

beschaffenheit usw. angeht, von echten Pechkohlen (Glanzkohlen) unterscheiden ließen. Allerdings ist es bisher nicht gelungen, auf diese Weise Steinkohlen herzustellen — die am weitesten veränderten Kohlen waren steinkohlenähnliche Glanzbraunkohlen —, jedoch verhielten sich die bei dieser Versuchsanordnung gewonnenen Produkte in jeder Hinsicht wie entsprechende metamorphe Kohlen.

Im einzelnen sind bei den Versuchen u. a. folgende Stoffe behandelt worden.

Reines Filtrierpapier (angefeuchtet) wurde 40 h lang bei 300° behandelt. Das Ergebnis war eine sehr feste, zähe, schwarze, rein matte Kohle mit muscheligen Bruch, die sich weder mit Salpetersäure noch mit Kalilauge färbte. Flüchtige Bestandteile 37,24%, fixer Kohlenstoff 62,76%, Koks pulverig.

Vermodertes Holz (nahezu reines Lignin) wurde 45 h lang bei 300° behandelt. Das Ergebnis war schwarze, hochglänzende, sehr spröde Kohle, die Salpetersäure nicht färbte, mit Kalilauge jedoch eine hellbraune Lösung lieferte. Flüchtige Bestandteile 34,53%, fixer Kohlenstoff 65,47%, Koks pulverig.

Rezente Hölzer und Braunkohlenhölzer (Xylite) wurden zwischen 6 und 36 h bei 300° behandelt. Dabei ergaben sich hochglänzende schwarze Pechkohlen mit muscheligen Bruch, die Salpetersäure schwach grüngelblich färbten, Kalilauge licht- bis hell- bis dunkelbraun. Gehalt an flüchtigen Bestandteilen zwischen 40 und 50%, an fixem Kohlenstoff zwischen 50 und 60%, Koks pulvrig bis locker gebacken.

Torfe und erdige Braunkohlen lieferten unter den gleichen Bedingungen matte bis glänzende schwarze Kohlen, die sich petrographisch und chemisch wie Glanzbraunkohlen (Pechkohlen) verhielten. Der Gehalt an fixem Kohlenstoff stieg dabei von etwa 30% bis auf etwa 50% an. Die Koksbeschaffenheit war wenig verändert.

Für das Verständnis des Wesens des Inkohlungsprozesses sind besonders drei Beobachtungen von Bedeutung, die bei diesen Versuchen gemacht worden sind. Einmal erwies sich, daß die Zeit, die für solche metamorphen Veränderungen erforderlich ist, ganz außerordentlich kurz ist. Sie betrug im günstigsten Fall etwa 6 h. Längere Reaktionszeit führte weitere Veränderungen nicht herbei. Zum anderen ergab sich, daß bei solchen

Umwandlungen bei der benutzten Versuchsanordnung Schwelprodukte nicht entstanden. Es wurde weder Aufblähung der Substanz noch Bildung von Schwelgas oder Schwelteer usw. beobachtet im Gegensatz zu den Autoklavversuchen früherer Autoren. Drittens wurde festgestellt, daß die Stärke der Umwandlung gerade proportional ist der Höhe der Temperatur, die angewandt wurde. Bei niederen Temperaturen ergaben sich weniger starke Umwandlungen als bei höheren.

Während die Abhängigkeit der Kohlenmetamorphose von der Höhe der Reaktionstemperatur schon von früheren Forschern vermutet wurde (Erdmann⁶⁾), sind die Feststellungen bezüglich Reaktionsdauer und Fehlen von Verschmelgungserscheinungen neu. Diese Beobachtungen decken sich sehr gut mit den allgemeinen geologischen Erscheinungen.

Neben diesen Hinweisen, die sich auf das Wesen des Inkohlungsprozesses selbst beziehen, ergaben sich neue Erkenntnisse über die Veränderungen, die die verschiedenen Bestandteile der Pflanzen bei der Kohlenbildung erleiden, und über die Beziehungen, die zwischen der petrographischen Beschaffenheit von Kohlen und der Art ihres Urmaterials bestehen, auf die in der erwähnten Arbeit von Gropp und Bode des näheren eingegangen ist.

Wenn man die Inkohlung im engeren Sinne, d. h. die Metamorphose der Kohlen, als eine Druckverschmelzung auffassen will, so hat man also dabei zu berücksichtigen, daß eine Verschmelzung im eigentlichen Sinne dabei nicht stattfindet. Vielmehr kommt es bei dem hohen Druck, unter dem diese Umwandlungen vor sich gehen, nur zu innermolekularen Umbildungen. Von den genannten Faktoren, Temperatur, Druck und Zeit, die seit jeher als Agentien der Inkohlung betrachtet worden sind, spielt die Temperatur die Hauptrolle. Sie bestimmt den Umfang der Metamorphose, den Inkohlungsgrad. Der Druck hat insofern Bedeutung, als er die ganz spezifische Art der Metamorphose, die Verschmelzung ohne Entstehung von Schwelprodukten bedingt. Die Zeit ist ohne Bedeutung. Ohne die Einwirkung von erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur finden in noch so langen Zeiträumen metamorphe Veränderungen nicht statt. [A. 24.]

⁶⁾ loc. cit.

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Physikalisches Colloquium.

Berlin, 20. April 1932.

Vorsitz: Prof. M. von Laue.

H. Kallmann: „Wasserstoff-Isotop der Masse 2“.

Vortr. hat gemeinsam mit Lasareff seine massenspektrographischen Untersuchungen an Wasserstoff fortgesetzt, und zwar ist jetzt Wasserstoff untersucht worden, der in der Nähe des Tripelpunktes abgedampft war. Trotzdem auch bei diesen Versuchen kein positives Resultat erzielt wurde, zweifelt Vortr. nicht an der Richtigkeit der Versuche von Urey, Brickwedde und Murphy, die neuerdings durch Bleakney eine Bestätigung erfahren haben. Das abweichende Ergebnis des Vortr. kann auf der verschiedenen Art der Destillation beruhen. Die amerikanischen Forscher haben 4 l Wasserstoff genau am Tripelpunkt abgedampft und in dem letzten zurückbleibenden Kubikzentimeter Wasserstoff das neue Isotop der Masse 2 spektral nachgewiesen. Seine Konzentration in gewöhnlichem Wasserstoff ist jedoch zu gering, um die Differenz zwischen dem chemisch bestimmten Atomgewicht $1,00777 \pm 0,000022$ und dem massenspektroskopisch bestimmten $1,00756 \pm 0,00015$ zu erklären.

¹⁾ Diese Ztschr. 45, 228 [1932].

Prof. Meißner teilt mit, daß in der Physikalischen Reichsanstalt jetzt auch Wasserstoff am Tripelpunkt destilliert worden ist, der demnächst vom Vortr. untersucht werden wird. —

L. Meitner: „Arbeiten über das Neutron.“

Bothe und Becker²⁾ haben gefunden, daß leichte Elemente, z. B. Beryllium, bei Bestrahlung mit α -Strahlen eine sehr durchdringende Strahlung aussenden. Beryllium wird dabei nicht zertrümmert. Die ausgesandte Strahlung ist durchdringender als γ -Strahlung und wurde von Bothe und Becker für eine sehr harte γ -Strahlung gehalten. Curie und Joliot³⁾ haben die von dieser Strahlung in einer Ionisationskammer erzeugte Ionisation gemessen und gefunden, daß die Ionisation in der Kammer zunimmt, wenn sich vor dem Fenster der Kammer eine wasserstoffhaltige Substanz, z. B. Paraffin, befindet. Die Zunahme der Ionisation rührt daher, daß aus der wasserstoffhaltigen Substanz durch die Be-Strahlung sehr schnelle Protonen herausgeworfen werden, die stärker ionisieren als die Be-Strahlung. Eine Erhöhung der Ionisation in der Kammer wurde auch beobachtet, wenn diese statt mit Luft mit Helium gefüllt war. Die Geschwindigkeit der durch die Be-Strahlung erzeugten H-Strahlen beträgt maximal 3×10^9 cm/sec. In der Vor-

²⁾ W. Bothe u. H. Becker, Ztschr. Physik 66, 289 [1930]; Naturwiss. 19, 753 [1931].

³⁾ I. Curie, Compt. rend. Acad. Sciences 193, 1412 [1931]. I. Curie u. F. Joliot, ebenda 194, 273, 708 [1932].

wärtsrichtung, das ist die Richtung des auftreffenden α -Teilchens, können die herausgeworfenen H-Teilchen in Luft bis zu 30 cm durchlaufen, während in der Rückwärtsrichtung keine H-Strahlen beobachtet werden konnten. Wenn diese Energien an das Proton durch eine Art Compton-Prozeß übertragen würden, so müßte die Be-Strahlung eine Energie von 50×10^6 eVolt haben. Nach Curie und Joliot ist aber ein Compton-Prozeß sehr unwahrscheinlich, und, wie später gezeigt wird, steht die auf dieser Grundlage berechnete Energie nicht im Einklang mit gewissen Beobachtungen.

Chadwick⁴⁾ hat die Versuche von Curie und Joliot wiederholt und bestätigt. Er hat ergänzend beobachtet, daß die Be-Strahlung auch aus anderen Elementen, wie Helium, Lithium, Kohlenstoff, Stickstoff, Argon, Teilchen herausschleudert, die Rückstoßatome sind. Die an Stickstoff-Rückstoßatomen beobachteten Energien und Reichweiten beweisen, daß ein Compton-Prozeß nicht stattgefunden haben kann. Die Gesamtheit der Befunde läßt sich nicht durch die Annahme erklären, daß die Be-Strahlung eine harte γ -Strahlung ist, während die von Chadwick aufgestellte Hypothese, daß die Be-Strahlung aus Neutronen, das sind Teilchen mit der Masse 1 und der Ladung 0, besteht, alle bisherigen Beobachtungen einheitlich zu erklären vermag. Ein Neutron besteht also aus einem Proton und einem Elektron, die zusammen einen Kern mit der Ladung 0 bilden, ihm muß also die Ordnungszahl 0 zugeordnet werden. Der beim Bestrahlen von Be mit α -Strahlen stattfindende Prozeß läßt sich demnach folgendermaßen darstellen: $\text{Be}^9 + \alpha\text{-Teilchen} = \text{C}^{12} + \text{Neutron}$. Die Energie der vom Be ausgesandten Neutronen beträgt $4,7 \times 10^6$ eVolt. Die Neutronen haben ein so großes Durchdringungsvermögen, da sie fast nur durch Kernstöße gebremst werden.

Vortr. berichtet über Versuche, die F. Rasetti, einer ihrer Mitarbeiter, ausgeführt hat. Die Versuche von Curie und Joliot und von Chadwick mit der Ionisationskammer wurden von ihm bestätigt. Rasetti hat ferner zwei Zählrohre aus 0,5 mm dickem Aluminium, die in kleinem Abstand aufgestellt waren, mit der Be-Strahlung bestrahlt und die Koinzidenzen beider Zählrohre gemessen. Die Koinzidenzen verschwanden bei Zwischenschaltung von 5 mm dickem Aluminium fast vollständig, trotzdem die Zahl der Ausschläge in jedem Zähler allein praktisch konstant blieb. Die Koinzidenzen sind demnach nicht auf Neutronen zurückzuführen, denn diese könnten durch das zwischengeschaltete Aluminium nicht merklich absorbiert werden, sondern auf Compton-Elektronen einer γ -Strahlung. Die Be-Strahlung besteht demnach aus Neutronen und γ -Strahlen.

Diese Annahme erklärt auch die Tatsache, daß Curie und Joliot mit der Ionisationskammer eine verschiedene Absorption der Be-Strahlung in Kohle und Paraffin feststellen konnten, was sich bei den Versuchen von Rasetti mit dem Zählrohr nicht zeigte, denn mit der Ionisationskammer werden hauptsächlich die Neutronen, mit dem Zählrohr jedoch die γ -Quanten gemessen. —

In der anschließenden Diskussion wurde auf die große Bedeutung der Neutronen hingewiesen. Sie könnten ein geeignetes Mittel sein zur Zertrümmerung der Atome der schweren Elemente, die sich mit α -Strahlen nicht zertrümmern lassen. Möglicherweise besteht auch die kosmische Höhenstrahlung aus Neutronen, eine Vermutung, die schon früher geäußert wurde. — Philipp konnte zeigen, daß auch Bor bei Bestrahlung mit α -Teilchen Neutronen aussendet.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Berlin, 29. April 1932.

Vorsitzender: Prof. M. von Laue.

E. Lau: „Quantitative Untersuchungen an Spektrallinien mit dem Multiplex-Interferenzspektroskop.“ (Nach gemeinsamen Untersuchungen mit Görlich, Dresden, und O. Reichenheim.)

Das Multiplex-Interferenzspektroskop beruht auf dem Befund, daß bei Kombinationen beliebiger Interferenzsysteme die Interferenzstreifen verschärft werden. Es besteht aus zwei hintereinander aufgestellten planparallelen Platten verschiedener Dicke. Jede der beiden Platten gibt Interferenzen, und hin und wieder finden Koinzidenzen der Interferenzstreifen

beider Platten statt. Die Wahrscheinlichkeit einer Koinzidenz eines Interferenzstreifens der dünneren Platte mit einem der dickeren Platte ist bei bestimmten ungeradzahigen Dickenverhältnissen der Platten wesentlich höher als bei geradzahigen Dickenverhältnissen. Aus den Koinzidenzen läßt sich die Dispersionskurve ableiten. Mit Hilfe dieses Multiplex-Interferenzspektroskops wurden die Quecksilberlinien 5790, 5769, 5461 und 4358 in ihre Komponenten aufgelöst. Bei der Vermessung der Aufnahmen ergaben sich einige Abweichungen, besonders bei den äußeren Trabanten der Linien zu den Aufnahmen von Schüller, der bisher die vollständige Analyse des Quecksilberspektrums ausgeführt hat. Eine Erklärung für diese Abweichungen kann noch nicht gegeben werden. Die Hg-Linien und die Na-D-Linien sind mit dem Multiplex-Interferenzspektroskop auch in Umkehr untersucht worden. —

G. Hertz: „Trennung von Isotopengemischen.“

Die Methode, die Vortr. zur Trennung von Gasgemischen durch Diffusion ausgearbeitet hatte, wird zur Trennung von Isotopen angewandt. Die Diffusion findet durch Tonröhren statt. Das Prinzip der Methode besteht darin, daß mehrere unten geschlossene Tonröhren gleichzeitig verwandt werden, die sich derart in je einer Glasröhre, in die unten das Gas durch eine Volmer-Pumpe eingeführt wird, und die an ihrem oberen Ende umgebogen ist und zu einer zweiten Volmer-Pumpe führt, die das rechte Nachbarelement mit Gas beliefert, befinden, daß eine Gasströmung aus dem Glasrohr in die Tonröhre nur durch Diffusion stattfinden kann. Zu diesem Zweck ist das die Tonröhre umgebende Glasrohr durch Verschmelzung an einem zweiten Glasrohr befestigt, das die Verlängerung der Tonröhre darstellt und seinerseits das schneller diffundierende Gas in eine dritte Pumpe leitet, durch die die Gaszufuhr im linken Nachbarelement reguliert wird. Jedes dieser Trennelemente bewirkt eine Trennung in zwei Fraktionen. Jedes Element erhält von beiden Seiten zu fraktionierendes Gas und gibt die Fraktionen nach beiden Seiten wieder ab. Sind die Isotopen ursprünglich im Konzentrationsverhältnis $c_1 : c_2$

vorhanden, so beträgt dieses nach der Trennung $\frac{c_1}{c_2} \left(\frac{m_1}{m_2} \right)^n$, wobei m_1 und m_2 die Atomgewichte und n die Anzahl der Röhren bedeuten. Vortr. hat auf diese Weise die Isotopen des Neons mit den Atomgewichten 20 und 22 getrennt, deren Konzentrationen sich im gewöhnlichen Neon wie 1 : 10 = $\text{Ne}^{22} : \text{Ne}^{20}$ verhalten. Um eine Anreicherung um den Faktor 10 zu bewirken, wurden 24 Röhren gleichzeitig betrieben, und zwar wurden 200 cm³ Neon bei 1 cm Quecksilberdruck in 8 h fraktioniert. Auf der einen Seite des Systems wurde das Gemisch $\text{Ne}^{20} : \text{Ne}^{22} = 1 : 1$, auf der andern Seite des Systems im Verhältnis $\text{Ne}^{22} : \text{Ne}^{20} = 1 : 100$ erhalten. Von beiden Endfraktionen wurde das Spektrum untersucht. — Eine Untersuchung des Wasserstoffs hinsichtlich des Isotops der Masse 2 wird in Aussicht gestellt.

Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie.

Colloquium. Berlin, 2. Mai 1932.

Vorsitzender: Prof. Dr. H. Freundlich.

L. Wolf, L. Penjkowa Uspenskaja, K. Askitopoulou: „Der Wasserstoffeffekt als Fehlerquelle bei elektrometrischen pH-Messungen.“ (Vorgetragen von L. Wolf.)

Vortr. berichtet über die Fortsetzung seiner Untersuchungen über den Wasserstoffeffekt¹⁾. Der Effekt besteht darin, daß Neutralsalze enthaltende Pufferlösungen, die mit einer Wasserstoffelektrode in Berührung sind, beim Einleiten von Wasserstoff sauer werden. Die Beobachtung von Frumkin, daß auf Kohle niedergeschlagenes Platin in der Weise auf Neutralsalze wirkt, daß die Kationen adsorbiert werden, wobei H⁺-Ionen frei werden, und ähnliche Beobachtungen von Kolthoff und Kamada legten den Gedanken nahe, daß der Wasserstoffeffekt auf Adsorption beruhe. Die Versuche des Vortr. bestätigen diese Auffassung. An blanker Platinelektrode tritt kaum ein Wasserstoffeffekt auf, an platinierter Platinelektrode zeigt sich eine Abhängigkeit des Effekts von der Größe der Elektrodenoberfläche. An einer bereits mit Kationen gesättigten Elektrode bleibt der Effekt aus. Der Effekt ist tatsächlich ein reiner Wasserstoffeffekt, denn beim Einleiten von

⁴⁾ J. Chadwick, Nature 129, 312 [1932].

¹⁾ Ztschr. Elektrochem. 36, 803 [1930]; 37, 619 [1931].