

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. Sitzung am Freitag, dem 21. Januar 1938, im Physikalischen Institut der T.H. Charlottenburg.

Chr. Gehrtsen, Gießen: „Demonstrationen zur Atomzerrüttung und Radioaktivität.“

Die Kernphysik wird, von wenigen Ausnahmen abgesehen, in den üblichen Experimentalphysik-Kollegs an den Hochschulen und Universitäten heutzutage noch recht stiefmütterlich behandelt. Dies kann beim Studierenden leicht den Eindruck erwecken, daß es einfache Experimente zur Demonstration von Kernvorgängen gar nicht gibt. Vortr. beweist an Hand einer größeren Anzahl eindrucksvoller Vorführungen das Gegenteil.

Als Anzeigegerät für Kernprozesse dient bekanntlich das Zählrohr in verschiedenen Ausführungsarten; es war in den folgenden Versuchen über einen Verstärker mit einem Lautsprecher verbunden, um das Ansprechen des Zählrohrs einem größeren Hörerkreis zu vermitteln. Es wird zunächst die scharfe Definition der Reichweite von  $\alpha$ -Strahlen gezeigt, indem die Entfernung zwischen dem Zählrohr und einem ThC-Präparat verändert wird: beim Unterschreiten eines bestimmten Abstandes setzt ein starkes Prasselgeräusch ein. Auch bei sehr starken Präparaten, bei denen die einzelnen  $\alpha$ -Teilchen im Lautsprecher nicht mehr zu unterscheiden sind, kann man die Stärke des ThC-Präparates noch mit Hilfe der 10<sup>6</sup> mal so selten ausgesandten weitreichenden  $\alpha$ -Strahlen<sup>1)</sup> festlegen, indem man die Entfernung zwischen Zählrohr und Präparat etwas größer als die Reichweite der häufigen  $\alpha$ -Strahlen wählt.

Im Anschluß daran wird die anomale Streuung der  $\alpha$ -Strahlen (Streuung unter großen Winkeln) gezeigt, indem ein gut ausgeblendeter  $\alpha$ -Strahl auf ein schräg in den Strahlengang gestelltes Cu- oder Au-Blech auftrifft. Die dabei in dem Blech unter 90° gestreuten  $\alpha$ -Strahlen werden in einem seitlich aufgestellten Zählrohr nachgewiesen. Es läßt sich durch Vergleich zweier Metalle nachweisen, daß die Häufigkeit dieser Streuung proportional zum Quadrat der Kernladungszahl ist. Berücksichtigt man ferner die benutzten Raumwinkel und mißt man die Strahlintensität, so kann man auf diesem Wege das grundlegende Gesetz über die Streuung von  $\alpha$ -Strahlen an Atomkernen (Rutherford) (mit Ausnahme der Winkelverteilung) in einer Vorlesung an Hand solcher Versuche diskutieren.

Im weiteren Verlauf des Vortrages werden dann Neutronenquellen und Versuche über Atomumwandlungen mit Hilfe von Neutronen besprochen. Im Anschluß daran werden zunächst die Eigenschaften schneller und langsamer Neutronen demonstriert. Ein Zählrohr für langsame Neutronen, d. h. ein Zählrohr üblicher Bauart, dessen Wände mit Bor auskleidet sind, steht einem Präparat gegenüber, das schnelle Neutronen liefert ( $\alpha$ -Strahler + Beryllium). Zwischen die Neutronenquelle und das Zählrohr wird eine dicke Paraffinplatte gebracht, in der die vom Präparat kommenden schnellen Neutronen durch Geschwindigkeitsverluste in langsame umgewandelt werden<sup>2)</sup>. Hält man nun eine 2 cm dicke Bleiplatte vor oder hinter die Paraffinplatte, so ändert sich die Zahl der Ausschläge im Zählrohr nicht, d. h. sowohl schnelle als auch langsame Neutronen durchdringen dicke Bleischichten ohne wesentliche Absorption. Nimmt man statt der Bleiplatte eine Schicht Borax, so erniedrigt sich die Neutronenintensität nur dann merkbar, wenn die Boraxschicht zwischen Paraffinplatte und Zählrohr steht: nur langsame Neutronen werden also durch Borax merklich absorbiert, schnelle dagegen wenig.

Nach Auswechselung des bisher benutzten Proportionalzährlöhrers gegen ein sogenanntes Auslösezählrohr, das jedes

einzelne Teilchen durch einen nur von den äußeren Bedingungen abhängigen Stromstoß anzeigt, werden dann noch einige Versuche über künstliche Radioaktivität vorgeführt. Ein Ag-Blech wird durch langsame Neutronen beschossen, die von einem (Be + Emanation)-Präparat unter Zwischenschaltung einer Wasserschicht (zur Verlangsamung der Neutronen) stammen. Die daraus sich ergebende Radioaktivität des Silberbleches (Abgabe von  $\alpha$ -Strahlen) wird mit dem obigen Auslösezählrohr nachgewiesen.

Zum Schluß bespricht der Vortragende die wichtigsten Ergebnisse einer Arbeit von Wetterer<sup>3)</sup>. Beim Durchgang schneller Neutronen durch Paraffin verschiedener Schichtdicke ergibt sich zwar keine scharf definierte Reichweite, die Neutronen erleiden aber bestimmte Energieverluste im Paraffin, so daß jeder Paraffinschichtdicke eine gewisse Mindestenergie der Neutronen entspricht.

### Sitzung am Mittwoch, dem 2. Februar 1938, in der T.H. Berlin-Charlottenburg.

W. Gerlach, München: „Physikalische Untersuchungen über metallkundliche Probleme.“

Vortr. hat zusammen mit seinen Mitarbeitern untersucht, in welcher Weise physikalische Meßmethoden, insbesondere des Ferromagnetismus (FM) und des Diamagnetismus sowie des elektrischen Widerstandes der metallkundlichen Forschung dienstbar gemacht werden können. Zur Einleitung wird zunächst ein kurzer Abriß der Eigenschaften von Legierungen gegeben. Bei Mischung zweier flüssiger Metalle können nach Abkühlung verschiedene Arten von Legierungen entstehen, von denen hier besonders der gesättigte Mischkristall und die eutektischen Legierungen interessieren. Ein übersättigter Mischkristall benimmt sich wie eine Flüssigkeit: bei hoher Temperatur ist die Löslichkeit größer als bei niedriger Temperatur, bei Abkühlung tritt also eine Ausscheidung ein. Diese Ausscheidung kann durch schnelles Abkühlen (Unterkühlen) vermieden werden. Ein solcher unterkühlter Zustand kann jahrelang unverändert bestehen, es kann aber auch der nach der Abkühlung elastisch weiche Mischkristall unter Ausscheidung in einen harten Zustand übergehen. Der Elementarvorgang bei dieser „Ausscheidungshärtung“ ist noch ziemlich dunkel. Die sichtbare Ausscheidung einer neuen Phase ist für die Härtung nicht notwendig, es können auch viel feinere Vorgänge dazu führen (Beispiel: Al—Cu = Duralumin). Die Untersuchung dieser Fragen nach der Methode der FM-Analyse, d. h. also an Legierungen aus einer magnetischen und einer nichtmagnetischen Komponente ergibt zunächst als Gesamtresultat, daß jede Legierung sich anders verhält, daß also Resultate, die an einer bestimmten Legierung gewonnen sind, auf andere Legierungen ähnlicher Art sich nicht ohne weiteres übertragen lassen. Im einzelnen ergibt sich beim Eutektikum keine Störung des FM-Anteiles durch den unmagnetischen Anteil in bezug auf die Magnetisierung. Aus der Größe der Magnetisierung läßt sich also direkt eine Aussage über den Gehalt des untersuchten Materials an FM-Phasen machen; dementsprechend bleibt der Curie-Punkt der FM-Komponenten erhalten. Beim Mischkristall hängt dagegen die Magnetisierung und die Curie-Temperatur (CT) von der Zusammensetzung ab. Die Messungen der Magnetisierung als Funktion der Temperatur, auf denen diese und die im folgenden wiedergegebenen Schlüsse basieren, umfassen Legierungen von Nickel mit Cu, Zn, Al, Sn, Mo, Au, Be bei verschiedenen Mischungsverhältnissen. Trägt man die CT als Funktion von (Atomprozentgehalt der Beimengung mal Valenz) auf, so erhält man für die Gesamtheit der durchgeföhrten Messungen eine gemeinsame Gerade, ebenso ergibt sich eine Beziehung zwischen der Magnetisierung und dem Prozentgehalt für ein bestimmtes Legierungssystem. Damit sind über eine beliebige Ni-Legierung, deren Zusammensetzung man nicht kennt und von der man nur die Abhängigkeit der spontanen Magnetisierung von der absoluten Temperatur gemessen hat, weitgehende Aussagen möglich: Die CT gibt die Zusammensetzung der FM-Komponente an, und die Größe der Magnetisierung läßt eine Bestimmung der Zusammensetzung von Nicht-FM-Komponenten zu. Führt man diese Messungen an

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. Phys.-Chem. Tabellen (Landolt-Bornstein), Erg.-Bd. III, 1, S. 20.

<sup>2)</sup> Vgl. Bericht über den 13. Deutschen Physiker- und Mathematikertag in Bad Kreuznach, Vortrag Fleischmann, diese Ztschr. 51, 21 [1938].

<sup>3)</sup> Ann. Physik 30, 284 [1937].

inem sich zeitlich ändernden Gefüge durch, so kann man aus der Änderung der Magnetisierungs-Temperatur-Kurve die Veränderungen des Gefüges direkt ablesen; dies wird an zwei Beispielen erläutert: 1. Eine Ni-Au-Legierung<sup>4)</sup> bestand zunächst aus einem Mischkristall mit bestimmter CT ( $\Theta_1$ ). Nach Erwärmung auf einige hundert Grad trat ein neuer Mischkristall mit der CT  $\Theta_2$  hinzu. Die ursprüngliche Phase blieb der Zusammensetzung nach erhalten (gleichbleibende CT), nur ihre Menge nahm dauernd ab. 2. Wesentlich anders lag der Vorgang bei einer Ni-Be-Legierung<sup>5)</sup>. Aus dem übersättigten Mischkristall ( $\Theta_1$ ) scheidet sich eine neue Phase mit höherer CT aus;  $\Theta_2$  und damit die Zusammensetzung dieser Phase bleibt wie bei Au-Ni bei fortschreitender Aushärtung konstant, nur ihre Menge nimmt zu. Im Gegensatz zu den Beobachtungen bei Au-Ni wächst jedoch die CT des ursprünglichen Mischkristalles, er wird Ni-reicher, mengenmäßig nimmt er ab. Daneben entsteht noch eine dritte Nicht-FM-Komponente. Die zeitliche Verfolgung des Vorganges der „Entmischung“ des Mischkristalles bei einer bestimmten Anlaßtemperatur ergibt eine gradlinige Abhängigkeit zwischen der CT und dem Logarithmus der Zeit; für höhere Anlaßtemperaturen sind die Geraden nach kleineren Zeiten hin verschoben. Aus der Verschiebung läßt sich die Aktivierungswärme für die Ausscheidung von überschüssigem Beryllium aus dem ursprünglichen Mischkristall zu 54 000 cal/Mol berechnen.

Neben der Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung wurde auch die der Koerzitivkraft und Remanenz verfolgt. Bei Ni-Be wie bei Au-Ni wurde nach dem Durchgang durch die untere CT ( $\Theta_1$ ) ein starkes Ansteigen der Koerzitivkraft beobachtet. Daraus kann man schließen, daß die neu ausgeschiedene Phase eine hohe Koerzitivkraft hat, die unterhalb  $\Theta_1$  nur durch die dort noch vorhandene ursprüngliche magnetische Phase niedriger Koerzitivkraft gewissermaßen kurzgeschlossen wird. Aus der Remanenz ist eine angenehme Aussage über die Form der Teilchen möglich; letztere hängt von der Temperatur ab. Zwischen Härte und Koerzitivkraft wurde kein eindeutiger Zusammenhang gefunden. Auch die mechanische Behandlung des Materials hat auf das Gefüge großen Einfluß: Nach dem Walzen enthielt ein Material statt der vorher vorhandenen zwei Phasen deren sehr viele, die sich mit ihren CT ganz kontinuierlich über das ganze Zwischengebiet zwischen den beiden vorher vorhandenen CT verteilten. Schließlich werden die Beziehungen zum elektrischen Widerstand der untersuchten Materialien behandelt<sup>6)</sup>.

Zum Schluß geht der Vortr. noch etwas genauer auf paramagnetische und diamagnetische Messungen besonders während der Aushärtung des Duralumins ein. Aus der Änderung der diamagnetischen Suszeptibilität werden Schlüsse auf die Vorgänge bei der Alterung des Duralumins gezogen; speziell werden die Ergebnisse mit den Messungen der Härte, den Änderungen des Röntgenbildes und dem elektrischen Widerstand als Funktion der Zeit bei verschiedenen Temperaturen verglichen. Die Suszeptibilität wächst bei 20° linear mit dem Logarithmus der Zeit (gemessen bis zu einigen 10<sup>4</sup> h); bei 150° nimmt die Suszeptibilität ebenfalls linear mit log t, aber schneller als vorher zu und erreicht in einigen hundert Stunden einen Endwert; bei 300° wird der Endwert sofort erreicht. Der elektrische Widerstand zeigt bei 150° und 300° einen mehr oder weniger steilen Abfall, die Änderung der Steilheit des Abfalles erfolgt gerade an den Stellen, wo nach den Röntgenaufnahmen auch die Gitteränderung erfolgt, hier liegen anscheinend starke Konzentrationsänderungen vor. Bei höherer Temperatur (Warmaushärtung) stimmen die Ergebnisse der Untersuchung von verschiedenen Seiten gut überein. Bei niederer Temperatur aber ist nach dem Röntgenbild keine neue Phase vorhanden, nach der zeitlichen Abhängigkeit der Härte muß man aber auch schon bei 20° auf einen Vorgang schließen, der in genügend langer Zeit zum Endzustand führt. Dies stimmt mit der Vorstellung überein, daß in der Al-Cu-Legierung eine zeitliche Vorordnung des Cu stattfindet. Unter Zugrundelegung dieser Anschauung läßt sich vor allem auch der sonst ziemlich unverständliche Gang des elektrischen Widerstandes deuten.

<sup>4)</sup> Vgl. hierzu *W. Gerlach*, Z. Metallkunde **29**, 102 [1937].

<sup>5)</sup> Ebenda **29**, 124 [1937].

<sup>6)</sup> Literatur vgl. z. B. bei *H. Bittel*, Ann. Physik **81**, 219 [1938].

### Sitzung am Mittwoch, dem 16. Februar 1938, in der T. H. Berlin-Charlottenburg.

J. Mühlenpfadt, Berlin-Siemensstadt: „Die Emission geschichteter Feldkathoden“ (mit Vorführungen).

Bei der Untersuchung der Sekundärelektronenemission<sup>7)</sup> von zusammengesetzten Schichten, die nach dem Typus Metallunterlage-Metallocyd-Alkalioxyd aufgebaut sind, wurde vor einiger Zeit ein Feldemissionseffekt entdeckt<sup>8)</sup>, der unter geeigneten Verhältnissen an solchen Schichten auftreten kann und folgendermaßen zustande kommt: Liegt die Alkalioberflächenschicht auf einem gut isolierenden Oxyd, z. B. Aluminiumoxyd, so kann sie sich bei Beschleunigung mit Elektronen infolge des Weggangs zahlreicher Sekundärelektronen positiv gegen das Unterlagenmetall aufladen; diese Aufladungen können so groß werden, daß bei genügend dünnen Oxydschichten die im Isolator entstehenden Feldstärken groß genug werden, um Elektronen einfach durch Feldwirkung aus dem Unterlagenmetall herauszuziehen (Autoelektronenemission aus dem Unterlagenmetall). Sind sowohl die isolierende Oxydschicht als auch die darüberliegende Alkalioberflächenschicht dünn genug, so können diese Feldelektronen vom Unterlagenmetall kommend die beiden darüberliegenden Schichten durchdringen und ins Vakuum austreten, wo sie dann an ihren Stromwirkungen oder in anderer Weise nachgewiesen werden. Diese Erscheinung wurde nach verschiedenen Methoden eingehend untersucht<sup>9)</sup>. Vortr. hat über das schon Bekannte hinaus eine Temperaturabhängigkeit des Effektes gefunden: Bei tiefen Temperaturen ist er nahezu unabhängig von der Temperatur, mit steigender Temperatur nimmt er immer schneller ab und bei etwa +150° verschwindet er völlig. Dieses Verhalten hat seinen Grund in der mit der Temperatur stark zunehmenden Leitfähigkeit der Aluminiumoxydschicht, wodurch eine Aufladung der Oberfläche in der für das Zustandekommen des Effekts notwendigen Höhe bei höherer Temperatur erschwert und schließlich ganz verhindert wird.

Schon früher wurde auch bereits auf die starke Verwandtschaft dieser Erscheinung mit der sog. „Spritzenladung“<sup>10)</sup> hingewiesen, die in gasgefüllten Röhren an Elektroden ähnlicher Aufbau auftritt. Der Unterschied zwischen den beiden Erscheinungen ist offenbar in der Art der Entstehung der positiven Oberflächenaufladung der zusammengesetzten Schicht zu suchen. Während beim Feldemissionseffekt der Weggang von Sekundärelektronen für die positive Aufladung der Oberflächenschicht sorgt, entsteht sie bei der Spritzenladung durch die Zuwanderung von positiven Gasionen. Vortr. hat eine Reihe von Versuchen durchgeführt und z. T. im Vortrag selbst gezeigt, die den unmittelbaren Beweis für die Richtigkeit dieser Vermutung liefern. Läßt man z. B. in eine evakuierte Elektronenröhre, die mit einer solchen auf negativem Potential befindlichen Schichtelektrode versehen ist, ein Edelgas unter steigendem Druck eintreten, so nimmt von einem bestimmten Gasdruck an der Strom zur Schichtkathode infolge des Weggangs der dann austretenden Feldelektronen nicht mehr linear mit dem Druck zu, sondern viel stärker, in einem kleinen Druckbereich um viele Zehnerpotenzen (Spritzenladung). Beim Einlassen von Sauerstoff dagegen sinkt die Feldemission sehr schnell ab und die Schichtkathode muß nach Wiederentfernen des Sauerstoffs durch Elektronenbestrahlung von neuem aktiviert werden. Um dieses Verhalten zu erklären, hat sich Vortr. die Vorstellung gebildet, daß an der Oberfläche der Schicht aus dem dort vorhandenen Cäsiumoxyd Cs-Atome frei gemacht werden, die die Wirksamkeit der Schicht bedingen sollen. Bei Sauerstoffeinlaß sollen diese freien Cs-Atome in Cäsiumoxyd umgewandelt werden und damit ihre Wirksamkeit verlieren. Doch läßt sich, worauf auch in der Diskussion zu diesem Vortrag von anderer Seite hingewiesen wurde, dagegen einwenden, daß diese Feldemissionserscheinung nicht nur an cäsiumhaltigen Schichten auftritt, sondern allgemein dann, wenn auf ein Metall eine dünne Isolierschicht aufgebracht wird, deren Oberfläche sich, z. B. infolge Sekundärelektronenemission, positiv auflädt<sup>10)</sup>.

<sup>7)</sup> Vgl. *Kollath*, S. 285.

<sup>8)</sup> *L. Maller*, Physic. Rev. **50**, 48 [1936].

<sup>9)</sup> *H. Mahl*, Physik. Z. **38**, 585 [1937].

<sup>10)</sup> Vgl. z. B. *Güntherschulze*, Z. Physik **86**, 778 [1933].