

schließen, wie etwa die der Quantentheorie von denen der klassischen Mechanik. Ein ähnlicher Vorgang wird sich vielleicht, wenn auch in kleinerem Maßstab bei der Erforschung der Eigenschaften des Atomkerns abspielen, die im Mittelpunkt des Interesses der gegenwärtigen Physik steht: Das Gebäude der exakten Naturwissenschaft kann also kaum in dem früher erhofften, naiven Sinn eine zusammenhängende Einheit werden, so, daß man von einem Punkte in ihm einfach durch die Verfolgung des vorgeschriebenen Weges in alle anderen Räume des Gebäudes kommen kann. Vielmehr besteht es aus einzelnen Teilen, von denen jeder, obwohl er zu den anderen in den mannigfachsten Beziehungen steht und manche andere umschließt und von manchen umschlossen wird, doch eine in sich abgeschlossene Einheit darstellt. Der Schritt von seinen schon vollendeten Teilen zu einem neu entdeckten oder neu zu errichtenden erfordert stets einen geistigen Akt, der nicht durch das bloße Fortentwickeln des Bestehenden vollzogen werden kann.

So ist die heutige Naturwissenschaft mehr als die frühere durch die Natur selbst gezwungen worden, die alte Frage nach der Erfäßbarkeit der Wirklichkeit durch das Denken aufs neue zu stellen und in etwas veränderter Weise zu beantworten. Früher konnte das Vorbild der exakten Naturwissenschaft zu philosophischen Systemen führen, in denen eine bestimmte Wahrheit — etwa das „cogito, ergo sum“ des Cartesius — den Ausgangspunkt bildete, von dem aus alle weltanschaulichen Fragen angegriffen werden sollten. Die Natur hat uns jetzt aber in der modernen Physik aufs deutlichste daran erinnert, daß wir nie hoffen dürfen, von einer solchen festen Operationsbasis aus das ganze Land

des Erkennbaren zu erschließen. Vielmehr werden wir zu jeder wesentlich neuen Erkenntnis immer wieder von neuem in die Situation des Columbus kommen müssen, der den Mut besaß, alles bis dahin bekannte Land zu verlassen in der fast wahnsinnigen Hoffnung, jenseits der Meere doch wieder Land zu finden.

Diese Einsicht kann uns von dem früher nicht immer vermiedenen Fehler bewahren, neue Erfahrungsbereiche in ein altes, ihnen unangemessenes Begriffsgerüst einzwängen zu wollen. Daher wird es auch umgekehrt leichter sein, Denkweisen, die im Gegensatz zum Erkenntnisideal der klassischen Naturwissenschaft entstanden sind, in einen umfassenden und doch einheitlichen und logisch ausgearbeiteten Begriff von Wissenschaft einzufügen. Der Versuch, nun voreilig die verschiedenen Bereiche der menschlichen Erkenntnis zu verknüpfen mit dem Hinweis darauf, daß ihre Verschiedenheit vielleicht nicht mehr zu Schwierigkeiten führen werde, hätte allerdings ebensowenig die Kraft zu einer echten Vereinheitlichung des geistigen Lebens, wie seinerzeit die Verallgemeinerung der rationalen Naturwissenschaft zum rationalistischen Weltbild. Aber wie jene Verallgemeinerung gleichwohl fruchtbar wurde, indem sie dem Denken auf vielen Gebieten neue Wege zeigte, werden wir auch heute der Zukunft den besten Dienst erweisen, wenn wir den neugewonnenen Denkformen wenigstens die Wege ebnen und sie nicht um ihrer ungewohnten Schwierigkeiten willen bekämpfen. Vielleicht ist es nicht zu kühn, zu hoffen, daß uns dann neue geistige Kräfte der in den letzten Jahrzehnten so gefährdeten Einheit des wissenschaftlichen Weltbildes wieder näherbringen werden. [A. 116.]

VERSAMMLUNGSBERICHTE

10. Deutscher Physiker- und Mathematikertag.

Bad Pyrmont, 10. bis 15. September 1934.

Die Tagung wurde eröffnet von dem Vorsitzenden der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, Dr. K. Mey, Berlin, der die erschienenen Teilnehmer herzlich begrüßte und seiner Freude darüber Ausdruck gab, daß eine die Vorschätzung erheblich übertreffende Anzahl von Fachgenossen der Einladung zu dieser Tagung gefolgt sei. Er ging dann auf die Rolle der Physiker in den Aufgaben der Zeit ein und auf die Rolle der Theorie, die zu Unrecht zeitweise als weniger wichtig in den Hintergrund geschoben worden sei. Besser als Wortbekenntnisse beweise das 1. Hauptthema der Tagung: „Physik und Werkstoff“, daß die Physiker gewillt seien, ihre Arbeit in den Dienst der Volkswirtschaft und damit des Volkswohles zu stellen. — Für die Stadt Pyrmont sprach Kurdirektor Gallion, für die Mathematiker Prof. Perron, München, der auf die enge Verbindung zwischen Physik und Mathematik hinwies.

In der geschäftlichen Sitzung wurde — wie schon vor zwei Jahren vergeblich — als Ort für die Jahrestagung 1935 Salzburg in Aussicht genommen.

I. Hauptthema: Physik und Werkstoff.

(Leiter: G. Masing und A. Smekal.)

Zusammenfassende Vorträge.

A. Esau, Jena: „Technologische und physikalische Behandlung des Werkstoffproblems.“

Vortr. ging in kurzen Ausführungen auf die große Bedeutung der Werkstoffprobleme und — damit verbunden — der Zusammenarbeit von Physik und Technik ein. Wie Physik und Technik sich gegenseitig befruchten und welche wirtschaftlichen Erfolge die physikalische Forschung haben kann, wurde an einer Reihe von Beispielen dargelegt.

A. Smekal, Halle a. d. S.: „Das Werkstoffproblem vom Standpunkte des Physikers.“

In längeren Ausführungen gab Vortr. eine physikalische Schilderung des Werkstoffproblems — physikalisch im Sinne des Weges von der Empirie zur Werkstoffforschung —, dessen praktisch allein wichtiges Gebiet das des kristallinen Zustandes ist. Vortr. stellte als grundlegend für die weitere Erörterung die durch zahlreiche Veröffentlichungen bekannte Einteilung der Stoffeigenschaften in strukturempfindliche und strukturunempfindliche hin. Die Eigenschaften eines Werkstoffes sind durch drei Faktoren bedingt: die Eigenschaften der Einkristalle, die Eigenschaften der Korngrenzen und die Kornverteilung. Da die technisch wichtigen Eigenschaften die strukturempfindlichen sind, so sind letztlich die technischen Eigenschaften auf Einkristalleigenschaften zurückgeführt. Ein Vergleich von Theorie und Wirklichkeit bei Kristallisationsvorgängen zeigt den Einfluß des statistischen Charakters der Molekularvorgänge, der notwendig zur Entstehung von Kristallbaufehlern führt. Die Kristallbaufehler sind also eine ebenso grundlegende Erscheinung wie etwa die Brownsche Bewegung. Außer diesen primären Baufehlern gibt es sekundäre, die z. B. durch mechanische Beanspruchung entstehen. Beide Arten von Fehlstellen sind in statistischen Anordnungen vorwiegend in den Hauptwachstumsebenen zu finden. Ein ausgezeichnetes Material für Untersuchungen über solche Kristallbaufehler sind die Alkalihalogenide, von denen Kristalle mit bekannter Verteilung der Fehler gewonnen werden können. Als charakteristisches Beispiel besprach Vortr. Untersuchungen über die Elastizitätsgrenzen. —

G. Angenheister, Göttingen: „Physikalische Erforschung der Rohstoffquellen (Öle, Kohle, Erze).“

Nach einer Verordnung der Reichsregierung soll zur Sicherung der Rohstoffquellen und Erschließung von neuen eine geophysikalische Vermessung Deutschlands vorgenommen werden. Vortr. gab einen Bericht über die Wege zu diesem jetzt in Angriff genommenen Ziel und ging auf die geologische, auf die physikalische Fragestellung und auf die Methoden ein. Der

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 47, 587 [1934].

spezielle Rohstoff ist nur in den seltensten Fällen festzustellen, wohl aber die Formation. Es liegt eine doppelte geologische Fragestellung vor: 1. die nach der Großtektonik und 2. die auf die Kleintektonik bezügliche (z. B. Ermittlung eines einzelnen Salzhorstes), und entsprechend sind zwei verschiedenartige Meßverfahren ausgebildet worden. Für die Bestimmung der Großtektonik dienen in erster Linie die Methode der magnetischen Orientierung (Feststellung magnetischer Anomalien) und die Methode der Dichtemessung (Pendelversuche). Bei der letzteren Methode verwendet man 2, 3, ja sogar 6 Stunden schwingende Pendel in evakuiertem Gehäuse. Man arbeitet nach einer Differenzmethode: Pendel auf verschiedenen Stationen, Aufzeichnung der Schwingungszeit mit Überlagerung des Zeitzeichens ein und desselben Senders auf den Registrierungen aller Stationen. Die Messung ist prinzipiell einfach, aber mit zahlreichen, schwierig in Rechnung zu setzenden Fehlerquellen verbunden. — Für Fragen der Kleintektonik sind verschiedene seismische Methoden im Gebrauch. Die einfachste Methode, nämlich die der Schallreflexion (Echo), ist selten anwendbar, besser schon die Refraktionsmethode (Brechung des Schalls). In den allerletzten Monaten ist noch eine weitere Methode entwickelt worden, bei der man den Auftauchwinkel der Wellen mißt (dieser ist bei Tiefen- und Oberflächenwellen verschieden). —

F. Wever, Düsseldorf: „Zur Physik des metallischen Werkstoffes.“

Die schulmäßige Physik hat — sehr zum Schaden der Sache — lange Zeit den Werkstofffragen gegenüber eine gewisse Zurückhaltung gezeigt, erst in den letzten Jahren hat sie diese Zurückhaltung aufgegeben. Zur Anregung weiterer Arbeiten gab Votr. einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Werkstoffforschung, angefangen von dem Hookeschen Mikroskop (1615) bis in die Neuzeit. —

E. Berger, Jena: „Physik des Glases“.

Auch in diesem Vortrag, der eine Übersicht über die Eigenart der Fragestellungen in der Physik des Glaszustandes gab, wurde der Wunsch nach verstärkter Mitarbeit der Physiker ausgesprochen. Die Auffassung des Glases einfach als unterkühlte Flüssigkeit (durch Zähigkeit verzögerte Kristallisation) ist für den Glastechniker unbefriedigend, es gibt viele Systeme mit größerer Viskosität und trotzdem schnell verlaufenden Umwandlungen. Man muß also schon eine besondere Molekularkonfiguration annehmen. Die Eigenschaften der Gläser (Silicatgläser) sind bis zu einem Grade, in kleinen Konzentrationsbereichen, additiv aus den Einzeloxiden zu bestimmen, in größeren Konzentrationsintervallen machen sich aber konstitutionelle Einflüsse geltend. Diese konstitutionellen Einflüsse sind vor allem aus Messungen des elektrischen Widerstandes und der Verdampfungsgeschwindigkeit (von Alkali) zu erschließen. Den Transformationspunkt sieht Votr. als Diskontinuität zweiter Art an (in der Bezeichnung von Ehrenfest) und spricht sich gegen die Annahme eines Transformationsintervalles aus. Bei Silicatgläsern hat man das Transformationsintervall auf 5° einengen können, bei Selenglas sogar auf 3°. Der Transformationspunkt trennt zwei Zustandsgebiete voneinander, das des spröden und des viscosen Zustandes, und ist als Charakteristikum einer Stoffklasse anzusehen, ähnlich oder besser als das Röntgenogramm. Es scheint sich hieraus eine Methode zu entwickeln, analog der thermischen Analyse in der Metallographie; allerdings ist die genaue Bestimmung des Transformationspunktes jetzt noch schwierig. —

R. Glocker, Stuttgart: „Röntgenstrahlen und Werkstoffforschung.“

Votr. gab eine Übersicht über den jetzigen Stand und die heute wichtigen Fragen unter Beschränkung auf kristalline Phasen. — Bei der Grobstrukturuntersuchung handelt es sich besonders um zwei in letzter Zeit erreichte Fortschritte: Beseitigung der störenden, innerhalb der Objekte entstehenden Streustrahlung und Ausgleich von übermäßigen Absorptionsunterschieden (bei Werkstücken mit sehr ungleicher Gestalt und Dicke). Für die Beseitigung der Streustrahlung ist von besonderer Bedeutung die neuerdings von Berthold erprobte Verwendung von Folien aus Zinn und Blei zwischen Film und Prüfling. Die Anwendbarkeit der Radiographie hat eine natür-

liche Grenze in der Durchdringungsfähigkeit der Strahlen. Augenblicklich liegt diese Grenze bei den γ -Strahlen, vielleicht ließe sie sich später durch Anwendung von Neutronen weiter hinausschieben.

In der Röntgenspektroskopie kann man seit der Einführung der Kalterregung durch Fluoreszenz die wichtigsten Fragen als gelöst ansehen.

Die Methoden der Röntgenstrahlbeugung sind für die Werkstoffforschung vor allem in dreierlei Hinsicht von Bedeutung: 1. für die Untersuchung von Ausscheidungsvorgängen, 2. für Nachweis und Messung von Spannungen und (neuerdings) 3. für die quantitative Bestimmung von Kristallphasen (Raumgitteranteile). Das letztgenannte Verfahren befindet sich noch in der Entwicklung. — Die anfangs an die verschiedenen Verfahren zur Spannungsmessung geknüpften Erwartungen haben sich nicht erfüllt; aussichtsreich scheint jedoch ein Verfahren von Wever, welches die Änderung der Identitätsperiode bestimmt, die infolge der Spannung durch Kontraktion in zur Spannung senkrechter Richtung auftritt. —

J. Eggert, Leipzig: „Die technisch wichtigsten lichtempfindlichen Systeme.“

Behandelt wurden: 1. Phototechnische Schichten, 2. lichtempfindliche Zellen, 3. photochemische Dosimeter, 4. das Auge. In einzelnen wurden bei diesen besprochen: Quantenausbeute, spektrale Empfindlichkeit und Reziprozitätsgesetz. — Votr. teilte mit, daß in letzter Zeit Ultrarotplatten hergestellt werden, die bis 1100 m μ sensibilisiert sind, sich aber nicht länger als zehn Tage halten. —

W. Gerlach, München: „Die spektralanalytische Untersuchung des Werkstoffes“.

Votr. besprach die Fortschritte in den letzten Jahren, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Wenn die zu untersuchende Substanz als feinverteilter Dampf in die Flamme eingeführt wird, dann fallen Verdampfung und Anregung zeitlich und örtlich zusammen. Falls jedoch eine kompakte Substanz erhitzt wird, erfolgt eine zeitliche Verzerrung: Änderung der Zusammensetzung infolge fraktionierter Destillation des leichter flüchtigen Bestandteils. Diese Erscheinung wirkt sich günstig aus bei qualitativem Nachweis, sehr ungünstig aber bei quantitativer Bestimmung. Eine Abhilfe brachte hier die Einführung des Abreißbogens (andauerndes Erzeugen und Abreißen des Bogens). Der Abreißbogen ist auch für die Untersuchung von Gesteinspulvern erfolgreich verwendet worden; das Gesteinspulver wurde hier nicht in C-Elektroden eingeführt, sondern als Belag auf Cu-Elektroden aufgebracht. An Hand verschiedener Beispiele schilderte Votr. die Anwendungsmöglichkeiten der Spektralanalyse und die durch sie erzielten, auf anderem Wege nicht zu gewinnenden Ergebnisse.

Einzelvorträge.

F. Waibel, Berlin-Siemensstadt: „Werkstoffuntersuchungen mit der Flammenspektralanalyse.“

Votr. gab eine gedrängte Übersicht über die Methoden der Flammenspektralanalyse und zeigte in zahlreichen Lichtbildern, was diese Methode alles zu leisten vermag.

In der Diskussion wandte sich Gerlach gegen eine Überschätzung der Leistungsfähigkeit. Eine von Waibel angegebene Genauigkeit von 1% hält Gerlach ausschließlich der Platteninhomogenitäten wegen für vollkommen ausgeschlossen. Zur Erzielung vergleichbarer Verhältnisse sind gleiche Viskositäten der zu vergleichenden Lösungen nötig. — Waibel: Im allgemeinen ist eine Genauigkeit von 3–5% möglich; bei Anwendung von Spezialplatten mit sehr feinem Korn aber ist 1% durchaus zu erreichen, in Ausnahmefällen sogar $\frac{1}{2}$ %. —

E. Brüche und W. Knecht, Berlin-Reinickendorf: „Strukturänderung des Eisens zwischen 900° und 1000° nach Beobachtungen im Elektronenmikroskop“ (Vorgetragen von Brüche).

Votr. zeigte im Lichtbild zunächst frühere Aufnahmen an Ni und Fe, die durch Aufdampfen von Ba aktiviert waren. Die in diesen Aufnahmen zutage tretende Umstellung des Kristallgefüges beweist einwandfrei die Eignung der Methode für den Nachweis solcher Umstellungen. Um aber über Fragen der

²⁾ Vgl. auch Turner, diese Ztschr. 46, 700 [1933]; Eitel, ebenda 46, 803 [1933].

³⁾ Vgl. diese Ztschr. 46, 386, 557 [1933].

⁴⁾ Vgl. diese Ztschr. 46, 737 [1933].

Gitterumwandlung, des Kristallumbaus, also z. B. der Fe-Umwandlung bei 685° und 906°, Genauerer aussagen zu können, war es nötig, Aufnahmen von unbehandeltem Fe (ohne Aktivierung) zu untersuchen. Die Aktivierung kann Einflüsse auf die Kristallitanordnung haben, die nicht ohne weiteres anzugeben sind. Votr. hat also Fe, und zwar Werkstoffeisen, kein reines Fe, ohne vorherige Aktivierung bei etwa 1000° untersucht und sehr schöne Aufnahmen herstellen können. Die für die Frage der Umwandlung erforderlichen Aufnahmen bei 700° lassen sich (wegen der bei dieser Temperatur zu kleinen Emission) nicht herstellen; Votr. ist daher so vorgegangen, daß er eine Aufnahme bei 1000° herstellte, die Temperatur hierauf einige Minuten auf 900° senkte und dann wieder eine Aufnahme bei 1000° machte. Dann wurde die Temperatur auf 735° gesenkt, wieder eine Aufnahme bei 1000° gemacht, hierauf die Probe kurze Zeit bei einer noch niedrigeren Temperatur (665°) gehalten und von neuem eine Aufnahme bei 1000° hergestellt. Durch dieses Behandeln der Proben bei verschiedenen Temperaturen und jeweiliges Dazwischenschalten einer Elektronenaufnahme kann man die Temperatur der Gitterumstellung eingabeln. Bei 900° wurde keine Änderung festgestellt, bei 735° eine geringe, bei 665° dagegen eine völlige Veränderung des kristallinen Gefüges. Bei Wiederholung der Versuchsreihe mit Nickel wurde (sogar bis herab zu Zimmertemperatur) keine Änderung des Kristallgefüges beobachtet; hierdurch dürfte die Eignung der Methode für den Nachweis von Gitterumwandlungen erwiesen sein.

In der *Diskussion* sprach sich Wever gegen die Deutung der Aufnahmen von Brüche durch die β, α -Umwandlung des Eisens aus; nach seiner Meinung zeigten die Aufnahmen sehr schön den eutektoiden Zerfall, nicht aber eine Umwandlung an. —

A. Gehrtz, Berlin-Friedenau: „Das Wandern von adsorbierten Atomen längs der Grenzflächen fester Körper.“

Die Tatsache der Wanderung adsorbierter Atome längs der Oberfläche ist vor längerer Zeit von Volmer nachgewiesen worden, doch hat man diese Beobachtung bisher sehr wenig zur Erklärung anderer Erscheinungen herangezogen. Votr. berichtet kurz über Versuche an thorierten Wolframkathoden, die in Übereinstimmung mit Ergebnissen von früheren Versuchen von Honda die theoretisch erwartete Beziehung für den Bedeckungsgrad als Funktion der Zeit bestätigen. Diffusion ist bei den Versuchen ausgeschlossen, weil Mischkristallbildung unmöglich ist. Auch frühere Ergebnisse von Becker sind mit den vorliegenden Resultaten übereinstimmend, wenn gewisse Korrekturen angebracht werden. Damit ist die Tatsache der Wanderung adsorbierender Atome eindeutig festgestellt, sie könnte also bei zahlreichen Vorgängen mehr als bisher zur Deutung herangezogen werden. —

W. Gerlach, München: „Magnetische Verfahren zur Werkstoffprüfung“.

Wenn an eine Platte eines ferromagnetischen Werkstoffes, der eine Inhomogenität enthält, ein longitudinales Magnetfeld angelegt wird, so hat der Induktionsfluß B_1 in Richtung des Magnetfeldes einen anderen Wert als der Induktionsfluß B_2 in der Richtung senkrecht dazu. Die Differenz $\Delta = B_1 - B_2$ ist eine direkte Anzeige der Inhomogenität.

Votr. berichtet über Methoden zu unmittelbarer Messung von Δ . Dieses ist auf folgende einfache Weise möglich: In einem mit einer Inhomogenität behafteten Werkstoff tritt an der Stelle der Inhomogenität außer der allgemeinen magnetischen Streuung eine Normalkomponente auf. Es ist also nur nötig, eine Prüfspule über das Werkstück hin parallel zu verschieben und den induzierten Strom zu registrieren. Besser ist es noch, die erste oder zweite Ableitung der Normalkomponente nach der Feldstärke zu ermitteln. Das Verfahren ist überraschend empfindlich, auch für tiefliegende Fehler. — Für die Prüfung von stumpfgeschweiften Rohren wird durch einen Draht in Richtung der Rohrachse Wechselstrom geschickt, der in der Rohrwandung zirkuläre Magnetisierung bewirkt. Die Schweißung kann dann in ganz ähnlicher Weise wie beim ersten Verfahren durch eine Tastspule untersucht werden. — Für die Prüfung nichtferromagnetischer Werkstoffe ist das angegebene Prinzip ebenfalls geeignet. Hierzu

werden durch eine stromdurchflossene Spule, deren Windungen parallel der Oberfläche des Werkstoffes verlaufen, in dem betreffenden Werkstoff Wirbelströme erzeugt, die ihrerseits induktiv auf eine zweite Spule (konzentrisch in der ersten) wirken. Fehlstellen machen sich durch Schwächung der Wirbelströme bemerkbar und stören die Kompensation der in der zweiten Spule induzierten Spannung. Dieses Verfahren läßt sich auch für die Prüfung von Rohren anwenden.

Über die technische Brauchbarkeit der angegebenen Verfahren läßt sich, trotz einiger vorliegender Versuche, noch nichts Endgültiges sagen. Beim ersten Verfahren sind erstaunlicherweise Erfolge gerade bei sehr kleinen Fehlern (enge Spalte) zu verzeichnen: Man kann sagen, daß der Nachweis um so empfindlicher ist, je kleiner der Fehler ist. In einem 2 cm starken Block wurde z. B. unten eine Bohrung von $\frac{2}{10}$ mm Durchmesser angebracht; sie war mit dem angegebenen Verfahren deutlich nachzuweisen. —

H. Handrek, Hermsdorf (Thür.): „Neuartige Stromeinführungen in Vakuumgefäßen.“

Votr. berichtet zunächst über Erfolge beim Verschmelzen von Glas und keramischen Massen. Wichtigste Bedingung: Der Ausdehnungskoeffizient von Glas muß — merkwürdigerweise — kleiner sein als der der keramischen Masse (nicht etwa gleich groß). Gasdichte Verbindungsstellen von Rohren aus keramischem Material ließen sich z. B. in der Weise herstellen, daß ein Glasring über die zu verbindenden, aneinanderstoßenden Rohre geschoben und über die Erweichungstemperatur erhitzt wurde (800–900°), die Form der keramischen Rohre bleibt bei dieser Temperatur unverändert.

Für die gasdichten Stromeinführungen wurden Stäbchen aus keramischem Material (Calit oder Porzellan) durch Aufbrennen einer Edelmetallschicht überzogen und dann in das Glas eingeschmolzen. Die dünne Metallhaut ist elastisch und fest genug, um sich allen Veränderungen des Trägermaterials anzupassen. Ein besonderer Vorzug dieser Stromeinführung ist natürlich die erhöhte Wirtschaftlichkeit infolge des geringen Materialbedarfes. —

H. Senftleben und J. Pietzner, Breslau: „Die Einwirkung magnetischer Felder auf den Wärmestrom in Gasen in Abhängigkeit von der Feldrichtung“ (Vorgetragen von Pietzner.)

Es wird über Messungen der relativen Verminderung der Wärmeleitfähigkeit von Sauerstoff durch Einwirkung verschiedener starker und verschieden gerichteter magnetischer Felder berichtet. Dieser Effekt (d. h. die Verminderung der Wärmeleitfähigkeit) nimmt mit wachsendem Druck ab und ist im allgemeinen eine Funktion von H/p ; mit wachsender Feldstärke strebt er Sättigungswerten zu. Der Effekt bleibt in seiner allgemeinen Gesetzmäßigkeit derselbe, wenn die Feldrichtung geändert wird, er ist aber bei longitudinaler Feldrichtung kleiner als bei transversaler. Besonders interessante Ergebnisse wurden bei der Untersuchung des Differenzeffektes (Differenz der Effekte für longitudinales und transversales Feld) erhalten, der einen Sättigungswert schon bei wesentlich niedrigerer Feldstärke zeigt als die Einzeleffekte. Außerdem wird bei Variation der Versuchsbedingungen stets der gleiche Sättigungswert erhalten. Die Eigentümlichkeiten dieses Differenzeffektes legen die Annahme nahe, daß es sich um Überlagerung zweier verschiedener Erscheinungen handelt. Auf die weitgehende Analogie zum Verhalten der inneren Reibung wird besonders hingewiesen.

Diskussion: Auf einen Einwand von Gerlach, der eine Verlagerung des Wärmestromes durch das Feld vermutet, antwortet Senftleben, daß Strömungen durch Ausfüllung des Raumes mit Pulvern ausgeschlossen waren. —

H. Senftleben und W. Hein, Breslau: „Untersuchungen über die Stoßvorgänge bei der Vereinigung von Wasserstoffatomen zu Molekülen.“ (Vorgetragen von Senftleben.)

Votr. berichtet über quantitative Untersuchungen der Reaktion $H + H = H_2$, über die ein klares Bild bisher immer noch nicht vorhanden ist. — Die H-Atome wurden durch Stöße zweiter Art hergestellt und die Geschwindigkeit der H_2 -Rückbildung verfolgt. Die Konzentration der H-Atome läßt sich mit großer Genauigkeit aus Messungen der Wärmeleitfähigkeit er-

^{a)} Vgl. auch Pfaffenberger, Chem. Fabrik 6, 273 [1933].

^{a)} Vgl. diese Ztschr. 46, 735/36 [1933].

schließen. Durch eine Differenzanordnung, bei welcher zwei vollkommen identische Apparate benutzt wurden, in denen nur der Wärmestrom etwas verschieden gehalten wurde, ließen sich auf die Meßergebnisse fälschend wirkende Störungen ausschalten.

Die Messungen an reinem Wasserstoff zeigten nichts Besonderes, dagegen war bei Zumischung von Edelgasen eine erhebliche Beschleunigung der Wiedervereinigung zu beobachten, die sich durch Annahme von Dreierstößen recht befriedigend deuten läßt. Die Konzentrationsverminderung der Wasserstoffatome kann in einfacher Weise folgendermaßen angesetzt werden: $-dn/dt = c_1 n + c_2 n^2$, wobei c_1 die Wahrscheinlichkeit für Wandreaktionen, c_2 die für Dreierstoß angibt. Bei Zusatz von 20 mm Edelgas wurden z. B. folgende c_2 -Werte gemessen: H_2 1,4, He 1,3, Ne 2,3, Ar 3,4, Kr 7,7. — Bei genauerer Diskussion der Meßwerte, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, läßt sich ein Radius für die Wirkungssphäre $H + H + \text{Edelgas}$ ermitteln, der ungefähr derselbe ist wie der aus gaskinetischen Querschnitten bestimmte. Bei umgekehrtem Rechenverfahren kommt der Stoßdurchmesser für Wasserstoff ebenfalls richtig heraus. —

H. A. Stuart, Königsberg: „Über neue Modelle zur Demonstration der Raumerfüllung von Molekülen.“

Es wurden einige neuartige Molekülmodelle demonstriert, bei denen im Gegensatz zu den früheren Kugelmodellen die Wirkungssphären der Atome in homöopolaren Verbindungen richtig wiedergegeben werden. Sie bestehen aus Kugelkalotten, aus Glas oder Celluloid, die entsprechend der darzustellenden Bindungsart miteinander verschmolzen sind. —

H. A. Stuart und H. Volkmann, Königsberg: „Optische Anisotropie, Form und innere Beweglichkeit von organischen Molekülen.“ (Vorgetragen von Stuart.)

Aus Messungen der Kerrkonstante bzw. optischen Polarisierbarkeit von normalen Kohlenwasserstoffen lassen sich Aussagen über die freie Drehbarkeit der CH_3 -Gruppe und die Molekülform gewinnen⁷⁾. Experimentelle Versuche des Vortr. gemeinsam mit Volkmann ergaben, daß bei Zimmertemperatur keinerlei gestreckte Formen vorliegen, aber auch die vollkommen geballte Form tritt nicht auf: die verschiedensten Zwischenformen sind möglich. Dies gilt nur für reine Kohlenwasserstoffe, durch Einführung der Äthergruppe O bzw. der CO-Gruppe wird die starre Form stabilisiert.

II. Hauptthema: Die Physik der tiefen Temperaturen.

(Leiter: E. Grüneisen, W. Meißner.)

Zusammenfassende Vorträge.

P. Debye, Leipzig: „Magnetismus und magnetocalorische Erzeugung tiefster Temperaturen⁸⁾.“

Vortr. gab — als Anregung zu weiteren Diskussionen — eine zusammenfassende Übersicht der Methoden und Ergebnisse der magnetocalorischen Erzeugung tiefer Temperaturen. (Ähnlich wie die adiabatische Arbeitsleistung wird die adiabatische Magnetisierungsarbeit zur Energieänderung eines calorischen Systems benutzt.) Die Nichterreichbarkeit des absoluten Nullpunktes ist durch die spontane magnetische Wechselwirkung und die Degeneration, die Aufspaltung der Niveaus (d. h. durch die inneren Freiheitsgrade der Atome bzw. Moleküle) bedingt. Ob man noch tiefere Temperaturen als die jetzt erzeugten (0,03° K) wird herstellen können, ist an die Bedingung geknüpft, daß man Stoffe mit genügend kleiner Aufspaltung der Niveaus findet. —

K. Clusius, Göttingen: „Demonstration der Grunderscheinungen der Supraleitfähigkeit.“

Das Auftreten von Supraleitfähigkeit wurde an Niobcarbide in flüssigem Wasserstoff demonstriert. —

W. Meißner, München: „Supraleitfähigkeit: Bericht über neuere Arbeiten.“

Es wurde eine zusammenfassende Übersicht über die in letzter Zeit erschienenen Arbeiten verschiedener Autoren gegeben:

1. Auftreten von Supraleitfähigkeit.
2. Mit der Supraleitfähigkeit verbundene Effekte. —

⁷⁾ Vgl. diese Ztschr. 47, 506 [1934].

⁸⁾ Vgl. hierzu Meißner, diese Ztschr. 46, 716 [1933].

W. H. Keesom, Leiden: „Das calorische Verhalten von Metallen bei den tiefsten Temperaturen⁹⁾.“

Vortr. berichtet über Methoden und Ergebnisse einiger in Leiden ausgeführter Untersuchungen. Eine Prüfung des Debye'schen T^3 -Gesetzes an Silber ergab nach anfänglicher Konstanz von Θ einen Anstieg bei tiefsten Temperaturen und einen darauffolgenden schnellen Abfall. Es liegt nahe, diese Anomalie durch Ausbildung einer Adsorptionsschicht des im Versuch verwendeten Heliums zu erklären. Es wurden anschließend Versuche an Zink mit absichtlich vergrößerter Oberfläche und an Silber bei Anwendung rein metallischer Wärmeleitung (ohne Helium) angestellt. Es zeigte sich, daß die Desorptionswärme zwar eine Rolle spielt, aber nur in sehr geringfügigem Maße. Es werden dann Überlegungen mitgeteilt, die zusätzliche spezifische Wärme auf die freien Elektronen zurückzuführen, ferner Versuche über die Supraleitfähigkeit von Zink und Thallium. —

Von Keesom und Clusius¹⁰⁾ wurde 1932 gefunden, daß die spezifische Wärme des flüssigen Heliums bei 2,19° absolut ein steiles Maximum besitzt. Ein von merklicher Umwandlungswärme begleiteter eigentlicher Umwandlungspunkt im Sinne des Phasengesetzes liegt bei dieser Temperatur nicht vor, doch ist andererseits eine sprunghafte Änderung vorhanden, die große Ähnlichkeit mit Phasenumwandlungen hat. Ehrenfest hat eine Deutung solcher Umwandlungen durch eine Erweiterung des Phasenbegriffs versucht¹¹⁾: Er nennt sie „Diskontinuitäten zweiter Art“, sie unterscheiden sich von den Diskontinuitäten (Phasenumwandlungen) erster Art durch das Fehlen einer Entropiedifferenz (Umwandlungswärme) und einer Volumendifferenz der beiden Phasen.

M. v. Laue, Berlin: „Neuartige Phasenumwandlungen.“

Im Vortrag wurde gezeigt, daß Gleichgewichte zweiter Art, falls sie überhaupt existieren, nicht beobachtbar sein dürften. Bei Gleichgewichten zweiter Art müssen sich die Flächen der Enthalpien $\Phi(p, T) = U + pv - TS$ für beide Phasen in einer Kurve berühren, und zwar so, daß die eine Fläche, z. B. Φ_1 , beiderseits der Berührungskurve unter der Fläche Φ_2 liegt. Die eine Phase (1) ist dann zu beiden Seiten des Gleichgewichts die stabile, kann sich also nicht in 2 umwandeln. (Nur die Umwandlung $2 \rightarrow 1$ ist irreversibel möglich.)

Beobachtbar sind dagegen Gleichgewichte, bei denen außer den ersten Ableitungen (Bedingungen von Ehrenfest) auch die zweiten Ableitungen von Φ gleich Null sind: die Φ -Flächen berühren sich und außerdem durchdringen sie sich. Ein solches „Gleichgewicht dritter Art“ dürfte im flüssigen Helium bei 2,19° absol. vorliegen. Ferner sprechen neue Messungen von Justi dafür, daß die Umwandlung des festen Sauerstoffs bei 44° eine solche dritter Art ist. In Übereinstimmung mit den theoretischen Voraussagen wurde kein Haltepunkt, sondern nur ein langsamerer Anstieg auf den Erwärmungskurven gefunden: keine Übergangswärme, aber besonders große spezifische Wärme. Ebenso wird durch das Verhalten bei Überhitzung oder Unterkühlung die Theorie bestätigt: die verzögert einsetzende Umwandlung führt niemals bis zur Gleichgewichtstemperatur zurück. — Auf demselben Wege, wie oben angedeutet, lassen sich prinzipiell auch Gleichgewichte vierter, fünfter . . . Art voraussagen; von diesen sollten alle Gleichgewichte gerader Ordnung ebenfalls unbeobachtbar sein. —

Einzelvorträge.

K. Clusius und E. Bartholomé, Göttingen: „Die Eigenschaften des kondensierten schweren Wasserstoffes“ (mit Demonstrationen). (Vorgetragen von Clusius.)

Die Verschiedenheit des Dampfdruckes und Erstarrungspunktes von leichtem und schwerem Wasserstoff wurde mit Hilfe eines mit Manometern versehenen Dewargefäßes demonstriert, in welchem in einer dünnwandigen Röhre schwerer Wasserstoff durch Verdampfung von der Röhre umspülendem leichten Wasserstoff kristallisiert werden konnte. Ferner wurden einige Messungsergebnisse mitgeteilt: Die spezifische Wärme des schweren Wasserstoffs stimmt gegen die Erwartungen der Theorie mit der des leichten Wasserstoffs nahezu überein. Das Molvolumen beim Tripelpunkt beträgt für

⁹⁾ Vgl. diese Ztschr. 46, 343 [1933]. Suhrmann, ebenda 46, 745 [1933].

¹⁰⁾ Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, Proc. 35, 307 [1932].

¹¹⁾ Ebenda 36, 153 [1933].

schweren Wasserstoff 23,2, für leichten Wasserstoff 26,2; die Isotopen haben also verschiedenes Volumen. Als Erklärungsmöglichkeit werden die Nullpunktsenergie und das Vorliegen von anharmonischen Schwingungen in Betracht gezogen. —

R. Schachenmeier, Berlin-Reinickendorf: „Zur Elektronentheorie der Supraleitung.“

Die Strombahnen im Zustand der Supraleitung sind nach Versuchen von Kamerlingh Onnes nicht verschiebbar, im Gegensatz zu dem Verhalten gewöhnlicher Leitungsströme. Vortr. befaßt sich mit der theoretischen Deutung dieser Erscheinung.

Es wird von folgender modellmäßiger Vorstellung ausgegangen: Atome des Metalls in einem kubischen Gitter; außerhalb der äußersten abgeschlossenen Schale besitzt jedes Atom zwei Außenelektronen. Es sollen niemals gleichzeitig zwei Elektronen in der Nähe des Atomrestes sich befinden. Wenn das eine sich in der Umgebung des Atomrestes aufhält, ist das andere über das ganze Metall verbreitet (wie die Leitungselektronen in der Theorie der Metalle); dieses Elektron wird ebenfalls als Leitungselektron bezeichnet. Für die Supraleitung verantwortlich sind nur die Elektronen aus dem entarteten Teil des Energiespektrums¹²⁾; dieselben besitzen bei tiefen Temperaturen eine gewisse Stabilität gegenüber der Wärmebewegung des Gitters und unterliegen daher nicht den elementaren Streuprozessen, welche nach der Theorie der gewöhnlichen Stromleitung den Ohmschen Widerstand hervorrufen. Die Theorie ergibt weiter, daß ein schwaches Magnetfeld an der (entarteten) Eigenfunktion eines Supraleitungselektrons keine Veränderungen hervorruft. Die Elektronen im entarteten Teil des Spektrums ändern also bei Anlegen eines transversalen Magnetfeldes ihren Impuls nicht, und somit wird auch die Richtung des Supraleitstromes nicht verändert. —

C. J. Gorter, Haarlem, und H. Casimir, Leiden: „Zur Thermodynamik des supraleitenden Zustandes.“ (Vorgetragen von Gorter.)

Da eine elektronentheoretische Behandlung zur Zeit schwierig ist, gibt Vortr. eine phänomenologische Behandlung des Problems, aus der sich die an eine künftige Theorie zu stellenden Anforderungen ergeben. Nach Langevin kann der supraleitende Zustand als eine neue Phase angesehen werden. Es ist also die Existenz einer solchen Phase, ferner die Invarianz des Effektes von Struktur und elastischen Eigenschaften zu erklären; die letztere zeigt, daß es sich nur um eine Elektronenangelegenheit handeln kann. Auch thermodynamische Betrachtungen stützen die Auffassung, daß das Gitter mit der Supraleitfähigkeit nichts zu tun hat. —

E. Grüneisen, Marburg, und H. Reddemann, München: „Elektronen- und Gitterleitung beim Wärmefluß in Metallen.“

Vortr. berichtet über Versuche und Überlegungen zur Trennung von Gitter und Elektronenleitung an reinen und durch mechanische Bearbeitung bzw. Einbau von Fremdatomen gestörten Metallen (besonders an Gold mit verschiedenen Störatomen). Es zeigt sich qualitativ, daß die Elektronenleitung durch Gitterstörung stets stärker beeinflußt wird als die Gitterleitung. Der Anteil der Gitterleitung ist bei mittleren Temperaturen erheblich, bei tiefen Temperaturen wird er immer stärker zurückgedrängt, und zwar um so stärker, je stärker die Gitterstörungen sind. —

R. Suhrmann und G. Barth, Breslau: „Lichtreflexion von Metallspiegeln im amorphen und kristallinen Zustand bei tiefen Temperaturen.“ (Vorgetragen von Suhrmann.)

Es wird über Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und des Reflexionsvermögens von amorphen und kristallinen Silberspiegeln berichtet. Die Spiegel wurden durch Aufdampfen im Hochvakuum bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs hergestellt und durch Erwärmen in kristallinen Zustand übergeführt; die Eigenschaftsänderungen während des Überganges wurden verfolgt. Die Kurve der Leitfähigkeit eines 20 m μ dicken Spiegels als Funktion der Zeit läßt sich so deuten, daß durch Erwärmen Elektronen allmählich in Freiheit gesetzt werden, die im amorphen Zustand verhältnismäßig fest gebunden waren. Ferner wurde das Reflexionsvermögen eines 60 m μ dicken Spiegels gemessen, und es wurde eine Änderung nur auf der langwelligen Seite des Reflexionsminimums festgestellt. Das Verhalten ist dem des elektrischen Widerstandes vollkommen parallel; erst werden ultrarote Elektronen frei-

gemacht, mit wachsender Temperatur dann die des sichtbaren Gebietes. —

Adolf Bestelmeyer, Frankfurt a. M.: „Ein neuartiges Voltmeter für kleine Spannungen und Hochfrequenz“ (mit Demonstration).

Vortr. berichtet über ein (noch nicht fabrikationsreifes) Instrument von ähnlichem Typus wie das gewöhnliche Quadrantenelektrometer, jedoch mit einer besonders geformten, an einem Quarzfaden isoliert aufgehängten Nadel. Es ist im Bereich 20–120 V bei Höchsthäufigkeit (radiotechnisch) anwendbar. —

W. Gaede, Karlsruhe: „Tiefdruckmessungen.“

Für die Messung tiefer Drucke, die nicht mehr zur Betätigung einer Anzeigevorrichtung ausreichen, ist die Anwendung von Hilfsenergien notwendig; im McLeodschen Manometer wird diese Energie durch Kompression geliefert, im Piraniinstrument ist es die Wärmeenergie. Da das McLeod bei den tiefsten Drucken nur für Relativmessungen brauchbar ist, hat Vortr. die Konstruktion anderer Manometer versucht.

Es werden zunächst Konstruktion und Eigenschaften eines Ionisationsmanometers (Fremdenergie elektrisch) beschrieben, bei dem die bei tiefen Drucken störende große freie Weglänge von Hunderten von Zentimetern durch Bahnänderung mit Hilfe eines Magnetfeldes in dem kleinen Meßraum untergebracht wird. Dieses Instrument ist jedoch, wie die nähere Prüfung ergab, aus verschiedenen Gründen für allgemeinen Gebrauch nicht geeignet und kann nur zuweilen für relative Messungen angewandt werden. — Es wird dann ein Instrument beschrieben, das den thermischen Molekulardruck zur Messung verwendet; es ließ sich technisch gut durchbilden und wird jetzt von der Firma Leybold in den Handel gebracht. Die schwingenden Teile bestehen aus Glimmerflügeln an einem Quarzfaden und werden magnetisch in Schwingungen versetzt. Hierzu ist ein kleiner Magnet aus einem mit Eisenpulver bestäubten Glimmerblatt an dem Faden befestigt. Ferner trägt der Faden einen Zeiger, der mit einem besonderen optischen System abgebildet wird. Die Druckmessung wird durch Bestimmung der Schwingungsdauer ausgeführt, die durch Wärmekissen verändert werden kann, bzw. durch Bestimmung der Dämpfung. Das Instrument ist im ganzen Bereich von 1 mm bis 10⁻⁷ mm anwendbar und liefert die Drucke in der Gegend von 10⁻⁵ auf 1% genau. Ferner erhält man auch einen ungefähren Anhalt über das wirkliche Molekulargewicht des Gases, dessen Druck man mißt. Als ein besonderer Vorzug des Manometers ist auch die Tatsache zu werten, daß durch Störungen der Meßanordnung niemals ein zu hohes, sondern stets ein schlechteres Vakuum vorgetäuscht werden kann. Das Instrument ist sehr leicht, ist aber gegen einströmende Gase empfindlich; gegen diese Gefährdung ist es durch ein Rückschlagventil geschützt. —

H. Kulenkampff, München: „Untersuchungen an Ultrastrahlungs-Korpuskeln.“

Vortr. berichtet über einige gemeinsam mit Maaß durchgeführte Koinzidenzmessungen mit zwei Zählrohren, die methodisch an und für sich nichts Neues bieten, aber einige interessante Ergebnisse liefern. Es wurden Eisenabsorber verschiedener Schichtstärke zwischen den beiden Zählrohren bzw. über ihnen angeordnet. Bei der ersten Anordnung (Absorber zwischen den Rohren) ergab sich für die Zahl der Koinzidenzen als Funktion der Schichtstärke eine gleichmäßige Kurve ohne Singularitäten. Hieraus kann die Energieverteilung ermittelt und ein quantitativer Vergleich mit vorliegenden Nebelkammernmessungen durchgeführt werden: Nach den Messungen von Maaß ergibt sich die Anzahl der Korpuskeln mit einer Reichweite von mehr als 15 cm Eisen zu 64%, d. i. fast genau dieselbe Zahl wie die aus Nebelkammeraufnahmen ermittelte Anzahl der Korpuskeln mit größerer Energie als 3,5 · 10⁸, nämlich 67%. Die Formel von Heisenberg für die Reichweite ist also richtig.

Mit der zweiten Anordnung (Absorber oberhalb der Zählrohre) wurde eine Kurve erhalten, die bei höheren Koinzidenzzahlen liegt als die mit der ersten Anordnung gewonnenen, ihr jedoch außerdem nicht parallel ist. Hieraus geht hervor, daß eine Sekundärstrahlung im Absorber erzeugt wird. Über die Natur derselben werden gewisse Vermutungen ausgesprochen, ohne daß einstweilen eine bestimmte Aussage gemacht werden könnte. —

¹²⁾ Vgl. hierzu Z. Physik 89, 183 [1934].