fachere und durchsichtigere Versuchsbedingungen geschaffen zu haben, die eine Klärung des Präzipitationsvorganges herbeiführen könnten. Unsere Hoffnung hat sich jedoch nicht erfüllt. Wir konnten wohl eine Übereinstimmung mit von *Dun-ger*n nachweisen, daß das Präzipitat in allen Fällen Kupfer enthält, daß also das Präzipitat aus Antigen besteht. Teile von Eiweißkörpern aus dem Immunsorum sind wohl auch hier wie bei den Präzipitaten mit Menschen- und Pferdeeiweiß mit darin enthalten. Wir denken auch hier an das unlösliche Globulin.

Auf der anderen Seite zeigten aber diese letzten Versuche, daß wir über den Mechanismus der Präzipitation noch im Unklaren sind. Auf rein optischem Wege ließen sich bisher keine Beweise führen und auch nicht gegen die Richtigkeit der oben angeführten Arbeitshypothese erbringen. Nur das eine ließen die Versuche mit Hämocyjanin klar erkennen, daß sich in dem Gemisch Antigen-Immunsorum Reaktionen abspielen, die auf rein kolloid-chemischem Wege keine Erklärung finden können. Über die Natur der Reaktionen sagen uns unsere Versuche noch nichts aus. Wir beobachten in unseren Versuchen fast durchweg eine Abnahme des Interferometerwertes nach der Präzipitation. Die Größe der Präzipitation — gemessen am Interferometerwert der Lösung derselben — ist meistens kleiner als die Abnahme des Interferometerwertes nach der Präzipitation. Es muß also mit dem Präzipitationsvorgang als solchem, der eine Abnahme des Interferometerwertes durch die Konzentrationsverminderung bewirkt, ein anderer Prozeß einhergehen, der eine noch weitgehendere Abnahme hervorruft. Wir müssen hier auf Grund neuerer Untersuchungen an eine Aggregation von Teilchen, an eine Zunahme der Molekülgröße bei Abnahme der Molekülzahl, an Kondensation, an Polymerisation und anderes denken. Es hat aber auch nach der Präzipitation, wie unsere Versuche ergaben, der Gesamteiweißgehalt abgenommen, der Gehalt der Nichteiweißbestandteile dagegen zugenommen. Diese Befunde deuten auf eine hydrolytische Spaltung von Eiweißkörpern hin, die unter der Wirkung des Präzipitins eingetreten ist. Hierdurch ist nun an sich eine Zunahme des Interferometerwertes bedingt, wie unsere oben bereits erwähnten Versuche ergeben haben. Setzen wir diese Zunahme des Interferometerwertes in Beziehung zu den oben angeführten bei unseren Versuchen festgestellten Abnahmen des Interferometerwertes des Gemisches Immunsorum-Antigen nach erfolgter Präzipitation, so wird die Größe der Nebenreaktionen, die neben dem eigentlichen Präzipitationsvorgang einhergehen, vielleicht auch die Hauptsache desselben darstellen, noch bedeutender.

Wir glauben, daß die spezifischen Kräfte, die das Präzipitationsphänomen bewirken, in nahe Beziehung zu den Fermenten (Abwehrfermente) zu stellen sind. Wir befinden uns hier in Übereinstimmung mit *Michaelis*:

„Als Ursache für die spezifische Affinität von Toxin und Antitoxin werden wir rein chemische Kräfte ansprechen müssen und wir werden sie vorläufig durch das von *Emil Fischer* zunächst für die Fermente geschaffene Bild von „Schlüssel und Schloß“ verstehen und die Entstehung des „Schlüssels“ im lebenden Organismus nur durch die „*Ehrlichsche* Seitenkettentheorie“ begreifen.“

Bei den Präzipitationen wirkt als „Schloß“ das Antigen (Präzipitogen), als „Schlüssel“ das Präzipitin. Der „Schlüssel“ Präzipitin wirkt als Ferment zunächst abbauend, und zwar spezifisch auf das Antigen. Dieser Vorgang ist ein rein chemischer. Später, vielleicht oder wahrscheinlicher auch nebenher, tritt nun die eigentliche Präzipitation auf. Sie ist ein kolloidchemischer Vorgang: Teile des Antigens und des Immunsorums werden aus dem Solzustand in den Gelzustand übergeführt.

Es muß weiterer Forschung vorbehalten bleiben, den Mechanismus des Präzipitationsvorganges restlos zu klären. Wir glauben, daß die eben skizzierten Beziehungen zwischen Immunkörpern und Abwehrfermenten durch Versuche bewiesen werden können. Die heute in der Immunitätsforschung so beliebte Komplizierung durch Schaffung neuer Bezeichnungen für in ihrer Natur unbekannte Reaktionskörper bzw. Komponenten derselben wird dadurch vielleicht vermieden werden können.

Die Interferometrie ist noch eine junge Arbeitsmethode. Die in diesem Aufsatz gemachten Ausführungen lassen erkennen, daß in biologischer Hinsicht die Anwendung des *Löw*eschen Interferometers bereits zu Ergebnissen führte, die hoffen lassen, daß eine Weiterverfolgung biologischer Probleme ein fruchtbares Anwendungsgebiet der Interferometrie erschließt. Allerdings werden noch viele Vorarbeiten sowohl in theoretischer als auch in methodologischer Richtung anzustellen sein.

Literatur:

- F. Löwe*, Zs. Instrumentenkunde 30 (1910).
P. Hirsch, Fermentstudien. Fischer, Jena 1917.
Ders., Fermentforschung 1, 2 u. 5 (1914 u. ff.).
P. Hirsch u. *F. Löwe*, Fermentforschung 3 (1920).
P. Hirsch u. *K. Langenstrass*, Fermentforschung 3 (1919).
P. Hirsch u. *R. Mayer-Pullmann*, Fermentforschung 4 (1920).
P. Hirsch u. *R. Kunze*, } Fermentforschung 6 (1922).
P. Hirsch u. *L. Köhler*, }
F. W. Voigt, Inaug. Dissertation, Jena (1920).
V. Germann, Inaug. Dissertation, Jena (1922).

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen. Über das Wasserstoffmolekülmodell.

Verschiedene Anzeichen deuten darauf hin, daß die wirkliche Wasserstoffmolekel im Normalzustande kompakter gebaut ist als das häufig diskutierte Bohr-Debyesche Modell; es sei nur daran erinnert, daß die zu letzterem berechnete Dissoziationswärme (62 000 cal

Mol) kleiner als die (indirekt) beobachtete ist (etwa 90 000 cal pro Mol), ferner ist das berechnete Trägheitsmoment ($0,29 \cdot 10^{-40}$) sogar größer als das einer angeregten Molekel, wie es sich beim Viellinienspektrum offenbart ($0,18 \cdot 10^{-40}$), während das der normalen Wasserstoffmolekel in der Nähe von $0,14 \cdot 10^{-40}$ liegen dürfte. (Vgl. A. Eucken, Jahrbuch f. Radioakt. und Elektr. 16, 361; 1920.)

Da nun im Bohr-Debyeschen Modell die Atomkerne bereits durch eine *einquantige Kreisbahn* der beiden Valenzelektronen zusammengehalten werden, kommt eine zweiquantige Bahn nicht in Frage. *Die einzige Bahn, die übrig bleibt, ist eine einquantige, in eine gerade Linie entartete Ellipse.*

Man vermied bisher die Annahme des Vorhandenseins einer derartigen Bahn in Atomen und Molekeln, da ohne weitere Zusatzannahmen die Elektronen mit den Kernen kollidieren müßten und die Bahnen daher physikalisch nicht realisierbar erschienen. Indessen ist zunächst allgemein zu bemerken, daß es sich bei Vorhandensein *zweier* Elektronen und Kerne nicht um einfache, sondern um „gestörte“ Bahnen handelt, bei denen das Eintreten einer Kollision zwischen Elektronen und Kernen nicht ohne weiteres vorausgesetzt zu werden braucht.

Einzelne Bewegungsstadien des Modells ($\oplus$ Kerne, $\ominus$ Elektronen, $\rightarrow$ Bewegungsrichtung)

Fig. 1.

In der Tat gelangt man zu einer, wie es scheint, möglichen Konfiguration, wenn man die Kerne als um ihren gemeinsamen Schwerpunkt rotierend ansieht. Es ist bemerkenswert, daß eine derartige *Nullpunktsrotation* der Kerne tatsächlich zu bestehen scheint. Wie insbesondere F. Reiche (Ann. d. Physik 58; 451; 1913) zeigte, läßt sich nämlich der Temperaturverlauf der Rotationswärme der Wasserstoffmolekel nur dann einigermaßen richtig durch die Berechnung wiedergeben, wenn man annimmt, daß das letzte Quantum bei tiefen Temperaturen von der Molekel *nicht* abgegeben wird, d. h. wenn man der Molekel eine Nullpunktsrotation zuschreibt. Wahrscheinlich ordnet sich übrigens dieses Nullpunktsquantum nicht genau in die Reihe der anderen, mit der Quantenzahl quadratisch zunehmenden Energiequanten ein, da bei der Nullpunktsrotation nur die Kerne, bei der Wärmerotation dagegen die ganzen Molekeln gequantelt werden müssen. Wie man sich die Bewegung der Elektronen und Kerne im einzelnen vorzustellen hat, mögen die obenstehenden Figuren erläutern. In der Mitte begegnen sich die Elektronen, lenken sich aber hyperbolisch ab; jenseits der Kerne beschreiben sie eine scharfe Spitze. Während die Elektronen sich in der Nähe ihres Umkehrpunktes befinden, schieben sich die beiden Kerne infolge ihrer Rotationsbewegung zwischen ihnen hindurch.

Die durch die Elektronen hervorgerufene, zwischen

den Kernen wirkende Kohäsionskraft ist bei diesem Modell selbstverständlich nicht konstant, sondern schwankt zwischen Null (Elektronen im Umkehrpunkt) und einem ziemlich beträchtlichen Wert (Elektronen in größter gegenseitiger Nähe). Die Bahn der Kerne ist daher auch nicht genau kreisförmig, sondern gewellt. Übrigens wäre es denkbar, daß die Bahn nur in erster Annäherung eben ist und sich im Laufe der Zeit im Raume verlagert.

Da ein Elektron in einer Ellipsenbahn bekanntlich infolge der relativistischen Massenzunahme eine höhere Energie besitzt als in einer Kreisbahn, ist anzunehmen, daß das neue Modell in der Tat eine höhere Dissoziationswärme und ein kleineres Trägheitsmoment liefert als das Bohr-Debyesche Modell. Wäre die Bahn genau geradlinig, also ungestört, so würde die Energie sogar unendlich groß sein.

Ob das Modell quantitativ den beobachtbaren Eigenschaften entspricht, kann erst die genaue Durchrechnung lehren, die zweifellos nicht einfach sein wird, handelt es sich doch um ein Vierkörperproblem, das sich mindestens zwei Quantenbedingungen (die eine für die Bewegung der Elektronen, die andere für die Rotation der Kerne) anzupassen hat. Als qualitatives Argument zugunsten des Modells

Fig. 2.

kann außer der bereits erwähnten, wahrscheinlich tatsächlich vorhandenen Nullpunktsrotation der Kerne hervorgehoben werden, daß dasselbe nicht wie das Bohr-Debyesche Modell paramagnetisch ist.

Da es mir z. Zt. nicht möglich ist, die quantitative Berechnung selbst in Angriff zu nehmen, möchte ich den Fachgenossen das Modell hiermit zur Diskussion stellen.

Breslau, den 19. Mai 1922.

A. Eucken.

Deutsche Ornithologische Gesellschaft.

Am 6. März fand eine Festsitzung zur Feier des 70. Geburtstages des Ehrenmitgliedes Professors Schalow statt, der der Gesellschaft 50 Jahre angehört. Der Vorsitzende, Herr v. Lucanus, feierte in einer Ansprache die großen Verdienste des Jubilars um die Entwicklung der Gesellschaft und die Förderung der Ornithologie, die besonders durch seine gründliche Bearbeitung der märkischen Vogelwelt und der nordischen Fauna überaus wertvoll bereichert worden ist. Professor Schalow dankte für die ihm zuteil gewordene Ehrung und machte der Gesellschaft seine wertvolle ornithologische Bibliothek, die aus ca. 2000 Werken und 3000 Separaten besteht, zum Geschenk. Hierauf hielten Dr. Heinroth einen Vortrag über die Raubwürger und Dr. Stresemann über die Entwicklung der Vogelsammlung des Berliner Museums für Naturkunde