

Da unsere Lösungen tatsächlich beträchtliche Mengen von Tantal enthielten, standen wir vor dem Problem einer **Tantal-Zirkon-Protactinium-Trennung**. Ein brauchbares Kristallisationsverfahren stand nicht zur Verfügung. Wir reicherten deshalb unter Benutzung der oben angeführten Reaktionen das Protactinium im Tantal an und trennten es dann von diesem wieder auf Grund seines basischen Charakters. Im stetigen Wechsel der Methoden gelang so eine fast restlose Abtrennung der Verunreinigungen. Zur weiteren Reinigung wurde das vorliegende Gemisch als Oxyd in Flußsäure gelöst und dann soviel Kaliumfluorid hinzugegeben, als für eine Kristallisation als **Kalium-Protactinium-Doppelfluorid** notwendig war. Als erste Fraktion erhielten wir 0,25 g Protactinium. Nach einer röntgenspektrographischen Aufnahme von Dr. Noddack enthält dieses Präparat kein Element zwischen Eisen und Uran. Es liegt also in chemisch reiner Form vor. Weitere 0,25 g, die auf gleiche Weise gewonnen wurden, enthalten noch Spuren von Zirkon, sind aber sicher über 99,5%ig. Weitere 200 mg sind noch etwas verdünnter.

Bei Versuchen mit schon sehr stark angereicherten Präparaten machten wir einige überraschende Beobachtungen. Das Protactinium verhielt sich nämlich in den nun vorliegenden Mischungsverhältnissen anders als bisher. Dabei traten die schon früher beobachteten Unterschiede beim Arbeiten in salzsaurer und schwefelsaurer Lösung noch stärker hervor. So fiel bei einer Phosphatfällung aus 15%iger Schwefelsäure alles Zirkon aus, nahm aber von 80 mg Protactinium nur 6,5 mg mit. Die restlichen 73,5 mg ließen sich im Filtrat mit Spuren von Eisen und Tantal glatt durch Ammoniak fällen. In einem anderen Fall fielen bei gleicher Säurekonzentration, aber bei Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd 75% des Zirkons aus und nahmen nur 25% des Protactiniums mit. Ganz anders ging die Reaktion in salzsaurer Lösung. Aus einer solchen, die 130 mg Protactinium enthielt, fielen 98% mit dem Zirkonphosphat aus. An reinen Protactiniumpräparaten stellten wir dann fest, daß das Protactinium durch Phosphorsäure nicht als Phosphat gefällt wird, sondern, daß die Fällung auf einer in der sauren Lösung eintretenden Hydrolyse beruht.

Auf jeden Fall zeigen diese Beobachtungen, wie vorsichtig man bei jeder Protactiniumreaktion sein muß, da es unerwartet je nach der Art und Menge der vorhandenen Verunreinigungen sein Verhalten weitgehend zu ändern scheint, eine Erfahrung, die ja auch schon beim Tantal vorliegt. Es ist darum nicht

sicher, ob jede der oben angegebenen Reaktionen für reines Protactinium gültig ist. Das muß erst an reinen Präparaten nachgeprüft werden.

Eine Arbeitsvorschrift zur Herstellung von Protactinium in wenigen Sätzen kann bisher nicht gegeben werden. Es erscheint denkbar, daß ein ganz anderer Weg als der von uns eingeschlagene auch zum Ziel führen kann. Wir selbst konnten bereits feststellen, daß das Protactinium sich aus den Rückständen von Joachimstal mit Thorium als Träger durch Subphosphat abtrennen läßt. Die Entfernung des Thoriums hätte dann durch Fluoridfällung zu erfolgen, wobei das Protactinium in das Filtrat geht. Ob dieser Weg praktisch durchführbar ist, bedarf natürlich noch weiterer Untersuchungen.

Zusammenfassung.

5,5 t trockner Rückstände der Radiumfabrikation aus Joachimstal mit einem Gehalt von 950 mg Protactinium wurden auf Protactinium verarbeitet. Als Trägersubstanz für dieses diente Zirkon, mit dessen Phosphat das Protactinium aus saurer Lösung ausfällt. Die Entfernung der vorhandenen Verunreinigungen, vorwiegend Eisen, Blei und Kieselsäure, erfolgte durch Behandlung mit Ätznatron und Salzsäure. Die Trennung des Protactiniums von der Trägersubstanz erfolgte zunächst durch Kristallisation des Zirkonoxychlorids aus salzsaurer Lösung, wobei das Protactinium sich im Filtrat anreichert. Im weiteren Verlauf der Arbeit ergab sich dann aber, daß dieser Weg allein nicht zum Ziele führte, da das Protactinium entsprechend seiner Stellung im Periodischen System eine starke Tantalähnlichkeit zeigt. Die endgültige Reinigung erfolgte durch wechselnde Anwendung von Zirkon- und Tantalreaktionen. Auf diese Weise wurden schließlich 700 mg Protactinium erhalten, von denen 500 mg in reiner Form vorliegen.

Herrn Prof. O. Hahn danken wir für die Anregung und das dauernde Interesse, das er dieser langwierigen Arbeit entgegenbrachte, vor allen Dingen aber auch für seine tatkräftige Unterstützung. Die Bereitstellung der erheblichen Geldmittel, die zur Durchführung der Untersuchung erforderlich waren, erfolgte durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der an dieser Stelle dafür gedankt sei. [A. 87.]

Über das Element 93.

Von Dr.-Ing. IDA NODDACK, Berlin.

(Eingeg. 10. September 1934.)

Vor etwa vier Monaten wurde in dieser Zeitschrift über die Lücken des Periodischen Systems berichtet¹⁾. Am Schluß der Arbeit wurde auf die Möglichkeit der Entdeckung von Transuranen (d. h. Elementen, die im System auf das Uran folgen) eingegangen.

Wenige Wochen später erschienen zuerst in der Tagespresse, dann auch in der Fachliteratur Nachrichten, daß es zwei Forschern, Prof. Fermi in Rom und Ingenieur Koblic in Joachimthal, unabhängig voneinander gelungen sei, das Element mit der Ordnungszahl 93 zu entdecken.

Wir wollen uns zunächst mit den Angaben von Fermi²⁾ beschäftigen. Fermi hat die Frage untersucht, ob man die von Curie und Joliot entdeckte sogenannte induzierte Radioaktivität, die beim Beschießen von Atomkernen mit α -Strahlen entsteht, auch durch die Einwirkung von Neutronen hervorrufen kann.

Er brachte in ein Glasgefäß Beryllimpulver und Radiumemanation. Die Emanation emittiert α -Strahlen, diese treffen auf die Atomkerne des Berylliums und lösen in ihnen Neutronen aus. Die Neutronen durchdringen

die Wände des Glasgefäßes und können auf in der Nähe befindliche Stoffe einwirken. Fermi brachte eine Reihe von Elementen in elementarer Form oder als Verbindungen in die Nähe seiner Strahlenquelle, ließ die Neutronen einwirken und setzte dann die bestrahlten Stoffe vor einen Geiger-Zähler. Zahlreiche Elemente sandten nach Bestrahlung mit Neutronen eine Zeitlang β -Strahlen aus, wiesen also in der Tat induzierte Radioaktivität auf³⁾. Auf die Hypothesen, die Fermi zur Erklärung der zum Teil recht verwickelten Erscheinungen aufstellt⁴⁾, soll hier nicht eingegangen werden, da uns nur ein Fall, die angebliche Entstehung des Elements 93, interessiert. Zum Studium der induzierten Radioaktivität des Urans brachte Fermi Uranyl-nitratlösung, die er von allen radioaktiven Zerfallsprodukten befreit hatte, in die Nähe seiner Neutronenquelle. Mit Hilfe des Geiger-Zählers konnte er zeigen, daß die Lösung durch die Bestrahlung radioaktiv geworden war und β -Strahlen aus-

¹⁾ I. Noddack, diese Ztschr. 47, 301 [1934].

²⁾ E. Fermi, Nature 133, 898 [1934].

³⁾ Natürlich wird nicht die Gesamtzahl der Atome des bestrahlten Stoffes radioaktiv, sondern nur eine unwägbare Menge, in diesem Fall einige hundert Atome.

⁴⁾ E. Fermi, Nature 133, 757 [1934].

sandte. Die Auswertung der Abklingungskurve ergab, daß nicht nur ein, sondern mindestens fünf radioaktive Elemente von verschiedenen Halbwertszeiten entstanden waren, wobei es bisher, wie *Fermi* betont, noch unsicher ist, ob diese Elemente nacheinander oder nebeneinander entstehen.

Es gelang nun *Fermi*, eins dieser neu entstandenen Radioelemente, und zwar eins mit der Halbwertszeit 13 min, auf chemischem Wege abzutrennen. Er verfuhr dabei so, daß er die bestrahlte stark salpetersaure Uranyl-nitratlösung mit etwas Manganosalz versetzte, zum Kochen erhitzte, und dann Natriumchlorat zugab. In dem ausgeschiedenen Mangandioxyd war der größte Teil der β -Aktivität mit der Halbwertszeit von 13 min enthalten. *Fermi* versucht nun zu beweisen, daß das Radioelement, dem diese β -Aktivität zukommt, mit keinem bekannten Element in der Nähe des Urans isotop ist. Er setzt zu diesem Zweck zu der salpetersauren Lösung von bestrahltem Uranyl-nitrat nacheinander β -strahlende Isotope folgender Elemente: Protactinium (91), Thor (90), Actinium (89), Radium (88), Wismut (83) und Blei (82) und fällt dann Mangandioxyd mit Natriumchlorat. Alle die genannten β -strahlenden Elemente gehen nach *Fermi* nicht in den Niederschlag. Da das unbekannte Radioelement aber in die Manganfällung geht, und da es seinem Verhalten nach auch nicht mit Radon (86) und Ekacäsium (87) isotop sein kann, zieht *Fermi* den Schluß, daß es das unbekannte Element 93 (vielleicht auch 94 oder 95) sein könnte.

Diese Beweisführung ist nicht stichhaltig. Die Tatsache, daß *Fermi* nicht nur den bekannten unmittelbaren Nachbarn des Urans, das Protactinium, mit seinem neu entstandenen β -Strahler vergleicht, sondern mehrere Elemente bis herab zum Blei, beweist, daß er eine Reihe aufeinander folgender Abbauprozesse (unter Abgabe von Elektronen, Protonen und Heliumkernen) für möglich hält, die schließlich zur Bildung des Radioelements mit der Halbwertszeit 13 min führen. — Wenn er aber das tut, ist nicht einzusehen, warum er zwischen Uran (92) und Blei (82) das Element Polonium (84) nicht berücksichtigt, und warum er gerade beim Blei Halt macht; denn die alte Anschauung, daß die ununterbrochene Reihe radioaktiver Elemente beim Blei oder vielmehr beim Thallium (81) aufhört, ist ja gerade durch die anfangs erwähnten Versuche von *Curie* und *Joliot* aufgehoben. *Fermi* hätte also sein neues Radioelement mit allen bekannten Elementen vergleichen müssen.

Wie man aus der analytischen Chemie weiß, gehen zahlreiche Elemente, wenn sie in salpetersaurer Lösung als Verbindungen, atomar oder kolloidal, vorliegen, beim Fällen eines Mangandioxydniederschlages aus der Lösung in diesen hinein.

Um das Verhalten der Elemente bei der von *Fermi* verwandten Fällungsmethode zu prüfen, haben wir 100 cm³ einer 55%ig salpetersauren Lösung hergestellt, die fast sämtliche stabilen Elemente in Mengen von je einigen Milligramm in gelöster oder kolloider Form enthielt. Diese Lösung wurde mit 200 mg Mangano-nitrat versetzt und zum Kochen erhitzt, dann wurden 2 g Kaliumchlorat (trocken) langsam zugegeben. Der dabei ausgefallene Mangandioxydniederschlag wurde chemisch und spektroskopisch auf die mit dem Mangan ausgefallenen Elemente geprüft. Er enthielt folgende Elemente: Ti, Nb, Ta, W, Ir, Pt, Au und Si nahezu quantitativ, Sb, Pb, Bi, Ni und Co teilweise.

Fermi hat — wie schon erwähnt — auch nicht geprüft, ob Polonium (84) in die Manganfällung geht. Ein mit

Polonium ausgeführter Versuch zeigte, daß dieses Element nahezu quantitativ in den MnO₂-Niederschlag eingeht⁵⁾. Der Beweis, daß das neue Radioelement die Ordnungszahl 93 hat, ist also noch keineswegs geglückt, da *Fermi* ihn nur durch ein unvollkommen durchgeführtes Aus-schlußverfahren versucht hat.

Man kann ebensogut annehmen, daß bei dieser neuartigen Kernzertrümmerung durch Neutronen erheblich andere „Kernreaktionen“ stattfinden, als man sie bisher bei der Einwirkung von Protonen- und α -Strahlen auf Atomkerne beobachtet hat. Bei den letztgenannten Bestrahlungen findet man nur Kernumwandlungen unter Abgabe von Elektronen, Protonen und Heliumkernen, wodurch sich bei schweren Elementen die Masse der bestrahlten Atomkerne nur wenig ändert, da nahe benachbarte Elemente entstehen. Es wäre denkbar, daß bei der Beschießung schwerer Kerne mit Neutronen diese Kerne in mehrere größere Bruchstücke zerfallen, die zwar Isotope bekannter Elemente, aber nicht Nachbarn der bestrahlten Elemente sind.

Auch der Befund, daß das neue Radioelement in saurer Lösung bei Fällung von Rheniumsulfid in diesen Niederschlag geht, spricht nicht für 93; denn erstens absorbiert das Rheniumsulfid gern andere Stoffe, und zweitens läßt die Voraussage der vermutlichen Eigenschaften von 93 es noch keineswegs sicher erscheinen, daß dieses Element ein säurebeständiges Sulfid bilden würde.

Weiterhin würde sich aus den Versuchen von *Fermi*, wenn seine Deutung richtig wäre, die von ihm nicht erwähnte Folgerung ergeben, daß aus dem β -strahlenden Element 93 das Element 94 entstehen müßte. Dieses Element sollte man verhältnismäßig leicht chemisch von 93 trennen können.

Man muß noch weitere Untersuchungen abwarten, ehe man behaupten darf, daß hier das Element 93 wirklich gefunden ist. *Fermi* selbst ist in dieser Hinsicht, wie bereits erwähnt wurde, vorsichtig, nur in einem Referat⁶⁾ über seine Versuche und in den Berichten der Tagespresse glaubt man schon des Resultates sicher zu sein.

Die zweite Angabe über die Auffindung des Elements 93 stammt von Odolen Koblic⁷⁾. Er teilte mit, daß er aus dem Waschwasser der gerösteten Pechblende von Joachimsthal reine Salze des Elements 93 in erheblicher Menge (die Pechblende sollte etwa 1% dieses Elements enthalten) gewonnen hätte. Er beschrieb Eigenschaften des Elements und seiner Verbindungen, bestimmte sein Atomgewicht und nahm an, daß es die Muttersubstanz des Protactiniums sei, er gab ihm nach seinem Vaterlande den Namen „Bohemium“. Auch diese Nachricht fand eine außerordentlich große und kritiklose Verbreitung in den Tageszeitungen der ganzen Welt.

Durch Vermittlung von Herrn Dr. M. Speter übersandte mir Herr Koblic zwei Proben seines Präparates mit dem Wunsche, diese auf die Gegenwart des Elements 93 zu untersuchen.

Die chemische und die röntgenspektroskopische Untersuchung zeigten, daß die Präparate kein 93 enthielten, sondern Mischsalze von Silber- und Thalliumvanadat und -wolframat mit überschüssiger Wolframsäure waren. Koblic hat sich nach Mitteilung dieses Befundes von der Gegenwart des Wolframs überzeugt und seine Behauptung von der Auffindung des Elements 93 zurückgenommen⁸⁾.

⁵⁾ Für die Überlassung des Poloniumpräparates und für die Aktivitätsmessungen bei diesem Versuch bin ich Herrn Dr. J. Fränz zu Dank verpflichtet.

⁶⁾ Nature 133, 863 [1934].

⁷⁾ O. Koblic, Chemiker-Ztg. 58, 581 [1934].

⁸⁾ O. Koblic, ebenda 58, 683 [1934]. Österr. Chemiker-Ztg. 37, 140 [1934].

Es erübrigt sich daher, hier die Reaktionen zu erläutern, die *Koblic* dem vermeintlichen neuen Element zugeschrieben hatte und die sich alle als Reaktionen eines Gemisches von Vanadin und Wolfram erklären lassen⁹⁾.

Vor kurzem (11. August) kam aus Amerika die Nach-

⁹⁾ Herr *Koblic* hat in seinem Widerruf nur das Wolfram, nicht auch das Vanadin erwähnt, obschon ihm brieflich der ungefähre Gehalt seiner Präparate an diesen beiden Ele-

menten mitgeteilt und die vermeintlichen Bohemium-Reaktionen durch ein Gemisch von Vanadin und Wolfram erklärt worden waren.

[A. 107.]

VEREINE UND VERSAMMLUNGEN

Deutsche Keramische Gesellschaft.

15. Hauptversammlung vom 23. bis 25. September 1934 in Bonn.

Eröffnung der Schau „Deutsche Rohstoffe“ im Hörsaal 9 der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Am Hof. — Dr. E. Ryschkewitsch, Frankfurt a. M.: „Einstoffsysteme als Grundlage der wissenschaftlichen keramischen Forschung.“ — Dr. Büssem, Berlin-Dahlem: „Röntgenographische Methoden zur Bestimmung der wahren Ausdehnungskoeffizienten von kristallinen Stoffen, insbesondere Silicaten.“ — Dr. A. Laubenheimer, Köthen: „Die Rohstoffversorgung der deutschen keramischen Industrie und ihre Abhängigkeit vom Auslande.“ — Dr.-Ing. Franz Bley, Halle a. d. S.: „Die Verwendung deutscher Rohstoffe unter besonderer Berücksichtigung neuer Aufbereitung.“ — Dr.-Ing. H. Lehmann, Dresden: „Über Steinguttone.“ — Bergassessor a. D. A. Hasebrink, Bonn: „Übersicht über den Westerwälder Ton- und Quarzüberbergbau.“ — Dr. F. Hartmann, Hörde: „Die Entwicklungsmöglichkeiten der feuerfesten Sondersteine.“ — Obering. F. Dettmer, Klosterlausnitz: „Feste Brennstoffe und Feuerungen.“ — Prof. Dr. K. Endell, Berlin: „Basenaustauschfähigkeit von Tonen und Formgebungsprobleme in der Keramik (Drehen, Pressen, Gießen).“ — Ing. Otto Manfred: „Über Entlüftungsverfahren, neuzeitliche Vakuum- und Hochvakuum-Arbeitsweisen (quantitative Entlüftung) in der Technologie plastischer Massen.“ — Dr.-Ing. Hans Kohl, Frankfurt a. M.: „Die roten und gelben Farbkörper in der Keramik.“

Dienstag, den 25. September: Geologisch-bergmännische Führung durch den Westerwald.

PERSONAL- UND HOCHSCHULNACHRICHTEN

Prof. Dr. H. Konen, Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Bonn, feiert am 16. September seinen 60. Geburtstag.

Dr. A. Gundlach, Chemiker und Prokurist bei der I. G. Farbenindustrie A.-G., Werk Elberfeld, feierte am 1. September sein 25jähriges Dienstjubiläum.

Verliehen: Geh. Medizinalrat Dr. W. Kollé, Direktor des Staatlichen Instituts für experimentelle Therapie und des Chemotherapeutischen Forschungsinstituts „Georg-Speyer-Haus“, Frankfurt a. M., o. Hon.-Prof. für experimentelle Therapie an der Universität Frankfurt a. M., von der naturwissenschaftlichen Fakultät der dortigen Universität, in Anerkennung seiner Verdienste um das Zustandekommen von Gemeinschaftsarbeiten auf dem medizinisch-naturwissenschaftlichen Grenzgebiet in Frankfurt a. M., ehrenhalber Titel und Würde eines Doktors der Naturwissenschaften.

Gestorben: Dr. K. Barth, Prokurist und Leiter der gesamten Abteilungen „Chemische Fabriken“ der Bamag-Meguin-A.-G., Berlin, am 10. September im Alter von 70 Jahren.

NEUE BÜCHER

Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis. Von Prof. Sir James Jeans. Aus dem Englischen übersetzt von Helene Weyl und Lothar Nordheim. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart-Berlin 1934. Preis geb. RM. 9,—.

Dieses von einem Physiker geschriebene Buch ist Philosophie, ist Erkenntnistheorie; und wenn der Verfasser sie auch als rudimentär und flüchtig skizziert bezeichnet, so haben wir heute eben keine andere gültige. Jede Erkenntnistheorie ist von der Physik ausgegangen; so ruht z. B. *Kant* auf *Newton*. Aber heute wird es dem zünftigen Philosophen schwer gemacht, den Gedankengängen des Physikers zu folgen; so muß denn letzterer selber zur Feder greifen und Philosophie treiben. Die Synthese von Relativitäts- und Quantentheorie liefert nunmehr

den Stoff; während aber in ähnlichen Werken der mathematische Formalismus überwiegt und besticht, werden hier die gedanklichen Fäden frei gelegt und zu einem bewundernswerten Gespinnst verwoben. Die meisten Gedanken entstammen natürlich den Begründern der beiden Theorien; aber eine Zusammenfassung aller dieser Dinge ist in solcher Weise bisher noch nicht versucht worden. Charakteristisch für die Art der Darstellung ist, daß sie schwersten Inhalt in allgemeinverständliche Form gießt, ohne an der noch vorhandenen Problematik leichten Herzens vorbeizugehen. Wenn z. B. von Matrizen die Rede ist, dann nur so, daß auch ein ganz Fernstehender weiß, was gemeint ist. Aber auch dem Kenner der Dinge werden Zusammenhänge klar, von denen sonst wenig die Rede ist. So wenn sich die Geschwindigkeit der Materiewellen als die der Ortszeit erweist, und manches andere. Die Stellungnahme zum Indeterminismus ist die der gemäßigten, nicht der radikalen Richtung. — Es lohnt schon, dieses Buch zu besitzen; denn ein tieferes Verständnis für solche letzten Dinge kann bei nur einmaligem Lesen wohl kaum erwartet werden.

Bennewitz. [BB. 196.]

Umsturz im Weltbild der Physik. Von Ernst Zimmer. Verlag Knorr und Hirth, München 1934. Preis geh. RM. 4,50, geb. RM. 5,70.

Die seit der Jahrhundertwende einsetzende Umgestaltung des physikalischen Weltbildes ist nunmehr zu einem gewissen Abschluß gelangt; das, was bisher nur dem Fachmanne zugänglich war, soll nun weitesten Kreisen erschlossen werden. Und das ist heute wichtiger denn je; gilt es doch, Vorurteile wegzuräumen, die nur auf Unkenntnis zurückzuführen sind, und durch eine Auffassung zu ersetzen, die sich wundervoll in unsere heutige Weltanschauung einfügt. Denn diese dreißig Jahre revolutionärer Umgestaltung des naturwissenschaftlichen Denkens führen vom einseitigen Materialismus weg zu einer hohen geistigen Einstellung, die viel Künstlerisches und Intuitives enthält.

Der Weg dieser Entwicklung war verwickelt und steinig; dem Verfasser ist es aber gelungen, gewissermaßen eine Reichsautobahn durch das ganze Gebiet zu legen, von der aus man die Gänge der Materie und des Lichts, der Quanten und der Wellen fast mühelos übersehen und kennenlernen kann. Am Ziele angelangt, wird selbst der Ungeübtere den Eindruck erhalten haben, daß diese Fahrt nicht nur genüßreich, sondern in ihrer versteckten Problematik auch äußerst anregend und wertvoll gewesen ist. Dafür aber, daß er keinem marktschreierischen Unternehmer aufgesessen ist, sondern sich in die Hände eines durch und durch ernsthaften Kenners gab, zeugen schon die empfehlenden Einleitungsworte des Altmeisters *Max Planck*. Solche Bücher müßten Allgemeinut werden!

Bennewitz. [BB. 105.]

Die moderne Atomtheorie. W. Heisenberg; E. Schrödinger; P. A. M. Dirac. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1934. Preis geh. RM. 2,50.

Es handelt sich hier um die bei der Entgegennahme des Nobelpreises 1933 in Stockholm von den drei Autoren gehaltenen Vorträge. Es ist klar, daß man in Anbetracht der ungeheuren Ausdehnung des Wissensgebietes, das wir den dreien verdanken, bei einer solchen Gelegenheit nur winzige Bruchstücke ihres Schaffens vorgesetzt bekommen kann. So beleuchtet *Schrödinger* lediglich den Ausgangspunkt, der ihn zum Grundgedanken der Wellenmechanik führte. *Dirac* zeigt, wie sich aus seiner Theorie die Existenz und Beschaffenheit der inzwischen experimentell gefundenen Positronen ableiten läßt. Einzig *Heisenberg* versucht, das ganze Gebiet der Entwicklung der Quantenmechanik in lapidaren Sätzen zu umreißen. — Ein Hinweis auf die Bedeutung solcher Auslassungen erübrigt sich.

Bennewitz. [BB. 104.]