

Hausbibliothek

24. 3. 1926

Stadtbücherei
Erlang

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER

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

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 12 (SEITE 225-248)

19. MÄRZ 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Giovanni Battista Grassi. Ein großer Zoologe und Parasitologe Italiens. Von CONSTANTIN JANICKI, Warschau 225

Über die am besten bekannten, ältesten Organismen. Von LOTHAR GEITLER, Wien. (Mit 8 Figuren) 231

BESPRECHUNGEN:

STILLE, H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Von R. Brinkmann, Göttingen 238

KRAUS, E., Lothringen. Die Kriegsschauplätze geologisch dargestellt. Heft 2. Von W. Wagner, Darmstadt 239

GUTENBERG, B., Der Aufbau der Erde. Von A. Prey, Prag 240

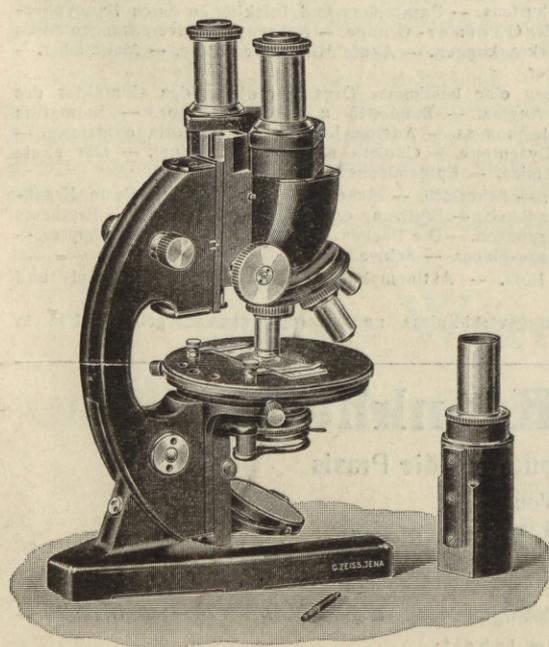
NIGGLI, P., Lehrbuch der Mineralogie. Von W. Eitel, Königsberg i. Pr. 242

BUBNOFF, S. v., Die Kohlenlagerstätten Rußlands und Sibiriens und ihre Bedeutung für die Weltwirtschaft. Von E. Bederke, Breslau 242

PETERSEN, GEORG, Die Schollen der norddeutschen Moränen in ihrer Bedeutung für die diluvialen Krustenbewegungen. Von Hans Becker, Leipzig 242

TECHNISCHE MITTEILUNGEN: Das Problem der Gasturbine. Fortschritte im Betrieb mit Hochdruckdampf. Das Schleifengalvanometer der Firma Carl Zeiß, Jena. (Mit 3 Figuren) . . . 243

ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN: Die scheinbaren Schwankungen in der Erdrotation 247



ZEISS Neuheiten

Mikroskope moderner Form
mit bequemer Handhabe und großer Ausladung

Tubusaufsatz für Mikroskope
„Bitukni“
mit bequemem schrägen Einblick bei geradem Tubus

Für Dunkelfeld:
Leuchtbildkondensator
für Ausstrichpräparate (nicht wässrige) bei voller Apertur aller Mikroobjektive bis zur num. Apertur 1,30 einschließlich

Kardioidkondensator 1925
für lebende Bakterien und wässrige Lösungen.

Öl-Immersion $\frac{1}{12}$ “ mit Iris
für Hell- und Dunkelfeld-Beobachtungen.

Neues kleines Epidiaskop.
Vertikal-Mikroprojektions-Apparat.
Einfache geschlossene Formen.

Binokulares Mikroskop DSA 201
Vergrößerungen: 21—1350 fach
Telegrammwort: **Minerabe.** Preis RM. 637.—

Druckschriften
kostenfrei.



Auskünfte auf
Anfrage kostenlos.

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

26

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften 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 7.50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 0.75 zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

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

Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

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. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C.
Postcheckkonto Nr. 118935.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

G. Jochmanns Lehrbuch der Infektionskrankheiten

Für Ärzte und Studierende

Zweite Auflage unter Mitwirkung von

Dr. B. Nocht

und

Dr. E. Paschen

o. ö. Professor, Direktor des Instituts für Schiffs-
und Tropenkrankheiten zu Hamburg

Professor, Oberimpfarzt, Direktor der Staats-
impfanstalt zu Hamburg

neu bearbeitet von

Dr. C. Hegler

a. o. Professor der Universität, stellvertret. Direktor
des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg-St. Georg

1088 Seiten mit 464 zum großen Teil farbigen Abbildungen. 1924. RM 54.—; gebunden RM 57.—

Aus dem Inhalt:

Erster Teil: Infektionskrankheiten, bei denen die Infektion des Blutes im Vordergrund des Krankheitsbildes steht. — Typhus abdominalis. — Typhus mandschuricus. — Paratyphus und Infektionen durch Paratyphusbazillen. — Nahrungsmittelvergiftungen durch Bazillen der Gärtnere-Gruppe. — Nahrungsmittelvergiftungen durch Proteus und Kolibazillen. — Botulismus. — Septische Erkrankungen. — Akute Miliartuberkulose. — Maltafieber. — Pest — Rückfallfieber. — Malaria. — Schwarzwasserfieber.

Zweiter Teil: Infektionskrankheiten, bei denen eine bestimmte Organerkrankung den Charakter des Leidens bedingt. — Die verschiedenen Formen von Angina. — Stomatitis aphthosa. — Soor — Stomatitis ulcerosa. — Noma oder Wasserkrebs. — Stomatitis phlegmonosa. — Angina Ludovici. — Parotitis epidemica. — Keuchhusten. — Grippe. — Diphtherie. — Tetanus. — Dysenterie. — Cholera asiatica. — Erysipel. — Der akute Gelenkrheumatismus. — Meningitis cerebrospinalis epidemica. — Epidemische Kinderlähmung.

Dritter Teil: Exanthematische Erkrankungen. — Scharlach. — Masern. — Röteln. — Die vierte Krankheit. — Erythema infectiosum. — Fleckfieber. — Serumkrankheit. — Erythema exudativum multiforme. — Erythema nodosum. — Varicellen, Windpocken, Spitzpocken, Wasserpocken. — Die Pocken. — Vaccination. — Herpes simplex. — Encephalitis epidemica. — Weilsche Krankheit. — Fünftage-Fieber. — Schweißfriesel.

Vierter Teil: Zoonosen. — Milzbrand. — Rotz. — Aktinomykose. — Die Tollwut. — Maul- und Klauenseuche, Aphthenseuche. — Trichinose.

Anhang: Desinfektionsanweisung. — Ansteckungsverhältnisse und Absperrungsmaßregeln. — Die in Preußen anzeigepflichtigen Infektionskrankheiten.

Exotische Krankheiten

Ein kurzes Lehrbuch für die Praxis

Von

Prof. Dr. med. Martin Mayer

Abteilungsvorsteher am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten
Privatdozent an der Universität Hamburg

310 Seiten mit 210 zum großen Teil farbigen Abbildungen und 2 Tafeln. 1924. RM 24.—; geb. RM 25.—

Aus dem Inhalt:

I. Durch Protozoen verursachte Krankheiten. — II. Durch Spirochäten verursachte Krankheiten. — III. Durch Bakterien verursachte Krankheiten. — IV. Infektionskrankheiten noch nicht ganz sicherer Ätiologie. — V. Wahrscheinlich durch Näsenschäden verursachte Krankheiten. — VI. Durch Würmer verursachte Krankheiten. — VII. Durch Arthropoden hervorgerufene Krankheiten. — VIII. Durch Pilze hervorgerufene Hautkrankheiten. — IX. Verschiedene tropische Affektionen der Haut und Gewebe. — X. Gifttiere. — XI. Sonnen- und Hitzeschäden.

Giovanni Battista Grassi.

Ein großer Zoologe und Parasitologe Italiens.

Von CONSTANTIN JANICKI, Warschau.

GIOVANNI BATTISTA GRASSI wurde am 27. März 1854 in der kleinen Ortschaft Rovellasca in der Provinz Como geboren. Bereits in der Schule durch Fleiß und Neigung zur Naturbeobachtung sich auszeichnend, studierte er Medizin in Pavia bis 1878. Unter seinen Lehrern im alten Ateneo Lombardo waren GOLGI und MAGGI. Nach Abschluß der Universitätsstudien, die sich ihm öffnende Laufbahn eines Kliniklers — trotz glänzender Prophezeiungen — zurückweisend, begibt er sich, nach kurzer Beschäftigung in seinem Privatlaboratorium in Rovellasca, nach Messina, wo er unter KLEINENBERGS Einfluß arbeitet, sowie nach Neapel an die Zoologische Station. Er vervollkommnet sodann sein Wissen in Heidelberg bei GEGENBAUR, zum Teil auch bei BÜTSCHLI; kürzere Zeit bleibt er bei SEMPER in Würzburg. Im Jahre 1883 wird er Professor der Zoologie und Vergleichenden Anatomie an der Universität Catania; 1895 wird er als Professor der Vergleichenden Anatomie nach Rom berufen. Wirkliches Mitglied der Reale Accademia dei Lincei, wird er 1908 zum Senatore del Regno ernannt. Er stirbt in Rom am 4. Mai 1925¹⁾.

Schon als Student fühlte GRASSI starke Neigung, die Parasiten des Menschen und der Tiere zu studieren. Die Bakteriologie war damals in den Anfängen: ROBERT KOCH eben erst aus dem Laboratorium von COHN in Breslau hervorgegangen. Auch der junge Comasco möchte dorthin, doch erhält er dazu keine Mittel bewilligt. Der Vater rät an, sich einer bereits „gut konsolidierten Materie“ zu widmen, wie etwa die Pathologie oder Zoologie es ist; mit den „bloßen Parasiten“ erreiche der Sohn keinen Lehrstuhl! Als Student des vierten Jahres in Pavia (1876) wird GRASSI vom *Ankylostoma*-Problem gefesselt; er studiert zunächst *A. caninum* der Katzen, entdeckt die dort noch unbekanntes Eier und erkennt den Wert der mikroskopischen Faecesuntersuchung bei Ankylostomiasis. In der Klinik von Pavia wird ein rätselhafter Fall schwerer Anämie studiert; GRASSI untersucht verstohlen Faecesproben unter dem

¹⁾ Zum 70. Geburtstag GRASSIS, etwa 1 Jahr vor seinem Tode, wurde von Verehrern und Schülern eine Feier veranstaltet und eine „Fondazione Grassi per gli studi zoologici delle malattie parassitarie“ errichtet. Auf die bei dieser Gelegenheit gehaltenen Reden von Prof. O. CASAGRANDE und Prof. F. SILVESTRI nehme ich im folgenden vielfach Bezug. Vgl. Onoranze a BATTISTA GRASSI, Roma 1925; s. ferner: M. SELLA, GIOV. BATT. GRASSI, un grande Biologo che scompare, Policlinico (Sez. Prat.) 1925.

Mikroskop; der unzufriedene Professor bemerkt ironisch, ob er denn da „in das Loch schauend“¹⁾ die Ursache der Anämie auffinde. Bescheiden teilt GRASSI mit, daß er die Ursache wohl kenne: es sind *Ankylostomaeier* darin. Die spätere Autopsie hatte GRASSIS Diagnose bestätigt. Mit CORRADO und ERNESTO PARONA wird *Ankylostoma duodenale* des Menschen studiert, namentlich die Bedingungen der Entwicklung der Larven aus den Eiern; mutig stellt GRASSI an sich selbst durch Schluckexperimente fest, daß die Eier als solche den Menschen nicht infizieren. Diese Untersuchungen hatten den Grund gelegt für spätere ausführliche Studien PERRONCITOS aus Anlaß der Gotthard-Anämie.

Bald darauf beschäftigt sich der junge GRASSI mit *Strongyloides stercoralis* des Menschen, auch hier wurde zum Vergleich die im Kaninchen parasitierende, zum ersten Male von GRASSI und PERRONCITO beobachtete Form herangezogen. GRASSI entdeckt den Zusammenhang der bis dahin als getrennte Spezies behandelten *Anguillula stercoralis* resp. *A. intestinalis* in Form von zwei dimorphen Generationen von *Strongyloides*, einer freilebenden und einer parasitierenden, ein Hergang, der kurz darauf auch von LEUCKART entdeckt wird (1883), unter voller Anerkennung der Resultate GRASSIS. Gleichzeitig ist GRASSI imstande, den Nachweis zu führen, daß die freilebende Generation unterdrückt werden kann, was bis heute gilt. Später wurden heterogonische Generationen bei Einwirkung hoher Temperatur (mehr als 25°) auch für *Strongyloides longus* Grassi et Segrè der Schafe nachgewiesen. — Sehr bedeutungsvoll greift GRASSI in das Problem der Infektion des Menschen durch *Ascaris lumbricoides* ein. LEUCKART schrieb in der 1. Auflage des Parasitenwerkes, daß die Übertragung der Ascariden „auf eine andere Weise, als durch embryonenhaltige Eier geschehen müsse“. In Fortführung dieser Hypothese glaubte sodann v. LINSTOW in einem Myriapoden, *Julus guttulatus*, den Zwischenträger gefunden zu haben. GRASSI zeigte in Versuchen an sich selbst (1879), ferner auf seine Veranlassung CALANDRUCCIO (1886) an einem Kinde, daß den Ascarideneiern wohl Infektionskraft zukommt; nur müssen die frisch abgelegten Eier eine Zeitlang im feuchten Medium verharren. — Ferner wurde durch GRASSI der definitive Nachweis der direkten Entwicklung von *Trichocephalus trichiurus* erbracht: auf GRASSIS Veranlassung verschluckte

¹⁾ „Guardando nel buco“ — ein verächtlicher Ausdruck für die Verwendung des Mikroskops am Krankenbett!

CALANDRUCCIO *Trichocephaluseier* mit Erfolg. Auch für *Oxyuris vermicularis* wurden die früheren Experimente von LEUCKART im Sinne der direkten Infektion durch GRASSI vollauf bestätigt. Ferner verdanken wir GRASSI die Kenntnis der Evolution von *Spiroptera sanguinolenta*, eines Nematoden, der in Tumoren des Magens oder des Oesophagus bei Hunden in warmen Ländern sitzt. *Periplaneta orientalis*, die Küchenschabe, erwies sich in Catania als Zwischenwirt, sie beherbergt in der Abdominalhöhle Cysten mit den Larven. Im Fettgewebe des Hundes hatte GRASSI *Filaria recondita* entdeckt und ihre vollständige Entwicklung im Hundefloh sowie in einer Zecke (*Rhipicephalus*) verfolgt. Auf die Übertragungsart von *Filaria immitis* des Hundes durch Stiche von *Culex* und *Anopheles* ist GRASSI später mit NOÉ (1900) zurückgekehrt. — *Bilharzia bovis* findet GRASSI zum erstenmal in Sizilien bei 75% der untersuchten Schafe. Für *Echinorhynchus moniliformis* aus dem Darm der Feldmaus und des Hamsters wurde der Käfer *Blaps* als Zwischenträger erkannt. Im Jahre 1883 weist GRASSI auf die große Schädlichkeit der Stubenfliegen hin, experimentell beweist er die Fähigkeit der Fliegen, Helmintheneier nach einer Passage in ihrem Darm im infektiösen Zustand zu deponieren und spricht die später bestätigte Vermutung aus, daß pathogene Mikroorganismen in den Fliegen lebensfähig bleiben.

Nach Abschluß seiner Universitätsstudien empfindet GRASSI das Bedürfnis, sich in die Morphologie einer weniger bekannten Invertebraten-Gruppe zu vertiefen. Mit einem Stipendium versehen begibt er sich nach Messina, wo damals an der Universität KLEINENBERG gewirkt hatte. Unter seinem Einfluß wählt er als Studienobjekt die **Chaetognathen** und widmet dieser aberranten Gruppe 2 Jahre eingehender Untersuchungen, zum Teil auch auf Grund mehrmaligen Aufenthalts an der Zoologischen Station in Neapel. Die Resultate erscheinen denn auch 1883 in Form einer Monographie in den Publikationen der Zoologischen Station, Fauna und Flora des Golfes von Neapel (I CHETOGNATI) in italienischer Sprache. — GRASSI hatte in vielfacher Hinsicht die Morphologie dieser Tiere vertieft, die einzelnen Organsysteme sehr eingehend besprochen und in schönen Tafeln illustriert. Die Systematik von 14 Arten, darunter 2 neuen, wurde vom Verf. schärfer charakterisiert. Es wird ein Vergleich zwischen den Chaetognathen und anderen niederen Metazoen-Gruppen durchgeführt und die Schlußfolgerung gezogen, daß zwischen den Sagitten und den anderen Klassen keine nahe Verwandtschaft herrscht, eine Ansicht, welche auch heute gilt. Die Monographie GRASSIS und die kurz vorher erschienene grundlegende Abhandlung O. HERTWIGS über den gleichen Gegenstand ergänzen sich gegenseitig aufs beste; HERTWIG hatte mehr die entwicklungsgeschichtliche, GRASSI mehr die morphologisch-systematische Seite berücksichtigt.

Auch in der **Morphologie der Wirbeltiere** wollte GRASSI die Spur seines Geistes hinterlassen. Nach den Studien in Messina und Neapel geht er nach Heidelberg, wo damals GEGENBAUR lehrte. Hier beschäftigt den jungen Forscher die Entwicklung der Wirbelsäule bei den Teleostiern (*Salmonidae*, *Cyprinidae*, *Esocidae*). Die Untersuchungen erschienen im Morphologischen Jahrbuch 8. 1882, ferner unter dem Titel „Lo sviluppo della colonna vertebrale nei pesci ossei“ in Memorie della R. Accademia dei Lincei. 1883. GRASSI beschreibt die Entwicklung der Chordascheiden, des Wirbelkörpers, der Wirbelbögen und der Rippen; führt Vergleiche durch mit den entsprechenden Entwicklungsvorgängen bei den Selachiern und Ganoiden. — Von GEGENBAUR hatte GRASSI reiche Befruchtung empfangen, deren er zeitlebens gern gedachte. Auch durch BÜTSCHLI wurde er damals mannigfach angeregt. — Die Erfahrungen über die Entwicklung der Wirbelsäule kamen GRASSI später beim Studium der Muränoiden sehr zugute; er übertrug dieselben auf seinen Schüler M. SELLA.

Die **Insekten** (zugleich auch verwandte niedere Arthropoden) wurden von GRASSI mehrfach und in glänzender Weise zur Untersuchung herangezogen. Den Anfang bildete die Entwicklung der Bienen. „Intorno allo sviluppo delle api nell'uovo“ betitelt sich die Untersuchung (Atti della Accademia Gioenia in Catania vol. XVIII. 1884). Entwicklungsgeschichtliche Studien an Insekten wurden bis 1883 von vielen bedeutenden Zoologen durchgeführt (WEISMANN, BÜTSCHLI, GANIN, KOWALEWSKI, METSCHNIKOFF), doch vorwiegend ohne Anwendung der Schnittmethode; eine Ausnahme machte das in russischer Sprache verfaßte Werk von TICHOMIROFF über den Seidenspinner. GRASSI hatte in ausgiebiger Weise die neuen technischen Mittel (Schnittmethode) angewandt und die Vorgänge der Entwicklung einer genauen Analyse unterzogen. Er negierte den Ursprung des Entoderms aus Dotterzellen und lehrte, daß das Entoderm bei der Biene aus zwei bipolar am Ei befindlichen Anlagen seinen Ursprung nimmt; eine Auffassung, welche bei den meisten späteren Autoren Anklang gefunden hatte. K. HEIDER äußerte sich dazu (in KORSCHULT und HEIDERS Lehrbuch) wie folgt: „Die Untersuchungen GRASSIS bedeuten einen Wendepunkt in der Auffassung der Keimblätterbildung bei den Insekten. Es muß als ein besonderes Verdienst GRASSIS hervorgehoben werden, daß er der erste war, welcher gegen die damals allgemein herrschende Ansicht, daß die Dotterzellen das eigentliche Entoderm der Insekten liefern, auftrat, und den Nachweis erbrachte, daß das Entoderm ein Teil des unteren Blattes sei. Ebenso wurde von ihm das Vorhandensein einer vorderen und hinteren Entodermanlage richtig erkannt.“ —

In der Jugendzeit GRASSIS war die Evolutionstheorie im Sinne HAECKELS in voller Blüte. Die

Übergangsgruppen im Tierreich erschienen in einem besonders interessanten Lichte. So widmet denn GRASSI 4 Jahre umfassenden Studien an den niedersten Insekten, den Thysanuren, ferner den Symphylen und einer sehr aberranten Spinne. (Vgl. I progenitori degli Insetti e dei Miriapodi, in mehreren Teilen, Akademischschriften von Catania, Torino, Roma 1884—1888). Damals gründeten sich die Kenntnisse über Thysanuren auf das Werk von LUBBOCK aus dem Jahre 1873, welches, jener Zeit entsprechend, fast ausschließlich äußere, leicht sichtbare Merkmale für die Systematik verwendete. GRASSI liefert eine vollständige systematisch-morphologische Untersuchung über die Gattungen: *Campodea*, *Japyx*, *Lepisma*, *Machilis*, *Nicoletia*. Zahlreiche bedeutende anatomische Einzelheiten wurden bekanntgemacht, die Entwicklungsgeschichte (*Japyx*) wurde vertieft und zwei neue Spezies von *Japyx* geschildert. Auf Grund von vergleichenden Betrachtungen verweist GRASSI den Thysanuren ihre systematische Stellung als den primitivsten Insekten. Die Forschungen über diese niederen Formen sind heute viel weiter gediehen; doch bilden GRASSIS Arbeiten den sicheren Grundstein, die von ihm kreierte Familien bleiben aufrechterhalten. — Das Studium des Genus *Scotopendrella* (darunter eine neue, sehr interessante Form) schließt sich obigen Untersuchungen in systematischer und anatomischer Hinsicht an; die Verwandtschaft zwischen den Symphylen und Thysanuren wird betont. Das Einsammeln all dieser, zum Teil sehr kleinen und im verborgenen lebenden Formen hatte GRASSI viel Mühe gekostet. Doch konnte er bei dieser Gelegenheit eine sehr interessante arthrogastrische Spinne, *Koenenia mirabilis*, entdecken, die auf Grund aberranter Strukturen eine eigene Ordnung verkörpert (Boll. Soz. Entom. Ital. 18. 1886). — Diesen Studien schließt sich die anatomische Darstellung der *Embiidinae*, die erste ihrer Art, an.

In einer späteren Phase seines Lebens widmet sich GRASSI dem Studium von *Phlebotomus* zu, welcher Mücke als Überträgerin des „Pappataciefiebers“ in warmen Ländern medizinische Bedeutung zukommt. Nach langen mühsamen Untersuchungen lieferte GRASSI in einer umfangreichen Monographie eine Darstellung der äußeren Morphologie wie der Anatomie der bis dahin nur sehr oberflächlich bekannten Mücke, ferner die gesamte Entwicklung, während bis zu ihm Eier, Larven und Puppen noch nicht beschrieben waren. So hatte GRASSI einen besonders wertvollen Beitrag auch für die Prophylaxis des „Pappataciefiebers“ der Wissenschaft geschenkt. (Ricerche sui Flebotomi. Roma, Mem. della Soc. ital. delle scienze, detta dei XL. 1907).

Die Rätsel der Lebensweise der staatenbildenden Insekten waren für GRASSI Ansporn zu neuen Untersuchungen, und er wählte dazu die Termiten, die ihm auf Sizilien zugänglich waren, *Caloterme*,

flavicollis und *Termes lucifugus*. In Gemeinschaft mit SANDIAS ist das hervorragende Werk der entomologischen Literatur: „Costituzione e sviluppo della Società dei Termitidi. Con un appendice sui Protozoi parassiti“. (Atti della Accad. Gioenia di Catania 1893/94) erschienen. Dasselbe wurde auch in englischer Sprache später herausgegeben (Quart. Journ. of micr. Sc. 1896). In diesem ausgezeichneten Werk wird zunächst der genaue Habitus aller der Formen, welche den Termitenstaat bilden, geschildert, ferner werden wertvolle Beobachtungen über die Lebensweise (gegenseitige Verständigungsgeräusche, Nahrung) wie auch über die Anatomie geliefert, und schließlich wird das Problem der Differenzierung der Geschlechtsindividuen unter Anwendung sinnreicher Experimente zur Lösung gebracht.

Das Problem drehte sich um die Frage, ob die einzelnen polymorphen Formen des Staates bereits im Ei als solche prädestiniert sind, oder ob sie erst während der Entwicklung unter dem Einfluß einer besonderen Ernährungsweise nachträglich ihre Bestimmung erfahren. GRASSI nimmt diese letztere Alternative an, nach ihm entstehen Arbeiter (wo solche vorhanden), Soldaten, beflügelte Geschlechtsformen sowie die neotenischen Formen alle aus gleichen Eiern. Experimentell ist diese Annahme durch GRASSI für neotenische Formen in künstlichen Nestkulturen von *Caloterme* durchgeführt worden. Werden in einer Nestkultur mit wahren Geschlechtsformen (königliche Individuen) diese letzteren entfernt, so erscheinen nach wenigen Tagen Individuen mit oder ohne Flügelanlagen, welche nach und nach Geschlechtsorgane bekommen und zu Ersatzgeschlechtsformen werden. Wenn weiter auch diese entfernt werden, so erscheinen im Staat wiederum neue Ersatzformen. Die Individuen, welche neotenisch werden sollen, erhalten besonderen Speichel. Obige, mit entsprechenden Modifikationen auch für *Termes lucifugus* durchgeführten Experimente haben dargetan, daß die Termiten imstande sind, Geschlechtsorgane bei Individuen bis zur Reife entwickeln zu lassen, welche im normalen Zustande solche nicht erreicht hätten. GRASSI hatte hier die wichtige Tatsache entdeckt, daß die nachträglich zur Geschlechtsreife gelangenden Formen die reiche Protozoenfauna (Flagellaten) in ihrem Enddarme verlieren. Es hatte sich erwiesen, daß dieser Verlust der Kommensalen im engsten Zusammenhang steht mit der Änderung der Nahrung: die zu Ersatzformen bestimmten Individuen genießen kein Holz, auch keine Faeces ihrer Mitbürger, sie werden, wie schon gesagt, mit einem besonderen Speichel genährt. Dieses Nahrungsregime hat direkten Einfluß auf den Verlust der sonst — bei geschlechtslosen Formen — überreichen Protozoen (über die parasitäre Kastration in diesem Zusammenhang vgl. auch BRUNELLI). — In neuester Zeit wurden analoge Experimente auf GRASSIS Veranlassung durch JUCCI durchgeführt; dieselben haben die früheren Resultate bestätigt. — Die

Monographie GRASSIS ist geschmückt durch zahlreiche ausgezeichnete lithographische Tafeln. In einem Anhang werden die Protozoen der Termiten behandelt (s. weiter unten).

Die Entwicklung und Fortpflanzung der Aale (*Muraenoidae*) war seit alters her in geheimnisvolles Dunkel gehüllt. Im Jahre 1887 unternimmt GRASSI, in Verbindung mit seinem Schüler CALANDRUCCIO, an der Meerenge von Messina sowie in seinem Laboratorium in Catania eine Reihe von Arbeiten, welche in der Folge zu einer systematischen Aufklärung des Unbekannten geführt hatten. Freilich gebührt DELAGE im Jahre 1886 das Verdienst, als erster einer Transformation des *Leptocephalus* in den Seeaal (*Conger vulgaris*) im Aquarium beigewohnt zu haben. Doch war diese isolierte Beobachtung ohne nachhaltige Wirkung geblieben. Bekanntlich galten die durchsichtigen, gelatinösen, bandartigen Fischchen allgemein als ein Fragezeichen; sie hatten gewisse larvale Züge aufgewiesen, doch wichen sie von anderen Fischlarven ab durch ihre größeren Dimensionen. „... Knochenfische fast ohne Knochen, mit einer Chorda im Schädel und fast ohne Wirbel, das ist eine schwer zu lösende Aufgabe...“ schrieb KÖLLIKER über das Genus *Leptocephalus* im Jahre 1853. Der große Ichthyologe A. GÜNTHER sieht in ihnen noch im Jahre 1886 „Hemmungsbildungen zu einer sehr frühen Lebensperiode“, wahrscheinlich bestimmt, um nach einigem Wachstum zugrunde zu gehen; es wären Fische, die in der Nachbarschaft des Landes zu laichen hätten, abnormerweise aber mitten im Meere ausgeschlüpft, werden sie zu unentwickelten hypodrischen Geschöpfen, eben den Leptocephalen. Noch im Jahre 1891 hatte die Hypothese GÜNTHERS Anhänger gehabt.

In fünfjährigen Untersuchungen (1887–1892) hatte GRASSI, zum Teil unterstützt von CALANDRUCCIO, an der sizilianischen Küste den experimentellen Nachweis erbracht, daß die Leptocephalen eigentümliche Larvenformen der Muraenoiden sind. Zunächst wurde der Nachweis für *Conger vulgaris*, *Congromuraena balaeatica*, *C. mystax* und *Ophichthys serpens* geliefert, indem eine Reihe von Leptocephalenarten als respektive Larvenformen erkannt wurden.

Es war noch die eminent praktische Frage unentschieden geblieben, wie sich der Flußaal entwickelt. Im Jahre 1893 hatte GRASSI im Verein mit CALANDRUCCIO mitgeteilt, daß *Leptocephalus brevirostris* auf Grund des eingehenden vergleichend anatomischen Studiums als die Larve des Flußaales angesehen werden muß, und nicht lange darauf ist es den beiden Forschern gelungen, experimentell die Metamorphose der aus der Meerenge von Messina stammenden Leptocephalen zum Glasaal (Aalmonstée) durchzuführen. VON SIEBOLD soll ja gesagt haben, er möchte nicht sterben, ohne zu wissen, wie sich der Aal fortpflanzt! Nun war durch GRASSIS Ausdauer und Geschick das Rätsel endlich gelöst, das seit ARISTOTELES die Naturforscher

beschäftigt hatte. Die Metamorphose verläuft allmählich, das dorsoventrale Maß wird kleiner, das transversale größer, die Fischlarven werden dicker, weniger bandartig, die larvalen Zähnchen verschwinden, die relativ großen Augen werden kleiner, mit der Verkürzung des Darmes rückt der After nach vorn, die unpaaren Flossen erleiden eine Veränderung, der gesamte Körper erfährt eine Verkürzung. Außer der Metamorphose selbst bereicherte GRASSI die zoologische Wissenschaft durch neue Beiträge zur Biologie des Flußaales, sowie zum Bau und zur Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane.

Diese großen Errungenschaften wurden durch GRASSI in relativ kurzen Mitteilungen niedergelegt (vgl. GRASSI e CALANDRUCCIO, Atti d. Reale Accad. dei Lincei, Roma 1892, 1893, 1896; Quart. Journ. of microscop. Science 39, Allg. Fischereizeitung 1897). Erst 1913 läßt GRASSI ein zusammenfassendes Werk in großem Maßstabe erscheinen, worin ältere und neuere seiner Beobachtungen zur Systematik, Biologie, Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Leptocephalen, von 13 großen prächtigen Tafeln begleitet, vorbildlich niedergelegt sind („Metamorphose der Muraenoiden, Systematische und ökologische Untersuchungen“. Jena. G. Fischer). In den zwei nächsten Jahren folgen noch ausführliche tafelfeschmückte „Zusätze“, zum Teil auf Grund des Materials, welches L. SANZO in Messina liefert, in den Memorie della Accademia dei Lincei.

An der Neige seines Lebens liefert GRASSI noch einmal wertvolle, auf langjähriges Züchtungsexperiment und mikroskopische Analyse basierenden Untersuchungen zur Lebensgeschichte der Aale (1919). Es wird angeknüpft an die von BELLINI beobachteten 3 Größenklassen von Glasaalen im Zusammenhang mit dem Sexualitätsproblem, sowie an die Schicksale der durch SYRSKI in Triest (1874) entdeckten männlichen Keimdrüse. Glasaale verschiedener Größenkategorie werden gesondert in kleinen Zementbassins gezüchtet (1912–1918). Außerdem werden die Geschlechtsorgane von über 2000 Aalen, vorwiegend in der Größe von 20–40 cm, untersucht, zum größten Teil mit mikroskopischer Analyse der Keimdrüsen auf Schnitten. So wurde festgestellt, daß das SYRSKISCHE Organ (Hoden) unter bestimmten Bedingungen Ovarium werden kann. Das Geschlecht ist bei den Aalen in sehr labiler Weise determiniert. Von ausgesprochen männlichen Exemplaren findet man stufenweise Übergänge über intermediäre Formen zu ausgesprochen weiblichen Exemplaren. Bei den Glasaalen steht die Sexualität, innerhalb gewisser Grenzen, in Relation mit der Größe, die Kurzen werden zu Männchen, die Langen zu Weibchen; die Intermediären unterliegen spät, metagamisch, einer Geschlechtsbestimmung unter den Milieueinflüssen¹⁾. In gewissen Lokalitäten überwiegen

¹⁾ Diese Probleme berühren sich eng mit den Beobachtungen von WITSCHI an Fröschen.

auffallend die Männchen, in anderen die Weibchen; der erstgenannte Fall gilt im großen und ganzen weit vom Meere, der letztgenannte in der Nähe des Meeres. — Der höchst aktuelle letzte Beitrag GRASSIS über die Aale ist von 9 überaus inhaltreichen Doppeltafeln illustriert¹⁾. Über diesen Gegenstand vgl. auch GRASSIS Schüler U. D'ANCONA.

Die neueren, so hochinteressanten Studien von SCHMIDT über die Eiablage des Aales und über die Brutwanderungen haben die früheren Forschungen GRASSIS zur sicheren Grundlage. Freilich gingen die Meinungen der zwei großen Aalspezialisten über die Brutstätten der Aale in der letzten Zeit auseinander. Bekanntlich versetzt der dänische Zoologe die Laichplätze des Aales ausschließlich in eine scharf umschriebene Gegend des Atlantischen Ozeans. GRASSI hingegen, gestützt auf Befunde einiger weniger — äußerst schwer zu erlangenden — Eier vom Typus der Aaleier in der Meerenge von Messina, sowie gestützt auf eigene Erfahrungen, welche auf die Existenz von Lokalrassen in der Aalbrut hinweisen, beharrte bis zuletzt in seiner Auffassung, daß auch das Mittelmeer die Laichplätze für die Aale liefert.

Wie dem auch sei, basieren die umfassenden heutigen Probleme der Aalfortpflanzung und Aalwanderung in letzter Instanz auf GRASSIS früheren klassischen Untersuchungen. Diese wurden denn auch seinerzeit — zusammen mit dem Werk über die Termiten — mit der Goldenen Darwinmedaille der Royal Society in London ausgezeichnet.

Der **Entwicklungszyklus der Cestoden** war um das Jahr 1889 nur für recht wenige Formen festgestellt. Ausführliche Untersuchungen von GRASSI und ROVELLI erschienen im Jahre 1892: „Ricerche embriologiche sui Cestodi“ (Atti d. Accad. Gioenia in Catania 4); sie wurden vorher deutsch im Zentralbl. f. Bakteriologie 1889 kurz mitgeteilt. Als Grundlage für die morphogenetischen Vorgänge dient *Taenia elliptica* (= *Dipylidium caninum*) für die übrigen außer dem damals schon bekannten Wirt, *Trichodectes*, auch der Floh des Hundes und des Menschen erkannt wird. Die Cysticercoide dieses Bandwurms bieten besonders klare Verhältnisse dar. Der sechshakige Embryo verwandelt sich im Zwischenwirt in eine Blase („Primitivblase“) mit exzentrischer Höhlung („Primitivhöhle“); die hintere Hälfte ist verdünnt und trägt die Embryonalhäkchen. Der vordere Teil des Bläschens wird zum „Körper“, der hintere zum „Schwanz“. Der „Körper“ wird immer dichter und erhält in einer tiefen Einsenkung Rostellum und Saugnäpfe. Der hintere Teil des Primitivbläschens wächst etwa würstchenförmig aus, er wird zu einem langen zylindrischen Anhang, an dem paarweise zerstreut die 6 Embryonalhäkchen haften. Dieser leicht abfallende und überhaupt als temporäres Gebilde auftretende Schwanz ist

vom ersten Beobachter der Cysticercoide, MELNIKOFF, übersehen worden. Daher sind die Cysticercoide von *T. elliptica*, außer bei GRASSI, unvollständig dargestellt; so in LEUCKARTS Parasitenwerk, sowie auf den LEUCKARTSchen Wandtafeln. Die morphologische Bedeutung des Schwanzgebildes wird richtig erkannt. „Der Schwanz der Cestoden ist ein rudimentäres Organ, welches in den Cercarien noch funktioniert.“ Überhaupt wird von GRASSI die nahe aus der Entwicklung sich ergebende Verwandtschaft mit den Trematoden betont. Die Einstülpung des vorderen Teiles der Körperanlage in den hinteren wird als bloßer caenogenetischer Vorgang — Schutzbedürfnis im Zwischenwirt — aufgefaßt; die Anlage der Primitivhöhle, des Rostellums und des Schwanzes hingegen als palingenetische Vorgänge. Das Cysticercoide von *Taenia elliptica* dient GRASSI als Fundamentalform, an welcher die morphogenetischen Vorgänge anderer Cestoden verglichen werden. Es werden gleichfalls sehr eingehend in ihrer Entwicklung studiert: *T. murina* (*nana*) der Mäuse, *T. leptocephala* der Ratten, ferner *T. cuneata*, *T. proglottina* sowie *T. infundibuliformis* der Hühner. Bezüglich der *T. murina* wird eine frühere Angabe GRASSIS vollauf bestätigt, wonach diese Taenie sich ohne Zwischenwirt (nicht aber ohne Cysticercoide!) entwickelt, nämlich in den Zotten des Dünndarmes abgekapselt. Später gelangen die winzigen Cysticercoide in die Darmhöhle, wo sie sich in reife Taenien verwandeln (im Zeitraum von 15—30 Tagen). Die höchst wichtige Tatsache der direkten Entwicklung kann im Experiment nur an 3—4 Monate alten weißen *Mus decumanus* einwandfrei und glatt durchgeführt werden. Dieser durch GRASSI festgestellte, unter den Cestoden ganz ungewöhnliche Entwicklungsgang hat ohne Zweifel Geltung auch für die äußerst nahe verwandte *T. (Hymenolepis) nana* des Menschen, welche heute von den Mäusetäenien (*H. fraterna* = *murina*) abgezrenzt wird.

In weiteren, sehr mühsamen Untersuchungen haben die Verfasser festgestellt, daß *T. proglottina* *Limax cinereus*, *L. agrestis* und *L. variegatus* zu Zwischenwirten hat; daß *T. infundibuliformis* in *Musca domestica*, *T. cuneata* in einem Regenwurm, *Allobophora foetida* als Zwischenwirten sich entwickeln. Außerdem wird der Nachweis erbracht, daß *T. leptocephala* (= *Hymenolepis diminuta*) der Ratten ihre postembryonale Entwicklung in einem Käfer, einem Ohrwurm und einem Schmetterling¹⁾ (die hier nicht alle aufgezählt werden) durchmacht. Für *Bothriocephalus latus* wird nachgewiesen, daß er einen Zwischenwirt in *Perca fluviatilis* hat.

Die Studien an zum Teil sehr abweichend gestalteten und doch gemeinsame Grundzüge aufweisenden Cysticercoiden haben GRASSI in den Stand gesetzt, vergleichend auch auf die Cysti-

¹⁾ B. GRASSI, Nuove ricerche sulla storia naturale dell'Anguilla. R. Comitato Talassografico Italiano. Venezia 1919 (S. 1—141).

¹⁾ Nach JOYEUX wird der Schmetterling nur als Raupe infiziert.

cerken überzugreifen. Eine Reihe von allgemeinen grundlegenden Problemen wird am Schluß des Werkes besprochen. Es ergibt sich u. a., „daß die cercariforme Periode, welche man nur auf einige Formen beschränkt glaubte, sehr verbreitet ist und folglich für sich große Wichtigkeit in Anspruch nehmen kann“. „Die Cysticerken sind nichts anderes als Formen, in denen die Primitivhöhle sich sehr vergrößert hat. Es scheint, daß in ihnen der Schwanz gewöhnlich nicht mehr sichtbar ist; der Teil, aus welchem er entstehen mußte, trägt wahrscheinlich dazu bei, die Schwanzblase zu bilden, welche letztere eine starke Entwicklung aufweist.“ Auch die seinerzeit stark umstrittene Keimblätterfrage bei Cestoden interessiert GRASSI. Er sieht in dieser Hinsicht zwei Möglichkeiten voraus: 1. Im Zusammenhang mit der allgemeinen Rückbildung wird die Scheidung in Keimblätter entweder gar nicht durchgeführt, oder nur sehr unvollkommen angedeutet, so daß sich nur eine einzige Zellenmasse bildet (Blastem), aus welcher alle Organe entstehen. 2. Unter gewissen Voraussetzungen kann angenommen werden, daß der sechshakige Embryo ausschließlich aus dem Ektoderm besteht. Die Primitivhöhle ist vergleichbar mit der Höhle des Mitteldarmes (Mesenteron) der Trematoden; die Zellen, die ihn einst begrenzt hatten, sind verloren gegangen.

An den Cestodenuntersuchungen GRASSIS ist folgendes bemerkenswert. Die induktive vergleichende Methode um Zwischenwirte herauszufinden, sie beruht auf einem progressiven Ausschließen der in Verdacht kommenden Formen, somit auf einem Einengen der Möglichkeiten; es ist keine Zufallsarbeit, vielmehr zielbewußte Arbeit eines vollen Zoologen. Zweitens, die Kunst der experimentellen Infektionen. Drittens, die Anwendung feiner Schnittmethoden auf die verwickelten Fragen der postembryonalen Entwicklung. Viertens, ein einheitlicher großer morphologischer Zug in der Beurteilung von vielfach sekundär durch Parasitismus außerordentlich stark abgeänderten Verhältnissen. In mancher Hinsicht sind diese Studien GRASSIS (in Verbindung mit ROVELLI), welche 35 Jahre zurückdatieren, heute noch nicht durch bessere und exaktere überboten worden.

Die sehr umfangreichen und minutiösen Leistungen GRASSIS auf dem Gebiete der Protozoen — abgesehen von gesondert hier behandeltem Malariazyklus — sind von hohem bleibendem Wert; sie gehören sämtlich in das Gebiet der parasitischen Formen und verteilen sich auf verschiedene Perioden in der Forschungstätigkeit GRASSIS. Schon gleich am Anfang seiner Gelehrtenlaufbahn, ein Jahr nach Abschluß der Universitätsstudien, fesseln den jungen Zoologen die protozoischen Parasiten aus dem Menschen (*Amoeba coli*, *Megastoma entericum* = *Lamblia intestinalis*, *Trichomonas hominis*), ferner die Amöben, Bodoniden, Trichomonaden usw. aus den Mäusen, Meerschweinchen,

Fröschen, Eidechsen, Schlangen, aus Maikäferlarven, Küchenschaben usw. Neu für die Wissenschaft (bis heute mit dem Namen GRASSIS vermerkt) waren: *Amoeba muris*, *A. ranarum*, *Bodo (Heteromita) lacertae*, *Polymastix melolonthae*, *Hexamitus (Dicercomonas) muris*, sowie *Coccidium Rivolta* aus dem Darm der Katze; ferner aus Chaetognathen: *Amoeba pigmentifera* und *A. chaetognathi*, beide später zum Genus *Paramoeba* gehörig erkannt. In Übereinstimmung mit mancher heutigen Richtung hatte GRASSI den Flagellaten eine tiefere Stellung im System als den Amöben zuerkannt. Diese Untersuchungen sind in einer wenig bekannten, aber heute noch sehr lehrreichen Schrift niedergelegt: „Intorno ad alcuni protisti endoparassitici ed appartenenti alle classi dei Flagellati, Lobosi, Sporozoi e Ciliati“ (Atti Soc. It. Scienze Nat. Milano 24, 1882). Während eines Sommeraufenthaltes in Heidelberg entsteht im Jahre 1887 in Gemeinschaft mit SCHEWIAKOFF die ausführlichere Darstellung über *Megastoma entericum*. Diese Publikation, welche über Bau und Lebensweise des Parasiten eingehend belehrt, war bis in die neueste Zeit die beste diesbezügliche Schilderung¹⁾.

Von ganz besonderer Bedeutung für die späteren Forschungen war die systematische Festlegung der drei Spezies der menschlichen Malariaparasiten durch GRASSI und FELETTI im Jahre 1890. Diesen Studien ging die Entdeckung von *Proteosoma (Haemamoeba) praecox*, sowie *Haemoproteus (Laverania) danilevskii* aus dem Vogelblut durch die beiden Autoren voraus. Namentlich die erstgenannte Entdeckung war für die Zukunft folgenreich: an *Proteosoma* wurde ja späterhin zum erstenmal der Zyklus der Vogel malaria erkannt (ROSS). In der richtigen Einschätzung der drei Arten von menschlichen Malariaparasiten wurde der große zoologisch-systematische Sinn GRASSIS offenbar. Die drei von GRASSI und FELETTI festgelegten Arten sind bis heute als solche erhalten geblieben: *Haemamoeba vivax*, *H. malariae* und *H. malariae praecox*. In der seither zum Teil auf Grund von Prioritätsregeln erfolgten Veränderung der Nomenklatur des Genus (*Plasmodium* MARCHIAFAVA und CELLI, resp. *Laverania* GRASSI und FELETTI) liegt nichts Grundsätzliches vor gegenüber der wichtigen Erkenntnis der Spezifität

¹⁾ GRASSI hatte den Parasiten bereits 1879 sehr genau beschrieben in der Annahme, ihn entdeckt zu haben (*Megastoma entericum* GRASSI). In der Folge wurde herausgefunden, daß LAMBL bereits vor 20 Jahren den Parasiten vor sich gehabt hatte, denselben aber so dürftig beschrieben, daß LEUCKART diese Form einfach mit *Cercomonas hominis* identifiziert hatte. Im wahren Sinne ist also der Parasit durch GRASSI entdeckt worden, der Prioritätsregel nach konnte er aber nicht den GRASSISCHEN Namen behalten. Nach vielen Jahren beklagte sich GRASSI über diesen Hergang, der sein Verdienst in den Schatten stellt, und betonte: „Il vero merito non sta nel semplice vedere una cosa, ma nel convenientemente rilevarla, distinguerla e farla conoscere!“

der Parasiten, somit ihrer Unfähigkeit sich ineinander umzuwandeln. Überdies wurde durch die beiden Autoren überall bei den Malariaparasiten ein Zellkern definitiv nachgewiesen¹⁾.

Ganz neuerdings (1920) neigt indessen GRASSI zu der alten Auffassung von LAVERAN zurückzukehren, wonach die 3 Formen des Malariaparasiten Varietäten eines einzigen Hämatozoons, nicht aber distinkte Spezies wären. Diese Umkehr war hervorgerufen durch die Schwierigkeit, die klinischen Befunde an beinahe 400 Kranken in Fiumicino in 2 aufeinanderfolgenden Jahren (1918 bis 1919) zu erklären. Einen Ausweg findet GRASSI in der Annahme, daß der Malariaparasit eine einzige pleomorphe resp. polygametische Spezies bildet, deren Varietäten Kreuzungserscheinungen darbieten. GRASSI vermutet, daß in der Zukunft einmal die Aufeinanderfolge der Fälle von Tertiana (*H. vivax*) mit Aestivo-autumnalis (*H. malariae praecox*) bei ein und demselben Kranken einer Analyse nach den MENDELSchen Regeln zugänglich sein wird. Überdies betont GRASSI die Notwendigkeit einer Spaltung der Aestivo-autumnalis in 2 Subvarietäten, die sehr gemeine *mitis* und die viel seltenere *immitis*.

Im Zusammenhang mit seinen Termitenuntersuchungen wendet sich GRASSI dem Studium der hochorganisierten Flagellaten im Enddarm der italienischen Termiten zu. Ein Anhang zum Termitenwerk (s. o.) behandelt *Joenia annectens* GRASSI, *Trichonympha agilis* LEIDY, sowie andere Formen, wie *Microjoenia*, *Monocercomonas*, *Dinonympha*, *Pyronympha*; die Beschreibungen begleitet eine ausgezeichnete lithographische Tafel. Zu diesem spannenden Gegenstand kommt GRASSI

¹⁾ Das Studium der pathogenen Protozoen hatte GRASSI auch später stets unterstützt (vgl. die Arbeiten von BASILE).

noch ein paarmal zurück. Im Jahre 1904, in Gemeinschaft mit A. FOÀ, wird Bau und Kernteilung von *Joenia* einer äußerst subtilen Untersuchung unterworfen; sodann stabilisiert GRASSI 1911 die Ordnung *Hypermastigina*, bespricht eingehend ihren Umfang und betont ausdrücklich die Flagellatennatur der merkwürdigen Parasiten oder wohl richtiger Symbionten.

Am Vorabend seines Lebens, im Jahre 1917, im Besitz eines wertvollen, von SILVESTRI aus Erythraea, Nigeria, Goldküste und Australien heimgebrachten Materials, scheut GRASSI die für seine kranken Augen äußerst ermüdenden Studien an Termitenparasiten dieser Länder nicht. Ein umfangreiches, leider nicht vollendetes Werk („Flagellati viventi nei Termiti“, Mem. R. Accad. Lincei 1917), das im wesentlichen aus einer eingehenden Erklärung zu 10 großen, bewunderungswürdigen Tafeln besteht, krönt alle früheren Erfahrungen GRASSIS auf dem Gebiete. Die neuen Genera *Joenia*, *Staurojoenia*, *Spirotrichonymphella*, *Macrotrichomonas*, *Pseudotrypanosoma*, *Diplo-nympha* in zum Teil ganz wunderbaren, unerwarteten Formen bereichern unsere Kenntnisse unter den *Hyper-* und *Polymastigina*. Die früheren wie die letztgenannten Untersuchungen liefern höchst wertvolle Beiträge zu cytologischen Problemen der Flagellatenzelle: die Kernteilung (extranucleare achromatische Spindel = „GRASSIScher Teilungstypus“) verwickelte lamelläre Strukturen zur Stütze der Flagellenschöpfe („cytoendoscleradium“), gelenkartige Differenzierungen bei *Trichonympha* („cytarthrosis“) usw. Für die heute an verschiedenen Orten sehr intensiv betriebenen Studien an wunderbar organisierten Termitenparasiten bilden die schönen, präzisen Beiträge GRASSIS sozusagen den Grundstein.

(Schluß folgt.)

Über die am besten bekannten, ältesten Organismen.

VON LOTHAR GEITLER, Wien.

Das Protoplasma der tierischen und der meisten pflanzlichen Zellen ist in zwei Teile differenziert: in den Zellkern oder das Karyoplasma und in das Cytoplasma. Diese Differenzierung ist der Ausdruck einer weitgehenden Arbeitsteilung, deren volles Verständnis noch nicht erreicht ist, die aber jedenfalls eine sehr große Bedeutung für alle Lebensvorgänge besitzt. Es ist klar, daß das Leben nicht von Anfang an in dieser komplizierten Form vorhanden sein konnte und daß es einfachere Organisationsstufen gegeben haben muß.

Tatsächlich leben noch heute solche relativ einfache Typen aus uralten Zeiten und gerade ihre Betrachtung ist besonders reizvoll. Es sind durchwegs pflanzliche Organismen, nämlich die Cyanophyceen (Blaualgen, Schizophyceen) und sehr wahrscheinlich einige Vertreter der Gruppe der Bakterien. Freilich handelt es sich wohl nur um kleine Relikte, die nur einen Teil dessen zeigen,

was das Leben auf einer niedrigeren Organisationsstufe hervorgebracht hat.

Für das in diesem Aufsatz behandelte Thema geben die Bakterien keine sichere Grundlage ab; die Kenntnisse sind noch recht mangelhaft¹⁾. Was

¹⁾ Dies gilt in erster Linie für den uns hier besonders interessierenden Zellbau. In gar nicht wenigen Fällen wurden Zellkerne nachgewiesen. Bei anderen Objekten lassen sich die Angaben in Anbetracht der unzureichenden Methodik und der Kleinheit der Zellen nicht als gesichert hinnehmen. Es ist wichtig zu beachten, wie sehr die Resultate der Beobachter auseinandergehen. Das Entscheidende ist nicht, daß in vielen Bakterienzellen kein Kern auffindbar ist, sondern wichtig wäre es, klare positive Angaben über den Zellbau zu besitzen. Diese Forderung ist auch bei den relativ sehr großen Schwefelbakterien bis jetzt nicht erfüllt; daß sie keinen Zellkern besitzen, ist wahrscheinlich, wie die Zelle aber gebaut ist, erscheint noch unklar.

Wegen der sehr unsicheren positiven Kenntnisse des Zellbaues der Bakterien ist es auch nicht gut, sie

hier noch Interessantes vorhanden ist, bleibt der Zukunft zur Klärung vorbehalten. Über die Blaualgen läßt sich schon heute viel sagen; deshalb sei auf diese im folgenden näher eingegangen.

Zunächst interessiert uns der Zellbau. Er gibt ja den sichersten Anhaltspunkt für die Abschätzung des relativen Alters. Die Schilderung kann natürlich nicht ins Detail gehen und muß schematisch gehalten sein. Ich folge im wesentlichen BAUMGÄRTEL¹⁾, der durch seine Untersuchungen nicht nur Licht in die zahlreichen widerspruchsvollen und falschen morphologischen Angaben früherer Beobachter gebracht hat, sondern auch in der mikro-chemischen Analyse der Blaualgenzelle soweit gegangen ist, als es die Methoden überhaupt zuließen.

Das Protoplasma erfüllt die Zelle als zähflüssige Masse, der verschiedene Körper eingelagert sind. Im Zentrum liegen in wechselnder Zahl verschieden große, liquide oder steifgelige Gebilde, die *Endoplasten* (Fig. 1). Sie sind kugelig oder ellipsoidisch, wenn sie dicht liegen polygonal angeordnet, manchmal auch fadenförmig aus-

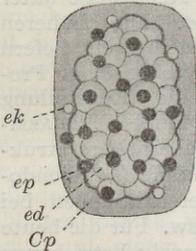


Fig. 1.
Schematische Darstellung einer Blaualgenzelle.

Cp = Chromatoplasma,
ed = Endoplasten,
ep = Epiplasten,
ek = Ektoplasten
(nach BAUMGÄRTEL).

gezogen. Sie bestehen aus Glykoproteiden und Phosphorproteiden. An ihrer Oberfläche werden stark lichtbrechende, glänzende, kugelige Körper gebildet, die *Epiplasten*. Sie können manchmal fehlen, manchmal in großer Zahl vorhanden sein, sind häufig klein, mitunter auch sehr groß und auffallend. Sie bestehen im Zentrum aus Proteinen, an der Peripherie aus Nucleoglykoproteiden. Oft lassen sich zwischen typischen Epi- und Endoplasten Zwischenstadien beobachten.

Dieser zentrale Teil der Zelle, der durch die Fähigkeit Endo- und Epiplasten zu bilden charakterisiert ist, wird *Centroplasma* genannt. Dieses wird in einer gleichmäßigen Schichte von Plasma umgeben, dem diese Fähigkeit abgeht. Dafür finden sich hier in diffuser Verteilung die Assimilationspigmente (Chlorophyll, Karotin, Phykocyan, Phykoerythrin) und manchmal wird eine dritte Art von Plastrn, die aus Proteinen bestehen und als *Ectoplasten* bezeichnet werden, gebildet.

mit den Cyanophyceen zu einem Stamm zu vereinigen, wie dies meist geschieht. In Wirklichkeit ist noch keine einzige *wesentliche* Übereinstimmung zwischen beiden Gruppen gefunden worden. Außerdem machen die Bakterien in der heutigen Fassung deutlich den Eindruck einer ganz inhomogenen Gruppe.

¹⁾ O. BAUMGÄRTEL, Das Problem der Cyanophyceenzelle. Arch. f. Protistenkunde 1920.

Diesen Plasmabezirk nennt man *Chromatoplasma*¹⁾.

Von den Stoffwechselfvorgängen kann man sich mit BAUMGÄRTEL folgendes — allerdings etwas hypothetisches — Bild machen (l. c. S. 135): „In den Lacunen des Centroplasmas tritt eine Substanz von variabler Konsistenz auf, welche neben Glykoproteiden auch noch Phosphorproteide enthält (Endoplasten). Diese Substanz ist als Matrix von Gebilden zu betrachten, welche teils an der Peripherie der einzelnen Endoplasten entstehen (Epiplasten), teils außerhalb des ganzen Endoplastenaggregats gebildet werden (Ectoplasten). Die Epiplastenbildung setzt ein, wenn die reichlich ins Centroplasma abgegebenen Assimilate sich an der Peripherie der Endoplasten, wo eine Anreicherung der Phosphorproteide stattfindet, zu Nucleoglykoproteiden umbilden, wobei im Zentrum unverbrauchte Proteinstoffe als weniger dichter Kern zurückbleiben. Sinkt aber die Assimilation von Kohlenhydraten unter ein gewisses Minimum, so überwiegt die Eiweißassimilation der saproben Cyanophyceen, deren überschüssige Bildungsprodukte als Ectoplastenproteine niedergeschlagen werden.“

An der *Beschreibung* der Blaualgenzelle ist wohl am auffallendsten das Fehlen eines Zellkernes. Bei der Betrachtung des lebenden Objekts wirkt die *gesamte abweichende Organisation* viel auffallender. Die ganze Zelle ist recht undurchsichtig, was durch das Fehlen von Zellsaftvakuolen und die \pm geligen Einlagerungen bewirkt wird. Das Plasma selbst ist zähflüssig und zeigt niemals eine Spur einer Bewegung²⁾. Am eigentümlichsten ist aber vielleicht die sonderbare diffuse Färbung, die sich meist erst bei starker Vergrößerung und aufmerksamen Beobachtung als in einer peripheren Schichte (im Chromatoplasma) lokalisiert erkennen läßt. Es fehlt eben der sonst von allen Algen gewohnte Anblick eines Chromatophors³⁾.

Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, zeigt die Blaualgenzelle ein sehr eigenartiges Bild. Es ist dadurch bedingt, daß die fundamentale Differenzierung in Kern und Cytoplasma fehlt, daß im Cytoplasma Differenzierungen wie ein Chromatophor und Zellsaftvakuolen fehlen, und daß an ihrer Stelle andere, *relativ einfache Differenzierungen vor-*

¹⁾ Über die zahlreichen Veränderungen, die dieses Schema bei einzelnen Formen erfährt, vgl. L. GEITLER, Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht. Beih. z. bot. Zentralbl. Bd. XLI, Abt. II. 1925.

²⁾ Die eigentümliche Beschaffenheit des Plasmas wird auch bei Plasmolyse deutlich: der Protoplast zieht sich nie kugelig zusammen, sondern zeigt ganz unregelmäßige Schrumpfungsfiguren.

³⁾ Als Chromatophor wird ein distinkter, auch nach Auszug der ihn imprägnierenden Farbstoffe deutlich sichtbarer, plasmatischer Körper, der dem übrigen Cytoplasma *eingelagert* ist und sich selbständig teilt, bezeichnet. Bei den Blaualgen ist das *Plasma selbst* von den Farbstoffen durchtränkt, ein besonderer *Farbstoffträger* also nicht vorhanden.

handen sind. Das Letztere ist wichtig festzuhalten. Es ist eine verfehlte, oberflächliche Ausdrucksweise, wenn man die Blaualgen dadurch charakterisiert, daß man sagt: sie haben keinen Kern. Nach Abzug des Kernes aus einer typisch gebauten Zelle entsteht noch keine Blaualgenzelle, sondern ein Un Ding. *Karyoplasma und Cytoplasma sind Wechselbegriffe*, eines ohne das andere ist unmöglich. Die Blaualgenzelle ist nicht von Cytoplasma erfüllt, sondern von einem Plasma, das der *Summe von Karyo- und Cytoplasma* entspricht, das es aber nicht zur *Auseinanderlegung* dieser in ihm schlummernden Möglichkeiten gebracht hat. Ebensovienig ist das ganze Blaualgenplasma einem *Kern* gleichzusetzen, wie dies von manchen Autoren behauptet wurde.

Von einer Einfachheit der Organisation, wie sie HAECKEL bei den Blaualgen angenommen hat¹⁾, ist gewiß keine Rede. Es sind vielmehr Differenzierungen vorhanden, die sich in eine gewisse Parallele mit höher organisierten Zellen bringen lassen. Am leichtesten läßt sich ein Vergleich zwischen Chromatoplasma und Chromatophor anstellen. Die Bildung einer peripheren, der Assimilation dienenden Plasmaschichte, wie sie das Chromatoplasma darstellt, ist ökologisch verständlich. Das Chromatoplasma entspricht *physiologisch* einem Chromatophor und versteht in großen und ganzen die gleichen Aufgaben wie dieser. Es ist aber eine wesentlich einfachere, undifferenzierte Bildung. Der Typus der Alge wurde zuerst auf diese Art erreicht, sie hat aber manche Nachteile. Die ganze Sensibilität, welche die typischen Algen durch Verschiebungen ihrer Chromatophoren bei wechselnder Lichtintensität besitzen, fehlt den Blaualgen. Das Chromatoplasma ist ein starrer Körper, der auf Lichtreize höchstens durch den langwierigen und unökonomischen Auf- und Abbau seiner Assimilationspigmente antworten kann.

Genau betrachtet ist freilich das Chromatoplasma für die *Blaualge* genau so funktionsgemäß wie ein Chromatophor für die *höhere Alge* und die *Blaualge* genau so lebensstüchtig wie irgend eine andere Alge. Die *Blaualge* ist eben im ganzen stumpfer, anspruchsloser, „undifferenzierter.“ Könnte man einer höheren Alge statt ihres Chromatophors ein Chromatoplasma einsetzen, so würden sich sofort starke Unstimmigkeiten ergeben. Man denke nur an die Unfähigkeit des Chromatoplasmas die Drehungen der Chromatophorenplatte von *Mougeotia* oder die Metabolie der Strahlen des Chromatophors von *Zygnema* und der Lappen vieler Desmidiaceen-Chromatophoren zu ersetzen.

Aber nicht nur in diesen Leistungen steht das Chromatoplasma einem Chromatophor nach; es ist ihm auch die ganze Formenfülle genommen,

¹⁾ HAECKEL schreibt in den „Krystallseelen“ (Leipzig 1917, S. 45), daß *Chroococcus* eine „strukturlose homogene Plasmakugel, welche sich durch Zweiteilung vermehrt und noch keinerlei wirkliche Organisation besitzt“ ist.

die die Chromatophoren in fast unübersehbarer Mannigfaltigkeit zeigen. Das Chromatoplasma findet sich bei *allen* Cyanophyceen — deren Zahl nicht gering ist — immer in der gleichen monotonen Ausbildung: als die ganze Zelle umhüllende periphere Schichte. Die sehr bescheidenen Veränderungen erstrecken sich nur auf seine Dicke.

Wie das Chromatoplasma läßt sich auch das Centroplasma — wenn auch schwieriger — mit Teilen einer höher organisierten Zelle vergleichen. Von vornherein kann man erwarten, daß sich diejenigen Substanzen und Strukturen finden, die bei höherer Differenzierung einen Zellkern ergeben würden. Bei der Verfolgung dieses Gedankenganges wurden aber nicht wenige Fehler gemacht. So wurde nach „Chromatin“ gesucht und auf Grund nichtssagender Färbungen die verschiedensten Gebilde als solches angesprochen. Sogar das Vorkommen von Chromosomen wurde behauptet, obwohl sich die betreffenden Beobachter bewußt waren, daß ein Zellkern im gewöhnlichen Sinne nicht vorhanden war. All das beruht auf dem Verkennen der Tatsache, daß man sich von einem Zellkern zwar beliebig viel wegdenken kann, daß die Natur aber ganz andere Wege gegangen ist. In der Blaualgenzelle lassen sich keine *einzelnen Bestandteile* eines Kernes finden, sondern es liegt in Gestalt des Centroplasmas eine *vollkommene Einheit* vor. Es findet sich hier Plasma, das Glykoproteide und Nucleoglykoproteide führt; das Ganze entspricht keinem Kern, sondern ist ein *wenig differenziertes Gemisch von Kern- und Cytoplasma-Äquivalenten*, wobei allerdings die ersteren im Vergleich zum Chromatoplasma überwiegen.

Ganz übereinstimmend mit diesem Bilde verläuft die Zellteilung. Das Plasma wird vermehrt, die vor der Teilung während des Wachstums der Zelle neugebildeten Plasten werden passiv auf die Tochterzellen verteilt¹⁾. Gleichzeitig wird durch eine peripher beginnende und zentripetal vorschreitende Spaltbildung (die meist mit Membranbildung verbunden ist) das Plasma in zwei Teile zerlegt. Es entsteht häufig der Eindruck, als ob der Spalt den eigentlichen Anstoß zur Teilung geben und das Centroplasma durchschnüren würde. In Wirklichkeit ist der ganze Vorgang eine *Einheit*: die Trennungslinie der beiden Tochterzellen bildet sich *gleichzeitig* mit der Durchschnürung des Centroplasmas. „Zellteilung“ und „Kernteilung“ fallen zusammen.

Besonders sinnfällig wird die Undifferenziertheit der Teilung durch ein Verhalten, das man bei manchen Formen mit hoher Teilungsfrequenz nicht

¹⁾ Bei manchen fadenförmigen Formen liegen die Ektoplasten nur an den Querwänden und werden *nach* der Teilung oder schon *während* der Teilung an der neuen fertigen oder noch in Bildung begriffenen Querwand neu gebildet. Gelegentlich werden die Endoplasten *geteilt*. Dies ist der Fall wenn sie langgestreckt sind und senkrecht zur Teilungsebene orientiert sind. Man sieht dann häufig ein queres Auseinanderreißen in 2 Stücke.

selten sieht. Es kann nämlich in einer Zelle eine neue Teilung erfolgen, bevor die alte noch beendet ist. Genau ausgedrückt teilen sich die beiden Tochterzellen, bevor sie noch fertig hergestellt sind. In Fig. 2a sieht man eine *Chroococcus*-zelle, bei der die Ebenen zweier aufeinander folgender Teilungen senkrecht zueinander stehen. Die Ebene der ersten Teilung ist im Bild horizontal gestellt. Man sieht den sich schließenden Ringspalt (der hier mit der Membranbildung verbunden ist) und be-

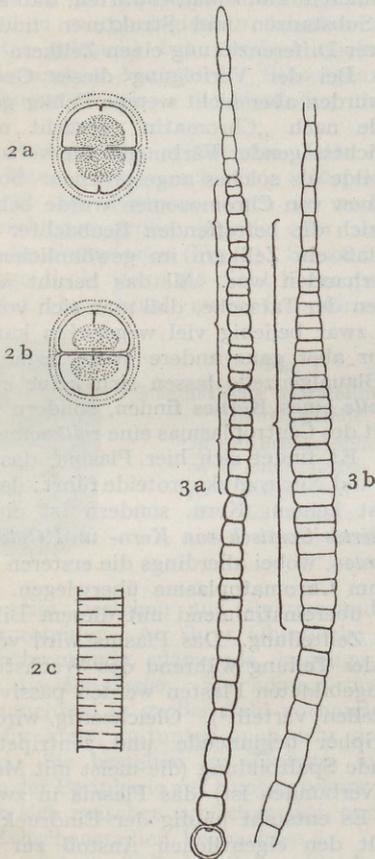


Fig. 2 a, b. *Chroococcus turgidus*, in a die erste Teilung fast vollendet, die zweite beginnend, in b die erste vollendet, die zweite weiter vorgeschritten. Centroplasma punktiert; die äußeren punktierten Linien deuten Gallerthüllen an (nach GEITLER); c. ein *Oscillatoria*-Faden in lebhafter Teilung; nur die Zellwände gezeichnet (nach GEITLER).

Fig. 3. Junge Fäden von *Rivularia Pisum* (a) und *R. polyotis* (b), das trichothallische Wachstum zeigend (nach SCHWENDENER).

merkt, daß das Centroplasma noch nicht ganz geteilt ist. Trotzdem tritt in jeder der zukünftigen Tochterzellen bereits wieder eine Teilung ein, wie man an dem Beginn der Membranbildung sieht. Diese erfolgt einseitig, da die gegenüber liegende Wand der Tochterzelle noch gar nicht existiert, sondern hier noch das Loch in der neugebildeten

Wand der ersten Teilung vorhanden ist. Es finden also mit einer kleinen Phasenverschiebung zwei Teilungen gleichzeitig statt. In Fig. 2b ist ein späteres Stadium abgebildet, in dem die erste Teilung vollzogen und die zweite weiter vorgeschritten ist.

Ein solches Verhalten ist bei kernführenden Organismen unmöglich. Es kann sich zwar das Cytoplasma simultan (gleichzeitig nach verschiedenen Richtungen teilen), nie aber die ganze Zelle mit dem Kern.

Prinzipiell gleich wie *Chroococcus* verhalten sich viele fadenförmige Formen, so z. B. die bekannte *Oscillatoria*, nur liegen hier die Teilungsebenen parallel. In Fig. 2c sieht man, wie sich in den Zellen Querwände bilden, die in dem gezeichneten Stadium fast geschlossen sind, und wie in den noch unfertigen Tochterzellen neue, noch ganz kleine Querwände angelegt werden. Diese Formen zeigen noch eine sehr bemerkenswerte Tatsache: *Teilung und Wachstum finden gleichzeitig statt*¹⁾. Die Zellen strecken sich gleichzeitig mit der Teilung, würde die Streckung unterbleiben, so würden die Zellen dauernd kleiner werden, da die Teilungen bei entsprechenden Ernährungsverhältnissen dauernd weitergehen. Diese Blaualgen verhalten sich also nicht so wie differenziertere Organismen, bei denen die Zelle zuerst heranwächst und sich dann teilt, sondern beide Tätigkeiten gehen hier durcheinander.

Der geschilderte Zellbau ist gewiß als recht primitiv zu betrachten. Es ist nun anziehend zu sehen, wie sich im Rahmen dieser Organisation eine Fülle von Formen, die in vielen Beziehungen anderen Pflanzentypen nahekommen, ausgebildet hat. Die Morphologie der Cyanophyceen bietet ein seltsames Gemisch von monotoner Einfachheit und abwechslungsreicher Kompliziertheit. Wenig abwechslungsreich sind die Zellformen: es überwiegt die Kugelform und das Ellipsoid, ziemlich selten sind Stäbchen. Eine Mannigfaltigkeit, wie sie bei den *Desmidiaceen*, *Diatomeen* oder *Flagellaten* realisiert ist, fehlt ganz. Auch die Gestalten der Zellfamilien gehen meist nach einem Schema: sie zeigen das Aussehen der Familien wie sie von den Bakterien allgemein bekannt sind, so daß sie hier übergangen werden können. Auf einige besondere Fälle wird jedoch später noch zurückkommen sein.

Interessanter sind die fadenbildenden Formen. Es handelt sich hier zum Teil um *vielzellige* Organismen, deren Zellen durch Plasmodesmen miteinander in Verbindung stehen. Manchmal kommt es zu hochdifferenzierten Thallusbildungen²⁾, die sich mit höheren Algen messen können. So bildet *Stigonema mamillosum* mehrreihige, verzweigte

¹⁾ Man kann unter Umständen ganze Fäden finden, in welchen es überhaupt keine einzige ruhende Zelle gibt, sondern wo alle Zellen sich in verschiedenen Phasen der Teilung befinden.

²⁾ Die einfacheren, wie die von *Oscillatoria* und *Noctoc* können als bekannt vorausgesetzt werden.

Fäden mit einer deutlichen *Scheitelzelle*. Die ganze bäumchenförmige Alge ist so groß, daß die einzelnen Fäden und die Verzweigungen schon mit freiem Auge gesehen werden können; sie erinnert beinahe an ein kleines Moos. Bei *Rivularia* und ähnlichen Formen gibt es *trichothallisches Wachstum*, wie es von niederen Braunalgen (Phaeosporeen) bekannt ist. Der junge Keimling ist zunächst ein einreihiger, undifferenzierter Zellfaden mit durchwegs gleichwertigen Zellen. Später erfolgt in den Zellen des einen Endes eine Streckung und dieser Teil wird zum Haar. Die basalen Zellen bleiben ungeteilt und können später zu Dauerzellen werden, außerdem entstehen hier Heterocysten¹⁾. Im mittleren Abschnitt des Fadens setzt lebhaftes Zellteilung ein und diese Zone wird zu einem dauernd erhalten bleibenden, interkalaren Meristem, das an seinen niedrigen Zellen leicht kenntlich ist (Fig. 3). Wieder andere Thallusformen findet man in der Familie der Pleurocapsaceen. Einige imitieren auffallend den Thallus höherer Grünalgen. Die Entwicklung verläuft in der Art, daß in der Jugend eine einschichtige Zellscheibe mit Randwachstum, die aus radiär ausstrahlenden, verzweigten Fäden besteht, gebildet wird (Fig. 4a). Später entstehen aus dieser Scheibe aufrechte, parallele Fäden, die seitlich eng zusammenschließen (Fig. 4d).

Im einzelnen herrscht bei diesem Lagertypus eine ziemliche Mannigfaltigkeit, die unter anderem durch verschiedene Verzweigungstypen bedingt wird. Neben der seitlichen Verzweigung kommen echte Dichotomien vor, außerdem gibt es Scheindichotomien, d. h. seitliche Verzweigung mit Evektion (unter Hinaufrücken des Seitenastes auf die Querwand und Abbiegen des Hauptfadens, wodurch eine Dichotomie vorgetäuscht wird).

Dies sind wenige Beispiele für die Thallusformen der fadenförmigen Blaualgen²⁾. In Wirklichkeit gibt es sehr viel mehr verschiedene und zum Teil recht bemerkenswerte Typen. Noch interessanter sind aber vielleicht die Fortpflanzungsverhältnisse. Zahlreiche Formen besitzen *Endosporen*: eine Zelle vergrößert sich und wird zum Sporangium, der Inhalt teilt sich und zerfällt in eine größere, oft bestimmte Zahl nackter Protoplastenteile, die austreten und als Sporen der Fortpflanzung dienen³⁾. Die Sporangien stehen bei differenzierteren Formen an bestimmten Stellen, so bei *Nematoradaisia* (Fig. 4c) an den Enden der

aufrechten Zweige, ganz so wie die Zoosporangien von *Pseudulvella*. Interessanterweise gibt es nun unter den Cyanophyceen Formen, die überhaupt keine vegetativen Zellteilungen besitzen, also dauernd einzellig sind, und sich ausschließlich durch Endosporen fortpflanzen. Sie stellen eine Parallele zu den Protococcaceen dar. Der Entwicklungszyklus einer solchen Form spielt sich in folgender Weise ab: die Zelle wächst heran, der Inhalt zerfällt in Endosporen, die frei werden und wieder zu vegetativen Zellen heranwachsen. Solche Formen stellt Fig. 5 dar. Eigentümlicherweise sind zwei Typen von Sporenbildung vorhanden, wie sie auch bei der Zoo- oder Autosporenbildung der Protococcaceen vorkommen: die Teilungen erfolgen bei manchen Formen *simultan* (in diesem Falle wird

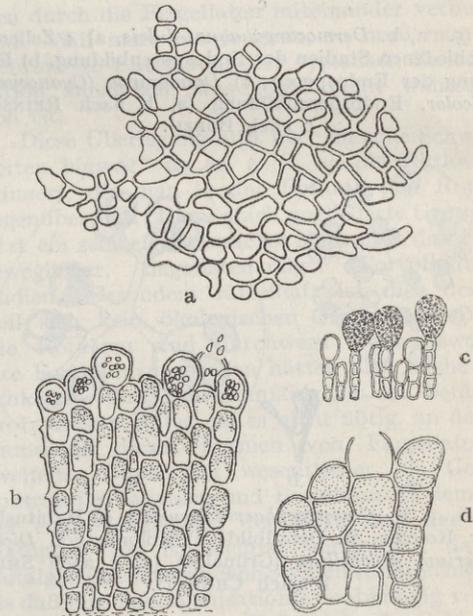


Fig. 4. a) Sohle von *Oncobyrsa rivularis* in der Draufsicht; b) Thallus von *Pseudulvella consociata* (Grünalge) mit endständigen Zoosporangien, Profilansicht; c) Thallus von *Nematoradaisia Laminariae* mit endständigen Endosporangien, Profilansicht; d) Stück eines Thallus von *Pleurocapsa minor*, Profilansicht (a, d nach GEITLER, b, c nach SETCHELL und GARDNER).

der ganze Protoplast *gleichzeitig* in Plasmoportionen zerlegt), bei anderen *succedan* (wobei der Protoplast durch *aufeinanderfolgende* Teilungen in eine immer größer werdende Zahl von kleiner werdenden Stücken zerlegt wird).

Neben diesen Formen mit *echter* Endosporenbildung gibt es auch Typen, bei denen die Teilungen sich nicht rein endogen (nur im Plasma) abspielen, sondern unter Beteiligung der Membran erfolgen¹⁾. *Gomphosphaeria* bildet hohlkugelige Kolonien, die aus einer peripheren, einschichtigen

¹⁾ Dieses Verhalten leitet zur gewöhnlichen vegetativen Zellteilung über.

¹⁾ Dies sind meist inhaltsarme Zellen mit verdickter Membran; wahrscheinlich handelt es sich um den Dauerzellen analoge, aber im Lauf der phylogenetischen Entwicklung reduzierte und funktionslos gewordene Bildungen (Näheres siehe in GEITLER, I. c.).

²⁾ Für den Algologen sei hier noch auf die Übereinstimmung des Thallusaufbaues von *Oncobyrsa rivularis* mit der Chrysophyceen *Phaeodermatium*, auf die *Tellamia*-Form der Blaualgen *Hyella*, ferner auf die Thalli von *Loriella*, *Pulvinularia* und *Hyphomorpha* hingewiesen.

³⁾ Die Sporen sind *nicht* aktiv beweglich; Geißeln fehlen den Blaualgen ja ganz.

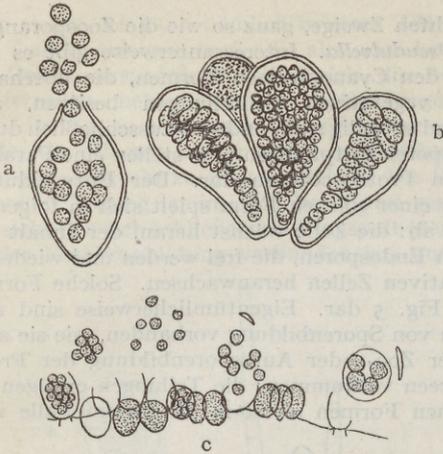


Fig. 5. a, b. *Dermocarpa aquae-dulcis*, a) 4 Zellen in verschiedenen Stadien der Endosporenbildung, b) Entleerung der Endosporen; c) *Dermocarpa (Cyanocystis) versicolor*, Endosporenbildung (a, b nach REINSCH, c nach BORZI).

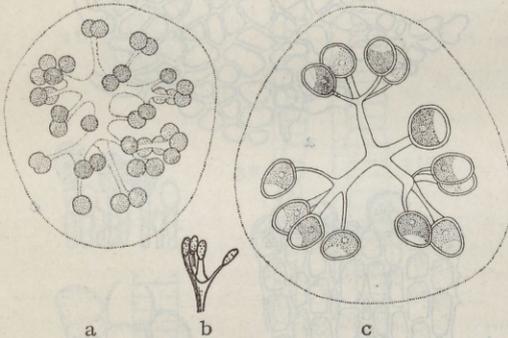


Fig. 6. a, b. *Gomphosphaeria lacustris*, a) Habitusbild einer Kolonie, b) Detailbild; c) Kolonie von *Dictyosphaerium pulchellum* (Grünalge) (a, c nach SMITH, b nach CHODAT).

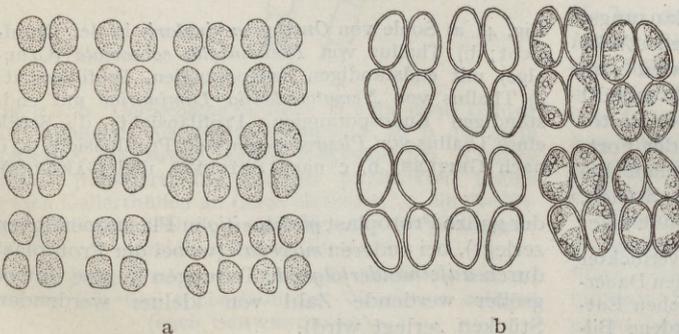


Fig. 7. a) Tafelförmige Kolonie von *Merismopedia punctata*, b) von *Crucigenia rectangularis* (Grünalge) (beide nach SMITH).

Lage von Zellen bestehen¹⁾. Jede Zelle sitzt auf einem Gallertstiel; die Stiele aller Zellen stehen radiär und vereinigen sich im Innern der Kolonie (Fig. 6a). Die Entwicklung verläuft ganz analog

¹⁾ Das Innere der Kolonie ist von Gallerte erfüllt.

wie bei der ebenfalls hohlkugelige Kolonien bildenden Protococcacee *Dictyosphaerium* (Fig. 6c). Bei dieser bildet jede Zelle einer Kolonie vier Autosporien, die Membran der Mutterzelle zerreißt in vier Stücke, die am Scheitel auseinanderklaffen, an der Basis aber verbunden bleiben. Jede der vier Autosporien rückt nun empor und setzt sich an einem Membrananteil fest; die Membranstücke verschleimen und werden zu Gallertstielen. Es sitzen so vier Zellen auf vier Stielen, die an der Basis miteinander verbunden sind. In ähnlicher Weise verläuft die Entwicklung bei *Gomphosphaeria*; an Stelle der vier Autosporien treten hier zwei schnell aufeinander folgende Zweiteilungen.

Wie *Gomphosphaeria* mit *Dictyosphaerium*, so zeigt *Merismopedia* mit der Protococcacee *Crucigenia* weitgehende Übereinstimmung. Beide bilden viereckige, tafelförmige Kolonien, in denen die Zellen in Längs- und Querreihen angeordnet sind. Die Fortpflanzung erfolgt bei *Crucigenia* durch vier Autosporien, die quadratisch stehen, bei *Merismopedia* durch zweimalige endogene Zweiteilung, wobei die beiden Teilungsebenen senkrecht zueinander liegen (Fig. 7).

Ganz andere morphologische Verhältnisse zeigt die Gattung *Chamaesiphon*. Hier fehlen vegetative Teilungen, die Fortpflanzung erfolgt ausschließlich durch *Exosporen*. Die einzellige Pflanze ist \pm langgestreckt, ist mit der Basis auf dem Substrat befestigt und schnürt am Scheitel die Sporen ab. Die ganze Zelle sitzt in einem becherartigen Membrananteil¹⁾, der aus ttenfrmig ineinandersteckenden Stücken besteht (Fig. 8a, b). Von innen her werden immer neue trichterförmige Schichten angelagert, wodurch das ganze Gebilde in die Länge wächst. Dieses Verhalten ist ganz übereinstimmend mit der Chrysomonade *Hyalobryon*²⁾.

Manche *Chamaesiphon*arten bilden Kolonien. Diese kommen dadurch zustande, daß die Sporen nicht abfallen, sondern sich am Rand des Membrantrichters der Mutterzelle festsetzen, dort keimen, auswachsen und wieder neue Sporen, die sich gleich verhalten, bilden. So entstehen bumchenfrmige Bildungen (Fig. 8c), die ihrer Entstehung nach sich mit den Kolonien der Chrysomonade *Dinobryon* vergleichen lassen (Fig. 8c). Bei *Dinobryon* teilt sich jede Zelle in ihrem Gehäuse, die eine Tochterzelle bleibt ruhend, die andere rückt em-

¹⁾ Diese Membran umgibt die Zelle in der Jugend allseits und öffnet sich erst im Alter bei der Sporenbildung. Sie ist der Sporangiumwand der endosporenen

Formen wie *Dermocarpa* homolog, so wie die Exosporen nur modifizierte Endosporen und diesen daher ebenfalls homolog sind.

²⁾ Auch bei den Heterokonten erfolgt oft ein ähnliches Längenwachstum; doch besteht bei diesen die Membran aus zwei Stücken.

por, setzt sich am Gehäuserand fest und bildet ein neues Gehäuse. Allerdings sind diese Kolonien viel regelmäßiger aufgebaut, und der ganze Vorgang verläuft gesetzmäßiger als bei *Chamaesiphon*. Bei letzterem fallen oft Sporen ab, oft werden mehrere schnell hintereinander gebildet¹⁾.

Diese fragmentarische Aufzählung gibt immerhin ein gewisses Bild der Formenmannigfaltigkeit, welche die Cyanophyceen im Rahmen ihrer primitiven Organisation erreicht haben. Wie die Beispiele zeigen, wurden mit ganz anderen Mitteln ähnliche morphologische Typen erreicht, wie sie die differenzierten Formen besitzen. Es handelt sich dabei *nicht um Homologien*. Denn die Cyanophyceen stehen mit den Flagellaten und den von ihnen abstammenden Algen in keinem näheren Zusammenhang. Die Entwicklung innerhalb der Cyanophyceen ist vollkommen *parallel* mit anderen

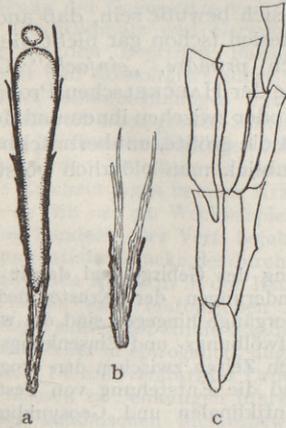


Fig. 8. *Chamaesiphon fuscus*: a) Individuum mit einer Exospore; b) leerer Membrantrichter; c) Kolonie, nur die Gehäuse gezeichnet (nach GEITLER).

Algenreihen gegangen. Es liegt hier eine Konvergenz im großen Stil vor.

Damit gelangt man zu allgemeineren Problemen, die mit dem in diesem Aufsatz behandelten Thema zusammenhängen. Man verläßt dabei freilich mehr oder weniger das Gebiet der sicheren Tatsachen.

Am wenigsten gilt dies vielleicht noch von der ersten Frage: sind die Blaualgen als Vorläufer der höheren Organismen zu betrachten? Der Zellbau macht, trotz seiner relativen Einfachheit, den Eindruck von etwas Abgeschlossenem, das keiner weiteren Entwicklung oder doch keiner Entwicklung, die zu den heute bekannten, in Kern und Cytoplasma differenzierten Organismen führen könnte, fähig ist. Außerdem spricht die ganze Morphologie und besonders die geschilderten Konvergenzerscheinungen gegen die Annahme, daß die Cyanophyceen die Vorläufer höherer Organismen sind.

¹⁾ Die Kolonien von *Chamaesiphon* sind übrigens festsitzend, *Dinobryon* ist ein Planktonorganismus.

Wie kann man sich nun die gesamte Entwicklung der Organismen vorstellen? Wenn man bei den differenziertesten Pflanzen und Tieren beginnt und die Entwicklung rückwärts verfolgt, so gelangt man mit kleineren oder größeren Sprüngen bis zu den Flagellaten, die also als Ausgangsformen zu betrachten sind¹⁾. Die Gründe, die man hierfür hat, sind bekannt genug, um sie hier übergehen zu können; nur ein Umstand wird wenig beachtet: daß die Flagellaten, *abgesehen* von ihrem Geißelapparat, eine ganz bestimmte Organisation besitzen, die sich bei allen späteren Organismen wiederfindet, nämlich die Differenzierung in Kern und Cytoplasma. Diese Tatsache kann nicht als selbstverständlich hingenommen werden, sondern ist erklärungsbedürftig. Die einfachste Erklärung ist gewiß die Annahme, daß die kernführenden Formen durch die Flagellaten miteinander verbunden sind. Will man dies leugnen, so muß man eine mehrmalige Entstehung der typischen Zellorganisation annehmen, was gewiß nicht wahrscheinlich ist.

Diese Überlegung hilft über manche Schwierigkeiten hinweg. Es sei z. B. an die Ratlosigkeit erinnert, die man in der Botanik den Rotalgen gegenüber hat. Diese stark gegliederte Gruppe besitzt ein sehr eigentümliches Merkmal: das Fehlen beweglicher, flagellatenartiger Fortpflanzungsstadien. Besonders rätselhaft ist dies deshalb, weil sich kein ökologischer Grund finden läßt. Die Rotalgen sind durchwegs Wasserbewohner, ihre Fortpflanzungszellen hätten also reiche Möglichkeiten, ihre Schwimmfähigkeit zu betätigen. Trotz diesem Rätsel ist es nicht nötig, an der Abstammung dieser Formen von Flagellaten zu zweifeln. Denn viel wesentlicher als Geißeln, kontraktile Vakuolen und Basalkorn ist dem Körper eines Flagellaten der Kern und der Chromatophor. Es ist leichter vorstellbar, daß die Rotalgen ihre beweglichen Stadien verloren haben²⁾, als daß ihre Zellorganisation³⁾ unabhängig von den Flagellaten ein zweites Mal entstanden ist. Diese Vorstellung wird dadurch erleichtert, daß die heute lebenden Rotalgen hoch differenzierte Typen sind und daß einfachere Formen überhaupt nicht existieren. Der Verlust der Flagellatenstadien kann also in jene Periode verlegt werden, die heute durch keine überlebenden Formen mehr repräsentiert ist.

¹⁾ Den Anfang dieser Entwicklungsreihe hat uns, so weit sie Pflanzen umfaßt, in ausgezeichneter Weise PASCHER verstehen gelehrt. Eine kurze Darstellung findet man in A. PASCHER: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen, Ber. d. dtsh. botan. Ges. 1924.

²⁾ Ähnlich verhalten sich die ebenfalls im Wasser lebenden pennaten Diatomeen, bei welchen der Zusammenhang mit Flagellaten allerdings viel klarer als bei den Rotalgen ist.

³⁾ Es sei erwähnt, daß sich auch in Einzelheiten Übereinstimmungen mit Flagellaten finden lassen, so in der Art und der Bildungsweise der Assimilationsprodukte.

Die Ableitung der höher differenzierten Formen von Flagellaten geht nicht lückenlos. Wie vor den Rotalgen, so befindet sich auch vor den Cormophyten und an manchen anderen Stellen eine Leere. Ähnlich geht es in der Zoologie. Immerhin gelangt man aber bei dem Abstieg von Metaphyten und Metazoen mit einer gewissen Ziel-sicherheit bis zu den Flagellaten. Viel schwieriger ist nun das Folgende. Was sich vor der Entstehung der Flagellaten abgespielt hat, liegt ganz im Dunkeln. Es sind aus jenen Zeiten Reste vorhanden, so die Blaualgen, die aber weder nach unten, noch nach oben einen Anschluß an andere Organismen zulassen. Interessanterweise findet sich allerdings bei den Blaualgen schon Chlorophyll, Karotin, Phykoerythrin und Phykocyan¹⁾, welche Farbstoffe bei Flagellaten und vielen höheren Pflanzen wiederkehren. Besondere Schlüsse

¹⁾ Über das Chlorophyll der Blaualgen fehlen allerdings noch genaue Untersuchungen, so daß es nicht sicher ist, ob es mit dem Chlorophyll der höheren Pflanzen ganz identisch ist. Dagegen ist mit Sicherheit in einigen Fällen die Übereinstimmung der Phykoerythrine und Phykocyane der Blaualgen mit denen der Rotalgen und Chlorophyceen (*Palmellococcus*) nachgewiesen.

kann man daraus aber nicht ziehen. Außer den Blaualgen gibt es dann aller Wahrscheinlichkeit nach Reliktformen unter den Bakterien. Von ganz besonderem Interesse sind die *autotrophen* Typen, z. B. die Schwefelbakterien. Sie assimilieren den Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft, benötigen dazu aber nicht die Lichtenergie wie die grünen Pflanzen. Sie besitzen daher weder Chromatophor noch Chromatoplasma, sind also, wenn sie — wie es scheint — keine Differenzierung in Kern und Cytoplasma besitzen, noch viel einfacher als die Blaualgen gebaut. Da man sich die ersten Organismen auf der Erde autotroph vorstellen muß, so muß man diese Formen als die ursprünglichsten, heute noch lebenden Organismen ansehen, gleichgiltig, ob man sich die ersten Lebensformen auf die Erde gefallen oder aus ihr entstanden denkt. Schließt man sich der letzteren, vielleicht ökonomischeren Ansicht an, so muß man sich bewußt sein, daß auch die autotrophen Bakterien (schon gar nicht die Blaualgen) nicht wirklich *primäre*, „*einfache*“ Organismen, etwa im Sinne der HAECKELschen Probiotanten sind. Vor ihnen — oder zwischen ihnen und dem Anorganischen — ist die größte, unüberbrückbarste Leere, bei deren Anblick man plötzlich verstummt.

Besprechungen.

STILLE, H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik.

Berlin: Gebr. Borntraeger 1924. VII, 443 S. und 14 Abbild. 17 × 26 cm. Preis 22,50 Goldmark.

Seit dem monumentalen Werke von E. SUSS, „Das Antlitz der Erde“, ist der Versuch nicht wiederholt worden, die geologische Gestaltungsgeschichte des Erdalles zusammenfassend darzustellen. Man darf wohl im Zweifel sein, ob nur das seitdem ungeheuer angewachsene Beobachtungsmaterial davor abschreckte, die Aufgabe von neuem in Angriff zu nehmen. Vielmehr liegt darin wohl das stillschweigende Eingeständnis, daß zuvor prinzipielle Fragen ihrer Lösung näher gebracht werden müssen, ehe man an eine umfassende neue Darstellung herantreten kann. Die Forschungsrichtungen der letzten Jahre zeigen uns deutlich, welche Probleme im Brennpunkte des Interesses stehen. Es sind einmal die mechanischen Vorgänge der Gebirgsbildung, d. h. die Reaktion der Schichten auf ihre Beanspruchung durch tektonischen Druck; zum anderen suchte die Geologie nahen Anschluß an die Geophysik, z. B. in der Ausdeutung der Schwereanomalien. Gegenüber diesen beiden Richtungen, die von Grenzgebieten ausgehen, sucht eine dritte die Probleme der endogenen Dynamik mit spezifisch geologischen, d. h. historischen Methoden anzupacken: die vergleichende Tektonik, die in dem STILLESchen Buche ihre Grundlegung und erste Zusammenfassung erfahren hat.

Die Grundprinzipien der vergleichenden Tektonik sind: Ausdehnung des Untersuchungsraumes über den ganzen Erdball und genaue zeitliche Zerlegung der Vorgänge, so daß durch Abstraktion aus einer Reihe von Einzelfällen die Gewinnung allgemeingültiger Regeln möglich wird. Eine erste Frucht dieser Methode ist die scharfe Definition der von GILBERT aufgestellten, doch in der Folgezeit vielfach unklar benutzten Begriffe Orogenese und Epirogenese. Ersterer umfaßt die kurzdauernden, episodischen Dislokationsvorgänge, die

die Entstehung der Gebirge und damit tiefgreifende Strukturveränderungen der Kruste bedingen. Die epirogenen Vorgänge hingegen sind die weitspannigen säkulären Aufwölbungs- und Einsenkungsbewegungen, die sich in den Zeiten zwischen den orogenen Phasen vollziehen und die Entstehung von Festländern und Becken (Geantiklinalen und Geosynklinalen) veranlassen. Dieser Gegensatz erhält seine besondere Betonung durch das orogene Zeitgesetz; es besagt, daß die orogenen Vorgänge an bestimmte, scharf festlegbare Momente der Erdgeschichte gebunden sind und auf dem ganzen Erdball gleichzeitig eintreten. Dem Nachweis dieses Satzes und der Herausarbeitung der einzelnen Phasen, der regionalen Verfolgung ihrer Intensität und der Klarstellung ihres Anteiles an der Entstehung der Gebirge ist der zweite Hauptteil des Buches gewidmet. Nach einigen einleitenden Bemerkungen über die Methode der Altersbestimmung und die Abgrenzung der atektonischen Dislokationen ist in den speziellen Abschnitten ein ungeheures Material aus allen Erdteilen zusammengetragen und zur Begründung und Festlegung der etwa 25–30 orogenen Akte verwandt. Sie lassen sich in drei große Gruppen sondern, die kaledonische, die variscische und die alpidische Faltung, deren jede mit der Bildung eines Gebirgssystems abschließt, das durch eine Reihe von Einzelrucken aufgefaltet wurde. Eine Analyse des tektonischen Aufbaues von Europa zeigt, wie der heutige Kontinent durch die Zusammenschweißung von Baueinheiten verschiedenen Alters entstanden ist, indem sich die jüngeren Faltungen jeweils südlich angliederten (Wandern der Gebirgsbildung.) Die durch frühere Orogenesen versteiften, „konsolidierten“ Massen bildeten dabei die Widerlager (Rahmen), zwischen denen der aus mächtigen Sedimenten bestehende Inhalt der mobilen Geosynklinalen aufgefaltet wurde. Der Grad der Konsolidation des Bodengefüges läßt sich aus der Struktur der

jeweils entstehenden Gebirgstypen ableiten. Im allgemeinen gilt die Regel, daß sehr mobile Räume durch die Faltung stark eingengt werden, wobei tektonische Bilder von alpinotypem Charakter entstehen, wohingegen bei der Versteifung des Untergrundes Verwerfungen mehr in den Vordergrund treten (germanotyp), bis wir zum Blockgebirge, der Reaktionsform fast erstarrter Massive gelangen.

Der dritte Hauptteil beschäftigt sich mit der Gesetzmäßigkeit der Meeresbewegungen. Durch die vergleichende Betrachtung und statistische Auswertung eines sehr großen Tatsachenmaterials ergibt sich der Satz, daß Überflutungen (Transgressionen) und Meeresrückzüge (Regressionen) sich fast überall zu gleicher Zeit einstellen. Diese Regelmäßigkeit führt zur Aufstellung des Kanons der Meeresbewegungen, einer kurvenmäßigen Darstellung, deren regressive Zacken fast allemal mit orogenen Phasen zusammenfallen. Die Zeiten der Einengung, bzw. Ausdehnung der ozeanischen Räume der Vorzeit wechseln also in gleichem Rhythmus wie die tektonischen Bewegungen.

Die Darlegung der Gegensätze von Orogenese und Epirogenese, Geantiklinale und Geosynklinale, deren Verknüpfung zu den Begriffen Faltungsraum und Rahmen, mobil und konsolidiert führt, und die Formulierung ihres Zusammenhanges mit den Meeresbewegungen bedeutet einen großen Schritt vorwärts in der Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten der geologischen Geschichte der Erde. Es erhebt sich zum Schluß die Frage, ob alle Erscheinungen in einer Kraftquelle wurzeln, oder ob es sich um ein Wechselspiel antagonistischer Faktoren handelt. Der Verf. bejaht das erstere und sieht im tangentialen Drucke, der durch die Schrumpfung des erkaltenden Erdkerns in der Kruste ausgelöst wird, die Ursache aller tektonischen Bewegungen. Schubspannungen sind in der Rinde ständig vorhanden, nur sind sie schwächer in epirogenen, dagegen stark in orogenen Zeiten. Da nun verstärkter Druck zu Hebungen, sein Nachlassen zu Senkungen führt, können wir die Kurve der kanonischen Meeresbewegungen unmittelbar als Indikator für die Intensität der tangentialen Spannungen auffassen.

Aus dieser gedrängten Übersicht ergibt sich, welche weitreichenden Probleme, die über die eigentlichen Gebiete der stratigraphischen, historischen und tektonischen Geologie weit hinausgreifen, behandelt sind. Sie gehen den Geophysiker an, der die Auswirkungen der endogenen Kräfte untersucht, wie den Geographen, der das Werden der Kontinente und ihrer Gliederung verstehen will oder mit Hilfe der Morphologie die heute wie ehemals weitergehenden epirogenen Bewegungen feststellt. Aber das Werk hat auch für jeden Naturwissenschaftler Interesse, der sich an Hand einer klaren Gliederung über die Hauptereignisse der erdgeschichtlichen Vergangenheit und ihre Gesetzmäßigkeiten orientieren will.

R. BRINKMANN, Göttingen.

KRAUS, E., Lothringen (mit einem Beitrag von W. KLÜPFEL). Die Kriegsschauplätze geologisch dargestellt. Herausgegeben von J. WILSER. Heft 2. Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. VIII, 212 S., 12 Abb. und 4 Taf. 16 × 25 cm. Preis 24 Goldmark.

Das Gebiet umfaßt, außer dem Kampfgebiet von Deutsch- bzw. Französisch-Lothringen noch den südlich anschließenden Vogesenanteil vom Donon bis Ménil nördlich von St. Dié. Es baut sich im wesentlichen aus den Schichten der Trias und des Jura vom mittleren Buntsandstein bis zum oberen Dogger auf. Was den Buntsandstein anbelangt, so findet die bereits von VAN WERVEKE vertretene Auffassung, daß das „Hauptkonglomerat“ den oberen Buntsandstein ein-

leitet, durch die Beobachtungen von KRAUS eine neue Stütze. Er konnte eine diskordante Auflagerung des Hauptkonglomerates auf sm₂ feststellen.

Er erklärt die rund 20 m mächtige, 100 km breite und 150 km in die Länge sich erstreckende Konglomeratmasse als die „Restschotter“ aus einem großen abgetragenen Gebiet, d. h. als eine Geröllanhäufung, die sich durch Abspülung und Weitertransport allmählich bildete. Eine südliche Herkunft der Gerölle wird angenommen. Von Interesse sind Fossilfunde in einem unterdevonischen Quarzitzerölle vom Alter des Taunusquarzits. Bisher waren nur oberilurische Graptolithenreste und permische Kieselhölzer bekannt.

Die Verbreitung des *Muschelsandsteines*, jener etwa 20 m mächtigen Sandsteinfazies im unteren Muschelkalk, ergab die Notwendigkeit der Annahme nur eines Festlandes, das im Westen bis Nordwesten gelegen haben muß und von dem aus die Sandeinschwemmung erfolgte. Kurz berührt wird dann die Paläogeographie der obersten Schichten des Muschelkalkes.

Der zur Gliederung scheinbar bisher ungeeignete 50 m starke *Salzkeuper* ließ sich in 3 Abteilungen trennen. Von Bedeutung ist der Abschnitt über Fazies und Bodenbewegungen in der Trias auf Grund sediment-petrographischer Tatsachen. Hierbei wird auf die Entstehung der salinarischen Absätze im mittleren Muschelkalk und mittleren Keuper hingewiesen.

Es folgt dann die Beschreibung der wahrscheinlich *pliozänen Schotter* in der Umgebung von Cirey, die 1919 in K. BODEN ihren eingehenden Bearbeiter gefunden haben. Die Verbreitung der Schotter zeigt, daß diese Flüsse sich an die Depressionen der weicheren Schichten gehalten und sie ausgeweitet haben.

In das Beschreibungsgebiet fällt ferner der Lac de la Maix, ein typisches Kar, wie solche unweit von dieser Stelle westlich von Schirmeck bereits im Frieden durch die Geologische Landesaufnahme von Elsaß-Lothringen bekannt geworden sind. Es sind dies die nördlichsten einwandfreien Reste einer *Vergletscherung der Vogesen*. Endlich finden sich noch Bemerkungen über die quartären Schotter, die lothringischen Lehme, disharmonische Verwitterungserscheinungen, Grundwasser und Quellen im Rotliegenden und Buntsandstein.

Es folgen dann die Ausführungen von W. KLÜPFEL. Zunächst eine Zusammenfassung der geologischen Verhältnisse im Süden von Metz. Wir erhalten eine treffliche kurze Übersicht des Schichtenaufbaues von *Lias und Dogger*. Daran schließt sich ein Vergleich der lothringischen Juraablagerungen mit den entsprechenden der Nachbarländer, insbesondere des Unterelsasses. Bei der Behandlung der *Tektonik* werden 2 Faktoren für den Aufbau der lothringischen Landschaft als ausschlaggebend bezeichnet. Erstens die seit Ende der Jurazeit wirksame Einsenkung des Pariser Beckens, die das Einfallen der Schichten nach WSW zur Folge hat, und zweitens eine flache Faltung in 2 Richtungen, eine stärkere SW-NO streichende Hauptfaltung und eine schwächere NW-SO verlaufende Querfaltung (mesozoisch-tertiäre Bewegungen). Die fossilführenden brackischen Ablagerungen tertiären Alters deuten auf die Möglichkeit einer Verbindung mit dem Pariser Becken hin. Die Bedeutung der Zyklen innerhalb der Jurasedimentation, auf die KLÜPFEL schon früher hingewiesen, wird auch hier betont. Die Verschiedenheit in der Sedimentation steht erstens mit der jeweils wechselnden Wassertiefe in Verbindung, die ihrerseits von den tektonischen Bewegungen des Meeresbodens abhängt, zweitens beruht sie auf rhythmisch-kleinperiodischen Klimaschwankungen. Er bespricht dann die *Abhängigkeit der Landschaft* (Feld, Wald, Wiese,

Ödland und Dichte der Bevölkerung) von den Bodenverhältnissen. Eine besondere Studie mit Karte über den Untergrund der Stadt Metz beschließt den theoretischen Teil, dem ein Kapitel über praktische Geologie im lothringischen Jura angeschlossen ist.

Den Schluß des Buches bilden Ausführungen von E. KRAUS über das Verhalten der verschiedenen Gesteinsvorkommen mit Rücksicht auf Erdbau, Wasserwirtschaft und Rohstoffe in den Vogesen und im Rheintal. Hier schließt das Buch an das Heft 1 „Elsaß“ an (Naturwissenschaften 13, 856, 1925).

Von den Tafeln ist besonders die tektonische Übersichtskarte des Metzter Jura 1 : 200 000 und die tektonische Skizze von Metz 1 : 50 000 hervorzuheben.

W. WAGNER, Darmstadt.

GUTENBERG, B., *Der Aufbau der Erde*. Berlin: Gebrüder Borntraeger 1925. VIII, 168 S. und 23 Abbild. 16 × 25 cm. Preis 9 Goldmark.

Das Buch enthält eine vollständige Zusammenstellung alles dessen, was über den Aufbau der Erde an Beobachtungen, Theorien und Hypothesen vorliegt. Es handelt sich dabei im wesentlichen um die zwei Konstanten der Dichte und der Starrheit; unzertrennlich verbunden sind damit die Fragen nach der Temperatur, dem Aggregatzustande und nach dem Materiale. Ferner ist zu unterscheiden, ob es sich um Untersuchungen der Erde als Ganzes oder um die Zusammensetzung der Erdkruste handelt. Diesem verzweigten System von Problemen gerecht zu werden, erscheint als eine sehr schwierige Aufgabe, welche in dem vorliegenden Buche mit Glück gelöst ist. Es kommen alle Hilfsmittel zur Sprache, welche geeignet sind, hierhergehörige Resultate zu liefern: in erster Linie die Erdbebenforschung, dann Schweruntersuchungen, auch mit Hilfe der Drehwaage, die Beobachtungen mit Horizontalpendeln, die Polhöhen schwankung, endlich auch mineralogische und physikalisch-chemische Methoden.

Am Schlusse des Werkes findet sich der Versuch, alle Ergebnisse zu einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen. Der Verf. legt sich dabei nicht einseitig auf eine gewisse Ansicht fest, sondern er sucht die Grenzen aufzustellen, innerhalb deren das wahrscheinlichste Resultat gelegen sein muß. Es ergibt sich, daß manche Resultate schon als recht gesichert gelten können. Bezüglich der Erdkruste z. B. tritt die besondere Stellung des vom pazifischen Ozeans bedeckten Gebietes deutlich hervor. Hier scheint das Sima tatsächlich fast bis zum Meeresgrund heraufzureichen, während es im Atlantik vielleicht 20 km, unter den Kontinenten mindestens 50 km tiefer liegt. Was die Verhältnisse in größeren Tiefen anbelangt, ist jedenfalls eine sprunghafte Änderung aller Konstanten bei einer Tiefe von 2900 km festgestellt. Bezüglich der Starrheit des Kernes liegen allerdings große Widersprüche in den Ergebnissen vor: Die Erdbendigramme lassen jene Transversalwellen vermissen, welche den Kern passiert haben sollen, woraus man schließen müßte, daß sie den Kern nicht passieren können, und daß daher seine Starrheit gleich Null ist. Dagegen hat SCHWEYDAR gezeigt, daß die Starrheit gegen den Mittelpunkt zu bis zu einem sehr bedeutenden Wert steigt. Man kann hier nun mit Recht einwenden, daß SCHWEYDAR eine nach einem bestimmten Gesetz gegen die Mitte zunehmende Starrheit zur Voraussetzung gemacht hat; diese mußte daher aus der Rechnung auch resultieren. In der Tat ist aber ein weicher Kern auch sonst mit den Beobachtungen nicht vereinbar, und E. MEISSNER zeigt, daß die Starrheit im Mittelpunkt nicht kleiner als $15 \cdot 10^{11}$ cgs sein kann, weil sonst die Grenze der gravitationellen Stabilität überschritten wird, d. h. das Gewicht der

oberen Schichten überwindet den elastischen Widerstand der unteren und es muß eine weitere Konzentration der Massen gegen die Mitte stattfinden. Der Verf. schließt sich trotz des Erdbebenbefundes der Ansicht an, daß die Starrheit des Kernes einen ziemlich bedeutenden Wert haben muß, wenn auch vielleicht kleiner als an der unteren Grenze der sog. Mittelschichte. Man kann dem Verf. nur Recht geben. In der Tat scheint mir die Erdbebenforschung mit solchen Schwierigkeiten belastet, daß sie anderen Methoden an Sicherheit der Ergebnisse oft nachstehen muß. Man ziehe zum Vergleiche nur z. B. eine Schwerebeobachtung heran. Das Resultat derselben ist eine Zahl von hoher Genauigkeit, an deren Richtigkeit keine Zweifel bestehen können. Die Schwierigkeit beginnt erst, wenn es sich um die Deutung handelt. Bei den Erdbeben beginnt aber die Schwierigkeit schon beim Lesen des Diagrammes. Sobald mehrere Wellenzüge zusammenkommen, werden die Einsätze immer unsicherer, und daß die Bestimmung der Schwingungsperioden eigentlich unüberwindliche Schwierigkeiten bietet, ist bekannt. Nur wenn jedes Erdbeben aus einem einzigen scharf definierten Wellenzuge bestünde, dann erst wäre man in einem ähnlichen Falle wie die Schwermessung. Die Deutung der Beobachtung ist natürlich in jedem Falle mit Hypothesen verbunden.

Einen besonderen Wert erhält das Buch dadurch, daß ein Literaturverzeichnis beigegeben ist, welches nicht weniger als 300 Nummern enthält, ein Umstand, der für die außerordentliche Gründlichkeit und Vollständigkeit des Werkes spricht. A. PREY, Prag.

NIGGLI, P., *Lehrbuch der Mineralogie*. Bd. I: Allgemeine Mineralogie. 2. Auflage. Berlin: Gebr. Borntraeger 1924. XVI, 712 S. und 553 Fig. im Text. 17 × 26 cm. Preis 24 Goldmark.

Wenn Herr A. JOHNSEN 1921 bei Besprechung der 1. Auflage dieses Lehrbuches¹⁾ es als eine durchaus originale Leistung gekennzeichnet hat, so gilt dies in erhöhtem Maße für die Neubearbeitung, deren 1. Band jetzt vorliegt. Es ist nicht ein Leichtes, der außerordentlichen Fälle von Tatsachen gerecht zu werden, welche in dieser neuen Form uns zeigen, wie der Verf. in der Zwischenzeit sich bemüht hat, allenthalben die neuesten Ergebnisse und Anschauungen der geometrischen, physikalischen und chemischen Kristallographie zusammenzufassen. Welch eine Riesenarbeit das vorstellt, können vielleicht nur wenige ganz überschauen. Hatte die 1. Auflage einen kühnen Versuch bedeutet, ein modernes Lehrbuch der Mineralogie auf Grund der strukturtheoretischen und physikalisch-chemischen Anschauungen der Gegenwart zu entwerfen, so bedeutet die neue Bearbeitung einen außerordentlichen Fortschritt in gleicher Richtung, insofern es dem Verf. gelungen ist, eine einheitliche Durchführung konsequenter Ableitungen auf Grund der Raumgittertheorie und der Atomphysik zu geben. Verf. hat dabei eine weitgehende Vertiefung der Darstellung versucht, welche inhaltlich das Werk zu besonderer Bedeutung bringt, haben wir doch nunmehr in ihm eine moderne Darstellung der geometrischen und physikalischen Kristallographie, die nicht nur dem Studierenden, sondern vor allem auch dem Hochschullehrer unentbehrlich werden muß. Ziel des Verf.s war z. B. in dem ausgezeichneten physikalischen Teil, eine mittlere Linie etwa zwischen dem elementaren „Grundriß der physikalischen Kristallographie“ von TH. LIEBISCH und dem fundamentalen, aber recht schwer geschriebenen Buche „Kristallphysik“ von W. VOIGT einzuhalten.

¹⁾ Siehe Naturwissenschaften 9, 52. 1921.

Schon dieses Ziel gibt uns an, wie das vorliegende Lehrbuch nicht in der gewöhnlich üblichen elementaren Weise den Stoff behandeln kann, sondern vielmehr nur nach strengen Prinzipien. Dadurch wird diese 2. Auflage zugleich gehoben, aber auch den meisten unserer Studenten der Chemie und Physik ferner gerückt; es ist nämlich eine betrübliche Erscheinung, wie das Verständnis unserer meisten Studenten gegenwärtig bei weitem hinter den Anforderungen zurückzustehen pflegt, welche die moderne Mineralogie doch an sie stellt. Und wenn auch Verf. in seinem ausgezeichneten Buche dem Lehrer und dem reifen Fachstudierenden ein treffliches Rüstzeug an die Hand gibt, so ist es doch nunmehr umso fühlbarer, wie groß der Gegensatz zur Wirklichkeit der Unterrichtspraxis wird, da wir faktisch über kein modernes leichter faßliches Lehrbuch verfügen, das auf gleicher Stufe stehe. Es ist auch aufs Lebhafteste zu bedauern, daß wohl der ungewöhnliche Umfang dieser in 3 Bänden geplanten zweiten Auflage des Nigglichschen Buches seiner Verbreitung in der Studentenschaft so hinderlich wird sein müssen. Der Ref. kann dem verehrten Verf. so gut nachfühlen, daß eine Streichung großer Teile seines Werkes ihm gegen alle Überzeugung gehen müßte, wo dieser eine Pionierarbeit auf dem Gebiete der heutigen Mineralogie zu unternehmen gesonnen war. Er kann auch so gut verstehen, daß die Erweiterung des ganzen Werkes auf 3 Bände als eine Notwendigkeit erscheinen mußte, wenn neben den allgemein-kristallographischen Gesichtspunkten noch eine spezielle Darstellung nach vergleichend-morphologischen Prinzipien (im 2. Band zu erwarten) und auch die Lehre von den Mineralparagenesen (im 3. Band) gegeben werden soll. Trotz allem erscheint es dem Ref. als eine Pflicht, auf die Notwendigkeit einer kürzeren Arbeit ähnlichen und nicht minder exakten Stiles hinzuweisen. Möge es doch dem Verf. vergönnt sein, selbst nach Niederlegung seiner großzügigen Ideen im vorliegenden Buche später ein neues zu verfassen, in dem sich geringerer Umfang auch mit allem Verständnis der pädagogischen Aufgabe begegne!

Besser als allgemeine Betrachtungen über das vorliegende Buch gibt wohl eine kurze Erörterung des neuen wesentlichen Inhalts ein Bild von seiner schier unermesslichen Fülle von Anregungen. Neben wesentlicher Umarbeitung der geometrisch-kristallographischen einleitenden Kapitel über die Symmetrieeigenschaften der Krystalle und Raumbitter erfährt die Aufnahme zahlreicher guter Figuren aus der „Geometrischen Kristallographie des Diskontinuums“ des Verf.s, sowie die bessere Ausarbeitung der stereographischen Projektionsmethode. Völlig neu ist die vektoranalytische Behandlung der kristallographischen Aufgaben; hier hat Verf. mit einem unendlichen Fleiß die ganzen Grundprobleme der Kristallographie durchgearbeitet und eine vereinfachte Darstellungsweise auch der vormerk kompliziertesten Aufgaben in wenigen Formeln gegeben, die ein hohes Verdienst bedeutet. Um recht zu ermessen, welche Vorzüge eine solche einfache vektoranalytische Formulierung in sich schließt, vergleiche man einmal nur die Ableitung des Winkels zwischen zwei Flächen in der bisherigen unbeholfenen Art bei GOSSNER (Kristallberechnung 1914, S. 49) mit der von NIGGLI gegebenen vektoranalytischen Methode, welche an mathematischer Eleganz bei weitem voransteht. Auch das Beispiel des Tenorits (S. 114f.) für Achsentransformationen am Raumbitter ist schön durchgeführt, nach der Arbeit des Verf.s (Zeitschr. f. Kryst. 57, 288ff. 1922). Vor allem aber erfreut die Übertragung der kristallographischen Zonenrechnung auf die

„Dreiecksprojektionen“ durch die originelle Weise, wie NIGGLI die stöchiometrischen Gesetze der Molekularchemie (ternärer Systeme) in formale Beziehung zum Rationalitätsgesetz gebracht hat. Freilich ist zu fürchten, daß für Lehrzwecke die Darstellung der gnomonischen Projektion (S. 123ff.) doch etwas zu formell ausgefallen ist, also hier der Wunsch nach einer klareren und wohl besser gesonderten Behandlung derselben erwacht. Wenn Verf. in der Formenlehre wie in der 1. Auflage auch von den Eigenschaften der n -Flächner ausgeht und alle nacheinander von $n = 1$ bis $n = 48$ systematisch aufzählt, so fehlt dem Ref. leider nach wie vor das Verständnis dafür, wie eine solche Methode lehrhaft und anschaulich genug sein könnte. Auch ist das Festhalten NIGGLIS an den Bezeichnungen der 32 Klassen nach der französischen Schule zu bedauern, da bei uns in Deutschland doch die Grothsche Bezeichnungsweise eingebürgert und pädagogisch vorzuziehen ist. Ref. ist aber völlig ausgehöhnt durch die vorzügliche Zusammenfassung (S. 192ff.), in der die unübersichtlichen Figurentafeln der 1. Auflage in die einzelnen Syngonien aufgeteilt und durch schöne stereographische Projektionen erläutert wurden. Auch die tabellarische Angabe der Punktzähligkeiten in den Raumsystemen ist hervorzuheben.

Im kristallphysikalischen Teile ist das Kapitel über spezifische Wärme ganz neu und mit den Hinweisen auf das elastische Spektrum und die MADELUNGschen Ansätze bemerkenswert. Vor allen Dingen ist aber das Kapitel über homogene elastische Deformationen wesentlich, sowie die Hinweise auf die Kompressibilität von Ionengittern und die BORNschen Gitterpotentiale. Auch die Ableitung des verallgemeinerten HOOKEschen Gesetzes ist sehr klar und anschaulich gegeben. So gut wie ganz neu ist der Abschnitt über die Krystalle als Leiter, sowie die magnetische und elektrische Induktion. In der Kristalloptik hat NIGGLI die MAXWELL-HERTZschen Hauptgleichungen und ihre Ableitung aufgenommen, desgleichen die von WRIGHT (Journ. of optic. soc. Americ. 7, 779—817. 1923) gegebene Entwicklung der konoskopischen Interferenzerscheinungen durch sphärische Kegelschnitte; ferner wurde die BECKESche Methode der Graustellung berücksichtigt, sowie die optische Aktivität an Krystallen weitgehend erörtert, darunter die neuen Zahlenwerte von LONGCHAMBONS Messungen aufgenommen. Ref. bedauert nur, daß die FRESNELSche Konstruktion der Auslöschrichtungen etwas sehr kurz in einer Anmerkung (S. 384) wegkam, wo sie doch ein wichtiges Hilfsmittel des Kristalloptikers bedeutet. Erfreulich sind fernerhin die Ausführungen über Absorption und lichtelektrisches Leitvermögen. Recht klar und ausführlich sind die Strukturbestimmungen mit Röntgenstrahlen dargestellt, merkwürdigerweise gleich daran das Verhalten der Krystalle im ultraroten Spektrum angeschlossen.

Außerordentliche Sorgfalt verwendete NIGGLI auf den Abschnitt über Kristallchemie, in dem er zunächst die Atomphysik moderner Anschauung entsprechend abhandelt, alsdann auf die Koordinationstheorie übergeht mit besonderer Berücksichtigung der Bauschemata der Krystalle. Sehr schön sind alsdann die Ausführungen über die Polymorphie durch die Umwandlungen von $\alpha \rightleftharpoons \beta$ Co, den Zinkblende-Wurtzit-Übergang usw. illustriert. Besonders aber ist das Kapitel Isomorphie, Morphotropie und Isotypie durch weitgehende Vergleichung des Krystallgefüges mit den physikalisch-chemischen Faktoren der Mischkrystallbildung sowie den morphotropen Beziehungen eine wahre Fundgrube der neuesten Anschauungen und Anregungen. Das

reiche Zahlenmaterial über Molekularvolumen, Molekularrefraktion und Raumerfüllung verschiedenartiger Krystalltypen, über die Gitterenergie usw. gibt eine Vorstellung von dem emsigen Fleiß, mit dem Verf. aus der von ihm geleiteten Zeitschr. f. Kryst. allenthalben das Wichtigste zusammenstellte und geistig durchdrang. Auch die Ausführungen über isostere Verbindungen haben für den Chemiker hohen Reiz; es ist auch erstaunlich, welch ein riesiges Material Verf. S. 616—634 über einfache Strukturen im Speziellen gemeistert hat.

In dem schönen Kapitel über Wachstum und Auflösung der Krystalle hat Verf. seine ausgezeichneten Untersuchungen mit PARKER über statistische Ermittlung der Persistenzzahlen für Flächen, Kombinationen und Fundorte, so besonders an Schwefel und Anatas aufgenommen; die Gesetze der individuell charakteristischen zonaren Entwicklung werden herausgearbeitet und die bei ihnen kenntlichen einfachen Komplikationsregeln durchleuchtet. Der Zusammenhang mit Struktur und Belastungsverhältnissen ist klar herausgestellt.

Über das Kapitel „Amorphe Mineralien“ ist nichts im einzelnen hervorzuheben.

Fassen wir unsere Eindrücke über dieses einzigartige Werk zusammen, so müssen wir die außerordentliche Konzentration der Arbeit in ihm bewundern. Es wird auf lange vorbildlich sein für ein modernes Lehrbuch unserer in großem Aufschwung befindlichen Mineralogischen Wissenschaft, wenn auch es erwünscht sein muß, in Zukunft auf gleichem sachlichen Niveau kürzere und unmittelbarer lehrhafte Darstellungen zu versuchen, die auch dem Studenten erreichbar sind nach Umfang und Verständnisansprüchen. Es ist aber dem Verf. nicht genug zu danken dafür, daß er sein großes Können in dieser Neubearbeitung seines Buches zu Ehren der Mineralogie bewährte; seine außerordentliche Sorgfalt zeigt sich auch rein äußerlich in der überaus geringen Zahl wirklicher Versehen¹⁾. Ref. möchte auch die Gelegenheit benutzen zu der Bemerkung, daß der Preis dieses Bandes im Vergleich zu dem, was er bietet, und mit anderen Lehrbüchern ein sehr mäßiger genannt werden muß. Dem Verlage ist dieses Entgegenkommen warm zu danken, und es wäre zu wünschen, daß es das ganz vortreffliche Buch allenthalben zugänglich mache. Seines vollen wissenschaftlichen Erfolges ist dieses Werk auch in der neuen Form gewiß sicher.

W. EITEL, Königsberg i. Pr.

BUBNOFF, S. v., **Die Kohlenlagerstätten Rußlands und Sibiriens und ihre Bedeutung für die Weltwirtschaft.** Berlin: Gebr. Borntraeger 1923. VIII, 244 S. und 30 Textfiguren. 17 × 26 cm. Preis geh. 15, geb. 16,50 Goldmark.

Nur im internationalen Kohlenwerk von 1913 und in einer russischen Darstellung von 1919 sind bisher die Kohlenlagerstätten Rußlands zusammenfassend behandelt worden. Davon ist die eine Schilderung zum Teil schon veraltet, die andere nur wenigen Kreisen zugänglich. Schon aus diesem Grunde ist diese unter Berücksichtigung neuester Literatur gegebene Abhandlung aufs wärmste zu begrüßen. Sie wird es aber noch

¹⁾ Auf S. 712 ein Druckfehlerverzeichnis; sonst noch geringe Kleinigkeiten.

mehr durch die äußerst sachliche und kritische Behandlung, die der Verfasser den geologischen und wirtschaftlichen Nachrichten zuteil werden läßt. Dem Geologen werden in übersichtlicher Weise die genetischen Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Kohlenlager entwickelt. Aus der Paläogeographie und Tektonik heraus wird die Anordnung, die Beschaffenheit und die Lagerung der russischen Kohlen abgeleitet. Dem Wirtschaftler wird ein großes, gut gesichtetes Material zur Beurteilung der wirtschaftlichen Verhältnisse und Möglichkeiten unterbreitet. Auf dieser Grundlage kommt der Verfasser zu dem Schluß: Infolge der ungünstigen geographischen Lage der russischen Kohlenbezirke kommt Rußland als Kohlenexportland nicht in Frage. Daher kann die Weltwirtschaft nur durch intensive Verwertung der Kohlen an Ort und Stelle Nutzen ziehen, durch Schaffung einer mit russischem Erz und russischer Kohle arbeitenden Schwerindustrie. Eine Gesundung der russischen Kohlenwirtschaft ist ohne Beihilfe anderer Staaten kaum denkbar.

E. BEDERKE, Breslau.

PETERSEN, GEORG, **Die Schollen der norddeutschen Moränen in ihrer Bedeutung für die diluvialen Krustenbewegungen.** Fortschritte der Geologie und Paläontologie, Heft 9. Berlin: Gebr. Borntraeger 1924. XVI, S. 180—274, 1 Abb. u. 1 Karte. 16 × 25 cm. Preis 6,30 Goldmark.

In der letzten Zeit bricht sich immer mehr die Erkenntnis Bahn, daß die jüngsten Ablagerungen und Oberflächenformen Norddeutschlands nicht nur von der großen Vereisung bedingt sind; auch die nicht unbedeutende Rolle diluvialer, noch jetzt andauernder Bewegungen wird in Betracht gezogen.

Die „Schollen“ der norddeutschen Moränen verdanken ihre Entstehung dem Zusammenwirken beider Kräfte. Es sind „größere Sedimentmassen, die nicht zur normalen Zusammensetzung einer Moräne gehören und deren Heimat stets in der Nähe des Fundortes zu suchen ist“. Emporrugungen des Untergrundes — die wohl meist durch junge Bewegungen, bis in die Zwischeneiszeiten hinein, entstanden sind — werden vom Gletscher abgeschürft und in seine Moräne eingebettet.

PETERSEN stellt die bisher bekannten 459 Schollen zusammen. Die Hälfte etwa bestehen aus Tertiär, ein Drittel aus Kreide und der Rest aus interglazialen Material. Nur 11 Schollen bauen sich aus Jura und älterem auf. Die meisten Schollen liegen im Bereich der baltischen Endmoräne, nur wenige außerhalb des Gebiets der letzten Vereisung. Ihre Größe geht von einigen Quadratkilometern und über 100 m Dicke herab bis zu so geringen Ausmaßen, daß man besser schon von Geschieben spricht.

Das Verdienst der Arbeit PETERSENS liegt in dieser Zusammenstellung und darin, auf das Problem nachdrücklich hingewiesen zu haben. In der Auswertung für den Bau und die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes kann man wohl über ihn hinausgehen, wenn man auch andere Erscheinungen mit in Betracht zieht. PETERSEN beschränkt sich im wesentlichen darauf, dem — ausführlich behandelten — Schema der Saxonischen Faltungsphasen die jüngsten, bis heute reichenden Abschnitte anzugliedern. Die von ihm beigebrachten Beweisgründe ließen sich leicht um zahlreiche weitere vermehren.

HANS BECKER, Leipzig.

Technische Mitteilungen.

Das Problem der Gasturbine. Selten hat eine Aufgabe den Geist der Erfinder so lange ohne greifbaren Erfolg beschäftigt, wie es noch heute die Aufgabe tut, die Energie hochgespannter Gase unmittelbar in rotierenden Turbinenlaufrädern nutzbar zu machen. Was die Erfinder an dieser Aufgabe lockt, ist auf der einen Seite, daß man solche hochgespannte Kraftgase ohne den mit unvermeidlichen Verlusten an Wärme verknüpften Umweg über die Dampferzeugung durch unmittelbare Verbrennung von flüssigen oder gar festen Brennstoffen erzeugen, also den thermodynamischen Wirkungsgrad unserer heutigen Krafterzeugung wesentlich verbessern kann, auf der anderen Seite die Aussicht, in rotierenden Turbomaschinen Kräfte umsetzen zu können, deren Größe durch keinerlei Rücksicht auf Festigkeit der Baustoffe oder auf die Baukosten der Maschinen begrenzt wird, also Riesenleistungen in einer einzigen Maschine zu vereinigen.

Beide Ziele werden auch sonst in der Technik des Kraftmaschinenbaues eifrig verfolgt. Wir sehen, wie sich der Bau des Dieselmotors, der einzigen Großkraft-Verbrennungsmaschine, die den Brennstoff unmittelbar in Nutzarbeit umsetzt, immer weitere Gebiete erobert, während man die Kosten des für seinen Betrieb notwendigen Brennstoffes durch Verwendung von schweren Ölen und sogar von staubförmiger Kohle immer weiter zu vermindern sucht. Wir sehen aber auch, wie auf dem Gebiete der Dampfkraftmaschinen, namentlich der Dampfturbinen, die in einer und derselben Maschine vereinigten Leistungen immer weiter gesteigert werden, auf Höhen, wohin ihnen der Dieselmotor nicht mehr folgen kann. Dampfturbinen von 50 000—70 000 PS Leistung hat man für große Schnelldampfer und Linienschiffe sowie namentlich für Groß-Elektrizitätswerke schon wiederholt gebaut. Der Traum vieler Ingenieure ist es daher, solche Leistungen auch mit Verbrennungsmaschinen erzeugen zu können, und das ist nur von der Gasturbine zu erwarten.

Im Prinzip ist die Arbeitsweise einer Gasturbine außerordentlich einfach: Man leitet in eine Kammer brennbares Gas oder einen anderen Brennstoff gleichmäßig ein, setzt in dieser Kammer Luft in der erforderlichen Menge zu, entzündet dann das Gemisch und läßt die mit hoher Geschwindigkeit aus einer entsprechend geformten Düsenöffnung der Kammer tretenden heißen Gase durch die Schaufeln eines Turbinenrades derart strömen, daß sie an diese Schaufeln ihre Energie abgeben.

Einen solchen Vorgang kann man sich ohne weiteres auch kontinuierlich durchgeführt vorstellen; man erkennt aber sofort leicht den Hauptfehler dieser Kraftmaschine, nämlich die sehr hohe Temperatur der Gase. Da unsere heutigen Maschinenbaustoffe nicht über 400° C vertragen, muß man die aus der Brennkammer strömenden Gase kühlen, bevor sie in das Turbinenlaufrad gelangen. Daß dabei gerade der wertvollste Teil der arbeitsfähigen Wärmeenergie verlorengelht, lehrt eine ganz einfache Rechnung: Wir nehmen an, wir hätten ein Gemisch von Gas und Luft, das einen Heizwert von 400 Calorien für 1 kg hätte, und verdichteten dieses auf einen Überdruck von 5 Atmosphären. Wird dieses Gemisch dann entzündet, so könnte man 40% des in den heißen Brenngasen vorhandenen Arbeitsvermögens nutzbar machen, wenn man die Gase nicht erst kühlen müßte, dagegen nur etwa 25%, wenn man, wie z. B. ARMENGAUD und LEMALE bereits 1908/09 vorgeschlagen und erprobt haben, die Gase durch Einspritzen von Wasser auf etwa 500° C abkühlt.

Aber auch diese 25% der Gasenergie kann man in Wirklichkeit in der Gasturbine nicht gewinnen, weil ein weiterer großer Teil davon bei der Kraftumsetzung in den Turbinenschaufeln auf rein mechanischem Wege verlorengelht und ein anderer Teil verbraucht wird, um das brennbare Gemisch zu verdichten, so daß, allerdings auch nur auf dem Papier, im ganzen nur etwa 5% von der Gasenergie als Nutzarbeit übrigbleiben.

Den ersten wirklich bedeutungsvollen Schritt vorwärts in dieser Frage brachte vor etwa 20 Jahren HOLZWARTH dadurch, daß er, anstatt das Gas-Luftgemisch vorher zu verdichten, die erforderliche Drucksteigerung durch Explosionswirkung hervorbrachte und außerdem darauf verzichtete, die heißen Brenngase unmittelbar zu kühlen. Anstatt der früheren sog. Gleichdruckverbrennung führte also HOLZWARTH die sog. Explosionsverbrennung, anstatt der unmittelbaren Kühlung der Gase durch Einspritzen von Wasser führte er die mittelbare Kühlung der Schaufeln ein, wobei er die zum Kühlen der Schaufeln benützte Luft gleich als Mischluft in der Explosionskammer verwendete, so daß die von der Luft mitgeführte Wärme wiedergewonnen wurde.

HOLZWARTH hat auch erreicht, daß die von ihm vorgeschlagene Gasturbine gebaut wurde und in Betrieb kam. Seine erste Gasturbine, die für Rechnung der Firma Thyssen & Co. bei der Firma Gebr. Körting A.-G. hergestellt wurde und heute im Deutschen Museum ausgestellt ist, war die erste betriebsfähige Kraftmaschine dieser Art, und Prof. SCHÜLE hat durch genaue Messungen festgestellt, daß 25% der mit dem Brennstoff zugeführten Energie am Umfang des Turbinenrades verfügbar waren. Allerdings hatte auch diese Gasturbine noch große Mängel, da der Wirkungsgrad im praktischen Betrieb nicht mehr als 18% betragen hat. Ob man auf diesem Wege viel weiter kommen wird, und ob es namentlich möglich sein wird, sehr große Kraftmaschinen in dieser Weise arbeiten zu lassen, kann man allerdings noch nicht beurteilen, da die Versuche vorläufig nicht weiter gediehen sind.

Auf einem ganz anderen Wege, als auf dem der bisher beschriebenen „trockenen“ Gasturbinen sucht Prof. STAUBER seit einigen Jahren das gleiche Problem zu meistern. Sein Arbeitsverfahren für die sog. „nassen“ Gasturbinen baut sich auf dem Grundgedanken auf, durch die heißen, sich entspannenden Gase eine Wassermasse zu beschleunigen und dieser Wassermasse die ihr mitgeteilte Energie mit Hilfe von Turbinenschaufeln wieder zu entziehen. Einen ähnlichen Gedanken hat vor einigen Jahren der Engländer HUMPHREY in einer ohne Kolben und ohne Triebwerk arbeitenden Gaspumpe verwirklicht.

Diese Pumpe besteht in ihrer einfachsten Form aus einem nach unten offenen Zylinder, an den sich eine lange Wasserleitung anschließt. Das Wasser steigt aus der Wasserleitung so hoch in den Zylinder empor, daß es das darin befindliche Gemisch von brennbarem Gas und Luft verdichtet. Entzündet man nun dieses Gemisch, so treiben die expandierenden heißen Gase die ganze Wassermasse der Rohrleitung vor sich her und beschleunigen diese Masse derart, daß sie sich auch dann noch weiterbewegt, wenn sich die Gase bis zu einem sehr niedrigen Druck entspannt haben, so daß frische Ladung in den Zylinder angesaugt wird. Denkt man sich die Wasserleitung am entfernten Ende wieder aufsteigend, so kommt das Wasser nach einer bestimmten Zeit zur Ruhe und kehrt dann wieder zum Zylinder zurück, wobei es, wenn es aufsteigt, die Ladung im

Zylinder verdichtet und so für den neuen Arbeitskreislauf vorbereitet.

Die Nutzarbeit, die eine solche Kraftmaschine leisten kann, kommt dadurch zustande, daß man die Rohrleitung am entfernten Ende in einen hochgelegenen Behälter ausgießen läßt und das geförderte Wasser während des Expansionshubes durch unten angesaugtes Wasser wieder ergänzt. Wie Versuche von Prof. EUGEN MEYER ergeben haben, ist diese Nutzarbeit verhältnismäßig hoch, da die Expansionskraft der Gase sehr weitgehend nutzbar gemacht werden kann und, was besonders überrascht hat, sehr wenig von der Gaswärme durch Abkühlung an den Zylinder oder an das Wasser verlorengeht. Man hat nicht weniger als 23% des Arbeitswertes der Gaswärme in der Hubarbeit der Pumpe nachgewiesen.

Die Gasturbine von STAUBER geht nun darauf aus, die Energie des so beschleunigten Wassers in Turbinenrädern auszunützen, weil nur auf diesem Wege die Möglichkeit vorhanden ist, große Leistungen in einer einzigen Maschine dieser Art zu vereinigen. Sein Turbinenrad wird auf beiden Seiten von Zellen umgeben, zwischen denen das Wasser unter dem Einfluß von Gasexplosionen, die in den Zellen stattfinden, hin und her pendelt und hierbei den Überschuß an Energie, die es aufgenommen hat, an das Turbinenrad abgibt.

Freilich sind die Schwierigkeiten, die sich der praktischen Ausführung einer solchen Maschine entgegenstellen, noch außerordentlich groß. Bei der großen Geschwindigkeit, mit der hier im Gegensatz zu der sehr langsam spielenden Gaspumpe die Explosionen aufeinander folgen müssen, läßt sich nicht so leicht verhindern, daß das Wasser unter der Wirkung der Explosion aufspritzt und die Kraft der Gase nur unvollkommen auf das Wasser übergeht. Nicht gering war auch die Schwierigkeit, Zündkerzen zu finden, die Zündfunken ergeben, auch wenn sie mit Wasser bespritzt werden, sowie einen Stromunterbrecher zu entwerfen, der 200 Unterbrechungen in der Sekunde liefern kann.

Eine große Zahl der neuen Aufgaben, die die Durchführung dieses Gedankens gestellt hat, kann heute auf Grund der Erfahrungen mit den bisher gebauten Versuchsturbinen als gelöst angesehen werden. Diese Versuchsturbinen haben zunächst mit Druckluft und dann, auch mit brennbarem Gas als Betriebsmittel gearbeitet und jedenfalls bewiesen, daß der Gedanke von STAUBER ausführbar ist. Aber auch hier kann man noch gar nicht sagen, ob und wann diese Arbeiten so weit gefördert sein werden, daß man an die Anwendung der Gasturbine in der Praxis denken kann.

Bemerkenswert ist immerhin, daß bis jetzt alle wirklich fortschrittlichen Arbeiten im Gebiete der Gasturbine in Deutschland geleistet worden sind. H.

Fortschritte im Betrieb mit Hochdruckdampf. Es ist ganz bezeichnend für die neuzeitliche Entwicklung der Kraftversorgung im allgemeinen, daß das praktische Urteil über die Brauchbarkeit von neuen Vorschlägen auf diesem Gebiete fast nur von den Elektrizitätswerken gefällt wird. Die Erklärung dafür muß man vor allem darin suchen, daß sich die Krafterzeugung bei uns wie im Ausland immer mehr in die großen Elektrizitätswerke zusammendrängt und der Anteil an der Versorgung der allgemeinen Wirtschaft mit Betriebskraft der auf andere Kraftanlagen entfällt, verhältnismäßig immer kleiner wird.

Im Grunde genommen kann man diesen Gang der Entwicklung auch nur als gesund bezeichnen. Elektrizitätswerke sind nun einmal zu dem ausgesprochenen Zweck da, Betriebskraft zu verkaufen. Was ist also natürlicher, als daß sie es sich besonders angelegen sein

lassen, die Krafterzeugung so zu vervollkommen, daß sie die Einheit der Kraft am billigsten zu stehen kommt. Im Gegensatz hierzu können sich Fabrik- und andere Betriebe, die Kraft verarbeiten, um andere Handelsgüter zu erzeugen, mit der Verbilligung ihrer Krafterzeugungsanlage nur selten so gründlich befassen, daß sie auf den gleichen niedrigen Erzeugungspreis wie die Elektrizitätswerke kommen; hier ist die Kraftanlage immer ein Nebenbetrieb, um den man sich nur gerade soviel kümmert, wie unbedingt notwendig ist.

Auch für den Fortschritt in der Verwendung von Hochdruckdampf, über deren Vorteile man sich schon seit den letzten Lebensjahren des berühmten Vorkämpfers auf diesem Gebiete, WILHELM SCHMIDT, in der Technik einig war, sind in erster Reihe die Anwendungen maßgebend, die dieses Verfahren in den neueren Elektrizitätswerken gefunden hat. Zwar kommen die wirtschaftlichen Vorteile des Hochdruck-Dampfbetriebes vor allem in Anlagen zur Geltung, die für die Zwecke der Fabrikation, für Koch- oder Heizzwecke, Dampf von einigen Atmosphären brauchen, so daß die Betriebsmaschinen, denen man diesen Dampf als Abdampf entnimmt, mit verhältnismäßig hohem Gegenstand arbeiten müssen. Allein die wenigen chemischen oder Textilbetriebe, die sich die Vorteile des Hochdruckdampfes in dieser Weise nutzbar gemacht haben, spielen im Rahmen der gesamten Dampfbetriebe, die Kraft erzeugen, eine so untergeordnete Rolle, daß sie bei der Beurteilung des Standes der Frage fast gar nicht in Betracht kommen.

In den großen neuen Elektrizitätswerken, namentlich den amerikanischen, hat man allerdings die Vorteile der Steigerung von Druck und Temperatur des Arbeitsdampfes in den letzten Jahren schnell erfaßt und in die Praxis umgesetzt. Die American Gas and Electric Company hat seit mehr als einem Jahr die Kraftwerke Philo und Twin Branch in erfolgreichem Betrieb, die mit 38,5 Atm. Kesseldruck arbeiten und Rekordzahlen im Wärmeverbrauch für die abgegebene Kilowattstunde erzielt haben. In einem anderen Werk Crawford Avenue in Chicago arbeiten die Dampfkessel mit 42 Atm. Überdruck und dieser Dampf wird in eine Parsons-Turbodynamo von 50 000 Kilowatt Leistung eingeleitet, die sich gut bewährt haben soll. Ganz neuerdings ist auch in Langenbrugge in Belgien ein Werk der Centrales Electriques des Flandres in Betrieb gekommen, das drei Dampfkessel für 50,75 Atm. Überdruck und Brown-Boveri-Hochdruck-Dampfturbinen enthält.

Mit noch höheren Dampfdrücken sind vorläufig noch Versuche im Gange. Abgesehen von den Anlagen mit Atmos-Kesseln in Schweden, von den Versuchsanlagen nach Prof. LÖFFLER in Wien und nach BENSON bei Siemens, die für Dampfdrücke von 100 Atm. und noch mehr bestimmt sind und vorläufig sehr aussichtsreich beurteilt werden, ist insbesondere noch das Weymouth-Kraftwerk der Edison Illuminating Company zu erwähnen, das Dampfkessel nach der Bauart Babcock & Wilcox für 84 Atm. Überdruck erhalten soll. Diese Dampfkessel, die 100 mm dicke nahtlos geschiedete Dampftrommeln haben, sollen nach den neuesten Berichten auch bei dem hohen Betriebsdruck einwandfrei gearbeitet haben, doch konnte das Werk noch nicht mit diesem hohen Druck in Betrieb gesetzt werden, weil die zugehörige Hochdruckturbine noch nicht geliefert ist. Jedenfalls hat sich aber die Bauart dieser Kessel als so einwandfrei erwiesen, daß die Babcock & Wilcox-Werke einen Kessel dieses Systems für die enorme Dampfleistung von 82 000 kg in der Stunde für das Elektrizitätswerk Amsterdam in Auf-

trag genommen haben. Dieser Kessel ist allerdings „nur“ für 45,5 Atm. Betriebsdruck bestimmt, erhält aber eine geschmiedete Obertrommel von 10 200 mm Länge und 1200 mm Durchmesser.

Alles in allem geht aus den vorstehenden Angaben aber hervor, daß selbst in dem so fortschrittlichen Amerika wirklich verlässliche Erfahrungen über die Bewährung des Hochdruck-Dampfbetriebes in der Praxis immer noch spärlich sind. Man wird es daher verstehen, daß die Leiter unserer großen Elektrizitätswerke namentlich bei solchen Neuanlagen, die, wie das im Bau befindliche Großkraftwerk Rummelsburg der Stadt Berlin, dringendsten Bedarf an elektrischem Strom decken sollen und zunächst nur über unzureichende Reserven an Dampfkesseln und Kraftmaschinen verfügen, nur mit großer Vorsicht an die Drucksteigerung der Dampfkessel herangehen, weil sie die in erster Reihe stehende Rücksicht auf unbedingte Betriebssicherheit der Anlage über dem an sich gewiß wünschenswerten Versuch nicht vernachlässigen können. Hier kommt noch hinzu, daß der Umfang der Neuanlagen durch die zur Verfügung stehenden Mittel auf das äußerste beschränkt ist und Mittel für Versuche im Maßstab der Praxis nicht aufzutreiben sind.

Ein sehr deutliches Bild dieser Einstellung unserer Kraftwerksleiter gegenüber dem Hochdruck-Dampfbetrieb lieferte eine Aussprache, die vor einiger Zeit die Vereinigung der Elektrizitätswerke veranstaltete. Die Mehrzahl der Beteiligten betonte, daß man vor dem Beschluß, eine neue Anlage zu errichten, vor allem die mögliche Benutzungsdauer prüfen müsse. Wenn eine solche Anlage nicht mindestens 2000 Stunden im Jahr in Betrieb erhalten werden kann, so kann sie sich überhaupt nicht rentieren. Was den Betriebsdruck anbelangt, so hält man jetzt 35 bis 40 Atm. für die geeignetste Höhe. Wesentlich unter diesem Druck zu bleiben, sei unwirtschaftlich, weil die Ersparnis im Wärmeverbrauch geringer werde, während die Anlagekosten nicht im gleichen Maß abnehmen. Über diese Grenze hinauszugehen, hält man andererseits noch nicht für geraten, weil man namentlich die Schwierigkeiten mit den Materialien fürchtet.

Bei den angegebenen Drücken könne man nämlich noch mit gewöhnlichem Flußstahl auskommen und braucht keinen Nickelstahl zu verwenden, der vorläufig noch zu teuer sei. Allerdings darf man auch schon bei diesen Drücken nicht mehr daran denken, genietete Kesseltrommeln zu verwenden, sondern muß zu nahtlos gewalzten oder geschweißten Trommeln übergehen, deren Herstellung schon gute Fortschritte gemacht hat. Schwierigkeiten in bezug auf das Material erwartet man auch bei den Dampfturbinen, weil in den unteren Expansionsstufen der Dampf sehr stark wasserhaltig wird und die Schaufeln angreifen kann. Wollte man aber die Turbinenschaufeln aus rostischem Stahl herstellen, so würden die Turbinen sehr teuer werden. Man hofft aber, dieser Schwierigkeit dadurch zu begegnen, daß man den Arbeitsdampf der Turbine auf seinem Wege einmal oder noch öfter durch Zwischenüberhitzer leitet, die das Wasser wieder verdampfen.

Auch mit der Durchbildung der Armaturen in Dampfanlagen mit so hohen Betriebsdrücken ist man mit der Zeit gut vorwärts gekommen. Bei den Dampfleitungen sind Schwierigkeiten kaum zu befürchten, wenn man die neuere Art der Flanschenabdichtung mittels aufgeschliffener Metallflächen anwendet und auf die sonst üblichen weichen Packungen ganz verzichtet. Wasserstandanzeiger mit dem früher üblichen Wasserstandsglas kommen für Hochdruckdampfkessel überhaupt nicht in Frage. Vielmehr benutzt man Ein-

richtungen, die den Wasserstand auf mittelbarem Wege erkennen lassen. Die meisten Schwierigkeiten bereiten noch die Sicherheitsventile, weil man kein Metall finden kann, das der zerfressenden Wirkung des mit so hoher Geschwindigkeit ausströmenden Dampfes auf genügend lange Zeit widersteht. Man hilft sich vorläufig in der Weise, daß man zwei derartige Ventile hintereinander schaltet und das eine Ventil, das nur als Hilfsventil dient, so einstellt, daß es bereits bei einem etwas niedrigeren als dem höchsten zulässigen Druck abbläst. Wird dieses Ventil angegriffen, so kann man es auch während des Betriebes in Ordnung bringen, weil das andere, das Hauptsicherheitsventil, geschlossen ist.

Über die Aussichten des Hochdruckdampfbetriebes kann man, wenn man vom Standpunkt der Praxis urteilen will, heute noch verhältnismäßig wenig Sicheres sagen, weil der Erfolg zu einem großen Teil noch von der Lösung der Materialfrage abhängt. Es ist auch noch gar nicht gesagt, daß die günstigste Wärmeausnutzung mittels Dampfkraft auf dem Wege der Drucksteigerung liegen muß und daß man nicht mit vielleicht geringeren Schwierigkeiten zu besseren Ergebnissen gelangt, wenn man bei mäßiger Drucksteigerung nur die Temperatur zu erhöhen versucht. In dieser Richtung bewegen sich Versuche, dem üblichen Kreisprozeß des Wasserdampfes den Kreisprozeß eines anderen Dampfes aufzusetzen, die in der Form der Wasserdampf-Quecksilberdampf-Anlage des Amerikaners EMMETT bereits praktisch und mit gutem Ergebnis ausgeführt worden sind.

H.

Das Schleifengalvanometer der Firma Carl Zeiß, Jena. Das Schleifengalvanometer besitzt die Strom- und Spannungsempfindlichkeit von Spiegelgalvanometern d'ARSONVALScher Konstruktion mit normaler oder mittlerer Empfindlichkeit. Da der Gebrauch des Schleifengalvanometers ebenso bequem und sicher ist wie der eines Zeigergalvanometers geringer Empfindlichkeit, so sind mit dem Schleifengalvanometer eine große Anzahl von Messungen rasch und gründlich ausführbar, die bis heute nur mit großer Mühe und viel Zeitaufwand geleistet werden konnten. In erster Linie physikalische Messungen, thermoelektrische oder bolometrische Untersuchungen im Spektrum. Jedoch gibt es soviel Fälle von elektrischen Strom- und Energiemessungen, die gerade im Meßbereich des Schleifengalvanometers liegen, daß man sagen kann, das Schleifengalvanometer fülle eine Lücke aus, die bisher innerhalb der Reihe der Galvanometer durch die Saitengalvanometer nur unvollkommen ausgefüllt war.

Das Konstruktionsprinzip des Schleifengalvanometers lehnt sich eng an das des Saitengalvanometers an. Während dieses zwar unter Umständen höhere Empfindlichkeiten erreicht und für rasche oszillatorische Messungen besonders gut geeignet ist, beruht der Vorteil der Schleifengalvanometer auf einer weit höheren Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit. Diese wird durch den stabilen Stromleiter erreicht, der wie der Name des Galvanometers sagt, aus einer Metallschleife besteht. Die Form der Schleife und ihre Unterbringung zeigt Fig. 1. Das Metallbändchen, aus dem die Schleife hergestellt wird, hat eine Länge von 30,0 mm, eine Breite von 0,5 mm, eine Dicke von 0,00075 mm, ein Gewicht von 3×10^{-5} g.

Durch ein geeignetes Verfahren kann die Schleife in eine halbstarre Form gebracht werden. Die langen Schleifenbänder hängen in Magnetfeldern von entgegengesetzter Kraftlinienrichtung, so daß sich die Wirkungen der beiden Schleifenhälften addieren (vgl. Fig. 2).

Der untere Teil der Schleife ist so ausgebildet, daß eine gute Ablesung der Ausschläge ermöglicht wird, und daß keine Nebenwirkungen auftreten, die die Proportionalität der Ausschläge stören.

Es liegt nahe, die Schleife bei kleinen Ausschlägen als Pendel aufzufassen. Wäre dem so, so könnten die Ausschläge jedenfalls nicht proportional der Stromstärke sein. Da die Schleife außerdem eine nahezu starre Form hat, ist eine Pendelwirkung nicht gut denkbar. Diese tritt nur ein, wenn man das Metallbändchen

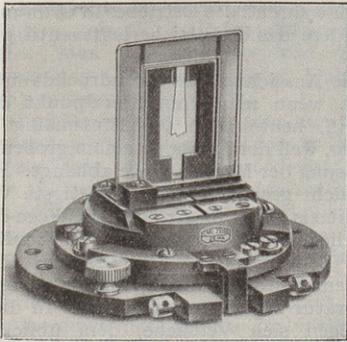


Fig. 1. Galvanometerschleife im Glasgehäuse mit den Einstell- und Befestigungsplatten.

aufhängt, ohne es in den halbstarren Zustand zu versetzen. In diesem Falle werden zwar die Ausschläge etwas größer, aber sehr unregelmäßig und wachsen etwa mit dem Quadrate der Stromstärke linear an. Man muß annehmen, daß die starre Schleife ähnlich wie eine einseitig eingespannte Biegungsfeder wirkt. (Ausführlicher Elektrotechn. Zeitschr. 1925, H. 17, S. 623.) Die halbstarre Form der Schleife bedingt, daß man die Schleife auch in stehender Lage zum Messen unbedenklich benutzen kann, vorausgesetzt, daß man sich auf geringe Ausschläge beschränkt.

Die Empfindlichkeit der Schleife in hängender Lage beträgt:

$$3 \times 10^{-7} \text{ Amp.}$$

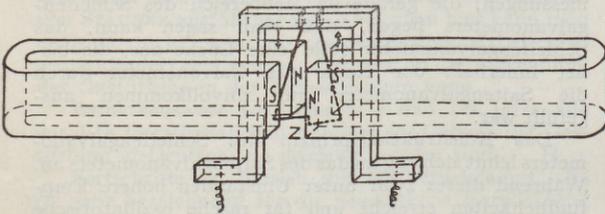


Fig. 2. Schematische Darstellung der Anordnung der Magnete und der Schleife in hängender, stabiler Lage.

Da die Ausschläge mit einem Mikroskop von 80facher Vergrößerung abgelesen werden und ein Teilintervall des Okularmikrometers 1 mm entspricht, so erleidet die Schleife eine Biegung von 0,0125 mm bei einem Ausschlag von 1 Teilintervall, gemessen in der Mitte des Ablesezeigers, der vom Aufhängepunkt etwa 13,5 mm Abstand hat.

Geht man zur stehenden Lage über, so wächst die Empfindlichkeit etwa auf das 5fache, ein Betrag, der bei den einzelnen Schleifen im allgemeinen bis auf 20% eingehalten werden kann.

Fig. 3 zeigt das Schleifengalvanometer in der Gebrauchsstellung für die geringste Empfindlichkeit. Hierbei ist eine besondere Beleuchtungseinrichtung nicht erforderlich.

Das Schleifengalvanometer steht auf einem Stativ für den Feldgebrauch z. B. bei Isolationsprüfungen, Kabelprüfungen, Strahlungsmessungen im Freien (Mond, Sterne, Eisberge, Schiffe).

Will man die Schleifenausschläge auf eine Mattscheibe oder auf eine Wand projizieren, so muß man eine Beleuchtungseinrichtung anbringen, die aus einer Lichtquelle und 2 Linsen besteht, von denen die eine die Lichtquelle dahin abbildet, wo die zweite Linse steht, während diese die erhellte Linsenöffnung der ersten Linse in die Schwingungsebene der Schleife abbildet. Dadurch erzielt man eine gleichmäßige Feldbeleuchtung.

Bei schwacher Empfindlichkeit ist die Beobachtung mit Mattscheibe bedeutend leichter und weniger anstrengend, da man mit beiden Augen abliest. Außerdem hat man dabei noch den großen Vorteil, daß gleichzeitig 2 bis 3 Beobachter ablesen können. Als

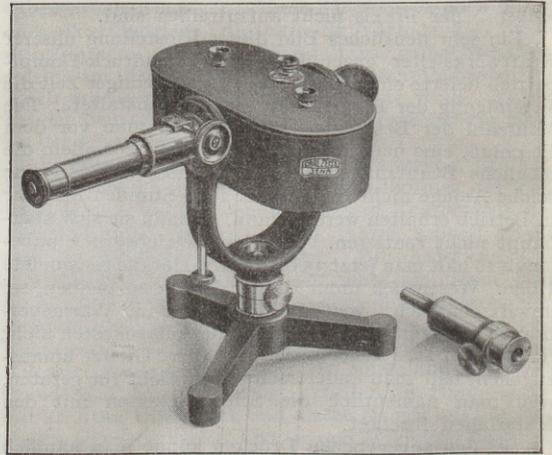


Fig. 3. Das Schleifengalvanometer mit 80facher Vergrößerung für den allgemeinen Laboratoriums- und für den Feldgebrauch. Empfindlichkeit ca. 3×10^{-7} bis 6×10^{-8} .

Lichtquelle genügt hierbei eine Glühlampe von etwa 25 Watt.

Um die Schleifenausschläge bei mittlerer Empfindlichkeit einer größeren Anzahl von Beobachtern zeigen zu können, ist weiter noch eine Projektionseinrichtung mit Bogenlampe geschaffen worden, die es ermöglicht, die Ausschläge der Schleife auf eine entfernte Projektionswand oder eine Skala zu projizieren. Hierdurch empfiehlt sich das Galvanometer besonders für Lehrzwecke, Vorträge und Vortragsreisen, da es vollständig transportsicher verpackt werden kann.

Durch Anwendung einer 640fachen Mikroskopvergrößerung und einer besonderen Beleuchtungsvorrichtung ist es schließlich gelungen, die Empfindlichkeit in stabiler Lage (hängende Schleife) auf $3,7 \times 10^{-8}$ Amp. und in labiler Lage (stehende Schleife) auf $7,5 \times 10^{-9}$ Amp. zu steigern. Bei dieser hohen Empfindlichkeit und starken Mikroskopvergrößerung wird das Schleifenbild, streng genommen das Bild einer Schleifenkante zum Ablesen nicht scharf genug. Durch einen Übergang von Hellfeld- zur Dunkelfeldbeleuch-

tung erreicht man zur Ablesung besser geeignete Interferenzstreifen, die auch gleichzeitig ein sehr angenehmes Beobachten bei hoher Empfindlichkeit gewährleisten.

Der Widerstand des Stromleiters beträgt 6—10 Ohm. Das Schleifengalvanometer hat daher eine sehr hohe Spannungsempfindlichkeit. Das erkennt man sehr leicht aus einem einfachen Versuch. Verbindet man nämlich die Polklemmen mit einem längeren Leitungsdraht, eine Länge von 1 m genügt schon, so zeigt das Galvanometer schon bei ganz schwachen Bewegungen des Leitungsdrahtes deutliche Ausschläge, die dadurch entstehen, daß durch die Bewegungen des Leitungsdrahtes im schwachen magnetischen Feld der Erde in dem Draht ein schwacher Strom erzeugt wird, der die kleinen Ausschläge in dem hoch spannungsempfindlichen Galvanometer hervorruft. Bei Verwendung von langen Leitungsdrähten muß man daher, um solche Störungen beim Messen auszuschalten, die Drähte gut verdrillen.

W. O. SCHUMANN sagt in der Elektrotechn. Zeitschr. (1924, Heft 20) zusammenfassend über ein Schleifengalvanometer, das etwa ein halbes Jahr im Techn.-

Phys.-Institut der Universität Jena für Thermokreuzmessungen im Betrieb war:

„Die optische Einstellung des Instruments erfolgt rasch und mühelos. Wegen der Bewegung der Schleife in ihrer Ebene herrscht gute Bildscharfe bis zum Rande des Gesichtsfeldes im Mikroskop. Die Nullpunktschwankung der hängenden Schleife ist bei 50 Skalenteilen Ausschlag etwa $\pm 0,2$ Skalenteile. In stehender Lage, nahezu im labilen Gleichgewicht, sind bei wechselnden Ausschlägen Nullpunktsschwankungen von ca. $\pm 1,0$ Skalenteil vorhanden. Sobald jedoch die Schleife nach einer Seite ausgeschlagen hat, ist die Nullpunktslage ebenfalls bis auf $\pm 0,2$ Skalenteile konstant. Der Meßbereich in dieser Lage und 80 facher Vergrößerung ist etwa 20 Skalenteile.

Das beschriebene Instrument dürfte für alle Messungen, wo es auf Raschheit ankommt, wo hohe Spannungsempfindlichkeit verlangt wird (thermoelektrische Messungen), auch wo es auf ein handfestes, auch von Ungewöhnlichen leicht und sicher zu handhabendes Instrument ankommt, ganz besonders vorteilhaft sein.“

A. SONNEFELD.

Astronomische Mitteilungen.

Die scheinbaren Schwankungen in der Erdrotation. In den Astron. Nachrichten 225, 109¹⁾ weist INNES überzeugend nach, daß die von uns beobachtete Rotation der Erde nicht konstant ist, sondern Schwankungen unterliegt. Meiner Ansicht nach muß man dieser Tatsache nicht nur eine große astronomische, sondern eine mindestens ebenso große geophysikalische Bedeutung beilegen.

Das INNESSCHE Resultat können wir in folgender Form ausdrücken: Eine hypothetische Erde habe die Rotationsgeschwindigkeit, wie wir sie aus astronomischen Beobachtungen seit den Anfängen unserer Kultur bis zur Gegenwart ableiten können. Es ist damit ein System von Längengraden gegeben, das mit völlig gleichmäßiger Geschwindigkeit rotiert. Die Längengrade und ebenso die Weltzeit seien hierin von einem hypothetischen Greenwicher Meridiane aus gezählt. Führt man Längenbestimmungen aus durch Beobachtung astronomischer Ereignisse, deren Eintrittsmoment nach Weltzeit man genau vorausberechnen kann, so findet man, daß die geographische Länge eines und desselben Ortes nicht konstant ist. Beobachte ich z. B., daß ein Ereignis, welches nach der hypothetischen Weltzeit um $5^h 10^m 5^s,4$ stattfindet, an meinem Beobachtungsorte um $5^h 40^m 10^s,0$ nach meiner Ortszeit eintritt, so sage ich, mein Ort liegt um $30^m 4^s,6$ östlich von dem hypothetischen Greenwicher Meridiane. Mache ich nach 10 Jahren an derselben Stelle eine ähnliche Beobachtung und finde ich nun als Differenz zwischen der berechneten Weltzeit und meiner beobachteten Ortszeit einen Unterschied von $29^m 51^s,2$, so heißt das, mein Ort hat sich gegenüber dem hypothe-

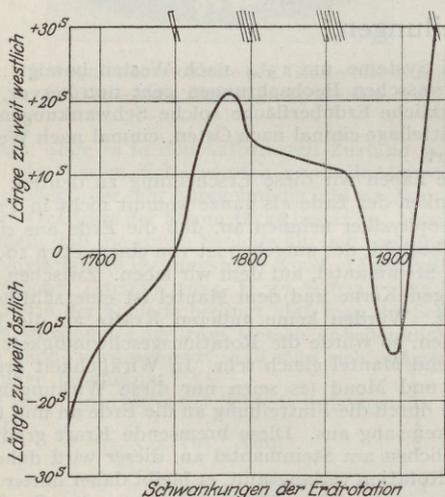
tischen Systeme um $13^s,4$ nach Westen bewegt. Aus den INNESSCHEN Beobachtungen geht nun hervor, daß die wirkliche Erdoberfläche solche Schwankungen um eine Mittellage einmal nach Osten, einmal nach Westen ausführt.

Wie haben wir diese Erscheinung zu deuten. Ein Schwanken der Erde als ganze kommt nicht in Frage. Die Geophysiker nehmen an, daß die Erde aus einem Kerne besteht, der umgeben ist von einem etwa 100 km dicken Steinmantel, auf dem wir leben. Zwischen dem sehr rigen Kerne und dem Mantel ist eine zähflüssige Schicht. Würden keine äußeren Kräfte an die Erde angreifen, so würde die Rotationsgeschwindigkeit von Kern und Mantel gleich sein. In Wirklichkeit greifen Sonne und Mond (es seien nur diese Wirkungen erwähnt) durch die Flutreibung an die Erde an und üben eine Bremsung aus. Diese bremsende Kraft greift im wesentlichen am Steinmantel an, dieser wird daher in seiner Rotation verlangsamt, er bleibt daher hinter dem Kerne zurück. (Die säkulare Wirkung der Gezeitenreibung, die die Gesamtrotation der Erde dauernd verlangsamt und die Entfernung des Mondes von der Erde vergrößert, bis in einem Endzustande Erdrotation und Mondumlauf gleich geworden sind, bleiben hier unberücksichtigt.) Im Vorhandensein der beobachteten Zeitschwankungen sehe ich einen Beweis für das Vorhandensein einer Westdrift des Steinmantels über den Kern. Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde, wie wir sie beobachten, läßt sich etwa ausdrücken durch $\varrho = \varrho_K - \Delta\varrho(t, R)$, worin ϱ_K die Rotationsgeschwindigkeit des Kernes (dessen Trägheitsmoment der Einfachheit wegen gegenüber dem des Mantels so groß sein soll, daß wir die Rotationsgeschwindigkeit konstant annehmen können) und $\Delta\varrho$ eine Funktion ist der Tidenreibung T und der Reibung R zwischen Kern und Mantel. Sind T und R konstant, so ist es auch ϱ , wir haben dann in ihm das Maß für die hypothetische Weltzeit. T können wir unbedenklich als konstant annehmen, R braucht dies jedoch nicht zu sein. Schwankt R , so schwankt damit auch die Drift des Mantels über den Kern, wir müssen dann aus den astronomischen Beobachtungen gerade das feststellen, was INNES aus ihnen abgeleitet hat.

¹⁾ Vgl. Naturwissenschaften 1925, S. 860. Das verwendete Material bedarf zwar noch einer eingehenden Diskussion, die Wahrscheinlichkeit aber, daß durch diese die Bahnen aller benutzten, von einander ganz unabhängigen Objekte (Mond, Erde, Merkur, Venus, Jupitermonde 1 und 2) gerade so geändert würden, daß die jetzt auf den ersten Blick (c. f. auch GLAUERT, MONTHLY Not. 75) ersichtliche Korrelation zwischen den Differenzen Beob.-Rech. der verschiedenen Objekte verschwindet, ist äußerst gering.

Daß R Schwankungen unterliegt, ist durchaus nicht unwahrscheinlich. Über die Mächtigkeit der Schicht zwischen Mantel und Kern wissen wir nichts, sie ist vielleicht sehr gering, da sie zum Teil ganz gelegnet wird. Die Dicke des Mantels ist sicher verschieden, so reicht z. B. nach seismischen Beobachtungen die asiatische Scholle tiefer in das Innere als die amerikanische, auch die Oberfläche des Kernes ist keine glatte Kugelfläche, sie liegt an einzelnen Stellen unserer Oberfläche näher als an anderen. Bei der Drift des Mantels über den Kern (mit der Zeit wird es wohl auch gelingen, die Größe dieser Drift aus den Unebenheiten des Kernes zu bestimmen) werden die tiefreichenden Stellen des Mantels einmal über hochgelegene Teile des Kernes fortziehen, einmal über tiefergelegene. Wir brauchen dabei nicht einmal an direkte Berührungen zu denken, schon das Fortpressen der zähen Zwischenschicht wirkt im ersteren Falle stärker bremsend. Bei stärkerer Bremsung der Drift werden wir eine scheinbare Versetzung nach Ost, bei geringerer eine solche nach West gegenüber der Normaldrift beobachten.

Nun werden beim Einsetzen und ebenso beim Nachlassen stärkerer Bremsungen an den betroffenen Stellen



Spannungen im Mantel auftreten, die im Innern derselben zu langsamen Deformationen, an der Außenhaut aber zu Erdbeben führen müssen. Es ist also zu erwarten, daß zu den Zeiten, in denen die Versetzung ihr Vorzeichen umkehrt, häufigere Erdbeben auf der Erde registriert werden. Aus einem Verzeichnis aller Notizen über Erdbeben in der chinesischen Literatur habe ich die Zahl dieser Notizen für je 10 Jahre zusammengezählt und nehme an, daß diese Zahlen ungefähr ein Bild geben von der Größe und Häufigkeit von Beben in den Jahrzehnten. Diese Zahlen zeigen zu bestimmten Zeiten ein Anwachsen. In der Figur habe ich diese Zeiten durch Strichelung angedeutet. Die Kurve der Figur gibt an, um wieviel der Erdmantel zu den als Abszissen eingetragenen Zeiten versetzt war, + bedeutet westlich; - östlich. 1900 z. B. befanden wir uns 12^s (= 5520 m am Äquator) östlich, 1920 etwa 25^s (= 11 500 m) westlich der durch die Nulllinie bezeichne-

ten Normallage. Die Punkte, in denen die Kurve ihre Richtung ändert, fallen genähert zusammen mit den Erdbebenhäufungen in China. Dabei können wir annehmen, daß ein Wendepunkt kurz vor 1680 liegt, ein anderer fällt vielleicht in unsere augenblickliche Zeit. Dies würde stimmen mit den starken Erdbeben der letzten Jahre. Viel Beweiskraft ist diesem vielleicht rein zufälligen Zusammentreffen allerdings nicht beizulegen.

Unwillkürlich erinnert man sich bei diesen Überlegungen der WEGENERSchen Drifttheorie Amerikas. Reicht die asiatische Scholle tiefer als die amerikanische, so greifen die Bremsungen häufiger an ersterer an. Daß die in den letzten Jahren angestellten Längenbeobachtungen zwischen Amerika und Europa kein positives Resultat ergeben haben, beweist noch nichts gegen WEGENER. Bei einer starken Westdrift des ganzen Mantels, wie wir sie in den letzten 25 Jahren haben, mögen die Spannungskräfte nicht groß genug gewesen sein, um den WEGENER-Effekt hervorzurufen. Erst die Umkehr, in der wir uns wahrscheinlich zur Zeit befinden, wird eine Entscheidung hierüber bringen können, wenn diese Umkehr durch eine Bremsung an der asiatischen Scholle bewirkt wird.

Wenn meine Annahmen richtig sein sollten, so würde sich aus ihnen noch manches andere folgern lassen. Greift z. B. die Reibung nicht symmetrisch zur Rotationsachse oder nicht in der Äquatorebene an, so verlagert sich die Driftachse zur Rotationsachse des Kernes. Kleine Polschwankungen sind hierbei weniger interessant als vielmehr die großen möglichen Breitenänderungen. Ein „Festfahren“, d. h. sehr starkes Bremsen des Mantels am Kerne an einer Stelle höherer Breite könnte z. B. für längere Zeit die Driftachse weit gegen die Rotationsachse verlagern. Es würden polnahe Gegenden in südlichere Breiten geführt und umgekehrt. Das Auftreten von Eiszeitspuren in jetzt weit vom Pole entfernten Gegenden fände so eine einfache Erklärung. Verlegt man den Sitz des Erdmagnetismus zum Teil in den Mantel, so ist auch die Verlagerung der Magnetpole, vielleicht sogar die Verschiebung der magnetischen Achse aus dem Erdmittelpunkte erklärlich. Auf einem größten Kreise, der zwischen den Rotationspolen und den Magnetpolen der Erde hindurchgeht, hat man die Gegend zu suchen, in der die Drift seiner Zeit besonders stark gebremst wurde und wo der Driftpol lag. Starke Eisablagerungen an einem Pole werden dort Senkungen des Mantels, damit ein stärkeres Bremsen in dieser Gegend und, wenn dies nicht achsensymmetrisch geschieht, ein Abrollen von dem Pole, also eine Polverlagerung hervorrufen. Starke Bremsungen müssen zumal in früheren Zeiten, als die Mondtiden und entsprechend die Flutreibung noch größer waren, Formänderungen des Mantels zur Folge gehabt haben, sie werden Zerstörungen, Zerrungen und Stauchungen, Hebungen und Senkungen im Mantel hervorgerufen haben, und zwar werden sich für jeden Teil der Erdoberfläche ähnliche Erscheinungen mit der Driftperiode öfter wiederholt haben können.

Ein Urteil in diesen Dingen maße ich mir nicht an, ich habe nur darauf hinweisen wollen, daß die INNESschen astronomischen Feststellungen für die Geophysiker und die Geologen von großer Bedeutung sein können.

B. MEYERMANN.



RÖNTGEN-ZAHNAUFNAHME

hergestellt auf einfach begossenem

„Agfa“-Röntgen-Zahnfilm

Glasklar, reiche Kontraste, neuartige saubere Packung

BERLIN



SO 36

Leitz

monokulare und binokulare

Mikroskope

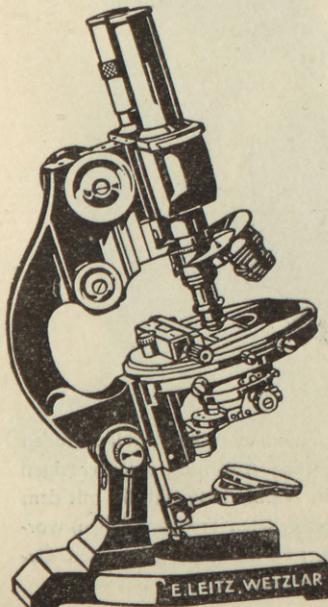
mit Leitz-Optik

Nebenapparate für alle Untersuchungen
Dunkelfeldkondensoren höchster Apertur

Mikrotome

Taschenlupe, binokulare Präparierlupe

Liste: MIKRO 452 kostenfrei



Ernst Leitz / Optische Werke / Wetzlar

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

In den nächsten Tagen gelangt zur Ausgabe:

KUNST UND RELIGION DER MAYAVÖLKER

im alten und heutigen Mittelamerika

Von

E. P. DIESELDORFF

Coban (Guatemala)

50 Seiten mit 239 Abbildungen im Text und auf 53 Tafeln

Gebunden etwa RM 9.—

(Sonderabdruck aus Zeitschrift für Ethnologie 1925 Heft 1—2)

Aus den Abbildungen, Tafel 14, Abb. 54—56, 58—59



Sammlung Strebel. Fünf Köpfe totonakischer Tzultacás. Alle haben denselben freundlichen, kindlich lächelnden Gesichtsausdruck, wodurch ihre Zusammengehörigkeit, als die verschiedenartige Äußerung eines einzigen Gottes, hervortritt. Der Kopfschmuck besagt, mit welchem Kult das Idol in Verbindung tritt. 54 mit dem Affen und Ring, vermutlich der Polarstern; 55 mit dem über ganz Amerika verbreiteten]Treppenzeichen, worin Posnansky die Erde vermutet; 56 mit einer Feder, einem bestimmten Tag; 58 mit dem gekreuzten Geflecht, das Pop-Muster des Jahresanfangs; 59 mit dem Mondzeichen.

Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W 9