

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 10<sup>4</sup> 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 umgeben<sup>3)</sup>. 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 75.10<sup>6</sup> solcher Milchstraßensysteme wie unser eigenes bedeuten! Die Annahme der Gleichverteilung der Spiralnebel am Himmel hat *Shapley*<sup>4)</sup> (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.

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

<sup>4)</sup> 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 Rotverschiebung<sup>4)</sup>, 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 Spurennachweis 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 verminderterem 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 Flußpatoptik 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

Durchführung der Analyse notwendigen Vorschriften über die Wahl der Abfunkdauer und der Elektrodenform ein. Er betonte weiterhin die Notwendigkeit einer einheitlichen Wiedergabe der Meßergebnisse durch die Schwärzungsdifferenz und den Logarithmus der Konzentration. Interessant war noch die Mitteilung, daß auch die spektralanalytische Bestimmung von Niob und Tantal möglich sei, ohne daß die chemische Bindung dieser Elemente an den Kohlenstoff eine Beeinflussung der Analyse mit sich bringe.

Prof. Lundegårdh, Uppsala: „Die quantitative Spektralanalyse von Metallen mittels der Flamme und des Flammenfunkens.“

Die Vorzüge der Anregung in der Flamme sind darin zu sehen, daß durch das Zerstäuben der Lösung, in der das zu bestimmende Element enthalten ist, die Flamme in der Zeiteinheit eine immer gleich große Menge des Elements anregt. Aus diesem Grunde ist bei Verwendung der Flamme für die Spektralanalyse wohl die größte Genauigkeit zu erreichen. Wichtig ist, daß die schwer anregbaren Elemente im blauen Kegel der Flamme bedeutend stärker auftreten.

Vortr. ging dann auf den von ihm entwickelten Flammenfunkens über. Durch die in der üblichen Weise mit der zerstäubten Lösung beschickte Flamme geht senkrecht zu ihrer Strömungsrichtung ein Funke hindurch. Zur Erzielung einer guten Genauigkeit muß man den zu untersuchenden Lösungen eine bestimmte Alkalimenge zusetzen. Der kontinuierliche Hintergrund wird sowohl bei der Bestimmung der Elemente in der Flamme als auch im Flammenfunkens zur Vornahme von Korrekturen benutzt. Die beste Anregung im Flammenfunkens erhält man bei Verwendung hoher Kapazität und Selbstinduktion im Entladungskreis. Vortr. zeigte eine Reihe von Aufnahmen sowohl des Flammen- als auch des Flammenfunkenspektrums der verschiedenen Elemente.

Dr. Balz, Stuttgart: Praktische Emissions-Spektralanalyse in Industrielaboratorien.

Der Vortrag brachte eine Reihe von Beispielen für die Anwendung der Spektralanalyse im Betriebe. So konnte in einem Falle das Vorhandensein von kleinen Mengen Quecksilber in Messing als Bruchursache nachgewiesen und in einem anderen Falle aus dem Auftreten der Aluminium- und Siliciumlinien im Spektrum eines angeblich reinen Diamantpulvers auf eine Fälschung geschlossen werden. Zum Nachweis des schwer anregbaren Fluors dienen die Calciumfluoridbanden. Für quantitative Untersuchungen ist wichtig, daß durch Kupfer und Zink die Magnesiumbestimmung in Aluminium beeinflußt wird.

#### Colloquium.

Hansen, Jena: Nach einleitenden Betrachtungen über die bisher üblichen Photometer wurde über eine neue von der Firma Carl Zeiss, Jena, entwickelte Anordnung berichtet, deren Vorzug in dem Zusammenbau des Galvanometers mit dem optischen Teil der Apparatur zu sehen ist.

Goubeau, Göttingen, sprach über die Anwendung des Raman-Effekts für die qualitative und quantitative Spektralanalyse von Molekülen. Die verschiedenen Raman-Spektren der Isomeren, für die er eine Reihe von sehr schönen Aufnahmen zeigte, ermöglichen leicht eine Reinheitsprüfung der zu untersuchenden Substanzen. Insbes. bei der heute so wichtigen Analyse von Kohlenwasserstoffen kann die Anwendung der Raman-Spektren für quantitative Untersuchungen neue Wege eröffnen.

Mannkopff, Göttingen, sprach über die im Bogen und Funken auftretenden Temperaturen und berichtete über Messungen der Bogentemperatur nach der Umkehrmethode.

Aus Untersuchungen der Entladungen eines Feußnerschen Funkenerzeugers schließt Kaiser, Jena, daß der Funke sich aus einer Reihe von schnell aufeinanderfolgenden Bogenentladungen zusammensetzt. Die Spannung an den Elektroden beträgt nach dem ersten Durchschlag nur ungefähr 50 V. Die Unterschiede zwischen den sog. Funken- und Bogenspektren werden auf die verschiedene Größe der Stromstärke in den einzelnen Teilentladungen zurückgeführt.

Heyes, Düsseldorf, berichtete über Untersuchungen im K. W.-I. für Eisenforschung über die Wahl der günstigsten Elektrodengrößen und der am besten geeigneten Linienpaare für die Analyse von Chrom-Nickel-Stahl. Zu kleinen Elektroden, Beeinflussung der Linienpaare durch Änderungen der Anregungsbedingungen sowie zu dichter Untergrund führen zu einer Vergrößerung des mittleren Fehlers.

Schleicher, Aachen, wies auf den Einfluß des in der Probe enthaltenen Sauerstoffs auf die Linienintensität bei der Verwendung von Kupferelektroden hin. Bei Polarisierung mit Wasserstoff tritt der Einfluß des Sauerstoffgehaltes der Proben zurück.

Pfeilsticker, Stuttgart, gelang es, durch Anwendung höherer Stromstärken und Verminderung des Drucks die Spektren der Metalle Schwefel, Jod, Brom, Fluor und Chlor anzuregen. Die zu den Versuchen benutzte Anordnung wird von ihm beschrieben.

Zum Schluß sprach Seith, Münster, über die Verwendung des Abreißbogens für die quantitative Analyse. Auch hier müssen Abfunkeffekte und der Einfluß der Gegenelektrode beachtet werden. Von Interesse ist der Vorschlag, die Probe unter Verwendung einer Schraube von der Seite her mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in die Entladung einzuführen, um so unter Verzicht auf das Abfunken immer neue Flächen für die Entladung heranzuziehen.

#### Verein der Zellstoff- und Papier-Chemiker und -Ingenieure. Berliner Bezirksgruppe.

Berlin, 28. Oktober 1938.

Vorsitzender: Prof. Korn.

Obering, Boettger, Braunschweig: „Transportanlagen für die Zellstoff- und Papierindustrie.“

Vortr. bespricht an Hand zahlreicher Lichtbilder Transportanlagen für Rundhölzer, Entladungsvorrichtungen für Holz aus offenen und geschlossenen Waggons, Transportanlagen für die Putzerei, automatische Kreissägen, freischwingende Plansichter, Bandwaagen, Trommelwaagen u. a.

Dr. Klauditz, Odermünde: „Analytische Schnellmethoden bei der Zellstoffuntersuchung.“

Vortr. beschreibt die im Laboratorium der Feldmühle A.-G. für die Bedürfnisse des Betriebes entwickelten Methoden und erörtert einige damit erzielte Ergebnisse. — Zur Bestimmung des Aufschlußgrades wird die Chlorverbrauchszahl durch Behandlung des Zellstoffes mit wässriger Chlorlösung (erhalten aus alkalischer Hypochloritlösung und HCl) ermittelt. Der Einfluß der Temperatur, der Einwirkungsdauer und der Stoffdichte auf die erhaltenen Werte wird an Hand von Tabellen gezeigt. Unter den bei der Schnellmethode gewählten Bedingungen besteht bei Fichten-Sulfitzellstoff eine enge Beziehung zwischen der Chlorverbrauchszahl und der Sieber-Zahl, die gleiche Beziehung gilt jedoch nicht bei Natronzellstoff oder Buchen-Sulfitzellstoff. Das unterschiedliche Verhalten von Fichten- und Buchen-Sulfitzellstoff bei Oxydation in saurer und alkalischer Lösung beruht dabei nicht auf der durch die Feinfaserigkeit bedingten größeren Oberfläche des Buchenzellstoffes, sondern auf der Verschiedenheit der Inkrusten. Auch bei Stroh-Natronzellstoff und alkalisch gekochtem Buchenzellstoff lassen sich Chlorverbrauchszahl und Sieber-Zahl nicht auf einen Nenner bringen. — Schnellmethode zur Bestimmung der Alpha-Cellulose. Die Einheitsmethode des Unterausschusses für Faserstoffanalysen erfordert 6 h, und die Werte hängen von der Art ab, wie beim Auswaschen das Gebiet der maximalen Löslichkeit der Cellulose in Natronlauge durchlaufen wird. Zur Verkürzung der Dauer der Bestimmung und zur Vermeidung der mit dem Auswaschen verknüpften Unsicherheit werden bei der eigenen Schnellmethode nicht die in 17,5%ig. NaOH unlöslichen, sondern die in der Lauge gelösten Anteile durch Oxydation mit Bichromat-Schwefelsäure (Bubeck) ermittelt. Eine Bestimmung des Trockengehaltes des Zellstoffes ist überflüssig, wenn die Feuchtigkeitsverhältnisse des Untersuchungsraumes annähernd konstant und bekannt sind. Die Einheitsmethode