahrscheinlich in kolloidaler Form als Manganoxydhydrat auftritt und dieser Körper nach Ebler und Fellner im hohen Grad die Eigenschaft besitzt, Radium und Mesothorium aus wässriger Lösung zu adsorbieren, ist dieses Resultat verständlich. Eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit dieser Auffassung schöpfte man aus den Versuchen, das Sediment aus dem Gestein künstlich in der Autoklave herzustellen. Da das Mangan aus der Gasteiner Therme früher ausfällt als das Eisen, ist es weiters erklärlich, daß die warmen Quelladern an der Mündung aktiveres Sediment absetzen wie die kühleren, da im letzteren Fall die Sedimentbildung schon tiefer im Quellgange einsetzt. Dafür ist aber der große Emanationsgehalt dieser Quellen, der hier wegen der höheren Überlagerung und der Weite des Weges nicht aus dem verwitterten Gestein der Gebirgsoberfläche, sondern hauptsächlich aus diesem Schlammmineral stammt, in den kühleren Quellwässern größer, da sie durch längere Zeit und auf längerem Weg mit dem Schlamm in Berührung stehen. Nach der Methode der Emanationsentwicklung gemessen, kann der Radiumgehalt des Sedimentes bis  $0.45 \cdot 10^{-6}$ , der scheinbare Thoriumgehalt bis  $0.05 \text{ g pro Gramm}$  betragen. Doch ist die reiche Entwicklung von Thorium-Emanation auf die Anwesenheit von Mesothorium zurückzuführen und beträgt der analytisch nachweisbare Gehalt an  $\text{ThO}_2$  nur  $0.14\%$ .

Auch der Gehalt des Thermalwassers an aktiven festen Substanzen, der hier zum erstenmal einwandfrei bestimmt wurde, weist große Unterschiede auf. Er ist groß, wo die Sedimentbildung erst begonnen hat, klein, wo sie schon weiter vorgeschritten ist und das Wasser durch Adsorption an das Sediment einen großen Teil dieses Gehaltes verliert. So ist der Radiumgehalt der emanationsärmeren aber höher temperierten Rudolfsquelle in deren Quellmündung sich das aktivste Sediment findet 20mal, der scheinbare Thoriumgehalt 70mal so groß wie in der emanationsreicheren, aber kühleren Elisabethquelle, in deren Quellmündung sich nur schwach aktives Sediment vorfindet. Er erreicht in der Rudolfsquelle den Betrag von  $142 \cdot 10^{-12} \text{ g Ra}$  und  $29 \cdot 10^{-5} \text{ g Th}$  pro Liter Wasser.

Was die Frage der Provenienz der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Gasteiner Thermalwassers betrifft, so lehrt die Analyse und die Untersuchung des scharf ausgesprochenen Zusammenhanges zwischen Temperatur und Salzgehalt bei den aus demselben Gestein aber um 200 *m* höher entspringenden Tunnelquellen, daß der Salzgehalt der Gasteiner Therme sowohl quantitativ wie seiner chemischen Zusammensetzung nach dem einer aus diesem Gestein entspringenden Quelle von nur etwa 30° C. entspricht. Die gleiche Temperatur berechnet man aus der von Koenigsberger bestimmten geothermischen Tiefenstufe. Die um 20° C. höhere Temperatur der Gasteiner Therme kann nicht durch Einsinken des Wassers in größere Tiefe und Wiederaufsteigen hervorgerufen sein, ebensowenig durch direktes Heraufsteigen oder Heraufdampfen aus der Tiefe, da in allen diesen Fällen der Salzgehalt um vieles größer sein müßte. Es wird darum die Ansicht ausgesprochen, daß dieser Überschuß an Wärme durch Kondensation von Wasserdampf entsteht, der erst unmittelbar vor dem Austritt der Quellen in die wasserführenden Schichten aus dem tief zerklüfteten Gestein des Felsriegels gelangt, an dessen Abhang die Therme entspringt. Die beträchtliche Konstanz ihrer Temperatur bei nicht unbedeutlicher Schwankung ihrer Ergiebigkeit steht mit dieser Auffassung in vollkommener Übereinstimmung. Jedenfalls verdankt aber die Gasteiner Therme, mit Ausnahme eines Teiles des Wärmeinhaltes ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften und vor allem auch ihre Radioaktivität dem Granitmassiv, aus dem sie austritt.

R. Görgey legt folgende Mitteilung vor: »Über die Krystallform des Polyhalit.«

An Polyhalit von Staßfurt wurden Krystallsystem, die auftretenden Formen, das Achsenverhältnis und die Zwillingsgesetze festgelegt. Zur Untersuchung gelangten kleine (zirka 1 *mm*), wasserhelle Krystalle, die in unmittelbarer Nähe von fein-mittelkörnigem, hellgrauem Polyhalit in Steinsalz eingewachsen waren. Um diese Kryställchen herauszupräparieren, wurde in Gipswasser Kaliumsulfat und Magnesiumsulfat bis zur