

**Preußische Akademie der Wissenschaften.  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse.**

Sitzung am 21. Januar 1943.

Prof. Dr. A. Butenandt, Berlin-Dahlem: *Die Feinstruktur des Tabakmosaik-Virus.*

In dem als einheitliches Protein dargestellten Virus der Tabakmosaik-Krankheit liegt ein Nucleoprotein vor mit einem Molgewicht von 23000000 und einer stäbchenförmigen Gestalt von 15  $\mu$ . Breite und etwa 200  $\mu$ . Länge. Die zu etwa 3,6% im Virus enthaltene Nucleinsäure läßt sich durch alkalische Denaturierung des Virus abspalten und in einheitlicher Form mit einem Molgewicht von 11000 gewinnen (Loring); daraus ergibt sich, daß 70 Moleküle Nucleinsäure in einem Tabakmosaik-Virusteilchen gebunden sind. Aus den Befunden von G. Schramm, daß man die Nucleinsäure im Tabakmosaik-Virus enzymatisch hydrolysieren kann, ohne daß ein Abbau des Proteins zu kleineren Bruchstücken erfolgt, ist zu entnehmen, daß die Nucleinsäure sich ausschließlich an der Oberfläche des zusammenhängenden Proteingerüsts befindet. Ein weiterer Einblick in den Feinbau des Tabakmosaik-Virus wurde durch optische Untersuchungen erzielt (Butenandt, Friedrich-Freksa, Hartwig u. Scheibel): Die charakteristischen Absorptionen der aromatischen Ringsysteme in der Nucleinsäure des Tabakmosaik-Virus und im Eiweißbaustein Tryptophan treten nur deutlich zutage, wenn der elektrische Vektor des absorbierten Lichtes senkrecht zur Längsachse des Tabakmosaik-Virus schwingt. Aus diesem Befund muß auf eine große Regelmäßigkeit im Feinbau des Moleküls geschlossen werden, denn es ergibt sich danach, daß die Nucleinsäure am Eiweißgerüst des Tabakmosaik-Virus derartig angeordnet ist, daß die Molekülebenen der aromatischen Basen vorwiegend einander parallel und senkrecht zur Längsachse gelagert sind. Das Eiweißgerüst selbst muß so gebaut sein, daß die Indol-Ringebenen des Tryptophans senkrecht zur Längsachse des Virusmoleküls stehen.

Einen weiteren entscheidenden Einblick in den Aufbau des Proteins erzielte G. Schramm<sup>1)</sup> (Arbeitsstätte für Virusforschung der Kaiser-Wilhelm-Institute für Biochemie und Biologie) durch das Studium der Stabilität des Virus in Abhängigkeit vom  $p_H$  seiner Lösung. Oberhalb von  $p_H$  9 zerfällt es in Spaltprodukte, von denen ein nucleinsäure-freies Protein vom Molgewicht 360000 (=  $1/70$  des Molgewichtes des Tabakmosaik-Virusproteins) und ein nucleinsäure-haltiges Protein von gleicher Molgröße in reiner einheitlicher Form gewonnen wurden. Beide Spaltprodukte sind biologisch inaktiv und nicht vermehrungsfähig. Sie zeigen die bemerkenswerten Eigenschaften, im sauren Gebiet ( $p_H$  etwa 5) wieder in einheitliche, hochmolekulare Proteine von Gestalt und Größe des Tabakmosaikvirus überzugehen. Aus dem nucleinsäure-freien Spaltprotein wurde ein nucleinsäure-freies, aus dem nucleinsäurehaltigen Spaltprotein ein nucleinsäure-haltiges hochmolekulares Protein von Gestalt und Größe des Tabakmosaikvirus resynthetisiert. Diese neuen hochmolekularen Proteine kristallisieren in den gleichen parakristallinen Nadeln wie das Virus, zeigen in der Ultrazentrifuge die gleiche Sedimentationskonstante und auf elektronenmikroskopischen Aufnahmen die gleiche Gestalt. Sie sind aber biologisch inaktiv.

Aus diesen Befunden ergeben sich weitgehende Schlüsse über die Struktur des Tabakmosaik-Virus: 1. Es besteht aus etwa 70 der Masse und Ladung nach gleichen Proteinteilchen, die der Größe der röntgenographisch ermittelten Elementarzelle (Bernal und Fankuchen) entsprechen. Jede dieser Untereinheiten trägt wahrscheinlich ein Molekül Nucleinsäure. 2. Größe und Gestalt des Tabakmosaik-Virus sind bedingt durch die Eigenschaften der Untereinheiten, aus denen es sich spontan ohne Anwesenheit einer lebenden Zelle bildet. 3. Gestalt und Größe des Tabakmosaik-Virus sind nicht an die Gegenwart von Nucleinsäure gebunden, die Untereinheiten sind also nicht durch Nucleinsäure-Brücken miteinander verknüpft.

**KWI. für physikalische Chemie und Elektrochemie, Berlin-Dahlem.** Colloquium am 20. Januar 1943.

Doz. Dr. Boersch, Wien: *Elektronen-Randwellen*<sup>2)</sup>.

Nach der Theorie von Sommerfeld<sup>3)</sup> bzw. Rubinowicz<sup>4)</sup> können die Fresnelschen Lichtbeugungserscheinungen an einem beliebigen Gegenstand als Interferenzerscheinungen einer von den Rändern des Gegenstandes ausgehenden Randwelle und des durch den beugenden Gegenstand geometrisch-optisch begrenzten primären Strahlenbündels angesehen werden. Der Nachweis dieser Randwellen ist mit jeder Art von Dunkelfeldabbildung möglich, in der die Ränder infolge der von ihnen ausgehenden Randwelle sich als helle Streifen kennzeichnen. Wegen des Zylinderwellen-Charakters der Randwellen erscheinen nur diejenigen Ränder als helle Streifen, auf die der Beobachter senkrecht blickt. Bei kleinen

Beugungswinkeln ist für Licht die Intensität der „inneren“ und der „äußeren“ Beugung (Beugung innerhalb bzw. außerhalb des Schattenraums) gleich intensiv.

Nachdem auch für Elektronen der Nachweis Fresnelscher Beugungserscheinungen<sup>5)</sup> erbracht worden war, trat infolge hierbei beobachteter Anomalien der Wunsch auf, auch hier die nach der lichtoptischen Theorie zu erwartenden Elektronen-Randwellen direkt zu beobachten.

Auf den mit einem Elektronen-Übermikroskop<sup>7)</sup> durchgeführten Dunkelfeldaufnahmen treten die Ränder von Zinkoxyd- und Magnesiumoxyd-Kristallen und von Platin- und Aluminiumoxyd-Folien erwartungsgemäß als helle Streifen auf, unter denen intensitätsbevorzugte und nicht-intensitätsbevorzugte unterschieden werden können. Die Unabhängigkeit vom Material und die Richtungsverteilung der intensitätsbevorzugten Ränder, die dem Auftreten von Zylinderwellen entspricht, rechtfertigt es, ihre Entstehung durch den Begriff der Elektronen-Randwellen zu charakterisieren, die den Randwellen der Lichtoptik weitgehend analoge Eigenschaften besitzen. Abweichungen von einer vollkommenen Analogie, die sich in einer starken Intensitätsbevorzugung der nach innen gestreuten Elektronen äußern, lassen sich im Rahmen der bisherigen Lichtbeugungstheorie nicht erklären.

Für Licht- und Elektronenwellen bestehen nun insofern andere Streuverhältnisse, als Elektronen eine Eindringtiefe besitzen, die ihre Wellenlänge um einige Zehnerpotenzen übersteigt, während die Eindringtiefe des Lichts in die bisher untersuchten Kantennmaterialien von der Größenordnung der Wellenlänge selbst ist. Ob die Abweichungen in den Intensitätsverhältnissen der „inneren“ und „äußeren“ Beugung auf diesen Unterschied oder auf anderen in der Lichtbeugungstheorie nicht berücksichtigten Möglichkeiten der Wechselwirkung von Elektronen mit Materie beruhen, konnte bisher nicht entschieden werden.

Während die Richtungsabhängigkeit der intensitätsbevorzugten Ränder auf elastische Streuprozesse hinweist, sind für das Zustandekommen der nicht-intensitätsbevorzugten Ränder unelastische Streuprozesse wahrscheinlich.

**Münchner Chemische Gesellschaft.**

511. Sitzung am 10. Dez. 1942 im chem. Staatslaboratorium.

Vorsitzender: W. Funk.

K. Clusius u. G. Dickel (Vorgetragen von K. Clusius): *Isolierung der Isotope <sup>84</sup>Kr und <sup>86</sup>Kr im Trennrohr.*

Die Trennrohranlage im physikalisch-chemischen Institut der Universität München, die seinerzeit zur Trennung der Chlorisotope<sup>8)</sup> errichtet worden war, wurde zur Abtrennung der Kryptonisotope <sup>84</sup>Kr und <sup>86</sup>Kr herangezogen. Die gesamte Trennrohrlänge betrug 27 m. Um mit der bereits vorhandenen Anlage diese Aufgabe erfolgreich durchführen zu können, wurde nach der Formel von Jensen<sup>9)</sup> der für die Erreichung der optimalen Trennschärfe erforderliche Druck ermittelt. Man erhält so  $p_{opt} = 0,62$  at, doch wurde zur Erzielung einer höheren Einstellungsgeschwindigkeit, namentlich zu Beginn der Trennung, mit höheren Drucken gearbeitet.

Das Krypton besteht aus 6 Komponenten mit folgender Häufigkeitsverteilung:

0,35% <sup>78</sup>Kr; 2,01% <sup>80</sup>Kr; 11,52% <sup>82</sup>Kr; 11,52% <sup>83</sup>Kr;  
57,13% <sup>84</sup>Kr; 17,47% <sup>86</sup>Kr.

Während die Abtrennung des schweren Randisotops keine Schwierigkeiten bereitet, wurde zum Zwecke der Isolierung des Isotops <sup>84</sup>Kr zunächst ein binäres Gemisch von <sup>84</sup>Kr—<sup>86</sup>Kr abgetrennt, aus dem sich dann das reine <sup>84</sup>Kr gewinnen ließ. Als Ausgangsgas standen etwa 10 l normales Krypton zur Verfügung. Aus diesem wurden in zwei Versuchsreihen 850 cm<sup>3</sup> 99,5%iges <sup>86</sup>Kr abgetrennt. In drei weiteren Versuchsreihen wurden als Endergebnis 500 cm<sup>3</sup> 98,25%iges <sup>84</sup>Kr gewonnen. Zur Kontrolle der Reinheit wurden neben Gasdichte-Analysen, die vor allem auch zur Betriebsüberwachung dienen, Aufnahmen mit einem Parabel-Massenspektrographen, die von Herzog und Bönsch in Wien gemacht wurden, herangezogen. Durch den Vergleich dieser Ergebnisse mit der Theorie des Trennrohrs konnte zum Schluß noch die Größe der Thermodiffusionskonstanten des Kryptons ermittelt werden.

K. Clusius u. W. Schanzer (Vorgetragen von W. Schanzer): *Zum Mechanismus der Photolyse der Essigsäure im Quarzultraviolett.*

1-n-Essigsäure liefert bei Bestrahlung mit UV gleiche Anteile CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub>. Nach bisheriger Anschauung sollte der Zerfall in einem Akt eintreten<sup>10)</sup>: CH<sub>3</sub>·COOH + h $\nu$  → CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> (1). Dies läßt sich nachprüfen durch die Photolyse der Säure CH<sub>3</sub>·COOD in schwerem Wasser, welche Lösung man durch Anlagerung von D<sub>2</sub>O (96,4% D) an Essigsäureanhydrid erhält. Nach Gl. (1) sollte hierbei CH<sub>3</sub>D mit dem Molgew. 17,01 entstehen. Die Gaswaage zeigt jedoch 16,24, was kundtut, daß nur 21% CH<sub>3</sub>D entstanden waren, der Rest aber aus reinem CH<sub>4</sub> besteht. Dieses bildet sich

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. **274**, 276 [1942]; vgl. a. die Rundschau-notiz diese Ztschr. **55**, 251 [1942]. <sup>2)</sup> Vgl. a. ebenda **54**, 159 [1941]. u. Naturwiss. **31**, 94 [1943].  
<sup>3)</sup> H. Boersch, Physik. Z. **44**, 32 [1943]. <sup>4)</sup> Math. Ann. **47**, 317 [1896].  
<sup>5)</sup> Ann. Physik **53**, 258 [1917].

<sup>6)</sup> H. Boersch, Naturwiss. **28**, 709 [1940]. <sup>7)</sup> H. Boersch, Physik. Z. **43**, 515 [1942].  
<sup>8)</sup> K. Clusius u. G. Dickel, Z. physik. Chem. B **44**, 451 [1939].  
<sup>9)</sup> H. Jensen, diese Ztschr. **54**, 405 [1941]. <sup>10)</sup> Z. physik. Chem. B **18**, 124 [1932].