

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

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 49 (SEITE 1035—1050)

7. DEZEMBER 1928

16. JAHRGANG

INHALT:

Sommerfeld als Begründer einer Schule. Von MAX BORN, Göttingen	1035	Vorläufer der Quantentheorie. Von M. FAERBER, Berlin	1045
Sommerfeld und die Atomtheorie. Von NIELS BOHR, Kopenhagen	1036	Joffés Untersuchungen über die elektrische Durchschlagsfestigkeit. Von ADOLF SMEKAL, Halle (Saale)	1045
Zum siebenzigsten Geburtstag Auer von Welsbachs. Von FRITZ PANETH, Berlin	1037	BESPRECHUNGEN:	
Grundprobleme der Geologie Europas. Von S. VON BUBNOFF, Breslau. (Mit 1 Figur)	1038	50 Jahre Leipziger Zoo. (Ref.: G. Grimpe, Leipzig)	1046
ZUSCHRIFTEN:		ZSCHOKKE, F., Die Tierwelt des Kantons Tessin. (Ref.: Paul Krüger, Berlin)	1046
Über die Polarisation des von Wasserstoff- kanalstrahlen ausgesandten Lichtes in elek- trischen Feldern. Von ANTON WEIGL, Prag	1042	BOSE, SIR J. C., Plant Autographs and their Revelations. (Ref.: P. Metzner, Berlin- Dahlem)	1046
Über den Widerstand von Legierungen. Von LOTHAR NORDHEIM, Kopenhagen-Göttingen	1042	LÜDI, W., Die Alpenpflanzenkolonien des Napf- gebietes und die Geschichte ihrer Entstehung. (Ref.: W. Wangerin, Danzig-Langfuhr)	1047
Theoretische und erfahrungsmäßige Festigkeit. Von M. POLANYI, Berlin-Dahlem	1043	HEGI, H., Illustrierte Flora von Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. VI. Band, 2. Hälfte. (Ref.: E. Ulbrich, Berlin-Dahlem)	1048
Eine neue Methode zur Richtungbestimmung von Gamma-Strahlen. (Vorläufige Mitteilung.) Von WERNER KOLHÖRSTER, Berlin	1044	ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN: Verbotene Linien in Sternspektren. Die Radial- geschwindigkeiten von α Orionis und α Scorpii	1048
Eine neue Methode für Absorptionsmessungen an sekundären β -Strahlen. Von W. BOTHE und W. KOLHÖRSTER, Berlin-Charlottenburg	1045		

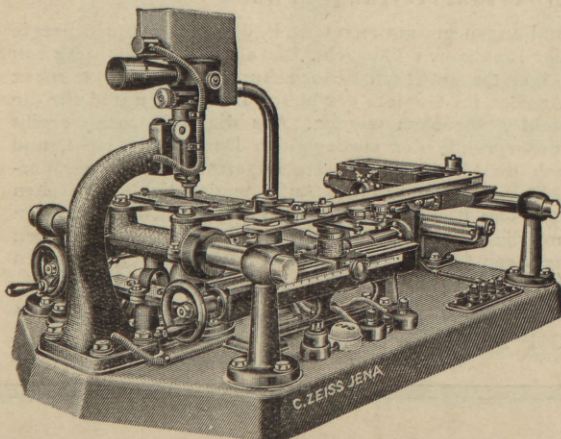
ZEISS

Lichtelektrisches Mikrophotometer

für jede Übersetzung 1:1 bis 1:300

Registrierdauer 6 Minuten

Verwendung bei Tageslicht



Druckschriften und weitere Auskünfte
kostenfrei durch



Berlin W 9, Potsdamer Str. 139, III
Hamburg, Alsterdamm 12/13
Köln, Apostelnkloster 27
Wien IX/3, Ferstelgasse 1

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 9.60. 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. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-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 und 6326—28
sowie Amt Nollendorf 755—57

Soeben erschienen:

Geologie und Radioaktivität

Die radioaktiven Vorgänge als geologische Uhren und geophysikalische Energiequellen

Von

Gerhard Kirsch

Privatdozent an der Universität Wien, II. Physikalisches Institut

Mit 48 Abbildungen. VIII, 214 Seiten. 1928

RM 16.—; gebunden RM 17.40

In der Einleitung wird soviel von den radioaktiven Erscheinungen gebracht, daß sich auch für den Nichtphysiker ein Zurückgreifen auf andere Darstellungen erübrigt. Die Wahl des im ersten Abschnitt Gebotenen geschah unter dem Gesichtspunkt, ein vollständiges Bild von der Verbreitung der radioaktiven Substanzen in Gesteinen zu geben, daß dem Leser die Bildung eines eigenen Urteils über die Tragfähigkeit dieser Grundlagen für die im zweiten Abschnitt dargestellten Theorien ermöglicht wird. Diese letzteren als die jüngsten Kinder aus der Ehe zwischen Geologie und Radioaktivität weisen naturgemäß mehr Hypothetisches auf als die radioaktiven Altersbestimmungsmethoden. Der zweite Abschnitt ist deshalb mehr chronologisch und referierend gestaltet. Der dritte Abschnitt behandelt die geologische Zeitmessung; das Hauptgewicht liegt auf der Kritik der Methoden. Sowohl was sie heute leisten können als auch was sie nicht leisten können, wurde herausgearbeitet. Die Heliummethode und das Erscheinungsgebiet der Verfärbungshöfe wurden in kurze Anhangskapitel verwiesen, um einerseits den Umfang des Buches möglichst zu beschränken und andererseits auch schon äußerlich zum Ausdruck zu bringen, daß sie den Meßmethoden der Bleimethode keinesfalls ebenbürtig sind.

Lichtelektrische Erscheinungen

Von

Dr. Bernhard Gudden

o. Professor der Experimentalphysik an der Universität Erlangen

Mit 127 Abbildungen. IX, 325 Seiten. 1928

RM 24.—; gebunden RM 25.20

(Struktur der Materie in Einzeldarstellungen, Band VIII)

Unter obigem Titel werden die Energieumwandlungen zusammengefaßt, in denen Strahlungsenergie ganz oder teilweise in kinetische Energie freier Elektronen übergeht, die also zur Abspaltung von Elektronen aus dem Atomverband führen. Von einer theoretischen Beherrschung der lichtelektrischen Erscheinungen kann heute trotz erfolgreicher Ansätze im Gebiete der hohen Frequenzen und für die lichtelektrische Ionisierung von Gasen noch nicht gesprochen werden. Aus dieser Tatsache ergibt sich, daß die experimentelle Forschung im Vordergrund der vorliegenden Darstellung steht, und dementsprechend ist die Stoffuntersuchung nach den Bedürfnissen des Experiments und der Verschiedenheit der Beobachtungsverfahren und Möglichkeiten erfolgt. Aufgabe der lichtelektrischen Forschung ist es, nachzuweisen, daß wirklich primäre Elektronenspaltung bei der Umwandlung von Strahlenenergie vorliegt, den Grundvorgang möglichst klar aus den beobachteten Erscheinungen herauszuschälen und die notwendigen Vorbedingungen für das Auftreten lichtelektrischer Wirkungen zu ermitteln.

Sommerfeld als Begründer einer Schule.

Von MAX BORN, Göttingen.

Der Herausgeber dieser Zeitschrift hat mich anläßlich von SOMMERFELDS sechzigstem Geburtstage gebeten, über seine Bedeutung als Lehrer und Haupt einer Schule einige Worte zu schreiben; mit der Begründung, nur einer, der dieser Schule nicht selbst angehört, könne ihre Bedeutung objektiv würdigen. Ich weiß nicht, ob dies zutrifft; aber ich habe doch gern eingewilligt, die Aufgabe zu übernehmen, weil ich hierdurch Gelegenheit fand, meiner Verehrung und Hochschätzung des Meisters in einer Form Ausdruck zu geben, die den trocknen Ton der Registrierung wissenschaftlicher Leistungen vermeidet. Ist doch Lehren eine Wirkung von Mensch zu Mensch, und wenn ich auch selber nie den Vorzug genossen habe, diese Wirkung SOMMERFELDS als Schüler an mir zu erproben, so habe ich oft genug unter dem faszinierenden Eindruck seiner Vortrags- und Debattierkunst gestanden, habe auch das Werden und Wachsen so vieler seiner Schüler beobachtet, daß ich wohl einige Worte über die Kraft dieses Zaubers, Physiker zu entdecken und zu bilden, sagen kann.

Entdecken und Bilden von Begabungen, das sind die beiden Fähigkeiten, die SOMMERFELD in absonderlichem Maße besitzt. Man darf nicht glauben, daß es genügt, ein großer Forscher und guter Dozent zu sein, um bedeutende Schüler heranzuziehen. Gewiß werden zu einem solchen Manne die Studenten hinströmen, aber sie werden kommen und gehen, es wird nicht jenes Band zwischen Lehrer und Schüler entstehen, das weniger in der Übertragung von Wissen und Können besteht, als in der Vermittlung eines Stils der Forschung und der Darstellung ihrer Ergebnisse. Wie SOMMERFELD es macht, aus der großen Schar der Hörer in den Vorlesungen und der Teilnehmer an den Übungen mit Sicherheit die Talente herauszugreifen, habe ich leider nicht durch eigne Anschauung erfahren. Aber aus seiner Veröffentlichungen, besonders aus dem berühmten Buche „Atombau und Spektrallinien“, kann man „theoretisch“ konstruieren, wie sein Unterricht beschaffen sein muß. Da ist vor allem eine glashelle Klarheit. Erst kommt die Beschreibung der empirischen Tatsachen, nicht zu viele Einzelheiten, dafür aber wohl geordnete und übersichtliche Angaben. Dann führt eine einfache Abstraktion zum theoretischen Ansatz, der plötzlich als mathematisches Problem dasteht. Endlich wird die Durchrechnung vollzogen, die mit sinngemäßer Variation eines Wortes aus VISCHERS „Auch Einer“ von dem Grundsatz ausgeht: „Das Mathematische versteht sich immer von selbst“. Dabei wird, je nach der Vorbildung des

Schülers, ein sehr variables Ausmaß an „Strenge“ angewandt. Aber auch anfechtbare Methoden haben bei SOMMERFELD eine überraschende Überzeugungskraft, die auf dem Schwung der Darstellung beruht. Wenn nun am Schluß der Deduktion ein neues Resultat gewonnen ist, so kommt der Sturm auf des Schülers Herz, dem sie alle unterliegen: Die mit schlichten und doch begeisterten Worten vorgetragene Enthüllung der Tragweite des Gefundenen, der Ausdruck von Freude und Stolz, der Natur ein „Quäntchen“ Wahrheit entrissen zu haben. Aber diese große Kunst des Dozierens würde nichts nützen, wenn nicht der Zauber der Persönlichkeit hinzukäme, der direkte geistige Fäden zwischen Lehrer und Schüler erzeugt. Der Schauplatz dieses Vorgangs ist das Seminar, wo durch geschickt gestellte Aufgaben der Scharfsinn der Schüler erprobt, ihr Ehrgeiz geweckt und ihre Begeisterung geschürt wird. Da tauchen die „Wunderkinder“ auf, die schon in den ersten Semestern Enzyklopädieartikel über die schwierigsten Teile der theoretischen Physik schreiben oder mit wichtigen Entdeckungen von neuen Gesetzmäßigkeiten der Spektra hervortreten. Sicherlich ist es kein Zufall, daß immer wieder gerade die Hervorragendsten der Jungen ihre wissenschaftliche Heimat in München haben. Was mag das Geheimnis sein? Daß die Liebe zur Wissenschaft ebenso tief ist wie die Freude an der Verkündung ihrer Größe. Und das ist eigentlich gar nichts Geheimnisvolles, so wenig auch jeder es nachmachen kann. Geheimnis paßt überhaupt nicht zu SOMMERFELD. Wohl spricht er gelegentlich mit leichter Kokeretterie von der Zahlenmystik in den Spektralgesetzen; aber er meint damit bei Leibe nichts philosophisch Dunkles, sondern nur die Feststellung, daß man bislang noch nicht recht hinter diese Gesetze gekommen ist. Das Wort soll wieder einfach ein Köder sein, junge Gehirne zur rastlosen Forschung anzu-spornen; denn wer in SOMMERFELDS Schule ist, für den ist Mystik nur dazu da, beseitigt zu werden. Physik als Anwendungsgebiet philosophischer Prinzipien, wie sie EINSTEIN und BOHR treiben, ist im Grunde SOMMERFELDS Wesen fremd; wenn trotzdem einige seiner jüngsten und bedeutendsten Schüler gerade in der Erforschung der Grundlagen zu großen Leistungen gelangt sind, so muß das auf späteren Einwirkungen, besonders auf dem Umgange mit BOHR, beruhen, sofern überhaupt ein äußerer Anstoß gesucht werden soll.

Sehen wir uns nun nach den sichtbaren Erfolgen von SOMMERFELDS Lehrtätigkeit um, so finden wir — sofern ich mich nicht verzählt habe —

10 Professuren für theoretische Physik an Hochschulen deutscher Zunge von unmittelbaren Schülern besetzt. Wieviele als Assistenten, Lehrer an Mittelschulen, in der Industrie SOMMERFELDSchen Geist verbreiten und verwerten, ist gar nicht festzustellen. Dazu kommen noch zahlreiche Ausländer, die teils in München waren, teils in ihrer Heimat ihn zu hören Gelegenheit hatten. Denn SOMMERFELD ist viel gereist und hat durch Vorträge und Vorlesungen im Auslande gewirkt. Als er von seiner amerikanischen Reise zurückgekehrt war, konnte man noch lange seine Spuren in den amerikanischen Zeitschriften verfolgen, in der Form von Abhandlungen SOMMERFELDScher Prägung. Auch jetzt ist er wieder auf einer großen Reise rings um den Erdball mit Stationen in Indien,

Japan und Amerika. Die fremden Universitäten, die ihn herbeiriefen, wußten von seiner einzig dastehenden Fähigkeit, durch persönliche Einwirkung zu lehren, und sie wollten davon Nutzen ziehen. Aber so groß auch durch diese Reisen der Kreis der Menschen wird, die aus SOMMERFELDS Munde die Fortschritte der Wissenschaft hören dürfen, viel größer noch ist die Zahl derer, die aus seinen Schriften lernen.

Zu diesen gehöre auch ich, und ob es mir gelungen ist, auf dem indirekten Wege des Lesens ein wenig vom SOMMERFELDSchen Geiste einzusaugen, mögen seine eigentlichen Schüler nach diesen Zeilen beurteilen. Ich hoffe und wünsche, es möge ihm beschieden sein, noch zahlreiche Generationen junger Physiker durch seine Lehre zu bereichern.

Sommerfeld und die Atomtheorie.

Von NIELS BOHR, Kopenhagen.

Durch die bahnbrechende Arbeit von SOMMERFELD über die Feinstruktur der Wasserstofflinien wurde die Theorie des Atombaus nicht nur um ein besonders schönes und fruchtbares Ergebnis bereichert, sondern die Beteiligung eines Forschers von seiner Eigenart mußte der ganzen Arbeit auf diesem Gebiete notwendigerweise einen großen Aufschwung bringen. Seine weitgehende Beherrschung der Methoden der theoretischen Physik, die er schon früher auf die angrenzenden Gebiete der Mechanik und Elektrodynamik so erfolgreich angewandt hatte, kam hierbei besonders zur Geltung; vor allem aber sollte seine Gabe, seine Begeisterung auf den ihn umgebenden Kreis zahlreicher Schüler zu übertragen, die reichsten Früchte hervorbringen. Unter der Fülle der Ergebnisse der Theorie des Atombaus in den nächstfolgenden Jahren, die wir dem SOMMERFELDSchen Kreise verdanken, dürfte es schwierig sein, einige besonders hervorzuheben. Der glücklichen Intuition des Führers entsprechend kann man als ihr gemeinsames Merkmal die Bestrebung erkennen, eine sinngemäße Klassifikation des Erfahrungsmaterials mit Hilfe ganzer Zahlen zu erreichen, welche für dessen Einordnung unter die Gesichtspunkte der Quantentheorie vor allem in Betracht kommt.

Während des Ringens mit der Entwicklung eines Gebietes wie dem der Quantentheorie, wo sogar die grundsätzlichen Begriffe sich erst allmählich klären konnten, war es wohl unvermeidlich, daß scheinbare Gegensätze zu Tage traten, indem die einzelnen Forscher besonders Gewicht auf verschiedene Seiten der Sache legten, um darin den Antrieb zu Weiterarbeit zu finden. So war es bei der damaligen Stufe der Entwicklung der Quantentheorie mehr eine Frage des Gefühls, wie stark man in deren Darstellung die Abweichungen

von den klassischen Vorstellungen betonte, oder wie weit man bestrebt war, sie als eine natürliche Verallgemeinerung jener Vorstellungen erscheinen zu lassen. Tatsächlich waren diese beiden Seiten des Forschens untrennbar miteinander verknüpft, und es war ja eben die ständige Erweiterung der Systematik der Quantenzahlen, mit deren Hilfe SOMMERFELD unsere Einsicht in den Ursprung der Serienstruktur der Spektren und der Multiplettaufspaltung der Serienlinien so entscheidend gefördert hat, daß die Mittel darbot, die Korrespondenz mit der klassischen Theorie immer weiter zu verfolgen. Erst die nachfolgende Entwicklungsstufe der Quantentheorie, die uns konsequente quantitative Methoden gegeben hat, konnte hier eine endgültige Klärung herbeiführen und die verschiedenen Seiten des Problems in ihrer vollen Harmonie erscheinen lassen.

Mit seinen Leistungen auf dem engeren Gebiete des Atombaus ist SOMMERFELDS unermüdliche und erfolgreiche Wirksamkeit in der Aufhellung der reizvollen Fragen, welche die Entdeckung der Elementarteilchen und die Entwicklung der Quantentheorie uns gestellt haben, noch keineswegs erschöpft. Mit jugendlicher Begeisterung hat er sich in letzter Zeit, unter Heranziehung der neuen Quantenstatistik, dem Problem der elektrischen Leitfähigkeit der Metalle zugewendet, das trotz der großen Hoffnungen, die sich einst an die klassischen statistischen Methoden geknüpft haben, so lange allen weiteren Angriffen widerstanden hatte. Bekanntlich ist es ihm hier gelungen, die alten Schranken zu durchbrechen und ein fruchtbares Arbeitsgebiet zu eröffnen, auf dem schon eine Schar von Nachfolgern tätig ist. Zu seinem sechzigsten Geburtstag werden alle Physiker ihm von Herzen wünschen, daß er zum Besten unserer Wissenschaft seine volle Kraft noch viele Jahre behalten möge.

Zum siebzigsten Geburtstag Auer von Welsbachs.

VON FRITZ PANETH, Berlin.

Am 1. September dieses Jahres fand in der Einsamkeit der Kärntner Berge eine Feier statt, die dem berühmtesten der österreichischen Chemiker galt, dem Freiherrn CARL AUER VON WELSBACH. Da dieser in Wissenschaft und Technik gleich hervorragende Mann wegen zunehmender Schwerhörigkeit und schließlich Ertaubung seit Jahren in völliger Zurückgezogenheit auf seinem Schloß Welsbach lebt — wie die schwer zugänglichen Schlösser des Märchens enthält es unerhörte Schätze: die seltenen Erden im Privatlaboratorium des Schloßherrn, die an Menge und Reinheit nicht ihresgleichen in der Welt haben —, so faßten alle jene, die dem Siebzigjährigen an seinem Festtag persönlich ihre Verehrung bezeugen wollten, den Entschluß, nach Kärnten zu reisen und sich von der letzten Bahnstation per Auto auf die Anhöhe, die das Schloß trägt, hinaufbringen zu lassen. Vielleicht spricht nichts so sehr für die Beliebtheit und das hohe Ansehen, dessen sich der Jubilar erfreut, wie die große Zahl der Gratulanten, die sich aus aller Welt am Morgen des 1. September zur völligen Überraschung des Gefeierten in seinem Schloßpark eingefunden hatten; offizielle Vertreter der österreichischen Behörden, Industriellenverbände, wissenschaftliche Korporationen, Abgesandte von Universitäten und Technischen Hochschulen, und Delegierte der verschiedensten Vereine. Wenn auch die mündliche Verständigung mit dem Jubilar erschwert war, die Ehrendiplome, Adressen und Urkunden, die ihm überreicht wurden, sprachen eine stumme, aber um so eindringlichere Sprache. Es sei erwähnt, daß AUER VON WELSBACH an diesem Tage zu den ihm schon früher verliehenen Ehrendoktoraten der Universität Graz und der Technischen Hochschulen Wien und Karlsruhe noch die Ehrendoktorate der Universität Freiburg und der Technischen Hochschule Graz erhielt, sowie den Ehrensator der Universität Heidelberg. Alle Auszeichnungen schienen den Jubilar aufrichtig zu freuen, vielleicht am meisten aber eine Aufmerksamkeit, die die Deutsche Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft für ihn erdacht hatte; sie überreichte durch ihre beiden Vertreter zwei große Krystallvasen, die eine in einem eigenartigen violetten, die andere in einem ebenfalls ungewohnten grünen Licht erglänzend. Es sind die zwei ersten in einer Glashütte erzeugten Gläser, die mit den von AUER im Jahre 1885 entdeckten seltenen Erden Neodym und Praseodym gefärbt worden sind.

Die Deutsche Chemische Gesellschaft hat ihrem Ehrenmitglied AUER VON WELSBACH eine Adresse überreichen lassen. Da diese einen Überblick über die verschiedenen Tätigkeitsgebiete gibt, auf denen AUER Großes geleistet hat, und zugleich erkennen läßt, in welchem Ansehen er auch seiner persönlichen Eigenschaften wegen bei seinen Fachkollegen steht, so sei sie hier im Wortlaut wiedergegeben:

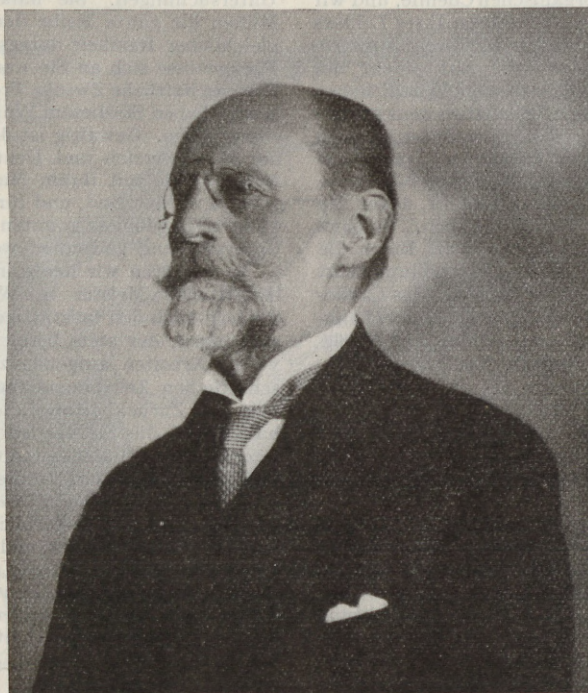
Hochverehrter Herr Jubilar!

Anderthalb Jahrzehnte sind verflossen, seit die Deutsche Chemische Gesellschaft Ihnen die größte

Auszeichnung verliehen hat, die sie zu vergeben vermag, die Ernennung zum Ehrenmitglied. Mit Stolz betrachten wir Sie seit jener Zeit in besonders hohem Sinn als zu unserer Gesellschaft gehörig, und so bietet der heutige Tag, an dem Sie das siebente Jahrzehnt vollenden, uns willkommenen Anlaß, dieses Jubiläum im Geiste mit Ihnen zu feiern und uns Ihr Leben und Ihr Werk bis zu diesem zeitlichen Markstein in Erinnerung zu rufen.

Selten war es einem Manne vergönnt, beide Gebiete unserer Wissenschaft, die reine Forschung und die industrielle Anwendung, mit den Gaben seines Talenten so außerordentlich zu befruchten und auf beiden so reiche Ernten reifen zu sehen. Ihr Name als der eines der führenden Techniker der Gegenwart ist jedem Laien geläufig. Die Erfindung des nach Ihnen benannten Gasglühlichts

lenkte die Beleuchtungsindustrie in neue Bahnen und hat es allein ermöglicht, daß sich das Leuchtgas im Konkurrenzkampf mit der damals neu aufgetauchten elektrischen Lichttechnik zu behaupten vermochte. Auch heute noch wird das Gasglühlicht in einer Unzahl von Ausführungsformen in allen Erdteilen verwendet, und trotz der jahrzehntelangen Arbeit, die Wissenschaftler und Techniker seiner Ausgestaltung gewidmet haben, ist bei Verwendung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe zur Beleuchtung das von Ihnen gefundene Prinzip des Glühlichts unverändert geblieben. Aber auch die elektrische Beleuchtungstechnik hat Ihrem erfinderischen Geist einen wichtigen Anstoß zu danken; Sie haben es verstanden das Osmium in Fadenform zu bringen und damit die erste praktisch verwendbare Metallfadenlampe herzustellen. Damit war der Grund gelegt, auf dem später die Glühlampenindustrie die Wolframfadenlampe zu ihrer beherrschenden



CARL AUER VON WELSBACH
Selbstaufnahme Sommer 1928

den Stellung entwickelt hat. Und noch auf einem dritten Gebiet hat sich Ihr Blick für technische Verwendungsmöglichkeiten glänzend bewährt: die von Ihnen gefundenen pyrophoren Legierungen aus Eisen und seltenen Erden haben in Feuerzeugen vielgestaltiger Art Weltverbreitung erlangt.

Es waren keine Zufallsfolge, die Ihnen auf industriellem Gebiet beschieden waren. In unermüdlicher Arbeit wußten Sie die zahllosen Schwierigkeiten, die Ihnen die Tücke der Objekte und der Widerstand der stumpfen Welt boten, zu besiegen, und der fruchtbare Nährboden Ihrer großen Erfindungen war und blieb die Tätigkeit im wissenschaftlichen Laboratorium.

Haben Ihre praktischen Erfolge Ihren Namen in der ganzen Welt berühmt gemacht, so sichern Ihre rein wissenschaftlichen Entdeckungen Ihnen den Rang unter den größten Meistern der anorganischen Chemie, und wir verehren in Ihnen den echten Nachfahren Ihres Lehrers BUNSEN, dessen Spuren Sie auch in Ihren spektroskopischen Arbeiten gefolgt sind. Auf einem der schwierigsten Gebiete, dem der seltenen Erden, haben Sie höchste Erfolge aufzuweisen. Sie haben neue scharfsinnige Methoden in die analytische Chemie der seltenen Erden eingeführt und dadurch ungeahnte Trennungsmöglichkeiten eröffnet. Ihnen gelang der Nachweis, daß das Didym aus zwei Elementen besteht, denen Sie die Namen Praseodym und Neodym gaben. In ganz derselben Weise verdankt die Wissenschaft Ihnen die erste Erkenntnis, daß auch das alte Ytterbium nicht einheitlich ist, sondern ein zweites Element, das Cassiopeium, enthält. So haben Sie die Zahl der uns bekannten chemischen Elemente um zwei erhöht, ein Erfolg, den auch die frühere, noch vielfach Neuland erschließende Generation von Chemikern als außerordentlich gepriesen hätte, und der zu Ihrer Zeit, als das Gebiet chemisch schon so gründlich durchforscht war, aber das Hilfsmittel der Röntgenspektroskopie noch nicht zur Verfügung stand, ganz besonders hoch einzuschätzen war.

Nach der Entdeckung der radioaktiven Substanzen, von denen einige nach ihren chemischen Reaktionen zu den seltenen Erden zu zählen sind, haben Sie die unvergleichliche Erfahrung, die Sie auf diesem Gebiet besitzen, in den Dienst der neuen Forschungsrichtung gestellt. Von den vielen kostbaren radioaktiven Präparaten, die Sie aus großen Mengen von Ausgangsmaterial in früher nicht bekannter Konzentration gewannen und deren weitere Untersuchung Sie dem Wie-

ner Institut für Radiumforschung überließen, sei nur das von Ihnen isolierte, an Ionium besonders reiche Thorium erwähnt. Ist es doch außer den bekannten radioaktiven Bleiarten der einzige Stoff, bei dem es gelungen ist, die von der Isotopenforschung vorausgesagten Schwankungen im Verbindungsgewicht experimentell festzustellen.

Dies führt uns zu der Seite Ihres Wirkens, deren sich Gelehrte vieler Länder heute mit besonderer Dankbarkeit erinnern, Ihrer steten Hilfsbereitschaft, wo es galt die Forschungen anderer zu unterstützen. Das Gebiet der seltenen Erden, nur von wenigen Experimentalforschern beachtet, als Sie es zu Ihrem Spezialstudium erwählten, steht heute für Fragen des Atombaus im Mittelpunkt theoretischen Interesses und reinste Präparate sind die Vorbedingung für viele grundlegende Untersuchungen. Sie haben als Frucht jahrelanger Mühen die ganze Reihe der seltenen Erden in unvergleichlicher Reinheit dargestellt, und wann immer ein Fachgenosse sich an Sie wandte mit der Bitte, ihm für wissenschaftliche Zwecke Proben Ihrer Schätze zu überlassen, haben Sie diesem Wunsch in größzügigster Weise entsprochen. Gewaltig ist die Zahl der Arbeiten, nicht nur in Österreich und Deutschland, sondern auch im Ausland, die mit ihrem Material seltener Erden ausgeführt worden sind, und für Chemie und Physik gleich wichtige Ergebnisse konnten nur dank Ihrer selbstlosen Unterstützung gewonnen werden.

So verehren wir heute in Ihnen nicht nur den unbestrittenen Meister in Wissenschaft und Technik, sondern auch den tatkräftigen Förderer fremder Untersuchungen, der stets bereit war, seine eigenen mühevollen Arbeiten aufgehen zu lassen in neuen wissenschaftlichen Zusammenhängen, mit jener Bescheidenheit und Zurückhaltung, die Sie auch im Leben geübt haben und die Sie ebenso auszeichnet wie die Überlegenheit Ihrer Fähigkeiten und der Glanz Ihrer eigenen berühmten Arbeiten. In diesem unpersönlichen Dienst an der Wissenschaft nicht weniger als in den Leistungen, die Ihren Namen unsterblich gemacht haben, sind Sie uns Vorbild und Führer, und unser Wunsch am heutigen Tage geht dahin, daß Sie der deutschen chemischen Wissenschaft und der Deutschen Chemischen Gesellschaft noch lange in unveränderter Frische als eine ihrer größten Zierden erhalten bleiben mögen.

Berlin, den 1. September 1928.

Die Deutsche Chemische Gesellschaft.

Grundprobleme der Geologie Europas.

VON S. VON BUBNOFF, Breslau.

IV. Die Verbreitung der Eiszeit und die Großgliederung von Europa.

Die Großgliederung Europas weist eine bemerkenswerte Symmetrie in bezug auf den alten Kern des Kontinents — den Block von Fennoskandia — auf. Im Westen und Osten wird dieser alte Kern von zwei deutlichen Depressionen — der Nordsee und dem an das Weiße Meer anschließenden Gebiete flankiert. Die letztgenannte Depression liegt zwar heute etwas über dem Meeresniveau, ist aber in der unmittelbaren Vergangenheit vom arktischen Yoldia-Meer überflutet gewesen, so daß damals die symmetrische Flankierung noch deutlicher war. Diese Depressionen sind zum mindesten seit der Jurazeit nachweisbar.

Jenseits dieser Depressionen erhebt sich im Westen das alte kaledonische Gebirge Englands und Schottlands, im Osten das etwas jüngere, aber ebenfalls paläozoische Gebirge Ural-Novaja Zemlja.

Die symmetrische Verteilung zeigt sich schon im Devon, wo der „rote Saum“ des nordeuropäischen Urkontinents im Westen von Schottland bis Aachen, im Osten vom Weißen Meer bis Königsberg verfolgt werden kann.

Im Süden wird der alte Block Fennoskandias ebenfalls von Depressionen begleitet; im Südwesten liegt der bewegliche Schelf von Mitteleuropa (Pariser Becken, norddeutsche Tiefebene, baltische Mulde), im Osten der stabilere Schelf der Moskauer Schüssel. Zwischen beide ist als

trennender Rücken der scythische Wall Ostpolens und Weißrußlands eingeschoben.

Südlich davon steigt der Kranz der mitteleuropäischen Mittelgebirge vom Zentralplateaus Frankreich bis zu den Sudeten im Westen, vom podolischen Massiv bis zum Ust-Urt-Plateau im Osten empor. Auch diese Gliederung ist uralt — der „franko-podolische“ Rücken macht sich schon vor dem Kambrium bemerkbar. Die genannten Großschollen blieben ihrer Bewegungstendenz, ihrem epirogenetischen Charakter durch alle geologischen Ären treu.

So wurde Fennoskandia zum glazialen Erosionsgebiet, die um die Eiskalotte herum gruppierten „periglazialen“ Rücken von Schottland über Mitteleuropa bis zum Ural zu einem Kranz kleiner selbständiger Vereisungsgebiete (Schottland, Wales, Irland, Vogesen, Schwarzwald, Riesengebirge, Karpathen, Ural, Timan, Novaja-Zemlja), in komplizierter Wechselwirkung mit Flußerosion, Flußsedimentation und äolischer Sedimentation.

So enthüllen schon die großen Züge der eis-

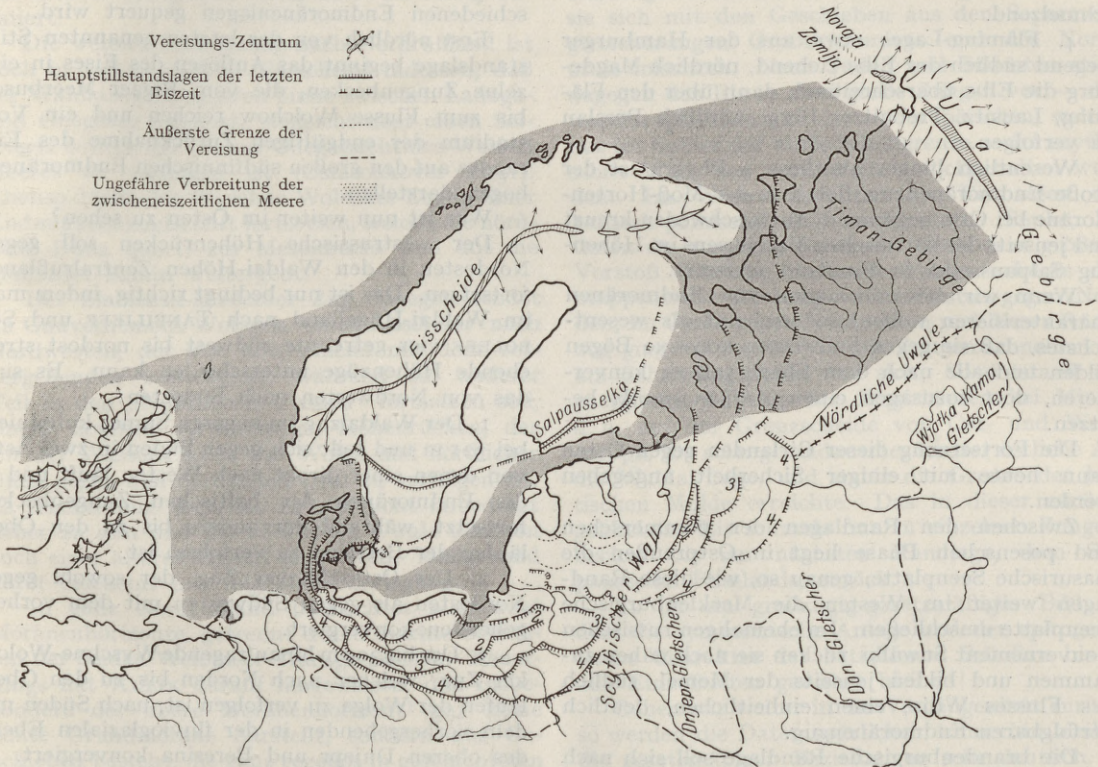


Fig. 1. Die Vereisung Nordeuropas. 1. Baltisch-Waldai Phase; 2. Posen-Ostaschkow Phase; 3. Brandenburg-Wysche-Wolozker Phase; 4. Fläming-Moskauer Phase; Punktirt: Gotiglaziale Zungenbecken des Baltikums.

Man ist heute ziemlich einig darüber, daß die Gletscherkalotte der Eiszeit, welche über Skandinavien mit 2000 m, über Norddeutschland mit einigen 100 m lastete, die Schwereverteilung des Kontinents erheblich beeinflußt hat. Zunächst mußte eine allgemeine Depression die Folge sein; aber die einzelnen Schollen von verschiedener epirogenetischer Tendenz reagierten verschieden, indem die Hebunggebiete nachträglich ihre Normaltendenz im Aufsteigen dokumentierten, die Senkungsgebiete aber niedergedrückt blieben; liegt doch in Norddeutschland heute die Unterlage des Diluviums bis zu 100 m unter dem Meeresspiegel, ohne das präglaziale marine Sedimente eine vor-diluviale Meeresbedeckung anzeigen würden — die Senkung ist erst in der Eiszeit erfolgt und noch nicht wieder wettgemacht.

zeitlichen Geschichte ihren Zusammenhang mit dem epirogenetischen Charakter der Kontinentalteile. Doch ist dieser Zusammenhang noch viel enger, denn in der Tat hat der epirogenetische Charakter der Scholle Eisbewegung und Eisverbreitung weitgehend beeinflußt. Das ist besonders an der Geschichte der letzten Eiszeit zu verfolgen, die sich besser überschauen läßt als die vorhergehenden.

Die einzelnen Phasen der letzten Eiszeit hat neuerdings WOLDSTEDT in ihrem Verlauf innerhalb Deutschlands übersichtlich zusammengefaßt. Wir können demnach von Norden nach Süden drei und zum Teil vier Hauptstillstandslagen des Eises unterscheiden, die zum Teil deutlich durch Endmoränenzüge gekennzeichnet sind; die südlichste ist die älteste (vgl. Fig. 1):

1. Baltisch-pommersche Lage: von Ostjütland über Kiel, Pommern, Danzig bis in den nördlichen Teil Masurens zu verfolgen.

2. Jütsche Lage, in Zentraljütland einheitlich, weiter nach Süden zerfallend in

Posensche Lage: Südmecklenburg, Uckermark, Barnimer Plateau nördlich von Berlin, Posen, Gnesen;

3. Brandenburger Lage, in der Prignitz von der vorhergehenden abzweigend, dann südlich von Berlin und in Südposen zu verfolgen, weiter im Osten angeblich wieder mit der vorigen verschmelzend.

4. Fläming-Lage: etwa aus der Hamburger Gegend südlich der Elbe ziehend, nördlich Magdeburg die Elbe überschreitend, dann über den Fläming, Lausitz, Trebnitzer Berge nördlich Breslau zu verfolgen.

Wesentlich jünger als diese 4 Phasen ist der große Endmoränenzug, der, von der Moß-Horten-Moräne bei Oslo beginnend, Mittelschweden kreuzt und jenseits des bottnischen Meerbusens im Höhenzug Salpausselkä in Finnland fortsetzt.

Wenn wir diese Girlanden von Endmoränen charakterisieren wollen, so erscheint als wesentlichstes, daß sie gegen Südwesten konvexe Bögen bilden und alle nach dem Skagerrak zu konvergieren, dort sozusagen einen *Aufhängepunkt* besitzen.

Die Fortsetzung dieser Girlanden gegen Osten kann heute mit einiger Sicherheit angegeben werden.

Zwischen den Randlagen der pommerschen und posenschen Phase liegt in Ostpreußen die masurische Seenplatte, genau so, wie diese Randlagen weiter im Westen die Mecklenburgische Seenplatte umschließen. Im ehemaligen russischen Gouvernement Suwalki rücken sie noch näher zusammen und bilden jenseits der Memel, südlich des Flusses Wilja, einen einheitlichen, deutlich verfolgbaren Endmoränenzug.

Die brandenburgische Randlage soll sich nach WOLDSTEDT noch im Posenschen mit der vorhergehenden vereinen; unbedingt sicher ist das nicht, vielmehr könnte sie in einer der mittelpolnischen Randlagen fortsetzen und etwa bei Warschau die Weichsel queren. Dann würde sie allerdings auch nach Nordosten abshwenken, in dem Endmoränenbogen südlich Grodno fortsetzen und noch weiter im Nordosten, etwa bei Minsk, innerhalb des westrussischen Höhenrückens, mit den inzwischen vereinigten jüngeren Randlagen zusammenlaufen.

Wie dem auch sei, die älteste (Fläming-) Phase ist weiter im Süden deutlich zu erkennen. Sie verläuft nördlich Czenstochau, quert die Weichsel südlich von Pulawy, den Bug südlich von Wlodawa, wo noch Endmoränen entwickelt sind und schwenkt dann ebenfalls scharf nach Nordosten ab, um im Raume Baranowitschi-Minsk mit allen schon genannten Lagen zu verschmelzen.

Der westrussische Höhenrücken, welcher eine gegen Nordosten abgedrehte Fortsetzung des bal-

tischen darstellt, zeigt also bei Minsk eine Konvergenz, eine Schaarung aller nach Westen ausstrahlenden Randlagen. Aber auch weitere, noch jüngere Randlagen sind hier eingeschlossen; so vor allem der große Endmoränenbogen Hochzamaiens, der in der Moräne nördlich der Wilja fortsetzt und an der Beresina mit allen genannten Phasen konvergiert. Es ist ein Verdienst von MORTENSEN und KRAUS, mit aller Schärfe darauf hingewiesen zu haben, daß der baltisch-westrussische Höhenrücken nicht einfach eine Endmoränenaufschüttung darstellt, sondern von verschiedenen Endmoränenlagen gequert wird.

Erst nördlich von der letzten genannten Stillstandslage beginnt das Auflösen des Eises in einzelne Zungenbecken, die vom Rigaer Meerbusen bis zum Flusse Wolchow reichen und ein Vorstadium der endgültigen Zurücknahme des Eisrandes auf den großen südfinnischen Endmoränenbogen darstellen.

Was ist nun weiter im Osten zu sehen?

Der westrussische Höhenrücken soll gegen Nordosten in den Waldai-Höhen Zentralrußlands fortsetzen. Das ist nur bedingt richtig, indem man im Waldai-Hügelland nach TANFILIEFF und SOBOLEFF vier getrennte südwest bis nordost streichende Höhenzüge unterscheiden kann. Es sind das von Nordwesten nach Südosten:

1. Der Waldaizug im engeren Sinne; kulminiert bei 321 m und teilt sich gegen Süden in zwei Äste, von denen einer direkt nach Westen läuft und in die Endmoränen der baltischen Zungenbecken fortsetzt, während der andere bis zu den Oberläufen der Beresina zu verfolgen ist.

2. Der Ostaschkover Zug, der sowohl gegen Nordosten als gegen Südwesten mit dem vorhergehenden konvergiert.

3. Der bis 300 m hinaufragende Wyschne-Wolozker Zug, welcher nach Norden bis zu den Oberläufen der Wolga zu verfolgen ist, nach Süden mit dem vorhergehenden in der fluvioglazialen Ebene des oberen Dnjepr und Beresina konvergiert.

4. Der niedrigere und verwaschene Smolensk-Moskauer Zug, welcher indessen doch deutlich einerseits bis zum Oberlauf des Dnjepr fortsetzt, andererseits bis in das Gouvernement Wologda zu verfolgen ist.

Diese rein objektiv der Literatur entnommenen Daten zeigen eine ganz auffallende Analogie zu Westeuropa. Es ist noch besonders zu bemerken, daß zwischen 1. und 2. eine Seenplatte entwickelt ist, genau wie zwischen der pommerschen und posenschen Phase im Westen und daß der äußerste (vierte) Zug ein ebenso verwaschenes Gepräge darstellt, wie die Fläming-Phase des Westens; er trennt die moränenbedeckte Waldlandschaft Nordrußlands von der lößbedeckten Steppenlandschaft des Südostens, was durchaus den Verhältnissen der äußersten Randlage der letzten Vereisung im Westen entspricht.

Wir sehen also, genau wie in Westeuropa, vier Randlagen, die sämtlich gegen Südwesten, nach

der Gegend von Minsk konvergieren, d. h. die *Minsker Gegend entspricht nicht nur einer Schaarung der westlichen, sondern auch einer Schaarung der genau gleich gestalteten östlichen Bögen.*

Es ist wohl kaum ein Zufall, daß diese Schaarung ausgerechnet in dem Gebiete des scythischen Wallles, der großen Trennungslinie West- und Osteuropas, stattfindet (vgl. Artikel III). Hier, auf der alten Hebungszone zwischen baltischer Mulde und Moskauer Schüssel, entsteht diese ungeheure Raffung aller nach Süden und Südosten vorstoßenden Eisgirlanden, die bis in die jüngsten Phasen der letzten Eiszeit (gotiglaziale Zeit nach DE GEER) andauert.

Die weitere Fortsetzung nach Nordrußland ist noch in vielem unklar. Es scheint indessen, daß der Waldaizug im engeren Sinne zwischen Ladoga und Onegasee fortsetzt, vielleicht aber einen Seitenast besitzt, der bis zur Onegabucht des Weißen Meeres zu verfolgen ist (Ostaschkover Zug?). Ebenso dürfte der Wyschno-Wolozker Zug in einer Endmoränenlandschaft fortsetzen, welche die nördliche Düna quert, zur Mesenbucht und auf die Halbinsel Kanin weitergeht.

Der Smolensk-Moskauer Zug dagegen sendet im Gouvernement Wologda einen Ausläufer nach Nordwesten, der also anscheinend mit dem vorhergehenden konvergiert, während ein anderer Teil in den „Nördlichen Uwalen“ fortsetzen soll, einem ziemlich verwachsenen Höhenrücken, der auf der Wasserscheide von Wolga und nördlicher Düna gegen den nördlichen Ural zu verfolgen ist. Es scheint mir aber das Letzte nicht unbedingt sicher zu sein und die nördlichen Uwale könnten auch einer älteren Eiszeit angehören. Maßgebend dafür erscheint mir folgende Überlegung.

In ganz Nordrußland beobachtet man zwei Moränenhorizonte, getrennt durch marine Schichten der beiden Weißmeer-Transgressionen. Neuerdings hat KULIK darauf hingewiesen, daß insbesondere der obere Moränenhorizont¹ gar keine echte Grundmoräne darstellt, sondern aus Geschieben besteht, die ganz regellos in geschichteten Tonen mit marinen Fossilien enthalten sind. Er sieht darin Ablagerungen unter Beihilfe der Eisdrift, d. h. Verhältnisse, wie sie noch heute nach SAMOILOFF im Barents-Meer herrschen. Die Geschiebe entstammen dann dem am Meeresufer kalbenden Gletschern Nordskandinaviens (Kolahalbinsel) und des nördlichen Urals, die demnach in der letzten Eiszeit durch ein Meer getrennt waren, genau wie die Gletscher Skandinaviens und Schottlands. Nur die ältere größere Eiszeit hat diese Depression überwunden.

Diese in neuer Form aufgelebte Drifttheorie hat, trotz mancher vorgebrachten Einwände und noch zu klärender Probleme manches Bestechende. Für unsere spezielle Fragestellung würde sie besagen, daß die Uwale keine Fortsetzung der äußersten Randlage der letzten Vereisung darstellen, sondern daß diese Randlage mit allen übrigen

¹ Der also der letzten Eiszeit angehört.

gegen Norden, d. h. gegen die Eisscheide auf der Halbinsel Kola konvergiert. *Hier liegt also der andere Aufhängepunkt der Eisgirlanden der letzten Eiszeit, der Gegenpol zum Skagerak.*

Wir erhalten also für die letzte Eiszeit folgendes großzügige Bild von erstaunlicher Symmetrie:

Von der Eisscheide Skandinaviens stieß das vordringende Eis zentrifugal vor. Im Osten und Westen erreichte es bald die marinen Depressionen des erweiterten Weißen Meeres und der Nordsee (alte, seit dem Jura bekannte Tiefenzone) und die am Ufer kalbenden Gletscher sedimentierten ihr Geschiebe in diesen Senken des Yoldiameres, wo sie sich mit den Geschieben aus den Separatvergletscherungen Großbritanniens und des Nordurals mischten. Nach Süden und Südosten stieß dagegen das Eis in zwei große Zungen vor — der westeuropäischen und der osteuropäischen, welche nur im Gebiet der alten Schelfgrenze — im scythischen Wall, von vornherein zurückgehalten wurden. Im Westen erfüllten die Eismassen die baltisch-polnische und norddeutsche Senke, im Osten die russische Schüssel. Nach dem größten Vorstoß (Fläming-Moskauer Phase) erfolgte der etappenweise Rückzug — im Westen gegen Norden, im Osten gegen Nordwesten und dieser Rückzug ging naturgemäß in den Zungen schneller, als am Schaarungspunkt vor sich. So entstand die energische Raffung der Eisgirlanden bei Minsk, d. h. auf der Grenzscheide von Ost- und Westeuropa, die solange andauerte, bis der östliche Ast die Waldai-Lage, und somit die Grenze der baltischen Mulde erreichte. Das in dieser zurückgebliebene Eis schmolz nun in einzelnen Zungenbecken bis zur nächsten Randlage, dem Sallausselkä Finnlands, zurück.

Es ist ein großzügig-gesetztes Bild, in dem die symmetrische Anlage und der epirogenetische Charakter der betroffenen Schollen bis in alle Einzelheiten gewahrt bleiben!

Gehen wir weiter in die Vergangenheit zurück, so werden die Daten spärlicher; immerhin bleiben die gesetzmäßigen Beziehungen sehr deutlich.

Die vorletzte Eiszeit hat viel weiter um sich gegriffen; sie überwältigte die beiden Randsenken im Osten und Westen (Nordsee und Weißes Meer) und drängte die Spezialvereisungen Großbritanniens und des Nordurals zurück. Im Südwesten stieß sie bis zu den Rheinmündungen, bis zu den deutschen Mittelgebirgen und den Karpathen vor. Sie erfüllte also die ganze alte epirogenetische Senke Norddeutschlands und erst die alten Hebungsbezirke von Brabant bis Podolien geboten ihr Halt. Im Südosten hat das Eis den scythischen Wall überwältigt und ist dann in zwei Riesenzungen längs dem Dnjepr und dem Don nach Südrußland vorgedrungen. Aber auch hier ist die epirogenetische Bindung deutlich: die beiden Zungen sind alte Depressionen und die beiden Blöcke Südrußlands-Podolien und Woronesch — bleiben eisfrei.

Die drittletzte Eiszeit endlich ist in West-

europa fast ebenso weit gelangt wie die vorletzte; dagegen scheinen ihre Spuren in Ostpreußen, im Baltikum und in Polen zu fehlen. Man hat daraus abgeleitet, daß sie im wesentlichen eine Angelegenheit Westeuropas ist und daß jede neuere Vereisung jeweils weiter nach Osten vordrang, das Vereisungszentrum also von West nach Ost wanderte. So bestechend das auf den ersten Blick ist, erscheint diese Ansicht kaum haltbar, nachdem neuere russische Untersuchungen die Anwesenheit der Moränen dieser Eiszeit in Zentralrußland zum mindesten sehr wahrscheinlich gemacht haben (MIRTSCHINK). Wohl aber hat sich dort gezeigt, daß diese älteste Vereisung bei weitem nicht so weit vordrang, als die nächste und kaum über das Gebiet der letzten Eiszeit hinausreichte. Darin liegt ein klarer Unterschied zwischen dem Osten und dem Westen.

Wenn nun die Moränen dieser Eiszeit im Grenzstreifen Polens und Ostpreußens fehlen, so kann das verschiedene Gründe haben. Erstens wäre daran zu denken, daß in dieser Eiszeit auch zwei Zungen bestanden, die, ähnlich wie später, im Grenzstreifen primär stark nach Norden gerafft waren. Zweitens ist zu berücksichtigen, daß diese Eiszeit, wie gesagt, im Osten bei weitem nicht so weit reichte, wie die folgende. Dann müssen ihre Spuren aber weitgehend zerstört sein. Es ist nämlich folgendes zu bedenken: Im Gebiete eines Eis-

stromes kann man ein dem Vereisungszentrum genähertes Erosionsgebiet und ein marginal gelegenes Sedimentationsgebiet unterscheiden. So gehören Schweden, Finnland und Estland fast ganz dem Erosionsgebiet der letzten Eiszeit an. Greift das Eis nach Süden vor, so verschiebt sich die Grenze von Erosion und Sedimentation ebenfalls nach Süden. Hat nun die vorletzte Eiszeit am weitesten vorgegriffen, so verhalten sich die einzelnen Gebiete so (ausgezogen: Erosionsbezirk; gestrichelt: Sedimentationsbezirk:

III. Eiszeit		
II. „		
I. „		
	Norden	Süden

Es erhellt ohne weiteres, daß die Verhältnisse für die Erhaltung der Sedimente der ersten Eiszeit ungünstig liegen; ein großer Teil ihres Sedimentationsgebietes, wenn nicht ganz, mußte späterer Erosion zum Opfer fallen.

Dieses Problem soll hier nicht weiter verfolgt werden. Deutlich erkennen wir aber, daß die alte Uranlage des Kontinents, seine epirogenetischen Einheiten, durch das darüber gebreitete Eis und seine Zungen hindurchschimmern, daß eben diese Eislast sie zur Betonung ihres Grundcharakters zwang und dadurch auch den Girlanden der Endmoränen Form und Gestalt vorschrieb, das Vordringen des Eises hemmend oder befördernd.

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.

Über die Polarisisation des von Wasserstoffkanalstrahlen ausgesandten Lichtes in elektrischen Feldern.

Untersucht man die Polarisisation des Lichtes von H-Kanalstrahlen (STARK-LUNELUND-Effekt) in einem elektrischen Felde, dessen Kraftlinien senkrecht auf der Kanalstrahlrichtung stehen, so zeigt sich ähnlich wie bei K. L. HERTEL [Physic. Rev. 29 (1927)] bei zunehmender Feldstärke eine Abnahme des Polarisationsgrades bis auf Null und bei weiterer Steigerung des Feldes eine lineare Polarisisation in der Feldrichtung, die einem Sättigungswerte zustrebt. (Analogie zu dem von H. W. B. SKINNER gefundenen Polarisisationseffekt.) Bei einem Winkel von 45° zwischen Feld- und Kanalstrahlrichtung erscheint in Analogie zu den HANLESCHEN Messungen [Z. Physik. 35 (1926)] das ursprünglich linear polarisierte Licht im allgemeinen elliptisch, bei einer angelegten Spannung von 600 Volt (Plattenabstand 3 cm) fast zirkular polarisiert. Bei großem Druck im Beobachtungsraum und großen angelegten Spannungen zeigt sich auch hier lineare Polarisisation in der Kraftlinienrichtung.

Beobachtet wurde visuell mit dem von RAUSCH von TRAUBENBERG und S. LEVY verwendeten Interferenzpolariskop und mit kompensierenden Glimmerplättchen. Im Beobachtungsraum herrschte ein Druck von ca. 0,1 mm Hg.

Diese Ergebnisse sind nach der HANLESCHEN Theorie zu erwarten, während die RUPFSCHEN Versuche (Ann.

Physik 85, 515) mit dieser Theorie, welche Elliptizität des Lichtes nur im schiefen Felde erklären kann, nicht vereinbar sind.

Eine ausführliche Publikation erscheint demnächst an anderer Stelle.

Prag, Physikalisches Institut der Universität, den
11. Oktober 1928. ANTON WEIGL.

Über den Widerstand von Legierungen.

Durch die Arbeiten von SOMMERFELD¹, HOUSTON² und BLOCH³ ist die Theorie der metallischen Leitfähigkeit der Elektrizität weitgehend gefördert, und insbesondere das Absinken des gewöhnlichen Widerstandes zu Null für sehr tiefe Temperaturen und ganz reine Metalle erklärt worden. Eine sinngemäße Erweiterung der Theorie scheint nun auch eine befriedigende Erklärung des abweichenden Verhaltens von Legierungen zu geben, die einen konstanten, wesentlich von der Temperatur unabhängigen Zusatzwiderstand aufweisen, der additiv zu dem gewöhnlichen Widerstand hinzutritt (MATTHIESSENSCHE Regel).

Der Grundgedanke ist sehr einfach. Ein jeder Widerstand kommt nur durch Störungen der exakten

¹ Z. Physik 47, 33 (1928), besonders auch Naturwiss. 15, 825 (1927); 16, 374 (1928), ferner L. W. NORDHEIM, Proc. roy. Soc. Lond. 119, 689 (1928).

² Z. Physik 48, 449 (1928).

³ Z. Physik, im Erscheinen.

Periodizität des Metallgitters zustande, so z. B. der gewöhnliche Widerstand durch die Wärmebewegung. In den Legierungen ist darüber hinaus auch bei Abwesenheit von Wärmeschwingungen eine Unregelmäßigkeit vorhanden, indem die einzelnen Gitterpunkte selbst ein verschiedenes Streuvermögen für die Elektronenwellen besitzen, so daß die Streuung in verschiedene Richtungen nicht mehr durch Interferenz völlig ausgelöscht werden kann. Das entsprechende Röntgenoptische Problem ist nun bereits vor längerer Zeit von v. LAUE¹ gelöst worden, dessen Resultate sich ohne weiteres auf unseren Fall übertragen lassen.

Man findet [v. LAUES Formel (7)] für die Streuung eines Kristallstückes mit N Gitterpunkten die Intensität der Streuung in den Raumwinkel ϑ , φ bis $\delta + d\delta$, $\varphi + d\varphi$

$$J d\delta d\varphi = \frac{N}{2} \sum_n \sum_m p_n p_m |\psi_n - \psi_m|^2 \sin \delta d\delta d\varphi, \quad (1)$$

wo ψ_n der Streufaktor eines Atoms von der Gattung n und p_n die mathematische Erwartung dafür ist, ein solches Atom in einem bestimmten Gitterpunkt anzutreffen. Für eine einfache Mischung von zwei Komponenten ist dabei einfach $p_1 = 1 - z$, $p_2 = z$, wenn z der Bruchteil der Fremdatome ist, und daher

$$J d\delta d\varphi = \frac{N}{2} (1 - z) z |\psi_1 - \psi_2|^2 \sin \delta d\delta d\varphi. \quad (2)$$

Die Streuung aus einem bestimmten Elektronenstrahlbündel ist nun gegeben durch

$$S d\delta d\varphi = \frac{v}{V} J d\delta d\varphi,$$

(v = Elektronengeschwindigkeit, V = Volumen). Rechnen wir nun nach SOMMERFELD den durch diese Streuung hervorgerufenen Widerstand aus, so finden wir

$$z = \frac{(1 - z) z h}{2 e^2 Z^{2/3}} \left(\frac{3n}{\pi} \right)^{1/3} \pi Q, \quad (3)$$

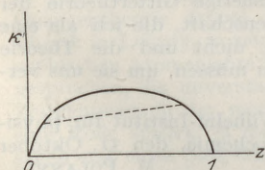
wo $n = \frac{N}{V}$ die Zahl der Atome pro Volumeneinheit, Z die Zahl der Leitungselektronen pro Atom, und

$$Q = \int_0^\pi |\psi_1(\vartheta) - \psi_2(\vartheta)|^2 (1 - \cos \vartheta) \sin \vartheta d\vartheta. \quad (4)$$

ist. πQ läßt sich hierbei direkt als eine Art Wirkungsquerschnitt für die Differenzstreuung der beiden Atomarten auffassen.

Für sehr tiefe Temperaturen, bei denen der Zusatzwiderstand den gewöhnlichen weitaus überwiegt, treten also sehr einfache Verhältnisse auf. Der Widerstand in Abhängigkeit von der Konzentration ist dann durch eine Hyperbel gegeben (siehe Figur). Sie ist also vollkommen

symmetrisch, wenn n sich nicht ändert, und für sehr kleine z geht der Widerstand linear mit der Konzentration. Im Falle von Mischungslücken, d. h. Bildung eines Gemenges von Kristalliten verschiedener Zusammensetzung, ist eine einfache Addition der Einzelwiderstände, d. h. ein linearer Übergang wie punktiert eingezeichnet, zu erwarten, wie es tatsächlich beobachtet wird. Für sehr kleine Konzentration scheint aber fast immer zunächst der einfache Fall des Ersatzes von einzelnen Atomen durch die Zusatzatome einzutreten.



Für die quantitative Prüfung eignen sich am besten die Au-Ag-Legierungen, da sie in jeder Konzentration und großer Reinheit herstellbar sind. Beide Komponenten besitzen ferner dieselbe Gitterstruktur und Gitterkonstante, so daß eine weitere Störung durch Verzerrung des Gitters nicht zu erwarten ist. Alle folgenden Daten sind der Zusammenstellung von GRÜNBEISEN in dem Handb. d. Physik 13, Kap. I entnommen. Man findet in Abhängigkeit von der Konzentration von Ag in Au, indem man von $z = 0,01$ ausgeht (z in 10^{-4} Ohm):

z	0,01	0,025	0,316	0,629
κ beobachtet	0,0035	0,0086	0,073	0,082
κ berechnet	0,0035	0,0088	0,076	0,082

Zum Vergleich sei bemerkt, daß $\kappa = 0,0214$ für reines Au und $T = 273^\circ$ ist. Die Abweichungen sind nur von der Größenordnung des Fehlers in der Bestimmung des Zusatzwiderstandes, die wegen der dabei nötigen Extrapolation für $T = 0$ nicht sehr genau ist.

Der Vergleich der absoluten Größen liefert einen experimentellen Wert für den Wirkungsquerschnitt πQ , (n ist gleich $5,9 \cdot 10^{22}$, und $Z = 1$ angenommen), und zwar $\pi Q = 1,27 \cdot 10^{-16}$, der, als von der gaskinetischen Größenordnung, sehr vernünftig erscheint.

Eine weitere qualitative Bestätigung der Vergleich der Zusatzwiderstände bei Beimischungen verschiedener Fremdmetalle. Hier gilt die allgemeine Regel, daß dieser um so größer ist, je weniger verwandt die Beimischung dem Grundmetall ist, was sich ohne weiteres dahin verstehen läßt, daß die Differenzstreuung natürlich größer wird, und außerdem auch noch Gitterverzerrungen auftreten können. Man hat z. B. einen Zusatzwiderstand bei Beimischung von 1%

d. h. Au in Cu gibt, wie zu erwarten, einen größeren Widerstand als sowohl Ag in Cu als auch Ag in Au:

Ag in Cu	0,0022
Ag in Au	0,0035
Au in Cu	0,0062

Bei höheren Temperaturen sind natürlich kompliziertere Verhältnisse zu erwarten. Da z. B. die elastischen Eigenschaften, und damit der gewöhnliche Widerstand, durch kleine Beimengungen sehr stark geändert werden, so kann hierdurch auch leicht ein ganz unsymmetrisches Verhalten entstehen, wenn diese Änderung für die beiden Komponenten nicht gleichmäßig ist. Es dürfte sehr wohl möglich sein, dies genauer zu verfolgen. Um klare, einfache Bedingungen zu haben, wären aber weitere Untersuchungen von Legierungen bei sehr tiefen Temperaturen sehr wünschenswert. Auf diesem Wege ließe sich auch wohl am ehesten über die Frage des Streuvermögens der Ionen im Metallgitter gegenüber den Elektronenwellen weiterer Aufschluß gewinnen.

Herrn Prof. BOHR bin ich für viele wertvolle Diskussionen zu großem Dank verpflichtet und dem International-Education-Board für die Ermöglichung eines Aufenthaltes in Kopenhagen.

Kopenhagen-Göttingen, Oktober 1928.

LOTHAR NORDHEIM.

Theoretische und erfahrungsmäßige Festigkeit.

In dieser Zeitschrift¹ haben die Herren SMEKAL und JOFFE, beide unter Bezugnahme auf meine Untersuchungen, die Grundlagen der mechanischen Festigkeit am Beispiel des Steinsalzes erörtert. Die Frage der elektrischen Festigkeit, die gleichfalls besprochen wurde, lasse ich im folgenden beiseite. Zu der Frage der mechanischen Festigkeit scheinen mir einige Er-

¹ Ann. Physik 56, 497 (1918).

¹ Naturwiss. 16, 743 (1928).

läuterungen notwendig, damit die Sachlage deutlich wird.

Einen homogenen amorphen Körper, wie Quarz, kann man erfahrungsgemäß, wenn er von Haarrissen frei ist, nur mittels Kräfte zerreißen, die der Summe der Molekularkräfte auf dem Zerreißquerschnitt gleich sind (A. GRIFFITH). Diese Molekularkräfte lassen sich aus der Oberflächenspannung der beim Zerreißen neu geschaffenen Oberfläche und dem Molekularabstand größenordnungsmäßig angeben. Die erhaltene Größenordnung ist im wesentlichen übereinstimmend mit der Größenordnung der Zerreißfestigkeit, die BORN für Krystallgitter aus Ionen abgeleitet hat. Bei den Krystallen aber kann man Gleitung, Schiebung und Zerreißen bereits mit wesentlich kleineren Kräften herbeiführen, ohne daß darin die Wirkung von Haarrissen nachweisbar wäre — ja sogar ohne, daß für den Fall der Gleitung und Schiebung es eine plausible Möglichkeit gäbe, sich eine solche Wirkung vorzustellen.

Wenn man aber einen Krystall Zugkräften oder Druck oder Schubkräften unterwirft, so daß er plastisch nachgibt, so *verformt er sich und ist im verformten Zustande fester*¹. Er nähert sich durch die Verformung dem Verhalten des amorphen Körpers, in welchem sich die Zerreißfestigkeit aus Oberflächenspannung und Molekularabstand größenordnungsmäßig bestimmt.

Dies ist die Einsicht, welche in der Erörterung der Herren SMEKAL und JOFFE unausgesprochen bleibt. Sie trennt insbesondere schon seit jeher meine Auffassung von der des Herrn JOFFE.

Herr JOFFE nahm an, daß der Krystall durch oberflächliche Haarrisse geschwächt ist. Löste er die Haarrisse weg, indem er unter Wasser arbeitete, so war nach seiner Meinung dasselbe Verhalten zu erwarten, das wir heute beim amorphen Körper kennen, nämlich, daß er sich nur mit Kräften zerreißen läßt, die den Molekularkräften entgegengesetzt gleich sind. Die gefundene höhere Festigkeit schien dies zu bestätigen.

Was ich dagegen von meinem Standpunkt aus geltend zu machen hatte, war in erster Linie die Tatsache, daß ein unter Wasser gedehnter Krystall, nachdem man ihn wieder getrocknet hat, fester geworden ist². Daß der Krystall beim Anspannen unter Wasser fließt, ist von Herrn JOFFE keineswegs übersehen worden. Daß aber der unter Wasser gedehnte Krystall nach dem Trocknen in seiner Zugfestigkeit verändert und zwar wesentlich vermehrt ist, war neu und nicht nach der Vorstellung der Haarrisse, sondern nur als eine Verfestigung zu verstehen, die ich oben ausgesprochen habe.

Der Grund dafür, daß Steinsalz bei Belastung unter Wasser eine Verfestigung erfährt, die bei Belastung an der Luft ausbleibt, fand sich in der sehr merkwürdigen Tatsache, daß das Steinsalz unter Wasser schon bei Beanspruchungen fließt, unter denen es an der Luft nicht fließt. Herr JOFFE hat diesen Sachverhalt nicht bemerkt. Er bildet aber die Grundlage für das Verständnis der Erscheinung.

Die Erörterung zwischen Herrn JOFFE und mir steht nun so, daß Herr JOFFE neue Beweise dafür anführt, daß man bei Ausschluß der trivialen Störung durch Haarrisse bei unverformten Krystallen die Zer-

reißfestigkeit von der Höhe der Molekularkräfte findet. Nach meiner Meinung irrt er darin, indem die Kräfte sehr viel niedriger sind. Ich bespreche den letzten bezüglichen Streitfall wegen des großen prinzipiellen Gewichtes der Frage:

JOFFE hat gezeigt, daß Steinsalzkugeln, die aus flüssiger Luft plötzlich in siedende Kochsalzlösung (100° C) oder auch in einem Bleibad von 600° C eingebracht werden, bei diesem Wechsel unverseht bleiben. Er berechnet, daß dabei im Innern außerordentlich hohe Zugspannungen auftreten, und zwar 25 kg/mm² bei Erhitzung auf 100° C, und 70 kg/mm² bei Erhitzung auf 600° C. Wäre diese Rechnung zutreffend, so wäre der Beweis für die gittertheoretische Festigkeit zumindest für allseitigen Zug erbracht.

Aber ich glaube nicht, daß die berechneten Spannungen in der Kugel auftreten. Denn Spannungen im Innern sind nur möglich, wenn die äußere Kugelschale den entsprechenden Druck, ohne plastisch nachzugeben, verträgt. Nun ist in der von GRUENBERG¹ auf Anregung von JOFFE ausgeführten Berechnung des Spannungszustandes der plötzlich erhitzten Kugel festgestellt worden, daß die Druckspannung in der Außenschale etwa das 2,7fache der Zugspannung im Innern beträgt. Damit die von JOFFE berechneten Zugspannungen im Innern auftreten, müßte demnach die Außenschale der Kugel bei 100° C 67 kg/mm² bei 600° C 190 kg/mm² Druck aushalten, ohne plastisch nachzugeben. Dem steht nach eigenen Messungen von JOFFE gegenüber, daß Steinsalz bei einer Temperatur von 100° C schon bei 0,65 kg/mm² und bei einer Temperatur von 600° C sogar schon bei 0,15 kg/mm² plastisch fließt. Die Voraussetzungen der Rechnung treffen also nicht im entferntesten zu. Wie groß die Spannungen sind, die in der Kugel wirklich auftreten, kann ich freilich nicht sagen, aber ich sehe einstweilen keinen Grund für die Annahme, daß sie die normale Zugfestigkeit übersteigen. Eine Entscheidung wäre wohl möglich durch Messung der *Ausdehnung*, die die Kugel bei der Erwärmung erfährt (während das Innere der Kugel noch kalt ist); diese liefert ein Maß für die Anspannung des Innern.

Zusammengefaßt kommt es darauf hinaus, daß nach Herrn JOFFE die Krystalle bei Ausschluß von Haarrissen, ebenso wie die amorphen Körper, bei denen nach GRIFFITH dieser Sachverhalt erwiesen ist, nur bei so hohen Spannungen reißen, wie sie sich aus Oberflächenspannung und molekularem Wirkungsbereich ergeben. Nach meiner Meinung ist es eine grundsätzliche Eigentümlichkeit des kristallisierten Zustandes, daß im unverformten Krystall wesentlich kleinere Kräfte genügen, und daß er erst durch Verformung fester wird und sich dem Festigkeitsverhalten des Amorphen nähert. Die bisherige Gittertheorie der Krystalle enthält diese Eigenschaft, die ich als eine Grundeigenschaft anspreche, nicht und die Theorie wird ihren Bestand erweitern müssen, um sie uns verständlich zu machen.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, den 31. Oktober 1928.
M. POLANYI.

Eine neue Methode zur Richtungsbestimmung von Gamma-Strahlen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Zwei GEIGERSche Elektronenzähler, hintereinander in ein Gammastrahlenfeld gebracht, zeigen neben den

¹ Z. Physik 35, 548 (1926).

¹ M. POLANYI und E. SCHMID (1923) Schubverfestigung. G. MASING und M. POLANYI (1923) Reißverfestigung. In dem zusammenfassenden Artikel Naturwiss. 16, 285 (1928) ist dies alles unter Anführung der Originalarbeiten ausführlich dargestellt.

² Z. Physik 28, 29 (1924) und 31, 746 (1925).

zeitlich verschiedenen Stromstößen auch solche, die gleichzeitig in beiden Zählern auftreten. Diese Koinzidenzen rühren wahrscheinlich daher, daß ein und dasselbe Sekundärelektron beide Zähler gleichzeitig durchsetzt. Die Achse des Zählerpaares gibt also die ungefähre Richtung des betreffenden Elektrons an. Da nun bei einer so harten Gammastrahlung wie der Höhenstrahlung die in den ersten Comptonprozessen erzeugten Sekundärelektronen im wesentlichen in der Richtung der primären Strahlen laufen, so ist damit auch die Richtung dieser zu bestimmen. Bereits bei 10 cm Bleipanzerung wurden in der Vertikalen etwa die dreifache Anzahl von Koinzidenzen beobachtet gegenüber der Horizontalen. Quantitative Versuche zur Erprobung und Anwendung der Methode auf Höhenstrahlung sind im Gange.

Berlin, den 31. Oktober 1928.

WERNER KOLHÖRSTER.

Eine neue Methode für Absorptionsmessungen an sekundären β -Strahlen.

Der eine von uns hat früher gezeigt, daß die Ausschläge zweier nebeneinandergestellter GEIGERScher Spitzenzähler teilweise koinzidieren, wenn man eine γ -Strahlung auf sie wirken läßt. Auch schon die „spontanen“ Ausschläge zeigten zu etwa 10% Koinzidenzen. Jede Koinzidenz bedeutet, daß ein β -Teilchen beide Zähler durchsetzt hat¹. Bringt man nun zwischen die Zähler eine absorbierende Schicht, so nimmt die Zahl der Koinzidenzen ab. Durch schrittweise Vergrößerung der Schichtdicke erhält man die Absorptionskurve und die Reichweite der Elektronen.

Diese Koinzidenzmethode zur Absorptionsmessung erscheint uns besonders wichtig für die Sekundärelektronen, welche durch die Ultragammastrahlung ausgelöst werden, da die mindestens sehr schwierige Ausblendung dieser Strahlung hierbei überflüssig ist. Mit zwei GEIGERSchen Zählrohren² erhielten wir noch Koinzidenzen, wenn 1 cm Blei zwischen die Zählrohre gebracht wurde. Es treten also Elektronen auf, deren Durchdringungsvermögen ein Vielfaches desjenigen gewöhnlicher β -Strahlen ist; diese müssen als Sekundärelektronen der Höhenstrahlung gedeutet werden.

Quantitative Versuche sind im Gange.

Berlin-Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, den 2. November 1928.

W. BOTHE. W. KOLHÖRSTER.

Vorläufer der Quantentheorie.

Fünfundvierzig Jahre vor der Entdeckung der Quantentheorie (1900) hat FECHNER, Professor der Physik in Leipzig, in seiner „physikalischen und philosophischen Atomenlehre“ (1. Aufl. 1855) Gedanken ausgesprochen, die unverstanden und unbeachtet von den Zeitgenossen in der modernen Quantenphysik wieder eine Rolle spielen, ja durch die Quantentheorie sozusagen erst einen Sinn erhalten haben. Es heißt a. a. O. S. 20ff. . . . „möchte man immerhin die Imponderabilien

¹ W. BOTHE, Z. Physik 37, 560 (1926).

² H. GEIGER und W. MÜLLER, Naturwiss. 16, 617 (1928).

als substratlose Bewegungen . . . ansehen, so würde man zwar nicht fragen können, ob sie von diskontinuierlichen Äther- oder Körperatomen vollzogen werden, oder in einem kontinuierlichen Äther vorgehen, wohl aber, ob sie selbst kontinuierlich oder diskontinuierlich im Raum sind; d. h. ob Zwischenräume im Raume vorhanden sind, in denen nichts von diesem Aktus stattfindet, oder ob sich dieselben in continuo durch den Raum erstrecken . . .“. Wer möchte hier nicht an die Lichtquanten denken? Freilich ein weiter Schritt von dieser noch ganz unbestimmt, mehr intuitiv geschauten Vorstellung einer möglichen, diskontinuierlichen Beschaffenheit der Imponderabilien (Licht, strahlende Wärme . . .) bis zu der strengmathematischen Formulierung der modernen Quantentheorie. Man sieht, daß auch die physikalischen Ideen genau so wie die großen Ideen auf anderen Gebieten erst dann, wenn ihre Zeit erfüllt ist, im physikalischen Denken Wurzel fassen können.

Berlin, den 6. November 1928. M. FAERBER.

Joffés Untersuchungen über die elektrische Durchschlagsfestigkeit.

In der Entgegnung von Herrn JOFFÉ auf meine kritischen Bemerkungen zur Deutung seiner Ergebnisse¹ wird einerseits die Tragweite der JOFFÉschen Experimente, andererseits die von mir vertretene Auffassung von den Kohäsions- und Leitfähigkeitseigenschaften der Krystalle *in Widerspruch mit den Tatsachen dargestellt*. Was z. B. den letzteren Punkt anbelangt, geht Herr JOFFÉ namentlich von zwei irrigen Voraussetzungen aus, die leicht hätten vermieden werden können. 1. Die gittertheoretische Zerreißfestigkeit des *idealen* Krystallgitterbaues wurde von mir — entgegen JOFFÉs Angabe — stets als notwendig *reell* vorausgesetzt, ja sogar auf neuem Wege *experimentell* zu belegen gesucht. 2. Die von mir gemachten Angaben über Eigenschaftsunterschiede von Lösungskristallen und Schmelzflußkristallen von Alkalihalogeniden beruhen nicht, wie JOFFÉ vorgibt, auf Behauptungen, sondern auf *experimentellen Feststellungen*; sie sind also *Tatsachen*. Angesichts dessen glauben wir auf eine genauere Besprechung auch der sonstigen Ausführungen von Herrn JOFFÉ an dieser Stelle verzichten zu dürfen. Zur Diskussion der Kohäsionsfrage verweisen wir auf die wichtigen voranstehenden Ausführungen von Herrn POLÁNYI über das JOFFÉsche Kugelexperiment. Bezüglich der Leitfähigkeitsfragen seien als Ergänzung zu unseren eigenen experimentellen Ergebnissen² die neuen schönen Arbeiten von GINGOLD (ausgeführt bei Herrn VOLMER)³, sowie GYULAI und HARTLY⁴ genannt. In keinem Falle hat sich der von JOFFÉ verfochtene Standpunkt als berechtigt gezeigt, stets in dem Sinne, den schon unsere Kritik vertreten hatte.

Halle (Saale), den 6. November 1928.

ADOLF SMEKAL.

¹ Naturwiss. 16, H. 39, 743—745 (1928).

² A. SMEKAL (und F. QUITTNER), Verh. dtsh. phys. Ges. (3) 9, 37 (1928); erscheint ausführlich in der Z. Physik.

³ J. GINGOLD, Z. Physik 50, 633 (1928).

⁴ Z. GYULAI und D. HARTLY, Z. Physik 51, 378 (1928).

Besprechungen.

50 Jahre Leipziger Zoo. Eine Festschrift, herausgegeben von J. GEBBING. Leipzig: Selbstverlag des Zoolog. Gartens 1928. 143 S., 81 Abb., 5 Karten. Preis geb. RM 4.50.

Der Leipziger Zoologische Garten ist einer der jüngeren unter den großen Tiergärten Deutschlands, da er heute erst auf ein fünfzigjähriges Bestehen zurückblicken kann. Er entstand 1878 aus kleinsten Anfängen heraus, entwickelte sich aber, dank des Geschickes, der Tatkraft und kommerziellen Tüchtigkeit seines trefflichen Gründers ERNST PINKERT, bald und rasch zu einem achtunggebietenden Unternehmen, das bereits 20 Jahre später in eine kapitalkräftige Aktiengesellschaft umgewandelt wurde und sich auch nach dem Tode PINKERTS (1909) und nach dem Übergang in städtischen Besitz (1920) in der Hand GEBBINGS, eines der rührigsten, ideenreichsten und volkstümlichsten Tiergärtner unserer Zeit, in stetigem Aufstieg befindet und heute, man kann es wohl ohne Übertreibung sagen, mit zu den blühendsten und führenden Tiergärten Mitteleuropas gehört! Das beweist auch die vorliegende Festschrift! Wohl selten hat sich bei einer derartigen Gelegenheit eine solche Reihe namhafter Freunde zusammengefunden, um der Jubilarin, jeder in seiner Art, Glückwünsche auszusprechen.

Nach einem längeren, vom Direktor (J. GEBBING) erstatteten Bericht über die historische Entwicklung des Leipziger Zoos setzt HANS DRIESCH in einem „Der Zoologische Garten und die Weltanschauung“ betitelten gedankenreichen Aufsatz die allgemein-menschliche Bedeutung der Tiergärten auseinander. JOHANNES MEISENHEIMER erörtert die Beziehungen des Zoos zur Leipziger Universität und weist nach, daß die Neigung zur Gründung Zoologischer Gärten und Zoologischer Institute der gleichen Wurzel entspringe, sich beide aber in getrennter und dennoch nicht divergierender Richtung, sondern in sich trefflich ergänzender Weise weiterentwickelt hätten. Großes Interesse verdient auch der Beitrag FELIX KRUEGERS „Tierhaltung und Psychologie“; der Nachfolger WUNDTs weiß hier überzeugend darzutun, welche Anregungen die Entwicklungspsychologie aus den Zoologischen Gärten gewinnen kann und wie sie auf deren Existenz geradezu mit angewiesen ist (was im übrigen auch W. KÖHLERS weltberühmt gewordenen Intelligenzprüfungen an Menschenaffen und die neueren Untersuchungen BRESENS DE HAANS u. a. besonders deutlich ad oculos demonstriert haben). AUGUST EBER und ERWIN PAYR weisen mit allem Nachdruck auf die eminente Bedeutung der Zoologischen Gärten für die vergleichende Pathologie hin; wenn einer unserer führenden Chirurgen mit seinem Aufsatz „Der Zoologische Garten und die Humanmedizin“ eine Lanze für die Tiergärten bricht, so ist das zugleich ein Beweis für die Notwendigkeit ihrer Existenz und für die Wichtigkeit, die sie namentlich auch in physiologisch-anatomischer Hinsicht haben. WALTER TIEMANN, der Leiter der Leipziger Kunstakademie, erörtert in ähnlich scharfsinniger Weise die Bedeutung der Zoologischen Gärten für die Kunstschüler, und es ist besonders interessant, daß sich die Gedanken TIEMANNs durchaus mit denen der Münchener Künstlerschaft decken, die sich mit aller Kraft für die Neugründung des Tierparks München-Hellabrunn einsetzt. Über das dem Leipziger Zoo angegliederte Zeissplanetarium berichten H. RITZER und J. WEBER. Der geniale Neugestalter des Leipziger Tiergartens CARL-JAMES BÜHRING setzt seine weiteren Pläne auseinander, und es ist nur zu hoffen,

daß Leipzigs Stadtverwaltung so einsichtig ist, diese großzügigen Gedanken auch zu verwirklichen. Nach einem Aufsatz G. GRIMPES, der manche historische Einzelheit aus der Entwicklung des Leipziger Gartens und Zoologischen Museums (besonders über den Zoo als Materiallieferanten für dieses) festhält, gibt K. M. SCHNEIDER einen authentischen Bericht über die weltberühmte Leipziger Löwenzucht; wenn darin erwähnt wird, daß in Leipzig von 1881—1927 insgesamt etwa 800 Löwen geboren und hier geworfene Löwen selbst nach — Afrika, dem Lande der Löwen, exportiert wurden, so gibt schon das ein anschauliches Bild von der biologischen und auch volkswirtschaftlichen Bedeutung der Zoologischen Gärten.

So ist denn diese Festschrift ein konzentrierter Beweis für die Notwendigkeit der Tiergärten und ihrer Unterstützung durch das ganze Volk, die Biologen an der Spitze. In diesem Kampf der Zoologischen Gärten um ihre wissenschaftliche Anerkennung haben sie in der soeben von neuem erscheinenden Zeitschrift „Der Zoologische Garten“ einen wackeren Bundesgenossen gefunden.

G. GRIMPE, Leipzig.

ZSCHOKKE, F., **Die Tierwelt des Kantons Tessin.** Ein Beitrag zur Kenntnis der Südschweiz. Basel: Probenius A.G. 1928. 135 S. 16×24 cm. Preis RM 5.20.

Der Titel des Buches lautet bescheiden „Die Tierwelt des Kantons Tessin“; wie aber diese in einem weiten Rahmen gestellt wird, der die ganze belebte und unbelebte Natur, Pflanzen und Mensch, Bodengestaltung und Klima, umfaßt, ist schlechthin meisterlich und ergibt ein Bild anschaulichster Geschlossenheit. Das Büchlein ist mit für den Laien oder gerade für ihn geschrieben. Es soll ihm „Anregung bieten und Wegweiser sein, wenn er mit offenem Auge aus dem frostigen Norden hineinwandert in die Frühlingsblütenpracht des Tessin oder in seinen herbstlichen Erntesege“. Daß es bei aller selbstverständlichen strengen Wissenschaftlichkeit in einer wunderbaren Sprache geschrieben ist, das verbürgt der Name ZSCHOKKE. Man möchte geradezu wünschen, wir hätten noch viele solche „Reiseführer“, „denn erst das Verständnis der Umgebung, des Bodens, der Pflanzendecke und der Tierbevölkerung führt zu vollem Erfassen der Eigenart der von dieser Natur abhängigen Menschen.“

Interessant die Schilderung, wie gerade im Tessin, auf räumlich beschränktem Gebiet, die verschiedenartigsten Tierformen sich gegenseitig beeinflussen, sich durchdringen oder auch verdrängen. Auf engstem Raum stoßen Bewohner des Hochgebirges, Eiszeittiere, mit solchen, die keinen Winter kennen, zusammen. Nur wenige Stunden Weges liegen oft zwischen Gletscher und Gebieten, in denen der Ölbaum reift. Zu diesen beiden Elementen gesellen sich Einwanderer aus dem Osten, aus Steppe und Gebirgen Innerasiens. Über allem steht aber der Mensch. Unter seinem Einfluß verarmt die Fauna, wird sie durch Einbürgerung von Fremdlingen aus entferntesten Gebieten bereichert oder aber auch in ihrer ganzen Zusammensetzung verändert. Außerordentlich fein die in die Schilderung eingeflochtenen Bemerkungen, wie nun auch der Herr der Schöpfung in Sitten und Gebräuchen, wie Lebenshaltung von der ihm untertanen Tierwelt abhängt. Es ist ein hoher Genuß, in dem Buch zu lesen. PAUL KRÜGER, Berlin.

BOSE, SIR J. C., **Plant Autographs and their Revelations.** London: Longmans, Green and Co. 1927. XIV, 231 S., 120 Textfiguren und Bildnis von BOSE. Preis: 7 sh 6 d.

Dies Buch des bekannten indischen Forschers soll

einen allgemeinverständlichen Überblick über die Untersuchungen geben, die bis jetzt in dem von BOSE gegründeten und geleiteten Forschungsinstitut ausgeführt worden sind. Schon ein Blick auf die Kapitelüberschriften zeigt, daß fast alle wichtigen Probleme der Pflanzenphysiologie bearbeitet worden sind: Von den Stoffwechselprozessen sind Assimilation und Saftsteigen behandelt; vor allem aber ist das Wachstum und die mannigfachen Reizbewegungen sowie die Schlafbewegungen mit eigenartiger Methodik studiert worden. Für alle die genannten Vorgänge hat BOSE außerordentlich feine Meß- und Registrierapparate ausgedacht, die die Bewegungsvorgänge oder elektrische Widerstands- bzw. Potentialänderungen in vieltausendfacher Vergrößerung wiedergeben. (Die Meßinstrumente sind allerdings oft so fein, daß man sie in einer mitteleuropäischen Großstadt kaum einwandfrei aufbauen könnte.) Die mit diesen Instrumenten gewonnenen Kurvenzüge können nun manchen interessanten Aufschluß geben. Lassen wir zuerst BOSE selbst sprechen: I have been able to make the dump plant the most eloquent chronicler of its inner life and experiences by making it write down its own history. The self-made records thus made show that there is no life-reaction in even the highest animal which has not been foreshadowed in the life of the plant. Damit ist gleichzeitig das Ergebnis gesagt, zu dem BOSE kommt: daß alle lebendige Substanz im Grunde einheitlich reagiert. Im besonderen sei hier erwähnt, daß BOSE in den Siebteilen der Gefäßbündel auch eine Art von wirklichem Nervensystem erblickt, das elektrisch besonders fein auf allerlei Reize reagiert. Dies scheint mir auch das wertvollste Ergebnis zu sein, wenn auch über die Deutung noch nicht das letzte Wort gesprochen sein wird. Mit extrem feinen Versuchsanordnungen konnten ferner rasche Pulsationen des elektrischen Potentials in den innersten Rindenschichten und entsprechende Dickenänderungen an lebenden Pflanzenstengeln beobachtet werden. BOSE baut hierauf seine Theorie des Saftsteigens auf: er meint, daß diese Zellen wie kleine Saug-Druckpumpen das Wasser von Zelle zu Zelle aufwärts befördern, stellt sich damit also in Gegensatz zu den sonst allgemein herrschenden Anschauungen von der Bedeutung des Saugkraftgefälles und der Kohäsion für den Wassertransport. Das Wachstum erscheint bei allen Pflanzen bei genügend hoher Vergrößerung sprungweis, also auch mehr oder weniger regelmäßigen Schwankungen unterworfen. In Änderungen des Wachstums und in Änderungen des elektrischen Verhaltens zeigen sich auch bei den anscheinend „nicht sensiblen Pflanzen“ rasch auftretende Reizerfolge, die in ihrem Verlauf an die Reaktionen bei Tieren erinnern.

Das Buch zeigt auf jeder Seite die Erfindungsgabe BOSES und seine Freude am Experimentieren. In dieser experimentellen Durcharbeitung liegt auch das unzweifelhaft Verdienst BOSES um die Physiologie. Viele seiner Methoden werden uns noch gute Dienste leisten, sind bei entsprechender Änderung oder Vereinfachung auch für Demonstrationen sehr geeignet. Die theoretischen Darlegungen müssen dagegen — so bestechend sie manchmal zu sein scheinen, doch oft mit Vorsicht hingenommen werden. Und an einem anderen Punkt kann ich auch nicht stillschweigend vorübergehen: Wer ohne Kenntnisse unseres heutigen in jahrzehntelanger Kleinarbeit gewonnenen Wissens, dies Buch (und auch die anderen Bücher BOSES) liest, muß den Eindruck erhalten, als ob alle pflanzenphysiologische Erkenntnis im Bose-Institut gereift sei. Wem die Lehrbücher der Botanik nicht fremd sind,

der wird aber finden, daß viele der hier erörterten Tatsachen zwar mit eigenartiger Methodik erarbeitet, prinzipiell aber doch lange vordem (manchmal auch viel gründlicher!) bekannt sind. (Ich nenne nur die Oscillationen des Wachstums, die Kohlensäureassimilation oder die periodischen Öffnungsbewegungen der Blüten.) Daran trägt vor allem der gänzliche Verzicht auf die Anführung von Literatur die Schuld. Ebenso vermißt man jede Diskussion der Ergebnisse anderer Forscher (mit einer Ausnahme: HABERLANDT ist als Begründer der Statolithentheorie und der Annahme von Lichtsinnesorganen wenigstens genannt). Besonders wünschenswert wäre eine solche Auseinandersetzung in den Fällen, wo Verf. von unserer „Schulmeinung“ abweichende Ansichten äußert oder zu andersartigen experimentellen Ergebnissen gelangt. (So ist die Pulsationstheorie der Wasserbewegung schon verschiedentlich kritisiert worden. — DIXON z. B. konnte auch mit gleicher Apparatur BOSES Befunde nicht bestätigen. — Auch im einzelnen ließen sich manche Ausstellungen machen — die Behandlung der Kohlensäureassimilation mutet uns z. B. ziemlich oberflächlich an (so wird vorausgesetzt, daß das von Wasserpflanzen im Licht ausgeschiedene Gas reiner Sauerstoff sei). Bei dem reichen Versuchsmaterial, das BOSE zusammengetragen hat, ist es ferner zu bedauern, daß so selten nähere Angaben über die Versuchsanstellung gemacht werden, Angaben, die oftmals für die Beurteilung oder Wiederholung der Versuche von Wert wären (auch das gilt ebenso für die meisten Publikationen BOSES!). Zum Schluß sei nochmals betont, daß das Buch trotz der erwähnten Ausstellungen eine Fülle von Anregungen bietet, die uns bei kritischer Durcharbeitung zu wichtigen neuen Erkenntnissen führen können.

P. METZNER, Berlin-Dahlem.

LÜDI, W., **Die Alpenpflanzenkolonien des Napfbietes und die Geschichte ihrer Entstehung.** S.-A. Mitt. Naturforschende Gesellschaft Bern a. d. Jahre 1927. Bern: Paul Haupt 1928. S. 195—265, mit 1 Karte u. 2 Tafeln. 15 × 23 cm.

Wie andere Teile des den Alpen vorgelagerten Berglandes, so weist auch das zwischen Emmental und Entlebuch gelegene reich gegliederte und mit 1411 m kulminierende Gebiet des Napf Vorkommnisse einer größeren Zahl von alpinen und subalpinen Pflanzenarten auf, deren florenentwicklungsgeschichtliche Stellung den Kernpunkt der vorliegenden Untersuchung bildet, die gerade durch diese Fragestellung und die bei ihrer Beantwortung erzielten Ergebnisse mehr als bloß lokales Interesse bietet. Abgesehen von in neuerer Zeit nicht bestätigten und teilweise auch unwahrscheinlichen älteren Angaben, handelt es sich um einen Bestand von 137 Arten von vorwiegend alpinen und subalpinen Verbreitung, die, wie Verf. im ersten Teile eingehend schildert, keineswegs gleichmäßig über das Gebiet verbreitet sind; vielmehr hebt sich die Hauptkette durch einen viel größeren Reichtum von den übrigen Teilen ab, und auch in ihr ist dieser Reichtum nicht gleichmäßig auf die verschiedenen Pflanzengesellschaften verteilt, sondern beinahe ausschließlich auf Felsvegetation, Frischwiesen und Hochstaudenbestände beschränkt, während die auf den Höhen am weitesten verbreiteten Pflanzengesellschaften der Wälder und Weiden sich durch das ganze Gebiet als nahezu gleich zusammengesetzt erweisen. An Steilhängen und in Schluchten am Nordhang der Hauptkette steigen diese subalpin-alpinen Gesellschaften bis etwa 1050 m herab, wobei aber schon eine merkliche Verarmung eintritt; am reichsten sind die Gratpartien von 1250—1400 m. Die große Mehrzahl der in Frage kommenden Arten ist

zwar von vorwiegend subalpiner Verbreitung, doch reicht eine nicht geringe Anzahl von ihnen weit in die alpine Stufe hinauf, und eine kleinere Gruppe hat in den Alpen ihre Hauptverbreitung über der Baumgrenze; nicht weniger als 41 der vorkommenden Arten steigen im Hochgebirge bis in die Nivalstufe hinauf. Die Arten der Wälder, Gebüsche und Heidewiesen haben auch in dem südlich angrenzenden Gebiet eine ziemlich gleichmäßige Verbreitung, wogegen bei den charakteristischen Pflanzen des Napf gegen Süden ein sehr starker Abfall eintritt, der nicht etwa aus einem Fehlen geeigneter Standorte erklärt werden kann; die hier auf den höheren Vorbergen festzustellende Zunahme erfolgt vorzugsweise durch das Auftreten neuer, von den Vorbergen herkommender Arten, während eine größere Anzahl von „Napfpflanzen“ dort völlig fehlt. Die schon nach dem Ergebnis dieses Vergleiches naheliegende Vermutung, daß es sich bei den letzteren um Relikte handelt, erfährt durch die weiterhin vom Verf. angestellten eingehenden Erwägungen über die Einwanderungsmöglichkeiten eine volle Bestätigung. Die Annahme einer kontinuierlichen Einwanderung aus den Alpen unter den gegenwärtig herrschenden Verbreitungs- und Existenzbedingungen stößt, auch wenn man die Möglichkeit einer sprungweisen Ausbreitung für gegeben hält, in mehrfacher Hinsicht auf unüberwindliche Schwierigkeiten nicht nur durch die dabei unverstänlich bleibende Armut der südlichen Emmentaler Berge, sondern auch durch den Umstand, daß die der Anflugrichtung zugewendeten südexponierten Hänge in bezug auf die Alpenpflanzen gerade die ärmsten sind, daß ferner für eine größere Zahl von Arten die Übertragung ihrer Verbreitungsseinheiten im Hinblick auf deren Ausstattung und die in Frage kommenden Entfernungen sehr unwahrscheinlich ist und daß mehrere der Alpenpflanzen des Napf mit dem Jura in Zusammenhang gebracht werden müssen; endlich sind gewisse Lokalendemismen und ostalpine Arten vorhanden, für die die Annahme einer Zuwanderung in neuerer Zeit von vornherein ausscheidet. Dagegen widerstreitet kein ernstlicher Grund der Annahme, daß sich in dem fraglichen Gebiete ein Teil der Glazialflora dauernd zu erhalten vermochte; wenn auch anzunehmen ist, daß die meisten der gegenwärtig die Alpenpflanzenkolonien tragenden Örtlichkeiten während des Höhepunktes der Vergletscherung pflanzenleer oder doch mindestens äußerst pflanzenarm waren, so bot doch der von der Vereisung minder betroffene Hauptteil des Gebietes eine reiche Vielgestaltigkeit der Standorte für alpine und subalpine Pflanzenarten, die mit dem Rückzug des Eises und der darauf folgenden Ausbreitung der Wälder aus den tieferen Lagen verdrängt wurden und die heutigen Lokalitäten besiedelten, welche letztere ihrer Natur nach niemals geschlossenen Wald getragen haben können. Nur diese Annahme, daß es sich um typische Reliktcolonien handelt, gibt eine zwanglose und natürliche Erklärung aller bekannten Verbreitungsfakten; die um das Jahr 1000 v. Chr. erfolgte postglaziale Klimaverschlechterung verbesserte wohl die

Existenzbedingungen der Alpenpflanzen, kommt aber als Einwanderungszeit keinesfalls in Betracht, weil die Ausbreitung durch die Isolierung der geeigneten Standorte und durch den alles überdeckenden Wald sicherlich stark gehemmt war. Zum Schluß stellt Verf. auch noch einen Vergleich mit anderen den Schweizer Alpen vorgelagerten, ebenfalls Alpenpflanzenkolonien besitzenden Gebieten an; er findet dabei, daß die im Napfgebiete festgestellten Verhältnisse in analoger Weise auch anderwärts vorhanden sind und wahrscheinlich ebenfalls durch die Relikthypothese ihre überzeugendste Erklärung finden, daß sich aber die fraglichen Verhältnisse doch nirgends in so großem Maßstabe und in so klarer Weise auszuwirken scheinen, wie es gerade in dem ausgedehnten glazialen Refugium des Napf der Fall ist.

W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

HEGI, H., *Illustrierte Flora von Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. VI. Band 2. Hälfte, 1.—3., 4.—6., 7.—9. Liefg. (VI. 13.—21. Lfg.) München: J. F. Lehmanns Verlag. 459 S., 419 Abb. im Text und 10 farb. Tafeln. Preis je 3fache Liefg. RM 8.—.

Das schöne Florenwerk nähert sich seinem Abschluß. Die vorliegenden Lieferungen des Schlußbandes VI. 2 enthalten die Bearbeitung der Kompositen vor den Anthemideen bis zur Gattung *Hypochoeris*. Sowohl dem Botaniker, wie dem Mediziner, Pharmazeuten, Lehrer und jedem Pflanzenfreunde, bringen die Lieferungen eine Fülle von Stoff. Besonders der Systematiker, Florist und Pflanzengeograph wird die eingehende Bearbeitung der schwierigen Gattungen *Achillea*, *Matricaria*, *Chrysanthemum*, *Artemisia*, *Petasites*, *Senecio*, der Kletten (*Arctium*), Disteln (*Carduus*, *Cirsium*, *Silybum*, *Onopordon*) und Flockenblumen (*Centaurea*) u. a. mit Freuden begrüßen. Über den Rahmen der Flora Mitteleuropas geht die Darstellung bei vielen Gruppen weit hinaus: so ist beispielsweise bei der Gattung *Senecio* auch der eigenartigen, baumförmigen Vertreter der Hochgebirgsflora Afrikas gedacht. Erwähnenswert ist eine von Dr. H. BEGER gezeichnete übersichtliche Karte der Einwanderung von *Senecio vernalis* W. K. von 1726—1926 mit eingehender Darstellung der Wanderwege und Einwanderungszeiten dieser Art. Bei der Gattung *Doronicum* ist das jüngst von F. J. WIDDER beschriebene *D. cataractarum* eingehend beschrieben, seine Verbreitung im Koralpenstock kartographisch dargestellt und durch gute Standortsaufnahmen, Trachtbildern und anatomischen Einzelheiten erläutert. Gute Textabbildungen und Verbreitungskarten sind überall der Darstellung reichlich beigegeben. Die prächtigen farbigen Tafeln wichtiger Arten der verschiedenen Gattungen, von E. PFENNINGER und F. KOTZIAN gezeichnet, sind nicht nur ein Schmuck des Bandes, sie geben die dargestellten Arten mit allen Einzelheiten in hervorragender Naturtreue wieder.

E. ULBRICH, Berlin-Dahlem.

Astronomische Mitteilungen.

Verbotene Linien in Sternspektren. Die Identifizierung einer Reihe von Linien im Spektrum der galaktischen Nebel als „verbotene“ Übergänge von metastabilen Grundzuständen¹ aus erweist sich immer mehr als fruchtbares Leitprinzip in Fragen der Stellar-

spektroskopie. Nunmehr ist es MERRILL² gelungen, auch im Spektrum von η Carinae Linien bisher unbekannter Ursprungs als verbotene Übergänge zu deuten, und zwar handelt es sich um solche von metastabilen Zuständen des einfach ionisierten Eisenatoms aus.

¹ Naturwiss. 16, 177 (1928).

² Astrophysical J. 67, 391 (1928).

Der Stern η Carinae, der übrigens in einem diffusen Nebel liegt, gehört zu den novähnlichen veränderlichen¹. Die älteste uns vorliegende Beobachtung²(1677) gibt ihn als Stern 4. Größe; um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts war er zwei Größenklassen heller und erreichte 1838 die Helligkeit eines Sternes 0. Größe, die er unter kleinen Schwankungen bis 1854 beibehielt. Dann fiel die Lichtstärke ziemlich rasch und stetig auf 7^m und schwankt seitdem nur noch um wenige zehntel Größenklassen. Das Spektrum des Sternes, das übrigens auch veränderlich zu sein scheint, besteht heute im wesentlichen aus hellen Linien, von denen die meisten schon früher mit Linien des Wasserstoffes und des ionisierten Eisens, Titans und Chroms identifiziert worden sind. Das FeII-Spektrum erscheint mit bemerkenswerter Vollständigkeit. Selbst schwache, im Laboratorium nicht beobachtete Linien, die von RUSSEL berechnet worden sind und Lücken in gewissen, nur teilweise bekannten Multipletts ausfüllen, sind gut ausgeprägt.

Die neu identifizierten, verbotenen Linien des FeII gehören teilweise zu den intensivsten des ganzen Sternspektrums. Sie entsprechen Übergängen von mittleren zu den beiden niedrigsten Energieniveaus des ionisierten Eisenatoms (Terme a^6D und a^4F' nach RUSSEL). Diese Übergänge sind aus folgendem Grunde verboten. Die soeben erwähnten mittleren wie auch die Grundniveaus entsprechen Zuständen des Fe^+ -Ions, bei denen die sieben außerhalb der argonähnlichen Schale vorhandenen Elektronen entweder in 4 s - oder in 3 d -Bahnen gebunden sind, und zwar kommen folgende Konfigurationen vor: d^7 (d. h. alle 7 Elektronen in 3 d -Bahnen), s^6d^6 (d. h. 1 Elektron in einer 4 s -Bahn und die übrigen 6 in 3 d -Bahnen), und s^2d^5 (d. h. 2 Elektronen in 4 s - und 5 in 3 d -Bahnen). Den s -Bahnen entspricht der Wert der Nebenquantenzahl $l = 0$, den d -Bahnen der Wert $l = 2$. Die Summe der l -Werte der einzelnen Elektronen ist also für die drei genannten Elektronenkonfigurationen geradzahlig ($\Sigma l = 14, 12$ und 10). Sämtliche Zustände eines Atoms oder Ions lassen sich so in zwei Gruppen einteilen, je nachdem diese Σl geradzahlig oder ungeradzahlig ist. Die Auswahlregel kann man dann so formulieren: Erlaubt sind nur Übergänge zwischen geradzahligem und ungeradzahligem Zuständen. Nach dieser Regel sind also die Übergänge zwischen den geradzahligem Zuständen des Fe^+ -Ions verboten. Bemerkenswert ist, daß in diesen verbotenen Multipletts mit wenigen Ausnahmen nur die Linien auftreten, die nach der Auswahlregel für j erlaubt sind. Für die Intensitätsverteilung der Linien innerhalb eines solchen Multipletts bewährt sich außerdem die SOMMERFELDSche Regel, daß diejenigen Linien am stärksten sind, für die $\Delta j = \Delta k$ ist ($k = L + 1$). Alle berechneten Multipletts zwischen $\lambda 4000$ und $\lambda 5000$ sind im η Carinae-Spektrum vorhanden mit einziger Ausnahme der Kombination $a^4F' - a^6S$. Die Anfangszustände der verbotenen Linien sind stets die Endzustände normaler FeII-Linien. Die TiII-Linien zeigen gegenüber den FeII-Linien (verbotenen und normalen) eine Violettverschiebung von etwa 0,5 A, die CrII-Linien nur eine solche von 0,1 A.

In einer weiteren Arbeit³ berichtet MERRILL über das Spektrum des Sternes HD 45677. Dieses Objekt gehört zu einer Gruppe von B-Sternen, in denen die Heliumlinien, wie gewöhnlich, in Absorption, die Wasserstofflinien dagegen in Absorption und Emission

auftreten. Die hellen Wasserstofflinien sind doppelt; die nach Rot verschobene Komponente ist die intensivere. Der Regel in solchen Fällen entsprechend, werden die dunklen Wasserstofflinien von $H\alpha$ zu $H\delta$ kräftiger, die hellen schwächer. Die Verlagerungen der beiden hellen Komponenten sind, als Radialgeschwindigkeiten aufgefaßt, für $H\beta$ und $H\gamma$ folgende:

	Violette Komp.	Rote Komp.
$H\beta$	- 73 km/sec	+ 98 km/sec
$H\gamma$	- 82 km/sec	+ 96 km/sec.

Außerdem zeigt nun das Spektrum des Sternes eine große Zahl anderer Emissionslinien, die fast ausnahmslos dem FeII angehören, und zwar, wie sich jetzt ergibt, zum großen Teil verbotenen Übergängen entsprechen. Es sind dieselben Linien, die im Spektrum von η Carinae auftreten.

Gegen die Absorptionslinien zeigen die FeII-Emissionen eine systematische Verschiebung; denn die Radialgeschwindigkeit des Sternes ergibt sich aus den Absorptionen zu + 25 km/sec, aus den Emissionen dagegen zu + 19 km/sec.

Wie bei den planetarischen Nebeln, so dürfte auch in diesen Fällen die Vorbedingung für das Auftreten der verbotenen Linien in der geringen Dichte zu suchen sein, die dazu führt, daß die Zeit zwischen zwei Zusammenstößen größer ist als die mittlere Lebensdauer der metastabilen Zustände. F. BECKER, W. GROTRIAN.

Die Radialgeschwindigkeiten von α Orionis und α Scorpii untersucht SPENCER JONES in Monthly Notices 88, 660. Es ist schon viele Jahre bekannt, daß die Radialgeschwindigkeiten beider Sterne in geringem Maße veränderlich sind. Die Größenordnung der Amplitude ist für jeden der beiden Sterne etwa 4 km/sec, die Länge der Periode beträgt etwas weniger als 6 Jahre bei α Orionis und über 7 Jahre bei α Scorpii.

Beide Sterne sind rote Riesen, ihre Spektren enthalten eine große Zahl gut definierter und daher für genaueste Messung bestens geeigneter Linien. Infolge der großen Helligkeit können bei den Spektralaufnahmen Zwei- und Dreiprismenspektrographen verwandt werden, so daß man für die resultierenden Radialgeschwindigkeiten einen Genauigkeitsgrad von einigen Zehntelkilometern erwarten darf.

Unter der stillschweigenden Voraussetzung, daß die Ursache der Variation der Radialgeschwindigkeit in der Bahnbewegung eines spektroskopischen Doppeltsternsystems zu suchen ist, wurden im Jahre 1909 aus den damals vorhandenen Beobachtungen die Elemente der Bahn von α Orionis abgeleitet. Für α Scorpii liegt eine Bahnbestimmung aus dem Jahre 1911 vor. Spätere Beobachtungen zeigten jedoch, daß bei beiden Sternen die gefundenen Bahnelemente zur guten Darstellung der Beobachtungen nicht mehr ausreichten. SPENCER JONES leitet daher in der genannten Arbeit neue Elemente für beide Sterne ab unter Verwendung der auf der Lick- und Kapsternwarte in den Jahren von 1896—1926 erhaltenen Beobachtungen. Für α Orionis stehen ihm dafür 141 Spektren der Kap- und 83 der Licksternwarte bzw. ihrer Filiale in Santiago zur Verfügung. Für α Scorpii sind 101 Spektren vom Kap und 49 von Lick vorhanden.

Die Zusammenfassung der Beobachtungsreihen beider Sternwarten führt für α Orionis zu folgenden die Bahnform charakterisierenden Elementen: Periode $P = 5,781$ Jahre, Exzentrizität $e = 0,208$, halbe Amplitude der Variation der Radialgeschwindigkeit $K = 2,06$ km/sec und Projektion der halben großen Achse auf die Visierlinie $a \sin i = 58,5 \times 10^6$ km = 84 Sonnen-

¹ Vgl. Handbuch der Astrophysik Bd. VI, S. 66 (1928). Springer.

² Ebenda S. 405.

radien, wobei i der Neigungswinkel der Bahnebene gegen die Tangentialebene an die Sphäre ist.

Eine Änderung der Periode innerhalb des untersuchten Zeitraumes lassen die Beobachtungen nicht erkennen, wohl aber sind Anzeichen vorhanden, daß über die langperiodische Variation der Radialgeschwindigkeit eine zweite mit kurzer Periode gelagert ist. Die Länge dieser kurzen Periode läßt sich vorläufig nicht bestimmen, sie scheint aber nur wenige Monate zu umfassen.

α Orionis zeigt ferner geringe Schwankungen seiner Helligkeit. Die von STEBBINS mit dem Selenphotometer erhaltenen Beobachtungen zeigen insbesondere eine Veränderlichkeit mit einer Periode von etwa 250 Tagen, die über eine längere von etwa 6 Jahren gelagert zu sein scheint. Die Frage, ob die Helligkeitsschwankung mit der Variation der Radialgeschwindigkeit verknüpft ist, wurde schon von BOTTLINGER aufgeworfen. JONES verwendet zu ihrer Untersuchung eine Beobachtungsreihe von OSTHOFF, welche die Zeit von 1908 bis 1922 umfaßt. Nach dieser waren Maxima der Helligkeit vorhanden um 1908.0, 1914.0 und 1920.0, Minima der Helligkeit traten ein etwa 1911.0 und 1917.0. Maximale Werte der Radialgeschwindigkeit wurden festgestellt für 1911.6 und 1917.4, sie fanden also etwa ein halbes Jahr später statt als die Lichtminima. Minima der Radialgeschwindigkeit traten ein 1909.4, 1915.2 und 1921.0, also etwas über ein Jahr später als die Helligkeitsmaxima. Nach dieser Gegenüberstellung scheint eine Korrelation zwischen Helligkeit und Radialgeschwindigkeit zu bestehen, und zwar scheint sie der für viele Cepheiden gefundenen ähnlich zu sein, bei welchen ebenfalls maximales Licht etwas vor dem Minimum der Radialgeschwindigkeit eintritt. Ob allerdings ein kosmogonischer Weg von Sternen wie α Orionis zu den normalen Cepheiden führt, wie von mancher Seite vermutet wird, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit angeben.

Für α Scorpii findet JONES folgende Elemente der spektroskopischen Bahn: $P = 7.351$ Jahre, $e = 0.487$, $K = 2.09$ km/sec und $a \sin i = 67.4 \times 10^6$ km = 97 Sonnenradien. Sie sind stark verschieden von den früher von HALM gefundenen, der für die Periode 5.8 Jahre und für die Exzentrizität 0.20 fand. Auch bei diesem Stern sind kurzperiodische Schwankungen der Radialgeschwindigkeit angedeutet, ohne daß es jedoch möglich wäre, vorläufig etwas über die Länge dieser kurzen Periode anzugeben. Eine Beziehung zwischen Helligkeit und Radialgeschwindigkeit ist nicht vorhanden, da Helligkeitsschwankungen von α Scorpii nicht bekannt sind.

Die beobachteten Variationen der Radialgeschwindigkeiten der beiden Sterne brauchen nicht notwendigerweise ihre Ursache in der Bahnbewegung eines spektroskopischen Doppelsternsystems zu haben. Bei beiden Sternen ist nur das Spektrum der hellen Komponente sichtbar, und man könnte annehmen, daß die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit in einer Pulsation der Sterne begründet ist, wie man es nach EDDINGTON für die Veränderlichen vom δ Cepheid-Typus annimmt. In diesem Falle ist die aus der Geschwindigkeitskurve abgeleitete Größe $a \sin i$ ein Maß für die Strecke, um welche die Oberfläche des

Sternes von einer mittleren Lage in Richtung des Radius ausschwingt. Kennt man den Radius des Sternes aus strahlungstheoretischen Untersuchungen oder aus Interferometermessungen, so kann man den Betrag der Pulsation in Teilen des Radius angeben. Für α Scorpii ist der scheinbare Durchmesser zu 0'040 interferometrisch gemessen worden. Mit der wahrscheinlichen Parallaxe von 0'0095 folgt daraus ein linearer Radius von 450 Sonnenradien. Bei α Orionis zeigen die Interferometermessungen Werte des Durchmessers zwischen 0'034 und 0'055 mit einem Mittel von 0'042. Mit einer Parallaxe von 0'017 ergibt sich ein mittlerer Radius von 270 Sonnenradien. Das Verhältnis $\frac{a \sin i}{R}$ wird somit für α Orionis 0.31 und für

α Scorpii 0.22. Diese Werte verlangen jedoch noch eine Vergrößerung um etwa 40 %, weil bei der Pulsation große Teile der Oberfläche sich schräg zur Visierlinie bewegen. Wenn also die Schwankungen der Radialgeschwindigkeiten als Folge von Pulsationen aufgefaßt werden, so würde die Änderung des Radius bei α Orionis etwa 43 % und bei α Scorpii rund 31 % betragen. Die Interferometermessungen zeigen bei α Orionis in der Tat eine Änderung des scheinbaren Durchmessers um 0'021, also um genau die Hälfte des mittleren Wertes. Bei α Scorpii sind Änderungen des scheinbaren Durchmessers nicht beobachtet worden, obwohl sie, wenn obige Auslegung richtig ist, innerhalb der Grenze des Erreichbaren liegen würden.

Für normale Cepheiden sind die Schwankungen des Radius infolge der Pulsation viel geringer, sie betragen nur 8–10 % und nur für den langperiodischen Veränderlichen Mira Ceti wurden 18 % gefunden. Nun besteht nach EDDINGTONS Theorie eines pulsierenden Sternes eine Grenze der Amplitude der Schwingung, welche nicht überschritten werden kann. Danach sind die größten zulässigen Werte von $\frac{dR}{R}$ etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$.

Kommen für α Orionis und α Scorpii Pulsationen als Ursache für die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit in Betracht, so weisen die gefundenen großen Beträge auf eine notwendige Erweiterung der Theorie hin, vielleicht durch Mitnahme von Gliedern höherer Ordnung, welche von EDDINGTON nicht berücksichtigt worden sind. Nach EDDINGTON ist weiter die Periode der Schwingung mit der Mittelpunktsdichte ρ_c in der Form $P\sqrt{\rho_c}$ verknüpft. Der Wert dieses Produktes ist bei normalen Cepheiden im Durchschnitt von der Größenordnung 0.8 mit einem extremen Wert von 1.4. Für α Orionis und α Scorpii ergibt sich jedoch $P\sqrt{\rho_c} = 12.1$ bzw. 10.8, mithin ein rund 14 mal größerer Wert als bei gewöhnlichen Cepheiden. Auch diese Zahlen deuten auf eine Erweiterung der Theorie hin, wenn wirklich Pulsationen bei den beiden Sternen vorhanden sind.

Die Herbeischaffung weiteren Beobachtungsmaterials, das systematisch nach bestimmten Gesichtspunkten gesammelt werden müßte, erscheint notwendig zur Klärung der Frage ob bei Sternen wie α Orionis Pulsation eines einzelnen Sternes oder Bahnbewegung eines Doppelsternsystems vorliegt.

OTTO KOHL.

Festigkeitslehre.

Von **George Fillmore Swain**, LL. D.,
Professor an der Harvard-Universität New
York. Autorisierte Übersetzung von Dr.-Ing.
A. Mehmel, Hannover. Mit 463 Textab-
bildungen. XVIII, 630 Seiten. 1928.

Gebunden RM 54.—

Das Buch des amerikanischen Verfassers, der als früherer Präsident der American Society of Civil Engineers sowie als Lehrer der Harvard-Universität und beratender Ingenieur bei einer Reihe von amerikanischen Bauingenieuraufgaben in Nordamerika sich großen Ansehens erfreut, ferner auch durch sein Studium an deutschen Hochschulen die deutschen Verhältnisse sehr gut kennt und wie kein anderer Einblick in die verschiedenen Arbeitsmethoden hat, das gesamte Material beherrscht und über große Literaturkenntnisse verfügt, hat in Fachkreisen eine ausgezeichnete Aufnahme gefunden. Es umfaßt die technische Mechanik, die Festigkeitslehre einschließlich der Materialprüfungen und leistungswerte Abschnitte über den Einfluß wiederholter Belastungen und die Bruchtheorie.

Festigkeitslehre.

Von **S. Timoshenko**, Professor der
Mechanik an der University of Michigan,
vorm. an den Techn. Hochschulen Kiew und
Petersburg, und **I. M. Lessels**, Masch.-
Ingenieur d. Research Dept. Westinghouse
Electric and Mfg. Co. Ins Deutsche über-
tragen von Dr. **I. Malkin**, Ingenieur. Mit
391 Abbildungen im Text. XVIII, 484 Seiten.
1928. Gebunden RM 28.—

Die rasche Entwicklung der modernen Industrie ist nur möglich gewesen durch die enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis. Das zeigt sich besonders auf dem Gebiete der Festigkeitslehre, wo das Hinzuziehen der mathematischen Elastizitätstheorie von ungeheurer Bedeutung wurde. Analysis und Experiment müssen einander ergänzen. Daher bedeutet dieses amerikanische Werk, bei dem sich der Theoretiker mit dem Praktiker vereinigte, einen wichtigen Schritt vorwärts. Neben einigen vorbereitenden Kapiteln bringt der erste Teil eine Analyse der Spannungen. Im zweiten werden die mechanischen Eigenschaften von Materialien erörtert, hauptsächlich von Metallen, die in modernen Konstruktionen verwendet werden.

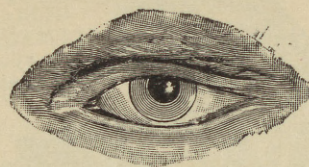
Spannungskurven in rechteckigen und keil- förmigen Trägern.

Theorie und Versuch über Spannungs-
verteilung als Scheibenproblem mit
besonderer Berücksichtigung der
lokalen Störung. Von **Akira Miura**,
Professor an der kaiserlichen Universität
Kioto. Mit 142 Abbildungen im Text und
auf 6 Tafeln. V, 111 Seiten. 1928.

RM 11.—; gebunden RM 12.50

Die Schrift enthält die theoretische und experimen-
telle Lösung einiger praktisch sehr wichtiger Aufgaben
der Baustatik mit einer klaren Schilderung des
optischen Meßverfahrens, das in Deutschland im
Gegensatz zu England noch wenig geübt ist. Das
kleine Werk bildet damit eine vorzügliche Ergänzung
des im Jahre 1926 erschienenen Buches „Die Kraft-
felder in festen elastischen Körpern“ von
Dr. Th. W y s s.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER
IN BERLIN W 9



Die Analysen-Quarzlampe

Original Hanau

ist unentbehrlich

**für alle Rohstoffproduzenten,
für alle Rohstoffverbraucher,
für alle Rohstoffe verarb. Industrien,**
weil sie sofortiges Erkennen uner-
wünschter Beimischungen und Material-
verfälschungen sowie Echtheitsprüfung
von Rohstoffen und Materialien aller
Art ermöglicht. Sofortige Feststellung
von Fälschungen bei Dokumenten, Bank-
noten, Briefmarken, Juwelen usw.

Unschätzbar für die Nahrungsmittel-
kontrolle und für kriminalistische Unter-
suchungen.

Erklärung: Jeder Stoff hat im reinen
Dunkel-Ultraviolettlichte (Spektrallinie
366 Millionstel mm isoliert) der Quarz-
lampe seine besondere Fluoreszenz,
erscheint in roter, grüner, blauer usw.
Farbe. Öle, Fette, Faserstoffe, Fleisch,
Milch, Mehl und alle anderen Rohstoffe,
ferner Papier, Pappe lassen sich unter
den Analysen-Quarzlampe sofort durch
den Augenschein auf ihre Herstammung,
Zusammensetzung und auf chemische
Beimengungen kontrollieren.

Blutspuren, Milch- und Eiweißflecke
werden als solche kenntlich. Jede Rasur
wird erkennbar, chemisch entfernte
Schriften werden wieder leserlich.

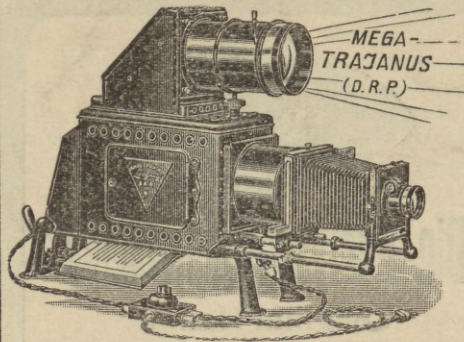
Wir warnen vor Nachahmungen, die
eine Kohlenstiftbogenlampe als Licht-
quelle verwenden. Das Arbeiten mit
solchen steht in keinem Vergleich wegen
viel zu schwacher Ultraviolettstrahlung
bei gleichzeitig erheblich störender, viel
zu starker sichtbarer Rotstrahlung.

Preis des betriebsfertigen Apparates :
für Gleichstrom 235 RM } unverpackt ab
für Wechselstrom 420 RM } Werk Hanau.

Verlangen Sie Prospekt oder für
besondere Zwecke Spezialauskunft.

Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H.
Hanau a. M., Postfach 1566

Literatur: Das neue Lehrbuch von Prof.
Dr. Danckwortt, Techn. Hochschule Hannover,
„Lumineszenz-Analyse im filtrierten ultravio-
letten Licht“. 106 Seiten mit 39 Abbildungen.
Preis geheftet M 6.50, gebunden M. 7.80, erhält-
lich beim Sollux-Verlag, Hanau a. M., Postfach
1520, oder von uns leihweise zur Ansicht.



Liste und Angebot kostenlos!

Mega-Trajanus-Epidiaskop

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

Dieser neue Bildwerfer wird mit Episkop-Objektiven

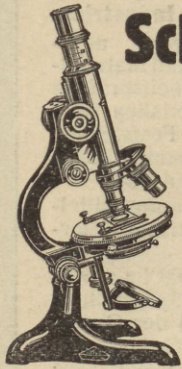
**von 150 mm Linsen-Durchmesser
und 60 bzw. 75 cm Brennweite**

geliefert. Er gestattet lichtstarke Projektionen

**von Papier- u. Glasbildern
auf 12 bis 15 m Entfernung**

Auf Grund bisher gemachter Erfahrungen für größere Hörsäle
bzw. bei Aufstellung im Rücken der Zuhörer bestens geeignet

Ed. Liesegang, Düsseldorf Postfach
124 und 104



Schütz

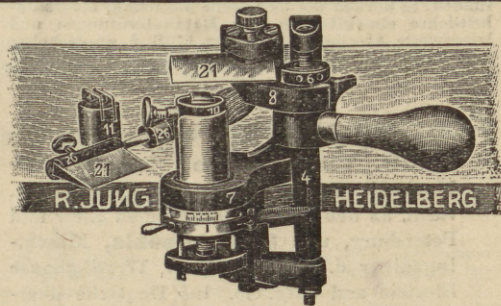
Mikroskope

für Schule u. Wissenschaft
von höchster Präzision
liefert

RUF & CO., KASSEL

Nachf. d. Optischen Werke
A.-G.

vorm. Carl Schütz & Co.



Mikrotome für alle Zwecke von unübertroffener Leistung
Mikrotommesser aus eigener Werkstätte, nach wissen-
schaftlich-technischem Verfahren hergestellt
Schleifen sämtlicher Mikrotommesser
Preisliste kostenfrei

READY JANUARY I BIOLOGICAL REVIEWS

AND BIOLOGICAL PROCEEDINGS OF THE
CAMBRIDGE PHILOSOPHICAL
SOCIETY

Edited by H. Munro Fox

Biological Reviews appears quarterly and embodies
critical summaries of recent work in special branches
of biological science, addressed to biological readers.

Vol. IV, No. 1. January 1929. 12s 6d net.

CONTENTS

Der isoelektrische Punkt von Zellen und Ge-
weben, von HANS PFEIFFER.

The Dermatophytes or ringworm fungi, by
P. TATE.

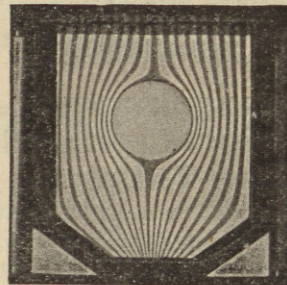
The Structure of protoplasm, by
WILLIAM SEIFRIG.

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Fetter Lane, London E. C. 4, England.

Spindler & Hoyer G. m. b. H.

Mechanische und optische Werkstätten
Göttingen 40



Demonstration d. Stromlinien mit d. Apparat nach Prof. Pohl

**Demonstrationsapparate für den physikalischen Un-
terricht** nach Prof. R. Pohl

**Apparate für luftelektrische und radioaktive Mes-
sungen**

Seismographen und Erschütterungsmesser nach Prof.
Wiechert

**Doppel-Monochromator für Untersuchungen im
sichtbaren und ultravioletten Lichtbereich** nach
Prof. R. Pohl

Kondensatoren, Normal-Kapazitäten nach Modellen
der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Berlin

Eichstandgerät für Röntgen-Dosimetrie nach Dr.
Küstner

u. a. m.

Ausführliche Kataloge stehen zur Verfügung

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag Julius Springer in Berlin