

Lorentz, H. A., A. Einstein, H. Minkowski, Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit einem Beitrag von H. Weyl und Anmerkungen von A. Sommerfeld. Vorwort von O. Blumenthal. Vierte, vermehrte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1922. 159 S. 16×24 cm. Preis geh. M. 40,—; geb. M. 48,—.

In dem bereits in vierter Auflage erscheinenden Sammelband sind die folgenden grundlegenden Arbeiten zur Relativitätstheorie enthalten: H. A. Lorentz, Der Interferenzversuch Michelsons; Elektromagnetische Erscheinungen in einem System, das sich mit beliebiger, die des Lichtes nicht erreichender Geschwindigkeit bewegt. A. Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper; Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig? H. Minkowski, Raum und Zeit. A. Einstein, Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes; Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie (die zuerst in den Annalen der Physik erschienene zusammenfassende Darstellung Einsteins); Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie; Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie; Spielen Gravitationsfelder im Aufbau der materiellen Elementarteilchen eine wesentliche Rolle? H. Weyl, Gravitation und Elektrizität. Diese letzte Arbeit aus den Sitzungsberichten der Berliner Akademie 1918 ist in der vierten Auflage neu hinzugekommen.

Man wird natürlich zu diesem Sammelband nicht greifen, um die Relativitätstheorie kennen zu lernen. Sein hoher Wert liegt vielmehr darin, daß er demjenigen, der sich tiefer in die Theorie einarbeiten will, eine Reihe fundamentaler, an verschiedenen Stellen erschienener Untersuchungen unmittelbar zur Hand gibt. A. Kopff, Heidelberg.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen. Zur Frage des Wasserstoffmolekül-Modells.

Solange die eigentliche physikalische Natur der homöopolaren Bindung zweier Atome noch nicht vollständig geklärt ist, erscheint es in Anbetracht der großen Bedeutung dieses Problems zweckmäßig, jede Möglichkeit genauer zu prüfen, die diesem Ziele irgendwie näher führen könnte. Aus diesem Grunde erlaube ich mir kürzlich (Heft 23 des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift) darauf hinzuweisen, daß die bisher stets gemachte Annahme, einquantige Ellipsenbahnen könnten in Atomen und Molekeln niemals vorkommen, speziell beim Wasserstoffmolekül vielleicht nicht unbedingt überzeugend ist und daß man mit derartigen Bahnen zu einem Modell gelangt, das zwar zunächst befremdend erscheinen mag, das aber wenigstens in qualitativer Hinsicht einige beobachtbare Eigenschaften des Wasserstoffes besser wiedergibt, als die bisherigen Modelle.

Von Herrn Born ist nun in Heft 31 dieser Zeitschrift gegen dieses Modell der zweifelloso schwerwiegende Einwand erhoben worden, daß dasselbe mit der Adiabatenhypothese nicht vereinbar sei, die für die Quantentheorie neuerdings eine große Bedeutung erlangt hat. Indessen scheint mir noch nicht festzustehen, ob der Adiabatenhypothese wirklich die von Herrn Born angenommene universelle Bedeutung zukommt, d. h., ob überhaupt nur solche Veränderungen atomarer Gebilde in der Natur möglich sind, die man sich kontinuierlich, durch adiabatische Beeinflussung

durchgeführt denken kann. Folgende Überlegung legt die Annahme nahe, daß gerade die Molekülbildung aus einzelnen Atomen vielleicht nicht der Adiabatenhypothese unterworfen ist:

Bei der Vereinigung zweier Atome zu einem Molekül wandelt sich die ursprünglich vorhandene potentielle Energie der Atome schließlich in Wärme bzw. in kinetische Energie der Moleküle um. Es ist das Verdienst Polanyis (Ztschr. f. Physik 3, 337, 1920), darauf hingewiesen zu haben, daß diese Umwandlung bei näherer Überlegung gewisse gedankliche Schwierigkeiten bereitet. Nach Herzfeld (Ztschr. f. Physik 8, 132; 1922) besteht der einfachste Ausweg wohl in der Annahme, daß die beim Zusammentreffen zweier Atome frei werdende potentielle Energie von einem dritten Atom oder Molekül aufgenommen werden muß, wenn überhaupt die Bildung eines stabilen Moleküls erfolgen soll. Hiernach ist also für die Entstehung eines Moleküls nicht nur das Zusammentreffen der Atome, sondern auch der Zusammenstoß mit einem dritten Atom oder einem fremden Molekül unbedingt erforderlich. Übrigens braucht man sich nicht vorzustellen, daß sämtliche drei Teilchen gleichzeitig zusammentreffen; der Zusammenstoß der beiden ersten Atome wird vermutlich zunächst zu einem sehr energiereichen, labilen Molekül führen, das sich dann erst später, beim Zusammenstoß mit einem dritten Atom bzw. einem fremden Molekül in seine endgültige stabile Gestalt verwandelt.

Für die primäre Bildung der labilen energiereichen Molekülart aus den Atomen darf wohl die Gültigkeit der Adiabatenhypothese vorausgesetzt werden. Doch braucht der zweifellos recht gewaltsame, nur durch einen Zusammenstoß ermöglichte Übergang des energiereichen Moleküls in das stabile endgültige Molekül, soweit wir es zurzeit zu beurteilen vermögen, nicht der Adiabatenhypothese zu folgen. Ein Beispiel hierfür bietet die Umwandlung der instabilen Modifikation des Heliums (Orthohelium) in die stabile (Parhelium), die nach der Adiabatenhypothese überhaupt nicht stattfinden dürfte. Wie indessen Versuche von J. Franck lehren, findet die Umwandlung trotzdem statt, falls nur dem Orthohelium Gelegenheit geboten wird, mit fremden Molekülen zusammenzustoßen. In ähnlicher Weise könnte auch die Bildung stabiler Moleküle bzw. die Umwandlung instabiler, primär gebildeter Moleküle in stabile ein Vorgang sein, der nicht der Adiabatenhypothese folgt. Vom theoretischen Standpunkt wäre das Versagen der Adiabatenhypothese gerade bei rasch verlaufenden Prozessen von der Dauer molekularer Zusammenstöße durchaus verständlich; denn eine Grundvoraussetzung für ihre Gültigkeit besteht darin, daß die gesamte Veränderung sehr langsam im Vergleich zu den quantenhaften Teilvorgängen, z. B. zum Umlauf eines Elektrons vor sich geht.

Eine Ablehnung des von mir vorgeschlagenen Wasserstoffmolekül-Modells allein aus dem Grunde, weil es der Adiabatenhypothese nicht folgt, scheint mir somit vorläufig nicht gerechtfertigt zu sein. Zu einer endgültigen Entscheidung könnte, wie mir auch heute noch scheint, nur eine quantitative Berechnung der Eigenschaften der irgendwie in Frage kommenden Modelle führen. Sollte z. B. das Bornsche Modell die richtige Größe der Dissoziationswärme liefern, so würde es gegenüber den sonst vorgeschlagenen Wasserstoffmolekül-Modellen selbstverständlich stark in den Vordergrund treten. Aber auch in diesem Falle bliebe zunächst noch das Bedenken bestehen, daß das wirk-

liche Wasserstoffmolekül diamagnetisch, das Bornsche Modell dagegen paramagnetisch ist. Allerdings scheint es sich hier um eine Schwierigkeit zu handeln, die nicht allein dem Bornschen Wasserstoffmolekül-Modell eigentümlich ist, z. B. sind auch die Modelle für die beiden Heliumatome, die gegenwärtig bereits als sichergestellt gelten, paramagnetisch, während das Helium in Wirklichkeit diamagnetisch ist.

Breslau, den 6. Oktober 1922.

A. Eucken.

Botanische Mitteilungen.

Die Biochemie und Physiologie der Grenzschichten lebender Zellen. Nach der bekannten Lipoidtheorie von Overton ist das Eindringen von Stoffen durch den Plasmaschlauch in das Zellinnere von der Löslichkeit dieser Stoffe in Lipoiden abhängig. Overton gelangte zu dieser Auffassung durch die Erfahrungstatsache, daß im allgemeinen das Vermögen, Plasmolyse hervorzurufen, und die Fettlöslichkeit umgekehrt proportional sind: die besten Plasmolytika sind fettunlösliche Stoffe (Zucker u. a.), und das Ausbleiben der Plasmolyse bei fettlöslichen Substanzen ist offenbar dahin zu interpretieren, daß diese so rasch eindringen, daß dadurch sofort ein Ausgleich des Diffusionsgefälles geschaffen wird. Overton zieht aus diesem Verhalten den Schluß, daß die äußersten Schichten des Plasmaschlauchs, das Hyaloplasma, aus Lipoiden bestehen. Nur das, was diesen Gürtel zu passieren vermag, kann in die Vakuole gelangen. Nun ergeben sich aus der Overtonschen Theorie einige paradoxe Folgerungen. Unter den gebräuchlichsten Plasmolyticis befinden sich zahlreiche wichtige Pflanzennährstoffe, die doch offenbar von der Zelle aufgenommen werden müssen, während die lipidlöslichen eine Menge sehr starker Gifte aufweisen, deren Aufnahme Zelltod nach sich ziehen muß. Diese und andere Erwägungen haben dahin geführt, daß die Lipoidtheorie teils modifiziert (Nathansohn), teils durch andere Theorien (Traubes Haftdrucktheorie, Ruhlands Ultrafiltertheorie) ersetzt worden ist. Eine einheitliche Auffassung ist bis jetzt noch nicht erzielt worden.

Die Untersuchungen des norwegischen Forschers Hansteen-Cranmer scheinen nun das Problem in ein neues Stadium zu rücken. Die jüngste Arbeit (Medd. fra Norges Landbrukshois 2, 1922) ist so reich an interessanten Einzeltatsachen und Ausblicken nach der verschiedensten Richtung, daß hier nur ganz kurze Hinweise auf das Wesentliche gegeben werden können. Hansteen fand, daß die Zellwände der verschiedensten Versuchsobjekte (Raps, rote Rübe, Erbse, Saubohne u. a.) eine Menge von Phosphatiden enthalten, die sich hinsichtlich ihrer Löslichkeit in Wasser und Alkohol, ihrer Ausfällbarkeit mit Bleiacetat usw. ganz wesentlich voneinander unterscheiden. Ein Teil dieser Phosphatide, die wasserlöslichen, tritt schon bei gewöhnlicher Temperatur in die umgebende Flüssigkeit aus, bei den wasserunlöslichen ist hierzu erhöhte Temperatur notwendig. Durch Salzionen kann dieses Heraustreten entweder gehemmt (Ca) oder gefördert (K) werden, im einen Fall resultiert eine Verminderung, im andern eine Steigerung der Permeabilität. Letztere gibt sich beispielsweise bei der roten Rübe dadurch zu erkennen, daß nunmehr der rote Farbstoff des Zellsaftes gleichzeitig mit den Phosphatiden in das umgebende Medium wandert. Die Phosphatide sind nicht allein auf die Zellwand beschränkt, sondern sie können, wie durch ultramikroskopische Aufnahmen bewiesen wird, auch im Zell-

innern, besonders an der Randzone des Protoplasmas, nachgewiesen werden. Auf Grund seiner Beobachtungen gelangt Hansteen zu folgenden Schlüssen:

„1. daß die plasmatischen Grenzschichten der Zellkörper — die Plasma- und die Vakuolenhaut — ein kolloidales System darstellen, dessen halbfeste, hydrophile Dispersionsphase aus in Wasser unlöslichen, aber kolloid schwellbaren, dessen flüssige, disperse Phase aber aus in Wasser ganz löslichen Phosphatiden bestehe,

2. daß diese Grenzschichten mit ihren sämtlichen Phosphatiden die anliegenden Zellwände überall durchdringen und so mit diesen intim verbunden sind, und endlich

3. daß deshalb die Zellwände aller lebenden Zellen ein kolloidales Netzwerk darstellen, dessen festes Gerüst aus Zellulose und Hemizellulosen gebildet ist, dessen Maschen aber sämtliche Phosphatide der plasmatischen Grenzschichten enthalten.“

Punkt 3 ist besonders deshalb wichtig, weil er zeigt, daß die Zellmembran keineswegs als totes Gebilde zu betrachten ist und — der landläufigen Auffassung zuwider — offenbar bei der Stoffaufnahme eine maßgebende Rolle spielen muß. In Einklang damit steht auch, daß zwischen Wand und Plasma ein sehr intimer Kontakt besteht, der bei der Plasmolyse nur in gewaltsamer Weise gelöst wird, eine Erscheinung, die sich darin äußert, daß nicht bloß an den Tüpfelstellen, wie es meist dargestellt wird, sondern allenthalben ein Fadennetz zwischen beiden erhalten bleibt. Daß die Phosphatide sich in erster Linie an der Oberfläche des Protoplasmaschlauchs ansammeln, steht mit ihrer hohen Oberflächenaktivität in bestem Einklang. Hansteen kommt nun, besonders auf Grund der Tatsache, daß niemals das Herausdiffundieren der Phosphatide von einem solchen der Eiweißstoffe begleitet war, zu der Auffassung, daß die gesamte Plasmaoberfläche von Phosphatiden gebildet wird, daß also Eiweißmaschen, wie sie etwa Nathansohn annahm, fehlen. Da nun die Phosphatide zu den Lipoiden gestellt werden, so bedeutet die Hansteenske Auffassung eine Rückkehr zur Overtonschen Theorie, aber bloß insofern, als auch hier eine Lipoidhaut angenommen wird. „Dagegen kann die Voraussetzung dieser Theorie, daß durch diese Lipoidhaut die Stoffe nach Maßgabe ihrer Fettlöslichkeit oder des Verteilungsquotienten Wasser: Lipoid passieren, nicht richtig sein.“ Die Fehlschlüsse, zu denen Overton gelangte, sind darin begründet, daß er sie auf das Verhalten der Stoffe bei der Plasmolyse stützte: Da aber die Phosphatide äußerst labile Stoffe sind, so sind sie bei den zur Plasmolyse erforderlichen Lösungskonzentrationen zu meist denaturiert, und dabei nehmen sie gänzlich veränderte Eigenschaften an. Insbesondere können sich die Löslichkeitsverhältnisse gänzlich ändern, wasserlösliche Phosphatide können alkohollöslich werden usw. So ist es durchaus verständlich, daß Nährsalze in niedriger Konzentration eindringen, während sie bei höherer Konzentration die Phosphatidschicht derartig beeinflussen, daß die Außenschicht unpassierbar wird. Der gewaltige methodische Fortschritt der Hansteenschen Untersuchungen liegt nun darin, daß es gelang, mit frei aus den Zellen heraustretenden Phosphatiden zu arbeiten, die also durchaus die normalen Verhältnisse widerspiegeln. Damit sind wir mit einer ganzen Reihe von Eigenschaften der Phosphatide vertraut geworden, welche die Vermutung nahelegen, daß diese im Lebenshaushalt der Zelle eine sehr wichtige Rolle spielen. Durch ihre verschiedenen Löslich-