

werte schafft, damit nicht erst, wie früher bei den Kochverfahren, im Falle der Not die Vorversuche noch nicht abgeschlossen sind, und unnötige Kosten sowie Zeitverluste entstehen.

Wie ich glaube, würde damit der Nahrungsmittelökonomie ein großer Dienst erwiesen. [A. 93.]

## Radioaktivität und chemische Elemente.

Von O. HAHN.

Ich möchte Ihnen hier mit ganz wenigen Worten das Arbeitsgebiet umschreiben, das Frl. Prof. Meitner und ich im Kaiser Wilhelm-Institut vertreten, das Gebiet der Radioaktivität. Die Hauptprobleme dieses Gebietes weisen nach zwei Richtungen; einmal mehr nach der rein chemischen Seite, die die Auffindung noch fehlender Elemente, ihre Abscheidung und Anreicherung umfaßt; andererseits liegen sie mehr in physikalisch-theoretischer Richtung, und hier läßt uns das Studium der radioaktiven Strahlungen einen Einblick gewinnen in den inneren Bau der chemischen Atome.

Abgesehen von der von mir schon früher durchgeführten Darstellung von Radiothor und Mesothor, haben die Arbeiten von Frl. Meitner und mir zur Auffindung einer Anzahl weiterer radioaktiver Substanzen geführt. Von diesen ist das wichtigste das im Jahre 1918 abgeschiedene Protactinium, denn es besitzt eine so lange Lebensdauer, es ist so beständig, daß man an seine Herstellung nicht nur als radioaktive Substanz, sondern auch als neues chemisches Element mit eigenem Atomgewicht und Spektrum herangehen kann. Dies ist insofern von Interesse, als von allen radioaktiven Substanzen bisher nur das Radium selbst und seine Emanation als neue chemische Elemente, rein im Sinne des Chemikers, hergestellt worden sind. Das Protactinium ist ein Homologes des Tantal und steht im periodischen System zwischen dem Uran und dem Thor. Seine radioaktiven Eigenschaften sowie seine Stellung zur Uranradiumreihe haben wir in mehreren Arbeiten festgelegt. In einer eben abgeschlossenen Untersuchung sind wir auch zu einer genaueren Schätzung seiner Lebensdauer gelangt, aus der wir den Schluß ziehen können, daß die aus Uranerzen zu gewinnende Gewichtsmenge an Protactinium etwa  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  der in den Erzen enthaltenen Radiummenge ausmachen wird. Da die Substanz sich in den bei der Radiumdarstellung abfallenden wertlosen sog. Rückrückständen vorfindet, so ist zu hoffen, daß die Abscheidung wägbarer Mengen im Laufe der Zeit gelingen wird. Die Wiener Akademie der Wissenschaften hat uns 200 kg dieser Rückstände kostenlos zur Verfügung gestellt, und wir sind jetzt mit der Aufgabe beschäftigt, die besten Bedingungen für die technische Aufarbeitung dieser Menge herauszufinden.

Zu der mehr physikalischen Seite der radioaktiven Probleme konnten wir durch die Untersuchungen der aus den radioaktiven Atomen herausgeschleuderten  $\beta$ -Strahlen beitragen. Gemeinsam mit Prof. O. von Baeyer haben wir gezeigt, daß ganz ähnlich, wie jedes chemische Element ein bestimmtes optisches Spektrum besitzt, so auch die  $\beta$ -strahlenden radioaktiven Körper charakteristische  $\beta$ -Strahlspektren emittieren; wobei allerdings diese Spektren nicht durch optisches Prisma oder Gitter, sondern durch magnetische Felder erzeugt werden. Von sämtlichen bekannten  $\beta$ -strahlenden Substanzen haben wir die magnetischen Spektren untersucht und aufgenommen. — Allerdings ist man gerade bei diesen, den sog. Atomkern berührenden Fragen noch sehr weit von einem klaren Verständnis der Vorgänge entfernt, aber auch hier wird die fortschreitende Forschung unsere Erkenntnis vertiefen. Die Hauptschwierigkeit der Untersuchung liegt hier in der Beschaffung des Materials. Die z. B. vor etwa einem Jahr von Rutherford in England gemachten Versuche zur künstlichen Zerlegung des N-Atoms durch radioaktive Strahlen sind nur mit so großen Mengen radioaktiver Substanzen durchzuführen, daß wir hier an ein Aufnehmen von Versuchen in ähnlicher Richtung leider nicht denken können.

Schon die mit unseren bescheidenen Materialmengen durchgeführten Arbeiten zwingen uns zu einer strengen Scheidung der Arbeitsräume und Geräte. Es ist unmöglich, daß die für viele physikalische Zwecke erforderlichen starken Präparate in denselben Räumen bearbeitet werden, in denen z. B. die in 1 g Pechblende enthaltene, winzige Menge Protactinium quantitativ abgeschieden werden soll.

Die Infektionsgefahr, d. h. die Gefahr, schwach aktive Präparate mit unsichtbaren Resten millionenmal stärkerer Präparate zu verunreinigen, und dadurch ein Arbeiten mit schwachen Substanzen unmöglich zu machen, erfordert die Einhaltung einer Reihe von Vorsichtsmaßregeln, die sich nach außen hin durch die Inanspruchnahme von verhältnismäßig viel Arbeitsräumen zu erkennen geben. Aber ohne diese Vorsicht würde für die Dauer das Arbeiten mit den verschiedensten Substanzen nach verschiedenen Richtungen hin zur Unmöglichkeit werden. Daß uns in dem Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie die Bedingungen für ein Arbeiten in dem genannten Sinne geboten werden, dafür sind wir den maßgebenden Stellen zu großem Danke verpflichtet. [A. 94.]

## Capillarchemische Schlammverfahren.

Von Prof. Dr. H. FREUNDLICH.

Es möchte mir nicht leicht gelingen, in der kurzen Zeit, die mir zur Verfügung steht, Ihnen einen einigermaßen plastischen Überblick über die kolloidchemischen Arbeiten zu geben, die in der von mir geleiteten Abteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie im Gange sind oder geplant werden, und über ihren Zusammenhang mit der Kolloidchemie im allgemeinen. Gestatten Sie mir daher, bitte, eine einzelne Erscheinung herauszugreifen, die, theoretisch wie technisch wichtig, auch durch einige Versuche anschaulich gemacht werden kann.

In den letzten fünfzehn Jahren haben sich in den angelsächsischen Ländern für die Aufbereitung von Erzen neue Schlammverfahren entwickelt, die jetzt auch bei uns steigender Aufmerksamkeit begegnen. Statt der mechanischen Aufbereitung auf Grund der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes oder der magnetischen Aufbereitung benutzt man dort zunehmend mehr capillar- und kolloidchemische Verfahren, die sogenannten Flotations- oder Schwimmverfahren, zu denen z. B. das Elmore-Verfahren, das Cattermole-Verfahren u. a. gehören. Man kann durch einen einfachen Versuch zeigen, worauf es bei der Mehrzahl dieser Verfahren ankommt. Ich habe hier ein Gemisch von violetter, sublimiertem Chromchlorid und Quarzpulver; in dem Standglas Wasser, das mit etwas Benzin überschichtet ist. Gebe ich das feste Pulver zu der Flüssigkeit, so sehen Sie, wie schon beim bloßen Zugeben nur die Quarzkörnchen in das Wasser gelangen und zu Boden fallen, während die Chromchloridteilchen fast durchweg an der Grenzfläche hängen bleiben, und die Trennung ist praktisch quantitativ, wenn ich einige Male gründlich durchschüttle: Oben an der Trennungsfläche befindet sich das Chromchlorid, das zum Teil entsprechend der Benetzung des Glases durch das Benzin wie ein Mantel die Wand des Glases überzieht, am Boden eine Schicht von Quarzpulver, in der sich nur ganz vereinzelte Körnchen von Chromchlorid befinden.

Auf diesem Vorgang beruhen nun fast durchweg die Schwimmverfahren. Das gemahlene Erz wird in Wasser eingetragen, das mit einer dünnen Schicht Mineralöl überzogen ist. Metallisch glänzende Erze wie die Sulfide des Bleis, Zinks, Kupfers usw., gehen wie das Chromchlorid in die Ölschicht oder an die Grenze zwischen Wasser und Öl, während sich die tonige oder quarzige Gangart ins Wasser begibt. Indem man Luft einbläst oder Kohlensäure entwickelt, erzeugt man einen kräftigen Schaum, erzielt so eine große Grenzfläche, wodurch man an Mineralöl sparen kann. Es genügt nämlich schon eine recht dünne Schicht von Öl, um diese Wirkung hervorzurufen.

Die Theorie dieser Erscheinungen ist bekannt, wenn es auch noch nicht möglich ist, sie zahlenmäßig zu prüfen. Das Chromchlorid, die Sulfide der genannten Metalle u. a. m. sind von Ölen, überhaupt organischen Flüssigkeiten, gut, von Wasser schlecht benetzbar; Quarze, Tone und dergleichen umgekehrt von Wasser besser benetzbar. Man kann die festen Stoffe, die zur ersten Gruppe gehören, auch hydrophob, die letzteren hydrophil nennen. Es ist die hier beobachtete Erscheinung einfach die Umkehrung des vielleicht bekannteren Verdrängungsvorgangs. Hätte man eine Platte von Chromchlorid, so würde sich auf ihr ein Wassertropfen nicht ausbreiten, sondern mit einem unregelmäßig zackigen Rande liegen bleiben. Das Öl dagegen würde sich auf der Platte ausbreiten und dabei das Wasser verdrängen. Umgekehrt würde auf einer Quarzplatte das Öl vom Wasser verdrängt werden. Es wird nun in jedem Falle der gleiche Endzustand angestrebt. Hat man also statt der ruhenden Platte und der beweglichen Flüssigkeiten umgekehrt den beweglichen gepulverten festen Stoff, dem es freisteht, sich in die eine oder andere Flüssigkeit zu geben, so wird das vom Öl gut benetzbare Chromchlorid an der Grenzfläche haften, während der vom Wasser besser benetzbare Quarz in das Wasser gelangt. Zahlenmäßig könnte man die größere oder geringere Benetzbarkeit verschiedener fester Stoffe ausdrücken, wenn man außer der bekannten Grenzflächenspannung zwischen Öl und Wasser noch die Grenzflächenspannungen der festen Stoffe gegen Öl oder gegen Wasser kennen würde; leider hat man zu deren Bestimmung noch keine zuverlässigen ausgiebigen Methoden.

Man kann nun ein derartiges Verfahren in sehr mannigfacher Weise ausbilden und abändern, indem man die Benetzbarkeit der festen Stoffe durch Fremdstoffe verändert. So gibt es Fremdstoffe, die schon in sehr kleinen Konzentrationen imstande sind, die Benetzbarkeit durch Wasser so stark zu steigern, daß nun auch ein schlecht benetzbarer Stoff ins Wasser geht. In diesem Standglas befindet sich statt des reinen Wassers, wie im vorhergehenden Versuch, eine verdünnte Lösung von Saponin (weniger als 0,1%). Wenn ich jetzt das gleiche Gemisch von Chromchlorid und Quarzpulver hineinschütte und umschüttle, so tritt keine Trennung ein, auch das Chromchlorid geht fast vollständig in das Wasser hinein.

Es beruht diese Erscheinung wahrscheinlich darauf, daß das Saponin vom Chromchlorid adsorbiert wird, es umhüllt, und da es nicht vom Öl verdrängt wird, wohl aber selbst ausgesprochen hydro-

phil ist, so bleiben die vom Saponin umhüllten Chromchloridteilchen nicht an der Grenzschicht, sondern begeben sich ins Wasser. Auch sonst ist technisch bekannt, daß man mit Stoffen wie Seifen, Saponinen und dergleichen schwer benetzbare feste Pulver besser benetzbar machen kann. Unter Umständen genügen winzige Mengen des Fremdstoffes, um diese Wirkung hervorzurufen. Da sich die Benetzbarkeiten verschiedener fester Stoffe durch einen solchen Fremdstoff in verschiedenem Maße beeinflussen lassen, der eine z. B. bei kleineren Konzentrationen bereits von der Grenzfläche weggezogen wird als der andere, so kann man in dieser Weise eine Trennung zweier fester Stoffe erreichen, die, beide hydrophob, im reinen Zustande an der Grenzfläche haften würden.

Zum Schluß möchte ich noch auf eine weitere Möglichkeit eingehen, wie man kolloidchemisch zwei feste Stoffe trennen kann, ohne dazu eine zweite Flüssigkeitsphase nötig zu haben. Stoffe wie Seifen, Saponine und dergleichen wirken bekanntlich emulgierend. Sie werden an festen Grenzflächen adsorbiert, umhüllen sie und rufen so eine Trennung etwa aneinander haftender fester Teilchen hervor. Abgesehen davon, daß in dieser Weise gröbere, aus einer größeren Zahl von festen Körnern bestehende Teilchen in diese einzelnen Körnern aufgeteilt werden, wird auch anscheinend die Fallgeschwindigkeit derartig umhüllter Körner unmittelbar verändert. Wenn man z. B. ein Gemenge von gepulvertem Bleiglanz und Zinkblende in reinem Wasser aufschlämmt, so fällt es rasch, rascher als der reine Bleiglanz allein fallen würde, weil sich Bleiglanz- und Zinkblendekörner zum Teil zu größeren Flocken zusammenlagern. Gibt man eine geeignete Kolloidlösung hinzu, zu denen z. B. auch manche Farbstofflösungen wie die des Kongorots und dergleichen, gehören, so bleiben die Teilchen voneinander getrennt, und die Unterschiede in den Fallgeschwindigkeiten sind so groß, daß sich der Bleiglanz in wenigen Minuten absetzt, während die Zinkblende stunden- ja tagelang in der Schwebe bleibt. Diese Beobachtungen stammen von Professor Nathanson, der an unserem Institut mit der kolloidchemischen Untersuchung dieser Schwimmverfahren beschäftigt ist. Ich habe in diesen beiden Röhren ein Gemisch von Bleiglanz und Zinkblende einmal in reinem Wasser, das andere Mal in einer geeigneten Kolloidlösung, und Sie sehen, wie nach kräftigem Umschütteln tatsächlich in der kolloidhaltigen Lösung eine ausgesprochene Trennung der beiden Sulfide erzielt wird.

Auf die Schwierigkeiten, denen man bei diesen Schwimmverfahren begegnet, will ich nicht näher eingehen. Es handelt sich namentlich um den geeigneten Grad der Zermahlung und um die Störungen durch etwa im benutzten Wasser vorhandene Fremdstoffe. Als ihr besonderer Vorteil muß hervorgehoben werden, daß die Versuchsbedingungen äußerst mannigfaltig und biegsam sind, so daß man eine verhältnismäßig große Auswahl an Kunstgriffen hat, mit denen man einer etwa auftretenden Schwierigkeit entgegenzutreten kann, zumal da man kaum begonnen hat, die hier vorliegenden Fragen wissenschaftlich zu bearbeiten. Selbstverständlich sind diese Verfahren nicht auf die Erzaufbereitung beschränkt; es gibt gewiß manche andere Fälle in der Technik, bei denen man sie erfolgreich anwenden können. [A. 92.]

## Urteerbestimmungen mit einem Aluminiumschwelapparat.

Von FRANZ FISCHER und HANS SCHRADER.

(Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung, Mülheim-Ruhr.)

(Eingeg. 12./5. 1920.)

Da die Bedeutung der Urverkokung für die Verwertung unserer Kohlen in immer weiteren Kreisen der Wissenschaft und Technik erkannt wird, und sich in nächster Zukunft die Prüfung hinsichtlich der Geeignetheit für eine solche Verwertung auf sämtliche Arten der geförderten Kohlen erstrecken wird, so besteht das lebhafteste Bedürfnis nach einem Laboratoriumsapparat, mit dem auch ungeübtere Hände innerhalb kurzer Zeit feststellen können, wieviel Teer, Wasser und Koks als Ausbeute bei der Verkokung bei möglichst niedriger Temperatur aus den Kohlen erhalten wird.

Der Drehtrommelapparat<sup>1)</sup>, der im hiesigen Institut für die Urverkokung der Kohlen konstruiert und für die systematische Arbeit „Untersuchung der deutschen Steinkohle auf ihr Verhalten bei der Tieftemperaturverkokung“<sup>2)</sup> benutzt wurde, hat sich zwar für die Gewinnung größerer Mengen der betreffenden Verkokungsprodukte ausgezeichnet bewährt und wird für präparative Zwecke stets seinen Wert behalten, stellt jedoch, abgesehen von der Kostspieligkeit seiner Anschaffung, gewisse Ansprüche bezüglich seiner Bedienung und nimmt auch für eine Bestimmung stets mehrere Stunden in Anspruch.

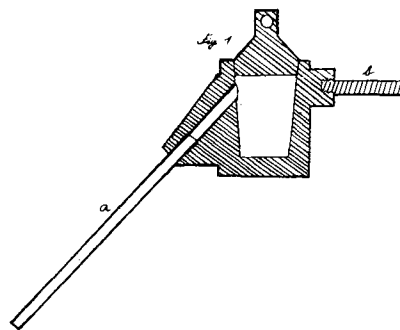
<sup>1)</sup> Vgl. Abh. Kohle 1, 123 [1917]; 3, 252 [1919].

<sup>2)</sup> Vgl. Abh. Kohle 3, 1, 248, 270 [1919].

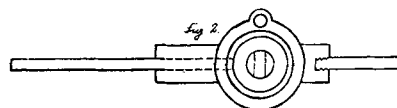
Bisher wurde für die Ermittlung der Urteerausbeute in kleinem Maßstabe vielfach die in der Braunkohlenteerindustrie übliche Methode der Schwelanalyse angewendet, die darin besteht, daß man das zu verschwelende Material aus einer schwer schmelzbaren Glasretorte destilliert<sup>3)</sup>. Die Verwendung des Glasgefäßes bringt hierbei verschiedene Nachteile mit sich. Wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Glases liegt die Gefahr nahe, daß bei nicht ganz vorsichtigem Erhitzen eine örtliche Überhitzung der Kohle und des Teers an den der Flamme zugekehrten Teilen der Retortenwandung stattfindet. Bei gelindem Erhitzen dagegen verläuft die Wärmeübertragung auf den Retorteninhalt nur langsam. Ferner bedingt die Zerbrechlichkeit des Gefäßmaterials eine gewisse Unsicherheit beim Arbeiten, zumal bei mehrmaliger Benutzung derselben Retorte, und einen erheblichen Materialverbrauch, der unter jetzigen Verhältnissen besonders ins Gewicht fällt. Wir haben deshalb einen Apparat konstruiert, der nach Möglichkeit diese Übelstände vermeidet.

### Der Apparat.

Derselbe besteht im wesentlichen aus einem retortenartigen Hauptteil aus Metall und einem als Vorlage dienenden Destillationskölben: Fig. 1 gibt den Apparat im Durchschnitt, Fig. 2 schema-



tisch in der Aufsicht im Maßstab 1 : 3 wieder. Fig. 3 ist eine photographische Wiedergabe des für einen Versuch fertig aufgestellten Apparates. Als Material für das Erhitzungsgefäß wurde Aluminium



gewählt. Hierfür waren verschiedene Gründe ausschlaggebend. Einmal wird infolge der ausgezeichneten Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums die von der Flamme hauptsächlich dem Boden zugeführte

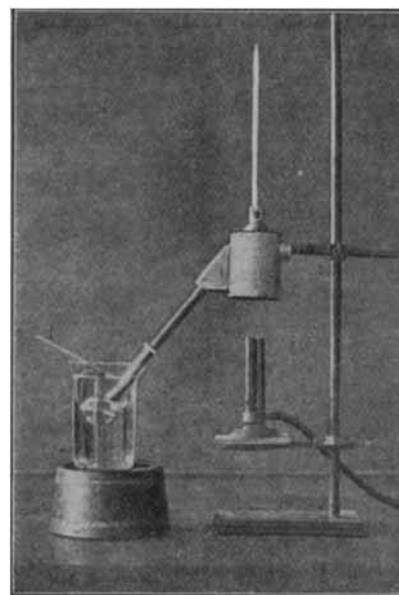


Fig. 3.

Wärme schnell über das ganze Gefäß und selbst in den Deckel abgeleitet, der deshalb besonders dick gehalten und mit breiter Fläche in die Öffnung eingeschliffen ist. Dadurch wird der Inhalt von allen Seiten möglichst gleichmäßig erhitzt und eine örtliche Überhitzung

<sup>3)</sup> Vgl. z. B. Gräfe, Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenteerindustrie. Halle 1908, S. 20.