

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Berlin-Dahlem.

Colloquium am 16. April 1940.

M. v. Ardenne: *Stereo-Dunkelfeld- und Hellfeld-Übermikroskopie mit dem Universal-Elektronenmikroskop.*

Es wird eine eingehende Beschreibung des Aufbaues und der Wirkungsweise des Instruments gegeben^{1,2}).

D. Beischer: *Physikalisch-chemische Untersuchungen mit dem Universal-Elektronenmikroskop.*

An einer Reihe von Beispielen aus der Kolloidforschung wird gezeigt, wie weitgehend durch das Elektronenmikroskop, besonders in der universalen Konstruktion durch v. Ardenne, kolloide Systeme bildmäßig wiedergegeben und in ihren Größen quantitativ ausgemessen werden können. Besonders schön kann die Struktur von Sedimenten aus Aerosolen beobachtet werden (z. B. von Rauchen aus ZnO, CdO, MgO, PbO und Fe₂O₃)³. An solchen Rauchen ergab sich auch die Möglichkeit, die Morphologie eines chemischen Reaktionsvorganges in der 100-Å-Dimension direkt sichtbar zu machen. Das hohe Auflösungsvermögen des benutzten Instruments erlaubt, auch die Einzelteilchen von kolloidem Gold (Aup) mit 30 Å Durchmesser direkt sichtbar zu machen. Es wird auch an mehreren Beispielen die Anlagerung von Schutzkolloid an Metallkolloide gezeigt. Die Untersuchung des Feinbaues von Gelen läßt erkennen, daß diese bei Systemen aus V₂O₅, Al₂O₃ und SiO₂ fadenförmige Einzelteilchen sehr verschiedener Feinheit zeigen, die knäuelförmig mehr oder weniger dicht zusammengelagert sind. Aus solchen Bildern ergibt sich die Möglichkeit der Ausmessung der bei diesen Systemen besonders charakteristischen Oberflächengröße. Am Beispiel des β-Polyoxymethylens wird die Anwendung des Instruments auf die Untersuchung von natürlichen und künstlichen Hochpolymeren gezeigt⁴. Die Strukturen, die bei Druckzerstörung und chemischem Angriff auftreten, zeigen, daß β-Polyoxymethylenkristalle aus Fibrillen und Fadenmolekülen mit Durchmessern bis herunter zu 50 Å aufgebaut sind, die in mehr oder weniger regelmäßiger Lage in dem Kristallverband angeordnet sind. Eine Untersuchung der Morphologie von Kautschuk mit Buna⁵) zeigt, daß besonders von Latices und Füllstoffen aufschlußreiche Bilder gewonnen werden können, die die Dispersoidanalyse dieser Systeme sehr fördern werden.

Die Untersuchungen zeigen, daß das Instrument gut für die Dispersoidanalyse kolloider Systeme geeignet ist, und daß sich auch in verschiedenen Fällen die Möglichkeit ergibt, Veränderungen in diesen Systemen direkt beobachtend zu verfolgen.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. Mittwoch, 17. April 1940, T. H. Berlin-Charlottenburg.

Pohlmann, Berlin: *Über die Möglichkeit einer akustischen Abbildung in Analogie zur optischen.*

Vortr. berichtet über seine eigenen Versuche zur Entwicklung einer „Optik des Ultraschalls“. Das Prinzip der Versuchsanordnung ist folgendes: Ein Gegenstand, z. B. ein Kreuz, wird von einem Ultraschallsender her mit Ultraschall bestrahlt; eine „Schalllinse“ entwirft von dem Gegenstand in bestimmter Entfernung (Linsengesetz) zunächst ein unsichtbares Ultraschallbild, das dann mit Hilfe einer sinnreichen Einrichtung, einer Art Mattscheibe, lichtoptisch sichtbar gemacht wird. Gegenüber einer lichtoptischen Abbildung bietet sich auf diesem Wege die Möglichkeit, auch durch undurchsichtige Medien „hindurchzusehen“. Bei der benutzten Frequenz von der Größenordnung 8·10⁶ Hz verhalten sich alle gebräuchlichen Gegenstände noch wie optische Spiegel, d. h. ihre Rauigkeiten sind so klein gegen die Wellenlänge, daß die Flächen völlig glatt scheinen.

Begonnen wurden die Versuche mit dem einfachsten Abbildungssystem, dem Hohlspiegel. Vortr. ging dann aber bald zu Abbildungslinsen über, als es ihm gelang, genügend dünne Folien (die Reflexion muß klein gehalten werden) als freitragende Kugelflächen auszubilden. Zwischen zwei solche Folien wird dann eine geeignete Flüssigkeit eingefüllt; besonders günstig bezüglich Dichte und Schallgeschwindigkeit zeigte sich CCl₄ als Linsenfüllung (der Außenraum im oben skizzierten Grundversuch ist ebenfalls eine Flüssigkeit, z. B. Wasser); für CCl₄ gegen Wasser als Medium erhält man einen Brechungsindex von der Größenordnung 1,5, wobei die Reflexion kleiner als 10⁻⁴ bleibt. Die Öffnung der benutzten Linse konnte verhältnismäßig groß sein, etwa 1:1,8, denn chromatische Fehler treten nicht auf, weil Dispersion praktisch nicht vorhanden ist, während sphärische Fehler wie in der Optik durch geeignete Krümmung der Begrenzungsflächen korrigiert werden können.

¹) M. v. Ardenne, Z. Physik **115**, 339 [1940].

²) M. v. Ardenne u. D. Beischer, diese Ztschr. **53**, 103 [1940].

³) Dieselben, Z. Elektrochem. angew. physik. Chem. **46**, 270 [1940].

⁴) Dieselben, Z. physik. Chem., Abt. B **45**, 465 [1940]. ⁵) Dieselben, Kautschuk **16**, 55 [1940].

Das zweite wichtige optische Element der benutzten Anordnung ist die „Mattscheibe“. Ihr Grundgedanke besteht darin, in einer dünnen Schicht sehr viele kleine *Rayleighsche* Scheiben aufzustellen, die sich bekanntlich senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Schalls einzustellen versuchen. Da die Scheiben klein gegen die Wellenlänge sein müssen, wurden, im Gegensatz zur üblichen Aufhängung der *Rayleigh-Scheiben*, in einer Flüssigkeit frei bewegliche Scheibchen benutzt. Trotz ihrer freien Beweglichkeit ergibt sich doch eine Einstellung der Scheibchen zum Schallfeld, weil zwischen Scheibenbewegung und Flüssigkeitsbewegung relative Trägheitserscheinungen auftreten. Als besonders günstig bezüglich der Richtkraft erwiesen sich Aluminiumflitter in Xylol. Beleuchtet man diese „Mattscheibe“, so ergeben sich auf gleichmäßigem Untergrund (statistische Verteilung der Flitter infolge Wärmebewegung) helle Stellen dort, wo das Schallfeld eine Ausrichtung der Flitter bewirkt hat. Die Schnelligkeit der Einstellung hängt natürlich von der Stärke des Schallfeldes ab, d. h. das Bild erscheint nach dem Einschalten des Schallfeldes erst allmählich, doch sind bei Schallfeldern üblicher Größe die Einstellzeiten schon kurz genug (etwa 1/10 s), um auch nicht zu schnellen Bewegungen folgen zu können. Das Verschwinden des Bildes von der „Mattscheibe“ wird automatisch durch die nach Wegnahme des Schallfeldes sich einstellende molekulare Unordnung besorgt. Einige Bilder zeigen, daß die theoretische Auflösungsgrenze dieser Abbildungseinrichtung (0,8 mm) in den Versuchen fast erreicht wurde. Die Analogie zur Optik wurde auch in die Beugungserscheinungen hinein verfolgt (Abbildungen mit der *Fresnel'schen* Zonenscheibe, Beugungserscheinung an einem Spalt).

Besonders interessant und wichtig sind nun die technischen Anwendungen dieser Methodik: Zunächst einmal kann man mit Hilfe der Linse den Quarz des Ultraschallsenders selbst auf der Mattscheibe abbilden und auf diesem Wege die Abstrahlung des Quarzes untersuchen. Das Hauptanwendungsgebiet ist aber offenbar in der Materialuntersuchung zu sehen. Schon dünne Risse in einem Metall werden nach dieser Methode deutlich sichtbar gemacht, weil an solchen Stellen starke Reflexionswirkungen auftreten, während sich diese Risse bei der Analyse mit Röntgenstrahlen nur so weit als Intensitätsänderung bemerkbar machen, als ihre Dicke prozentual an der Gesamtdicke des durchstrahlten Materials beteiligt ist. Noch in anderer Beziehung ist die vorliegende Methode der röntgenographischen überlegen, nämlich in bezug auf die durchstrahlbaren Schichtdicken: Diese sind beim Ultraschall erheblich größer, z. B. sind 10 cm Eisen noch sehr bequem zu durchstrahlen. Vortr. geht dabei genauer auf die bereits bekannte Ultraschall-Materialuntersuchung mit elektrischer Analyse⁶) ein und weist darauf hin, daß viele der dort auftretenden erheblichen Schwierigkeiten bei der hier beschriebenen Methode der Sichtbarmachung des Ultraschallfeldes fortfallen.

Universität Berlin.

Physikalisches Colloquium am Freitag, dem 15. März 1940.

Schütze, Berlin-Siemensstadt: *Die Ionenerzeugung im Cyclotron⁷).*

Trotz Neuschaffung sehr ergiebiger Ionenquellen für das Cyclotron (z. B. mit Hilfe des Niedervoltbogens) ergab doch der zuerst benutzte einfache Glühdraht in der Mitte des Cyclotrons nach wie vor die größten Ionenströme. Die tatsächlich aus dem Cyclotron austretenden Ionenströme betrugen hierbei 50 bis 80% der aus Glühelatronenstrom und Ionisierungsfunktion berechneten gesamten Ionenerzeugung; dies konnte bei dem starken Ionenverlust auf dem langen Wege im Cyclotron (bis zu 100 Umläufe!) nicht stimmen, und so untersuchte *Wilson*⁸) diese Frage genauer experimentell und theoretisch, worüber von Vortr. im einzelnen berichtet wird. Die unmittelbare Messung der insgesamt von dem Glühelatronenstrom in der Mitte des Cyclotrons erzeugten Ionenmenge ergab tatsächlich einen viel größeren Wert als den berechneten, womit zunächst einmal die oben genannte hohe Prozentzahl der austretenden Ionen von den insgesamt erzeugten auf einen vernünftigen Wert zurückgeführt werden konnte. Der Grund für die außerordentlich große Gesamtionisation wurde dann ebenfalls aufgefunden: Die aus dem Glühdraht austretenden Elektronen legen ihren Weg zum Auffänger nicht einfach geradlinig zurück (wie in der obigen Berechnung der Ionenerzeugung angenommen wurde), sondern führen infolge des Hochfrequenzfeldes Pendelungen in Richtung des Feldes, also senkrecht zu ihrer ursprünglichen Bewegungsrichtung, aus, deren Zahl bei geeigneter Phase sehr groß werden kann. Dadurch wird die ionisierende Weglänge jedes einzelnen Elektrons auf ein Vielfaches vergrößert. Hinzu kommt schließlich noch, daß die Energie dieser pendelnden Elektronen ebenfalls schwankt und in der Mittelebene des Cyclotrons immer gerade für Ionisierung besonders günstige Werte annimmt, so daß die Hauptmenge der Ionen in der Mittelebene entsteht, damit ihrem Zweck (Energievervielfachung durch Umläufe im Cyclotron) richtig zugeführt wird und nicht vorzeitig auf die Wände des Cyclotrons auftrifft.

⁷) F. Kruse, Diss. T. H. Hannover 1938.

⁸) Vgl. Schütze, Zum Aufbau des Cyclotrons, diese Ztschr. **52**, 441 [1939].

⁹) R. R. Wilson, Physic. Rev. **50**, 459 [1939].