

27. 8. 1928

Postverlagsort Leipzig

Stadt  
Bücherei  
Elbin

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

HERAUSGEGEBEN VON  
**ARNOLD BERLINER**

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

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 34 (SEITE 661—676.)

24. AUGUST 1928

16. JAHRGANG

## INHALT:

Probleme der Entwicklungsmechanik. Von OTTO MANGOLD, Berlin-Dahlem. (Mit Figur 1 a—f) . 661

Das Problem des normalen Kathodenfalls. Von R. SEELIGER, Greifswald . . . . . 665

Über den spezifischen Widerstand von Wismut in starken Magnetfeldern. Von O. v. AUWERS, Berlin-Siemensstadt . . . . . 669

Über das Strahlungs- und luftelektrische Klima in 2500 m Höhe im Vergleich zu 1500 m und zur Tiefebene. Von K. KÄHLER, Berlin-Potsdam . 671

ZUSCHRIFTEN:

Zur Theorie des Ramaneffekts. Von M. BORN, Göttingen . . . . . 673

Zu der Mitteilung: „Ein neuer Einblick in die Form der Moleküle der Zellulose und der Polymerisate“ von J. R. KATZ und P. J. P. SAMWEL. Von R. O. HERZOG, Berlin-Dahlem 673

## BESPRECHUNGEN:

WEBER, MAX, Die Säugetiere. (Ref.: W. O. Dietrich, Berlin) . . . . . 673

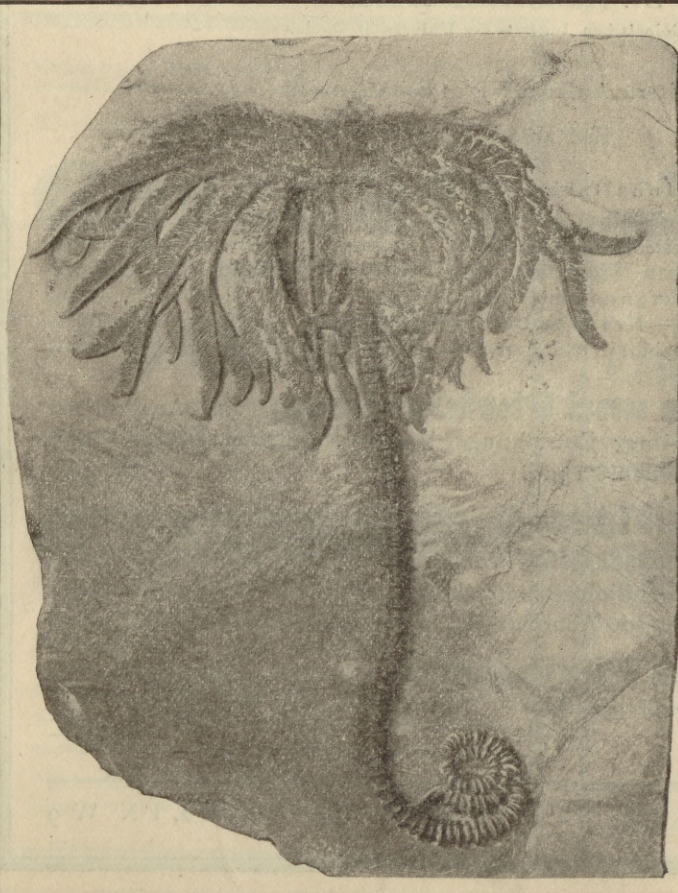
KÜKENTHAL †, W., Handbuch der Zoologie. (Ref.: P. Schulze, Rostock) . . . . . 675

BROHMER, P., P. EHRMANN und G. ULMER, Die Tierwelt Mitteleuropas. (Ref.: J. Gross, Neapel) . . . . . 676

ZIEGLER, H. E., und E. BRESSLAU, Zoologisches Wörterbuch. (Ref.: J. Gross, Neapel) . . . 676

HOGBEN, LANCELOT T., The comparative physiology of internal secretion. (Ref.: P. Trendelenburg, Berlin) . . . . . 676

SHARPEY-SCHAFFER, SIR EDWARD, History of the Physiological Society during its first fifty years 1876—1926. (Ref.: Leon Asher, Bern) . . 676



## Paläontologisches Praktikum

Von

**O. Seitz** und **W. Gothan**

Dr. phil., Bezirksgeologe Dr. phil., Prof., Kustos  
an der Preuß. Geologischen Landesanstalt Berlin

Mit 48 Abbildungen

IV, 173 Seiten. 1928

RM 9.60; gebunden RM 10.80

(Bildet Band VIII  
der Biologischen Studienbücher)

Verlag von Julius Springer  
in Berlin W 9

Acanthocrinus rex Jaekel, ein Beispiel für  
kunstvolle Präparation mit Nadel und Metall-  
bürste (Präparationsdauer: 4 Wochen). Aus dem  
Hunsrückschiefer von Caub.

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

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

Manuskripte, Bücher usw. an

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

Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{1}$  Seite RM 150.—; Millimeter-Zeile RM 0.35. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

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

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53 und 6326—28

sowie Amt Nollendorf 755—57

## Abhandlungen zur Theorie der organischen Entwicklung

Roux' Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. [Neue Folge.  
Herausgegeben von **H. Spemann** - Freiburg i. Br., **W. Vogt** - München, **B. Romeis** - München

*Soeben erschien:*

Heft IV:

# Kausalität und Vitalismus vom Standpunkt der Denkökonomie

Von

Professor Dr. **Hans Winterstein**

Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Breslau

Zweite, erweiterte Auflage. VI, 51 Seiten. 1928

RM 4.80

Inhaltsübersicht:

**Der Kausalitätsbegriff in der Biologie:** Kausalismus und Conditionalismus. — Der energetische Kausalismus. — Der denkökonomische Ursachenbegriff. — Anhang: Gibt es verschiedene Arten von Erkenntnis? — **Die vitalistischen Theorien von denkökonomischem Standpunkt:** Der Zweckmäßigkeitbegriff. — **Cossmanns empirische Teleologie.** — Der Kraftbegriff. — Die Lebenskraft. — **Drieschs Entelechie.** — **Reinkes Dominanten.** — **Paulys psychophysische Teleologie.** Die Lebensstofftheorie. — Irritabilität und Erregbarkeit. — Die Gestalttheorie. — Schluß.

**Heft I: Adaptogenese und Phylogenese.** Zur Analyse der Anpassungserscheinungen und ihrer Entstehung. Von Dr. **Albert Eide Parr** in Bergen, Norwegen. II, 60 Seiten. 1926. RM 4.20

**Heft II: Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie.** Von Dr. phil. **Ernst Janisch**, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. Mit 400 Abbildungen. IV, 383 Seiten. 1927. RM 28.20

**Heft III: Ontogenie und Phylogenie.** Das sogenannte biogenetische Grundgesetz und die biometabolischen Modi. Von Professor Dr. **V. Franz**, Jena. II, 51 Seiten. 1927. RM 4.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

## Probleme der Entwicklungsmechanik<sup>1</sup>.

VON OTTO MANGOLD, Berlin-Dahlem.

Die entwicklungsphysiologische Forschung befaßt sich mit den Vorgängen, welche im Frühjahr unseren Garten erblühen lassen, welche aus dem Samenkorn den Halm und die Ähre bilden, welche aus dem Hühnerei das Huhn hervorbringen und welche den Werdegang unseres Kindes von allem Anfang an bestimmen. Es sind dies Vorgänge, welche unserem Gemüt nur als Wunder erscheinen können; heute wollen wir versuchen, sie mit dem Verstande zu erfassen. Da wir aber immer, wenn es gilt etwas genauer zu betrachten, unseren Blick vom Allgemeinen wenden und auf das Einzelne richten müssen, muß auch ich Sie bitten, mit mir den etwas mühsamen Pfad der Betrachtung des Speziellen zu gehen.

Wenn wir das Werden eines Organismus verfolgen, so finden wir, daß er ständig neue Formen gewinnt. So durchläuft etwa ein Schmetterlingsei, während es sich in seiner festen Hülle befindet, verschiedene Formzustände, schlüpft dann als kleine Raupe aus, wächst als solche heran, bildet die Puppe, aus der schließlich der Schmetterling hervorgeht. Hand in Hand mit den Formbildungsvorgängen gehen die Differenzierungsprozesse, welche aus den embryonalen Zellen solche mit spezialisierter Funktion wie Muskelzellen, Nervenzellen, Darmzellen usw. entstehen lassen. Die Formbildungsprozesse und die Spezialisierungsprozesse sind die Merkmale der Entwicklung. Beide sind engstens miteinander verknüpft. Fassen wir die Formbildungsvorgänge genauer ins Auge. Zur Erreichung der verschiedenen Formen verwendet der Organismus die verschiedensten Mittel, z. B. Zellteilung, Zellwanderung, Wachstum, Sekretion, Epithelbildung, Resorption usw. Indem er diese Mittel an bestimmten Stellen und in bestimmten Augenblicken verwendet, erreicht er seine jeweils bestimmte Form und den Wechsel der Form. Während die Aufklärung der Vorgänge selbst eine Aufgabe der allgemeinen Biologie ist, hat die Entwicklungsmechanik die Aufgabe, die Ursachen zu ermitteln, welche der zeitlichen und örtlichen Determination der Entwicklungsvorgänge zugrunde liegen. Für sie lautet die Frage nicht, was ist Wachstum, sondern warum findet gerade an dieser Stelle des Embryo und gerade in diesem Zeitpunkt Wachstum statt. Dasselbe gilt für die Differenzierungsvorgänge. Lokalisations- und Zeitprobleme sind es also, mit denen sich die Entwicklungsmechanik in vorzüglichem Maße befaßt.

<sup>1</sup> Vortrag vor der Hauptversammlung der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften am 14. Juni 1928 in München.

Formbildungs- und Differenzierungsvorgänge laufen in sehr großer Zahl während der ganzen Entwicklung des Individuums ab. Sie hören eigentlich nie auf, da sie auch in den regenerativen Prozessen Verwendung finden. Der Entwicklungsphysiologe kann daher in jedem Augenblick der Entwicklung eingreifen und sich die Analyse eines bestimmten Vorgangs zur Aufgabe machen. Maßgebend für den Forscher bei der Wahl der Tier- oder Pflanzenform und bei der Wahl des zu analysierenden Vorgangs wird aber immer in erster Linie sein, daß das gewählte Entwicklungsstadium operative Eingriffe zuläßt und nach Möglichkeit Defektsetzungen und Transplantationen gut übersteht. Besonders günstig für entwicklungsphysiologische Untersuchungen sind neben anderen die frühesten Embryonalstadien, da sie noch einfache topographische Verhältnisse aufweisen. Am dankbarsten war von diesen bis jetzt die Erforschung der frühen Entwicklung des Amphibieneies, speziell des Keims unserer Molche. Er ist groß und widerstandsfähig genug, um Eingriffe sehr verschiedener Art zu gestatten. Besonders wichtig ist, daß man Transplantationen zwischen den Keimen verschiedener Arten ausführen kann, die erlauben, das Transplantat noch lange nach der Operation zu erkennen und die verschiedensten Probleme zu lösen. Eine große Anzahl von Forschern beschäftigt sich seit dem Bestehen der entwicklungsmechanischen Wissenschaft mit dem Amphibienkeim. Sie gruppieren sich zur Zeit in der Hauptsache um BRACHET in Brüssel, HARRISON in New Haven (U. S. A.), SPEMANN in Freiburg und den Münchener Anatomen VOGT. Doch auch außerhalb dieser Zentren wird mit bestem Erfolg am Amphibienkeim experimentiert. Ich selbst bearbeite denselben an der Seite von SPEMANN seit 1913, die Kriegsjahre ausgenommen.

Um Ihnen einen Einblick in die Forschungsweise der Entwicklungsphysiologie zu geben, möchte ich eine Frage aus der frühen Embryonalentwicklung der Amphibien herausgreifen und aus den gewonnenen Ergebnissen einige allgemeine Schlüsse ziehen. Die in Frage kommenden Experimente sind von SPEMANN und seinem Kreis ausgeführt worden. Unsere Spezialfrage soll lauten:

„Die Determination des Zentralnervensystems und des Auges der Amphibien.“

Über die normale Entwicklung dieser Organe muß ich einige Angaben vorausschicken. Das Ei unserer Molche bildet zu Beginn der Entwicklung eine einzige kugelige Zelle von ca. 1,5 mm Durchmesser. Durch fortgesetzte Teilung und unter

Ausbildung eines Hohlraumes (Furchungshöhle) wird es ungefähr 2 Tage nach dem Entwicklungsbeginn zur Blase (Blastula), welche eine einfache Wandung aufweist, dünn in der oberen Hälfte, dick in der unteren (Fig. 1a). Durch die Einstülpung der unteren Hälfte der Blase, der Gastrulation, wird der Keim doppelwandig (Fig. 1c), und wir unterscheiden an ihm eine äußere Schicht, das Ektoderm, und eine innere, den Urdarm. Beide gehen in einer schlitzförmigen Öffnung, dem späteren After, ineinander über. Das Ektoderm ist vorerst allseitig gleich dick, der Urdarm dagegen besitzt ein dünnes Urdarmdach und einen dicken Urdarmboden. Ungefähr einen Tag nach dem Abschluß des Einstülpungsvorgangs hebt sich das über dem Urdarmdach liegende oberflächliche Epithel zuerst durch seine Färbung und dann durch begrenzende Wülste als schuhsohlenförmige Platte ab, welche wir als Medullarplatte bezeichnen (Fig. 1b). Sie bildet die Anlage des Gehirns, des Rückenmarks und der Augen des Embryo. Diese Medullarplatte schließt sich durch Zusammenrücken der seitlichen Wülste zum Nervenrohr, aus dessen vorderer Hälfte die Augen und das Gehirn sich bilden und aus dessen

hinterer Hälfte das Rückenmark wird. Die Augen, welche in der offenen Medullarplatte vorn rechts und links als zwei ungefähr kreisförmige Anlagen liegen, drängen sich während des Schlusses zum Rohr seitlich als ellipsoide Blasen heraus, den primären Augenblasen (Fig. 1d), und stülpen sich dann zum doppelwandigen Becher ein, dem Augenbecher (Fig. 1e und f). In diesem Augenbecher wird die äußere Schicht dünn und schwarz und bildet die Pigmentschicht (Tapetum nigrum), die innere Schicht wird dick und vielzellig und bildet die hochkomplizierte Sehschicht (Retina), der Übergangsbereich der beiden Schichten wird dünn und bildet die Iris, welche die kreisförmige Pupille umschließt. Das Ektoderm, welches von der primären Augenblase berührt wird, entwickelt sich unter dem bestimmenden Einfluß des Augenbeckers zu Linse und Cornea. Diese Vorgänge sind es, mit deren Analyse wir uns beschäftigen wollen. Wir stellen uns zuerst die Frage:

*Warum führt gerade dieser Bezirk des Eies die Bildungsvorgänge der Medullarplatte, des Neuralrohres und des Auges durch?*

Es bestehen hier offenbar zwei Möglichkeiten:

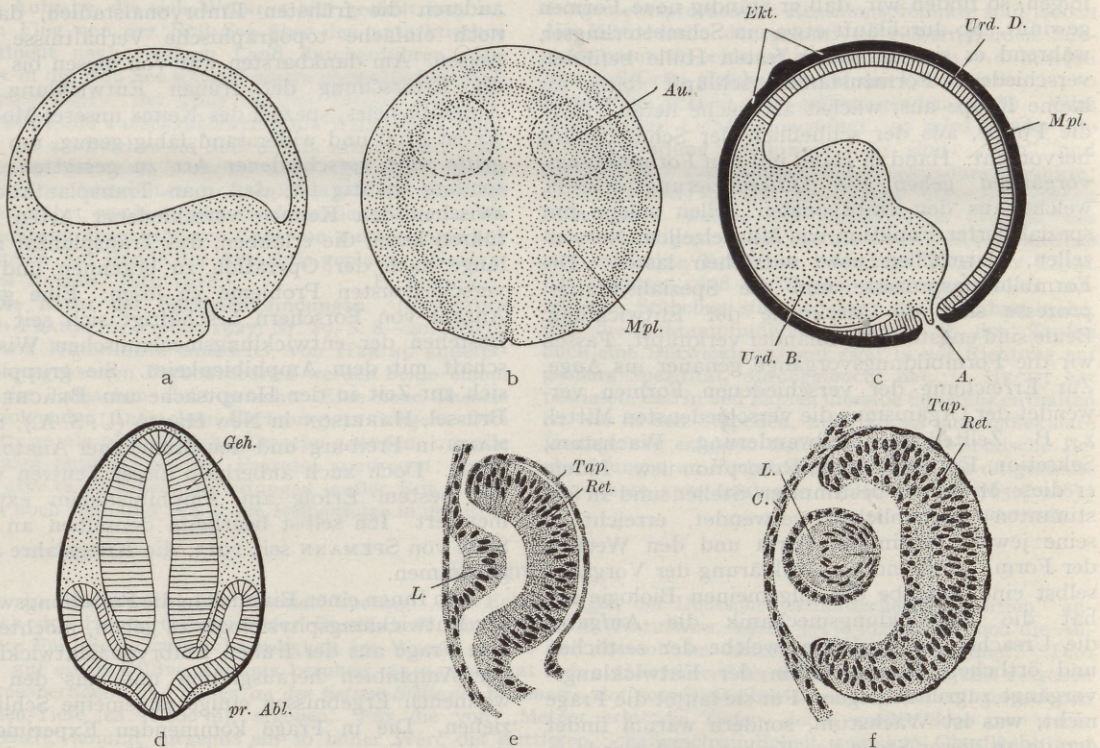


Fig. 1a–f. Schematische Darstellung der Entwicklung von Zentralnervensystem und Auge bei Amphibien. — a. Einwandige Keimblase zu Beginn der Umwandlung in den doppelwandigen Keim median geschnitten (beginnende Gastrula mit Furchungshöhle). — b. Keim mit abgegrenzter Anlage des Zentralnervensystems (Medullarplatte), deren vordere zwei Drittel sichtbar. — c. Medianschnitt durch das Stadium der Fig. b, doppelwandiger Keim. — d. Querschnitt durch den Kopf nach Schluß der Medullarplatte zum Nervenrohr. — e. Junger Augenbecher mit Linseanlage. — f. Junges Auge ungefähr zu Beginn seiner Funktion. — A. schlitzförmiger Urmund, später After. — Au. Augenanlage. — C. Cornea. — Ekt. Ektoderm. — Geh. Gehirn. — L. Linse. — Mpl. Medullarplatte. — pr. Abl. primäre Augenblase. — Ret. Sehschicht. — Tap. Pigmentschicht. — Urd. B. Urdarmboden. — Urd. D. Urdarmdach.

Einmal, der Bezirk unterscheidet sich von vornherein von den anderen Bezirken des Eies durch den Besitz von Entwicklungsfaktoren, die ihm seine Entwicklung gewährleisten. In diesem Falle wäre sein Schicksal dank der ihm innewohnenden Faktoren determiniert. Und entsprechend wäre dies für die anderen Bezirke des Keims anzunehmen. Der Keim würde dann nichts anderes darstellen als ein Mosaik von Anlagen der zukünftigen Organe. — Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß in einem bestimmten Zeitpunkte der Entwicklung Umstände eintreten, welche das Geschehen in dem Keimbezirk bestimmen. Der Keim würde in diesem Fall etwas relativ Einfaches darstellen und erst im Laufe der Entwicklung zu größerer Mannigfaltigkeit fortschreiten. Nur ein Experiment kann diese Frage lösen. Man verpflanzt zu Beginn der Gastrulation ein Stück präsumptive Medullarplatte in andere Keimbezirke, etwa in die präsumptive Epidermis oder in das präsumptive Mesoderm und beobachtet sein Schicksal während der weiteren Entwicklung. Dabei zeigt sich, daß das Transplantat sich den Bedürfnissen des neuen Ortes entsprechend entwickelt und zu Epidermis bzw. Mesoderm wird. Das Schicksal der präsumptiven Medullarplatte ist in diesem Stadium noch nicht fest bestimmt. Wird jedoch ein späteres Stadium zur Operation gewählt — ein Keim mit deutlich abgehobener Medullarplatte — und dasselbe Experiment ausgeführt, so entwickeln sich die Transplantate ihrer Herkunft entsprechend zu einem kleinen Stückchen Gehirn oder einem Auge. Das Schicksal der Medullarplatte und ihrer Bezirke ist nunmehr bestimmt; der Vorgang der Determination vollzieht sich also während der Gastrulation. Damit ist der Zeitpunkt der Determination ermittelt, und wir stellen die nächste Frage:

*Wo liegen die Ursachen für die Determination?*

Wenn wir die Vorgänge betrachten, welche sich im Keim während der Determinationsperiode abspielen, so liegt es nahe — neben anderen Möglichkeiten, welche wir hier vernachlässigen müssen —, die Ursachen für die Sonderung des Schicksals der äußeren Schicht in präsumptive Epidermis und präsumptive Medullarplatte in der Unterlagerung durch die innere Schicht zu suchen. Diese zeigt ja zwei sehr verschiedene Abschnitte: nämlich ein dünnes Dach, das im wesentlichen unter der Medullarplatte liegt, und einen dicken Boden, der an die zukünftige Epidermis grenzt. Zur Prüfung dieser Möglichkeit wird einer beendeten Gastrula ein Stückchen Urdarmdach nach sorgfältiger Entfernung der überlagernden präsumptiven Medullarplatte entnommen und einer jungen Gastrula in die Furchungshöhle gesteckt. Es gelang dann während der Gastrulation auf die Bauchseite des Keims zwischen den Darm und die Epidermis. Die dem Implantat aufliegende präsumptive Epidermis bildet nun ein Stück Medullarplatte. Daraus ergibt sich mit Sicherheit, daß das Urdarmdach einen oder mehrere Fak-

toren enthält, welche die Medullarplattenbildung verursachen. Die Lokalisation der verantwortlichen Faktoren ist damit durchgeführt.

*Was ist nun die Natur dieses Faktors? Ist es ein bestimmter chemischer Stoff oder ein bestimmtes elektrisches Potential?*

Der direkte Nachweis ist noch nicht geführt worden; doch gibt es schon eine Reihe von Tatsachen, welche einen gewissen, wenn auch bescheidenen Schluß gestatten. So wissen wir z. B., daß das Stückchen Urdarmdach, das wir in die Furchungshöhle steckten, nicht von derselben Keimart sein muß, sondern daß in dem Ei von unserem Streifenmolch ein Stück Urdarmdach unserer anderen Molcharten, unserer verschiedenen Froscharten und unserer verschiedenen Krötenarten dieselbe Wirkung ausübt; weiterhin, daß auch ein Stückchen Medullarplatte, ja sogar ein Stückchen funktionstüchtiges Gehirn und eine Extremitätenknospe (?) einer jungen Larve Medullarplatte induzieren können. Dieses besagt offenbar, daß der Faktor nichts Artspezifisches und auch nichts Organspezifisches ist und schließlich auch, daß er nicht auf ein bestimmtes Entwicklungsstadium beschränkt ist. Es muß also etwas relativ Einfaches sein. Die Vermutung, daß es ein bestimmtes elektrisches Potential sei, ist recht unwahrscheinlich, da nicht anzunehmen ist, daß alle diese Elemente dasselbe elektrische Potential aufweisen. Am meisten wird man, soweit ich bis jetzt sehe, den Tatsachen gerecht, wenn man katalytisch wirkende Stoffe annimmt. Diese lassen auch die auffallende Erscheinung erklären, daß sich aus der präsumptiven Epidermis die verschiedensten Bildungen, wie Gehirn, Augen, Gehörorgane, Taster, Urwirbel, Vorniere u. a., gewinnen lassen, wenn man die Epidermis verschiedenen Implantaten oder, allgemeiner gesagt, verschiedenen Nachbarschaftsbeziehungen aussetzt. Dasselbe Reaktionsgemisch, nämlich die präsumptive Epidermis, reagiert bei Anwesenheit verschiedener Katalysatoren, d. h. verschiedener Implantate bzw. verschiedener Umgebungsfaktoren, mit verschiedenen Reaktionen.

Muß ich hier auf künftige Forschungen verweisen, so ist es doch möglich, in anderer Hinsicht weitere Aufklärungen über die Determination zu geben. Die Entwicklung, die mit der Unterlagerung durch das Urdarmdach in der Normalentwicklung und im Experiment in der präsumptiven Epidermis der Bauchseite eingeleitet wird, umschließt eine große Reihe von Vorgängen. Wir wollen hierzu den Bezirk der Medullarplatte betrachten, der späterhin das Auge bildet. Ein Stückchen Ektoderm, das zu Auge wird, macht nacheinander ungefähr folgende Entwicklungsprozesse durch: Es kontrahiert sein Material ähnlich wie die Medullarplatte, es dehnt sich zur Blase aus, der primären Augenblase, es stülpt sich zur doppelschichtigen Halbkugel ein, dem Augenbecher, es bildet seine äußere Schicht zu der relativ einfach gestalteten Pigmentschicht

um, es entwickelt aus seiner inneren Schicht die höchst komplizierte Sehschicht, es gibt der Übergangszone der beiden Schichten die Struktur der Iris, und außerdem veranlaßt es die überlagernde Epidermis, noch eine Linse zu bilden und danach zur durchsichtigen Hornhaut zu werden. Es ist also eine ganze Reihe von Prozessen, welche zur Entwicklung eines Auges gehören, und wir stellen nun die Frage:

*Umfaßt der Determinationsvorgang alle diese Prozesse, oder wird nur der erste bzw. eine beschränkte Zahl der Prozesse bestimmt und bleibt der Rest der Vorgänge späteren bestimmenden Einflüssen durch die Umgebung überlassen?*

Auch hier gibt ein relativ einfaches Experiment Auskunft. Wir entziehen das zukünftige Auge dem Einfluß des Urdarmdachs kurz nach seiner Unterlagerung durch dasselbe und verpflanzen es an eine andere Stelle des Körpers, am besten wieder in die Furchungshöhle der frühen Gastrula. Im allgemeinen entwickeln sich solche Transplantate nicht zu Augen, sondern zu allen möglichen Geweben. Aber in seltenen Fällen, und die sind für uns beweisend, erhalten wir aus den isolierten Stückchen vollkommene Augen mit Pigmentschicht, Sehschicht und einer durch Induktion im überlagernden Ektoderm gebildeten Linse. Wir schließen daraus, daß der Determinationsprozeß alle Vorgänge umschließt, die zur Bildung des Auges notwendig sind.

Die Experimente gestatten aber noch einen weiteren Einblick. Der Aufbau des Auges ist hinsichtlich der proportionalen Beteiligung der verschiedenen Elemente konstant, d. h. die Mengen der Stäbchenzellen, der Zapfenzellen, der Zellen der Pigmentschicht, der Zellen der Iris, der Zellen der Linse stehen in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander. Das Organ ist, wie wir mit DRIESCH sagen, ein harmonisches Organ. Im Moment der Determination der Augenanlage zu ihrem späteren Schicksal stellt sie eine bestimmte Anzahl von Zellen dar, die durch fortgesetzte Teilung sich vermehren und schließlich das fertige Auge bilden. Wir stellen nun die Frage:

*Bestimmt der Determinationsprozeß auch das Schicksal jeder einzelnen Zelle der Anlage bzw. ihrer Nachkommen?*

Auch diese Frage läßt sich relativ einfach prüfen. Der sicherste Beweis ist allerdings nicht für das Auge, sondern für die Extremitätenanlage von einem amerikanischen Forscher (HARRISON) gegeben; aber durch einige sehr früh liegende Experimente von SPemann läßt sich die Frage auch für das Auge mit einiger Wahrscheinlichkeit beantworten. Man kann nämlich eine solche Anlage in zwei oder mehrere Teile teilen und bekommt dann von den Teilen vollkommen harmonisch gebildete ganze Augen entsprechender Größe. Dies drängt zu dem Schluß, daß bestimmte Zellen, die normalerweise Sehzellen gebildet hätten, zu solchen der Pigmentschicht geworden sind und umgekehrt Zellen, die normaler-

weise Pigmentschicht gebildet hätten, zu solchen der Sehschicht wurden. Wir sehen also, daß bei dem Determinationsprozeß über die Verwendung ihrer einzelnen Elemente der Anlage beim Aufbau des fertigen Organs nicht endgültig verfügt wird.

Aber noch ein weiterer Gesichtspunkt ist für uns von Wichtigkeit. Bei der Betrachtung des Determinationsvorgangs haben wir bis jetzt unser Augenmerk auf die Induktionsleistung des Determinators, speziell des Urdarmdachs oder des Implantats, gerichtet. Wir müssen aber auch noch das zu determinierende Material hinsichtlich seiner Reaktionsfähigkeit auf den induzierenden Faktor einer kurzen Betrachtung unterziehen und stellen die Frage:

*Wann reagiert das Ektoderm auf den determinierenden Faktor?*

Wir kehren dazu wieder zu den etwas einfacheren Verhältnissen der Medullarplatteninduktion zurück. Wenn wir ein Stückchen induzierendes Implantat in die Furchungshöhle einer früheren Gastrula stecken, dann ist mit Sicherheit anzunehmen — besonders bei den älteren Implantaten wie Medullarplatte und altem Gehirn —, daß es sofort seine Wirkung ausübt, und es ist zu erwarten, daß das überlagernde Ektoderm sofort mit der Bildung einer Medullarplatte beginnt. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern die kleine induzierte Medullarplatte bildet sich erst, wenn auch die normale Medullarplatte des Wirtskeims angelegt wird, nämlich ca. 1½ Tage zu spät. Offenbar kann das Material auf den Induktionsfaktor im Augenblick der Implantation noch nicht sinngemäß reagieren. Da wir andererseits wissen, daß die Epidermis nach dem Auftreten der Medullarplatte nicht mehr Medullarplatte bilden, also nicht mehr sinngemäß reagieren kann, so finden wir, daß die Zeitspanne, in der das Material zur Medullarplattenbildung fähig ist, nur recht kurz ist. Dies führt zu dem allgemeinen Schluß, daß jedem Alter nur bestimmte Entwicklungsprozesse zukommen; für den betrachteten Vorgang der Augendetermination bedeutet es, daß der Induktionsfaktor den Zeitpunkt der Ausführung der induzierten Vorgänge nicht bestimmen kann.

Nach diesen Ausführungen ergibt sich folgendes *Gesamtbild der Determination der Medullarplatte und des Auges unserer Molche*: Das Schicksal der präsumptiven Medullarplatte und ihrer Bezirke wird erst spät, nämlich während der Umbildung des einwandigen in den doppelwandigen Keim (der Gastrulation), endgültig bestimmt. Maßgebende Faktoren liegen im Urdarmdach. Diese Faktoren bestimmen die Gesamtzahl der Vorgänge, welche notwendig sind, aus der Anlage ein fertiges, harmonisch gebautes Organ zu machen. Vieles spricht dafür, den Faktoren katalytische Wirkungsweise beizumessen. Die Faktoren bestimmen jedoch nicht das Schicksal der einzelnen Zelle und ihrer Abkömmlinge in der Anlage. Dieses wird von organisatorischen Kräften inner-

halb der Anlage selbst festgelegt; sie haben auch keinen Einfluß auf den Zeitpunkt, in dem die induzierten Vorgänge ausgeführt werden, da jedem Alter nur bestimmte Entwicklungsprozesse zugeordnet sind.

Wir müssen nun versuchen, uns aus diesen Feststellungen ein *Gesamtbild der Entwicklung* zu machen. Dies kann nur mit Vorbehalt geschehen. Offenbar wurde, daß in dem Keim die verschiedenen Organe nicht von Anfang an fest bestimmt sind, daß das Ei also kein Mosaikbild des ausgebildeten Organismus ist (Präformations- oder Evolutionstheorie), sondern etwas relativ Einfaches, das im Laufe der Entwicklung immer mannigfaltiger wird (Theorie der Epigenese). Die Mannigfaltigkeit wird geschaffen durch Determinationsprozesse, von denen wir einen kennengelernt haben. Durch die Determination entstehen Anlagen, welche ihre Bestimmung in sich tragen, aber eine weitgehende Freiheit in der Verwendung ihrer Zellen genießen. Wir nennen solche Anlagen in Anlehnung an die älteren Begriffe „harmonisch äquipotentielles System“ und „Elementarorgan“ von DRIESCH „elementare Einheiten“. Da das Ei selbst zu Beginn der Entwicklung ähnliche Verhältnisse aufweist wie die be-

trachtete Augenanlage, können wir es als „elementare Einheit erster Ordnung“ auffassen. Es zerfällt in „elementare Einheiten zweiter Ordnung“, diese wieder in „elementare Einheiten dritter Ordnung“ usf., bis der ausgebildete Organismus erreicht ist. Diese Art der Entwicklung des Individuums erinnert in hohem Maße an die menschliche Organisation und an den Werdegang eines Volkes im Laufe seiner Geschichte. Wie weit diese Vorstellung auf andere Tiere übertragen werden kann, ist noch ganz ungewiß. Sicher ist, daß alle Keime ein Stadium besitzen, wo sie relativ einfach sind wie das Molchei. Der Übergang zum Mannigfaltigen vollzieht sich aber bei den verschiedenen Keimen verschieden schnell. Unsicher bleibt jedoch die Art der Determination. Die kausalen Beziehungen der Teile des Keims, welche beim Amphibienei so innige sind, scheinen bei anderen sehr viel lockerer zu sein, ja manchmal über den räumlichen Zusammenhang nicht hinauszugehen. Doch läßt sich ohne solche Beziehungen das Zustandekommen eines harmonischen Ganzen kaum vorstellen. Erst der genauesten Erforschung der Beziehungen der Teile des werdenden Organismus winkt die Erkenntnis der elementaren Gesetze der Entwicklung als Preis.

## Das Problem des normalen Kathodenfalls.

Von R. SEELIGER, Greifswald.

Im Jahre 1883 machte HITTORF die Entdeckung, daß der Potentialfall vor der noch nicht vollständig von der Entladung bedeckten Kathode einer Glimmentladung von der Entladungsstromstärke unabhängig ist. 1887 stellte WARBURG fest, daß dieser Potentialfall auch vom Gasdruck unabhängig und eine für jedes Gas und jedes Kathodenmaterial charakteristische Konstante ist, für die seitdem die Bezeichnung „normaler Kathodenfall“ sich eingebürgert hat. 1901 leitete HEHL aus Messungen der von der Entladung bedeckten Fläche das Gesetz ab, daß diese Fläche zwar vom Gasdruck und von der Entladungsstromstärke abhängt, daß sie aber bei konstantem Druck sich proportional mit letzterer ändert, d. h. daß die Stromdichte unabhängig von der Stromstärke ist; man nennt diese Stromdichte, die unter sonst gleichen Verhältnissen ebenfalls eine für jedes Gas und jedes Kathodenmaterial charakteristische Größe ist, die „normale Stromdichte“. An diese grundlegenden Arbeiten haben sich zahlreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen angeschlossen, ein umfangreiches Beobachtungsmaterial ist angehäuft und oft ist versucht worden, den Vorgängen vor der Kathode theoretisch beizukommen. Das Ergebnis aller dieser Bemühungen kann aber immer noch nur recht bedingt befriedigen.

Sehen wir aber zunächst einmal ab von allen Feinheiten und Komplikationen und betrachten wir eine Entladung an einer Kathode aus einem bestimmten Material von bestimmter einfacher Form in einem reinen Gas von gegebener konstan-

ter Dichte, so stehen wir vor den folgenden Tatsachen: Wenn wir — stets bei noch nicht vollständig bedeckter Kathode — die Entladungsstromstärke ändern, ändert sich an den Vorgängen im Innern der kathodischen Entladungsteile überhaupt nichts, sowohl hinsichtlich der Potentialverteilung in Richtung senkrecht zur Kathodenoberfläche, wie hinsichtlich der Stromdichte durch jedes parallel zur Kathodenoberfläche liegende Flächenelement. Es verschiebt sich lediglich die äußere Begrenzung der Entladung auf der Kathode, und es werden dabei den bereits vorhandenen (mit Ausnahme natürlich der sich verschiebenden Randzonen) vollkommen gleiche neue Teile aufgebaut oder von den vorhandenen Teile abgebaut. Wir haben es also zu tun mit einer sehr merkwürdigen Tendenz der Entladung nach Erhaltung ihrer ganzen inneren Struktur. Dieses konservative Verhalten der Entladung zeigt sich vielleicht am eindringlichsten, wenn wir ausgehen von dem Zustand, wo die ganze Kathode als Ansatzfläche für die Entladung dient und nun die Stromstärke verkleinert. Warum beginnt dann die Bedeckung der Kathode sich von einer bestimmten Stromstärke ab zusammenzuziehen, warum geht nicht stets die Entladung von der ganzen Kathodenoberfläche aus und verdünnt sich sozusagen mit sinkender Stromstärke nur mehr und mehr, bis sie dann endlich erlischt? Warum bleiben die Stromdichte und der Kathodenfall dann unverändert?

Leider muß der Versuch, eine vollständige quantitative Theorie der Vorgänge an der Kathode

der Glimmentladung durchführen zu wollen, zur Zeit noch als aussichtslos bezeichnet werden; ich glaube wenigstens, daß alle, die sich ernstlich schon damit beschäftigt haben, diese pessimistische Ansicht teilen werden. Und selbst, wenn alle notwendigen Unterlagen zur Verfügung ständen, und wenn es gelänge, aller mathematischen Schwierigkeiten vollständig Herr zu werden, würde man am Ende einem Formelgebäude von krauser Kompliziertheit gegenüberstehen, in dem alle großen Linien verwischt sind. Es sind letzten Endes zwei Hindernisse, die eine theoretische Erfassung der hier interessierenden Vorgänge erschweren: Wir haben es zum Teil mit Wirkungen zu tun, die nicht nur von den Zustandsvariablen in dem betreffenden Volumelement und den differential benachbarten der Entladung abhängen, sondern auch von den Geschehnissen in allen anderen Volumelementen des Entladungsraumes, einschließlich der Kathodenoberfläche selbst. Dies hat zur Folge, daß zur mathematischen Beschreibung Differentialgleichungen nicht mehr genügen, sondern je nach dem Grad der erstrebten Näherung Differenzgleichungen oder Integralgleichungen sich einstellen und bedingt mathematische Schwierigkeiten, die sich zwar vielleicht überwinden lassen, wobei aber — und dies ist das praktische Ergebnis mancher theoretischen Versuche gewesen — die aufzuwendende Arbeit vorerst in keinem Verhältnis zu den erzielten Erfolgen steht. Denn als zweites hier eingreifendes und zugleich die physikalische Sachlage betreffendes Hindernis tritt uns die quantitativ noch zu mangelhafte Kenntnis der die Kinetik der Ladungsträger regelnden Elementarprozesse entgegen. Wir wissen z. B. noch immer sehr wenig von den Zusammenstößen zwischen den Ladungsträgern und den Gasteilchen oder mit der Kathode, sobald unsere Neugierde hinausgeht über die Aussagen, die uns die quantentheoretische Energiebilanz liefert.

Trotzdem kann man versuchen und hat mit Erfolg versucht, sich von den Eigentümlichkeiten der kathodischen Entladungsteile wenigstens qualitativ Rechenschaft zu geben und man hat sogar einige Vorstöße in Richtung einer quantitativen Theorie gemacht. Wir können die bisher erzielten Erfolge und die Problemstellungen im wesentlichen am besten übersehen, wenn wir stufenweise in die Höhe steigen, obgleich sich diese Stufen nur teilweise mit der historischen Entwicklung decken.

1. Auf der ersten Stufe begnügt man sich damit, der Entladung fast anthropomorph gewisse Eigenschaften zuzuschreiben, diese Eigenschaften durch allgemeine, ganz qualitative Überlegungen anschaulich verständlich zu machen und versucht dann durch Verknüpfung mit anderweitigen Erfahrungen Regeln abzuleiten über Zusammenhänge zwischen dem normalen Kathodenfall ( $V_n$ ), der normalen Stromdichte ( $j_n$ ), der Dunkelraumdicke ( $d_n$ ) und den Konstanten des Gases und des Kathodenmaterials. Erleichtert werden diese Bemühungen zum Teil dadurch, daß man mit

einer hier genügenden Annäherung die Wirklichkeit ersetzen kann durch ein ganz grobes Modell: Eine Elektronenquelle in der Oberfläche der Kathode, in Tätigkeit gehalten durch den Aufprall der positiven Ionen, und eine Ionenquelle, in Tätigkeit gehalten durch Elektronenstoß, in einem lokalisierten Querschnitt vor der Kathode, der etwa mit dem Glimmsaum und Beginn des negativen Glimmlichts zusammenfällt, dessen Abstand von der Kathode die Dicke des Kathodenfallgebietes angibt und sich mit der Dicke des optischen Kathodendunkelraumes ungefähr deckt. Erschwert werden aber andererseits derartige Schlüsse durch den Mangel an geeignetem Beobachtungsmaterial, der sich also bereits hier aufs unangenehmste bemerkbar macht. Es sei auch hier auf diesen Mangel nachdrücklich hingewiesen; man wird deshalb mit GÜNTHERSCHULZE „in erster Linie weitere Messungen, in zweiter Linie erst theoretische Spekulationen fordern müssen und zunächst nur soweit, als sie zu neuen Versuchen anregen“. Über  $j_n$  stehen uns zwar bereits einige zuverlässige Angaben, wie etwa die von REGER und dem Verfasser mitgeteilten, zur Verfügung, weil hier die experimentelle Methodik bei sorgfältigem Arbeiten zu sicheren Ergebnissen führen muß; zu klären ist hier im wesentlichen wohl nur noch, wie sich die Verhältnisse bei extremer Entgasung des Kathodenmaterials und in extrem reinen Edelgasen gestalten. Über  $V_n$  aber wissen wir trotz vieler Zahlen noch immer fast erschreckend wenig. So wenig, daß bei einer kritischen Diskussion des Materials man schon in dieser ersten Gruppe von lediglich qualitativen Schlüssen in Verlegenheit kommt, wo es sich doch nur um die Ableitung von Faustregeln nach dem Schema „je — desto“ handelt.

Einige konkrete Beispiele werden die Art der hier gemeinten Schlußfolgerungen am besten klarmachen. Wir gehen aus von der Vorstellung, daß vor der Kathode eine Elektronen- und eine Ionenlawine gegeneinander laufen. Die Ionen erzeugen Elektronen an der Kathode, die Elektronen wiederum Ionen im Gas; die hierzu erforderliche Energie erhalten beide im Kathodenfall. Es muß nun vor allem aus der Kathode eine genügende Menge von Ionen entstehen und der Entladung zur Verfügung gestellt werden um ihr Erlöschen zu verhindern, und zwar müssen im stationären Zustand für jedes von der Kathode ausgehende Elektron von diesem und seinen Abkömmlingen so viele Ionen erzeugt werden, daß sie gerade wieder ein Elektron aus der Kathode auslösen. Der normale Kathodenfall soll nun der kleinste Kathodenfall sein, bei dem diese Forderung eben noch erfüllt ist; die normale Stromdichte kann nicht unterschritten werden, weil sonst die kathodenfallerzeugende Raumladungswirkung des Entladungsstromes zu klein wird, und die normale Dunkelraumdicke ist notwendig als Entwicklungsraum der Elektronenlawine. Nennen wir die pro ausgehendes Elektron von den rückkehrenden Ionen ausgelösten



Elektronen die „Ausbeute“, so läßt sich aus der Diskussion von Messungen mit „fremderregten“ Kathoden, d. h. Kathoden, an denen durch künstliche äußere Mittel (z. B. Photoeffekt oder glüh-elektrischer Effekt) Elektronen befreit werden und der Kathodenfall deshalb den normalen Wert unterschreiten kann, verständlich machen, daß die Ausbeute unter sonst denselben Bedingungen mit dem Kathodenfall abnimmt. Die Tendenz der Entladung, sich stationär aufrecht zu erhalten, mit anderen Worten, eine „Selbststabilisierung“ als gegeben vorausgesetzt, kann man dann z. B. folgern: In demselben Gas ist an verschiedenen Kathoden der normale Kathodenfall um so kleiner, je ergiebiger an der Kathode die Elektronen-auslösung durch Ionenstoß ist; dies gibt in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung Beziehungen zwischen der Größe des normalen Kathodenfalls und einer Eigenschaft des Kathodenmaterials, die man etwa als „Elektronenemissivität“ bezeichnen kann und die ihrerseits in Verbindung steht mit der Stellung im periodischen System, mit der lichtelektrischen Aktivität, mit der roten Grenzwellenlänge des Photoeffekts usw. Ein anderes Beispiel: Wenn man die Gasdichte ändert, wird mit den mittl. freien Trägerweglängen auch die Ausdehnung des Raumladungsgebietes vor der Kathode geändert. Dann muß sich auch die normale Stromdichte mit der Gasdichte ändern und zwar in demselben Sinne wie die Gasdichte; denn es muß die positive Raumladungsdichte größer werden, wenn die Ausdehnung der Raumladungsschicht kleiner wird und trotzdem der Kathodenfall unverändert den normalen Wert beibehalten soll. Es sind das natürlich nur die einfachsten Beispiele und es lassen sich Überlegungen solcher Art mannigfach variieren und zum Teil — wie dies GÜNTHERSCHULZE und der Verfasser getan haben — noch sehr viel weiter durchführen. Allen gemeinsam ist aber, daß implizite stets sozusagen eine „Zielstrebigkeit“ der Entladung irgendwie vorausgesetzt wird. Daran ändert auch nichts die von HOLM entdeckte Möglichkeit, durch potentialtheoretische Ähnlichkeitsbetrachtungen die Folgerungen teilweise exakter gestalten zu können; man findet z. B., so daß an ebenen Kathoden  $j_n$  proportional  $p^2$  an dünnen zylindrischen Kathoden proportional  $p$  ist, „wenn der Kathodenfall bei der Druckänderung konstant gleich  $V_n$  bleibt“.

2. Auf der zweiten Stufe treffen wir Arbeiten (von COMPTON, GÜNTHERSCHULZE, WILSON u. a.) an, in denen die Entstehung des Kathodenfalls  $V$  aus Raumladungswirkungen im Mittelpunkt der Fragestellung steht. Die Poissonsche Grundgleichung der Potentialtheorie ist hier der Ausgangspunkt, die Dunkelraum = Fallraumdicke  $d$  dient zur Festlegung der Randwertbedingungen und die Stromdichte  $j$  kann mit der Raumladungsdichte  $\rho$  in Beziehung gesetzt werden, wenn man die Geschwindigkeiten  $v$  der Ladungsträger und die Stromverteilung kennt, d. h. die Aufteilung des Gesamtstromes in den Elektronen- und den Ionen-

strom  $j_+$  und  $j_-$ . Das Schema, nach dem diese Theorien aufgebaut sind, läßt sich für das lineare Problem (ebene Kathode) aus den Gleichungen erkennen.

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} = -4\pi \rho$$

$$\rho = \frac{j_+}{v_+} - \frac{j_-}{v_-}$$

$$j = j_+ + j_-.$$

Die Trägergeschwindigkeiten hat man sich hierin implizite gegeben zu denken als Funktionen von  $x$ , bzw. als funktionell zusammenhängend mit dem Potential  $\varphi(x)$ ; außerdem muß noch eine weitere funktionelle Beziehung zwischen den beiden Teilstromdichten  $j_+$  und  $j_-$  gegeben sein, welche die Verkoppelung der beiden Trägerlawinen beschreibt. Diese Zusammenhänge anzugeben ist die eigentliche Aufgabe der Theorien. Die Integration der ersten Gleichung gibt nach Elimination von  $j_+$ ,  $j_-$  und  $\rho$  dann  $\varphi$  als Funktion von  $x$ , das Integral enthält den Parameter  $j$  und zwei Konstante, die aus den Randbedingungen zu bestimmen sind und damit als zweiten Parameter die Größe  $d$  hereinbringen, so daß man als Endergebnis erhält

$$V = V(j, d).$$

Wir wollen hier absehen von den Unzulänglichkeiten der bisher vorliegenden Theorien dieser Art, die alle auf unbefriedigenden Ansätzen für die Trägergeschwindigkeiten oder die Teilstromdichten beruhen. Teils werden unmittelbar die bekannten Ansätze für Trägerströme im Vakuum übernommen, teils werden die Ansätze der TOWNSENDschen Zündspannungstheorie benutzt u. dgl. Wir wollen auch absehen von allen den Schwierigkeiten, die mit einer Erklärung der Glimmsaum-schärfe und der spektraloptischen Befunde zusammenhängen und nur auf das im Rahmen des engeren Themas Wesentliche eingehen. Dann haben wir es hier also zu tun mit Theorien, die zunächst eine Beziehung zwischen dem Kathodenfall, der Stromdichte und der Dunkelraumdicke liefern. Damit ist aber, selbst wenn wir die Richtigkeit der Ableitung im einzelnen einmal annehmen und über die genannten Mängel hinwegsehen, nur ein erster Schritt getan. Denn eine der beiden Größen  $j$  oder  $d$  ist zwar anzusehen als die unabhängige, durch die Versuchsbedingungen gegebene Variable, die andere aber ist überzählig; es fehlt somit noch eine Bedingung, die eine zweite Verknüpfung zwischen zweien von den drei  $V$ ,  $d$ ,  $j$ -Größen ermöglicht. Es fehlt mit anderen Worten auch hier die Formulierung der Eigenschaft der Entladung, die wir bereits früher als Selbststabilisierung oder dergleichen voraussetzen mußten. Dabei war bisher zudem stets nur die Rede von Kathodenfall, Stromdichte usw. im allgemeinen und die Ansätze gelten ebenso für die kontinuierlichen Werte des anomalen wie für den normalen Kathodenfall im speziellen. Jene Bedingung muß zum Ausdruck bringen, daß die Ausbeute an der Kathode 1 ist und gibt dann

eindeutig  $V$  in Abhängigkeit von  $j$ . Man kann sie zwar noch nicht explizite formulieren, weil die Kenntnis des Mechanismus der Elektronenbefreiung aus der Kathode fehlt, aber man kann sie z. B. folgendermaßen allgemein aufstellen. Die Zahl der von einem aus der Kathode ausgetretenen Elektron mittelbar und unmittelbar gebildeten und zur Kathode zurückkehrenden Ionen sei  $N(V, d)$ ; diese befreien aus der Kathode  $N \cdot f(V, d)$  Elektronen, so daß also  $Nf = 1$  sein muß. Wir haben also zusammen jedenfalls zwei Gleichungen für  $V, j$  und  $d$

$$V = V(j, d) \quad N(V, d) \cdot f(V, d) = 1$$

und erkennen daraus nun deutlich, daß es im Rahmen dieser Theoriengruppe nicht möglich ist, den normalen Kathodenfall zu erklären. Es ist dazu noch eine weitere Bedingung notwendig, und zwar eine Bedingung, die offenbar aus Raumladungsbetrachtungen und aus der Forderung der Stationarität der Entladung allein nicht zu erhalten ist.

3. Auf der dritten Stufe der theoretischen Erfassung der kathodischen Vorgänge spielt nun gerade die Ausfüllung dieser Lücke die Hauptrolle; es handelt sich nun nicht um eine Theorie des Kathodenfalls im allgemeinen, sondern um die Erklärung des normalen Falles im speziellen. Von zwei Seiten her wurde bis jetzt versucht, weiter vorzudringen. Unmittelbar auf das Ziel, nämlich auf die Formulierung der noch fehlenden dritten Bedingung, ist kürzlich COMPTON in einer sehr interessanten Arbeit losgegangen; auf einem scheinbar indirekten Wege hatte DÄLLENBACH das Problem in Angriff genommen durch seine allgemeine und bisher wohl am tiefsten gehende Analyse der Trägerlawinen. COMPTON stellt als Forderung, deren Erfüllung von den allgemeinen Größen  $V, j$  und  $d$  zu den speziellen  $V_n, j_n$  und  $d_n$  führt, die auf, daß von allen möglichen zu einer Stromdichte  $j$  führenden (durch Raumladungswirkungen bedingten) Potentialverteilungen die „günstigste“ beim normalen Kathodenfall vorliegt, d. h. diejenige, die für jeweils dieselbe Potentialdifferenz zur Erzeugung der meisten Ionen führt und deshalb mit einem Minimum von Energieaufwand verbunden ist. Wenn die Stromstärke erhöht wird, bleibt entweder — nämlich bei noch nicht vollständig bedeckter Kathode — diese günstigste Potentialverteilung bestehen und es bleiben

$$j = j_n \quad \text{und} \quad V = V_n$$

konstant, oder — wenn die Kathode bereits vollständig bedeckt war — es steigt  $j$  über den normalen Wert  $j_n$  und es muß dann der Kathodenfall steigen, um nun trotz der neuen, weniger günstigen Potentialverteilung die erforderlichen Ionen erzeugen zu können. Die Durchführung der an sich naturgemäß nicht ganz einfachen Rechnungen gelingt allerdings nur näherungsweise und vor allem nicht konsequent im Sinne des skizzierten Programms, weil wieder-

um alle Unterlagen für die rechnerische Erfassung der Elektronenauslösung an der Kathode durch Ionenstoß fehlen. Es ist aber durch diese Extremalbedingung sicher ein neuer und fruchtbarer Gesichtspunkt in die Theorie eingeführt, der vielleicht die noch bestehende Lücke zu schließen geeignet ist; auch die quantitativen Ergebnisse der Untersuchung COMPTONS berechtigen jedenfalls zu einigem Optimismus. Die Arbeit von DÄLLENBACH bringt zunächst eine aufschlußreiche Diskussion des schon lange bekannten auffallenden Zusammenhangs zwischen der Größe des normalen Kathodenfalls und der Größe der TOWNSENDSCHEN Zündspannung sowie einer Erweiterung der TOWNSENDSCHEN Überlegungen zur Formulierung der Bedingung für das stationäre Bestehen einer selbständigen Entladung auf den Fall, daß die Weglänge nicht mehr klein ist gegen die Dicke des kathodischen Raumladungsgebietes (Ersatz der Differentialgleichung TOWNSENDS durch eine Integralgleichung). Das ist aber für uns nicht das Neue und Wesentliche. Wichtiger scheint mir in dem eben interessierenden Zusammenhang der Hinweis auf die (übrigens schon vorher von GÜNTHERSCHULZE in ihrer fundamentalen Bedeutung erkannten und experimentell untersuchten) sog. „behinderten“ Entladungen zu sein. Nähert man bei konstanter Stromdichte die Anode der Kathode, so fällt zuerst die Entladungsspannung aus hier nicht interessierenden Gründen ab, geht dann aber durch ein flaches Minimum und steigt steil wieder an. Das Spannungsminimum sei  $e$ , der zu ihm gehörende Elektrodenabstand sei  $s$ ;  $e$  und  $s$  sind bei konstanter Gasdichte Funktionen der Stromdichte. Man wird  $s$  zu deuten haben als die Dicke der kathodischen Ionisationszone und  $e$  als den Kathodenfall — der sich so frei von den Fehlern der üblichen Sondenmethoden bestimmen läßt — und wird natürlich sogleich zu der Frage geführt, wie die Dinge bei eben vollständig bedeckter Kathode liegen. Trägt man  $s$  und  $e$  in Abhängigkeit von  $j$  auf, so wird nach den Angaben DÄLLENBACHS  $e$  nicht, wie bisher wohl stets angenommen wurde, mit abnehmendem  $j$  von  $j = j_n$  an konstant, sondern es geht durch ein Minimum und steigt dann auf einem fallenden Zweig der  $(e, j)$  „Charakteristik“ wieder an;  $s$  nimmt dabei kontinuierlich zu. Es stellt sich also der normale Kathodenfall als das Minimum der genannten Charakteristik dar. Eingehende Messungen und insbesondere eine Untersuchung des fallenden Charakteristikenzweiges auf Schwingungsfreiheit sind zwar noch dringend notwendig, es scheint aber eine Unterschreitung des normalen Stromdichtewertes tatsächlich möglich zu sein, sozusagen auf Kosten der im Kathodenfallgebiet liegenden Spannungsdifferenz  $e$  und der Ausdehnung  $s$  dieses Gebietes, und es scheinen jetzt für die ohne besondere Vorsichtsmaßregeln stets zu beobachtende automatische Einstellung der normalen Werte  $j_n$  und  $V_n$  also Stabilitätsgründe das Maßgebende zu sein.

4. Man kann nun aber die früher genannte konservative Tendenz der kathodischen Entladungssteile bei nicht vollständig bedeckter Kathode noch von ganz anderer Seite her ansehen. Alle bisherigen theoretischen Versuche beziehen sich nämlich implizite auf unendlich ausgedehnte Kathodenflächen, sie betrachten eines der unter sich als vollkommen gleichartig vorausgesetzten Bedeckungselemente und versuchen den normalen Zustand auszuzeichnen durch eine Zusatzbedingung. Demgegenüber drängt sich schon bei einer nicht theoretisierenden, sondern rein beobachtenden Betrachtung des früher geschilderten Abbaus und Anbaus der Bedeckung bei Änderungen der Stromstärke der Gedanke auf, daß hier typische Randeffekte, d. h. Vorgänge in der Randzone der Bedeckung, in maßgebender Weise tätig sind und daß gerade in dieser Randzone — die bisher überhaupt außer Diskussion geblieben war — des Rätsels Lösung zu suchen sei. Es möge für das Folgende das Kathodenfallgebiet zur Vereinfachung der Darstellung schematisch wiedergegeben sein durch eine mit positiver Raumladung erfüllte Zylinderscheibe, deren Basisfläche auf der (ebenen) Kathode liegt und eine mit der Raumladung gleich große negative Oberflächenladung trägt. Im Inneren dieser Scheibe verlaufen die Kraftlinien normal zur Basis, an den Rändern aber weichen sie (ähnlich wie in dem bekannten Kraftlinienbild für den Plattenkondensator) in den Außenraum in einem

Streifeld übergreifend ab, wie man dies durch eine Spiegelung an der Kathode leicht einsieht. Das Feld hat hier also eine radiale Komponente. Es diffundieren aus gaskinetischen und elektrischen Gründen die Ladungsträger nach außen — und zwar, wie eine genauere Überlegung ergibt, die positiven Ionen in höherem Maße wie die Elektronen — und es fließt also ständig ein Teil namentlich der positiven Ladungsträger radial aus der Bedeckung ab. Außerhalb der Bedeckung kommt es aber nicht zu neuer Bedeckungsbildung, weil das Feld dort zu schwach ist zur stationären Unterhaltung der doppelten Trägerlawine; die Entladung wird dort „zerfranst“ und erlischt. Wenn man die Stromstärke steigert, kann wohl zuerst die Stromdichte in der Bedeckung steigern, es wird dann aber die Raumladung größer und es wächst die (für die positiven Ionen nach außen gerichtete) Querkomponente des Randfeldes; umgekehrt nimmt sie ab bei einer Abnahme der Stromstärke. Man kommt so zu der Auffassung, daß die normale Bedeckung ausgezeichnet ist gerade durch das Gleichgewicht zwischen Diffusion und elektrostatischen radialen Kräften. Wenn dies Bild auch noch weit entfernt ist von einer quantitativen Theorie, scheint mir damit doch ein fruchtbarer neuer Gesichtspunkt gegeben zu sein, der handgreiflich die regulativen Kräfte erkennen läßt, die in Wirkung und Gegenwirkung die „automatische Einstellung der Entladung in einen bestimmten Gleichgewichtszustand“ veranlassen.

## Über den spezifischen Widerstand von Wismut in starken Magnetfeldern.

Von O. v. AUWERS, Berlin-Siemensstadt.

Über die umfangreichen technischen Vorarbeiten KAPITZAS zur Untersuchung der Widerstandsänderungen des Wismuts in Magnetfeldern ist in den NATURWISSENSCHAFTEN wiederholt berichtet worden; zuletzt von W. GROTRIAN, Naturwissenschaften 16, 44, 1928. Inzwischen hat KAPITZA bemerkenswerte Ergebnisse seiner physikalischen Untersuchungen veröffentlicht, über die hier ein kurzer Überblick gegeben werden soll.

Die  $5\frac{1}{2}$  Druckbogen umfassende neue Arbeit KAPITZAS<sup>1</sup> zerfällt in drei getrennte Teile. Der erste befaßt sich ausschließlich mit der Erzeugung von für die spätere Untersuchung geeigneten Wismuteinkristallen, ihren Wachstumsbedingungen und kristallographischen Eigenschaften, der zweite vornehmlich mit der Meßmethode und ihren technischen Einzelheiten und erst der dritte Teil bringt die physikalische Ernte der Überwindung kristallographischer und technischer Schwierigkeiten. Wie die früheren Veröffentlichungen KAPITZAS zeichnet sich auch diese durch die gewissenhafte Ausführlichkeit der Berichterstattung aus, so daß sich jeder Leser selber ein Urteil über die Schwierigkeiten der Untersuchung und über den trotz dieser erreichten Grade der Meßgenauigkeit bilden kann.

<sup>1</sup> Proc. Roy. Soc. Lond. (A) 119, 358–443 (1928), Nr 782.

Widerstandsänderungen des Wismuts in Magnetfeldern sind schon oft untersucht worden. Auch ihre Abhängigkeit von der Orientierung der Krystallachsen ist bekannt. Trotzdem kränken die meisten früheren Arbeiten gerade an kristallographischen Unsicherheiten. Deshalb suchte KAPITZA zunächst nach einer Methode der Krystallerzeugung, die es ihm zuverlässig ermöglichte, die Lage der Spaltflächen zur Drahtachse und mithin auch zum Stromdurchgang und Magnetfeld zu beherrschen. Während ihm dies durch Entwicklung verschiedener Rekrystallisationsverfahren, die im einzelnen in ihrer Technik beschrieben werden, weitgehend gelungen ist, ist er auf eine weitere Schwierigkeit der Erzeugung fehlerfreier Einkristalle gestoßen, die er nur zum Teil zu überwinden vermochte, nämlich feinste Risse und Sprünge. Die Rekrystallisationsverfahren beruhen hauptsächlich auf peinlichst genauer Beherrschung des Temperaturgefälles in der Wachstumszone sowohl längs wie quer zum Draht, was durch verschiedene Unterlagen, Bedeckungen und Heizmethoden erreicht wird. Die Lage der Spaltflächen zur Drahtachse wird nach Willkür durch den Winkel, unter dem der Rekrystallisationsvorgang angeimpft wird, bestimmt. Je nach der Lage der Spaltflächen  $\perp$  der  $\parallel$  zur Drahtachse waren die Einkristalle mehr oder weniger brüchig. Als Ursache erkannte

KAPITZA geringfügige Risse, deren Vorhandensein er aus Widerstandsmessungen unter Druck wahrscheinlich macht. Der Gleichstromwiderstand ohne Magnetfeld zeigte sich nämlich bei allen untersuchten Krystallen erst von einer Druckbelastung von 50 g/qmm als konstant, während er ohne diese Belastung größer ist. Die 10 gemessenen Minimalwiderstände ergaben sich  $\perp$  zur Spaltebene zu  $1,38 \cdot 10^{-4} \pm 1\% \Omega \text{cm}$  und  $\parallel$  zur Spaltebene zu  $1,07 \cdot 10^{-4} \pm 1\% \Omega \text{cm}$ . Als das Temperaturintervall, in dem die Risse entstehen, hat KAPITZA ein enges Gebiet unmittelbar unter dem Schmelzpunkt erkannt. Er nimmt hierfür eine zweite — wahrscheinlich kubische — Modifikation des Wismuts an, die gegenüber der bei Zimmertemperatur beständigen rhomboedrischen ein anderes Volumen hat, wodurch beim Erkalten die Risse unvermeidlich werden. Verschiedene ältere Beobachtungen anderer Autoren stützen diese Auffassung. Wegen der Einzelheiten der Herstellung der Einkristalle muß auf das Original verwiesen werden.

Als Meßmethode kommt bei der Kürze der Zeitdauer, für die Felder von 300 Kilogauss aufrecht erhalten werden können, von den üblichen keine in Frage, noch dazu, wo es sich um Absolutwerte von nur wenigen tausendstel Ohm handelt. Dagegen sind zwei Umstände der Messung vorteilhaft: erstens die Verwendung so großer magnetischer Feldstärken, die den untersuchten Effekt recht merklich werden läßt, und zweitens die kurze Dauer einer Messung, die es erlaubt, beträchtliche Stromstärken durch den Krystall zu schicken, ohne Erwärmung oder sonstige Störungen des Krystallgitters befürchten zu müssen. So liegt es nahe, die Widerstandsänderung oscillographisch aus Strom- und Spannungsmessungen zu bestimmen. Die ungeheuren technischen Schwierigkeiten, die hierbei zu überwinden waren, sind schon zum Teil aus früheren Veröffentlichungen bekannt. Deshalb sei hier nur darauf hingewiesen, daß für das Feld und die Messung nicht nur eine Dauer von nur  $\frac{1}{100}$  Sekunde verlangt wird, sondern vor allem, daß Anfang und Ende dieser Dauer in bezug auf das Entstehen und Vergehen des Magnetfeldes auf  $\frac{1}{5000}$  Sekunde genau justiert werden kann. KAPITZA erreicht diese Steuerung der Schalter neuerdings durch eine magnetische Koppelung, die von dem felderregenden Strom der Magnetisierungsspule selber betätigt wird. Die Einzelheiten dieser Anordnung sind ausführlich beschrieben, können hier aber nicht wiedergegeben werden, da sie den Rahmen unseres kurzen Referates sprengen würden. Gleiche Mühe verursacht der Einbau der zu untersuchenden Krystalle in das Magnetfeld, das nur einen Raum von ca. 1 qcm zur Verfügung stellte. Zug und Druck, sowie irgendwelche Störungen des Gitters durch die Befestigung der Oscillographenzuleitungen — sie geschah durch Funkenübergang — mußten bei dem Einbau in den Halter, der seinerseits großen Druckkräften durch den Paramagnetismus der flüssigen Luft ausgesetzt war, sorg-

fältig vermieden werden. In welcher Weise dies erreicht wurde, kann hier ebenfalls nicht beschrieben werden. Jedenfalls läßt die den zweiten Teil abschließende Fehlerdiskussion erkennen, daß die Experimentierkunst des Autors die möglichen störenden Einflüsse unter 2 % zu halten gewußt hat, eine Grenze, die zu unterbieten wegen der unvermeidlichen chemischen Verunreinigung keinen Sinn gehabt hätte.

Die eigentlichen Messungen verlangen eine vielfältige Variation. Nicht nur die Lage der Spaltflächen zur Stromrichtung und zum Magnetfeld muß berücksichtigt werden, sondern auch die Temperatur, die Güte des Krystallgitters, die chemische Reinheit, die mechanischen Beanspruchungen u. dgl. mehr. Dazu kommt, daß sich eine mit der Dauer des Magnetfeldes wachsende *EMK* entgegengesetzten Vorzeichens störend über die Ergebnisse lagert. KAPITZA hat es verstanden, diesen Nebeneffekt durch einen besonderen im zweiten Teil ausführlicher beschriebenen periodischen Unterbrecher zu unterdrücken. Untersucht wurden zunächst die Widerstandsänderungen des Wismuts, wenn der Strom  $\perp$  zum Magnetfeld floß. Je nach den angewandten 3 Temperaturen von  $290^\circ$ ,  $193^\circ$  und  $91^\circ \text{K}$  (entsprechend Zimmertemperatur, Äther- $\text{CO}_2$ -Gemisch und flüssiger Luft) und je nach der Güte der Krystalle ergaben sich in dem Intervall von 0—320 Kilogauss ähnliche Kurven für die Widerstandsänderung, die anfangs nach einem quadratischen, bei größeren Feldstärken nach einem linearen Gesetz verlaufen. Die kritischen Werte  $H_K$  für den Übergang von einem zum anderen Bereich, liegen je nach der Temperatur bzw. bei 260, 18 und 8 Kilogauss. Ferner ergab sich, daß die Konstante des quadratischen Gesetzes für eine gegebene Temperatur in erster Linie von dem Winkel zwischen Krystallachse und Magnetfeld abhängt, während die des linearen Gesetzes davon unabhängig ist. Die Kurven zeigen sowohl eine Abhängigkeit vom Winkel zwischen Strom und Krystallachse, wie auch zwischen Krystallachse und Feld. Die Kurven  $J \perp$  Achse liegen tiefer als die Kurven  $J \parallel$  Achse und ebenso, wenn die Spaltflächen  $\parallel H$  sind statt  $\perp H$ . Der Einfluß von Verunreinigungen und Unvollkommenheiten des Gitters macht sich sowohl im kritischen Feldwert  $G_K$  wie in seiner Abhängigkeit von der Temperatur geltend, und zwar in dem Sinn, daß bei Zimmertemperatur die thermischen Bewegungen von anderer Größenordnung als die Gitterstörungen durch Verunreinigungen oder anderes sind, während sie bei  $193^\circ \text{K}$  miteinander vergleichbar werden, so daß sich verschiedene Ausgangsmaterialien (von KAHLBAUM und HARTMANN & BRAUN) verschieden verhalten; und schließlich bei  $91^\circ \text{K}$  überwiegen die leisesten Gitterstörungen die thermische Unruhe vollkommen, weshalb die Messungen bei dieser Temperatur ungeheuer empfindlich auf Zug und Druck sind, z. B. den hohen Druck der paramagnetischen flüssigen Luft, der je nach dem Alter und mithin Sauerstoffgehalt der flüssigen Luft 15 kg/qcm betragen kann.

Ganz anders sind die Ergebnisse, wenn  $J \parallel H$  ist. Dann sind die Effekte erstens viel geringer, zweitens kaum temperaturabhängig und drittens zeigen sie alle eine Sättigungserscheinung oberhalb Werten von 60—120 Kilogauss. KAPITZA führt die geringen Effekte, die am stärksten von Spannungen und Unregelmäßigkeiten des Gitters abhängen, lediglich auf die Sprünge und Risse zurück und nimmt an, daß bei der Anordnung  $J \parallel H$  keine Widerstandsänderungen auftreten dürften. Auch können sie durch geringfügige Abweichungen von der Parallelität zwischen Strom und Kraftlinien vorgetäuscht sein.

Um vielleicht doch noch fehlerfreiere Krystalle erhalten zu können, versucht er schließlich noch, Wismutkrystalle durch Verdampfen im Vacuum herzustellen. Als Krystallisationskeime dienen ihm dabei kleine Tröpfchen, die er durch Schmelzen dünner Bleche erhält. Doch waren die Ergebnisse wenig befriedigend, da sich die Lage der Krystallachsen nicht durch die Unterlage, auf denen die Nadeln wuchsen, beeinflussen ließ. Es zeigte sich aber, daß amorphes Wismut keine Widerstandsänderung im Magnetfeld erkennen ließ, ein Ergebnis, das wohl mit älteren Beobachtungen anderer Autoren übereinstimmt, nach denen dünne, auf kalten Flächen niedergeschlagene Schichten ebenfalls ohne Widerstandsänderung bleiben. KAPITZA hält dies nicht — wie andere Autoren — für eine Folge der Schichtdicke, sondern schließt vielmehr auf den amorphen Zustand derartig hergestellter Niederschläge.

Schließlich bemüht sich der Verfasser noch um die Aufklärung der *EMK*, die im Wismutkrystall nach Stromdurchgang im Magnetfeld zurückbleibt und untersucht dafür das Verhältnis  $n = \frac{E}{JR}$

wobei *E* die *EMK*, *J* der Strom und *R* der Widerstand im Krystall ist. Er findet für das Verhältnis der *EMK* zum Widerstand Unabhängigkeit von der Feldstärke, aber Abhängigkeit von der Lage der Spaltflächen zur Stromrichtung, und zwar wird die *EMK* um so größer, je lotrechter die Stromrichtung auf den Spaltflächen steht.

KAPITZA bringt diese *EMK* mit dem ETINGHAUSEN- und NERNSTEFFEKT in befriedigenden Zusammenhang, muß dann aber den Schluß ziehen, daß nicht beide Effekte — wie gewöhnlich angenommen und für schwache Felder richtig ist — proportional mit der Feldstärke gehen.

Schließlich vergleicht er seine Ergebnisse mit den Theorien der Leitfähigkeit von J. J. THOMSON, GANS und vor allem SOMMERFELD, dessen Theorie auf der Geschwindigkeitsverteilung nach der FERMI-Statistik aufgebaut ist. Das Resultat ist wenig befriedigend. Sowohl freie Weglänge der Elektronen wie die lineare Abhängigkeit des Widerstandes von der Feldstärke bei höheren Feldern werden nicht plausibel. KAPITZA nimmt zur Milderung der Schwierigkeiten einen unmittelbaren Einfluß des Magnetfeldes auf die Vorgänge zwischen zwei Zusammenstößen eines Elektrons und Atoms an. Er kann dann durch Übertragung der Verhältnisse beim RAMSAUEREFFEKT auf den festen Leiter einige Verhältnisse im periodischen System plausibel machen. Der kritische Wert  $H_K$ , der das quadratische vom linearen Gesetz trennt, bekommt eine physikalische Bedeutung ebenso, wie Temperatureinflüsse und Verunreinigungen in den Bereich seiner Betrachtungen gezogen werden. Dabei läßt KAPITZA es offen, ob man rein klassisch von Stoßgesetzen oder wellenmechanisch von Energiestreuung an Atomen spricht. Man darf seinen weiteren Veröffentlichungen mit Spannung entgegensehen.

## Über das Strahlungs- und luftelektrische Klima in 2500 m Höhe im Vergleich zu 1500 m und zur Tiefebene.

Dem Schweizerischen Institut für Hochgebirgsphysiologie und Tuberkuloseforschung in Davos ist seit dem Jahre 1923 als Zweigstelle eine Forschungsstätte im Oberengadin, *Muottas-Muraigl*, angegliedert, die in 32 km Luftlinie von Davos zwischen Samaden und Pontresina auf 46°32' n. Br. und 9°53' ö. L. „in unerhört schöner Lage“ gelegen ist. *Muottas-Muraigl* ist leicht erreichbar durch Drahtseilbahn von der Haltestelle Punt Muraigl der Rhätischen Bahn aus. Es ist eine Gehängestation in 2456 m Höhe am Steilabhang des Piz Muraigl. An dieser Forschungsstätte, an der auch schon manche biologische Untersuchung ausgeführt worden ist, hat nun der frühere verdienstvolle Leiter des Davoser Meteorologisch-Physikalischen Observatoriums, Prof. DORNO, eine Strahlungs- und luftelektrische Messungen vorgenommen, die er kürzlich im Heft 3 der Veröffentlichungen des Schweizerischen Instituts für Hochgebirgsphysiologie und Tuberkuloseforschung mitgeteilt und bearbeitet hat<sup>1</sup>. Diese Messungen haben nicht nur hohen

wissenschaftlichen Wert; sie sind auch praktisch von großer Bedeutung, weil die Höhenlage 2500 m in mittlerer geographischer Breite für therapeutische Zwecke, also z. B. für Hochgebirgskuren, die größtmögliche Höhe ist. Wohl nur die Ostschweiz mit ihrem Sonnenreichtum und ihrem Schutz durch 4000 m überschreitende Gebirgszüge kommt in Europa dafür in Betracht.

Leider steht bisher nur ein verhältnismäßig geringes Beobachtungsmaterial zur Verfügung; es sind etwa 40 Tagesreihen in verschiedenen Jahreszeiten der optisch ungestörten Jahre 1923 und 1924 erhalten worden. Dieses Material gewinnt aber dadurch an Wert, daß DORNO sich stets auf die Basisstation Davos beziehen kann, wo ja — ich selbst habe mehrfach den Vorzug gehabt, mitarbeiten zu können — fortlaufend solche Messungen ausgeführt werden. So gelingt es,

drücklich auf die Schwächen hin. DORNOS Studie hat aber auch Vorzüge. Ich glaube daher, daß meine Zusammenstellung, die übrigens schon vor Erscheinen des BAURschen Referats geschrieben wurde, eine willkommene Ergänzung zu Herrn BAURS allgemein gehaltener Besprechung sein wird.

<sup>1</sup> Inzwischen hat Herr BAUR das DORNOSche Buch in dieser Zeitschrift besprochen. Er weist sehr nach-

in großen Zügen die Änderungen festzulegen, die im Strahlungsklima beim Aufstieg von etwa 1500 auf etwa 2500 m eintreten. Nicht zu unterschätzen ist ferner die mehr als 20jährige Erfahrung DORNOS, der ja der Bahnbrecher dieses jetzt für Ärzte und Biologen so wichtigen Forschungsweges gewesen ist.

Die Grundlagen der Messungen bildeten *meteorologische Beobachtungen*, die als solche sicher unzulänglich sind, aber doch beweisen, daß sowohl die tägliche als auch die jahreszeitliche Schwankung auf dem Gipfelhang in 2500 m meist geringer ist als im Hochtal Davos. Ganz außerordentlich tiefe Werte erreicht die relative Feuchtigkeit (Tiefstwert 5%) und damit auch in Verbindung mit den tiefen Temperaturen die absolute Feuchtigkeit. Diese übergroße Trockenheit im Verein mit der im Gegensatz zu Davos keineswegs geringen Windstärke — am stärksten beim Malojawind, dem bekannten Talwind des Oberengadins — stellt physiologisch ganz außerordentliche Anforderungen an den Menschen. Für empfindliche Kranke kommt also Muottas-Muraigl ganz sicher nicht in Betracht.

Die **Strahlung** ist in allen ihren Formen mit den guten Davoser Instrumenten gemessen worden. Die *Wärmestrahlung der Sonne*, gemessen mit dem MICHELSON-Aktinometer, schwankt noch weniger als in Davos, in der Zeit (Ortszeit) von 8—16 Uhr nur in den Grenzen 1,3—1,55. Grammcalorien pro Minute und Quadratzentimeter, mittags während des ganzen Jahres sogar nur von 1,52—1,55. Nur bei Sonnenhöhen unterhalb 10° wird der Wert 1,0 unterschritten. Die sehr hohen Mittagswerte im Winter, wo die Sonnenhöhe bis 24° sinkt, beweisen, daß in 2500 m schon die Sonnenentfernung von der Erde, die ja im Winter wesentlich kleiner ist als im Sommer, die für die Strahlung ausschlaggebende Größe wird, doch wirkt im Sommer außerdem noch der größere Wasserdampfgehalt der Atmosphäre strahlungsschwächend. Die Tabelle bringt die Zunahme der Strahlung in Grammcalorien von Potsdam (etwa 0 m Meereshöhe) über Agra bei Lugano (etwa 500 m), Davos (etwa 1500 m) bis Muottas-Muraigl (etwa 2500 m).

Jahreszeit	0—2500			
	0—500	500—1500	1500—2500	g/cal %
Frühjahr . .	0,23	0,13	0,06	0,42 38
Sommer . . .	0,06	0,08	0,11	0,35 30
Herbst . . .	0,22	0,06	0,08	0,36 30
Winter . . .	0,31	0,06	0,13	0,50 50

Im Jahresmittel scheint also die Sonne, falls keine Wolken sie behindern, in 2500 m Höhe um 37%, im Winter sogar um 50% kräftiger als in der norddeutschen Tiefebene. Der Aufstieg von 1500 auf 2500 bringt im Mittel etwa denselben Zuwachs als von 500 auf 1500 m. Die Gesamtwärmezufuhr in 2500 m ist vor allem im Winter wegen der geringeren Bewölkung noch wesentlich größer, als sich aus den Zahlen der Tabellen ergibt. Im Winter wird die Wärmezufuhr in Muottas-Muraigl etwa 4mal so groß sein als in der Tiefebene. Ebenso läßt sich aus den Messungen schließen, daß die Helligkeit der Sonne im Winter ganz wesentlich größer ist als in der Tiefebene. Die Jahresschwankung dieser Helligkeit ist noch geringer als in Davos, wo sie schon 3mal so gleichmäßig ist als in Meereshöhe.

Das *ultraviolette Sonnenlicht*, das in Muottas-Muraigl mit einer Cadmiumzelle gemessen wurde, ist an sich bekanntlich sehr viel stärkeren Schwankungen unterworfen als die Wärmestrahlung der Sonne; doch gibt auch hier Muottas-Muraigl noch etwas geringere Schwankung als Davos. Die Mittagswerte im Sommer ver-

hielten sich zu denen im Winter wie 6 : 1 (gegenüber 1,02 : 1 bei der Wärmestrahlung). Von 15° Sonnenhöhe bis 60° Sonnenhöhe stiegen in Muottas-Muraigl die Werte im Verhältnis 1 : 17 (bei der Wärmestrahlung 1 : 1,2). In gleicher Sonnenhöhe sind beim ultravioletten Sonnenlicht die Winterwerte am höchsten, die Herbstwerte übertreffen wie in Davos und an anderen Orten die Frühjahrswerte, die Sommerwerte sind am kleinsten. Ein Vergleich der Werte von 2500 und 1500 m zeigt, daß beim Aufstieg um 100 m das ultraviolette Licht zunimmt: in 60° Sonnenhöhe um 4,4%, in 30° um 7,3%, in 20° sogar um 17,5%, so daß sich also bei tiefen Sonnenhöhen bei 1000 m Aufstieg der ultraviolette Anteil mehr als verdoppelt.

Die *Wärmestrahlung des Himmels* auf eine horizontale Fläche, gemessen mit dem Ängströmschen Pyranometer, ergab sich im Sommer zu 0,09 Grammcalorien pro Minute und Quadratzentimeter, im Frühjahr zu 0,035, im Herbst zu 0,067. Das Verhältnis Sonne : Himmel betrug bei 10° Sonnenhöhe 4,3, bei 20° 8,9 und bei 40° 12,7. Ein Vergleich zu Davos zeigt, daß die Himmelsstrahlung ungefähr gleich bleibt. In der Tiefebene ist die Himmelsstrahlung beträchtlich größer, so daß hier das Verhältnis Sonne : Himmel sehr viel kleiner ausfällt. Die *ultraviolette Himmelsstrahlung* schwankte in Muottas-Muraigl weniger als die ultraviolette Sonnenstrahlung, aber stärker als die Wärmestrahlung des Himmels. Das Verhältnis Sonne : Himmel betrug hier bei 15° Sonnenhöhe nur 0,18, bei 20° 0,6 und bei 60° 1,5. Diese Zahlen zeigen, einen wie gewaltigen Anteil die Himmelsstrahlung an der gesamten ultravioletten Strahlung hat. Unterhalb 45° Januarhöhe überwiegt die Himmelsstrahlung, und zwar um so mehr, je tiefer die Sonne steht, während bei derselben Sonnenhöhe 45° die Wärmestrahlung des Himmels nur  $\frac{1}{15}$  der direkten Sonnenstrahlung beträgt. Beim Aufstieg von 1500 m auf 2500 m scheint die ultraviolette Himmelsstrahlung sich nicht wesentlich zu ändern. Einige, allerdings spärliche Messungen, die im September 1923 in 3500 m auf dem Jungfrauoch ausgeführt wurden, ergaben aber gegenüber Muottas-Muraigl eine Zunahme von etwa 20%.

Die *nächtliche Ausstrahlung*, gemessen mit dem nicht sehr verlässlichen Tulipan, lieferte für Muottas-Muraigl sehr hohe Mittelwerte für die Nacht. Größenordnung 0,1—0,2 Grammcalorien, Höchstwert in einer außerordentlich trockenen, klaren Januarnacht sogar 0,38. Sie übertrifft also die Einstrahlung am Tage um das 3- bis 4fache. Beim Aufstieg von 1500 m auf 2500 m steigert sich die Ausstrahlung in klaren Nächten um fast 30%, während sie von 0 m Meereshöhe bis 1500 m nur um etwa 20% zunimmt. Je größer die Meereshöhe ist, um so mehr steigt also der Wärmeumsatz.

**Lufterlektrizität.** Messungen des *Potentialgefälles*, die mit zwei Poloniumkollektoren und WULFSchem Zweifadenelektrometer von etwa 6—20 Uhr ausgeführt wurden, ergaben 4—5 mal so hohe Werte als in Davos. Die Winterwerte waren wie an anderen Orten höher als die Sommerwerte. Die tägliche Schwankung hatte im Winter und Frühjahr eine einfache Periode mit Höchstwerten am Nachmittage und Tiefstwerten, die wahrscheinlich vor Beginn der Messungen frühmorgens eintraten, in der wärmeren Jahreszeit dagegen eine doppelte Periode mit dem Hauptmaximum um 9—10 Uhr, tieferen Mittagswerten und einem zweiten, kleineren Maximum am Spätnachmittage. Muottas-Muraigl verhält sich als Gehängestation also im Sommer anders als eine Gipfelstation, z. B. die Zugsspitze, die das ganze Jahr eine einfache tägliche Periode besitzt. Bei Malojawind war das Potentialgefälle, das sonst

vor allem an klaren Tagen dauernd Einzelschwankungen zeigte, sehr gleichmäßig.

Das *Leitvermögen der Luft*, 3mal täglich mit dem GERDIEN-Apparat gemessen, ergab Werte, die etwa 3mal so hoch als in Davos und fast 10mal höher als in der norddeutschen Tiefebene waren. Merkwürdigerweise traten die größten Werte im Januar auf, während die Sommerwerte gedrückt waren. Sonst ist es bekanntlich umgekehrt; doch ist wohl das Beobachtungsmaterial in Muottas-Muraigl noch zu gering. Die Morgenwerte waren fast stets am höchsten, die Mittagswerte am kleinsten, ebenso wie in Davos. Recht groß war der Überschuß des positiven Leitvermögens über das negative, Verhältnis beider 1,68 gegenüber 1,13 im Hochtal Davos. Offenbar werden in Muottas-Muraigl ähnlich wie an den Gipfelstationen die positiven Ladungen durch das starke Erdfeld angehäuft.

Weil sowohl Potentialgefälle als auch Leitvermögen erheblich höher sind als in Davos, wird der *Vertikalstrom*, der dauernd aus der Atmosphäre in die Erde fließt, in Muottas-Muraigl 12 — 15mal größer als in Davos.

Auch die zahlreichen physiologischen Messungen, die DORNO ausgeführt hat, zeigen, daß, verglichen mit dem Davoser Hochtal, die Muottas-Muraigl-Werte außerordentlich hoch ausfallen. Die Morgen- und Abendwerte sind ungefähr aufs Doppelte, die Mittagswerte um die

Halfte erhöht, doch ist die Tagesschwankung kleiner. Jedenfalls stellt die Höhe 2500 m ganz außerordentlich große Wärmeansprüche an den Menschen.

Am Schluß bespricht DORNO die *physiologischen Wirkungen der Luftpolektrizität*. Selbst der in Muottas-Muraigl sehr erhöhte natürliche Vertikalstrom reicht nicht entfernt an die Wirkung heran, die man durch künstliche Wirkungen, z. B. durch hydroelektrische Bäder erzeugt. Die physiologische Wirkung der natürlichen luftpolektrischen Ströme auf den Menschen ist also gleich Null, jedenfalls wird sie direkt nicht gespürt. Nun ist aber andererseits zu beachten, daß im Hochgebirge wegen der großen Trockenheit sich die natürliche Elektrisierung des Menschen gegenüber der Tiefebene um ein Vielfaches erhöht. DORNO weist das durch Versuche nach, die er in Davos im Zimmer mit Versuchspersonen ausführte. Auch diese erhöhte Elektrisierung wird, von Ausnahmen abgesehen, vom Menschen nicht empfunden. DORNO stellt dann noch Betrachtungen an, die er selbst als spekulativ bezeichnet, über den elektrischen Austausch zwischen dem „Zellenorganismus“ und der Außenwelt. Er spricht z. B. von der Möglichkeit, chemische und biologische Prozesse im Organismus durch positive und negative Ionenströme zu ersetzen und vielleicht sogar künstlich zu beeinflussen.

K. KÄHLER, Berlin-Potsdam.

### Zuschriften.

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

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

#### Zur Theorie des Ramaneffekts.

In dem vorzüglichen Bericht über die RAMANSCHEN Entdeckung, den Herr P. PRINGSHEIM im letzten Heft (Nr. 31) dieser Zeitschrift veröffentlicht hat, wird auch erwähnt, daß die Theorie den Effekt vorhergesagt hat. Der erste Hinweis aus dem Jahre 1923 stammt von Herrn SMEKAL, der nun im selben Heft (Nr. 31) zu den Beobachtungen von RAMAN und KRISHNAN sich äußert. Herr PRINGSHEIM erwähnt ferner, daß KRAMERS und HEISENBERG die Erscheinung vom Standpunkte der KRAMERSCHEN Dispersionstheorie diskutiert haben, die auf einer korrespondenzmäßigen Übertragung der klassischen Dispersionsformel beruht. Endlich bemerkt Herr PRINGSHEIM: „Die neue SCHRÖDINGERSCHEN Wellenmechanik dagegen scheint ihnen (den Beobachtungen über die relativen Intensitäten der Linien) zu widersprechen.“ Dieses Urteil ist vollkommen gerechtfertigt, wenn man mit PRINGSHEIM die Formeln der quantenmechanischen Dispersionstheorie in der Weise interpretiert, wie es Herr SCHRÖDINGER vorgeschlagen hat. Doch ist diese Auffassung schon durch andere Schwierigkeiten widerlegt und muß durch die statistische Deutung der Quantenmechanik ersetzt werden. Dann fügen sich aber die Beobachtungen von RAMAN und KRISHNAN in vollkommener Weise den theoretischen Behauptungen, wie sie schon vor SCHRÖDINGER aus der Matrixformulierung der Quantenmechanik<sup>1</sup>

gewonnen worden sind. Der Satz von Herrn PRINGSHEIM: „Es ist der hier vorliegende Fall nur ein besonders auffälliges und deutliches Beispiel für eine Schwierigkeit, die auch auf anderen Gebieten der Optik für die Auslegung der Wellenmechanik sich zeigt“, ist also kein Einwand gegen die Quantenmechanik als solche, sondern nur gegen eine spezielle Interpretation. Im Gegenteil: Die RAMANSCHEN Entdeckung ist in vollem Umfange von der Quantenmechanik vorhergesehen worden und kann von ihr als Bestätigung in Anspruch genommen werden.

Göttingen, den 2. August 1928.

M. BORN.

#### Zu der Mitteilung: „Ein neuer Einblick in die Form der Moleküle der Zellulose und der Polymerisate“, von J. R. KATZ und P. J. P. SAMWEL<sup>1</sup>.

Schon vor einiger Zeit haben V. P. BARTON und F. L. HUNT<sup>2</sup> in dem U. S.-Bureau of Standards Versuche derselben Art mit Cellulosenitrat (Celluloid) mitgeteilt, wie sie von den oben Genannten beschrieben werden. BARTON und HUNT schließen auch bereits auf eine Dicke des „Molekularkomplexes“, die nicht mehr beträgt als 10 Å.E.

Berlin-Dahlem, den 27. Juli 1928.

R. O. HERZOG.

<sup>1</sup> M. BORN, W. HEISENBERG und P. JORDAN, Z. Physik 35, 557 (1926).

<sup>2</sup> Naturwiss. 16, 592 (1928).

<sup>2</sup> Nature (Lond.) 13. Dez. 1824, 861.

### Besprechungen.

WEBER, MAX, *Die Säugetiere*. Einführung in die Anatomie und Systematik der rezenten und fossilen Mammalia. Zweite Auflage. Jena: G. Fischer 1927 und 1928. Bd. I: Anatomischer Teil. Unter Mitwirkung von H. M. DE BURLET. IX, 444 S. und

316 Textfiguren. Preis geb. RM. 24.50. Bd. II: Systematischer Teil. Unter Mitwirkung von O. ABEL. XXIV, 898 S. und 573 Textfiguren. Preis geb. RM. 47.50.

Nach einem Vierteljahrhundert ist endlich der

„neue Weber“ erschienen, jetzt zweigeteilt, 1375 Seiten stark und mit 889. Abbildungen versehen (gegen 878 Seiten und 567 Abbildungen der ersten Auflage 1904). Anlage und Einteilung des Werkes sind die gleichen geblieben; neu hinzugekommen sind im ersten Band die Abschnitte: „Vegetatives Nervensystem“ und „Organe mit innerer Ausscheidung, endokrine Drüsen“. Der systematische Teil, jetzt zu einem dicken Buch angeschwollen, weist stärkere Veränderungen auf; hier drängen sich stammesgeschichtliche Erwägungen und die „Vorgeschichte“ der einzelnen Gruppen, seien sie nun fossil, rezent oder beides, augenfällig in den Vordergrund. Die Paläontologie hat, äußerlich gemessen, den Löwenanteil an der Stoffvermehrung. Dem Zoologen wird dies willkommen sein. Obwohl auch im ersten Band das Streben nach paläomorphogenetischer Darstellung unverkennbar ist, hätten wir doch gerade hier eine stärkere Berücksichtigung der neueren und gesicherten Tatsachen der Paläontologie gewünscht, also dem ersten Band noch mehr historische Begründung der vergleichend-anatomischen und embryologischen Ergebnisse, dem zweiten weniger „Genealogie“ und Artvergangenheit. Allerdings muß zugegeben werden, daß die Paläontologie noch immer eine vorwiegend extensiv arbeitende Wissenschaft ist, die zwar täglich ihren Formenschatz mehrt, aber meist für den vergleichenden Anatomen und Systematiker nicht intensiv oder exakt genug. Ich denke im vorstehenden an die Geschichte des Säugetierschädels, die Entstehung des Kiefergelenks, an die Geschichte markanter Anpassungserscheinungen, an die Phylogeneese der Wirbelsäule, des Bewegungs skeletts, die Ableitung der Zahnformen durch W. K. GREGORY, M. HERTZ u. a., an die Strukturgeschichte des Primaten- und Rodentiergebisses, an das Rüsselproblem bei fossilen Formen, an die vielen paläontologischen „Gesetze“ oder „Regeln“ u. a. m. Offenbar ist die Zeit noch nicht gekommen, um Neontologie und Paläontologie zu einer befriedigend einheitlichen Wissenschaft zu verschmelzen; das liegt an dem vielfach minderwertigen Rohstoff der Paläontologie, weniger an den Methoden.

Andererseits legen die riesigen Fortschritte der Säugetierkunde einem Lehrbuch wie dem in Rede stehenden die Verpflichtung knappster Darstellung auf. Der erste Band erfüllt sie, soweit Ref. es beurteilen kann, glänzend. Es ist bekannt, wie wohlabgewogen, tiefdurchdacht und auf den kürzesten Ausdruck gebracht hier alle Gegenstände auseinandergesetzt sind, wie klar auch der Stand, bis zu dem die Fragen und Probleme gefördert sind, aufgezeigt wird. Der schöne Stil und die sorgfältigen, z. T. bunten Abbildungen werden ihren Zauber auf Student wie Fachmann auch in der neuen Auflage bewahren. Der Genuß wird erhöht durch eine oft eigenartige Diktion der in Holland lehrenden Verff. (z. B. das Zeitwort beständigen).

Auch der zweite Band enthält viel Neues und Gutes, sei es in vertieften Einzelheiten oder in allgemeinen Zusammenhängen. Aber hier ist es WEBERS Mitarbeiter ABEL nicht durchaus gelungen, seinen Stil und die Auswahl der Abbildungen dem Charakter des Werkes anzugleichen. Manches Fremdartige und durch die viele Paläontologie viel Unbeständiges oder Unsicheres ist dadurch hineingeraten. Um der Einheitlichkeit und Kürze wegen bedauert Ref., daß WEBER die von ABEL geschriebenen Kapitel über die fossilen Cetaceen, die Ungulaten im weitesten Umfang und die Primaten nicht noch überarbeitet hat; Unstimmigkeiten, Wiederholungen und überflüssige Dinge hätten sich dann vermeiden lassen. (Die aberrante Sirene

*Desmostylus* unter den Monotremata und Multituberculaten zu behandeln, ist dazu eine sehr weitgehende Konzession an den Mitarbeiter.) Man vergleiche z. B. das ganz von WEBER gelieferte Kapitel „*Rodentia*“ mit dem über fossile Ungulaten; dort Meisterung des überdies sehr schwierigen Stoffes; hier nur Ansätze dazu.

Nach der Auffindung kretacischer Didelphyidae, Insectivora und anderer Monodelphia (Placentalia) stehen die *Marsupalia*, *Insectivora*, *niederer Primaten* und *Rodentia simplicidentata* im Brennpunkt der Forschung. Ihre Organisation und Taxonomie sind mit Berücksichtigung neuester zoologischer Arbeiten (z. B. über Tupajidae) vorzüglich dargestellt. Es ist freilich die Tragik der heutigen großen Lehrbücher, daß sie nie fertig und im Augenblick ihres Erscheinens schon wieder überholt oder verbesserungsbedürftig sind. Dies gilt leider von dem Kapitel über die *mesozoischen Säugetiere*, deren Auffassung und Auswertung durch die Arbeiten des genialischen G. G. SIMPSON, insbesondere dessen soeben erschienenen „Catalogue of the Mesozoic Mammalia in the British Museum“ mancherlei Änderung erleidet. Es zeigt sich nämlich, daß die triassische und jurassische Säugetierwelt für die Entstehung der höheren, d. h. tertiären und modernen Säugetiere überhaupt nicht in Betracht kommt, und es handelt sich jetzt darum, die altertümlichen und niederen Säuger zunächst in der Kreide nachzuweisen, was ja bereits an einigen Stellen (Nordamerika, Mongolei) geglückt ist. Die Theorie vom einheitlichen Ursprung der Säuger erleidet keinen Stoß; wir haben ein Kontinuum bis zu den thomomorphen Reptilien des Perm, das *staffelweise* die spezifisch säugetiermäßige Reaktionsnorm bis auf die Gegenwart weitergegeben hat.

Die Darstellung der Ordnung *Primates*, die ja weit über zoologische und anatomische Kreise hinaus Gegenstand des Ringens um naturwissenschaftliche Erkenntnis ist, zeigt am besten, wie sehr alle stammesgeschichtlichen Zusammenhänge noch im Dunkeln oder im Fluß sind. Der Zoologe gerät hier durch den fossilen Stoff in Bedrängnis, wie übrigens bei anderen Ordnungen auch, vgl. Ungulata. „Man will mit Recht durch die Taxonomie den näheren oder entfernteren verwandtschaftlichen Zusammenhang, die Genealogie, nach Möglichkeit zum Ausdruck bringen. Endgültig wird dies nur unter Zuziehung der Ergebnisse des paläozoologischen Studiums der ... Vorfahren geschehen können. Inzwischen fordern die rezenten Formen eine Klassifikation.“ Da die Paläontologie nicht die anatomische Gesamterscheinung dieser eocänen, palaeocänen und älteren Primaten zu liefern imstande ist, sondern vorerst fast nur odontologische Teilerscheinung, muß in einem zoologischen Werk, das „der Weber“ doch ist und bleiben will, der Nachdruck auf vertiefte Spezialkenntnis der rezenten Formen gelegt werden. Ref. findet, daß in bezug auf die Aufzählung ungenügend bekannt fossiler Formen (z. B. *Hesperopithecus*!) des Guten fast zu viel geschehen ist. Diese nehmen den rezenten den Platz weg. Mehr neue Abbildungen (z. B. Skelette, Gebisse, Molarenformen der Anthropomorphen) wären willkommen gewesen. (Die falsche Bezeichnung am Schema eines oberen Molaren vom Orang ist leider auch geblieben.) Das rezente Material ist dem fossilen so überlegen, daß einem zoologischen Lehrbuch seine eingehendere und verfeinerte Darstellung weit nützlicher ist. Die *Hominiden* sind (wie im ersten Band der Mensch) nicht mitbehandelt; es finden sich nur ein paar kurze Bemerkungen über *Pithecanthropus*, *Eoanthropus* und *Australopithecus*, der als junger Gorilla bezeichnet wird. Im



großen ganzen gibt die Primatenphylogenie die Ansichten von OSSENKOPP (niedere Primaten), W. K. GREGORY (Anthropomorpha) und OSBORN (Mensch) wieder.

Es sei noch einiges hervorgehoben: Die Klassifikation der fossilen *Artiodactyla* basiert ganz auf STEHLINS odontologischen Forschungen. Es scheint aber wenig glücklich, die alttertiären Stämme auf Grund der doch immerhin hypothetischen Verschiebung der Höcker der oberen Molaren derart auseinanderzureißen, daß die Bunosenodontia an den Anfang, die Selenodontia (Ruminantia) in die Mitte und die Hypoconifera und Caenotherioidea an den Schluß gestellt werden. Auch hält es sehr schwer zu glauben, daß die „zum Teil weitgehenden Ähnlichkeiten, die zwischen den Elotheriiden und den Suiden bestehen, nur als konvergente Anpassungserscheinungen, nicht aber als Beweis einer engen Verwandtschaft zu bewerten“ sind. Selbst der Anfänger wird eher geneigt sein, die lediglich wegen des aus dem Basalband entstandenen Hypoconus als Hypoconifera zusammengefaßten Dichobunidae und Elotheriidae für eine künstliche Gruppe zu halten. Die von SCHLOSSER in ZITTELS, von ABEL ziemlich stark benützten, Grundzügen getroffene Anordnung ist viel natürlicher. — Die *Ancylopoda* sind als Unterordnung beibehalten, obwohl sie doch viel richtiger als fünfte Überfamilie der Perissodactyla, als Chalicotherioidea, den Titanotherioidea beizuordnen wären.

An einem im ganzen genommen so großartigen Werke Ausstellungen zu machen, scheint kleinlich. Aber die Kritik darf nicht nur loben. Dagegen soll davon abgesehen werden, all die kleinen Fehler und Unschönheiten, die Ref. beim Durchblättern aufgestoßen sind, zu tadeln. Auf einige wesentlichere Punkte möchte Ref. jedoch hinzuweisen nicht unterlassen. Dem zweiten Band sind Tabellen der tertiären Landsäugetierfaunen Europas und Nordamerikas vorgeanstellt. Darauf sich zu beschränken, ist schwer zu rechtfertigen, denn die südamerikanischen, asiatischen und afrikanischen Faunengebiete sind nicht minder wichtig, und solche Übersichten lassen sich heute auch schon für Südamerika, Indien, Ostasien und Japan, Äthiopien, Südwest- und Ostafrika machen. Daraus hätten sich für den Abschnitt über die *geographische Verbreitung der Säugetiere* wohl neue Gesichtspunkte gewinnen lassen. Ein zweiter Punkt ist die willkürliche Benützung der Literatur. *Ein* Beispiel von vielen! In der Vorgeschichte der Cetaceen ist keine einzige Arbeit E. STROMERS zitiert. Sein Nachweis (1908), daß *Prozeuglodon* wohl nur ein Jugendstadium von *Zeuglodon Isis* oder *macrospodylus* ist, daß *Patriocetus* kaum als Ahne der Mysticeti in Betracht kommt (Neues Jahrb. f. Min. usw. 1915, I. — 136 —) und seine durch DÖDERLEIN übernommene Hypothese der Abstammung der Cetacea von *potamogaleartigen* Insectivora (1921) sind ignoriert, ebenso auch, daß er schon 1908, also lange vor den Detailarbeiten DARTS, das Gehirn von *Zeuglodon* in allem wesentlichen richtig darstellte und vor der POMPECKJS erkannte, daß die *Bulla tympanica* in manchem mehr Mysticeten gleicht. Ebenso bedauerlich ist, daß keine einzige Mitteilung STROMERS über die mitteltertiären Säugetiere Deutsch-Südwestafrikas berücksichtigt ist, obwohl sie doch soviel Neues bringen, wie die begeistert aufgenommenen Entdeckungen der Amerikaner in der Mongolei. (Z. B. Myohyracoidea, eine neue Säugergruppe; Vorfahren von *Pedetes*, *Aulacodus* und vielleicht *Bathyrgidae*; ein Ochotonide, *Australagomys*, in Südafrika; älteste Antilopidae Äthopiens, jüngste Creodontal)

Weiter gestattet sich Ref. darauf hinzuweisen, daß es im ersten Band bei vielen Figurenerklärungen zweckmäßig wäre, dem Namen des betreffenden Tieres die Familie oder Ordnung, zu der es gehört, beizufügen.

Schließlich sei noch angeführt, daß der zweite Band dieses deutschen Lehrbuches „den Förderern der Säugetierkunde“ OSBORN, MATTHEW und W. K. GREGORY gewidmet ist. W. O. DIETRICH, Berlin.

KÜKENTHAL †, W., *Handbuch der Zoologie*. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. Herausgegeben von TH. KRUMBACH. Dritter Band, erste Hälfte. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1927. 1158 S. und 1172 Abb. Preis RM 12.—.

In rascher Folge erscheinen die Lieferungen des KÜKENTHALSchen Handbuches, nun liegt neben dem 1. Band ein neuer (3, 1) abgeschlossen vor. Er enthält die Tardigraden, Pentastomiden, Myzostomiden und den Anfang der Arthropoden. Dieser Band verstärkt noch den Eindruck, den man beim Durchsehen des ersten gewann: dringend notwendig war uns eine solche zusammenfassende Darstellung des gesamten Tierreiches aus der Hand berufener Spezialisten. Eine unübersehbare Fülle von Tatsachen für die allgemeine Erkenntnis von Tierbau- und -leben steckt in diesen Einzelschilderungen. Besonders erfreulich ist die eingehende Berücksichtigung, die neben ausführlichen anatomischen (und soweit möglich physiologischen) Darstellungen auch Ökologie und Tiergeographie gefunden haben. Begrüßenswert sind auch die Abrisse über die Erforschungsgeschichte der einzelnen Gruppen. Die Illustrierung ist wieder eine ungewöhnlich reichhaltige. Der Grundstock der Tardigradenbearbeitung, der von KRUMBACH ergänzt und ausgebaut wurde, stammt von F. RICHTERS (†). Leider konnten die neuesten Forschungen von E. MARCUS an dieser Tiergruppe nicht mehr berücksichtigt werden. Die Bearbeitung der Pentastomiden stammt aus der berufenen Feder von R. HEYMONS. Besonders interessiert in diesem Abschnitt die Schilderung stark abweichender Formen, wodurch das Bild, welches man sich gewöhnlich von diesen Tieren macht, sehr abgeändert wird. In bezug auf die Verwandtschaftsverhältnisse kommt der Verf. zu dem Ergebnis, daß die Zungenwürmer trotz des Besitzes einer Chitinculicula zu keiner der verschiedenen Arthropodengruppen nähere Beziehungen aufweisen. An der Grenze von Anneliden und Arthropoden haben sie sich anscheinend schon frühzeitig abgezweigt. Die merkwürdigen, zwittrigen, aus einer Trochophora hervorgehenden und auf Echinodermen schmarotzenden Myzostomiden behandelt v. STUMMER-TREUFELS sehr eingehend, was bei dieser rel. unbekanntenen Gruppe besonders dankenswert ist. HANDLIRSCH gibt einen kurzen Grundriß der Morphologie, Physiologie und besonders der Phylogenie der Arthropoden. Hier lehnt er Peripatus als Gliedertierverfahren ab und hält ihn trotz des Besitzes von Tracheen, die nur als konvergente Bildungen aufzufassen seien, für einen hochspezialisierten Wurm. Die großen Arthropodengruppen stammen sämtlich von Trilobiten ähnlichen Formen ab. Zu den folgenden Crustaceen schrieb C. ZIMMER die allgemeine Einleitung, die mit einer sehr willkommenen Tabelle der Terminologie des Chitinskelettes und seiner Teile schließt. Die spezielle Besprechung eröffnet dann E. WAGLER mit den Phyllopoden. Die Bearbeitung der Ostracoden übernahm der Altmeister dieser Gruppe G. W. MÜLLER. Copepoden und Branchiura schildert V. BREHM, die Cirripeden H. BROCH. Die Malacostraken leitet wieder C. ZIMMER ein, von ihm stammen auch die Bearbeitungen der Mysidaceen, Cumaceen, Tanaidaceen, Iso-

poden, Ephausiaceen und der isoliert stehenden *Thermosbaena mirabilis*. Für die Leptostracen lieferte E. THIELE, für die Anaspidacea P. A. CHAPPNIS das Manuskript, während J. REIBICH die Amphipoden und R. BALSS die Decapoden und Stomatopoden betreute. Besonders hingewiesen sei noch auf die anschauliche Karte (von H. H. F. MEYER), die den Salzgehalt des Oberflächenwassers der Ozeane im Jahresdurchschnitt darstellt (S. 1157). Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis von 77 S. schließt den Band. P. SCHULZE, Rostock. BROHMER, P., P. EHRMANN und G. ULMER, **Die Tierwelt Mitteleuropas**. Ein Handbuch zu ihrer Bestimmung als Grundlage für faunistisch-zoogeographische Arbeiten. Leipzig: Quelle & Meyer 1927. 16 × 23 cm. 4. Bd. 2. Lief.: Insekten, 1. Teil. 82 S. 141 Fig. und 1 Tafel. Preis RM 5.25. VI. Bd. 1. Lief.: Insekten, 3. Teil. 70 S. 190 Fig. und 3 Tafeln. Preis RM 4.80. VII. Bd. 3. Lief.: Wirbeltiere. 61 S. 50 Fig. und 2 Tafeln. Preis RM 4.—.

Die Kenntnis der Systematik und damit auch der einzelnen Tierarten ist bei den lebenden Zoologen in stetem Schwinden begriffen. Da sie aber die unentbehrliche Grundlage nicht nur für faunistische und tiergeographische, sondern auch für vergleichend morphologische und experimentelle Arbeiten bildet, ist ein gutes Bestimmungsbuch für die gesamte im Arbeitsgebiet deutscher Zoologen einheimische Tierwelt heute noch mehr als früher ein unentbehrliches Handwerkzeug. Ein solches zu schaffen, haben sich die Herausgeber des neuen Werkes, von dem bis jetzt die drei obengenannten, je einem verschiedenen Bande entnommenen Lieferungen vorliegen, zur Aufgabe gesetzt. Das Buch wendet sich in erster Linie an Fachzoologen. Daher sind überall die neuesten Ergebnisse der Forschung berücksichtigt und bei der Namengebung die internationalen Nomenklaturregeln befolgt. Doch wird es auch Lehrern, Studierenden, Forstleuten und überhaupt allen Naturfreunden und Naturkundigen ein willkommenes Hilfsmittel sein, tiefer in die Kenntnis der einheimischen Tierwelt einzudringen, um so mehr als seine Brauchbarkeit durch ökologische, chorologische und phänologische Angaben wesentlich erhöht wird. Die Anordnung der Bestimmungstabellen ist sehr übersichtlich. Die Bearbeiter haben sich größter Knappheit befleißigt und unter Vermeidung allen Ballastes nur das für die Bestimmung Notwendige aufgenommen. Alle benutzten Termini technici finden im Text oder durch Figuren ihre Erklärung. Die Ausstattung mit Abbildungen ist, obgleich auch hier alles Überflüssige fortgelassen wurde, gut und reichhaltig. Jeder Ordnung sind ein ausführliches Literaturverzeichnis und ein Register angefügt. Die einzelnen Gruppen sind von erfahrenen Spezialisten bearbeitet. Die vorliegenden Lieferungen behandeln von Insekten die Plecoptera (SCHOENEMUND), Orthoptera (RAMME); Coleoptera (ENDERLEIN); Thysanoptera (PRIESNER) und Neuroptera (SITZ) und von den Wirbeltieren die Säuger (BROHMER). Jeder ängstliche Schematismus ist in erfreulicher Weise vermieden. Tiere von allgemeinerem Interesse sind wesentlich ausführlicher behandelt als solche, die nur den Spezialisten angehen. Unter den Säugetieren sind bei den wichtigeren Jagdtieren nicht nur die Arten, sondern auch die Varietäten berücksichtigt. Bei den Haustieren wird auf die Abstammung der einheimischen Rassen eingegangen. Das Werk ist auf 7 Bände von je 300 bis 400 Seiten berechnet, die je 20—25 Mark kosten sollen.

J. Gross, Neapel.

ZIEGLER, H. E., und E. BRESSLAU, **Zoologisches Wörterbuch**. Erklärung der zoologischen Fach-

ausdrücke. Zum Gebrauch beim Studium zoologischer, anatomischer, entwicklungsgeschichtlicher und naturphilosophischer Werke. 3. Auflage. Jena: Gustav Fischer 1925 und 1927. VIII, 786 S. und 575 Abb. 17 × 26 cm. Preis RM 28.—, geb. RM 30.—

Die beiden ersten Auflagen des Werkes sind so schnell vergriffen worden, daß schon daraus hervorgeht, daß es einem weit verbreiteten Bedürfnis entgegenkommt, und wie gut es seine Zwecke erfüllt. Der Druck und die Herausgabe der vorliegenden Auflage waren stark verzögert worden durch den Tod des ersten Herausgebers Prof. H. E. ZIEGLER. An dem bewährten Charakter des Buches hat der neue Herausgeber Prof. E. BRESSLAU nichts geändert. Eine ausführliche Besprechung erübrigt sich daher. Die seit Erscheinen der zweiten Auflage neugeschaffenen und eingebürgerten Termini sind mit großer Sorgfalt nachgetragen worden. In Zukunft würde es sich empfehlen, den Begriff „zoologische Fachausdrücke“ etwas weiter zu fassen und auch die wichtigeren physiologischen Termini eingehender zu behandeln, als es jetzt schon gesehen ist. Die jetzt in der Zoologie vorherrschende physiologische Richtung bringt es mit sich, daß der Leser zoologischer Werke und Abhandlungen beständig auf physiologische Begriffe stößt, durch deren Erläuterung der Wert des Wörterbuches sich beträchtlich erhöhen würde. Schließlich ist ja auch die Physiologie, soweit sie nicht rein medizinischen Zwecken dient, ein Teilgebiet der Zoologie.

J. Gross, Neapel.

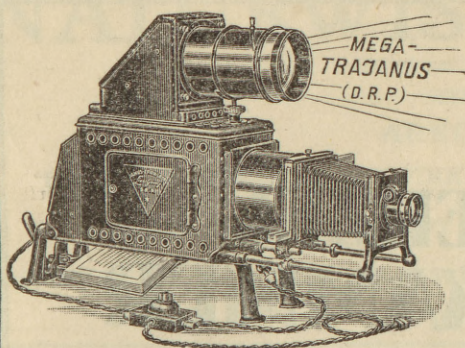
HOGBEN, LANCELOT T., **The comparative physiology of internal secretion**. Cambridge: University Press 1927. 148 S. und 37 Abbild. 14 × 22 cm. 10/6 sh.

Die Darstellung stützt sich vorwiegend auf die neueren Arbeiten britischer und nordamerikanischer Forscher. Sie gibt ein im ganzen zutreffendes, aber leider nicht vollständiges Bild unserer Kenntnisse von den Hormonwirkungen bei den Tieren verschiedener Entwicklungsstufen. Das Buch würde an Wert gewonnen haben, wenn der Verfasser das in der Literatur verstreute Material über die Wirkung der Hormone auf die Wirbellosen vollständiger herbeigeschafft hätte und wenn er die einzelnen innersekretorischen Organe nicht in so verschiedener Ausdehnung dargestellt hätte — die Keimdrüsen sind fast ganz übergangen. Das Buch ist anregend geschrieben und mit zahlreichen Abbildungen versehen. Es wird hoffentlich bei den vergleichend-physiologisch tätigen Zoologen das Interesse für die Frage hormonaler Wirkungen in der niederen Tierreihe von neuem beleben.

P. TRENDELENBURG, Berlin.

SHARPEY-SCHAFFER, Sir EDWARD, **History of the Physiological Society during its first fifty years 1876—1926**. Cambridge: University Press 1927. 198 S. Preis 15 sh.

Die im Jahre 1876 gegründete englische physiologische Gesellschaft besitzt einen bedeutsamen Anteil an der Entwicklung der zeitgenössischen englischen Physiologie. Da dieser selbst eine führende Rolle zukommt, belehrt uns die hübsche historische Darstellung des Werdeganges dieser physiologischen Gesellschaft, zumal von so autoritativer Seite wie von Sir EDWARD SHARPEY SCHAFFER verfaßt, gewissermaßen über den Mutterboden, aus dem die physiologischen Bestrebungen in England erwachsen. Wir erfahren aus dieser Schrift sehr vieles über die persönlichen Schicksale der bekanntesten englischen Physiologen und erhalten lehrreiche Einblicke in die Geschichte der Organisation eines Wissenschaftsbetriebes nach der wissenschaftlichen und menschlichen Seite hin. LEON ASHER, Bern.



# Mega-Trajanus-Epidiaskop

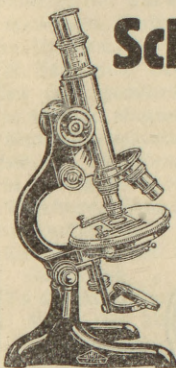
(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Dieser neue Bildwerfer wird mit Episkop-Objektiven  
**von 150 mm Linsen-Durchmesser  
 und 60 DZM. 75 cm Brennweite**  
 geliefert. Er gestattet lichtstarke Projektionen  
**von Papier- u. Glasbildern  
 auf 12 bis 15 m Entfernung**

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

**Ed. Liesegang, Düsseldorf** Postfächer  
 124 und 164

Liste und Angebot kostenlos!



## Schütz



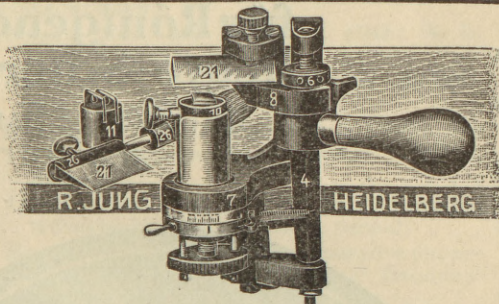
### Mikroskope

für Schule u. Wissenschaft  
 von höchster Präzision  
 liefert

**RUF & CO., KASSEL**

Nachf. d. Optischen Werke  
 A.-G.

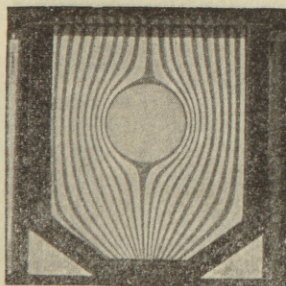
vorm. Carl Schütz & Co.



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

## Spindler & Hoyer G. m. b. H.

Mechanische und optische Werkstätten  
 Göttingen 40



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

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

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

**Seismographen und Erschütterungsmesser** nach Prof.  
 Wiechert

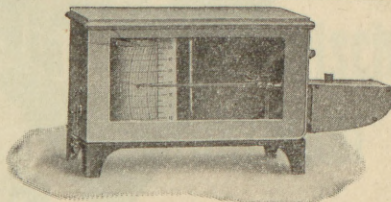
**Doppel-Monochromator für Untersuchungen im  
 sichtbaren und ultravioletten Lichtbereich** nach  
 Prof. R. Pohl

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

**Eichstandgerät für Röntgen-Dosimetrie** nach Dr.  
 Küstner

u. a. m.

Ausführliche Kataloge stehen zur Verfügung



### Registrierende

**Barometer — Thermometer — Hygrometer  
 auch kombiniert**

liefern auf Grund langjähriger Erfahrungen

**G. Lufft Metallbarometerfabrik G. m. b. H.  
 Stuttgart-N**

Verlag von Julius Springer in Wien I

Soeben erschienen:

### Histologischer Atlas von Zupfpräparaten unfixierter menschlicher Organe und Gewebe

Von

Dr. phil. et med. **Hanns Plenk**

Privatdozent für Histologie an der Universität Wien

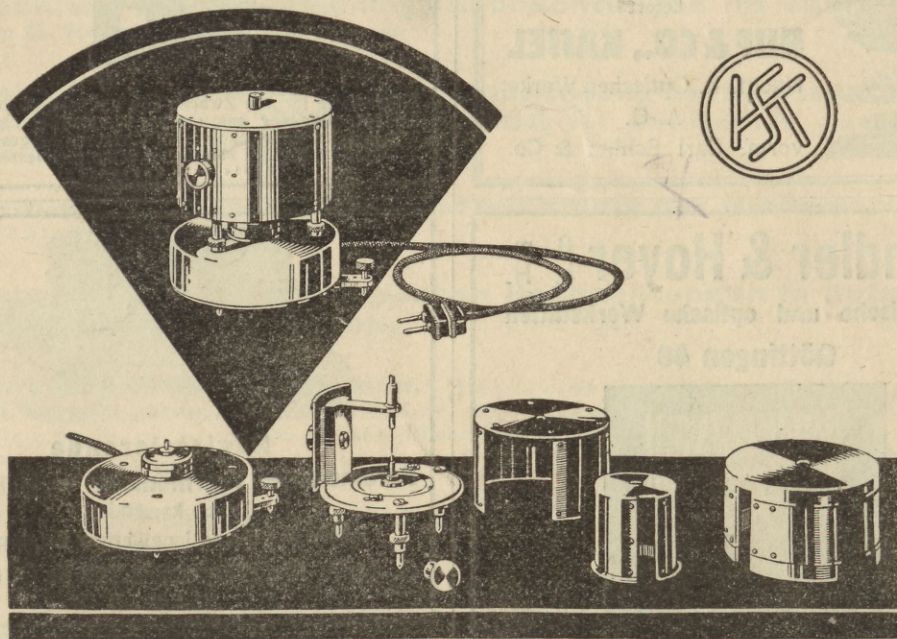
Mit 49 Abbildungen im Text und auf 28 Tafeln.

66 Seiten. 1928. Preis RM 6.—

Inhalt: Einiges über die Anfertigung und das Studium  
 frischer Zupfpräparate. — Dinge, die in den meisten  
 Zupfpräparaten vorkommen. — Eine Auswahl von  
 Geweben und Organen.

# KOCH & STERZEL AUFNAHMEKAMMER

für Röntgenaufnahmen nach  
Debye-Scherrer, Polanyi u.s.w.  
mit Zusatz für Walz- oder Faser-  
strukturaufnahmen.



## KOCH & STERZEL AKTIENGESELLSCHAFT DRESDEN

Vertretungen an allen größeren Plätzen des In- und Auslandes  
Verlangen Sie unverbindlich unsere neuesten Druckschriften.

A2-175