

Hadth, M., Hark

Stadt-
bücherei
Gibing

8. 5. 1925

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 19 (SEITE 397-420) 8. MAI 1925 DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Die ungeschlechtliche Entwicklung von Volvox. Von WALTER ZIMMERMANN, Freiburg. (Mit 3 Figuren)	397	lage. Sechster Band: Analysis. Analytische Geometrie. Siebenter Band: Stereometrie. Verzeichnisse. Von Friedrich Drenckhahn, Rostock	409
Zur Frage nach der Ursache des Dichroismus ge- färbter Fasern. Von A. FREY, Jena. (Mit 2 Figuren)	403	SCHLÖMILCH, O., Compendium der höheren Ana- lysis. 6. Auflage. Von A. Walther, Göttingen	410
BESPRECHUNGEN:			
ELSBACH, A. C., Kant und Einstein. Unter- suchungen über das Verhältnis der modernen Erkenntnistheorie zur Relativitätstheorie. Von E. Zilsel, Wien	406	HAHN, KARL, Mathematische Physik. Ausge- wählte Abschnitte und Aufgaben aus der theoretischen Physik. Von E. Lamla, Berlin.	410
REICHENBACH, HANS, Axiomatik der relativisti- schen Raum- und Zeitlehre. Von E. Zilsel, Wien	407	Röntgenspektrographische Untersuchungen an gedehnten Kautschuk und ihre mögliche Be- deutung für das Problem der Dehnungseigen- schaften dieser Substanz. I. und II. Teil (Mit 5 Abbildungen). Von J. R. Katz, Amsterdam	410
BAUCH, BRUNO, Das Naturgesetz. Ein Beitrag zur Philosophie der exakten Wissenschaften. Von E. Zilsel, Wien	409	BIOLOGISCHE MITTEILUNGEN: Seuchenprobleme. Zur Variabilität von Arianta (Helix) arbustorum Leach	412
TROPFKE, J., Geschichte der Elementarmathe- matik in systematischer Darstellung mit be- sonderer Berücksichtigung der Fachwörter. Zweite, verbesserte und sehr vermehrte Auf-		Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien 1924. Mathematisch- naturwissenschaftliche Klasse	418

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Soeben erschien:

Die Chemie des Kautschuks

Von

B. D. W. Luff, F. I. C.

Wissenschaftlicher Chemiker, The North British Rubber Company,
Limited, Edinburgh

Deutsch von

Dr. Franz C. Schmelkes

Prag

221 Seiten mit 32 Abbildungen
Gebunden 13.20 Goldmark

Sowohl auf dem Gebiete der theoretischen als auch der angewandten Chemie des Kautschuks fehlte es bisher an einem zeitgemäßen deutschen Buche, das in zusammenfassender und doch eingehender Weise über den Stand der heutigen Kenntnisse auf diesen beiden Gebieten unterrichtet. Die Nachfrage nach einem derartigen Buche wird die vorliegende Übersetzung aus dem Englischen befriedigen.

Aus dem Inhalt:

Einleitung. — Historisches. — Kautschukmilchsaft. — Kautschukgewinnung. — Plantagenkautschuk. — Die Zusammensetzung des Rohkautschuks. — Physikalische Eigenschaften des Rohkautschuks. — Chemische Eigenschaften, Konstitution und Synthese des Kautschuks. — Die Vulkanisation. — Die Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks. — Die Faktoren, welche die Vulkanisation beeinflussen. — Die Bestandteile der Kautschukmischungen. — Beschleuniger. — Die Fabrikationsmethoden. — Analysenmethoden.

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $\frac{10}{42}$ Dollar nord-amerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an
Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24,
erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{1}$ Seite 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.20 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

**Hedwig, J. Species Muscorum Frondosorum
mit Supplemente. Leipzig 1881**

wird von mir gesucht und bitte Inhaber eines Exemplares um Offerte. Ich habe stets Interesse für sonstige größere naturwissenschaftliche Werke oder geschlossene Bibliotheken.

Leipzig

Otto Harrassowitz

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Pathologie als Naturwissenschaft, Relationspathologie. Für Pathologen, Physiologen, Mediziner und Biologen. Von **Gustav Ricker**, Direktor der Pathologischen Anstalt der Stadt Magdeburg. 401 Seiten. 1924
18 Goldmark; gebunden 19.80 Goldmark

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

R. Gehm

Taschenbuch für die Färberei

mit Berücksichtigung der Druckerei

Zweite Auflage, vollständig umgearbeitet und herausgegeben

von

Dr. R. von Muralt

dipl. Ingenieur-Chemiker, Zürich

228 Seiten mit 50 Abbildungen im Text und auf 16 Tafeln. 1925

Gebunden 13.50 Goldmark

Grundlegende Operationen der Farbenchemie. Von Dr. Hans Eduard Fierz-David, Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Dritte, verbesserte Auflage. 283 Seiten mit 46 Textabbildungen und 1 Tafel. 1924.

Gebunden 16 Goldmark

Chemie der organischen Farbstoffe. Von Dr. Fritz Mayer, a. o. Hon. Professor an der Universität Frankfurt a. M. Zweite, verbesserte Auflage. 272 Seiten mit 5 Textabbildungen. 1924.

Gebunden 13 Goldmark

Die ungeschlechtliche Entwicklung von Volvox.

VON WALTER ZIMMERMANN, Freiburg.

Die vielberühmte Kugelalge Volvox wird meist in das Reich der Protisten oder einzelligen Organismen gestellt. Streng genommen ist sie aber gar nicht einzellig; ihre Zellen werden nämlich nach der Teilung nicht völlig unabhängig voneinander, sondern sie bleiben durch Plasmabrücken oder „Plasmodesmen“ zu einem hohlkugeligen Kolonieverband verbunden (s. Photographie der Fig. 1a). Hand in Hand mit dieser Wuchsform hat sich nun bei Volvox eine Arbeitsteilung der Zellen, wie bei den höheren Organismen, herausgebildet: Wir können vegetative und Fortpflanzungszellen unterscheiden.

Die große Mehrzahl der vielen hundert oder tausend Zellen einer Volvoxkugel ist teilungsunfähig und besitzt einen ausgesprochen vegetativen (lokomotorischen und assimilatorischen) Charakter. Nur einige wenige Zellen, die Gonidien (oder Parthenogonidien der älteren Autoren), besitzen die Fähigkeit, unter fortgesetzter Zweiteilung wieder zu einer Tochterkugel heranzuwachsen (Fig. 1). Diese Entwicklung zur Tochterkolonie erfolgt noch innerhalb der Mutterkolonie. Ja bevor noch die Tochterkolonien „geboren“ werden, können sich ihre Gonidien gleichfalls mehr oder weniger weit zu Enkelkolonien entwickeln, so daß also dann 3 (ausnahmsweise sogar 4) Generationen ineinandergeschachtelt sind.

Der Zellbau im einzelnen stimmt weitgehend mit dem der wirklich einzelligen Volvocales (bei Volvox aureus z. B. mit Chlamydomonas) überein. Hierauf gründet sich dann die oben erwähnte systematische Stellung der Volvox unter den Einzellern.

In den letzten Jahren sind nun einige neuere Arbeiten über Volvox erschienen. Sie haben trotz der vielen früheren Untersuchungen namhafter Biologen (z. B. GOROSHANKIN, COHN, BÜTSCHLI, OVERTON, KLEIN) unsere Kenntnis von dieser kleinen Kugelalge in einigen Punkten erheblich erweitert. Vor allem geschah dies durch die Beobachtungen des leider zu früh verstorbenen russischen Zoologen KUSCHAKEWITSCH (1922), der den äußeren Entwicklungsgang untersuchte und dabei den eigentümlichen Umstülungsprozeß entdeckte. Durch den Verf. (1921) wurden die inneren Entwicklungsvorgänge der Zelle (insbesondere typische und allotype Kernteilung) einer Untersuchung unterzogen. Ferner brachten die Arbeiten von JANET (1922, 1923) und SHAW (1916—1923) einige vorwiegend systematische und nomenklatorische Neuerungen.

Es mag am Platze sein, die sich hieraus ergebenden Grundzüge der vegetativen Entwicklung einheitlich kurz darzustellen; denn eine solche Darstellung lag im Plane keiner der genannten Arbeiten. Diese behandelten — meist unabhängig voneinander — nur Teilgebiete des Entwicklungsganges. Die entsprechen-

den Teilantworten — noch dazu mit einer verschiedenen Nomenklatur gegeben — können leicht den Eindruck von Widersprüchen erwecken, irrigerweise auch dort, wo es sich nur um verschiedene Antworten auf verschiedenartige Fragen handelt¹⁾.

Ferner seien einige Lücken, die bisher — namentlich über die zytologischen Verhältnisse bei der Umstülpung — bestanden, durch die folgende Darstellung ausgefüllt. (Angaben ohne Artbezeichnung: Volvox aureus.)

1. Die Entwicklungsperiode der Gonidie bis zum Beginn der Teilungen.

Die Differenzierung eines Gonidiums läßt sich zurückverfolgen bis unmittelbar nach der Ausbildung der Geißeln. Bis zu diesem Zeitpunkt stehen alle Zellen einer jungen Kolonie gleichgestaltet wie Palissaden dicht nebeneinander (Fig. 2a). Der grüne Chromatophor mit dem Pyrenoid (oder Stärkeherd) nimmt den einwärts gekehrten Teil der Zelle ein, auswärts liegen im Zytoplasma der Kern und die von ihm zu den Geißeln führenden Rhizoplasten. Ganz nach außen gerichtet sind die 2 Geißeln. [Näheres über Zellbau siehe ZIMMERMANN (1921).]

Zunächst unterscheiden sich die Gonidien (meist sind es 4—8 in der „hinteren“ Kugelhälfte) lediglich durch ihre etwas gesteigerte Größe und besonders durch den großen Kern. Wenn beim weiteren Wachstum die Koloniezellen auseinanderweichen, werden die Gonidien breiter (Fig. 2b), verlieren die Geißeln und vermehren ihre Pyrenoide durch Teilung, vielleicht auch durch Neubildung²⁾. So wachsen sie im Verlauf von 1—2 Tagen zur Teilungsgröße heran, die bei V. aureus 14—16 μ beträgt. Wesentlich für die Betrachtung des ganzen Entwicklungsvorganges ist, daß der vordere Zellpol (Geißelpol) nach auswärts in bezug auf die zugehörige Kolonie gekehrt ist (vgl. den Pfeil in den Figuren 2a und b).

2. Periode der Zellteilungen und der Inkurvations.

Die Furchung des jungen Gonidiums, die zur Hohlkugelbildung führt, ist eine fortgesetzte synchrone Zweiteilung sämtlicher Zellen³⁾. Zytologisch gesprochen, handelt es sich dabei stets um Längsteilungen, d. h. die Teilungsebene geht jeweils durch die Längsachse der Zelle. Da jede Teilungsebene außerdem einigermaßen senkrecht auf der vorangehenden steht, müßte dieser Teil-

¹⁾ Vgl. z. B. das Referat über KUSCHAKEWITSCH, Botan. Zentralbl. 3, 335. 1924.

²⁾ Die Neubildung von Pyrenoiden ist mir nach Lebendbeobachtung etwas zweifelhaft geworden.

³⁾ Nach älteren Angaben sollten sich vom 8-Zellstadium ab ein Teil der Zellen nicht mehr weiter teilen.

lungsprozeß allein genommen, eine Zellplatte liefern ähnlich wie bei Gonium. Schon vom Beginn der zweiten Teilung ab aber wird die bildende Platte zu einem Becher und dann zu einer Hohlkugel durch einen Prozeß, den wir Einwölbung oder „Inkuvation“ nennen wollen. Die einzelnen Zellachsen beginnen nämlich, sich einwärts gegeneinander zu neigen (Fig. 2 c und d). Bis zum 3. Zellteilungsschritt (8-Zellstadium) bilden die Zellachsen bereits einen rechten Winkel zu ihrer ursprünglichen Lage (Fig. 2 d); äußerlich genommen, erscheint daher diese 3. Zellteilung

der Mutterkolonie im wesentlichen nur durch das Fehlen der Geißeln und dadurch, daß bei der Tochterkolonie die apikalen Zellpole (durch die Lage des Kerns gekennzeichnet) kugeleinwärts liegen. Außerdem liegen die Zellen wie Pallisaden fest aneinandergedrückt und an ihrer Basis infolge unvollständiger Zellteilung durch Plasmodesmen verbunden.

Die Zahl der Zellteilungen schwankt. Bei *Volvox aureus* ergeben meist 11 Teilungen $2^{10} = 1024$ Zellen (seltener 512 oder 2048 in 10 oder 12 Teilungen). *Volvox globator* bildet mit

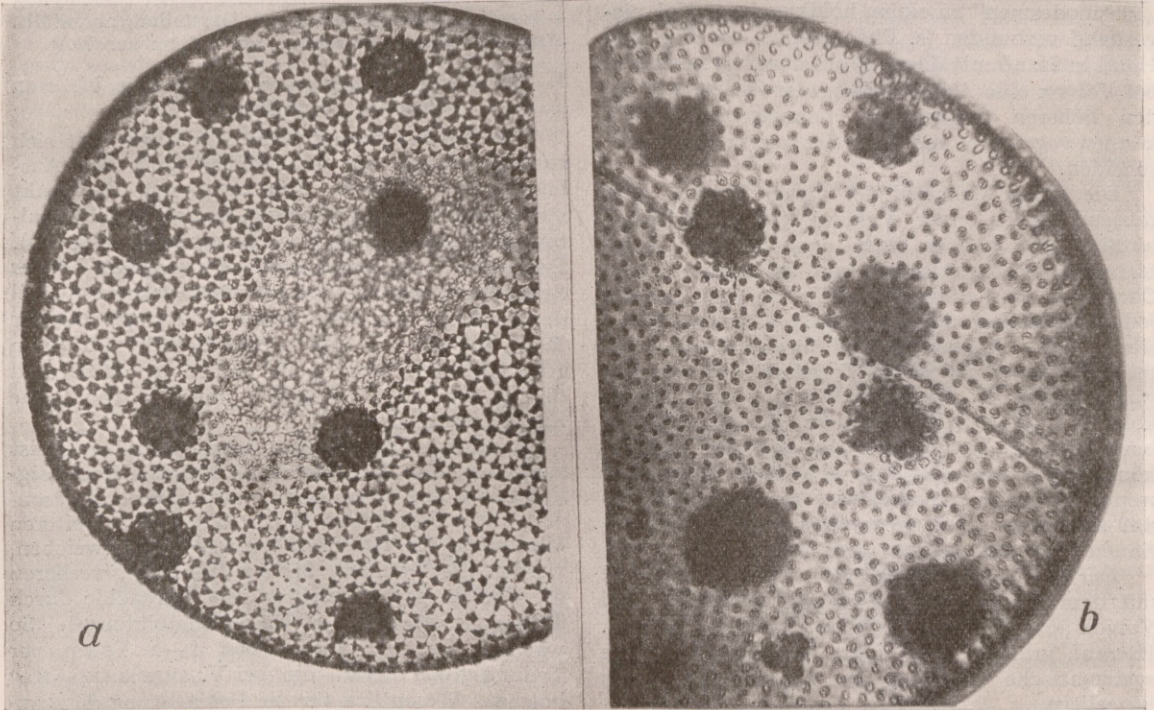


Fig. 1. Zwei ältere Kolonien von *Volvox globator* mit Tochterkolonien (vorwiegend 64er und 128er Stadium), nur die hintere Kugelhälfte sichtbar.

Die Anordnung von 8 Gonidien in 2 alternierenden Reihen ist typisch für *V. globator*.

a) normale Form (Kulturlösung p_H 6,1),

b) „Merillosphaera-Form“ (= Merillosphaera Shaw) (Kulturlösung p_H 7,8 durch Zusatz einer Mischung $Ca(OH)_2 + KOH$ in 24 Stunden erhalten. Vergrößerung 140 mal.

als Querteilung, wie die älteren Beobachter ohne Kenntnis der zytologischen Verhältnisse auch angegeben haben.

Im weiteren Verlauf des Furchungsprozesses verstärkt sich diese Inkuvation der Zellachsen immer mehr, wie wohl die Figuren 2 e und f ohne weiteres erkennen lassen. Eine kleine Öffnung nach auswärts behält die so entstehende Hohlkugel allerdings immer (= „Ostium“, s. Fig. 2 f). Die junge Tochterkolonie, die bis dahin in der wachstumsfähigen Membran des Gonidiums eingeschlossen bleibt¹⁾, unterscheidet sich somit von

¹⁾ Vgl. die Photographien 3 b, c usw.

einigen weiteren Teilungsschritten regelmäßig mehrere Tausende von Zellen.

Über das zytologische Detail der Zell- und Kernteilung, das im großen und ganzen das Bild des allgemeinen Volvocalestyps¹⁾ gibt, habe ich mich bereits ausführlicher geäußert (ZIMMERMANN 1921). Ich möchte daher hier nur auf die *Zentriolfrage* eingehen, zumal diese vielumstrittene Frage auch ein über die Volvocales hinausgehendes Interesse besitzt.

Daß auch bei *Volvox* ein irgendwie ausgezeichnetes Strahlungszentrum vorhanden sein muß, ergibt sich schon als Postulat aus der gegen die Pole spitz kon-

¹⁾ Einige Zell- und Kernteilungsbilder sind in den Figuren wiedergegeben.

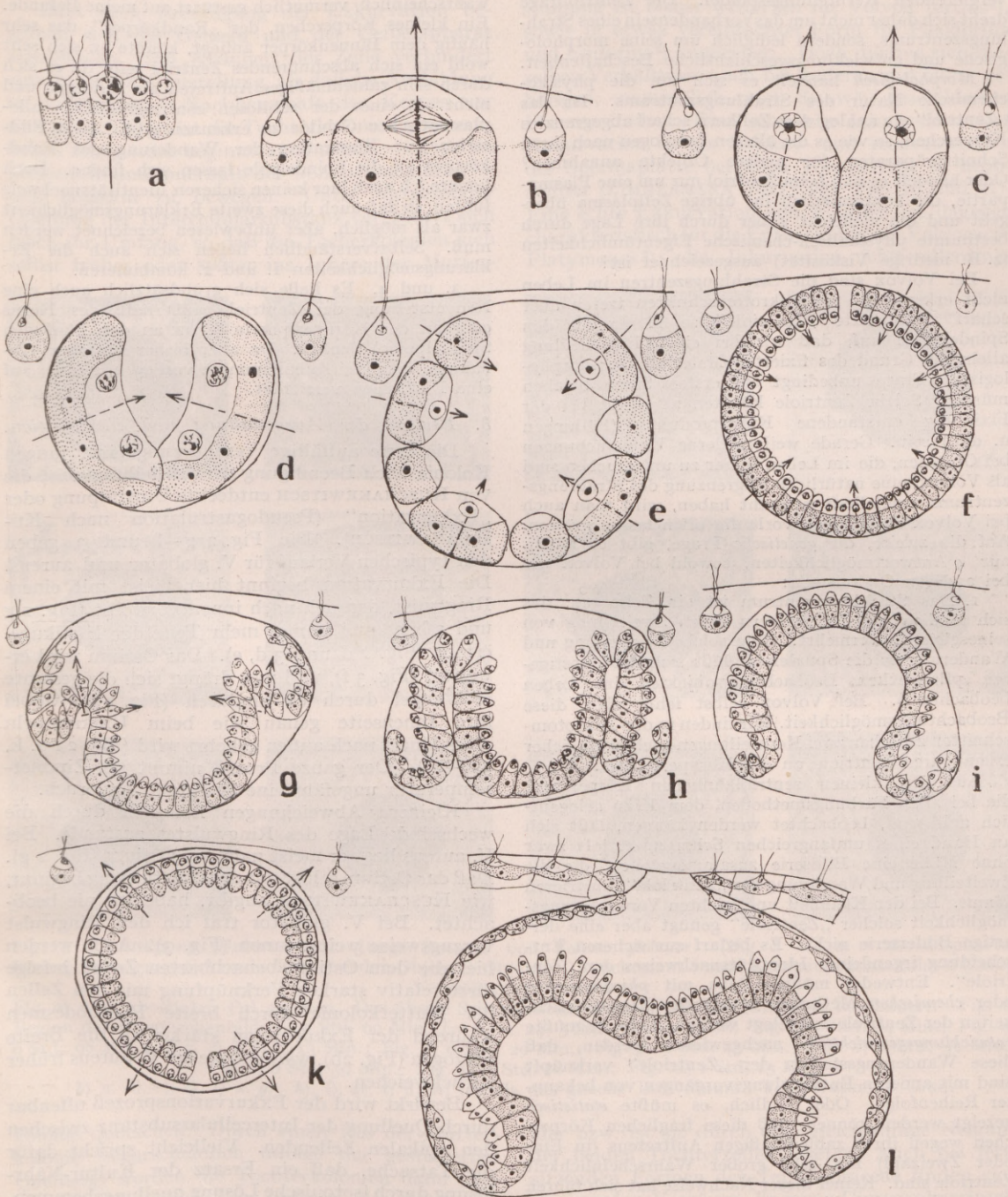


Fig. 2. Entwicklung einer Volvox-Kolonie. a-k *V. aureus* Ehrenb.

a-b) *Gonidienentwicklung*. a) 5 Zellen einer ausgebildeten Kolonie, die mittelste = ganz junges Gonidium.
 b) herangewachsenes Gonidium in seiner ersten Kernteilung.
 c-f) *Inkursion*. c) Zweizell-Stadium; d) Vierer-Stadium (unmittelbar nach Kernteilung. e) 32er-Stadium;
 f) 1024er-Stadium nach der letzten Kernteilung.
 g-k) *Exkursion*. 1. *V. globator*. Exkursion einer Kolonie. Sämtliche Figuren nach Mikrotomschnitten.
 Fixierung: Flemming schwach. Färbung: Eisenhämatoxylin. Etwas schematisch vereinfacht. Die Pfeile
 bezeichnen die Zellachse. Vergrößerung: a-e ca. 1300 mal, f-l ca. 500 mal.

vergiehenden Kernteilungsspindel. Die Zentriolfrage dreht sich daher nicht um das Vorhandensein eines Strahlungszentrums, sondern lediglich um seine morphologische und entwicklungsgeschichtliche Beschaffenheit.

Morphologisch handelt es sich um die physikochemische Natur des Strahlungszentrums. Ist das „Zentriol“ ein analog dem Zellkern scharf abgegrenztes Körperchen, so wie es die älteren Zytologen nach ihren Schnittpräparaten für andere Objekte annahmen? Oder handelt es sich beim Zentriol nur um eine Plasmapartie, die kontinuierlich ins übrige Zellplasma übergeht und die vielleicht außer durch ihre Lage durch bestimmte physikalisch-chemische Eigentümlichkeiten (z. B. niedrige Viskosität) ausgezeichnet ist?

Bei Volvox sind die Strahlungszentren im Leben nicht erkennbar. An Mikrotomschnitten treten aber scharf abgegrenzte „Zentriole“ so häufig an den Spindelpolen auf, daß wir bei einer Entscheidung allein auf Grund des fixierten Materials die morphologische Frage unbedingt im ersten Sinne bejahen müssen. Solche Zentriole könnten aber erst bei der Fixierung entstandene Kunstprodukte (Fällungen u. dgl.) sein. Gerade weil moderne Untersuchungen bei Objekten, die im Leben besser zu untersuchen sind als Volvox, eine natürliche Abgrenzung des Strahlungszentrums zweifelhaft gemacht haben, wird man auch bei Volvox diese Frage vorläufig offen lassen müssen. Auf die zweite, die *genetische* Frage, gibt es m. E. nur 4 Antwortmöglichkeiten, sowohl bei Volvox wie bei anderen Organismen:

1. Das Strahlungszentrum ist ein Zellorgan, das sich ähnlich wie der Zellkern durch Zweiteilung von seinesgleichen vermehrt. Eine solche Zweiteilung und Wanderung an die Spindelpole läßt sich bei günstigeren pflanzlichen Beobachtungsobjekten im Leben beobachten¹⁾. Bei Volvox selbst fehlt aber diese Beobachtungsmöglichkeit. Wir finden in den Mikrotomschnitten zwischen zwei Kernteilungen auch keine sicher erkennbaren Zentriole an der Kernperipherie.

Aus den kleinen zentriolähnlichen Körperchen, die bei allen Färbungsmethoden, dem Kern gelegentlich anliegend, beobachtet werden können, läßt sich an Hand eines umfangreichen Schnittmaterials zwar ohne Mühe eine Bildserie zusammenstellen, die die Zweiteilung und Wanderung der „Zentriole“ illustrieren könnte. Bei der Kleinheit und leichten Verwechslungsmöglichkeit solcher „Zentriole“ genügt aber eine derartige Bilderserie nicht. Es bedarf zur sicheren Entscheidung irgendeines Identitätsnachweises der „Zentriole“. Entweder müßten dazu mit *physikalischen* oder *chemischen* Methoden spezifische Eigentümlichkeiten der Zentriole festgelegt werden. Oder es müßte *entwicklungsgeschichtlich* nachgewiesen werden, daß diese Wanderungsstadien der „Zentriole“ verknüpft sind mit anderen Entwicklungsvorgängen von bekannter Reihenfolge. Oder endlich, es müßte *statistisch* gezeigt werden können, daß diese fraglichen Körperchen wegen ihres zahlenmäßigen Auftretens (in Ein- oder Zweizahl) mit sehr großer Wahrscheinlichkeit Zentriole sind. Keiner dieser Nachweise hat sich führen lassen. Immerhin bleibt die Vermehrung der Strahlungszentren durch Zweiteilung bis zum Beweis des Gegenteils — in Analogie zu anderen Organismen — eine mögliche Annahme.

2. Das Strahlungszentrum entsteht bei jeder Kernteilung neu aus dem Kerninneren, z. B. durch Abschnürung vom Binnenkörper (Nucleolus, Karyosom). JANET hält eine solche Entwicklung bei Volvox für

¹⁾ Sphacelaria fusca, ZIMMERMANN (1923 a).

wahrscheinlich, vermutlich gestützt auf meine Befunde. Ein kleines Körperchen, der „Randkörper“, das sehr häufig dem Binnenkörper anliegt, könnte an sich sehr wohl ein sich abschnürendes Zentriol sein, da es sich durch sein zahlenmäßiges Auftreten als Zellorgan und nicht als eines der zahllosen zentriolähnlichen alloplasmatischen Gebilde zu erkennen gibt. Auch Bildserien zur Illustration der Wanderung des Randkörpers an die Spindelpole lassen sich finden. Doch konnte ich auch hier keinen sicheren Identitätsnachweis führen, so daß auch diese zweite Erklärungsmöglichkeit zwar als möglich, aber unbewiesen bezeichnet werden muß. Selbstverständlich ließen sich auch die Erklärungsmöglichkeiten 1. und 2. kombinieren.

3. und 4. Es ließe sich grundsätzlich auch eine Neuentstehung der Zentriole außerhalb des Kerns oder an der Kernperipherie (etwa an den künftigen Spindelpolen) denken. Da aber bisher für diese Annahmen keinerlei Anhaltspunkte vorliegen, sei hier auf eine Diskussion verzichtet.

3. Periode der Ausgestaltung und Exkuvation.

Die erste auffällige Veränderung einer jungen Kolonie nach Beendigung der Zellteilungen ist die von KUSCHAKEWITSCH entdeckte Umstülpung oder „Exkuvation“ (Pseudogastrulation nach KUSCHAKEWITSCH). Die Fig. 2 g—l und 3 geben den typischen Verlauf für *V. globator* und *ureus*. Die Exkuvation beginnt hier meist mit einem Ringwulst, der sich nach innen vorwölbt (Fig. 2 g und 3 b, c) und immer mehr Teile der Hohlkugel erfaßt (Fig. 2 d und 3 d, e). Das Ostium wird erweitert (Fig. 3 f), und nun drängt sich die gesamte Hohlkugel durch es hindurch (Fig. 3 g), wobei ihre Innenseite genau wie beim Umkrempeln eines Hutes nach außen gekehrt wird (Fig. 2 i u. k, 3 h—m). Der ganze Prozeß nimmt bei Zimmertemperatur ungefähr eine Stunde in Anspruch.

Kleinere Abweichungen kommen durch die wechselnde Lage des Ringwulstes zustande. Bei *V. ureus* liegt er meist nahe am Ostium (Fig. 2 g). Daß das Ostium selbst mit der Umstülpung beginnt, wie KUSCHAKEWITSCH angibt, habe ich nie beobachtet. Bei *V. globator* traf ich den Ringwulst vorzugsweise weiter innen (Fig. 3). Auch werden hier die dem Ostium benachbarten Zellen infolge ihrer relativ starken Verknüpfung mit den Zellen der Mutterkolonie durch breite Plasmodesmen während der Exkuvation stärker in die Breite verzogen (Fig. 2b), während sie bei *V. ureus* früher zurückweichen.

Bewirkt wird der Exkuvationsprozeß offenbar durch Quellung der Intercellularsubstanz zwischen den apikalen Zellenden. Vielleicht spricht dafür die Tatsache, daß ein Ersatz der Kultur-Nährlösung durch isotonische Lösung quellungshemmender Salze (wie CaCl_2) hemmend einwirkt.

Jedenfalls erzielt die Exkuvation zytologisch einen Ausgleich der Inkuvation. Der apikale Zellpol wird wieder nach außen gekehrt. Darin liegt meines Erachtens auch die Bedeutung des eigentümlichen Vorgangs¹⁾.

¹⁾ KUSCHAKEWITSCH, der die Entdeckung unter schwierigen Verhältnissen auf der Flucht vor seinen

Bald nach Beendigung der Exkursion beginnen sich die Geißeln und der Geißelapparat auszubilden. Die Kleinheit der Zelle verhindert eine genauere Feststellung, als daß die Ausbildung in unmittelbarer Nachbarschaft des Kernes vor sich geht. Damit ist die Tochterkolonie im wesentlichen fertig. Sie beginnt auch schon — noch im Mutterleib und innerhalb der Gonidienmembran — sich langsam zu bewegen. Unter fortgesetzter Quellung der Intercellularsubstanz vergrößert sich rasch ihr Umfang, so daß die Tochterkolonien sich selbst früher oder später ins Innere der Mutter-

stülpung ist bisher weiterhin für *Volvox tertius*¹⁾, sowie in etwas vereinfachter Form für *Pleodorina* und *Eudorina*²⁾ angegeben. Doch dürften sich dieselben Verhältnisse auch bei anderen zu *Volvox* gehörigen, namentlich von SHAW³⁾ geschilderten Formen finden. Eine schwache Inkurvatur und Exkurvatur ist als Konkav- und Konvexwerden der Spermaplatte bei allen *Volvox*arten zu beobachten (ZIMMERMANN 1921; vgl. Fig. 29 und 31). Eine echte Exkurvatur von 2 Zellen ist dagegen charakteristisch für die Entwicklung der *Volvocaceae* (*Platymonas*²⁾); die Inkurvatur fehlt allerdings

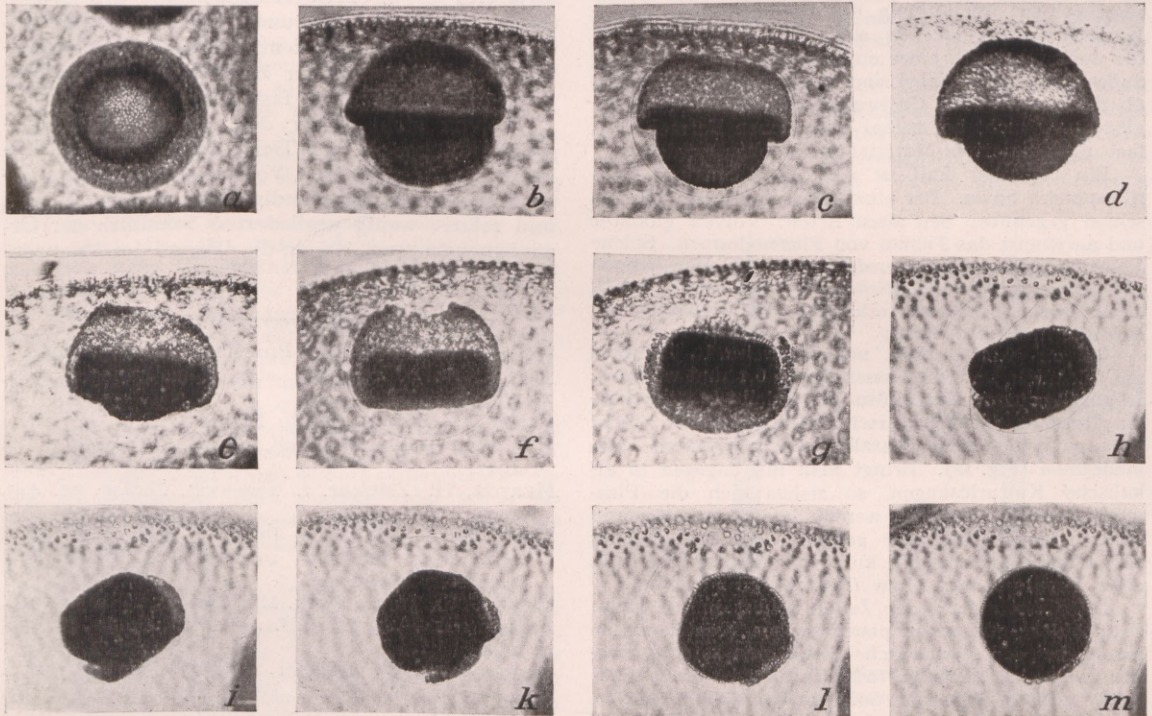


Fig. 3. Umstülpung (Exkurvatur). Junge Kolonie von *Volvox globator*. (Fig. h bis m = Merillosphaera-Form!) Photographiert nach dem lebenden Objekt. Objektiv: Apochromat 8 mm, Kompensationsokular 6 (Zeiß). Vergrößerung 200 mal.

Fig. a) vom abostialen Pol gesehen. Das übrige Seitenansicht, aus technischen Gründen kombiniert. Fig. b) Beginn der Ringfurchenbildung 0 Std. 00 Min. (= 8. 12. 24. 5 Std. 58 Min. p. m.) Fig. c) 0 Std. 04 Min.; Fig. d) 0 Std. 08 Min.; Fig. e) 0 Std. 13 Min.; Fig. f) 0 Std. 20 Min.; Fig. g) 0 Std. 45 Min.; Fig. h) 0 Std. 52 Min.; Fig. i) 0 Std. 59 Min.; Fig. k) 1 Std. 06 Min.; Fig. m) 1 Std. 13 Min.
b) u. d), c), e), f) u. g); h), i), k), l) u. m) jeweils das gleiche Individuum. Temperatur 18 Grad.

kolonie quetschen. Durch einen Riß der Mutterkolonie (wahrscheinlich infolge der gesteigerten Quellung) werden die Tochterkolonien dann „geboren“. Das ehemalige Ostium, das jetzt den (in der Bewegung) hinteren Pol bezeichnet, ist als zellfreier Fleck dauernd zu erkennen.

4. In- und Exkurvatur bei verwandten Formen.

Eine übereinstimmende Einwölbung und Ausbolschewistischen Verfolgern machte, hatte ohne Kenntnis der zytologischen Verhältnisse eine teilweise etwas abweichende Auffassung vertreten (z. B. Annahme einer Zellteilung).

hier bzw. ist sie durch eine gleichsinnige Neigung der beiden Tochterzellen ersetzt. Auch bei fest-sitzenden Formen der Tetrasporaceae finden sich ganz analoge Vorgänge. Es sei an *Dictyosphaerium*²⁾

¹⁾ KUSCHAKEWITSCH (1922).

²⁾ MERTON (1908). ZIMMERMANN (1923 b). Nach Abschluß des M. S. erschien die ausführliche Beschreibung der Umstülpung von *Eudorina* durch HARTMANN (1924).

³⁾ SHAW (1916—1923). Die alte Gattung *Volvox* wird hier in 6 Gattungen: *Besseyosphaera*, *Copelandosphaera*, *Merillosphaera*, *Campellosphaera*, *Janetosphaera* und *Volvox* aufgeteilt. Eine solche — leider

erinnert, wo auf die Zellteilung erst die Exkuvation und dann die Inkuvation erfolgt.

Die eigenartige Entwicklung der Gonidien von Volvox steht somit nicht völlig isoliert da. Immerhin besitzt sie in ihrer vollen Ausbildung einen im ganzen Organismenreich sich kaum wiederholenden Eigencharakter.

in letzter Zeit vielfach überhandnehmende — Formenzerplitterung ohne ausreichende Untersuchungen scheint mir verhängnisvoll.

Als diagnostische Merkmale für seine neuen Genera bezeichnet SHAW: das Vorhandensein bzw. Fehlen von Plasmodesmen, die frühere oder spätere Differenzierung bzw. Wanderung der Gonidien usw. Nach meinen Kulturversuchen sind das alles Merkmale, die auch innerhalb eines einzigen Klon *phänotypisch* außerordentlich variabel sind. Irgendwelche Versuche, ob die betreffenden Gattungsmerkmale erblich sind, gibt SHAW nicht an, zumal seine neuen Formen vielfach nach fixiertem Material beschrieben werden.

Ein typischer Fall ist z. B. die „Gattung“ Merillosphaera Shaw. Der einzige durchgreifende Unterschied gegenüber den alten Arten: Volvox globator und aureus ist das Fehlen von Plasmodesmen. Solche Volvoxformen ohne Plasmodesmen lassen sich jedoch *phänotypisch außerordentlich leicht* hervorrufen, z. B. durch rasche Temperaturerhöhung oder Änderung der Acidität im Kulturwasser.

Volvox globator lebt normalerweise in Tümpeln mit ziemlich saurem Wasser ($p_H = 6,1$ und weniger). In gleich sauren Kulturlösungen gedeiht er beim Fehlen rascher Temperaturschwankungen usw. recht gut und behält seine charakteristischen breiten Plasmodesmen (Fig. 1a). Bringt man ihn dagegen in alkalische Kulturlösungen, so ziehen sich die Plasmodesmen ein, bzw. sie werden infolge vollständiger Zellteilungen nicht mehr gebildet, die Zelle rundet sich tröpfchenförmig ab, kurz wir erhalten das Bild einer Merillosphaera Shaw (Fig. 1b und 3h bis m).

Diese Abrundung der Zellen gehört in die ganze Gruppe der prämortalen plasmatischen Veränderungen hinein, bei der plasmatische Strukturen zerstört werden, weil das gelartige (oder sagen wir vorsichtiger stark viskose) Material Solcharakter erhält. Dabei nähert sich natürlich der betr. Zellteil der Form gewichtsloser Flüssigkeiten, er nimmt Kugelform an (z. B. tröpfchenartiger Zerfall und Einziehen der Pseudopodien, Zerfließen des Ektoplasmas) oder er ordnet sich in ein System gleichförmiger Schaumlamellen [z. B. Aufhebung der Strahlung durch hexagonale Anordnung der aufs Zentriol orientiert gewesenen Plasmalamellen (ZIMMERMANN 1923 a)]. Derartige Formveränderungen können reversibel sein. Neubildung von Plasmodesmen habe ich bei Volvox allerdings nie beobachtet. Volvox kann aber trotz Zerstörung der sichtbaren Plasmodesmen mehrere Wochen am Leben bleiben, ja sich sogar etwas vermehren.

Die Shawschen Arten von Merillosphaera usw. gründen sich nun alle auf Material, bei denen die Plasmodesmen sehr wohl vor Beobachtung bzw. bei der Fixierung zerstört sein können. Sie sind in den Tropen oder aus alkalienreichen Gewässern gesammelt, oder für eine plasmodesmenhaltende Fixierung haben wir keine Anhaltspunkte. Bezeichnend ist z. B. die Aufstellung der Merillosphaera migulae Shaw, lediglich deshalb, weil KLEIN (1889) angibt, daß in seinen Präparaten die Plasmodesmen nicht mehr zu sehen waren.

Diese Eigenart dürfte auch einen Wink geben zur Entscheidung der alten Frage: Ist Volvox ein Tier oder eine Pflanze? Wir wissen heute, daß die Begriffe Tier und Pflanze menschliche Abstraktionen sind, Begriffe, die wir vornehmlich auf unsere Kenntnis von den „höheren“ Tieren und Pflanzen gegründet haben. Die gekennzeichnete Frage über die systematische Stellung von Volvox lautet daher im Grunde: Steht Volvox der Hauptmasse der Tiere oder der der Pflanzen näher?

Die nächsten Beziehungen hat Volvox zweifellos zu grünen Einzellern wie Chlamydomonas, die ihrerseits mit „echten“ Pflanzen wie den grünen Algen aufs engste verbunden sind; dagegen sind die Beziehungen zu eindeutigen tierischen Organismen sehr weit und zur Zeit kaum übersehbar. (Dies gilt übrigens für fast alle Einzeller.)

Volvox steht daher dem Pflanzenreich entschieden näher als dem Tierreich. Die In- und Exkuvation kennzeichnet Volvox jedoch als Repräsentanten eines selbständigen, wenn auch kurzen und relativ wenig gegliederten Stammes der Organismengruppen, die an die Wurzel des Pflanzenreiches anschließen.

Literaturverzeichnis.

- HARTMANN, M., Arch. f. Protistenk. **49**, 375. 1924.
 JANET, CH., Le Volvox 2. et 3. Mém. Limoges. 1922, 1923.
 KLEIN, L., Ber. d. Dtsch. Botan. Ges. **7**, 42. 1889.
 KUSCHAKIEWITSCH, S., Bull. ac. sc. Oukraine **1**, 31. 1922.
 MERTON, H., Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. **90**, 445. 1908.
 SHAW, W. R., Philippine Journ. of Science **21**, 88 u. 207. 1922; **22**, 185. 1923 (hier auch die ältere Shawsche Literatur).
 WEST, G. S., Journ. Quek. Mic. Club II, **13**, 425. 1918.
 ZIMMERMANN, W., Jahrb. f. wissensch. Botan. **60**, 256. 1921.
 ZIMMERMANN, W., Zeitschr. f. Botan. **15**, 113. 1923 a.
 ZIMMERMANN, W., Ber. d. Dtsch. Botan. Ges. **41**, 285. 1923 b.

Dabei kam es KLEIN offensichtlich nur darauf an, die interessanten Sexualverhältnisse zu schildern. Es ist fast mit Sicherheit anzunehmen, daß die Plasmodesmen bei der Fixierung (die nicht einmal von KLEIN selbst vorgenommen wurde) vernichtet wurden, zumal auch die Geißeln fast unsichtbar waren.

Natürlich könnten Formverschiedenheiten wie das Fehlen von Plasmodesmen einmal phänotypisch und das andere Mal genotypisch bedingt sein. Für keine der neuen Shawschen Gattungen (abgesehen von Janetosphaera aurea Shaw = Volvox aureus Ehrenb.) haben aber bisher Kulturversuche die Erbllichkeit der charakteristischen Unterschiede bewiesen. Aber selbst wenn dies einmal der Fall werden sollte, scheinen mir die Unterschiede durchweg zu gering, um die Begründung neuer Gattungen (meist auch Arten) notwendig zu machen. Ich halte eine solche Aufspaltung bestehender systematischer Einheiten ohne zwingende Notwendigkeit schon im Interesse der nomenklatorischen Stabilität und der systematischen Übersichtlichkeit nicht für wünschenswert.

Zur Frage nach der Ursache des Dichroismus gefärbter Fasern.

Mitteilungen aus dem Institut für Mikroskopie an der Universität Jena.

Gefärbte pflanzliche Fasern sind oft so auffallend dichroitisch, daß sie mit den schönsten Beispielen für den Pleochroismus aus der Mineralogie wie mit dem Turmalin oder dem Cordierit wetteifern können. Fasern, die mit Kongorot gefärbt sind, zeigen intensive Rotfärbung, wenn die Richtung des elektrischen Vektors¹⁾ des linear polarisierten Lichtes, das der Polarisorat liefert, parallel zur Faserrichtung steht; dreht man den Objektisch um 90°, so daß nun der elektrische Vektor senkrecht zu den Fasern steht, werden sie farblos. Noch auffälliger sind Färbungen dünner Zellulosefäden (z. B. von Cobaea-Samen) mit Chlorzinkjod; sie zeigen den Dichroismus schwarz-farblos, d. h. die elektrische Komponente des linear polarisierten Lichtes wird vollständig vernichtet, wenn sie parallel zur Faserrichtung steht (vgl. Fig. 1).

AMBRONN²⁾, der diese Erscheinungen zuerst beschrieben hat, nimmt an, daß sich submikroskopische Kryställchen des Farbstoffes in den intermicellaren Räumen bilden und daß sie, da sie alle gleichsinnig gerichtet sind, der Faser ihre eigenen optischen Merkmale aufdrücken. Er konnte auch nachweisen daß unter dem Deckglas entstandene mikroskopische, ca. 0,1 μ dicke Kryställchen von Jod und Kongorot tatsächlich einen ähnlichen Dichroismus besitzen, wie die gefärbten Zellmembranen. Neuerdings hat NEUBERT³⁾ gezeigt, daß nicht nur die dem Farbstoffe eigentümlichen Absorptionsverhältnisse der Faser aufgeprägt werden, sondern daß sich auch die Doppelbrechung gefärbter Gele qualitativ und quantitativ so ändert, wie es der optische Charakter und die Menge des eingelagerten Farbstoffes verlangen. Für Gele, die mit Metallen gefärbt sind, konnte er die entsprechenden Beobachtungen nicht machen, weil schon bei schwachen Färbungen gewisse Bezirke des Spektrums vollständig absorbiert werden, was genaue Messungen sehr erschwert.

Eine andere Erklärung des Dichroismus von Fasern, die mit Metallen gefärbt sind, gibt BRAUN⁴⁾ in seiner Theorie der Gitterpolarisation. Diese geht im wesentlichen auf den Hertzschen Gitterversuch zurück: steht der elektrische Vektor linear polarisierter elektrischer Wellen parallel zu den Stäben eines Gitters, dessen Gitterkonstante klein ist im Verhältnis zur Wellenlänge, so wird die elektrische Welle reflektiert; steht er dagegen senkrecht zu den Gitterstäben, so wird die Welle unverändert hindurch gelassen. BRAUN versuchte nun dieses Experiment im Gebiete der sichtbaren Strahlung zu wiederholen, indem er trachtete, durch Metallzerstäubung submikroskopische Silber- und Plattingitter herzustellen. Diese Zerstäubungen wiesen den gewünschten Effekt auf, denn sie erschienen im polarisierten Lichte dunkel oder hell, wie es die Theorie verlangte. Insbesondere zeigte er auch, daß mit Gold gefärbte Fasern (wenn man vom eigentümlichen selektiven Dichroismus dieser Färbung absieht) das Licht durchlassen oder reflektieren, wie es die Gitterpolarisation verlangt. Nach BRAUN sind diese Polarisations-

erscheinungen grundverschieden von der Doppelbrechung, da die eine Komponente des Lichtes durch Reflexion total vernichtet wird, folglich nach seinem Durchgang durch das Gitter keine Phasendifferenzen auftreten können. Prinzipiell anders verhalten sich Gitter aus Dielektrika, die linear polarisierte elektrische Wellen sowohl senkrecht als auch parallel zu den Gitterstäben durchlassen, und zwar mit verschiedener Geschwindigkeit, so daß sich echte Doppelbrechung ergibt. BRAUN zog dann auch den konsequenten Schluß, daß die Gitterpolarisation verschwinden und durch echte Doppelbrechung ersetzt werden müsse, wenn es gelänge, die submikroskopischen Silbergitter in Dielektrika zu verwandeln, z. B. durch Chlorieren oder Bromieren⁴⁾.

Um zu entscheiden, ob die Ansicht AMBRONNS, daß der Faserdichroismus lediglich von einer Summation der optischen Eigenschaften des eingelagerten Stoffes abhängt, oder ob ein prinzipieller Unterschied zwischen Leitern und Nichtleitern, wie es die Gittertheorie

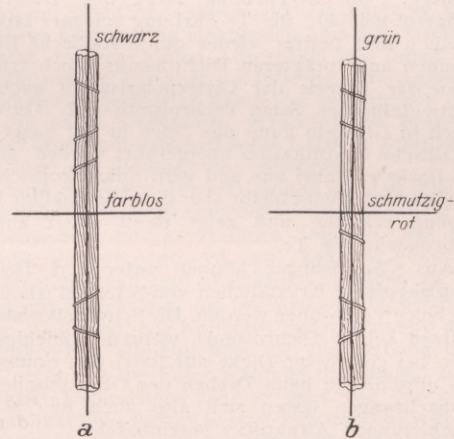


Fig. 1. Ramiefaser gefärbt mit
a) Wismut, Dichroismus schwarz-farblos,
b) Kupfer, Dichroismus grün-schmutzig-rot.

BRAUNS verlangt, bestehe, wurde versucht, pflanzliche Fasern mit den verschiedensten Elementen zu färben. Dabei wurde namentlich danach getrachtet, womöglich die Elemente der homologen Reihen des periodischen Systems, in denen kontinuierliche Übergänge von Nichtmetall zu Metall auftreten, in die Fasern zu bringen. Alle Färbungen wurden mit der Ramiefaser (*Boehmeria tenacissima*) vorgenommen, da diese Faser infolge ihres gleichmäßigen Baues optisch eine große Regelmäßigkeit besitzt.

Färbungen.

P, As, Sb, Bi. Die Phosphorfärbung wurde erhalten durch eine Lösung von P in Äther, die als Bodenkörper ungelösten gelben Phosphor enthielt. Dort, wo die Fasern den P berührten, färbten sie sich schön gelb. Die Färbung zeigt *keinen* Dichroismus. Die Färbung mit den Sprödmetallen geschah durch Tränken der Fasern mit Arsentrioxyd in verdünnter Salzsäure, Brechweinstein in Weinsäure, basischem

¹⁾ Die Richtung des elektrischen Vektors der elektromagnetischen Lichttheorie steht senkrecht zur Polarisationsebene des Nicols und stimmt überein mit der Schwingungsrichtung des Lichtes nach Fresnel.

²⁾ H. AMBRONN, Ber. d. dtsh. bot. Ges. 6, 85 u. 226. 1888 und Wied. Ann. 34, 340. 1888.

³⁾ H. NEUBERT, Kolloidchem. Beih. 20, 244. 1925.

⁴⁾ F. BRAUN, Ann. d. Physik 16, 1 u. 238. 1905.

¹⁾ F. BRAUN, Physikal. Zeitschr. 5, 199. 1904.

Wismutnitrat in Salzsäure und nachträgliche Reduktion in der Faser mittels Hydrazinhydrat¹⁾. Bei As und Sb gelang die Reduktion nur durch Erhitzen über der Bunsenflamme auf dem Objektträger. Alle drei Färbungen sind dichroitisch: As braun-farblos, Sb dunkelbraun-farblos, Bi schwarz-farblos (Fig. 1a).

Es zeigt sich also mit zunehmendem Metallcharakter ein immer schärfer ausgeprägter Dichroismus. Doch steht die Reihe mit den Anschauungen AMBRONNS nicht im Widerspruch, denn der gelbe Phosphor kristallisiert kubisch, während für die rhomboedrischen Sprödmetalle eine nach Richtungen verschiedene Lichtabsorption anzunehmen ist. Leider ist die Optik der Metallminerale wegen ihres starken Absorptionsvermögens sehr mangelhaft bekannt.

S, Se, Te. Die Schwefelfärbung gelingt durch Behandlung von Fasern, die mit Natriumthiosulfat getränkt und nachher getrocknet wurden, mit verdünnter Schwefelsäure; sie färben sich schwach gelb (besonders schön im Quecksilberlichte beobachtbar, da das blaue Licht absorbiert wird) und zeigen *keinen* Dichroismus. Selen- und Tellur-Färbungen wurden durch Reduktion von seleniger und telluriger Säure mit Hydrazinhydrat erhalten. Die Se-Färbung zeigt den Dichroismus orangerot-gelblich, die Te-Färbung schwarz-farblos.

Auch hier besitzt wieder das metallische Element Te einen ausgeprägteren Dichroismus; doch tritt entgegen der Theorie der Gitterpolarisation auch beim nichtmetallischen Selen Dichroismus auf. Durch Erhitzen in Glycerin kann das Selen in der Faser in die metallische Modifikation übergeführt werden; gewöhnlich flockt es dabei aus und wird mikroskopisch sichtbar; hin und wieder bleibt aber die gleichmäßige Durchfärbung erhalten und zeigt dann einen ähnlichen Dichroismus wie Te.

Aus CS₂-Lösungen können unter dem Deckglase mikroskopische Kryställchen von Schwefel (rhombisch) und Selen²⁾ gewonnen werden. Die Schwefelkryställchen besitzen keinen Dichroismus, während diejenigen von Selen bei geeigneter Dicke auf (001) von orange nach gelb umschlagen beim Drehen des Objektisches. Die Beobachtungen lassen sich also auch hier mit den Anschauungen AMBRONNS vereinbaren.

Halogene. Entscheidend für die beiden zur Diskussion stehenden Erklärungsmöglichkeiten sind die Färbungen mit den Halogenen Brom und Jod. Die Bromfärbung erfolgt durch Eintauchen der Fasern in Bromdämpfe (rasch untersuchen!), während die Jodfärbung durch die bekannte Chlorzinkjodreaktion oder unter Umgehung quellend wirkender Reagenzien, durch Behandlung von in KJ getränkten Fasern mit Cl-Gas (über Eau de Javelle) erhalten wird. Brom erzeugt den Dichroismus rötlichgelb-farblos, Jod braunviolett-farblos, bei Chlorzinkjodfärbung annähernd schwarz-farblos. Jod wäre somit das schönste Beispiel für vollständige Gitterpolarisation — aber es ist ein Nichtleiter! Dagegen läßt sich, wie eingangs erwähnt, derselbe Dichroismus an Jod-Kryställchen beobachten.

Wir stellen fest: auch Färbungen verschiedener Dielektrika liefern kräftigen Dichroismus.

Platinmetalle. Die von AMBRONN gewonnenen Platin-Metallfärbungen mit Palladium und Platin wurden um eine weitere Färbung, mit Rhodium³⁾,

bereichert. Sie zeigt den Dichroismus dunkelolivbraun-hellolivbraun. Da die Platinmetalle kubisch kristallisieren, wäre hier nach der Anschauung, daß der Faserdichroismus nur auf die optischen Eigenschaften der eingelagerten Stoffe zurückzuführen sei, kein Dichroismus zu erwarten. Da indessen Pd auch ditrigonal-skalenoedrisch (rhomboedrisch) vorkommt, und GROTH (l. c. S. 38) geneigt ist, der ganzen Gruppe der Pt-Metalle einen Isodimorphismus kubisch-trigonal zuzuschreiben, so könnte der Dichroismus dieser Färbungen doch nach obiger Anschauung erklärt werden; es würde dann auch verständlich, warum er bei diesen Färbungen oft ausbleibt.

Cu, Ag, Au. Am meisten Schwierigkeiten bietet die Erklärung dieser Färbungen, da sie nicht den gewöhnlichen Dichroismus dunkel-hell, sondern eigentümliche selektive Absorption, oft von wundervoller Pracht aufweisen. So zeigen die von AMBRONN¹⁾ entdeckten Ag- und Au-Färbungen, je nachdem der elektrische Vektor des linear polarisierten Lichtes parallel oder senkrecht zur Faser steht, den Dichroismus indigo-blau-gelb und grün-weinrot. Zu diesen Färbungen gesellt sich nun eine neue mit Cu (durch Reduktion von CuSO₄ in der Faser mittels Hydrazinhydrat in der Hitze) mit dem Dichroismus smaragdgrün-schmutzigrot (Fig. 1b), so daß alle drei Elemente der Untergruppe der I. Reihe des periodischen Systems die Erscheinung des selektiven Faserdichroismus hervorrufen.

BRAUN konnte auf Grund seiner Gittertheorie die vollständige Absorption des grünen Lichtes, dessen elektrischer Vektor senkrecht zur Faser steht, bei der Au-Färbung nicht erklären; er nahm daher an, daß neben der Gitterwirkung auch noch die Absorptionseigentümlichkeiten des Au in Betracht kämen²⁾.

Für die Erklärungsweise AMBRONNS besteht die Schwierigkeit, daß diese Metalle kubisch kristallisieren. Nun liegen aber Anhaltspunkte vor, das Ag und Au unter abnormen Bedingungen auch in doppelbrechenden Modifikationen mit demselben Dichroismus wie die gefärbten Fasern auftreten.

Besonders klar liegen die Verhältnisse beim Silber. Die nach der Methode von AMBRONN in ca. 0,05 μ dicken Räumen gewonnenen, z. T. schönbegrenzten Ag-Kryställchen sind doppelbrechend und dichroitisch bläulich-gelblich. Es läßt sich feststellen, daß der Richtung „blau“ der kleinere Brechungsindex n'_α und der Richtung „gelb“ der größere n'_γ entspricht (s. Fig. 2). Das heißt Fasern, die mit Ag gefärbt den Dichroismus blaugelb zeigen, müssten in bezug auf die Faserrichtung optisch negativ sein, wenn sie keine Eigendoppelbrechung besäßen. Solche optisch „negative Reaktion“ weisen nun in der Tat Silberfärbungen von Tonerdefasern³⁾ auf; auch die Ag-Gitter BRAUNS besaßen, wie er selbst angibt (l. c. S. 156, Anmerkung), entgegen seiner Theorie Phasendifferenzen, und zwar waren sie in bezug auf die Gitterrichtung *negativ*. Es lassen sich somit eine ganze Reihe von Tatsachen, die mit den optischen Eigenschaften der beobachteten doppelbrechenden Ag-Kryställchen in Einklang stehen, für eine anisotrope Modifikation des Silbers geltend machen.

HEUSSER mir freundlich zur Verfügung gestellten, noch nicht veröffentlichten Verfahren. Ich möchte Herrn Prof. GUTBIER für sein Entgegenkommen und die Überlassung zahlreicher Reagenzien bestens danken.

¹⁾ H. AMBRONN, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl. 48, 613. 1896.

²⁾ F. BRAUN, Ann. d. Physik 16, 265. 1905 u. 16, 265. 1905.

³⁾ W. KRAUSSE, Diss. Jena 1924.

¹⁾ A. GUTBIER, Zeitschr. f. anorg. Chemie 31, 448. 1902.

²⁾ P. GROTH, Chemische Krystallographie I, 32. 1906. (Es handelt sich um die von den beiden monoklinen Modifikationen an erster Stelle aufgeführte.)

³⁾ Nach einem von Professor GUTBIER und E. LEUT-

Neben den Färbungen der aufgezählten Elemente gelingt noch die Färbung mit Quecksilber¹⁾. Alle Versuche, weitere Elemente elementar in die Faser zu bringen, scheiterten. Es ist interessant, festzustellen, daß (außer den Halogenen) von allen Elementen, mit denen Färbungen gelangen, auch kolloide Lösungen hergestellt werden können. Für die Metalle, bei denen der Kolloidchemiker keine Reduktion aus ihren Salzen in der Weise erzwingen kann, daß dabei Dispersoide entstehen, gelingt die Reduktion auch in der Faser nicht.

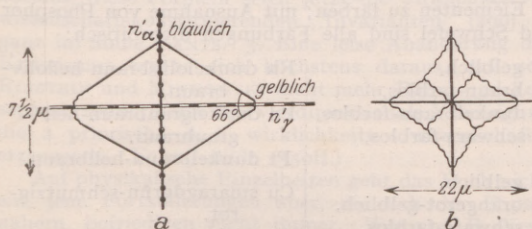


Fig. 2. Doppelbrechende dichroitische Silberkrystalle. a einfacher Krystall. b Durchwachsungszwilling.

Diskussion der beiden Erklärungsmöglichkeiten.

Nach der Gittertheorie BRAUNS müßte die Gitterpolarisation (d. h. die Erscheinung, die wir als „Dichroismus“ bezeichnen) bei Nichtleitern unterbleiben, was, wie gezeigt wurde, nicht zutrifft. Er müßte aber auch immer so beschaffen sein, daß die Faser dunkler erscheint, wenn der elektrische Vektor parallel zur Faser steht (wir wollen diesen Charakter des Dichroismus als positiven Faserdichroismus bezeichnen); trotzdem dies i. a. zutrifft, zeigen negativ dichroitische Färbungen, daß auch der umgekehrte Fall, der der Gittertheorie widerspricht, möglich ist. Negativ dichroitisch sind Färbungen mit Ferrohydroxyd (Reduktion von in der Faser erzeugten Ferrihydroxyd über Zimtöl); bei Methylblaufärbung ist für gewisse Bezirke des Spektrums positiver, für andere negativer Dichroismus vorhanden (NEUBERT, l. c. S. 266). Schließlich gibt es auch Färbungen, die den Dichroismus vollständig vermissen lassen (Berlinerblau), trotzdem hier der Farbstoff wie bei den andern Färbungen auch als „Gitter“ eingelagert sein müßte.

Alle diese Schwierigkeiten fallen weg nach der Anschauung AMBRONNS, daß der Dichroismus vor allem auf die optischen Eigenschaften des eingelagerten Stoffes zurückzuführen sei²⁾. Für die wenigen Fälle, wo es gelang Krystalle dieser Stoffe in sehr engen Räumen herzustellen (S, Se, J, Ag), wird diese Annahme bestätigt.

Damit als Summenwirkung ein Dichroismus zustande kommen soll, müssen die Stoffe gerichtet in der Faser eingelagert sein. Es fragt sich nur, wie man sich diese Richtung vorstellen soll. AMBRONN war geneigt, submikroskopische Kryställchen anzunehmen, deren morphologische Achsen durch den Feinbau der Faser alle parallel gerichtet würden. Auf Grund gewisser Beobachtungstatsachen (s. unten) gelangt man zu einer Modifizierung dieser Anschauung.

Adsorptionstheorie. Die Richtung der eingelagerten

Teilchen (Ionen oder Atome) braucht nicht notwendig so zu geschehen, daß diese zu Raumgittern zusammenzutreten, sondern man kann sich vorstellen, daß sie durch Adsorptionskräfte gerichtet werden.

BILTZ¹⁾ hat nachgewiesen, daß die Färbung der Fasern dem Adsorptionsgesetze gehorcht, und die neueren Anschauungen über den Feinbau der Oberflächenschichten²⁾ machen es wahrscheinlich, daß die adsorbierten Teilchen nicht regellos, sondern irgendwie gerichtet festgehalten werden. Es steht somit der Anschauung, die Teilchen werden bei der Färbung in der Faser gerichtet adsorbiert, nichts entgegen. Eine den Teilchen innewohnende, nach Richtungen verschiedene Lichtabsorption ergäbe dann als Summenwirkung den beobachteten Faserdichroismus.

Man könnte einwenden, es lasse sich nicht entscheiden, ob die gerichtet adsorbierten Teilchen submikroskopische Kryställchen oder aber deren Bausteine (Ionen, Atome oder Moleküle) seien. Einige Tatsachen scheinen mir, wenigstens in gewissen Fällen, für die letztere Möglichkeit zu sprechen:

1. Die beiden flüssigen Elemente Quecksilber und Brom liefern dichroitische Färbungen. Schon BRAUN³⁾ hat geltend gemacht, daß bei der Hg-Färbung keine kristalline Einlagerung stattfinden könne. Durch die Annahme der gerichteten Adsorption der Ionen oder Moleküle werden wir aber unabhängig vom Aggregatzustand der eingelagerten Stoffe; es können sich dann auch die nach Richtungen verschiedenen optischen Eigenschaften von Teilchen sonst flüssiger Stoffe summieren und zur Beobachtung gelangen.

2. Auch die Adsorptionsfärbungen mit Jod scheinen für diese Auffassung zu sprechen, denn bisher sind von Jod keine Sole mit kristallinen Teilchen, wie etwa bei Gold, Vanadinpentoxyd usw., bekannt geworden.

3. Entscheidend sind aber Beobachtungen an Färbungen mit Indicatoren, die bei Ansäuerung ihre Farbe ändern. Läßt man mit Kongorot gefärbte Fasern unter dem Mikroskop allmählich in die Blaufärbung übergehen, so behält die Faser während der ganzen Reaktion ihren Dichroismus bei: er geht von rot-farblös über schmutziggilblich-farblös zu blau-farblös. Die Zwischenstufe läßt sich hier wegen der schwachen Färbung beim Umschlagspunkt nur bei einiger Übung oder mit Hilfe besonderer optischer Hilfsmittel beobachten; bei anderen Farbstoffen dagegen sieht man sie sehr leicht, z. B. bei Benzoechtviolett, dessen Dichroismus bei vorsichtigem Ansäuern ganz allmählich von violett-farblös nach blau-farblös umschlägt.

AMBRONN hat eine ganze Reihe von chemischen Reaktionen in der Faser beschrieben⁴⁾, bei denen der Dichroismus erhalten bleibt: mit ZnS imprägnierte Fasern zeigen im ultravioletten Licht den Dichroismus schwarz-farblös; verwandelt man das ZnS in Goldsulfid, geht er in den farbigem Bezirk des Spektrums über, wird dunkelbraun-hellbraun und erreicht schließlich bei der Reduktion zu elementarem Gold den für dieses Element eigentümlichen Charakter grün-weinrot.

Das heißt, die gerichtet adsorbierten Teilchen können chemisch reagieren und behalten dabei ihre Richtung wie, was namentlich bei den untersuchten Farbstoffen, wo die Farbstoffanionen nach und nach in die anders

1) FOX, Diss. Jena 1906.

2) Dabei ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß diese, als „Eigendichroismus“ zu bezeichnende Erscheinung, von einem durch die Form der eingelagerten Teilchen bedingten Dichroismus überlagert werden könnte.

1) W. BILTZ, Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. 1904, H. 1, 1905, H. 1.

2) Vgl. FREUNDLICH, H., Capillarchemie S. 430 bis 434 (2. Aufl. 1922).

3) F. BRAUN, Rektoratsrede der Universität Straßburg 1905, S. 32.

4) H. AMBRONN, Wiesner Festschrift S. 193. 1908.

gefärbte Farbstoffsäure übergehen, ohne daß dabei der Dichroismus verschwände, feststeht. Diese Beobachtungen lassen sich zwangloser als Reaktionen an adsorbierten Teilchenschichten, deren Dicke man sich von der Größenordnung der Moleküldurchmesser vorzustellen hat (FREUNDLICH, l. c. S. 429), erklären, als etwa durch Umkrystallisation eingelagerter submikroskopischer Kryställchen.

4. Die Adsorptionsrichtung braucht nicht mit der morphologisch ausgezeichneten Richtung der Farbstoffkryställchen zusammen zu fallen. So liefert Indigcarmin einen *negativen* Aufstrichdichroismus blaßblau-tiefblau; auch mit diesem Farbstoff gefärbte, gedehnte und dann getrocknete Gelatine sowie mikroskopische Kryställchen von Indigcarmin zeigen diesen negativen Charakter, sind also in der ausgezeichneten Längsrichtung schwächer absorbierend als senkrecht dazu. Dagegen färben sich Ramiefasern gerade umgekehrt *positiv-dichroitisch*.

5. Beizt man vor der Färbung eine Faser (z. B. mit Tannin), kann der Dichroismus (z. B. von Kongorot) geschwächt werden oder ganz unterbleiben (FOX, l. c.). Nach unserer Auffassung erklärt sich dies so, daß die Adsorptionskräfte durch die Beize abgesättigt werden, so daß sich die Teilchen nicht mehr gerichtet, sondern regellos einlagern.

6. Schließlich ist noch eine Eigentümlichkeit der Metallfärbungen zu erwähnen, die vielleicht durch die Annahme großer Adsorptionskräfte in den sehr engen Räumen der Faser eher verstanden werden kann. Sowohl die dichroitischen Metallspiegel KUNDT'S¹⁾ (l. c.) als auch die Gitter BRAUNS und die doppelbrechenden Silberkrystalle AMBRONNS verlieren mit der Zeit ihre Anisotropie und werden wie es diese

¹⁾ KUNDT, Wied. Ann. 27, 59. 1886 und F. KAEMPF, Diss. Leipzig 1905.

kubisch krystallisierenden Metalle eigentlich verlängern, *isotrop*; die dichroitischen Metallfärbungen der Fasern dagegen sind (mit Ausnahme von Hg) *unbeschränkt haltbar*. Wie man sich die Änderung der optischen Eigenschaften dieser Metalle unter diesen ungewöhnlichen Bedingungen vorzustellen hat, muß der neueren Atomforschung zur Diskussion überlassen werden.

Zusammenfassung.

1. Es gelingt pflanzliche Fasern mit folgenden 16 Elementen zu färben; mit Ausnahme von Phosphor und Schwefel sind alle Färbungen dichroitisch:

P gelblich,	Rh dunkelolivbraun-hellolivbraun,
As braun-farblös,	Pd dunkelgraubraun-hellgraubraun,
Sb dunkelbraun-farblös,	Pt dunkelbraun-hellbraun,
Bi schwarz-farblös,	Cu smaragdgrün-schmutzigrot,
S gelblich,	Ag indigoblauf-gelb,
Se orangerot-gelblich,	Au grün-weinrot,
Te schwarz-farblös,	Hg dunkelstahlblau-hellbraun.
Br rötlichgelb-farblös,	
J schwarzviolett-farblös,	

2. Mit zunehmendem Metallcharakter nimmt der Dichroismus innerhalb der 5., 6. und 7. Reihe im periodischen System zu; doch konnte keine allgemeine Gültigkeit der Gittertheorie BRAUNS nachgewiesen werden.

3. Dagegen lassen sich alle beobachteten Erscheinungen des Faserdichroismus verstehen, wenn man ihn mit AMBRONN auf die optischen Eigenschaften der eingelagerten Stoffe zurückführt und sich die Einlagerung als eine *gerichtete Adsorption* vorstellt.

A. FREY.

Besprechungen.

ELSBACH, A. C., Kant und Einstein. Untersuchungen über das Verhältnis der modernen Erkenntnistheorie zur Relativitätstheorie. Berlin u. Leipzig: W. de Gruyter & Co. 1924. VIII, 374 S. 15 × 23 cm. Preis 8 Goldmark.

Die Untersuchung des holländischen Philosophen führt einleitend aus, da KANTS Erkenntnistheorie auf NEWTONS Mechanik aufgebaut sei, sei durch den Fall der klassischen Mechanik ihre neuerliche Überprüfung nötig geworden, die im folgenden im Anschluß an CASSIRER — ihm ist das ganze Buch gewidmet — vorgenommen werden solle. Der 1. Teil (S. 11—159) bringt deshalb unter dem Titel „die Kantische Erkenntnistheorie“ ein durch viele Zitate gestütztes Referat über CASSIRERS „Substanzbegriff und Funktionsbegriff“ (1910). Gegenstand der Erkenntnis sei weder eine bewußtseinstranszendente Außenwelt noch eine Summe bloßer Empfindungen, sondern ein System von *Urteilen*. Die Wirklichkeit sei nichts als die unerreichbare Grenze des immer widerspruchsfreier, einheitlicher und umfassender zu konstruierenden Urteilssystems. Wahr sei ein Urteil, wenn es sich der idealen Endtheorie einfüge, das System der Wissenschaften als Ganzes aber sei weder wahr noch unwahr, sondern als Ziel vorausgesetzt. Der Zusammenschluß des Systems erfolge durch Begriffsbildung, d. h. durch Konstruktion von Reihen mit Hilfe der Formel für das allgemeine Glied, eine Formel, die „reihenbildendes Gesetz“ oder „Funktion“ genannt wird. Aufgabe der Physik sei es, „Invarianten“ zu finden, d. h. Relationen anzugeben, die

die Einzelurteile zu einem System verbinden und immer und überall konstant vorhanden sind. Der 2. Teil (S. 160—370) behandelt das Verhältnis der so gefaßten Kantischen Erkenntnis zur Relativitätstheorie. Da die Wirklichkeit erst durch das Urteilssystem, d. h. durch die Wissenschaft „konstituiert“ werde, baue die Erkenntnistheorie stets auf der von ihr glatt hinzunehmenden Wissenschaft auf, woraus von vornherein klar sei, „daß sie zur Naturwissenschaft nicht im Widerspruch stehen kann“ (181). Schon vor jeder Prüfung sei also völlig sicher, daß die Raum- und Zeitlehre KANTS „mit der Physik völlig übereinstimmt“ (181). Die Kantische Philosophie könne die Physik weder beweisen noch widerlegen (191), denn jeder erkenntnistheoretische Satz sei hypothetisch und ruhe auf der unausgesprochenen Voraussetzung: bei dem derzeitigen Stand der Wissenschaft. Ändere sich nämlich die Wissenschaft, so sei diese „die unabhängige, die kritische Philosophie die abhängige Variable“ (197). Im folgenden werden die Raum- und Zeitauffassungen COHENS und NATORPS dargelegt, die wohl nur universitätsgeschichtliches Interesse haben, werden (292, 334) die kantisierenden Argumente NATORPS, HÖNIGSWALDS und SELLIENS zugunsten der Absolutheit und Euklidizität des Raumes widerlegt. Die beiden letzten Kapitel sind wieder CASSIRER gewidmet, der zwar am Absolutismus noch festhalte (289), aber schon 1910 eine künftige physikalische Verwertung der nichteuklidischen Geometrie für möglich erklärt habe (332). Das eigentliche Ergebnis ist folgendes: 1. Der Kritizismus

fasse Raum und Zeit als „ideelle Konstruktionen“, die die ideale Endtheorie = Wirklichkeit konstituieren; EINSTEIN habe dem Raum und der Zeit den „letzten Rest physikalischer Gegenständigkeit“ genommen (264) — ganz im Sinne KANTS. Welche Raumart nämlich dem Urteilssystem zu Grunde zu legen sei, wäre Sache der Physik, der Kritizismus sei an dem Krümmungsmaß nicht interessiert (337). 2. EINSTEIN habe den absoluten Raum gestürzt. Jetzt seien eben nicht mehr der Raum sondern die Transformationsformeln zwischen den verschiedenen Koordinatensystemen absolut, diese Formeln seien jetzt die Wirklichkeit = wissenschaftskonstituierenden „Invarianten“ (290) — ganz im Sinne KANTS. 3. Eine leise Abänderung des Kritizismus ergebe sich höchstens daraus, daß seit EINSTEIN und MINKOWSKI nicht mehr Raum und Zeit separat, sondern erst ihre vierdimensionale Vereinigung die a priori, d. h. wirkliche = wissenschaftserzeugende „Form“ bilde (350ff.).

Auf physikalische Einzelheiten geht das Buch nicht ein, jene Formulierungen aber, die sich der Physik nähern, befriedigen nicht immer. Wenn z. B. Verf. die eigentliche Leistung EINSTEINS darin erblickt, daß er durch Beseitigung des Absolutismus „Koordinatenwirkungen“ ausgeschlossen und nur mehr Massenwirkungen zugelassen habe (193, 299, 314), so philosophiert er eher über MACH als über den heutigen Stand der Relativitätstheorie. Wie besonders EDDINGTON und WEYL betont haben, gibt es eben doch ein ausgezeichnetes, wenn man will „absolutes“ Koordinatensystem, nämlich das geodätische, in bezug auf das z. B. Zentrifugalkräfte definiert sind und es ist durchaus nicht selbstverständlich, daß den Massen allein und nicht dem metrischen Feld „Wirksamkeit“ zukommt. Wenn also Verf. die Übereinstimmung von „KANT und EINSTEIN“ gerade auf diesen Punkt — der Raum kein physikalischer Gegenstand mehr — gründen will, so hätte er ihn wohl weit eingehender physikalisch erörtern müssen. Auch philosophisch scheinen die Probleme vielleicht zu sehr vereinfacht. Man wird die Grundthese KANTS gern zugeben, ein Netz fester Relationen sei notwendige Bedingung dafür, daß von Wissenschaft und Wirklichkeit die Rede sein könne, wenn aber Verf. den Beziehungszusammenhang auch als hinreichend für das Zustandekommen der Wirklichkeit beweisen will, indem er (18ff.) die bisher in der Literatur aufgetauchten realistischen Einwände der Reihe nach zu entkräften versucht, so stellt der mit den exakten Wissenschaften vertraute Leser strengere Anforderungen an Beweise für das Hinreichen. Lassen sich doch beliebig viele widerspruchslöse und dabei beliebig umfassende Relations- bzw. Urteilszusammenhänge konstruieren. Passen diese alle gleichermaßen auf die Natur? Die eigenartige Nötigung zu einer Auswahl unter den verschiedenen Urteilszusammenhängen müßte nicht von vornherein realistisch, auf etwas Bewußtseinstranszendentes hin gedeutet werden, aber sie widerlegt wohl das Hinreichen des Relationsnetzes. Die Wirklichkeit soll der Limes des Urteilssystems sein, wenn es immer umfassender wird: aber was wird eigentlich umfaßt? KANT selbst kennt hier „das gegebene Mannigfaltige der Empfindung“, im Neukantianismus der Marburger Richtung aber hat sich das kaum entbehrliche Relationssubstrat recht rätselhaft verflüchtigt.

Und damit stehen wir vor einem wesentlichen Bedenken. Gewiß sind bei Kant selbst manche Tendenzen in der Richtung des Buches vorhanden — am allerwenigsten übrigens in der Raum- und Zeitlehre, in der transzendentalen Ästhetik — aber des Verf.s Beweis

der Harmonie zwischen KANT und EINSTEIN ist wohl kaum verschieden von der Behauptung: weil NEWTON Mathematik und Experiment als Fundamente der Physik betrachtet, stimmt seine Optik mit MAXWELL und HERTZ völlig überein. Das geschichtlich völlig unzutreffende Ergebnis des Buches erklärt sich daraus, daß fast durchgängig der historische KANT in einer nur mühsam zu entwirrenden Weise vermengt wird mit den zwar von KANT ausgehenden aber doch modernen (und stark hegelianischen) Lehren der Marburger Schule — nicht anders als ob eigentlich kantisch nur jene Gedanken wären, die dem Verf. systematisch richtig scheinen. Durch die unreinliche Vermengung systematischer und historischer Thesen aber leidet nicht nur die Richtigkeit der Polemik¹⁾, sondern die Untersuchung selbst hätte sich bei einer Beschränkung auf das Systematische wesentlich knapper, gründlicher und in einer dem Gegenstand besser angepaßten Terminologie anstellen lassen. Allenfalls läßt sich die Abstammung gewisser Hauptgesichtspunkte von einem klassischen Philosophen noch immer in einem separaten, geschichtlich treuen Kapitel darlegen. Es sind nämlich die philosophischen Systeme der Vergangenheit ein wohl nicht minder interessanter Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung als die Multipletts des Eisenpektrums, die Chromosomen der Spinnen und der Schädel des Neanderthalers. Die zuvor erforderliche exakte Feststellung des Tatbestandes aber wird durch eine Literatur, die aus systematischen Gründen immer wieder Retuschen anbringt, empfindlich beeinträchtigt. Trotz aller Bedenken behält jedoch das Buch seine Bedeutung. Es zeigt, daß auch jene moderne Philosophenschule, die am entschiedensten ein festes Beziehungsnetz als Grundlage der Wissenschaft und Wirklichkeit lehrt, 1. das Vorhandensein eines solchen Netzes in der Relativitätstheorie anerkennt und 2. ganz im Sinne der von Kant selbst geübten Achtung vor der zeitgenössischen Naturwissenschaft nunmehr ihre Einwände gegen nicht-absolute Systeme und nicht-euklidische Mannigfaltigkeiten aufgibt.

E. ZILSEL, Wien.

REICHENBACH, HANS, *Axiomatik der relativistischen Raum- und Zeitlehre*. Die Wissenschaft, herausgeg. von E. WIEDEMANN, Bd. 72. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn 1924. X, 161 S. und 15 Abbild. 14 × 21 cm. Preis geh. 6, geb. 7,50 Goldmark.

Des Verf.s scharfsinnige Zergliederungen des logischen Gehalts der Relativitätstheorie, die schon in Zeitschriftenaufsätzen verstreut sich gleichermaßen das Interesse der Physiker und Philosophen verdient haben, haben nunmehr ihre Vereinigung zu einem ebenso strengen wie geschlossenen Aufbau gefunden. Als Grundlagen werden nur die Begriffe „Real“punkt, Signal und Gleichzeitigkeit in einem Realpunkt verwendet; schon das Früher und Später in einem Realpunkt wird mit Hilfe des Abganges und der Rückkehr eines geschlossenen Signalzuges definiert. Der erste Teil (S. 18—103) behandelt die spezielle Theorie. Er beginnt mit drei topologischen Axiomen I über die

¹⁾ Wenn z. B. REICHENBACH wohl zutreffend die Unvereinbarkeit des historischen KANT mit der Relativitätstheorie beweist, wird ihm (198f.) entgegengehalten, das vom Verf. KANT genannte Gedankensystem sei nicht getroffen, oder aber es wird (183) B. BAUCH der langjährige Herausgeber der Kantstudien, unter die Nicht-Kantianer gezählt, anscheinend da er einer von der Marburger etwas abweichenden Schattierung des Neukantianismus angehört.

Zeitfolge in einem Realpunkt, woran sich sechs Axiome II über den Zeitvergleich in verschiedenen Realpunkten schließen. Das wichtigste unter ihnen behauptet die Existenz von „Erstsignalen“, d. h. von Signalen mit auf vorgegebenem, geschlossenem Wege kleinster, aber von Null verschiedener Differenz zwischen Ankunfts- und Abgangszeit. Mit Hilfe dieser Erstsignale, die in dem III., dem „Fermatschen“ Axiom mit den Lichtsignalen identifiziert werden, wird die Gleichzeitigkeit in verschiedenen Realpunkten definiert. Die folgende zweigliedrige Axiomgruppe IV über stationäre und statische Punktsysteme macht die Gleichzeitigkeit symmetrisch und transitiv. Hierauf wird die räumliche Gerade und die räumliche Länge bloß mit Hilfe des Lichtweges und der Lichtzeit definiert und die Euklidizität der so entstehenden Lichtgeometrie in statischen Systemen als Axiom V behauptet. Erst jetzt taucht die *Lichtgeschwindigkeit* auf. Wird nun durch drei Definitionen festgesetzt, daß die in verschiedenen statischen Systemen zu verwendenden Längen- und Zeiteinheiten kein System auszeichnen dürfen, so ergibt sich die Lorentztransformation als die einzige singularitätsfreie Abbildung unter Aufrechterhaltung der Euklidizität. Den Schluß machen sechs Körperaxiome, die im wesentlichen aussagen, daß starre Stäbe und natürliche Uhren sich ohne menschliches Zutun nach der Lichtgeometrie einstellen. Der 2., der allgemeinen Theorie gewidmete Teil (104–156) behandelt das Verhalten der g_{ik} gegen infinitesimale Transformationen d. h. die bloße Metrik; die Kovarianz der Naturgesetze, aber auch die Gravitation wird nicht untersucht. Erforderlich sind nur zwei neue Axiome XI über die Geltung der speziellen Theorie im Infinitesimalen. Ein Verzeichnis der Axiome, Definitionen und Sätze erhöht die Übersichtlichkeit des Buches¹⁾.

Der große wissenschaftliche Wert des Buches ruht vor allem in den eingeschobenen und angehängten Paragraphen, die die Tragweite und empirische Bestätigung der Axiome, die Verwendung anderer als der Lichtsignale, die Willkürlichkeit der Definitionen bzw. die Konsequenzen von Abänderungen auseinandersetzen. Die eigentlichen Aussagen der speziellen Relativitätstheorie — über die allgemeine darf es der Berichterstatter nicht wagen, dem Urteil der mathematisch-physikalischen Spezialisten vorzugreifen — werden hier wie in gewaltigster Vergrößerung und konzentrierter Beleuchtung auseinandergelegt und mit einer exakten Knappheit diskutiert, daß jedem, der weiß, was Reinlichkeit des Denkens bedeutet, das Herz im Leibe lachen muß. Was wollte man z. B. verbessern, wenn REICHENBACH sagt (S. 30): „Wir verbinden mit dem Begriff ‚gleichzeitig‘ ein eigentümliches Gefühl. Analysieren wir es, so bemerken wir, daß es auf eine Singularität der Kausalbeziehung zielt: wenn ein entferntes Ereignis ‚jetzt‘ stattfindet, so kann weder ich es kausal beeinflussen, noch kann von dort eine Wirkung auf meine Gegenwart ausgeübt werden. Und wir bemerken auch, wie sich sogleich ein heimlicher Fehler einmengt: wir glauben, daß durch die Singularität ein *einzig*er Zeitpunkt an dem entfernten Ort ausgezeichnet ist. Es hängt aber von der allein empirisch prüfbar Struktur der Kausalreihen ab,

ob mit der Singularität ein Zeitpunkt oder eine Zeitstrecke ausgezeichnet wird“?

Lehrreich ist ein Vergleich des Werkes mit CARATHEODORYS „Axiomatik der speziellen Relativitätstheorie“ (Berl. Ber. 1924, V.). CARATHEODORY definiert die räumliche Streckenlänge nicht durch Lichtzeiten wie REICHENBACH, sondern durch die metrische Fundamentalförmung aus den Raumpunkten irgendwie zugeordneten Zahlentripeln, benötigt aber dafür ein Axiom (III/3) über die Existenz eines Koordinatensystems, in dem die euklidisch gemessene Strecke der Durchlaufzeit durch ein Lichtsignal proportional ist — ein Weg, der sich der Mathematik wohl besser einfügt als der REICHENBACHS. Auch das Früher und Später in einem materiellen Punkt wird nicht wie bei REICHENBACH erst durch Abgang und Ankunft eines geschlossenen Lichtsignals definiert, sondern im ersten Axiom glatt eingeführt, wodurch ein Axiom II/2 über „Erhaltung der Zeitfolge“ bei Lichtsignalen nötig wird. CARATHEODORY nämlich setzt bloß fest (Axiom II/1), daß „jedem Lichtsignal α das von P ausgeht, eindeutig ein Signal α' entspricht, das in Q empfangen wird“, und vermeidet so den metaphysischen und ohne Heranziehung von Zeit und Stetigkeit kaum präzisierbaren Begriff der Identität, der in REICHENBACHS Signalauffassung („ein Vorgang, der sich von P zu P' fort-pflanzt...“, S. 19) wohl schon drinnensteckt. Die Anwendung des Axiomensystems auf die Empirie, d. h. jene Stellen, an denen sich das rein logische Begriffsnetz mit anschaulichen Erlebnissen zur Deckung bringen läßt, behandelt CARATHEODORY nicht näher. Gerade diese Stellen will dagegen REICHENBACH untersuchen, gerade sie beansprucht er in seinen Axiomen formuliert zu haben, Axiomen, die also zum Unterschied von den willkürlichen Definitionen als „elementare Tatsachen“, als „Erfahrungssätze“ gemeint sind (§ 1). Durch diese Unterscheidung reißt REICHENBACH bewußt (S. 1) seine physikalische Axiomatik von den mathematischen Axiomensystemen los, denn bei HILBERT z. B. sind ja Axiome und Definitionen gleich willkürlich; erst wenn die Frage der Anwendung auf die Empirie auftaucht, wird es von Interesse, was man sich eigentlich z. B. unter der „Geraden“ der Axiome anschaulich vorstellen wolle: ungefähr eine gespannte Schnur oder die Kontur des Vollmonds? Dasselbe gilt in einer Axiomatik jedoch auch von den Terminis „Licht“, „aussenden“, „empfangen“, „gleichzeitig“ usw., denn der von REICHENBACH behauptete prinzipielle Unterschied zwischen Mathematik und Physik besteht wohl kaum zu Recht. Im „reinen“ Zustand sind beide Wissenschaften nichts als in sich konsequente, bloß deduktiv verknüpfte, in der Luft hängende Begriffsnetze; die angewandte Mathematik hingegen und die angewandte Physik sind wohl in ganz gleicher Weise Erfahrungswissenschaften: beide sagen aus, das eine oder andere der konstruierbaren Begriffsnetze lassen sich mehr oder weniger genau mit realen Erlebnissen zur Deckung bringen. Wenn es gerade die Relativitätstheorie so offenkundig gemacht hat, daß zwischen angewandter Mathematik und (angewandter) Physik kein prinzipieller Unterschied besteht, so darf man diese Gleichwertigkeit wohl auch auf das Gebiet der „reinen“ Wissenschaft, d. h. auf mathematische und physikalische Axiomensysteme übertragen. CARATHEODORYS und REICHENBACHS Axiomaten also sind gleich streng und gleich geschlossen: der Aufbau CARATHEODORYS ist prinzipiell vielleicht reinlicher angelegt, durch die Wahl abstrakterer Axiome bedeutend kürzer, durch die Verwendung mathematisch höherstehender Ableitungsmethoden (Gruppen-

¹⁾ Eine Reihe das Verständnis erschwerender Druckfehler sei in Hinblick auf Neuauflagen hier vorgemerkt: S. 24, Zeile 17; S. 33, Zeile 6; S. 40, Zeile 18 v. u.; S. 93, Zeile 7 v. u. und Zeile 2 v. u. Auch Axiom IV/1 (S. 34) ist wohl durch einen Druckfehler kaum verständlich („Zeitpunkt“ statt „seiner Punkte“?).

theorie) weit eleganter; zur Überprüfung der Anwendung auf die Empirie dagegen ist er nicht besonders geeignet. REICHENBACH andererseits hat gerade durch die Formulierung seiner Axiome schon in Hinblick auf die Empirie, durch ihre bewußte Zerstückelung in möglichst „elementare“ Tatsachenbehauptungen die Grundlage für seine so ausgezeichnete Diskussion der Tragweite und empirischen Verifikation der Theorie geschaffen. Es scheint deshalb ausgeschlossen, daß in Hinkunft eine logische Kritik der speziellen Relativitätstheorie ernst zu nehmen sein wird, wenn sie an REICHENBACHS Ergebnissen vorbeigeht, sehr unwahrscheinlich, daß eine solche Kritik über REICHENBACH hinaus noch wesentlich Neues wird zutage fördern können.

E. ZILSEL, Wien.

BAUCH, BRUNO, Das Naturgesetz. Ein Beitrag zur Philosophie der exakten Wissenschaften. (Wissenschaftliche Grundfragen, herausgeg. von R. HÖNIGSWALD, Bd. I). Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1924. VIII, 76 S. Preis 2,80 Goldmark.

Eine neue Sammlung philosophischer Monographien wird hier eröffnet mit der Abhandlung eines der Führer des Neukantianismus. Zum Kern hat sie die Hauptthese der Erkenntnistheorie Kants, eine These, die sich etwa folgendermaßen formulieren ließe: das Zustandekommen der objektiven Wirklichkeit sowohl als das der Wissenschaft ist gebunden an die Erfüllung gewisser notwendiger Bedingungen; diese Bedingungen sind für beide Gebilde die gleichen; eine unter ihnen ist das Bestehen von Naturgesetzen. Von den weiteren Ausführungen scheinen folgende die wesentlichsten: Naturgesetze seien eine gewisse Unterart der Begriffe = Funktionen. Das Wesen der Funktion nämlich sei es, Zuordnung der Variablen zu „stiften“ und „ungesättigt“ zu sein, d. h. nach einer Ergänzung (nämlich durch die Variablen) zu verlangen; ebenso verlange auch jedes Naturgesetz und überhaupt der Begriff nach Ergänzung (nämlich durch das empirische Material, den Sonderfall). Doch sei diese Ergänzung schon irgendwie im allgemeinen Gesetz selber angelegt. Seien doch jeweils nicht alle beliebigen Ergänzungen gleichermaßen zulässig, wie an dem unvollziehbaren „Unbegriff“ des gleichschenkeligen Kreises exemplifiziert wird (47). Es wäre also keineswegs wunderbar, daß die Natur erkennbar sei, denn in ihrer notwendigen Bedingung, in den Naturgesetzen, schlummere schon die Empirie, im Begriff steckten schon irgendwie die untereinander „divergenten“ und doch im Gesetz „konvergenten“ Sonderfälle.

Der Hauptgedanke wurde hier, soweit es die Sachlage zuließ, aus der Terminologie des Verf.s gelöst, die von der Ausdrucksweise der exakten Wissenschaften recht sehr abweicht. Das Naturgesetz sei Begriff, führt z. B. Verf. aus (33), „aber es ist Begriff nicht in dessen ganzer Fülle als Allheit der Bedingungen seiner Besonderheiten, sondern nur soweit es der Inbegriff jener Bedingungen in der Allheit der Besonderheitsbedingungen ist, durch die sich das Besondere als Einzelnes, als wiederholbarer Fall des Gesetzes, zum Unterschied von der Unwiederholbarkeit des eigentlich Besonderen darstellt“. Die eingestreuten Beispiele wollen dem naturwissenschaftlichen Thema gerecht werden, nicht immer mit Erfolg. Angeführt werden u. a. der freie Fall, die Pendelgleichung, die Hohlraumstrahlung — ihre Gesetze seien besonders verwickelt, vor allem deshalb, weil hier besonders viel Kategorien (im Sinne Kants) zusammenträfen (24) —, die Rhizopoden — sie könnten sich ausschließlich durch Teilung vermehren (28) —, die Einteilung der Physik — in der Elektrik z. B. „unterscheiden wir Elektrostatik, Elektrodynamik, Elektromagnetismus, Paramagnetismus, Dia-

magnetismus, Magnetelektrizität, Galvanismus usw.“ (65) — u. a. m. Die fundamentale Tatsache, daß eine Natur mit völlig anderen Gesetzen als die unsere nicht ganz ebenso ausgeschlossen ist wie der „gleichschenkelige Kreis“, d. h. die eigentliche Rechtsgrundlage des empirischen Verfahrens der Naturwissenschaft wird nicht einmal erwähnt. Überhaupt wird man die konkreten Prinzipienfragen, mit denen die Naturwissenschaft der Gegenwart zu ringen hat, wirkliche Begründungen an Stelle von losen, oft nur am Wort haftenden Analogien in der Abhandlung vermissen. Ihre Gedankengänge scheinen mit der exakten Mathematik vor allem die Abstraktheit, mit der anschaulichen Empirie die Vagheit gemeinsam zu haben. Andererseits ist die Abhandlung die „zweite, erheblich vermehrte und verbesserte Auflage“ eines 1914 in den Kantstudien erschienenen Aufsatzes, der „besonders freundliche Aufnahme“ gefunden und zahlreiche Wünsche nach einem Wiederabdruck veranlaßt habe. — Als positiver Abschluß seien einige prinzipielle Probleme der Naturgesetzlichkeit aufgezählt, deren exakte Untersuchung vielleicht fruchtbar schiene: Welche Rolle spielen in dem die Natur durchziehenden Netz funktionaler Beziehungen Funktionen, in die die Zeit eingeht? Wann lassen sich in diesen Funktionen unabhängige und abhängige Variable (Ursache-Wirkung) unterscheiden? Kann die Wirkung der Ursache zeitlich vorausgehen (Lichtemission!) und inwieweit liegt hier mehr vor als eine bloße Definition des Zählungssinnes der Zeitvariablen? Bricht Objektivität zusammen, wird Wissenschaft unmöglich, wenn in einem gesetzlichen, d. h. von Funktionen durchzogenen Kontinuum eine abzählbare Menge völlig ungesetzlicher Ausnahmefälle eingebettet ist? Oder wenn als Funktionsargumente nur statistische Mengen aus im Einzelfall völlig ungesetzlichen Exemplaren eingehen (Bohr!)? Liegt ein völlig andersartiges Gebiet vor, wenn die Naturwissenschaft außer den Funktionen auch Naturkonstante, Anfangsbedingungen Anfangskonstellationen kennenzulernen sucht (Mie! Statistik!)? Wäre Wissenschaft bei beliebigen Anfangskonstellationen und Naturkonstanten möglich? Ist Bestehen eines Funktionalzusammenhanges für die Weiterkennbarkeit auch hinreichend, gibt es für sie überhaupt hinreichende Bedingungen und wie lauten sie? Vielleicht behandeln die weiteren Bände der HÖNIGSWALDSCHEN Sammlung ähnliche „wissenschaftliche Grundfragen“.

E. ZILSEL, Wien.

TROPFKE, J., Geschichte der Elementarmathematik in systematischer Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der Fachwörter. Zweite, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. Berlin und Leipzig: Vereinigung wissenschaftlicher Verleger W. de Gruyter & Co. 1924. 16 × 24 cm. Sechster Band: Analysis. Analytische Geometrie. IV, 169 S. und 6 Figuren. Preis 7 Goldmark. Siebenter Band: Stereometrie. Verzeichnisse. VI, 128 S. und 1 Figur. Preis 7,50 Goldmark.

Im sechsten Bande behandelt Verfasser aus dem Gebiete der Analysis die Reihen, Zinseszinsrechnung, Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, Kettenbrüche, Maxima und Minima. Leider findet die Infinitesimalrechnung keine Berücksichtigung. Die analytische Geometrie wird durch einen geschichtlichen Überblick eingeleitet, Betrachtungen über Fachausdrücke, Punkt, Gerade, Kreis und Kegelschnitte folgen. Die Koordinatentransformation und Reduktion der allgemeinen Gleichung zweiten Grades bildet den Abschluß.

Im siebenten Bande wird zunächst ein geschichtlicher Überblick über die Stereometrie gegeben, der

„besondere Teil“ ist den geraden Linien und den Ebenen im Raum sowie den Volumen- und Oberflächenberechnungen der speziellen Körper gewidmet. Hieran schließen sich für die Berechnungen allgemeiner Körper das Cavalierische Prinzip und die Simpsonsche Regel an. Im Inhaltsverzeichnis nicht aufgeführt ist der nun folgende, die Stereometrie abschließende Abschnitt über den Satz von EULER und die regelmäßigen Polyeder (S. 46–54). Das Namen- und Schriften- sowie Sachverzeichnis umfaßt 73 Seiten.

Die Geschichte der Elementarmathematik von TROPFKE ist nunmehr abgeschlossen. Dem Verfasser gebührt unser Dank für sein die neuesten Ergebnisse historischer Forschungen berücksichtigendes, durch Vollständigkeit und Klarheit sich auszeichnendes Werk. Es verdient seinen Platz im Bücherschrank eines jeden Mathematikers.

FRIEDRICH DRENCKHAHN, Rostock.

SCHLÖMILCH, O., Kompendium der höheren Analysis. 6. Aufl., bearbeitet von A. KNESER. I. Bd. Braunschweig; Fr. Vieweg & Sohn 1923. X, 619 S. und 91 Abbild. 13 × 22 cm. Preis 16 Goldmark.

Vom ersten Bande des Schlömilchschen Kompendiums der höheren Analysis sind zu Lebzeiten SCHLÖMILCHS nicht weniger als 5 Auflagen erschienen; die 5. Auflage stammt aus dem Jahre 1881. Dies spricht hinreichend für die Beliebtheit des Buches, welches in einer in der deutschen Lehrbuchliteratur nicht häufigen Weise Reichhaltigkeit des Inhalts mit pädagogisch zweckmäßiger, durch Anschaulichkeit und begriffliche Klarheit ausgezeichneter Darstellungsform verbindet. Nach SCHLÖMILCHS Tode fehlte das Kompendium trotz mannigfachen Wünschen nach einer Neuaufgabe lange auf dem Büchermarkte. Umso erfreulicher ist daher jetzt das Erscheinen der als 6. Auflage zählenden Neubearbeitung von A. KNESER. Diese muß als sehr glücklich bezeichnet werden. Hier hat ein hervorragender Mathematiker und erfahrener Lehrer, der SCHLÖMILCH nichts nachgibt, gearbeitet und aus dem Kompendium ein Werk geschaffen, das eine wirkliche Bereicherung der Literatur über Infinitesimalrechnung darstellt. Ein Vergleich mit der 5. Auflage zeigt einerseits, wie viele Änderungen nötig waren, um modernen Anforderungen gerecht zu werden, und läßt andererseits erkennen, wie schonend und sorgsam KNESER die Schlömilchsche Eigenart gewahrt hat. An Einzelheiten mögen nur einige wenige hervorgehoben werden. Die Schlömilchsche Einleitung ist auf fast das Dreifache gewachsen und enthält jetzt eine solide Grundlage für die späteren Infinitesimalbetrachtungen, z. B. eine hübsche Theorie der Irrationalzahlen und die Einengung des Stetigkeitsbegriffes auf gleichmäßige Stetigkeit, wodurch Strenge und Exaktheit ohne für den Zweck des Buches unnötige Allgemeinheit erzielt werden. Im Texte selbst sind z. B. der Existenzbeweis für implizite Funktionen, der 2. Mittelwertsatz der Integralrechnung, der Begriff und die Anwendungen der gleichmäßigen Kon-

vergenz, die Sätze von GREEN und STOKES, die Grundlehren der Potentialtheorie, Betrachtungen über Linienintegrale, unendliche Produkte und vieles andere hinzu gekommen. Geblieben sind die vielen lehrreichen Beispiele und geometrischen Anwendungen. Zu begrüßen ist die Neuordnung der Integralrechnung, bei der das unbestimmte Integral an die Spitze gestellt ist und nicht mehr bestimmte und unbestimmte Integrale durcheinanderlaufen. Überall hat KNESER Einzelheiten nachgebessert und die Voraussetzungen für die Ergebnisse präzisiert formuliert. Erfreulich ist auch die Verdeutschung vieler Fachausdrücke.

So ist aus dem alten SCHLÖMILCH ein Werk hervorgegangen, das in gleicher Weise dem reinen Mathematiker wie dem Physiker und Ingenieur von Nutzen sein wird; für die weiteren Auflagen, deren ich dem auch nach Ausstattung und Druck schönen Buche noch recht viele wünsche, darf vielleicht der Wunsch nach einem Sachregister ausgesprochen werden.

A. WALTHER, Göttingen.

HAHN, KARL, Mathematische Physik. Ausgewählte Abschnitte und Aufgaben aus der theoretischen Physik. Leipzig-Berlin: B. G. Teubner 1924. IV, 163 S. und 46 Abbild. 15 × 22 cm. Preis 5,40 Goldmark.

Das Buch zeigt, welche physikalischen Probleme mehr theoretischer Art sich auch im Schulunterricht behandeln lassen, wenn man das mathematische Element stärker betont. Hütet man sich vor Übertreibungen (man denke an die berüchtigte „Kreidephysik“!), so wird zweifellos dadurch der Experimentalunterricht manche wertvolle Bereicherung erfahren. Das Buch behandelt in 4 Kapiteln: Mechanik; statistische Mechanik und Wärmelehre; Elektrizitäts- und Potentiallehre; Relativitätsprinzip. Vorausgesetzt wird die Kenntnis der Infinitesimalrechnung einschließlich der partiellen Differentialquotienten. In der Mechanik werden in dankenswerter Weise auch die Corioliskräfte behandelt, die sonst öfter etwas stiefmütterlich wegkommen. Nicht ganz verständlich ist es, warum die Entropie durch $\int dQ/T$ definiert wird, statt daß im Zähler der allgemein gültige Ausdruck $dU + p dV$ steht. Das Relativitätsprinzip wird ausführlich behandelt (27 Seiten). Da ist es störend, daß bei der Herleitung der Transformationsformeln für die Kraftkomponenten eine wesentliche Beziehung aus der Elektrodynamik einfach „mitgeteilt“ wird. Es liegen ja doch auch Herleitungen auf rein mechanischer Grundlage in der Literatur vor.

Doch sind das Einzelheiten. Das Buch behandelt eine Fülle von Problemen aus der theoretischen Physik, die dem Lehrer wie dem Studierenden reiche Anregung bieten. Es wird dadurch besonders wertvoll, daß es in den 3 ersten Abschnitten 131 Übungsaufgaben enthält, deren Ergebnisse am Schluß des Buches angegeben sind. Für Schulen dürfte vieles freilich etwas schwierig sein.

E. LAMLA, Berlin.

Röntgenspektrographische Untersuchungen am gedehnten Kautschuk und ihre mögliche Bedeutung für das Problem der Dehnungseigenschaften dieser Substanz.

Von J. R. KATZ, Amsterdam.

I. Teil.

Es ist noch immer ungeklärt, worauf die eigentümliche und einzigartige Dehnbarkeit des Kautschuks beruht. Die folgenden Untersuchungen sind vielleicht geeignet, einen neuen Weg zur Erforschung dieses Problems zu zeigen.

Nimmt man das Röntgenspektrogramm eines 1 mm

dicken Fadens aus *ungedehntem* Kautschuk mit Kupferstrahlung auf einer Platte senkrecht zum Primärstrahl auf, so entsteht ein breiter, „amorpher Ring“, der ähnlich aussieht wie die Ringe, welche Substanzen zeigen, die *sicher* amorph sind (wie Flüssigkeiten und Gläser). Die vom Ringe angezeigte Identitätsperiode

beträgt etwa vierundeinhalb Å.-E. Diese Beobachtung wurde zum ersten Male von P. SCHERRER 1920 publiziert¹⁾. Ich kann dieselbe sowohl für nicht vulkanisiertes wie für das gewöhnliche technische vulkanisierte Kautschuk aus umfangreicher Erfahrung bestätigen, falls nur der Kautschuk kurz vorher erhitzt oder warm vulkanisiert worden ist²⁾.

Macht man vom gleichen Kautschuk eine Aufnahme, bei der die Substanz auf die drei- bis mehrfache Länge gedehnt ist, und in diesem Zustande 1 mm dick, so zeigt ein solcher Faden ein überraschendes Bild³⁾. Der amorphe Ring ist bestehen geblieben und zeigt (wenigstens in erster Annäherung) den gleichen Durchmesser wie vorher. Aber neben dem „amorphen Ring“ ist ein Krystalspektrum aufgetreten, und zwar ein Faserdiagramm (mit schönen Schichtlinien in der Form von Hyperbeln), wie es Substanzen zeigen⁴⁾, die aus vielen kleinen Krystallen bestehen, die alle mit einer kristallographischen Richtung einander (hier der Dehnungsrichtung) parallel liegen, sonst aber keine bevorzugte Richtung aufweisen.

Es zeigt sich, daß die nicht vulkanisierten Hevea-Kautschuke eine Dehnung von 50–75% ertragen, ohne

daß dieses Krystalspektrum sichtbar wird. Bei hochvulkanisierten⁵⁾ Kautschuken kann man unter Umständen 250% und mehr dehnen, bevor ein Krystalspektrum sichtbar wird; dasselbe ist evtl. im Anfang der Dehnung in viel weniger reinem Grade ein Faserdiagramm, nähert sich mehr einem Debye-Scherrer-Diagramm mit starkem Richtungseffekt (d. h. die Krystallite liegen einander nur mangelhaft parallel). Die synthetischen Kautschukarten, die ich bisher untersuchte, benahmen sich wesentlich anders, obwohl auch hier in einigen Fällen wichtige Änderungen des Röntgenspektrogramms beobachtet wurden bei der Dehnung⁶⁾. Evtl. kann es bei solchen Kautschukarten auch geschehen, daß die Substanz — die oft leicht zerbrechlich ist — bricht bei der Dehnung, ohne daß Krystallinterferenzen sichtbar geworden sind.

Bei Hevea-Kautschuk sind bei etwa 100% Dehnung die ersten Krystallinterferenzen sichtbar geworden. Die stärksten derselben haben dann ungefähr die gleiche Intensität wie der amorphe Ring. Je stärker man jetzt dehnt, um so größer wird die Intensität der Krystallinterferenzen, verglichen mit der des amorphen Ringes, obwohl bei genügend langen Beleuchtungen derselbe immer sichtbar bleibt. Vom ersten Auftreten des Faserdiagramms an bis zu den stärksten Dehnungen bleibt dasselbe bei reinem Hevea-Kautschuk immer ein reines Faserdiagramm ohne Verschmierung zu Debye-Scherrer-Kreisen, wenigstens bei Aufnahmen auf einer Platte⁷⁾. Dünne, sehr stark gedehnte Fäden zeigen Krystallinterferenzen von einer Intensität, welche in die Nähe der Größenordnung kommt, wie sie organische Substanzen aufweisen, die ganz aus Krystallen bestehen.

Kontrollversuche an möglichst gereinigtem Kautschuk (frei von Harz und von fremden Einschlüssen) zeigten das gleiche Bild; die Erscheinungen müssen daher wohl vom Kohlenwasserstoff Kautschuk [(C₅H₈)_n] stammen.

Kurzdauernde Dehnungen, die nicht extrem stark gewesen sind, erweisen sich auch röntgenspektrographisch meist als reversibel: die Substanz gibt wiederum bloß einen amorphen Ring. Hat die Dehnung aber sehr lange gedauert, so wird das Problem verwickelter. Nach starker und lange dauernder Dehnung bleibt der Körper (alles bei Zimmertemperatur) lange Zeit etwas verlängert, hat aber eine ähnliche Dehnbarkeit zurückbekommen wie der ungedehnte Kautschuk. In anderen Fällen aber behält die Substanz dauernd ihre Verlängerung oder zeigt nur die Neigung, sich langsam zu verkürzen, und hat dann ganz andere elastische Eigenschaften bekommen, als Kautschuk sie gewöhnlich zeigt (kann z. B. nicht viel stärker als gewöhnliche Substanzen gedehnt werden, ohne zu brechen). Kurze Erwärmung gibt ihm aber auch dann die charakteristische Dehnbarkeit des Kautschuks zurück.

¹⁾ Siehe J. R. KATZ und K. BING, Die Methode der röntgenspektrographischen Untersuchung von in verschiedenem Grade gedehntem Kautschuk in ihrer Anwendung auf das Vulkanisationsproblem (erscheint bald).

²⁾ Die Röntgenspektrogramme synthetischer Kautschukarten werden jetzt ausführlich untersucht.

³⁾ Bei Aufnahmen in der zylindrischen Kamera (gespannter Faden axial) war an den periphersten Interferenzen zuweilen etwas von einer solchen Verschmierung sichtbar. Besonders auffällig ist an Aufnahmen in einer solchen Kamera das Fehlen aller Interferenzen, deren Ablenkungswinkel größer ist als 20–60°, zuweilen noch weniger. Der Einfluß von Spannung und Temperatur auf diese Grenze wird weiter untersucht.

¹⁾ P. SCHERRER in R. Zsigmondys Lehrb. d. Kolloidchemie 3. Aufl. (Otto Spamer 1920.)

²⁾ Sonst kann der Kautschuk (speziell Rohkautschuk in verschiedenen Formen, in denen er in die Fabriken kommt) neben dem amorphen Ring Linieninterferenzen zeigen (siehe J. R. KATZ und K. BING, Ist Rohkautschuk teilweise kristallisiert? [im Druck]). Am schönsten war die Erscheinung zu beobachten bei einer (nicht erhitzten, nicht vulkanisierten) Patentgummiplatte, wo vom amorphen Ring kaum etwas übrig geblieben war. Die Interferenzen liegen am gleichen Ort wie die später zu beschreibenden des Faserdiagramms. Diese Erscheinung wurde ausführlich untersucht. Durch kurzes Erwärmen (z. B. 10 Minuten auf 100°C) verschwinden diese Interferenzen; bei diesem Erhitzen verschwindet auch ein Teil der eigentümlichen Steifheit, welche das Material vorher besaß. Beim „Erfrieren“ des Kautschuks (einige Tage lang auf – 5 bis – 10°C) und Auftauen auf Zimmertemperatur kehren die Interferenzen nicht zurück; es besteht dann bloß der „amorphe Ring“. Auch Kautschuke, die keine Linieninterferenzen zeigten, bekamen durch eine solche Kühlung keine solche. Sind dieselben Nachwirkungen von starken Spannungen? Ich weiß es nicht. Aber jedenfalls steht fest, daß in einigen dieser Fälle die Interferenzkreise einen leichten Richtungseffekt zeigten, ohne daß aber die Gleichrichtung so weit ginge, daß etwas wie ein Faserdiagramm vorliegt; eher ein fast reines Debye-Scherrer-Diagramm.

³⁾ Diese Erscheinung habe ich zufällig entdeckt bei der Vorbereitung meines Referats „Die Quellung“ für die Ergebn. d. exakt. Naturw. Seit langer Zeit bin ich mit der Ausarbeitung dieser neuen Erscheinung und deren Bedeutung für die Physik und die Industrie des Kautschuks beschäftigt. Ich wollte dieselbe nicht in den Druck geben, bevor ich ihre Umrisse einigermaßen zu sehen glaubte. Eine Reihe von Abhandlungen — teilweise zusammen mit Ing. K. BING — befindet sich jetzt im Druck; siehe z. B. J. R. KATZ, Über die Ursachen der eigentümlichen Dehnbarkeit des Kautschuks (im Druck), wo die hier mitgeteilten Erscheinungen und deren mögliche Deutung ausführlicher besprochen werden.

⁴⁾ Siehe z. B. M. POLANYIS zusammenfassende Mitteilung: Faserstoffe im Röntgenlichte. Naturwissenschaften 9, 330. 1921.

Die röntgenspektrographische Untersuchung solcher lange Zeit gedehnten Fäden lehrt das Folgende¹⁾: Kautschukfäden, die 20–30 Minuten nach der Entspannung in ihrer Länge fixiert worden waren, zeigten im Falle der ungefähr reversiblen Dehnung entweder nur den amorphen Ring, oder es waren schwache Krystallinterferenzen sichtbar geblieben; dann lag zwar noch ein Faserdiagramm vor, aber die Interferenzen nahmen deutlich einen etwas längeren Kreisbogen ein als in stark gedehntem Zustande und waren viel schwächer geworden (Parallelität der krystallinischen Elemente etwas weniger gut als im gedehnten Zustande?).

In einem Falle aber, wo der gedehnte Kautschuk sich nicht oder kaum mehr verkürzt bei der Entspannung und sich nur wenig mehr verlängerte bei Anwendung von neuen Spannungen, wies der verlängert gebliebene Faden ein typisches Faserdiagramm auf (neben dem schwachen amorphen Ring).

Die Größe des Krystallgitters bildet eine Frage, auf die ich im zweiten Teile meiner Mitteilung zurückkomme. Die Vergleichung dieses Gitters mit den Gittern der verschiedenen, von PUMMERER und KOCH dargestellten Arten von krystallisiertem Kautschuk bildet eine der nächstliegenden Aufgaben. In einigen Fällen zeigte der gedehnte Kautschuk eine noch schwer verständliche Verdoppelung aller oder vieler Interferenzflecke.

Die Frage erhebt sich, wie diese Erscheinungen zu deuten sind, speziell was es bedeutet, daß eine Substanz einen amorphen Ring und zu gleicher Zeit ein Krystallspektrum zeigt. Am wahrscheinlichsten ist es dann wohl, daß eine solche Substanz aus zwei Bestandteilen besteht, von denen der eine amorph, der andere krystallinisch ist²⁾. Nimmt man diese Hypothese an, so führen die Röntgenbilder zu der Konsequenz, daß gedehnter Hevea-Kautschuk aus zwei Bestandteilen besteht, von denen der eine amorph ist, der andere aus vielen kleinen, der Dehnungsrichtung gleichgerichteten Krystallen besteht, während ungedehnter Kautschuk amorph ist. Die Frage erhebt sich dann, ob diese krystallinische Materie wirklich durch die Dehnung entsteht, oder ob es sich bloß um die Verstärkung durch die Dehnung bei schon bestehenden, aber zu wenig intensiven Krystallinterferenzen handelt. Im letzteren Falle könnten die Interferenzen dadurch sichtbar werden, daß sich die gleiche Menge reflektierten Lichtes, die sich sonst über 360° verteilt, jetzt auf 2 oder 4 kurze Kreisbogen konzentriert. Es ist ja allgemein Gleichrichtung ein Mittel, um schwache Krystallinterferenzen sichtbar zu machen — eine eigentlich selbstverständliche, aber praktisch sehr wichtige Methode — auf die bis jetzt ungenügend die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist.

¹⁾ Siehe J. R. KATZ, Die röntgenspektrographische Untersuchung von Kautschukfäden, die nach Dehnung und Entspannung verlängert bleiben (im Druck).

²⁾ Die Möglichkeit ist zur Zeit nicht von der Hand zu weisen, daß eine einheitliche Substanz zu gleicher Zeit einen amorphen Ring und ein Krystallspektrum aufweisen könnte. Die im Text beschriebene Deutung der Erscheinungen wäre dann evtl. zu modifizieren. Daß aber bei gewissen Rohkautschuken dieselben (s. frühere Fußnote) auch im ungedehnten Zustande bestehen, aber nach einer kurzen Erwärmung verschwinden sind, während der amorphe Ring bestehen bleibt, spricht doch eher dafür, daß gedehnter Kautschuk aus zwei Bestandteilen besteht, die sich ineinander umsetzen können. Das sog. „Erfrieren“ des Kautschuks wird jetzt ausführlich röntgenspektrographisch untersucht.

Doch spricht der ganze, oben beschriebene Verlauf der Erscheinung viel eher für die Hypothese, daß die krystallinische Materie erst durch die Dehnung entsteht¹⁾.

Um diese wichtige Frage experimentell zu prüfen, habe ich zwei Versuchsreihen angestellt. Einmal habe ich den Kautschuk nicht nur stark gedehnt, aber gleichzeitig sehr stark tordiert. Es entstehen dann Diagramme, wie sie bei spiralförmiger Faserstruktur zu erwarten sind²⁾, bei genügend starker Dehnung laufen einige Kreise des Krystallspektrums ganz rund (360°) und man bekommt dann doch sehr deutlich den Eindruck — bei dem Vergleich mit dem Diagramm von ungedehntem Kautschuk — daß diese Kreise sich neu gebildet haben.

Noch viel überzeugender ist hier die Anwendung einer neuen Art Drehaufnahmen von faserförmig gebauten Substanzen, die ich eben zu diesem Zwecke ausgearbeitet habe³⁾. Die zylindrische Blende — Länge 4–6 cm, zentrische Bohrung von 0,5–1,0 mm Durchmesser — dreht während der Aufnahme langsam um die Zylinderachse. Auf der Rückseite der Blende, mitten vor deren Bohrung, ist der gedehnte Kautschukfaden befestigt. In dieser Weise wird das durch die Gleichrichtung auf kurze Kreissegmente konzentrierte „reflektierte“ Röntgenlicht der Interferenzen wiederum auf 360° verteilt. Man findet dann deutlich eine Reihe von Interferenzkreisen, die bei einer Drehaufnahme eines gleich dicken, nicht gedehnten Kautschukfadens fehlen.

Diese Versuche machen es doch sehr wahrscheinlich, daß sich im gedehnten Hevea-Kautschuk (sowie in einer Reihe von anderen natürlichen Kautschukarten) Krystalle gebildet haben, die in der ungedehnten Substanz fehlen⁴⁾. Diese Krystallbildung ist dann bei den gewöhnlichen Dehnungen reversibel (nach lange dauernden Dehnungen aber nicht oder nur teilweise reversibel).

Wie man sich dann die Dehnung des Kautschuks vorstellen müßte, und wie durch diese Auffassung eine Reihe bisher schwer erklärlicher Erscheinungen bei der Dehnung des Kautschuks unter einem Gesichtspunkt gebracht werden könnten, werde ich im zweiten Teile dieser Mitteilung besprechen; ebenso wie durch Anwendung der neuen Untersuchungsmethode — Röntgenspektrogramme bei verschiedenem Dehnungsgrade — wichtige technische Probleme des Kautschuks in neuer Art bearbeitet werden können.

Aber schon jetzt möchte ich betonen, daß ich die Begriffe „amorph“ und „krystallinisch“ nur als vor-

¹⁾ Bei der Dehnung von Rohkautschuk, welcher im ungedehnten Zustande Krystallinterferenz neben dem amorphen Ring aufweist (Debye-Scherrer-Kreise), verschwinden die Interferenzkreise erst bei sehr starken Dehnungen oder überhaupt nicht, während nach Erwärmen bei diesem Kautschuk (der dann ungedehnt bloß einen amorphen Ring zeigt) bei Dehnung ein reines Faserdiagramm auftritt, auch bei kleinen Dehnungen (150% z. B.).

²⁾ Siehe K. WEISSENBERG, Zeitschr. f. Physik 8, 20. 1921; s. auch J. R. KATZ, im Referate „Die Quellung“. Ergebn. d. exakt. Naturw. 3, spez. S. 358 bis 359 (Sept. 1924).

³⁾ Für die genaue Beschreibung dieser Drehkamera und ihre Bedeutung für gewisse andere Probleme muß ich auf die im Druck befindliche Abhandlung verweisen.

⁴⁾ Die Unsicherheit liegt darin, daß bei solchen tordierten oder Drehaufnahmen immer noch gewisse bevorzugte Richtungen der Krystallite bestehen, während im ungedehnten Kautschuk gleichmäßige Verteilung aller Richtungen bestehen könnte.

läufige Bezeichnungen betrachte. „Amorph“ könnte sowohl einen wirklich amorphen Zustand (wie bei Flüssigkeiten) wie ein hochgradig deformiertes Krystallgitter bedeuten. „Krystallinisch“ könnte echten Krystallzustand bedeuten; aber auch etwas wie „pseudokrystallinisch amorph“, wo die Moleküle oder die Elementarkörper eines „assozierten Moleküls“¹⁾ sich unter dem Einflusse des Zuges regelmäßig ordnen²⁾.

Noch ist zu betonen, daß auch gewisse Muskeln und einige andere Substanzen das Auftreten neuer Interferenzen durch Dehnung zeigen, wie bald näher berichtet werden wird. Diese Körper zeigen in ihrer Dehnbarkeit gewisse Ähnlichkeiten mit dem Kautschuk; deswegen war es erwünscht, sie in die Untersuchung hereinzuziehen. Ob aber in diesen Fällen die Erklärung der Erscheinung die gleiche ist wie beim Kautschuk, muß noch näher untersucht werden.

Diese Untersuchungen wurden angefangen und zum größeren Teil ausgeführt im Staatsseruminstitut zu Kopenhagen, weitergeführt im dortigen Physikalischen Institut der Universität. Den Direktoren, Dr. TH. MADSEN und Prof. H. M. HANSEN bin ich für die Gastfreierheit und die Überlassung der Hilfsmittel zu Dank verpflichtet. Prof. N. BOHR und Dr. H. A. KRAMERS danke ich für ihr dauerndes Interesse bei der Ausarbeitung der Erscheinung. Meine Assistentin, Frä. D. DE WAAL, hat einen bedeutenden Teil der Versuche ausgeführt; ohne ihre große Hingabe und ihre ausgezeichnete Hilfe wäre ich nicht fähig gewesen, in der gegebenen Zeit eine so ausführliche Übersicht über die Umrisse der Erscheinung zu bekommen.

II. Teil.

In dem 1. Teil dieser Mitteilung habe ich zeigen können, daß, während ungedehnter Kautschuk einen „amorphen Ring“ aufweist, gedehnter Kautschuk daneben ein „Faserdiagramm“ zeigt. Aber erst von einer gewissen Dehnung an wird dieses „Krystallspektrum“ sichtbar; beim nicht vulkanisierten Hevea-Kautschuk tritt dasselbe bei etwa 100% Dehnung auf, während in anderen Fällen dieser kritische Wert der Dehnung 250% und mehr beträgt. Es sei mir jetzt gestattet, die Reproduktionen der diesbezüglichen Röntgennegative zu bringen. Alle sind genau auf die natürliche Größe reproduziert worden; Fig. 1, 2 und 3 überdies beim gleichen Abstand zwischen Präparat und Platte und bei der gleichen Dicke (1 mm) des Kautschukfadens, der im Wege der Röntgenstrahlen gestellt ist, aufgenommen. Alle drei sind am gleichen, möglichst gereinigten, fast harzfreiem Kautschuk (nicht-vulkanisiert) aufgenommen worden. Bei Fig. 1 war der Kautschuk ungedehnt; bei Fig. 3 etwa 75% gedehnt, so daß eben noch keine „Krystallinterferenzen“ sichtbar sind; bei Fig. 2 beträgt die Dehnung etwa 500%, so daß das komplette „Faserdiagramm“ sich zeigt, aber auch der „amorphe Ring“ noch stark ist. Schön

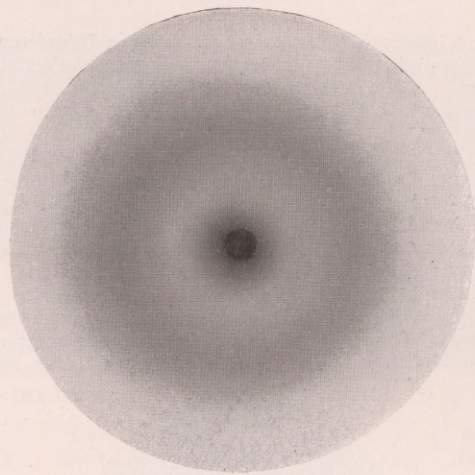


Fig. 1. Röntgenspektrum von ungedehntem, reinem Kautschuk.

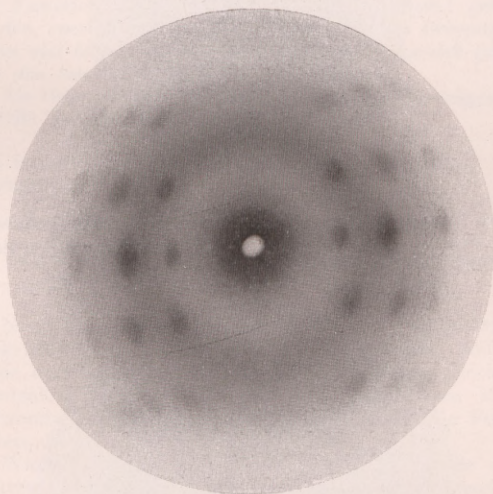


Fig. 2. Röntgenspektrum von dem gleichen reinen Kautschuk bei etwa 500% Dehnung.

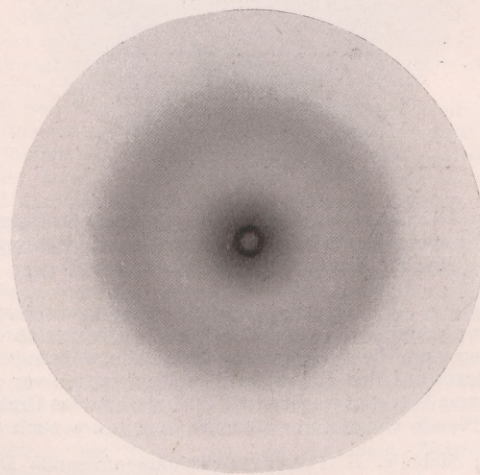


Fig. 3. Röntgenspektrum von dem gleichen reinen Kautschuk bei etwa 75% Dehnung.

¹⁾ H. PRINGSHEIM, Naturwissenschaften 12, 360 bis 364. (Mai 1924.) J. R. KATZ, Physikal. Zeitschr. 25, 664–666. 1924 u. J. R. KATZ, Neuere röntgenspektrographische Ergebnisse, welche möglicherweise hinweisen auf die Existenz verschieden hoch polymerisierter Cellulosen. Cellulosechemie (Märzheft 1925).

²⁾ Wichtig für diese Frage ist es vielleicht, die in einer früheren Fußnote erwähnte Tatsache, daß die peripheren Interferenzen des Faserdiagramms bei Aufnahmen in einer zylindrischen Kamera fehlen, wie das im Falle eines etwas unregelmäßigen Gitters zu erwarten wäre (cf. DEBYE-FAKTOR, Unordnung durch die Wärmebewegung der Moleküle).

ist im letzteren Falle zu sehen, wie die Interferenzen auf hyperbelartigen Kurven liegen; bekanntlich haben nach POLANYI die Schichtlinien des Faserdiagramms bei Aufnahmen auf einer Platte diese Form¹⁾.

Fig. 4 ist das Spektrum eines vulkanisierten Patentgummis, das nicht nur stark gedehnt, aber daneben stark tordiert worden ist; in der linken Abbildung war der Faden mäßig stark tordiert, in der rechten Abbildung maximal stark tordiert. Die Spektren sind die typischen Diagramme einer Fasersubstanz mit Spiralstruktur. Ein Kreis (an der Innenseite des amorphen Ringes) läuft in dem rechts abgebildeten Negativ fast um 360° herum, ein zweiter nimmt zwei lange Kreisbogen ein. Fig. 5 endlich ist eine Dreh-

Interferenzpunkte des Faserdiagramms zu markieren; vom amorphen Ring ist — wegen der starken Dehnung und der kurzen Beleuchtung — kaum etwas sichtbar geblieben. Vergleicht man Fig. 4 und 5 mit Fig. 1, so wird es doch sehr wahrscheinlich, daß die „*Krystallinterferenzen*“ durch die Dehnung neu entstanden sind¹⁾.

Nimmt man weiter an, daß der „*amorphe Ring*“ und die „*Krystallinterferenzen*“ des amorphen Kautschuks von zwei verschiedenen Bestandteilen herrühren, so ließe sich das folgende Bild vom Mechanismus

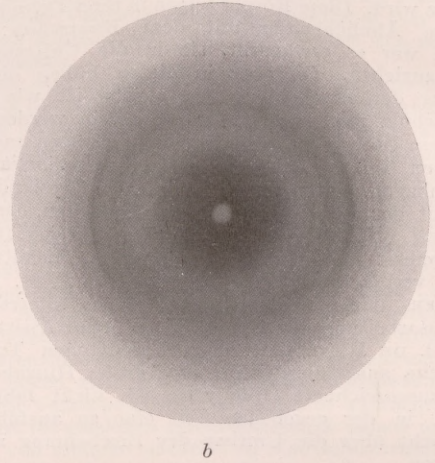
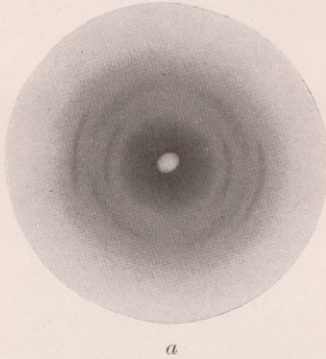


Fig. 4. Röntgenspektrum von stark gedehntem und tordiertem vulkanisiertem Patentgummi. *a* schwach tordiert. *b* maximal tordiert.

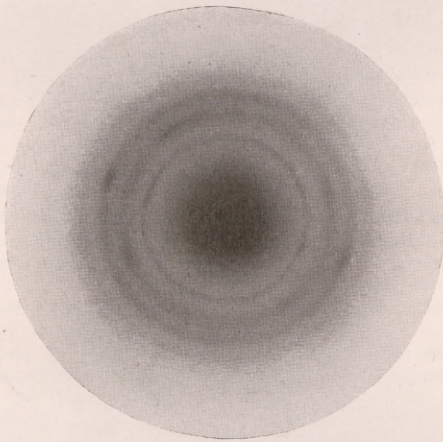


Fig. 5. Drehaufnahme (Drehen um die Achse der Blende) bei reinem Kautschuk und etwa 500% Dehnung. (Gleicher Kautschuk wie Fig. 1, 2 und 3.)

aufnahme eines stark gedehnten, nichtvulkanisierten Kautschukfadens (nach dem neuen Drehverfahren: Drehung um die Zylinderachse der Blende, während das Präparat auf der Rückseite derselben, mitten vor der Bohrung befestigt worden ist). Ich habe hier das Drehen der Blende einige Zeit stillstehen lassen, um auch die

¹⁾ Siehe z. B. POLANYIS zusammenfassende Darstellung: Faserstoffe im Röntgenlichte. Naturwissenschaften 9, 320. 1921.

der Dehnung des Kautschuks entwerfen, das, wie wir sehen werden, den Vorteil hat, eine Reihe zutreffender Gesichtspunkte zu haben. Die anfängliche Dehnung des Kautschuks wäre dann die einer Gel-Substanz; eine solche läßt sich — wie ich in meinem Referat über Quellung angegeben habe — charakterisieren durch das Zusammengehen einer kleinen Fluidität (wie bei einem echten festen Körper) mit einer Poissonschen Konstante μ ungefähr gleich $\frac{1}{2}$ (wie bei einer Flüssigkeit). Damit hängt zusammen, daß solche Substanzen starke Dehnungen ertragen, bevor sie reißen (starke elastische Beweglichkeit der kleinsten Teilchen²⁾). Tatsächlich hat vulkanisierter Kautschuk eine auffällig geringe Fluidität (bleibt bis zum Brechen, der Hauptsache nach, innerhalb der Elastizitätsgrenzen), aber eine Poissonsche Konstante, die nahezu $\frac{1}{2}$ beträgt³⁾. So ließen sich dann die ersten 75% Dehnung erklären.

Von einem gewissen Dehnungsgrad ab entstehen dann aber in dieser amorphen, stark dehnbaren Masse und aus derselben die Fäden oder andersartige Krystalle einer viel weniger dehnbaren Substanz; und das

¹⁾ Man vergleiche bei diesen Abbildungen auch die erste Mitteilung.

²⁾ Siehe J. R. KATZ, Die Quellung. Ergebn. d. exakt. Naturwissenschaften 3, 400. Sept. 1924; Die Gesetze der Quellung. Kolloidchem. Beiheft 9, 151. 1917.

³⁾ Inwieweit bei allen solchen Gelen schon in schwächerem Grade ein Mechanismus der „*Krystallbildung*“ wirksam ist [der aber evtl. röntgenspektrographisch noch nicht festgestellt werden kann (s. obige Fig. 3)] lasse ich dahingestellt.

scheint mir der Kern der neuen Auffassung zu sein¹⁾. Diese Fäden geben dann das „Krystallspektrum“, wobei sie sofort weitgehend parallel orientiert liegen. Die Menge dieser zweiten Substanz nimmt mit der Dehnung erheblich zu; in diesem mittleren Teile ist die Dehnbarkeit eine komplexe Erscheinung, bis endlich ein Endzustand erreicht wird, wo diejenige Substanz, die sich umsetzen kann, erschöpft zu werden scheint. In dem Augenblick zeigt die Substanz typische Faserstruktur: besteht der Hauptsache nach aus parallel gerichteten „Kryställchen“, verbunden durch amorphe Kittsubstanz. Bekanntlich haben eben die natürlichen Fasern eine auffällig starke Kohäsion, welche man dieser Struktur zuschreibt. So würde die einzigartige Tatsache, daß vulkanisiertes Kautschuk kurz vor dem Bruch von einer gleichen

Solche Verkürzungen zeigen bekanntlich Gelatine, Gallerten und gewisse Muskeln; und wir haben im ersten Teile gesehen, daß auch bei gewissen Muskeln und bei einigen anderen Substanzen¹⁾ ähnliche Änderungen im Röntgenogramm auftreten (wenn auch der Grad der Ähnlichkeit noch nicht genügend feststeht). Nähere Untersuchungen werden lehren, ob nicht eine ganze Reihe von Gelen und amorphen Körpern ähnliche Erscheinungen aufweisen.

Zweitens, daß im ersten Teile der Dehnung — wo der Mechanismus der „Krystallbildung“ noch nicht wirkt — die Substanz sich abkühlen sollte, wie gewöhnliche Substanzen tun. Nun hat schon JOULE gezeigt, daß das tatsächlich der Fall ist. So fand er bei einem Streifen vulkanisierten Kautschuks, deren Länge 4 inches betrug:

Länge (in inches)	4	4,06	4,12	4,8	5,2	5,87	6,6	7,25	7,75
Temperatursteigung °C	0	— 0,003	— 0,004	— 0,001	0,014	0,053	0,095	0,137	0,187

Zunahme der Spannung viel weniger stark verlängert wird als im Anfang der Dehnung ihre ungezwungene Erklärung finden.

Besonders interessant ist es nun, diese Tatsachen zu vergleichen mit der 1857 von JOULE²⁾ entdeckten Erscheinung, daß Kautschuk sich bei der Dehnung erwärmt, während andere Substanzen sich abkühlen. Denn eine solche Erscheinung wäre auf Grund der

Drittens wäre zu erwarten, daß der Verlauf der Wärmeentwicklung und der Verlauf der Verlängerung als Funktion der Spannung einander parallel gehen werden, speziell daß beide im letzten Teile der Dehnungskurve viel kleiner werden als vorher. Der Versuch lehrt, daß das tatsächlich der Fall ist.

Als Beispiel für diese Parallelität möge die folgende Tabelle JOULES dienen:

Anfängliche Länge des vulkanisierten Kautschuks = 3,3 inches; jeweilige Zunahmen des spannenden Gewichtes wie angegeben.

Zunahme des Gewichtes (lb)	2,5	2	2	2	2	2	2	4	2	4	4
Länge nach der neuen Belastung (inches)	6,8	10,9	14,6	17,6	18,5	19,4	20,1	20,9	21,3	22,0	bricht
Temperatursteigerung °C	0,110	0,242	0,330	0,132	0,088	0,068	0,004	0,001	0,009	0,004	

oben skizzierten Theorie eigentlich zu erwarten, weil jede Substanz bekanntlich Wärme entwickelt, wenn sie aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand übergeht. Wäre diese Auffassung der Joule-Wärme richtig, so wäre dreierlei zu erwarten.

Erstens, daß diejenige Substanzen, die sich ebenso wie Kautschuk im gespannten Zustande bei der Erwärmung verkürzen (was eine thermodynamische Folge der Wärmeentwicklung bei der Dehnung ist), ähnliche röntgenspektrographische Erscheinungen aufweisen.

Neue Versuche — Bestimmungen der Temperatursteigerung, der Verlängerung, der optischen Anisotropie und des Röntgenspektrums — alle am gleichen Kautschuk und bei gleichen Dehnungsgraden sind notwendig, bevor man es wagen kann, auf die Feinheiten dieser Erscheinungen einzugehen²⁾.

Wichtig ist noch die Frage nach der Größe des Gitters der „Krystalle“, im besonderen, ob dasselbe groß genug ist, um dem Molekulargewicht des Kautschuks zu entsprechen, das doch aller Wahrscheinlichkeit nach ein sehr hohes ist. Aus dem Faserdiagramm läßt sich bekanntlich leicht die Identitätsperiode des Gitters in der Richtung der Faserachse (hier also der Dehnung) ablesen³⁾. Dieselbe betrug bei einem stark

1) Dadurch unterscheidet sie sich von den Auffassungen gewisser älterer Autoren (wie MALLOCK, CHENEVEAU und HEIM, FEDDERSEN), welche vor einigen Jahrzehnten, unabhängig voneinander, angenommen haben, daß der Kautschuk aus zwei Substanzen mit verschiedenen Dehnungseigenschaften besteht. Doch haben sich diese Autoren offenbar gedacht, daß beide Bestandteile schon im ungedehnten Kautschuk vorhanden sind, in gleichen Mengenverhältnissen wie im gedehnten. Deshalb wird auch ihre Theorie jetzt von neuem interessant. Denn, wie wir im ersten Teil gesehen haben, ist es noch nicht als eine ganz gesicherte Tatsache zu betrachten, daß die „Krystalle“ sich neu bilden (obwohl höchstwahrscheinlich). Im gegenteiligen Falle aber könnte die Auffassung der obengenannten älteren Autoren wiederum wichtig werden. Aber auch dann würde sie eine Vervollständigung brauchen, deren Notwendigkeit aus den Röntgenogrammen klar abgelesen werden kann: daß nämlich die Teilchen des wenig dehnbaren Bestandteils „krystallinisch“ sind und daß sie bei der Dehnung gleichgerichtet liegen.

2) Proc. Roy. Soc. 8, 355. 1857; Phil. Mag. (4) 14, 226. 1857; JOULES Scientific Papers I, 405.

1) Seit längerer Zeit habe ich in Gemeinschaft mit O. GERNGROSS ähnliche Versuche an besonders gut gereinigten Gelatinegallerten ausgeführt, die in gewissen Fällen Krystallinterferenzen zu zeigen schienen. Es wird darüber nach gründlicher weiterer Prüfung eine eingehende Veröffentlichung erfolgen.

2) Z. B. die Tatsache, daß die Wärmeentwicklung fast ganz aufhört, während die Dehnungskurve noch schwach ansteigt. Da eben dieser schwache Anstieg im letzten Teile der Dehnungskurve — wie SCHIDROWITZ u. a. gezeigt haben — ein wichtiges Maß für die Qualität des Kautschuks ist, hätte diese Tatsache — falls sie sich bestätigen würde — erhebliches Interesse. Aber zur Zeit scheint es mir verfrüht, sie zu diskutieren. Ich will nur andeuten, daß sie sowohl mit einer Verlängerung der Fäden wie der amorphen Zwischen-substanz zusammenhängen könnte.

3) Nach M. POLANYI und K. WEISSENBERG, Zeitschr. f. Physik 10, 44—55. 1922.

gedehnten, nichtvulkanisierten Heveakautschuk etwa 9 Å.-E. Mit der Bestimmung der Identitätsperioden in den beiden anderen kristallographischen Richtungen (aus dem Runge-Toeplitz-Johnsenschen Rechenverfahren, kontrolliert durch schiefe Aufnahmen) bin ich zur Zeit beschäftigt. Die innerste Äquatorialinterferenz entsprach einer Identitätsperiode von etwa $6\frac{1}{2}$ Å.-E. Auch bei dieser hochmolekularen Substanz scheint wiederum ein kleines Gitter vorzuliegen. Die Frage erhebt sich, ob nicht das Molekül in einer oder in allen Richtungen die *mehrfache* Größe der röntgenspektrographischen Elementarzelle besitzt, was auf assoziierte oder polymerisierte Moleküle im Sinne von H. PRINGSHEIM¹⁾ und J. R. KATZ²⁾ hindeuten würde. Ob das Krystallgitter ganz unabhängig von der Intensität der Dehnung ist und ob es bei allen Kautschukarten genau gleich groß ist, wird weiter untersucht. Die bis jetzt gefundenen Elementarzellen hatten alle ungefähr die gleiche Größe und könnten bloß einige wenige Isopren-Moleküle enthalten.

Unklar in allen diesen Betrachtungen bleibt es vorläufig, inwieweit die „Krystalle“ selber eine bedeutende Dehnbarkeit und Elastizität aufweisen. Das Benehmen von Kautschuken, die sich nach langer Dehnung nicht mehr verkürzen (siehe erster Teil dieser Mitteilung), beweist, daß die Dehnbarkeit der „Krystalle“, wenn sie überhaupt merklich ist, viel weniger groß sein muß als die, welche der ganze Kautschuk bei schwachen Dehnungen aufweist. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob aus dem Röntgenspektrogramm über diesen Punkt Sicheres abzulesen ist, und was andere Untersuchungsmethoden hierüber ergänzend lehren können.

Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, zu zeigen, daß die neue Untersuchungsmethode, die ich in dieser Abhandlung beschrieben habe — die röntgenspektrographische Untersuchung von in verschiedenem Grade gedehnten Kautschukfäden — eine ganz neue Bearbeitung alter, noch ungeklärter Probleme des Kautschuks zuläßt. Darin sehe ich den hauptsächlichsten Wert dieser beiden Mitteilungen. Was diese Untersuchungsmethode in einem konkreten Falle leisten kann, hoffe ich in Zusammenarbeit mit Ing. K. BING zu versuchen durch ihre Anwendung auf verschiedene technische Probleme, mit der wir seit langer Zeit beschäftigt sind; die ersten der diesbezüglichen Abhandlungen werden bald erscheinen³⁾.

¹⁾ H. PRINGSHEIM, Naturwissenschaften 12, 360 bis 364. (Mai 1924.)

²⁾ J. R. KATZ, Physikal. Zeitschr. 25, 664—666. 1924 u. J. R. KATZ, Neuere Röntgenspektrographische Ergebnisse, welche möglicherweise hinweisen auf die Existenz verschieden hoch polymerisierter Cellulosen. Cellulosechemie (Märzheft 1925).

³⁾ J. R. KATZ und K. BING, Die röntgenspektrographische Untersuchung von in verschiedenem Grade gedehntem Kautschuk in seiner Anwendung auf das

Bei den mineralischen Zusätzen z. B. findet man, daß bei einzelnen (wie z. B. $MgCO_3$) sich die Krystalle des Zusatzstoffes schön parallel ordnen, wenn man den Kautschuk stark dehnt; während dies bei anderen (z. B. MgO oder ZnO) gar nicht der Fall ist. Doch hängt hier viel von der Vorbehandlung des Zusatzstoffes ab. Nebenbei kann, durch Vergleichung des Röntgenspektrums des Vulkanisats mit dem des Zusatzstoffes selber, festgestellt werden, ob und wie der Zusatzstoff sich chemisch gebunden hat (mit dem Schwefel bei der Vulkanisation).

Die Fülle der neuen Tatsachen, welche die Untersuchungsmethode bei ihrer Anwendung auf das Vulkanisationsproblem bringt, läßt sich nicht in kurzem beschreiben. Offenbar ändern sich die mechanischen Eigenschaften des amorphen Bestandteiles, die „Krystalle“ treten oft erst bei einer viel größeren kritischen Dehnung auf, liegen im Anfang viel weniger genau parallel orientiert usw.

Endlich zeigen die bis jetzt untersuchten synthetischen Kautschuke bei der Dehnung andere Röntgenspektrogramme als die natürlichen. Wir untersuchen zur Zeit, inwieweit das ein Licht wirft auf die Frage, warum die Natur bessere Produkte liefert als die Fabrik. Linienförmige Interferenzen treten entweder überhaupt nicht auf, bevor die Substanz bricht, oder erst bei starken Dehnungen. Bei den bis jetzt untersuchten Mustern kam es überhaupt nicht zur Ausbildung eines Faserdiagramms usw. Hängt der bessere „Nerv“ zusammen mit dem Auftreten des Faserdiagramms?

Die hier entwickelten theoretischen Betrachtungen sehe ich hauptsächlich als *fruchtbare Arbeitshypothese* bei diesen Untersuchungen. Wieweit an derselben noch geändert und verbessert werden muß, werden weitere Versuche lehren. Aber ohne einer solchen Auffassung läßt sich ein äußerst verwickelter Problem, wie das der Dehnbarkeit des Kautschuks, nicht bearbeiten ohne Gefahr, die große Linie zu verlieren.

Wissenschaftlich interessant ist vor allem die Frage, ob die „Krystalle“ echte Krystalle sind, oder ob es sich um etwas ganz Neues handelt, das ich *pseudokrystallinisch-amorph* nennen möchte, und das ich vergleichen möchte mit der Ordnung durch Zug, welche viele in einer Fläche regellos verteilten Sechsecke erfahren würden, wenn sie sich zu einer „Bienenwabe“ ordnen würden. Ähnlich könnten sich assoziierte Moleküle oder deren Elementarbausteine (Grundkörper) durch den Zug regelmäßig ordnen, ohne einen eigentlichen Krystall zu bilden. Es fällt aber vorläufig schwer, hier scharf begriffliche Trennungen zu machen.

Vulkanisationsproblem. — J. R. KATZ und K. BING, Röntgenspektrographische Beobachtungen an Kautschuken mit anorganischen Beimischungen. — J. R. KATZ, Röntgenspektrographische Beobachtungen über die Unterschiede zwischen natürlichen und synthetischen Kautschukarten.

Biologische Mitteilungen.

Seuchenprobleme. (A. GOTSTEIN, Ver. f. inn. Med., Vortrag vom 28. Januar 1925.) Der Vortragende hebt sechs besonders wichtige Erscheinungen hervor: den beispielsweise niedrigen Stand ansteckender Kriegseuchen in den Heeren, das fast vollständige Verschontbleiben des Inlandes von übertragbaren Seuchen trotz stärkster Verbreitung an der Ostgrenze und häufigster Gelegenheit zur Einschleppung bei zusammengebrochenem Grenzschutz, ungewöhnlicher Tiefstand einheimischer Kinderseuchen wie Scharlach und Diphtherie

trotz gesteigerter Übertragungsgefahr, das bekannte Verhalten der Tuberkulosesterblichkeit mit der kurzen steilen Zahl 1917/1919, einem kleinen Anstieg 1922/1923 und weiterem Absinken 1924; dem steht gegenüber der internationale Seuchenzug der Influenza 1918 mit hunderttausenden von Menschenopfern in Deutschland in wenigen Wochen und die russische Seuchenkatastrophe mit Erkrankungen von vielen Millionen zuerst an typhösen Seuchen, später an Malaria, beides in engstem Zusammenhang mit schwersten Hungerkatastrophen.

Angesichts dieser Vorgänge hat das Problem des plötzlichen Aufblühens und Erlöschens von Seuchen besondere Beachtung gefunden, und gegenwärtig steht im Vordergrund die Deutung durch *Keimvariation*, also durch ausschließliche Berücksichtigung des exogenen Faktors. Demgegenüber zeigt GOTTSTEIN an zwei Beispielen, daß hier ein *anderer* Faktor ausschließlich in Betracht kommt, die Umstellung der Massenempfänglichkeit durch Änderung der Immunität. Die Masern zeigen kurze steile periodische Erhebungen von 1–2 Vierteljahren Dauer mit Zurücktreten der Epidemie für 3–5 Jahre. Faßt man fünfjährige Zeiträume zusammen, so verschwinden die Epidemiezacken. Sie kommen durch beschleunigte Durchseuchung der Empfänglichen aller Jahrgänge zustande; dann erlischt die Krankheit durch die erworbene Immunität, bis eine neue Kindergeneration Empfänglicher herangewachsen ist. Auch die Diphtherie zeigt neben sekundären und tertiären Schwankungen große Wellen, bei denen die Epidemie aus kleinen Anfängen binnen einigen Jahrzehnten zu enormer mörderischer Höhe anwächst, um ebenso langsam abzusinken und gelegentlich für einige weitere Jahrzehnte bedeutungslos zu werden.

Verfasser wies schon 1893 gleichzeitig mit EIGENBRODT das Bestehen einer Familiendisposition für Diphtherie nach und erklärte mit den Methoden der Absterbeordnung das Verhalten der Diphtherie durch die Tatsache der vererbaren angeborenen Immunität. Es wechseln Generationen qualitativ verschiedener Empfänglichkeit. Auf der Höhe der Epidemie werden die häufigsten Varianten ausgetilgt, die anderen wachsen heran und in ihrer Nachkommenschaft nimmt die Zahl Hinfälliger stetig ab; erst wenn durch allmähliche Mischung wieder die Zahl der Hinfälligen zunimmt, wird nach Jahrzehnten der Boden für eine neue Epidemiesteigerung wieder vorbereitet. GOTTSTEIN hatte damals berechnet, daß eine Erhöhung auf höchstens 5% häufigere Varianten genügt, um Epidemien von der beobachteten Schwere zu erzeugen. Die gegebene Deutung hat neuerdings durch die mit dem Schickschen Verfahren gemachten serologischen Untersuchungen eine Bestätigung gefunden; auch der Prozentsatz der negativ reagierenden Kinder steht mit den früher gegebenen Zahlen im Einklang. Diese Deutung des Entstehens periodischer Schwankungen durch Austilgung hinfälliger Varianten wirft zugleich ein Licht auf die Anpassung der menschlichen Gattung an eine seit Jahrtausenden symbiotisches Kontagium. Bei Diphtherie ist diese Anpassung schon sehr weit gediehen, weiter als bei Tuberkulose, Malaria, Syphilis und die Mehrzahl der Todesopfer fällt der Kondition im Sinne von TANDLER zur Last. Eine solche Anpassung durch Auslese arbeitet aber mit allzugroßen Zeiträumen und allzuvielen Opfern; eine aktive Seuchenvorbeugung ist überall da, wo die Wissenschaft für sie Handhaben bietet, vorzuziehen. Die Lehre von den schädlichen Wirkungen veränderter Auslese ist für Seuchen falsch und oft wiederlegt, mindestens die Opfer der Kondition sind vermeidbar.

Zur Variabilität von *Arianta (Helix) arbustorum* Leach. (AUGUST HOFF, Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre 30. 1923.) Zu dem Zwecke, einen Beitrag zum Umfang und Begriff der Art, zur Größenbeziehung von Organen und ihren Zellelementen, zu deren Konstanz und zu ökologischen

Fragen zu liefern, hat der Verfasser statistische Untersuchungen am Liebespfeil, dem Oberkiefer, der Radula, den Nervelementen und den Odontoblasten von einer unserer häufigsten Schnecken *Arianta arbustorum* unternommen. Dabei wurde Material aus den verschiedensten Gegenden und mit sehr differentem geologischen Untergrund verwendet.

Zunächst wurde untersucht, ob und welchen Einfluß der Kalkgehalt des Bodens auf die Ausbildung der Schale hat. Dabei darf nicht das absolute, sondern es muß das relative Schalengewicht (Verhältnis von Schalengewicht zum Gesamtgewicht) geprüft werden. Es ergab sich, daß auf kalkfreiem bzw. kalkarmem Boden der Gewichtsanteil der Schalen von 15,35 bis 25,05, auf anstehendem Kalk oder Kalkgeröll jedoch von 25,13 bis 35,6 schwankt. Ob eine direkte Kalkaufnahme stattfindet, muß der Fütterungsversuch erst entscheiden.

HOFF untersuchte dann die Größe des Liebespfeils (ein stilettförmiges Gebilde aus kohlenstoffreichem Kalk, das bei der Kopulation als Reizmittel in die Körperwand des Kopulationspartners eingestoßen wird). Die absolute Länge des Liebespfeils schwankt von 4,39 bis 5,22 mm ($M = 4,75$). Die relative Länge (Länge pro Milligramm Tiergewicht) nimmt mit zunehmendem Tiergewicht ab. Die absolute Länge nimmt mit der absoluten Gewichtszunahme des Tieres im allgemeinen zu, doch soll nach HOFF nur ein geringer Zusammenhang bestehen. Auch beim Oberkiefer nimmt die Größe mit zunehmendem Gewicht pro Gewichtseinheit des Tieres zu. Die Korrelationstabelle, die der Verfasser dafür gibt, ist keineswegs eindeutig, und es muß hier überhaupt betont werden, daß sämtliche Korrelationstabellen, die sich in der Arbeit finden, viel zu wenig Fälle enthalten, um bündige Schlüsse aus ihnen zu ziehen. Die absolute Größe der Oberkiefer geht der Tiergröße parallel. Ein Zusammenhang zwischen der an verschiedenen Fundorten differenten Zahl und Gestalt der Oberkieferleisten mit der Tiergröße konnte nicht ermittelt werden. Die gleichen Verhältnisse wie beim Oberkiefer herrschen hinsichtlich der Zahl der Zähnechen auf der Radula (eine die Zunge bedeckende chitinöse Reibplatte). Weiterhin untersuchte HOFF die Größe der Kerne der sog. Riesenzellen des Cerebralganglions, bei denen keine deutliche Korrelation zur Tiergröße besteht. HOFF stellte dagegen die interessante Tatsache fest, daß (bei ausschließlich rechtsgewundenen Tieren, die untersucht wurden) stets die Zellen auf der rechten Seite kleiner sind als die auf der linken. An den Riesenzellen der Buccalganglien fand HOFF eine Zunahme der Durchschnittsgröße der Ganglienzellen bei zunehmendem Körpergewicht; am Nervensystem von *Arianta* stehen also Körpergröße und Zellgröße in Korrelation. Die Größe der Kerne und die maximale Höhe der Zellen der Odontoblasten der Radulatasche gehen dem Tiergewicht unendlich parallel.

Der Vergleich der Variationskoeffizienten zeigt, daß Tier- und Schalengewicht am stärksten variieren. Sehr stark ist ferner die Variabilität der Größe und Ausbildung des Oberkiefers sowie der Größe der Nervelemente. Liebespfeil und Radula variieren wesentlich schwächer. Aber auch innerhalb der großen Variationsbreiten finden sich alle Übergänge zwischen den extremen Abweichungen vom Mittelwert, woraus hervorgeht, daß das untersuchte Material einer Art angehört.

WALTER LANDAUER.

Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien 1924.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.

12. Juni.

E. DITTLER und A. KÖHLER (Wien): **Experimentelle Untersuchungen über die Entmischbarkeit der Kalinatronfeldspäte.** Im Anschlusse an röntgenographische Untersuchungen der Japaner SH. KOZU und J. ENDO wurde der Versuch gemacht, auf experimentellem Wege festzustellen, ob durch Entmischung inhomogen gewordene, sog. Perthite durch längere Behandlung bei Temperaturen, welche noch unter dem Schmelzpunkt der beiden Komponenten liegen, also im festen Zustande, homogenisiert werden können. Die Präparate wurden im elektrischen Widerstandsofen auf Platinunterlagen durch 500 und mehr Stunden auf $1000 \pm 25^\circ$ konstant erhitzt, die Temperaturmessung erfolgte mittels Pt-Pt-Rh-Thermoelementes; nach dem Abschrecken wurden die Dünnschliffsplitter in Canadabalsam eingebettet und unter dem Mikroskop untersucht. Sehr deutlich wird z. B. die Erscheinung am Mikroperthit von ARENDAL; dieser Feldspat zeigt in Schnitten nach 0:010 vor dem Erhitzen: Auslösung der Orthoklaslamellen in bezug auf die Trace von $P_{4,5}$, der Albitlamellen von 19° ; nach dem Erhitzen war die Auslösung einheitlich geworden, sie beträgt im Maximum 8° , im Minimum 6° . Der vor dem Erhitzen charakteristische Unterschied in der Lichtbrechung der beiden, den Perthit zusammensetzenden Komponenten ist nun völlig verschwunden; es ist homogene Mischung eingetreten und der ursprüngliche Mikroperthit verhält sich nun wie ein Anorthoklas. Ähnliche Beobachtungen konnten auch an den übrigen Feldspäten gemacht werden. Auch in den als primäre Bildung geltenden Kryptoperthiten von Frederiksvärn kann in Übereinstimmung mit den Versuchen von SH. KOZU und J. ENDO diese Tendenz zur Homogenisierung im festen Zustande beobachtet werden.

20. Juni.

Das k. M. FRITZ KERNER-MARILAUN übersendet eine Arbeit mit dem Titel: **Solarklimatische Spielräume morphogener Hemisphärentemperaturen der Vorzeit.** Mit den von SPITALER für die zehn extremen Erdstellungen, welche sich aus der Kombination der Grenzwerte von ε und e mit den vier Hauptstellungen von π ergeben, für das Intervall von 60° N bis 60° S berechneten Werten des reinen Land- und Seeklimas wurden für fünf von FRECH für palaeozoische Zeitabschnitte entworfene Rekonstruktionen die Parallelkreistemperaturen bestimmt und aus diesen thermische Mittelwerte für die Zonen $60-20^\circ$ und $60-0^\circ$ auf beiden Halbkugeln und für die Zone 20° N bis 20° S abgeleitet. Die erhaltenen solarklimatischen Spielräume liegen für die einzelnen Jahreszeiten und Erdgürtel zwischen $6,0$ und $12,5^\circ$, für das Jahresmittel bleiben sie unter $2,0^\circ$. Die Jahresschwankung wächst bei der Temperatur des Tropengürtels bis zu $12,5^\circ$, bei der der gemäßigten Gürtel bis über $27,0^\circ$ an und kann bei Aphelsummer und Perihelwinter ganz verschwinden.

3. Juli.

Eine bemerkenswerte 16jährige Klimaschwankung mit einem Anhang: **Mögliche Perioden verschiedener Wellenlänge,** von ARTHUR WAGNER, Wien. Der Verfasser untersucht die Wiener Temperaturreihe 1776 bis 1923 und im weiteren Verfolge lange Temperaturreihen von 16 anderen europäischen und einer ameri-

kanischen Station nach dem Vorhandensein einer 16jährigen Periode und findet, daß wir es hier mit sehr großer Wahrscheinlichkeit mit einer *gesetzmäßigen*, nicht durch Zufall verursachten Erscheinung zu tun haben.

10. Juli.

Das k. M. Prof. STEFAN MEYER übersendet fünf Abhandlungen, betitelt: **Über die Unregelmäßigkeiten in der β -Strahlung frisch auskristallisierten Uranyl-nitrate,** von JULIUS KORCZYN. Die Abnahme der β -Aktivität von frisch auskristallisiertem Uranyl-nitrat wird auf einen nicht näher definierten, diffusionsähnlichen Vorgang zurückgeführt. Ein Zusatz von geringen Mengen Eisensalz hindert das Eindringen des $U X$ in die tieferen Schichten.

Über Atomzertrümmerung durch α -Strahlen.
II. **Eine Methode zur Beobachtung der Atomtrümmer von kurzer Reichweite,** von GERHARD KIRSCH und HANS PETTERSSON. Um die Beobachtung von Fragmenten aus mit α -Partikeln zertrümmerten Atomen innerhalb des Sperrfeldes der Primärpartikeln zu ermöglichen, wird eine Methode beschrieben, nach welcher die senkrecht zur Primärstrahlung ausfliegenden Teilchen gezählt werden. Ein weiterer Ausbau der Methode um die beobachtbare Zahl der Fragmente durch ringförmiges Ausnutzen der Strahlungsquelle zu erhöhen, wird im Prinzip beschrieben.

Über Atomzertrümmerung durch α -Strahlen.
III. **Die Zertrümmerung von Kohlenstoff,** von HANS PETTERSSON. Eine Zusammenfassung des ersten Teiles einer Untersuchung über die Zertrümmerbarkeit von Kohlenstoff zeigt, daß mittels α -Bestrahlung sowohl H- als α -Partikeln erhalten werden. Letztere haben nach vorwärts eine Reichweite von etwa 10,5 cm; die H-Partikeln werden sowohl nach vorwärts wie senkrecht gegen die Richtung der Primärstrahlung beobachtet, mit Reichweiten, resp. 8 cm und 16 cm. Nach der senkrechten Methode sind Atomfragmente von nur 1,5 cm Reichweite beobachtbar, mit einer später zu beschreibenden modifizierten Versuchsanordnung sogar bis zu 0,01 cm Reichweite herab. Die Ergebnisse mit Kohlenstoff sowie mit den vergleichsweise untersuchten Elementen Beryllium und Silicium, welche auch senkrecht austretende H-Partikeln geben, werden im Einklang mit der vom Verfasser entwickelten Explosionshypothese für den Atomzerfall gefunden.

Über Atomzertrümmerung durch α -Strahlen.
IV. **Abbau von Stickstoff und Sauerstoff. — Helium als Abbauprodukt,** von GERHARD KIRSCH. Es wird der Nachweis erbracht, daß beim Durchgang von schnellen α -Strahlen durch N nicht nur H-Strahlen, sondern auch sekundäre α -Strahlen in ähnlicher Menge entstehen. Ebenso wurden α -Strahlen aus Sauerstoff erhalten. Die Abhängigkeit der Zahl und Reichweite dieser Strahlen von verschiedenen Versuchsbedingungen schließt eine Herkunft derselben aus der primären radioaktiven Substanz vollkommen aus und beweist, daß bei Zusammenstößen von schnellen α -Teilchen mit leichten Atomen nicht nur H, sondern auch He als Abbauprodukt erhalten wird. In die Energie der H-Strahlen geht die von der stoßenden α -Partikel übertragene Energie als Summand ein, während die sekundären α -Strahlen wahrscheinlich in allen Teilen der Bahn des Primärstrahles mit derselben Energie den explodierenden Kern verlassen. Die Absolutzahl der

im ersten Wegzentimeter von Ra-C-Strahlen zertrümmerten Stickstoffatome wird zu ca. 100 pro Million Primärstrahlen berechnet.

Monatliche Luftdruck- und Temperaturanomalien auf der Erde. Korrelationen des Luftdruckes auf Island mit dem anderer Orte, von FELIX M. EXNER. Im Laufe der letzten Jahre wurden Monatswerte des Luftdruckes und der Lufttemperatur für den 30jährigen Zeitraum 1887–1916, und zwar für etwa 70 möglichst gleichmäßig auf der ganzen Erdoberfläche verteilte Orte zusammengestellt. Der Zweck davon war, die Beziehungen der Anomalien im Druck oder der Temperatur benachbarter und weit voneinander entfernter Gebiete festzustellen.

A. BRUKL überreicht eine Abhandlung über: **Die Darstellung von Metalltelluriden aus Tellurwasserstoff und Metallsalzlösungen.** Bei den Phosphiden und Arseniden gelang es nachzuweisen, daß die auf nassem Wege erhaltenen Verbindungen vom überschüssigen Metallsalz oxydiert werden, unter Bildung von Metall und unterphosphoriger oder arseniger Säure. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Telluriden. Läßt man hingegen in eine Natriumtelluridlösung das Metallsalz zutropfen, so daß nie ein Überschuß an dem letzteren vorhanden ist, muß diese Nebenreaktion ausgeschaltet werden. Auf diese Weise wurden erstmalig auf nassem Wege die Telluride des Hg (II), Fe (II), Tl (I) dargestellt und von den in der Literatur genannten Telluriden des Pd, Cu⁺(I), Pb, Bi, Ni, Co die Analysen erbracht und die Eigenschaften beschrieben. Zur Darstellung von Telluriden jener Metalle, die der Sulfalkaligruppe angehören, ist das oben beschriebene Verfahren unbrauchbar; hier mußte vom Tellurwasserstoff ausgegangen werden. So wurden dargestellt die Telluride des Sn (II), Sn (IV), Sb (III) und As (III) wurde überprüft. Beim Gold und Platin mußte die Existenz einer Tellurverbindung indirekt bewiesen werden.

23. Oktober.

Das k. M. Prof. STEFAN MEYER übersendet eine Abhandlung, betitelt: **Über die chemischen Wirkungen der durchdringenden Radiumstrahlung. 16. Die Einwirkung auf Kaliumbichromat, Kaliumchromat und Kaliumpermanganat.** VON ANTON KAILAN. Unter dem Einflusse der von etwa 1 mm Glas durchgelassenen Strahlen eines 110 mg Radiummetall enthaltenden Präparates erfahren im Verlaufe von zwei Monaten wässrige Lösungen von Kaliumchromat keine, solche von freier Bichromsäure und ihres Kaliumsalzes dagegen eine immerhin merkliche Zersetzung, da in der Sekunde von ersterer $4,2 \cdot 10^{12}$ Molekeln oder nach Abzug der Wirkung des entstandenen Wasserstoffsperoxyds etwa $2 \cdot 10^{12}$ Molekeln reduziert werden, vom Kaliumbichromat allerdings nur $3 \cdot 10^{11}$ Molekeln. Im ersteren Falle ist die Zahl der direkt reduzierten Molekeln (m) kaum mehr, im letzteren sicher nicht mehr von der gleichen Größenordnung wie die der erzeugbaren Ionenpaare (n), da $\frac{m}{n} = 0,07$ bzw.

0,009 gefunden wird. Unter den gleichen Bedingungen werden von wässrigen Kaliumpermanganatlösungen, gleichgültig ob sie ursprünglich neutral oder an Wasserstoffionen etwa $\frac{1}{82}$ normal waren, nach Abzug der Wirkung des Wasserstoffsperoxyds in der Sekunde ungefähr $1,5 \cdot 10^{13}$ Molekeln Kaliumpermanganat bzw. Anionen der Permangansäure direkt reduziert, während bei $\frac{1}{18}$ normaler Hydroxylionenkonzentration die Geschwindigkeit der direkten Zersetzung beiläufig dreimal kleiner gefunden wird. Die Zahl der reduzierten Molekeln ist in den beiden ersteren Fällen sicher, im

letzteren noch annähernd von der gleichen Größenordnung wie die der erzeugbaren Ionenpaare, da sich

$$\frac{m}{n} = 0,5 \text{ bzw. } 0,16 \text{ ergibt.}$$

Das w. M. SIEGM. EXNER legt die folgenden Mitteilungen vor: **Beeinflussung des Fischfarbwechsels durch Chemikalien. I. Infundin- und Adrenalinwirkung auf die Melano- und Xanthophoren der Elritze (*Phoxinus laevis* Ag.), von LEO ABOLIN.** Es wurden Versuche über die Wirkung von Infundin und Adrenalin an Elritzen (*Phoxinus laevis* Ag.) ausgeführt, welche Fische nebst einem starken Farbwechsel auch eine große individuelle Farbvariabilität besitzen. Die beiden Stoffe (in Lösungen 1 : 10 bis 1 : 1000) wurden den Fischen mit einer feinen Pravazspritze in die Rückenmuskulatur injiziert. Es ließen sich hinsichtlich der chromatischen Hautfunktion zwei lokale *Phoxinus*-Rassen (Wien und Lunz) konstatieren. Die Wiener Rasse besitzt verhältnismäßig viel größere Massen des gelben und roten Farbstoffs, welcher besonders mit der Geschlechtsreife resp. Größe zunimmt. Aus diesem Grunde kommen zum Studium der *Melanophoren*-reaktionen besonders die Lunzer Tiere in Betracht. Schon 0,07 ccm 0,001-Adrenalinlösung ruft eine typische *Melanophoren*-reaktion hervor, und der Fisch wird blaß hellgelb. Die Einwirkung des injizierten Stoffes ist schon nach 2 Minuten bemerkbar. Maximum der Reaktion ist nach 8–10 Minuten erreicht. Injektion von 0,08 ccm einer 0,01-Infundinlösung ruft eine Verdunkelung der Fische hervor. Die Reaktion ist langsamer, setzt nach ca. 4 Minuten ein. Ihr Maximum ist erst nach 20–30 Minuten erreicht, nach 2 Stunden aber ist die Verdunkelung schon fast verschwunden.

Beeinflussung des Fischfarbwechsels durch Chemikalien. II. Annahme männlicher Erythrophorenfärbung durch das infundinisierte Weibchen der Elritze (*Phoxinus laevis* Ag.), von LEO ABOLIN. In der ersten Mitteilung wurde schon geschildert, daß Infundin eine starke Expansion der *Melanophoren* der in Betracht kommenden Körperteile hervorzurufen vermag. Nicht weniger empfindlich gegen die Infundininjektion sind die *Erythrophoren*. Wo bei einem normalen erwachsenen Tiere ohne sichtliche Rotfärbung vereinzelte kugelförmige *Erythrophoren* anzutreffen waren, finden wir nach der Infundininjektion ein dichtes, anastomosierendes Netzwerk sternförmiger Gebilde mit feinsten Verästelungen. Makroskopisch verfärbt sich das Tier an entsprechenden Körperstellen intensiv rot. Besonders wirksam auf die *Erythrophoren* zeigt sich die 0,1-Infundinlösung, die 0,01 schon in einem schwächeren Maße, 0,001 wirkt überhaupt nicht. Injizieren wir dem geschlechtsreifen Weibchen Infundin, so bekommt auch dieses an denselben Körperteilen eine intensive Rotfärbung.

13. November.

Das w. M. FELIX M. EXNER legt eine Abhandlung vor: **Über den Druck von Sandhügeln.** Es wurden Versuche ausgeführt, um den Druck zu messen, den auf ebener Unterlage aufgeschüttete Sandmassen mit maximalen Böschungen auf derselben erzeugen. Sandrücken mit geradliniger Oberkante ergaben in der Mittellinie ihrer Basis Druckwerte, die nahezu jenen von Wassersäulen derselben Höhe gleich waren, obwohl die Dichte des Sandes 1,5 betrug. Nach den Rändern zu nahm der Druck recht langsam ab, langsamer, als dies den Höhen der seitlichen Sandsäulen entsprach. Die mittleren Sandsäulen werden durch die benachbarten infolge der Reibung zum Teil getragen, so daß der Druck unter ihnen kleiner ist, als es der hydrostatische wäre. Die seitlichen Säulen übernehmen

dafür einen Teil des Gewichtes der mittleren und zeigen höheren Druck als den hydrostatischen. Eine exakte physikalische Theorie für diese Druckverteilung wurde nicht entwickelt.

20. November.

Das k. M. Prof. Dr. K. LINSBAUER legt zwei Arbeiten vor:

I. MATO NICOLIĆ (Belgrad): Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Phacelia tanacetifolia*. Die Keimkraft der Samen von *Phacelia tanacetifolia* wird durch Dauerbelichtung teils vollständig vernichtet, teils gehemmt. Eine Lichtintensität von 0,8 HK vermag noch 30% der Samen an der Keimung zu hindern. Die hemmende Wirkung des Lichtes nimmt mit der Belichtungsstärke zu. Die Abhängigkeit des Keimprozentes von der Lichtstärke folgt einer Hyperbelkurve. Auch eine nur nach Stunden bemessene Vorbelichtung bestimmter Stärke kommt in einer Keimungshemmung zum Ausdruck. Die Hemmung nimmt mit der Stärke und Dauer der Belichtung zu. Eine der Belichtung vorausgehende Verdunkelung begünstigt die Keimung bei nachfolgender Belichtung. Diese fördernde Wirkung steht in Abhängigkeit von der Verdunkelungsdauer. Wenngleich die hemmende Wirkung des Lichtes mit der gebotenen Lichtmenge zunimmt, so folgt sie doch nicht dem Reizmengengesetz; eine über eine längere Zeit ausgedehnte Belichtung mit schwächerer Intensität erweist sich wirksamer als eine kurze Belichtung mit höherer Intensität. Auch für Lichtkeimer muß indessen die Gültigkeit des Reizmengengesetzes bezweifelt werden.

27. November.

Das k. M. Prof. STEFAN MEYER übersendet eine Abhandlung, betitelt: Magnetisierungszahlen seltener Erden. Es werden Neubestimmungen an reinstem Material von C. AUER-WELSBACH, für Hafnium von G. HEVESY mitgeteilt. Es ergaben sich die Atommagnetismen:

Nr. (58)	(59)	59	60	61	62	63	64	65	66	67	
	Ce	Pr	Pr	Nd	—	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
$k \cdot 10^6 =$	0,01	3,3	5,2	5,3	—	0,87	5,6	28,2	35	48,8	47,5
Nr.	68	69	70	71		72	39	40			
	Er	Tu	Yb	Cp		Hf	Y	Zr			
$k \cdot 10^6 =$	38,2	24,5	8,8	—0,037		—0,023	0,062	—0,014			

Cassiopeium und Hafnium sind ebenso diamagnetisch wie Lanthan und Zirkon. Das vierwertige Praseodym hat eine nahe gleiche Magnetisierungszahl wie das dreiwertige Cer, und das vierwertige Cer angenähert dieselbe wie das dreiwertige Lanthan. Es wird auf aus obigen Daten gewinnbare Anhaltspunkte für die Zuordnung der Elektronenbahnen im Bohrschen Atommodell hingewiesen.

4. Dezember.

Das k. M. Prof. STEFAN MEYER übersendet eine Abhandlung, betitelt: Über das Kraftfeld des Atomkernes und das Coulombsche Gesetz, von HANS PETERSSON. Es werden Versuche vom Verfasser

erwähnt, wonach die gegen die Atomkerne von drei als zertrümmerbar gefundenen Elemente geschleuderten α -Teilchen nicht reflektiert werden, sondern anscheinend im getroffenen Atomkern haften bleiben. Diese Ergebnisse sowohl als früher von BIELER gefundene, wonach bei einem gewissen kritischen Abstand zwischen α -Teilchen und Atomkern die Abstoßung in Anziehung umschlägt, werden unter Berücksichtigung der elektrostatischen Induktion zwischen Teilchen und Kern im Sinne des Coulombschen Gesetzes erklärt. Die auf eine Umkehr des Zeichens in demselben Gesetz fußende Satellithypothese von RUTHERFORD und CHADWICK für die Struktur des Atomkernes wird demnach für unwahrscheinlich gehalten, und es werden weitere dagegen sprechende experimentelle Tatsachen erläutert.

Dr. JULIUS PIA überreicht eine Arbeit unter dem Titel: Über einen merkwürdigen Landpflanzenrest aus den Nötscher Schichten (Carbon der Gegend von Bleiberg in den östlichen Gailtaler Alpen). Die Gegend westlich von Nötsch und Bleiberg ist ausgezeichnet durch das schon lange bekannte Auftreten marinen Untercarbons mit einer verhältnismäßig reichen Fauna aus Brachiopoden, Korallen, Crinoiden usw. Untersuchungen ergaben, daß diese Meeresversteinerungen auf einen gewissen, wahrscheinlich liegenden Teil der Nötscher Schichten beschränkt sind. Weiter im Norden treten zunächst Bänke mit Süßwassermuscheln und dann im oberen Erlachgraben Landpflanzen führende Schichten auf. Die aus diesen gewonnenen Reste sind vorwiegend der Art nach nicht bestimmbare Calamiten, die aber den Eindruck erwecken, als ob es sich um unteres Obercarbon handeln könnte. Zusammen damit fand sich ein Abdruck, der zu einer neuen Gattung und Art, *Gymnoneuropteris carinthiaca*, gestellt werden muß. Es handelt sich um ein Farnblatt, dem die Spreite vollständig fehlt.

11. Dezember.

Das k. M. Prof. STEFAN MEYER übersendet eine Abhandlung, betitelt: Über die Reflexion von α -Teilchen an Atomkernen, von HANS PETERSSON. Es wird eine neue Methode entwickelt zur Untersuchung der Atomtrümmer, wie sie aus Substanzen unter großen Winkeln gegen die auftreffende Strahlung abgegeben werden. Mittels dieser retrograden Methode wurden die α -Teilchen untersucht, die von fünf verschiedenen Elementen nahezu rückwärts reflektiert werden. Bei drei dieser Elemente, die als zertrümmerbar bekannt sind, wurden keine reflektierten α -Teilchen bei Reichweiten beobachtet, die merklich geringer sind als die von der Theorie der elastischen Stöße verlangten. Bei zwei schwereren Elementen, die bis jetzt als nicht zertrümmerbar angenommen wurden, wurden solche Teilchen beobachtet, doch hatten sie eine Reichweite, die bedeutend geringer war als die einem elastischen Stoße entsprechende. Es wurden H-Teilchen aus zertrümmerten Atomen von Nickel und Kupfer gefunden. Mögliche Erklärungen für die Abwesenheit der reflektierten α -Teilchen, fußend auf der Annahme, daß das α -Teilchen in den Atomkern eindringt, werden ausgeführt.

NEU ERSCHIENENE BÜCHER

- Auerbach, F.**, Das Zeisswerk und die Carl-Zeiss-Stiftung in Jena. 5. Auflage. Jena, Gustav Fischer. 1925. Mit 252 Abbildungen im Text und 1 Bildnis von Abbe. (258 S.) 16×24 cm. Reichsmark 6.—, geb. 8.—
- Campbell, N. R.**, La Théorie Electrique Moderne. Théorie Electronique. 2. Supplément: La Structure de l'Atome. Traduit de l'anglais par A. Corvisy. Paris, Librairie Scientifique J. Hermann. 1925. (VI, 166 S.) 16×25 cm. frz. Fracs. 15.—
- Gothan, W.**, Paläobiologische Betrachtungen über die fossile Pflanzenwelt. Berlin, Gebr. Borntraeger. 1925. Mit 26 Abbildungen und 1 Titelbild. (176 S.) 16×25 cm. Reichsmark 8.70
- Goetsch, W.**, Tierkonstruktionen. Neue Ergebnisse der experimentellen Zoologie. München, Allgemeine Verlagsanstalt. 1925. Mit 96 Abbildungen und 2 farbigen Tafeln. (316 S.) 16×23 cm. geb. Reichsmark 8.—
- Gottlob, K.**, Technologie der Kautschukwaren. 2. Auflage. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1925. Mit 128 Abbildungen. (XI, 340 S.) 16×24 cm. Reichsmark 19.20, geb. 22.—
- Haecker, V.**, Pluripotenzerscheinungen. Synthetische Beiträge zur Vererbungs- und Abstammungslehre. Jena, Gustav Fischer. 1925. Mit 26 Abbildungen im Text. (VIII, 213 S.) 16×23 cm. Reichsmark 9.—
- Hartmann, M.**, Biologie und Philosophie. Berlin, Julius Springer. 1925. (VI, 53 S.) 14,5×22 cm. Reichsmark 2.40
- Hegi, G.**, Rebstock und Wein. Unter Mitwirkung von H. Beger. Sonderabdruck aus: Hegi, Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München, J. F. Lehmanns Verlag. 1925. Mit 44 Abbildungen und Karten. (S. 349—427.) 19×27 cm. Reichsmark 4.—, geb. 5.—
- Jacoby, G.**, Allgemeine Ontologie der Wirklichkeit. I. Band. Halle, Max Niemeyer. 1925. (576 S.) 16×24 cm. Reichsmark 11.—, geb. 13.50
- Janke, A.**, Allgemeine technische Mikrobiologie. I. Teil. Die Mikroorganismen. Dresden, Th. Steinkopff. 1925. Mit 10 Abbildungen und 1 Tafel. (X, 342 S.) 15×22 cm. Reichsmark 12.—
- Jickeli, Carl F.**, Pathogenesis. Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels und die Tendenz zur Stabilität als Grundprinzipien für Vergehen und Werden im Kampf ums Dasein. Berlin, Kommissionsverlag von R. Friedländer & Sohn. 1924. (XIV, 335 S.) 16×24 cm. Reichsmark 15.—
- Maul, O.**, Politische Geographie. Berlin, Gebr. Borntraeger. 1925. Mit 29 Textkarten. (XV, 742 S.) 17×26 cm. Reichsmark 36.—
- Pascal, P.**, Synthèses et Catalyses industrielles. Fabrications minérales. Paris, Librairie Scientifique J. Hermann. 1925. Mit 270 Abbildungen. (VII, 452 S.) 16×25 cm. frz. Fracs. 45.—
- Passarge, S.**, Grundzüge der gesetzmäßigen Charakterentwicklung der Völker. Berlin, Gebr. Borntraeger. 1925. (173 S.) 14×23 cm. geb. Reichsmark 5.40
- Philippson, A.**, Das fernste Italien. Geographische Reiseskizzen und Studien. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. 1925. Mit 17 Tafeln und 3 Plänen. (249 S.) 12×19 cm. Reichsmark 6.30
- Potonié, R., und O. Seitz**, Geologie. Bücherei für Landwirte, herausgegeben von Hanns v. Lengerken. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co. 1925. Mit 150 Abbildungen. (VIII, 274 S.) 16×24 cm. Reichsmark 10.50, geb. 12.—
- Steinitzer, A.**, Die vergessene Insel. Sardinien und die Sarden. Gotha, Der Flamberg-Verlag. 1924. Mit 104 Abbildungen in Kupfertiefdruck. (160 S.) 15×22 cm. In Leinen geb. Reichsmark 10.—
- Wilson, E. B.**, The Cell in Development and Heredity. 3. Auflage. New York, The Macmillan Company. 1925. Mit 529 Abbildungen. (XXXVII, 1232 S.) 15×24 cm. sh. 36.—
- Wisselingh, C. van**, Die Zellmembran. Handbuch der Pflanzenanatomie. Berlin, Gebr. Borntraeger. 1925. Mit 73 Abbildungen. (VIII, 264 S.) 17×26 cm. Reichsmark 15.—
- Zenneck, J., und H. Rukop**, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. 5. Auflage. Stuttgart, Ferdinand Enke. 1925. Mit 775 Textabbildungen und zahlreichen Tabellen. (XX, 902 S.) Reichsmark 34.50

Zu beziehen durch die Hirschwaldsche Buchhandlung für Naturwissenschaften, Mathematik und Medizin, Berlin NW 7, Unter den Linden 68

Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie

Abteilung A:

Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere

Redigiert von

P. Buchner und **P. Schulze**
Greifswald Rostock

Abteilung B:

Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie

Fortsetzung des Schultze-Waldeyer-Hertwigschen Archivs für mikroskopische
Anatomie und der Zeitschrift für Zellen- und Gewebelehre

Redigiert von

R. Goldschmidt und **W. von Möllendorff**
Berlin Kiel

Abteilung C:

Zeitschrift für vergleichende Physiologie

Redigiert von

K. von Frisch und **A. Kühn**
Breslau Göttingen

Abteilung D:

Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen

Organ für die gesamte kausale Morphologie

Redigiert von

H. Spemann **W. Vogt** **B. Romeis**
Freiburg i. Br. München München

Abteilung E:

Archiv für wissenschaftliche Botanik

Redigiert von

W. Ruhland und **H. Winkler**
Leipzig Hamburg

Jede Abteilung der Zeitschrift erscheint in zwanglosen, einzeln berechneten Heften

Abnehmer von drei gleichzeitig bezogenen Abteilungen erhalten die Zeitschrift zu einem gegenüber dem jeweils festgesetzten, Verkaufspreis um 10% ermäßigten Vorzugspreis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9