Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1913

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0001|log312

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 17. **25. April 1913.** **Erster Jahrgang.**

INHALT:

Entwickelung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen. Von *Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.* S. 393.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat und Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.) Von *Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.* S. 396.

Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen West- und Innerafrika. Von *Prof. Dr. Max Friederichsen, Greifswald.* S. 401.

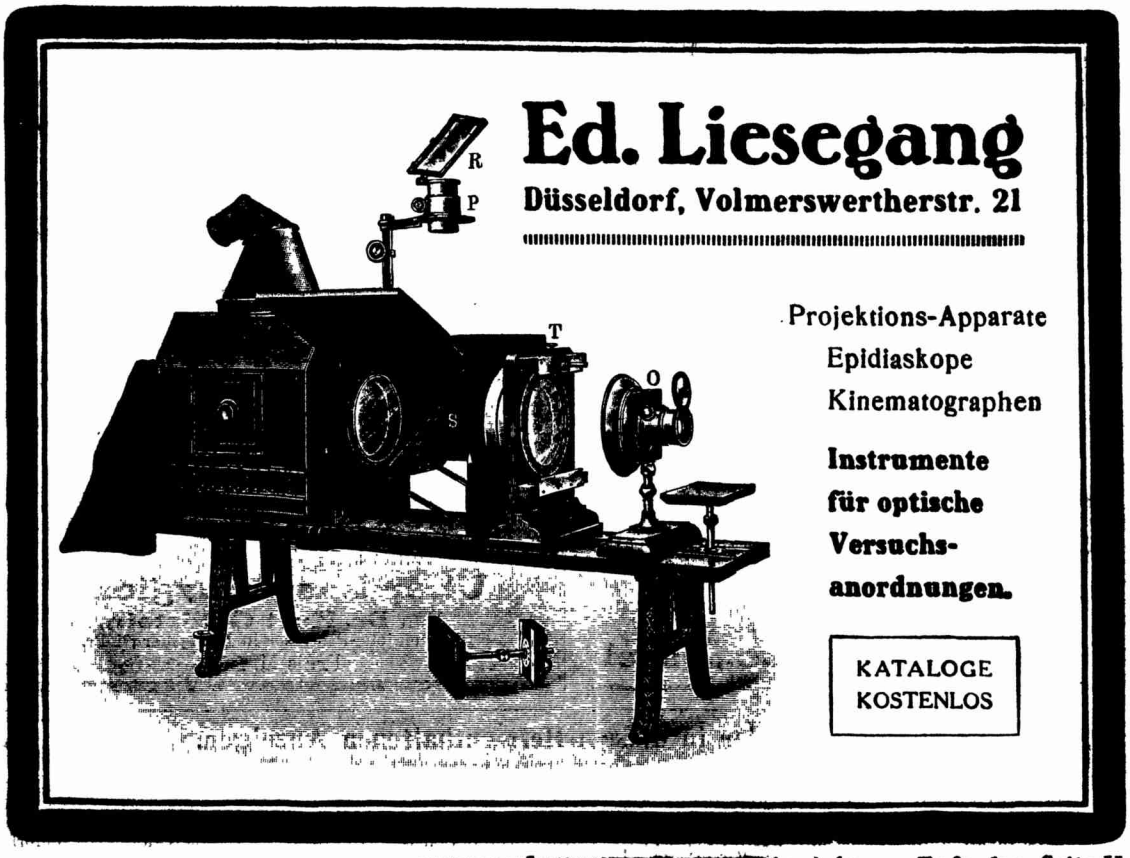
Expedition nach Les Eyzies. Von *Privatdozent Dr. M. Hilzheimer, Stuttgart.* S. 405

Ausgleichsfläche und Erdbebentiefe. Von *Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.* S. 406.

Besprechungen. S. 407.

Astronomische Mitteilungen. S. 413.

Kleine Mitteilungen. S. 414.



Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Kgl. Bibliothek 26 IV. 13

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften"
Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

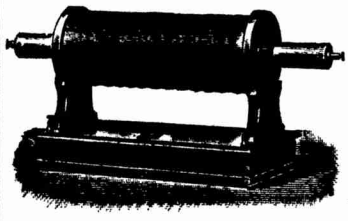
Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm

Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung
Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagsicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungs-Bedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., **Berlin** W 35/9, Steglitzerstr. 58

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Über Rassenhygiene.

Von **Dr. Kurt Goldstein,**
Universitäts-Professor in Königsberg i. Pr.

Preis M. 2.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig Seite: IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 25. April 1913. Heft 17.

Entwicklung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen.

Von Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Die eminente praktische Bedeutung der Röntgenschen Entdeckung gab der Technik den Anlaß, sich der weiteren Entwicklung dieses neuen Gebietes der Physik anzunehmen. Der Einblick in das Innere des Organismus, die Erfüllung des alten Traumes, daß dem Arzte der Zukunft der menschliche Körper durchsichtig wie ein Gebilde aus Glas erscheinen würde, lassen auch den ganz fernstehenden Laien die ungeheure Tragweite der Entdeckung erkennen. Die Entwicklung der Funkeninduktoren, die neue Technik der an Größe und Durchdringungskraft immer wachsenden Röhren, haben ganze Industrien neu ins Leben gerufen.

Dem trägt die Literatur über diesen Gegenstand natürlich Rechnung. So gibt es eine Reihe guter Bücher über Röntgentechnik. Die eigentliche *physikalische* Seite der neuen Strahlen ist dadurch etwas in den Hintergrund gedrängt worden. Es entsprach daher sicherlich einem dringenden Bedürfnis, als aus berufener Feder ein Buch über die Physik der Röntgenstrahlen angekündigt wurde, das über die Fortschritte auf diesem Gebiet berichten sollte.

Es liegt jetzt vor als Band 45 der Monographiensammlung „Die Wissenschaft", Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Der Verfasser, Herr Privatdozent Dr. *R. Pohl,* Berlin, ist aus mancherlei Gründen für diese Aufgabe prädestiniert. Wir wollen hier nur kurz darauf hinweisen, daß er zusammen mit Professor *Walter* (Hamburg), der auch für die technische Entwicklung der Röntgenstrahlen bahnbrechend gewirkt hat, in den Streit über die Beugung der Strahlen eingegriffen hat und hier aufklärend tätig war, daß er ferner die heißumstrittene Frage nach der Richtigkeit der Geschwindigkeitsbestimmung durch *Marx* zusammen mit *Franck* in ein neues Stadium gebracht hat.

Die ursprüngliche Absicht des Schreibers dieser Zeilen, über dieses Pohlsche Buch zu referieren, hätte der Wichtigkeit dieser Publikation wohl nicht genügend Rechnung getragen. So soll im Einverständnis mit und auf Wunsch der Leitung dieser Zeitschrift der Rahmen eines Referates überschritten werden, und in gekürzter Form ein Überblick über den jetzigen Stand des neuen Zweiges der Physik gegeben werden. Wir werden uns dabei eng an das Pohlsche Buch halten, und hoffen, das wohlverdiente Interesse für dasselbe gebührend zu steigern. Ebenso wie der Verfasser dürfen auch wir hier die Technik der Strahlen als bekannt voraussetzen. Man hat ja auf Kongressen fast jedes Jahr Gelegenheit, die wunderbaren Fortschritte auf dem Gebiet des Induktorium- und Röhrenbaus zu bewundern. Man weiß, daß Aufnahmen von Bruchteilen von Sekunden genügen, um sogar bewegte Organe in den verschiedenen Stadien und Phasen zu verfolgen.

Die physikalische Seite der Röntgenstrahlen ist gerade in letzter Zeit durch die Entdeckung von *Laue* und seinen Mitarbeitern in ein ganz neues Stadium getreten. Dieser Punkt, der in dem Pohlschen Buch nur noch als Anhang behandelt werden konnte, und über den die Diskussion noch nicht abgeschlossen ist, rückt die bis dahin in vielen Punkten dunkle Strahlung in ein ganz neues Licht, insofern die ersten ganz unbestrittenen Interferenzen einen sicheren Schluß auf den wellenförmigen Charakter zulassen. Daß weit über die engere Bedeutung für die Röntgenstrahlen hinaus die Lauesche Entdeckung uns einen Einblick in das Innere der Kristalle gestattet, sei hier nur erwähnt und später ausführlich besprochen.

Die Entstehung von Röntgenstrahlen ist an eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung von Elektronen geknüpft. Wird ein Vakuumrohr genügend weit evakuiert, so geht von allen Teilen, die von der vom negativen Pol ausgehenden Kathodenstrahlung getroffen werden, eine neue charakteristische Strahlung aus. Bei den ersten klassischen Versuchen von *Röntgen* diente die Glaswand als Quelle der neuen Strahlung; bei den vervollkommneten Röhren bedient man sich einer metallischen „Antikathode". Die wichtigsten Eigenschaften der „neuen Art von Strahlen" sind alle von *Röntgen* selbst in seinen Originalmitteilungen beschrieben. Die Strahlen erregen die photographische Platte, den Leuchtschirm und andere fluoreszierende Stoffe, sie ionisieren die Luft, sie durchdringen auf Grund der verschiedenen Absorbierbarkeit die inhomogenen Hindernisse unter Schattenbildung. Die von einer Antikathode ausgehende Strahlung ist nicht homogen. Schon die erzeugenden Kathodenstrahlen sind je nach der Art der Erzeugung mehr oder weniger inhomogen.

Wenn die bewegten Elektronen auf ein Hindernis stoßen, so werden sie nicht sofort ihre ganze Geschwindigkeit verlieren, sondern sie dringen in das Atomgefüge der Antikathode ein und werden dort auf den verschiedensten Bahnen zickzackförmig vordringen, bis endlich ihre Geschwindigkeit null geworden ist. So resultiert eine regellos verteilte Emission. Dazu gesellt sich eine Sekundärstrahlung, die die Verhältnisse noch verwickelter gestaltet. Durch geeignete Filter läßt sich die inhomogene Strahlung von der geringen Reststrahlung homogener Art trennen. Es bleiben dann wenige Prozente einer homogenen oder gerichteten Strahlung übrig.

Die bei Elektronenstrahlung angezeigte Analyse durch ein Magnetfeld lieferte bei der neuen Strahlung ein durchaus negatives Resultat. Die genauesten Versuche hierüber hat *Walter* angestellt. Ein Feld von 19000 Gauß ergab keine Ablenkung. Dies ist ein Grund dafür, daß die R-Strahlen[1]) häufig mit den γ-Strahlen des Radiums in Beziehung gebracht

[1]) Im weiteren Verlauf gebrauchte Abkürzung für Röntgenstrahlen.

werden. Auch der Nachweis einer Brechung verlief resultatlos. Haben wir es mit einer Wellenstrahlung zu tun, so ist jedenfalls die Wellenlänge eine sehr kleine, woraus folgt, daß der Brechungsexponent sich nur wenig von eins unterscheiden kann. Die Versuche, eine Beugung der R-Strahlen nachzuweisen, bilden den Gegenstand einer Reihe von Arbeiten, von denen in erster Linie die Versuche von *Haga* und *Wind,* dann die von *Walter* und *Pohl* Erwähnung verdienen. Die positiven Ergebnisse der ersteren führten die letzteren auf eine optische Täuschung zurück. Die einwandfreiere Ausmessung der Photogramme nach dem Verfahren von *Koch* schaltet solche Fehler aus; doch ließen sich auch hiermit keine ganz sicheren Belege für eine Beugung finden. Sie ist zwar bei den Aufnahmen von *Walter* und *Pohl* nicht unwahrscheinlich, doch müssen dabei zwei Bedingungen erfüllt sein: es darf bei der sechsstündigen Exposition der Träger der Apparatur nicht gewackelt haben oder sich durchgebogen, noch darf eine erhebliche Diffusion des Bildes in der empfindlichen Schicht der Platte aufgetreten sein. Theoretisch hat *Sommerfeld* die Beugung der R-Strahlen behandelt. Die Verhältnisse liegen anders als bei gewöhnlichem, sicher periodischem Licht. Es ist keine seitliche Abweichung der Linien absolut gleicher Intensität zu erwarten, sondern nur ein Abrücken derselben von der Mittellinie. Die Verhältnisse bei den Walter-Pohlschen Aufnahmen stehen in Einklang mit der Theorie, sind aber den oben genannten Einschränkungen unterworfen.

Auf diesem Wege war man also nicht zu einer Bestimmung der Größe, die sowohl für eine periodische Strahlung als *Wellenlänge* wie für einen *Impuls* als *Breite* desselben charakteristisch ist, gelangt. Solange der periodische Charakter der R-Strahlung nicht nachgewiesen war, konnte man nur von einer Impulsbreite sprechen. Als Ergebnis der Walter-Pohlschen Photogramme ergibt sich als oberer Grenzwert $= 4 \cdot 10^{-9}$ cm.

Die allererste Deutung der R-Strahlen als longitudinale Strahlung ist nicht von Bestand gewesen. In der Richtung des Bremsweges, in der nur eine longitudinale Strahlung auftreten könnte, ist die Strahlung gleich null.

Die Polarisation ist naturgemäß sehr schwer nachzuweisen, da die Strahlung, wie schon erwähnt, inhomogen ist, und nur wenige Prozente die Bedingung einer gerichteten Strahlung erfüllen. Die Abhängigkeit der Impulsbreite vom Emissionswinkel wurde mit Sicherheit von *Friedrichs* nachgewiesen, die Polarisation mit Sicherheit durch *Barkla.* Statt der photographischen Intensitätsmessung dient die elektrometrische, bei welcher die erhöhte Leitfähigkeit der Luft in einer Ionisationskammer der Messung zugrunde liegt. Spätere Messungen, in erster Linie die von *Baßler,* bestätigen das Ergebnis, daß die R-Strahlung polarisiert ist. Die Ebene der maximalen Intensität der Emission ist senkrecht zur Bahn der erzeugenden Kathodenstrahlen. Mit wachsender Entladungsspannung wird diese Bevorzugung weniger deutlich, da dann der Anteil der inhomogenen Strahlung zunimmt, und die Verhältnisse weniger einwandfrei liegen.

Die Beobachtungen von *Baßler* boten der theoretischen Behandlung durch *Sommerfeld* das nötige Material zur Nachprüfung der von ihm berechneten Energieverteilung. Auch die Erscheinung, daß hinter der Antikathode eine Strahlung auftritt, läßt sich durch die Theorie erklären.

Die wichtige Größe der Impulsbreite ist zuerst von *Wien* auf theoretischem Wege abgeleitet worden, und zwar liegt der Ableitung eine von *Abraham* stammende Gleichung für die Emissionsenergie bei der Bremsung zugrunde. Ist die Impulsbreite $\lambda = c\,\tau$, und ist die Energie gegeben als Funktion von Elektronenladung, Verzögerung, Lichtgeschwindigkeit, und endlich Verhältnis der Geschwindigkeit des Elektrons zur Lichtgeschwindigkeit, ist ferner der Nutzeffekt der R-Strahlung in Prozenten der Kathodenstrahlung bekannt, so läßt sich λ berechnen unter Zugrundelegung der klassischen Werte für e/m und e. Man erhält so für λ den Wert $1{,}15 \cdot 10^{-10}$ cm.

Auf einem anderen Wege hat *Wien* und ebenso *Stark* aus einer von *Einstein* stammenden Gleichung, nach welcher die kinetische Energie eines durch Schwingungen von der Frequenz ν ausgelösten Elektrons nur gleich $h \cdot \nu$ oder gleich einem ganzen Vielfachen dieser Größe sein kann, die Impulsbreite berechnet. *Planck* hat bekanntlich die neue Hypothese von der quantenhaft erfolgenden Energieemission in die Theorie der Strahlung eingeführt. Der Grundgedanke ist der, daß die Emissionsenergie gestaffelt sei, d. h. aus nicht weiter unterteilbaren Quanten bestehe. Die Größe des Planckschen Wirkungsquantums ist aus Strahlungsmessungen bekannt.

Ist

$$\frac{h}{\tau} = h\,\nu = \frac{1}{2} m\, v_0^2 = \varepsilon\, V,$$

so ist, da $\frac{1}{\tau} = \frac{c}{\lambda}$ ist,

$$\lambda = 300\ \frac{h\,c}{\varepsilon\, V} = 1{,}26\ .\ \frac{10^{-4}}{V};$$

da nun h nach Planck gleich $6{,}55\ .\ 10^{-27}$ erg/sek. ist, so ergibt sich für harte Strahlen mit $V = 60\,000$ Volt

$$\lambda = 2\ .\ 10^{-9} \text{ cm}.$$

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit dem oberen Grenzwert aus den Beugungsversuchen von *Walter* und *Pohl.* Freilich divergiert er stark von dem anderen Wert, der sich aus dem Nutzeffekt ableiten ließ. Nach *Sommerfeld* aber läßt sich diese Diskrepanz so erklären, daß der Nutzeffekt zu groß angenommen war. Er muß in dem Verhältnis der gerichteten zu der ungerichteten Strahlung reduziert werden. Es ergibt sich durch die Rechnung 5,4 % für das Verhältnis E_R/E_K, was wiederum mit den experimentellen Ergebnissen von *Baßler* gut in Einklang steht. Die universelle Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums läßt also auch hier, ebenso wie bei der Deutung des photoelektrischen und des Haber-Justschen

Reaktionseffekts eine Anwendung zu, die fern von der ursprünglichen Domäne, der Thermodynamik liegt, ein Beweis für die große Fruchtbarkeit dieses Gedankens. Nach *Poincaré* ist die Quantenhypothese die kühnste Idee der Physik seit *Newtons* Tagen.

Wir betrachten weitere Eigenschaften der R-Strahlen:

Wie schon *Röntgen* festgestellt hat, erregen R-Strahlen, die auf irgend ein Medium treffen, dieses in der Art, daß eine neue Strahlung von ihm ausgeht. *Sagnac* hat sie sekundäre R-Strahlung genannt. Nach *Barkla, Sadler* u. a. setzt sich diese Strahlung aus zwei Phänomenen zusammen; einer Art Zerstreuung der primären Strahlen, und daneben einer zweiten, stark von der Natur des durchstrahlten Mediums abhängigen Strahlung. Dividiert man die relative Intensität der senkrecht zur Primärstrahlung zerstreuten Sekundärstrahlung durch die Dichte des Gases, in dem der Versuch ausgeführt wird, so ergibt sich, solange das Atomgewicht des Gases unter 32 bleibt, mit Ausnahme des Wasserstoffes, für 12 verschiedene Gase der gleiche Wert. Gleiche Massen von Elementen ($A < 32$) emittieren also relativ gleiche Sekundärstrahlung. Es deutet dies auf eine Art Verwandtschaft zwischen der Strahlung und dem Bau des Atoms. Vielleicht mag die Hoffnung, mittels R-Strahlen das Gefüge des Atombaus in der Art eines radioaktiven Vorgangs zu lockern, hierdurch bestärkt werden. Freilich bedürfen die Aufsehen erregenden Mitteilungen von neueren Umwandlungen, die *Ramsay* mittels R-Strahlen erzielt haben will, noch der Bestätigung.

Der Zerstreuungsfaktor läßt sich in Beziehung bringen zu der schon mehrfach erwähnten Energie der Primärstrahlung. Aus dem gemessenen Wert läßt sich dann ableiten, wieviel Elektronen in jedem einzelnen Atom der zerstreuenden Substanz vorhanden sein müssen. Es ergeben sich $^2/_3 A$ Elektronen, wenn A das Atomgewicht der Substanz ist. Diese Zahl ist für das Verständnis vom Bau der Atome von fundamentaler Bedeutung. Die Frage nach der Zusammensetzung der Atome aus materiellen Bestandteilen und Elektronen hat bekanntlich durch die Berechnungen von *Nicholson*, über die vor kurzem *Fajans* in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet hat, große Bedeutung gewonnen, insofern die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den bestbekannten Atomgewichten zahlreicher Elemente mit kleinem Atomgewicht eine Aufsehen erregend gute ist.

Eine weitere Eigentümlichkeit der R-Strahlen haben *Barkla* und *Sadler* entdeckt. Außer dem Streuungsvermögen besitzen die Elemente die Fähigkeit, eine Sekundärstrahlung zu emittieren, deren durch ihre Absorbierbarkeit definierte Impulsbreite einen für jedes Element ganz charakteristischen Wert besitzt. Diese Strahlung ist vollständig homogen, und ihre Absorption folgt einem einfachen Exponentialgesetz:

$$J = J_0 \cdot e^{-\mu x}.$$

So ist bereits für eine große Anzahl von Grundstoffen eine typische Absorptionskonstante gemessen worden, die ebenso charakteristisch für die betreffende Substanz ist wie beispielsweise eine bestimmte Spektrallinie.

Auch eine selektive Absorption hat sich nachweisen lassen; doch lag hier bisher die große Schwierigkeit vor, daß die Impulsbreite nicht mit der gleichen Schärfe bekannt war wie die Wellenlänge in der Optik. Das Maximum der Durchlässigkeit beim Eisen z. B. liegt bei einer Impulsbreite, der eine Kathodenstrahlengeschwindigkeit von etwa $5{,}6 \cdot 10^9$ cm entspricht. Der Zusammenhang der charakteristischen Strahlung mit der selektiven Absorption ist ein Analogon zur Optik, wo ebenfalls das Auftreten einer Fluorescenzstrahlung an das einer selektiven Absorption gebunden ist.

Noch deutlicher aber ist die Analogie zwischen R-Strahlen und Licht auf dem Gebiet der Elektronenemission durch beide. Wie *Dorn* gefunden hat, ist die Absorption von R-Strahlen verknüpft mit einer Emission von Kathodenstrahlen. Nach *Bestelmeyer* ist für letztere $e/m = 1{,}72 \cdot 10^7$ ein Wert, der sich wenig von dem Standardwert $1{,}76 \cdot 10^7$ unterscheidet. Die Messung erfolgt durch magnetische Ablenkung. Die so gemessene Geschwindigkeit ergibt sich als unabhängig von der Intensität der erzeugenden R-Strahlen, was bekanntlich beim Licht seit langem erwiesen ist. Die Zahl der Elektronen ist der Intensität der R-Strahlen proportional und ebenso der bolometrisch gemessenen Energie derselben.

Einige weitere Eigenschaften der Röntgenstrahlung mögen noch kurz angeführt werden. Die Kondensation übersättigten Wasserdampfes an Kernen, die durch R-Strahlen erzeugt werden, ist durch die klassischen Versuche von *J. J. Thomson* zur Bestimmung des Elementarquantums bekannt geworden. Wenn man sich auch jetzt lieber der Radiumpräparate zur Bildung von Ionen bedient, so ist doch die Erzeugung durch R-Strahlen keineswegs ganz zur Seite gedrängt. Die Sichtbarmachung der Elektronenbahnen durch *Wilson* gibt einen reizvollen Einblick in die Mikrowelt. Auch feste und flüssige Dielektrika werden durch R-Strahlen ionisiert.

Der photoelektrische Effekt der R-Strahlen gab *Marx* ein Mittel an die Hand, die Ausbreitungsgeschwindigkeit derselben zu messen mit dem Ergebnis, daß sich R-Strahlen mit genau gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen wie die elektrischen Wellen an Drähten, d. h. mit Lichtgeschwindigkeit. Wenn *Pohl* und *Franck* auch an der Richtigkeit dieses Resultats keine Zweifel hegen, so glauben sie doch, daß die Meßmethode nicht einwandfrei ist. Die Diskussion hierüber ist noch nicht abgeschlossen. Es wäre zu bedauern, wenn die scharfsinnigen und eleganten Messungen von Herrn *Marx* auf nicht einwandfreier Basis aufgebaut wären. Da der Streit noch nicht beendet ist, so sei hier nicht weiter darauf eingegangen.

Die Versuche von *Blondlot*, die Geschwindigkeit zu messen, haben kein einwandfreies Resultat gehabt.

Von chemischen Wirkungen der R-Strahlen ist in erster Linie die Wirkung auf die photographische Platte zu nennen; ferner die Wirkung auf Glas, das sich färbt und blau wird, ebenso wie unter dem Einfluß der Becquerelstrahlung. Man führt dies zurück auf eine Manganausscheidung. Die physiologischen Wirkungen intensiver R-Strahlung sind leider früher unterschätzt worden. So sind öfters sehr schwere Verbrennungen, die sogar Amputationen notwendig machten, beobachtet worden. Die Dosierung der Strahlung ist schwierig. Sorgfältiges Abblenden durch Bleischirme ist dringend geboten.

Was wir in dem Pohlschen Buch vermissen, ist ein Hinweis auf die interessanten Versuche von *Jensen* über Münzabbildungen durch R-Strahlen. Sehr merkwürdig ist die Abbildung beider Prägungen auf der Photographie. Diese dürfte ihre endgültige Erklärung gefunden haben (s. Photograph. Jahrb. 1909, p. 55 u. ff). Dagegen bedarf es nach den Mitteilungen *Jensens* noch genauerer Untersuchungen darüber, welcher Natur die Strahlen sind, die — und zwar vor allem bei den zur Silber- und Platingruppe gehörigen Metallen — beim Negativ die den Vertiefungen entsprechenden hellen und den Erhabenheiten entsprechenden dunklen Stellen geben. So viel konnte allerdings einwandfrei gezeigt werden, daß diese „Umkehrerscheinung" mittelbar herbeigeführt wird durch eine sekundäre Röntgenstrahlung, welche vom Boden der hölzernen Kasette ausgeht, in dem die Photographische Platte mit den darauf befindlichen Münzen bzw. Medaillen oder sonstigen Metallen liegt, und welche dann, von der Rückseite her, das Glas der photographischen Platte durchdringend, die der Schichtseite anliegende Seite der angewandten Metallgegenstände trifft.

Ein hervorragender Fortschritt in der Physik der R-Strahlen datiert von der Entdeckung *Laues* und seiner Mitarbeiter, denen es gelang, eine Interferenz der R-Strahlen nachzuweisen. Damit eine Interferenz an gitterartigen Gebilden zustande kommt, darf die Gitterkonstante nicht wesentlich größer sein als die Wellenlänge der zur Interferenz gelangenden Strahlen. Nach obigen Darlegungen ergab sich für die Impulsbreite oder unter Voraussetzung regelmäßiger Strahlung für die Wellenlänge der Wert 10^{-9}. Der Abstand zweier Molekülzentren ist von der Größenordnung 10^{-8}. So lag der Gedanke nahe, die Molekularstruktur als Beugungsgitter zu benutzen. Diese Idee ist von *Laue* verwirklicht worden. Das Raumgitter eines Kristalles, das dem Auge nicht sichtbar ist, aber seine Existenz durch den kristallinischen anisotropen Charakter vermuten läßt, kann nach *Laue* zum Ausgangszentrum einer Sekundärstrahlung gemacht werden, die auf der photographischen Platte Interferenzbilder von großer Schärfe und wunderbarer Schönheit liefert. Welch ein Reiz, in das Innere der Moleküle hineinzuschauen und zum ersten Male diese doch immer hypothetischen Bausteine der Materie sichtbar zu machen! Welch genialer Gedanke, das gewöhnliche Licht, dessen zarte Schwingungen sich als zu grob erwiesen, zu ersetzen durch das neue Licht mit einer Wellenlänge 10^{-9} cm! Und welche Erweiterung der Wellenskala! Um 13 Oktaven wird das Spektrum erweitert. Das sichtbare Licht umfaßt etwa eine Oktave; das neue, nicht direkt wahrnehmbare, aber mit einfachen Hilfsmitteln erkenntliche Licht eröffnet ganz ungeahnte Perspektiven. Wenn es gelingt, mit seiner Hilfe in das Innere der Körper einzudringen, so mag noch manches Rätsel gelöst werden. Es bietet jedenfalls eine große Befriedigung, daß die Moleküle, über deren Zahl und Gewicht etwa 25 Methoden mit gleichem Ergebnis Aufschluß gaben, dem zweifelnden Auge näher gebracht worden sind. Die Wellenlänge berechnet sich aus den Interferenzversuchen von *Laue* zu $1{,}27—4{,}83 \cdot 10^{-9}$ cm.

Wir haben uns in unserer Darstellung eng an das Pohlsche Buch gehalten. Freilich haben wir damit die Inhaltsangabe keineswegs erschöpft. Wir raten jedem, den das Thema interessiert, die Lektüre des Buches dringend an. Es ist sehr klar und fesselnd geschrieben, und, obwohl der Verfasser an manchen Ergebnissen persönlich beteiligt ist, tritt er doch aus dem Rahmen objektiver Darstellung kaum heraus.

Sollte es uns gelungen sein, für dies wichtige Gebiet der Physik einiges Interesse zu wecken, so wäre der Hauptzweck dieser Zusammenfassung erreicht.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat u. Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.)

Von Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.

Dreht man sich mehrmals rasch um seine Achse und bleibt dann plötzlich stehen, so empfindet man Schwindel, d. h. die Umgebung scheint sich um einen zu drehen und schließt man die Augen, so empfindet man eine scheinbare Drehung des eigenen Körpers. Dies ist der Drehschwindel, von dem hier die Rede sein soll. Auch die Empfindung, die man verspürt, wenn man von einem hohen Turm in die Tiefe schaut, wird als Schwindel bezeichnet, aber bei diesem „Höhenschwindel" dreht sich nichts. Der sei aus unserer Betrachtung ausgeschaltet; er ist wahrscheinlich nur psychisch bedingt. Der Drehschwindel war schon den Griechen des Altertums bekannt und wird sehr gut von ihnen beschrieben. Im 16., 17. und 18. Jahrhundert konnte ich eine große Menge von Dissertationen über den Schwindel auffinden. Es sind mehr als 100. Das Eigentümliche ist, daß sie alle nahezu dasselbe enthalten. Man hatte sich im Mittelalter fast vollständig das Beobachten abgewöhnt. Wer ein Buch schrieb, der studierte die Schriften seiner Vorgänger und schrieb schließlich mit kleinen Änderungen das ab, was vor ihm gesagt worden war. So kommt es z. B., daß in der uns interessierenden Frage des Drehschwindels von verschiedenen Autoren darüber spekuliert wird, ob

während des Schwindels unbewußte Augenbewegungen auftreten oder nicht. Keinem aber fiel es ein, sich einmal selbst ein paarmal zu drehen und seine Augen zu befühlen, ob er derartige Augenbewegungen empfinden könnte oder seinen guten Freund aufzufordern, sich zu drehen und ihn daraufhin zu beobachten. Die oft recht scharfsinnigen Erwägungen wurden nur am Schreibtisch ausgeführt. Der erste, der Beobachtungen hierüber anstellte, war *Purkinje* im Jahre 1825. Er hatte Gelegenheit, Geisteskranke zu beobachten, die nach der damals üblichen Behandlungsmethode in einem Käfig gedreht wurden, wenn sie unruhig und aufgeregt waren. Die Drehung wurde so lange fortgesetzt, bis sie wahrscheinlich unter dem Einflusse der auftretenden Übelkeiten wieder ruhig und gefügig wurden. An diesen Geisteskranken konnte *Purkinje* nun während der Drehung unbewußte zuckende Augenbewegungen in der Drehungsrichtung feststellen, die mit griechischem Ausdruck als Nystagmus (von νυστάζω = ich zittere) bezeichnet werden. Wurde dann nach längerer Drehung der Käfig plötzlich angehalten, so kehrte sich die Richtung der Augenbewegungen um und die Augen zuckten nun entgegen der ursprünglichen Drehungsrichtung durch etwa eine Minute, während der Kranke heftigen Drehschwindel empfand. *Purkinje* hat dann noch eine Reihe wichtiger Tatsachen durch Beobachtung an sich selbst festgestellt. Er konstatierte, daß die Art des Drehschwindels von der Stellung des Kopfes während der Drehung abhängt. Hält man den Kopf aufrecht und dreht sich nach rechts, so entsteht beim Anhalten nach längerer rascher Drehung (etwa 10 Umdrehungen) die Empfindung, daß sich alles nach links in der Horizontalebene dreht. Neigt man während der Drehung nach rechts den Kopf 90° nach vorne, so daß man den Boden anschaut, und richtet beim Stehenbleiben nach der Drehung den Kopf auf, so scheint jetzt die ganze Umgebung nach links umzufallen. Neigt man während der Drehung nach rechts den Kopf auf die rechte Schulter und richtet ihn beim Stehenbleiben wieder gerade, so scheint alles vor einem in die Tiefe zu stürzen. Noch in anderer Weise kann man die Richtung des Drehschwindels verändern. Hat man sich bei aufrechter Kopfstellung nach rechts herumgedreht, so entsteht, wie erwähnt, die Empfindung, daß sich alles nach links um einen herum dreht. Neigt man jetzt den Kopf 90° gegen die rechte Schulter, so scheint alles auf einen zuzustürzen und man hat selbst die Empfindung, nach rückwärts zu fallen. Wenn man diese Experimente macht, so tut man gut, sie in der Nähe einer Lagerstatt auszuführen, auf die man sich sofort beim Stehenbleiben lagern kann, da sonst die starken Gleichgewichtsstörungen, die nach Drehung mit ungewohnter Kopfhaltung auftreten, einerseits die Beobachtung beeinträchtigen, anderseits aber auch zum wirklichen Hinstürzen Veranlassung geben könnten. Auch sei gleich hier bemerkt, daß bei vielen Personen durch wiederholte Drehungen, insbesondere bei vorgeneigtem oder seitlich geneigtem Kopfe Übelkeiten, ja auch Erbrechen ausgelöst werden kann. Man trägt zwar nicht den geringsten Schaden davon, aber die unangenehmen Empfindungen können bisweilen stundenlang anhalten. Kehren wir nun zu *Purkinje* zurück. *Purkinje* zog aus diesen Versuchen den ganz richtigen Schluß, daß der Drehschwindel im Kopfe zustandekommen muß, da ja die Veränderung der Kopfstellung die Richtung des Schwindels verändert, Veränderung der Bein-, Arm- und Körperstellung aber ohne gleichzeitige Veränderung der Kopfstellung keinen Einfluß auf den Schwindel haben. *Purkinje* stellte sich vor, daß das Gehirn selbst durch Drehung gezerrt wird und dadurch der Schwindel entsteht, eine naive Vorstellung, vergleichbar derjenigen, daß man eine Photographie sehen muß, die man auf die freiliegende Gehirnoberfläche des Sehzentrums projiziert. *Purkinje* war sich nicht darüber klar, daß zur Wahrnehmung von Empfindungen unbedingt ein Sinnesorgan gehört. Im selben Jahre wie die erste Arbeit *Purkinjes* erschienen die seither zu großer Berühmtheit gelangten Experimente des damaligen jungen französischen Physiologen *Flourens* an den halbkreisförmigen Kanälen der Taube. Die halbkreisförmigen Kanäle machen einen Betandteil des inneren Ohres, des Labyrinthes, aus, das aus der zum Hören dienenden Schnecke, den beiden Säckchen Utriculus und Sacculus und den drei halbkreisförmigen Kanälen besteht. Diese Kanäle sind bei allen Wirbeltieren ebenso wie beim Menschen vorhanden und überall in einer ganz bestimmten Anordnung. Einer der drei auf jeder Seite befindlichen Kanäle liegt annähernd in der Horizontalebene und heißt deshalb der horizontale Bogengang. Die beiden anderen Kanäle stehen senkrecht zum horizontalen Kanal und schließen untereinander einen nach außen und hinten offenen rechten Winkel ein. Sie heißen vorderer und hinterer vertikaler Kanal.

Über die Bedeutung dieser Kanäle hatte man vor *Flourens* lediglich theoretisiert, ohne tatsächlich von ihrer Funktion das geringste zu wissen. *Flourens* hat als erster versucht, durch das Tierexperiment ihre Funktion zu ergründen. Er legte bei der Taube die Kanäle frei und durchschnitt dieselben. Dabei traten nun ganz sonderbare, bis dahin noch niemals gesehene Erscheinungen auf. Durchschnitt *Flourens* einen horizontalen Kanal, so bekam das Tier zuckende Bewegungen der Augen und des Kopfes in horizontaler Richtung und drehte sich ununterbrochen nach rechts oder links. Durchschnitt er einen vertikalen Kanal, so traten den Nickbewegungen ähnliche zuckende Bewegungen des Kopfes nach unten oder nach oben auf und die Tiere fielen nach vorne oder rückwärts um, ja sie schlugen Purzelbäume nach vorne oder rückwärts. *Flourens* stellte fest, daß die Bewegungen des Tieres genau in der Ebene des durchschnittenen Kanals erfolgten. Die Beschreibung, die *Flourens* von den gefundenen Erscheinungen gab, ist eine ausgezeichnete. Aber eine Erklärung für dieses merkwürdige Verhalten der Tiere hat *Flourens* nicht gefunden. Er hat nicht im entferntesten daran gedacht, daß diese Tiere Schwindel haben, wie wir noch hören werden. Dies ist nicht wunderbar. Den Schwindel des Menschen wird er wohl auch gekannt haben, aber der Mensch zeigt ja

niemals derartige Kopfbewegungen wie das Tier, er dreht sich nicht im Kreise, er schlägt keine Purzelbäume, wenn er Schwindel hat. Die Erscheinungen sind also so sehr voneinander verschieden, daß man sehr wohl begreift, daß *Flourens* unter dieser Maske den Drehschwindel nicht erkannt hat. *Flourens* hat die Arbeiten *Purkinjes* nicht gekannt. *Purkinje* hat aber die Arbeiten *Flourens'* sogar eingehend beschrieben. Nur über die Versuche *Flourens'* an den halbkreisförmigen Kanälen finden wir keine Äußerung *Purkinjes* und doch wäre niemand berufener gewesen als *Purkinje* das Rätsel, das über der Arbeit *Flourens'* lag, zu lösen. *Purkinje* hat so viele und so ausgedehnte Drehversuche am Menschen angestellt, er war Physiolog, und Tiere standen ihm in seinem Laboratorium nach Belieben zur Verfügung; hätte er nur einmal eine Taube oder ein Kaninchen gedreht, so hätte er des Rätsels Erklärung gefunden. Er hätte gesehen, daß der Drehschwindel des Tieres sich sehr wesentlich von dem des Menschen unterscheidet, daß die Taube und das Kaninchen fortwährend zuckende Bewegungen mit dem Kopfe ausführen und sich um ihre eigene Achse drehen, kurz daß die Flourensschen Erscheinungen ebenso wie mittels Durchschneidung der Bogengänge auch durch einfache Drehung hervorgerufen werden können. *Purkinje* hat diese sehr naheliegenden Versuche niemals ausgeführt. Dies hat erst 1874 Dr. *Breuer* getan. So geschah es, daß die Wissenschaft in diesem Punkte durch fast 50 Jahre vollkommen stillstand. Noch vor *Breuer* ist jedoch der Lehre von den Bogengängen ein Anstoß von ganz anderer Seite hergekommen. Im Jahre 1861 publizierte der Pariser Ohrenarzt *Ménière* seine berühmtenArtikel über den später nach ihm benannten Ménièreschen Schwindel. *Ménière* war damals 61 Jahre alt, ein hohes Alter für einen Entdecker. Freilich hatte er offenbar schon jahrelang die Gedanken mit sich herumgetragen, denen er nun beredten Ausdruck gab. *Ménière* hatte im Laufe einer langjährigen Praxis als Ohrenarzt eine ganze Reihe von Kranken gesehen, die an Schwindel litten. In der damaligen Zeit hat man bei jedermann, der an Schwindel litt, eine Erkrankung des Gehirns diagnostiziert. *Ménière* aber konnte sich mit dieser Diagnose nicht befreunden, denn er sah Kranke, die noch jahrzehntelang in voller Gesundheit lebten, die keinerlei anderweitige, nervöse Störungen aufwiesen, außer daß sie neben dem Schwindel Ohrgeräusche hatten und allmählich mehr oder minder schwerhörig oder taub wurden. Die ohrenärztliche Untersuchung dieser Fälle ergab, daß der äußere Gehörgang und das mittlere Ohr nicht erkrankt waren. Die Ursache der Schwerhörigkeit und der Ohrgeräusche mußte also im inneren Ohre, im Labyrinth, sitzen. Ebenfalls durch Experimente *Flourens'* war festgestellt worden, daß die Schnecke des inneren Ohres zum Hören dient. Denn zerstörte *Flourens* die Schnecke eines Tieres auf beiden Seiten, so trat vollständige Taubheit auf. *Ménière* schloß nun folgendermaßen: Bei allen meinen Fällen ist Schwindel mit Schwerhörigkeit verbunden. Die Schnecke ist für das Gehör bestimmt, ihre Erkrankung bewirkt Schwerhörigkeit. Erkrankt die Schnecke, so ist sehr wahrscheinlich auch der Bogengangapparat erkrankt, da er ja in unmittelbarster Nähe der Schnecke sich befindet. Was die Erkrankung des Bogengangapparates bewirkt, wissen wir noch nicht, vielleicht aber bewirkt sie den Schwindel. Diesem Gedanken ging nun *Ménière* offenbar jahrelang nach und kam immer mehr zur Überzeugung, daß er richtig sei. Einmal hatte er auch Gelegenheit, eine Erkrankung der Bogengänge auf dem Obduktionstisch zu sehen. Es handelte sich um eine Patientin, die in den letzten Tagen vor ihrem Tode an sehr heftigem Schwindel gelitten hatte und rasch ertaubt war. Bei der Sektion des Gehörorgans fand *Ménière* die Bogengänge von einer blutigen Flüssigkeit erfüllt, während sonst die Flüssigkeit wasserklar ist. *Ménière* hat auch die Flourensschen Experimente an den Bogengängen in seinem Sinne gedeutet. Er sah durch die verwirrenden Verschiedenheiten zwischen menschlichem und tierischem Schwindel hindurch und erklärte, daß die Tiere *Flourens'* Schwindel haben. Freilich hat er keinen wirklichen Beweis für seine Ansicht geliefert. *Ménière* hat den Ruhm seiner Entdeckung nicht genossen. Er starb noch im selben Jahre. Ein gutes aber hat sein frühzeitiger Tod gehabt: die rasche, neidlose Anerkennung des von ihm Gefundenen. Widerspruch wurde überhaupt keiner laut und Bestätigungen kamen rasch von allen Seiten. *Ménière* hatte sich über einen sehr wichtigen Punkt der hier in Betracht kommenden Frage gar nicht ausgesprochen. Er hatte festgestellt, daß Erkrankungen der Bogengänge Schwindel verursachen. Was aber war die Funktion der Bogengänge, wenn sie nicht erkrankt waren? Darüber hatte *Ménière* auch nicht die leiseste Vermutung geäußert. Es blieb dem deutschen Physiologen *Goltz* (1870) vorbehalten, hier einen entscheidenden Schritt vorwärts zu tun. *Goltz* hatte die Experimente *Flourens'* an Tauben wiederholt und gesehen, daß die Tiere nicht imstande sind, mit verletzten Bogengängen ihr Gleichgewicht zu erhalten. Er schloß nun folgendermaßen: Erkrankung oder Zerstörung der Bogengänge bringt Verlust des Körpergleichgewichts mit sich, folglich besteht die physiologische Funktion der Bogengänge im normalen Leben in der Erhaltung des Körpergleichgewichtes. *Goltz* machte sich auch eine bestimmte Vorstellung davon, wie die Bogengänge als Sinnesorgan dieser Funktion der Erhaltung des Körpergleichgewichtes nachkommen könnten. Wiewohl ich die Ansicht *Goltz'* nur mit beträchtlichen Einschränkungen akzeptieren kann und wiewohl die Theorie von der Art der Funktion der Bogengänge falsch war, so daß ich sie hier gar nicht auseinandersetzen will, so hat *Goltz* doch ein sehr großes Verdienst. Seine Ideen wirkten als Ferment, das Geistreiche derselben bestach, das Unrichtige an ihnen reizte zum Widerspruche und die Folge davon war, daß an verschiedenen Punkten die Forscher anfingen, sich mit der Sache zu befassen. So geschah es, daß vier Jahre später, gleichzeitig von drei Männern und unabhängig von-

einander, die richtige Lösung gefunden wurde. Es waren dies Professor Dr. *Ernst Mach,* damals in Prag, jetzt in Wien, Dr. *Josef Breuer* in Wien und Professor Dr. *Crum Brown* in Boston.

Mach als Physiker und Mathematiker ging die Frage auch von seinem Standpunkte aus an. Er gab zunächst eine mathematisch-physikalische Theorie der Drehbewegung. Sodann untersuchte er experimentell an sich selbst die Empfindungen, die während der Drehung und nach derselben auftreten. Durch geeignete Versuchsanordnung konnte er alle anderen Organe, den Berührungssinn der Haut, die Muskel- und Gelenkempfindungen als an der Entstehung der Drehempfindungen unbeteiligt ausschließen und indem er nun die halbkreisförmigen Kanäle des inneren Ohres anatomisch betrachtet, kommt er zum Schluß, daß diese vom physikalischen Standpunkt geeignet wären, alle die durch eigene Beobachtungen festgestellten Empfindungen zu liefern. *Breuer* kam auf gänzlich anderem Wege zu dieser Erkenntnis. Er wiederholte und modifizierte einerseits die Flourensschen Experimente und verfeinerte dieselben. Andererseits war er der erste, welcher Drehversuche an Tieren anstellte. Aus der Übereinstimmung des Drehschwindels der Tiere mit den Resultaten der Verletzungen der Bogengänge zog er den Schluß, daß die Tiere bei Verletzungen der Bogengänge Drehschwindel, Drehempfindung haben. Er führt auch den Gegenbeweis; denn exstirpierte er die Bogengänge beiderseits, so traten nun beim Drehen und nach demselben keine Erscheinungen von Drehschwindel auf. Indem er nun den anatomischen Bau berücksichtigte, kam er zu derselben Ansicht wie *Mach,* daß die Bogengänge ein Sinnesorgan für die Wahrnehmung von Drehbewegungen darstellen. *Crum Brown* begründete seine Ansicht lediglich auf experimentell-psychologischem Wege. Er untersuchte an einer Anzahl von Personen die Empfindungen während und nach der Drehung und kam so zur Ansicht, daß dieselben von einem Sinnesorgan im Kopf geliefert werden müssen, als welches er die halbzirkelförmigen Kanäle ansah. Die Art der Erregung stellten sich *Breuer, Mach* und *Crum Brown* erst so vor, daß bei jeder Drehbewegung des Kopfes die Endolymphe in den Bogengängen ebenfalls in eine drehende Bewegung kommen müsse. *Mach* aber änderte dann seine Ansicht im Hinblick auf die Unmöglichkeit einer makroskopischen Bewegung der Endolymphe in den kapillaren Röhren der heutigen Bogengänge dahin, daß die Endolymphe nur einen Druck in der Richtung der zu erwartenden Verschiebung ausübt, eine Ansicht, die später fast allgemein akzeptiert wurde.

Hatten *Purkinje* und *Flourens* (1825—1828) ein geniales Präludium ersonnen, *Ménière* (1861) den ersten Satz in kühnem Schwunge eingeleitet, *Goltz* (1870) ein neues Thema geistreich angeschlagen, so schließt mit der Aufstellung der Lehre *Machs, Breuers* und *Crum Browns* (1874) der erste Satz mit kräftigem, volltönendem Akkord. Der zweite Satz ist wie eine richtige Fuge, wo viele Stimmen durcheinander schwirren, bald sich miteinander harmonisch verbinden, bald wieder einander bekämpfen, auf verschlungenen Wegen einander folgen oder fliehen; die im ersten Satz angeschlagenen Themen werden weiter ausgesponnen, vertieft und ins Detail geführt, Neues kommt relativ wenig hinzu. Wie im ersten Satz, so teilen sich auch im zweiten Physiologen, Psychologen und Kliniker in die thematische Arbeit. Es würde heißen, sich allzu sehr ins geschichtliche Detail verlieren, wollte ich Ihnen all die Mitspieler beim Namen nennen und die mehr oder minder originellen Beiträge derselben Ihnen zu Gehör bringen; ich will Sie damit verschonen und nur die Hauptarbeiten anführen. Unter den Physiologen ist in erster Linie der Ungar *Andreas Högyes* (1879 bis 1880) zu nennen. Nachdem er durch Zufall den beim Drehen auftretenden Augennystagmus beim Kaninchen neu für sich entdeckt hatte, ging er ganz unbeeinflußt durch theoretische Vorstellungen oder durch praktische Ziele daran, soweit als möglich den Mechanismus dieses, wie er ganz richtig konstatierte, vollständig unwillkürlichen Reflexes zu studieren. Was die Auslösung des Reflexes im Sinnesorgan, in den Bogengängen betrifft, so schloß er sich hier der Lehre *Machs* und *Breuers* an, die er durch neue und schöne Experimente stützte. Vollständig originell aber war er in seinen Untersuchungen über den Ort der Entstehung des Reflexes im zerebralen Nervensystem. Zu jedem Reflex gehört ja bekanntlich 1. ein peripheres Sinnesorgan; 2. Nervenfasern, welche den Reiz vom Sinnesorgan ins Gehirn leiten; 3. Nervenzellen, welche den Reiz von der zuführenden Faser übernehmen und ihn in die motorische Entladung umsetzen. In unserem Falle ist das peripherische Sinnesorgan der Bogengangsapparat, der zuführende Nerv, der Bogengangsnerv, bekannt gewesen, ebenso die motorische Entladung, die nystaktischen Bewegungen der Augen. Unbekannt aber war der Ort der Übertragung von der zuführenden Faser auf die motorische Faser der Augenmuskelnerven. *Högyes* hat nun in schwierigen Experimenten den Sitz dieser Übertragung ermittelt. Er entfernte bei Tieren das ganze Großhirn und sah danach den Nystagmus der Augen bei Reizung der Bogengänge unverändert auftreten. Er konstatierte, daß lediglich gewisse Inzisionen in das verlängerte Mark resp. den Hirnstamm in dem kurzen Bereich zwischen dem Eintritt des Bogengangsnerven und dem Austritt der Augenmuskelnerven diesen Reflex aufzuheben vermögen. — Die exaktesten Tierexperimente am peripheren Bogengangsapparat verdanken wir *Ewald,* dem langjährigen Assistenten und späteren Nachfolger von *Goltz,* der durch sein tiefgründiges Eindringen in das minutiöseste Detail die Grundlage für die spätere klinische Forschung schuf. Einen seiner klassischen Versuche möchte ich anführen, um die Art seines Vorgehens zu illustrieren. Die bisherigen Experimentatoren hatten bereits festgestellt, daß bei Druck auf den eröffneten horizontalen Bogengang der Taube horizontaler Augennystagmus auftrete. Sie waren sich aber nicht ins Klare gekommen, ob der rechte horizontale Bogengang

Nystagmus nach rechts und links erzeugen könne und insbesondere war es nicht festgestellt worden, bei welcher Bewegung der im Bogengang enthaltenen Flüssigkeit der eine oder der andere Nystagmus erscheint. *Ewald* löste nun diese Frage in elegantester Weise. Er präparierte den rechten horizontalen Bogengang der Taube frei und machte ungefähr in der Mitte desselben eine Öffnung. Statt aber nun wie die anderen Experimentatoren hier zu reizen, verschloß er an dieser Stelle den Bogengang vollständig durch Einsetzen einer Plombe. Nun machte er eine zweite Öffnung zwischen der Plombe und der Nervenendstelle des Bogengangs und hier ließ er nun einen Druck auf den Bogengang wirken. Jetzt konnte die Bogengangflüssigkeit nur nach einer Richtung hin ausweichen und wenn nun ein bestimmter Augennystagmus entstand, so mußte er auf diese ganz bestimmt gerichtete Endolymphbewegung zurückgeführt werden. In der Tat ergab sich bei vielfältiger Wiederholung des Versuchs stets dasselbe Resultat. Bei Druck auf den rechten Bogengang entstand stets Nystagmus der Augen nach rechts. Ließ er mit dem Druck nach, so kehrte sich der Nystagmus um und war nun nach links gerichtet. Es ist klar, daß durch den plötzlichen Nachlaß des Druckes auch die Bewegung der Flüssigkeit im Bogengang sich umkehren mußte. Noch eine Reihe wichtiger Details hat *Ewald* bei diesen Versuchen ermittelt. Doch würde es zu weit führen, darauf einzugehen. Sehr wichtig ist aber noch die Feststellung *Ewalds,* daß die Bogengänge bei Tieren reflektorisch den Tonus, d. i. die Spannung der Muskulatur des gesamten Körpers beeinflussen. Zerstört man die Bogengänge beiderseits, so sinkt mit einem Schlage die Spannung der Muskulatur enorm herab. Das ganze Tier wird schlaff und matt. Beim Menschen ist dieser Einfluß der Bogengänge viel weniger ausgesprochen. *Ewald* ist sich allerdings nicht klar geworden, wie im Detail diese Beeinflussung des Muskeltonus zu erklären sei. Auch heute ist diese Frage speziell für das Tier noch keineswegs vollständig gelöst.

Nach den Physiologen wollen wir einen Psychologen zu Worte kommen lassen. Der Amerikaner *James* hatte als erster die Idee, Taubstumme auf ihren Bogengangapparat systematisch zu untersuchen. Er nahm an, daß bei diesen Kranken vielfach nicht nur das Gehör, sondern auch der Bogengangapparat zerstört sein werde, und es war daher zu erwarten, daß diese Kranken durch Drehung nicht schwindelig gemacht werden können. In der Tat konnte *James* feststellen, daß eine große Zahl von Taubstummen gegen Drehung vollständig unempfindlich ist. Die Versuche von *James,* der sich lediglich auf die subjektiven Angaben der Taubstummen stützte, wurden von dem Wiener Physiologen *Kreidl* fortgesetzt, der als erster beim Menschen Augennystagmus während der Drehung als Indicator für die Erregbarkeit des Bogengangapparates in Betracht zog, wie dies ja schon von *Breuer* und *Högyes* am Tiere geschehen war. *Kreidl* stellte fest, daß bei einer großen Zahl von Taubstummen während der Drehung die nystaktischen Augenbewegungen vollständig fehlen, die bei Normalen stets vorhanden sind. Der von *Kreidl* zuerst betretene Weg wurde dann noch vielfach begangen, so von *Doehne, Rupprecht, Bach, v. Stein, Wanner, Kümmel, Passow* usw. *Wanner* hat das Verdienst zuerst statt des Nystagmus während der Drehung, dessen Beobachtung durch mannigfache Umstände erschwert ist, den Nystagmus beim Anhalten nach Drehung als Maß der Erregung des Bogengangapparates betrachtet zu haben, eine Methode, die auch heute allgemein angewendet wird. — Wir haben bereits, ohne es zu beachten, klinisches Arbeitsgebiet betreten. Die Klinik des Bogengangapparates hat sich auffallend langsam entwickelt. Ich darf es ohne Überhebung sagen, daß eigentlich erst seit dem Erscheinen meiner Arbeit 1906 eine exakte klinische Erforschung der Erkrankungen des Bogengangapparates begonnen hat. Die Hauptursache dafür liegt darin, daß erst ich eine Methode gefunden habe, um die Funktion jedes Bogengangapparates für sich allein in exakter Weise zu prüfen. Nichts ist leichter als die Untersuchung eines Auges für sich allein. Man braucht ja nur das andere zu verschließen. Die vollständig getrennte Untersuchung der Hörfähigkeit jedes Ohres ist schon keine so einfache Sache. Auch hier hat erst die Einführung des von mir erfundenen Lärmapparates, der auf dem von mir zuerst angewendeten Prinzip beruht, während der Untersuchung des einen Ohres das andere durch einen in demselben erzeugten Lärm vom Hörakte vollständig auszuschließen, eine exakte Prüfung ermöglicht. Die Untersuchung der Funktion des Bogengangapparates einer Seite für sich allein stieß aber auf ganz besondere Schwierigkeiten. Bei der Drehung, der am meisten geübten Methode der Funktionsprüfung, werden natürlich beide Bogengangapparate zu gleicher Zeit gereizt und man konnte daher zu keinen Schlüssen betreffs der Funktion des einen von ihnen gelangen. Außer der Drehung wurde noch vereinzelt die Galvanisation des Kopfes angewendet. Schon *Purkinje* hatte den sogenannten galvanischen Schwindel beschrieben. Der Psychiater *Hitzig* in Halle hatte den bei der Galvanisierung des Kopfes auftretenden Nystagmus der Augen entdeckt. *Breuer* bezog ihn auf die galvanische Erregung der Bogengänge, *Pollak,* Ohrenarzt in Wien, stellt sein Fehlen bei zahlreichen Taubstummen fest. Klinische Bedeutung kommt aber dieser Methode nicht zu, da wir auch heute noch nicht über die Art der Wirkung des galvanischen Stromes unterrichtet sind und mannigfach widersprechende Befunde und Theorien sich gegenüberstehen. Die klinische Erfahrung, d. h. die Beobachtung der bei Erkrankungen des Bogengangapparates auftretenden Erscheinungen verdankt dem Berliner Ohrenarzt *Jansen* zweifellos sehr viel. *Jansen* hat an einer großen Zahl von Kranken, bei denen er während der Ohroperation die Erkrankung des Bogengangapparates durch den Augenschein feststellte, die klinischen Erscheinungen dieser Kranken studiert. Er hat als erster auf die große Bedeutung der Beobachtung des sogenannten spontanen Augennystagmus für die Diagnose der Labyrintherkran-

kungen hingewiesen. Wir verstehen unter spontanem Nystagmus die nystaktischen Bewegungen der Augäpfel, die ohne jeden äußeren Reiz, also spontan, lediglich bei Blick geradeaus, nach rechts und links, oben und unten zu beobachten sind. *Jansen* fand eben, daß zahlreiche Fälle mit Bogengangserkrankungen spontanen Nystagmus zeigen, daß dieser somit ein wichtiges Symptom der Bogengangserkrankung sei. *Jansen* hat noch ein anderes großes Verdienst. Er war der erste, der den Mut hatte, einen eitrig erkrankten Bogengangapparat resp. das ganze erkrankte Ohrlabyrinth operativ zu behandeln, die knöchernen Bogengänge aufzumeißeln, den Eiterherd bloßzustellen und auf diese Weise den sonst fast stets verlorenen Kranken die Gesundheit wiederzugeben. Der Mut des Pfadfinders ist hier nicht gering einzuschätzen, denn die Operation vollzieht sich in einer für den Anfänger erschreckenden Tiefe, in unmittelbarer Nähe des Gehirns und *Jansen* mußte die Verantwortung auf sich nehmen, den Patienten vielleicht früher infolge des operativen Eingriffes zu verlieren als durch die Krankheit allein. Sein klares chirurgisches Raisonnement, seine glänzende Technik und sein Mut aber haben sich belohnt, denn heute gehört die lebensrettende Labyrinthoperation zu den Eingriffen, die jeder Ohrenarzt auszuführen imstande sein soll. Trotz der zahlreichen wichtigen Feststellungen, die *Jansen* erhob, konnte er doch zu keiner klaren Einsicht in das Wesen der Bogengangserkrankungen kommen, konnte er auch keine sicheren Indikationen für die Vornahme der Labyrinthoperation angeben, da ihm eben die Funktionsprüfung des Bogengangapparates fehlte. Erst *Bárány* hat, wie z. B. der Münchener Otologe *Herzog* schreibt, in das Gewirr der bis dahin vorliegenden Anschauungen Ordnung gebracht und das Dunkel über die Bedeutung der von den Bogengängen ausgelösten Erscheinungen aufgehellt. Und dies ist alles der glücklichen Verfolgung zufälliger Beobachtungen zu verdanken. Es hätte keinen Zweck, wollte ich auf die Arbeiten aller der Kliniker eingehen, die vor mir diesem schwierigen Kapitel ihre Arbeitskraft gewidmet haben. Ich müßte mehr als 100 Namen nennen. Wer sich dafür interessiert, der sei auf meine historischen Darstellungen im Internationalen Centralblatt für Ohrenheilkunde 1908 hingewiesen.

(Schluß folgt.)

Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen West- und Innerafrika.

Von Prof. Dr. Max Friederichsen, Greifswald.

Ende des vorigen Jahres erschien unter dem für ein größeres Publikum geschickt gewählten Titel: *Und Afrika sprach . . .*[1]) ein Werk von so allgemeinem Interesse, daß seine Hauptergebnisse auch bei dem vorwiegend *naturwissenschaftlich* interessierten Leserkreis dieser Zeitschrift Aufmerksamkeit erregen dürften. Wie der in der Fußnote gegebene ausführliche Titel des Werkes andeutet, handelt es sich um den *dritten* Bericht der mit hervorragendem Organisationstalent bereits vor Jahren von *Leo Frobenius* in die Wege geleiteten und seitdem mit steigendem Erfolg zielbewußt durchgeführten *deutschen innerafrikanischen Forschungsexpedition.*

Der *erste* dieser Berichte erschien 1907 unter dem Titel: *Im Schatten des Kongostaates.* In ihm wurden die 1904—1906 im Kongo-Kassai-Gebiet ausgeführten Reisen beschrieben; der *zweite* Bericht folgte im Jahre 1911 unter der Überschrift: *Auf dem Wege nach Atlantis.* Er enthielt die Darstellung der Erlebnisse und Forschungen der Reisejahre 1907—1909 im Senegal- und oberen Nigergebiet.

Als *Hauptziel* aller drei Reisen galt es *Frobenius,* das Ursprungsgebiet und die Einflußsphäre einer *alten Kultur Westafrikas* festzustellen, deren Bestehen der Forscher seit langem durch wahrhaft *unermüdliche* Literatur- und Museumsstudien in Europa sowie durch eine systematische Befragung der in unsere großen europäischen Handelshäfen verschlagenen Glieder der afrikanischen Menschheit aufgespürt und wissenschaftlich wahrscheinlich gemacht hatte. (Vergl. sein großes Werk: Der Ursprung der afrikanischen Kulturen, Berlin 1898.)

Es mag gleich hier bemerkt werden, daß dem Referenten durch die in dem vorliegenden Werke erstmalig in großem Zusammenhang dargestellten Ergebnisse seiner *drei* Reisen (vor allem aber der *letzten* Reiseperiode 1910—1912) dieses Hauptziel bestens erreicht zu sein scheint.

Wie *Frobenius* selber in dem der vorliegenden *volkstümlichen* Ausgabe seines jüngsten Reisewerkes vorausgesandten *Geleitwort* sagt, soll dieses Buch mehr als ein Reisewerk sein. Dem entspricht Inhalt und Stoffgruppierung durchaus.

Nur die Kapitel 2—7, 17—20 und 30 bieten Reisebeschreibungen. Sie geben interessante Einblicke in die durch Klima und Menschen oft äußerst mühselige und unbequeme Art des Reisens im Nigergebiet, sowie Aufschlüsse über die Technik des Sammelns von ethnographischem und ethnologischem Rohstoff. Oft genug haben wir dabei Gelegenheit, das *rücksichtslose* Einsetzen der physischen Existenz im Dienste rein wissenschaftlicher Forschung bei *Frobenius* zu bewundern.

Der weit größere Teil des Buches gibt „*Materialien*" in charakteristischen Proben und vor allem die *vorläufigen Ergebnisse* der letzten sowie der früheren Expeditions- und Studienjahre.

Nur auf diese *Ergebnisse* möchte ich hier in großen Zügen wegen ihres bedeutenden *allgemeinen* Interesses auf Grund der Darstellung des

[1]) *Frobenius, Leo,* Und Afrika sprach . . . Bericht über den Verlauf der dritten Reise-Periode der D. I. A. F. E. in den Jahren 1910—1912. Mit Unterstützung des Hamburger Museums für Völkerkunde herausgegeben. *Volkstümliche Ausgabe.* 669 S. 8°. Mit 69 Bildertafeln, über 200 Textillustrationen, 4 Plänen und Tafeln. Vita, Deutsches Verlagshaus. Berlin-Charlottenburg 1912. Geb. M. 12,00.

Verfassers näher eingehen. Es handelt sich dabei um dreierlei: 1. um den westafrikanischen sogenannten *atlantischen* Kulturkreis, 2. um die staatenbildenden Völker des Sudan, 3. um die sogenannten „Splittervölker" des Sudan.

1. *Der westafrikanische* (atlantische) *Kulturkreis.*

Im südlichen englischen Nigerien, im Hinterland von Lagos, gelang es *Frobenius* ein Volk näher kennen zu lernen, welches als das der *Joruben* bekannt ist[1]). Der Geist dieser Menschen mutete den Forscher archaistisch und unafrikanisch an. Auch somatisch erschienen sie ihm fremdartig. Die aus alter Zeit erhaltenen und mit klarem Bewußtsein zähe bewahrten Sozialgesetze und Clanbildungen waren nicht negerhaft. Desgleichen nicht das aus alter Zeit erhaltene hoch entwickelte *Weltbild* und *Göttersystem.* Auch die jorubische *Bauweise* erwies sich als ein durch ein sehr charakteristisches „Impluvium" veränderter Tembenstil. Solche Bauten kommen aber nach *Frobenius'* Ansicht sonst in Afrika nur in Algier und Marokko, also im *mediterranen* Kulturgebiet Nordafrikas vor. Ferner belegen ihm der jorubische Frauengriffwebstuhl, die sogenannte *„frontale"* Besehnung der jorubischen Bögen die Tatsache, daß im westmediterranen *Nord*afrika wie im atlantischen *West*afrika gleiche Kulturelemente einer alten Zeit wiederkehren, und zwar hier wie dort an der *Küste.* Eine ursprüngliche Beziehung beider Kulturgebiete durch das *Inland* fehlt anscheinend.

Bedeutungsvoll für das hohe *Alter* dieser Jorubenkultur erscheinen die großartigen *archäologischen* Funde, welche *Frobenius* durch Ausgrabungen in 4—7 m Tiefe, in einem alten Gräberfeld, zwei Kilometer im Norden der Jorubenstadt Ilife (Ife) im Lagoshinterland machte. Dort fanden sich ganz unerwartet schöne, künstlerisch vollendete *Porträt-Terrakottköpfe* (vergl. Tafeln VI, VII, IX seines Werkes), ein Bronzekopf des Olokun [= Poseidon (vergl. Taf. IV seines Werkes)], steingutartige Urnen, Glasperlen usw., alles Dinge, wie sie *heute* dort *nicht* mehr gemacht werden. Selbst die bekannten und viel gerühmten Bronzen des benachbarten *Benin* erschienen *Frobenius* demgegenüber unbedeutend und epigonenhaft, sodaß wahrscheinlich diese gut belegte Beninkultur nur eine späte Blüte der älteren Jorubenkultur gewesen ist.

Da diese so nachgewiesene, durch Dolmen und Steinsetzungen des weiteren nach Norden Beziehungen aufweisende *alte* Kultur der Guineaküste Westafrikas an den Ufern des *atlantischen* Ozeans heimisch ist, so bezeichnet sie *Frobenius* als *„atlantisch".* Warum er aber auch im *historischen* Sinne dazu glaubt berechtigt zu sein, ergibt sich ihm aus dem kühnen Versuch der Beantwortung der Frage nach ungefährer Zeit und mutmaßlicher Herkunft dieser alten Jorubenkultur Westafrikas.

Auf Grund sorgsamer Prüfung des Wortlautes der bekannten Platonischen Atlantis-Schilderung und unter Vergleich dieser Beschreibung mit der Natur Westafrikas und dem Kulturbesitz des Jorubenlandes kommt er zu dem Schluß, daß ebenso wie sich die *Pygmäen*fabel durch *Schweinfurths* Forschung über die innerafrikanischen Zwergvölker als im Kern wahr herausstellte, daß ebenso wie der Schauplatz der *Troja*legende durch *Schliemanns* Ausgrabungen lokalisiert und an eine geschichtliche Örtlichkeit angeknüpft werden konnte, auch der in Platons Kritias überlieferte Roman von der „Insel *Atlantis*" jenseits der Säulen des Herkules seinen wahren Kern besitze.

Seite 348 des vorliegenden Werkes folgert *Frobenius* in diesem Gedankengang: „Und damit eben will ich Atlantis, die jenseits der Säulen des Herkules gelegene Empore der Westkultur wieder entdeckt haben, das Atlantis, von dem uns *Solon* sagt, daß in ihm die Burg des Poseidon (vergl. Olokun-Kopf der archäologischen Funde) entstanden sei, daß dort üppige Vegetation herrsche, daß die baumartig wachsende Pflanze, die Speise, Trank und Salböl liefere (die Ölpalme), daß die rasch verderbende Frucht des Obstbaumes (die Banane) und erwünschte Reizmittel (der Pfeffer) dort gediehen wären, daß Elefanten dort lebten und daß das Messing dort gewonnen werde (also wie hinter den Jorubabergen noch vor kurzer Zeit), daß die Eingeborenen dunkelblaue (Baumindigo) Kleider trügen und daß sie eine etwas fremdländische Bauart (Palmblatt-Satteldach) gehabt hätten."

Wer waren nun diese alten Kulturträger Westafrikas? fragt *Frobenius* weiter. Etwa die Phönicier? Dies wird verneint. Zwar scheinen sie noch im Altertum als letzte mit Nordguinea Handel getrieben zu haben, aber als Gründer dieses Verkehrs und Urheber jener Kultur kommen sie nicht in Frage. Die Phönicier haben bei näherem Zusehen auch garnicht die Kulturformen besessen, die mit denen der Joruben übereinstimmen. Auch das Glas, welches in beiden Gebieten vorkommt, erweist sich nach *Frobenius* im Jorubagebiet archaistischer als jenes Glas, welches die Phönicier nach allen Teilen der Welt und auch nach der Goldküste trugen. Auch wissen wir heute, daß die Phönicier garnicht die *ersten* Glashandwerker waren, vielmehr diese Kunst, wie vieles andere, erst weitertrugen. Ebenso sind auch die Phönicier nicht die *ersten Seefahrer* des Mittelmeeres gewesen; sie übernahmen vielmehr als ein von *Osten* kommendes Kulturvolk (etwa 800 v. Chr.) den Machtbestand und die Kulturgüter *älterer* absterbender *westlicher* Kulturvölker. Zu diesen *westlichen älteren* Kulturvölkern werden wir nach *Frobenius* die uns aus dem 12. Jahrhundert v. Chr. durch ihren Zusammenstoß mit den Ägyptern (unter Ramses III) bekannten *Turscha-Etrusker* rechnen dürfen, sowie andere Vertreter der mit diesen Turscha eng verbundenen *iberischen* Völker, welch letztere in alter Zeit über ganz Nordafrika, Spanien und Gallien verbreitet waren, welche aber auch die Gestade des Atlantischen Ozeans außerhalb der Säulen des Herkules befahren haben dürften und dort Kolo-

[1]) Vergl. *Ellis, A. B.*, The Yoruba-speaking peoples of the Slave-Coast of West Africa. London 1894.

nien angelegt haben werden. Als eines der *kolonialen Seitengebiete* dieser hochkultuvierten nordafrikanisch-westmediterranen, prähellenischen Völkergruppe nimmt *Frobenius* auch das von ihm als so altertümlich und eigenartig erkannte Gebiet der jorubischen Kultur im Lagoshinterland Westafrikas in Anspruch.

In diesem Zusammenhang gewinnt der vorher schon nach *Frobenius* gegebene Hinweis auf die weite Verbreitung der Impluvialbauten durch Hinweis auf ihre Ähnlichkeit mit dem als „atrium toscanicum" durch die Römer von den Etruskern übernommenen Impluvialbau erhöhte Bedeutung. Auch wird man die von *Frobenius* erkannten Ähnlichkeiten im Schmuck und in der charakteristischen Gesichtstätowierung des Olokunkopfes und der Joruba-Terrakotten mit analog geschmückten und tätowierten sardinischen und tunesischen Terrakottmasken (vergl. Taf. V bei S. 314 des Buches) nicht übersehen können.

Das gleiche gilt von dem bereits vorher aus Jorubaland erwähnten, hier wie in Etrurien in 16 Teile geteilten eigenartigen *Weltbild* (vergl. *Nissen, Heinr.,* Das Templum. Berlin 1869) mit vielfach den gleichen, in denselben Himmelsrichtungen bei den Etruskern wie bei den Jorubern wohnenden Gottheiten.

Es wird die Sache der alten Historiker, Kulturhistoriker und Sprachforscher sein, die Haltbarkeit dieser kühnen, aber zweifellos durch eine große Zahl auffallender Tatsachen kräftig gestützten Folgerungen und scharfsinnig kombinierten Forschungsergebnisse zu überprüfen. Vorbeigehen können die Vertreter der historischen und philologischen Nachbarwissenschaften an allen dem keinesfalls!

Soviel aber dürfte schon heute feststehen, daß uns *Frobenius'* Forschungen mit einem in diesem Umfang bisher *völlig* unbekannten, höchstens hie und da geahnten (vergl. *Desplagnes,* Le Plateau Central Nigerien, Paris 1907) Reichtum an *alter* Kultur im Nigerbogen Westafrikas bekannt gemacht haben. *Und das ist ein zweifellos hohes Verdienst!* Seit *Frobenius'* westafrikanischen Forschungen eröffnet sich erstmalig ein Blick in historische Vergangenheiten von einer Tiefe, wie man sie bisher auf dem Kontinent Afrika wohl schwerlich erwartet hatte. Freilich wird man auf der anderen Seite Afrika kaum je für so geschichtslos gehalten haben, wie dies *Frobenius* in dem in dieser Richtung nicht ganz geglückten Einleitungskapitel seines Buches darzustellen versucht.

2. *Die staatenbildenden Völker des Sudan.*

Abgesehen von der Zusammengehörigkeit gewisser Sudanvölker nach *Rasse*neigenschaften läßt sich, und darauf kommt es *Frobenius* als Ethnologen in *erster* Linie an, eine Gruppierung der Sudanvölker nach *Völkertypen* auf Grund von *Kulturmerkmalen* vornehmen.

Unter diesem Gesichtspunkte wollen wir mit *Frobenius* zunächst die sogenannten „Staatenbildner" betrachten. Dieselben schufen im Sudan, von Osten nach Westen aufgezählt, die folgenden, im afrikanischen Sinne mächtigen Reiche: Nubien oder Napata, Dar-Fur, Wadaï, Bornu-Kanem, die Haussastaaten, Kororofa, Nupe, Borgu, Gurma, Mossi, Songai, die Mandestaaten, Djolof. Alle diese Staaten sind dadurch charakterisiert, daß ein „staatenbildendes" Herrenvolk in mehr oder weniger großen Hauptstädten wohnt und daß ein jedes dieser großen Staatengebilde das Verbreitungsgebiet *einer* Sprache ist (z. B. „Mandingo" im Mande-Reich, „Mossi" im Mossi-Reich, „Haussa" im Staatenbund der Haussa). Unsere bisherige Auffassung aller dieser *Staatenbildner* bedarf nun nach *Frobenius* sehr der Revision.

Ist es schon im Hinblick auf die später zu berührenden Ergebnisse der Erforschung der sogenannten „Splitterstämme" Unrecht, nur bei den Staatenbildnern das Vorhandensein einer höheren Kultur anzunehmen, so bedeutet es ein weiteres Unrecht, bei den Staatenbildnern selber a priori die Vertreter des *Islam* höher zu stellen, dagegen die sicher auch vorhanden gewesenen *heidnischen* „Staatenbildner" gänzlich zu ignorieren.

Diese bisherige, nach *Frobenius falsche* Beurteilung und Überschätzung des Kultureinflusses des *Islam* (die sog. „Brille des Islam" bei *Frobenius)* im Laufe der letzten 800 Jahre der Geschichte hat zweierlei *Gründe.* Einerseits hat sich in den letzten 800 Jahren eben der Islam bei einem großen Teile der Staatenbildner eingenistet und deren *eigene* Kritik der Verhältnisse beeinflußt, andererseits sind alle Forschungsreisenden, welchen wir unsere bisherige Kenntnis zu danken haben, im allgemeinen geneigt gewesen, mit den *höheren* Schichten, d. h. *heute* mit den Vertretern des *Islam* in Verkehr zu treten. Da aber die Islamiten überall im Sudan das Bestreben haben, mit der Prätention der ersten Kultururheberschaft aufzutreten, so ist das bisherige Überschätzen der *islamischen* Kulturelemente verständlich.

Es ist nun *Frobenius'* Verdienst, tatsächlich bedeutende Unterschiede unter den ursprünglichen und späteren Kulturverhältnissen dieser Staatenbildner des Sudan festgestellt zu haben. Vor allem gelang es ihm, zwei verschiedene *Kulturströmungen* als Ursache der heutigen Kulturverhältnisse des Sudan aufzudecken.

Auf der einen Seite zeigt sich ein Kulturstrom aus dem *Norden* und *Westen.* Er wird getragen von den Mande, Fulbe, Marokkanern, Songai und Djerma und dringt gen Süden und Südosten in das alte westafrikanische Kulturgebiet der „Atlantis" vor.

Auf der *anderen* Seite erkennt *Frobenius* ganz deutlich eine zweite Bewegung aus *Osten,* welche durch die Mossi, die Nupe, die So und die Napata getragen worden ist.

Nur die *erste,* die westliche und nördliche Strömung, hat dem Sudan den *Islam* gebracht, die andere östliche Strömung dagegen ist eine weit ältere Kulturströmung. Nach ihr kamen dann später christlich-byzantinische Elemente in die alte Kultur und Tradition der östlichen und zentral-sudanischen Staatenbildner.

Im einzelnen werden alle diese Verhältnisse im 16. bis 29. Kapitel des vorliegenden Werkes eingehend erörtert. Auch hier wird es nächst den Ethnologen vor allem Sache der *Historiker* sein, sich auf Grund der gegebenen Details zu den Folgerungen von *Frobenius* zu äußern, vor allem die großzügigen Versuche der Eingliederung in unsere augenblickliche Kenntnis von der frühen Geschichte des benachbarten Nubien und Ägypten nachzuprüfen.

3. *Die „Splitterstämme".*

Etwas südlich des breiten Streifens dieser staatenbildenden Völker wies *Frobenius* eine Unmasse kleiner Stämme nach. Er konnte sie zunächst von der Grenze Abessiniens im südlichen Kordofan durch das südliche Darfur und Wadaï bis zum Kamerun-Hinterland verfolgen. Auch im Hinterland der westafrikanischen Küste bis hin nach Senegambien wurden sie angetroffen. Die Stämme sind meist bis auf die Einwohnerschaft weniger Dörfer zusammengeschrumpft. Jeder Stamm repräsentiert sein eigenes Dialektgebiet. Es sind überall die verfolgten, von den staatenbildenden Völkern als minderwertig betrachteten, aber trotzdem gefürchteten Stämme. Es sind die Stämme, von denen die Staatenbildner ihre Sklaven beziehen.

Diese „Splitterstämme" sind im schroffsten Gegensatz zu den Staatenbildnern allenthalben im staatlichen und sprachlichen Zerfall begriffen. Um so auffallender tritt demgegenüber ihre innere Übereinstimmung im Typus ihres sozialen wie privaten Lebens, im ethnographischen Besitz („äthiopischer" Bogen), in ihren religiösen Anschauungen und Gebräuchen hervor. *Frobenius* hält daher diese Splitterstämme nach allen seinen Erfahrungen für die Träger jener *uralten Kultur,* von der gelegentlich des Nachweises der Ostströmung im Sudan vorher die Rede war. Besonders die Krönung und Selbstopferung einer Art von Gott-König, welche der Forscher vom Roten Meer bis nach Senegambien bei diesen Splitterstämmen nachweisen konnte, veranlaßt ihn, auf auffallende Analogien mit den durch *Herodot* geschilderten alten Äthiopen hinzuweisen[1]). Die heutigen Splitterstämme sind ihm die letzten Träger dieser uralten äthiopischen Kultur, die vom Osten her in den heutigen Sudan eindrang und die gute Prädisposition der Sudanvölker zur Aufnahme späterer anderer Kulturen (islamischer, christlicher, persischer) erklärt. — — —

Wie aus vorstehend gegebener Analyse des Hauptinhaltes des Frobeniusschen Buches hervorgeht, handelt es sich im wesentlichen um *kulturgeographische, ethnologische* und *historische* Forschung. Die Resultate werden gezogen auf Grund vergleichenden Studiums des heutigen und einstigen Kulturbesitzes der untersuchten Völker. Ein großes Material von Urkunden und vor allem mündlichen Traditionen wurde gesammelt und ausgiebig verwertet. Die Beobachtung des *somatischen* Habitus, also der *anthropologische* Teil derartiger Untersuchungen tritt auffallend zurück. Mit welchen *Rassen*elementen (Bantu-Neger, Hamiten, Semiten usw.) wir es in den einzelnen Fällen zu tun haben, wird selten gesagt.

Soviel über das Buch, dessen Wert noch bedeutend erhöht wird durch die zahlreichen beigegebenen *Abbildungen* gesammelter Ethnographica sowie durch die Originalzeichnungen und Aufrisse von Gebäuden oder Grabstätten von der Hand des Expeditionsmalers *Arriens* und des um die technische Leitung mitverdienten Ingenieurs *A. Martius.*

Von der erstaunlichen *Gesamtleistung* des Forschers für die Förderung der modernen Kulturgeographie Afrikas wird indessen nur derjenige einen richtigen Begriff erhalten, welcher daneben auch weiß, wieviel mit Bienenfleiß und Folgerichtigkeit gesammelten Rohstoffes noch *außer* dem bisher im Druck und durch Abbildungen und Zeichnungen veröffentlichten Material in den ethnographischen Museen von Hamburg, Leipzig und Berlin, sowie in den Sammelmappen des Forschers unverarbeitet ruht.

Daher zum Schluß darüber einige orientierende Worte.

Gesammelt wurden auf den drei Reisen rund 40 000 Stück ethnographischer Gegenstände sowie auf der letzten Reise eine sehr umfangreiche Materialsammlung an Kulturpflanzen. Ferner: In dem unter *Frobenius'* Leitung stehenden *privaten Institut für afrikanische Völkerkunde*[1]) sind die seit 1888 von *Frobenius* gemachten Excerpte und Literaturnotizen über afrikanische und außerafrikanische Völkerkunde in einem *Zettelkatalog* sachlich geordnet worden. Daneben enthalten ca. 160 Quartbände die *Tagebuchreinschriften* der drei Expeditionen und die seit 1913 eingegangenen systematisch gesammelten *Fragebogenmaterialien* (z. Z. ca. 18 Foliobände), ein bisher kaum zum fünften Teil ausgenutzter wertvoller Rohstoff!

Die ebendort aufbewahrte *Bildersammlung* ging hervor aus sachlich geordneten Kopien aller für den Forscher irgendwie wertvollen in der Literatur abgebildeten Gegenstände oder in Museen aufbewahrten Originale. Die Sammlung wurde durch die Ausbeute der drei großen Expeditionen gewaltig vermehrt, indem *Frobenius* einerseits stets tüchtige Zeichner mitnahm, andererseits mit großem Erfolg photographierte. Sie enthält über ca 3000 in Afrika angefertigter Original-Farbezeichnungen und über 30 Mappen Großpapp-Formates gefüllt mit etwa 1200 Bleistiftzeichnungen, Aquarellen und Ölstudien, Architekturrissen und Photo-Vergrößerungen. Auch hiervon ist bisher nur ein verschwindender Teil zur Veröffentlichung gekommen. Wer die vom 6. bis 18. Oktober 1912 im Abgeordnetenhaus zu Berlin veranstaltet gewesene Ausstellung der Deutschen Inner-Afrikanischen Forschungsexpedition: *Von Atlantis nach Äthiopien* gesehen hat, wird einen staunenden Blick in dieses einzigartige Material haben werfen können!

[1]) Er nennt daher diese Splitterstämme auch zusammenfassend „Äthiopen".

[1]) Anfang 1913 mit sechs Angestellten arbeitend, Berlin-Halensee, Ringbahnstraße 3.

Von ganz besonderem Interesse ist auch die in diesem Privatinstitut vorhandene *Bogensammlung* als eine ethnologische Beispielsammlung seltenster Art. In ihr sind Bogen und Pfeile und allerhand Bogengerät seit Jahrzehnten von *Frobenius* zusammengetragen worden. Diese Sammlung ermöglichte es die schon von *Ratzel*[1]) und *Weule*[2]) begonnene Untersuchung dieses ethnologisch besonders ausgiebig verwertbaren Gerätes in Afrika weiterzuverfolgen und erheblich zu vertiefen.

Schließlich findet sich in diesem Institut auch eine Sammlung von *Kartenbildern*, auf denen die Ergebnisse dieser vergleichend ethnologischen Studien eingetragen wurden, Anschauungsmaterialien, die im Laufe der Zeit zur Begründung einer bestimmten kulturgeographischen Untersuchungsmethode mit Hilfe von Verbreitungskartogrammen führten, wie sie *Frobenius* bei allen seinen Arbeiten und Reisen unter heute wohl allgemeiner Zustimmung der Wissenschaft verwendet und ausführlich an zwei Stellen dargelegt hat[3]).

Wenn ich schließlich noch darauf hinweise, daß der unermüdliche Forscher bereits in allernächster Zeit erneut nach Afrika hinausreisen wird, um seine begonnenen Forschungen trotz mancherlei Schwierigkeiten mit ungebrochenem Mute und erweiterter Organisation fortzusetzen, so dürfte sich das aus der eingangs gegebenen Analyse seines letzten Werkes gewonnene Gesamtbild erheblich abgerundet haben.

Frobenius als wissenschaftlichem Ethnologen kann man eben nur dann gerecht werden, wenn man auf die *Gesamtheit* seiner großzügigen Tätigkeit blickt. Tut man das aber, so wird man sich seiner Tatkraft und seines Ideenreichtums auch dann anerkennend freuen können, wenn man sich mit Einzelheiten seiner Arbeitsergebnisse oder mit der die hergebrachten Bahnen häufig verlassenden Art seiner Schreibweise nicht ganz einverstanden erklären kann.

Expedition nach Les Eyzies.

Von Privatdozent Dr. M. Hilzheimer, Stuttgart.

In den Monaten September und Oktober vorigen Jahres wurde vom Museum für Völkerkunde zu Berlin eine Expedition ausgesandt zu den altbekannten klassischen Fundplätzen der älteren Steinzeit, die sich in Südfrankreich im Tal der Vezère in der Umgebung des Dorfes Les Eyzies südlich von Perigueux befinden. An der Expedition nahmen teil die Herren Geheimrat *Schuchhardt*, *Dr. Wiegers* und der Referent. Die finanzielle Seite des Unternehmens war durch die Freigebigkeit des Herrn Prof. *Darmstätter* gesichert.

Der Zweck der Expedition war eine Klärung der Diluvialchronologie. Von zwei Seiten hatte man versucht, die Zeitenfolge im Diluvium festzulegen. Der eine Versuch gründete sich auf geologische Funde. Auf sie gestützt, hatte man eine Folge von vier Eiszeiten und drei Zwischeneiszeiten angenommen.

Eine andere Einteilung ging von den Archäologen aus, welche auf Grund der Steinwerkzeuge im Diluvium sieben große Kulturperioden unterschieden. Dieses archäologische Schema war zunächst in Frankreich aufgestellt worden, weil sich dort die ganze ältere Steinzeit in ununterbrochener Entwicklung findet. Das geologische Schema aber war auf Befunde in Deutschland, hauptsächlich der Alpenländer und Alpenvorländer aufgestellt worden.

Es galt nun zu versuchen, die beiden Schemata, das geologische und das archäologische, zu parallelisieren. Da Frankreich auch während der Eiszeiten, mit Ausnahme des Zentralmassivs und der Pyrenäen, also auf seinem größten Teil eisfrei war, in Deutschland aber das Paläolithikum nur unvollkommen entwickelt ist, so stößt eine solche Gleichstellung natürlich auf Schwierigkeiten.

Es waren nun von dem durch die Entdeckung zweier diluvialer Menschenskelette bekannten Schweizer Archäologen *O. Hauser* eine Anzahl ihm gehöriger altsteinzeitlicher Fundstellen im Vezèretal gepachtet worden, um die Stratigraphie durch eigene Grabungen festzulegen. Hierbei wurde zunächst die Richtigkeit des von französischen Gelehrten aufgestellten Schemas der Diluvialarchäologie bestätigt. Die beiden ältesten Kulturstufen Prächelléen und Chelléen sind im Vezèretal nicht entwickelt, aber alle folgenden, nämlich Acheuléen, Moustérien, Aurignacien, Solutréen und Magdalénien. Besonders das Solutréen hat schöne, reichhaltige Funde ergeben. Gesammelt wurde alles, was sich in den Kulturschichten fand, nicht nur, wie bisher, meistens die sogenannten typischen Stücke, sondern auch die atypischen und die Arbeitsabfälle, ebenso alle tierischen Knochenreste, die Reste der Mahlzeiten der Paläolithiker.

Das harrt nun der genaueren Durchsicht und Durcharbeitung, ein vorläufiger Bericht wurde von den drei Teilnehmern am 18. Januar vor der Berliner Anthropologischen Gesellschaft erstattet. Wohl das interessanteste und unerwartetste Resultat war die Feststellung, daß die „Trappes" (Wildfallen), schon länger bekannte, in den Kreidesandstein gearbeitete Gruben, die nach Ausweis der darin gefundenen Artefakte dem Moustérien angehören, keine Wildfallen sind, sondern jedenfalls zur Lederbearbeitung gedient haben, also eine altsteinzeitliche Lohgerberei darstellen. Über die chronologischen Resultate ist zunächst noch keine Einstimmigkeit erzielt worden. Nach *Dr. Wiegers'* Ansicht muß der Acheuléen in die vorletzte Zwischeneiszeit gesetzt werden. Das Moustérien lasse eine warme und eine kalte Periode unterscheiden. Die erste gehöre der letzten Zwischeneiszeit, die zweite

[1]) *Ratzel, F.*, Die afrikanischen Bögen, ihre Verbreitung und Verwandtschaften. Abh. d. phil.-hist. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. W. Bd. *XIII*, Nr. 3, Leipzig 1891.

[2]) *Weule, Karl*, Der afrikanische Pfeil. Leipzig 1899.

[3]) Vergl. *Frobenius, L.*, Ethnologische Ergebnisse der zweiten Reiseperiode der D. I. A. F. E., Z. f. Ethnol. 1909, Heft 6, S. 759ff. — *Frobenius, L.*, Kulturtypen aus dem Westsudan. Pet. Mitt. Ergbd. *XXXV*, H. 166, S. 110 ff. Gotha 1910.

der letzten Eiszeit an. In diese fallen auch das Aurignacien, Solutréen und der Anfang des Magdalénien, dessen Ende schon nacheiszeitlich sei.

Referent kann auf Grund der faunistischen Funde diese Ansicht nicht teilen. Im Acheulléen und dem älteren Moustérien wurden Pferd und Bison gefunden. Dazu kommt im jüngeren Moustérien das Ren. Da nun heute noch in Amerika der Bison weit über die Südgrenze des Rens nach Norden geht, außerdem Bison und Pferd ja nicht beim Erscheinen des Rens abwandern, so zwingt uns nichts, anzunehmen, daß etwa das Klima im jüngeren Moustérien kälter geworden sei. Zudem kommt vom jüngeren Moustérien an bis etwa zur Mitte des Magdalénien das Ren vor mit Biber, Wildschwein, Hirsch, Saiga, Schakal und anderen Tieren der südlichen Steppe. Wir dürfen also für diese Zeit kein arktisches Klima annehmen, sondern das Klima der subarktischen Steppe, wie es am Südfuß des Ural herrscht, wo jene Faunamischung sich heute noch findet. Die Fauna der Kaspi-Uralschen Steppe entspricht genau der Fauna, wie sie von Mitte des Moustérien bis Mitte des Magdalénien im Vezèretal lebte. Dann schwindet allmählich im Magdalénien das Ren, und es erscheint eine mehr Wärme liebende Fauna, von der besonders auffallend zahlreiche Kaninchen im oberen Magdalénien gefunden wurden. Das Kaninchen als ein in Südwesteuropa beheimatetes Tier zeigt unbedingt ein milderes Klima an.

Wir können also mit Sicherheit einen zweimaligen Faunawechsel im Altpaläolithikum Frankreichs nachweisen. Der erste liegt im Moustérien, er bringt die Tiere der Wolga-Uralschen Steppe, braucht aber keine Verschlechterung des Klimas zu bedeuten, er zeigt dagegen wahrscheinlich größere Trockenheit an. Der zweite Faunawechsel liegt im Magdalénien. Die Steppentiere verschwinden allmählich und machen der heutigen Fauna Platz. Dieser Faunawechsel deutet sicher auf eine Besserung des Klimas.

Ausgleichsfläche und Erdbebentiefe.

Von Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.
Direktor der Universitäts-Sternwarte.

Während der Bau der Erdrinde den Bedingungen des Gleichgewichts gewiß nicht genügt, besteht bezüglich des Erdinneren die Vermutung, daß dasselbe den Gesetzen der Hydrostatik[1]) gehorcht. Im Sinne dieser Vermutung müssen die Niveauflächen im Erdinneren zugleich Flächen konstanten Druckes sein. Daraus wiederum entspringt die Forderung, daß alle Säulen gleichen Querschnitts, welche von der Erdoberfläche bis zu einer solchen Niveaufläche reichen — sofern man von unbedeutenden Korrektionsgliedern absieht —, gleiche Massen enthalten: eine höhere, kontinentale Säule muß durchschnittlich aus leichteren Stoffen als eine kürzere, maritime bestehen; es müssen Bodenerhebungen durch Massendefekte „kompensiert, ausgeglichen" sein. Das war der Grund, weshalb man der ersten (von oben gerechnet) unter jenen Niveauflächen, welche gleichzeitig Flächen konstanten Druckes sind, den Namen „Kompensationsfläche, Ausgleichsfläche" gegeben hat.

Aus den Lotabweichungen[1]) in den Vereinigten Staaten hat *J. F. Hayford* die Tiefe der Ausgleichsfläche zu 120 km[2]) ermittelt. Sein Gedankengang bestand wesentlich in Folgendem: ist die oben dargelegte Vorstellung vom Bau der Erde richtig, so sollen sich die beobachteten Lotabweichungen bezw. Schwereanomalien aus derselben ungezwungen und besser als aus anderen Hypothesen erklären. Eine genaue Darstellung der Lotabweichungen und Schwereanomalien konnte *Hayford* nicht erzielen, hauptsächlich wegen der beschränkenden Annahme, daß die kompensierenden Massendefekte, bezw. -überschüsse durchaus gleichmäßig verteilt sind von der Oberfläche bis zur Ausgleichsfläche. Es blieben demnach Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Lotabweichungen (bezw. Schwereanomalien). Durch Probieren ermittelte nun *Hayford* diejenige Tiefe der Ausgleichsfläche, welche die Quadratensumme der genannten Differenzen[3]) zum Minimum macht.

Auf die Frage, inwieweit die auf diese Weise ermittelte Tiefe den reellen Verhältnissen entspricht, werden wir nicht eingehen; wir werden bloß erwähnen, daß *F. R. Helmert*[4]) aus den Schwerestörungen an den Steilküsten der Ozeane 118 ± 22 km als Tiefe der Ausgleichsfläche gefunden hat, was mit der Zahl *Hayfords* ganz ausgezeichnet stimmt.

Es liegt auf der Hand, daß unstetige Deformationen unterhalb der Ausgleichsfläche gänzlich ausgeschlossen sind, daß folglich die Tiefe der Erdbebenherde etliche 120 km unter keiner Bedingung überschreiten darf. Sehen wir nun zu, ob diese Forderung erfüllt ist?

Bei der großen Mehrheit der Beben ist die Bestimmung der Herdtiefe wegen Mangels an jeglichen Anhaltspunkten unmöglich; aber in allen denjenigen Fällen, in denen die Bestimmung unternommen werden kann, bekommt man in der Regel sehr kleine Herdtiefen. Freilich gibt es eine Methode, welche im Gegensatz zu allen übrigen ziemlich bedeutende Tiefen ergibt. Von dieser Ausnahme wird weiter unten die Rede sein; vorderhand werden wir einige Beben, bei denen ein ausreichendes Material die Bestimmung der Herdtiefe ermöglichte, durchmustern.

Als Herdtiefe des calabrischen Erdbebens am

[1]) **Damit soll aber keine Vorstellung von einer „flüssigen Magmaschicht" erweckt werden.**

[1]) Auch Schwereanomalien wurden zugezogen, doch beruht die Bestimmung der Tiefe der Ausgleichsfläche hauptsächlich auf Lotabweichungen.

[2]) In der dritten, zusammen mit *W. Bowie* unter dem Titel: *The effect of topography* . . . (Washington 1912) abgefaßten Abhandlung gibt *Hayford 122,2* km an.

[3]) Die auf Seite 111 der letztgenannten Abhandlung aus den Differenzen: Beobachtung — Rechnung abgeleiteten Spannungen und Drücke in der Ausgleichsfläche sind natürlich nicht reell. Übrigens widersprechen sie der Definition der Ausgleichsfläche.

[4]) **Die Tiefe der Ausgleichsfläche** . . . Sitzb. Akad. Wiss. Berlin 1909 (2. Sem.) S. 1192—1198.

8. September 1905 habe ich mit meiner Methode[1]) 7 km gefunden. Herr *E. Rosenthal*[2]), der auf dasselbe Erdbeben seine eigene Methode angewendet hat, findet, daß dessen Herdtiefe zu klein war, um eine sichere Bestimmung zu gestatten[3]); dagegen findet er für das calabrische Erdbeben am 23. Oktober 1907 — 55 km, für das Erdbeben von Messina am 28. Dezember 1908 — 5 km (Herr *E. Oddone* hat für dasselbe Erdbeben mit der Methode von *Kövesligethy* — 9 km gefunden) und für das Erdbeben im Latium am 10. April 1911 ungefähr 40 bis 50 km. Wieder mit einer anderen — nämlich mit seiner eigenen Methode — hat Fürst *B. Galitzin*[4]) (recte *Golicyn)* für das süddeutsche Erdbeben am 16. November 1911 eine Herdtiefe von 9,5 km gefunden. Er behauptet, daß die Herdtiefe dieses Erdbebens jedenfalls zwischen 5,5 und 13,5 km eingeschlossen war. — Für das große californische Erdbeben am 18. April 1906 finde ich mit meiner Methode 17—22 km Herdtiefe. *H. Reid*[5]) behauptet, daß der Ort, wo das Erdbeben angesetzt hat, kaum tiefer als 30 Kilometer liegen und daß die Tiefe des Ortes, aus welchem der Hauptstoß gekommen ist, keine 40 km betragen konnte. Nach dem offiziellen Bericht über das californische Erdbeben soll die Tiefe der Spalte, längs welcher die Erschütterung erfolgte, — 8—20 km betragen haben. — Weiter können wir anführen, daß *Dutton* für das Erdbeben von Charleston am 31. August 1886 mit seiner Methode 19,3 km Herdtiefe erhalten hat, und daß die Herdtiefen, welche seinerzeit *K. v. Seebach* für einige Erdbeben mit seiner eigenen Methode gefunden hatte, ebenfalls von derselben Größenordnung waren.

Im schroffen Gegensatz zu allen diesen von verschiedenen Forschern, mit verschiedenen Methoden gefundenen Resultaten stehen die von *Alfred Schmidt* (Stuttgart) berechneten Herdtiefen. Für das Erdbeben von Charleston hat er 107 km, für das süddeutsche am 16. Nov. 1911 — 133 oder 164 km[6]) gefunden. Für die calabrischen Erdbeben von 1905 und 1907 hat seine Methode sogar Herdtiefen von einigen hundert Kilometern ergeben.

Da die Originalabhandlung *Schmidts* mir unzugänglich war, habe ich mich in meiner „Physik der Erde" (Leipzig 1911) über seine Methode zurückhaltend geäußert. Seither aber hat *A. Schmidt* in einer im XII. Bande der „Beiträge zur Geophysik" erschienenen Abhandlung die Grundzüge seiner Theorie auseinandergesetzt und die oben zitierte Anwendung auf das süddeutsche Erdbeben am 16. November 1911 gegeben. — Aus der genannten Abhandlung ersehe ich, daß die großen Herdtiefen *Schmidts* durch seine Voraussetzungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Welle bedingt sind. Seine Formel beruht auf einem speziellen, hypothetischen Geschwindigkeitsgesetze: die Fortpflanzungsgeschwindigkeit soll dem Abstande von einem gewissen Horizonte direkt proportional sein. Dazu wählt er für die Geschwindigkeit im Herde und für diejenige in den oberflächlichen Schichten solche numerischen Werte, daß große Herdtiefen sich notwendig ergeben müssen. Nun aber hat Fürst *Golicyn* gezeigt[1]), daß man in der Formel *Schmidts* nur seine Geschwindigkeit in den obersten Schichten durch die von ihm *(Golicyn)* berechnete zu ersetzen braucht, um statt 164, resp. 133 km bloß 17,3 km zu erhalten. Ferner hat *Golicyn* gezeigt, daß eine weitere kleine, ganz gestattete Änderung der Zahlendaten genügt, um das Resultat noch weiter bis auf 9,5 km herabzudrücken. Es darf dabei hervorgehoben werden, daß die von *Golicyn* vorgeschlagene Geschwindigkeit beinahe genau mit derjenigen übereinstimmt, welche *Zöppritz* und *Geiger* früher ganz unabhängig berechnet haben. — Übrigens lassen die letzten Zeilen der neuen Abhandlung *Schmidts* erkennen, daß er selbst gewisse Zweifel an der Richtigkeit seiner großen Herdtiefen zu hegen beginnt.

Auf Grund all dessen kann man behaupten, daß zurzeit keine einzige sicher verbürgte Herdtiefe bekannt ist, welche auch nur 100 km erreicht.

Freilich beruhen alle Methoden der Bestimmung der Herdtiefe auf gewissen, in der Natur nicht realisierten Voraussetzungen. So wird der Herd immer als ein Punkt aufgefaßt, während er doch ein zuweilen recht kompliziertes flächenhaftes Gebilde endlicher Ausdehnung sein muß. Außerdem beruhen die meisten Methoden (unter anderen auch die meine) auf der Voraussetzung, daß die Erdbebenschwingungen sich geradlinig fortpflanzen. Ihnen gegenüber bedeuten die Methoden des Fürsten *Golicyn* und *E. Rosenthals*, welche krumme Erdbebenstrahlen eingeführt haben, einen wesentlichen Fortschritt. Doch ist eine gewisse Willkür auch bei diesen letzten Methoden nicht zu vermeiden, so daß dem Resultate eine gewisse Unsicherheit immer anhaften muß.

Doch kann die Übereinstimmung unter so vielen, von einander verschiedenen Methoden unmöglich ein Werk reinen Zufalls sein: wenn alle Methoden nur etliche Zehner von Kilometern ergeben, können die Herdtiefen nicht Hunderte von Kilometern betragen. Somit ist man — wenigstens zurzeit — berechtigt zu behaupten, daß die Tiefe der Erdbebenherde mit der Lehre von der Ausgleichsfläche in gutem Einklang steht.

[1]) Über die Tiefe . . . Bull. Acad. des Sc. Cracovie, 1907. — Jänner, S. 40—44.

[2]) Die Bestimmung der Herdtiefe. Nachrichten der seismologischen Kommission, Bd. 5 (russ.) S. 318.

[3]) Er hat eigentlich eine negative Tiefe erhalten.

[4]) Zur Frage der Bestimmung der Herdtiefe. Nachr. der seism. Komm. Bd. V.

[5]) On mass movements . . . Beitr. zur Geophysik Bd. X S. 349.

[6]) Dagegen mit der Methode *Seebachs* erhält *Schmidt* 71,4 km ohne Berücksichtigung der Krümmung der Erdoberfläche *und bloß 16,6 km mit Berücksichtigung der Krümmung der Erdoberfläche.*

Besprechungen.

Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel. 1. Serie. 4. Auflage. Leipzig, J. A. Barth, 1913. 12 Tafeln in einer Mappe, mit einem Vorwort und erläuterndem Text zu jeder Tafel. Preis M. 5,—.

Es ist eine erfreuliche Tatsache, daß von diesen Stereogrammen, die zuerst im Jahre 1906 auf den Markt

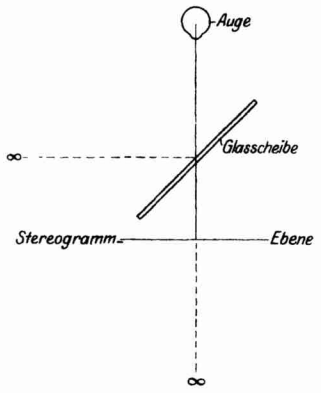
[1]) l. s. cit. S. 429.

gebracht worden sind, jetzt nach sieben Jahren bereits die vierte Auflage vorliegt. Man kann eben in unserer Zeit von einem Wiedererwachen des Interesses am Stereoskop reden, und Tatsachen, wie die besprochene, geben den Beweis dafür.

Die Bilder sind die folgenden:

Tafel 1: Ein veränderlicher Stern.
„ 2: Ein Planet mit Monden.
„ 3: Ein Planetoid.
„ 4: Eine Sternschnuppe.
„ 5, 6 und 7: Der Komet Perrine (Komet b des Jahres 1902).
„ 8: Eigenbewegung der Fixsterne.
„ 9: Der Andromedanebel.
„ 10: Der Orionnebel.
„ 11: Mondlandschaft Apenninen-Alpen.
„ 12: Mondlandschaft Albategnius.

Es handelt sich bei diesen astronomischen Stereogrammen (mit Ausnahme der Tafel 4) stets um Halbbilder, die zu verschiedenen, je nach dem Zweck durch Stunden, Tage und Jahre getrennten Zeitpunkten aufgenommen wurden, damit die inzwischen stattgehabte Ortsveränderung der Erde (und des Aufnahmeobjektivs) eine stereoskopische Basis von der nötigen Größe ergebe.



In dem Vorwort wird von dem Herausgeber hervorgehoben, daß diese Reproduktionen die Feinheit direkter Kopien nicht erreichen. Immerhin bieten sie einen für Lehrzwecke erwünschten Ersatz. Es gibt zweifellos ein viel deutlicheres Bild, beispielsweise von der Auffindung von Planetoiden durch das Stereoskop, wenn man einmal in Tafel 3 das kurze Strichlein räumlich vor dem Sternengrund hat stehen sehen. Geradezu prachtvoll wirkt Tafel 9 mit dem Andromedanebel, wo man nicht nur den Nebel selbst, sondern auch die Anordnung der Sterne im Hintergrund räumlich aufzufassen glaubt.

Die Stereogramme sind für die Verwendung eines gewöhnlichen Brewsterschen Stereoskops mit exzentrisch benutzten Linsen eingerichtet, denn die Abstände entsprechender ferner Punkte auf beiden Halbbildern schwanken auf den verschiedenen Tafeln etwa zwischen 70 und 78 mm. Indessen gibt es noch eine Möglichkeit, den stereoskopischen Effekt durch Betrachtung mit unbewaffneten Augen zu erhalten, doch muß man dazu imstande sein, den gewohnten Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz aufzuheben.

Bringt man nämlich das Stereogramm vor seinen Augen in eine Entfernung, in der man deutlich sieht, akkommodiert auf das einzelne Halbbild, richtet aber die Blicklinien je auf einen entsprechenden Punkt des vor dem betreffenden Auge stehenden Halbbildes, so verschmilzt man direkt die beiden Eindrücke zu einem körperlichen Raumbild.

Wer diese Fähigkeit nicht hat, wird zweckmäßig nach einem auf *A. Köhler* zurückgehenden Plane verfahren, der namentlich für kurzsichtige Beobachter geeignet ist (s. Fig.). Eine Scheibe gewöhnlichen Fensterglases wird unter etwa 45 Graden Neigung so über das Stereogramm gehalten, daß ein entfernter Gegenstand an den unbelegten Flächen gespiegelt wird und unter der Ebene des Stereogramms erscheint. Fixiert man dieses meistens sehr lichtschwache Spiegelbild, richtet indessen seine Aufmerksamkeit auf die beiden Halbbilder, auf die auch akkommodiert werden muß, so verschmelzen diese ziemlich leicht zu einem Raumbilde. Die aus den oben erwähnten 70—78 mm betragenden Abständen folgende geringe Divergenz der Blicklinien wird wenigstens von dem Referenten (mit einem Abstande der Drehpunkte von 61,5 mm) ohne Schwierigkeit überwunden.

M. v. Rohr.

Goldhammer, D. A., Dispersion und Absorption des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern. Mathematisch-Physikalische Schriften für Ingenieure und Studierende, Band 16. Leipzig, B. G. Teubner 1913. VI, 144 S. u. 28 Fig. Preis geh. M. 3,60, geb. M. 4,—.

Die Dispersionstheorie stellt sich zur Aufgabe, die grundlegenden optischen Eigenschaften der Körper, nämlich Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (Brechungsindex) und Absorption durch das Schwingen der kleinsten Teile in den Körpern zu erklären. Nach den modernen Anschauungen über die elektromagnetische Natur der Lichtwellen macht man sich die Vorstellung, daß es positive und negative Ladungen im Innern eines jeden Moleküles sind, welche durch das Licht zum Mitschwingen angeregt werden. Jede einzelne dieser schwingenden Ladungen erzeugt Wellen, die sich kugelförmig nach allen Richtungen von dem Zentrum fort ausbreiten. Die Gesamtheit aller dieser elementaren „Kugelwellen" zusammen mit der ursprünglichen, von außen einfallenden ebenen Welle gibt durch Interferenz die „gebrochene" Welle, die sich mit einer Geschwindigkeit und örtlichen Dämpfung durch den Körper fortpflanzt, welche von der Zahl und Natur der mitschwingenden Ladungen abhängt.

Die ersten elektromagnetischen Dispersionstheorien wurden unabhängig von *Goldhammer* und von *Drude* aufgestellt und ihre Folgerungen von letzterem in zwei Arbeiten *(Drudes Annalen der Physik, XIV,* 1904) ausführlich diskutiert. Diese Theorie enthielt den molekulartheoretischen Gedanken jedoch noch nicht in völlig durchsichtiger Form und wurde in der Folge von *H. A. Lorentz* und *M. Planck* durch eine konsequent durchgeführte Theorie ersetzt. In dem vorliegenden Buche wird diese Lorentz-Plancksche Theorie referiert und in erweitertem Gewande sehr eingehend diskutiert.

Die Grundzüge der Theorie sind folgende. Die Ladungen im Körper (Elektronen, Ionen) sind durch eine „elastische" Kraft an feste Ruhelagen gebunden und verhalten sich in mechanischer Hinsicht wie Gewichte an Gummifädchen. Wie diese geraten sie unter dem Einfluß einer periodisch wirkenden Kraft in Schwingungen, welche um so stärker sind, je näher die Frequenz der äußeren Kraft mit der „Eigenfrequenz" der mitschwingenden Gebilde zusammenfällt *(Resonanz).* Im optischen Fall ist die periodische Kraft das schnelle Wechselfeld der Lichtwelle, und die Eigenschwingungen der Ladungen sind von zweierlei Art, entsprechend dem Umstande, daß entweder *Elektronen* allein in Resonanz geraten (Eigenschwingungen im Ultraviolett) oder *Ionen,* das heißt Ladungen mit daran haftender Materie (Eigenschwingungen im Infraroten). Je nach der Frequenz des einfallenden Lichtstrahles wird vorzugsweise die eine oder die andere Art von Gebilden zum Mitschwingen angeregt.

Von jeder schwingenden Ladung geht eine elektrische Erschütterung nach allen Richtungen aus, die schon oben erwähnte „Kugelwelle"; die gebrochene Welle setzt sich aus diesen Kugelwellen und der „einfallenden" Welle zusammen und ist daher zu berechnen, wenn man die Schwingungen der einzelnen Ladungen und die Orte, an denen sie stattfinden, kennt. Die genaue Kenntnis der Orte der Ladungen umgeht man dadurch, daß *Mittelwerte* gebildet werden. Der leitende Gedanke hierbei ist, daß der einzelne Wellenberg der Lichtwelle verglichen mit den Abständen der Moleküle im festen Körper so großzügig ist (es entfallen etwa 1000 Moleküle auf eine Wellenlänge), daß die individuellen Verschiedenheiten der Moleküle gar nicht in Betracht kommen gegenüber jenen Eigenschaften, die allen Molekülen gemeinsam sind. — Herr *Goldhammer* braucht pag. 19 ein anderes Argument, wobei für den Beweis auf *H. A. Lorentz* (Theorie of Electrons, Kap. IV und Note) verwiesen sein sollte.

Zur Bestimmung der Art der Schwingungen dient die Kenntnis des *„erregenden Feldes"*, das ist jenes Teiles des gesamten Feldes, welcher nicht von der zu erregenden Ladung selbst herrührt (da diese ja nicht sich selbst in Bewegung setzen kann). Um dies Feld zu finden, hat man zu der von außen einfallenden Welle alle Kugelwellen bis auf die eine „erregte" hinzuzunehmen. Wegen der Unkenntnis der Orte der Ladungen handelt es sich hierbei wieder nur um Mittelwerte. Das Ergebnis dieser Betrachtungen ist, daß die Ladungen die gleiche Frequenz haben, wie die einfallende Welle, aber mehr oder weniger nachhinken *(Phasenunterschied)*.

Der springende Punkt der Dispersionstheorie ist nun, daß die unzähligen Kugelwellen sich mit der einfallenden ebenen Welle derart vereinen, daß eine einzige neue *ebene Welle* entsteht, die gebrochene, welche mit anderer Geschwindigkeit fortschreitet als die einzelnen Wellen, aus denen sie aufgebaut ist. Ihre Geschwindigkeit, welche eine Folge der Interferenzen der Einzelwellen ist, hängt von den Phasenunterschieden der Kugelwellen, und diese wieder von der Frequenz (oder auch Wellenlänge) der einfallenden Welle ab; hierdurch entsteht die Abhängigkeit der Wellengeschwindigkeit im Körper von der Wellenlänge (Dispersion im eigentlichen Sinne).

Es ist vorteilhaft, die Analogie zwischen dem Verhalten der Ladungen und dem der Gewichte an den Gummifäden weiterzutreiben, indem auch für die Ladungen ein „Reibungswiderstand" postuliert wird, welcher eine zeitliche Dämpfung der sich selbst überlassenen Schwingung bewirken würde. Bei der rein periodischen Lichtwelle erfordert die Aufrechterhaltung der gedämpften Schwingungen eine Arbeitsmenge, welche der Lichtwelle entzogen werden muß. In welche Form freilich diese Energie übergeführt wird, bis sie schließlich als Erwärmung des durchstrahlten Körpers wiedererscheint, wird in der Theorie der Absorption nicht betrachtet. Die gegen die Reibungskräfte geleistete Arbeit hängt von der Stärke des Mitschwingens der Ladungen und damit von der Frequenz der einfallenden Welle ab; sie ist beim Eintritt von Resonanz am größten *(Absorptionsstreifen)*.

Diese Theorie ist für *eine* Sorte von schwingenden Ladungen durchgeführt und besprochen worden. Der Brechungsindex und die Absorptionsverhältnisse sind hierbei ziemlich einfach, da nur ein Resonanzgebiet vorhanden ist. Trotzdem gestatten diese Formeln einen überraschend guten Anschluß an die Beobachtungen, solange man in Teilen des Spektrums bleibt, in denen wirklich die Schwingungen einer Art von Ladungen gegen alle anderen weit vorherrschen. In dem vorliegenden Buche hat der Autor sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, die Theorie für den Fall mehrerer Sorten schwingender Ladungen durchzuführen und zu diskutieren. Dies war insofern ein starkes Bedürfnis, als die Überlegenheit der alten Drudeschen Theorie über die begrifflich viel besser durchgearbeitete Lorentz-Plancksche Theorie von der Berücksichtigung mehrerer Ionenarten herrührte, welche dort leicht anzubringen war. Die Formeln der vorliegenden Theorie sind etwas umständlicher als die Drudeschen Formeln, haben dafür aber den Vorteil besserer theoretischer Begründung. Auch ist die Darstellung der Dispersion des Sylvins, welche ausführlich in Tabellen nach der alten und der neuen Theorie wiedergegeben ist, nach der neuen Theorie im ganzen etwas besser als nach der alten. In dem großen infraroten Spektralbereich gestattet die neue Formel besseren Anschluß, der freilich durch etwas schlechtere Wiedergabe des sichtbaren Spektralbereichs erkauft wird.

Von den Folgerungen der Dispersionstheorie sei nur erwähnt, daß $\frac{n^2-1}{n^2+2}$ (n = Brechungsindex) der Dichte des Körpers (Anzahl Moleküle im ccm) proportional sein soll, im übrigen bei fester Wellenlänge nur von den inneren Eigenschaften des Moleküls abhängt (elastische Bindung der Ladungen). Nimmt man an, daß die inneren Eigenschaften sich beim Übergang in einen anderen Aggregatzustand, ja bei der Verschmelzung mit anderen Molekülarten zu einer neuen chemischen Verbindung nicht ändern, so gibt dies die Möglichkeit, den Brechungsindex beim Übergang des Körpers in andere Formart oder bei der Verbindung zweier Stoffe zu berechnen. Diese noch nicht voll ergründete Gesetzmäßigkeit findet bekanntlich zur Erforschung der Konstitution chemischer Verbindungen Anwendung. In theoretischer Hinsicht werden durch das Studium des Brechungsindex von Verbindungen die ersten Anhaltspunkte über die eigentliche Beziehung der schwingenden Ladungen zum Wesen des Moleküls gegeben (Valenzelektronen?) Unter Vermeidung theoretischer Spekulationen werden in dem Goldhammerschen Buche ausführliche Berechnungen zu diesen Regeln gegeben, welche die Berechtigung ihrer Anwendung in vielen Fällen klar dartun.

Die oben geschilderte Theorie bezog sich auf Nichtleiter der Elektrizität, in denen die Elektronen stets in der Nähe ihrer festen Ruhelage bleiben. Bei den Leitern kennen wir Ladungen, welche unter dem Einfluß eines äußeren Feldes über größere Strecken wandern *(Leitungselektronen)*. *Drude* bezog diese in seine Theorie, indem er ihnen eine verschwindend schwache elastische Koppelung zuschrieb, so daß sie *fast frei* waren. In der von *Goldhammer* ausgeführten Theorie ist hingegen keine derartige neue Annahme nötig; es zeigt sich vielmehr, daß bei Vorgängen, die von der Zeit nicht abhängen (z. B. bei konstantem Strom im Leiter), die Wechselwirkung der Ladungen gerade die Kraft ihrer elastischen Koppelung aufheben kann, so daß die Ladungen frei erscheinen. Diese Auffassung, welche zu den gleichen Formeln führt, wie die Drudesche, ist entschieden befriedigender. In dem Buche findet man zahlreiche Beispiele auch zu diesem Kapitel.

Was die äußere Form des Buches betrifft, so würde es sich empfehlen, den Text einer zweiten Auflage auf stilistische Unebenheiten von einem Deutschen durchsehen zu lassen. Auch möchte der Referent vorschlagen, daß namentlich bei den vom Verfasser an dieser Stelle zum ersten Male veröffentlichten Untersuchungen etwas ausführlichere Zitate und zu den mitgeteilten Tabellen etwas mehr Text hinzugefügt würden.

Ewald, Göttingen.

Bergius, Friedrich, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1913. VII, 58 S. u. 4 Abbild. Preis geh. M. 2,80.

Die systematische Untersuchung des Einflusses, den hoher Druck auf chemische Reaktionen ausübt, hat neuerdings besonders auch nach den Arbeiten von *Haber* und *Le Rossignol* über die Synthese des Ammoniaks aus den Elementen erheblich an Interesse gewonnen. *Bergius* wählte daher für seine Habilitationsarbeit die wichtige Aufgabe, eine Versuchstechnik auszuarbeiten, die das bequeme und gefahrlose Arbeiten bei Drucken von mehreren hundert Atmosphären ermöglichen und gleichzeitig von möglichst allgemeiner Anwendbarkeit sein sollte, und berichtet in dem vorliegenden Büchlein, einem Auszuge aus seiner Habilitationsarbeit, über die Erledigung der Aufgabe.

Der erste Teil des Buches enthält die Beschreibung der von *Bergius* benutzten Apparatur, die so vollkommen war, daß z. B. ein Apparat mit 20 Verschraubungsstellen bei einem Drucke von 140 Atmosphären während 20 Stunden gasdicht hielt, ein sehr bemerkenswertes Resultat. Mit Hilfe dieser Apparatur gelang dem Verfasser unter anderem die Darstellung von Calciumsuperoxyd aus Calciumoxyd und elementarem Sauerstoff und die Messung der Abhängigkeit der Sauerstofftensionen des genannten Superoxydes von der Temperatur. Weitere Versuche beziehen sich auf die Einwirkung von überhitztem Wasser auf Kohle. Bei hohen Temperaturen wirkt Wasserdampf auf Kohle bekanntlich nach der Gleichung der Wassergasreaktion

$$C + H_2O \quad \rightleftarrows \quad CO + H_2$$

unter Bildung von Kohlenoxyd und Wasserstoff, während bei Temperaturen unter 650° die andere Reaktion

$$C + 2\,H_2O \quad \rightleftarrows \quad CO_2 + 2\,H_2$$

mehr und mehr in den Vordergrund tritt. Die technische Ausnutzung dieser zweiten Reaktion stößt aber auf Schwierigkeiten, weil die Reaktionsgeschwindigkeit unterhalb der angegebenen Temperatur zu gering wird. *Bergius* konnte nun zeigen, daß bei Verwendung von überhitztem Wasser und unter Benutzung von Thalliumchlorid als Katalysator die Oxydation der Kohle durch das Wasser verhältnismäßig rasch ausschließlich nach der zweiten Gleichung verläuft, so daß die industrielle Verwendung des Vorganges in den Bereich technischer Ausführbarkeit gerückt erscheint.

Im letzten Kapitel endlich teilt der Verfasser seine interessanten Versuche über die künstliche Herstellung der Steinkohle durch Erhitzen von Torf oder Zellulose mit Wasser auf 250 bis 350° mit; die von ihm erhaltene künstliche Steinkohle ist, wie der Referent sich gelegentlich durch den Augenschein überzeugen konnte, dem Aussehen nach von natürlicher Steinkohle nicht zu unterscheiden, und da sie auch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihrem Verhalten der natürlichen Kohle entspricht, so muß sie als identisch mit dem Naturprodukt angesehen werden. Da die von anderen Autoren hergestellten „künstlichen Steinkohlen" infolge zu hoher Herstellungstemperatur, die bereits eine partielle Verkokung der Präparate bewirkt hat, einen im Verhältnis zum Sauerstoffgehalt zu geringen Wasserstoffgehalt besitzen, so ist *Bergius* als der erste anzusehen, dem die Lösung des Problems der Gewinnung der Steinkohle im Laboratorium wirklich gelungen ist.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Wood, T. B., Drapers Professor of Agriculture in the University of Cambridge, **The Story of a Loaf of Bread.** The Cambridge Manuals of Science and Literature, Cambridge, University Press, 1913. 140 S.

Das vorliegende kleine Buch bildet ein mustergültiges Beispiel dafür, daß es möglich ist, zugleich populär und doch streng wissenschaftlich zu schreiben. In 8 Kapiteln werden die einzelnen Phasen der Broterzeugung anschaulich dem Leser vor Augen geführt und zwar von der Aussaat des Weizens über das Wachstum, Ernten, Dreschen, Mahlen bis zum Backen. Wir erfahren, daß es eine große Zahl verschiedener Weizensorten gibt und daß es erst in allerjüngster Zeit gelungen ist durch Züchtung diejenigen Arten zu ziehen, die ein Mehl ganz bestimmter Qualität ergeben. Wir lernen ferner, welche Zusammensetzung das Mehl haben muß, um ein großes und schönes (Weizen-) Brot zu geben und wie man durch geeignete Zusätze etwaige Fehler ausgleichen kann. Der Autor hat selbst eine einfache chemische Methode angegeben, die es gestattet, den Backwert des Mehles zu bestimmen. Recht eingehend wird auch die Bedeutung der Hefe beim Backen sowie ihr Ersatz durch die verschiedenen Backpulver geschildert. Besonderen Reiz erhält die Darstellung durch die Berücksichtigung ökonomischer und historischer Gesichtspunkte; jede einzelne Manipulation wird in ihrer Entwicklung von der primitivsten Form zum technisch vervollkommneten Großbetriebe geschildert. Zur weiteren Information des Lesers wird im Anhang ein Verzeichnis der einschlägigen englischen wissenschaftlichen Literatur mitgeteilt.

O. Sackur, Breslau.

Graetz, L., Die Elektrizität und ihre Anwendungen. 16. Aufl. Stuttgart, J. Engelhorns Nachf., 1912. XVI, 720 S. und 667 Abbild. Preis geb. M. 9,—.

Der „Graetz" ist jetzt in etwa 70 000 Exemplaren verbreitet; diese Zahl beweist nicht nur, daß ein Bedürfnis nach einem — im guten Sinne des Wortes — populärwissenschaftlichen Werke über Elektrizität und ihre praktischen Anwendungen vorliegt, sondern auch, daß dieses Buch seine Aufgabe in hervorragender Weise löst. In der Tat greift wohl keine Energieform so in das praktische Leben und in den Laboratoriumsbetrieb ein, wie gerade die Elektrizität; die Schwach- und Starkstromtechnik findet ständig neue Lösungen für alte und moderne Probleme, so daß es selbst dem Naturwissenschaftler schwer wird, immer auf dem laufenden zu bleiben. Aber auch der Laie hat täglich mit der Elektrizität zu tun oder wird doch auf sie hingewiesen; es sei nur an elektrische Beleuchtung und Telephon, drahtlose Telegraphie und elektrische Bahnen erinnert. Da taucht naturgemäß bei vielen der Wunsch auf (und eigentlich müßte noch eine weit, weit größere Zahl den Wunsch haben), sich über diese Dinge zu unterrichten. Dafür gibt es nichts Besseres als den „Graetz".

Im 1. Teil werden die wissenschaftlichen Grundlagen mit Hilfe der Elektronenvorstellungen entwickelt, die Gesetze der Reibungselektrizität und des elektrischen Stromes abgeleitet, die Meßinstrumente und die verschiedenen Wirkungen — Licht-, Wärme-, chemische, magnetische, elektrodynamische, Induktions- und Schwingungserscheinungen — eingehend besprochen. Ausführlicher als vielfach üblich sind auch die Wechsel- und Drehströme behandelt. Daran schließen sich die Erscheinungen beim Durchgang der Elektrizität durch Gase (Kathoden-, Anoden-, Röntgenstrahlen), die für die Ausbildung der modernen Vorstellungen über Ionen und Elektronen so außerordentlich wichtig waren. Es folgt eine Darstellung der Eigenschaften der radioaktiven Substanzen: die von ihnen ausgesandten Strahlen, die Masse und Ladung der α- und β-Teilchen, die

Theorie des Atomzerfalls und die Bildung des Heliums. Die beiden Schlußkapitel befassen sich mit dem Zusammenhang zwischen Elektrizität und Licht und mit den elektrischen Maßeinheiten.

Dabei sind überall die letzten Forschungsergebnisse, soweit sie nicht ein rein theoretisches Interesse haben, berücksichtigt, und die neuesten Apparate beschrieben. Mathematische Ableitungen sind, dem Charakter des Buches entsprechend, gänzlich vermieden; auch mathematische Formeln treten nicht auf. Nun lassen sich aber chemische Formeln nicht gänzlich umgehen; da wäre es auch wohl nicht schlimm gewesen, einige durch die Darstellung in Worten recht schwerfällig gewordene Gleichungen durch die kurzen mathematischen Zeichen wiederzugeben. Sehr angebracht wäre wohl für viele Leser zu Beginn (S. 9) eine etwas eingehendere Erklärung der Dyne. Bei der nächsten Auflage lassen sich vielleicht auch einige andere Wünsche berücksichtigen: eine Besprechung der Elektrometer von *Wulf* und *Lutz* und der Ergebnisse der Luftelektrizität; die Wolfsche Konstruktion des Kompensations-Apparates, die für den Laien viel übersichtlicher ist als die von Siemens & Halske; und die Hitzdraht-Instrumente (die man jetzt erst im 2. Teil findet). Die Erklärung des elektrischen Lichtbogens (S. 116) könnte wohl etwas mehr den modernen Vorstellungen angepaßt und in das Kapitel über Gasentladungen verschoben werden. Auch wäre es wohl besser, um nicht unklare Vorstellungen zu erwecken, den Begriff positiver Elektronen zu vermeiden, oder gleich darauf hinzuweisen, daß sie bis jetzt nicht haben nachgewiesen werden können.

Im 2. Teil werden nun die Anwendungen der Elektrizität behandelt, zunächst die Dynamomaschinen für Gleichstrom und ein- und mehrphasigen Wechselstrom, unter Hervorhebung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Schaltungsarten; wie auch in allen folgenden Kapiteln werden die technischen Beschreibungen durch Angaben über den Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit ergänzt. Daran schließt sich die Stromerzeugung durch Blei- und die neuen Edison-Akkumulatoren mit eingehenden Zahlenangaben und ausführlichen Schaltungsskizzen (neben der Besprechung der Ausnutzung des Windes vermißt man hier den Hinweis auf die Wasserkraftanlagen). Es werden dann die Transformatoren, Umformer und Gleichrichter besprochen, weiterhin die verschiedenen Bogenlampen-Konstruktionen (darunter auch die ohne Uhrwerk regulierende *Timar-Dreger*-Lampe), die Effektbogen- und Quecksilberdampflampe, die elektrischen Glühlampen und das *Moore*licht. Die für einen ungestörten Betrieb brauchbaren Schaltungen, sowie die verschiedenen Ausschalter und ihre Installation für Glühlampen (z. B. bei Treppenbeleuchtung) werden eingehend dargestellt und durch Skizzen erläutert. Aus den Gesetzen der Licht- und Wärmestrahlung werden die Folgerungen für die Ökonomie der Glühlampen (Erhöhung der Temperatur) gezogen, die in den modernen Metallfadenlampen verwirklicht sind (Verbrauch 1 Watt pro NK). Auch für die elektrischen Koch- und Heizapparate wird der Strombedarf angegeben. Die nächsten Kapitel handeln von der Arbeitsleistung durch Elektromotoren, der elektrischen Kraftübertragung, der Verteilung der elektrischen Energie und den elektrischen Beförderungsmitteln (speziell auch den Hängebahnen), wobei auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Stromarten je nach der gewünschten Verwendung hingewiesen wird.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit der Schwachstromtechnik: der Elektrochemie, z. B. der Herstellung nahtloser Kupferröhren (hier findet man auch die Erzeugung löslicher Stickstoffverbindungen im elektrischen Flammbogen), der Galvanoplastik, der Telegraphie mit *Morse*- und *Hughes*-Apparaten und der Telephonie; selbstverständlich fehlen auch hier die neueren Errungenschaften, wie die Multiplex-Telegraphie, das Strowgersche automatische Selbstanschlußsystem und die Kornsche Fernphotographie (deren Darstellung man etwas ausführlicher wünschen möchte) nicht. Im Schlußkapitel findet man die verschiedenen Systeme der drahtlosen Telegraphie, besonders auch die tönenden Funken, und die bisherigen Erfolge der drahtlosen Telephonie.

Das ganze Buch ist flott geschrieben; ein großer Vorzug ist, daß jedes Kapitel nach Möglichkeit für sich lesbar ist, wenn dadurch auch einige Wiederholungen bedingt wurden. Bei den technischen Anwendungen ist stets auf die entsprechenden Kapitel des 1. Teils zurückverwiesen worden. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und alphabetisches Register erleichtert das Aufsuchen sehr und erhöht dadurch die praktische Verwendbarkeit des Buches. — Auf zwei kleine Versehen möge zum Schluß noch aufmerksam gemacht werden: die Figuren 488 und 489 sind vertauscht, und in Fig. 621 fehlt bei Station 1 die Verbindung nach L.

G. Berndt, Schöneberg.

Graetz, L., Kurzer Abriß der Elektrizität. 7. verm. Aufl. Stuttgart, J. Engelhorns Nachf., 1912. VIII, 208 S. und 173 Abbild. Preis geb. M. 3,50.

Da der ‚große *Graetz*“ im Laufe der Jahre durch den ständigen Fortschritt der Elektrizität und ihrer praktischen Anwendungen zu umfangreich geworden war, hatte sich der Verf. entschlossen, einen kurzen Abriß herauszugeben, welcher nur das Wichtigste enthält. Dieser Abriß ist aber nicht, wie man zu vermuten geneigt sein dürfte, ein einfacher Auszug aus dem großen Buche, sondern ist seiner ganzen Anlage nach ein neues Werk geworden. Es beginnt sofort mit der Erzeugung elektrischer Ströme durch galvanisches Element, Thermoelement und Induktion und ihrem Nachweis durch das Galvanoskop; dabei ergibt sich ungezwungen die Unterscheidung von Leitern und Nichtleitern. Es wird dann das Amperemeter eingeführt und das Ohmsche Gesetz und die Widerstandsformel entwickelt; aus diesen folgen die Regeln für die Schaltungsarten der Elemente. Die Kenntnis der Gesetze der verzweigten Ströme ermöglicht das Verständnis des Voltmeters. Den Schluß des 2. Kapitels bilden die Hilfsinstrumente (Regulierwiderstände, Schalter, Kommutatoren) und eine kurze Erklärung des elektrischen Stromes auf Grund der Elektronenvorstellung. Das 3. Kapitel behandelt den Elektromagnetismus (Kraftlinien, magnetische Leitfähigkeit, Ohmsches Gesetz des Magnetismus) und die Elektrodynamik, sowie die entsprechenden Anwendungen: Neefscher Hammer (Klingel), Morse-Apparat, Relais, Telephon und Mikrophon. Darauf folgt erst die Elektrostatik, ausgehend von den Spannungserscheinungen, wie sie namentlich am Induktionsapparat im großen Maßstabe auftreten.

Nachdem so die wichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen (mit einigen praktischen Anwendungen) entwickelt sind, geht es in die Elektrotechnik hinein: Magnetoelektrische und Dynamomaschinen, ihre verschiedenen Typen, Leistungen und Wirkungsgrade und ihre wirtschaftliche Überlegenheit über die galvanischen Elemente; weiterhin die verschiedenen Motore und Transformatoren und die Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft und für Beförderungsmittel; und schließlich die Benutzung des elektrischen Stromes zum Heizen, Kochen und zur Beleuchtung durch Kohlen- und Metallfadenglühlampe (deren Überlegenheit ent-

wickelt wird), gewöhnliche und Effektbogenlampe und Quecksilberdampflampe.

Das 8. Kapitel handelt von der Elektrolyse; es geht aus vom Faradayschen Gesetz und seiner Anwendung im Voltameter und entwickelt auf Grund der elektrolytischen Dissoziation die Polarisationselemente und deren praktische Realisierung: den Blei- und den Edison-Akkumulator. Als weitere Anwendung wird die Galvanoplastik besprochen. Die Erscheinungen in Geislerröhren, die Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen, die radioaktiven Substanzen, ihre Wirkungen, ihr Zerfall und die Entstehung des Heliums bilden den Inhalt des 9. Kapitels. Das letzte behandelt die elektrischen Schwingungen, die Versuche von *H. Hertz*, den Kohärer, die Eigenschaften der geschlossenen Schwingungskreise, das System der tönenden Funken und die Kontaktdetektoren. Überall werden an die wissenschaftlichen Lehren sofort die praktischen Anwendungen angeschlossen.

Es ist erstaunlich, mit welcher Klarheit dieser gewaltige Stoff auf dem kurzen Raum von 204 Seiten bemeistert ist. Wer seine Schul-Elektrizität noch nicht ganz vergessen hat, wird sich in diesem „Abriß" mit leichter Mühe über die Fortschritte der Elektrizität und ihrer wichtigsten praktischen Anwendungen in Kürze orientieren können. Wer sich allerdings über die letzten Ergebnisse der angewandten Elektrizität unterrichten will, wird doch wiederum zu dem umfangreicheren „großen *Graetz*" greifen müssen.

G. Berndt, Schöneberg.

Kohlbrugge, J. H. F., Historisch-kritische Studien über Goethe als Naturforscher. Zoologische Annalen, Bd. V, S. 83—228, 1912.

Chamberlain, Houston Stewart, Goethe. Kap. 4. Der Naturerforscher (S. 241—388). München, F. Bruckmann, 1912. 8°. VIII, 852 S. u. 2 Tab. Preis brosch. M. 16,—, geb. M. 18,—.

Trotz der Flut von Schriften, die wir über *Goethe* als Naturforscher besitzen, wissen die beiden vorliegenden Arbeiten neue Gesichtspunkte geltend zu machen und sind, jede in ihrer Art, als wertvolle Beiträge zur Beurteilung des Naturforschers *Goethe* anzusehen. *Kohlbrugge* unternimmt es, die Stellung *Goethes* in der Geschichte der Biologie zu bestimmen. Er weist zunächst auf Grund sorgfältiger Studien nach, daß *Goethe* mit Unrecht als Entdecker der Idee des anatomischen Typus oder gar als Begründer der vergleichenden Anatomie gefeiert worden ist. Die Lehre vom Typus der Tiere geht bis auf *Severinus* im 17. Jahrhundert zurück, und im 18. Jahrhundert begannen *Buffon* und *Camper* ihr neues Leben einzuhauchen. Auch die Nähte, die den Zwischenkieferknochen vom Oberkieferknochen beim Menschen im embryonalen Zustand und teilweise auch beim erwachsenen Schädel trennen, waren lange vor *Goethe* bekannt, und im Jahre 1780, also vier Jahre vor *Goethes* Entdeckung, hatte *Vicq d'Azyr* eine Studie verfaßt, in der der Zwischenkiefer des Menschen ausführlich behandelt wurde. — Im zweiten Abschnitt seiner Arbeit versucht Verf. zu zeigen, daß *Goethes* Naturanschauung teleologisch und nicht mechanisch und prädarwinistisch war. Der Typus war ihm eine Idee, die eine denkende Gottnatur forderte und als solche nicht weiter erklärbar war. *Goethes* antiteleologische Äußerungen richteten sich nur gegen die Übertreibungen der Physikotheologen, nicht gegen die Teleologie überhaupt. *Goethe* glaubte auch nicht an Abstammung im Sinne der Blutsverwandtschaft verschiedenartiger Wesen und war daher kein Vorläufer Darwins. *Kohlbrugge* beweist, daß alles, was nach 1784 zur Verteidigung der Abstammungslehre geschrieben wurde, fast spurlos an *Goethe* vorüberging. Namentlich wird hier *Goethes* Verhalten gegenüber dem Werke von *Pander* und *d'Alton* über „Vergleichende Osteologie" von neuen Gesichtspunkten aus beleuchtet. — Der dritte Teil der Arbeit ist *Goethes* Parteinahme in dem berühmten Kampf zwischen *Cuvier* und *Geoffroy de Saint-Hilaire* gewidmet. Verfasser geht alle Prozeßakten genau durch, um festzustellen, ob der Streit ein prädarwinistischer genannt zu werden verdient, und gelangt zu einer verneinenden Antwort. Der Streit in der französischen Akademie drehte sich nicht um die Entwicklungslehre, sondern um die Einheit des Bauplans im Tierreich. Prädarwinistische Gedanken wurden nicht mit einem Wort in der Akademie erwähnt. Aus *Goethes* Anteilnahme an diesem Streit können daher in keiner Weise Schlüsse auf seine Stellung zur Deszendenztheorie gezogen werden. — Die vierte Studie hat *Goethes* Metamorphosenlehre zum Gegenstand. Verfasser weist hier den idealistischen Charakter der Vorstellung *Goethes* nach. Wenn der Dichter die zahllosen Formen der Seitenorgane der Pflanzen auf den Typus des Blattes zurückführte, so meinte er durchaus nicht, daß alle einmal Blätter gewesen seien. Seine Metamorphose war vielmehr einem geistigen Denkprozeß gleichzusetzen, ähnlich dem des Künstlers, der organische Formen zu Dekorationszwecken stilisiert und in vielfacher Weise abändert. Diese ideelle Form der Metamorphose hatten *Linné, Wolff* u. a. längst begründet, als *Goethe* seine „Metamorphose der Pflanzen" schrieb. Die Metamorphosenlehre wurde also nicht durch ihn in die Wissenschaft eingeführt, und noch weniger kann er als der Schöpfer der Morphologie gelten. Er schuf nur das Wort, aber nicht die Sache, denn *Gärtners* grundlegendes Werk erschien zwei Jahre vor der „Metamorphose der Pflanzen". Auch die Wirbeltheorie des Schädels wurde nicht durch *Goethe*, sondern durch *Oken* in der Wissenschaft zur Diskussion gestellt.

Kohlbrugges Arbeit ist in hohem Maße dazu angetan, klärend zu wirken und weitverbreitete irrige Auffassungen zu berichtigen. Ob aber das abfällige Gesamturteil des Verfassers über den Wert der Naturforschung *Goethes* als zutreffend anerkannt wird oder nicht, dürfte ganz von dem Standpunkt abhängen, auf den man sich bei der Beurteilung stellt. *Kohlbrugge* legt den Maßstab der mechanischen Naturwissenschaft an und bezeichnet die Ideen *Goethes* über die organische Natur als wertlos, weil sie nichts „erklären". Es fragt sich aber, ob ihr Wert nicht auf einem ganz anderen Gebiete liegt. Hier setzt nun *Chamberlains* Werk ein, dessen viertes Kapitel *Goethe*, dem „Naturerforscher", gewidmet ist. Auch *Chamberlain* wendet sich gegen die extravaganten Behauptungen der übertriebenen Lobpreiser von *Goethes* Entdeckungen des Zwischenkieferknochens, der Metamorphose des Blattes usw., auch er spricht *Goethes* Ideen naturwissenschaftlichen Erklärungswert ab, aber er legt einen höheren Maßstab an und sieht *Goethes* wahre Leistung in der Wiedergebärung der „Ideenarchitektur", die neben der mechanischen Naturwissenschaft ein selbständiges Daseinsrecht beanspruchen darf. Er nennt *Goethe* einen „Naturerforscher", um dadurch seine Ähnlichkeit und Unähnlichkeit mit unseren Naturforschern anzudeuten. Was dem erhabenen Geist *Goethes* aufgegangen war, worauf er fünfzig Jahre seines Lebens und seiner Leidenschaft verwendet hat, das ist die Einsicht in ein Neues, Nochnieversuchtes, die Einsicht in eine Art, die Gegenstände der Natur anzusehen und zu behandeln, die er ausdrücklich als derjenigen unserer heutigen Fachwissenschaft entgegengesetzt und als ein „Loswerden trivialer Vorstellungen und Begriffe" bezeichnet. Um diesen eigenartigen Standpunkt *Goethes* und seine Auffassung der Natur mit mathematischer Genauigkeit zu schildern, geht *Chamberlain* dem vieldeutigen Begriffe „Natur" geschichtlich nach und unterscheidet drei

Grunddenkarten: die der „Naiven", die der „Dogmatiker" und die der „Methodiker". Die Naiven sind diejenigen, die sich niemals selber gefragt haben, was sie unter „Natur" verstehen. Die Dogmatiker denken sich unter „Natur" eine allumfassende Einheit, über die sie dogmatische Urteile fällen. Die Methodiker dagegen wollen durch den Begriff „Natur" etwas Besonderes aus der Gesamtheit des Gegebenen zwecks näherer Untersuchung ausscheiden. Innerhalb jeder dieser drei Hauptgruppen unterscheidet *Chamberlain* wieder drei Unterabteilungen. Die Naiven gliedert er in freie und unfreie, die Dogmatiker in Spiritualisten und Materialisten, die Methodiker in Architekten und Mathematiker. *Goethe* fußt zugleich in allen drei Gruppen, jedoch gehört er immer ausgesprochen zu der einen der beiden Unterabteilungen: unter den Naiven ist er ein freier, unter den Dogmatikern ein Spiritualist, unter den Methodikern ein Architekt. In seinen weiteren Ausführungen verweilt *Chamberlain* hauptsächlich bei dem Methodiker *Goethe*, der sich als Ideenarchitekt bewährt, und erörtert sein Verhalten zu Objekt und Subjekt einerseits, zu Erfahrung und Idee andererseits. Im Gegensatz zur Wissenschaft, die einzig das Objekt und lediglich die Erfahrung reden läßt, nimmt *Goethe* den Standpunkt mitteninne zwischen Objekt und Subjekt, zwischen Erfahrung und Idee. Und während die Ideen der exaktmechanischen Wissenschaft auf „technische Einheit" gerichtet sind, gründen *Goethes* Ideen „architektonische Einheit". Von diesen Gesichtspunkten aus beurteilt *Chamberlain Goethes* Farbenlehre und Metamorphose der Pflanzen. Die organisch-architektonische Farbenlehre kann ruhig neben der mathematisch-analytischen Optik fortwandeln, und die Pflanzenmetamorphose nennt *Goethe* selbst nur „einen Versuch, wie man die Gesetze der Pflanzenbildung sich geistreich vorzustellen habe" und erkennt lebhaft die Berechtigung anderer Methoden an. *Chamberlain* nennt es sinnwidrig, *Goethes* Leistung mit der Elle des exakten Forschers messen zu wollen. Wir müssen uns vielmehr fragen, ob *Goethe* selber an seinen Naturstudien gewachsen ist oder nicht, und ob es uns wie *Alexander v. Humboldt* ergangen ist, der sich durch die Berührung mit *Goethes* Naturerforschung „gewissermaßen mit neuen Organen ausgestattet" fühlte. Auf alle Fälle hat *Goethe* das Verdienst, uns auf die Beschränkungen und Gefahren der mathematisch-mechanischen Methode aufmerksam gemacht und den Kampf für das Existenzrecht anderer Weltanschauungen neben der mechanischen aufgenommen zu haben. Man lese in diesem Zusammenhang auch, was *Chamberlain* im sechsten Kapitel seines Werkes über das Verhältnis *Goethes* zur Deszendenztheorie sagt. Er kommt hier zu demselben Ergebnis wie *Kohlbrugge*, daß *Goethe* kein Vorläufer *Darwins* war, nur mit dem Unterschied, daß er den Standpunkt *Goethes* höher wertet, als den *Darwins*. Dagegen nimmt *Chamberlain* auf anorganischem Gebiete *Goethe* ganz für die exakte Wissenschaft in Anspruch und schreibt ihm das Verdienst zu, im voraus die tiefere Begründung unserer modernen geologischen Methoden gegeben zu haben.

Es ist ein hoher Genuß, den geistvollen Darlegungen des berühmten Verfassers zu folgen, den man sich durch die heftigen Ausfälle gegen das Fachgelehrtentum nicht stören lassen sollte. *Walther May, Karlsruhe.*

Astronomische Mitteilungen.

Über ein *neues Stern-Spektroskop* mit drei Prismen auf der Bergsternwarte Mount Wilson in Kalifornien berichtet *W. S. Adams* im *Astrophysical Journal*. Auf jener nordamerikanischen Sonnenwarte befindet sich bekanntlich das gegenwärtig größte Spiegelteleskop der Erde mit einer Öffnung von über 1½ Metern und mit einer Brennweite von fast 25 m. Der mit drei Prismen versehene Stern-Spektrograph zum photographischen Aufnehmen der Spektren von Gestirnen ist dicht beim großen Spiegel angebracht, da nach dem Cassegrainschen Prinzip (einer Modifikation des älteren ursprünglich Gregoryschen Systems, bei dem ein kleiner zentral angebrachter Spiegel das Bild in Richtung des großen Spiegels zurück reflektiert) zwei Spiegel im Teleskop vorhanden sind. Die drei Prismen von 21 cm Höhe und 12½ cm Seitenlänge sind aus vorzüglichem Jenenser Glas hergestellt und arbeiten ganz ausgezeichnet. Außerdem wird durch eine besondere, automatisch funktionierende elektrische Einrichtung die Temperatur des Spektroskops stets bis auf $^1/_{10}$ Grad konstant erhalten. In der Regel genügt eine Stunde Exposition, um das Spektrum eines Sterns der 6. Größenklasse photographisch aufzunehmen. An diesem großen Spiegelteleskop der Mount Wilson-Sternwarte sind neuerdings 50 neue spektroskopische Doppelsterne, einige Sterne mit sehr hellen Wasserstofflinien und mehrere Fixsterne mit großen Geschwindigkeiten im Visionsradius (bis zu 170 km (!) in der Sekunde) entdeckt worden.

Eine *neue Theorie der Weltenentstehung* hat der bekannte norwegische Physiker Prof. *Birkeland* nach Mitteilungen in der Zeitschrift „Sirius" entworfen, wobei er im wesentlichen nur das Walten elektrischer Kräfte zugrunde legt. Es wird angenommen, daß alle Sonnen, d. h. auch die Fixsterne als Sonnen fernster Weltsysteme, gewaltige elektrische Spannungen besitzen, die sich durch Ausstrahlungen bemerkbar machen. Für verschiedene Sterne soll diese elektrische Spannung je nach dem Typus der Fixsterne verschieden sein, und für unsere Sonne, sowie für die ihr an Größe und Beschaffenheit ähnlichen Sterne nimmt *Birkeland* eine Spannung von rund 600 Millionen Volt an, wobei die an Polarlichtern ausgeführten Messungen diesen Berechnungen zugrunde gelegt sind. Man hat nun in der Sonne eine Kathode oder einen negativen Pol zu suchen, der seine gewaltigen elektrischen Ausladungen in einen luftleeren Raum, den Weltenraum, mit großer Geschwindigkeit schleudert. Es läßt sich alsdann mathematisch nachweisen, daß ein großer Teil der von einem solchen Zentralkörper elektrisch abgestoßenen Partikel aus dem Sonnensystem ganz herausgeschleudert wird, ein anderer Teil auf den Zentralkörper zurückfällt und eine dritte, wesentlich kleinere Gruppe endlich sich an verschiedenen Stellen des Sonnensystems sammeln und als Planeten den Zentralkörper umlaufen wird. Legt man diese elektrische Theorie *Birkelands* für die Weltentstehung zugrunde, so drängt sich sofort die Frage auf, ob nun der Weltenraum alsdann überhaupt noch leer sein kann. *Birkeland* nimmt an, daß der ganze Weltenraum mit unzähligen, unendlich feinen Körperchen nach Art der Atome erfüllt sei und kommt damit zu zwei wichtigen Schlußfolgerungen, nämlich, daß im Weltenraum das *Licht absorbiert* werden muß und daß die *Welt unendlich* sei. Die bekannten Einwände der Astronomen *Olbers* und *Seeliger* gegen die Unendlichkeit der Welt sucht *Birkeland* zu widerlegen. *Olbers* machte geltend, daß das Himmelsgewölbe ebenso hell wie die Sonne leuchten müßte, wenn die Sterne gleichmäßig dicht in einem unendlichen Weltenraume verteilt wären. *Seeliger* kommt zu dem Ergebnis, daß, bei Annahme unendlich vieler Gestirne, jeder Himmelskörper von außen in unser Sonnensystem mit riesiger Schnelligkeit kommen müßte, während doch selten im Universum Geschwindigkeiten über 100 km in der Sekunde beobachtet würden. Die Olberssche Vorstellung wird ersetzt durch die von *Birkeland* eingeführte Lichtabsorption an den das

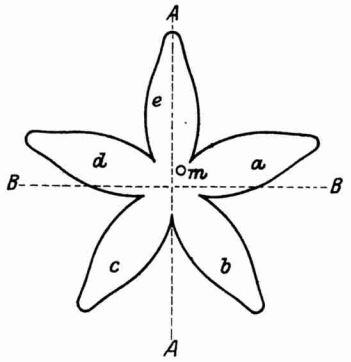
ganze Universum erfüllenden Partikelchen. *Secligers* Einwände gegen die Unendlichkeit der Welt sucht *Birkeland* dadurch zum Fortfall zu bringen, daß die Hauptmasse als Staub im leeren unendlichen Weltenraum verteilt ist und so Anziehungen bestimmter Massen in einem Teile des Raumes sich durch Anziehungen entgegengesetzt liegender Massenteilchen aufheben können.

Über das *Spektrum des Plejaden-Nebels* sind auf der nordamerikanischen Lowell-Sternwarte von *Slipher* ganz besonders interessante Untersuchungen angestellt worden. Es handelt sich hierbei um einen eigenartigen Gasnebel, der im großen und ganzen mit dem bekannten Gasnebel im Orion Ähnlichkeit hat und nicht nur der Form, sondern auch der Beschaffenheit nach abweicht von den spiralförmigen Nebeln, wie z. B. dem im Sternbilde der „Jagdhunde". *Slipher* hat nun vom Spektrum des Plejadennebels am 24-zölligen Refraktor der Lowell-Sternwarte eine vielstündige photographische Aufnahme erhalten, die ein kontinuierliches Spektrum von kräftigen Wasserstofflinien und von etwas schwächeren Heliumlinien durchzogen ergab. Da das Nebelspektrum gleichzeitig große Ähnlichkeit mit dem Spektrum des dicht dabei stehenden Plejadensterns Merope zeigte, ergaben die näheren Untersuchungen *Sliphers*, daß dieser Plejadennebel überhaupt zum großen Teil in reflektiertem Lichte der helleren Plejadensterne leuchtet und nach ihm als Materie etwa von der Art des Saturnringes aufzufassen sein dürfte, die jene Plejadensterne umgibt.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Die Bewegungsrichtung der Seesterne. Die Seesterne vermögen sich von einer Stelle aus nach allen Seiten zu bewegen, wobei je nach der Richtung, die sie einschlagen, bald dieser, bald jener der fünf Strahlen oder Arme die Führung übernehmen kann. Die Fähigkeit zu dieser gleichmäßigen Benutzung der Arme schließt aber nicht aus, daß im wirklichen Leben ein bestimmter Strahl oder auch mehrere einen Vorzug genießen und häufiger als die anderen dem übrigen Körper vorangehen. Man würde dann mit Bezug auf die Ortsbewegung ein Vorn und ein Hinten bei den Seesternen unterscheiden können. In einigen anderen Gruppen der sonst radiären Stachelhäuter ist ja solche Differenzierung vorhanden und steht in Verbindung mit der Ausbildung eines bilateral-symmetrischen Körperbaus (gewisse Seeigel, Seegurken). Bei den Seesternen ist eine morphologische Grundlage für die Bevorzugung bestimmter Arme bei der Ortsbewegung außer in Längenunterschieden der Strahlen nur in der exzentrischen Lage der Madreporenplatte gegeben. Diese von feinen Öffnungen durchbohrte Platte, durch die das Seewasser in das Kanalsystem des Tieres einströmt, liegt (siehe *m* auf der beistehenden schematischen Abbildung) an der Oberseite der zentralen Körperscheibe des Seesternes auf einem der fünf interambulakralen Radien, d. h. der Radien, die zwischen den Armen (Ambulakralradien) durchgehen. Nun hat in der Tat *Jennings* schon 1907 gefunden, daß bei Asterias forreri de Loriol der der Madreporenplatte links zunächst liegende Strahl (*e*) am häufigsten die Führung übernimmt. Zu dem gleichen Ergebnis ist jetzt *Leon J. Cole* bei Versuchen mit Asterias forbesi (Desor) gekommen, die in den Laboratorien von Woods Hole und New Haven ausgeführt wurden. Es war dabei vor allem Sorge getragen, daß keine einseitigen äußeren Reize auf die Tiere einwirkten. Die Beobachtungen ergaben eine deutliche Bevorzugung des Strahles *e*. Von den 499 Aufzeichnungen fallen 137 auf die durch *c* gezogene Linie *AA*; die übrigen verteilen sich völlig gleichmäßig zu ihrer Rechten und Linken. Zieht man senkrecht zu *AA* eine Linie *BB*, so liegen 347 Aufzeichnungen oberhalb, 152 unterhalb dieser Linie. Der Strahl *e* kann also in physiologischer Hinsicht als Vorderarm betrachtet werden. Ein Zusammenhang der Bevorzugung mit der Länge der Arme war nicht zu ermitteln. Bemerkenswert ist aber, daß der unmittelbar rechts an der Madreporenplatte liegende Arm *a* häufiger als andere Strahlen der längste oder einer der beiden längsten Arme war und auch die größte mittlere Länge hatte. Die Nähe der Madreporenplatte scheint also für Organbildung und Bewegung eine gewisse Bedeutung zu haben,



vielleicht weil die angrenzenden Bezirke des Ambulakralsystems rascher auf Änderungen der Wassermengen reagieren. Sehr interessant ist ein Vergleich mit den oben erwähnten bilateral-symmetrischen Seeigeln, den Spatangiden. Diese lassen ein Vorn und ein Hinten unterscheiden, indem der Mund an der Bauchseite nach vorn und der After auf dem Rücken nach hinten verschoben ist. Bei der Bewegung ist eines der „Ambulakren", die den Strahlen des Seesterns entsprechen, nach vorn gerichtet, und die Madreporenplatte liegt immer in dem Interambulakrum, das sich an der rechten Seite dieses vorderen Ambulakrums befindet. Die Bevorzugung ist also derjenigen bei den Seesternen ganz analog. (*Journ. Exper. Zool.* 1913, *14*, 1.) *F. M.*

Macrozamia Moorei, eine untergehende Pflanzenart. Eine der ältesten Pflanzengruppen ist die Klasse der Cycadales („Palmfarne"), die auf der untersten Stufe der Samenpflanzen (Embryophyten, Phanerogamen) stehen und durch die fossilen „Samenfarne" (Cycadofilices) mit den echten Farnen (Filices) verbunden sind. Sie erinnern in ihrer Wuchsform teils an die Baumfarne, teils an die Palmen. Auf einem gewöhnlich nur niedrigen Stamm sitzt eine Krone mächtiger, einfach oder doppelt gefiederter Blätter. Die Blüten sind zweihäusig; die männlichen und häufig auch die weiblichen stehen in Zapfen beisammen. Die Cycadales treten schon in der Permzeit auf und erreichen in der mesozoischen Periode ihre größte Verbreitung. Heutzutage finden sie sich am reichlichsten in Mexiko und in Queensland, doch auch hier sind sie zumeist nicht häufig, und die einzelnen Arten haben nur enge Verbreitungsgebiete. In Queensland kommen die drei Gattungen Cycas, Macrozamia und Bowenia vor. Macrozamia dominiert und ist in mehreren Arten vertreten, deren merkwürdigste nach den Untersuchungen, die *Charles J. Chamberlain* an Ort und Stelle vorgenommen hat, Macrozamia Moorei ist. Man kennt sie nur von einem einzigen Standort, nämlich von Springsure, etwa zweihundert englische Meilen von Rockhampton. Ihr massiver Stamm ist durchschnittlich zwei bis drei Meter hoch, erreicht aber auch 5 Meter, ja selbst 7 Meter

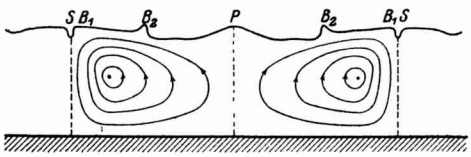
Höhe und einen Durchmesser von über 70 cm. Die Blätter sind zwei bis drei Meter lang und können zu hundert in einer Krone beisammenstehen. Die weiblichen Zapfen, die gewöhnlich zu zwei bis vier an einer Pflanze auftreten, werden 90 cm lang; ein unreifer Zapfen von 80 cm Länge wog fünfzehn Kilo. Die männlichen Pflanzen haben eine größere Zahl (20—40, selbst über 100) von seitlichen Zapfen und machen dadurch die schon in anderen Merkmalen begründete Verwandtschaft mit der Klasse der fossilen Bennettitales noch enger, die ihrerseits durch die Reduktion ihrer Fruchtblätter die Verbindung mit den Koniferen herstellen und merkwürdige Beziehungen zu gewissen Angiospermen (den Polycarpicae) aufweisen. Einige Besonderheiten im Bau des Pollenkorns von Macrozamia Moorei lassen noch weitere Ähnlichkeiten mit den Bennettitales möglich erscheinen. Jedenfalls bietet diese Pflanzenart ein außergewöhnliches Interesse, und es ist daher sehr bedauerlich, daß ihr die Vernichtung droht. Ihre jungen Blätter enthalten nämlich ein Gift, das bei Rindern Lähmung hervorruft, und sie steht daher bei den Viehzüchtern in üblem Ansehen. Um sie zu vertilgen, haut man eine Kerbe in den Stamm, bohrt von da aus ein großes Loch bis in die Mitte des Markes und füllt es mit Arsenik an. Die Pflanze stirbt dann ab. Wenn nicht Abhilfe geschieht, wird es in einigen Jahren schwer sein, noch ein Exemplar vorzufinden. *(Bot. Gaz. 55,* 141, 1913.) *F. M.*

Im Berliner Zoologischen Garten ist wiederum ein interessanter Zuchterfolg zu verzeichnen durch die Geburt eines **Wahlbergzebra,** das von seiner Mutter gut angenommen, genährt und gepflegt wird, so daß für sein Aufkommen alle Hoffnung vorhanden ist. Dieser Zuwachs ist um so wertvoller, als es sich hier um eine der südafrikanischen, durch gelbe Grundfarbe und verhältnismäßig geringe Streifung ausgezeichneten Tigerpferdformen aus den früheren Burenstaaten und den benachbarten britischen Kolonien handelt, die bereits ihrem Aussterben entgegengehen.

Das Ultraviolett im Laboratorium und in der Natur. In letzter Zeit sind zahlreiche Untersuchungen über die Beeinflussung chemischer Prozesse durch ultraviolettes Licht veröffentlicht worden. In biologischer Hinsicht ist namentlich die Erzeugung von Formaldehyd aus Kohlensäure und Wasserstoff von Interesse, die man unter besonderen Bedingungen bei Einwirkung von ultravioletten Strahlen zustande gebracht hat, und die geeignet erscheint, auf den Assimilationsprozeß in der Pflanzenzelle Licht zu werfen. Neuerdings warnt aber *A. J. Kluyver* davor, die mit der Quarzquecksilberlampe (Heraeuslampe) erhaltenen Ergebnisse auf die natürlichen Verhältnisse zu übertragen, da hier nicht dieselben Strahlen zur Wirkung kommen wie im Laboratorium. Das geht aus folgender Betrachtung hervor.

Das Spektrum der Quecksilberlampe dehnt sich bis in das äußerste Ultraviolett aus (Wellenlänge 180 μμ). Die Strahlen mit einer Wellenlänge < 200 μμ werden äußerst leicht von den verschiedensten Stoffen absorbiert, zum Beispiel auch von der Luft. Für die Strahlen von 200—300 μμ ist die Luft sehr durchlässig, ebenso Quarz, während sie vom Glas vollständig absorbiert werden. Hierauf beruht die Anwendung von Quarz statt Glas bei Beleuchtung mit ultravioletttem Licht. Die Strahlen von 300—400 μμ Wellenlänge werden durch dünnere Glasplatten nur ganz wenig absorbiert. Die hier in Betracht kommenden chemischen Wirkungen der Heraeuslampe verschwinden nun vollständig, wenn die Strahlen durch eine dünne Glasschicht gehen, und hieraus muß man schließen, daß sie in sehr vielen Fällen nur den Strahlen mit einer Wellenlänge < 300 μμ zuzuschreiben sind. Diese Strahlen sind aber im Spektrum der von der Atmosphäre durchgelassenen Strahlen nicht enthalten (nur in extremen Fällen dehnt sich das Spektrum auf Strahlen von 294 μμ aus); sie können also bei der Assimilation keine Rolle spielen. Es ist auch gezeigt worden, daß die vom Glas durchgelassenen Strahlen unfähig sind, in einem sauerstoffreien Medium eine vernichtende Wirkung auf verschiedene Bakterienarten auszuüben, während die kurzwelligen Strahlen des Ultravioletts sowohl bei Abwesenheit wie in Gegenwart von Sauerstoff baktericid sind. *(Oesterr. Bot. Ztschr. 63,* 49, 1913.) *F. M.*

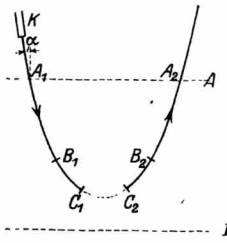
Die merkwürdig gestalteten **Rundtäler auf dem Monde** geben zu immer neuen Erklärungsversuchen Anlaß. Nach *Henri Bénard* ist die Form der Mondoberfläche zurückzuführen auf die Erstarrung einer Flüssigkeitsschicht, die während des Erstarrens in polygonale Zellen zerfiel, so daß sich in jeder Zelle ein Konvektionsstrom in Wirbelform ausbildete. Versuche mit Bienenwachs ergaben den Bildungen auf dem Monde so ähnliche Formen, daß man annehmen kann, eine 30 km dicke Wachsschicht vermöge Rundtäler gleich denen des Mondes zu erzeugen. Bei solchen Versuchen geht die oberflächliche Erstarrung von den Schnittpunkten eines polygonalen Netzes aus, das sich bildet, indem von den Schnittpunkten des Netzes nach je 3 Richtungen sich die Erstarrung fortpflanzt und so die Oberfläche in lauter



Vielecke zerfällt. In jedem Vielecke setzt sich die Erstarrung bis zur Mitte fort, so daß die Linien gleichzeitiger Erstarrung schließlich Kreise von immer kleiner werdendem Durchmesser bilden. Den Querschnitt einer solchen Vieleckzelle zeigt obenstehende Figur, deren obere Linie zugleich alle Eigentümlichkeiten der Gebilde auf dem Monde zeigt. Darin ist S eine enge Spalte, welche den Umriß der polygonalen Zelle bezeichnet (manchmal ist sie nicht vorhanden). B_1 ist ein breit hingestreckter und an den Seiten sanft abgeflachter Wulst in Gestalt eines Vielecks mit abgerundeten Ecken. B_2 ist ein scharf hervorspringender Wall, der besonders nach der Innenseite jäh abfällt und hierbei oft mehrere Stufen bildet. Dieser Teil entspricht den eigentlichen Rundtälern des Mondes. Das Verhältnis seines Durchmessers zu dem des Vielecks wechselt zwischen 0,2 und 0,8; die kleinsten darunter sind kreisförmig. P ist der zentrale Gipfel und weniger hoch als der Wall B_2; manchmal bildet er eine runde Warze, manchmal einen sternförmig zerklüfteten Berg. — *Emile Belot* gibt ein anderes Verfahren an. Er läßt auf Wasser von 60° geschmolzenes Paraffin erstarren, bis sich auf der Oberfläche ein Polygonalnetz zeigt. Dann spritzt er auf einen Schnittpunkt des Netzes einen Strahl kalten Wassers. Dadurch erfolgt eine tiefe Einsenkung, die eine Faltung der Oberfläche in weiter Entfernung hervorruft. Wird das Wasser sodann mit einer Pipette aufgesaugt, so bildet sich ein hervorspringender Wall mit einem merklich unter der Oberfläche liegenden Boden. Durch Wiederholung dieser Operationen erhält man einen doppelten Wall. Manche dieser Rundtäler haben einen zentralen Gipfel. Bei dieser Methode kann man auch die vulkanischen Erscheinungen auf dem Monde nachahmen. Dann muß man das Paraffin auf einer heißen alkalischen Lösung ausbreiten und einige Tropfen einer kalten an-

gesäuerten Lösung darauf spritzen, welche die Kruste des gebildeten Rundtales durchdringen und durch Aufbrausen einen Krater erzeugen. Diese Hypothese setzt das Vorhandensein von Wasser auf dem Monde voraus, das nach *Belot* teils durch Kondensation des Dampfes der Atmosphäre teils durch Abgabe von seiten wasserhaltiger Mineralien in hinreichender Menge gebildet werden kann. *(C. R. 155,* 262 und 638, 1912.) *Mk.*

E. Gehrcke und *R. Seeliger* haben entdeckt, daß **Kathodenstrahlen** bei **verschiedener Geschwindigkeit verschiedenfarbiges Licht erzeugen.** Die Methode, deren sie sich bedienten, erläutert untenstehende Figur: Aus der Wehneltkathode K trat der Strahl unter dem Inzidenzwinkel α in den Raum zwischen den beiden Metallnetzen A und K_1, von denen A zugleich als Anode dient. Er beschreibt dann die parabelförmige Bahn $A_1B_1C_1C_2B_2A_2$, deren Scheitel in einiger Entfernung von K_1 liegt, wenn das Potential zwischen A und K_1 größer ist als das Entladungspotential und bis an dieses Netz heranreicht, wenn es direkt mit der Wehneltkathode verbunden ist. In letzterem Falle ist das den Strahl verzögernde Feld zwischen A und K_1 gleich dem Entladungspotential. Ein solcher parabelförmiger Strahl



zeigt nun von A_1 an in Luft die übliche blaue Farbe, bei B aber tritt ziemlich abrupt ein Farbenumschlag in Rot ein. Auf der Strecke C_1C_2 ist der Strahl unsichtbar, wird bei C_2 wieder mit roter Färbung sichtbar und schlägt bei B_2 schließlich in Blau um. Vergrößert man den Inzidenzwinkel α, was sich durch Drehen der Netze A und K_1 bewirken läßt, so verschwindet zunächst die nichtleuchtende Strecke C_1C_2 und der Strahl stellt sich als eine auf ihrer ganzen Strecke leuchtende blaue Parabel mit rotem Scheitel dar. Bei weiterer Vergrößerung von α verschwindet auch der rote Scheitel, und der Strahl leuchtet auf seinem ganzen Wege in hellem Blau. In anderen Gasen treten gleichfalls Farbenumschläge auf. In Stickstoff in gleicher Weise wie in Luft, nur mit intensiveren und reineren Farben. Bei Argon wechselt die Farbe von Blau in ein tiefes Rot, bei Helium von Grün in rötlich Gelb, bei Wasserstoff von Hellblau in Rosa, bei Jod von Rotviolett in Braungelb, und im Quecksilberdampf tritt ein doppelter Farbenumschlag auf, indem die Farbe zunächst von Blauviolett in Gelblichweiß und dann in ein tiefes Grün sich ändert. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der zwischen den beiden Netzen erfolgenden Verzögerung der Kathodenstrahlen, die im Scheitel der Parabel ihre geringste Geschwindigkeit besitzen. Die Verzögerung der Geschwindigkeit bewirkt eine Änderung in der Gesamtfarbe des Leuchtens nach der Seite der größeren Lichtwellen hin. Bei Herabsinken der Geschwindigkeit unter einen gewissen Wert verlieren die Elektronen des Strahles sogar die Fähigkeit, das umgebende Gas zum Leuchten anzuregen. Auch in den Geißlerschen Röhren ist die Farbe des negativen Glimmlichtes stets reicher an blauen Strahlen als die der positiven Lichtsäule. Dies ist durch die verschiedene Geschwindigkeit der das Leuchten erregenden Elektronen erklärt worden; während im Glimmlicht die Elektronen infolge des hohen Potentialgradienten im Kathodenfall mit großer Geschwindigkeit auf die ruhenden Gasteilchen prallen, treffen sie in der positiven Säule mit beträchtlich geringerer Geschwindigkeit auf diese. (Verh. d. *deutsch. phys. Ges. 14,* 335, 1912.) *Mk.*

Die in Heft 12 dieser Zeitschrift beschriebene Methode von *J. J. Thomson,* **chemische Analysen von Gasen mittels der Kanalstrahlen** auszuführen, ist in einem zweiten Vortrag vor der Royal Institution in London weiter erläutert worden. Hierin führte der Vortragende aus, daß, abgesehen von der positiven Seite des Auffangeschirmes, welcher die früher besprochenen Parabeln zeigt, auch die negative Seite des Schirmes Spuren der Wirkung der Strahlung zeigt. Dies deutet auf Molekeln mit negativer Ladung. Die Molekeln sind also imstande, negative Partikelchen anzuziehen und festzuhalten. Das erste dieser aufgefangenen Partikelchen macht die Molekeln neutral, das zweite negativ. Aber nicht alle Gase sind hierzu imstande, besonders vermögen dies Sauerstoff und Chlor, also elektronegative Elemente. Dennoch kommt es auch bei solchen Elementen vor, die man nicht zu den elektronegativen rechnet, wie Wasserstoff und Kohlenstoff. In dieser Beziehung ist es interessant, zu bemerken, daß, wenn die Kohlenstoffverbindung in der Vakuumröhre ungesättigte Valenzen hat — d. h. wenn ein Kohlenstoffatom darin direkt an ein anderes Kohlenstoffatom gekettet ist, wie beim Azetylen und beim Äthylen —, daß es dann auf der negativen Seite der Platte auftreten kann, da es fähig ist, noch eine negative Ladung aufzunehmen. Verbindungen mit vollständig gesättigten Valenzen, wie Sumpfgas, finden sich dagegen *nur auf der positiven Seite* des Schirmes. Hiernach scheint die Methode *Thomsons* von großer Bedeutung für die chemische *Valenztheorie* zu sein. *(Engineering 95,* 267, 1913.) *Mk.*

Von *Ernst Cohen* ist der Einfluß **hohen Druckes** auf die Gültigkeit des **ersten Faradayschen Gesetzes untersucht** worden. Er schaltete in denselben Stromkreis hintereinander zwei identische Coulometer, von denen das eine unter Atmosphärendruck stand, während das andere Drucken von 500, 1000 und 1500 Atmosphären ausgesetzt wurde. Hierbei ergab sich, daß die Ladung der Ionen in dem Druckintervall bis 1500 Atmosphären sich nicht um einen Betrag von $^1/_{17000}$ ändert. *(Z. f. Elektroch. 19,* 132, 1913.) *Mk.*

Ein Verein von Geflügelzüchtern, der jede Woche 200 000 Eier für den Londoner Markt liefert, läßt seine **Eier mittels Röntgenstrahlen untersuchen.** Frische Eier erscheinen auf dem Fluoreszenzschirm vollständig klar, während ältere kleine Flecke zeigen. Diese Flecke bleiben bei natürlichem Licht aber unsichtbar. Auf diese Weise geprüfte Eier werden mit einem besonderen Stempel bezeichnet und sind auf dem Londoner Markt sehr gesucht. *(Scient. Amer. 108,* 71, 1913.) *Mk.*

Transportable Schutzzelte für Luftschiffe sind von *Eosco* und *Donadelli* konstruiert worden. Als Hülle dient ein metallisiertes Gewebe, das über eine Eisenkonstruktion gezogen wird. Ein solches Schutzzelt von 81 m Länge, 30 Meter Breite und 24 Meter Höhe kann in zwei Tagen aufgebaut werden. Zu seinem Transport sind 20 Eisenbahnwagen erforderlich. *(Scient. Amer. 108,* 69, 1913.) *Mk.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W. 9.

Aus Natur und Geisteswelt

Geheftet M. 1.— | Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens | Gebunden M. 1.25

Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)
Wesen und Methoden der Ortsbestimmung bei Land-, See- und Luftfahrten, Instrumente zur Ortsbestimmung, öffentlicher Zeitdienst und Kalenderwesen, Beziehungen der Astronomie zur Meteorologie, zur Geographie und Geophysik, zur Schiffahrt und Luftschiffahrt und zur medizinischen Wissenschaft.

Experimentelle Abstammungs- u. Vererbungslehre. Von Dr. E. Lehmann. (Bd. 379.)
Zeigt durch Vergleich der modernen Ergebnisse der exakten experimentellen Vererbungslehre, mit den bisher allgemein geläufigen Anschauungen der Abstammungslehre, die Ergebnisse der experimentellen Vererbungslehre, sowie ihre Fortentwicklungsmöglichkeit.

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 39 Figuren. (Bd. 39.)
Die Abstammungslehre und die Darwinsche Theorie finden hier eine streng zuverlässige und kritisch gesichtete, in der Neuauflage auf Grund aller inzwischen erworbenen Erkenntnisse peinlich durchgesehene Darstellung.

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abb. 4 Doppeltafeln. 2. Aufl. (Bd. 70.)
Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualitäten zweier Individuen.

Grundlagen der Elektrotechnik. Von A. Roth. Mit 72 Abb. (Bd. 391)
Ist als Einführung in das Wesen elektrotechnischer Gegenstände oder als Übersicht über die Grundgesetze vor eingehenderen Fachstudien gedacht. Die Darstellung ist auf möglichste Anschaulichkeit gerichtet, und die Darlegung der Gesetze erfolgt auf Grund rein physikalischer Betrachtung, um bei dem Leser vor allem ein Empfinden für den gesetzmäßigen Zusammenhang der Erscheinungen zu wecken.

Einleitung in die Experimentalphysik. Von B. Börnstein. Mit 90 Abb. (Bd. 371.)
Das Buch bietet eine Darstellung der grundlegenden physikalischen Gesetze, wie Gleichgewicht, Schwerkraft, Gravitation, Energiegesetz, Lehre von den tropfbaren Flüssigkeiten und Gasen, Molekularvorgänge in allgemeinverständlicher Form unter Schilderung mit einfachen Mitteln ausführbarer Versuche, die durch Abb. verdeutlicht werden.

Unsere Kohlen. Von Bergassessor Kukuk. Mit 69 Abb. (Bd. 396.)
Darstellung der sämtlichen „fossilen Brennstoffe" einschließlich des Torfes. Die geologischen Grundlagen, die chemischen und physikalischen Probleme, die Technik des Abbaues und der Aufbereitung sowie die Fragen der Verwertung und des Kohlenersatzes werden mit derselben Gründlichkeit behandelt. Zahlreiche Originalphotogramme erleichtern das Verständnis.

Ausführliche Verzeichnisse umsonst und portofrei vom Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Die Wasserkräfte

ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnutzung

Ein technisch-wirtschaftliches Lehr- und Handbuch.

Von

Dr.-Ing. Adolf Ludin
Großherzogl. Bauinspektor.

In zwei Bänden. 1421 Seiten mit 1087 Abbildungen im Text und auf 11 Tafeln.

Preisgekrönt von der Königl. Akademie des Bauwesens in Berlin.

In Leinwand gebunden Preis M. 60.—.

Soeben erschien:

Bau großer Elektrizitätswerke

Von

Prof. Dr. G. Klingenberg.

Mit 180 Textabbildungen und 7 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft

Maschinenfabrik
Apparatefabrik
Glühlampenfabrik

A E G

Turbinenfabrik
Kabelwerk
Automobilfabrik

Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken, elektrischen Bahnen und elektrochemischen Anlagen

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Soeben erschien:

Die Meteorologie als exakte Wissenschaft

Antrittsvorlesung, gehalten am 8. Januar 1913 an der Universität Leipzig

Von

Professor Dr. V. Bjerknes

Preis Mark 0,80

WESTON

ELEKTRISCHE MESSINSTRUMENTE HÖCHSTER VOLLKOMMENHEIT FÜR WISSENSCHAFT UND TECHNIK.

NEU!

DIE WICHTIGSTEN WESTON SYSTEME IN DEMONSTRATIONSFORM FÜR LABORATORIUM UND HÖRSAAL.

NEUE WECHSELSTROM-SYSTEME

PREISLISTE 24 U. DRUCKSCHRIFTEN 116 BIS 121 AUF ANFRAGE KOSTENLOS.

WESTON INSTRUMENT CO. G. M. B. H.

BERLIN-SCHÖNEBERG, GENESTSTR. 5

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.