

Endlich fand ich in der Nähe von St. Martin am Techelsberge auf *Pirus communis* ein starkes und reich blühendes Exemplar von *Lamium maculatum*. Trotz der vorgeschrittenen Zeit (Anfang November) war es recht frisch.

Die Epiphyten, die ich beobachtete, waren meist in der ersten Astteilung der Bäume, selten in der zweiten oder dritten, einmal nur in einem Rindenrisse (bei *Salix*). Diese abnormalen Standplätze der Pflanzen erfordern entschieden einen hohen Grad von Lebenszähigkeit (man nehme nur z. B. *Helianthus* auf *Robinia* an), welche Eigenschaft aber verschiedene Familien wohl zu besitzen scheinen. Für ein solches karges Leben erachte ich besonders *Abies*, *Lamium*, *Leontodon* und *Chelidonium* geeignet.

Die Summe der bisher beobachteten Ueberpflanzen ist auch tatsächlich eine ziemlich bedeutende.

## **Das Radium.**

Museumsvortrag, gehalten von Prof. Hanns Haselbach.

### **I.**

Die in den letzten zehn Jahren auf dem Gebiete der „Strahlen“ gemachten Entdeckungen haben unsere Anschauungen über das Wesen des Stoffes, über den Aufbau der „sogenannten Elemente“ ganz wesentlich geändert. Es scheint, als habe das unsichtbare Zauberlicht der Pechblende in den Tiefen des Joachimstaler Schachtes das Geheimnis seiner Strahlen nur ahnen lassen, um uns das Verworrene, Tastende, völlig Ungeklärte unserer Meinungen über die Materie so recht zum Bewusstsein zu bringen. Die hochkonservativen Grenzpfeiler unseres stofflichen Denkens, die letzten, starren, allmächtigen, chemischen Stoffeinheiten — die Atome — scheinen im mystischen Glanze des seltsamen Radiumlichtes sich aufzulösen in den rasenden Wirbelrätselhafter Urstoffteilchen — das heilige Dogma der Atome ist in Gefahr, seinen Nimbus, seine ehrwürdige Autorität im Gekicher der Kobolde aus den Tiefen des Erzgebirges zu verlieren.

Im Jahre 1895 entdeckte Prof. Röntgen eine neue Strahlungsenergie, X-Strahlen, deren seltsames Durchleuchtungsvermögen heute die ganze zivilisierte Welt kennt.

Die in einer Hittorf'schen Röhre bei grosser Evakuierung von der negativen Stromstelle — der Kathode — ausgehenden unsichtbaren Kathodenstrahlen erzeugen, falls sie innerhalb der Röhre auf einen festen Körper treffen, eine neue, von diesem ausgehende Strahlung, die Röntgen- oder X-Strahlen. (Fig. 1.)

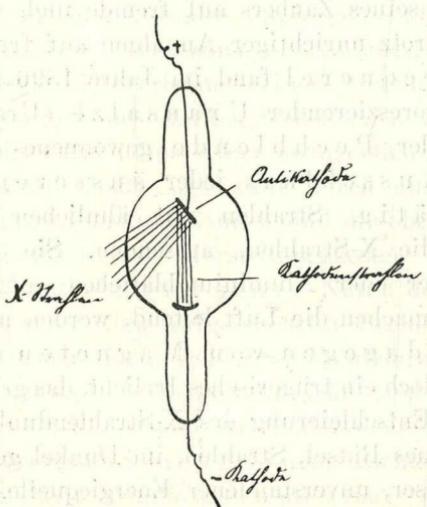


Fig. 1. Hittorf'sche Röhre.

Die von den Kathodenstrahlen getroffene Glaswand der Röhre erglänzt im grünlichen Phosphoreszenzlichte und wird zugleich die Quelle jener seltsamen Strahlen, welche einen mit fluoreszenzfähiger Substanz bestrichenen Schirm (*Platincyanbarium*) im milden Zauberscheine aufleuchten lassen, ein Elektroskop durch Ionisierung der Luft (Luft wird zu einem Leiter) entladen und jenes merkwürdige Durchdringungsvermögen besitzen, das durch tausende, dem Laien so wohlbekannte Lichtbilder durchleuchteter Hände u. s. w. genügend bestätigt erscheint. Eine Ablenkung durch den Magneten konnte man bei den Röntgenstrahlen (im direkten Gegensatz zu den Kathodenstrahlen) nicht beobachten, ebenso keine regelmässige Reflexion, Brechung, Polarisation u. s. w.

Dass das wunderbare Geheimnis der neuen Strahlen bald einen grossen Kreis fleissiger Adepten fand, dürfte wohl kaum überraschen. Die in fahler Phosphoreszenz schimmernde Röhrenwand lenkte einen Teil der Strahlenforscher besonders auf diese Erscheinung; man hoffte, Röntgenstrahlen als stete Begleiter scheinung der Phosphoreszenz zu finden. So führte jenes grüne, flimmernde Nixenaugenlicht im Banne seines Zaubers auf fremde und, wie wir gleich hören werden, trotz unrichtiger Annahme auf fruchtbare Bahn.

Henri Becquerel fand im Jahre 1896 bei der Untersuchung phosphoreszierender Uransalze (Uran ist ein aus der Joachimstaler Pechblende gewonnenes Metall), dass dieselben bei Ausschluss jeder äusseren Einwirkung, also selbstätig, Strahlen mit ähnlichen Wundereigenschaften wie die X-Strahlen, aussenden. Sie wirken durch schwarzes Papier oder Aluminiumblättchen auf die photographische Platte, machen die Luft leitend, werden nicht reflektiert und gebrochen, dagegen vom Magneten abgelenkt.

War also doch ein trügerisches Irrlicht, das grüne Flimmern, denn statt der Entschleierung des X-Strahlendunkels ward dem Forscher ein neues Rätsel, Strahlen, im Dunkel geboren, erzeugt aus schier endloser, unverstandener Energiequelle. So fand Becquerel mehr, als er suchte und weniger: ein noch dunkleres Geheimnis neuer Strahlen — der Becquerelstrahlen — und deren völlige Unabhängigkeit von der Erscheinung der Phosphoreszenz. Frau Składowska Curie entdeckte 1898, fast gleichzeitig mit G. C. Schmidt in Halle, die Eigenschaft, solche Strahlen auszusenden, auch an den Thoriumverbündungen (ein seltenes Metall, welches im Auerstrumpfe enthalten ist) und nannte sie allgemein Radioaktivität („Strahlungsfähigkeit“).

Es lag der Gedanke nahe, dem Wunder der neuen Strahlung in seiner eigentlichen Quelle — dem Uranpecherze — nachzuspüren. Frau S. Curie, welche bei ihrer Doktorarbeit „über die Radioaktivität“ zahlreiche Untersuchungen vornahm, fand nun tatsächlich, dass den Uranerzen eine höhere Aktivität zukam, als dem Uran selbst; sie schloss

daraus, dass in der Pechblende Stoffe von bedeutend stärkerer Wirkung enthalten sein müssten, als sie das Uran uns zeigt. So folgte — durch das Ehepaar Pierre und Sklad. Curie in Paris — die Auffindung des Poloniums (1898), eines dem Wismut ähnlichen Elementes, das sich 400mal aktiver als metallisches Uran erwies. Prof. Markwald hat auf dem fünften internationalen Kongresse für angewandte Chemie in Berlin (Juni 1903) auf einem Blatte Papier eine kleine Menge Polonium vorgelegt, das einem winzigen Schmutzflecke glich. Und doch versagte im Zauberbanne seiner geheimnisvollen Energie die Funkenstrecke eines starken elektrischen Stromes, während ein Zinkblendeschirm unter seiner zwingenden Macht im milden Glanze erstrahlte. Nach Markwald wären aus 4 t Pechblende bloss 10 mg Polonium zu gewinnen und die oben erwähnte kleine Menge repräsentiere an Herstellungskosten 300 Mark. Der Forscher betonte die elementare Natur des Poloniums.

Die aus ihrer Ruhe aufgescheuchte Pechblende musste dem Forscherauge noch mehr von ihren Wundern enthüllen; die Curies entdeckten durch weitere Untersuchungen den radioaktivsten aller bisher bekannten Stoffe, das Radium, ein in die Gruppe des Barium gehörendes Element, dessen Atomgewicht Frau Curie zu 225 bestimmte ( $Ba = 137\cdot 5$ ). Im Jahre 1900 fand Debierne als dritten Stoff, das Aktinium.

Das Radium findet sich in der Pechblende in so geringen Mengen, dass 1 t Blende etwa 1 bis 2 dg Bromradium liefert, dessen Preis sich daher heute noch sehr hoch stellt (nach Hammer kosten 0'03 g chemisch reines Ra  $Cl_2$  etwa 20.000 Dollar). Es ist eine für die später dargelegten theoretischen Erwägungen bedeutsame Tatsache, dass Radium und Barium nur im Uranerz zusammen auftreten, nie jedoch in anderen Bariumerzen.

Die Ausbringung des Radiums aus der Pechblende ist eine äusserst mühsame Arbeit und erfordert eine Unzahl von chemischen Operationen. Die mit Soda gerösteten und mit Schwefelsäure behandelten Erze geben ausgelauft eine Lösung, aus der man das Uran gewinnt, während der Rückstand die aktiven Stoffe enthält, von welchen man aus dem salzauren Auszuge zuerst das

Polonium und Aktinium, aus dem unlöslichen Teile dagegen nach zahlreichen Zwischenoperationen und schliesslicher fraktionierter Krystallisation des noch vorhandenen Ba-Ra-Bromidgeimisches (Ra Br<sub>2</sub> ist schwerer löslich) das Radiumbromid abscheidet, dessen Strahlfähigkeit millionmal so gross wie die des metallischen Uran ist. Dabei erwuchs der chemischen Analyse in der Fähigkeit radioaktiver Körper, die Luft zu ionisieren und der dadurch erzielten Wirkung auf ein gut isoliertes Elektrometer ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Beurteilung aktiver Stoffe, dessen Empfindlichkeit die unserer Wagen, Mikroskope und selbst Spektroskope bedeutend übertrifft. So kann man in Bariumsalzen spektroskopisch noch  $\frac{1}{10.000}$  mg Radium, radioaktiv dagegen noch  $\frac{1}{100.000.000}$  mg erkennen.

Die Radiumsalze zeigen in erhöhtem Masse alle Erscheinungen, die wir an radioaktiven Stoffen kennen lernten. Ein Bariumplatinelyanschirm leuchtet in ihrem Bannkreise in grünem Lichte, Diamantkrystalle erstrahlen darin in blaugrünem Schimmer. Dabei strahlen Bariumsalze selbsttätig und ununterbrochen Licht aus; Prof. Dr. E l s t e r zeigte in der physiologischen Gesellschaft in Berlin ein Präparat, welches schon bei Tag in der hohen Hand mildes blaues Licht ergoss und im Dunkeln im zauberhaften Glanze leuchtete. Auch scheint dieser geheimnisvolle Quell gleichzeitig ein „e w i g e s“ Licht zu spenden, denn sowohl hohe wie niedere Temperaturen bewirkten höchstens eine vorübergehende Intensitätsänderung. Und nicht nur eine wundertätige L i c h t q u e l l e, auch ein selbttätiger Wärmeerzeuger ist das seltsame Element. P. C u r i e und A. L a b o r d e fanden, dass R a d i u m c h l o r i d d a u e r n d Wärme abgibt, und zwar pro 1 g Radium und pro Stunde 100 Grammkalorien. Sie bewiesen diese anhaltende Wärmeentwicklung mittels eines Thermoelementes, dessen eine Lötstelle mit aktivem, dessen zweite mit gewöhnlichem Chlorbarium umgeben war. C u r i e zeigte, dass das Radiumbromid um 2-7° wärmer ist als die umgebende Luft. Man kann diese Erscheinung auch experimentell dadurch nachweisen, dass man in einer Flasche 0-7 g RaBr<sub>2</sub>, in eine andere gleiche eine andere nicht aktive Substanz bringt und beide Flaschen völlig vor Wärmeverlusten

schützt: Das Thermometer in der ersten zeigt dann ungefähr  $3^{\circ}$  mehr an als das in der zweiten (nach Curie). Genaue Messungen der vom Radium abgegebenen Wärmemenge gestattet die dadurch verursachte Verdampfung eines flüssigen Gases. Die Wärmeabgabe scheint innerhalb eines weiten Spielraumes un-

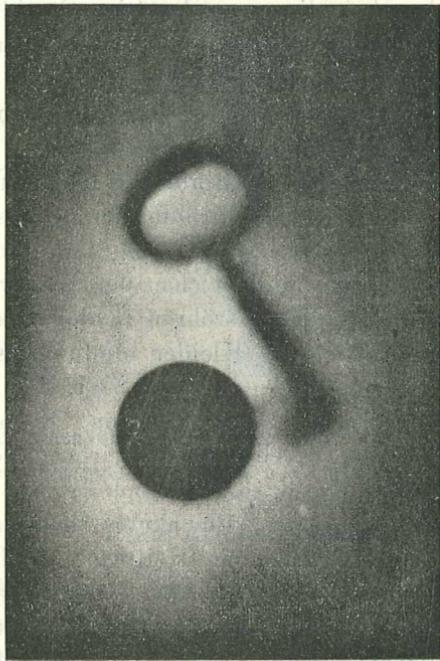


Fig. 2. Radiographie.

(Mittels Pechblende, 48 h Exposition — Kopie der Originalplatte.)

verändert zu bleiben und muss heute als zweifellos sichehe Tatsache gelten; sie allein schon deutet auf eine ganz erstaunliche Gesamtproduktion an Energie, für welche bisher noch kein Ersatz entdeckt wurde. Nach Ruth erförd soll die von 1 g Radiumsalz (Aktivität = 100.000, Uranoxyd = 1) ausgestrahlte Energie in einem Jahre gleich 3000 Kalorien sein.

Das populärste aller Radiumwunder ist wohl seine Wirkung auf photographische Platten (Fig. 2). Da die Bequerelstrahlen

jedoch Knochen wie Fleisch gleich leicht durchdringen, lassen sich schärfere R a d i o g r a p h i e n wohl nur bei schwächerer Strahlungsquelle in grösserer Entfernung (natürlich bei längerer Exposition) herstellen; einen praktischen Ersatz der oft komplizierten und kostspieligen Röntgenröhren bietet uns das Radium — abgesehen von seinem Preise — heute also noch nicht.

Es lag nahe, dass diese wundertätige Strahlenquelle auch c h e m i s c h e Wirkungen ausübe; die Umwandlung von gelbem in roten Phosphor, von Luftsauerstoff in Ozon, die Färbung von Glas und Porzellan, die Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Radiumbromidlösungen gehören hieher.

Ganz seltsam wie eigentlich alles an dem Wunderelemente ist seine p h y s i o l o g i s c h e Wirkung. Dr. G i e s e l legte eine Kapsel mit 0·3 g Radiumbromid auf den Arm und bekam nach zwei Stunden Brandflecke, auf welchen der Haarwuchs dauernd zerstört blieb. Präparate in Gläsröhren in der Westentasche getragen, haben selbst durch die Kleider hindurch Eiterungen erzeugt. E x n e r, H o l z k n e c h t und S c h o l z haben mittels Radiumbestrahlung einen Rückgang von Krebsgeschwülsten durch Vernichtung der Krebszellen erreicht; auch gelang es ihnen, mittels 0·025 g RaBr<sub>2</sub> sowohl Cholera- wie Typhus- und Milzbrand-Bakterien zu töten. Bei akuter Gesichtslähmung erfolgte schon nach einem Tage die Heilung. E. L o n d o n berichtet, dass Mäuse in einem Glaskäfig, auf dessen Zinkdeckel 30 mg Radiumsalz lagen, nach 3—5 Tagen starben. Dem Schläfenbein genähert, erzeugen Radiumsalze lebhafte Lichtempfindung. Londons Hoffnung, dass Radium bei noch Licht empfindenden Blinden zum Unterrichte verwenden zu können, ist wohl trügerisch, da die Becquerelstrahlen, welche nicht gebrochen werden, auch keine scharfen Bilder, sondern nur das Gefühl unbestimmter Helligkeit erzeugen können. C. B o h n erhielt aus Kröten- und Froschlarven nach 3—6ständiger Bestrahlung mit Radium monströse Kaulquappen.

C u r i e meint, er möchte sich nicht in einem Zimmer aufhalten, in welchem 1 kg Radium liege.

Eine der wichtigsten Eigenschaften der neuen Strahlen besteht darin, dass dieselben — ähnlich den Röntgenstrahlen —

die Luftleitenden machen und dadurch elektrisierte Körper entladen. Sie vermögen demnach auch bei einer zu gross gestellten Funkenstrecke den Funkenstrom wieder auszulösen, worin wir gleichzeitig ein Mittel zur Untersuchung ihrer Durchdringungsfähigkeit besitzen; Black konnte durch eine Bleiplatte von 8·5 cm Dicke noch die Strahlung von 0·01 g RaBr<sub>2</sub> sicher nachweisen.

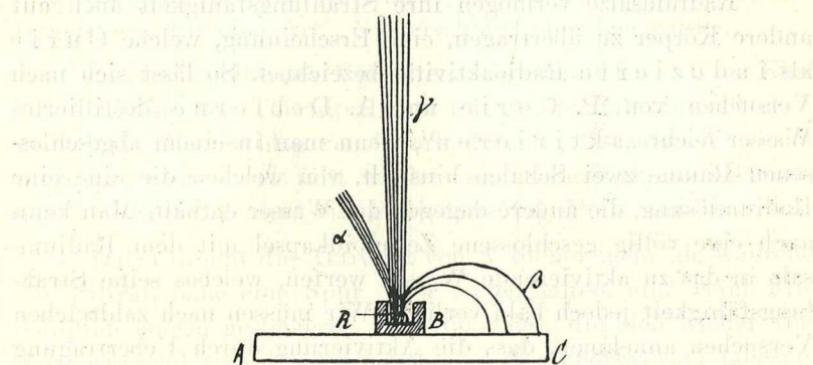


Fig. 3. Ablenkung der Radiumstrahlen durch den Magneten.

AC = photographische Platte, B = Bleitrog mit Radium R,  
 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  = Strahlen.

(Aus Grujitsch, Radium.)

Rutherford und Gier fanden, dass mit Ausnahme des Poloniums alle radioaktiven Stoffe ablenkbare und nicht ablenkbare Strahlen aussenden und die ionisierende Kraft der nicht ablenkbaren Strahlen grösser ist; auch werden sie leichter absorbiert. Durch letztere Eigenschaft sind ganz besonders die Poloniumstrahlen ausgezeichnet; diese sind nicht imstande, feste, undurchsichtige Körper zu durchdringen. Mit Hilfe von Magneten hat man nun dreierlei vom Radiumsalz in den Raum entsendete Strahlengattungen gefunden, deren wesentliche Eigenschaften nach dem Ergebnisse vieler Versuche kurz folgende sind (Fig. 3):

1.  $\alpha$ -Strahlen: wenig ablenkbar, leicht absorbierbar, starkes Ionisierungsvermögen;
2.  $\beta$ -Strahlen: leicht ablenkbar, leicht durchdringend, photographisch sehr wirksam;

3.  $\gamma$ -Strahlen: nicht ablenkbar, sehr stark durchdringend; photographisch weniger wirksam.

Die  $\beta$ -Strahlen besitzen (ähnlich den Kathodenstrahlen) negative, elektrische Ladung, die  $\alpha$ -Strahlen positive, während die  $\gamma$ -Strahlen keinerlei Ladung aufweisen; die Geschwindigkeit der  $\alpha$ -Strahlen ist kleiner, als die der  $\beta$ -Strahlen, deren Teilchen mit Lichtgeschwindigkeit in den Raum fliegen.

Radiumsalze vermögen ihre Strahlungsfähigkeit auch auf andere Körper zu übertragen, eine Erscheinung, welche Curie als *induzierte Radioaktivität* bezeichnet. So lässt sich nach Versuchen von P. Curie und A. Debierne destilliertes Wasser leicht „aktivieren“, wenn man in einem abgeschlossenen Raum zwei Schalen hinstellt, von welchen die eine eine Radiumlösung, die andere dagegen das Wasser enthält. Man kann auch eine völlig geschlossene Zelloidkapsel mit dem Radiumsalz in das zu aktivierende Wasser werfen, welches seine Strahlungsfähigkeit jedoch bald verliert. Wir müssen nach zahlreichen Versuchen annehmen, dass die Aktivierung durch Uebertragung des Strahlungsvermögens mittels der *radioaktiv gewordenen Luft* geschieht. Daher werden Glasgefässe, Filter, Becher, Trichter, die man bei solchen Versuchen benutzt, selbst radioaktiv; ein in ein solches Gefäß gehaltener Zinkblendschirm leuchtete stark auf.

Rutherford und Frau Curie entdeckten 1899, dass ausser den besprochenen Strahlen sich von der Oberfläche der Thorium- und Radiumpräparate eine Art *Dampf* loslässt, der auf festen Körpern haften bleibt, sich in Gasen fein verteilt, keinerlei Durchdringungskraft besitzt, daher selbst vom Glase vollständig aufgehalten wird, sich also wie ein Gas verhält. Dieses materielle „Etwas“ — Rutherford nennt es *Emanation* — scheint die Ursache der „Aktivierung“ anderer Körper zu sein; vom Radium getrennt, also im hermetisch abgeschlossenen Gläse, verliert es sich langsam, so dass z. B. nach vier Tagen sich nur noch die Hälfte vorfindet. Solche Emanationen hat man am Radium, Thorium und Aktinium beobachtet.

Die Curies schlossen auf das Vorhandensein einer solchen Emanation aus der Beobachtung, dass das *Vakuum* in einem

Rauine, in dem sich ein Radiumpräparat befand, allmählich schlechter wurde, indem sich ein Gas entwickelt, welches Glas schwärzt und phosphoreszierend macht, radioaktiv ist und photographisch wirkt. Rutherford und Soddy halten unbedingt an der chemischen Natur der Emanation fest und meinen, sie sei ein der Argongruppe verwandtes Gas. Rutherford konnte von einem durch Thorluft aktivierten Platin durch Waschen mit Wasser tatsächlich die Aktivität entfernen, was für eine Art „Niederschlag“ sprechen würde.

Ein ganz seltsames Verhalten zeigt das Thorium. Eine heiße Lösung von Thornitral gibt mit Ammoniak ein Filtrat  $F$  und einen Niederschlag von Thorhydrat  $N$ ; löst man  $N$  wieder in Salpetersäure und fällt wieder mit Ammoniak, so bekommt man ein Filtrat  $F_1$  und einen Niederschlag  $N_1$  u. s. f.

Dabei nimmt die Aktivität von  $N$  immer mehr ab, während das Filtrat, ohne eine Spur Thor zu enthalten, eine beim Ein-dampfen enorm gesteigerte Aktivität zeigt, die sich wieder verliert, während jene des Niederschlages  $N$  (Thorhydrat) langsam die ursprüngliche Grösse erreicht. Man muss daraus schliessen, dass sich im Thorium fortwährend ein Stoff  $ThX$  bildet, der in Lösung geht, sich dort mit der Zeit verliert, während das Thorium selbst immer wieder  $ThX$  erzeugt, so dass ein Gleichgewichtszustand entsteht, indem stets soviel  $ThX$  gebildet wird, als selbsttätig verschwindet. Die Wage gestaltet freilich keinerlei Bestimmung jenes Körpers, dessen Werden und Vergehen den aktiven Körper stofflich nicht zu ändern scheint.

Die graphische Darstellung dürfte das Gesagte klarer machen (Fig. 4).

Rutherford und Soddy haben nun gezeigt, dass sich aus dem Thor das stark aktive Thor $X$  und aus diesem erst die Emanation entwickelt. Derartige Umwandlungen scheinen das Charakteristische radioaktiver Stoffe zu sein; sie müssen im Verlaufe der Zeit zur Bildung nicht aktiver Stoffe führen, die sich in jenen Mineralien ansammeln, welche die aktiven Körper enthalten. Aus solchen Erwägungen schlossen Rutherford und Soddy, dass das in der Pechblende ent-

haltene Helium ein Endprodukt radioaktiver Umwandlung sei.

Diese, dem alten Elementbegriffe eigentlich Hohn sprechende Deutung, wurde tatsächlich durch das Experiment bald bestätigt.

Ramsay und Soddy berichteten in einem Briefe an die „Nature“ vom 10. Juli 1903, dass sie bei der Untersuchung

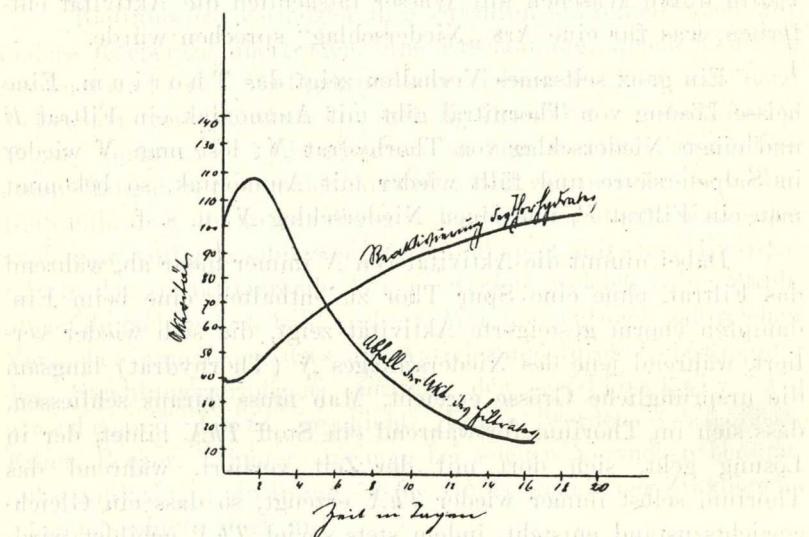


Fig. 4. Verhalten des Thoriumhydroxydes und seines Filtrates.

der radioaktiven Emanation des Radiums ( $20 \text{ mg RaBr}_2$ ) Helium nachwiesen und daher Rutherford's Ansicht bestätigt finden, dass Helium eines der Endprodukte bei dem Zerfall radioaktiver Elemente sei. Spektralversuche mit einer von Dewar und Curie untersuchten Menge von  $0.4 \text{ g RaBr}_2$  ergaben Deslandres in Paris nach drei Stunden Exposition das reine Heliumspektrum. Ramsay erklärte in der 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Kassel (25. September 1903), wo er über das periodische System der Elemente sprach, er glaube, dass das Radium oder seine Emanation in Helium und wahrscheinlich in einen ande-

ren Stoff übergänge und dass möglicherweise die Atomgewichte der Elemente eine gewisse Grenze nicht ohne Zerfall des Atomes überschreiten können. Das Atomgewicht des Radiums ist 225, das des Urans 239·5. Er halte es nicht für ausgeschlossen, dass sich Uran unterbrochen in Radium und Helium verwandle, wofür das stete gemeinsame Vorkommen dieser Elemente spreche. Es bestehe keine Gefahr, dass beim komplizierten Trennungsverfahren das Helium, dessen Gegenwart im ursprünglichen Material nicht zu bezweifeln ist, mit dem Radium in Verbindung bleiben kann. Die Gewinnung des Heliums aus Radiumsalzen ist daher ein Beweis, dass sich dieses Gas aus Radium erzeugt, dass sich das Radium „in das Helium und ein Etwa sspalte“; es sei ganz sicher, dass sich die Emanation in Helium verwandelt, doch wisse er nicht, ob noch ein anderes Produkt entsteht.

Ich meine, dass ist wohl die folgenschwerste Offenbarung, die Forscherfleiss dem geheimnisvollen Zauber des Joachimstaler Minerales abgerungen hat. Die schlichte Mitteilung Ramsays an die „Nature“ sagt Kunde von dem, was Adeptensehnsucht durch Jahrhunderte geträumt: Kunde von der ersten wissenschaftlich beobachteten Stoffumwandlung.

Die „Zeitschrift für Elektrochemie“ schreibt darüber: „Die weiteren Forschungen, z. B., was aus dem Rückstande des Radiumsalzes nach völliger Erschöpfung seiner Heliumproduktion wird, führen, wie man sieht, geradewegs auf die Grundfragen chemischer Wissenschaft . . . Wir stehen hier jedenfalls an der Schwelle grosser chemischer Ereignisse.“

Bevor wir das zur späteren Erörterung theoretischer Spekulationen mir nötig scheinende Tatsachenmaterial abschliessen, sei noch kurz eine Uebersicht der jetzt bekannten radioaktiven Stoffe gegeben.

Dr. Giesel unterscheidet:

1. stark und dauernd aktive Stoffe: Radium, Aktinium;
2. schwach und dauernd aktive Stoffe: Uran, Thorium;

3. ist stark oder schwach und vorübergehend aktiv: Polonium, Radioblei.  
Das Blei und das Wismut sind nur im Vorkommen mit Uran aktiv. Radioaktives Blei, welches wahrscheinlich eine neue Substanz, das Radioblei enthält, ist dadurch interessant, dass seine Aktivität mit der Zeit erlischt, sich jedoch durch Kathodenstrahlen wieder erwecken lässt. Ein von Markwald aus aktiven Wismutsalzen elektrolytisch abgeschiedenes Metall scheint dem Tellur nahe zu stehen (Radiotellur).

Das Geheimnis der Radiumstrahlung hat andere wunderbare Zauberstrahlen angeregt, ihr Dunkel zu durchdringen, den Schleier zu lüften, der auf all dem Merkwürdigen noch ruht: Das Radiumlicht menschlicher Vernunft, das aufgeflackert vor Jahrtausenden mit der ersten Herdflamme, deren Schein die Gattung Mensch durch eine unüberbrückbare Kluft von allem trennte, was bis heute die Stufenleiter tierischer Entwicklung erklimmte. Zwischen dem Nebelhaftfernen fremder Sonnen, dem Titanenhaftgrossen im Kosmos, dem Unendlichkleinen im Wassertropfen, dem wimmelnden Kampfgetos winziger Gasmoleküle leuchtet dies Licht hinein mit seinem sieghaften Zauber, mit zwingender Gewalt, eine unerschöpfliche Energiequelle, die den Kometen das Geheimnis ihrer Bahn, den Welten das Märchen ihres Werdens abzulauschen sucht, Fernes in die Nähe des Teleskopes, Kleines in die Grösse des Mikroskopes rückt, die Geistesprokustesarbeit des Menschenzergleins.

Es ist klar, dass im Werdegange unserer geistigen Entwicklung je nach dem vorhandenen Tatsachenmateriale unsere Theorien wechseln müssen, Gutes dem Besseren weichen und im Lichte neuer Anschauung manches Alte fallen muss. Es ist dies der Ausdruck redlichen Wahrheitsdranges, der sich neuer, besserer Erkenntnis nicht verschliessen darf; es ist dies eine Folge der Grösse des Kampfes, den das Radiumlicht unserer Vernunft mit all den grossen Geheimnissen des grossen Kosmos kämpft. Drum ist's ein beständiges, aber mühsames und langsames Weiterschreiten.

Jedem, der die Grundbegriffe von Physik und Chemie beherrscht, ist es bekannt, dass wir eine b e g r e n z t e Teilbarkeit des Stoffes annehmen, der sich demnach aus mechanisch kleinsten Teilchen, den M o l e k ü l e n, aufbaut, die wieder aus noch kleineren Teilchen, den A t o m e n, sich zusammensetzen.

Diese Atome bedeuten in unserer bisherigen Anschauung die u n t e r s t e Grenze stofflicher Teilbarkeit, die u n z e r l e g b a r e n, starren E i n h e i t e n des Stoffaufbaues, welche homogen die elementaren, heterogen die zusammengesetzten Stoffe bilden sollten. Ja, die Forschung hat sich sogar an die Messung ihrer Kleinheit getraut und die Gastheorie erzählt uns, dass in einem Literglase mit Wasserstoff, der darin etwa  $\frac{9}{100}$  g wiegt, ungefähr 200.000 Trillionen Moleküle enthalten sind. Ich weiss nicht, ob unsere Vorstellung deutlicher wird, wenn wir dazu noch wissen, dass ein solches Molekül etwa 4 Quadrilliontel eines Grammes ausmacht; leichter ist es uns vielleicht, den uns unsichtbaren Kampf dieser Legionen wimmelnder, auf einander prallender Stoffminiaturlwelten im Literkrüge halbwegs zu ahnen. Wenn man aber nur einen Augenblick überlegt, dass diese Atome in ihrer alten dogmatischen Anschauung etwas Hochkonservatives, Starres, gegenseitig völlig Brückenhöhe an sich haben, dass ihre strenge Unzerlegbarkeit eine geradezu ideale Kastensordeung bedingt, die keinerlei Uebergang, keinerlei Umwandlung gestattet, so begreift man leicht, dass unsere Atomhypothese geradezu feindselig all den seltsamen regelmässigen Beziehungen gegenübersteht, welche die chemische Forschung zwischen den Grundstoffen auffand. Ordnet man etwa die Elemente nach ihren Atomgewichten in Reihen, so ergibt sich nach gewissen Absätzen eine ganz überraschende Ähnlichkeit der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente, eine Erscheinung, die man als das „p e r i o d i s c h e S y s t e m d e r E l e m e n t e“ bezeichnet.

Dieses Gesetz, so wenig vollkommen es auch ist, verlangt den fast zwingenden Schluss von der E x i s t e n z i r g e n d e i n e s U r s t o f f e s, dessen verschiedenartige Komplexe dann die Grundstoffe wären.

Ich glaube, man kann ruhig sagen, dass die Idee eines

Urstoffes gewiss nicht jünger ist, als das Atomdogma. Erinnern wir uns an die Träume der Alchimisten (ich meine hier die tief innerlich Ueberzeugten, nicht das Heer gewissenloser, gaunerischer Harlekine), von der Metallumwandlung, der Transmutationssidee, die oft den Sehnsuchtsinhalt ihres ganzen Lebens ausfüllte, die oft zur Tragödie ihres Lebens wurde. Die Geschichte der Alchemie lässt erkennen, dass nicht immer niedrige Sucht, den noch retortenwarmen Mammon zur Verwirklichung sybaritischer Lebensträume, ehrgeiziger Machenschaften zu verwenden, die Triebfeder der Adepen war; manche mögen in rastlosem Sehnen in die Glut des Schmelzgiegs gestarrt haben, das Ideal der geträumten Stoffumwandlung verwirklicht zu sehen.

Und welche Wandlungen im Sinne idealer Adepen hat unsere Stoffanschauung gerade im geheimnisvollen Lichte der Radiumstrahlen erfahren.

Ich kann ein Bild nicht von mir weisen. Ich schaue in einen verlorenen Winkel Deutschlands einen noch mehr verlorenen, zerfallenen Grabhügel — namenlos, schmucklos, von aller Welt vergessen — umrauscht nur von achtlosen Winden, umschattet vom Gewölke des düsteren Nachthimmels, umwogt von feuchten, rieselnden Nebelschleieren. Und da geht's wie fahles, blaues Leuchten um Grabgeröll und Grasstengel, wie huschender Radiumschimmer, und ich schaue tief, tief in die Erde, schaue einen gelben Totenschädel mit phosphoreszierendem Glanze in den leeren Höhlen, das Radiumleuchten des späten Triumphes eines verlorenen Menschenlebens, einer versunkenen Adepenexistenz, versunken im einzigen unerfüllten Traume ihres Seins — demselben Traume, den auch das moderne Menschlein nun wissenschaftlich wiederträumt.

Kehren wir zur Tatsache zurück.

Alles, was wir in den obigen Erörterungen über Becquerelstrahlen hörten, ist wissenschaftlicher Befund, den ich so viel als möglich von jeder Spekulation frei gehalten habe.

Es ist ebenso unzweifelhaft, dass das Summenergebnis aller genannten und noch vieler anderen Versuche das Vorhandensein eines ganz enormen, vom Radium verausgabten Energiequantums

bedeutet, für das ein Aequivalent noch nicht gefunden ist. Aus nichts kommt nichts — vielleicht gestatten Sie eine derartig kurze, populäre Interpretation des Energiegesetzes. Frau Curie selbst suchte die Quelle dieser Energie, die sich ununterbrochen in all den optischen, elektrischen, chemischen und physiologischen Wirkungen des Radiums äussert, darin, dass dasselbe im Raum schon vorhandene Energie absorbiere, also Strahlen, die es dann in Becquerelstrahlen umwandle. Dem widerspricht ein Versuch von Elster und Geitel, welche die Energie der Pechblende in den Tiefen des Claustaler Bergwerkes (800 m tief) gleich gross fanden, wo ja eine vorherige Strahlenaufnahme ausgeschlossen erscheint.

Vergessen wir ferner nicht, dass aus der Fülle einander nicht immer bestätigender Versuche Folgendes als Tatsache gelten kann:

1. Uran ist immer aktiv, ebenso das nur mit ihm zugleich auftretende Radium.

2. Ein Teil der Radiumstrahlung zeigt elektrische Ladung, also Ablenkung im Magnetfelde, bedeutet demnach im Einklange mit allen vorhandenen Erfahrungen eine Emission elektrischer Materie.

3. Die stete, unveränderliche Wärmeentwicklung des Radiums ist eine ganz sichere Erscheinung, die im Vereine mit seinen anderen Wirkungen die kontinuierliche Abgabe bedeutender Energiemengen nötig macht.

4. Die Erscheinungen der „induzierten“ Radioaktivität lassen auf die Uebertragung derselben durch eine Art Niederschlag, durch die Emission eines Körpers — der Emanation — schliessen, an deren unbedingt stoffliche, chemische Natur die hervorragendsten Forscher, wie Ramsay, Curie, Rutherford und Soddy festhalten. Rutherford konnte dieselbe kondensieren, verflüchtigen etc. und hält sie für ein der Argongruppe verwandtes Gas.

5. Da die Aussendung materieller Teilchen mit einem Stoffverlust verbunden sein müsste, hat Adolf Heydweiller mit einer „konzentriert“ radioaktiven Substanz in einem Glasröhren Versuche angestellt, die einen beständig wach-

s enden Gewichtsunterschied ergaben, der pro 24 h 0.02 mg betrug und mit der von Becquerel berechneten, von den magnetisch ablenkbaren Strahlen ausgesendeten Energiemenge der Größenordnung nach gut übereinstimmt. Der Gesamtverlust betrug nach mehreren Wochen  $\frac{1}{10\cdot000}$  der Substanz. (Freilich könnte ein derartiger Verlust auch durch eine von den Strahlen angeregte chemische Veränderung des Glases entstanden sein!)

6. Ramsay und Soddy, die beiden Huggins, D eslandres u. a. bewiesen die Umwandlung der Radiumemanation in Helium, die als ganz sicher gelten muss. In Glasmänteln eingeschlossene Emanation erleidet eine Art Auflösung, wobei sich immer deutlicher das Heliumspektrum entwickelt.

7. Bleibende Radioaktivität wurde bisher eigentlich bloss an den Elementen mit hohen Atomgewichten: Uran, Thorium, Radium gefunden.

Auf Grund der eben geschilderten Tatsachen können wir nun jene theoretischen Erwägungen verstehen, welche die Kenntnis der Becquerelstrahlen im Vereine mit der der Kathoden- und Röntgenstrahlen über die Stoffhypothese gezeitigt hat.

Die seltsamen Lichterscheinungen in Hittorf-Crookes'schen Röhren boten Veranlassung zu Studien über die Natur dieser Lichtstrahlen. Crookes erklärte nun — die alte Newton'sche Lichtemissionstheorie wieder aufgreifend — die Kathodenstrahlen als von der negativen Elektrode fortgeschleuderte kleinste Teilchen der Materie, die durch Zerfall der in den stark verdünnten Gasen Crookes'scher Röhren auf einander prallenden Gasmoleküle entstehen und die kleinsten Teile der die Gase zusammensetzenden Urmatiere darstellen, die „strahlende Materie“.

Die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch den Magneten, ihre Fähigkeit, die davon getroffene Glaswand negativ zu laden, kleine Flügelrädchen zu treiben u. s. w., lässt auf eine Emission kleinster Teilchen schliessen. Thomson und Kaufmann bestimmten Masse und elektrische Ladung dieser Teilchen und fanden das Verhältnis beider unabhängig von der stofflichen Natur des Gases: Die fortgeschleuderten Teilchen aller Gase sind gleich gross. Diese strahlende Materie,

die Elektronen oder Korpuskeln, besitzt die für einen Stoff ungeheure Geschwindigkeit von rund 55.000 km pro Sekunde; die Grösse der Elektronen beträgt  $\frac{1}{2000}$  eines Wasserstoffatoms. Da nach Berechnungen von R idout und Lord Kelvin etwa 114,000.000 Wasserstoffatome aneinander gereiht eine Linie von 1 cm Länge bilden würden, braucht man zur Ausfüllung dieser Strecke nicht weniger, als rund 230.000,000.000 Elektronen, Kaufmann meint, es verhalte sich ein Elektron zu einem Bazillus wie dieser zur Erdkugel. Wir könnten also die Elektronen — den hypothetischen Urstoff Thomsens — als mit positiver oder negativer Ladung versehene Atome eines gewissermassen neuen Elementes, der Urmaterie, auffassen, das in irgendwelcher Komplikation unsere Elemente aufzubauen imstande wäre. Es scheint uns daher begreiflich, was Sir Oliver Lodge in einem Vortrage über das Radium zu Birmingham sagte: „Es ist unrichtig, zu sagen, das Verhalten des Radiums stürze die Lehren der Wissenschaft; dieser Umsturz ist lange vorbereitet worden, denn einige Spalten der physikalischen Wissenschaft standen schon lange auf der Lauer nach einer Art „Atom-ausstrahlung“. Das Radium erscheint demnach nur als Mittel zum Zwecke, die schon lang vorbereiteten Lehren zu stützen.“

Tatsächlich sind die Becquerelstrahlen zum Teile den Kathodenstrahlen außerordentlich ähnlich. Es liegt daher nahe, anzunehmen, dass das Radium selbsttätig Elektronen aussende, die infolge ihrer Kleinheit die für chemische Atome undurchdringlichen Körper durchdringen, andere Stoffe negativ laden, vom Magneten abgelenkt werden u. s. w.; es müssen diese Elektronen — da man die Strahlung ja auch in den Tiefen der Schäfte gleich gefunden hatte — der Materie der aktiven Stoffe selbst entstammen.

Haben wir demnach die -Strahlen als mit riesiger Geschwindigkeit (nach Kaufmann bis 300.000 km pro Sekunde) in den Raum fliegende Elektronen zu betrachten\*), so bedeutet

\*) W. Crookes hat im Spinthaliskop ein Instrument zur Sichtbarmachung der vom Radium abgeschleuderten Elektronen konstruiert. Es ist ein Mikroskop mit einem Zinkblendeschirm im Gesichtsfelde, der bei der An-

die Emanation nach den Erklärungen Rutherford's, Soddy's u. s. w. unbedingt die Emission einer Art „Gas“, also tatsächlichen Stoffverlust. Heydweillers Versuche scheinen dies auch experimentell zu bestätigen. Die ungeheure Energieabgabe des Radiums in Form all der genannten Wirkungen verlangt nach dem Energieprinzip unbedingt ein Aequivalent, welches wir — das ist das Resumé der meisten Anschauungen — in der intra-atomistischen, d. h. in der inneren Atomenergie zu suchen hätten, also in der Veränderlichkeit des Stoffes, der Umwandlung der Elemente, der Neigung der Stoffatome zu „zerbrechen“ oder zu „explodieren“. Rutherford und Soddy haben die „Verwitterungstheorie“ aufgestellt, der zufolge das Radium ein Element im Prozesse langsamer spontaner Umwandlung ist. Die Atome radioaktiver Stoffe scheinen früher oder später unbeständige Systeme zu bilden, indem sie zerfallen. Beim Radium zerfallen vielleicht einige Millionen in jedem Gramme pro Sekunde, Teilchen mit enormer Geschwindigkeit in den Raum sendend und die Emanation zurücklassend. Die innere Atomenergie — sonst latent und bisher unbekannt — gelangt eben hier infolge Veränderungen am Radiumatome zum Ausdrucke.

---

näherung eines Radiumpräparates (auf 2 cm) einer aufgeregten leuchtenden See gleicht; Crookes meint hier direkt das Bombardement der Elektronen auf die Zinkblende zu sehen, wenn auch nur sichtbar gemacht durch den verhältnismässig grossen Erregungskreis.

Da die Ablenkung der  $\alpha$ -Strahlen, welche schwierig gelingt, der der Kalloden-Strahlen entgegengesetzt ist, so schliesst man, dass sie aus positiv geladenen Teilchen bestehen. Man hält die  $\beta$ -Strahlen für eine sekundäre Erscheinung, während die  $\alpha$ -Strahlen in den Veränderungen der radioaktiven Materie die Hauptrolle spielen und relativ grosse Massen (Wasserstoffatommölle) mit grosser Geschwindigkeit aussenden. Die  $\gamma$ -Strahlen sollen nach R. J. Strutt dadurch entstehen, dass das Radium sich selbst mit seinen  $\beta$ -Strahlen bombardiert; sie wären also eine Art Röntgenstrahlen, von welchen man ja annimmt, dass sie durch den Aufprall der negativ geladenen Kathodenstrahlen auf die Glaswand der Vakuumsröhre erzeugt werden und die nach Stockes nicht regelmässige Schwingungen, sondern vereinzelte Aetherimpulse sind (ihr Verhältnis zum Lichte wäre etwa dem von Geräusch und Musik ähnlich).

Auch Thomason sucht die Quelle der vom Radium ausgestrahlten Energie in einer langsamen, aber unaufhörlichen U m l a g e r u n g d e r R a d i u m a t o m e; Pierre Curie kommt zu demselben Schlusse. Ramsay meint, dass die Atomgewichte der Elemente möglicherweise eine gewisse Grenze nicht ohne Z e r f a l l des Atomes überschreiten können. Die Atomgewichte des Radiums (= 225) und des Urans (= 239·5), ihr stets gemeinsames Vorkommen und die beobachteten Erscheinungen geben der Vermutung Raum, dass U r a n u n n e r b r o c h e n i n R a d i u m u n d H e l i u m sich verwandle. Es liegt der Gedanke nahe, dass das Vorkommen der radioaktiven Elemente, welches an die Stoffe mit höchstem Atomgewichte, Thor und Uran, gebunden zu sein scheint, vielleicht darauf hinweist, dass die hohen Atomgewichte dieser Elemente die Ursache der Radioaktivität sein könnten (Witt, Prometheus, XI, 558). (Nach Versuchen von Hofmann und Z e r b a n beruht die Aktivität des Thor nur auf Induktion durch Uran, da völlig reines Thor keine Aktivität zeige; dem widerspricht freilich Barker, der aus u r a n f r e i e m Monazitsand aktives Thor darstellte.)

1887 suchte Crookes darzulegen, wie aus „f o r m l o s e m N e b e l“ sich allmählich die Bildung chemischer Atome vollziehe. Nach einer Art Darwin'scher Entwicklung bilden sich erst die Elemente von niederm, zuletzt die mit höchstem Atomgewichte (Thor = 232, Uran = 240). Crookes meinte damals, das Produkt der nächsten Stoffbildung sei die Gestaltung von Massen, deren Auflösung die Kraft irdischer Hitzequellen nicht übersteigt, d. h., wir seien auf den Gipelpunkt der Urstoffkomplikation angelangt, zu Komplexen, denen wieder die Auflösung, das Rückwandern in den formlosen Urnebel, folgen müsse.

In einem Vortrage auf dem fünften internationalen Kongresse für angewandte Chemie in Berlin (5. Juni 1903) schildert Crookes „Die Verwirklichung eines Traumes“. Der Traum von dem allen Atomen zugrunde liegenden gemeinsamen U r a t o m sei besonders ein britischer Traum.

Davy benützte schon den Ausdruck „r a d i a n t matter“ (strahlende Materie) etwa im Sinne der heutigen Elektronen-

theorie. Crookes erinnert an seine früher geschilderte Hypothese, wonach durch eine Art Kondensationsprozess sich aus einem Urstoffe — Protyle (den er jetzt mit den Elektronen identifiziert) — die chemischen Elemente bildeten. Die Entdeckung des Radiums habe diesen Traum in eine konkrete Form gebracht; wir seien jetzt endlich so weit, die Möglichkeit anzuerkennen, dass die chemischen Atome in einfacher Formen der Materie aufgelöst werden könnten oder sich selbst auflösen in Aetherschwingungen oder in elektrische Energie. Das Radium sei ein Element, dessen Zersetzungspunkt tiefer liege als die jetzt herrschende Temperatur, das sich also spontan in Protyle oder die Elektronen zersetze. „Und wenn auch die ganze Reihe menschlicher Erfahrungen zu kurz ist, um eine Parallaxe zu ergeben, aus der das Datum der Vernichtung aller Materie berechnet werden kann, so wird doch das „Protyle“, der formlose Staub, einmal wieder die oberste Herrschaft führen, und der Stundenzeiger der Ewigkeit wird dann eine Umdrehung vollendet haben“ — so schliesst Crookes seine Ausführungen.

Mag man nun den Radiumwundern noch so skeptisch gegenüberstehen, so lässt sich ihre ungeheure Energieabgabe und — nach dem Gesagten — wohl auch die Tatsache einer Stoffumwandlung kaum leugnen. Zweifellos hat jedoch das Dogma der unteilbaren Atome, das Dogma der unter sich heterogenen untersten Stoffeinheiten, seine Autorität verloren. Prof. W. Preyer sagt im Vorworte zur II. deutschen Auflage der „Genesis der Elemente“ von William Crookes: „Wie sehr man auch dem die sicheren Tatsachen weit hinter sich lassenden allzu kühnen Fluge seiner (nämlich Crookes) Phantasie kopfschüttelnd, ablehnend, missbilligend gegenüberstehen mag, so ist doch wahrscheinlich kein einziger Chemiker mehr am Leben, der annimmt, dass es z. B. immer Cer und Lanthan gegeben habe und immer nur eine und dieselbe eben jetzt vorhandene Menge von Cer und Lanthan oder von irgend einem anderen Elemente in der ganzen Welt vorhanden gewesen sei.“

Clifford meinte schon 1875, es liege aller Grund vor zu glauben, dass jedes materielle Atom einen kleinen elektrischen

Strom in sich trägt, wenn es nicht gar aus diesem Strom allein besteht; die darin ausgesprochene Hypothese vom atomistischen Bau der Elektrizität findet heute ihre Stütze in der Erscheinung der Kathoden-, Röntgen- und Bequerelstrahlen. Es ist verlockend, in den Elektronen nicht allein die Träger der elektrischen Erscheinungen, sondern den Urgrund aller Stoffe, also auch den Urstoff, zu sehen.

Martin erklärt die Radioaktivität als die jedem Elemente bei einer bestimmten Temperatur zukommende Zersetzung in die Elektronen, in die Teilchen der Urmaterie. Ob er recht hat, ja ob er auch nur ein Recht zu solcher Hypothese hat, ist fraglich; ich meine, noch ist das Material zu gering, das Experiment zu unklar, um einer ruhigen Hypothese Raum zu geben. Klar ist wohl nur, dass das Bombardement geschleuderter Kathodenelektronen, der unerschöpfliche Energiezauber des Radiums und seine merkwürdige Emanation, die Umwandlung in Helium unsere Stoffanschauungen unbedingt änderten oder — um schlüssig wie Ramsay zu sagen — „dass die Bahn etwas breiter geworden ist.“ „Deutlich vernehmbar rauscht der Sturm,“ sagt Witt, „in welchem die Elektronen gegen die Mauern geschleudert werden, auf denen das Theoriengebäude der Physik und Chemie so fest gegründet schien.“

Ich möchte hier folgende Worte des Herrn Direktors Wehr aus seinem Vortrage „Ueber die Planetenbewohner“ wiederholen: „Zwei Extreme sind es nach meinem Dafürhalten, vor denen man sich gleichmässig zu hüten und zwischen denen man die glückliche Mitte einzuhalten bestrebt sein soll: Erstens vor einem allzu zügellosen ins Spieltretenlassen der freiwal tenden Phantasie . . . . . Aber auch vor dem entgegengesetzten Extreme möchte ich warnen, d. i. vor der aprioristischen Negation, die alles verwirft und leugnet, was sich dem Szepter der exakten Forschung noch nicht gebeugt hat — — —“ Diese selbst darf einstweilen nur anerkennen, dass uns die Entdeckung der Radioaktivität in früher ganz unbekannte Gebiete der Physik und Chemie führte.

Dass der geheimnisvolle Zauber der aktiven Stoffe selbst

die kühlen Männer der Wissenschaft gefangen nahm, ist wohl kein Wunder; noch begreiflicher aber ist es, dass die üppige Phantasie der Laien daraus eine lockende fata morgana konstruierte, die heute noch Luftarchitektonik bleiben muss.

Von der Erwägung ausgehend, dass sich Radium in Helium verwandelt und das Vorhandensein des letzteren auch auf die Gegenwart des ersten schliessen lasse, meinte W. Wilson, dass mindestens ein Teil der Sonnenstrahlung vom Radium herühre. Was von der Sonne gelte, gelte auch für die Fixsterne, so dass dem blutjungen Radium nebst der Schwere die verantwortungsvollste Rolle im Kosmos zuerteilt wird — ich glaube, wir dürften diesen Satz heute noch mit einem grossen Fragezeichen schliessen.

Nüchtern aber und verständlicher mutet uns eine Erklärung Lackyers an: Da die radioaktive Energie jedenfalls nur einen Teil der gesamten in einem Atom befindlichen Energie vorstellt und sich ungleich grösser zeigt (vielleicht 1,000.000mal) als die jeder anderen molekularen Umwandlung, so muss die Gesamtenergie in einem Atom ungeheuer gross sein. Derartige „subatomische“ Prozesse könnten uns daher auch die Erhaltung der Sonnenenergie begreiflich machen.

Dr. M. W. Meyer meint in seinem „Weltuntergang“ (Kosmos 1904, II), dass sich in abgestorbenen Welten aus den im Innern unter ungeheurem Drucke (infolge Kälte oder Eigenschwere dieser Welten) eingeschlossenen Gasen die schweren Radiumatome bilden könnten, deren befreite kleinsten Teile sich dann in Uratome zerstäuben, die der abgestorbene Weltkörper für einen neuen Weltfrühling als Samen verstreuen könne.

Wir sehen daraus wenigstens, wie Radiumschimmer (freilich fast überall mit dem trügerischen Glanze der Irrlichter) in alle Gebiete der Naturwissenschaften sein Geheimnis ausstrahlte.

Es ist ganz gewiss ein lockendes Bild: Aus den schonungslos zertrümmerten Atomen erstehen die Elektronen, unheimlich kleine Stoffwelten, wallend und wogend als Urnebel — nach wunderbarem Gesetze, nach katastrophalem Ringen in Kant-

Laplace'scher Art Sonnen und Planeten und Monde bildend, die verschiedenen Komplexe der Stoffatome nämlich nach dem alles Irdische zwingenden Daseinskampe — der Darwinismus im Mikrokosmus — so aufbauend unsere „profanen“ Stoffe bis zu einem Kulminationspunkte — sich lösend, dann wieder in haltloser Dissoziation, zerwogend, zurücksinkend ins Nebelwallen ihrer Wiegen — — ein Tag im grossen Weltengange, ein Umgang der grossen Weltenuhr.

Phantasie segelt fröhlich und auch ohne Kompass über den weiten uferlosen Ozean — das Schifflein exakten Forschens prüft erst Welle um Welle. Crookes zuversichtliche Hoffnung, es werde die Chemie ihren Darwin finden wie die Biologie, ist vielleicht greifbarer geworden, erfüllt ist sie noch nicht. — —

Die Sucht, Gold machen zu wollen, scheint mit dem ersten gleissenden Glanze des schimmernden Metalles selbst geboren worden zu sein. Und mussten Adeptenträume im Grabesmoder ausgeträumt werden, ihr Vermächtnis scheint nach Art all der geheimnisvollen neuen Strahlen fort und fort zu leben in der nach Mammon hastenden Menschheit, übertragen freilich in die moderne Anschauung unserer Zeit.

Ein Gemeingut des Menschengeschlechtes bleibt aber auch der Sehnsuchtsdrang nach Erkenntnis. Dem Erzwater Adam gleich streben wir immer noch nach den Früchten des Lebensbaumes, des Baumes der Erkenntnis, Deutung suchend im Genusse der Süssen nach der drängenden, ungelösten Pilatusfrage: Was ist die Wahrheit?

Ob wir ihr näherkommen im Enträtseln des Radiumgeheimnisses? Statt der Antwort zitiere ich eine Stelle aus einem Artikel von Edmund Thiele im Prometheus:

Die Radiumstrahlen leuchten zur Zeit noch herab aus der Götterdämmerung, welche langsam heraufgestiegen ist gegen das Reich der Atome, der Unteilbaren. Welches Reich sie als Morgenröte bestrahlen werden, das wissen wir noch nicht. Doch harren wir erwartungsvoll des Aufganges der neuen Erkenntnissonne, welcher diese Morgenröte vorangeht.