

21.6.1928

Postverlagsort Leipzig

Verlag
G. Fischer
Jena

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET 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 25 (SEITE 501—516)

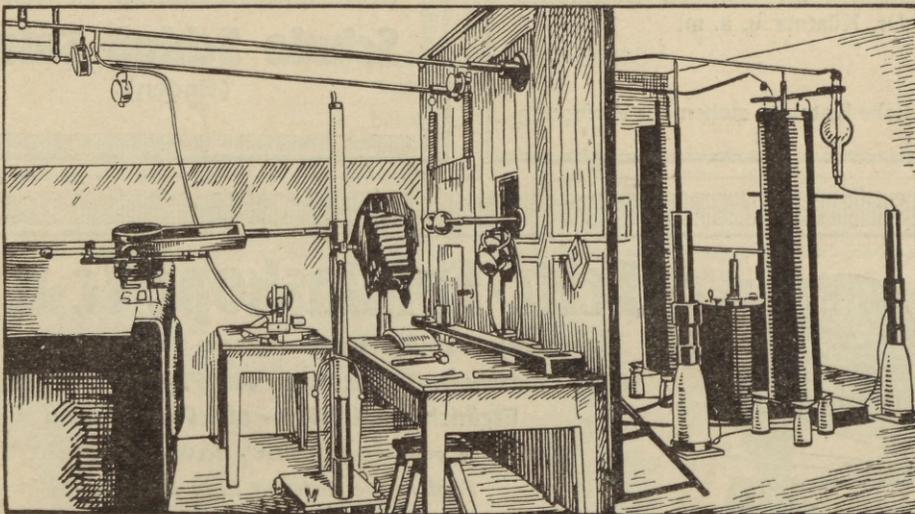
22. JUNI 1928

16. JAHRGANG

INHALT:

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Max Wolf und die Entwicklung der modernen Astronomie. Zum fünfundsiebszigsten Geburts- tag am 21. Juni 1928. Von A. KOPFF, Berlin- Dahlem | 501 | Über die Struktur der gelben Na-Linien (5890, 5896). Von H. SCHÜLER, Berlin-Potsdam. (Mit 2 Figuren) | 512 |
| Moderne Kartographie. Von NORBERT LICHTEN- ECKER, Wien | 503 | Die Ausbeute beim β -Rückstoß von ThB. Von K. DONAT und K. PHILIPP, Berlin-Dahlem | 513 |
| Über die gleichmäßige Abbildung einer Fläche durch optische Systeme. Von M. HERZBERGER, Jena. (Mit 4 Figuren) | 507 | Seismographische Aufnahmen der Herz- tätigkeit. Von G. ANGENHEISTER und E. LAU, Potsdam und Berlin. (Mit 6 Figuren) | 513 |
| ZUSCHRIFTEN: | | Hämoglobin als Katalysator. Von W. HEUBNER, Göttingen | 515 |
| Höhenstrahlungsschwankungen zweiter Art. Vorläufige Mitteilung. Von AXEL CORLIN, Lund | 512 | BESPRECHUNGEN: HERZOG, R. O., Technologie der Textilfasern. VII. Band: Kunstseide. (Ref.: W. Weltzien, Krefeld) | 515 |
| | | GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN. Fün- f Wochen auf den Liu-Kiu-Inseln | 516 |

Material-Prüfungen durch Röntgenstrahlen



Eresco-Großeinrichtung in einem technischen Betriebe

Rich. Seifert & Co., Hamburg 13
Spezialfabrik für Röntgenapparate

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

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

Manuskripte, Bücher usw. an

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

Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{1}$ 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

Spindler & Hoyer G. m. b. H.

Mechanische und optische Werkstätten
GÖTTINGEN 40

*

Apparate für luftelektrische und radioaktive Messungen

Seismographen und Erschütterungsmesser nach Prof. Wiechert

Demonstrationsapparate für den physikalischen Unterricht nach Prof. R. Pohl

Doppel-Monochromator f. 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.

*

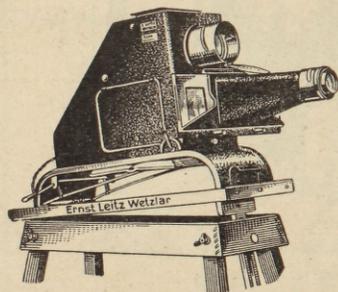
Ausführliche Kataloge stehen zur Verfügung

Die Schule Schloß Salem (Baden) sucht einen erfahrenen und wissenschaftlich interessierten

PHYSIKER

der die Methoden der Arbeitsschule kennt und sich zutraut, die Neueinrichtung eines Labors zu organisieren

Bewerbungen sind zu richten an
Schule Schloß Salem
(Baden)



Epidiaskop Vc
4—8 m Projektionsdistanz

Leitz-Epidiaskope Vc u. Vf

Anerkannt erstklassige Projektionsapparate für Schulen und Vereine
Helle, randscharfe Projektionen von Papier- und Glasbildern
Ergänzbar mit Mikro- und Filmansätzen

Moderne, geschlossene Bauart • Bestkorrigierte Optik

Fordern Sie kostenlos Liste No. 3590

Wir warnen vor minderwertigen Nachahmungen!

Ernst Leitz, optische Werke, Wetzlar

Lieferung durch die Fachgeschäfte

Max Wolf und die Entwicklung der modernen Astronomie.

Zum fünfundsechzigsten Geburtstag am 21. Juni 1928.

Von A. KOPFF, Berlin-Dahlem.

MAX WOLF ist heute zweifellos derjenige unter den deutschen Astronomen, der in seiner Lebensarbeit am sinnfälligsten die Entwicklung verkörpert, welche die Astronomie in den letzten Jahrzehnten genommen hat, der selbst führend diese Entwicklung eingeleitet, und der auch heute noch seine ganze Arbeitskraft in den Dienst der von ihm so frühzeitig erkannten neuen Probleme setzt.

Vergegenwärtigen wir uns die Zeit, als MAX WOLF seine Studien begann. Im Mittelpunkt der Astronomie standen die großen Aufgaben der Himmelsmechanik, besonders der Störungstheorie. H. POINCARÉ entwickelte seine neuen Ideen, und H. GYLDÉN begründete in Schweden eine Astronomenschule. In Heidelberg, wo MAX WOLF studierte, war zwar die Astronomie nicht vertreten, aber LEO KOENIGSBERGER lehrte Mechanik, und selten hat es wohl ein akademischer Lehrer, so wie er, verstanden, die Schüler in den Bann seiner Wissenschaft zu ziehen. Bei seinem Vortrag erhielten die klassischen Beweise der analytischen Mechanik etwas von der Wucht großer Dramen. So war die Doktorarbeit von WOLF eine mathematische. Ein Studienaufenthalt bei GYLDÉN in Stockholm schloß sich an, und die Habilitationsarbeit (1890) war dem Bereich der GYLDÉNSCHEN Untersuchungen entnommen. Damit schien das Arbeitsgebiet auch für M. WOLF vorgezeichnet, und doch hat sein wissenschaftlicher Lebensweg eine so ganz andere Richtung eingeschlagen.

Die innere Neigung führte ihn zu praktischer Betätigung. Schon als Schüler hatte er beobachtet. Seine ersten wissenschaftlichen Arbeiten sind im physikalischen Institut in Heidelberg bei GEORG QUINCKE entstanden, dem wir so wertvolle Ergebnisse der Experimentalforschung verdanken. M. WOLF hatte die Möglichkeit, sich in Heidelberg eine eigene kleine Sternwarte zu errichten, wo er sich frei betätigen konnte. Hier nun faßte er seine Ideen, und hier auch vermochte er sie zuerst mit kleinen Mitteln in die Wirklichkeit umzusetzen. Er schuf hier für die Astronomie neue Werkzeuge und neue Methoden.

Gerade im letzten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts begannen die Probleme der Stellarastonomie die Aufmerksamkeit der praktischen Astronomen in stärkerem Maße auf sich zu lenken. Die Helligkeit der Sterne wurde durch exakte Methoden festgelegt, die Spektren der Sterne untersucht und klassifiziert. ZÖLLNER und H. C. VOGEL waren hier in Deutschland vorangegangen. Das große Katalogunternehmen der Astronomischen Gesellschaft sollte die Grundlage für die Unter-

suchung der Eigenbewegungen der schwächeren Sterne bilden. H. v. SEELIGER hatte die Sternabzählungen nach der Bonner Durchmusterung vollendet und war dabei, mit deren Hilfe einen tieferen Einblick in den Aufbau des Sternsystems, insbesondere der Milchstraße, zu gewinnen. Die Beobachtungsmethode bei allen Untersuchungen war die visuelle, aber da und dort hatte man bereits angefangen, astronomische Erscheinungen mittels der Photographie festzuhalten. Der dabei benutzte Fernrohrtyp war durchweg der auch bei den visuellen Beobachtungen gebräuchliche.

MAX WOLF wandte sich den neuen Problemen zu; aber er griff zum *kurzbrennweitigen photographischen Objektiv*, das mit einer einzigen Aufnahme sehr ausgedehnte Gebiete des Himmels auf der Platte abzubilden gestattet. Zwei gleiche Objektive nebeneinander auf dasselbe Fernrohr aufmontiert, führte zu dem heute in der Astronomie so vielfach verwendeten *photographischen Doppelrefraktor*.

Glückliche Umstände ermöglichten es bald, daß die im kleinen erprobten Einrichtungen als Grundlage für die Schaffung eines neuen Observatoriums dienen konnten. Um die Jahrhundertwende entstanden die mustergültigen Einrichtungen der Sternwarte auf dem Königstuhl bei Heidelberg. Zu dem großen photographischen Doppelrefraktor, dem BRUCE-Teleskop, trat bald ein *kurzbrennweitiger Reflektor*, das erste große Instrument, das aus der Werkstätte von CARL ZEISS hervorging. So sind die Werkzeuge entstanden, die seitdem das Vorbild für manche andere astronomische Forschungsstätte geworden sind. Es würde viel zu weit führen, wollte man die vielen Schwierigkeiten, die bei der Durchführung dieser Pläne im besonderen zu überwinden waren, die technischen Einzelheiten, die eine Lösung verlangten, auch nur andeuten.

Wichtiger ist es, darauf hinzuweisen, welche überwältigende Fülle von Arbeit MAX WOLF mit diesen Instrumenten wirklich geleistet hat, wie er sofort die Aufgaben erkannte, die mit den neuen Hilfsmitteln und mit diesen allein zu lösen sind, wie er bis in die Gegenwart hinein zu einem großen Teil der Probleme der modernen Astronomie grundlegende Beiträge gegeben hat.

Die *kurzbrennweitigen Objektive* sind in erster Linie zur *Überwachung des Himmels* geeignet. Sie gestatten alle Veränderungen zu ermitteln, die in der Zeit zwischen zwei Aufnahmen eingetreten sind; sie führen zur Auffindung neuer Objekte, und sie gestatten auch solche beweglichen Gestirne

in ihrer augenblicklichen Lage festzuhalten, deren Ort an der Sphäre nur genähert bekannt ist. So führte die Benutzung solcher Objektive unmittelbar zu der zuerst von M. WOLF angewendeten Methode der photographischen Auffindung und Verfolgung *kleiner Planeten*. Die Königstuhl-Sternwarte hat heute noch den Hauptanteil an der Beobachtung dieser Himmelskörper inne, und gerade die an ihr gelungenen Entdeckungen haben unsere Kenntnis vom Aufbau des Planetoidenringes am stärksten erweitert. Erinnerung sei nur z. B. an die Auffindung der Planeten in Jupiterentfernung, die auch vom Standpunkt der Himmelsmechanik aus zu den interessantesten Körpern des Sonnensystems zu rechnen sind.

Die Einführung kurz Brennweitiger photographischer Objektive bedeutet nun aber vor allem einen Wendepunkt in der *Erforschung des Sternsystems*. Jede Aufnahme stellt die Karte eines ausgedehnten Gebietes des Sternhimmels dar, die nicht nur die Position, sondern auch die Helligkeit des einzelnen Objektes gibt. M. WOLF hat sich schon sehr frühzeitig mit den Methoden beschäftigt, die *Helligkeiten* der Sterne aus dem Durchmesser der Scheibchen auf der Platte zu ermitteln. Jahrelange Arbeit wurde den *veränderlichen Sternen* gewidmet, deren Beobachtung heute eine der Hauptarbeiten des Astronomen bildet. Besonders die Milchstraßengegenden wurden nach veränderlichen Sternen durchmustert, und so ein reiches Material gesammelt, das heute für das Studium des Lichtwechsels der Variablen zur Verfügung steht. In Zusammenarbeit mit C. PULFRICH hat der Stereokomparator diejenige Form erhalten, die jetzt für den Vergleich photographischer Platten an zahlreichen Sternwarten Verwendung findet. Die mit J. PALISA in Wien gemeinschaftlich herausgegebene Sammlung von Sternkarten ist ein bei der Verfolgung der Veränderlichen häufig gebrauchtes Hilfsmittel.

Gleichzeitig mit den Durchmusterungsarbeiten nach Veränderlichen laufen andere, die für die Erforschung des Kosmos von ebenso großer Bedeutung sind: auf Grund des reichen Plattenmaterials gerade aus älterer Zeit hat M. WOLF zum erstenmal mit Hilfe des Stereokomparators den Himmel nach Sternen mit *größerer Eigenbewegung* durchforscht. In einer Reihe von Verzeichnissen sind solche Eigenbewegungen niedergelegt, und sie haben zum erstenmal die Möglichkeit gegeben, den Gesetzmäßigkeiten in der Bewegung schwächerer Sterne in der Umgebung unserer Sonne nachzugehen.

Auf einem Gebiet war die Einführung des kurz Brennweitigen Objektivs in die Astronomie von entscheidender Bedeutung: für die Erforschung der *Struktur der Milchstraße* und für das *Studium der kosmischen Nebel*. Hier vor allem vermochte M. WOLF Neuland aufzuzeigen. Was man vorher von der Milchstraße kannte, beruhte auf mühsam zusammengetragenen Beobachtungen mit bloßem Auge; nun gab die photographische Platte mit einem Mal weite Flächen der Milchstraße wieder

und zeigte eine ungeahnte Fülle von Sternanhäufungen und Nebelmassen. Die mit verschiedenen Objektivtypen erhaltenen herrlichen Milchstraßenaufnahmen der Königstuhl-Sternwarte sind häufig reproduziert worden, und WOLF hat sich eingehend mit den Einzelheiten im Aufbau der Milchstraße beschäftigt. Er wies als erster auf das merkwürdige Zusammentreffen von kosmischen Nebeln und benachbarten sternarmen Gegenden hin, und er hat gerade dem Phänomen der Sternleeren bis in die letzte Zeit seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er konnte durch Sternabzählungen nachweisen, daß vielfach die Sternleeren durch dunkle, mit den Nebelmassen in Verbindung stehende Materie im Weltraum bedingt sind, und die Untersuchung der Sternfarben macht es wahrscheinlich, daß eine nicht selektive Absorption (oder vielmehr eine Abschattung) die Erscheinung verursacht.

Neben den großen Nebeln der Milchstraße waren es die *kleinen*, sog. *außergalaktischen Nebel*, denen M. WOLF von allem Anfang an sein Interesse zugewendet hat. Von den beiden HERSCHELN war zum erstenmal der Himmel nach diesen Objekten systematisch durchmustert worden, und die folgenden Generationen hatten die Nebelkataloge der HERSCHEL bereits wesentlich erweitert. Aber nun zeigten die Aufnahmen, vor allem mit dem BRUCE-Teleskop, daß die bisher bekannten Objekte nur eine schwache Auslese der wirklich vorhandenen darstellen. M. WOLF fand besonders in der Nähe des Poles der Milchstraße ungeheure Füllen von Nebelflecken, die er in seinen Nebellisten vermessen, beschrieben und klassifiziert hat. Das von ihm und seinen Schülern in Katalogen niedergelegte Material ist das wichtigste, das wir augenblicklich zur Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten des Systems der kleinen, nichtgalaktischen Nebel besitzen.

Es bedeutete wiederum einen wesentlichen Schritt weiter, als M. WOLF auch den kurz Brennweitigen Spiegel zur Nebelforschung heranzog. Das Spiegelteleskop vermag besser als der Refraktor die Einzelheiten in der Struktur der Nebel wiederzugeben, und es gestattet in Verbindung mit dem Spektrographen die Untersuchung des Lichtes auch schwächerer Nebel. Beide Möglichkeiten hat M. WOLF in reichem Maße ausgenutzt. Die Sammlung von Reflektoraufnahmen von Nebelflecken an der Königstuhl-Sternwarte ist eine der reichhaltigsten, die wir besitzen, und bei den WOLFSchen Spektralaufnahmen handelt es sich zum Teil um solche, die sich über eine ganze Reihe von Nächten hinweg mit vielen Stunden Expositionsdauer erstrecken. So haben z. B. spaltlose Aufnahmen beim Amerika-Nebel, einem der ausgedehnten Milchstraßennebel, die hellen Linien des Wasserstoffspektrums ergeben; ebensolche Aufnahmen des Ringnebels in der Leier haben gezeigt, daß die Ausdehnung der Ringe in den einzelnen monochromatischen Strahlungen eine verschiedene ist. Spaltaufnahmen des Andromedanebels wiederum

lieferten eine große Anzahl von Absorptionslinien, die auf den Sonnentyp des Nebelspektrums schließen lassen. Auch dem mit dem Nebelspektrum verwandten Spektrum der Wolf-Rayet-Sterne hat M. WOLF seine Aufmerksamkeit zugewendet, und wir besitzen eine ganze Reihe von Vermessungen solcher Spektren.

Nur in großen Zügen konnte die bisher von M. WOLF geleistete Arbeit im vorhergehenden dargestellt werden. Noch manches andere wäre zu erwähnen. Bestimmungen von Sternfarben, auch in Sternhaufen, stammen aus den letzten Jahren. Zahlreiche Aufnahmen von Kometenschweifern mit Refraktor und Reflektor sind im Lauf der Jahrzehnte gesammelt, und die Vermessung der beim Kometen Morehouse z. B. erhaltenen Platten hat wichtige Aufschlüsse über die Bewegung der Schweifmaterie geliefert. Untersuchungen von Ko-

metenspektren treten hinzu. Die Lage der Achse des Zodiakallichtes wurde durch eine besonders für diesen Zweck erdachte Methode ermittelt.

— So bedeutet eine Darstellung der Arbeiten von M. WOLF fast eine Aufzählung aller derjenigen Aufgaben, die im Lauf der letzten Jahrzehnte durch die Einführung der Photographie an die beobachtende Astronomie herangetreten sind. Wenn gegenwärtig bereits die Theorie in der Lage ist, auf den verschiedensten Gebieten der modernen Astronomie zu bemerkenswerten Ergebnissen zu gelangen, so darf man nie vergessen, daß die rasche Auffassung der neuen Beobachtungsmöglichkeiten und die unermüdlige, mühevollte Beobachtungsarbeit von einigen wenigen in kurzer Zeitspanne ein ungeheures Material bereitgestellt hat. Unter diesen wenigen steht MAX WOLF heute an erster Stelle.

Moderne Kartographie.

VON NORBERT LICHTENECKER, Wien.

Wie die photographische Aufnahme hat sich auch die erläuternde Karte längst die Stellung erobert, die ihr in der wissenschaftlichen Arbeit gebührt. Es ist erstaunlich, wie klug manches Mal Grundrißdarstellungen erdacht und ausgeführt werden, oft zur Veranschaulichung von Erscheinungen, deren graphische Erfassung von vornherein überschwierig erscheint.

Man kann ruhig sagen, daß diese Entwicklung viel rascher vor sich gegangen ist als die Weiterbildung der „Karte im engeren Sinne“, der Landkarte. Erst in der letzten Zeit bereitet sich auf diesem Gebiete eine Neuerung vor, die sprunghaft ein hohes Niveau der Kartentechnik erreichen lassen wird. Freilich wird noch geraume Zeit vergehen, bis die Ergebnisse der neuen Darstellungsweise Allgemeingut sein werden. Hier aber soll wegen der großen Bedeutung, die die Karte für den Naturwissenschaftler, insbesondere für den Geographen hat, in Kürze auseinandergesetzt werden, was während der letzten Jahre in dieser Richtung an erfolgreicher Arbeit geleistet worden ist.

Begreiflicherweise hängt die Entwicklung des Kartenwesens in hohem Maße von der Verfeinerung der Instrumente ab, die zur Landesaufnahme verwendet werden. Die Entwicklung der Stereophotogrammetrie, besonders die Erfindung des Stereogrammen hat da revolutionierend gewirkt, weil es durch sie möglich wurde, einen Schichtenplan sozusagen auf automatischem Wege zu schaffen; die wichtigste Unterlage einer gut ausgeführten Karte wurde auf diese Weise fast restlos subjektiven Fehlerquellen entzogen. Naturgemäß spielt hier die Entwicklung des Flugwesens eine wichtige Rolle, die Stereoaufnahmen aus der Luft gestattet, eine Methode, der besonders für Gebiete mit geringen Höhendifferenzen große Bedeutung zukommt.

Die Stereoaufnahme ermöglicht es, richtige Schichtenpläne auch von Geländeteilen zu er-

halten, die bisher einer genaueren Aufnahme infolge ihrer völligen oder doch teilweisen Unzugänglichkeit entzogen waren: das ist die Felsregion.

Bis vor etwa 50 Jahren bestand kein Bedürfnis, der Darstellung der Felsen besondere Obsorge zu schenken. Der Jäger oder der Hirte brauchte als Lokalkenner keine Karte und sonst kam ja niemand als Besucher der Felsregion in Betracht. Mit dem Erwachen des Alpinismus änderte sich das. Dazu kam etwas später die wissenschaftliche Forschung; besonders der Geologe litt darunter, daß jene Gebiete, die ihm großartige natürliche Aufschlüsse auf weite Strecken hin boten, kartographisch viel zu ungenau erfaßt waren, um ihm eine entsprechende Auswertung zu ermöglichen. Viel später erst machte sich auch vom militärischen Standpunkt aus die Notwendigkeit geltend, vom felsigen Hochgebirge gute Karten zu besitzen.

Es ist bezeichnend, daß gerade in der Schweiz, der Wiege des Alpinismus und der alpinen Geologie, zuerst Karten gezeichnet wurden, bei denen der Darstellung der Felsen besonderes Augenmerk zugewandt wurde. In den Ostalpen war es der Deutsche und Österreichische Alpenverein, der die schweizerische Technik übernahm und ganz ausgezeichnete Karten schuf.

In diesen mehrfarbigen Karten wird der Fels durch eine eigenartige Strichmanier dargestellt, die der Gesetzmäßigkeit entbehrt. In einer bestimmten Weltgegend, meist NW oder W, wird eine unendlich entfernte Lichtquelle angenommen, deren Strahlen unter einem Winkel von etwa 45° einfallen sollen. Durch diese Schrägbeleuchtung wird eine wirksame Formenplastik der Felsregion erzielt.

In Wirklichkeit aber werden bei der auf diesen Karten benutzten Schrägbeleuchtung der Felsen mehrere Lichtquellen verwendet, die zwar in der gleichen Weltgegend liegen, aber unter verschie-

denem Einfallswinkel wirksam sind. Da nämlich jeder noch so steile Felshang, auch wenn ihm unmittelbar in der Richtung, aus der das Licht kommt, eine ebenfalls von steilen Wänden flankierte Gratrippe vorgelagert ist, von oben bis unten beleuchtet wiedergegeben wird, so ergibt sich zunächst, daß die Lichtstrahlen von einem Punkte ausgehen müssen, der im Schnittpunkte zwischen Leuchtrichtung und einer sehr enggezogenen Kreislinie liegt, die den Zenith des Kartenmittelpunktes umgibt. Daraus geht hervor, daß zwischen dieser Schrägbeleuchtung und einer senkrechten Beleuchtung kein großer Wirkungsunterschied hinsichtlich der Verteilung des Helligkeitsgrades bestehen dürfte. Es müßten also Felshänge, die von der Richtung der Lichtquelle direkt wegfallen und geringe Böschungen besitzen, heller erscheinen als steile Wände, die der Lichtquelle zugekehrt und so den unter einem spitzen Winkel einfallenden Strahlen ausgesetzt sind. Das ist aber bei den in Frage stehenden Hochgebirgskarten keineswegs der Fall: Es wird die Wirkung dieser Lichtquelle für die von ihr wegfallenden Felshänge bedeutend abgeschwächt, mit anderen Worten, es werden diese Wände entsprechend der Beleuchtung durch eine zweite Lichtquelle gezeichnet, die nicht so nahe dem Zenith steht.

Es ist daher richtig, anstatt von einem Beleuchtungszentrum ganz allgemein von einer Beleuchtungsrichtung zu sprechen¹.

Sieht man noch genauer zu, dann ergibt sich bei den Alpenvereinskarten, daß häufig sogar mehrere Beleuchtungsrichtungen auf einem Kartenblatt Verwendung finden. Wenn man bedenkt, daß schon die Annahme einer einzigen Lichtquelle — von zenithaler Stellung abgesehen — dazu führt, daß Felshänge gleicher Böschung je nach ihrer Exposition zur Lichtquelle verschieden dunkel gehalten werden müssen, dann läßt sich ermessen, wie groß erst die Unsicherheit in der Schätzung der Steilheit bei der Benützung mehrerer Beleuchtungsrichtungen wird.

Umgekehrt gibt die senkrechte Beleuchtung — die übliche Felszeichnung vorausgesetzt — zwar die Böschungsverhältnisse richtig wieder, doch ist es bei konsequenter Anwendung nicht mehr möglich, Grate als solche zu kennzeichnen, ja nur zu häufig würde sich der Fall ergeben, daß es unerkennbar bliebe, in welcher Richtung sich der Felshang senkt. Bei dieser Beleuchtungsart geht die horizontale Gliederung des felsigen Gebietes zum größten Teil verloren.

Solange also eine „Felszeichnung“ angewendet wird, bleibt eine Schrägbeleuchtung, selbst wenn sie sehr freier Art ist, als notwendiges Übel bestehen. Und deshalb bedeutet es einen großen Fortschritt, daß durch die Auswertung des Stereogrammen es möglich geworden ist, die Felsregion in Isohypsen wiederzugeben. Sonderbarerweise wurde dies nicht gleich ausgenutzt; so

¹ Es gilt dieser Satz nicht für Darstellungen nach der WICHELSENschen Theorie.

wurden z. B. in der Dachsteinkarte des D. u. Ö. A.-V. die Schichten, soweit sie im Fels verlaufen, getilgt und die bisherige Felsdarstellung beibehalten. Der erstmalige Versuch, stereogrammetrisch gewonnene Schichten im Fels zu zeichnen, wurde — allerdings nur auf sehr kleinen Arealen — bei den Karten des Hintereisferners (1920) und des Schlegeisferners (1921) gemacht¹.

Das Verdienst aber, auf größerem Raume die neue Felsdarstellung durchgeführt zu haben, gebührt R. FINSTERWALDER. Von ihm stammt die „Wissenschaftliche Ausgabe der Karte der Loferer Steinberge“ 1926, herausgegeben vom D. u. Ö. Alpenverein. Sie ist um so lehrreicher, als gleichzeitig² im selben Maßstab (1 : 25 000) und Format eine Karte ebendieses Gebietes erschien, auf der die bisherige Felsdarstellung beibehalten wurde. Das felslose Gelände ist in der wissenschaftlichen Ausgabe mit dunkelbraunen Isohypsen und schokoladefarbener Schummerung bei Schrägbeleuchtung aus NW wiedergegeben. Das Felsgebiet wird mit schwarzen Schichtenlinien und grauer Schummerung bei senkrechter Beleuchtung dargestellt. Ich will gleich vorwegnehmen, daß diese verschiedene Beleuchtungsart nicht am Platze ist. Erstaunlich aber bleibt, wie plastisch durch die Isohypsen die Felsregion erscheint, trotz der senkrechten Beleuchtung, die durchaus konsequent durchgeführt wurde, wenn man davon absieht, daß die Grate durch schmale helle Streifen hervorgehoben sind. Es ist mit der bisherigen Felszeichnung ganz unmöglich, die feine Gliederung der Felshänge auch nur annähernd so wiederzugeben, wie es in FINSTERWALDERS Karte mit Hilfe der Isohypsen geschieht. Selbst Schrofen, die kleinräumig im felslosen Gelände auftreten, werden klar und erkennbar dargestellt. Von sekundärer Bedeutung ist, daß die Karte mit der auf den Schweizer und Alpenvereins-Karten üblichen Wiedergabe des Waldes bricht: dort wird er durch zahllose kleine Ringelchen versinnbildlicht, worunter die Formenplastik sehr leidet; FINSTERWALDER benutzt mäßig dicht verteilte Aufrißsignaturen für Laub- und Nadelwald, für Latschen und Buschwerk. Auch die Wegzeichen und die Beschriftung sind wesentlich dem bisher Gebräuchlichen vorzuziehen. Das Kartenbild gewinnt in der neuen Darstellungsart ganz außerordentlich an Lesbarkeit.

FINSTERWALDERS Karte der Loferer Steinberge ist die modernste und beste Hochgebirgskarte, die es gegenwärtig gibt. Sie ist deshalb für den Bergsteiger ebenso wie für den Wissenschaftler der Karte mit der bisherigen Ausführung vorzuziehen. Besonders der Geologe hat nunmehr die Möglichkeit, auf einen reinen Schichtenplan seine farbige Darstellung aufdrucken zu lassen, ungestört durch Schraffen, Schummerung oder Felszeichnung. Dabei gibt die Färbung der Isohypsen bereits an, ob Fels oder felsloses Gelände vorhanden ist. Die

¹ Veröffentlicht in der Zeitschr. f. Gletscherkunde 13. 1923/24.

² Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins 1926.

neue Karte liefert auch den Beweis, daß zumindest im Maßstab 1 : 25 000 das Aneinanderverschließen von verschiedenfarbigen Isohypsen in völlig genügender Weise durchführbar ist.

Es wäre sehr zu begrüßen, wenn Hochgebirgskarten von nun an in der neuen Darstellungsart erscheinen würden. Dabei wäre als notwendige Änderung einzuführen die Einheitlichkeit der Beleuchtung für *alle* Geländeteile.

Gegen die FINSTERWALDERSche Felsdarstellung wurde eingewendet, daß sie nicht gestatte, die Felsart zu kennzeichnen. Dagegen lasse z. B. die Felszeichnung auf der in der alten Manier ausgeführten Karte deutlich die Bankung des Dachsteinkalkes erkennen, der die Felswände im Loferer Steinberg aufbaut. Dabei vergißt man aber, daß die schmalen Simse der Kalkplatten im Maße 1 : 25 000 gar nicht mehr aufscheinen können, so daß die Felszeichnung eigentlich eine gigantische, in Wirklichkeit nicht existierende Felstreppe wiedergibt. Wäre dort wirklich eine Stufung im großen vorhanden, müßte sie ebenso gezeichnet werden. Darin liegt also lediglich eine Irreführung. Von topographischen Karten darf man überhaupt nicht die Kenntlichmachung der Gesteinsart verlangen.

Die Einführung der Felsdarstellung durch Isohypsen und Schummerung löst auch ein spezielles Problem, dem bisher nicht beizukommen war. Das ist die Wiedergabe von Geländeteilen, die zwar geringe Böschung, aber blanken Felsboden aufweisen. Legt man über sie auch nur eine mäßig dunkle Felszeichnung, so bleibt die richtige Entzifferung doch sehr fraglich. Noch größere Schwierigkeiten bereitete die bisher übliche Felszeichnung bei der kartographischen Erfassung von vegetationsfreien Karstflächen auf den höheren Kalkstöcken der Alpen. Dies erweist am besten die vom Österreichischen Bundesvermessungsamt im Jahre 1926 herausgegebene Karte des Tennengebirges 1 : 25 000. Hier wurde allerdings zentrale Beleuchtung angewendet. Doch wer dieses Gebiet kennt, das so unübersichtlich wie nur möglich ist, muß es überaus bedauern, daß hier die Schichten, die die mühselig durchgeführte Stereoaufnahme lieferte, durch die Felszeichnung wieder getilgt wurden. Selbst der geübteste Kartenleser steht hier vor unüberwindlichen Hindernissen, ganz abgesehen davon, daß diese Karte an Plastik alles zu wünschen übrig läßt. Eine entsprechende Darstellung von Karstgebieten läßt sich *nur* in der Ausführung gewinnen, wie sie R. FINSTERWALDER mit seiner Karte vorgeschlagen hat. Dabei steht es ja frei, kleinere Karstformen, die durch Isohypsen nicht mehr erfaßbar sind, mittels Schraffen darzustellen, wobei diesen allerdings nur die Rolle einer Signatur zukommt.

Ein paar Worte noch über die Wahl der Beleuchtungsart. Es ist klar, daß bei Anwendung von Isohypsen die Schrägbeleuchtung ihre Nachteile verliert, denn die Schichtenlinien geben ja den Böschungswinkel exakt wieder. Trotzdem

halte ich dafür, daß bei Karten *großen* Maßstabes die senkrechte Beleuchtung vorzuziehen ist. Sie haben ja nicht einem raschen Überblick zu dienen wie Karten, die einen größeren Raum beinhalten. Zumindest eignen sich nicht alle Gebirgsteile für eine Darstellung in schräger Beleuchtung, man denke an die gesamten Kalkalpen mit ihrer vorwiegend stockförmigen Gliederung.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Karten, die gegenwärtig durch die Neuaufnahme in Österreich gewonnen werden, künftig in der FINSTERWALDERSchen Darstellungsart ausgegeben werden sollen.

Nicht minder wichtig als dieser Fortschritt in der kartographischen Wiedergabe des felsigen Hochgebirges ist eine Neuerung auf dem Gebiet der *Atlaskarten*. Sie wurde in die Wege geleitet durch das Erscheinen des Weltatlas, den die Londoner Times im Jahre 1920 herausgegeben haben¹. Er wurde unter der Leitung des ausgezeichneten Kartographen J. G. BARTHOLOMEW von dem Geographischen Institut in Edinburgh ausgeführt. Überaus lehrreich ist es, diesen englischen Handatlas mit einem der großen deutschen Atlanten zu vergleichen, etwa mit der 100-Jahrausgabe von STIELERS Handatlas, die ungefähr zur gleichen Zeit erschienen ist.

Es ist der Zweck solcher Atlanten, über möglichst viel Einzelheiten in gedrängter Form zu orientieren. Da sie also nicht nur zur Übersicht, sondern auch zum Nachschlagen bestimmt sind, ergeben sich große Schwierigkeiten hinsichtlich der Wahl der Entwurfsart. Es ist staunenswert, wie inhaltsreich zum Beispiel die Karten des STIELER-Atlases sind. Daß das auch für ihre Geländeunterlagen gilt, ist erst nach genauerem Studium feststellbar; denn die feingestochenen braunen Schraffen, mit denen die Bodenformen wiedergegeben sind, werden überwältigt durch den Schwarzdruck des Gerippes. Dies ist eine notwendige Folgeerscheinung, wenn man zur Darstellung des Geländes Schraffen benutzt. Aber auch davon abgesehen, hat die Schraffur den großen Nachteil, zu wenig über die Höhenlage der dargestellten Gebiete auszusagen. Infolge der dichten Beschriftung können ja nicht viel Höhenzahlen gegeben werden.

BARTHOLOMEW wendet Hypsometrie an und erreicht dadurch mit einem Schlage, daß trotz der Aufnahme möglichst vieler Namen die Plastik seiner Karten eine ganz außerordentliche ist. Seine Farbenskala geht von Grün über Gelb zu Braun und Rotbraun bzw. Graubraun, läßt also das Rot der PEUCKERSchen Abstufung für die größten Höhen unbenutzt. Nicht immer wird man dabei mit den gewählten Höhenabschnitten einverstanden sein. Die Höhenskala muß dem jeweils darzustellenden Raum angepaßt werden. Ein Nachteil mancher Karten des Times-Atlas ist der Ver-

¹ The Times Survey Atlas of the World. 112 Blätter und Index. London 1920. Mir liegt die Ausgabe 1922 vor.

such, sehr große Höhen durch Weiß zu kennzeichnen. Dadurch erhalten z. B. die Anden in Südamerika ein Aussehen, als ob sie ungeheure Firnkappen trügen. Manchmal ist auch der Farbedruck völlig mißlungen wie etwa auf den Karten, die Frankreich zum Gegenstand haben. Das sind aber rein technische Mängel, die behoben werden können, wie die ganz ausgezeichnete Karte der Britischen Inseln (Bl. 14, 1 : 2 Mill.) beweist. Das lichte Gerippe dieser Karte könnte um ein Vielfaches noch verdichtet werden, ohne daß ihrer Übersichtlichkeit Abbruch geschähe. Sie liefert auch ein vorzügliches Beispiel dafür, wie weit man in der Generalisierung von Isohypsen gehen kann und darf und welche Präzision sich beim Einpassen der verschiedenen Farbplatten erreichen läßt¹.

Man könnte gegen die hypsometrische Darstellung einwenden, daß sie den Kartographen zwingt, in jenen Gegenden, wo die nötigen Unterlagen fehlen, eine mehr oder minder aus der Luft gegriffene Isohypsenführung vorzunehmen. Dieser Gefahr begegnet allerdings die Schraffenmanier. Doch vermag sie ja deshalb nichts Verlässlicheres zu geben. Im Grunde genommen liegt in diesem Einwand gegen die Hypsometrie schon das Geständnis, daß sie der Schraffur an Genauigkeit überlegen ist.

Schließlich möge noch auf einige andere Vorteile der Times-Karten hingewiesen werden. Durch die Einschubung von kleinmaßstabigen politischen Karten werden verschiedenfarbige Grenzen auf den übrigen Karten vermieden, auf denen BARTHOLOMEW rosarote Grenzlinien verwendet, die das Gelände nur sehr mäßig beeinträchtigen. Hervorzuheben sind gegenüber den deutschen Atlanten die lebhaften Farben für die marinen Tiefenstufen. Eine praktische Neuerung ist darin zu sehen, daß Straßen (es gilt das nur für einige Blätter des Atlases) und kleinere Ortschaften in brauner Farbe ausgeschieden werden, wodurch die Wiedergabe dicht besiedelter Gegenden sehr an Übersichtlichkeit gewinnt.

Mit diesen Ausführungen soll naturgemäß keineswegs gesagt sein, daß die deutschen Atlanten dem Times-Werk an Präzision und Reichhaltigkeit nahestehen. Es handelt sich vielmehr darum, zu betonen, daß für Atlaskarten die hypsometrische Darstellung der Schraffur unbedingt vorzuziehen ist. Am kürzesten und schlagendsten läßt sich der Beweis führen durch Gegenüberstellung von Karten des Times-Atlases mit solchen jener STIELER-Ausgabe, der auch die *gerippfreien* Blätter beigeheftet sind. Selbst diese durch keine Beschriftung gestörten Schraffurkarten bieten keine so gute Geländeübersicht wie die entsprechenden *vollbeschrifteten* Times-Karten.

Auf dem Gebiete der *Schulatlanten* ist Österreich führend geworden durch den eben erschienenen Atlas von HANS SLANAR². Abgesehen da-

¹ Sonderbarerweise verzichtet BARTHOLOMEW auf die blaue Farbe der Flüsse.

² Atlas für Hauptschulen, Mittelschulen und ver-

von, daß er 72 vollständig neue Blätter umfaßt — das Ergebnis einer ganz ungeheuren Arbeit —, ist dieser Atlas besonders dadurch interessant, daß er wie kein anderer die Beziehung zu den speziellen Karten der Heimat pflegt. Naturgemäß steht die Behandlung Österreichs im Vordergrund, doch ist das gesamte deutsche Sprachgebiet in weitgehender Weise bearbeitet. Zunächst werden Photographien aus Wien und seiner Umgebung den entsprechenden Ausschnitten der großmaßstabigen staatlichen Karten gegenübergestellt, wobei auch zu diesem Zwecke angefertigte Flugzeugaufnahmen Verwendung finden. In der gleichen Weise werden sorgfältig ausgewählte Landschaftstypen aus Österreich dargestellt. Größere charakteristische Räume wie die Grazer Bucht, der Donaudurchbruch bei Linz, die Brennersenke usw. sind durch Ausschnitte der österreichischen Generalkarte (1 : 200 000) wiedergegeben. Auch Proben der Alpenvereinskarten und der bisher erschienenen neuen österreichischen Spezialkarte fehlen nicht. SLANAR verwendet Einheitsmaßstäbe, die sich an die amtlichen Kartenwerke anlehnen. Selbst die beigefügten Flurpläne gliedern sich in dieses System ein.

Vom Standpunkte des Kartographen besonders interessant ist der bei der Karte „Wien und der östliche Wienerwald“, 1 : 75 000, unternommene Versuch, Geländeschummerung (Braun bei dunkelbraunen Isohypsen) mit verschiedenfarbiger Darstellung der Vegetation und der Kulturen zu verbinden. Trotz der sehr gewissenhaften Ausführung leidet die Plastik der Karte durch die nicht zu verhindernde Interferenz der Farben. Eine Teilung in zwei Karten scheint mir da geboten. Weniger störend empfindet man auf Blatt 9 (Das südliche Wiener Becken, 1 : 200 000) die Verbindung von Hypsometrie und Schummerung. Durch die Einführung von Zwischenisohypsen und Erweiterung der Farbenskala in den tieferen Regionen läßt sich die Schummerung wohl ganz vermeiden, niedrige Geländestufen können unbedenklich durch lichte Schraffen dargestellt werden.

Eine vollständige Neuerung stellt auf Blatt 26 die „Geomorphologische Karte der Wiener Umgebung“, 1 : 750 000, dar. Sie bringt in sehr guter Zusammenfassung durch mehrere Farben die geologische Grundlage, auf die mit charakteristischen Aufrißzeichen ein Schema der verschiedenen Oberflächenformen aufgedruckt wurde. Abgesehen davon, daß das Kärtchen im Bereich der Grauwackenzone, der Buckligen Welt und der Thermenlinie inhaltlich abänderungsbedürftig ist, muß dieser Versuch als durchaus gelungen bezeichnet werden.

Die Übersichtskarten des Atlases sind in feiner Schraffur und mit einer Farbenskala dargestellt, die sich an die PEUCKERSche Tabelle anlehnt. SLANAR hat dabei eine sehr gewissenhafte Auswahl im Gerippe getroffen und eine Schrift wandte Lehnanstalten. Deutscher Verlag für Jugend und Volk. Wien 1928. Ausführung und Druck: Kartographisches Institut in Wien.

verwendet, deren Unaufdringlichkeit dem Gelände keinen Abbruch tut. Besondere Beachtung verdient die Karte der „Mittelmeerländer und Vorderasiens“, 1 : 10 Millionen, die in den bisherigen Atlanten fehlte. Ein großer Vorteil des Atlases besteht darin, daß auf allen großen Übersichtskarten mit Ausnahme von den beiden Amerika und Australien noch Wien zu sehen ist; auf den letztgenannten 3 Blättern ist in den Kartenecken im Maßstab der Hauptkarte das Deutsche Reich und Österreich dargestellt, wodurch hier zum erstenmal durchweg der notwendigen Vergleichsmöglichkeit Rechnung getragen wird. Als eine nicht zu unterschätzende Neueinführung muß das Weglassen von astronomischen und mathematisch-geographischen Karten gebucht werden; SLANAR beschränkt die diesbezüglichen Darstellungen auf wenig mehr als ein halbes Blatt. Dies ist für einen Schulatlas durchaus genügend.

Bei manchen Karten stört die geringe Kenntlichmachung der ozeanischen Gräben — hier wird der Verlag bei der Neuauflage unbedingt noch eine weitere blaue Farbe bewilligen müssen.

Als eine der besten Karten muß die der beiden Erdhälften und die der Polargebiete hervorgehoben werden. Sie sind in Hypsometrie ausgeführt und

bieten eine so ausgezeichnete Übersicht, daß man sich die Frage vorlegt, ob es nicht besser wäre, auch die anderen Übersichtskarten in dieser Manier herzustellen. Es scheidet diese Absicht bislang — wie ich mich selbst überzeugt habe — an dem Widerstand der Lehrerschaft, die erklärt, daß hypsometrische Karten für Kinder schwerer lesbar sind als Schraffenkarten. Da muß man sich denn doch fragen, wieso man zu diesem Urteil gelangen kann, nachdem bisher alle Schulatlanten nur mit Schraffenkarten versehen waren. — Gewiß gibt es genug technische Schwierigkeiten bei der Einführung der Hypsometrie zu überwinden, doch daß sie bei einer klug ersonnenen Höheneinteilung und einer genau abgewogenen Generalisierung der Isohypsen bewältigt werden können, dafür liefern manche Karten des vorangehend besprochenen Times-Atlases unwiderlegbare Beweise.

Viel gäbe es noch über die zahlreichen Detail- und Nebenkarten des SLANAR-Atlases zu sagen; so z. B. über die vorzügliche Gliederung und Farbenwahl bei der Pflanzenkleidkarte und der Völkerkarte der Welt. Mannigfache Anregungen erhält die Kartographie durch diesen Atlas, der alles, was bisher an ähnlichen Werken erschien, weit hinter sich zurückläßt.

Über die gleichmäßige Abbildung einer Fläche durch optische Systeme.

Von M. HERZBERGER, Jena.

Um die geometrische Optik haben sich seit nahezu 50 Jahren weder Mathematiker, noch Physiker allzuviel bekümmert. Das mag vielleicht seine Ursache in der geschichtlichen Entwicklung dieser Teildisziplin haben, die ich im folgenden kurz schildern will.

C. F. GAUSS hatte in seinen „dioptrischen Untersuchungen“ eine spezielle Aufgabe aus dem Gebiet der geometrischen Optik in wundervoll klarer und durchsichtiger Weise behandelt. Er betrachtete ein zentriertes optisches System und fragte nach der Abbildung der Punkte auf der Achse und in ihrer nächsten Nachbarschaft durch das System. Wenn man zur Abbildung nur Strahlen zuläßt, die mit der Achse einen kleinen Winkel bilden, so kommt man zu den bekannten einfachen Zusammenhängen, die unter dem Namen GAUSSsche Dioptrik bekannt sind. Alle Strahlen, die von einem Punkte des Objektraumes ausgehen, treffen sich wieder in einem Punkte des Bildraumes, und bei dieser Abbildung wird jedes in einer beliebigen achsensenkrechten Ebene gelegene Objekt mit einer bestimmten Vergrößerung auf eine bestimmte Ebene des Bildraumes abgebildet. Die Vergrößerung hängt dabei nur von der Lage der Objektebene ab, ist also für alle in derselben Ebene liegenden Objekte identisch. E. ABBE wies in seinen Vorlesungen darauf hin, daß die von GAUSS gefundenen Linsengesetze auch ohne Benutzung des Brechungsgesetzes abgeleitet werden könnten, und zwar allein aus der fiktiven Annahme, daß alle Strahlen, die von einem Punkte des Objektraumes

ausgehen, sich bildseitig wieder in einem Punkte schneiden. Eine solche Abbildung bezeichnet man als *kollineare* Abbildung. Es lag nun nahe, und diesen Schritt hat E. ABBE getan, die kollineare Abbildung als Ideal der optischen Abbildung überhaupt hinzustellen, und zwar über den GAUSSschen Bereich hinaus, also auch für Strahlen, deren Winkel gegen die Achse nicht mehr klein ist. Das lag besonders nahe, da die Gesetze der kollinearen Abbildung sehr einfach und durchsichtig sind, und man die Größen, die zur Kenntnis der in Frage kommenden Kollineation ausreichen, sehr einfach und schnell rechnerisch erhält. Seit ABBE ist man gewöhnt, den Strahlenverlauf nach dem Durchgang durch ein optisches System so zu beurteilen, daß man die kollineare Abbildung betrachtet, die nach GAUSS in einem engen Raum um die optische Achse Objekt und Bildstrahlen verbindet, sie auf den ganzen Raum ausdehnt und die Abweichung von diesem Ideal als Fehler anspricht.

Nun sind gegen diese Betrachtungsweise schon seit langem Bedenken erhoben worden, am entschiedensten vielleicht von A. GULLSTRAND, von dessen Schriften ich hier „Tatsachen und Fiktionen in der Lehre von der optischen Abbildung“ (Archiv für Optik 1908) erwähnen will. Das entscheidende Gegenargument war, es wurde der Nachweis geliefert, daß die kollineare Abbildung eines endlichen Flächenstückes durch endlich geöffnete Bündel optisch überhaupt nicht realisierbar ist (außer in einem uninteressanten Spezialfall, der

der Abbildung durch den ebenen Spiegel entspricht). Für diese Tatsache sind in den letzten Jahrzehnten eine ganze Anzahl Beweise veröffentlicht worden (einer z. B. von F. KLEIN), die sich auf verschiedene Voraussetzungen stützen. Ein Teil der Beweise geht von energetischen Betrachtungen aus, andere knüpfen direkt an optische Grundgesetze, z. B. den FERMATSCHEN Satz an, der aussagt, daß der wirklich vom Licht zwischen zwei Punkten P und P' zurückgelegte Weg immer ein Extremwert ist, oder in Formeln, daß

$$(1) \quad \delta \int_P^{P'} n ds = \delta E = 0$$

ist.

Trotz dieser Erkenntnis war es bisher noch nicht gelungen, eine allgemeine Zuordnung zwischen den Strahlen von Objekt und Bildraum zu finden, die gleichzeitig verhältnismäßig einfach ist, aber nicht, wie die kollineare Abbildung, optischen Gesetzen widerspricht. Es soll in den folgenden Zeilen eine solche Zuordnung näher charakterisiert werden, die sich aus längeren gemeinsamen Arbeiten von Dr. LIHORZKY und dem Verfasser herauskristallisiert hat. Es sollen die Eigenschaften dieser Abbildung, die wir als *homöoplanatische* Abbildung bezeichnen, dargetan werden, und es soll der Zusammenhang zwischen unserer Arbeit und den vorhandenen Ansätzen in dieser Richtung aufgezeigt werden.

Die *scharfe* Abbildung eines noch so kleinen *Raumelementes* durch Strahlenbündel widerspricht optischen Gesetzen (außer für den Spezialfall, der dem ebenen Spiegel entspricht)¹.

Dagegen ist es sehr wohl möglich, ein *Flächenelement*, ja sogar eine beliebige *endliche* Fläche (bei einem Rotationssystem muß die Fläche natürlich wieder rotationssymmetrisch um die Achse sein) durch ein optisches System Punkt für Punkt durch endlich geöffnete Strahlenbündel scharf² abzubilden.

Für ein Flächenelement sind die Gesetze einer solchen Abbildung bekannt. Enthält das objektseitige Flächenelement einen Achsenpunkt und steht zur Achse eines rotationssymmetrischen Systems senkrecht, und wird der Achsenpunkt durch das optische System scharf abgebildet, so wird dann und nur dann das Flächenelement scharf abgebildet, wenn zwischen den Strahlen durch den Achsenpunkt und den Bildstrahlen folgender Zusammenhang besteht. Es muß für die Winkel u (bzw. u'), die ein beliebiger Strahl vor und nach dem Durchgang durch das System mit der Achse bildet, die Beziehung gelten

$$(2) \quad \frac{n \sin u}{n' \sin u'} = \beta'$$

¹ Hierdurch fällt ja auch, wie oben angedeutet, die kollineare Abbildung, die sogar eine scharfe Abbildung des gesamten Raumes voraussetzt.

² Eine solche Abbildung pflegt man auch als *aplanatisch* zu bezeichnen.

wo n bzw. n' die Brechungsindizes im Objekt bzw. Bildraum bedeuten, und β' eine Konstante (die Vergrößerung eines achsensenkrechten Linienelementes) für alle Strahlen bedeutet. Besteht Gleichung (2) bei scharfer Abbildung des Achsenpunktes, so wird das Flächenelement um die Achse durch unser optisches System scharf und zwar um das β'^2 -fache vergrößert abgebildet. Die Bedingung (2) für endliche Winkel u ist wohl zuerst von E. ABBE in ihrer Bedeutung für die Korrektur optischer Systeme gewürdigt worden; es ist die sogenannte Sinusbedingung.

Auch für die scharfe Abbildung eines außeraxialen Flächenelementes durch ein rotationssymmetrisches System lagen schon Resultate vor; man kann die Bedingungen dafür aus den Kosinussätzen von BRUNS, HOCKIN, T. T. SMITH leicht herleiten. Wird ein außeraxialer Punkt P durch ein rotationssymmetrisches optisches System scharf

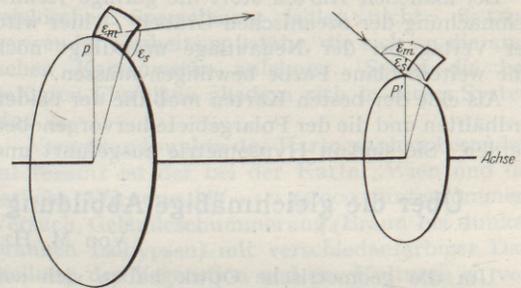


Fig. 1. Aplanatische Abbildung eines Flächenelements. $\varepsilon_m, \varepsilon'_m$ Winkel des ein- und austretenden Strahles gegen die meridionale, $\varepsilon_s, \varepsilon'_s$ Winkel gegen die sagittale Richtung.

abgebildet, so wird aus Symmetriegründen von selbst jeder Punkt eines Kreises um die Achse scharf abgebildet und zwar derartig, daß Objekt und Bildpunkt immer auf einer und derselben Ebene durch die Achse (auf einer und derselben „Meridianebene“) liegen. Ein *Linienelement* dieses Kreises, ein *sagittales* Linienelement (man bezeichnet in der Optik die Richtungen in der Meridianebene als *meridional*, die Richtung senkrecht dazu als *sagittal*) wird also immer scharf abgebildet, falls einer seiner Punkte scharf abgebildet wird. Soll ein *Flächenelement* um den betrachteten Punkt exakt abgebildet werden, so ist dazu, wie man leicht zeigen kann, nur noch die Abbildung eines meridionalen Linienelementes nötig. Die Bedingung hierfür läßt sich in Kosinusform angeben. Wir erhalten also mit der immer von selbst gültigen Gleichung in Kosinusform für die Abbildung des sagittalen Linienelementes zwei Bedingungen, die sich wie folgt schreiben. Sei ε_s bzw. ε'_s der Winkel, den ein beliebiger, von P herkommender Strahl mit der sagittalen Richtung vor und nach dem Durchgang durch das System bildet, ε_m bzw. ε'_m der Winkel des Strahls gegen die Fortschrittrichtung in der Meridianebene, seien β'_s bzw. β'_m die Vergrößerungen, mit denen

das sagittale, bzw. meridionale Linienelement abgebildet wird, so gilt für jeden Strahl

$$(3) \quad \begin{aligned} n' \beta'_s \cos \varepsilon'_s - n \cos \varepsilon_s &= 0 = \frac{dE}{ds} \\ n' \beta'_m \cos \varepsilon'_m - n \cos \varepsilon_m &= C_m = \frac{dE}{dm} \end{aligned}$$

wo C_m die Ableitung des Lichtweges E nach der Verschiebungsrichtung bedeutet. $C_s = \frac{dE}{ds}$ ist

natürlich gleich Null, da der Lichtweg von Objekt zu Bildpunkt für alle Punkte des Kreises um die Achse konstant ist (wegen der Rotationssymmetrie). Durch Gleichung (3) in der β'_s , β'_m und C_m Konstanten sind, sind die Strahlen durch P eindeutig den Bildstrahlen durch P' zugeordnet; man kann leicht eine Konstruktion angeben, die diese Zuordnung vornimmt und die von derselben einfachen Art ist, wie die Zuordnung der Strahlen bei der kollinearen Abbildung. Die durch (3) vermittelte Abbildung eines außeraxialen Flächenelementes ist nur dann *verzerrungsfrei*, wenn $\beta'_s = \beta_m$ ist.

Durch diese Formeln werden die Gesetze für die scharfe Abbildung eines *unendlich kleinen* Flächenstückes durch ein rotationssymmetrisches System gegeben. Wenn man die Gesetzmäßigkeiten, die die Abbildung eines *endlichen* Flächenstückes mit sich bringen, studieren will, tut man besser, das Problem noch weiter zu fassen, da sich in dem Spezialfall der scharfen aplanatischen Abbildung einige interessante Details verwischen.

Wir fragen also jetzt nach der *gleichmäßigen* Abbildung eines endlichen Flächenstückes durch ein rotationssymmetrisches System. Der Ausdruck *gleichmäßig* muß noch näher erläutert werden. Im allgemeinen wird eine zur Achse symmetrische Fläche in folgender Weise durch ein rotationssymmetrisches optisches System abgebildet. Die Strahlen, die vom Schnittpunkt der abzubildenden Fläche mit der Achse ausgehen, bilden nach dem Durchgang durch das System eine Geradenmannigfaltigkeit, die um die Achse rotationssymmetrisch liegt. Die Strahlen, die von einem außeraxialen Punkt P ausgehen, haben nach dem Durchgang durch das optische System im allgemeinen keine Symmetrieachse mehr, sondern nur eine Symmetrieebene, nämlich die Meridianebene durch Ausgangspunkt P und die Achse des optischen Systems. Immer aber bilden diese Strahlen nach dem Satz von MALUS ein Normalsystem und sie umhüllen zwei Flächen, die sog. *kaustischen* Flächen. Für den Achsenpunkt degeneriert die eine kaustische Fläche in ein Stück der Achse, während die andere Fläche um diese Achse rotationssymmetrisch wird und im Schnittpunkt mit der Achse eine Spitze hat.

Wir wollen nun unter *gleichmäßiger* oder *homöoplanatischer* Abbildung einer endlichen Fläche eine Abbildung verstehen, bei der nicht nur dem Achsenpunkt eine rotationssymmetrische Strahlenmannig-

faltigkeit entspricht, sondern bei der die Strahlen, die von einem beliebigen Punkt der abzubildenden Fläche ausgehen, nach dem Durchgang durch das System eine rotationssymmetrische Strahlenmannigfaltigkeit bilden. Die Eigenschaft der Bildkaustiken, rotationssymmetrisch zu sein, soll also über das ganze Bildfeld erhalten bleiben. Man sieht, daß diese Forderung ziemlich weitgehend ist, jedoch viel weniger weitgehend, als die Forderung nach einer scharfen Abbildung der Punkte einer endlichen Fläche.

Es wird sich zeigen, daß eine solche *gleichmäßige* oder *homöoplanatische* Abbildung eines endlichen Flächenstückes nur möglich ist, wenn ganz bestimmte Beziehungen zwischen den objekt- und bildseitigen Strahlen bestehen. Es wird sich zeigen, daß dann aber auch die so erhaltene Abbildung mit den optischen Gesetzen in Übereinstimmung steht, also prinzipiell realisierbar ist.

Betrachten wir zunächst wieder die homöoplanatische Abbildung eines Flächenelementes, und zwar zuerst eines Flächenelementes, das einen Punkt der Achse enthält. Aus Symmetriebetrachtungen folgt sofort, daß das abzubildende Flächenelement senkrecht zur Achse stehen muß. Den von einem Achsenpunkt ausgehenden Strahlen entspricht von selbst bildseitig eine rotationssymmetrische Strahlenmannigfaltigkeit. Die Forderung der gleichmäßigen Abbildung eines Flächenelementes ist nun, wie aus der Rotationssymmetrie folgt, identisch mit der Forderung, es sollte einem benachbarten nicht auf der Achse gelegenen Punkt auch bildseitig eine rotationssymmetrische Kautistik entsprechen. Die Symmetrieachse dieses Nachbarbündels, die wir den *Hauptstrahl* des betreffenden Bündels nennen wollen, schneidet die Systemachse in einem Punkt, den wir den axialen Pupillenpunkt nennen. Es ist derselbe Punkt, den GLEICHEN als *natürliche* Blende, LIHOTZKY und STAEBLE als *isoplanatische* Blende bezeichnet haben. Als Bedingung dafür, daß auch die Nachbarkaustik rotationssymmetrisch ist, erhält man nun eine Gleichung, die auf anderen Wegen 1919 gleichzeitig von E. LIHOTZKY und F. STAEBLE veröffentlicht wurde. Es ist die sog. *Isoplanasiebedingung*, die man damals als Bedingung dafür erkannte, daß ein sehr störender, weil linear mit der Entfernung von der Achse wachsender Fehler, der sog. Komafehler, in dem betreffenden System für die Nachbarschaft der Achse gehoben ist. Die Bedingung schreibt sich in folgender Weise. Sei $u(u')$ wie vorher der Winkel, den ein beliebiger Strahl mit der Achse bildet, sei k' die Entfernung der bildseitigen kaustischen Spitze (des Bildpunktes, der durch die achsennahen Strahlen erzeugt wird)¹, von der isoplanatischen Blende, $k' + A'$ die Entfernung der isoplanatischen Blende von dem bild-

¹ In der Figur ist, um nicht zu verwirren, immer angenommen, daß die Spitzen der Bildkaustiken alle auf einer achsenkrechten Ebene liegen. Formeln und Beweis setzen nur voraus, daß diese Fläche rotationssymmetrisch ist.

seitigen Schnittpunkt des unter dem Winkel u' austretenden Strahls, dann lautet die Bedingung

$$(4) \quad n'(k' + \Delta') \beta'_o \sin u' = nk' \sin u$$

wo β'_o die Vergrößerung ist, die den achsennahen Strahlen, also der GAUSSSchen Theorie entspricht.

In ähnlicher Weise wie vorhin kann man nun auch die Bedingung dafür aufstellen, daß ein außeraxiales Flächenelement gleichmäßig abgebildet wird, unter der Voraussetzung, daß einer seiner Punkte einer rotationssymmetrischen Kautstik entspricht.

Es gibt dann bildseitig einen Strahl, nämlich die Achse der Rotationssymmetrie, der sogenannte Hauptstrahl, der von allen objektseitig von P herkommenden Strahlen getroffen wird. Die dem Objektpunkt entsprechenden beiden Kautstiken

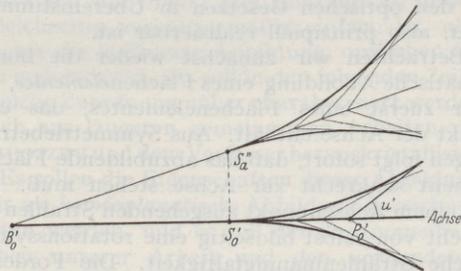


Fig. 2. Gleichmäßige (isoplanatische) Abbildung eines Flächenelements um die Achse (Meridianschnitt). Man denke sich die Figur um die Achse gedreht (Bildseite).

sind dann erstens ein Stück des Hauptstrahles und zweitens eine um den Hauptstrahl rotationssymmetrische Fläche, die auf dem Hauptstrahl eine Spitze hat.

Ein dünnes Strahlenbündel, das einen objektseitig von P ausgehenden Strahl umgibt, vereinigt sich bildseitig meist nicht in einem Punkt; man kann jedoch den Schnittpunkt mit jeder der beiden kautstischen Flächen mit einem gewissen Recht als Bildpunkt ansprechen. Ein solches Bündel bezeichnet man als astigmatisch. Nur das Bündel, das den Hauptstrahl umgibt, ist anastigmatisch, d. h. die Strahlen, die vom Objektpunkt herkommen und in seiner Nachbarschaft liegen, vereinigen sich bildseitig wieder in einem Punkt, und zwar ist das gerade die Spitze der Bildkautstik.

Entspricht dem Punkt P eine rotationssymmetrische Kautstik, so entspricht, genau wie bei der aplanatischen Abbildung allen Punkten, die mit P auf einem Kreise um die Achse liegen, auch eine rotationssymmetrische Kautstik, die aus der P entsprechenden durch einfache Drehung um die Achse hervorgeht. Die Symmetrieachse all dieser Kautstiken, die wir Hauptstrahlen nennen, bilden einen Kegelmantel, dessen Spitze (wir bezeichnen sie als den *sagittalen Pupillenpunkt* B'_s) auf der Achse liegt. Wir erhalten auch hier aus allgemeinen Überlegungen eine Gleichung in Kosinusform, die also die notwendige und hinreichende Bedingung

dafür ist, daß die dem Punkt P entsprechende Kautstik rotationssymmetrisch ist. Sei k'_s die Entfernung der kautstischen Spitze vom sagittalen Pupillenpunkt, $k'_s + \Delta'$ die Entfernung des Schnitt-

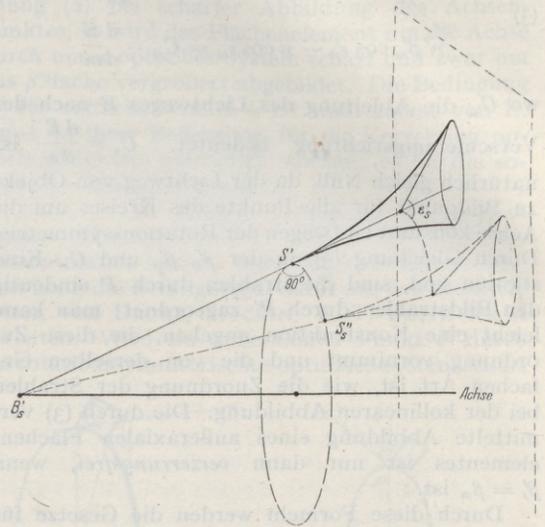


Fig. 3. Homöoplanatische Abbildung eines sagittalen Linienelements (Bildseite).

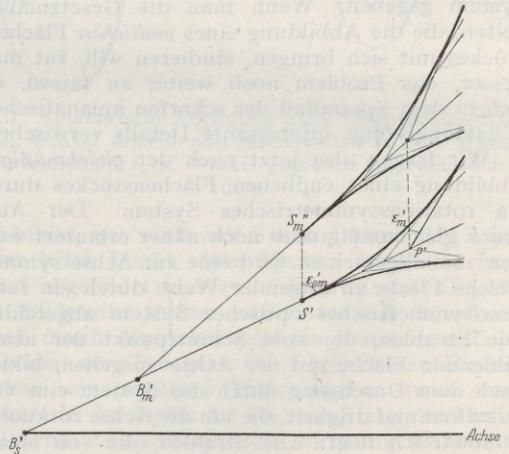


Fig. 4. Gleichmäßige (homöoplanatische) Abbildung eines außeraxialen Flächenelements. B'_m = meridionaler Blendenpunkt, B'_s = sagittaler Blendenpunkt (Bildseite), Meridianschnitt. Man denke sich die Figur um die Achse gedreht.

punktes, in dem der beliebig herausgegriffene Strahl durch P den Hauptstrahl schneidet, $\epsilon_s(\epsilon'_s)$ der Winkel, den der einfallende (austretende) Strahl mit der sagittalen Richtung bildet, dann gilt

$$(5) \quad n'(k'_s + \Delta') \beta'_{os} \cos \epsilon'_s = nk' \cos \epsilon_s$$

wo β'_{os} die sagittale Vergrößerung längst des Hauptstrahls bedeutet.

Als Bedingung kommt hier noch die nicht wie die obige notwendig immer erfüllte Forderung hinzu, daß auch einem in der Meridianebene ge-

legenen Nachbarpunkt eine rotationssymmetrische Kaustik entspreche. Treffen sich die den beiden benachbarten Punkten in der Meridianebene entsprechenden Hauptstrahlen in einem Punkt, der von der Spitze der rotationssymmetrischen Kaustik die Entfernung k'_m hat, sei ε_m bzw. ε_{m0} , ε'_m bzw. ε'_{m0} die Winkel zwischen Strahl bzw. Hauptstrahl gegen die Fortschreitungsrichtung der kaustischen Spitze in der Meridianebene, so muß die Beziehung $n'(k'_m + \Delta') \beta'_{om} (\cos \varepsilon'_m - \cos \varepsilon'_{m0}) = nk' (\cos \varepsilon_m - \cos \varepsilon_{m0})$ bestehen, wo β'_{om} wieder eine Konstante und zwar die meridionale Vergrößerung längs dem Hauptstrahl bedeutet. Ein kleines Quadrat wird also so abgebildet, daß die Spitzen der rotationssymmetrischen Kaustiken bildseitig (bis auf Größen höherer Ordnung) in einem Rechteck liegen, dessen Seiten β'_{om} bzw. β'_{os} mal größer sind, als die Seiten des Quadrats.

Interessant ist, was hier nicht weiter ausgeführt werden soll, daß man imstande ist, bei Annahme der Gültigkeit der *Homöoplanasiebedingung* für ein *endliches* Stück aus der Gestalt der Kaustik die Nachbarkaustiken abzuleiten. Diese Konstruktion führt auf eine Gleichung, die eine einfache Integration zuläßt, wodurch dann auch die Möglichkeit der homöoplanatischen und damit auch der aplanatischen Abbildung einer endlichen Fläche feststeht. Man ist imstande, aus der axialen Kaustik, die gegeben sein muß, alle anderen im wesentlichen zu konstruieren. Es zeigt sich dann u. a. daß alle Kaustiken bei homöoplanatischer Abbildung in ihren topologischen Eigenschaften übereinstimmen (abgesehen von der evtl. durch Vignettieren verursachten Verstümmelung). Sie haben die gleiche Form der sphärischen Abweichung, eine Spitze, die gleiche Anzahl Kanten usw. Die Gesamtheit aller Hauptstrahlen bildet auch wieder eine zweifach unendliche Strahlenmannigfaltigkeit, die um die Systemachse rotationssymmetrisch angeordnet ist. Diese Strahlen umhüllen eine zur Systemachse rotationssymmetrische Kaustik, die wir *Pupillenkaustik* nennen. Betrachten wir einen beliebigen Hauptstrahl, so berührt er die Pupillenkaustik in dem Punkt, den wir oben als *meridionalen Pupillenpunkt* bezeichnet haben. Der Schnittpunkt mit der Systemachse wurde oben als *sagittaler Pupillenpunkt* bezeichnet. Die kaustischen Spitzen aller Bildkurven liegen auf einer zur Achse rotationssymmetrischen Fläche, die die Achse senkrecht schneidet. Diese Fläche enthält nach dem oben Gesagten alle *anastigmatischen* Bildpunkte des Objekts. Im allgemeinen wird es vorteilhaft sein, zu verlangen, daß diese Fläche eine Ebene ist.

Wenn wir alle Punkte als „*zusammengehörig*“ bezeichnen, die auf einer Fläche liegen, von der Eigenschaft, daß sie jeden Hauptstrahl parallel zur Fläche der kaustischen Spitzen schneidet, können wir das oben angeführte Gesetz sehr leicht aussprechen und deuten. Durch jeden Punkt eines

Hauptstrahls, durch den überhaupt Strahlen gehen, die von unseren Objektpunkten kommen, geht ein ganzer Strahlenkegel, der den Hauptstrahl als Rotationsachse hat. Sei α' der Winkel, den die Strahlen des Kegels mit dem Hauptstrahl bilden, ε'_{m0} wie oben der Winkel zwischen Hauptstrahl und Fortschreitungsrichtung der kaustischen Spitze im Meridianschnitt, so ist für alle *zusammengehörigen* Punkte.

$$(7) \quad \sin^2 \frac{\alpha'}{2} \sin \frac{\varepsilon'_{m0}}{2} = \text{Const.}$$

Ist insbesondere die Fläche der kaustischen Spitze eine Ebene (und es genügt für die wichtigsten Anwendungen diesen Fall zu betrachten), so sind immer die Punkte „*zusammengehörig*“, die in einer und derselben achsensenkrechten Ebene liegen.

Zum Schluß will ich die homöoplanatische Abbildung mit der kollinearen Abbildung vergleichen, und die Aufgaben aufzeigen, die noch gelöst werden müssen, um die homöoplanatische Abbildung für die Praxis und den weiteren Ausbau der geometrischen Optik brauchbar zu machen.

Die erste wichtige Aufgabe ist die: Es sei eine bestimmte Abbildung durch ein optisches System gegeben. Dann gibt es bekanntlich eine und nur eine *kollineare* Abbildung, die ihr entspricht (nämlich die, die in einem fadenförmigen Raum um die Achse Gültigkeit hat). Man hat versucht, von dieser Abbildung aus sukzessive sich der realen Abbildung zu nähern. (SEIDELSCHE Bildfehlertheorie usw.). Kann man nun *eine homöoplanatische* Abbildung finden, die vernünftigerweise als Annäherung an die reale Abbildung aufgefaßt werden kann? Wie gibt man die Abweichungen von dieser Abbildung an und wie erhält man eine weitere Näherung?

Das führt wahrscheinlich zu einer Bildfehlertheorie etwas anderer Art, die insofern praktisch nützlicher sein wird, als die fehlerfreie Abbildung hier kein *unerreichbares* Ideal ist. Man wird bei diesen Untersuchungen sicher mit großem Nutzen von den GULLSTRANDSchen Arbeiten Gebrauch machen können.

Vom Standpunkt der gewöhnlichen Strahlendurchrechnung sieht die homöoplanatische Abbildung wie folgt aus: Ein homöoplanatisch korrigiertes System (wir wollen Auffangflächen und Flächen der kaustischen Spitzen als Ebene annehmen) hat für die *Hauptstrahlen* keinen *Astigmatismus*. Den Asymmetriefehler (*Koma*) kann man als gehoben betrachten. Die Verzeichnung ist beliebig, sie bleibt nur dann bei der Verschiebung der Auffangebene gleichmäßig, wenn die Hauptstrahlenkaustik sich in einem Punkt transformiert; ist dann *eine* Ebene verzeichnungsfrei abgebildet, so zeichnet das System für alle Ebenen verzeichnungsfrei.

Ist bei homöoplanatischer Abbildung eine endliche Fläche in einem Punkt die sphärische Aberration gehoben, so ist sie überall gehoben. Eine solche „*aplanatische*“ Abbildung hat (außer der evtl. Krümmung) nur noch einen Verzeichnungsfehler.

Zuschriften.

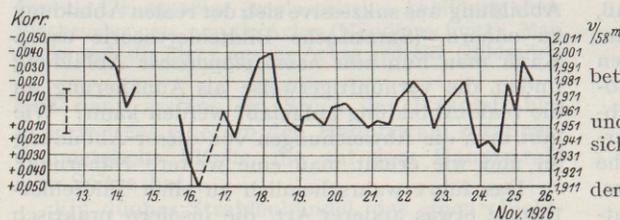
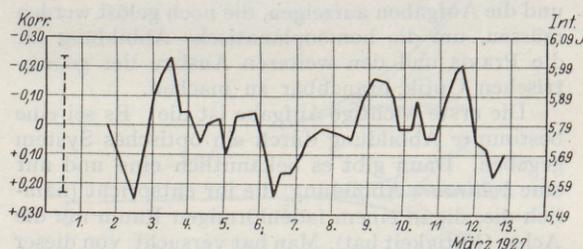
Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

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

Höhenstrahlungsschwankungen zweiter Art.

Die statistische Behandlung der bisher vorliegenden Messungen über Höhenstrahlung führt zu folgenden neuen Ergebnissen:

1. Die für Luftdruckschwankungen korrigierten Einzelwerte von BÜTTNER, Zeitschr. f. Physik 45, 588, 1927, und STEINKE, Zeitschr. f. Physik 42, 570, 1927, wurden nach Sternzeit geordnet, und das Mittel, die Dispersion und der mittlere Fehler des Mittels für zwei Serien ganztündlicher Intervalle berechnet (beide Serien sind eine halbe Stunde gegeneinander verschoben). Die Mittelwertskurven stimmen miteinander und mit der entsprechenden Kurve von KOLHÖRSTER und von SALIS, Berl. Ber. II, 1927, in der Hauptsache überein



Unregelmäßige Schwankungen der Höhenstrahlung in den Messungen von BÜTTNER (oben) und in den Messungen von STEINKE (unten). Die gestrichelten Linien links zeigen die Amplitude der Sternzeitperiode.

(Maxima zu 23^h-1^h , 5^h-8^h , 13^h-16^h und Hauptminimum zu 8^h-12^h Sternzeit).

2. Da die Werte einzelner Tage sich oft auffallend systematisch von den entsprechenden sternzeitlichen Mittelwerten unterscheiden, wurde eine mögliche, mit der Zeit fortlaufende Variation der Strahlung in folgender Weise untersucht. Aus dem Mittel aller Werte eines halben Tages und dem Mittel der *entsprechenden* sternzeitlichen Mittelwerte wurde die gemeinsame Korrektur der ersteren in bezug auf die letzteren berechnet. Die halbtäglichen Intervalle wurden so gelegt, daß sie sich einmal mit Tageshelligkeit und Nachtdunkel ungefähr deckten (erste Serie) und dann 6 Stunden in bezug auf die der ersten Serie verschoben waren (zweite Serie). Diese Korrekturen sind in beistehender Fig. 1 graphisch aufgetragen, und sie zeigen mit der Zeit fortlaufende, unregelmäßige Schwankungen der Ionisation in den Apparaten. Diese Schwankungen haben in BÜTTNERS Messungen gleich große Amplitude, in STEINKES Messungen doppelt so große Amplitude wie die der sternzeitlichen Schwankungen. Sie sind jedoch in STEINKES Messungen, absolut genommen,

beträchtlich kleiner. Die in meiner Zuschrift an „Nature“, 3. März 1928, besprochenen „Systematic differences“ unter den Registrierstreifen in STEINKES Messungen sind daher nicht als Fehler der Streifen, sondern eher als Teile dieser unregelmäßigen Schwankungen aufzufassen. Auf die Möglichkeit solcher Schwankungen hatte mich Herr KOLHÖRSTER auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen aufmerksam gemacht. Durch das Vorhandensein zweier Arten von unabhängigen Schwankungen wird die große Streuung der Einzelwerte und die trotzdem gute Übereinstimmung der Sternzeitkurven erklärlich.

3. Weiterer Aufschluß über die fortlaufenden Schwankungen von großer Amplitude ergab sich, als alle Einzelwerte in STEINKES Messungen, welche negative Korrektur *dieser Art* haben, in einer Gruppe — *Große Intensität* — und alle Werte, welche positive Korrektur haben — *Kleine Intensität* — zusammengefaßt wurden. Die Werte einer dieser Gruppen liegen immer in einer Folge von wenigstens 11 Stunden bis über 2 Tage. Es zeigte sich, daß die Werte der *kleinen* Intensität die bekannten Züge der Sternzeitkurve auffallend deutlich wiedergeben und daß die sternzeitliche Maximalschwankung hier (Restgang = $0,80$ J angenommen) = 5% der Intensität ist. Die Werte der *großen* Intensität geben dagegen eine sternzeitliche Kurve von ganz anderem Aussehen, in welcher die bekannten Maxima zwar angedeutet sind, aber auch andere, ebenso $\frac{v}{158^m}$ große Maxima auftreten und das große Hauptminimum ausgefüllt ist. Die Maximalschwankung beträgt hier nur 3%.

Die Korrekturen für Werte während Tageshelligkeit und für Werte während Nachtdunkel unterscheiden sich nicht merklich voneinander.

Auf die hieraus zu ziehenden Folgerungen wird in der ausführlichen Publikation eingegangen werden.

Sternwarte Lund, den 28. April 1928. AXEL CORLIN.

Über die Struktur der gelben Na-Linien (5890, 5896).

Im Verlauf der Untersuchung über Feinstrukturen an Li-Bogenlinien¹ ist es dem Verfasser gelungen, eine neue Form einer Hohlkathode² zu konstruieren, die es ermöglicht, das Leuchten von Metalldämpfen bei tiefen Temperaturen zu beobachten. Die Röhre besteht ganz aus Metall und wird in flüssige Luft (flüssigen Wasserstoff) getaucht. Die Entladung wird von einem Edelgas, in vorliegendem Falle Argon, von etwa 2 mm Druck getragen. Das an den Metallwänden abgekühlte Edelgas nimmt die geringen Mengen des durch Zerstäubung verdampfenden Metalles auf, kühlt sie seinerseits ab, und die Elektronen in der Entladungsbahn regen die Metallatome an. (Eine genaue Beschreibung der Röhre wird an anderem Orte erfolgen.)

Durch die Anwendung tiefer Temperaturen wird der Dopplereffekt der leuchtenden Metallatome entsprechend verringert, und die zunehmende Schärfe der Spektrallinien gibt die Möglichkeit, enge Linienstrukturen zu erschließen, wenn man gleichzeitig dafür sorgt, wie es in der Röhre geschehen ist, daß Störungen durch

¹ H. SCHÜLER und K. WURM, Naturwissenschaften 1927. S. 971.

² H. SCHÜLER, Zeitschr. f. Physik 35, 323, 1926.

äußere oder atomare elektrische Felder nach Möglichkeit vermieden sind.

Die Untersuchung der Na-Resonanzlinien (5890, 5896) mit flüssiger Luft als Kühlmittel, ergab das Resultat, daß jede der beiden Linien aus mindestens 2 Komponenten besteht.

5890. 2 Komponenten, Abstand: $\Delta\lambda = 0,02_1$ A.E.
Intensitätsverhältnis: schätzungsweise 1 : 2,5,
schwächere Komponente nach violett.

5896. 2 Komponenten, Abstand: $\Delta\lambda = 0,02_3$ A.E.
Intensitätsverhältnis: schätzungsweise 1 : 2,0,
schwächere Komponente nach violett.



Fig. 1. Absorptionbild
(Selbstumkehr) Exposi-
tionszeit 3 Minuten.

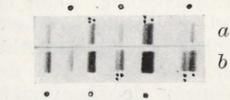


Fig. 2. Emissionsbild.
Expositionszeit 80 Mi-
nuten.

Die Fig. 1 und 2. zeigen die Feinstrukturen der D-Linien in 4facher Vergrößerung. Die Analyse erfolgte mit einem PÉROT-FABRY-ETALON¹ von 8,3 mm Plattenabstand.

Die Fig. 2a und b sind verschieden starke Kopien der gleichen Aufnahme.

Subjektive Beobachtung bei schwächster Belastung der Entladungsröhre zeigt 2 Komponenten bei jeder Linie (Fig. 2). Verstärkung der Belastung läßt die beiden Komponenten ineinander fließen (bisher immer beobachtetes Emissionsbild), bei noch weiterer Verstärkung erscheinen dann die beiden Komponenten getrennt in der Selbstumkehr (Fig. 1), um sich dann schließlich bei noch stärkeren Strömen zu einer Absorptionslinie zu verbreitern. Die Tatsache, daß die Na-Resonanzlinien bisher immer nur als einfache Linien beobachtet wurden, ist wohl auf zu großen Dopplereffekt und vielleicht auch zu großen Dampfdruck zurückzuführen. Die Vermutung MICHELSONS², die sich auf die Analyse der Sichtbarkeitskurven seines Interferometers stützt, daß jede der D-Linien noch einen schwachen Begleiter habe, wird nicht bestätigt, weil die schwachen Begleiter nach seiner Figur nicht nach violett, sondern nach rot liegen sollten.

Von einer Deutung der neuen Struktur sei hier abgesehen, nur soviel sei bemerkt, daß die bisherigen Quantenzahlen über die Möglichkeit der Struktur keinen Aufschluß geben und daß ein Isotopieeffekt bei Na (Atomgewicht 23,00) nicht zu erwarten ist. Man wird wahrscheinlich im Hinblick auf die Li⁺-Feinstruktur (5485) an eine Wirkung des Kernes denken müssen. Die Versuche werden fortgesetzt.

Berlin-Potsdam, Laboratorium der Einstein-Stiftung, Astrophysikalisches Observatorium, den 9. Mai 1928.
H. SCHÜLER.

¹ Für die Überlassung des Etalons, das H. HANSEN konstruiert hat, bin ich Herrn Präsident PASCHEN zu großem Dank verpflichtet, ebenfalls Herrn Dr. WEBER, der mich in liebenswürdiger Weise beraten hat, von ihm und Herrn Dr. LAMPE stammt die vorzügliche Plattenversilberung, die bei 8,3 mm Plattenabstand bereits ein Auflösungsvermögen von etwa 10⁶ erreicht.

² A. MICHELSON, Phil. Mag. 34, 280. 1892.

Die Ausbeute beim β -Rückstoß von ThB.

Vor einiger Zeit haben wir¹ eine Untersuchung über den β -Rückstoß des ThB mitgeteilt, in der wir ebenso wie BARTON² beim β -Rückstoß des RaB eine Ausbeute von 2–6,5% des theoretischen Wertes fanden. Unter β -Rückstoß ist hierbei der Rückstoß zu verstehen, den die radioaktiven Atome bei Emission der β -Strahlen erhalten und demzufolge sie die Oberfläche verlassen und auf einer im Vakuum gegenüber gestellten Platte aufgefangen werden können. Am Schluß der Arbeit wurde darauf hingewiesen, daß die geringe Ausbeute vielleicht sich durch ein Wiederverdampfen der Rückstoßatome vom Auffänger erklären lasse. Denn nach den von LANGMUIR³, VOLMER³ u. a. entwickelten Anschauungen über die Vorgänge bei der Kondensation von Gasen an festen Körpern ist anzunehmen, daß Atome hoher Geschwindigkeit nicht beim ersten Aufprallen haften, wenn sie nicht auf gleichartige Atome treffen. Ein Festhaften auf beliebiger Fläche läßt sich aber erzwingen durch Abkühlen der Auffangfläche auf genügend tiefe Temperaturen. Daher wurden die Versuche mit einer Apparatur, die eine Kühlung des Auffängers durch flüssige Luft erlaubte, wiederholt. Bei einer Temperatur des Auffängers von ca. -90° C erhöhte sich die Ausbeute bereits auf 9–11%, bei ca. -170° C wurden Werte bis zu 33% erhalten. Bei allen Versuchen waren die auf dem Auffänger festgestellten Infektionen sehr gering; ihre Aktivität betrug etwa 10¹⁰⁰ von der Aktivität des die Rückstoßatome aussendenden Präparates. Die Resultate zeigen, daß weit mehr Rückstoßatome in der Lage sind, ihre Unterlage unter Überwindung der Oberflächenkräfte zu verlassen, als man nach den bisherigen Versuchen annehmen sollte. Ob die bisher angewandten tiefen Temperaturen ausreichen, um tatsächlich alle Rückstoßatome, die den Auffänger treffen, festzuhalten, muß zunächst noch dahingestellt bleiben. Eine Entscheidung darüber läßt sich erst treffen, wenn Versuche bei noch tieferen Temperaturen als den oben genannten vorliegen. Ein anderer Weg wäre der, zu untersuchen, in welcher Weise die Ausbeute an Rückstoßatomen von der Stärke des emittierenden Präparates, d. h. von der Dichte der Rückstoßatome abhängt, da nach Beobachtungen von ESTERMANN³ mit zunehmender Dichte des Atomstrahls die kritische Kondensationstemperatur steigt. Das würde bedeuten, daß mit zunehmender Dichte die Rückstoßatome leichter am Auffänger haften. Nach beiden Richtungen sind Versuche in Vorbereitung. Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie, Abt. HAHN-MEITNER, den 19. Mai 1928.

K. DONAT. K. PHILIPP.

Seismographische Aufnahmen der Herztätigkeit.

Im folgenden wird über Versuche berichtet, die Stöße der Herztätigkeit und des Blutkreislaufes mit Hilfe eines Seismographen aufzuzeichnen. Nach einem Vortrag von Prof. ANGENHEISTER über Erschütterungsmessungen in der Gesellschaft für technische Physik am 2. Dezember 1927 schlug Dr. LAU Messungen dieser Art vor⁴.

Prof. P. STRASSMANN hielt solche Untersuchungen

¹ Zeitschr. f. Phys. 45, 512. 1927.

² Die Literaturstellen sind in der unter ¹ genannten Arbeit zitiert.

³ I. ESTERMANN, Zeitschr. f. Phys. 33, 320. 1925.

⁴ Dr. LAU hatte bereits die Bewegung eines Bettes infolge der Herzstöße mit einem Mikrophon hörbar gemacht.

für klinische Zwecke verwendbar und bot Gelegenheit zu Messungen in seiner Frauenklinik in Berlin. Die Versuche Fig. 1—4 wurden im geodätischen Institut in Potsdam angestellt; Versuch Fig. 5 in der genannten

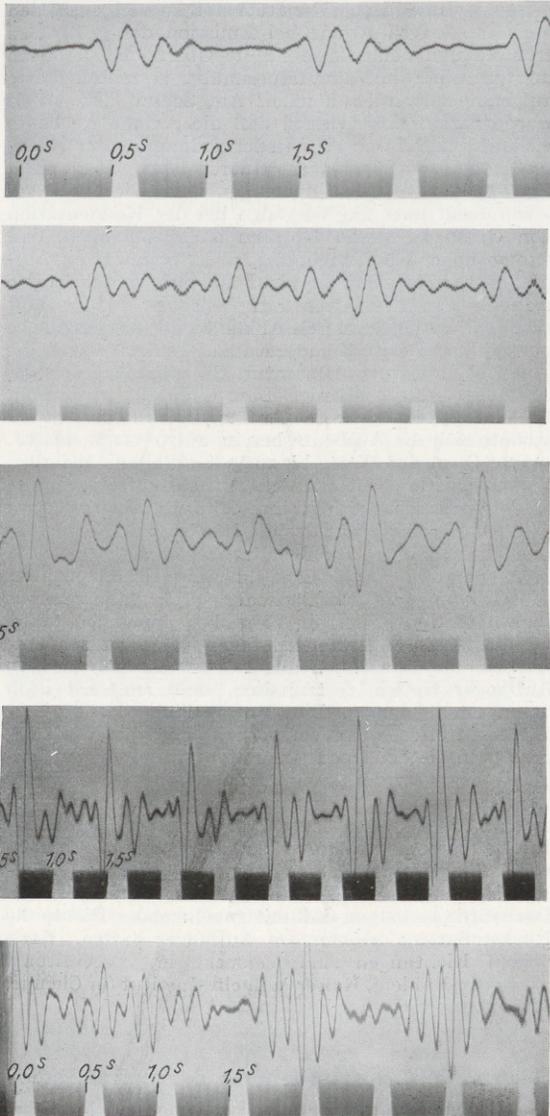


Fig. 1—5.

Seismographische Aufnahmen der Herzstätigkeit.

- Fig. 1: gleichmäßig arbeitendes Herz; Versuchsperson I.
 Fig. 2: Herzstätigkeit mit Extrasystole; Versuchsperson II.
 Fig. 3: Herzstätigkeit durch Gymnastik aufgeregt; Versuchsperson II.
 Fig. 4: Herzstätigkeit und Einfluß des Atmens; Versuchsperson II. Aufnahme mit stärkerer Vergrößerung.
 Fig. 5: Atmen und Herzstätigkeit eines schlafenden Säuglings.

Frauenklinik. Außer den oben genannten hat sich an den Versuchen besonders Dr. KÖHLER beteiligt.

Instrumente: Zu den Aufnahmen wurden photographisch registrierende Erschütterungsmesser benutzt, die 1927 in der Werkstatt des geodätischen Institutes zu Potsdam angefertigt worden sind. Es sind Pendel, die die Bewegung ihrer stationären Masse vergrößert aufzeichnen. Als Direktionskraft wird dabei die Schwerkraft und die elastische Kraft auf Biegung beanspruchter Blattfedern benutzt. Trägheitsmomente und Drehmomente sind geeignet gegeneinander abgepaßt.

Diese Seismographen zeichnen die Horizontal- und Vertikalverrückung auf, die ihrer Unterlage durch irgend einen Stoß erteilt wird. Sie besitzen eine hinreichende Dämpfung; elektromagnetische oder Flüssigkeitsdämpfung. Diese ertötet die durch den Stoß erregte Eigenfrequenz des Seismographen und ermöglicht dadurch eine getreue Abbildung des zeitlichen Ablaufes der Stoßfolge, z. B. der Herzstätigkeit. Die Eigenfrequenz der benutzten Erschütterungsmesser liegt zwischen 1 und 10. Die Vergrößerung zwischen 3000 und 8000; die Registriergeschwindigkeit betrug etwa 30 mm pro Sekunde. Zeitmarken erfolgten zweimal pro Sekunde.

Versuchsanordnung: Die Versuchsperson lag auf einem stabilen kurzbeinigen Tisch, oder einem festen 5 cm dicken Brett (Fig. 6). Die Füße des Tisches waren bei einigen Versuchen auf Filz oder Gummi gelagert; das Brett auf einem dreifachen Teppich. Die Stoßbewegung der Herzstätigkeit teilt sich der Unterlage mit; dem Tisch oder Brett, auf dem auch der Seismograph stand. Das Mitschwingen dieser Unterlage war stark gedämpft und besaß eine wesentlich höhere Eigenfrequenz als die Stöße der Herzstätigkeit. Der Registrierapparat stand auf einem zweiten Tisch (oder auf dem Boden) in 1 m Entfernung.

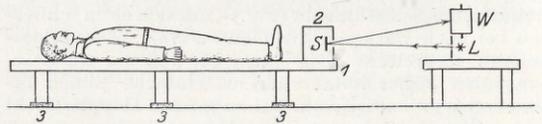


Fig. 6. Versuchsanordnung der seismographischen Aufnahme der Herzstätigkeit. 1 Tisch; 3 Filzunterlage; 2 Seismograph; S Spiegel; L Lampe; W Registrierwalze.

Beobachtungen: An Kurve 1 erkennt man sofort ein sehr gleichmäßig arbeitendes Herz. Sehr deutlich ist die Herzpause ausgeprägt. Sie dauert in Kurve 1 etwa 0,6 sec., in Kurve 2 bei den ersten Pulsregistrierungen etwa 0,5 sec. In der Kurve von der Versuchsperson 2 ist sehr deutlich eine Extrasystole festzustellen, sie ist in der vorhergehenden und nachfolgenden Herzperiode gleichfalls schwach zu erkennen.

Der Seismograph zeichnet nicht die Klappen-schlüsse auf, dieselben sind durch die akustischen Methoden am besten zu fassen, sondern die Stoßbewegung des Herzens und des Blutes. Die letzten drei Maxima einer jeden Periode entsprechen wohl der Kammer-systole. Hier hat man auch sonst drei Blutwellen festgestellt. Die erste größere Bewegung entspricht der Vorhofsystole, die durch eine schwache Vorbewegung eingeleitet wird. Kurve 3 zeigt die Herz-bewegung derselben Versuchsperson wie Fig. 2, jedoch durch Gymnastik aufgeregt. Man sieht, die Herzpause fällt fort. Die charakteristischen vier Wellen sind nur selten vollständig, auch andere Unregelmäßigkeiten treten auf.

Kurve 4 ist mit größerer Empfindlichkeit aufgenommen, es ist die Herztätigkeit von Versuchsperson 2. Bei den großen Ausschlägen erkennt man deutlich langsame Intensitätsschwankungen. Die großen Intensitätsschwankungen treten beim Einatmen auf, während sich kleine beim Ausatmen ergeben.

Kurve 5 endlich gibt die seismographische Kurve eines schlafenden Säuglings. Hier ist die Herztätigkeit nicht sicher zu erkennen. Die Perioden entsprechen dem schnellen Atmen des Kindes, durch das der Körper des Kindes in viel lebhaftere Bewegung versetzt wird, als durch den Herzschlag.

Die Aufnahme der Kurven erfolgt ohne Belästigung (Berührung, Druck) der Untersuchten. Über weitere Versuche bei Kreislaufstörungen und Schwangeren soll später berichtet werden.

Potsdam und Berlin, den 19. Mai 1928.

G. ANGENHEISTER und E. LAU.

Hämoglobin als Katalysator.

In seiner interessanten Mitteilung über die chemische Konstitution des Atmungsfermentes¹ hat OTTO WARBURG den Unterschied zwischen dem Hämoglobin des Blutes und der hämatinartigen Verbindung hervorgehoben, die er als Atmungsferment in den Zellen ansieht. Mit Recht hebt er hervor, daß die biologische Aufgabe des Hämoglobins keine katalytische ist, sondern die „Übertragung“ von molekularem Sauerstoff

¹ Naturwissenschaften 16, 345. 1928.

über größere Räume, ohne ihn zu aktivieren. Immerhin ist es in diesem Zusammenhang interessant, daß Hämoglobin unter Umständen ebenfalls unverkennbare katalytische Wirkungen ausüben kann, wenn auch nur in verhältnismäßig sehr hoher Konzentration. Am deutlichsten ist mir dies geworden bei der Reaktion zwischen Hämoglobin und Hydrochinon: Unter Bedingungen, wo eine Hydrochinonlösung keine meßbaren Mengen von Sauerstoff aufnimmt, genügt der Zusatz von $\frac{1}{200}$ Äquivalent Blutfarbstoff, um das Hydrochinon rasch durch den Sauerstoff der Luft zur Oxydation zu bringen¹. Gleiches gilt für Hydrazobenzol², Phenylhydroxylamin³ und für Chlorat, wie RUDOLF MAYER⁴ erkannt hat.

Es handelt sich also auch bei der katalytischen Wirksamkeit zwischen den verschiedenen komplexen Eisenverbindungen in letzter Instanz um quantitative Unterschiede, wie bei dem Verhalten gegen Kohlenoxyd usw. Es bedarf wohl keiner besonderen Betonung, daß die katalytische Wirksamkeit des Hämoglobins biologisch nur in Frage kommen dürfte, wenn eine der oben erwähnten Substanzen oder ähnliche abnorme Produkte in den Organismus geraten.

Göttingen, den 23. Mai 1928.

W. HEUBNER.

¹ W. HEUBNER und ROLF MEIER, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol 100, 138. 1923.

² Ebenda, S. 143 ff.

³ W. HEUBNER, ROLF MEIER und H. RHODE, ebenda S. 156.

⁴ Ebenda 95, 351.

Besprechungen.

HERZOG, R. O., *Technologie der Textilfasern*. VII. Bd. *Kunstseide*, bearbeitet von E. A. ANKE, H. EICHENGRÜN, R. GAEBEL, R. O. HERZOG, H. HOFFMANN, FR. LOEWY, A. OPPÉ, W. TRAUBE, A. v. VAJDAFFY. Berlin: Julius Springer 1927. VIII, 354 S. und 203 Abb. 17×25 cm. Preis geb. RM 33.—.

In den letzten Jahren sind eine ganze Anzahl von Monographien über Kunstseide erschienen. Man wird trotzdem das Erscheinen des vorliegenden Werkes nur lebhaft begrüßen, da es zum erstenmal das weite Gebiet vom Rohmaterial über die Herstellungsprozesse bis zur Verarbeitung und Veredelung gründlich umfaßt. Sehr erfreulich ist ferner das Bestreben, die Ergebnisse neuerer Forschung zusammenzustellen und so die wissenschaftliche Durchdringung der meist rein empirisch gefundenen Beziehungen zu fördern.

In einem zwar kurzen, aber sehr inhaltreichen Kapitel „Zur Kolloidchemie der Kunstseide“ stellt R. O. HERZOG die wesentlichen Ergebnisse moderner Forschung zusammen. Es ist dies u. W. der erste Versuch, das weithin zerstreute experimentelle Material zu ordnen, und sein Studium ist für den Wissenschaftler wie den Techniker von hohem Interesse. Das größte Verdienst dieses Abschnittes ist nach Ansicht des Referenten, daß er die riesengroßen Lücken erkennen läßt, die auf dem Gebiete der Faserforschung klaffen, und damit zu intensiver Arbeit anregt.

Es folgt das Kapitel: „Die Nitrokunstseide“, in dem ein so hervorragender Fachmann wie A. v. VAJDAFFY eine ganz ausgezeichnete, bis in die Einzelheiten interessante Darstellung der Fabrikation der Nitroseite gibt. W. TRAUBE behandelt in einem Kapitel „Über Kupferoxyd-Ammoniak-Cellulose“ die bis heute bekannten chemischen Tatsachen über die Natur der Celluloselösungen in Schweizerischem Reagens; auch hier läßt eine klare Zusammenstellung die zahlreichen Punkte

erkennen, die trotz vieler Arbeiten heute noch ungeklärt sind. Die Problematik dieses Kapitels würde stark erhöht, wenn die kolloiden Erscheinungen einbezogen wären. Unter dem Titel „Kupferseide“ beschreibt danach H. HOFFMANN die Gewinnung dieser Kunstfaserart im wesentlichen vom technologischen Gesichtspunkt aus.

Es folgt „Die Viscosekunstseide“ von R. GAEBEL. Hier wird die Chemie der Viscose behandelt und sodann eine „allgemeine Beschreibung der Viscoseherstellung und der Prüfungsmethode“ gegeben. Endlich folgt eine Schilderung des technischen Verfahrens. Die Darstellung ist sehr eingehend. Ein ausführliches Kapitel „Über Acetatseide“ endlich stammt von A. EICHENGRÜN. Damit ist die Beschreibung der Herstellungsverfahren beendet.

Es schließen sich Veredelung und Verarbeitung an. A. OPPÉ behandelt „Die Färberei der Kunstseide“ in einer zwar kurzen aber äußerst klaren Zusammenstellung. Sehr ausführlich (auf ca. 70 Seiten) ist die „Mechanische Technologie der Kunstseidenverarbeitung“ von E. A. ANKE geschildert. Trotz der erfreulichen Breite des Raumes, die diesem wichtigen Abschnitt gewidmet wird, vermißt Referent jedoch eine Schilderung der prinzipiellen Vorgänge und glaubt, daß bei der Abbildung verschiedenster Wirk- und Webstühle, von denen meist nur Ansichtsbilder, ganz selten dagegen Konstruktionsskizzen gegeben werden, weniger mehr gewesen wäre.

Den Beschluß macht ein Kapitel „Wirtschaftliches“, in dem R. LOEWY in sehr gründlicher Weise das Werden und die wirtschaftlichen Zusammenhänge der Kunstseidenindustrie schildert.

Der Aufbau des Gesamtwertes aus Einzelbeiträgen macht es begreiflich, daß mancherlei Fragen an mehreren Stellen besprochen werden; immerhin will es schei-

nen, daß hier manchmal des Guten zuviel getan wurde. So beschreiben z. B. sowohl EICHENGRÜN wie OPPÉ die Acetatseidenfärberei. Färbemaschinen sind nicht bei der „Färberei“, sondern unter „Mechanische Technologie der Kunstseidenverarbeitung“ beschrieben. Immerhin sind derartige Übergriffe mehr als Schönheitsfehler zu werten. Unangenehm wirkt das Fehlen jeglichen Hinweises auf die so wichtige Schlichterei sowie auf Verarbeitungsschwierigkeiten und -fehler. Nicht ganz einverstanden erklärt sich Referent mit der Feststellung des Herausgebers im Vorwort, daß eine Fühlungnahme zwischen Erzeugern und Verarbeitern

auf dem Kunstseidengebiet noch durchaus fehle. Sie besteht vielmehr dank dem Weitblick beider Teile in erheblichem und ständig wachsendem Umfang schon seit geraumer Zeit; freilich tritt sie nach außen wenig hervor.

Durch diese letzten Bemerkungen soll jedoch das wertvolle Buch keineswegs herabgesetzt werden. Es ist für alle an der Kunstseide interessierten Kreise ein wichtiges Nachschlagewerk. Besonders zu loben ist die Geschicklichkeit, mit der ohne wesentliche Auslassungen der Ballast der Patentliteratur bewältigt wurde, so daß die Lektüre an keiner Stelle gehemmt wird.

W. WELTZIEN, Krefeld.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 5. Mai 1928 schilderte Professor PETER SCHMIDT, Leningrad, unter Vorführung von Lichtbildern seinen Aufenthalt von Fünf Wochen auf den Liu-Kiu-Inseln. Im Jahre 1926 fand in Japan der Panpazifische Wissenschaftliche Kongreß statt, auf welchem die Pacific Scientific Association und ein Internationales Ozeanographisches Komitee begründet wurde. Nach der Teilnahme an diesem Kongreß, welcher die internationale Einigung der Wissenschaft erheblich gefördert hat, besuchte der Vortragende zunächst Kagoshima, eine der südlichsten Städte Japans, in deren Nähe der 1100 m hohe Sakurashima-Vulkan am 10. Januar 1914 einen verheerenden Ausbruch hatte, dessen Gewalt sich daraus ermaßen läßt, daß die Rauchsäule aus dem Krater bis zu 7000 m Höhe emporgeschleudert wurde. Glühende Lavaströme flossen bis ins Meer und riefen dort imposante Dampfentwicklungen hervor. Die Vegetation profitiert von der Fruchtbarkeit des vulkanischen Bodens, und beispielsweise erreichen Rettiche ein Gewicht bis zu 30 kg.

Der Liu-Kiu-Archipel besteht aus 70 kleinen Inseln, die sich in einem Bogen, der seine konkave Seite dem Ostchinesischen Meer zukehrt, von 28° 31' bis 24° 2' nördl. Br. erstrecken, also etwa in der gleichen Breite liegen, wie die Kanarischen Inseln. Die nördliche Gruppe gehört zum Verwaltungsbezirk Kagoshima, während die mittlere und die südliche Gruppe einen besonderen Distrikt bilden. Die Inseln sind nicht, wie man vermuten sollte, rein vulkanische Bildungen, vielmehr schließen sich an eine Kernzone aus paläozoischen Gesteinen (Tonschiefern, Sandsteinen, Kalksteinen und Quarziten, die von Diorit und Quarzporphyr durchsetzt werden) eine tertiäre Außenzone (Sandsteine, Schiefertone und Konglomerate) und eine jung vulkanische Innenzone an. In der Nähe der Küsten finden sich im Meere Korallenriffe.

Die Hauptstadt der nördlichen Insel Amamioshima, Nase, macht in der Bauart der Häuser einen völlig japanischen Eindruck und hat etwa 10000 Einwohner. Besonders kultiviert werden Sagopalmen, deren Blätter als Material für Kränze bis nach Deutschland exportiert werden. Die Eingeborenen bauen Zuckerrohr, Bataten, sowie Reis an. Brot und Butter gibt es nicht. Die Fischerei erstreckt sich auch auf Seeschildkröten und giftige Seeschlangen, die geräuchert in den Apotheken als Verjüngungsmittel feilgehalten werden. In ihrem äußeren Habitus ähneln die Eingeborenen den Koreanern. Trotzdem die japanische Herrschaft über die Inseln schon mehrere Jahrhunderte währt, hat die Bevölkerung ihre alte animistische Religion behalten, und in jedem Dorf gibt es einen Schamanen. In den Gebirgswäldern der Insel finden sich als besonders seltene, nur hier vorkommende Tiere, eine Art Eichelhäher, der sog. „blaue Vogel“, der im allgemeinen rot befiedert ist, bis auf blauen Kopf und Schweif, außerdem

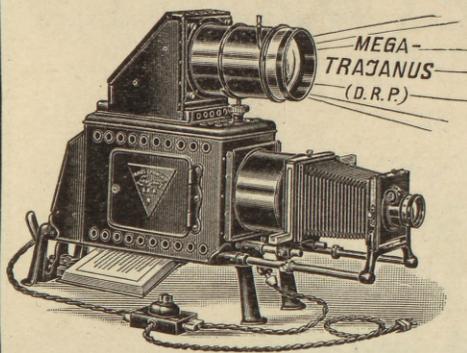
ein „schwarzer Hase“ mit kurzen Ohren, der mehr einer Ratte ähnlich sieht und mit Hilfe seiner Krallen auf Bäume klettern kann. Beide Tiere genießen als Naturdenkmäler gesetzlichen Schutz; der Vortragende jedoch erhielt die Erlaubnis einige Exemplare zu erbeuten, was ihm mit Hilfe eingeborener Jäger auch gelang. Wegen seiner eigenartigen Tierwelt wird die Insel von den Zoologen das japanische Madagaskar genannt. Tropicische Fische finden hier ihre nördlichste, arktische Arten ihre südlichste Verbreitungsgrenze. Außer durch große Schmetterlinge sind die Insekten nur spärlich vertreten. Die endemischen Tierformen weisen eher auf eine Verwandtschaft mit Formosa als mit Japan hin. Es handelt sich offenbar um die Reste eines versunkenen Kontinents, eines Vorpostens von Asien. Der Urwald, auf dessen Boden die Grasgewächse fehlen, in dem aber Baumfarne vorkommen, wird durch Abholzung energisch ausgenutzt.

Die größte Insel des Archipels ist Okinawa. Die 40000 Einwohner zählende Hauptstadt Naha liegt an der von gefährlichen Korallenriffen umgebenen Westküste und ist jetzt völlig japanisiert. Das benachbarte Shuri, die Kapitale der alten Könige zählt nur 25000 Einwohner, hat aber den ursprünglichen Charakter besser bewahrt. Im Aufbau der Insel überwiegen rote Sandsteine und Tonschiefer, doch kommen auch eruptive Gesteine vor.

Das Klima ist, der Breitenlage entsprechend, günstig. Die Lufttemperatur beträgt im Jahresmittel 21,2°, in den extremen Monaten 27,9° und 16°; die absoluten Extreme sind 35,5° und 4,9°. Der Sommermonsun bringt reichliche Niederschläge, deren Jahressumme 2156 mm erreicht.

Auf einer Reise längs der Westküste konnte der Vortragende feststellen, daß die Insel stark bewaldet ist, doch kommt echter Urwald nicht vor. Subtropische, immergrüne Bäume wachsen auf den Abhängen der Berge. Nur wenige Bäume verlieren im Winter ihr Laub. Bambushaine sind häufig. In ihrem südlichen Teil ist die Insel dicht bevölkert. Da jährlich etwa 50–60 Menschen durch die Bisse von Giftschlangen sterben, so hat man hier einen Schlangengarten angelegt, in dem ein antitoxisches Serum hergestellt wird. Neben den kleinen Dörfern findet man zahlreiche alte Familiengräber, meist Höhlen mit architektonischem Ausbau. Einige Jahre nach der Bestattung werden die übrig gebliebenen Knochen in verzierten Urnen aus gebranntem Ton definitiv beigesetzt. Ein anderer Ausflug nach einem Fischerdorf gab Gelegenheit zur Erforschung der Korallenriff-Fauna mit ihren Seesternen, Schlangenseesternen, Holothurien, Krabben und Würmern. Mehr als 180 Arten von Fischen wurden hier gesammelt, darunter echt tropische, deren Verbreitungsbezirk bis zum Roten Meer, nach Hawai und Samoa reicht.

O. BASCHIN.



Liste und Angebot kostenlos!

Mega-Trajanus-Epidiaskop

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

Dieser neue Bildwerfer wird mit Episkop-Objektiven

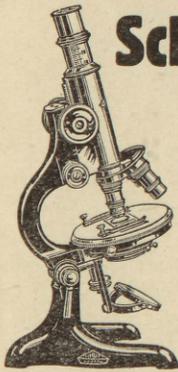
**von 150 mm Linsen-Durchmesser
und 60 bzw. 75 cm Brennweite**

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 164



Schütz



Mikroskope

für Schule u. Wissenschaft
von höchster Präzision
liefert

RUF & CO., KASSEL

Nachf. d. Optischen Werke
A.-G.

vorm. Carl Schütz & Co.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Brille als optisches Ins'trument.

Von
Professor Dr. phil. **M. von Rohr**, wissenschaftlicher
Mitarbeiter bei Carl Zeiss in Jena. Dritte Auf-
lage. Mit 112 Textabbildungen. XIV, 254 Seiten.
1921. RM 8.—; gebunden RM 10.—

(Aus dem Handbuch der gesamten Augenheilkunde.)

Die binokularen Instrumente.

Nach Quellen
und bis zum Ausgang von 1910 bearbeitet von Pro-
fessor Dr. phil. **M. von Rohr**, wissenschaftlicher
Mitarbeiter bei Carl Zeiss in Jena. Zweite, ver-
mehrte und verbesserte Auflage. Mit 136 Text-
abbildungen. XVII, 303 Seiten. 1920. RM 8.—

(Bildet Band II der Naturwissenschaftlichen Mono-
graphien und Lehrbücher.)

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Geometrische Optik · Optische Konstante Optische Instrumente

Bearbeitet von H. Boegehold, O. Eppenstein, H. Hartinger,
F. Jentzsch, H. Keßler, F. Löwe, W. Merté, M. von Rohr

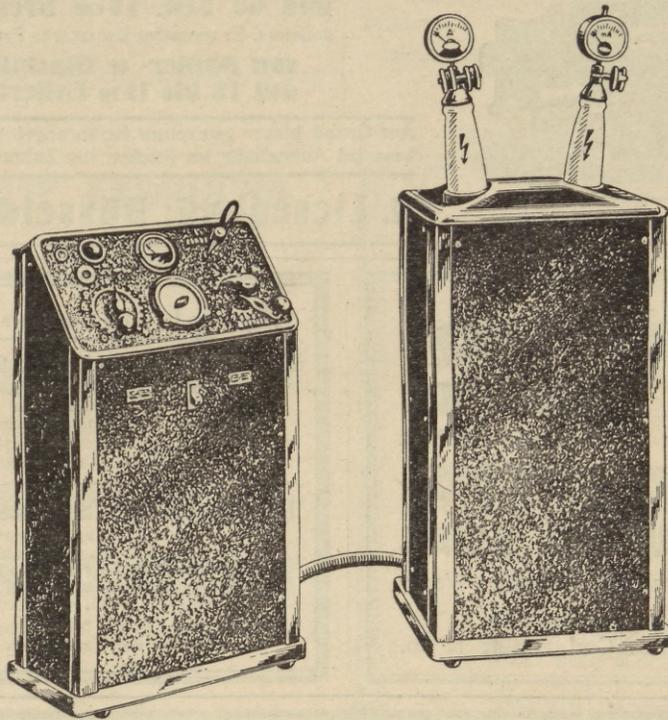
Redigiert von H. Konen

Mit 688 Abbildungen. XX, 865 Seiten. 1927

RM 72.—; gebunden RM 74.40

(Bildet Band XVIII vom Handbuch der Physik, herausgegeben
von H. Geiger-Kiel und Karl Scheel-Berlin-Dahlem)

Inhaltsübersicht: **Geometrische Optik:** Allgemeines über Strahlen und Strahlensysteme. — Allgemeine geometrische Abbildungsgesetze. — Realisierung der Abbildung durch Kugelflächen. Von Dr. W. Merté, Jena. — Ebene Flächen, Prismen. Von Dr. H. Hartinger, Jena. — Die Beziehungen der geometrischen Optik zur Wellenoptik. Von Professor Dr. F. Jentzsch, Berlin. — **Besondere optische Instrumente:** Spiegel und daraus entstehende Instrumente. — Prismen. Von Dr. F. Loewe, Jena. — Das Auge und das Sehen. Das Brillenglas und die Brille. — Das photographische Objektiv. Von Professor Dr. M. von Rohr, Jena. — Beleuchtungsvorrichtungen und Bildwerfer. — Die Lupe, das zusammengesetzte Mikroskop. Von Dr. H. Boegehold, Jena. — Das Fernrohr. Von W. O. Eppenstein, Jena. — **Optische Konstanten:** Die Messung der Brechungszahlen von Gasen, flüssigen und festen Körpern, Kristallen usw. Methoden, Apparate. — Die Methoden zur Prüfung von optischen Instrumenten, Linsen, Spiegeln, Mikroskopen, Fernrohren usw. Von Dr. H. Kessler, Jena. — Namen- und Sachverzeichnis.



» SPEKTRAL-DIAX «

RÖNTGENEINRICHTUNG
FÜR FEINSTRUKTUR-UNTERSUCHUNGEN
UND CHEMISCHE ANALYSE



KOCH & STERZEL
AKTIENGESELLSCHAFT  DRESDEN

Vertretungen an allen größeren Plätzen des In- und Auslandes.
Verlangen Sie unverbindlich Angebot oder Vertreterbesuch.

A2-172