

Übergang zur isotropen (quasikristallinen) Flüssigkeit auf. Die anisotropen Phasen scheiden sich in eine smektische (bz-Form), bei der die Enden der benachbarten parallelen Moleküle aufeinanderliegen und in eine nematische Phase (pl-Form), bei der sie beliebig verschiebbar sind. Die Ordnung der Moleküle kann durch Doppelbrechung bestimmt werden. Die Drehwirkung beim Anlegen elektrischer oder magnetischer Felder beschränkt sich nur auf die Gruppen, nicht auf die Einzelmoleküle, daher wird der Sättigungswert weit vorher erreicht. Man schließt daher auf eine Beschränkung der Parallelisierung auf kleine Moleküllgruppen, die aufeinander keine Wechselwirkung ausüben, die gegen die Wärmebewegung ins Gewicht fällt. Die matischne Schmelzen zeigen gegen den Klärpunkt eine immer stärkere Abnahme der Anisotropie, die dicht vor dem Umwandlungspunkt so steil wird, daß man nicht ohne weiteres sagen kann, ob die Anisotropie dort kontinuierlich auf Null fällt oder etwa sich nach anfänglichem Abfall noch ein diskontinuierlicher Sprung anschließt. Beim Übergang der smektischen Schmelze in die nematische oder direkt in die anisotropie findet sicher ein Sprung statt, nachdem die Abnahme innerhalb des smektischen Gebietes linear verlief. Aus den Wahrscheinlichkeitsberechnungen *Franks* folgt, daß trotz stetig veränderlicher molekularer Verhältnisse unstetige makroskopische Umwandlung möglich ist. Am Klärpunkt tritt eine Umwandlungswärme auf, die durch gegeneinander gekoppelte Calorimeter gemessen wird. Die energetisch wichtige Differenz $c_{\text{anis}} - c_{\text{pl}}$ beträgt 4,2 cal/mol. Beim sog. Funkelphänomen, beobachtbar als unregelmäßige, lokale und zeitliche Aufhellungen der nematischen Schicht, die zwischen gekreuzten Nicols dunkel erscheint, handelt es sich um Orientierungsschwankungen ganzer Moleküllgruppen.

Aussprache: Weygand trägt seine neuesten Untersuchungen an höheren Phenoläthern über den Einfluß des Molekülbaues vor. Die Schmelz- und Klärpunkte der hergestellten homologen Reihen zeigen ein Alternieren der Klärpunkte mit wachsender Zahl der C-Atome. Bei gerader Zahl der Kettenglieder liegt der Klärpunkt stets relativ höher als bei ungerader, außerdem sinken die Kurven der Klärpunkte der Verbindungen mit geradzahligen und mit ungeradzahligen Kohlenwasserstoffketten jede für sich mit wachsender Zahl der C-Atome, und zwar bei gerader Zahl stärker als bei ungerader, wo sie an sich schon tiefer liegen. Die Molekülverlängerung stört infolge der Instabilität der Kette die Tendenz zur Parallelstellung. Verzweigungen rücken den Klärpunkt zu tieferen Temperaturen, während Doppelbindungen ohne wesentlichen Einfluß sind.

E. Jenckel, Frankfurt a. M.: „Untersuchungen über den Glaszustand und den Transformationspunkt der Gläser“¹⁾.

Über die Natur der inneren Gleichgewichte, deren langsame Einstellung das Einfrieren bewirkt, liegen zwei Deutungen vor. F. Simon charakterisiert sie als Festhalten der Ordnung bei der Transformationstemperatur. *Smekal* nimmt ein Einfrieren der räumlichen Orientierungsmöglichkeiten des Moleküls beim Transformationspunkt an, wodurch wegen der nichtlinearen Kohäsionskräfte Spannungen entstehen. Die letztere Auffassung ist die wahrscheinlichere, da die Messungen der Volumenänderung mit der Zeit bei Erhitzung oder Abkühlung eine stets momentan verlaufende (intermolekulare) und eine zeitlich temperaturabhängige Nachwirkung (räumliche Orientierung) aufzeigen. Das gleiche tritt bei der elastischen Verformung unter dem Einfluß einer Spannung auf. Sprödigkeit ist kein notwendiges Merkmal für den Glaszustand, ebensowenig wie das Vorhandensein einer Netzstruktur, deren Auftreten bei Silicatgläsern durch die Eigenart ihres chemischen Aufbaues bedingt wird. Die Auffassung *W. Kuhns* von der Trennung der Molekülbeweglichkeiten in Makro- und Mikro-Brownsche Bewegung hält Vortr. für nicht berechtigt.

Aussprache: Kuhn entwickelt daraufhin seine bekannte Theorie der statistischen Knäuelung und Entknäuelung²⁾. Er nimmt eine Überlagerung verschiedener Bewegungsmechanismen beim Dehnen eines idealen Kautschuks an, deren verschiedene Temperaturabhängigkeit die Festlegung der Kautschukelastizität auf ein bestimmtes Temperaturgebiet erklären. — Debye weist auf die Analogie der Flüssigkeiten mit den Gläsern hin. Der bei den Flüssigkeiten eingeführte Begriff der Relaxationszeit wird bei tieferen Temperaturen sehr groß. — K. H. Meyer nimmt das Vorhandensein zweier Glassorten an, das gewöhnliche Glas geht beim Erhitzen in eine gewöhnliche Flüssigkeit über, während die andere Sorte, z. B. Polystyrol, in eine Schmelze übergeht, die mikro-

¹⁾ Vgl. a. Jenckel, diese Ztschr. 51, 177, 216, 563 [1938].

²⁾ S. diese Ztschr. 49, 858 [1936].

skopisch in einer Richtung fest und in zwei anderen Richtungen beweglich ist. Dadurch treten unterschiedliche Viscositätsarten auf, entweder durch reines Fließen oder verbunden mit Drehung gegeneinander bedingt.

W. Wittstadt, Berlin: „Ordnung und Unordnung im Kautschuk.“

Kautschuk stellt ein Gemisch verschieden langkettiger Moleküle dar. Zur Feststellung ihres Ordnungszustandes ist die Röntgenmethode am besten geeignet. Im Verlauf der Dehnung geht Kautschuk aus einem ungeordneten Zustand über in ein wohldefiniertes und stets gleich gefundenes Gitter, ein Vorgang, der einer Kristallisation entspricht. Diese verläuft jedoch nicht vollständig, da neben scharfen Kristallinterferenzen ein amorpher Halo auf dem Röntgenbild noch das Vorhandensein amorpher Schmelze anzeigt. Das gleiche Gitter wird beim kalt gelagerten Kautschuk gefunden, das Auftreten von *Debye-Scherrer-Ringen* beweist die ungeordnete Lage der Kristallite im Gegensatz zum geordneten Kristallit im gelehnten Kautschuk. Zur Beobachtung der Vorstufen der Kristallisation dient die Doppelbrechung, da schon eine kleine Dehnung eine meßbare Anisotropie hervorruft. Die beim Dehnen und Entspannen in Erscheinung tretenden Wärmeeffekte sind als Schmelzwärme zu deuten. Die Kristallisationstemperatur kann durch allseitigen Druck beim ungedehnten Kautschuk erhöht werden, hier wird der Schmelzpunkt unter normalem Druck bei 20—23° gefunden. Es muß angenommen werden, daß im gelehnten Kautschuk Gleichgewichtszustände zwischen Kristall und Schmelze vorliegen, deren Lage von der Temperatur und der Größe der Dehnung abhängig ist. Die Einstellung geht infolge der Zähigkeit des Systems erst nach längerer Zeit vor sich.

Aussprache: K. H. Meyer berichtet über seine Untersuchungen am Guttapercha, welches schneller kristallisiert als Kautschuk. Es kann als Lösung auskristallisiert werden und wird als sprödes Pulver erhalten. Läßt man einen Guttaperchafilm auskristallisieren, dann kristallisieren aus dem zuerst ungeordneten Film Gruppen heraus, wodurch ein Nicht-Gleichgewichtszustand entsteht, weil durch die Festlegung der Bündel eine weitere Kristallisation nicht mehr erfolgen kann. Die Schmelzwärme dieser Kristalle läßt sich zu 4 cal/g messen. Dehnt man den Film, so tritt die Kristallisation früher auf, die Geschwindigkeit der Kristallisation wird durch die Vorordnung also erhöht, ihr Anteil wächst mit steigender Spannung, von Gleichgewichtszuständen ist aber in keinem Fall die Rede, desgleichen wechselt die Größe der Kristallite. — Hengstenberg sieht keinerlei Anhaltspunkte für die Änderung der Kristallitgröße beim gelehnten Kautschuk. — Thießen führt das Auftreten eines Schmelzintervallus an gelehnt kristallisiertem Kautschuk auf Mischkristalle zurück. — W. Kuhn entwickelt eine andere Ansicht über die Kristallite. Geknäulte Kettenmoleküle werden an verschiedenen Stellen parallel gelagert sein, an diesen bevorzugten Stellen wird Kristallisation eintreten, wobei also die Größe der langkettigen Moleküle ohne Einfluß ist, entscheidend ist nur die Größe der Vorordnung. — Brill erklärt das Schmelzintervall nach Kuhn infolge verschiedener Gitterorientierung, denn eigentlich dürfte im Röntgenbild die Schärfe der Ringe nicht variieren.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik

Sitzung am 22. Juni 1938
in der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg.

P. ten Bruggencate, Potsdam: „Untersuchungen über außergalaktische Nebel.“

Vortr. berichtet zusammenfassend über unsere heutige Kenntnis von den außergalaktischen Nebeln, d. h. also Nebeln, die nicht unserm eigenen Milchstraßensystem angehören, sondern andere Milchstraßensysteme darstellen. Diese Nebel treten hauptsächlich in zwei Formen auf, als sogenannte elliptische Nebel und als Spiralnebel; ob Zusammenhänge zwischen diesen beiden Formen vorhanden sind, ob z. B. zwischen ihnen nur ein zeitlicher Unterschied in der Entwicklung besteht, läßt sich heute noch nicht einwandfrei entscheiden. Tatsache ist aber, daß auch die Spiralnebel oft einen Kern besitzen, der mit den elliptischen Nebeln Ähnlichkeit hat, und daß manchmal erst nach längerer Belichtung die spiraligen Randpartien dieser Nebel deutlich hervortreten.

Zur Erforschung dieser Nebel werden große Hohlspiegel benutzt, die in ihrem Brennpunkt ein kleines reelles Bild des Nebels entwerfen, das durch ein vergrößerndes Okular beobachtet oder direkt auf eine photographische Platte geworfen werden kann. Die beiden größten Exemplare von solchen Reflektoren befinden sich auf dem Mt. Wilson (1,5 und 2,5 m Durchmesser). Bei 1 h Belichtung der Photoplatte können mit diesen Reflektoren noch Objekte von 19. bzw. 20. Größenklasse festgestellt werden, d. h. also Objekte, die etwa 10⁴ mal lichtschwächer sind als diejenigen, die wir noch gerade mit bloßem Auge sehen können; oder anders ausgedrückt: wir können mit diesen Instrumenten einige hundertmal tiefer in den Weltenraum hineinblicken als mit bloßem Auge. Der äußerliche Aufwand, der für solche Leistungen notwendig ist, ist naturgemäß sehr erheblich. Allein der Glaskörper (Spiegel) des kleineren dieser beiden Reflektoren wiegt 1000 kg, der gesamte Apparat 23000 kg. Eine der größten Schwierigkeiten besteht darin, diese ungeheuren Massen so zu lagern, daß sie, z. B. während einer Aufnahme, dem Lauf der Gestirne stundenlang reibungslos folgen. Bei den beiden oben erwähnten Reflektoren wurde das durch Schwimmenlassen des ganzen Aufbaus in Quecksilber erreicht.

Mit diesen Instrumenten lassen sich viele Nebel, besonders die Spiralarme der Spiralnebel, in viele einzelne Sterne auflösen, wie vom Vortr. an dem klassischen Beispiel des Andromedanebels gezeigt wird. Auffallend an den Spiralnebelbildern sind einige dunkle, völlig sternfreie Stellen, die als Wolken absorbierender Materie gedeutet werden müssen. Von einem Stern in einem Spiralarm des Andromedanebels aus würde man auch eine Art Milchstraße sehen, und wegen des Vorhandenseins von dunkler absorbierender Materie würde wahrscheinlich auch dort der Beobachter den Kern des Andromedanebels nicht sehen, und seine Milchstraße würde ihm ähnlich zerklüftet erscheinen wie uns selbst die Milchstraße unseres eigenen Systems.

Nach der genaueren Betrachtung des einzelnen Spiralnebels ist die nächste wichtige Frage die nach der Zahl und Verteilung der Spiralnebel im Weltenraum. Zunächst wurde festgestellt, daß solche Nebel in der Richtung der Milchstraße selten oder gar nicht zu entdecken sind, während sie an den Polkappen unseres Milchstraßensystems in großer Zahl vorhanden sind. Auch unser eigenes Milchstraßensystem ist demnach von dunklen absorbierenden Materiewolken umgeben³⁾. Zur Veranschaulichung zeigt Vortr. das Bild eines Spiralnebels, das etwa dem Bild unseres eigenen Milchstraßensystems aus großer Entfernung entspricht: ein Spiralnebel mit einem elliptischen Kern und einem schwarzen Absorptionsstreifen, der innerhalb einer schmalen äquatorialen Zone den Nebel teilweise verdeckt. Die Zahl der Spiralnebel hängt stark davon ab, welche Größenklasse wir bei der Durchmusterung des Himmels noch erfassen, und zwar sehen wir immer mehr Spiralnebel, wenn wir zur Beobachtung von immer kleineren Objekten übergehen, d. h. je weiter wir in den Raum hineinsehen. *Hubble* fand bei der Durchmusterung mit dem großen Mt.-Wilson-Reflektor (Erfassung von Objekten bis zur 21. Größenklasse) bereits ebensoviele Spiralnebel wie Fixsterne, das würde bei gleicher Verteilung der Spiralnebel am Himmel bereits die Sichtbarkeit von 75.10⁶ solcher Milchstraßensysteme wie unser eigenes bedeuten! Die Annahme der Gleichverteilung der Spiralnebel am Himmel hat *Shapley*⁴⁾ (Harvard-Observatorium) genauer geprüft. Da man mit dem großen Reflektor nur einen sehr kleinen Teil des Himmels gleichzeitig untersuchen kann (etwa nur 1/10000), hat *Shapley* sich auf die Untersuchung von Objekten bis zur 18. Größenklasse beschränkt, dafür aber mit wesentlich größerem Gesichtsfeld als *Hubble* wirklich die gesamte südliche Polkappe durchmustert. Das Ergebnis war eine deutliche Anhäufung von Nebeln in der östlichen Hälfte der Polkappe, auf der westlichen Hälfte waren nur etwa halb so viel vorhanden. (Für die oben berechnete Zahl von Milchstraßensystemen ist diese Unsymmetrie natürlich belanglos.)

Weitere wichtige Schlüsse auf die Eigenschaften dieser Nebel können aus der Untersuchung des von ihnen ausgesandten Lichtes, also aus ihren Spektren gezogen werden.

³⁾ Vgl. *Schoenberg*, Natur u. Verteilung der dunklen Materie im Weltenraum, diese Ztschr. 49, 848 [1936].

⁴⁾ Vgl. *ten Bruggencate*, ebenda 49, 848 [1936].

Allen diesen Nebelspektren ist erfreulicherweise gemeinsam, daß in dem von ihnen ausgesandten kontinuierlichen Spektrum bestimmte Absorptionslinien, vor allem die Resonanzlinien des Calciums, so deutlich auftreten, daß sie auch bei sehr schwachen Objekten sich noch einwandfrei identifizieren lassen. Diese Absorptionslinien zeigen nun die bekannte Rotverschiebung⁴⁾, die um so größer ist, je weiter der Nebel von uns entfernt ist. Am einfachsten ist diese Rotverschiebung wohl mit Hilfe des *Dopplereffekts* zu erklären; wir würden danach schließen, daß die Nebel sich alle von uns entfernen, und zwar mit um so größerer Geschwindigkeit, je weiter sie schon von uns entfernt sind („Expandierendes Weltall“). (Gegen diese Auffassung läßt sich nicht etwa einwenden, daß wir zufällig im Mittelpunkt dieses Weltalls stehen müßten, sondern jeder auf einem anderen Nebel befindliche Beobachter würde genau die gleiche Erscheinung feststellen.) Andererseits wäre es auch denkbar, daß das Licht beim Durchlaufen dieser ungeheuren Entfernungen im Laufe von Millionen Jahren Veränderungen erleidet, die uns unbekannt sind; man denke z. B. an die *Nernstsche* Erklärung der Rotverschiebung mit Hilfe der Nullpunktsenergie.

Ob wir mit dieser Frage jemals zu einer klaren Entscheidung kommen werden, läßt sich nicht voraussehen, jedenfalls bleibt aber der einzige mögliche Weg zum Vorwärtskommen der Bau von immer lichtstärkeren Reflektoren, um immer größere Tiefen des Weltraums in die Beobachtung mit einbeziehen zu können. So ist man jetzt in Amerika daran gegangen, auf dem Mt. Palomar im südlichen Kalifornien einen Reflektor mit 5 m Spiegeldurchmesser aufzustellen. Einige Daten über diesen Reflektor sollen zum Schluß die Schwierigkeiten beleuchten, die mit seiner Aufstellung verbunden sein werden: sein Gesamtgewicht beträgt 500000 kg (also ungefähr so viel wie das Gewicht eines Güterzuges mit 20 Wagen und Lokomotive!). Um auch hier die unbedingt notwendige leichte Beweglichkeit zu sichern, ist man von dem Schwimmenlassen auf Quecksilber abgegangen und will versuchen, durch unter entsprechenden Druck gesetztes Öl die Lager von dem gewaltigen Druck zu entlasten. Am Bild eines Modells werden die gigantischen Ausmaße dieses neuen Reflektors veranschaulicht.

Zeiss-Kurs. Jena, 29. September 1938.

Spektralanalyse.

Vorsitzender: Prof. Dr. Sieverts, Jena.

Vorträge.

Prof. Dr. Gerlach, München: „Fortschritte in der quantitativen Spektralanalyse.“

Die untere Grenze für den Nachweis von metallischen Elementen liegt heute wohl bei ungefähr 1/1000 bis 1/10000%. Der Lichtbogen gilt dabei insbes. bei großer Stromstärke als die empfindlichste Anregungsart. In neuerer Zeit kommt dem Abreißbogen nach *Pfeilsticker* für den Spuren nachweis steigende Bedeutung zu, weil der Untergrund auf der Platte bei ungefähr gleicher Empfindlichkeit für den Liniennachweis zurücktritt. Der von *van Calker* benutzte Flammenbogen gibt die Möglichkeit, Nichtleiter, wie Holz und keramische Stoffe, anzuregen. In der letzten Zeit ist es auch gelungen, Elemente wie Phosphor, Arsen und Schwefel der Spektralanalyse zugängig zu machen, insbes. dadurch, daß man diese Elemente unter vermindertem Druck anregt. Einen anderen Weg zum Nachweis dieser Elemente hat *Harrison* eingeschlagen. Von der Tatsache ausgehend, daß die empfindlichsten Linien dieser Elemente im weiten Ultravioletten liegen, hat er zu ihrem Nachweis den Vakuumspektrographen unter Verwendung einer Flußspatoptik herangezogen. Vortr. brachte hierauf einige Beispiele für die Anwendung der Spektralanalyse, so u. a. auch für die Reinheitsprüfung von Säuren. Eine solche Prüfung ist insbes. für manche gerichtschemischen Untersuchungen von großer Wichtigkeit.

Ein Vergleich (in einer amerikanischen Veröffentlichung) zwischen der Genauigkeit der chemischen Prüfung und der Spektralanalyse fällt, sowohl hinsichtlich Reproduzierbarkeit der Ergebnisse als auch Zeitbedarf zugunsten der Spektralanalyse aus. Nach einem Hinweis auf die Arbeiten von *Mannkopff* und *Kaiser*, die sich um die Aufklärung der Natur der Entladung verdient gemacht haben, ging er auf die für die