

3. 2. 1927

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON  
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 4 (SEITE 81—104)

28. JANUAR 1927

FÜNFZEHNTER JAHRGANG

## INHALT:

- Christian Wiener zum hundertsten Geburtstag am  
7. Dezember 1926. Von OTTO WIENER †, Leipzig 81  
Der Baikalsee. Eine geographische Zusammen-  
fassung. Von P. FICKELER, München . . . . . 84  
Die Gasstrahlung vom physikalischen und tech-  
nischen Standpunkt. Von A. SCHACK, Düsseldorf 91  
Über Strukturfixierung der Glucose und ihre Be-  
deutung für das Glucoseschicksal Von O. LOEWI,  
Graz . . . . . 93  
Bericht über die Tagung der Deutschen Mineralo-  
gischen Gesellschaft in Duisburg . . . . . 94  
Die Sprachlaute. Von E. WAETZMANN, Breslau . 97

### ZUSCHRIFTEN:

- Weitere Beiträge zur Röntgenoskopie des Kaut-  
schuks. Von E. A. HAUSER, Frankfurt a. M. 100

### BESPRECHUNGEN:

- KRAFT, VIKTOR, Die Grundformen der wissen-  
schaftlichen Methoden. (Ref.: E. Zilsel, Wien) 101  
MEYER, ADOLF, Logik der Morphologie im  
Rahmen einer Logik der gesamten Biologie.  
(Ref.: E. Zilsel, Wien) . . . . . 101  
PRANDTL, ANTONIN, Einführung in die Philo-  
sophie. (Ref.: M. Kronenberg, Berlin) . . . 102  
CORNELIUS, HANS, Grundlagen der Erkenntnis-  
theorie. 2. Auflage. (Ref.: E. Zilsel, Wien) 103

- ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN: Die Parallaxe  
des Doppelsterns  $\gamma$  Argus. British Astronomical  
Association . . . . . 103



Aus:

Verschieden intersexuelle ♂♂ von *L. dispar*.

## Physiologische Theorie der Vererbung.

Von Professor Dr. Richard Goldschmidt, 2. Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts  
für Biologie in Berlin-Dahlem. Mit 59 Abbildungen. VI, 247 Seiten. 1927.

RM 15.—, gebunden RM 16.50

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9



## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 9.—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1.— zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{4}$  Seite RM 150.—;

Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Ausland-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

**Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24**

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C. Postscheckkonto Nr. 118935.

## Glasgitter zur Beugung des Lichtes

für Spektroskope und Spektrographen  
Fa. **Prof. Dr. E. Hartnack, Zweigwerk: Berlin-Steglitz, Schildhornstr. 1** / Tel.: Steglitz 950

### Dr. phil.

Phys., Chem., Math., Volkswirtsch., sucht Stellung (Bibl., Verl., Sort. u. ä.). Philol. Staatsexamen mit I.

Dr. Nissen, Kiel

(441) Herzog-Friedrich-Straße 49 II

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

## Die Sprachlaute Experimentell-phonetische Untersuchungen

Mit einem Anhang über Instrumentalklänge  
Von

**Carl Stumpf**

Dr. phil. et med. h. c., o. Professor an der Universität  
zu Berlin

Mit 8 Textfiguren und 8 Notenbildern  
XII, 420 Seiten. RM 28.50

Aus dem Inhalt:

Einleitung. Analyse gesungener Vokale durch resonierende Gabeln. Analyse gesungener Vokale durch Interferenzröhren. Das Unkenntlichwerden der Vokale in der höheren Sopranlage. Das stimmhafte Sprechen und dessen Abbau durch das Interferenzverfahren. Struktur der Flüstervokale und Konsonanten. Die subjektiven Tonhöhen der stimmlosen Sprachlaute. Synthetische Darstellung der stimmhaften Vokale. Die Entwicklung der Vokalforschungen und die Konvergenz ihrer Ergebnisse. Phonographische, telephonische und ohrenärztliche Beobachtungen. Systematik der Sprachlaute vom akustischen Standpunkte. Einheitliches und mehrheitliches Hören. Die gegenseitige Beeinflussung der Teiltonstärken und ihr Verhältnis zur Gesamtstärke des Klanges. Psychophysik der Sprachlaute. Zur Physik und Physiologie der Sprachlaute. Über Instrumentalklänge.

## Zu kaufen gesucht

**Newton (-Wolfers),**

**Math. Prinzip d. Naturlehre. 1872**

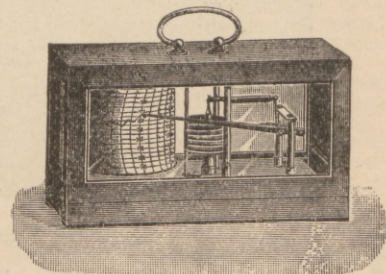
Angebote unter Nw. 443 an die Expedition dieser Zeitschrift, Berlin W 9, Linkstraße 23/24 erbeten.

## Lambrechts Luftdruck-Schreiber

in verschiedenen Ausführungen

★

Trommelumdrehung  
in 7, 14 oder 91 Tagen



Prospekt 404 kostenlos

★

**Wilh. Lambrecht A.-G., Göttingen**

Gegr. 1859



## Christian Wiener zum hundertsten Geburtstag

am 7. Dezember 1926.

Von OTTO WIENER †, Leipzig.

(Aus dem Physikalischen Institut der Universität.)

Es dürfte wenig bekannt sein, daß die heute allgemein angenommene Deutung der von dem englischen Botaniker BROWN entdeckten Zitterbewegung kleiner in Flüssigkeiten schwimmenden Teilchen zum erstenmal gegeben worden ist von dem im Jahre 1896 verstorbenen Professor der darstellenden Geometrie an der Technischen Hochschule Karlsruhe, Dr. CHR. WIENER. Er veröffentlichte im Jahre 1863 im 118. Band von Poggendorffs Annalen eine Arbeit unter dem Titel: „Erklärung des atomistischen Wesens des tropfbar flüssigen Körperzustandes und Bestätigung desselben durch die sogenannten Molekularbewegungen.“ BROWN selbst hat die von ihm entdeckte Bewegung durchaus nicht als eine Spur der Molekularbewegung aufgefaßt. Vielmehr glaubte er, daß sich hierin auch bei den Teilchen unbelebter Körper eine Vorstufe der beständigen Bewegung in belebten Körpern zeige. Freilich wurde diese Auffassung bald aufgegeben und man nahm an, daß die Bewegungen von Störungen herühren, die infolge von Temperaturunterschieden oder durch Verdunstung in der Flüssigkeit hervorgerufen würden.

Um die Frage zu entscheiden brachte CHR. WIENER einen kleinen Wassertropfen in die Höhlung eines Brillenglases, das einen oben abgeschliffenen Rand besaß und durch ein Deckgläschen mittels Fett fest abgedichtet wurde. Der Wassertropfen enthielt feine Aufschwemmungen von Quarzstaub oder anderen schwimmenden Teilchen.

Daß die zitternden Teilchen nicht aus Infusorien bestanden, ergab sich aus der Herstellung der Quarzteilehen, die vorher gut gegläht waren, und daraus, daß alle schwimmenden Teilchen an der Zitterbewegung teilnahmen. Daß die Bewegung auch nicht von Temperaturunterschieden in der Flüssigkeit herrührte, ergab sich daraus, daß die Zitterbewegungen während längerer Zeit anhielten und daß absichtlich herbeigeführte Temperaturschwankungen keinen Unterschied in der Zitterbewegung erkennen ließen. Durch weitere Versuche wurde die Möglichkeit ausgeschlossen, daß die Bewegung beim Aufsetzen des Tropfens mechanisch erzeugt wurde, oder daß die Zitterbewegungen von wechselnden Anziehungen oder Abstoßungen der schwimmenden Teilchen herrührten, oder daß Verdunstung die Ursache war. Es blieb daher allein die Möglichkeit übrig, die Ursache der Zitterbewegung in der Flüssigkeit selbst zu suchen, d. h. sie als die Folge der inneren

dem Flüssigkeitszustand eigentümlichen unregelmäßigen Bewegungen seiner Molekeln aufzufassen. Eine unmittelbare Bestätigung dieser Auffassung ergab die Beobachtung, daß die Zitterbewegung dieser Teilchen um so größer war, je kleiner sie gewählt wurden. So zeigten Teilchen von einem Durchmesser von 0,6 bis 1,4  $\mu$  ( $\frac{1}{1000}$  mm) eine durchschnittliche Zittergeschwindigkeit von 1,6  $\mu$  in der Sekunde, dagegen Teilchen von 2,3  $\mu$  Durchmesser nur eine solche von 0,5  $\mu$  in der Sekunde.

Dies vorausgeschickt, dürfte es vielleicht für die Leser dieser Zeitschrift von Wert sein, etwas von dem Entwicklungsgang von CHR. WIENER zu erfahren und wodurch er zu den genannten Beobachtungen angeregt wurde. CHR. WIENER<sup>1)</sup> wurde am 7. Dezember 1826 in Darmstadt als Sohn des Kriminalrichters ALEXANDER WIENER geboren. Nach Entlassung aus dem Gymnasium mit dem Zeugnis der Reife studierte er in Gießen zunächst Architektur, legte dann die Staatsprüfung für das Baufach ab und wurde Lehrer an der höheren Gewerbeschule, dem späteren Polytechnikum in Darmstadt. 1850 habilitierte er sich an der Universität Gießen für Mathematik, ging aber vor Beginn der dortigen Lehrtätigkeit zu seiner weiteren Ausbildung auf ein Jahr an das damalige Polytechnikum in Karlsruhe, wo er vermutlich durch den Maschinentheoretiker REDTENBACHER, der sich damals mit seinem Dynamidensystem beschäftigte, zu den eigenen Forschungen über Atomlehre angeregt wurde. Im Jahre 1852 wurde er auf den Lehrstuhl der darstellenden Geometrie in Karlsruhe berufen, eine Stelle, die er bis zum Tode inne hatte. WIENER ist seinen Fachgenossen in erster Linie durch mathematische und geometrische Abhandlungen bekannt geworden und besonders durch mathematische Modelle, unter denen das einer Fläche dritter Ordnung mit 27 reellen Graden hervorzuheben ist, sowie durch das 1884 bis 1887 erschienene Lehrbuch der darstellenden Geometrie<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Ein kurzer Nachruf auf ihn, verfaßt von seinen Söhnen und begleitet von einem Verzeichnis seiner Veröffentlichungen, erschien 1896 bei der BRAUNschen Hofbuchdruckerei in Karlsruhe, ein ausführlicher wissenschaftlicher Nachruf, verfaßt von A. BRILL und L. SOHNCKE, in Bd. VI des Jahresberichtes der Deutschen Mathematikervereinigung, ein weiterer von A. SCHLEIERMACHER in den „Hessischen Biographien“ Bd. II. 1926. Dort sind auch weitere Quellen angegeben.

<sup>2)</sup> Genauere Angaben über CHRISTIAN WIENER als Mathematiker in einem folgenden Aufsatz zu machen, behält sich mein Bruder HERMANN vor.



In der ersten Zeit seiner wissenschaftlichen Tätigkeit widmete er sich hauptsächlich physikalischen und philosophischen Fragen. Der Bearbeitung von Weltanschauungsfragen, die ihm vielleicht eine vom Großvater ererbte Anlage nahelegte, der Pfarrer im Hessischen war, widmete er sich stets mit Vorliebe. Das Ergebnis dieser Studien ist das umfangreiche Werk „Die Grundzüge der Weltordnung“ (1863 Wintersche Verlagsbuchhandlung), dessen 1. Teil die Atomenlehre enthält.

Nach einer noch heute mustergültig klaren Darstellung der Grundzüge der Mechanik entwickelte CHR. WIENER eine besondere Theorie der Molekularkräfte, die zwar von der heutigen abweicht, aber für die damalige Zeit doch in seinen Händen viel leistete. Sie bestand in der Annahme, daß die Körperteilchen einander anziehen, zwischen den Ätherteilchen untereinander dagegen, ebenso wie zwischen diesen und den Körperteilchen Abstossung besteht. Die Atome werden von endlichen Abmessungen angenommen und von verschiedener Gestalt, da sie in verschiedenen Richtungen verschiedene Kräfte ausüben müssen.

Die entwickelte Vorstellung vom Wesen des festen und flüssigen Zustandes entsprach dabei durchaus den kurz vorher von CLAUSIUS vortragenen Anschauungen, die wir heute noch teilen. Besonders fruchtbar war aber die Anwendung dieser Vorstellung auf eine Theorie der Krystallsysteme. In dieser kommt er wesentlich über die Vorstellungen von HAÜY und BRAVAIS hinaus, indem er die besondere Voraussetzung, daß die Atome in den Raumgittern alle parallel liegen, aufgibt und auch davon abweichende Stellungen zuläßt. Wie SOHNCKE selbst erwähnt, hat CHR. WIENER ihn dazu gedrängt, auch in seiner eigenen Theorie die besondere BRAVAISSche Annahme fallen zu lassen; SOHNCKE gelangte dadurch zu seinen Untersuchungen über die regelmäßigen Punktsysteme in der „Entwicklung der Krystallstruktur“, Leipzig 1879.

Um auch in der belebten Natur eine Vorstellung davon zu geben, wie sich Wachstumsformen ursprünglich verstehen lassen, untersuchte er die Spiralformen der Schneckengehäuse und fand dabei, daß unter der Annahme, der Zuwachs der Schalenmasse stehe in einem unveränderlichen Verhältnis zum Zuwachs des Körpers der Schnecke, eine logarithmische Schneckenlinie entstehen muß, die dadurch gekennzeichnet ist, daß der Fahrstrahl beim Drehen um ein und denselben Winkel stets in einem unveränderlichen Verhältnis wächst. Diese logarithmische Spirale findet sich tatsächlich vielfach bei Schnecken verwirklicht, bei anderen Wachstumsverhältnissen gelten andere Gesetze.

Auch in anderen Veröffentlichungen tritt die Neigung und Gabe des Verfassers hervor, aus einfachen Grundannahmen oder Grundtatsachen verhältnismäßig verwickelte Folgen abzuleiten. Dies geschieht z. B. bei seiner Arbeit über die Stärke

der Bestrahlung der Erde durch die Sonne, veröffentlicht in der meteorologischen Zeitschrift 1879. Darin berechnet der Verfasser entsprechend den verschiedenen Stellungen der Erdachse gegen die Sonne im Verlauf des Jahres, welche Gesamtlichtmenge innerhalb eines Tages einem bestimmten Breitengrad zuteil wird. Die Ergebnisse sind in Kurvenform leicht übersichtlich dargestellt, und besonders merkwürdig ist dabei die Feststellung, daß im Hochsommer dem Pol mehr Sonnenenergie zugestrahlt wird als irgendeinem anderen Punkt der Erde.

Als darstellender Geometer hatte er auch die Beleuchtungsverhältnisse gekrümmter Flächen darzustellen, und so kam es, daß er gelegentlich um ein Gutachten gebeten wurde, in welchem Abstand von anderen Gebäuden ein geplantes Akademiegebäude errichtet werden müsse, um in seinen Lichtverhältnissen ungestört zu sein. Die Beschäftigung mit diesem Gebiete führte ihn später zu einer merkwürdigen Arbeit über die Zerstreuung des Lichtes durch matte Oberflächen, worin er wesentlich über die früheren praktischen und theoretischen Ergebnisse hinausgeführt wurde (Wiedemanns Annalen 47. 1892). Durch eigene Versuche an zwei gleich matten Gipsflächen, die unter wechselndem Einfallswinkel und Ausfallswinkel beleuchtet und betrachtet wurden, gelangte er zur Aufstellung von Helligkeitsflächen. Zu jedem bestimmten einfallenden Strahl gehört eine solche, wobei in der Ausfallsrichtung die in dieser Richtung zerstreute Lichtstärke dargestellt wird. Bei Gültigkeit des LAMBERTSchen Gesetzes ist diese Fläche eine Halbkugel, in Wirklichkeit zeigt sie bei steigendem Einfallswinkel immer stärkere schnabelförmige Auswüchse, die schließlich bei großem Einfallswinkel eine Art regelmäßiger Spiegelung anzeigen, wobei jedoch der Ausfallswinkel der stärksten Zurückwerfung größer ist als der Einfallswinkel.

Eine beliebte Aufgabe des darstellenden Geometers ist die Darstellung der Hellegleichen, d. h. der Kurven gleicher Helligkeit auf einer Kugel, wenn sie von der Sonne oder vom Himmel beleuchtet wird. Dabei hatte man der Einfachheit halber bisher stets angenommen, daß der Himmel in allen Richtungen gleichmäßig hell erleuchtet erscheint, eine Voraussetzung, die natürlich in Wirklichkeit keineswegs zutrifft.

Mit dieser Vereinfachung unzufrieden gelangte CHR. WIENER zu einer Untersuchung der Helligkeit des Himmels, die er zunächst durch eine Reihe von Beobachtungen mit Hilfe eines einfachen, selbst gebauten Photometers für eine mittlere Sonnenstellung bei klarem Himmel feststellte. Allein diese rein erfahrungsgemäße Grundlage für einen besonderen Fall befriedigte ihn auch nicht; und so gelangte er schließlich dazu, eine Theorie der Himmelshelligkeit zu entwickeln. „Die Hauptaufgabe war dabei, das Gesetz der Lichtzerstreuung durch die atmosphärische Luft vermittelst der darin schwebenden flüssigen und festen Körper-



chen zu ermitteln.“ Dabei wurden sowohl die verschiedenen regelmäßigen Zurückwerfungen an Tröpfchen und Eiskryställchen in Rechnung gesetzt, die zu den verschiedenen Regen- und Eisbögen führen, als auch die durch Beugung bedingten Abweichungen davon, die entstehen, wenn Tröpfchen und Eiskryställchen klein werden; und endlich die RAYLEIGHsche Zerstreuung an Teilchen, die klein sind gegenüber der Wellenlänge. Ist das Mengenverhältnis der Tröpfchen verschiedener Größe und der Kryställchen bekannt — die erforderlichen Konstanten hat WIENER seinen eigenen Beobachtungen entnommen — so kann man daraus die Stärke des Lichtes berechnen, die ein bestimmter Raumteil der Atmosphäre bei gegebener Stellung der Sonne zurückstrahlt. Durch Integration vom Beobachter bis zur atmosphärischen Grenze erhält man die gesamte zurückgestrahlte Lichtmenge in bestimmter Richtung, und auf diese Art entsteht eine erste Annäherung an die Helligkeit des Himmels; ihr genauer Betrag wird dadurch ermittelt, daß noch die vom Erdboden gegen den Himmel und das von der Atmosphäre gegen sich selbst vielfach hin und her gestrahlte Licht berücksichtigt wird. Eine Darstellung der Helligkeiten des Himmels bei bestimmter Stellung der Sonne, nämlich in Richtung der Diagonalen eines Würfels ist das Hauptergebnis dieser Untersuchung.

Während man nun häufig glaubt, im wesentlichen mit der RAYLEIGHschen Lichtverteilung am Himmel auszukommen, stimmt die Wirklichkeit damit sehr wenig überein. Bei der RAYLEIGHschen Lichtverteilung ist nämlich das größte Verhältnis der Lichtzerstreuung nur 2 : 1. Nun ist das Verhältnis der Luftschichtdicke, in wagrechter und lotrechter Richtung gemessen, etwa 35 : 1, wenn man die Schichten auf gleichförmige Luftdichte zurückführt. Das größte Helligkeitsverhältnis, das beim RAYLEIGHschen Himmel vorkommen kann, ist daher 70 : 1. Bei den Beobachtungen von CHR. WIENER ergibt sich aber ein größeres Verhältnis von etwa 200 : 1. Das wird hauptsächlich bedingt durch die außerordentlich starke Bewegungswirkung an größeren Teilchen, die in unmittelbarer Nähe der Sonne auftritt.

Auf Veranlassung von OTTO WIENER hat später Herr UIBE Himmelselligkeitsmessungen auf dem Pik von Teneriffa angestellt. Dort kommen sogar größte Helligkeitsverhältnisse bis 830 : 1 vor. Also selbst in einer Höhe von 3700 m ist der RAYLEIGHsche Himmel noch keineswegs verwirklicht. Es ist klar, daß die Theorie der Himmelselligkeit, die mit solch verwickelten Verhältnissen zu rechnen hatte, die Bewältigung einer außerordentlichen Rechen- und Zeichenarbeit voraussetzt, und so hat tatsächlich CHR. WIENER die letzten zehn Jahre seines Lebens dieser Untersuchung gewidmet. Sie ist nach seinem Tode von HERMANN und OTTO WIENER herausgegeben worden in den „Nova acta“ der Leopold.-Carolin. Akademie der Naturforscher in Bd. 73. 1900 und Bd. 91. 1909, der zweite

Teil unter Mitwirkung von W. MÖBIUS, der die Rechnungen ergänzte.

An den Ergebnissen dieser grundlegenden Arbeit dürfte keine spätere Forschung über die Helligkeit des Himmels vorbeigehen.

Von dem erwähnten Werk „Die Grundzüge der Weltordnung“ wurde oben nur ein kleiner Abschnitt, nämlich die Atomlehre besprochen. In Wirklichkeit enthält es eine umfassende naturwissenschaftliche Weltanschauung. Viele der Einzelheiten sind natürlich jetzt nach 63 Jahren durch die außerordentliche Entwicklung der Naturwissenschaften überholt, aber manches darin dürfte auch heute noch beachtenswert sein.

So soll hier darauf hingewiesen werden, daß eine wichtige Frage der Philosophie darin zum erstenmal eine klare und sichere Beantwortung gefunden hat. In seiner Kritik der reinen Vernunft hat KANT darauf hingewiesen, daß es „ein Skandal der allgemeinen Philosophie und allgemeinen Menschenvernunft sei, das Wesen der Dinge außer uns bloß auf Glauben annehmen zu müssen, und, wenn es jemand einfällt, es zu bezweifeln, ihm keine genugtuenden Beweise entgegenstellen zu können.“ Aber was KANT selbst dazu vorbringt, ist keineswegs überzeugend. CHR. WIENER geht wie AUGUSTIN und CARTESIUS zunächst von der Tatsache des bewußten Denkens aus, stellt aber fest, daß die Gedanken im allgemeinsten Sinne genommen, nicht einheitlicher Natur seien, vielmehr einesteils aus den lebhaften Sinneseindrücken bestehen, die dem Gesetz der Ursächlichkeit folgen, wonach z. B. stets auf den Eindruck des losgelassenen Steins der des fallenden Steines folgt; andererseits aber aus bloßen Erinnerungsbildern und Gedanken bei geschlossenen Sinnen, die immerhin einem gewissen Gesetz der Gedankenfolge gehorchen, wonach zwei aufeinanderfolgende Gedanken stets ein Glied miteinander gemeinsam haben. Man denke sich nun einen in seinem Zimmer abgeschlossenen Gelehrten, der beispielsweise aus mathematischen Voraussetzungen einen gewissen Schluß zu ziehen im Begriff steht. Statt dessen tritt der Eindruck eines Knalles ein, der unmöglich als die logische Folge der vorausgehenden Gedanken aufgefaßt werden kann.

Will man also Ordnung unter den Gedanken herstellen, so bleibt nichts übrig, als der Innenwelt eine Sinneserregung- und Gedankenerzeugende Außenwelt gegenüberzustellen. Erwägungen dieser Art sind neuerdings von verschiedenen Seiten z. B. von RIEHL, J. VOLKELT und DRIESCH angestellt worden, zum Teil in sehr viel ausführlicherer Art, doch mit dem gleichen Grundgedanken und Ergebnis. Keiner von ihnen scheint aber gewußt zu haben, daß bereits Jahrzehnte vorher CHR. WIENER solche Überlegungen angestellt hat.

Beachtenswert sind ferner seine Äußerungen über die Freiheit des Willens, die er trotz Bestehens des Gesetzes der Ursächlichkeit nicht ablehnet. Freiheit, so meint WIENER, sei kein



Gegensatz zu Gesetzlichkeit. Denn sonst müßte der Begriff der Freiheit überhaupt aus dem Wörterbuch des Naturforschers gestrichen werden. Er braucht ihn aber stets dann, wenn ausgedrückt werden soll, daß der Vorgang in einem Gebilde nur abhängig ist von Bedingungen, die in ihm liegen, nicht von solchen, die außer ihm liegen. Der Sprachgebrauch vieler Philosophen weicht allerdings davon ab, indem sie unter Freiheit ein Nicht-Bedingtsein verstehen. Auf die näheren Erörterungen von CHR. WIENER über die Begrenzung der Willensfreiheit durch eine von der regelmäßigen abweichenden Gemütslage unter dem Einfluß besonderer Umstände soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Sehr aufklärend ist die Begriffsbestimmung CHR. WIENERS des Bewußtseins. Das Bewußtsein ist nach ihm derjenige Zustand der gegenwärtigen Geistestätigkeit, die Spuren im Gedächtnis hinterläßt.

Zuletzt mag noch eine reizvolle Überlegung erwähnt werden, die CHR. WIENER über den Zustand der Welt in einer weit zurückliegenden Zeit anstellt (S. 5 der „Grundzüge der Weltordnung“). Er hält es für möglich, daß die Veränderungen im Weltgeschehen bei rückschreitender Betrachtung immer langsamer vor sich gehen, so daß man schließlich zu einem großen Gleichförmigkeitsgrad der Verteilung des Stoffes gelangt, der aber nie vollkommen war, weil er sonst nie hätte gestört werden können. Eine solche Beschaffenheit des Weltzustandes gleicht einer krummen Linie, die wie eine Asymptote einer festen Linie sich annähert.

Diese Mitteilungen mögen genügen, um zu zeigen, daß CHR. WIENER ein außerordentlich vielseitiger und tiefgründiger Forscher war, dem es größtes Glück bedeutete, den ihm auftauchenden Rätseln nachzugehen und sie bis zu der letzten Klarheit durchzudenken, die ihm möglich war.

## Der Baikalsee.

Eine geographische Zusammenfassung

Von P. FICKELER, München.

### I. Physiogeographie.

Die Erforschung des Baikalsees und seiner Umgebung spielte in der geographischen Erkenntnis Nordasiens von jeher eine bedeutsame Rolle. Denn unter allen Kontinenten erreicht Asien im Mt. Everest mit 8880 m nicht allein die größte Höhe über, sondern im Baikalsee mit — 1060 m die tiefste *Einsenkung unter dem Meeresspiegel* überhaupt. Die geographische Lage des Sees an einem Brennpunkt geologischer Probleme von ganz Asien, zusammen mit vielen klimatischen, hydrographischen und biologischen Eigentümlichkeiten reizten die Forscherwelt immer wieder von neuem. So ist es denn kein Wunder, daß die wissenschaftliche Erforschung dieses tiefsten Einbruchsees der Erde schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts (durch D. G. MESSERSCHMIDT) einsetzte. Schon die Reisen der alten Akademiker I. G. GEORGI (1772) und P. S. PALLAS (1772) ergaben wertvolle Ergebnisse in orographischer und faunistischer Beziehung. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden dann überwiegend geologische Ergebnisse durch ERMANN und HOFFMANN erzielt. Nach 1850 förderte, wie schon in vielen anderen Gebieten, die *Russische Geographische Gesellschaft* kräftig die Erforschung des Sees, wobei unter anderen die Untersuchungen TSCHERKANOWSKIS die Grundlage zu dem geologischen Bilde legte, welches TSCHERSKI meisterhaft ausbaute, so daß ED. SUESS mit genialem Blick es als Ausgangsgebiet für die geologische Entstehung von ganz Asien erkannte und darstellte. Wichtige neue Beiträge brachten die Forschungen von W. A. OBRUTSCHEW und die letzten Arbeiten von M. TETJAEW (1915 und 1922). Die kartographischen Darstellungen setzten ein mit der Karte PUSCHKAREWS (1773) und endigen

mit der großen hydrographischen Expedition DRISHENKOS (1896). Die biologische Forschung wurde nach den Arbeiten von PALLAS, DYBOWSKI und GODLEWSKI besonders durch die dreijährige Expedition KOROTNEWS (1900—1902), ferner durch die Gründung der *Ständigen Baikalkommission* in Petersburg (1916) sowie die im Jahre 1917 eröffnete *Universität zu Irkutsk* in neue Bahnen gelenkt.

Die Literatur über den Baikal ist daher außerordentlich umfangreich und erreicht, abgesehen von vielen kleineren Aufsätzen und Artikeln, insgesamt eine Höhe von weit über 500 Arbeiten. Alle diese Veröffentlichungen sind aber meistens Spezialarbeiten, die lediglich für einzelne Fachgebiete und meist in russischer Sprache Zusammenfassungen bieten. So schrieben über die Geologie TSCHERSKI, OBRUTSCHEW, SUESS und TETJAEW, über die Topographie, Morphometrie und Hydrographie F. K. DRISHENKO in seinem *Lotsenbuch*<sup>1)</sup>, über das Klima WOSNESSENSKI und über die Tierwelt und deren Herkunft besonders der bekannte Leningrader Forscher L. S. BERG<sup>2)</sup>. Das Verdienst, auf Grund der gesamten umfangreichen Literatur bis auf die neueste Zeit eine zusammenfassende Darstellung des Baikal entworfen zu haben, in der alle physiogeographischen Einzelercheinungen zu einem geschlossenen Gesamtbilde vortrefflich verknüpft wurden, gebührt Dr. HANS JOHANSEN<sup>3)</sup>,

<sup>1)</sup> K. F. DRISHENKO, *Lotsenbuch und physiogeographische Skizze des Baikalsees*. Petersburg 1908. 443 S., Karten, Diagramme (russisch).

<sup>2)</sup> L. S. BERG, *Die Fauna des Baikalsees und ihre Herkunft*. Arch. f. Hydrobiol. 4, 479—526. 1925.

<sup>3)</sup> H. JOHANSEN, *Der Baikalsee*. Physiographischer und biogeographischer Überblick. Mitt. d. Geogr. Ges.



Tomsk. Als jüngste Veröffentlichung gab kürzlich das *Geophysikalische Observatorium zu Irkutsk* ein umfangreiches Sammelheft mit zehn wichtigen hydrographischen Beiträgen der verschiedensten Baikalforscher unter der Leitung seines Direktors Prof. Dr. W. B. SCHOSTAKOWITSCH<sup>1)</sup> heraus, die die Arbeit von H. JOHANSEN hydrographisch wesentlich ergänzen. Besonders auf die Arbeiten der vier Letztgenannten gründet sich vorliegende zusammenfassende Skizze.

Der Baikalsee liegt ungefähr in der Mitte der Nordabdachung des asiatischen Gebirgsdreieckes und streckt sich zwischen  $51^{\circ}43'$  und  $55^{\circ}46'$  N sowie  $103^{\circ}44'$  und  $109^{\circ}37'$  O in schwach konvexem Bogen sichelartig von SW nach NO. Seine außerordentliche Länge von 623 km Luftlinie, bei 674 km Achsenlänge, entspricht ungefähr der Strecke München—Hamburg, während seine relativ geringe mittlere Breite von 50 km (größte Breite 74 km, kleinste 25 km) etwa dem Abstand München—Augsburg gleichkommt. Die 2200 km lange Uferlinie umrahmt 34 140 qkm, d. h. eine Fläche, die fast halb Bayern bedeckt und die ihn der Oberfläche nach unter allen Seen der Erde an siebente Stelle setzt. Aber dafür steht er in bezug auf Tiefe mit 1522 m bei einer mittleren Höhe seines Spiegels von 462 m, d. h. — 1060 unter dem Meeresspiegel am allerersten Platz, mit dem nur der 1435 m tiefe Tanganjikasee in Ostafrika, der ebenfalls dem Einbruch eines Erdkrustenstreifens sein Dasein verdankt, den Wettbewerb aufnehmen kann. Die mittlere Tiefe berechnete Halbfaß zu 700 m. Infolge dieser ungeheuren Tiefe entwickelt der Baikal aber wieder ein solches Volumen, daß er in dieser Beziehung auf der Erde die zweite Stelle einnimmt.

Der Baikalsee liegt zwischen einer Reihe paralleler nordöstlich streichender Bergzüge im Ostflügel des sog. „Alten Scheitels“ eingebettet. Seine Randgebirge, das Primorski- und Baikalgebirge im Westen, die Südausläufer des Ostsajan im Süden und das Bargusin-, Ulan-Burgassi- und Chamar-Daban-Gebirge im Osten ersteigen eine mittlere Höhe von 2000 m. Meist sind ihre Höhen von ausgedehnten flachwelligen Abtragungsf lächen gekappt, über die erst in 10—30 km Abstand vom See kuppelförmige nackte Gipfel, die sog. „Goljzy“ oder „Glatzköpfe“ um mehrere hundert Meter hinausragen.

Geologisch durchschneidet der Baikal fast völlig die kristallinen Gesteine der ältesten Ablagerungen, wahrscheinlich vorkambrischen Alters. Die altpaläozoischen Meeresablagerungen, die im Westen auf ersteren diskordant aufruhren, sind nur in geringem Maße an der unmittelbaren Umrandung des Sees selbst beteiligt. Über letztere breiten sich,

abermals diskordant, jurassische Konglomerate und Sandsteine der kontinentalen Angara-Serie aus. Außerdem beteiligen sich kontinentale Tertiärschichten, jüngere Süßwasserablagerungen, selbst in Höhen von 1200 m über dem Meere, sowie Basalte am Aufbau seiner Umgebung. Die Ansichten über eine diluviale Vereisung des Baikalggebietes gehen noch völlig auseinander. Gemessen an der heutigen geringen Niederschlagsmenge und Vereisung und verglichen mit dem weiter westlich gelegenen Kusnezker Alatau im Russischen Nordaltau wird sie wahrscheinlich kein bedeutendes Ausmaß erreicht haben.

W. A. OBRUTSCHEW (1897) und mit ihm ED. SUESS wies nach, daß ganz Ostbaikalien durch sog. „disjunktive Dislokationen“, d. h. *Zerrungsbrüche*, in lange schmale nordöstlich streichende Grabenbrüche in eine Reihe mehr oder weniger paralleler Horste zerlegt wurde, die aufs einschneidendste die Gestaltung des Flußnetzes bestimmten. Nach Westen zu steigerte sich dieses tektonische Phänomen. Denn zwei der breitesten Gräben, die spitzwinklig aneinander stoßen und nur durch den eingebrochenen Horst Bargusin—Swatoi Noß—Oljchon getrennt werden, bilden hier das heutige Baikalseebecken. In neuerer Zeit (1915, 1922) brachten besonders die Untersuchungen von M. TETJAEW wesentliche Gesichtspunkte, die die Ansichten über die Entstehung des Sees in *ganz neue Beleuchtung* rückten. Denn TETJAEW stellte im Nordwesten des Baikal Seeterrassen und Ablagerungen bis zu 20 m Mächtigkeit in einer absoluten Höhe von 1280 m fest. Wie im Südwesten des Sees, so wies er auch hier eine *kontinuierliche Reihe von Terrassen* an den Uferhängen und entsprechende Terrassen in den Flußtalern in verschiedenen Höhen von 2—8 m, 20—25 m, 50 m, 85 m, 215 m und schließlich, wie gesagt, in 820 m über dem heutigen Seespiegel nach. Da nun seit der Silurzeit keine Meerestransgression südlich des 62. Breitengrades bestand, so deutet TETJAEW dieses Phänomen in einleuchtender Weise durch eine *Hebung des ganzen alten Scheitels*, die noch durch Basaltdecken auf den Berggipfeln im Süden und Südwesten des Baikal erhärtet wird. Auf diese allgemeine Hebung reagierte der Baikal mit einer erneuten tiefen Einsenkung seines Beckens. An drei, 8 und 6 km voneinander entfernten, parallelen *Verwerfungslinien*, die TETJAEW am Südwestufer des Sees nachwies, sanken z. B. Teile der Gebirgsumrandung, wahrscheinlich im Quartär, *staffelartig* in die Tiefe, ähnlich wie beim Telezker See im Russischen Ostaltau.

In Anlehnung an W. A. OBRUTSCHEWS neuester Darstellung<sup>1)</sup> ergibt sich somit folgendes Bild der tektonischen Entstehung des Sees: Als See existierte der Baikal durch Zerrungsbrüche vielleicht schon im Jura, ganz sicher aber im Tertiär (*Miocän*) nach den angelagerten genau bestimmten braunkohleführenden Süßwasserablagerungen am Süd-

<sup>1)</sup> W. A. OBRUTSCHEW, Geologie von Sibirien. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, H. 15. Berlin 1926.

München 18, 1—202. 1925. 20 Textfig., 28 Tab., 5 Taf., Abb., 3 Karten.

<sup>1)</sup> Verhandl. d. Magnet. u. Meteorol. Observatoriums zu Irkutsk. Nr. 1: Der Baikal. Irkutsk 1926. 83 S., viele Tab. (russisch).



ostufer. Am Ende des Tertiärs (*Pliocän*) bildete das Gebiet des „alten Scheitels“ wahrscheinlich eine ausdruckslose flachgewellte Rumpffläche, in der der stark ausgefüllte und seichte See lag. Am Anfang des Quartärs begann dann eine allmähliche Hebung des „alten Scheitels“, wodurch die Erosion erneut in Wirksamkeit tritt und das Talnetz einräbt. In diese Zeit fällt der erste tiefe junge Einbruch des Baikals. Das Erdöl und die aufsteigenden Gase stammen wohl von den hierbei versenkten miocänen Kohlschichten am Grunde des Sees. Durch das Aufsteigen der früher angelegten Horste wird in allen Tälern Transbaikaliens der Abfluß zu langen schmalen Seen gestaut. Gleichzeitig senkte sich der Norden Sibiriens, so daß das Meer bis zum 62.° nördlicher Breite vordringt und die Eiszeit begünstigt. Bei einer späteren Hebung geschieht auch der zweite jüngere, ebenfalls staffelartige, Einbruch des Baikals, in dessen Becken die Seen Transbaikaliens abliefen. Diese relative Senkung des Seespiegels setzt sich, zu urteilen nach der heutigen Uferbeschaffenheit und den oben angeführten geologischen Argumenten, bis in die Gegenwart hinein fort.

Die *Großformen* des Baikalsees sind durch die oben skizzierten tektonischen Vorgänge völlig bestimmt, und zwar ist für die *horizontale Konfiguration*, den Grundriß, die älteste Bruchbildung maßgebend, während für die *vertikale Gestaltung*, den Aufriß, die mit Einbrüchen verbundene junge Hebung verantwortlich zu machen ist.

Auf Grund von 230 000 Lotungen entwarf DRISHENKO eine *Tiefenkarte* des Baikalsees, die, in Verbindung mit Angaben anderer Forscher, ein ungefähres Bild von der Gestalt des Seebeckens entwirft. Der größte Teil des Sees liegt in dem vom baikalischen, d. h. nordost-südwestlichen, Streichen beherrschten Ostflügel des alten Scheitels und folgt daher auch als langer, schwach nach Südosten konvexer, schmaler Graben der Nordostrichtung. Nur das *charakteristische Umbiegen des Sees im Süden* scheint darauf hinzuweisen, daß der Disjunktivriß aus dem baikalischen Streichen in das dazu rechtwinklig verlaufende „sajanische“ Streichen des Westflügels des alten Scheitels schon übergreifen hatte.

Die Formgebung der Küstenregion bestimmen drei leitende Faktoren, die drei deutlich unterscheidbare Zonen bedingen: 1. Die *Hebung* des Landes und das damit verbundene relative Sinken des Seespiegels schuf die *entferntere Uferzone*, die heute nur von den umgestaltenden Kräften des Festlandes bearbeitet wird, ehemals aber vom See bedeckt war; 2. Die *Erosion* der einmündenden Flüsse und Bäche und ihre Aufschüttungen im See bedingen die *Strandzone mit dem Kliff*, die heute noch den Wirkungen des Wellenschlages und der Eisstauungen ausgesetzt ist; 3. Die erodierende Wirkung der *Brandung* und die Ablagerung der Zerstörungsprodukte schaffen die *litorale Zone unter dem Wasser*, in der sich die Produkte des Wellenniederschlages und die Sinkstoffe der Zuflüsse absetzen.

Infolge der Bruchtektonik fällt die Gebirgsumrandung des Baikals vielfach in steilen Wänden zum See ab. Die Steilküste ist durchwegs am stärksten im Westen und Süden ausgeprägt. Felswände von 100—200 m Höhe ragen hier nicht selten aus dem See. Die Hänge der Ostküste sind dagegen im allgemeinen viel länger und weniger abschüssig. Daher liegen auch die tiefsten Teile der Sohle am Westrand. Da die Grabenbruchbildung sich meistens *gradlinig* auswirkt, so ist auch im großen und ganzen das Baikalgestade wenig gegliedert, so daß tief eingeschnittene Buchten fast völlig fehlen.

Während den Steilküsten überhaupt keine oder nur sehr schmale Strandzonen vorgelagert sind, entwickeln die Ebenen einen breiten Strand, den überall 2—6 m hohe *Strandwälle*, sog. „Kargä“, begleiten als Zeugen der gemeinsamen Arbeit von Wind und Eis. An vielen Stellen zieht noch ein zweiter älterer Strandwall in rund 20—25 m Höhe über dem Seespiegel hin. Von beiden werden Seen und Moore abgeschnürt. Wenn diese abgeschlossenen Buchten von Bächen durchflossen werden, heißen sie „Sor“, was dem ostpreussischen „Haff“ entspricht. Seen und Moore wurden regional von allen Teilen des Baikalsees beschrieben, besonders aus den schuttreichen Mündungsgebieten der großen Flüsse. Am reinsten ausgebildet sind sie am Nordende, wo die ganze Fläche des gewaltigen 2000 m hohen Gebirgsamphitheaters, das in 30 km Entfernung den See umsäumt, von dem Sumpfdelta des Oberen Angara- und Kitschera-Flusses eingenommen wird. Selbst die litorale Zone unter dem Wasser wird durch *Rinnen*, die das schneller strömende, kältere und somit spezifisch schwerere und mit Sedimenten beladene Wasser der Zuflüsse in dem Lockermaterial aufwühlt, modelliert.

Wie ein Blick auf die Tiefenkarte zeigt, muß die geographische *Gliederung des Seebeckens* nach den heutigen Tiefenformen erfolgen. Denn hier läßt sich eine klare *Gliedrigliederung* erkennen: ein nahezu ostwestlich streichendes *Südbecken* mit größter Mitteltiefe (Maximaltiefe 1400 m), das durch das ausgedehnte Delta des einmündenden Selengá-Flusses (größte Tiefe 531 m) von dem größten, breitesten und tiefsten *Mittelbecken* (Maximaltiefe 1522 m) getrennt wird. In seinem Bereich liegen alle bedeutenden Inseln und größeren Buchten. Letzteres geht, im Norden durch die 900 m-Isobathe nur künstlich begrenzt, in das flachere wannenförmige *Nordbecken* von rund 700 m Mitteltiefe über.

In der Tiefenregion hat sich, wahrscheinlich infolge der ständig erneuerten Einbrüche, auf deren Fortsetzung heute noch Bruchbildungen, Erdbeben und heiße Quellen hinweisen, zusammen mit der äußerst langsamen Sedimentation, bis jetzt noch keine gleichmäßige Sohle ausgebildet. Nur die allerfeinsten Trübungen, die sich lange schwebend erhalten können, gelangen in diese Tiefenregion. Petrographisch setzt sich der Boden,



entsprechend dem erwähnten Urgesteinsmaterial der Baikalumgebung, überwiegend aus Quarzteilen, Hornblendepartikeln und Magneteisenkörnern zusammen. Die organischen Reste sind zersetzt und form- und strukturlös. Infolge des ungeheuren Reichtums des Baikawassers an Kieselalgen, ist der Gehalt an Diatomeenpanzer derart groß, daß die Bodenproben der fossilen Kieselgur sehr nahekommen. So läßt sich die im feuchten Zustande blaue bis blauschwarze Bodenbedeckung des Baikalsees am treffendsten als *Diatomeenmineralschlamm* charakterisieren.

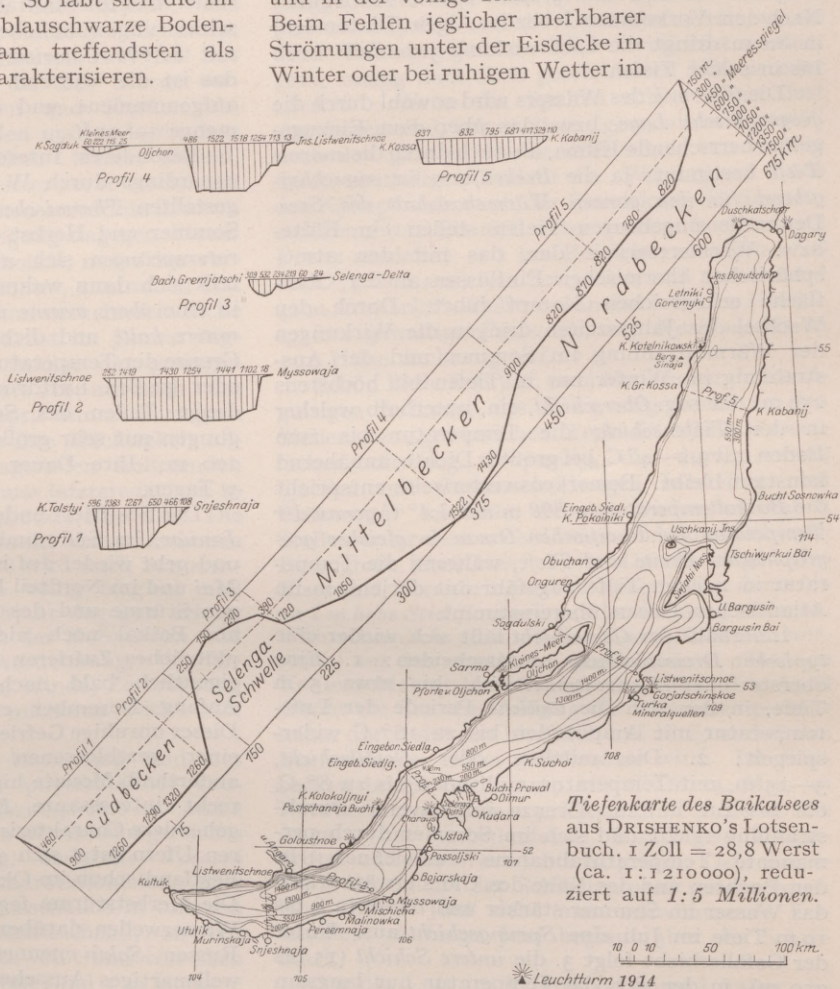
Verglichen mit der Größe des Sees ist die von Inseln eingenommene Fläche von rund 800 qkm, also 2,4%, sehr gering. Den größten Teil nimmt die bedeutendste, 73 km lange und 11 km breite, Insel des Sees, *Oljchon*, ein. Die Baikalinselfen wie Halbinseln, die ihrem Ursprung nach ebenfalls Inseln darstellten, sind stets an Küstennähe gebunden und bilden in gewisser Weise lediglich abgesprengte Teile des Festlandes.

### Das Wasser.

Chemisch unterscheidet sich das Wasser des Baikals nach den Analysen von C. SCHMIDT (1877) im großen und ganzen nur wenig von dem anderer Süßwasserseen. Auffällig ist sein relativ geringer Totalgehalt an Mineralbestandteilen. Der geringe Sauerstoffgehalt — im offenen See nach WERESCHTSCHAGIN im Mittel etwa 5,5 ccm pro Liter — ist wohl bedingt durch die Armut an pflanzlichem Plankton (s. weiter vorn) im offenen See. Nach Beobachtungen der neuen hydrobiologischen Station in Maritui (Juni-September 1925) nahm der Sauerstoffgehalt am 12. Juni von 12,99 mg pro Liter an der Oberfläche auf 10,29 mg in 1000 m Tiefe ab, die Kohlensäure dagegen auf der gleichen Tiefenstrecke von 3,38 auf 5,40 mg pro Liter zu, ebenso wie die Bicarbonate, die für die gleiche Zeit und Strecke von 47,92 auf 48,42 mg pro Liter sich anreicherten. Diese Angaben für die Tiefen über 600 m sind nach G. J. WERESCHTSCHAGIN die ersten, die für einen Süßwassersee der Erde überhaupt angestellt wurden.

Das Seewasser hat eine grünblaue bis grüngraue Färbung. Aus 237 Messungen im Jahre 1918

bei der Station Maritui geht hervor, daß der Baikalsee viele Gebirgsseen in bezug auf Durchsichtigkeit weit übertrifft. Diese Eigentümlichkeit steht wahrscheinlich in engem Zusammenhang mit seiner ungewöhnlichen Tiefe. Unterhalb der aktiven 200 m mächtigen Oberflächenschicht liegt eine gewaltige Wassermasse, die an den Bewegungserscheinungen des Sees gänzlich unbeteiligt ist und in der völlige Ruhe herrscht. Beim Fehlen jeglicher merkbarer Strömungen unter der Eiskecke im Winter oder bei ruhigem Wetter im



Tiefenkarte des Baikalsees aus DRISHENKO's Lotenbuch, 1 Zoll = 28,8 Werst (ca. 1:1210000), reduziert auf 1:5 Millionen.

Sommer sinken die suspendierten Partikel tiefer und tiefer in jene tote Schicht bis auf den Boden und verschwinden hiermit aus dem Kreislauf des Seewassers. Auf diese Weise ist die Trübung eine äußerst geringe, die noch durch die Beeinträchtigung des organischen Lebens durch die tiefen Wassertemperaturen und somit Verhinderung von reichlicherer Bildung von wassertrübendem Plankton erhöht wird. So steigert sich die Durchsichtigkeit häufig bis auf 40 m. Ihre Größe zeigt aber einen jährlichen Gang mit einem Minimum im August (im Mittel 10 m) und einem Maximum im Dezember (Mittel 25 m), das dann bis zum März fällt und



weiterhin bis zum Hauptmaximum im *Juni* (Mittel 26 m) wieder ansteigt. Allgemein gilt, daß die Durchsichtigkeit um so größer ist, je weniger die Temperatur sich mit der verschiedenen Tiefe der Wasserschicht ändert, d. h. je homogener sie thermisch ist. Die Homothermie erreicht aber gerade im *Dezember* und *Juni* ihren Höhepunkt, da hier, wie wir weiter oben sehen werden, der *Temperaturausgleich bei 4° C und größter Dichte* stattfindet. Nach dem Vorkommen lebender Algen (Diatomeen) in 80 m dringt die Lichtwirkung jedenfalls noch bis in solche Tiefen.

Die *Thermik* des Wassers wird sowohl durch die *geographische Lage*, bzw. das über dem Einzugsgebiet herrschende Klima, als auch durch die *enorme Tiefe* bestimmt; ja die *Beckenform ist ausschlaggebend für den ganzen Wärmehaushalt des Sees*. Denn die ungeheuren Tiefen stellen ein Kälte- bzw. Wärmereservoir dar, das mit den atmosphärischen thermischen Einflüssen an der Oberfläche erfolgreichen Kampf führt. Durch den Wechsel der Jahreszeiten dringen die Wirkungen der Wärmestrahlung im Sommer und der Ausstrahlung im Winter nur in Tiefen bis höchstens 250 m, der sog. *Oberschicht*, ein, unterhalb welcher in der *Tiefenschicht* die Temperatur bis zum Boden mit 3,2—4° C, bei größter Dichte, annähernd konstant bleibt. Bemerkenswerterweise entspricht die *Baikaltemperatur in 800 m mit 3,4° C genau der Temperatur im Pacifischen Ozean in gleicher geographischer Breite und Tiefe*, während die Temperatur in 1441 m Tiefe ungefähr mit derjenigen im Atlantischen Ozean übereinstimmt.

Innerhalb der *Oberschicht* läßt sich wieder eine *typische Dreischichtung* unterscheiden: 1. Eine oberste oder *Konvektionsschicht* bis etwa 5 m Tiefe, in der sich die *tägliche* Periode der Lufttemperatur mit Amplituden bis zu 16° C widerspiegelt; 2. Die mittlere oder *Gefällsschicht*, 5—15 m, mit Temperaturamplituden bis zu 8° C, die bis zur unteren Grenze intensiverer Durchstrahlung reicht und sich im Sommer durch permanente Temperaturabnahme auszeichnet. In den Buchten und der Nähe des Ufers erwärmt sich das Wasser im Sommer stärker und bildet in 8 bis 10 m Tiefe im Juli eine *Sprungschicht* aus. Unter der Gefällsschicht folgt 3. die *untere Schicht* (15 bis 250 m), in der sich die Temperatur nur langsam und regelmäßig verändert, entsprechend der *jährlichen* Periode der Atmosphäre. Mit der Tiefe nimmt die jährliche Amplitude von 8° C ab, beträgt bei 100 m Tiefe 2,6° C und bei 250 m nur noch etwa 0,4° C.

Die Zuflüsse üben einen überwiegend lokalen thermischen Einfluß aus, und zwar im Herbst und Winter einen abkühlenden, im Frühjahr und Sommer einen erwärmenden.

Im *jährlichen Temperaturgang* dauert die direkte Schichtung von Juli bis November, die umgekehrte von Dezember bis Juni, weshalb der Baikalsee zum Typus der *tiefen gemäßigten Seen* gehört. Der *Temperaturausgleich bei größter Dichte von 4° C*

findet daher zweimal statt: Ende *Juni* und Anfang *Dezember*. Die niedrigsten Temperaturen in allen Tiefen treten auf im Januar, die höchsten im August, in der unteren Schicht im Oktober. Die Abkühlung geschieht schneller (4 Monate) als seine durch die Eisdecke behinderte Erwärmung (7 Monate). Verglichen mit allen anderen Seen der Erde weist der Baikalsee infolge der großen klimatischen Kontinentalität seines Einzugsgebietes und seiner ungewöhnlichen wärmespeichernden Tiefe mit 84 000 *Calorien* die *höchste Wärmebilanz* — das ist die während eines Jahres von einem See aufgenommene und wieder abgegebene Wärmemenge — auf.

Besonderes Interesse beanspruchen auch die neuerdings durch W. B. SCHOSTAKOWITSCH festgestellten *Thermischen Seiches*, die besonders im Sommer und Herbst bei Ausbildung von *Temperatursprüngen* sich ausbilden. Die Wassermasse teilt sich dann wahrscheinlich in zwei Schichten: in eine *obere warme* und weniger dichte und eine *untere kalte* und dichte. Dann entstehen an der Grenze der Temperatursprünge bei starken Winden oder großen Luftdruckdifferenzen über verschiedenen Teilen des Sees sehr langsame Schwingungen mit sehr großen Amplituden von mehr als 200 m. Ihre Dauer schwankt zwischen 35 und 5 Tagen.

Der See friert endgültig zu im Nordteil Anfang *Januar*, im Süd- und Mittelbecken Mitte *Januar* und geht wieder auf im Süd- und Mittelteil: Mitte *Mai* und im Nordteil Ende *Mai*. Infolge der kräftigen Stürme und des großen Flächenareals wurde am Baikalsee noch niemals ein einheitliches und plötzliches Zufrieren des ganzen Sees, das man eigentlich bald nach dem *Temperaturausgleich* Anfang *Dezember* erwarten sollte, beobachtet. Dieses unruhige Gefrieren schiebt daher die Bildung einer geschlossenen tragfähigen Eisdecke um anderthalb Monate hinaus und bewirkt außerdem recht interessante *Eisbildungen*, die eine eingehendere Charakterisierung verdienen. An flacheren Ufern setzt sich an dem rascher abkühlenden Festland schon im Oktober und November Eis an. Die Herbststürme fegen aber immer wieder neue Wasserwellen darüber, die dieses Uferis, das die Russen *Sokui* nennen, verdicken und ihm ein wellenartiges Aussehen verleihen. Nasser Schnee und aufgeworfene Schollen erhöhen die Wirkung, so daß schließlich *ganze Wälle*, die bis zu 4 m hoch werden können und manchmal terrassenartig die flachen Ufer umsäumen, sich immer weiter in den See verschieben. Genau die gleiche Erscheinung zeigt aus demselben Grunde z. B. auch der *Telezker See* im Russischen Ostaltai, der infolge der heftigen Stürme, die die sich bildende Eisdecke immer wieder zertrümmern und in Schollen ans Ufer treiben, in 7 Jahren höchstens einmal zufriert. Dasselbe ist von vielen Salzseen *Zentralasiens*<sup>1)</sup>, insonderheit von den Seen des sturmgepeitschten tibetischen

<sup>1)</sup> P. FICKELER, Die winterlichen Eisbildungen in Zentralasien. PETERMANN'S Geogr. Mitt. 1926, 247—53.



Hochlandes, bekannt. Mit dem Einsetzen der Fröste erscheinen auf dem Seespiegel immer häufiger schwimmende Eismassen, meist sturm-zerschlagenes und abgedriftetes Ufereis. Dieses „Treibeis“ wird vom Winde zusammengetrieben, friert fest aneinander und bildet große weiße Flächen von höchst unregelmäßiger Beschaffenheit, das die Baikaler *Ossenetz* nennen. Verschieden hiervon ist der *Kolobownik* oder *Mjatic*, das „Schüssel“- oder „Tellereis“, runde Schollenarten, die vor dem endgültigen Zufrieren zum Teil aus Treibeisschollen entstehen, die bei Sturm zerkleinert und an den Ecken und Kanten abgestoßen und gerundet wurden und dadurch dem „Pancake-Ice“ der arktischen Meere ähneln. Friert der See bei ruhigem Wetter zu, so erscheinen letztere als runde weiße Flecken auf dunkelblauem Spiegeleis. Bei starker Bewegung dagegen frieren die zusammengetriebenen Schollen, unter den verschiedensten Winkeln aufgerichtet, zusammen und erzeugen eine sehr holperige und verkehrsfeldliche Oberfläche. Die Eisdecke wächst im Januar täglich 1—4 cm, im Februar infolge der geringen Wärmedurchlässigkeit des Eises aber nur noch 1 cm und im März 0,5 cm. Im April nimmt es täglich um 0,3 cm ab. Doch hängt ihre Mächtigkeit allgemein von der darüber lagernden isolierenden Schneebedeckung ab. Je dünner letztere ist, um so dicker wird die von ihr geschützte Eisdecke. Die Gesamtdicke des Eises schwankt daher zwischen 70 und 130 cm. Die Eisdecke wird nach SCHOSTAKOWITSCH bei 20 cm Dicke völlig tragfest und bricht nicht mehr. Im Frühjahr dagegen erfolgt der Aufgang des Sees infolge der *thermischen* und besonders *mechanischen* (Ausdehnung, Wiederanstiegen des Wasserspiegels, Winde) Zermürbung des Eises schon bei einer mittleren Dicke von 60 cm.

Infolge der unruhigen Eisbildung und des Zusammenwirkens mehrerer physikalischer Prozesse zeigt die Eisdecke keineswegs eine monotone ebene Oberfläche, sondern ein abwechslungsreiches Relief. Eispressungen, sog. *kompakte Torossá* bedecken oft mehrere Quadratkilometer: eine chaotische Anhäufung von Eisschollen in tollstem Durcheinander, meist aufrechtstehend, an der Basis durch Eiszement verschweißt und von oben zu  $\frac{3}{4}$  mit Schnee zugeweht von rund 1 m Höhe.

Im Laufe des Winters, und zwar vorwiegend in den ersten Nächten des Eisstandes überzieht sich die ganze Decke unter fürchterlichem Krachen, Donnern und Rollen mit einem Netz kreuz und quer nach allen Richtungen hinziehender Spalten und Sprünge. Drei Spaltenarten durchschneiden besonders die Eisdecke: 1. gewöhnliche feine *Haarspalten* von einigen Millimetern bis zu 2, seitener 5—10 cm Breite, die wahrscheinlich durch Wasserdruck oder Eiskrümmungen entstehen; 2. eigentümliche linsenförmige 1,5 m breite *kurze Spalten* von rund 10 m Länge, die noch von keinem anderen See beschrieben wurden und 3. die *Hauptspalten*, die zu Beginn und Ende der Eisperiode

0,5—2 m und mehr Breite erreichen und den eigentlichen *Dilatationslücken* entsprechen, längs denen sich die absolute Ausdehnung und Zusammenziehung ausgleicht, ähnlich wie an den Zwischenräumen zweier aneinanderstoßender Eisenbahnschienen. Diesen Hauptspalten folgt auch die *gewundene Torossá*, jene begleitenden Pressungswälle, die dadurch entstehen, daß der Wind das junggebildete dünne Eis in den Spalten aufbricht und als Schollen auf die Eisränder wirft, wo sie durch sturmgepeitschtes Wasser verkittet werden, ganz analog dem oben geschilderten Ufereis oder „Sokúi“. Wenn die Spalten schon längst fest zugefroren sind, zeigen diese „gewundene Torossá“ noch den ganzen Winter über schon von weitem deren ehemaligen Verlauf an. Wenn gegen Ende der Kälteperiode unter der Einwirkung der Sonnenstrahlung das Eis sich unter großem horizontalen Druck ausdehnt — 1 km Eis dehnt sich pro 1° C etwa 77 mm aus, was bei 30 km und 20° C rund 42 m ausmacht! — richtet es an den früheren Hauptspalten gewaltige *Preßwälle*, sog. *Nashimy* bis zu 3 m Höhe dachartig auf.

Schon Ende Februar, zwei Monate vor dem endgültigen Aufbruch des Eises, zeigen sich an den Stellen der „gewundenen Torossá“ offene Wasserlöcher, die sog. *Propariny*, die durch warme Quellen mit Gasausscheidungen entstehen. Im Frühwinter sammeln sich an vielen ufernahen Stellen unter dem noch dünnen und durchsichtigen Eise große *Gasblasen*. Beim Durchschlagen des Eises und Heranbringen von Feuer sollen dann bis zu 2 m hohe *Stichflammen* aus der Öffnung schlagen. Wahrscheinlich stammt das Gas (Kohlenwasserstoffe) aus den erwähnten abgesunkenen miocänen Kohlschichten am Grunde des Sees. Im April erhöht die Sonnenstrahlung die Wassertemperatur selbst durch das Eis hindurch auf 2° C, so daß das Eis auch von unten geschmolzen wird. Im Südbecken bricht das Eis im Mittel am 14. Mai, im Nordbecken erst am 25. Mai auf. Da die untere Angara nur unbedeutende Eismengen herausdriftet und das Wasser bis zu großer Tiefe durchkühlt ist, dauert der Schmelzprozeß relativ lange. Noch Mitte Juni sieht man schwimmende Eisschollen. Anfangs Juni beginnt aber die Schifffahrt.

Da die Luft im Winter bedeutend kälter, im Sommer dagegen bedeutend wärmer ist als das Baikawasser, so wirkt der See im Winter erwärmend und im Sommer abkühlend auf das Klima seiner Umgebung. Dies prägt sich besonders aus im jährlichen Temperaturgang durch eine lokale Milderung der Kontinentalität des mittelsibirischen Klimas. Während die vom See unbeeinflussten Festlandstationen eine mittlere Januartemperatur von  $-24,6^{\circ}$  C und mittlere Julitemperatur von  $18,9^{\circ}$  C, also eine mittlere Jahresschwankung von  $43,5^{\circ}$  aufweisen, zeigen die Baikalestationen nur eine mittlere Schwankung von  $30,9^{\circ}$  C. Die Seestationen weisen im Mittel 6 Monate mit Temperaturen über 0° C auf, die Festlandstationen dagegen nur 5 Monate. Der



jährliche Temperaturgang verspätet sich in der Weise, daß am See die niedrigsten Temperaturen erst Ende Januar und Anfang Februar, am Festland dagegen schon Ende Dezember, Anfang Januar erscheinen. Auch zeigen die Temperaturen der Sommermonate am See ein *Wärmedefizit* gegenüber dem Festland bis zu  $5,3^{\circ}$ , die Wintermonate dagegen einen Überschuß bis zu  $10,9^{\circ}\text{C}$  (Dezember). Der „ozeanische“ Einfluß des Sees zeigt sich auch deutlich in der täglichen Temperaturschwankung. Im direkten Gegensatz zum Festlande zeigen die Luftschichten über dem See im Winter keine Temperaturumkehr, dagegen wohl eine im Sommer. Durch die Erwärmung der Luft im Winter bildet der See über sich ein lokales Luftdruckminimum mit zyklonalen einströmenden Fallwinden, von denen die *Sarmá* und *Charachaichá* im Frühwinter bora-artige Heftigkeit annehmen und an die Flußmündungen gebunden sind. Als ihre Vorboten türmen sich über der Flußmündung dichte geschichtete Cumulus-Wolken empor, die plötzlich ruckartig herabgerissen zu werden scheinen. Die Seefläche färbt sich weiß von aufgepeitschtem Wasserstaub, ganze Wolken von weißen Spritzern schießen empor, erstarren in der Luft und überdecken Kaps und Schiffe mit dicken Eisschichten. Tagelang braust der Sturm mit 40 sek/m und bedroht die Schifffahrt. Im Jahre 1903 ging bei der Insel Oljchon ein Dampfer mit mehreren hundert Fischern dabei unter. Im Sommer überlagert ein lokales *Luftdruckmaximum* den See, das innerhalb der nordwestlichen Hauptwindrichtung ausströmende Tendenzen hervorruft und die eine Vermehrung von 270 mm Niederschlag in Ostsibirien auf 341 mm an der Gebirgsumrandung des Baikals besonders im Südosten bewirkt. Diese fallen hier hauptsächlich als *Nebelregen*. Bewölkung und Nebel, bedingt durch die größere Feuchtigkeit, die vertikalen Lufttemperaturunterschiede und Winde, sind stärker als im übrigen West- und Ostsibirien. Diese Klimaeigenheiten finden sogar in der Verschiebung und Umkehr der vertikalen Vegetationsregionen und der Waldgrenze sowie in der Ausbildung besonderer endemischer Pflanzenarten ihr lebhaftes Echo.

Den großen Einfluß auf das Klima seiner Umgebung verdankt der Baikalsee also neben seiner großen Oberfläche in erster Linie der *ungeheuren Tiefe*. Diese verschluckt sozusagen die große Sommerwärme des kontinentalen Klimas über einem größeren Einzugsgebiet und verfrachtet sie in die Tiefe, wo sie auf relativ engem Raum konzentriert wird. Im Winter dagegen strahlt dieses Reservoir die sommerliche Wärme der Tiefe fächerartig wieder in die Umgebung aus. Auf diese Weise werden in der näheren Umgebung die Sommer kühler und die Winter wärmer als normal, d. h. aber: das Klima wird lokal *ozeanischer*.

Über 300 Flüsse, Bäche und Quellen sorgen außer den direkten Niederschlägen für die Wasserzufuhr des Baikals, dessen Einzugsgebiet sich nach Süden bis nahe an den Ort Uljassutai und über Urga hinaus erstreckt und nach Schokalski rund 583 000 qkm einnimmt, eine Fläche, die fast einundenviertel mal größer ist als das heutige Deutschland. In diesem Einzugsgebiete fallen nach den Messungen von 17 Stationen nach SCHOSTAKOWITSCH jährlich rund 155 cbkm Niederschläge, von denen, nach Wasserstandsmessungen in der Angara, 97 cbkm, d. h. 63%, in den Baikalsee gelangen. Die mittlere Wasserabfuhr hält dabei der mittleren Wasserzufuhr die Wage. Die Niveauschwankungen des Sees haben wegen der Sommerregen einen sehr ausgesprochenen Jahresgang mit einem *Minimum im April* und einem *Maximum im September*. Die mittlere Größe der Jahresamplitude (von Mai bis Mai) beträgt 74,5 cm bei absoluten Abweichungen von 20,0 und  $-11,9$  cm. Dabei besteht insofern ein gewisser Zusammenhang zwischen den Wasserständen im Herbst und darauffolgenden Frühjahr, als einem *hohen Wasserstand im September ein ebenfalls relativ hohes Minimum im nächsten April folgt*. SCHOSTAKOWITSCH sieht die Ursache hierfür in dem relativ engen *Querschnitt* des Bettes der Angara, des einzigen Ausflusses dieses Schaltsees, das selbst bei hohem Wasserstande des Baikals keinen entsprechenden bedeutend größeren Abfluß gestattet. Der höchste Seestand folgt einem regenreichen Jahr *nach*.

Über die Länge und Höhe der fortschreitenden Windwellen liegen keine genauen Angaben vor; doch erreichen jene bei Herbststürmen große Mächtigkeit von mehreren Metern, besonders die hohen kegelförmigen Wellen, die durch das Zusammentreffen zweier entgegengesetzter Windströmungen, bzw. der durch sie getriebenen Dünungen, entstehen. Die stehenden Wellen, die *Seiches*, über die bisher keine Angaben vorlagen, wurden neuerdings durch W. N. SOLOWJEW und W. B. SCHOSTAKOWITSCH studiert. Hiernach bestehen im Baikalsee aller 5 Perioden. Am häufigsten wurden die *uninodalen* Seiches mit der größten Amplitude, die fast täglich mit auffallender Regelmäßigkeit auftreten, beobachtet. Weniger oft erscheinen die *Quadrinodalseiches* mit geringerer Amplitude. *Binodale* mit Amplituden von nur 11 cm kommen viel seltener vor und *tri- und quinodale* nur ausnahmsweise. Seiches erscheinen das ganze Jahr hindurch, wobei die Eisdecke weder deren Periode noch Amplitude zu beeinflussen scheint. Durch A. P. JEKIMOW und T. P. KRAWEZ wurde auch eine *Gezeitenbewegung* festgestellt, deren maximale Amplitude am Südende des Sees zu 1 cm, am nördlichen zu 0,5 cm berechnet wurde und die in den Syzygien auf 1,5 bis 2 cm anwuchs.

(Schluß folgt.)



## Die Gasstrahlung vom physikalischen und technischen Standpunkt<sup>1)</sup>.

Von A. SCHACK, Düsseldorf.

*Inhalt:* Die Strahlung der kohlenensäure- und wasserdampfhaltigen Feuergase. Die Strahlung der leuchtenden Flammen. Die technische Bedeutung der ultraroten Gasstrahlung und die aus ihren Gesetzen zu ziehenden Folgerungen.

Noch vor wenigen Jahren glaubte man, daß der allein wesentliche Teil der von Feuergasen abgegebenen Wärme durch Konvektion und Leitung auf die Heizflächen übergehe. Man dachte entweder gar nicht an die ultrarote Strahlung von Kohlenensäure und Wasserdampf, die stets in Feuergasen in erheblichem Maße vertreten sind und deren ultrarotes Absorptionsspektrum seit langem bekannt ist, oder unterschätzte die Bedeutung dieser Strahlung bei weitem. Eine genauere Betrachtung der in technischen Feuerungen, Industrieöfen und Dampfkesseln auftretenden Wärmeübergangszahlen zeigt jedoch, daß diese Wärmeübergänge in den meisten Fällen unmöglich durch Konvektion erklärt werden können, da sie häufig das Zehnfache der auf Grund der bekannten Messungen des konvektiven Wärmeüberganges zu erwartenden Werte betragen. Diese Beobachtung führte dazu, die ultrarote Strahlung von Kohlenensäure und Wasserdampf unter Verhältnissen, wie sie in der Feuerungstechnik auftreten, näher zu untersuchen<sup>2)</sup>.

Sowohl Kohlenensäure als auch Wasserdampf haben im Ultraroten drei ziemlich kräftige Absorptionsstreifen, von denen ihre Strahlung im wesentlichen abhängt. Die Gesamtstrahlung jedes der beiden Gase ist die Summe der Strahlungen seiner 3 Streifen und als solche zu berechnen. Der nächstliegende Gedanke, diese Summenbildung dadurch zu umgehen, daß man eine mittlere Strahlungsintensität und ein mittleres Absorptionsvermögen des Gases annimmt, ist leider undurchführbar, weil das Absorptionsvermögen der Streifen voneinander außerordentlich verschieden ist. Die (maximale) Absorptionszahl (d. h. der Faktor  $c$  im Absorptionsgesetz  $e^{-cx}$ , wobei  $x$  = Weglänge des Strahles im absorbierenden Medium) des Hauptstreifens II der Kohlenensäure bei  $4,3 \mu$  verhält sich z. B. zur maximalen Absorptionszahl im Streifen III bei etwa  $14 \mu$  wie rund 1800 : 15. Angesichts des Charakters der Exponentialfunktion, die grundsätzlich die Absorption und demzufolge auch die Strahlung von Gasen beherrscht, kann keine Rede davon sein, eine mittlere Absorptionszahl einzuführen. Man muß also die Absorption bzw. Strahlung der einzelnen Streifen für sich berechnen und addieren. Aber auch hier stößt man auf Schwierigkeiten,

weil die Absorptionszahl im Innern des einzelnen Streifens veränderlich ist. Diese Schwierigkeiten sind jedoch lösbar, wenn man eine nach einfachen Annäherungsgesetzen veränderliche Absorptionszahl einführt und eine mittlere, über den ganzen Streifen konstante Strahlungsintensität voraussetzt. Es läßt sich beweisen, daß ein solches Verfahren zulässig ist, selbst wenn der Absorptionsstreifen aus einer großen Anzahl Linien besteht, zwischen denen absorptionsfreie Räume sind und in denen die Absorptionszahl von Null bis zu einem Maximum beliebiger Höhe steigt. Man kann sich dann die einzelnen Linien zusammen geschoben denken und erhält so die „wirksame Streifenbreite“  $\Delta\lambda$ .

Der Rechnungsgang beruht im einzelnen darauf, daß die Strahlung eines Streifens gleich  $J_\lambda \Delta\lambda$  ist, wobei  $J_\lambda$  die mittlere Strahlungsintensität im Bereich  $\Delta\lambda$  ist. Die Intensität  $J_\lambda$  ist, wie eine der Ableitung des KIRCHHOFFSchen Gesetzes ähnliche Überlegung ergibt, gleich der Absorption der Strahlung eines schwarzen Körpers von der Gastemperatur multipliziert mit einem um 1 schwankenden „Formfaktor“, der die geometrische Gestalt des Gaskörpers berücksichtigt. Man hat also  $J_\lambda$  für den Bereich  $\Delta\lambda$  aus dem PLANCKSchen Strahlungsgesetz zu ermitteln und mit Hilfe des Absorptionsgesetzes auszurechnen, wieviel davon in der strahlenden Gasschicht absorbiert werden würde. Beträgt die absorbierte Intensität  $J_\lambda \text{ kcal/m}^2 \text{ st}$ , so ist dies, abgesehen vom Formfaktor, auch die ausgestrahlte Intensität und ergibt mit  $\Delta\lambda$  multipliziert die ausgestrahlte Energie in  $\text{kcal/m}^2 \text{ st}$  auf die Oberfläche des Gaskörpers. Die Überlegungen, die die Existenz und ungefähre Größe des Formfaktors ergeben, sind an anderer Stelle veröffentlicht<sup>3)</sup>.

Ein Mittelding zwischen der Strahlung fester Körper und der Gasstrahlung ist die Strahlung der Rußsuspension, die sich in Kohlenwasserstoffflammen bildet und sie leuchtend macht. Dieser äußerst fein verteilte Ruß ist für ultrarote Strahlung ziemlich weitgehend durchlässig, und zwar um so mehr, je größer die Wellenlänge ist. Daher hat die Strahlung der Rußsuspension bei nicht allzu stark leuchtenden Flammen andere Spektraleigenschaften als die Strahlung grauer oder schwarzer Oberflächen, die darin zum Ausdruck kommen, daß die kurzen Wellenlängen, z. B. das Licht, bevorzugt ausgesandt werden. Daraus folgt, daß die Gesamtstrahlung gewöhnlich viel kleiner ist, als man etwa aus der Lichtstrahlung im Vergleich zur Lichtstrahlung fester Körper schließen könnte. Infolgedessen besteht leider nicht die Möglichkeit, etwa mit Hilfe des optischen Pyrometers und der damit ermittelten schwarzen

<sup>1)</sup> Auszug aus dem Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Düsseldorf, 1926.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. techn. Phys. 1924, S. 267–278, Die Strahlung der Feuergase und ihre praktische Berechnung.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. techn. Phys. 6, S. 530–540, 1925, Strahlung von leuchtenden Flammen.



Temperatur der Rußsuspension auf ihre Gesamtstrahlung zu schließen, wie es bei schwarzen Körpern ohne weiteres möglich ist. Fast noch unangenehmer ist es, daß die Strahlung der leuchtenden Flammen im voraus für die verschiedenen Brennstoffe nicht berechnet werden kann, etwa in der Weise, wie es bei der ultraroten Gasstrahlung eben gezeigt wurde. Die Strahlung hängt nämlich außer von der Temperatur und Schichtdicke der leuchtenden Flamme von der Zahl der Rußteilchen in der Volumeinheit der Flamme ab. Diese Zahl wiederum hängt nicht bloß von den Eigenschaften des Brennstoffes ab, sondern ebenso sehr von der Art des Luftzutrittes, d. h. von der Konstruktion des Brenners und des Feuerraumes. Daher bleibt nur übrig, aus möglichst einfachen Messungen auf die Strahlung der Rußsuspension zu schließen. Als solche Messungen bieten sich nach dem geschilderten Versagen des optischen Pyrometers dar die Messung der schwarzen Temperatur (optisches Pyrometer) und der wahren Temperatur der leuchtenden Flammen. Aus diesen Temperaturen und ihrer Differenz läßt sich die Gesamtstrahlung der Rußsuspension errechnen und die Kurven darstellen. Die Einzelheiten der Rechnung sind am angef. Ort<sup>3)</sup> veröffentlicht.

Praktische Messungen haben gezeigt, daß eine schwache Rauchentwicklung in technischen Feuerungen trotz der damit verbundenen geringeren Temperatur eine erhebliche Steigerung des Wärmeüberganges hervorruft, wenn dafür Sorge getragen wird, daß weniger als 1% CO + H<sub>2</sub> in den Abgasen auftritt. Diese Erscheinung ist auf die Strahlung der Rußsuspension zurückzuführen und wird zur Zeit vom Verfasser weiter verfolgt.

Es wurde einleitend schon angedeutet, daß der ultraroten Strahlung der Feuergase eine hohe technische Bedeutung zukommt. Eine Anwendung der in der angedeuteten Weise abgeleiteten Formeln zeigt in der Tat, daß bei den großen Gasquerschnitten und hohen Temperaturen der technischen Feuerungen Wärmeübergänge auftreten müssen, die den Wärmeübergang durch Konvektion weit in den Schatten stellen und die oben angeführten Widersprüche zwischen den nach früheren Rechnungen erwarteten und den wirklich auftretenden Wärmeübergängen aufklären. Je nach den Verhältnissen erfolgt also der industrielle Wärmeübergang überwiegend durch Gasstrahlung oder überwiegend durch Konvektion. Die konstruierende Technik muß hierauf ihr Augenmerk richten; denn die Gesetze, denen die beiden Wärmeübergänge folgen, sind nicht nur verschieden, sondern zum Teil einander entgegengesetzt gerichtet. Der Wärmeübergang durch Strahlung nimmt nämlich mit steigender Schichtdicke zu, und die Wärmeausnutzung des glühenden Gasstromes steigt mit steigender Aufenthaltsdauer, also sinkender Geschwindigkeit des Gasstromes. Gerade entgegengesetzte Mittel dienen aber zur Steigerung der spezifischen Wärmeübertragung durch Konvektion, wo kleine Strom-

querschnitte und hohe Geschwindigkeiten erforderlich sind. Es lassen sich eine Reihe von Beispielen anführen, wo die Feuerungstechnik bereits gefühlsmäßig bzw. an Hand von Erfahrungen zu Konstruktionen gelangt ist, die deutlich die Berücksichtigung der Gesetze der Gasstrahlung aufweisen. So werden z. B. die Walzwerksöfen (Stoßöfen), in denen die zu verwalzenden Stahlblöcke im Gegenstrom mit den Gasen erhitzt werden, durchweg so gebaut, daß sie im „Ziehherd“, wo die höchsten Temperaturen herrschen, verhältnismäßig große Höhen des Gewölbes und damit besonders große Schichtdicken des strahlenden Feuergases aufweisen. Gerade bei hohen Temperaturen ist aber die Steigerung der Gasstrahlung mit zunehmender Schichtdicke besonders groß. Ein schönes Beispiel dafür, wie die entgegengesetzten Gesetzen unterliegenden beiden Wärmeübergangsarten gleichzeitig nutzbar gemacht werden können, bilden die modernen Hochleistungskessel. Hier werden im allgemeinen gewaltige Feuerräume ausgebildet, deren Oberflächen größtenteils von Rohren gebildet werden, in die die Kesselheizfläche aufgelöst ist und die eine außerordentlich intensive ultrarote Wärmestrahlung von den Feuergasen erhält. Sodann ziehen die schon durch Strahlung erheblich abgekühlten Gase durch die Rohrreihen und geben dort ihre Wärme überwiegend durch Konvektion ab, wobei günstig ins Gewicht fällt, daß der Wärmeübergang durch Konvektion nicht nur mit steigender Geschwindigkeit, sondern auch mit abnehmendem Durchmesser der Strömungskanäle und der beheizten Rohre zunimmt. Auch für sonstige Feuerungen lassen sich Vorrichtungen ersinnen, die die entgegengesetzt gerichteten Gesetze der beiden Wärmeübergangsarten zu vereinen wissen, so daß also unmittelbare Fortschritte für die Technik aus der rein physikalischen Erkenntnis der Gesetze der ultraroten Gasstrahlung erwachsen und vor allem noch erwachsen werden.

Bei der Wichtigkeit der Frage ist es nötig, die Gasstrahlung aus unmittelbaren Messungen bei hohen Temperaturen zu bestimmen, weil die Messungen des Absorptionsspektrums der Kohlensäure und des Wasserdampfes noch nicht in genügendem Maße bei höheren Temperaturen durchgeführt und die Abhängigkeit der Absorptionseigenschaften dieser Gase von der Temperatur noch nicht zahlenmäßig geklärt ist. Solche Messungen sind bereits durchgeführt worden, allerdings nur in Fällen, wo auf die Kohlensäure der überwiegende Anteil der Strahlung kam, und haben die aufgestellten Formeln<sup>2)</sup> im Meßbereich bestätigt. So haben LENT und THOMAS<sup>4)</sup> an einer zylindrischen Hochofengasflamme von etwa 1,2 m Durchmesser und MOELLER und SCHMICK<sup>5)</sup> an einer Bunsenflamme von 1,6 cm Durchmesser bei

<sup>4)</sup> Mitteilung der Wärmestelle Düsseldorf (V. d. E.) Nr. 65, S. 208 ff., 1924, Versuche über die Eigenstrahlung der Gase.

<sup>5)</sup> Wissenschaftl. Veröffentl. aus d. Siemenskonzern, 4, S. 239 ff. 1925, Die Strahlung der Feuergase.



Temperaturen bis etwa 1350° C die Strahlung gemessen. Trotzdem ist aber eine völlig sichere Vorausberechnung der Strahlung noch nicht erreicht, weil einerseits die quantitative Durchmessung des Absorptionsspektrums bzw. der Strahlung noch nicht für höhere Temperaturen und genügende Absorptionsbereiche erfolgt ist und andererseits für Wasserdampf in größeren Schichtdicken die Bestätigung der Strahlungsformeln noch ganz fehlt. Auch ist die spektrale Verteilung des Absorptionsvermögens der in Frage kommenden bestrahlten Oberflächen bei weitem noch nicht

genügend erforscht. Trotzdem kann man aber schon praktische Schlüsse aus den Eigenschaften der Gasstrahlung ziehen und tut dies in steigendem Maße. Man wird durch weitere Erforschung dieser Erscheinungen in absehbarer Zeit dahin kommen, im voraus den wirtschaftlichen Bestwert und die Leistungen technischer Feuerungen zu errechnen, wie es bei den Maschinen schon lange der Fall ist. Welche praktischen Vorteile dadurch erwachsen, kann man daraus ermessen, daß der größte Teil der deutschen Kohlenproduktion in technischen Feuerungen verbrannt wird.

## Über Strukturfixierung der Glucose und ihre Bedeutung für das Glucoseschicksal.

Von O. LOEWI, Graz.

(Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität.)

Eine für das Zustandekommen aller Fermentvorgänge notwendige Vorbedingung ist bekanntlich die, daß Ferment und Substrat zusammenkommen. Im besonderen Fall des ersten Fermentangriffs auf die Glucose muß nach allen vorliegenden Erfahrungen dies Zusammenkommen an Strukturen stattfinden. Zu dieser Erkenntnis konnten wir auf Grund folgender Versuchsergebnisse eine neue fügen: in Übereinstimmung mit bereits vorliegenden Untersuchungen fanden wir<sup>1)</sup>, daß wohl Menschen- aber nicht Rindererythrocyten ihnen in Fluornatriumplasma angebotene Glucose sehr rasch fixieren, und zwar steht das Ausmaß der fixierten Menge in direkter Abhängigkeit von der angebotenen Konzentration. Die fixierte Glucose wird in diesem Medium nicht angegriffen. Weiter fanden wir nun, daß, wenn man den gleichen Erythrocyten die Glucose statt in Fluornatriumplasma in Serum anbietet, nur die Menschenerythrocyten, also die allein Glucose fixieren, momentan einen Teil der fixierten Glucose, dessen Größe von der Größe der fixierten Menge abhängt, abbauen und zwar bis zu Milchsäure<sup>2)</sup>. Daraus ergibt sich der wichtige Schluß, daß die Strukturfixierung der Glucose offenbar dadurch, daß sie die Glucose mit dem Ferment zusammenbringt, eine zureichende Bedingung für den ersten — bei Erythrocyten bis zur Milchsäurebildung führenden und bei ihr beharrenden — Angriff auf die Glucose ist, mit anderen Worten, ihn zwangsläufig herbeiführt.

Ich sehe in diesem die Glucose betreffenden Ablauf des Geschehens eine Analogie zu dem, was mit den beiden anderen wichtigen Nahrungsmitteln, dem Eiweiß und dem Fett, geschieht. Beide werden im Magendarmkanal auf alle Fälle

zunächst zwangsläufig zu bestimmten Zwischenstufen abgebaut<sup>1)</sup>. Der Organismus entscheidet dann über das Schicksal der im Magendarmkanal gebildeten Zwischenprodukte, d. h. über deren weiteren Abbau oder Wiederaufbau.

Bei der Gleichheit des Vorganges dürfte auch der Sinn des primären Abbaues der Glucose der gleiche sein wie der Sinn des primären Abbaues der Eiweißkörper und Fette und diesem entsprechend darin zu suchen sein, daß die dem jeweiligen Bedürfnis entsprechende Synthese zu körperentsprechendem Material, z. B. auch die zu Glykogen, sich besser, ja wahrscheinlich sogar ausschließlich von einer Um- bzw. Abbaustufe aus vollzieht.

Es war schon a priori anzunehmen, daß, so wie das Ausmaß anderer Funktionen, auch das des Glucosefixierungs- und damit Angriffsvermögens der Zellen kein unveränderliches, sondern innerhalb des Organismus ein den Zwecken desselben entsprechend regulierbares sein müsse.

In Untersuchungen, die der Frage des Mechanismus der Insulinwirkung und der diabetischen Störung galten, haben wir in der Tat die Existenz der Glucosefixierung im Organismus regulierender Faktoren nachweisen können, und zwar fanden wir, daß diese hormonaler Natur sind. Wir stellten nämlich fest, daß Erythrocyten beträchtlich mehr Glucose fixieren und konsekutiv abbauen, wenn ihnen diese in mit insulinversetztem Plasma<sup>2)</sup> oder in Plasma vorgängig insulinisierter Tiere<sup>3)</sup> als wenn sie in normalem Plasma angeboten wird. Das Insulin steigert also das Glucosefixierungsvermögen strukturierter Gebilde und damit zwangsläufig den Glucoseabbau. Daß dieser Eigenschaft des Insulins eine regulatorische Bedeutung zukommt, konnten wir unter anderem durch den

<sup>1)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 210, 238. 1925.

<sup>2)</sup> Diesen momentanen Abbau bezeichnen wir als „Anfangsschwund“ der Glucose (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 210, 561. 1925). An ihn erst schließt sich ein langsamer verlaufender, bisher als „Hämoglykolyse“ bezeichneter Abbau weiterer Glucose, der ebenfalls bekanntlich bis zur Milchsäurebildung führt und ebenfalls nur in Serum, nicht in Fluornatriumplasma, sich vollzieht.

<sup>1)</sup> Darin, daß dieser Abbau anders als der der Glucose, die als einziges leicht diffusibles Nahrungsmittel direkt ins Blut gelangen kann, durch extracellulär wirkende Fermente geschieht, sehe ich keinen grundsätzlichen Einwand gegen die Berechtigung der hier aufgestellten Analogie.

<sup>2)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 210, 561. 1925.

<sup>3)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.



Nachweis wahrscheinlich machen<sup>1)</sup>, daß aus dem Plasma von Tieren, denen größere Mengen von Glucose beigebracht worden waren, mehr Glucose durch Erythrocyten fixiert wird als aus dem Plasma der gleichen Tiere vor der Glucosedarreichung. Danach scheint diese Regulation einzusetzen, wenn größere Glucosemengen bewältigt werden sollen.

Nachdem nach Entfernung des Produktionsorganes des Insulins, des Pankreas, Diabetes eintritt, untersuchten wir das Verhalten der Glucosefixation durch Erythrocyten, wenn wir die Glucose statt in normalem Plasma im Plasma diabetischer Menschen bzw. adrenalectomierter Tiere anboten<sup>2)</sup>. Wir fanden, daß die Glucosefixation aus diabetischen Plasmen wesentlich geringer ist als aus normalem Plasma, und fanden weiter, daß diese geringere Fixation nicht nur Folge des Insulinmangels des Plasmas ist sondern vor allem Folge der Wirkung einer besonderen, im diabetischen Plasma kreisenden Substanz, die das Glucosefixierungsvermögen von Erythrocyten herabsetzt. Diese Substanz ist dialysabel, cocto-

<sup>1)</sup> Noch nicht veröffentlicht.

<sup>2)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 213, 602. 1926.

stabil und aus dem Dialysat mit absolutem Alkohol extrahierbar<sup>1)</sup>. Weitere Untersuchungen, die an anderer Stelle mitgeteilt werden<sup>2)</sup>, ergaben, daß diese Substanz dem Insulin direkt antagonistisch an der Zelle wirkt. Wie für das Insulin konnten wir auch für diese insulinantagonistisch wirksame Substanz den Nachweis einer regulatorischen Funktion im Organismus erbringen; wir sehen sie nämlich im Blut auftreten, wenn z. B. infolge übermäßiger Insulinwirkung die Zellen zuviel Glucose fixieren.

Auf die Bedeutung der Beeinflussung der Strukturfixierung der Glucose durch das Insulin und seinen Antagonisten für das Verständnis des Mechanismus der Insulinwirkung und der diabetischen Störung ist bereits andernorts eingegangen worden<sup>3)</sup>. An dieser Stelle kam es nur darauf an, die durch unsere Versuche festgestellte Bedeutung der Strukturfixierung der Glucose und ihrer Regulation für das Schicksal dieses Stoffes im Organismus herauszuheben.

<sup>1)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

<sup>2)</sup> Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

<sup>3)</sup> Wien. klin. Wochenschr. 1926, S. 1074 und Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

## Bericht über die Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Duisburg.

(16. bis 18. September, Exkursionen 13. bis 15. September.)

Das Programm der Tagung umfaßte die Exkursionen ins Gebiet des Laacher Sees, die wissenschaftlichen Sitzungen in Duisburg und die Exkursionen und Besichtigungen im Industriebezirk. Die Versammlung war gut besucht, schon bei den Exkursionen am Beginn der Tagung, die Herr BRAUNS vorbildlich organisiert hatte und leitete und die einen Überblick über das jüngste deutsche Vulkangebiet gaben, nahmen über 40 Herren teil.

Die eigentliche Tagung mit ihren Sitzungen hatte Herr AULICH, Duisburg, in dankenswertester Weise organisiert. Ein kurzer Überblick über die Vorträge sei hier gegeben:

1. F. RINNE, Leipzig, sprach über „Künstlich und natürlich umgeformtes Steinsalz und seine Rekristallisationen“. Steinsalzpaltungsstücke lassen sich bekanntlich schon frei leicht verbiegen und drillen; bei Pressung in Kupferhülsen unter Einbettung in Blei, Paraffin oder Alaun kann man ohne Schwierigkeit außerordentlich weitgehende Deformationen erreichen. Dabei zeigen solche unter allseitiger Umhüllung gepreßten Stücke häufig keine oder nur geringfügige optische Anomalien im Gegensatz zu frei gedrücktem Material.

Steinsalz neigt, wie schon GROSS und KINDT zeigten, zu „Rekristallisationen“. Der Redner konnte mitteilen, daß trockene Sammelkristallisation bei Steinsalz schon bei 100°, bei Sylvin bereits in Zimmerwärme zu beobachten ist. Gewisse natürliche Vorkommen einzeln liegender deformierter Steinsalzkristalle mit unabhängig von der äußeren Umrandung orientierten einheitlichen Spaltflächen und Einschlüssen sind wohl auf ähnliche Weise durch Rekristallisation in diesen Zustand gelangt. Auch die grobspätigen Steinsalzmassen sind umkristallisiertes Material.

2. A. JOHNSEN, Berlin, hat in seinem Vortrag über „Form und Brillanz der Brillanten“ die von ihm

mathematisch ermittelten Winkel und Größenverhältnisse der Facettenflächen mitgeteilt, bei deren Anwendung im bekannten Brillantschliff das Optimum der Brillanz (Verhältnis des aus dem Stein austretenden zum eintretenden Licht) erreicht wird. Es stellt sich heraus, daß es nur eine einzige Form für höchste Brillanz gibt, daß diese Form kein Licht aus dem Unterteil austreten läßt und daß die Dicke des Oberteiles fast genau halb so groß wie die des Unterteiles sein muß, ein Verhältnis, wie es die Praktik schon seit fast 200 Jahren anwendet.

3. P. NIGGLI, Zürich, berichtet über die in dem neuen Band II seiner Mineralogie angewendeten Einteilungsprinzipien auf Grund „Vergleichender Kristallmorphologie“. Die Ähnlichkeiten im Gitterbau bedingen nicht nur häufig morphologische Ähnlichkeit der betr. Kristalle, sondern äußern sich auch bei Mineralien heterogener chemischer Zusammensetzung in oft auffallender Ähnlichkeit der sämtlichen physikalischen Eigenschaften, so daß eine Zusammenstellung nach diesem Gesichtspunkt möglich und zweckmäßig ist. Viele Kristalle lassen eine schon im Gitterbau begründete Pseudosymmetrie erkennen; man wird sie zweckmäßig mit den entsprechenden höher symmetrischen behandeln.

4. K. SPANGENBERG, Kiel, sprach über „Alkylamin-Alaune und andere Substitutionen im Ammonium-Aluminiumalaun“. In der Alaungruppe läßt sich eine auffällige Unempfindlichkeit der Gitterdimensionen gegenüber isomorphem Ersatz erkennen. So sind z. B. beim Austausch von einwertigen Kationen nur halb so große Abstandsänderungen als sonst zu beobachten. Ebenso treten bei Ersatz von ein oder mehreren H-Atomen im NH<sub>4</sub>-Alaun durch Alkylgruppen wie CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>, usw., oder bei Einführung von komplizierteren organischen Basen, wie Pyridin oder Coniin, nur kleine Volumeffekte auf. Der Vortragende glaubt in



einer nachgiebigen Packung der Moleküle des Krystallwassers, zu je 12 H<sub>2</sub>O-Dipolen um ein dreiwertiges Kation angenommen, die Erklärung hierfür geben zu können.

Weiterhin ist bemerkenswert, daß in einigen von derart durch organische Basen substituierten Alaunen nicht nur häufig H-Atome, sondern auch eine ganze Anzahl von C-Atomen die Bedingungen, die die Struktur hinsichtlich Zähligkeit und Symmetrie zu stellen hat, nicht erfüllen können. Es fragt sich, ob (trotz der optischen Isotropie) in diesen Fällen als formaler Ausweg ein Aufbau nach rhombischen Raumgruppen (etwa V<sub>5</sub>) anzunehmen ist, oder ob hier ausnahmsweise die Schwerpunkte ganzer Moleküle als Träger der Symmetrie- und Zähligkeitsbedingungen der Struktur aufgefaßt werden müssen.

5. B. POPOFF, Riga, gibt unter dem Titel „Die Erscheinung der Strahlungskrystallisation“ die Ergebnisse von Untersuchungen wieder, die er an Sphärokrystallen mit Faserdrilling, besonders am Malonamid und Resorcin angestellt hat. Die große Regelmäßigkeit in der Anordnung analog orientierter Einzelteile des Sphärokrystalls kann nur eine Folge der Abhängigkeit von einem orientierenden Zentralkeimgebiet sein. Dessen Untersuchung zeigte, daß er selbst sphärokrystallartig gebaut ist, daß aber seine Orientierung anders ist als die der Fasern des umliegenden Sphärokrystalls. Die diese Erscheinung begründenden, verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeiten entsprechenden Beugungskurven sind graphisch leicht zu konstruieren.

6. W. HARTWIG, Berlin, hat die Krystallstruktur des Berzelianits (Cu<sub>2</sub>Se) von Skrikerum untersucht. Die Auswertung der Filme läßt auf ein flächenzentriertes Gitter mit der Atomanordnung Se  $\begin{bmatrix} \text{ooo} \end{bmatrix}$ , 2 Cu  $\begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$  und  $\begin{bmatrix} \frac{3}{4} & \frac{3}{4} & \frac{3}{4} \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$  schließen (Flußspatttypus). Die Kantenlänge des Elementarwürfels ergibt  $5.731 \pm 0.008$  Å; bei künstlichem Material wurde statt dessen  $5.748 \pm 0.005$  Å festgestellt.

7. I. VALETON, Breslau, beschreibt eine „neue Arbeitsmethode für Krystallwachstums- und Auflösungsversuche“. Die Versuchsanordnung erlaubt eine bei Versuchen mit geringer Übersättigung notwendige, sehr genaue und beliebig variable Temperaturregelung. Der Vortragende hofft durch Herstellung flächenreicher Krystalle den zweifelhaften Symmetriecharakter einiger Substanzen (z. B. KCl) einwandfrei feststellen zu können.

8. F. BERNAUER, Charlottenburg, studierte die „Einflüsse grobmechanisch zerteilter Fremdstoffe auf die Krystallisation“. Langsame Diffusionsbewegungen in der Mutterlauge begründen bevorzugtes Wachstum an den Kanten, große Zähigkeit der Lösung ergibt so eingetiefte Flächen. An den Kanten oft Einlagerung von Fremdstoffen, so daß bei Verwitterung hier leicht Furchen entstehen. Meist werden Fremdkörper aber durch die Capillarkraft der zwischen Krystall und Fremdkörper eindringenden Flüssigkeitsschicht weggeschoben. Sie hinterlassen dabei oft Störungslinien, ja, durch leichteres Eindringen späterer Verwitterung förmliche Kanäle. Wo das Wachstum sehr schnell ist, erfolgt kein Wegschieben, sondern Einschluß des Fremdkörpers (z. B. Chiastolith). Oft weisen schon Anomalien in der Optik auf den Einfluß der Fremdkörper hin.

9. G. MENZER, Berlin, versuchte die Beziehungen der Kobaltnickelpolysulfide: Linneit, Polydymit und

Sychnodymit zu klären. Es stellte sich heraus, daß es Mischkrystalle der Formel (Co, Ni, Fe)<sub>3</sub>S<sub>4</sub> sind. Die Strukturermittlung ergab kubisch-flächenzentriertes Gitter, die einzig mögliche Raumgruppe ist O<sub>h</sub><sup>7</sup> (also Spinellstruktur). Die Gitterkonstanten ( $9.398 \pm 0.007$  Å für ziemlich reines Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub>) schwanken natürlich mit Ni- und Fe-Gehalt etwas.

10. E. SCHIEBOLD, Leipzig, beschrieb ein neues Universal-Röntgenometer, das nach Art eines Theodolitgoniometers konstruiert ist und einen unmittelbaren Übergang von der optischen zur röntgengoniometrischen Beobachtung ermöglicht.

11. G. FREBOLD, Hannover, sprach über Röntgenanalyse von Erzen. Hat man wirklich einheitliches Erzmaterial, so läßt sich durch Vergleich mit einer tabellenartigen Vergleichsreihe von Debye-Scherrer-aufnahmen oft das Erz bestimmen; in gemischten Erzen ist die Methode im allgemeinen nicht anwendbar.

12. H. SEIFERT, Berlin, hat die Druckzwillingbildungen am Magnetit untersucht. Es sind 3 Schiebungselemente verwirklicht:

1. K<sub>1</sub> = (111) K<sub>2</sub> = (111)
2. K<sub>1</sub> = (111) K<sub>2</sub> = (113)
3. K<sub>1</sub> = (331) K<sub>2</sub> = (113)

von denen 2. und 3. keine Gitterschiebungen sind.

13. W. F. EPLER, Hamburg, studierte das optische Verhalten und die Zustandsänderungen am Zirkon. Vom Zirkon waren bisher 3 sog. Modifikationen bekannt: a) mit einer beim Glühen gleichbleibenden Dichte von 4.0, b) mit einer ebenfalls beim Glühen konstanten von 4.7 und c) mit einer zwischen 4.0 und 4.5 liegenden und beim Glühen auf 4.7 steigenden. Es wurden besonders genau festgestellt die Änderungen der Brechungsindices mit steigender Temperatur und die Dichte nach dem Glühen.

Beim normalen (b) Zirkon ist der Anstieg der Lichtbrechung linear. Ein weiterer normaler Zirkon ergab bei 190° eine sprunghafte Erhöhung um ca. 30 Einheiten der 4 Dezimalen, die beim Abkühlen rückläufig wird. Es liegt hier eine enantiotrope Umwandlung vor. Ein a-Zirkon zeigt zunächst wenig gesetzmäßige Änderung, von ca. 600° ab einen sehr starken Anstieg, so daß schließlich die Werte des normalen Zirkons erreicht werden; nach der Erhitzung verhält sich das Material wie normaler Zirkon.

14. F. BECKE, Wien, spricht über ein Schmerzenskind der Mineralogie, über die Systematik und Bezeichnungsweise der 32 Symmetrieklassen. Laufen doch bei einigen Klassen bis 30 synonyme Bezeichnungen und fast ebenso viele Anordnungen nebeneinander in der Literatur her! Der Vortragende befürwortet die von G. TSCHERMAK in Anlehnung an SCHOENFLIES und VOIGT gegebene. Die an die Ausführungen sich anschließende, sehr angeregte Diskussion zeigte, daß das Bedürfnis einer Vereinheitlichung allgemein anerkannt wird, daß aber noch große Schwierigkeiten zu überwinden sein werden. Eine Kommission soll die Gelegenheit beraten.

15. F. LÖWE, Jena, trug über die quantitative Spektralanalyse und ihre Anwendung auf Erze vor.

16. J. W. GRUNER, Minneapolis, berichtet über seine Untersuchungen an den technisch so wichtigen Vermillion Erzen und den verwickelten Anreicherungsprozesse in ihnen. Die sedimentären, im archaischen „Greenstone“ eingelagerten Erze enthalten primär 20–30% Fe und > 50% SiO<sub>2</sub>. In der Nachbarschaft von Eruptivgängen ist hydrothermal der primäre Magnetit in Eisenglanz verwandelt, Kieselsäure in großem Maße weggeführt und durch Hämatit und



Carbonate verdrängt. Die so entstandenen bauwürdigen Erze sind sehr porös.

17. H. SCHNEIDERHÖHN, Freiburg, befürwortet die Anwendung mineralogisch-petrographischer Untersuchungsmethoden in Bergbau, Aufbereitung und Hüttenkunde. Die Einführung des Erzmikroskopes, die Kenntnis der chemischen Gleichgewichtslehre, die scharfe Beobachtung paragenetischer Beziehungen stellen gerade jetzt die Lagerstättenkunde auf einen ganz anderen Boden. Auch die Aufbereitung wird durch das Mikroskop oft erstaunliche Unterstützung finden. Die Anwendung der röntgenographischen Methoden für die Hüttenkunde erweist sich als besonders aussichtsreich.

18. W. KUNITZ, Halle, teilte seine Ergebnisse bei der chemischen Untersuchung von Turmalin- und Glimmermineralien mit. Besonders widmet er sich der Klärung der Stellung des Lithiums. Es lassen sich bei Turmalin zwei deutlich getrennte Hauptmischungsreihen trennen: Magnesiaeisenturmaline und Lithiumeisenturmaline. In letzteren hat eine Vertretung der Mg-Atome durch die äquivalente Gruppe (SiAl) stattgefunden. In beiden Mischungsreihen werden die Verhältnisse durch Eintritt von weiterer Tonerde ins Molekül komplizierter.

19. K. SPANGENBERG, Kiel, spricht über die beim Brennen von Kaolin entstehenden Phasen. Bei tieferen Temperaturen, etwa im Bereiche von 430 bis 850°, erhält man die von F. RINNE als Metanakrit bezeichnete Phase, die das wasserfrei gewordene zusammengeätzte Gitter des ursprünglichen Kaolin = Naktit darstellt. Die Art, wie durch allmählichen Wasserverlust diese Pseudomorphose entsteht und wie sie durch Abbau mit Salzsäure unter Abgabe von dem H<sub>2</sub>O-Verlust entsprechenden Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mengen in eine Metanakritkieselsäure-Pseudomorphose übergeht, ist eingehend optisch verfolgt worden.

Bei Temperaturen oberhalb von 850° hat sich ebenfalls optisch und chemisch ein Unterschied der mit der exothermen Reaktion bei 900° zusammenhängenden Vorgänge gegenüber den Umwandlungen erkennen lassen, die der Metanakrit erst oberhalb 1200° erleidet. Wenn die von W. EITEL vor kurzem geltend gemachte endotherme Bildungsweise von Sillimanit-Mullit als richtig angenommen wird, so kann es sich bei der exothermen Reaktion nicht um Sillimanit- bzw. Mullitbildung handeln; diese dürfte vielmehr erst oberhalb 1200° eingesetzt haben. Ob der Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Brennstufen aber nicht doch nur auf einer Kornvergrößerung beruht, soll noch durch Vergleich röntgenographischer Aufnahmen und durch thermische Versuche festgestellt werden.

20. S. RÖSCH, Leipzig, behandelt die Analyse und die Darstellung der Interferenzfarben, besonders auch im Hinblick auf die HELMHOLTZsche Theorie der 3 Farbenempfindungen des Auges. Er gibt die Darstellung in einem gleichseitigen Dreieck für die Spektralfarben, für die NEWTONschen Farben und die Interferenzfarbenskala einer sich stark abnorm verhaltenden Substanz. Die Beziehung der OSTWALDschen Farbenskala hierzu ist auch für den neuen wesentlich geänderten Farbatlas sehr erwünscht, und ist vom Vortragenden in Angriff genommen.

21. H. VON PHILIPSBORN, Gießen, hat die quantitativen petrographischen Methoden auf einige kristalline Schiefer angewendet. Die Trennung mit schweren Lösungen (besonders der CLERICISchen) gestattet sehr reines Mineralmaterial zu gewinnen und die im Schlift der Beobachtung leicht entgehenden seltenen Gemengteile anzureichern. Durch genaue Ermittlung der

Dichte, des Brechungsindex, des Schmelzpunktes lassen sich vielleicht die Bestimmungsmethoden der Mineralien soweit ausbauen, daß auch bei quaternären Mischkristallen die Analyse sich erübrigt. Es stellt sich allerdings heraus, daß vielfach — analog wie bei Plagioklas — im selben Gestein die Mischkristalle sehr weitgehend in der Zusammensetzung schwanken.

22. W. SCHMIDT, Leoben, berichtet über weitere Ergebnisse seiner Untersuchungen der Quarzgefüge-Regelung. Die Regelungsformen können in geschlossenen Profilen durchbewegter Gesteine sehr mannigfach sein, doch ist stets in der Schieferungsebene eine Richtung vorhanden (die Richtung der Durchbewegung) in der die Quarzachsenlagen gehäuft sind. Auffallend ist, daß die übrigen Komponenten (Sericit, Kalkspat) das Gefügebild charakteristisch beeinflussen. Es wird zur Erklärung der Gefügeregelung überhaupt die Erfahrung herangezogen, daß die dichtest besetzten Raumgittergeraden und -ebenen in die Richtungen der Umformung eingeordnet werden, als die hier Schieferung und Durchbewegungsrichtung figurieren.

23. F. K. DRESCHER, Darmstadt, hat die Frage untersucht, ob bei Bildung dioritischer Randzonen in Granitmassiven Differentiations- oder Assimilationsprozesse angenommen werden müssen. Ohne generell die Frage zu entscheiden, führt er ein hübsches Beispiel für die letztere Möglichkeit an. Es sind metamorphe vergneiste Schiefer aufgeschmolzen — was aus der Anordnung noch leicht erkennbar ist — und eigenartige Stoffaustauschvorgänge zu beobachten. „Schlieren“ im Granit sind nichts weiter als Schollen von jenem Schiefer; sie stehen chemisch stets zwischen Schiefer und Granit. Auch das kleine Massiv des Granodiorits von SORGE bei Strehlen i. Schlesien wird als ein derartiges Mischgestein angesehen.

24. S. RÖSCH, Leipzig, hatte Gelegenheit, im Toluylenol eine Substanz mit ganz ungewöhnlichen optischen Eigenschaften festzustellen. Die rhombische Substanz hatte so starke Dispersion der Doppelbrechung, daß die meisten Methoden der Bestimmung der Brechungsindices versagten. Die Methode der Spektralanalyse der Interferenzfarben ergab gute Resultate.  $\beta - \alpha$  ergab 0.009 bis 0.105,  $\gamma - \alpha$  0.297 bis 0.669,  $\gamma - \beta$  0.288 bis 0.554. Die enorme Doppelbrechung bedingte für Violett eine Abweichung von 15 6° zwischen Strahlenachsen und optischen Achsen.

25. W. EITEL, Charlottenburg, konnte einen vorläufigen Bericht über seine Arbeiten betr. der Natur der Aluminiumsilicate, besonders des Mullits geben. Es stellt sich heraus, daß offenbar die Verhältnisse im System Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> außerordentlich verwickelt sind. Nach BOWEN und GREIG soll die als Mullit bezeichnete Phase vom Sillimanit verschieden sein, dieser selbst inkongruent schmelzen. Röntgenographische Untersuchung ergab so weitgehende Übereinstimmung von Mullit und Sillimanit, daß die Verschiedenheiten beider auf die feindisperse Natur des Mullit (Einlagerung von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) zurückgeführt werden muß. Wahrscheinlich ist das eigentümliche Verhalten des Sillimanit auf dessen ausgeprägt endotherme Natur zurückzuführen. Mullit als eigene Spezies scheint nach diesen Versuchen nicht mehr haltbar zu sein.

26. F. RINNE, Leipzig, sprach über „Spannungen und ihre Auslösung durch Bruch und Gleitung“. Primären Spannungen als Ausdruck des zwangsweisen Zusammenhaltes von Teilen zu einer Einheit können sekundäre Spannungen aufgeprägt werden; feinbaulich handelt es sich bei diesen um Atomverlagerungen und daraus folgenden Atomumformungen. In letzteren De-



formationen ruht die Möglichkeit ihres optischen Nachweises und somit, durch Beobachtung der Auslöschungen, der Feststellung eines Spannungsnetzes, der Spannungsisoklinen und Isotonen. Die Demonstrationen des Vortragenden bezogen sich auf die qualitativen und zahlenmäßigen Verhältnisse der Beanspruchung von Gläsern. Bei übermäßiger Spannung tritt als Lösung des Zwanges Bruch oder Gleitung ein. Hinsichtlich letzterer stellte der Vortragende die Ansicht auf, daß die HELMHOLTZsche Wellung und Wirbelung

von Grenzflächen sich auch bei der Durchbewegung fester Materialien zeigt, sowohl im kleinen als auch im großen, geologischen Maßstabe, somit bei krystallographischen Gleiterscheinungen, weiterhin in der Herausbildung von Gesteinspaketen krystalliner Schiefer und deren Abschnüreinlagerungen, sowie bei geologischen Überschiebungen, besonders charakteristisch im Gleit- und Wirbelungsbau der Alpen. In den Wolkenbildungen hat man prächtige Analogiebilder zu den lithosphärischen Erscheinungen.

## Die Sprachlaute<sup>1)</sup>.

In dem vorliegenden Buche sind die berühmten Versuche des Verfassers über die Struktur der Vokale und Konsonanten unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammengestellt, und hierbei werden auch die früher offen gelassenen allgemeinen Fragen erörtert. Den Physikern werden in erster Linie die experimentell-akustischen Untersuchungen und ihre Auswertung für die Theorie der Sprachlaute interessieren. Die HELMHOLTZsche Vokaltheorie ist nun endgültig zum Siege geführt worden. Daß amerikanische Forscher, namentlich D. C. MILLER, gleichzeitig mit STUMPF und teilweise auch schon früher als er an den gleichen Problemen und mit vielfach genau den gleichen Ergebnissen gearbeitet haben, vermindert nicht den Wert der STUMPFschen Untersuchungen, sondern erhöht ihn noch, indem die völlige gegenseitige Unabhängigkeit den übereinstimmend gefundenen Resultaten besonderes Gewicht verleiht.

Die Analyse gesungener Vokale wird auf zwei verschiedene Weisen durchgeführt, einmal mit Hilfe resonierender Stimmgabeln, dann mit Hilfe von Interferenzrohren.

Die *Stimmgabelmethode*, bei welcher Gabeln (meist auf Resonanzkästen befindlich) kräftig angesungen werden, und nun geprüft wird, ob sie mit- bzw. nachklingen, erscheint auf den ersten Blick recht primitiv. Aber sie hat den großen Vorzug, daß das Verfahren weitgehend unabhängig vom Beobachter ist, indem die Analyse von den Gabeln selbst besorgt wird. In der Tat hat sie wertvolle Resultate gebracht. Die benutzten Gabeln reichen von c bis c<sup>5</sup> und umfassen fast sämtliche Obertöne von c, c<sup>1</sup> und c<sup>2</sup>, soweit sie in dem angegebenen Bereiche liegen. Dementsprechend wurden die Vokale (vorzugsweise A E I O U) hauptsächlich auf den Grundtönen c, c<sup>1</sup> und c<sup>2</sup> gesungen. Bei starker Stimmgebung wurde eine überraschend große Zahl von Teiltönen gefunden; beispielsweise wurden in dem auf F gesungenen I einer kräftigen Baßstimme Obertöne bis zum 36. festgestellt, und zwar war in diesem Falle, soweit mit den zur Verfügung stehenden Gabeln verfolgt werden konnte, die Reihe der möglichen harmonischen Obertöne lückenlos vorhanden. In anderen Fällen treten Lücken auf. *Es wurden nur Teiltöne gefunden, die harmonisch zum Grundton lagen*, ein Resultat von großer, allgemeiner Bedeutung. Für jeden Vokal ergab sich eine gewisse charakteristische Intensitätsverteilung innerhalb der Teiltöne, wobei aber bei einem Wechsel des Grundtones — abgesehen vom U — die Maxima auf ihrer absoluten Höhe liegen bleiben. Eine langsame Änderung der Lage der Maxima mit allmäh-

licher Änderung des Grundtones konnte erst aus den Interferenzversuchen erschlossen werden. Die Zu- und Abnahme der Intensitäten innerhalb der den Vokal charakterisierenden Teiltonreihe erfolgt im allgemeinen nicht ruckweise, sondern allmählich. In dem Schema 1 Schema 1. Formanten der Vokale nach der Stimmgabelmethode.

	Grundton c					Grundton c <sup>1</sup>				
g <sup>2</sup>			*				*			
e <sup>2</sup>										
c <sup>2</sup>		*				*			*	
g <sup>1</sup>				*						
c <sup>1</sup>	*				*	*				*
c										
	U	O	A	E	I	U	O	A	E	I

versinnlicht der Verfasser die Lage der Maxima für U O A E I. Für U und I blieb allerdings die (später zu bejahende) Frage offen, ob das Maximum hier nicht auf dem Grundton selbst liegt. Bei Grundtönen von c<sup>2</sup> an aufwärts tritt eine fortschreitende gegenseitige Angleichung der Vokalstrukturen ein, so daß die Eigentümlichkeiten des einzelnen Vokals nicht mehr recht zur Geltung kommen.

Die *Interferenzmethode*, die schon 1891 von GRÜTZNER zur Vokalanalyse benutzt wurde, und zwar in der jetzt allgemein üblichen Anordnung, daß an das Hauptrohr, die mit verschiebbaren Stempeln versehenen Seitenrohre rechtwinklig angesetzt werden, wurde zunächst als solche systematisch geprüft. Ihre Fehlerquellen wurden bei den späteren Versuchen sorgfältig berücksichtigt. Es standen 9 Rohrsysteme mit insgesamt 71 Seitenrohren zur Verfügung. Ihre Durchmesser lagen zwischen 2,1 und 0,5 cm. Zur Auslöschung jedes einigermaßen kräftigen Teiltönen ist die Einschaltung von 2—3 Seitenrohren erforderlich; daher ihre große Anzahl.

Es wurden hauptsächlich *Aufbauversuche* durchgeführt. Hierbei wird zunächst der gesungene Vokal durch Einschalten zahlreicher (auf harmonische Teiltöne eingestellter) Seitenrohre völlig vernichtet. Sodann werden die Seitenrohre — mit dem auf Vernichtung des tiefsten Teiltönen eingestellten beginnend — sukzessive ausgeschaltet, so daß das Ohr genau verfolgen kann, wie sich der Klangcharakter mit dem sukzessiven Hinzutreten immer höherer Teiltöne ändert.

Bei den *Abbauversuchen*, die mehr zur Vorbereitung durchgeführt wurden, wird der Vokal in der Weise abgebaut, daß die einzelnen Teiltöne — mit dem höchsten beginnend — nacheinander durch Interferenz vernichtet werden, bis schließlich nichts mehr übrig ist. Psychologisch bedingt ist es, daß alle Stadien der Wandlung des Vokalcharakters beim Aufbau etwas tiefer liegen als beim Abbau.

<sup>1)</sup> CARL STUMPF, Die Sprachlaute. Experimentell-phonetische Untersuchungen. Nebst einem Anhang über Instrumentalklänge. Berlin: Julius Springer 1926. IX, 419 S., 8 Abbild. und 8 Notenbilder. 16 × 24 cm. Preis geb. RM 28,50.



Das schon aus der Stimmgabelmethode erschlossene Resultat, daß *gesungene Vokale ausschließlich aus harmonischen Teiltönen* bestehen, wurde mit den Interferenzversuchen bestätigt. Von grundlegender Wichtigkeit ist die Intensitätsverteilung innerhalb der Teiltöne. Der spezifische Vokalcharakter wird durch die sog. Formanten bestimmt, die STUMPF jetzt folgendermaßen definiert: Unter „Formant“ wird (im allgemeinen) nicht ein einzelner Ton verstanden, sondern eine ganze Strecke des Tongebietes, und zwar eine solche Strecke, die zur Charakterisierung des Vokals in besonders hohem Maße beiträgt. Hauptformant wird die Strecke genannt, die den ausschlaggebendsten Teil des Lautes einschließt. Sie enthält ein Stärkemaximum, das nach beiden Seiten von stufenweise abfallenden Teiltonstärken umgeben ist. Die Nebenformanten sind weitere relative Maxima, die für den speziellen Vokalcharakter auch noch, wenn auch von geringerer Bedeutung sind. Die hellen Vokale von *Ö* bis *I* besitzen sämtlich untere Maxima (Unterformanten), die von den oberen durch eine leere Strecke getrennt sind, die um so breiter ist, je heller der Vokal ist. Die Unterformanten, durch Abbau isoliert, besitzen selbst Vokalcharakter, wie überhaupt alle wesentlichen Umwandlungsprodukte beim Auf- und Abbau Vokalcharakter tragen. Nicht alle relativen Maxima innerhalb der Teiltonreihe sind für die Charakteristik des Vokals von Belang; die obersten Maxima der dunklen Vokale sind ohne merklichen Einfluß auf die Vokalfärbung. Sie werden demgemäß nicht zu den Formanten gezählt. Die untere Tongrenze, bei welcher beim Aufbau des Vokals die erste Spur des spezifischen Vokalcharakters bemerkbar ist, wird als Formantenanfang bezeichnet. Das Formantende, die obere Grenze, ist schwerer festzulegen, weil es naturgemäß schwierig ist, zu bestimmen, ob z. B. ein *A* schon seine größte Deutlichkeit besitzt oder noch nicht. Es gibt auch einige Ausnahmen von der Regel, daß ein Formant aus mehreren Tönen besteht. Beispielsweise würde für *O* auf dem Grundton  $c^1$  jeder weitere Teilton, der zum zweiten hinzutritt, die Region, welche die *O*-Färbung gibt, schon überschreiten. In dem Schema 2

Schema 2. Formanten für *A*.

Grundton	Formant
<i>c</i>	$c^2 - g^2 (c^3)$
<i>Ges</i>	$des^2 - as^2$
<i>c</i>	$e^2 - d^3$
<i>ges</i>	$des^2 - e^3$
$c^1$	$g^2 - e^3$
$ges^1$	$ges^2 - ges^3$
$c^2$	$c^3 - c^4$

versinnlicht der Verfasser die Lage des Hauptformanten für den Vokal *A*, wenn er auf verschiedenen Grundtönen gesungen wird.

Gewisse kleine Verrückungen des Formantenanfanges mit Änderung des Grundtones sind schon dadurch bedingt, daß die Vokale nur aus harmonischen Teiltönen bestehen. Daneben findet aber mit wachsender Höhe des Grundtones ein systematisches, wenn auch relativ sehr langsames Hinaufrücken des Formantenanfanges statt. Das soll folgende Ursache haben: Da mit Höherücken des Grundtones in den eigentlichen Formantbereich immer weniger Teiltöne hineinfallen — und da zu guter Vokalcharakterisierung innerhalb des Formantgebietes möglichst viele Teiltöne liegen sollen — besteht die Tendenz, den Vokal mit steigender Grundtonhöhe immer heller, an hohen Obertönen reicher, zu intonieren, soweit es mit seiner Charakteristik noch

irgend verträglich ist. Damit wird der Formant höher, nähert sich beispielsweise beim *A* dem des *Ä* (oder der angeblich gesungenen Vokal *A* wird zum *Ä*?).

In engem Zusammenhange mit dem eben Gesagten steht die Tatsache, daß die charakteristischen Unterschiede der Vokale vom Grundton  $c^2$  an mehr und mehr verwischt werden, und daß von  $c^3$  an die Vokale überhaupt nicht mehr unterschieden werden können.

In Schema 3 stellt der Verfasser die Formanten für

Schema 3. Formanten der Vokale nach der Interferenzmethode.

Vokale	Gesamtumfänge der Formanten für die Grundtöne $c - ges^1 (c^2)$	Zentralstrecken der Formanten, gemeinschaftlich den Grundtönen $Ges - ges^1$
<i>O</i>	$e^1 - ges^2 (c^3)$	$g^1 - c^2 (ges^2)$
<i>A</i>	$c^2 - ges^3 (c^4)$	$ges^2 - d^3$
<i>Ö</i>	$f^3 - e^4 (b^4)$	$b^3 - d^4$
<i>Ä</i>	$b^3 - as^4 (b^4)$	$des^4 - es^4$
<i>Ü</i>	$ges^3 - as^4 (b^4)$	$des^4 - es^4$
<i>E</i>	$ges^3 - as^4 (b^4)$	$des^4 - f^4$
<i>I</i>	$c^4 - as^4 (b^4)$	$e^4 - g^4$

die verschiedenen Vokale zusammen. Die Formantenden für den Grundton  $c^2$  sind wegen der hier schon einsetzenden Änderung des Vokalcharakters eingeklammert.

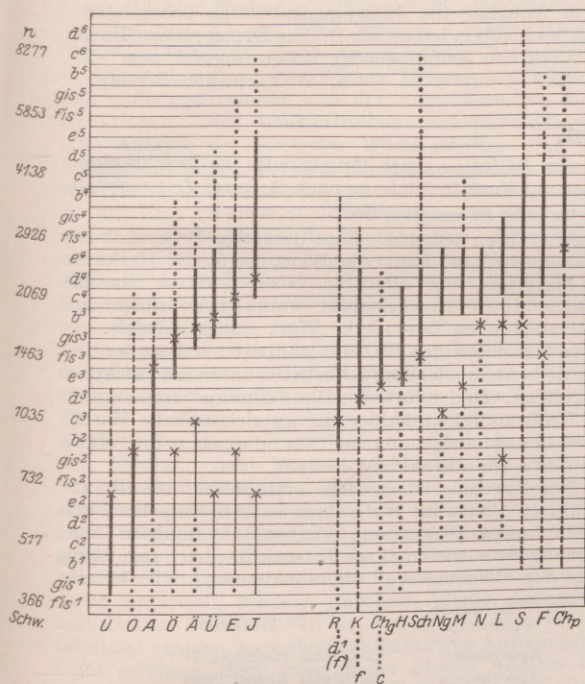
Die Interferenzmethode wurde auch zur Untersuchung gesprochener Vokale angewandt und führte hier — mutatis mutandis — im wesentlichen zu den gleichen Resultaten wie bei den gesungenen Vokalen.

Ebenso wurden Flüstervokale, und ferner die Konsonanten untersucht. STUMPF gibt jetzt folgende Definition für Vokale und Konsonanten: Vokale sind sprachlich herstellbare Klänge oder Geräusche mit ausgeprägter Färbung, Konsonanten aber sprachlich herstellbare Geräusche ohne ausgeprägte Färbung. Aus dieser Definition folgt, daß der Unterschied zwischen Vokalen und Konsonanten kein ganz scharfer sein kann. Sämtliche Flüstervokale liegen innerhalb des Tonbereiches von  $c^1$  bis Mitte der 5-gestrichenen Oktave, d. h. von ca. 250—6000 Hertz. Beim Abbau müssen ganze Regionen des Tongebietes durch zahlreiche Röhren von fein abgestuften Stempellängen ausgeschaltet werden, da sich Geräusche stetig oder in unmerklich kleinen Abständen wie ein „Tonstaub“ über ziemlich große Strecken des Tongebietes hinziehen. Im übrigen sind die qualitativen Umwandlungen beim Abbau die gleichen wie bei den gesungenen Vokalen; die Umwandlungen treten im allgemeinen auch in den gleichen Tongegenden auf. Auch die Formanten wiederholen sich in analoger Weise, und zwar ist hier ihre feste Lage selbstverständlich, da kein wechselnder Grundton vorhanden ist, wie schon daraus hervorgeht, daß man auf ein und demselben Vokal nicht eine Melodie flüstern kann. Im Schema 4 gibt der Verfasser eine Übersicht über die Lage der Formanten in Flüstervokalen und Konsonanten. Die stark ausgezogenen Linien bedeuten die Hauptformantstrecken, die schwach ausgezogenen die Unterformantstrecken. Die gestrichelten und punktierten Linien markieren Gebiete, in denen sich die Vokale noch etwas vervollkommen, ohne daß diese Gebiete aber von besonderer Wichtigkeit für den Vokalcharakter sind. Die Kreuze bedeuten die Flüstertonhöhen. Chg bzw. Chp bedeuten Ch gutturale bzw. Ch palatale.

Erwähnt seien noch die den Hauchtönen nahe verwandten Pfeiftöne, die bei der Prüfung am Interferenzapparat als völlig einfache Töne erscheinen. Der Um-



Schema 4. Formanten stimmloser Vokale und Konsonanten.



Schema 5. Tonstärken der Partialtöne.

c					
g <sup>5</sup>					I
e <sup>5</sup>					I
c <sup>5</sup>					I
b <sup>4</sup>					4
a <sup>4</sup>				2	4
g <sup>4</sup>	I	2	2	3	
fis <sup>4</sup>	4	3	4	4	
f <sup>4</sup>		3	2	0	
e <sup>4</sup>	4	3	6	0	
dis <sup>4</sup>		3	2	4	0
d <sup>4</sup>	4	5	3	7	0
cis <sup>4</sup>		5	2	6	0
c <sup>4</sup>		5	5	3	6
h <sup>3</sup>		5	5	3	0
b <sup>3</sup>		5	5	4	0
a <sup>3</sup>		6	4	3	0
g <sup>3</sup>	5	8	1	3	0
fis <sup>3</sup>	5	6	0	2	0
e <sup>3</sup>	6	0	0	2	0
d <sup>3</sup>	7	0	4	2	0
c <sup>3</sup>	7	0	4	2	0
b <sup>2</sup>	7	0	5	2	0
g <sup>2</sup>	5	10	0	6	0
e <sup>2</sup>	6	5	0	6	0
c <sup>2</sup>	4	6	3	0	5
g <sup>1</sup>	5	10	3	6	4
c <sup>1</sup>	5	4	1	5	8
c	6	3	0	3	4
U O A Ö Ä Ü E I					

fang des menschlichen Pfeifregisters überschreitet den des Flüsterns oben und unten um etwa 1—2 Töne. Bei STUMPF erstreckt er sich von a<sup>1</sup> bis fis<sup>4</sup> (bequem: c<sup>2</sup> bis c<sup>4</sup>).

Die Ergebnisse der Analyse finden eine glänzende Bestätigung durch die *synthetische Darstellung der stimmhaften Vokale*. Es wurden hierzu Lippenpfeifen benutzt, die mit Hilfe der Interferenzanordnung sorgfältigst von Obertönen gereinigt waren. Die Intensität der einzelnen Töne wurde in der Weise reguliert, daß in die Rohrleitungen Schlauchstücke eingesetzt wurden, die durch Schrauben mehr oder weniger zusammengedrückt werden konnten. In dem Schema 5 gibt der Verfasser eine Zusammenstellung der Teiltonstärken (geschätzt nach einer Intensitätsklasseneinteilung) für U O A Ö Ä Ü E I (Grundton c). Es fällt auf, daß der Grundton selbst als objektiver Ton die Stärke Null haben kann, also nur subjektiv, als Differenzton zwischen höheren Teiltönen da ist, in Übereinstimmung mit Beobachtungen von H. FLETCHER. Die synthetischen Versuche zeigen auch vorzüglich die Lage und Beschaffenheit der Formanten an. In dem Schema 6 verrinnlicht der Verfasser die Lage der Formanten für Grundtöne der mittleren Oktaven, wie sie sich aus den synthetischen in Übereinstimmung mit den analytischen Versuchen ergaben. Die Hauptformantenzentren sind durch 2 Sterne, die Nebenformantenzentren durch einen Stern dargestellt. Die Sterne mit Pfeil bedeuten den nach unten beweglichen U-Formanten, der zugleich Unterformant für Ü und I ist.

Der Analyse und Synthese der Sprachlaute folgt in dem Buche eine Übersicht über frühere Forschungen, wobei auch die Vokaltheorie von JAENSCH einer eingehenden Kritik unterzogen wird. Zum Vergleich mit den STUMPFschen Ergebnissen wird in Schema 7 eine

Schema 6. Zusammenstellung der Lagen der Formanten.

b <sup>4</sup>							**
e <sup>4</sup>							*
d <sup>4</sup>						**	
c <sup>4</sup>							
b <sup>3</sup>				**	**	**	
g <sup>3</sup>				**			
c <sup>3</sup>							
g <sup>2</sup>			**				
f <sup>2</sup>	*						
e <sup>2</sup>				*			
c <sup>2</sup>							
g <sup>1</sup>	**	**		*		*	*
c <sup>1</sup>	↓				↓		↓
U O A Ö Ä Ü E I							

Schema 7. Formanten nach Miller.

	Vokal	Schwing.	Noten
1. moo, gloom	U	326	e <sup>1</sup>
mow, no	O	461	b <sup>1</sup>
maw, raw	Ao	732	fis <sup>1</sup>
ma, father	A	922	b <sup>2</sup>
2. mat, pat	Aä	800, 1840	gis <sup>2</sup> , b <sup>3</sup>
met, pet	Äe	691, 1953	f <sup>2</sup> , h <sup>3</sup>
mate, they	E	468, 2461	h <sup>1</sup> , dis <sup>4</sup>
meet, bee	I	308, 3100	dis <sup>1</sup> , g <sup>4</sup>



Zusammenstellung der Formanten, wie sie D. C. MILLER gefunden hat, gegeben. Nach Ansicht des Verfassers ist die Übereinstimmung so gut wie man nur wünschen kann.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit allgemeinen Fragen wie Systematik der Sprachlaute vom akustischen Standpunkte, Psychophysik der Sprach-

laute, Physik und Physiologie der Sprachlaute, einheitliches und mehrheitliches Hören, gegenseitige Beeinflussung der Teiltonstärken. Endlich werden in einem Anhang die Instrumentalklänge behandelt.

Alles in allem haben wir in dem STUMPFschen Buche ein Werk von grundlegender Bedeutung vor uns.

E. WAETZMANN, Breslau.

## Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die *Zuschriften* hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

### Weitere Beiträge zur Röntgenoskopie des Kautschuks.

Seit den ersten Mitteilungen über das Auftreten von punktförmigen Röntgenstrahlinterferenzen an gedehntem Kautschuk sind bekanntlich eine größere Anzahl diesbezüglicher Arbeiten veröffentlicht worden. Die einzelnen Forscher haben sich hierbei für ihre Untersuchungen allgemein<sup>1)</sup> des ostasiatischen Plantagenkautschuks in Form von smoked sheet oder crepe (I. und II. Qualität) bedient, oder aber sich die zu untersuchende Substanz selbst durch Abdampfen des mit Ammoniak konservierten Milchsafte (Latex) zu einem zusammenhängenden Film hergestellt.

In allen Fällen handelt es sich somit um die Untersuchung ein und desselben botanisch wohl definierten

tungen führen würden. Eine derartige Untersuchung ist vielmehr nur dann von Wert, wenn die Herkunft des Materials, vor allem in bezug auf die Stammpflanze, einwandfrei feststeht, worauf bei vorliegenden Untersuchungen besonderer Wert gelegt wurde<sup>2)</sup>.

In der folgenden Tabelle sind die auch in der Industrie heute noch gebräuchlichsten untersuchten Arten aufgeführt. In der Rubrik „Handelsname“ ist lediglich der Vollständigkeit halber die an sich übliche Marktbezeichnung aufgenommen, für die aber die oben erwähnte Einschränkung besteht.

Das Ergebnis ist insofern erstaunlich, als *alle* angeführten Produkte trotz ihrer so sehr verschiedenen Abstammung Diagramme ergaben, die in ihren Ausmessungen, sowie in ihrer Intensitätsverteilung völlig mit den Ergebnissen übereinstimmen, die bereits

Heimatland	Handelsname	Botanische Pflanzenfamilie	Stammpflanze
Sierra Leone, Afrika	Red Massai sheets & strings	Apocynaceen	Landolphia Hendeletii D. C.
Süd-Kamerun, Afrika	Sute Kam Cubes and strings	Apocynaceen	Landolphia Klainei Pierre
Goldküste, Afrika	Gold coast lump	Moraceen	Ficus Vogeli Miq.
Nigeria, Afrika	Pinky Flake (Lahou Niggers)	Apocynaceen	Landolphia owariensis Pal. Beauv.
Rio grande del Norte, S.-Amerika	First Ceara Scrap	Euphorbiaceen	Manihot glaciivii Müll. Arg.
Pernambuco, S.-Amerika	Pernam Scrap	Apocynaceen	Hancornia speciosa Müll. Arg.
Ceara, S.-Amerika	Manicoba Negroheads	Euphorbiaceen	Manihot Violacea Müll. Arg.
Mittlerer Amazonas (Manaos). S.-Amerika	Hard Cure Fine Para	Euphorbiaceen	Hevea brasiliensis Müll. Arg.
Caviana Brazil	Soft Cure Fine Para	Euphorbiaceen	Hevea Spruceana Müll. Arg.
Mittlerer Amazonas	Hard entfne Para	Euphorbiaceen	Hevea discolor Müll. Arg.
Oberlauf der Amazonas	Special coarse Para	Euphorbiaceen	Hevea confusa Hemsl
Iquitos Brazil	Upriver Peru Ball	Euphorbiaceen	Hevea collina Hub. (Itauba)
Madeira Brazil	Manaos scrappy	Euphorbiaceen	Hevea lutea Müll. Arg.
Ceara. S.-Amerika	Mangabeeria	Apocynaceen	Hancornia spec. Müll. Arg.
Accra, Afrika	Red Kassai niggers	Apocynaceen	Landolphia Gentilii de Willd
Kamerun	Kickxia amoked sheet	Apocynaceen	Funtumia elastica Stapf (Kickxia elastica Preuss)
Malacca	Rambong	Moraceen	Ficus elastica Roxb.
Malacca	Jelutong	Apocynaceen	Dyera laxiflora Hook f.

Ausgangsmaterials, nämlich um Kautschuk, welcher aus dem Milchsafte der nach Ostasien verpflanzten und dort plantagenmäßig gezüchteten Euphorbiacee *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. stammt.

Es erschien nun von Interesse, diese Untersuchung auch auf Kautschukarten auszudehnen, welche aus dem Milchsafte solcher Pflanzen stammen, die sich sowohl in botanischer Beziehung als auch in ihrer Fundstelle unterscheiden. Bei einer derartigen Untersuchung genügt es aber nicht, beliebige, oft unter sehr irreführenden Handelsnamen erhältliche Produkte zu untersuchen, da diese fast allgemein ein Gemisch der verschiedensten Wildkautschukarten darstellen und somit leicht zu fehlerhaften und ungenauen Beobach-

<sup>1)</sup> In einem Falle wird die Anwendung von Parakautschuk angeführt, dessen botanische Herkunft jedoch nicht angegeben wurde. Die hierbei erzielten Diagramme wurden als nicht eindeutig bezeichnet.

früher an anderer Stelle<sup>2)</sup> für Plantagenkautschuk eingehend diskutiert wurden. Da jedoch diese Kautschukarten in ihrem physikalischen Verhalten, in bezug auf ihren „Nerv“ usw., sehr merkbare Unterschiede aufweisen, läßt sich vorderhand aus den vorliegenden Ergebnissen lediglich die Schlußfolgerung ziehen, daß das Auftreten der „Kautschukinterferenzen“ weitgehend unabhängig von den physikalischen Eigenschaften des Produktes ist und lediglich mit dem inneren Aufbau der Molekülaggregate des Kohlenwasserstoffes in Relation gesetzt werden kann.

Frankfurt a. M., den 18. Dezember 1926.

E. A. HAUSER. F. I. R. I.

<sup>1)</sup> Das Untersuchungsmaterial stammt durchwegs von befreundeten Personen aus dem jeweiligen Heimatland.

<sup>2)</sup> Kolloidchem. Beih. 22, 63; Ambronn-Festschrift 1926, S. 64.



## Besprechungen.

KRAFT, VIKTOR, *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden.* (Wiener Akademieberichte, philos.-hist. Kl. Bd. 203.) Wien u. Leipzig: Hölder-Pichler-Tempsky 1926. 304 S. Preis RM 11.90.

Die Abhandlung des Wiener Philosophen scheidet sich einleitend reinlich von den „dogmatischen Konstruktionen“ der neukantischen Erkenntnistheorie: „die Analyse der konkreten Wissenschaften muß das Fundament bilden, auf dem allein eine wirklich wissenschaftliche Erkenntnistheorie sich aufbauen kann“ (S. 8). Eine eingehende Erörterung sucht ebenso die erkenntnistheoretische Unfruchtbarkeit der phänomenologischen Wesensschau zu erweisen. Nur nach der Art von MACH, POINCARÉ, ENRIQUES, SCHLICK sei die Erkenntnistheorie aufzubauen, d. h. „von unten, nicht von oben“.

Der positive Hauptteil des Buches beschäftigt sich mit drei wissenschaftlichen Methoden: der Theorie, der Induktion und dem Indizienbeweis. Das Wesen der *Theorie* wird an dem Beispiel der Mathematik entwickelt. Im engen Anschluß vor allem an HILBERT und RUSSELL sieht Verf. in der reinen Mathematik „hypothetisch-deduktive Systeme“, d. h. lediglich in sich konsequente Urteilsnetze, die aus zunächst in der Luft hängenden Postulaten, den Axiomen, herausgesponnen sind. Ebenso stehe es aber auch um die reine Mechanik, denn auch ihre Fundamentalsätze seien nicht empirisch, sondern durchaus ideale, gar nicht realisierbare Postulate. In den anderen Wissenschaften sei dieser strenge, hypothetisch-deduktive Aufbau noch nicht gelungen, doch seien in der Physik Ansätze bei HELMHOLTZ und POINCARÉ, für Teilgebiete vor allem bei HILBERT zu finden, ja selbst in der Nationalökonomie (Menger), der Geomorphologie (W. M. Davis) und der Soziologie (DÜRKHEIM) ließen sich mehr oder minder ausgeführte Programme zu axiomatischen Systemen nachweisen: „Das axiomatische Verfahren ist, wie sich damit zeigt, nicht bloß eine Methode der neueren Mathematik, sondern die der Theorie überhaupt“ (S. 129). Die konstruierten Urteilsnetze würden nun mit der Realität zur Deckung gebracht: die Mathematik werde angewandt, die Theorie verifiziert. Anwendung und Verifikation sei möglich, da ja in Hinblick auf sie die Axiome gewählt seien. Der nächste Teil behandelt die *Induktion*. Nach kritischer Erörterung einiger Induktionsauffassungen entwickelt Verf. das Wesen der Induktion an der Hand der Experimente HUMBOLDTS und GAY LUSSACS über das Volumengesetz gasförmiger Verbindungen, der PASTEURSchen Experimente zur Urzeugungsfrage, der RICHTHOFENSchen und HANNSchen Beobachtungen zum Problem der Löbentstehung bzw. der barometrischen Maxima. Die Induktion, dies ungefähr ist das Ergebnis, sei die Verallgemeinerung einer Behauptung über das ursprüngliche Beobachtungsmaterial hinaus, eine Verallgemeinerung die gültig sei, wenn „begründete Annahmen“ über die Gleichartigkeit der Verhältnisse im beobachteten und erweiterten Bereich vorlägen und „durch die Tatsachen bestätigt“ würden. Der Schlußteil behandelt die Methoden der Individualwissenschaften, d. h. vor allem der Geschichte. Er erörtert den Unechtheitsnachweis der pseudoisidorischen Dekretalen, SICKELS Untersuchungen über die Karolingischen Königsurkunden, KNAPPS und WITTICHS Arbeiten über die Grundherrschaft und zeigt an diesen Beispielen, daß auch die Geschichte generalisierende Induktion benötige. Charakteristisch für die Geschichte sei der *Indizienbeweis*, dessen Wesen an der Analyse eines

Beispiels aus der Quellenkunde — BRESSLAU identifiziert den richtigen Autor einer mittelalterlichen Chronik — entwickelt wird. Der Schluß erörtert die „Intuition“, die „Einfühlung“, die psychologisch zwar den Historiker leite, als wissenschaftliche Begründung aber nicht taue.

Der innige Bezug auf die lebendigen Einzelwissenschaften, die erstaunliche Vielseitigkeit der trefflichen Beispiele, die konkrete und klare Darstellung heben die vorliegende Arbeit hoch aus der Überzahl der heutigen erkenntnistheoretischen Literatur. Am besten gelungen scheint die Charakteristik der reinen Theorie als eines hypothetisch-deduktiven Systems, eine Charakteristik die den heutigen Erkenntnisstand auf diesem Gebiet trefflich zusammenfaßt. Wünsche und Probleme knüpfen sich eher an die Erörterung der *angewandten* Theorie und der Induktion. In der Mathematik zunächst schiene es wünschenswert, das Anwendungsproblem nicht bei der schon so oft erörterten Metrik, sondern z. B. bei der affinen Geometrie oder gar bei der Topologie zu untersuchen, da hier die Intuition eine größere Rolle spielen könnte. Eine restlose Widerlegung des Intuitionismus könnte ferner vor allem den Nachweis kaum entbehren, daß auch die Logik ein bloß hypothetisch-deduktives System ist, ein Nachweis der sogleich erbracht wäre, wenn es gelänge, eine nicht-aristotelische Logik zu konstruieren. Das Problem aber, wieso die Logik sich auf die Wirklichkeit anwenden läßt, wird von dem Verf. überhaupt ausgeschaltet. Was die angewandte Physik anlangt, so scheint in der Abhandlung der eigenartig asymptotische Charakter jeder Wirklichkeitskenntnis — erste, zweite Näherung usw. in inf. — an dem doch der ganze *Fortschritt* der Wissenschaft hängt, nicht ganz zu seinem Recht zu kommen. Dies hängt vor allem daran, daß wohl mit Unrecht das Problem der Verifikation von dem der Induktion losgelöst ist. Jede Verifikation einer Theorie ist ja ins unendliche ergänzungsbedürftig, an jeder hängen all die unendlich schwierigen Probleme der Induktion: das Problem der Naturgesetzlichkeit, das der Statistik, das Problem jener eigenartigen Naturstruktur, die es uns gestattet evtl. vorhandene Gesetze auch aufzufinden usw. Wenn z. B. die Natur so konstituiert wäre, daß durch puren Zufall in 10<sup>6</sup> Fällen gerade ein Nordlicht die Magnetnadel ablenkt, wenn ihr ein Glasstab genähert wird, könnte man weder induzieren, noch Theorien verifizieren, noch Indizienbeweise führen. Dem hypothetisch-deduktiven System scheint also nur das die Verifikation, die Induktion, den Indizienbeweis u. v. a. *umfassende* Anwendungsproblem gegenüberzustehen, ein Problem dessen Schwierigkeiten und Zusammenhänge Verf. unterschätzt haben dürfte.

Doch wie dem auch sei: all diese weiteren Forschungen werden sich nur auf jenem Boden anstellen lassen, auf den sich der Verf., eine der seltenen Ausnahmen unter den Erkenntnistheoretikern, gestellt hat. Auch in der Erkenntnistheorie lassen sich, wie sein Buch erweist, fruchtbare Ergebnisse und Problemstellungen nicht durch Saugen an den Fingern sondern nur aus den lebendigen Einzelwissenschaften gewinnen.

E. ZILSEL, Wien.

MEYER, ADOLF, *Logik der Morphologie im Rahmen einer Logik der gesamten Biologie.* Berlin: Julius Springer 1926. VI, 290 S. u. 3 Abbildungen. 16 × 25 cm. Preis RM 18.—.

Zurückdrängung der kausalen Denkweise kennzeichnet die vorliegende Arbeit. Mit einem gewaltigen Apparat von literarischen Hinweisen und neuen Fach-



ausdrücken behandelt Verf. die Logik der Morphologie, der Systematik, der Typologie, der Phylogenie und zusammenfassend der Biologie als Ganzes. Jeden dieser Abschnitte gliedert er in gleicher Weise in die Unterabschnitte Definitionsprobleme, Einteilungsprobleme, Empirismen, Apriorismen, Kontingenzen, Ideen, Theorie. Die kausalen Zweige der Biologie (Physiologie, Entwicklungsmechanik, Vererbungslehre usw.) sind ausgeschaltet. Formalistische Einteilungen, schematische Tabellen bestimmen nicht nur den Anlageplan, sondern überwiegen auch im Inhalt des Buches und führen immer wieder zu „blinden Fenstern“, die bloß der Symmetrie zuliebe angebracht scheinen. So gelangt, um ein beliebiges Beispiel herauszugreifen, der Abschnitt Systematik, Subabschnitt Ideen, nach einer Erörterung von  $4\frac{1}{2}$  Seiten und 36 Literaturangaben zu dem Ergebnis (S. 165): „Nachdem wir uns nunmehr darüber verständigt haben, welches der logische, theorienkonstituierende Sinn unserer beiden Ideen (nämlich des Naturalismus und des Historismus) ist, können wir uns die uns hier zunächst angehende Frage vorlegen, welche Bedeutung ihnen in der Systematik zukommt. Die Antwort lautet: *Gar keine!*“ In den Kausalwissenschaften, z. B. der Physik, ist es in einem solchen Falle üblich, die  $4\frac{1}{2}$  Seiten ungeschrieben und die 36 Zitate unzitiert zu lassen. Auch sonst werden, nach Art etwa der Scholastik, alle sachlichen und empirischen Fragen als formallogische behandelt, z. B. das Vitalismusproblem als die Frage der Kontingenz (d. h. der *logischen* Unabhängigkeit) zwischen Physik und Biologie. Die wirklichen Probleme einer naturwissenschaftlichen Logik, z. B. das der Kausalität, das der Beziehung zwischen Empirie und ihrer theoretischen Deutung, das der Hypothese müssen sich mit Erörterungen begnügen, die recht oberflächlich verlaufen und oft nur aus Zitaten bestehen, oder sie werden übergangen. Die Forschungsmethoden (Induktion, Experiment usw.) werden gleichfalls nicht behandelt. Neben Begriffsscheidungen und Einteilungen spielt dagegen eine größere Rolle nur die in der Phylogenie herrschende „Idee des Historismus“. Verf. meint nicht, daß überall dort, wo schon ein zeitlicher Ablauf, auch abgesehen von der Suche nach kausalen Gesetzen, interessant und verwickelt genug ist, um die Lebensarbeit von Forschergenerationen in Atem zu halten, daß überall dort auch bloß „historisch“ geforscht wird, z. B. auch in der Phylogenie, sondern er lehnt sich an die unkausale Theorie der geisteswissenschaftlichen Historie von TROELTSCH. TROELTSCH nämlich hatte der Geistesgeschichte zum Unterschied von den Gesetzeswissenschaften das wissenschaftliche Ziel zugeschrieben, sie habe den göttlichen *Sinn* der historischen Erscheinungen zu *deuten*, hatte aber immerhin die Übertragung auf die *Naturgeschichte* vorsichtig abgelehnt. Diese Übertragung unternimmt der Verf. (S. 264ff.). Die Phylogenie sucht nicht direkt nach Gesetzen; folglich habe sie, meint der Verf., den *Sinn* der Lebewesen „als einmalige, nie in gleicher Weise wiederkehrende Verwirklichung Gottes zu *deuten*“, sie habe die Natur zu „symbolisieren“ und zu diesem Behufe die Entelechie zu verwenden, aber „nicht jenen Kümmerling, den DRIESCH aus ihr herausdestilliert“ habe, sondern die altaristotelische Entelechie als „metaphysischen Selbstzweck jedes Lebewesens“. So schweben auch hier wie so häufig über der formallogischen Sandwüste die Luftspiegelungen der Metaphysik. Glücklicherweise scheint Verf. bei seinen historischen Zielsetzungen Geologie und Stellarentwicklung nicht bedacht zu haben: wir hätten sonst auch für die Erforschung des

Silur oder der Riesensterne vom Spektraltypus K „Sinnegebung sub specie Dei“ als wissenschaftliche Aufgabe kennengelernt.

Es kann jedoch nicht übersehen werden, daß die Tendenz, der Kausalität wissenschaftlich gleichberechtigte Konkurrenten an die Seite zu stellen, in der Philosophie der Gegenwart eine große Rolle spielt. Man denke nur an die neukantische Scheidung nomothetischer und idiographischer Wissenschaften, an die Phänomenologie mit ihrer Wesensschau, an die Gegenstandstheorie u. a. m. Diese Strömungen haben die Geisteswissenschaften und die Soziologie der Gegenwart stark beeinflusst, beginnen aber in den letzten Jahren auch in der theoretischen Biologie deutlich merkbar zu werden. Die vorliegende Abhandlung scheint also, so sehr auch der gewaltige Fleiß des Verf.s beim Zusammentragen der biologischen und philosophischen Literatur Achtung verdient, eine der interessantesten Proben dafür geworden zu sein, was bei der Ausschaltung kausalgesetzlicher Betrachtungen herauskommt: logische Distinktionen und Sinndeutung, formalistische Scholastik und unsolide Metaphysik — oder beides zugleich.

E. ZILSEL, Wien.  
PRANDTL, ANTONIN, *Einführung in die Philosophie*.  
Leipzig: Quelle & Meyer 1925. 127 S. Preis RM 1.80.

Der Titel dieser Schrift ist nicht recht zutreffend und darum teilweise irreführend. Man erwartet eine Einführung in das Gesamtgebiet der Philosophie, aber tatsächlich sind große Gebiete, die von jeher als umfassende wichtige Teilgebiete der Philosophie anerkannt waren, hier von vornherein vollständig ausgeschlossen; so die Ethik, Ästhetik, Philosophie der Geschichte, Religionsphilosophie. Der Grund ist die Stellungnahme des Verfassers im extrem positivistischen Sinne. Immerhin ist es selbst unter dieser Voraussetzung fast unerklärlich, daß sich in einer „Einführung in die Philosophie“ Sätze finden wie diese: „Es ist also offenbar willkürlich, welche Voraussetzungen man zum Ausgangspunkt eines ethischen Systems macht. Bei der großen Verschiedenheit der körperlichen und geistigen Anlagen, der Traditionen, persönlichen Erfahrungen, Stimmungen usw. werden nie alle Menschen einen und denselben Wert als höchstes für sie denkbaren anerkennen können, und es muß ebenso viele ethische Systeme geben, als verschieden gartete Menschen sind . . . Alle Voraussetzungen, von denen man ausgeht, sind willkürlich, allein durch die individuelle Geschmacksrichtung begründbar.“ Von alledem, kann man sagen, ist ungefähr das Gegenteil richtig, und man kann nicht leicht von der Ethik ein ärgeres Zerrbild zeichnen, als es hier auf einigen Seiten geschieht. Ähnlich, wenn auch nicht ganz so schlimm, steht es mit der Ästhetik, während Philosophie der Geschichte und Religionsphilosophie überhaupt fast ganz außer Betracht bleiben.

Ausgeschlossen von dieser Einführung in die Philosophie ist natürlich auch alles, was irgendwie zur Metaphysik gehört oder auch nur allenfalls zugerechnet werden könnte. Es soll nur die *Wissenschaft* behandelt werden, die man als Philosophie bezeichnet. Was mit dieser Philosophie als Wissenschaft gemeint ist, bleibt freilich in mehrfacher Beziehung unklar. Ihr Gegenstand, so heißt es, seien objektive Tatsachen, nicht Meinungen und subjektive Werturteile. Aber worin nun das Wesen des Tatsächlichen besteht, wird eben auch nicht verdeutlicht, wie sich insbesondere dort ergibt, wo von der Mathematik die Rede ist: denn es gibt hier ja keine „Tatsachen“ im üblichen Sinne, und doch kann die Mathematik unmöglich von der Wissenschaft ausgeschlossen werden. Der Verf. versucht vergeblich,



die Besonderheit mathematischer Erkenntnis, deren Begriffe er, wenngleich sie „auch auf Eindrücke zurückgehen“, immerhin doch als „Ideale, unabhängig von aller Wirklichkeit“, anerkennen muß, mit den Grundvoraussetzungen seines allzu engen, empiristisch-positivistischen Standpunktes in Einklang zu bringen. Ebensovienig gelingt es ihm, von den gleichen Voraussetzungen aus, KANTS Lehre von der Apriorität der Raum- und Zeitanschauung und des Kausalgesetzes zu „widerlegen“.

Es bleibt also nur die Einführung in die Grundlagen der Erkenntnis im empiristischen Sinne und in positivistischer Umgrenzung. Auch hier versagt diese Einführung mehrfach gerade innerhalb oder an den Grenzen der eigentlichen Problematik. Abgesehen davon aber kann man anerkennen, daß sie ihrer Aufgabe in eingehender Darstellung gerecht wird und namentlich vielfach durch gut gewählte Beispiele Klarheit zu erreichen sucht. Man kann also sagen, daß das Ziel der „Einführung“, das im Titel der Schrift angedeutet wird, nur innerhalb sehr viel engerer Grenzen, als man erwarten könnte, erreicht wird.

M. KRONENBERG, Berlin.

CORNELIUS, HANS, *Grundlagen der Erkenntnistheorie*. Transzendente Systematik. 2. Aufl. München: Ernst Reinhardt 1926. 264 S. 16 × 24 cm. Preis RM 7.-.

Die Abhandlung des Frankfurter Philosophen ist die nicht wesentlich veränderte, jedoch mit umgestelltem Haupt- und Untertitel abgedruckte Zweitaufgabe eines vor 10 Jahren erschienenen Buches. Sie schließt sich an die KANTISCHE Problemstellung an und versucht aus den Grundeigenschaften des Bewußtseins eine Reihe von apriorischen Sätzen abzuleiten. KANT selber hatte für seine Erkenntnistheorie einen Ausgangspunkt gewählt, der eigenartig nach 2 Seiten schillert, bald psychologisch als Bewußtsein, bald logisch als das Ge-

bäude der Wissenschaft gedeutet werden kann. Der Neukantianismus besonders der Marburger Richtung läßt nur die zweite Deutung, die logische gelten, CORNELIUS dagegen betont, nur der psychologische Ausgangspunkt, nur die Grundbeziehungen des unmittelbar Erlebten seien als Grundlage der Erkenntnistheorie tauglich. Sein Ausgangspunkt deckt sich also mit HUSSELS Phänomenologie, die jedoch wegen ihrer „prinzipiellen Begünstigung unklarer Redeweise“ vom Verf. abgelehnt wird. In der Tat sucht der Verf. seine apriorischen Kategorien aus der persönlichen Einheit und dem zeitlichen Ablauf des Bewußtseins in klarer, terminologischer Verwicklungen vermeidender Darstellung abzuleiten. Wenn freilich teils doch wohl empirische, teils problematische, teils unzutreffende Dinge wie die Nichtumkehrbarkeit und Eindimensionalität der Zeit, die Assoziationsgesetze, der „logische Zirkel“ der nichteuklidischen Geometrie, die Unzulässigkeit von HILBERTS axiomatischer Methode, die Unentbehrlichkeit des Vitalismus, die ausnahmslose Geltung der Kausalität so apriorisch deduziert werden, wird der mathematisch-physikalisch geschulte Forscher Bedenken nicht unterdrücken können. Er wird erstens an den Nachweis der Notwendigkeit irgendwelcher Bedingungen wesentlich strengere Anforderungen nach Art der Mathematik stellen und wird zweitens auf die eingehende Diskussion der gewonnenen Ergebnisse an der Hand der Naturwissenschaft nach ihrem heutigen Stand — des Verf.s Erörterung der Akustik und des Atomismus S. 237—243 bringt hier wohl zu wenig — nicht verzichten wollen. Indes sind dies Anforderungen, deren ganz gewaltige Schwierigkeit kaum überschätzt werden kann und deren Erfüllung der vorliegenden, klar und selbständig geschriebenen Erkenntnistheorie sicherlich nicht schlechter gelungen scheint als sonst zu allermeist der heutigen erkenntnistheoretischen Literatur.

E. ZILSEL, Wien.

## Astronomische Mitteilungen.

**Die Parallaxe des Doppelsterns 9 Argus.** Ein lehrreiches Beispiel für die Zuverlässigkeit der individuellen Parallaxenbestimmung nach verschiedenen Methoden bietet der Doppelstern 9 Argus (Ort 1900.0: Rektaszension =  $7^h 47^m.1$ , Deklination =  $-13^\circ 38'$ ; Helligkeit der Komponenten  $5^m.8$  und  $6^m.4$ , Gesamthelligkeit  $5^m.3$ ; Spektrum des helleren Sterns F8). Die hauptsächlichsten Elemente der visuellen Bahn sind: Umlaufszeit 23.34 Jahre, große Achse der Bahn  $0''.69$ , Exzentrizität 0.75, Neigung der Bahnebene  $79^\circ 8'$ .

Die Distanz der beiden Komponenten vergrößerte sich von 1916 bis 1925 von etwa  $0''.1$  auf weniger als  $0''.6$ , so daß ihr linearer Abstand im Brennpunkt eines Objektives von 10 Meter Brennweite immer weniger als 0.03 mm betrug. Das Paar erscheint daher auf photographischen Aufnahmen mit einem solchen Objektiv nicht getrennt, sondern liefert ein Bild, das sich sehr wohl zur Messung für trigonometrische Parallaxenbestimmung eignet. Von S. A. MITCHELL, der im *Astrophys. Journ.* 60, 201. 1924, und 63, 372. 1926, auf diesen Stern hinweist, sind am Leander McCormick Observatorium mit dem Refraktor von 26 Zoll Öffnung und 10 Meter Brennweite in der Zeit von 1915 bis 1925 drei voneinander unabhängige Beobachtungsreihen mit zum Teil verschiedenen Anschlußsternen zur Bestimmung der trigonometrischen Parallaxe des Systems gemacht worden. Dabei wurde die Helligkeit von 9 Argus durch einen rotierenden Sektor auf die mittlere Helligkeit der Anschlußsterne

abgeschwächt. Der Durchmesser des Bildes auf der Platte betrug für 9 Argus 0.18 mm, für die Anschlußsterne 0.12—0.26 mm. Die relative Parallaxe des Doppelsterns in bezug auf die Anschlußsterne ist nach den drei Reihen:  $0''.036$ ,  $0''.028$  und  $0''.027$ , im Mittel also  $0''.030$ , woraus für die absolute Parallaxe des Systems 9 Argus unter Annahme einer mittleren Parallaxe von  $0''.004$  für die Anschlußsterne der Wert  $\pi_p = 0''.034 \pm 0''.005$  folgt. FLINT fand früher aus Meridiankreisbeobachtungen  $\pi = 0''.035$ , während eine photographische Beobachtungsreihe am Sproul Observatorium den viel größeren Wert  $\pi = 0''.121$  lieferte.

Die McCormick Parallaxe,  $\pi_p = 0''.034$ , steht in auffallendem Widerspruch mit den durch indirekte Methoden bestimmten Parallaxen von 9 Argus. Auf dem Mt. Wilson fand ADAMS auf spektroskopischem Wege  $\pi_p = 0''.079$ , einen Wert, der mehr als doppelt so groß ist wie der trigonometrisch bestimmte. Bei Doppelsternen kann man auch aus der Bahnbewegung die Parallaxe bestimmen, wenn die Gesamtmasse des Systems, die Umlaufszeit und die große Achse der Bahn bekannt sind. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich die Gesamtmasse der Doppelsterne von der doppelten Sonnenmasse nicht wesentlich unterscheiden. Unter der Annahme, daß auch für 9 Argus die Gesamtmasse gleich der doppelten Sonnenmasse ist, folgt die dynamische Parallaxe  $\pi_d = 0''.067$ , ein Wert, der in der Nähe des spektroskopisch bestimmten liegt, aber mit



dem trigonometrischen ebenfalls in starkem Widerspruch steht.

Zur Aufklärung dieser auffallenden Differenz zwischen der trigonometrischen Parallaxe und den nach indirekten Methoden bestimmten muß man berücksichtigen, daß allein die trigonometrische Messung die Sternparallaxen frei von irgendwelchen Annahmen liefert, und daß somit nur die trigonometrischen Parallaxen, sofern bei ihrer Bestimmung die notwendige Sorgfalt beachtet worden ist, als zuverlässige Werte für individuelle Fälle angesehen werden können. Bei allen indirekten Methoden werden Voraussetzungen gemacht, die nur für den Durchschnitt einer größeren Zahl von Sternen zutreffen werden, in einzelnen besonderen Fällen jedoch von der Wahrheit stark abweichen können. Das scheint bei 9 Argus der Fall zu sein. In bezug auf die spektroskopischen Parallaxen ist von RUSSELL und PANNEKOEK darauf hingewiesen worden, daß die spektroskopische Methode für individuelle Fälle nur dann die richtige Parallaxe liefert, wenn die Masse des betreffenden Sterns der durchschnittlichen Masse der Sterne entspricht, die zur Herstellung der Reduktionskurven benutzt worden sind, welche die geschätzten Linienintensitäten mit der absoluten Helligkeit verbinden. Ist das nicht der Fall, so wird die spektroskopisch bestimmte Parallaxe von der Wahrheit um so mehr abweichen, je mehr die Masse des betreffenden Sterns von der Durchschnittsmasse der Sterne seiner Spektralklasse abweicht. Nach PANNEKOEK besteht die Beziehung  $M : M_0 = (\pi_{sp})^2 : (\pi_r)^2$ , wobei  $M_0$  die durchschnittliche Masse der für die Konstruktion der Reduktionskurven benutzten Sterne ist. Findet man also die spektroskopische Parallaxe eines Sternes wesentlich größer als die trigonometrische, so deutet das darauf hin, daß der untersuchte Stern wahrscheinlich eine größere Masse hat als die Sterne seiner Spektralklasse. Dieser Fall scheint bei 9 Argus vorzuliegen, denn die McCormick-Parallaxe  $\pi_r = 0''.034$  ergibt in Verbindung mit den Bahnelementen des Systems eine Gesamtmasse von 15.2 Sonnenmassen und mit dem anderweitig abgeleiteten Massenverhältnis der Komponenten 10:4 werden die Massen der beiden Komponenten 10.8  $\odot$  und 4.4  $\odot$ . Es sind hiernach in der Tat stark von dem Durchschnitt der F- und G-Sterne abweichende Massen vorhanden, so daß auf spektroskopischem Wege eine zu große Parallaxe gefunden werden muß. Nimmt man die durchschnittliche Masse der zur Herstellung der Reduktionskurven benutzten Sterne zu 2 Sonnenmassen an, so ergibt sich nach der oben gegebenen Formel die Masse der helleren Komponente, aus deren Spektrum die spektroskopische Parallaxe abgeleitet worden ist, zu 10.8  $\odot$ , in genauer Übereinstimmung mit dem aus dem Massenverhältnis gefundenen Wert.

Der Stern 9 Argus ist nicht der einzige Fall, bei dem die spektroskopisch bestimmte Parallaxe wegen der großen Masse des Sterns merklich von dem trigonometrischen Wert abweicht. Auch bei dem hellen Stern  $\alpha$  Bootis (Arktur) vom Spektraltypus  $K_0$  scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Die trigonometrische Bestimmung der Parallaxe an 5 Sternwarten ergab im Mittel  $\pi_r = 0''.086$ , während aus 4 spektroskopischen Bestimmungen im Mittel  $\pi_{sp} = 0''.153$  folgt. Man muß aus der schlechten Übereinstimmung dieser beiden Werte schließen, daß die Masse des Riesen  $\alpha$  Bootis größer ist als die durchschnittliche Masse der

Sterne des Spektraltypus  $K_0$ , welche bei der Ableitung der Reduktionskurven zur Bestimmung der spektroskopischen Parallaxe verwendet worden sind.

OTTO KOHL.

**British Astronomical Association. Handbook.** Dieses Handbuch, von dem soeben Jahrgang 1927 erschienen ist, verdient wegen seines vielseitigen Inhaltes in weiteren Kreisen besondere Beachtung. Herausgegeben wird es vom Director of the Computing Section der British Astronomical Association. Es erfreut sich der regen Unterstützung durch eine Reihe bekannter englischer wie mehrerer nichtenglischer Astronomen.

Neben Beiträgen ephemeren Charakters werden alljährlich sehr wertvolle Übersichten aus zahlreichen Gebieten der astronomischen Wissenschaft geboten.

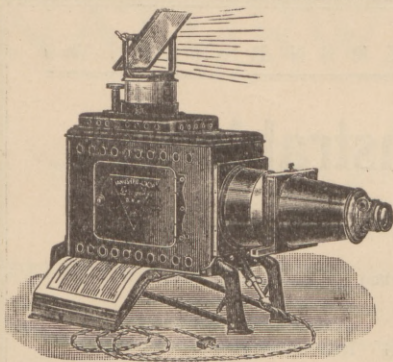
Der vorliegende Jahrgang 1927 hat folgenden Inhalt: Der Ermittlung des Auf- und Untergangs von Sonne und großen Planeten im Jahre 1927 dient ein Diagramm, das für einen Ort auf dem Meridian von Greenwich in 52° nördl. Breite konstruiert ist. Nach Anbringen kleiner Korrekturen kann das Diagramm für die oberen Planeten außer für die britischen Inseln auch für den nördlichen Kontinent Verwendung finden. Es folgen Angaben über Planetenkonstellationen, Sonnen- und Mondfinsternisse, eine Ephemeride, bestimmt für physische Beobachtungen auf der Sonne. Besonders eingehend wird die totale Sonnenfinsternis von 1927 Juni 29 (Norwegen) behandelt. Für eine Reihe von Orten werden Daten über Sternbedeckungen durch den Mond und durch große Planeten (Mars, Venus, Jupiter) gegeben. Es schließen sich ausführliche Ephemeriden für die vier ersten Asteroiden an, Daten über den Merkursvorübergang vor der Sonne, Tafeln für die Länge des Zentralmeridians von Jupiter, Diagramme der Bahn des Japetus, des Uranus und Neptun und ein sehr anschauliches Diagramm für die Sichtbarkeit von Himmelskörpern. Recht ausführlich werden die Erscheinungen von periodischen Kometen des Jahres 1927 (Giacobini-Zinner, Neujmin, Grigg-Skjellerup, Pons-Winnecke, Schaumasse, Encke, Holmes) beschrieben. Seit einiger Zeit wird von englischen Astronomen (A. C. D. CROMMELIN, G. MERTON u. a.) gerade diesen Objekten besondere Fürsorge zuteil. Endlich wird eine Ephemeride für den Veränderlichen Algol gegeben.

Den Schluß bilden Veröffentlichungen neuerer Messungen von Doppelsternen, eine Tabelle der Werte der festen Elemente der Bahnen der großen Planeten, eine sehr reichhaltige Zusammenstellung der Werte der gebräuchlichsten astronomischen, von mathematischen und anderen Konstanten, Verzeichnisse der Elemente und Dimensionen von Satelliten, der Dimensionen von Sonne, Mond und Planeten. Sämtliche Werte sind auf den neuesten Stand der Forschung gebracht.

Frühere Jahrgänge des Handbuchs enthalten Daten über die Dimensionen des KAPTEJNSchen Sternsystems, ein Verzeichnis der nächsten Sterne, Angaben über die Helligkeiten der Sterne der nördl. Polsequenz, über die Klassifikation der Sternspektren, die Verteilung der Sterne, astronomische Symbole, Telegraphencode, drahtlose Zeitsignale und vieles andere. Ein Nachweis dieser besonderen Aufsätze findet sich im Jahrgang 1927.

Das Werk will kein Ersatz für die großen Ephemeriden (Berliner Jahrbuch, Nautical Almanac usw.), sondern eine Ergänzung zu diesen sein. G. STRACKE.





Listen freil

## Janus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Der führende Glühlampen-Bildwerfer zur Projektion von  
**Papier- und Glasbildern**

Verwendbar für alle Projektionsarten!

### Qualitäts-Optik

höchster Korrektion und Lichtstärke für Entfernungen bis zu 10 Meter!

Auch als „Tra-Janus“ mit 2. Lampe bei um 80 % gesteigerter

Bildhelligkeit lieferbar!

**Ed. Liesegang, Düsseldorf**

Postfach 124

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

## Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften

Grundlagen zu einer praktischen Hydrodynamik für Bauingenieure

Nach Arbeiten von **Staatsrat Dr.-Ing. e. h. Alexander Koch**

s. Zt. Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

herausgegeben von **Dr.-Ing. e. h. Max Carstanjen**

Nebst einer Auswahl von Versuchen Kochs im Wasserbau-Laboratorium der Darmstädter Technischen Hochschule zusammengestellt unter Mitwirkung von Studienrat Dipl.-Ing. L. Hainz

XII, 228 Seiten. Mit 331 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln sowie einem Bildnis. 1926

Gebunden RM 28.50

Aus dem Inhalt:

Grundlagen. — Das Arbeitsvermögen. — Weitere Hilfsmittel. — Bewegungslehre. — Strömungsarten und Strombilder. — Ausfluß aus Wandöffnungen. — Wandernde Wellen. — Versuche im Wasserbau-Laboratorium der Technischen Hochschule zu Darmstadt: Beschreibung des Wasserbau-Laboratoriums. — Die Widerstände in der Versuchsrinne. — Übergänge zwischen verschiedenartigen Strömungen. — Einengungen der Versuchsrinne. — Ausfluß.

## Technische Hydrodynamik

Von **Dr. Franz Prášil**

Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 109 Abbildungen im Text. IX, 303 Seiten. 1926. Gebunden RM 24.—

Die für die Hydrotechnik wertvollen Forschungsergebnisse aus der Hydrodynamik werden zusammengefaßt und graphische Methoden zur Darstellung von Strömungsvorgängen entwickelt. Die Neuauflage berücksichtigt die großen Fortschritte, sowie die neuen Verwendungsmöglichkeiten, die das letzte Jahrzehnt für die Hydrodynamik gebracht hat.

## Maschinenuntersuchungen

Ein Leitfaden für Unterricht und Praxis

Von **Professor Dr.-Ing. Anton Staus**Erster Band: **Hydraulik in ihren Anwendungen**

Zweite, neubearbeitete Auflage

Mit 131 Textabbildungen und 29 Zahlentafeln. X, 196 Seiten. 1926

RM 9.—, gebunden RM 10.50



VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

# Kristalle und Röntgenstrahlen

Von

Dr. P. P. Ewald

Professor der Theoretischen Physik an der Technischen Hochschule  
zu Stuttgart

Mit 189 Abbildungen. IX, 327 Seiten. 1923. RM 25.—

(Bildet den 6. Band der „Naturwissenschaftlichen Monographien und Lehrbücher“,  
herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“.)(Die Bezieher der „Naturwissenschaften“ erhalten sämtliche Bände dieser Sammlung  
zu einem um etwa 10% ermäßigten Vorzugspreise.)

## Aus dem Inhalt:

Von der Atomtheorie. — Kristallographische Grundbegriffe. — Kristallographische Strukturtheorie. — Interferenz. — Über Röntgenstrahlen. — Übersicht über die experimentellen Verfahren. — Bragg'sches Verfahren; Spektroskopie. — Interferenz in Gittern mit Basis; Strukturmittlung aus Bragg'schen Aufnahmen. — Die Laumethode und die Bezifferung der Lauebilder. — Die Entstehung der Lauebilder und die Strukturkontrolle mit ihnen. — Das Debye-Scherrer-Verfahren. — Vollständige Diagramme, Faserstruktur, Metallbau. — Darstellung der erforschten Strukturen. — Gittergeometrie. — Ionengitter; Isomorphie; Mischkristalle. — Chemische Gesichtspunkte zur Deutung der Kristallstrukturen. — Gitterkräfte und stoffliche Eigenschaften. — Ergänzendes Schlußwort. — Zur Gittergeometrie: das reziproke Gitter. — Die Interferenzbedingungen im Translationsgitter. — Die Bezifferung der Laue-Aufnahmen mittels gnomonischer Projektion. — Debye-Scherrer-Verfahren und quadratische Form. — Die Bezifferung der Drehkristallaufnahmen. — Die Geometrie der Gitter mit Basis. — Der Strukturfaktor. — Die photographische Wirkung der Röntgenstrahlen. — Zusammenstellung über Strukturen.

## Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften

Von

P. Groth

Mit 5 Textfiguren. VI, 262 Seiten. 1926. RM 18.—; gebunden RM 19.50

## Inhaltsverzeichnis:

Krystallkunde. Beobachtung der Winkelkonstanz und Beschreibung der Formen der Krystalle. Erforschung der physikalischen Eigenschaften und der Struktur der Krystalle. Einführung der Achsen und allmählicher Aufbau des Grundgesetzes der geometrischen Krystallographie. Erkennung des gesetzmäßigen Zusammenhanges zwischen Form und optischen Eigenschaften der Krystalle. Symmetrieverhältnisse der Krystallformen und Theorien der Krystallstruktur. Entwicklung der physikalischen Krystallographie. Entwicklung der chemischen Krystallographie. Schlußbetrachtungen. — Mineralkunde. Beschreibung, Systematik und Nomenklatur der Mineralien. Entwicklung der Kenntnis ihrer Verbreitung. Geschichte der mineralogischen Sammlungen und Institute. Entwicklung der krystallographischen Kenntnis der Mineralien. Erweiterung der Physiographie durch die mikroskopische Untersuchung. Zusammenvorkommen (Paragenesis) der Mineralien und Entwicklung der Lagerstättenkunde. Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Mineralien, ihrer Umwandlungserscheinungen, ihrer natürlichen und künstlichen Bildung. Rückblick und Ausblick. — Biographische Notizen. — Sachregister. — Namenregister. — Nachtrag.

**Spektroskopie der Röntgenstrahlen.** Von Dr. Manne Siegbahn, Professor  
an der Universität Upsala. Mit 119 Abbildungen. VI, 257 Seiten. 1924. RM 15.—

**Tabellen zur Röntgenspektralanalyse.** Von Paul Günther, Assistent am  
Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Berlin. 61 Seiten. 1924. RM 4.80

**Seriengesetze der Linienpektren.** Gesammelt von Professor Dr. F. Paschen,  
Präsident der Phys.-techn. Reichsanstalt Charlottenburg, und Dr. R. Götze. IV, 154 Seiten.  
1922. Gebunden RM 11.—