

Emanuel Nobel

zum siebenzigsten Geburtstag.

Von E. H. RIESENFELD, Berlin.

Am 10. Juni 1859 nach russischem Kalender, also am 22. Juni nach unserer Zeitrechnung, wurde

EMANUEL NOBEL in Petersburg, als Sohn LUDWIG NOBELS, eines Bruders von ALFRED NOBEL, dem Erfinder des Dynamits, geboren. LUDWIG NOBEL leitete zu dieser Zeit die von seinem Vater gegründete Maschinenfabrik Nobel et Fils in Petersburg, in der allerlei Waffen und Kriegsgewehre, in der Folgezeit hauptsächlich Gewehre, hergestellt wurden. Später trat auch

der älteste Bruder ROBERT in diese Fabrik ein, während der jüngste, ALFRED, in Paris lebte und teils mit neuen Erfindungen, teils mit dem Ausbau der Dynamitfabrikation beschäftigt war. Im Jahre 1873 reiste ROBERT NOBEL nach Kaukasien, um dort für die Fabrik Walnußholz einzukaufen, das zur Herstellung der Gewehrkolben benötigt wurde. Hierbei wurde er auf das reiche Naphthavorkommen in Baku aufmerksam. Da im vorhergehenden Jahre das

Monopolrecht des Staates, das die Ausbeutung der reichen Ölfelder verhindert hatte, gefallen war, lag die Möglichkeit für eine sehr aussichtsreiche privatwirtschaftliche Betätigung vor. Dies erkannte ROBERT NOBEL, und es gelang ihm auch, seinen Bruder LUDWIG für die Naphthagewinnung zu interessieren. Im Jahre 1875 gründeten die Gebrüder NOBEL eine Raffinerie und Verkaufsgesellschaft für Petroleum. Zwei Jahre später beteiligte sich auch der dritte Bruder ALFRED an diesem Unternehmen, ohne aber seine Haupt-

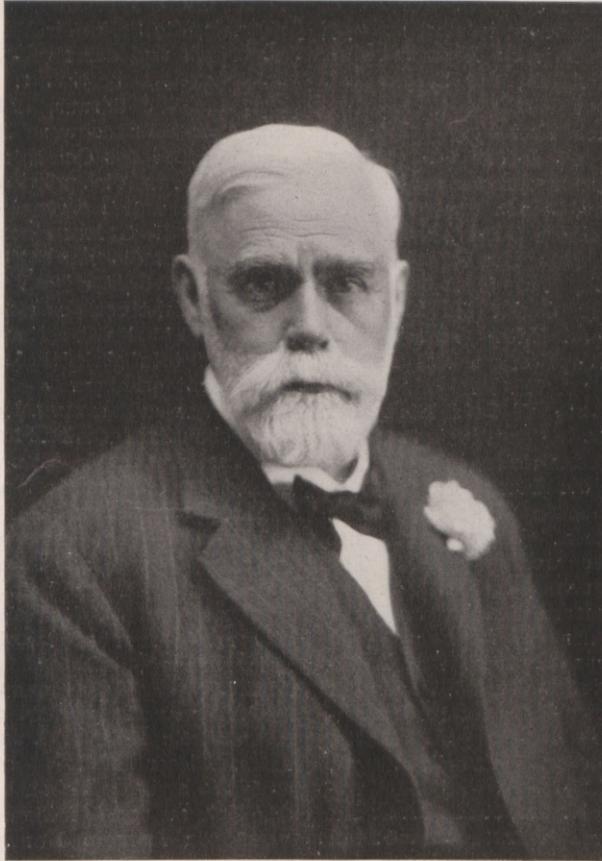
tätigkeit und seinen Wohnsitz in Paris aufzugeben. Zur Leitung der Gesellschaft siedelte zunächst

ROBERT nach Baku über, während LUDWIG in Petersburg blieb. Nachdem sich ROBERT wegen Kränklichkeit im Jahre 1880 nach

Schweden zurückgezogen hatte, übernahm LUDWIG die Führung und behielt sie bis zu seinem im Jahre 1888 erfolgten Tode. Während dieser 13 Jahre hatte sich die Petroleumgesellschaft der Gebrüder NOBEL in beispielloser Weise zu dem bedeutendsten russischen Industrieunternehmen entwickelt. Sie hatte zahlreiche

Ehrungen durchgeführt, besaß eigene Pipelines, eigene Destillations- und Raffinationsanlagen, eine eigene Flotte usw. Aber gerade in den letzten Jahren vor LUDWIGS Tode stellten sich vorübergehende pekuniäre Schwierigkeiten ein. Es war daher keine leichte Aufgabe, die EMANUEL NOBEL gestellt wurde, als er bei seines Vaters Tode an die Spitze der Gesellschaft berufen wurde. Aber es gelang dem damals erst

29jährigen Ingenieur durch seine große Organisationskraft und Energie die anfänglichen Schwierigkeiten zu überwinden. So entwickelten sich die Anlagen unter seiner weisen und vorsichtigen Leitung zu höchster Blüte, bis im Jahre 1917 die Revolution alle diese Unternehmungen den Händen der berechtigten Eigentümer entriß. Nur durch einen Zufall gelang es damals EMANUEL NOBEL, sein Leben zu retten. Gerade in den Wochen der Revolution lag er krank und wurde von den



Emanuel Nobel

Revolutionären vergessen. In abenteuerlicher Flucht kam er unerkannt durch Rußland bis Warschau, wo er von den deutschen Besatzungsbehörden Gelegenheit zur Weiterreise bekam. Seit dieser Zeit lebt EMANUEL NOBEL teils in Stockholm, teils auf Reisen.

Auch EMANUEL NOBEL ist seit der Revolution ein entthronter König. Aber er hat es durch seine bedeutende Persönlichkeit verstanden, sich einen neuen Wirkungskreis und neue Weltgeltung zu verschaffen. In allen europäischen Hauptstädten ist er eine im Vordergrund stehende, hochgeschätzte Persönlichkeit. Dies dankt er nicht nur seiner Klugheit und Erfahrung, sondern in eben solchem Maße seinen hohen menschlichen Eigenschaften, seiner Güte und Rechtlichkeit, der Schlichtheit und Bescheidenheit seines Auftretens. Charakteristisch für seine Einfachheit ist es, daß er auf alle Ehrungen, die ihm als Leiter des größten europäischen Petroleumunternehmens zuteil wurden, auf Orden und Titel, keinen Wert legt. So wünscht er nicht mit seinem Titel „Exzellenz“ angedredet zu werden. Nur der Stockholmer Ehrendoktor der Medizin hat ihm besondere Freude gemacht, weil er diesen für diejenige Förderung der Medizin und Naturwissenschaften erhalten hat, die ein Hauptwerk seines Lebens bildet.

Die Huldigung, die heute die Gebildeten aller Länder EMANUEL NOBEL entgegenbringen, gilt auch nicht dem großen Industriellen, sie gilt dem Manne, dem es gelang, die Ideen, die ALFRED NOBEL in seinem Testamente niedergelegt hat, in Wirklichkeit umzusetzen. Dieser bestimmte testamentarisch, daß der weitaus größte Teil seines Vermögens in Form von alljährlich zu verteilenden Preisen zur Förderung der Naturwissenschaften, der Medizin, der Literatur und der Friedenspropaganda verwandt würde. Das Testament, welches ALFRED NOBEL am 28. November 1895, also etwa 1 Jahr vor seinem am 10. Dezember 1896 erfolgten Tode in Paris abgefaßt hatte, besaß aber so große juristische und formale Mängel, daß seine Ausführung sehr gefährdet, ja fast unmöglich erschien. ALFRED NOBEL, der in Schweden geboren und daher schwedischer Staatsuntertan war, war in Rußland erzogen worden, hatte den größten Teil seines Lebens in Paris gewohnt und war im letzten Jahre nach Italien übersiedelt und in San Remo gestorben. Es war daher höchst zweifelhaft, der Legislatur welches Landes das Testament unterlag. Auch war in dem Schriftstück, das ohne juristische Beratung abgefaßt war, kein Erbe genannt und keine Körperschaft bestimmt, welche die von ihm gestifteten Fonds verwalten sollte. Die wesentliche, sich auf den naturwissenschaftlichen und den medizinischen Preis beziehende Bestimmung war, daß dieselben alljährlich denjenigen zugesprochen werden sollten, die im verflossenen Jahre die wichtigsten Entdeckungen und Erfindungen auf diesen Gebieten gemacht hatten. ALFRED NOBEL hatte

offenbar die Schwierigkeit unterschätzt, die es machen mußte, die Wichtigkeit, ja auch nur die Richtigkeit einer im laufenden Jahre veröffentlichten Entdeckung oder Erfindung zu beurteilen. Man kann es daher der Akademie der Wissenschaften in Stockholm kaum verübeln, daß sie die Unmöglichkeit, eine solche Bestimmung auszuführen, hervorhob, und daher ihre Mitwirkung zunächst ablehnte. Außer dieser Akademie, die die Verteilung des Chemie- und Physikpreises übernehmen sollte, waren als preisverteilende Körperschaften durch das Testament noch das Karolinische Institut in Stockholm für den Medizinpreis, die Schwedische Akademie für den Literaturpreis und der Norwegische Storting für den Friedenspreis bestimmt. Eine neue Schwierigkeit erwuchs daraus, daß der König OSCAR II. von Schweden schwere Bedenken dagegen trug, daß ein Teil des Geldes nach Norwegen kommen sollte. Denn die politische Spannung zwischen Schweden und Norwegen war damals schon so groß, daß die Gefahr eines Krieges, und damit die Gefahr, daß die zur Stiftung des Friedenspreises bestimmten Gelder für Kriegsrüstungen verwandt würden, nicht von der Hand zu weisen war. Endlich wurde auch von seiten der schwedischen Erben des Testators gerichtlicher Einspruch gegen das Testament erhoben.

Da war es EMANUEL NOBEL, der als Haupt des russischen Zweiges der Familie für die Ausführung des Testamentes in dem von ALFRED NOBEL gewünschten Sinne eintrat und in langwierigen Verhandlungen mit allen Parteien schließlich die Möglichkeit fand, ohne an den Grundgedanken etwas zu ändern, alle Schwierigkeiten durch neue Formulierungen zu beseitigen. Ohne Kompromisse nach allen Seiten ging dies freilich nicht ab. Am 11. Februar 1898 gab er die entscheidende Erklärung ab, daß er sich, „um die hochsinnigen Absichten des Testators zu verwirklichen, mit den zweifellos am Testament erforderlichen Änderungen und Zusatzbestimmungen“ einverstanden erkläre. Dieser Erklärung schlossen sich schließlich auch die anderen Erben an, und dadurch konnte das sich auf 31 $\frac{1}{2}$ Millionen Kronen bemessende Vermögen ALFRED NOBELS der NOBEL-Stiftung zugeführt werden, aus der vom Jahre 1901 ab alljährlich die von ALFRED NOBEL bestimmten Preise an seinem Todestage verteilt wurden.

Da die Möglichkeit vorgesehen ist, daß, wenn kein geeigneter Preisträger gefunden wird, ein Preis unter Umständen nicht zur Verteilung kommt, so ist die Zahl der in den einzelnen Gebieten verteilten Preise verschieden. Bisher sind 26 Physikpreise verteilt worden, von denen 7 ganze und 3 halbe Preise nach Deutschland fielen. Die deutschen Nobelpreisträger in Physik sind: WILHELM CONRAD RÖNTGEN, PHILIPP LENARD, FERDINAND BRAUN, WILHELM WIEN, MAX VON LAUE, MAX PLANCK, JOHANNES STARK, ALBERT EINSTEIN, JAMES FRANCK und GUSTAV HERTZ. Für Chemie wurden 24 Preise verteilt, von denen die

Hälfte nach Deutschland kamen, nämlich an: JACOBUS HENRICUS VAN T'HOFF, EMIL FISCHER, ADOLPH VON BAEYER, EDUARD BUCHNER, WILHELM OSTWALD, OTTO WALLACH, RICHARD WILLSTAETTER, FRITZ HABER, WALTHER NERNST, RICHARD ZSIGMONDY, HEINRICH WIELAND und ADOLF WINDAUS. Außerdem fielen ins deutsche Sprachgebiet noch 2 Preise, nämlich an ALFRED WERNER in Zürich und FRITZ PREGL in Graz. Von 22 Medizinpreisen wurden 3 ganze und 3 halbe an Reichsdeutsche verliehen, nämlich an: EMIL ADOLF VON BEHRING, ROBERT KOCH, PAUL EHRLICH, ALBRECHT KOSSEL und OTTO MEYERHOF. Außerdem fielen in das deutsche Sprachgebiet die Preise an THEODOR KOCHER in Bern und WAGNER v. JAUREGG in Wien. Ferner wurden 26 Preise für Literatur verteilt, unter denen sich 4 deutsche Preisträger befinden, nämlich: THEODOR MOMMSEN, RUDOLF EUCKEN, PAUL HEYSE und GERHART HAUPTMANN. Einen Preis erhielt CARL SPITTELER in der Schweiz. Von den 21 Friedenspreisen sind nur 2 halbe Preise und auch diese erst in den letzten Jahren nach Deutschland gegangen, und zwar an GUSTAV STRESEMANN und LUDWIG QUIDDE. Vorher schon waren die Österreicher BERTHAV. SUTTNER und ALFRED HERMANN FRIED preisgekrönt worden.

Die Absichten, die ALFRED NOBEL mit der Aussetzung der Preise hatte, muß man, da sich im Testament nur ganz allgemeine Angaben finden, wie die, daß jeweils der Würdigste ohne Rücksicht auf die Zugehörigkeit zu irgendeiner Nation den Preis erhalten solle, aus den Angaben entnehmen, die er gelegentlich zu Freunden und Verwandten gemacht hatte. So ist durch Zeugnisaussagen erhärtet, daß ALFRED NOBEL „bei mehreren Gelegenheiten erklärte, in erster Linie den Gelehrten nützen zu wollen, da diese es gewöhnlich schwerer hätten, Geld aus ihren Erfolgen zu ziehen, welche statt dessen meist anderen zugute kämen“. Sein Wunsch war hierbei, in Sonderheit „denen, die nach ihren Arbeiten zu urteilen, etwas für die Zukunft versprechen, eine so vollständige Unabhängigkeit zu verleihen, daß sie sich in Zukunft ganz ihren Aufgaben widmen könnten“. „Ich würde“, hat er einige Monate vor seinem Tode gesagt, „einem Mann der Tat nichts hinterlassen. Er würde dadurch in Versuchung kommen, mit seinen Arbeiten aufzuhören. Dagegen möchte ich gern Träumern helfen, die es schwer haben, sich im Leben durchzusetzen“.

Vergleicht man heute die Absichten ALFRED NOBELS und ihre Auswirkung, so muß man zwar zugeben, daß es nicht vollkommen gelungen ist, seinen Ideen gerecht zu werden. Aber das Wesent-

liche ist in die Tat umgesetzt. Es haben diejenigen Chemiker, Physiker und Mediziner aller Länder den Preis erhalten, die die größten Fortschritte auf ihrem Gebiete erzielten. Diese Durchführung des ALFRED NOBELSchen Testaments verdankt die Welt in erster Linie EMANUEL NOBEL. Er hat sich nicht damit begnügt, die Stiftung seines Onkels zu begründen, er hat ihr bis heute seine lebhafteste Anteilnahme bewahrt. Daß z. B., nachdem die Höhe des jährlich verteilten Preises durch Steuerlasten dauernd abgenommen hatte, dieselbe im letzten Jahre infolge Steuererlasses wieder anwuchs und sogar höher war als je zuvor, ist zum großen Teil wiederum sein Verdienst.

Ohne einen direkten Einfluß auf die Auswahl der Kandidaten zu haben, hat er durch seine Beziehungen zu den ersten Wissenschaftlern aller Nationen dazu beigetragen, daß die alten Traditionen bei der Auswahl der Kandidaten aufrecht erhalten blieben. Auch ist er meines Wissens bisher niemals der Preisverteilung ferngeblieben. Wo er sich auch befand, reiste er jedes Jahr zum 10. Dezember nach Stockholm, um bei den Feierlichkeiten der Preisverteilung persönlich zugegen zu sein.

Aber, so muß man fragen, wurden durch diese Preisverleihungen die Naturwissenschaften und die Medizin wirklich gefördert? Wäre auch nur eine der belohnten Erfindungen und Entdeckungen nicht gemacht worden, wenn der Preis nicht ausgesetzt gewesen wäre? Gewiß nicht. Wie groß jedoch die indirekte Förderung dieser Wissenschaften durch die Preise ist, das läßt sich kaum übersehen und jedenfalls nicht überschätzen. Denn durch die internationale Wertschätzung, die hervorragende Leistungen auf naturwissenschaftlichem und medizinischem Gebiete durch die Verleihung des NOBEL-Preises erhielten, ist die Aufmerksamkeit der Allgemeinheit angeregt und der internationale Wettstreit entfacht worden. Regierungen, Körperschaften und Private finden sich nunmehr leichter bereit, Mittel für Forschungszwecke herzugeben, wo man ihnen an den Beispielen der international bekannten und geehrten NOBEL-Preisträger die Erfolge wissenschaftlicher Arbeiten und deren Auswirkungen verdeutlichen kann.

Daher hat durch EMANUEL NOBEL die internationale Wissenschaft, im besonderen auch die Physik, Chemie und Medizin, eine mächtige Förderung erfahren. Zum Danke hierfür bringen die deutschen Naturwissenschaftler, deren Erfolge durch Verleihung so vieler NOBEL-Preise reiche Anerkennung gefunden haben, dem Jubilar zu seinem siebenzigsten Geburtstage ihre herzlichsten Glückwünsche dar.

Die internationale Ozonkonferenz in Paris vom 15. bis 17. Mai.

VON R. LADENBURG, Berlin-Dahlem.

Seit FABRY und BUISSON im Jahr 1920 zum ersten Male die in der gesamten Atmosphäre über Marseille enthaltene Menge Ozon aus der Absorption der kürzesten Wellen des Sonnenspektrums

(ca. 3000 Å) bestimmt haben, ist in wenigen Jahren eine neue Disziplin entstanden, die gleichzeitig die Meteorologie, die Physik, die Astrophysik und andererseits die Lichtbiologie berührt. Durch die

Organisation von G. M. B. DOBSON in Oxford sind seit 1926 über den ganzen Erdball Stationen verteilt, die regelmäßig möglichst täglich mit einem „Dobson-Quarz-Spektrographen“ Aufnahmen des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums machen; sie werden größtenteils bei DOBSON ausgewertet, und aus ihnen werden die Stärke und die Höhe der Ozonschicht in der Atmosphäre berechnet. Die gewonnenen Ergebnisse zeigen äußerst interessante Zusammenhänge mit meteorologischen und geophysikalischen Erscheinungen. Zwecks Aussprache über die verschiedenen Fragen hatte, auf Anregung DOBSONS, Herr CH. FABRY es auf sich genommen, zu einer „Ozonkonferenz“ nach Paris zum 15. Mai alle einzuladen, die sich ernstlich für die Fragen des atmosphärischen Ozons und der Absorption der Strahlung in den oberen Atmosphärenschichten interessieren. Und „alle, alle kamen“. Außer Frankreich waren England, Norwegen, Polen, Schweden, die Schweiz und Deutschland vertreten. Das Hauptreferat hatte DOBSON übernommen: Nach dem Stande der heutigen Forschung befindet sich der Schwerpunkt der Ozonschicht in 40–50 km Höhe — wie zuerst von CABANNES und DUFAY in Montpellier gefunden wurde. Die „äquivalente“ Dicke der Ozonschicht, umgerechnet auf 760 mm und 0° C, beträgt im Mittel nur 3 mm — gegenüber einer Höhe von ca. 8 km der gesamten auf gleiche Verhältnisse reduzierten Atmosphäre — und hat dennoch einen entscheidenden Einfluß auf viele Erscheinungen. Der Betrag des Ozons ändert sich regelmäßig mit der Jahreszeit: in Arosa z. B., wo P. GÖRTZ schon seit dem Jahre 1921 zunächst lichtelektrisch, dann ebenfalls mit dem Dobson-Spektrograph besonders vollständige und wertvolle Meßreihen der Ozonmenge ausgeführt hat, verhalten sich die mittleren Werte dieses Betrages im Frühjahr und Herbst wie 4 : 3. Diese Amplitude der Ozonkurve nimmt mit höheren Breiten stark zu und nach dem Äquator hin ab, z. B. wurden in Chile und im südlichen Indien praktisch keine Änderungen des Ozons mit der Jahreszeit gefunden. Südlich des Äquators, z. B. in Neuseeland, fällt das Maximum der Ozonkurve auf den Oktober, also wieder auf das dortige Frühjahr.

Zu diesen jahreszeitlichen Schwankungen treten diejenigen von Tag zu Tag, die die Jahresamplitude häufig übertreffen. Sie stehen in auffallendem Zusammenhang mit den Schwankungen des Luftdrucks, wie sie an der Erdoberfläche und bis 9 km Höhe gefunden werden¹: im allgemeinen fällt ein „Tief“ mit hohen Ozonwerten und ein „Hoch“ mit niedrigen Ozonwerten zusammen, und zwar überall auf der Erde, wo starke Luftdruckschwankungen vorkommen. Tatsächlich werden am Äquator, wo der Luftdruck nur wenig schwankt, auch keine nennenswerten Änderungen der Ozonwerte von Tag zu Tag gefunden².

¹ Luftdruckmessungen in den großen Höhen der Ozonschicht liegen bisher nicht vor.

² Diese Konstanz beweist zugleich, daß die von

An diesen Bericht DOBSONS schlossen sich einige kürzere Mitteilungen über neue Versuche und vor allem ausführliche Diskussionen an; hier traten die vielseitigen Zusammenhänge des reichhaltigen Beobachtungsmaterials mit den wichtigsten geophysikalischen Erscheinungen zutage: Ozon absorbiert zwischen 2200 und 3200 Å, und zwar die kürzeren Wellenlängen noch in sehr dünnen Schichten praktisch vollständig. Daher bestimmt das Ozon die ultraviolette Grenze des Sonnenspektrums und dosiert so das physiologisch wirksame U-V des Sonnen- und Himmelslichts.

Infolge dieser Absorption des Sonnenlichts in der Ozonschicht tritt vermutlich eine starke Erwärmung dieser etwa 45 km hohen Luftschicht ein, die ihre Temperatur, wie man schätzt, bis auf die Erdoberfläche erhöht. Tatsächlich ist zwar bis zu Höhen von durchschnittlich 10 km (in mittleren Breiten) eine Temperaturabnahme bis etwa – 50° gemessen worden; oberhalb dieser Höhe bleiben die Temperaturen jedoch zunächst konstant und nehmen dann langsam zu¹.

Noch vor der Erkenntnis der hohen Temperatur der Ozonschicht haben DOBSON und LINDEMANN 1923 aus der Diskussion der Beobachtungen über die Endpunkte des Aufleuchtens der Meteore geschlossen, daß in bedeutender Höhe wesentlich höhere Temperaturen als in den unteren 10 km herrschen müßten — was seinerzeit viel Aufsehen und Kritik hervorrief. Auch die anomale Schallausbreitung (Zone des Schweigens) findet ihre beste Erklärung durch Annahme einer relativ warmen Temperaturschicht, für deren untere Höhe man — auf Grund des dank der Notgemeinschaft großzügig gesammelten Beobachtungsmaterials — 35 bis 40 km berechnet.

In weiteren Diskussionen der Ozonkonferenz wurden die Grundlagen der Ozonmessungen kritisiert und die neuen Probleme besprochen, die durch die gewonnenen Ergebnisse entstanden sind:

Ist der Absorptionskoeffizient, wie er bisher im Laboratorium an Ozon-Sauerstoffgemischen von Atmosphärendruck gemessen wurde, für das Ozon der Atmosphäre maßgebend, in der der Gesamtdruck ca. 1 mm und der Partialdruck des Ozons etwa $\frac{1}{1000}$ mm ist?

Ist der „Dunst“ der Atmosphäre, der im U-V eine besonders starke, aber nur unvollständig bekannte Lichtstreuung bewirkt, bei den Ozonmessungen wirklich vollständig eliminiert — oder hat der Wechsel des Dunstes etwa einen merklichen Anteil an den gefundenen Schwankungen?

Kann man auch aus der geringen Absorption, die das Ozon im Gelbrot und im Infrarot besitzt, exakte Ozonmessungen der Atmosphäre vornehmen? Die genaue Kenntnis der Absorption im Infrarot ist auch für die Berechnung der Wärme-

Tag zu Tag schwankende Menge der Sonnenflecken ohne Einfluß auf die gefundene Ozonmenge zu sein scheint — wenigstens am Äquator.

¹ Die höchsten Messungen reichen bis 30 km Höhe.

bilanz der Ozonschicht und deshalb für die der ganzen Atmosphäre von Bedeutung.

Wie verteilt sich die Ozonschicht um ihren Schwerpunkt in 45 km Höhe? Warum sinkt sie nicht herunter? Enthalten die tiefsten Schichten der Atmosphäre und unsere „ozonreichen“ Wälder tatsächlich gar kein Ozon, wie es nach einer Meßreihe von Lord RAYLEIGH und nach vorläufigen Messungen von GÖTZ scheint?

Wie kommt überhaupt die Ozonschicht zustande? Bekannt ist die Eigenschaft des kurzwelligen U-V (unterhalb 1800 Å), das ja in großen Höhen im Sonnenlicht noch vorhanden sein muß, durch Zerspaltung oder Anregung der O₂-Moleküle O₃ zu bilden; dagegen wird Ozon durch die von ihm stark absorbierten Wellen zwischen 2200 und 2900 Å wiederum zersetzt. So kann sich unter dem Einfluß des Sonnenlichtes ein gewisser Gleichgewichtszustand und nach neueren Rechnungen auch eine der Höhe nach begrenzte Schicht Ozon ausbilden. Warum aber findet man z. B. in Abisko, im nördlichsten Schweden, nach monatelangem niedrigsten Sonnenstand gerade die höchsten Ozonwerte? Ist etwa das Sonnenlicht gar nicht der wesentlichste Bildungsfaktor des Ozons? Vielleicht wirken die Strahlen, denen wir das Polarlicht verdanken, auch ozonbildend, und die Sonne, die im dauernden Tag des Nordlandssommers besonders stark wirken kann, ruft vornehmlich eine Zerstörung des Ozons hervor! Dann müßten im hohen Norden im Herbst besonders kleine Ozonwerte und eine starke Abhängigkeit dieser Werte von Polarlichtern gefunden werden. Für diese wichtige Frage

soll von einer durch Unterstützung der Notgemeinschaft nach Spitzbergen entsandten Expedition in diesem Sommer Beobachtungsmaterial gesammelt werden. Die Bearbeitung der anderen im Vorangehenden größtenteils berührten Fragen wurde von der Versammlung verschiedenen Teilnehmern zugewiesen. Hierbei ebenso wie während der ganzen Dauer der Verhandlungen bewährte sich die ausgezeichnete Leitung durch Herrn FABRY, der die in englischer oder deutscher Sprache geführten Diskussionen ins Französische übertrug und für einen ungezwungenen und harmonischen Verlauf der Tagung sorgte.

Ihren Abschluß fand die erfolgreiche Konferenz durch die eindrucksvolle Besichtigung der meteorologischen und magnetischen Observatorien in Trappes und in Val-Joyeux.

Der besondere und allgemein wohltuend empfundene Reiz dieser Zusammenkunft lag in der Konzentration auf eine Grundfrage und in der gegenseitigen engen Fühlungsnahme in den Diskussionen, denen der Hauptteil der Zeit gewidmet wurde. Wie stark empfanden der Referent und mit ihm wohl manche den Kontrast gegen das sonst — wenigstens in Deutschland — übliche Vielerlei und die zahlreichen kurzen Vorträge auf unseren physikalischen Kongressen, wo für Diskussionen selten genügend Zeit vorhanden ist!

An das völlig ungetrübte kollegiale Beisammensein auf der Pariser Ozonkonferenz werden alle Teilnehmer gern und mit herzlichem Dank für die Gastgeber zurückdenken.

Zur Systematik der chemischen Verbindungen vom Standpunkt der Atomforschung, zugleich über einige Aufgaben der Experimentalchemie¹.

Von H. G. GRIMM, Ludwigshafen a. Rh.

(Aus dem Forschungslaboratorium Oppau der J. G. Farbenindustrie A. G.)

I. Einleitung.

Die übliche Systematik der chemischen Verbindungen gründet sich sowohl in der anorganischen wie in der organischen Chemie auf die „chemischen“ Eigenschaften, und zwar auf bestimmte „Ähnlichkeiten“ derselben, d. h. auf ein ähnliches Verhalten der Stoffe bei chemischen Reaktionen.

„Anorganische“ Verbindungen. So wird bekanntlich schon die für die ganze Systematik grundlegende Tabelle des periodischen Systems dadurch erhalten, daß man die nach der Ordnungszahl aufgereihten Elemente (das sind die Verbindungen aus nur einer Atomart) derart in Reihen untereinander anordnet, daß „chemisch ähnliche“ Elemente in Gruppen untereinander zu stehen kommen. Unter Zugrundelegung dieser Tabelle des P.S. werden dann weiter in vielen Lehr- und Handbüchern die Verbindungen aus verschiedenartigen

Atomen nach den chemischen Eigenschaften eines der Verbindungspartner geordnet; so werden z. B. der Reihe nach alle Verbindungen der Alkalimetalle, dann die der Erdkalimetalle, ohne viel Rücksicht auf die Art des Anions, behandelt. Das ist auch insofern zweckmäßig, als bei allen Verbindungen der Elemente derselben Gruppe gewisse Züge im chemischen Verhalten ähnlich sind, und weiter, als bei einem bestimmten Metall, z. B. Kalium, alle Verbindungen bestimmte gleiche, für das Kalium charakteristische Reaktionen zeigen. In analoger Weise werden die Verbindungen vielfach auch nach den negativen Bestandteilen geordnet¹, so daß z. B. die Halogenide, die Oxyde, die Sulfide, die Carbonate aller Metalle, zusammengefaßt erscheinen.

Bei dieser Art der Systematik wird also im allgemeinen immer nur ein Partner berücksichtigt, der andere aber oft in unübersichtlicher Weise

¹ Vortrag, gehalten in der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg am 22. XI. 1928; in der Ortsgruppe Frankfurt a. M. des Vereins deutscher Chemiker am 29. XI. 1928.

¹ Vgl. z. B. P. GROTH, Chemische Kristallographie, Leipzig 1908. — F. EPHRAIM, Anorganische Chemie, Dresden und Leipzig 1922.

variiert. Es ist daher verständlich, daß bei den zahlreichen Versuchen, Beziehungen zwischen der Konstitution und den physikalischen Eigenschaften anorganischer Verbindungen aufzusehen, das Gesamtergebnis recht bescheiden war¹. Nur bei den Elementen — also den Verbindungen mit nur einer Atomart — sind die gefundenen Zusammenhänge zahlreicher. Bei den gewöhnlichen anorganischen Verbindungen mit mehreren Partnern dagegen fand man nur dort allgemeinere Beziehungen, wo man gelegentlich *alle* Verbindungspartner systematisch berücksichtigte, so z. B. beim Vergleich der „topischen Parameter“ der folgenden Stoffe vom gleichen chemischen Bautypus MX_2 :

KClO ₄	RbClO ₄	CsClO ₄
KMnO ₄	RbMnO ₄	CsMnO ₄
CaSO ₄	SrSO ₄	BaSO ₄
CaCrO ₄	SrCrO ₄	BaCrO ₄

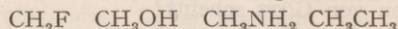
„Organische“ Verbindungen. Auch die scheinbar von der üblichen Systematik der anorganischen Verbindungen so verschiedene Einteilung der organischen Verbindungen geht von der Ähnlichkeit des chemischen Verhaltens der Stoffe aus. So werden z. B. alle Verbindungen vom Typus C_nH_{2n+2} als gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe oder Paraffine, die vom Typus $C_nH_{2n+1}CHOHC_mH_{2m+1}$, abgekürzt $RCHOHR'$ als sekundäre Alkohole zusammengefaßt, weil jeder der Stoffe dieser „homologen“ Reihen bei bestimmten chemischen Reaktionen ein ähnliches Verhalten zeigt.

Bei diesen Verbindungen ist nun das Tatsachenmaterial über Beziehungen zwischen Konstitution und Eigenschaften viel reicher als bei den anorganischen Verbindungen, weil hier systematischer verglichen werden konnte. Man vergleicht nämlich meistens Stoffe *homologer* Reihen, bei denen das *chemische* Verhalten wegen der Konstanthaltung eines Partners (z. B. der OH- oder COOH-Gruppe) ähnlich bleibt, die physikalischen Eigenschaften, z. B. Schmelzpunkt, Siedepunkt, Verbrennungswärme, aber sich regelmäßig und schrittweise bzw. oszillierend ändern, weil der zweite Partner (z. B. C_nH_{2n+1}), die Kettenlänge, d. h. die Anzahl seiner CH_2 -Gruppen, *gesetzmäßig* variiert wird.

Unübersichtlicher werden die Verhältnisse schon, wenn man die Eigenschaften von chemisch ähnlichen Isomeren vergleicht, d. h. von Stoffen (z. B. Alkoholen), bei denen die räumliche *Anordnung* einer *gleichen* Zahl und Art von Atomen verschieden ist.

Beim Studium einiger Eigenschaften, z. B. der Molrefraktion, gelang es zwar, sich von der chemischen Analogie teilweise freizumachen, und die Molrefraktion additiv aus den Atomrefraktionen, d. h. Größen, die den Einfluß der einzelnen Bau-

steine jeder Verbindung auf die Molrefraktion zum Ausdruck bringen, zu berechnen. Wohl niemals aber hat man ganz allgemein versucht, die *physikalischen* Eigenschaften organischer Moleküle vom gleichen allgemeinen Bautypus, z. B. AB, ABC usw. (vgl. unten) *ohne Rücksicht auf ihr chemisches Verhalten* zu vergleichen, wie das unten, z. B. in der Reihe der AB-Verbindungen



geschieht, in der Halogenalkyl, Alkohol, Amin und Kohlenwasserstoff verglichen werden.

Atomforschung und chemische Systematik. Die Versuche, Zusammenhänge zwischen der chemischen Konstitution der Stoffe und ihren physikalischen Eigenschaften aufzufinden und damit die Möglichkeit zu Voraussagen zu gewinnen, haben nun durch die Ergebnisse der Atomphysik ganz neue Grundlagen erhalten. Tritt doch jetzt an die Stelle des chemischen Symbols das wirkliche Atom, bei dem bestimmte Aussagen über seine Eigenschaften, seine Ladung, seine Größe, seinen Bau, gemacht werden können! Weiterhin ist man heute in der Lage, genauere Aussagen als früher über die zwischen den Atomen herrschenden Bindungsarten, und damit über die Zugehörigkeit einer Verbindung zu einer bestimmten Verbindungsklasse zu machen.

Es wird daher im folgenden unternommen, neben die übliche und vielfach bewährte Systematik der „anorganischen“ und „organischen“ Verbindungen eine solche zu stellen, bei der

1. die Einteilung der Verbindungen nach der Bindungsart,
2. die Eigenschaften der die Verbindungen aufbauenden Atome, Ladung, Größe, Bau (Zahl der Außenelektronen)
3. (Spezialfall) mehr als bisher der chemische Bautypus berücksichtigt werden.

Bei dieser Betrachtungsweise werden allerdings die ohnehin unscharfen und bekanntlich nur aus praktischen Gründen gezogenen Grenzen zwischen anorganischen und organischen Verbindungen an vielen Stellen verschoben. Das ergibt sich unter anderem bei Betrachtung des in Fig. 1 ent-

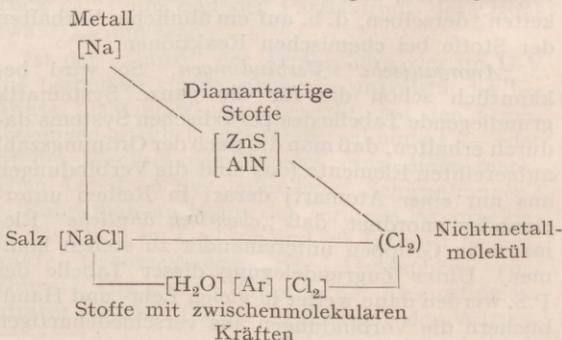


Fig. 1. Schema der Bindungsarten.

haltenen Schemas, in dem fünf verschiedene Verbindungsklassen aufgeführt werden, die sich von-

¹ Vgl. etwa HERZOG SMILES, Chemische Konstitution und physikalische Eigenschaften. 1914.

² MUTHMANN, Z. Kryst. 22, 540 (1894). — BARKER, Z. Kryst. 43, 537, (1907). — LANGMUIR, J. amer. chem. Soc. 41, 1543 (1919).

einander durch die Bindungsart der die Verbindung aufbauenden Atome unterscheiden. In diesem Schema gehören nun die „anorganischen“ Verbindungen zum Teil zu den polaren Salzen (z. B. [NaCl]), zum Teil zu den nichtpolaren Stoffen vom Diamanttypus (z. B. [AlN]), zum Teil zu den nichtpolar gebauten Nichtmetallmolekülen (z. B. Cl₂), zum Teil wohl auch zu den Metallen, die hier nicht weiter behandelt werden; die „organischen“ Verbindungen gehören zum weitaus größten Teil zu der Stoffklasse der Nichtmetallmoleküle, die innerhalb der Moleküle „echte chemische Bindung“ aufweisen und erst im kondensierten Zustand von Molekül zu Molekül die zwischenmolekularen Kräfte betätigen.

II. Anorganische Verbindungen.

A. Systematik¹.

Bei der Systematik anorganischer Verbindungen beschränken wir uns zunächst auf die Verbindungen aus zwei Atomarten vom Typus M_aX_b. Führt man nun als Variable sowohl für M als für X ein: 1. Ladung bzw. Wertigkeit, 2. Größe, 3. Zahl der Außenelektronen der Ionen bzw. der Atomrümpfe, so ergibt sich, daß man von jeder Verbindung M_aX_b durch systematische Änderung einer der sechs Variablen sechs Verbindungsreihen ableiten kann. So erhält man z. B. von NaF (a = b = 1) ausgehend die in Tabelle I zusammengestellten Reihen.

Tabelle I.

1.	NaF	KF	RbF	CsF		
2.	NaF	NaCl	NaBr	NaJ		
3.	NaF	MgF ₂	AlF ₃	SiF ₄	PF ₅	SF ₆
					PF ₃	SF ₂
4.	NaF	Na ₂ O	Na ₃ N	Na ₄ C		
5.	LiF	NaF	CuF	GaF*		
6.	NaH	NaF				

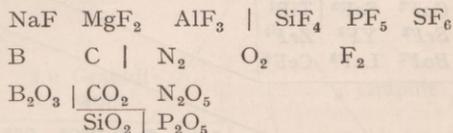
Durch Kombination von je zwei solchen Reihen entstehen die bekannten zweidimensionalen Tabellen, z. B. die Tabelle der Alkalihalogenide, wenn man, von NaF ausgehend, die Größe des Kations und die Größe des Anions variiert. Fügt man dann eine dritte Variable hinzu, z. B. die Ladung des Kations, so erhält man eine dreidimensionale Tabelle, die zweckmäßig in der in Fig. 2 dargestellten Weise in der Papierebene wiedergegeben werden kann². Um auch die vierte, fünfte und

sechste Variable in der Ebene unterzubringen, kann man sich jede der in Fig. 2 enthaltenen dreidimensionalen Tabellen als „Punkt“ in einem neuen dreidimensionalen System denken, in dem nun die vierte bis sechste Variable die Koordinaten bilden (vgl. Nebenfigur von Fig. 2). Man erhält bei dieser Art der Darstellung eine sechsdimensionale Tabelle¹.

B. Eigenschaftssprünge.

Die angedeutete Systematik wenden wir nun auf das Problem an, das H. WOLFF und den Verfasser² überhaupt erst zur Beschäftigung mit der Systematik veranlaßt hat. Dabei handelt es sich um die folgenden Fragen:

a) Ob die bekannten Eigenschaftssprünge in bestimmten Reihen chemischer Verbindungen, z. B. in den Reihen



in allen systematisch ausgesuchten Reihen chemischer Verbindungen auftreten,

b) ob die Eigenschaftssprünge für verschiedene physikalische Eigenschaften immer an derselben Stelle liegen,

c) ob die Lage der Eigenschaftssprünge in verschiedenen Reihen in gesetzmäßiger Weise von dem Bau der die Verbindungen zusammensetzenden Atome abhängt,

d) ob die Eigenschaftssprünge einen Sprung in der Bindungsart andeuten.

Das zur Beantwortung dieser Fragen vorhandene Tatsachenmaterial ist relativ sehr spärlich. Als physikalische Eigenschaften ziehen wir mit RUFF³ und KOSSEL⁴ die Flüchtigkeit (Schmelzpunkte, Siedepunkte), mit GRIMM und SOMMERFELD⁵, M. L. HUGGINS⁶ sowie V. M. GOLDSCHMIDT⁷ den Krystallgittertypus, mit BILTZ und KLEMM⁸ das Leitvermögen im geschmolzenen Zustand heran, und versuchen, in Fig. 2 durch die Verschiedenartigkeit des Druckes die Lage der Eigenschaftssprünge hervorzuheben.

Man sieht in Fig. 2 a—d, daß mit zunehmender Ladung und abnehmender Größe des Kations, sowie mit zunehmender Größe des Anions, die Neigung, von schwerflüchtigen zu leichtflüchtigen Verbindungen überzugehen, wächst. Diese Tat-

¹ Eine solche sechsdimensionale Tabelle ist dargestellt bei GRIMM und WOLFF, loc. cit. Fig. 2.

² Siehe Note ¹ auf nebenstehender Spalte.

³ O. RUFF, Ber. dtsch. chem. Ges. 52, 1223, (1919).

⁴ W. KOSSEL, Z. Phys. 1, 395 (1920).

⁵ H. G. GRIMM und A. SOMMERFELD, Z. Physik 36, 36 (1926).

⁶ M. L. HUGGINS, Phys. Rev. 27, 286 (1926).

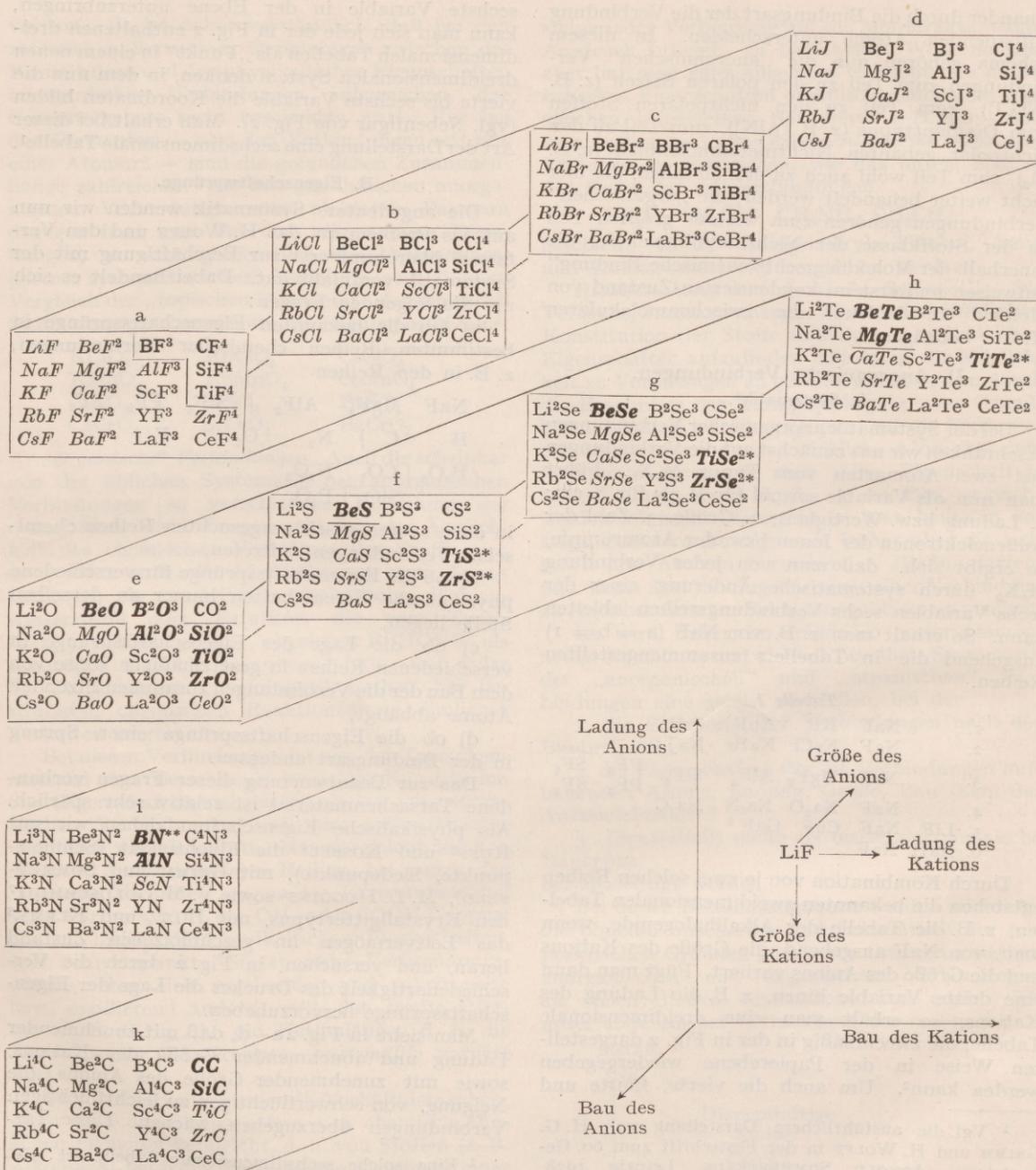
⁷ V. M. GOLDSCHMIDT, Geochem. Verteilungsgesetze der Elemente I bis VIII. Norsk Vid. Akad. Oslo Skr. Mat. Nat. Kl. 1923—1926.

⁸ W. BILTZ und W. KLEMM, Z. anorg. u. allg. Chem. 152, 267 (1926).

¹ Vgl. die ausführlichere Darstellung von H. G. GRIMM und H. WOLFF in der Festschrift zum 60. Geburtstag ARNOLD SOMMERFELDS, Leipzig 1928, S. 173ff.

* Verbindungen des einwertigen Ga sind nicht bekannt; GaF ist hier als Prototyp für die Verbindungen des einwertigen Tl, zweiwertigen Ge usw. aufgeführt.

² In Fig. 2 sind auch die Elemente, welche Ionen bzw. Atomrümpfe mit 2 Außenelektronen bilden, Li, Be, B, C aufgenommen, da die Eigenschaften entsprechender Verbindungsreihen, z. B. von Li bis Cs, den Unterschied in der Außenelektronenzahl nicht mehr sicher erkennen lassen. Der Übersichtlichkeit halber wurden Verbindungen mit höheren Valenzahlen als vier weggelassen.

Fig. 2. Vierdimensionale Tabelle der Verbindungen $M_a X_b$.

Die in Schrägschrift gedruckten Verbindungen (Beispiel *NaF*) kristallisieren in Ionengittern (einzelne vielleicht auch in Atomgittern). Zuordnung auf Grund des Gittertyps (NaCl -, CsCl - oder CaF_2 -Gitter) oder des Leitvermögens der Schmelzen. — Die steil- und fettgedruckten Verbindungen (Beispiel **CF⁴**) bilden flüchtige Molekülgitter. Zuordnung auf Grund der niedrigen Siedepunkte und des fehlenden oder geringen Leitvermögens im flüssigen Zustand. — Die schräg- und fettgedruckten Verbindungen (Beispiel **BeO**) gehören zum Typus der diamantartigen Stoffe. Zuordnung auf Grund des Gittertyps (Diamant- und Wurtzit-Gitter); zum Teil auf Grund der hohen Härte und extremen Schwerflüchtigkeit. — Bei den in gewöhnlicher Schrift gedruckten Verbindungen (Beispiel ScF_3) war die Zuordnung zu einer bestimmten Stoffklasse nicht möglich.

* Schichtengitter. J. OFTEDAL, Z. phys. Chem. **134**, 301 (1928); A. E. VAN ARKEL, Physica **4**, 286 (1924).** Eigener Strukturtypus (graphitähnlich). O. HASSEL, Norsk geol. Tidsskr. **9**, 266 (1926).

sachen stehen in Zusammenhang mit den von K. FAJANS und G. JOOS¹ gefundenen Regeln über die Deformation der Elektronenhüllen.

Ferner treten in Fig. 2e—k noch Verbindungen mit diamantartiger Bindungsart sowie Schichten-gitter auf. Allgemein ließ sich bei der Diskussion des vorhandenen Materials der Satz ableiten²:

„Mit zunehmender deformierender Wirkung der Kationen, (d. h. mit abnehmendem Radius, zunehmender Ladung und beim Übergang von Ionen mit 8 zu solchen mit 18 Außenelektronen) sowie mit zunehmender Deformierbarkeit der Anionen (d. h. zunehmender Ladung und Größe) wächst die Neigung, von der polaren zur nichtpolaren bzw. tetraedrischen Bindungsart überzugehen.“

C. Experimentelle Aufgaben.

Aus dem bisher Vorgetragenen ergibt sich zwangsläufig die wichtige Aufgabe, in möglichst vielen Reihen von Verbindungen die Lage der Eigenschaftssprünge bei verschiedenen physikalischen Eigenschaften festzustellen und dadurch die Feststellung der „Grenzflächen“ in möglichst vielen dreidimensionalen Tabellen zu ermöglichen, deren Vergleich in einer sechsdimensionalen Tabelle dann den Schluß gestatten wird, ob dem oben aufgestellten Satz wirklich allgemeine Bedeutung zukommt. Es wird nicht notwendig sein, zu diesem Zweck die sämtlichen in der sechsdimensionalen Tabelle enthaltenen Verbindungen darzustellen und zu untersuchen, da man schon jetzt über die ungefähre Lage der Eigenschaftssprünge Voraus-sagen treffen kann. In Fig. 2d wird man z. B. nur feststellen haben, ob die Grenzlinie etwa zwischen NaJ, CaJ₂, SrJ₂, LaJ₃ einerseits und MgJ₂, ScJ₃, YJ₃, CeJ₄ andererseits verläuft, oder zwischen MgJ₂, ScJ₃, YJ₃, CeJ₄ einerseits und AlJ₃, TiJ₄, ZrJ₄ andererseits.

Unzweifelhaft wird auch die systematische experimentelle Behandlung dieser Aufgabe wertvolles Material über die Zugehörigkeit der einzelnen Verbindungen zu den verschiedenen der in Fig. 1 enthaltenen Stoffklassen Aufschluß geben und der theoretischen Physik genauere Unterlagen verschaffen, als sie bisher hat.

Eine weitere interessante Aufgabe für die Experimentalforschung ist die Behandlung der Frage, ob es außer den in Fig. 1 enthaltenen Bindungsarten, die mehrfach an anderer Stelle charakterisiert wurden³, nicht noch weitere Arten chemischer Verbindungen mit unbekanntem Bindungsarten oder unbekanntem Kombinationen bekannter Bindungsarten gibt.

Wie Fig. 3 zeigt, gibt es nämlich bei *krystallisierten* Verbindungen außer den bisher betrachteten Verbindungsklassen noch ganz bestimmte Kombi-

nationen, in denen nach den drei Richtungen des Raumes verschiedene Bindungsarten wirksam sind, z. B. beim Graphit die Kombination von zwei unpolaren mit einer metallischen Bindung, bei der Graphitsäure von zwei unpolaren mit einer edelgasartigen Bindung, bei der Cellulose eine unpolare und zwei edelgasartige Bindungen. Die systematische Betrachtungsweise ergibt ohne weiteres die Frage, ob es nicht auch einige der anderen in analoger Weise ableitbaren Kombinationen zweier Bindungsarten gibt. Es ist dies zwar bei einigen Kombinationen von vornherein unwahrscheinlich, andere Kombinationen dagegen scheinen durchaus möglich, z. B. die Kombination von einer unpolaren mit zwei metallischen Bindungen.

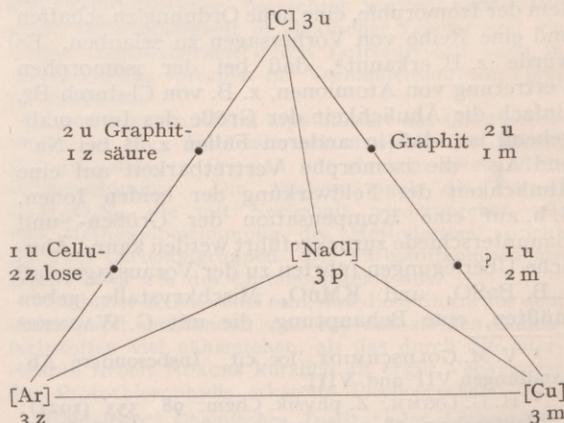


Fig. 3. Schema der festen Stoffe, bei denen zwei Bindungsarten auftreten.

u = unpolare Bindung; p = polare Bindung; m = metallische Bindung; z = Bindung durch zwischenmolekulare Kräfte.

Bei dieser Gelegenheit mag auf eine weitere interessante Aufgabe hingewiesen werden, die zwar nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der vorgetragenen Systematik steht, aber doch aus der Anwendung von Atomforschungsergebnissen auf die Chemie entstanden ist. Diese Aufgabe betrifft die Herstellung einfacher anorganischer Verbindungen mit anomaler Wertigkeit des Kations, und zwar solcher Verbindungen, für die K. F. HERZFELD und der Verfasser¹ vor einigen Jahren unter gewissen Voraussetzungen die Bildungswärme berechnet und mit den normalwertigen Verbindungen verglichen haben. Aus diesen Überlegungen ergab sich z. B., daß von den Erdalkalimetallen wenigstens Ca, Sr, Ba Subhaloide müßten bilden können, deren einige man ja tatsächlich kennt, so daß es wahrscheinlich ist, daß sämtliche Subhaloide von Ca, Sr und Ba darstellbar sind. Die Rechnungen lassen es weiter als prüfenswert erscheinen, auch nach Verbindungen wie AlCl₂, ZnX, CdX (X = Cl, Br, J) zu fahnden.

¹ K. FAJANS, Naturwiss. 11, 165 (1923); Z. Kryst. 61, 18 (1925); 66, 321 (1928). K. FAJANS und G. JOOS, Z. Phys. 23, 1 (1924).

² H. G. GRIMM und H. WOLFF, loc. cit.

³ Näheres siehe bei H. G. GRIMM, Handbuch der Physik Bd. 24, Kap. 6, „Atomchemie“. Berlin 1927.

¹ H. G. GRIMM und K. F. HERZFELD, Z. Physik 19, 141 (1923); Z. angew. Chem. 37, 249 (1924).

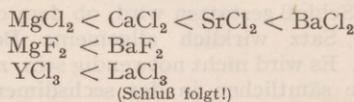
D. Bisherige experimentelle Ergebnisse.

Die vorgetragene Betrachtungsweise hat bereits auf verschiedenen Gebieten zu neuen experimentellen Ergebnissen geführt und dadurch ihre Brauchbarkeit einwandfrei erwiesen. Einige der schönsten Ergebnisse auf diesem Gebiete verdanken wir V. M. GOLDSCHMIDT und Mitarbeitern¹, der bei dem Studium des Zusammenhangs zwischen der Krystallstruktur einerseits und dem Bau der die Krystalle aufbauenden Atome andererseits Zusammenhang fand, durch die das Problem der Morphotropie in bedeutender Weise gefördert wurde.

Die systematische Berücksichtigung der Atom-eigenschaften hat sodann dazu beigetragen, auf einem anderen Gebiet der Krystallchemie, nämlich dem der Isomorphie, eine neue Ordnung zu schaffen und eine Reihe von Vorhersagen zu erlauben. Es wurde z. B. erkannt², daß bei der isomorphen Vertretung von Atomionen, z. B. von Cl durch Br, einfach die Ähnlichkeit der Größe des Ions maßgebend ist, daß in anderen Fällen z. B. bei Na⁺ und Ag⁺ die isomorphe Vertretbarkeit auf eine Ähnlichkeit der Feldwirkung der beiden Ionen, d. h. auf eine Kompensation der Größen- und Bauunterschiede zurückgeführt werden kann. Ähnliche Überlegungen führten zu der Voraussage, daß z. B. BaSO₄ und KMnO₄ Mischkrystalle geben müßten, eine Behauptung, die mit G. WAGNER³

als richtig erwiesen wurde. Neuerdings gelang es mit Cl. PETERS¹ die Mischkrystallreihe von O bis zu etwa 80 % KMnO₄ sicherzustellen, während G. WAGNER³ gleichzeitig durch Röntgenaufnahmen einwandfrei nachweisen konnte, daß es sich um echte Mischkrystalle handelt, deren Gitterabstand in gesetzmäßiger Weise mit dem KMnO₄-Gehalt wächst. Es gelang ferner mit H. DÄHLMANN¹, die ebenfalls vorausgesagte Mischkrystallbildung von CaCO₃ und NaNO₃ zu realisieren, einstweilen mit einem Gehalt bis zu etwa 20 % NaNO₃.

Neuerdings ist es sodann mit E. SCHWAMBERGER³ auf einem anderen wichtigen Gebiet, nämlich dem der Katalyse, gelungen, einen Zusammenhang meßbarer Größen mit den Atom-eigenschaften nachzuweisen. Wir untersuchten die früher von SABATIER und MAILHE⁴ studierte HCl-Abspaltung aus C₂H₅Cl, die bei Gegenwart von verschiedenen Salzen als Katalysatoren vor sich geht. Dabei wurde gefunden, daß die aus den Messungen in bekannter Weise zu errechnenden Aktivierungswärmen und Aktionskonstanten einen eindeutigen Gang mit der Größe des Kations aufweisen. Für beide Größen ergab sich nämlich:



¹ V. M. GOLDSCHMIDT, loc. cit. Insbesondere Abhandlungen VII und VIII.

² H. G. GRIMM, Z. physik. Chem. 98, 353 (1921); Z. Elektrochem. 28, 75 (1922); 30, 467 (1924); Z. Krist. 57, 574 (1923).

³ H. G. GRIMM und G. WAGNER, Z. physik. Chem. 132, 131 (1928).

¹ Unveröffentlicht.

² G. WAGNER, Z. physik. Chem. Abt. B 2, 27 (1929).

³ H. G. GRIMM und E. SCHWAMBERGER, C. r. (1929). (Im Druck).

⁴ SABATIER u. MAILHE, C. r. 141, 238 (1905).

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu begründen, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von höchstens einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Appeal for historical Researches on the Leonids and other Meteors.

Reports from observers indicate that the Leonid meteors have begun again in what should be their thirty-first reappearance since A.D. 902, "the year of the stars". Of these possible reappearances known records exist of only a part. The great work of NEWTON, ADAMS and SCHIAPARELLI, done in the sixties of the nineteenth century, depended on reports of only fifteen. These were found scattered in the annals of Europe, the Hither Orient, Africa and China by CHLADNI and his successors, by HERRICK, CHASLES, PERREY, E. BIOT and A. QUETELET. QUETELET summarized the history of meteor showers in successive catalogues, the last of which appeared in 1861. The Leonid records collected by NEWTON in the American Journal of Science for 1864 have hardly been augmented in the sixty-four years since.

It is obvious that many sources of information have not been searched. Such are, the records of Indian and perhaps Egyptian literature, the *Relations* of the Jesuit missionaries to Canada, other reports, civil and mili-

tary, from the French possessions to the home government, and reports of all sorts from Spanish America, Brazil and the Philippines to the Church authorities, and to the governments in Madrid and Lisbon. Probably also the logs of shipping and the records of merchants contain references to meteors, and, among them, to the Leonids. Perhaps the investigators of Mayan astronomy may be able to add to these. It is hard to believe that E. BIOT's search of Chinese literature, ended eighty years ago, exhausted that vast reservoir; and the annals of Japan and Korea are equally unfinished.

It is therefore suggested that persons who have access to such records, or who are conversant with their contents, should either publish in full detail, and as soon as convenient, catalogues of ancient meteor observations, or should send copies in manuscript to persons or institutions able to make good use of them.

An understanding of the calendars involved is the only astronomical knowledge necessary for such historical research.

The dates related to Leonid showers are likely to be found about the beginning of each century, and

about one-third and two-thirds through each century. For several hundred years they have come in early November, while previously they were in October, and still earlier, in September. Research may discover references to these and other well-known showers in works not now known to contain such; and others of earlier date may be found, of the Renaissance and the Middle Ages.

An appeal essentially as above has been circulated privately, and has already elicited information derived from a search of Russian chronicles, by D. SVIATSKY, of Leningrad. And also a list has been received, of probable Leonid dates, unearthed by K. HIRAYAMA, of Tokyo Observatory, from Japanese and Korean records. Of the dates in that list, eight are entirely new to occidental astronomy, and fill many gaps in the record.

It is evident that the compliance of scholars with the request for historical research in the field of shooting stars, meteors and fireballs, would be a distinct service to science.

The Harvard Observatory Library begs to be favored with reprints, etc., of publications bearing on this topic.

WILLARD J. FISHER

Harvard College Observatory Cambridge, Mass.

Pigmente der Rotalgen.

Die Chromatophoren der Rotalgen (und ähnlich der Blaualgen) enthalten neben den Chromatophorenpigmenten der grünen Pflanzen wasserlösliche rote und blaue Pigmente, das Phycoerythrin und die Phycocyane. Sie spielen eine biologisch wichtige Rolle bei der Assimilation der Algen als Sensibilatoren für das gerade von Chlorophyll wenig absorbierte Licht und ermöglichen es den Algen, in eine Meerestiefe vorzudringen, in der grüne Pflanzen nicht mehr zu existieren vermögen. Diese Funktion der Pigmente und ihre Veränderung bei der „komplementären chromatischen Adaptation“ (ENGELMANN-GAIDUKOV) kann nach den Untersuchungen von R. HARDER, K. BORESCH und anderen als bewiesen betrachtet werden.

Chemisch waren sie bisher wenig erforscht. Aus den Arbeiten von H. MOLISCH, H. KYLIN und Z. KITASATO wußte man, daß es sich um gut krystallisierende, pepsinspaltbare, metallfreie Chromoproteide handelte. Über die Farbstoffkomponenten war wenig bekannt und die von KITASATO bei der Pepsinspaltung erhaltenen Ergebnisse sind von ihm falsch gedeutet worden.

Die Methode der Pepsinspaltung erwies sich als ungeeignet zur Darstellung der Farbstoffkomponenten. Ihre Bindung an das Eiweiß ist nämlich viel fester als im Hämoglobin und die Pepsinspaltung liefert ein Gemisch verschieden großer peptonartiger, farbiger Eiweißbruchstücke. Dagegen gelang es mir nach kurzer Spaltung mit heißer konzentrierter Salzsäure die freien Farbstoffkomponenten mit Chloroform aus der verdünnten Lösung zu extrahieren. Bei dieser Spaltung muß Luftsauerstoff völlig ausgeschlossen werden, da die Farbstoffkomponenten in der Wärme sehr leicht oxydierbar sind. Es ergab sich z. B., daß die Farbstoffkomponente des Phycoerythrins durch Luftsauerstoff in saurer Lösung, glatter durch Ferrichlorid, in die Komponente des Phycocyanins überzuführen ist, daß also letzteres eine Oxydationsstufe höher steht als das Phycoerythrin. Es gelang schließlich, die Farbstoffkomponente des Phycocyanins aus „Nori“, einer japanischen Delikatess, die aus Bangiaceen hergestellt wird, krystallisiert zu gewinnen, während die des Phycoerythrins bisher noch nicht völlig rein zu erhalten war.

Die Phycobiline, wie ich diese Stoffe wegen ihrer Ähnlichkeit mit Gallenfarbstoffen nennen will, sind amphotere Stoffe, relativ stark sauer und leicht zu verestern. Mit Salzsäure werden in Chloroform Salze gebildet, die schon bei Schütteln mit Wasser hydrolysieren. Die Phycobiline wie ihre Ester geben ebenso leicht wie die WILLSTÄTTERSchen magnesiumfreien Chlorophyll-derivate in organischen Lösungsmitteln lösliche innere Komplexsalze mit Zink und Kupfer, von denen sich die ersteren durch starke und charakteristische Fluoreszenz auszeichnen. Das Phycocyanobilin und seine Komplexsalze zeigen weitgehende spektrale Analogien zum Bilicyanin, einem bei der Gmelin-Reaktion aus Bilirubin entstehenden Oxydationsprodukte, das Phycoerythrobilin mit Urobilin. Das Phycocyanobilin gibt mit Salpetersäure eine Farbreaktion, die als letzter Teil der Gmelin-Reaktion betrachtet werden kann. Die große Unbeständigkeit in alkalischer Lösung und die leichte Oxydierbarkeit durch Luftsauerstoff auch in saurer Lösung sprechen für Vorhandensein von Oxyperokernen.

Das Phycocyanobilin krystallisiert aus Chloroform-Benzol in einer Kohlendioxidatmosphäre in derben, tief dunkelblauen Prismen mit starkem roten Oberflächenschimmer. Die Analyse ergab die Formel $C_{34}H_{44}O_8N_4$, die mit Vorbehalt wiedergegeben sei. Die Methoxylbestimmung des Methylesters spricht für zwei Carboxylgruppen. Die Farbstoffkomponente macht etwa 2% des Chromoproteids aus.

Es dürfte kein Zweifel sein, daß diese Stoffe aus dem Chlorophyll entstanden sind und daß sie den Gallenfarbstoffen viel näherstehen, als das durch die interessante Arbeit NOACKS kürzlich als enger Verwandter des Protochlorophylls erkannte Phylloerythrin.

Heidelberg, Chemisches Institut der Universität,
den 30. April 1929. R. LEMBERG.

Ein mitogenetischer Makroeffekt.

Die mitogenetische Induktion konnte bisher nur durch mikroskopische Abzählung der Zellteilungen resp. Sprossungen des Detektormaterials und der zum Vergleich herangezogenen Kontrolle nachgewiesen werden. Es ist uns nunmehr gelungen, die Versuchsbedingungen so weit zu modifizieren resp. zu verbessern, daß auch ein für das unbewaffnete Auge offensichtlicher konstanter Effekt der mitogenetischen Induktion in Form einer enormen Mengenzunahme der Hefezellen erzielt werden kann.

Es handelt sich vorderhand nur um sog. Mutoinduktion, d. h. gegenseitige Beeinflussung zweier mit ihren Oberflächen parallel zueinander gestellter Hefekulturen, wobei allerdings unter den gegebenen Umständen die eine nur als Strahlungsquelle (Donator), die zweite nur als Detektor in Frage kommt.

Der Hauptpunkt, auf den es bei diesen Versuchen ankommt, liegt in zwei Momenten. Als Detektor wird eine 1,5–2 Monate alte Saccharomyceskultur (ellipsoideus) mit vollständigem Stillstand der Sprossung benutzt. Es finden sich hier entweder ellipsoide, vakuolisierte Zellen oder typische runde „Dauerformen“ vor. Derartige Kulturen „erwachen“ erst im frischen günstigen Nährmedium, und dieses Erwachen, resp. der Zeitpunkt des Beginnes der Sprossung ist es, der vor allem durch Induktion seitens einer außenstehenden Induktionsquelle stimuliert wird. Greift man dagegen zu Kulturen, wo Zellsprossung bereits im Fluße ist, so läßt sich ein scharf ausgesprochener Vorsprung der induzierten Portion in Vergleich zur Kontrolle nicht mehr so leicht und sicher erzielen.

Die zweite, nicht minder wichtige Bedingung des Erfolges ist eine hochgradige Verdünnung der als Detektor verwendeten Hefesuspension. Es sollen pro Kubikzentimeter nicht mehr als etwa 8000 Zellen entfallen. Nimmt man geringere Verdünnungen, ist mit anderen Worten die Verteilung der Zellen zu dicht, so besteht schon innerhalb der Suspension selbst eine maximale Mutoinduktion seitens ihrer eigenen Zellen, die durch von außen noch hinzukommende Strahlung nur in unbedeutendem Maße gesteigert werden könnte.

Die Methodik der Versuche ist folgende: Von der frisch bereiteten, den Anforderungen entsprechenden Emulsion werden nach längerem kräftigen Schütteln zwei gleichgroße Tropfen entnommen und in einer Entfernung von etwa 4 cm voneinander sorgfältig auf einem großen Deckglas ausgebreitet und als Hängetrophen weiter kultiviert. Die Entnahme der Tropfen geschieht mittels einer Platinöse oder einer Mikropipette. Der Durchmesser der regelmäßig ausgebreiteten Tropfen beträgt etwa 1 cm.

Das Deckglas mit den beiden Hängetrophen wird nun als Deckel einer flachen Kammer angebracht und durch Vaseline luftdicht abgeschlossen.

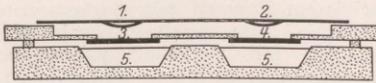


Fig. 1. Schema der Versuchsanordnung mit vollständigem Abschluß der Kammer. 1. und 2. Hängende Tropfen mit Hefeemulsion. 3. Quarzfenster. 4. Glasfenster. 5. Näpfe mit obergäriger Hefekultur (Nadsonia).

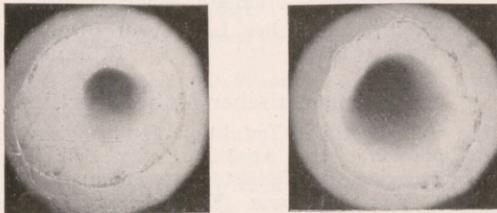


Fig. 2. Zwei Tropfen der gleichen Hefeemulsion nach 3tägiger Induktion. Links: Kontrolle, rechts: Induktion; Hefeart: *Schizosaccharomyces Pombe*. Vergrößerung 2 mal.

Die Sender (Strahlungsquellen-Nadsoniakulturen¹ in Bierwürze) werden in kleinen flachen Näpfen am Boden der Kammer angebracht, wobei jedem Hängetrophen gegenüber ein kleiner Napf steht, der eine mit der Hefe in Bierwürze beschickt, der andere, für die Kontrolle bestimmt, mit reiner Bierwürze gefüllt. Obwohl eine Reihe schwerwiegender Gründe, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, uns volle Gewähr dafür gibt, daß auch bei dieser Versuchsanordnung ein evtl. mitogenetischer Effekt nur auf Konto einer Strahlung und nicht anderer Faktoren gesetzt werden könnte, haben wir eine Anzahl Versuche auch in einer anderen, völlig einwandfreien Anordnung angestellt. Die die Hängetrophen aufnehmende Kammer ist hier völlig abgeschlossen (Fig. 1), im Boden derselben zwei Fenster, das eine durch eine kristallinische Quarzplatte, das andere durch eine Glaslamelle abgeschlossen, an-

¹ Lamellöse, nicht termophile Art.

gebracht. Die Induktion der Hängetrophen erfolgt demnach von Strahlungsquellen aus, die sich außerhalb der Kammer befinden. Der dem Quarzfenster gegenüberhängende Tropfen soll den Induktionseffekt aufweisen, der zweite kommt als Kontrolle in Betracht. Sämtliche Versuche (bisher 13 ohne Quarz und 12 mit Quarz¹) ergaben deutlich positive Resultate, von denen ein Beispiel in Fig. 2 zur Reproduktion gelangt. Die nähere Schilderung und Diskussion der Befunde erfolgt in der ausführlichen Arbeit.

Moskau, Histologisches Institut der 1. Universität, den 2. Mai 1929.
M. BARON.

Über die Verteilungsfunktion der Farben und Temperaturen bei Fixsternen.

(Vorläufige Mitteilung)

Bei der Bearbeitung eines umfangreichen Materials an Farbenindices untersuchte I. K. E. HALM² die Möglichkeit, die beobachteten Häufigkeitsfunktionen der Farben für die einzelnen Spektraltypen durch GAUSSsche Fehlerkurven darzustellen. Er stieß dabei auf die bemerkenswerte Tatsache, daß eine derartige Analyse ohne Schwierigkeit durchzuführen ist, wenn man annimmt, daß sich die Farben aller Sterne nach dem Fehlergesetz um mehrere ausgezeichnete Werte gruppieren. Die Willkür, die darin besteht, daß man eine vorgegebene Funktion immer durch eine Reihe von Exponentialfunktionen approximieren kann, ist dadurch weitgehend eingeschränkt, daß folgende Bedingungen erfüllt sind: 1. Der Modul h der Verteilungsfunktionen ist für sämtliche Kurven der gleiche, 2. die Farbenindices genügen folgender Beziehung:

$$\text{Farbenindex} = a + b \cdot n \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

Damit sind bei Annahme von 7 bevorzugten Farbenindices nur 9 Konstanten willkürlich zu bestimmen. Mit diesen 9 Konstanten allein ist es HALM gelungen, sämtliche sowohl mit der galaktischen Lage als auch mit der scheinbaren Helligkeit variierenden Verteilungskurven für die verschiedenen Spektraltypen darzustellen. Den von ihm ermittelten 7 „preferential color indices“ entsprechen die folgenden Temperaturwerte:

$$\frac{c}{T} = 0,788 n \quad (n = 0, 1, \dots, 6)$$

oder

$$T = \frac{18150^\circ}{n}$$

in der Wilsingschen Temperaturskala.

Ich habe die Untersuchungen fortgesetzt, um die so ausgezeichneten Temperaturwerte in der heute am sichersten fundierten Skala von Sterntemperaturen, derjenigen von BRILL, festzulegen und zu prüfen, ob die gleiche Diskontinuität auch für die schwächeren Sterne gilt, sich also nicht nur auf die Sterne der näheren Umgebung der Sonne beschränkt. Beide Fragen konnten befriedigend gelöst werden durch Heranziehung folgender Kataloge von Farbäquivalenten: 1. A. BRILL, Temperaturen von 134 Sternen³; 2. Farbenindices Göttingen-Potsdam nach der Göttinger Aktinometrie⁴; 3. photographisch bestimmte Farbenindices für 1550 Sterne aus Zone 45° der Selected Areas⁵. Sämtliche

¹ Außerdem ein zweifelhafter.

² Magnitudes of Stars in the Cape Zone Catalogue of 20843 stars, London 1927.

³ Astronomische Nachrichten 223 (1925).

⁴ Astr. Mitteilungen Göttingen 14 (1912).

⁵ Publ. of the Yerkes Obs. 4, 6 (1927).

Reihen sind nebst den von HALM angegebenen Werten einheitlich reduziert auf die Skala der Göttinger Farbenindices. (Beim Übergang zu diesem System wird notwendigerweise der einfache lineare Zusammenhang zwischen den Farbäquivalenten, wie ihn HALM folgerte, nicht erhalten bleiben.) Die folgende Tabelle enthält die aus den einzelnen Katalogen abgeleiteten ausgezeichneten Farbenindices. In der zweiten Zeile findet man die mittlere scheinbare Helligkeit, auf die sich die einzelnen Kataloge erstrecken.

	Brill	Göttingen	Cap	Yerkes	Mittel	$\frac{c}{T}$	T_{effektiv}
	0^m-5^m	0^m m	8^m-10^m	10^m-14^m			
	m	m	m	m	m		Grad
I	(-0,50)	-	(-0,50)	-	-0,50	0,7	20800
II	-0,31	-0,30	-0,35	-0,34	-0,32	1,25	11480
III	+0,18	+0,12	+0,11	+0,24	+0,16	2,07	6930
IV	+0,79	+0,80	+0,75	+0,78	+0,78	2,94	4480
V	+1,48	+1,42	+1,43	+1,48	+1,45	3,93	3660
VI	-	-	(+1,99)	(+1,99)	+1,95	4,7	3050

Die Übereinstimmung ist in Anbetracht einer nur näherungsweise möglichen Reduktion der Skalen aufeinander gut und über einen Bereich von 14 Größenklassen als gesichert zu bezeichnen. Die beiden letzten Spalten geben die zu den Mittelwerten gehörigen $\frac{c}{T}$ -Werte und Temperaturen in der BRILLschen Skala.

Die Sonne mit einer effektiven Temperatur von 6650° ($\frac{c}{T} = 2,16$) würde, um ein konkretes Beispiel zu geben, sich leidlich in die dritte Gruppe einfügen.

Man braucht diese quantenähnliche Diskontinuität natürlich nicht so zu deuten, als ob die Sterne aus physikalischen Ursachen nur diese bestimmten Temperaturwerte und keine anderen annehmen können, wie es HALM getan hat, sondern die Erklärung wird wohl in folgendem zu suchen sein. *In der Gruppierung um mehrere bevorzugte Temperaturwerte ist der gegenwärtige Zustand verschiedener Gruppen gleichaltriger Sterne in unserem Milchstraßensystem gekennzeichnet.* Sternsysteme, die aus Sternen anderer Altersstufen zusammen gesetzt sind, brauchen deswegen nicht notwendig die gleichen Temperaturwerte zu bevorzugen. Die Verteilungsfunktion der Farben in den offenen und kugelförmigen Sternhaufen¹ ist daher sowohl nach der Form, aber vor allem auch nach der Lage der Maxima je nach dem Alter der Sternhaufen verschieden.

Die ausführliche Untersuchung wird in der nächsten Zeit von der Bonner Sternwarte veröffentlicht werden.

Bonn, Universitätssternwarte, den 18. Mai 1929.
B. STICKER.

Die Kristallstruktur des festen Stickstoffs.

Bei den Untersuchungen über das Leuchten verfestigter Gase haben sich besonders feste Mischungen von Stickstoff mit Edelgasen als sehr bemerkenswert erwiesen. Das Leuchten besteht aus einer großen Mannigfaltigkeit von Oszillationsbanden, welche den möglichen Atomschwingungen im Gitter entsprechen.

Wie schon in früher veröffentlichten Arbeiten betont ist, ist die Bestimmung der inneren Kristallstruktur dieser Systeme für die Deutung der Leuchtvorgänge unentbehrlich, und Untersuchungen in dieser Richtung sind im letzten Jahr in dem Physikalischen Institut in Oslo vorgenommen worden.

Von den reinen Komponenten Argon und Neon

¹ Beispiele hiervon s. bei BRUGGENCATE, Sternhaufen Berlin: Julius Springer 1927. S. 120.

liegen schon einige Untersuchungen von W. H. KRÉESOM und seinen Mitarbeitern vor (Comm. Leiden 178). Für reines Argon finden sie ein flächenzentriertes Gitter, für festen Stickstoff dagegen haben sie Pulverdiagramme aufgenommen. Diese sind aber so kompliziert, daß sie angeben, daß sie die Deutung der Linien und die Feststellung des Krystallsystems nicht haben durchführen können.

Da die beobachteten Bandenspektren dem Stickstoff zuzuschreiben sind, ist aber gerade die Kenntnis von der Struktur des festen Stickstoffs für uns notwendig, weshalb Untersuchungen in dieser Richtung im hiesigen Institut vorgenommen sind. Nachdem wir eine Reihe von Krystallsystemen vergebens versucht hatten, zeigte es sich, daß man das Röntgenspektrum durch ein kubisches Gitter befriedigen konnte. Das Gitter ist aber recht kompliziert gebaut. Die Kantenlänge des Elementarwürfels beträgt $11,3 \text{ \AA}$, und mit Hilfe von den Dichtebestimmungen von DEWAR finden wir, daß die Elementarzelle 64 Stickstoffatome enthält. Das Röntgenspektrogramm enthält nur Linien, welche die Bedingung $\Sigma h = 2n$ erfüllen. Dies entspricht einer würfelzentrierten Anordnung. Andere Erlöschungen und Intensitätsverhältnisse führen zu einer Auswahl von möglichen Raumgruppen, und es scheint als ob O^8 sich als die richtige erwiesen soll. Die Anordnung nach dieser Gruppe läßt sich charakterisieren als ein würfelzentriertes Gitter, wo jedes der beiden Atome durch gleichwertige Atomgruppen — aus 32 Atomen bestehend — ersetzt ist.

Oslo, Physikalisches Institut der Universität, den 25. Mai 1929.
L. VEGARD.

Bemerkung zur Natur der Höhenstrahlung.

Befindet sich in einem beliebigen Bezugssystem ein Materieelement im weitesten Sinne des Wortes mit dem Energieinhalt W , so tritt nach L. DE BROGLIE in diesem System ein periodischer Vorgang mit einer Frequenz ν auf, derart, daß ν durch die Quantenbeziehung $W = h\nu$ bestimmt ist, worin h das PLANCKsche Wirkungsquantum bedeutet. Wir erhalten in einem System, demgegenüber sich das Materieelement in Ruhe befindet, die Frequenz ν_0 und die Gleichung.

$$(1) \quad h\nu_0 = m_0 c^2,$$

worin m_0 die Ruhemasse und c die Lichtgeschwindigkeit ist. Beobachten wir das Materieelement von einem anderen System aus, welches relativ zum Eigensystem eine Geschwindigkeit v haben soll, so können wir das Materieelement als eine Uhr betrachten, welche die EINSTEINSche Verlangsamung erfährt, so daß die beobachtete Frequenz

$$(2) \quad \nu_1 = \nu_0 \sqrt{1 - \beta^2}, \quad \text{wo } \beta = \frac{v}{c}.$$

Gleichung (1) können wir dann in folgender Form schreiben:

$$\frac{h\nu_1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = m_0 c^2$$

und weiter

$$(3) \quad h\nu_1 = m_0 c^2 (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Nun ist nach ORNSTEIN und BURGER der Radius eines Lichtquants (Photon) gleich der Wellenlänge der zugehörigen Strahlung und nach McLEWIS der Radius eines Photons gleich dem des Elektrons. Wenn wir andererseits ein Elektron lediglich als elektrische Ladung betrachten, so erhalten wir aus der Gleichung

$$(4) \quad r = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{m},$$

worin r den Radius, e die Ladung und m die Ruhemasse des Elektrons bedeutet, für den Radius $1,85 \cdot 10^{-13}$ cm. KOLHÖRSTER, MILLIKAN, REGENER u. a. haben aus den von ihnen gemessenen Absorptionskoeffizienten (nach den Formeln von COMPTON, DIRAC und KLEIN-NISHINA) die Wellenlänge λ der Höhenstrahlung zu etwa $2,7 \cdot 10^{-13}$ cm (der Größenordnung nach) berechnet. So können wir im Falle der Höhenstrahlung sowohl die Schlüsse von ORNSTEIN und BURGER als auch die von Mc. LEWIS verwenden und finden

$$(5) \quad \lambda = r.$$

Wenn wir in (3) $v_1 = \frac{c}{\lambda}$ einsetzen, lautet die Gleichung

$$(6) \quad \frac{h \cdot c}{\lambda} = m_0 c^2 (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Denken wir uns an Stelle des beliebigen Materieelementes einen Wasserstoffkern (Proton) und nehmen weiterhin an, daß seine Masse wie vorhin beim Elektron lediglich auf der elektrischen Ladung beruht, dann haben wir für den Radius des Protons $\frac{1}{1830} \cdot r$ einzusetzen und erhalten aus (6) und (4)

$$(7) \quad \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{r} \cdot c^2 (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{2 \cdot (1,59 \cdot 10^{-20})^2 \cdot 1,83 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{3r} \cdot (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Nach (5) ist $\lambda = r$

$$h = 9,2 \cdot 10^{-27} \cdot (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

$$(8) \quad 6,55 \cdot 10^{-27} = 9,2 \cdot 10^{-27} \cdot (1 - \beta^2)^{1/2}.$$

Da β ein echter Bruch sein muß, finden wir, daß der Wert $\beta = 0,7$ die Gleichung (8) in erster Näherung erfüllt. Demnach würden sich Wasserstoffkerne mit einer Geschwindigkeit von 0,7 der Lichtgeschwindigkeit genau so verhalten wie die Höhenstrahlung. Wird die gleiche Rechnung auf Elektronen angewandt, so führt das für β auf keine Werte, die kleiner als 1 sind. Für Heliumkerne ergibt die Rechnung das gleiche β wie für Protonen. Es sei jedoch bemerkt, daß eine Anwendung dieser Rechnung auf einen Heliumkern eigentlich nicht berechtigt ist, da ein Heliumkern, wie wir aus radioaktiven Untersuchungen wissen, nicht als lediglich positive Ladung aufgefaßt werden kann. So scheint nur der Wasserstoffkern in seinem Verhalten der Höhenstrahlung gleich zu sein. Die hohe Durchdringungskraft der Höhenstrahlung wird auch verständlich, wenn wir das Verhältnis der geringen Größe des Wasserstoffkerns zu seiner großen Masse mit demjenigen bei einem Elektron vergleichen. Es sei erwähnt, daß BOTHE und KOLHÖRSTER in einer kürzlich erschienenen Arbeit [Naturwiss. 17. April (1929)] experimentelle Hinweise für eine corpusculare Natur der Höhenstrahlung gefunden zu haben glauben. Diese eben entwickelte Betrachtung ließe es erklärlich erscheinen. Durch das Studium des Verhaltens der Höhenstrahlung in einem elektrischen und magnetischen Felde ließe sich die Richtigkeit dieser Ansicht experimentell nachprüfen.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, den 27. Mai 1929. A. K. DAS.

Gerichtete Telephonie mit ungedämpften 14-cm-Wellen.

Erfahrungsgemäß lassen sich außerordentliche Reichweiten mit Kurzwellen nur herab bis zu einer Wellenlänge von etwa 10 m erzielen. Bei kürzeren

Wellen ist die Reichweite im wesentlichen auf die „optische Sicht“ zwischen Sender und Empfänger beschränkt; das haben insbesondere die mit dem Flugzeug ausgeführten Versuche von Prof. H. FASSBENDER, Berlin, mit 3-m-Wellen gezeigt. Je kleiner nämlich die Wellenlänge wird, um so ungestörter kann sich die freie Raumwelle ausbilden. 14-cm-Wellen zeigen bereits ein Verhalten wie sichtbares Licht, so die Erscheinungen der geradlinigen Ausbreitung, der regelmäßigen Reflexion, der Brechung usw.¹ Das wichtige Problem des gerichteten Sendens bietet demnach im Gebiete der Wellen von Dezimeter Größe keine grundsätzlichen Schwierigkeiten. Zur Erzeugung einer derartigen Wellenstrahlung und zu deren Empfang baute der Verfasser mit Unterstützung der Süddeutschen Telephon-Apparate-Kabel- und Drahtwerke A.G. (TKD) Nürnberg besondere Dreielektrodenröhren. Mit diesen wurden gerichtete Telephonieversuche über eine Versuchsstrecke von rund 1400 m mit einer Welle von rund 14 cm durchgeführt. Unter günstigen Verhältnissen konnte sogar mit Lautsprecher klar empfangen werden. Da die Sende- und Empfangsapparatur vollständig gleichartig ist, so ist auch Telephonie mit wechselseitigem Gegensprechen möglich. Die Versuche werden in dieser Richtung unter Mitarbeit der Herren E. GERHARD und M. SEEBERGER fortgeführt. Gegenüber der früher entwickelten Lichttelephonie bietet diese gerichtete Ultra-Kurzwellen-Telephonie den Vorteil, daß sie von der wechselnden Beschaffenheit der Atmosphäre, wie es scheint, nicht gestört wird. Es ist daher zu erwarten, daß diese Ultra-Kurzwellen zu einem neuen wichtigen Hilfsmittel für das Signalwesen im Bereiche optischer Sicht werden.

Erlangen, den 27. Mai 1929.

K. KOHL.

Nachweis von Atomtrümmern aus Aluminium mit dem Röhrenelektrometer.

Vor einigen Jahren habe ich an dieser Stelle über Zertrümmerungsversuche an Aluminium mit Polonium als α -Strahler berichtet, bei denen durch Szintillationsbeobachtungen H-Strahlen aus Al nach vorne noch über 50 cm Luft gefunden wurden. Die Ausbeute betrug unter den gegebenen Versuchsbedingungen für 18 cm Rw. der H-Teilchen etwa 1 pro 10^6 , für 50 cm Rw.: 3 pro 10^8 α^* .

Nach eingehenden Versuchen mit dem Röhrenelektrometer von G. ORTNER und G. STETTER² an natürlichen H-Strahlen³ habe ich nun mit diesem Instrumente die erwähnte Untersuchung wiederholt und sie auf die Beobachtung von Atomzertrümmerung mit langsameren α -Teilchen ausgedehnt. Für α -Teilchen von 3,9 cm Rw. wurden die vorwärts aus entgastem Al ausgesprengten H-Strahlen bis zu 69 cm Luft-Äqu. verfolgt. Der Effekt ist bei 55 cm noch deutlich meßbar, und die aus den Ausschlagsgrößen des Saitengalvano-

¹ Diese klassischen Versuche von HEINRICH HERTZ wurden neben einigen anderen Versuchen vom Verfasser mit ungedämpften 14-cm-Wellen auf einer Gauvereinstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 16. Februar d. J. in Göttingen und anläßlich eines Ultra-Kurzwellen-Abends der Heinrich Hertz-Gesellschaft am 12. März d. J. in Berlin vorgeführt.

* E. A. W. SCHMIDT, Naturwiss. 14, 620 (1926); s. auch Z. Physik 42, 735 (1927).

² G. ORTNER und G. STETTER, Z. Physik 42, 721 (1929).

³ Eine ausführliche Mitteilung über diesen Gegenstand erscheint demnächst in der Z. Physik.

meters berechnete Menge von in der Kammer erzeugten Ionen zeigt, daß einige der registrierten Teilchen noch Restreichweiten bis 10 cm und darüber besitzen. Der direkte Nachweis über 60 cm durch Steigerung der Absorption ist mit den derzeit vorhandenen Mitteln exakt nicht möglich. Das geeignete Instrument zur Feststellung solcher seltenen Teilchen dürfte das HOFFMANNsche Elektrometer sein¹.

Was die Zahl der H-Teilchen anlangt, so wurden nur die langsameren zwischen 16 und 24 cm Rw. mit einer Anordnung untersucht, welche einen ungefähren Vergleich (strengere Winkelbedingung; Distanz 15 mm, Öffnung 3 mm) mit den zitierten Szintillationsversuchen erlaubt. Auch in diesem Punkte wurden die Ergebnisse der früheren Untersuchungen bestätigt.

Für höhere Absorptionen und die übrigen Beobachtungen wurde aus Ausbeutegründen mit vergrößertem Austrittswinkel der Sekundärstrahlung gearbeitet. Damit ändert sich natürlich auch die Reichweitenverteilung im H-Strahlenbündel vollkommen, so daß ein direkter Vergleich der Absorptionskurven mit denen älteren Datums sinnlos wäre. Zu vergleichenden Schätzungen diene folgende Angabe über die Versuchs-anordnung: Über dem Präparat (4 mm Durchmesser) befindet sich in 0,5 mm Abstand das Al in einer Blende von 6 mm Weite. 5 mm darüber verschließt ein Glimmer den evakuierbaren Teil der Anordnung, die mit Freilassung eines Spaltes für weitere Absorptionen an der Ionisationskammer mit 10 mm weiter Eintrittsöffnung befestigt ist. Der Gesamtabstand: Präparat-Verschluss-folie der Kammer beträgt 7,5 mm.

Setzt man die Zahl der mit dieser Anordnung bei 19 cm Rw. beobachteten Teilchen gleich 100, so beträgt sie für 30 cm Rw. etwa 50, für 55 cm ca. 7.

Für die Untersuchung mit langsameren α -Teilchen wurden unter das Al homogene Au-Folien eingelegt. Die Abnahme der schnellen H-Teilchen mit der Geschwindigkeit der α -Teilchen erfolgt sehr rasch. Bereits mit 3 cm Restreichweite der α -Teilchen ist bei 19 cm Rw. nur rund $\frac{1}{10}$ der mit α -Teilchen von 3,9 cm ausgelösten Atomtrümmer zu registrieren. Die Versuche wurden bis 2,15 cm Restreichweite der α -Teilchen fortgesetzt und geben für diesen Wert noch eben die Andeutung eines positiven Effektes über der Rw. der natürlichen H-Teilchen aus der Quelle (16 cm). Zur Kontrolle wurde das Al vollständig durch Au ersetzt, wobei stets noch eine Zahl von Teilchen bis über 20 cm übrigbleibt, deren Herkunft noch geprüft wird.

Ähnliche Messungen mit α -Strahlen unter 3 cm (bis 2,4 cm), jedoch unter Verwendung der Szintillationsmethode hat letzthin mit positivem Resultate C. PAWLOWSKI² ausgeführt. PAWLOWSKI benützt auch Au als Primärabsorption und gewinnt den unter 16 cm Rw. liegenden Teil seiner Resultate durch Differenzmessungen mit Au anstatt Al. Bei dem von mir verwendeten Präparate war die Zahl der unter 16 cm auftretenden Teilchen aus der Quelle (natürliche H-Strahlen, Atomtrümmer aus der Unterlage?) für einen solchen Vergleichsversuch zu groß.

Wien, II. Physikalisches Institut der Universität, den 28. Mai 1929. E. A. W. SCHMIDT.

Ein röntgenographischer Effekt beim Dauerbruch.

In einer früheren Arbeit³ hat der Unterzeichnete die

¹ Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. H. POSE, Halle, sind derartige Untersuchungen bereits im Gange.

² C. PAWLOWSKI, C. r. 188, 1284 (1929).

³ Z. Krystallogr. 65, 615 (1927).

Verbreiterung der letzten Debyelinien bei gewalzten Metallen und ihr Scharfwerden beim Glühen (die sog. van Arkel-Aufspaltung) untersucht. Weitere Überlegungen ließen erwarten, daß diese Aufspaltung auch bei einer Dauerbeanspruchung des gewalzten Metalls zu erkennen ist. Mit provisorischen Mitteln unternommene Versuche bestätigten diese Erwartung in überraschend deutlicher Weise. Starkgewalzte Kupfer- und Silberbleche wurden hin- und hergebogen, bis sie brachen. Aufnahmen der letzten Debyelinien von einer Stelle der Bleche, die unmittelbar neben der Bruchstelle lag, zeigten das K-Doublett der Kupferstrahlung mit großer Schärfe getrennt, ohne daß Körner zu erkennen waren. Aufnahmen des nicht gebogenen Endes der Bleche zeigten die bekannten verwaschenen Linien.

Zur weiteren Aufklärung des Effektes sind genauere Untersuchungen nötig, welche in Aussicht genommen sind.

Stuttgart, Röntgenlaboratorium an der Technischen Hochschule, den 30. Mai 1929. U. DEHLINGER.

Über eine Fiktion in der Geologie.

HANS VAHINGER hat in seiner „Philosophie des Als Ob“ (9. und 10. Aufl. 1927), „einem der wenigen Standardwerke der modernen Philosophie“ (L. BERTALANFFY) den häufigen Gebrauch von Fiktionen in den meisten Wissenschaften nachgewiesen. Fiktionen sind nach VAHINGER an sich falsche oder doch widerspruchsvolle Annahmen, die aber in der Praxis der Wissenschaft und des Lebens unentbehrlich sind. Im Bereich der Biologie hat dann JULIUS SCHULTZ ebenfalls den Gebrauch von Fiktionen dargetan („Die Grundfiktionen der Biologie“ 1920, in SCHAXELS Abhandl. zur theoret. Biol. H. 7). Erst vor kurzer Zeit hat TRENDELENBURG, Berlin, in den NATURWISSENSCHAFTEN auf zahlreiche, wichtige Fiktionen in der physiologischen Optik aufmerksam gemacht. Wahrscheinlich bedienen sich auch Geologie und Geophysik bei Erforschung der Erdgeschichte mancher Fiktion.

Eine solche, allen Geologen unentbehrliche Fiktion scheint mir der durch v. HOFF und LYELL herrschend gewordene, allgemein als Arbeitshypothese angesehene Aktualismus zu sein. Wir verstehen darunter den „Grundsatz, daß man nicht berechtigt ist, Vorgänge für die Vergangenheit anzunehmen, wenn man nicht entsprechende Vorgänge in der Gegenwart beobachten oder experimentell nachahmen kann“ (SALOMON). In dieser vorsichtigen, rein methodologischen Formulierung ist der Satz freilich nicht zu beanstanden. Meist wird aber, wesentlich dogmatischer, gesagt, daß die geologischen Kräfte (z. B. Vulkanismus, Gebirgsbildung) durch erdgeschichtliche Zeiten hindurch gleichartig geblieben seien. Die Veränderungen der Erdoberfläche sind also nicht das Werk katastrophaler Ereignisse (CUVIER, D'ORBIGNY), sondern Resultat einer allmählichen Summierung kleiner, auch heute noch wirkender Kräfte. Die Forschungsergebnisse des letzten Jahrzehnts widersprechen jedoch dieser Annahme.

Wie nämlich SALOMON, STILLE, SONDER, KOBER u. a. gezeigt haben, war der Verlauf der Erdgeschichte nicht so gleichmäßig, wie es der Aktualismus fordert. Zeiten ruhiger, stetiger Entwicklung (Evolutionsperioden) haben mit Epochen gewechselt, in denen das geologische Geschehen einen raschen, das Erdbild völlig umgestaltenden Verlauf nahm (Revolutionsperioden, Paroxysmen). Die geologischen Kräfte haben sich ferner in den Revolutionszeiten und in den älteren Zeiten der Erdgeschichte viel aktiver geäußert als in ruhigen Perioden, z. B. in der geologischen Gegenwart.

GOETHE hatte das vorausgesehen, in dem Aufsatz „Bildung der Erde“ (Weimarer Ausgabe II. Abt., Bd. 9) sagt er: „Man hat Ursache anzunehmen, daß in den ersten Epochen unserer Erdbildung alles Chemische und überhaupt alles Dynamische kräftiger und stärker wirksam gewesen“. Die neuere Forschung bestätigte diese Ahnung, indem sie aus der Allverbreitung (Ubiquität) der Faltung im Archaicum schloß, daß damals Dislokationen stärker und häufiger waren, daß sie vor allem nicht auf bestimmte Zonen beschränkt waren. Später (seit dem Paläozoicum) bildet sich der Gegensatz von stabilen und mobilen Zonen heraus. Erstere sind erstarrte alte Massen, die seit dem Kambrium im Stadium tektonischer Ruhe sind. Von da an ist der Lebensprozeß unseres Planeten an die mobilen, orogenetischen Zonen gebunden. Die heutigen Kettengebirge sind Beispiele für mobile, Kanada, Sibirien, Fennoskandia usw. für stabile Zonen. Ähnlich verläuft die Entwicklung des Vulkanismus: in der vorpaläozoischen Zeit werden mehr oder minder große Teile der Erdoberfläche von gewaltigen Magmamassen durchschmolzen, es fanden also Flächeneruptionen statt. In der jüngeren geologischen Zeit — vom Kambrium bis zum Tertiär — ist die vulkanische Tätigkeit räumlich mehr eingeschränkt: Die Eruptionen erfolgten aus einer Spalte, der Schmelzfluß ergoß sich zu beiden Seiten der Spalte und lagerte sich in mächtigen Decken ab (Spalteneruptionen). Eine weitere Einschränkung des Vulkanismus zeigen die heute vorherrschenden Schloteruptionen, deren bekanntestes Beispiel der Vesuv ist.

Die geologischen Kräfte haben sich also mindestens quantitativ im Lauf der Erdgeschichte geändert, sie sind — und damit die Lebensäußerungen der Erde überhaupt — schwächer geworden. Daß auch qualitativ andere, etwa kosmische Kräfte zeitweilig auf die Erde eingewirkt haben, ist durchaus möglich — man denke z. B. an einen Durchgang der Sonne mit ihren Planeten durch kosmische Nebel, an veränderte Stellung im Fixsternsystem überhaupt — doch bleiben derartige Vorgänge uns wohl immer unbekannt. Soviel ist jedoch klar, daß der Aktualismus keine Arbeitshypothese ist, denn zum Wesen einer Hypothese gehört, wie VAHINGER gezeigt hat, daß sie durch den weiteren Gang der Forschungen bestätigt wird, daß sie „verifizierbar“ ist. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Dies hindert nicht, daß sich der Forscher auch weiterhin der zwar sachlich nicht mehr berechtigten, aber praktisch nützlichen aktualistischen Annahme bedient. Nur muß er wissen, daß er mit einer Fiktion arbeitet, nicht mit einer Hypothese, daß er also im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen keine Bestätigung seiner Voraussetzung — gleiches Geschehen zu allen Zeiten — erwarten darf. Das mit Hilfe dieser fiktiven Voraussetzung rekonstruierte Bild einer vergangenen Epoche bedarf vielmehr der Berichtigung, wenn es sich zeigt, daß die geologischen Kräfte in dieser Zeit von den heutigen verschieden waren. Rein methodologische Erwägungen sind für den Feldgeologen also nicht ganz so unwichtig, wie es ihm zunächst erscheinen mag.

Leipzig, den 1. Juni 1929.

K. BERINGER.

Peroral wirksame Verbindungen des Insulins mit Gallensäuren.

Insulin bleibt bei oraler Darreichung völlig wirkungslos. Auch die Versuche, Insulin durch Kombination mit anderen Stoffen, wie Saponin, resorbierbar zu machen, bzw. seine Zerstörung im Magen-Darmkanal zu verhindern, und somit ein oral wirksames Insulinpräparat zu erhalten, führten zu keinem Erfolg. In

der Erwartung ein solch wirksames Produkt zu erhalten, versuchten wir eine Verbindung des Insulins mit Gallensäuren zu synthetisieren. Die Arbeiten von FREUDENBERG über die Acylierbarkeit des Insulins bestärkten uns in der Hoffnung, solche Gallensäurenverbindungen zu erhalten. In der Tat glückte es uns auch bei Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen in schwach alkalischem Milieu zu Kondensationsprodukten des Insulins mit Cholsäure und Desoxycholsäure zu gelangen. Diese Substanzen, die wir mit dem Namen Cholylininsulin und Desoxycholylininsulin bezeichnen, besitzen eine ausgesprochene Wirksamkeit bei peroraler Applikation; und zwar erwiesen sich perorale und subcutane Einverleibung in ihrem Effekt auf den Blutzucker nahezu gleich stark. In unseren sämtlichen Versuchen an 25 Kaninchen, 6 Hunden und 10 Menschen (teils stoffwechselgesund, teils Diabetiker) konnten wir jedesmal eine Blutzuckersenkung von im Mittel etwa 30% des Ausgangswertes beobachten, die einige Stunden anhielt.

Wie die FREUDENBERGSCHEN acylierten Insuline nur noch Bruchteile der Wirkung des ursprünglichen Insulins zeigen, so führt auch die Bindung des Insulins an Gallensäuren zu einer erheblichen Abschwächung der blutzuckersenkenden Wirkung. Sowohl bei peroraler wie subcutaner Darreichung sind recht große Dosen erforderlich, um diese Wirkung zu erzielen — umgerechnet auf das Ausgangsinsulin 200—300 Einheiten pro Dosi — so daß eine praktische Anwendung des Cholylininsulins in der Therapie einstweilen wegen des dadurch bedingten zu hohen Preises nicht in Frage kommt. Versuche, die Darstellung des Cholylininsulins zu verbilligen durch Verwendung von Pankreasrohextrakten an Stelle des bisher ausschließlich verwendeten Trockeninsulin-Schering, sind im Gange.

Über die Konstitution des Cholylininsulins lassen sich natürlich keine Angaben machen. Auch können wir nicht entscheiden, wie weit unser Präparat eine einheitliche Substanz darstellt, da wir auf seine weitergehende Reinigung verzichteten, und unser ganzes Material zum Studium der biologischen Eigenschaften einsetzten. Am wahrscheinlichsten scheint uns die Annahme einer Säureamidbindung zu sein, für die auch unsere Darstellungsweise spricht, die über Cholsäureacid, bzw. Desoxycholsäureacid führt, analog der Synthese der Glykocholsäure durch BONDY und MÜLLER. Daß es sich bei dem Cholylininsulin um eine wirkliche Verbindung zwischen Gallensäuren und Insulin handelt, und nicht etwa um eine „Insulincholeinsäure“, glauben wir damit bewiesen zu haben, daß Insulincholeinsäure, die wir nach der üblichen Darstellungsweise der Choleinsäuren aus Insulin und Natriumdesoxycholat bereitet haben, peroral völlig wirkungslos ist.

Eine ausführliche Beschreibung unserer Versuche erscheint an anderem Ort.

Kiel, Städtische Krankenanstalt, und Freiburg i. Br., Medizinische Universitätsklinik, den 3. Juni 1929.

BERNHARD STUBER. KONRAD LANG.

Zur Quantentheorie der Valenz.

Die bisherige Theorie der homöopolaren Valenz beruht auf dem Gedanken, daß die Bindungsenergie zwischen zwei Atomen in der Hauptsache die quantenmechanische Kopplungsenergie zwischen den Spinvektoren (Austauschenergie) ist. Das Auftreten dieser Kopplungsenergie ist an das Vorhandensein einer Entartung (Austauschentartung) geknüpft. Indessen kann hierdurch nicht die Gesamtheit der chemischen Tatsachen gedeutet werden. Zum Beispiel wäre ein O_2 -

Molekül nicht möglich. Von den 4 äußeren Elektronen eines O-Atoms bilden zwei ein Paar mit antiparalleler Spinrichtung ($\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$). Man kann leicht einsehen, daß die Wechselwirkung dieses Paares ($\uparrow\downarrow$) mit den Elektronen eines zweiten O-Atoms die Bindung, die durch die beiden anderen Elektronen ($\uparrow\uparrow$) besorgt wird, *zerstört*. Ähnliches gilt a fortiori von den Halogenen. Andererseits hat die bisherige Valenztheorie im allgemeinen nur Fälle betrachtet¹, bei denen außer der Austauschentartung keine weitere Entartung vorliegt. Dies ist aber für die Elemente der Sauerstoff- und Halogengruppe nicht der Fall. Sie befinden sich normal in

¹ Vgl. jedoch E. HYLLERAAS, Z. Physik 51, 150 (1928) und E. C. KEMBLE und C. ZENER, Physic. Rev. 33, 512 (1929).

P-Zuständen, (*Bahnimpuls* $l = 1$), was eine Entartung der magnetischen Quantenzahl bedeutet. Rechnungen des Verfassers zeigen, daß die Berücksichtigung dieser Entartung zu Kopplungsenergien zwischen den *Bahnimpulsen* l führt, die von der gleichen Größenordnung sind, wie die Austauschenergien. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sie ebenfalls zur Molekülbildung führen können. Außer den bisher betrachteten Spinvalenzen gibt es also noch eine *zweite Art Valenz*, *l-Valenz*, die den Atomen mit $l > 0$ zukommt. Jede Valenz kann nur gegen Valenzen der gleichen Art abgesättigt werden. Allerdings scheinen die Verhältnisse hier komplizierter zu liegen als bei den Spinvalenzen. Eine ausführlichere Mitteilung dieser Überlegungen wird später erfolgen.

Göttingen, Institut für theoretische Physik, den
8. Juni 1929. W. HEITLER.

Besprechungen.

MÜLLER-POUILLETS Lehrbuch der Physik. II. Auflage. 5. Band. Erste Hälfte: *Physik der Erde*, herausgegeben von ALFRED WEGENER unter Mitwirkung von G. ANGENHEISTER, H. BENNDORF, H. V. FICKER, B. GUTENBERG, H. HESS, V. F. HESS, A. NIPPOLDT, H. THORADE, A. WEGENER und A. WIECHERT. XVIII, 840 S., 341 Abb. und 7 Taf. Preis geh. RM 49.—, geb. RM 53.—. Zweite Hälfte: *Physik des Kosmos* (einschl. Relativitätstheorie), herausgegeben von AUGUST KOPFF unter Mitwirkung von P. TEN BRÜGGENCATE, R. EMDEN, K. GRAFF, J. HELLERICH, J. HOPMANN, H. KIENLE, E. VON DER PAHLEN und C. WIRTZ. XII, 595 S., 139 Abb. und 14 Taf. Preis geh. RM 36.—, geb. RM 39,50. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges. 1928. 16×24 cm.

Das Lehrbuch der Physik von MÜLLER-POUILLET hat von jeher das Verdienst gehabt, den Übergang von den einführenden Lehrbüchern der Physik zu den großen Handbüchern zu bilden, und dieses Verdienst hat es noch immer, wenn es sich jetzt auch unverkennbar einem Handbuch der Physik nicht unerheblich genähert hat. Aber die Form der Darstellung ist nahezu die frühere geblieben, und da das Darstellungsgebiet wesentlich erweitert worden ist, so bildet die neue Auflage des MÜLLER-POUILLET ein neues literarisches Hilfsmittel für den Physiker, das an Bedeutung über die früheren Auflagen wesentlich hinausgeht. Ganz besonders bemerkbar wird das an dem 5. Bande des Werkes, dessen erster Teil die Physik der Erde und dessen zweiter Teil die Physik des Kosmos behandelt. Im allgemeinen neigen die Physiker nicht sehr dazu, sich mit Geophysik oder mit Meteorologie, ja sogar mit der Astrophysik zu beschäftigen, und mit der „allgemeinen Bildung“ des Physiklers ist es in dieser Hinsicht daher meist schlecht bestellt. Freilich liegt das bis zu einem gewissen (und recht hohen) Grade daran, daß es an den geeigneten Darstellungen fehlt. Eine popularisierende ist hier ebensowenig am Platz wie eine Darstellung, die im Grunde genommen zuviel voraussetzt, und daher kommt es auch, daß im allgemeinen in den Lehrbüchern der Physik, die von Physikern geschrieben werden, gewöhnlich nicht einmal die Grundbegriffe der Geophysik, der Meteorologie und der Astrophysik zu finden sind. Die von AUGUST KOPFF, dem Direktor des Astronomischen Recheninstitutes, und von ALFRED WEGENER, dem Urheber der Theorie von der Verschiebung der Kontinente, herausgegebenen Teile des MÜLLER-POUILLET kommen hier einem tatsächlichen Bedürfnis entgegen. Der Astronomie und der Astro-

physik haben die Physiker seit der Aufstellung der Relativitätstheorie und der Anwendung der Atomtheorie auf den Aufbau der Sterne ein erhöhtes Interesse entgegengebracht, und der von KOPFF herausgegebene Teil wird daher von allen, namentlich an der Spektroskopie interessierten Physikern mit Freude begrüßt werden. Ganz besondere Erwähnung verdient die Darstellung der Relativitätstheorie durch den Herausgeber selbst. Freilich ist nicht recht einzusehen, warum die Relativitätstheorie in diesem Bande behandelt wird, und der Herausgeber hat wohl auch einen Einwand hiergegen erwartet, denn er versucht in der Einleitung, die Einordnung an dieser Stelle zu rechtfertigen. Aber gleichviel, ob die Einordnung hier berechtigt ist oder nicht, die Darstellung ist so übersichtlich und verständlich, daß die Einwendungen dagegen belanglos sind. Von ebenso großer Bedeutung als literarisches Hilfsmittel für den Physiker wie die Physik des Kosmos ist die Physik der Erde. Gerade hier kann von „allgemeiner Bildung“ des Physiklers kaum noch die Rede sein. Im allgemeinen weiß er von dem Erdmagnetismus nicht mehr, als was er im Kolleg über Experimentalphysik gehört hat, und das ist so gut wie nichts, und von der Meteorologie weiß er nicht viel mehr als die theoretischen Grundlagen der Hygrometrie, von der Optik der Atmosphäre weiß er so gut wie nichts und von der Lufterlektrizität nicht viel mehr. Die Lektüre der beiden Teile des 5. Bandes vom MÜLLER-POUILLET wird ihm hier in der bequemsten und nützlichsten Weise die erforderlichen Kenntnisse vermitteln, der Band verdient deswegen die eindringlichste Empfehlung.

A. BERLINER, Berlin.

HOUBEN, J., *Das Anthracen und die Anthrachinone mit den zugehörigen vielkernigen Systemen*. Leipzig: Georg Thieme 1928. XXIII, 890 S. 17×26 cm. Preis geh. RM 85.—, geb. RM 90.—.

In der Entwicklung der Chemie der Anthracen- und Anthrachinonderivate kann man, wenn man von den Vorarbeiten von LAURENT u. a. absieht, zwei Perioden unterscheiden. Die erste setzt im Jahr 1868 ein mit den denkwürdigen Arbeiten von GRÄBE und LIEBERMANN und der diesen Forschern gelungenen epochemachenden Synthese des Alizarins, des wesentlichen Bestandteiles der Krappwurzel. An diese Arbeiten schloß sich rasch eine große Industrie und eine intensive wissenschaftliche Bearbeitung des Gebietes, die aber ziemlich bald zu einem gewissen Stillstand kam, so daß in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts das Gebiet in zünftigen Kreisen als ziemlich erschöpft galt.

Um das Jahr 1890 herum aber kam plötzlich, und

zwar diesmal von der Industrie ausgehend, durch Auffinden ganz neuartiger Reaktionen ein ungeahnter und gewaltiger neuer Aufschwung. In dieser zweiten Periode setzte eine Entwicklung ein, welche die erste weit hinter sich ließ und bis zum heutigen Tage angehalten hat.

Diese neue Entwicklung fand, neben dem Erscheinen einer Anzahl von sehr wichtigen Farbstoffen, zunächst ihren Ausdruck in einer außerordentlich großen Zahl von Patenten, denen bald wissenschaftliche Veröffentlichungen mannigfaltiger Art folgten. So ist das Gebiet im Laufe der Jahre zu einem ungeheuren Umfang angewachsen, nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Hinsicht, denn, wie der Verfasser in seinem Vorwort richtig bemerkt, „handelt es sich in der Anthrachinonchemie um viel mehr wirklich neue grundlegende Reaktionen als z. B. bei den Azofarbstoffen“. Und gerade dieser Umstand gestaltet das Gebiet für den reinen Wissenschaftler mindestens ebenso interessant wie für den Techniker.

Die Anthrachinonchemie hat einen derartigen Umfang angenommen, daß es sogar Spezialisten auf dem Gebiet nicht leicht fällt, alles gleichmäßig in den Einzelheiten zu beherrschen. Um so schwieriger ist dies für einen Anfänger oder einen dem Gebiet ferner Stehenden. Wer sich etwas näher orientieren wollte, war bisher angewiesen auf die „Fortschritte der Teerfarbenfabrikation“ von FRIEDLÄNDER (fortgesetzt von H. E. FIERZ-DAVID), wo in den einzelnen Bänden die Einleitungen zum jeweiligen Abschnitt „Anthrachinonfarbstoffe“ im allgemeinen recht gut abgefaßt sind. Dann erschien das an und für sich ausgezeichnete, zum Teil aber nicht recht übersichtliche und in bescheidenerem Rahmen gehaltene englische Buch von DE BARRY-BARNETT „Anthrachinon and Anthraquinone“, dem sich in neuester Zeit das Werk von H. E. FIERZ-DAVID „Die künstlichen organischen Farbstoffe“ zugesellt hat, in welchem die Anthrachinonfarbstoffe etwas ausführlicher behandelt sind, als sonst in derartigen Werken.

Ein einigermaßen vollständiges Hand- und Nachschlagebuch fehlte bisher gänzlich. Der „Beilstein“, in welchem ja alles, was veröffentlicht wurde, registriert ist, leidet an dem Übelstand, daß infolge der Anordnung des Stoffes die Anthracen- und Anthrachinonderivate auf einer ganzen Anzahl von Bänden verteilt sind, so daß mancher nur ungerne seine Zuflucht dazu nimmt.

Diesem recht fühlbaren Mangel hat Professor HOUBEN nun mit großer Sachkenntnis in vortrefflicher Weise abgeholfen, und von vornherein sei gesagt, daß sein umfangreiches Werk ein großes uneingeschränktes Lob verdient. Alle, welche mit dem darin behandelten Gebiet zu tun haben, in Wissenschaft und Technik, werden dem Verfasser für seine äußerst fleißige und gewissenhafte Arbeit zu aufrichtigem Dank verpflichtet sein. Das Buch wird ihnen nicht nur ein wertvolles tägliches Hilfsmittel sein, sondern auch eine Fülle von Anregungen zu weiteren Arbeiten geben, und dies wird sicher auch der Fall sein für solche, welche sich mit dem Gebiet nicht besonders befaßt haben.

Das Buch bringt alles Wesentliche, was bisher in Zeitschriften und deutschen Patenten veröffentlicht worden ist, nebst recht vollständigen Literaturangaben. Der Verfasser hat sich aber nicht etwa auf eine bloße Kompilation beschränkt, sondern durch sachkundige Zusammenfassungen und allgemeine Betrachtungen sein Werk zu einem gut lesbaren, recht anregenden Hand- und Lehrbuch gestaltet. Nach einem Abschnitt „Allgemeines“ folgen Anthracen und Dianthryl, dann die Chinone des Anthracens und der Dianthryle

und ihre „einfachen“ Derivate, welche, wie z. B. bei den Anthrimiden, schon recht kompliziert sind, und endlich folgt der Abschnitt über die „kondensierten Systeme“, zu welchem so zahlreiche wichtige Küpenfarbstoffe gehören. Zum Schluß folgt noch ein kleines Kapitel über „Radikale der Anthracenreihe“.

Sehr nützlich und bequem sind die zahlreichen Tabellen und Schemata. Lobend ist anzuerkennen, daß in dem vorzüglich ausgestatteten Buch mit voll ausgeschriebenen Strukturformeln nicht gespart worden ist, was das Lesen sehr erleichtert.

In seinem Vorwort berührt der Verfasser die Frage, daß die Industrie ihren Chemikern und Mitarbeitern im allgemeinen wissenschaftliche Publikationen nicht gestattet. Jeder Kundige weiß oder hat wenigstens eine Ahnung davon, welche Fülle streng wissenschaftlicher Arbeit in der Industrie geleistet wird, namentlich seit neben den „Erfindungslaboratorien“ auch „Forschungslaboratorien“ bestehen. Dem Referenten wurde aus Hochschulkreisen öfter gesagt, wie schade es sei, daß diese Ergebnisse nicht veröffentlicht würden. Man mag es vom wissenschaftlichen Standpunkt und auch im Interesse der vielen daran beteiligten „unbekannten Chemiker“ bedauern, daß diese wertvollen Arbeiten, mit welchen man Bände der „Annalen“ auf Jahre hinaus füllen könnte, in den Archiven der Fabriken begraben bleiben. Man kann es aber der Industrie wirklich nicht verdenken, daß sie, namentlich in heutiger Zeit, die unter schweren Opfern an Geld, Zeit und Arbeit erworbenen Resultate nicht der ausländischen Konkurrenz preisgibt und dadurch sich selbst und das eigene Volk schädigt.

Die Industrie hat übrigens trotzdem einen großen Anteil an den veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar gerade auf dem Gebiet der Anthrachinonderivate. Manche wichtige, von Hochschuldozenten publizierte Arbeiten sind auf Veranlassung der Industrie und mit ihrer Unterstützung oder in direkter Anlehnung an Patente gemacht worden, und viele in den Hochschullaboratorien auf diesem Gebiet ausgeführte Arbeiten wurden nur dadurch ermöglicht, daß die Industrie die sonst kaum zugänglichen Ausgangsmaterialien in liberalster Weise zur Verfügung gestellt hat. Außerordentlich viel wertvolles wissenschaftliches Material ist in den Patenten der Industrie veröffentlicht worden, mehr als für den Zweck der Patentierung notwendig gewesen wäre, denn Patentschriften sind an und für sich keine wissenschaftlichen Publikationen und brauchen es nicht zu sein, da ihr Zweck und die bei ihrer Abfassung maßgebenden Gesichtspunkte auf einem ganz anderen Gebiet liegen.

Die Zurückhaltung der Industrie erstreckt sich aus dem vorhin angedeuteten Grunde naturgemäß auch auf die Bekanntgabe der Darstellungsverfahren und der Konstitution der von ihr in den Handel gebrachten Farbstoffe, und daher kommt es, daß in dieser Hinsicht sich in der Literatur manche nicht stimmende Angaben befinden. Auch das vorliegende Werk ist davon nicht frei, ebensowenig wie das obenerwähnte Buch von FIERZ-DAVID, oder die „Enzyklopädie der Küpenfarbstoffe“ von H. TRUTWIN, die Farbstofftabellen von SCHULTZ, der englische „Colour Index“ usw.

Der eigentliche Wert des HOUBENSCHEN Werkes wird aber dadurch nicht im geringsten beeinträchtigt, ebensowenig wie durch die zum Teil überholten Zusätze von Professor ILJINSKY. Referent kann das oben ausgesprochene uneingeschränkte Lob nur wiederholen und dem Werk den Erfolg wünschen, den es verdient.

ROBERT E. SCHMIDT, Elberfeld.

REICHENBACH, HANS, *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*. Berlin: W. de Gruyter & Co. 1928. VI, 380 S., 50 Abbild. und 1 Taf. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.—.

Die neuere Entwicklung der Raum-Zeit-Lehre, die mit den Untersuchungen der Mathematiker über die nicht-euklidische Geometrie einsetzte und in unserer Zeit durch die Annahme der allgemeinen Relativitätstheorie durch die Physiker zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, hat zu einem System von Erkenntnissen geführt, das sich nunmehr als ein einheitliches Lehrgebäude darstellen läßt. Dieses Gebäude trägt einen wesentlich philosophischen Charakter, weil allgemeinste Begriffe der Physik in ihm zur Klärung gelangen, die von jeher das bevorzugte Hauptgebiet erkenntnistheoretischer Betrachtungen bildeten. Eine Reihe von Forschern — Mathematiker, Physiker und Philosophen — hat daran gearbeitet, dieses Lehrgebäude durch logische Analyse der Fundamente und des gegenseitigen Zusammenhanges zu vollenden; zu diesen gehört auch REICHENBACH selbst, der Verfasser des vorliegenden Buches. Es stellt ein wirkliches Lehrbuch dar, in welchem man sämtliche Probleme der philosophisch-mathematischen Raum-Zeit-Lehre erörtert findet, deren Behandlung früher in den verschiedensten Einzelarbeiten zerstreut war. In der Vollständigkeit und Abgeschlossenheit, mit der alle diese Fragen untersucht und beantwortet werden, liegt das Hauptverdienst dieses vortrefflichen Buches. Niemand war besser befähigt es zu schreiben als REICHENBACH, denn seine eigenen Arbeiten beschäftigten sich alle mit den Grundlagen, auf denen das ganze System ruht, und den letzten Verbindungen, die es zusammenhalten. Man kann sagen, daß im allgemeinen die vom Verfasser dargestellten Lehren in demselben Sinne als endgültige Erkenntnisse und gesicherter Besitz der Wissenschaft gelten dürfen, wie das bei irgendeinem mathematischen Lehrbuch der Fall ist, und nur in bezug auf einige Grenzfragen wäre dieses Urteil einzuschränken. Vermöge der restlosen Klarheit und der großen Ausführlichkeit, die das Buch auszeichnen, stellt es zugleich eine leicht lesbare Einführung dar und eine abschließende Darstellung der neuen Errungenschaften des Gebietes. Für den Studierenden, dem es nicht auf die historische Entwicklung der Gedanken ankommt, sondern der die Gedanken selbst kennenlernen und verstehen und würdigen möchte, ersetzt das Werk die Lektüre der berühmten Arbeiten von HELMHOLTZ, POINCARÉ usw. Die eigenen Arbeiten des Verfassers haben ihn zu manchen sehr glücklichen Begriffsbildungen geführt, mit deren Hilfe eine sehr einfache Formulierung der wichtigen logischen Unterscheidungen erreicht wird, von denen das Verständnis und die Lösung der Raum-Zeit-Fragen abhängt. Dem Zweck des Buches entsprechend ist ein genaues Eingehen auf die Einzelheiten logischer Analysen und Beweise, wie sie REICHENBACH etwa in seiner „Axiomatik der Raum-Zeit-Lehre“ durchgeführt hat, hier vermieden worden, ohne daß dadurch die Exaktheit der Gedankengänge gelitten hätte. Es ist vielmehr die Strenge der Betrachtungen und ihre außerordentlich klare Gliederung ein besonderer Vorzug des Werkes. Es ist mit großer Freude an der Exaktheit geschrieben und wird sicherlich von den Naturforschern, und hoffentlich auch von den Philosophen, mit der gleichen Freude gelesen werden. Sympathisch und treffend sind die Ausführungen der Einleitung, in der REICHENBACH das Wesen der naturphilosophischen Betrachtungen in ihrem Verhältnis zur Naturwissenschaft charakterisiert. Jedenfalls ist es ihm geglückt, die Aufgabe zu lösen, die er dem Buche selbst mit folgenden Worten gestellt

hat: „Es will den Schatz an philosophischen Ergebnissen, der sich als Gemeingut der exakt-philosophischen Richtung herausgebildet hat und bereits so etwas wie eine gemeinsame Tradition bildet, zusammenfassend darstellen und doch auch darüber hinaus neue Wege gehen, zu denen eine unablässige Analyse der mathematischen Naturerkenntnis den Verfasser geführt hat.“ Das ausgezeichnete Werk verdient einen großen Leserkreis, denn es kann viel zur Verbreitung wichtiger Einsichten und auch zur Aufklärung häufiger Mißverständnisse beitragen.

M. SCHLICK, Wien.

BRIDGMAN, P. W., *The logic of modern physics*. New York: Macmillan Company 1927. XI, 228 S. 15 × 22 cm. Preis § 2.50.

Der Verfasser, Professor der Mathematik und natural history an der Harvard-Universität, hat die wichtigsten modernen Gedanken zur philosophischen Begründung der Physik in sich aufgenommen und in gewisser Weise auf die Spitze getrieben. Das physikalische Material durchaus beherrschend und von einem hohen Standpunkte betrachtend, ist es ihm geglückt, einen lebendigen Beitrag zur Philosophie der exakten Wissenschaft zu liefern, der auch in Europa mit Genuß und Gewinn gelesen werden wird. Die philosophische Einstellung BRIDGMANS, die man etwa als einen positivistischen Pragmatismus charakterisieren könnte, setzt ihn in den Stand, im allgemeinen viel Klärendes und Verständiges über das Wesen physikalischer Begriffe und Methoden zu sagen. Der Hauptpunkt, der dabei im Zentrum seiner Betrachtungen steht, ist das, was er den „operational character“ der Begriffe nennt, d. h. die Eigentümlichkeit der physikalischen Begriffe, das Produkt oder Resultat gewisser experimenteller Verfahrensweisen zu sein. In der Tat bekommen die Begriffe nur durch die Handlungen des Experimentators einen Sinn und hören auf, eine Bedeutung zu haben, wenn man sie von allen Versuchen und Beobachtungen losgelöst zu betrachten sucht. Dieser Gedanke ist uns ja in der modernen Physik geläufig; sie hat den alten Satz des Empirismus, daß Begriffe nur insofern eine Bedeutung haben, als sie in der Erfahrung aufgewiesen werden können, längst dahin spezialisiert, daß ihnen die Bedeutung durch den Akt des *Messens* verliehen wird. Der Verfasser beginnt seine Ausführungen damit, daß er auf die Relativitätstheorie hinweist, zu der EINSTEIN durch die Einsicht in den operationalen Charakter der Raum- und Zeitbegriffe gelangt sei. Wirklich sind wir seither gewöhnt, alle physikalischen Begriffe aufs genaueste darauf zu prüfen, welchem experimentellen Befunde sie entsprechen, und ihnen keinen anderen Inhalt zu geben als den, der sich durch direkte Beobachtung prüfen läßt. BRIDGMAN glaubt diese Einsicht so formulieren zu können, daß er sagt, der Begriff sei *gleichbedeutend* mit der entsprechenden Gruppe von Operationen. Diese Formulierung erscheint mir aber deswegen unhaltbar, weil sie keine Rechenschaft gibt von der vielleicht wichtigsten Tatsache der exakten Naturerkenntnis überhaupt: daß nämlich gänzlich verschiedene Operationen doch zu ein und derselben Maßzahl führen können, und daß die Physik einen Begriff sogar erst dann als legitim ansieht, wenn seine Maßzahl in dieser Weise als Kreuzungspunkt verschiedener Meßhandlungen sich ergibt. Wäre der Inhalt eines Begriffes wirklich *gar nichts* anderes als die Operation, die zu ihm führt, so wäre es unmöglich, eine Größe auf mehreren verschiedenen Wegen zu messen, denn es wäre dann ja nicht *dieselbe* Größe. Dies ist auch in der Tat BRIDGMANS Meinung. Er folgert daraus, daß z. B. der Begriff einer ultramikroskopischen Länge, sagen wir von 10^{-10} cm, eine prinzipiell andere

Bedeutung habe als eine durch direktes Anlegen eines Meterstabes zu messende Länge. Mag man dies noch gelten lassen, so wird man sich doch unmöglich zu der Ansicht entschließen können, daß irgendeine Entfernung auf der Erdoberfläche, die durch direktes Anlegen einer Meßkette festgestellt wird, etwas prinzipiell anderes sei, als wenn man sie durch optische Beobachtungen trigonometrisch ausmißt. Nein, wenn es auch wahr ist, daß ein physikalischer Begriff allein durch experimentelle Operationen bestimmt wird, so besteht sein Sinn doch nicht in diesen Operationen selbst, sondern in gewissen Invarianten an den Operationen. Bringt man diese Korrektur an dem Grundgedanken des Verfassers an, so erscheint zwar vieles in seinem Buche in andern Lichte, aber die meisten seiner Betrachtungen behalten ihren Wert und ihre klärende, anregende Wirkung. BRIDGMAN glaubt, daß die strenge Durchführung des operationalen Gesichtspunktes uns noch manche Überraschungen bringen und für den Fortschritt der Physik von direkter positiver Bedeutung werden könnte, ähnlich wie er es für die Relativitätstheorie geworden ist. In dem Buche beschränkt er sich fast durchweg darauf, in großen Zügen die Richtung anzugeben, in welcher man zu einer operationalen Analyse physikalischer Grundbegriffe, wie z. B. der Kausalität, der Identität, der Geschwindigkeit, der thermodynamischen und elektrischen Grundbegriffe, gelangen sollte. In der Analyse selbst hält er oft mit dem Bemerkten ein, daß die weitere Entwirrung sehr kompliziert sein dürfte und sich noch nicht klar überblicken lasse. Dabei sind aber einige derartige Analysen schon viel weiter durchgeführt (z. B. in den axiomatischen Untersuchungen REICHENBACHS), und sie sind keineswegs so schwierig, wie es BRIDGMAN an einigen Punkten erscheint.

Das Buch ist sehr klar und lesbar geschrieben, es bildet eine stets fesselnde Lektüre. Seine kritisch skeptische Haltung, wenn man auch den Resultaten manchmal nicht zustimmen kann, ist im ganzen doch sehr gesund und wohl geeignet, die echte Freiheit des Denkens in der Physik zu fördern und verstecktem Dogmatismus entgegenzuwirken. M. SCHLICK, Wien.

CARNAP, RUDOLF, **Der logische Aufbau der Welt.**

Versuch eines Konstitutionssystems der Begriffe.
Berlin-Schlachtensee: Verlag Dr. W. Benary (früher Weltkreis-Verlag) 1928. XII, 290 S. Preis geh. RM 10.50, geb. RM 12.75.

Das Studium dieses einzigartigen Buches kann ich den Lesern der NATURWISSENSCHAFTEN kaum warm genug empfehlen. Es wird ihnen die Überzeugung geben, daß die alte Sehnsucht aller ernstesten Forscher und Denker nach einer strengen, un widersprechlichen Methode des Philosophierens tatsächlich erfüllbar ist, ja — wenn man das Werk als Zeichen der Zeit ansehen darf — in der Gegenwart bereits auf dem besten Wege zur Erfüllung sich befindet. Es handelt sich um eine sehr große Angelegenheit, die jeden theoretisch Interessierten angeht, jeden, der nach einer klaren Weltanschauung strebt. Die Gedanken, durch die das Werk eine exakte Philosophie aufzubauen unternimmt, sind im Prinzip nicht neu. Sie gehen hauptsächlich auf LEIBNIZ zurück, auf dessen Mathesis universalis, für die nach manchen vergeblichen Versuchen eine mögliche und brauchbare Form durch die *neue Logik* gefunden wurde. Diese neue Logik ist bekanntlich im wesentlichen ein Werk der Mathematiker und wurde von ihnen unter dem Zwange geschaffen, in den die Grundlagenkrise ihrer eigenen Wissenschaft sie versetzt hatte. Auf diese Weise entstand das System der mathematischen Logik oder Logistik, das in relativ voll-

kommener Form von RUSSELL und WHITEHEAD entwickelt wurde, und dessen Grundgedanken nun das Hilfsmittel bilden, mit dem CARNAP arbeitet. Es kommt dabei nur auf diese Grundgedanken an und natürlich nicht auf die logistische Zeichensprache, die CARNAP auch nur nebenher und beispielsweise und mit den nötigen Erklärungen verwendet, ohne also im übrigen dem Leser die Bekanntschaft und Beschäftigung mit dem Formalismus zuzumuten. Diese Methode wurde bisher fast nur zur Analyse der mathematischen Begriffe angewendet; CARNAP unternimmt es mit Glück, ihre Fruchtbarkeit für die Begriffe der Wissenschaft überhaupt nachzuweisen.

Was leistet nun die Methode? Zunächst zeigt sie den Weg zu einer völlig scharfen Definition der wissenschaftlichen Begriffe. Die Philosophie, deren Grundbegriffe ja zugleich die allgemeinsten Begriffe der Wissenschaften sind, leidet von jeher darunter, daß die Worte, die in ihren Sätzen auftreten, keine streng umschriebene Bedeutung haben, so daß der Philosoph oft gar nicht weiß, wovon er eigentlich redet. Die exakte Definition aller Begriffe der Wissenschaften geschieht nun dadurch, daß sie (bzw. die durch sie bezeichneten Gegenstände) in ein „Konstitutionssystem“ eingeordnet werden. Dieses System ist nichts anderes als ein Stammbaum der Begriffe oder Gegenstände, in welchem jeder Gegenstand durch eine Definition auf andere zurückgeführt wird derart, daß schließlich sämtliche Begriffe des Systems aus ganz wenigen an der Spitze stehenden Grundbegriffen abgeleitet erscheinen. Die Zurückführung eines Begriffes *a* auf andere *b*, *c*, *d* besteht darin, daß eine Methode angegeben wird, jeden Satz über *a* in einen anderen von gleicher Bedeutung umzuformen, in dem nur *b*, *c*, *d* vorkommen; und diese Umformungen geschehen im wesentlichen durch die Mittel der RUSSELLSchen Relationstheorie. Die Grundgegenstände des Systems, aus denen alle übrigen durch Definition konstituiert werden, können mit einer gewissen Willkür gewählt werden; der Verfasser benutzt in seinem Buche als Basis des Konstitutionssystems das unmittelbar „Gegebene“, die Erlebnisse, und so wird die Aufstellung des Systems zugleich zu einer Analyse der Wirklichkeit, denn sie zeigt, wie alle Gegenstände der wirklichen Welt aus dem unmittelbar Gegebenen sich aufbauen, und bringt damit die logische Lösung einer Aufgabe, die seit langem das wichtigste Postulat der „positivistischen“ Philosophie (z. B. МАСН) gebildet hatte. Es ist eine der schönsten und interessantesten Leistungen des Buches, daß es den Weg aufzeigt und zum großen Teil durchmißt, auf dem man von jener Basis aus zu den Grundbegriffen der Psychologie, der Naturwissenschaften und der Geisteswissenschaften gelangt.

Es scheint zunächst, als sei mit alle dem nur eine Vorarbeit geleistet, eine Klärung der Begriffe, welche die notwendige Bedingung aller strengen Erkenntnis bildet — es zeigt sich aber (und dies ist meines Erachtens einer der allerwichtigsten Punkte, durch dessen Anerkennung sich die Philosophie der Zukunft von derjenigen der Vergangenheit am deutlichsten unterscheiden wird), daß durch die vollständige Klärung der Grundbegriffe die Lösung der philosophischen Probleme nicht etwa bloß vorbereitet wird, sondern daß diese Probleme selbst verschwinden in dem Maße, in dem jene Klärung fortschreitet. Die großen philosophischen Probleme entstehen aus der Verschwommenheit der Begriffe, die zu falschen Fragestellungen führt. Durch die logischen Methoden der Konstitution werden die Fragen entweder richtig gestellt und dadurch zu Problemen der Spezialforschung, welche sie mit fort-

schreitender Erkenntnis lösen wird, oder sie werden als sinnlos entlarvt, und ihre Lösung besteht dann eben darin, daß ihre Sinnlosigkeit erkannt wird. Dies letzte ist das Schicksal aller „metaphysischen“ Probleme.

Die vorstehenden kurzen Bemerkungen konnten nur auf einige Hauptgedanken des überaus vielseitigen und reichhaltigen, dabei aber systematisch geschlossenen Werkes hinweisen und nicht alle Vorzüge herausheben, die das Buch nach meiner Ansicht wirklich zu einem

Markstein in der gegenwärtigen Philosophie machen, selbst wenn viele seiner Gedankengänge im einzelnen noch der Ergänzung und Verbesserung bedürfen sollten. Da das Buch zudem mit einer ganz außerordentlichen Klarheit geschrieben ist, durch die auch schwierige Dinge fast spielend klar werden, so darf man ihm einen bedeutenden Einfluß auf die künftige Entwicklung der Erkenntnistheorie prophezeien.

M. SCHLICK, Wien.

Aus den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1928.

[Gesamtsitzung = (G.). Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse = (Phys.-math. Kl.).]

19. Januar (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr NERNST legte eine Mitteilung vor: **Über die Berechnung der elektrolytischen Dissoziation aus der elektrischen Leitfähigkeit.** Es wird der Nachweis geführt, daß die Assoziationsgrade von nach dem Typus des Chlorkaliums zusammengesetzten Elektrolyten für gewisse einfache Fälle auch in der Änderung der molekularen Leitfähigkeit in deutliche Erscheinung treten, und zwar in denselben Beträgen, wie sie vom Verf. kürzlich aus den Verdünnungswärmen und den Gefrierpunktsdepressionen berechnet worden sind. Damit sind also die in neuerer Zeit vielfach zu Unrecht angefochtenen Grundformeln der elektrolytischen Dissoziationstheorie, natürlich unter Berücksichtigung des DEBYE-Effekts, d. h. der elektrostatischen Wechselwirkung der Ionen, wieder zu ihrem Rechte gekommen.

Herr WARBURG sprach über die **Photolyse von Jodwasserstofflösungen in Hexan und in Wasser** nach Versuchen mit Herrn Dr. W. RUMP. IH-Lösungen in Hexan folgen dem Äquivalentgesetz von EINSTEIN, bei wässrigen Lösungen nimmt die pro absorbierte g-cal. zersetzte Zahl von Molen IH (Φ) 1. entgegen dem Äquivalentgesetz mit wachsender Wellenlänge ab, 2. mit abnehmender Konzentration stark ab. Die Ursache von 2. ist die elektrolytische Dissoziation der wässrigen Lösung. Erniedrigt man die Konzentration auf 0,01 Mol IH-Liter, so nimmt Φ für Hexanlösungen nur wenig ab, verschwindet aber für wässrige Lösungen. Da diese bei der Konzentration 0,01 vollständig dissoziiert sind, so folgt, daß aus Jodionen durch Bestrahlung kein Jod gebildet wird. Die Absorption durch die Jodionen geht also der photochemischen Wirkung verloren, die Φ -Werte erscheinen zu klein. 1. gilt wahrscheinlich auch für die wahren Φ -Werte, so daß es hier nicht nur auf die Zahl, sondern auch auf die Größe der absorbierten Quanten ankommt. Die Ursache mag sein, daß IH mit Hexan keine Verbindung eingeht, mit Wasser aber ein Hydrat bildet.

2. Februar (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr RUBNER sprach über die **Welternährung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.** Nach einer Darlegung über die auffallende Übereinstimmung aller bisher untersuchten Kulturvölker hinsichtlich ihres Eiweiß- und Gesamtenergieverbrauchs geht der Vortragende auf die Unterschiede der Völker in ihrer Nahrungsmittelversorgung ein, bespricht den Wechsel der Nahrungsmittel in früherer Zeit und erläutert, welche Veränderungen in der Ernährung der Völker in den uns nächst folgenden Zeiten zu erwarten sind.

9. Februar (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr PENCK sprach über das **Felsengebirge im westlichen Nordamerika.** Das Felsengebirge ist kein Gebirge von alpinem Typus. Es kann eher mit den Sudeten verglichen werden und stellt gleich diesen

einen Schwarm von Aufwölbungen älterer Gesteine im Bereiche flachgelagerter mesozoischer Schichten dar. Letztere sind am Saume der einzelnen Aufsattelungen aufgebogen. Diese werden im Norden gekappt durch eine miocäne Abtragungsfäche; daran schließen sich unmittelbar miocäne Schichten an, die sich in die Great Plains allmählich herabsenken. Die Stirn der Rockies ist hier ein postmiocäner Denudationsrand, geknüpft an den Außenabfall des älteren Aufwölbungsschwarmes

23. Februar (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr WAGNER erörterte den **Plan eines Fernsprechkabels von Europa nach Nordamerika.** Die Fernsprechverbindung über den Ozean hinweg ist bisher nur auf drahtlosem Wege möglich gewesen. Da dieser Weg nur einen sehr beschränkten Verkehr zu bewältigen vermag, bleibt die Überbrückung des Ozeans durch Fernsprechkabel ein erstrebenswertes Ziel. Die bisher verlegten Transozeankabel dienen der Telegraphie und sind zur Übertragung der Sprache nicht brauchbar. Geeignet ist ein den Landfernsprechkabeln ähnlicher Typ, der mit Papier isoliert und mit Pupinspulen induktiv belastet ist. Der Verwendung eines solchen Kabels standen bisher hauptsächlich die mechanischen Schwierigkeiten der druckfesten Herstellung und der Verlegung entgegen. Nachdem diese Schwierigkeiten in systematischer Arbeit von der Felten & Guilleaume Carlswerk A. G. in Köln-Mülheim und den Norddeutschen Seekabelwerken in Nordenham überwunden worden sind, ist es heute technisch möglich, Europa mit Nordamerika durch ein Fernsprechkabel zu verbinden. Für eine Verbindung Lissabon-Azoren-Neufundland ergeben sich nach den Untersuchungen des Vortragenden günstige elektrische Werte. Die Gegenüberstellung der Kosten des Plans und der voraussichtlichen Einnahmen läßt ein annehmbares wirtschaftliches Ergebnis des vorgeschlagenen Kabels erwarten.

1. März (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr HABER trug eine von ihm und K. F. BONDHOEFFER herrührende Untersuchung vor: **Über Benutzung der Bandenspektroskopie zur Deutung der Vorgänge in Flammen.** Für die Wasserstoffflamme wird das darin auftretende spektroskopisch erwiesene freie Radikal Hydroxyl als bestimmendes Glied des Reaktionsmechanismus angesprochen. Außerdem wird der durch die terrestrischen Sauerstoffbanden gekennzeichnete Anregungszustand des Sauerstoffs als aktiver Zustand dieses Reaktionspartners gedeutet. Für die Kohlenwasserstoffflammen sind die Bandenträger Dicarbon und Methin kennzeichnend, deren Bildungs- und Umsetzungswärmen sich näherungsweise angeben lassen. Danach ist anzunehmen, daß in schrittweisem exothermen Umsatz mit Hydroxyl Dicarbon in Kohlenoxyd und Methin, Methin in Kohlenoxyd und Wasserstoffmoleküle und Kohlenoxyd in Kohlenoxyd und Wasser-

stoffatome übergehen können. Die Unmöglichkeit, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe im freien Gasraum getrennt zu verbrennen, und ferner das besonders hohe Leitvermögen des Innenkegels finden auf dem mitgeteilten Boden naheliegende Deutung.

8. März (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr CORRENS sprach über Selbststerilität bei den höheren Pflanzen. Es wurden neue Versuche über die Vererbung der Hemmstoffe in Narbe und Griffel mit der Crucifere *Arabis albida* angestellt. Sie gaben Resultate, die im wesentlichen zu denen stimmten, die früher mit *Cardamine pratensis* erhalten worden waren. Es ist deshalb von dem in neuerer Zeit durch EAST, LEHMANN und FILZEN aufgeklärten *Tubifloren-Typus* der Selbststerilität (bei *Nicotiana*, *Veronica*, *Antirrhinum*, *Verbascum*) ein zweiter, wesentlich verschiedener *Cruciferentypus* zu unterscheiden, mit *Lardamine* und *Arabis*.

15. März (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr HEYMANN sprach über das wissenschaftliche Eigentum. Der Gedanke, die reine wissenschaftliche Entdeckung im Gegensatz zu der technisch verwertbaren Erfindung rechtlich zu schützen und insbesondere dem Entdecker einer prinzipiellen Erkenntnis einen finanziellen Anteil an späteren auf der Grundlage seiner Entdeckung beruhenden Erfindungen zu gewähren, ist schon seit langer Zeit im Zusammenhange mit der Entstehung unserer Patentgesetzgebung erörtert worden. Seitdem in Frankreich das sog. droit de suite für den Künstler, dessen Werk bei späteren Weiterveräußerungen im Preise steigt, eingeführt worden ist, wurde der Entdeckerschutz als sog. propriété scientifique unter Hinweis auf die Gewinne der Industrie und der Erfinder namentlich von französischer Seite gefordert. An die für die französische Gesetzgebung bestimmten Entwürfe BARTHÉLEMY'S und der Confédération des travailleurs intellectuels reihte sich 1923 der im Auftrage des Völkerbunds-Komitees für geistige Zusammenarbeit hergestellte Entwurf des Italieners RUFFINI. Die vom Völkerbunde darüber befragten Staaten haben ganz überwiegend den Gedanken abgelehnt oder, wie auch Deutschland, schwere Bedenken geäußert. Dem jetzt von einem internationalen Komitee im Anschluß an das Pariser Institut für geistige Zusammenarbeit hergestellten neuen Vorentwurf stehen ähnliche Bedenken gegenüber wie dem RUFFINISCHEN. Der neue Vorentwurf ist abzulehnen, weil er infolge der Unüberschbarkeit der einer Erfindung zugrunde liegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse die Tätigkeit der Erfinder und der Industrie lähmt, unser ganzes Patentwesen untergräbt und zugleich den Gedanken reiner, von allen praktischen Zielen losgelöster Forschung, namentlich auch bei dem wissenschaftlichen Nachwuchs, gefährdet.

29. März (G.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr POMPECKJ sprach über das Thema: Zur Geschichte des Ohrskelettes der Wale. Im Zusammenhang mit der Umprägung von Landsäugetieren zu den einseitigsten an das Leben im Wasser angepaßten Walen haben alle Skelettelemente hochgradige Umgestaltungen erfahren. In sehr eigenartiger Weise wurde davon das Ohrskelett betroffen, dessen Umformungen schon frühzeitig — mindestens im jüngeren Eocän — mit dem Verlust der normalen Schallübermittlung verbunden waren. Die Verfolgung der einzelnen Etappen in der Veränderung des Ohrskelettes zeigt ein auffallendes Vorseilen der Bulla tympanica und der Gehörknöchelchen zur walartigen Gestaltung dieser

Elemente, während im Felsenbein und Mittelohr die Ausbildungsart der Landsäugetiere länger erhalten bleibt. Hieraus resultiert eine der Möglichkeiten dem Ausgangstypus der Wale unter den Landsäugetieren nachzuspüren, der vermutlich den ausgestorbenen Hyaenodontiden unter den Creodontiern (Urraubtieren) nahestanden hat.

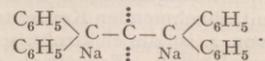
Daß die Größe, Dichte und Massigkeit des Ohrskelettes der Wale mit der vollkommenen Einschränkung dieser Tiere auf das Leben als Schwimmer im Zusammenhang steht, läßt sich durch eine Reihe von Analogien — u. a. auch an Schwimmformen der Reptilien, den fossilen Ichthyosauriern und Mososauriern — zeigen.

19. April (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr v. LAUE berichtete über neuere Untersuchungen über die Beugung des Lichtes. Die Experimente von KALASCHNIKOW, MITRA, BANERJI und anderen weisen schlagend die von beugenden Rändern ausgehenden Randwellen nach, welche sich nach den Untersuchungen von SOMMERFELD und RUBINOWICZ aus der Wellentheorie des Lichtes ergeben.

10. Mai (G.). Vors. Sekr.: Hr. HEYMANN.

Herr SCHLENK sprach über die Wertigkeiten des Kohlenstoffs. Er erklärt zunächst die Bedeutung des Begriffes „Wertigkeit“ für die Chemie im allgemeinen und erläutert die Wichtigkeit der Erkenntnis der Vierwertigkeit des Kohlenstoffes für die Entwicklung der organischen Chemie. Dann gibt er einen kurzen Überblick über die Hauptergebnisse der Forschungen auf dem Gebiet des dreiwertigen Kohlenstoffes und befaßt sich schließlich eingehender mit Verbindungen, in welchen die Existenz zweiwertigen Kohlenstoffes anzunehmen ist, so mit einem von ihm und E. BERGMANN dargestellten Natriumadditionsprodukt von Tetraphenylallen:



Des weiteren berichtet er von — ebenfalls mit E. BERGMANN ausgeführten — Versuchen über Reaktionen, bei welchen (im Sinne von NEF) Methylenradikale als Zwischenprodukte anzunehmen sind. Als einen Fall solcher Art betrachtet er die Reaktion zwischen 9-Chlorfluoren und Natriumalkoholat, die nach seiner Beobachtung nicht zum Äther von 9-Oxyfluoren, dessen Bildung zu erwarten ist, führt, sondern zum Dibiphenylenäthen. In einem anderen Fall ist es gelungen, das vergängliche substituierte Methylen durch einen Reagenten „abzufangen“. Bei der Behandlung von *p*-Nitrobenzylchlorid mit alkoholischer Kalilauge in Gegenwart von Benzaldehyd wurde nämlich *p*-Nitrostilbenoxyd erhalten, eine Verbindung, deren Entstehung nur durch Kondensation von *p*-Nitrobenzyliden mit Benzaldehyd zu erklären ist.

24. Mai (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. RUBNER.

Herr LUDENDORFF sprach über die Abhängigkeit der Form der Sonnenkorona von der Sonnenfleckenhäufigkeit. Es ist bekannt, daß zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima die Corona ungefähr kreisrund, zur Zeit der Sonnenfleckenminima dagegen stark an den Polen abgeplattet ist. Mit Hilfe von photographischen Aufnahmen der Sonnenfinsternisse gelingt es nun, die Abhängigkeit der Form der Corona vom Sonnenfleckenstande für 13 Finsternisse in dem Zeitraume von 1893 bis 1927 zahlenmäßig zu erfassen, und es ergibt sich eine Reihe von bis jetzt unbekanntem Tatsachen: Die durch die Kurven gleicher Helligkeit (Isophoten)

definierte Form der Corona hängt von der jeweiligen Relativzahl der Sonnenflecke ab, dagegen von der Phase in der elfjährigen Fleckenperiode nur insofern, als diese Phase die Häufigkeit, Größe und Verteilung der Flecke bestimmt. Die Form der Corona stellt sich also rasch auf den jeweiligen Sonnenfleckenzustand ein. Bei großen Relativzahlen der Flecke ist die Abplattung der Corona sehr gering und nimmt nach außen hin nicht zu. Bei kleinen Relativzahlen ist die Abplattung der Corona in den untersten Schichten gleichfalls gering, nimmt aber nach außen hin rasch zu, und zwar innerhalb gewisser Grenzen nahezu proportional dem Abstände vom Sonnenrande. Eine starke Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Flecke auf der Sonne beeinflusst die Form der Corona in hohem Maße.

7. Juni (G.).

Vors. Sekr.: Hr. HEYMANN,

Herr PLANCK überreichte im Namen des Herrn EINSTEIN dessen Abhandlung über **Riemann-Geometrie mit Aufrechterhaltung des Begriffes des Fernparallelismus**. Es wird die Theorie eines n -dimensionalen Kontinuums entwickelt, das neben einer RIEMANN-Metrik auch eine eindeutige Richtungsbeziehung der Vektoren

im Endlichen aufweist. An die Stelle der $\frac{1}{2} n(n+1)$

Feldvariablen $g_{\mu\nu}$ der RIEMANNschen Theorie treten hier die n^2 -Komponenten eines n -Bein-Feldes. Die Frage, ob der Theorie eine physikalische Bedeutung zukomme, ist offen gelassen.

14. Juni (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. RUBNER.

Herr FICK berichtete über **neue Befunde am Kehlsack eines Orang**. Er fand ihn ähnlich wie an dem von ihm 1895 untersuchten „zweiten“ Riesenorang ganz ungleich entwickelt. Links war er nur fingerlang, rechts faßte er 6 Liter. Im Kehlkopffinnern fanden sich mächtig vorspringende Keilknorpel. FICK hält den Kehlsack bzw. seine Blähung auf Grund aller von ihm bisher in den zoologischen Gärten von Leipzig, Berlin, Frankfurt und Dresden beobachteten Orangs für ein **Schreckmittel** gegenüber Feinden, nicht für einen Stimmverstärker.

Herr PLANCK legte im Namen von Herrn EINSTEIN dessen Arbeit über **Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität** vor. Es wird gezeigt, daß die auf RIEMANN-Metrik und Fernparallelismus gegründete Feldtheorie, angewandt auf eine vierdimensionale Mannigfaltigkeit, in erster Näherung die bekannten Feldgesetze der Gravitation und des Elektromagnetismus liefern.

21. Juni (G.).

Vors. Sekr.: Hr. HEYMANN.

Herr JOHNSEN sprach über die **Farbe von Mineralien, besonders von Edelsteinen**. Durch chemische Analyse wurde die rosa Farbe von Rosenquarz sowie die grüne Farbe von Smaragd, Demantoid und Alexandrit untersucht. Dabei ergab der: **Rosenquarz** vom Bayerischen Wald $0,0004\% \text{ Mn} \pm 0,00005$, der **Smaragd** von Columbien $0,1\% \text{ Cr} \pm 0,002$, der **Demantoid** vom Ural $0,01\% \text{ Cr} \pm 0,002$ und der **Alexandrit** vom Ural weniger als $0,002\% \text{ Cr}$.

28. Juni (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. RUBNER.

Herr: GUTHNICK sprach zunächst über die **Berücksichtigung der Extinktion bei lichtelektrischen Messungen**. Es wird zahlenmäßig belegt, daß die „Extinktionsfaktoren“ für lichtelektrische Messungen sich nur langsam mit der Seehöhe des Beobachtungsortes ändern und daß die von STEBBINS für seine lichtelektrischen Messungen auf dem Mount Hamilton angewandte Extinktionsformel zu unwahrscheinlichen Extinktions-

gradienten für den in Betracht kommenden Zenitdistanzenbereich führt. Daran schließt sich eine Bemerkung über die Farbenindices der Jupitersatelliten.

Herr GUTHNICK legte sodann einen **Bericht über den Stand der Vorbereitungen zur photographischen Überwachung des Himmels** vor. Der Plan des Unternehmens, der bereits in einer Mitteilung in den Berl. Ber. 21 (1926), skizziert worden war, wird ausführlich dargelegt. Die umfangreichen instrumentellen Einrichtungen zur Durchführung des Planes werden beschrieben. Für einen Teil des Unternehmens haben die Arbeiten auf den Sternwarten Sonneberg und Babelsberg nach etwas verschiedenen Plänen bereits begonnen und bemerkenswerte Erfolge erzielt. In Sonneberg wurde das Hauptgewicht auf die **schwachen Sterne** gelegt, und es wurden bisher 284 neue, meist schwache Veränderliche entdeckt, in Babelsberg wurden die Sterne heller als 13m durchmustert und 63 neue Veränderliche entdeckt, von denen 31 BD-Sterne sind. Die galaktische Verteilung der β -Lyrae-Sterne und W-Ursae-majoris-Sterne wird untersucht und analog derjenigen der δ -Cephei- und RR-Lyrae-Sterne befunden.

19. Juli (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. RUBNER.

Herr KEIBEL sprach über die **Entwicklung des Auges der Beuteltiere**. Er weist nach, daß diese Entwicklung nicht aus dem Rahmen der Entwicklung bei den anderen Amnioten herausfällt, wie das GIUSEPPE LEVI (Turin) nach einem Vortrag in der Versammlung der französischen Anatomen zu Lüttich (1926) annimmt.

26. Juli (G.).

Vors. Sekr.: Hr. HEYMANN.

Herr VON FICKER hielt einen Vortrag **Bemerkungen über die meteorologischen Verhältnisse Teneriffas**. Es wurde zunächst der jährliche Gang des Luftdruckes auf Teneriffa im Meeresniveau und auf dem Observatorium Izaña (2367 m) behandelt; der Gang des Luftdruckes ist einerseits bedingt durch die jährlichen Verschiebungen der zonalen Druckgürtel, andererseits durch den Massenaustausch zwischen Ozean und Kontinenten. Ferner wurde mit Hilfe der von dem Observatorium Canadas hochgelassenen Pilotballons die Windverteilung bis 10 km untersucht und dabei überraschenderweise auch in großen Höhen eine überwiegend gegen den Äquator gerichtete Luftversetzung nachgewiesen. Zuletzt wurde mit Hilfe der Luftdruckbeobachtungen die wahre Mitteltemperatur der Luftmassen zwischen Laguna und Izaña berechnet und durch Vergleich mit den oben und unten beobachteten Temperaturen der wahrscheinliche Verlauf der Zustandskurve zwischen Laguna und Izaña konstruiert.

Herr HABERLANDT überreichte eine Abhandlung **Zur Entwicklungsphysiologie des Periderms**. Es wird gezeigt, daß so wie bei der Entstehung des Wundkorkes Zersetzungsprodukte der verletzten und abgestorbenen Zellen als Wundhormone die entsprechenden Zellteilungen auslösen, auch bei der Entstehung des normalen Korkgewebes, des Periderms, Nekrohormone teilungsauslösend wirken, die aus abgestorbenen Haaren und Epidermiszellen stammen. In einigen Fällen sind junge Lentizellen die Entstehungsherde des Periderms. Nur selten treten die Zellteilungen schon so früh auf, daß die in den betreffenden Zellen noch vorhandenen primären Teilungshormone als ihre Ursache anzusehen sind.

18. Oktober (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr HAHN sprach über **Elemente und Atomarten der letzten Reihe des Periodischen Systems**. Die letzte Reihe des periodischen Systems ist gegenüber den vorhergehenden unvollständig. Uran mit der Ordnungs-

zahl 92 ist das letzte uns bekannte Element. Dieses und das Thorium sind die einzigen primären Grundstoffe der letzten Horizontalreihe. In den übrigen Stellen sind nur radioaktive Umwandlungsprodukte des Urans und Thors bekannt. Das Element 87 (Ekacäsium) ist überhaupt unbekannt, und Versuche, es aufzufinden, sind gescheitert.

Aus gewissen Gesetzmäßigkeiten über das Vorkommen von Elementen gerader Ordnungszahl konnte man vermuten, daß außer dem bekannten aktiven Radium ein mit dem Radium isotopes inaktives Ekabarium in Bariummineralien existierte. Die Suche nach einer solchen Substanz bei Verarbeitung von 220 kg Bariumbromid ergab ein negatives Resultat. Ein Ekabarium kann sicher nicht in einer Konzentration $2 \cdot 10^{-10}$ in Bariummineralien vorkommen.

Herr HABERLANDT überreichte eine Mitteilung über die Lage des Zellkerns in der Eizelle der Angiospermen und ihre physiologische Bedeutung. Es wird gezeigt, daß die scheitelständige Lage des Zellkerns in der befruchteten Eizelle verschiedener Angiospermen zu einem lokalen Flächenwachstum der Wandpartie am Scheitel der Zelle führt, so daß es zu einer Sprossung kommt, die sich durch eine Einschnürung von dem basalen Teile der Eizelle abgliedert. Es liegt sonach ein neues Beispiel für die Beziehungen zwischen Lage und Funktion des Zellkerns vor.

Herr EINSTEIN legte einen Aufsatz von Herrn R. WEITZENBÖCK in Laren (Holland) vor: **Differentialinvarianten in der Einsteinschen Theorie des Fernparallelismus**. Es wird zunächst darauf hingewiesen, daß die Theorie des Fernparallelismus durch WEITZENBÖCK und andere Mathematiker schon früher ausgebildet worden ist. Gegenüber diesen Theorien unterscheidet sich die EINSTEINSche lediglich durch die zusätzliche Bedingung der „Drehungsinvarianz“. Sodann wird das allgemeine Bildungsgesetz der Invarianten der EINSTEINSchen Theorie abgeleitet und die Variation an den HAMILTON-Integralen der einfachsten derartigen Invarianten durchgeführt. Zum Schluß wird gezeigt, daß man in einem vierdimensionalen Raume Verschiebungsgesetze aufstellen kann, die sich durch Tensoren von weniger als insgesamt 10 voneinander unabhängigen Komponenten ausdrücken lassen.

1. November (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr HOFMANN sprach über **Nitrit-Nitratbildung aus Ammoniak und Sauerstoff an alkalischen Oberflächen**. Es wird die Oxydation von Ammoniak zu Nitrit-Nitrat an alkalischen Oberflächen und die spezifische Wirksamkeit der Aktivatoren untersucht. Im besonderen wird die unterschiedliche Wirkung von Kupfer und Silber sowie das Verhalten von Silber unter ammoniakalischen Lösungen behandelt.

Herr LUDENDORFF legte eine Abhandlung von Prof. HAGEN in Rom vor, betitelt: **Die Geschichte des Nebels Barnard 86**. Mit Hilfe eines bisher unbekanntenen Briefes von CAROLINE HERSCHEL gelingt es, das Objekt, das WILHELM HERSCHEL als „Loch im Himmel“ bezeichnete, mit dem Nebel Barnard 86 zu identifizieren.

8. November (G.). Vors. Sekr.: Hr. LÜDERS.

Herr BODENSTEIN hielt einen Vortrag über **Kettenreaktionen**. Kettenreaktionen kommen zustande, wenn eine reagierende Molekel neben dem Endprodukt ein instabiles Zwischenprodukt erzeugt, das sich seinerseits wieder mit einer Molekel des Ausgangsstoffes in Endprodukt und instabiles Zwischenprodukt umsetzt, und so weiter, so daß an den ursprünglichen Reaktionsakt sich eine unter Umständen sehr lange Kette von

weiteren Reaktionsakten anschließt. Statt instabiler Zwischenprodukte kann auch die in den Molekeln des Reaktionsproduktes zunächst aufgehäufte Energie eine Kette veranlassen.

Die Vorstellung der Kettenreaktionen beider Arten ist vor längerer Zeit vom Vortragenden zur Deutung gewisser photochemischer Prozesse entwickelt worden. Sie ist inzwischen von anderer Seite auf reine Dunkelreaktionen übertragen worden und führt zum Verständnis einer Reihe wichtiger Erscheinungen. Über diese wird berichtet unter Ausblicken auf die weitere Verfolgung des Gedankens.

15. November (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr PASCHEN sprach über **Das erste Funkenpektrum des Quecksilbers Hg II**. Das der tiefsten Seriengrenze zugeordnete Dublettsystem ist analysiert. Von dem Teil des Spektrums, welcher höheren Seriengrenzen zugeordnet ist, sind einige Terme erkannt, darunter der wichtige verkehrte metastabile Dublet-D-Term. Wellenlängen und Termschema werden gegeben. Zwei merkwürdige Phänomene werden behandelt: 1. Der Übergang vom metastabilen $2D_{3/2}$ -Niveau zum Grundniveau $1^2S_{1/2}$ kommt in Helium mit spärlichem Quecksilberzusatz unter Emission einer starken Linie zustande. Dies Leuchten entspricht den Nebelinien nach der Deutung von I. S. BOWEN. 2. Eine Heliumatmosphäre verstärkt einige Linien des Spektrums Hg II in auffälliger Weise. Dies wird an Hand eines Anregungsdiagrammes gedeutet als bevorzugte Anregung durch die Heliumspannung von 19,73 Volt vom Zustand $2p_0$ des Atoms aus.

29. November (Phys.-math. Kl.). Vors. Sekr.: Hr. PLANCK.

Herr WAGNER berichtete über **neuere Beobachtungen über die Ausbreitung von kurzen elektrischen Wellen**. Die Beobachtungen werden in Zusammenhang gebracht mit den theoretischen Vorstellungen über den Einfluß der Ionisation der höheren Luftschichten auf den Ausbreitungsvorgang. Unsere gegenwärtige Kenntnis von der Zusammensetzung der höheren Schichten der Atmosphäre und von ihren Eigenschaften reicht nicht aus, ein abgeschlossenes Bild von dem Mechanismus der Ausbreitung der Wellen in der Atmosphäre zu entwerfen; umgekehrt ist aber von weiteren Beobachtungen des Ausbreitungsvorganges eine wesentliche Bereicherung der Kenntnis von der Beschaffenheit der höheren Luftschichten zu erwarten. Herr WAGNER schlägt vor, systematische Kurzwellensendeversuche und -Empfangsbeobachtungen in der Polarregion, zweckmäßig auf Spitzbergen, auszuführen.

Herr BODENSTEIN legte eine Arbeit von F. HABER und H. D. GRAF v. SCHWEINITZ über **Zündung des Knallgases durch Wasserstoffatome** vor. Zwei Ströme von Wasserstoff und von Sauerstoff werden gemischt. Wird in geeignetem Abstände von der Mischungsstelle in dem Wasserstoffstrom ein Lichtbogen erzeugt, der den molekularen Wasserstoff in Atome spaltet, so tritt an der Mischungsstelle Explosion auf. Vom Bogen zur Mischungsstelle wird der Wasserstoffstrom zwischen Wasserwänden geführt, an denen die Rekombination der Wasserstoffatome gering ist, oder durch flüssiges Wasser hindurchgeleitet. Wird die Wasserstoffatomkonzentration vor der Zumischung des Sauerstoffs so weit erniedrigt, daß die Explosion ausbleibt, so wird intensive stille Vereinigung beobachtet. Obwohl der Spaltungsgrad des Wasserstoffes an der Mischungsstelle mit Sauerstoff noch nicht genau bestimmt ist, so ist doch wahrscheinlich, daß er nur durch die Bildung kurzer Reaktionsketten die erforderliche Zündungstemperatur hervorzubringen vermag.