

11. 5. 1926

Städt. Bibliothek Leipzig

# 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 18 (SEITE 377—400)

30. APRIL 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

## INHALT:

Technik und Physik. Von A. SCHACK, Düsseldorf	377	Gleitflächengesetz und Flußmäander. (Bemerkung zu Einsteins Mäandertheorie.) Von O. BASCHIN, Berlin	391
Photochemische Wirkungen des Chlorophylls. Von KURT NOACK, Erlangen. (Mit 2 Figuren)	383	MITTEILUNGEN AUS VERSCHIEDENEN GEBIETEN: Afrika-Durchquerungen mit Transportmaschinen. Benzin-elektrischer Fahrzeugantrieb. Untersuchungen über die dem Tierreich entstammenden Riechstoffe	392
<b>BESPRECHUNGEN:</b>			
EITEL, W., Über die Synthese der Feldspatvertreter. Von Friedrich Rinne, Leipzig	389	BOTANISCHE MITTEILUNGEN: Über die Stratigraphie der russischen Torfmoore. Methoden der Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen. Das Verhalten der Windepflanzen im Dunkeln. Über Kohlensäureassimilation toter Blätter. Die rheinischen Hieracien. Viehweide, ein am Formwechsel und an der Artbildung der Pflanzen mitwirkender Faktor. Über die Symbiose der beiden Lebermoose <i>Blasia pusilla</i> L. und <i>Cavicularia densa</i> St. mit <i>Nostoc</i>	395
HERTER, CONRAD, Tastsinn, Strömungssinn und Temperatursinn der Tiere und die diesen Sinnen zugeordneten Reaktionen. Von Albrecht Hase, Berlin-Dahlem	389	PHYSIKALISCHE MITTEILUNGEN: Die Feinstruktur der Quecksilberlinie $\lambda = 2536,7$ . Interferenzuntersuchungen an Kanalstrahlen. (Mit 1 Figur)	398
BARCROFT, JOSEPH, The Respiratory Function of the Blood. Von A. Loewy, Davos	390		
SCHLESINGER, EUGEN, Das Wachstum des Kindes. Von Werner Gottstein, Freiburg i. Br.	390		
<b>ZUSCHRIFTEN UND VORLÄUFIGE MITTEILUNGEN:</b>			
Eigenschaften organischer Kolloide. Von HUGO FISCHER, Berlin	391		



Abb. 233. Ein Tank bei etwa der höchsten Neigung.

Aus: **Schnellaufende Verbrennungsmaschinen.** Von Harry R. Ricardo, B. A. A. M. I. C. E. M. I. A. E. Übersetzt und bearbeitet von Dr. A. Werner und Dipl.-Ing. P. Friedmann. 382 Seiten mit 280 Textabbildungen. 1926. Gebunden RM 30.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

26

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 7.50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 0.75 zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

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

Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24  
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.  
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C.  
Postscheckkonto Nr. 118 935.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

## Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Sieben Abhandlungen.

Von

**Richard Willstätter** und **Arthur Stoll**

456 Seiten mit 16 Textfiguren und einer Tafel. 1918. RM 20.—

Inhalt

Erste Abhandlung: Über die Konstanz des Chlorophyllgehaltes während der Assimilation. — Zweite Abhandlung: Über das Verhältnis zwischen der assimilatorischen Leistung der Blätter und ihrem Gehalt an Chlorophyll. — Dritte Abhandlung: Über Absorption der Kohlensäure durch das unbelichtete Blatt. — Vierte Abhandlung: Über das Verhalten des Chlorophylls gegen Kohlensäure. — Fünfte Abhandlung: Über die Konstanz des assimilatorischen Koeffizienten bei gesteigerter Assimilation. — Sechste Abhandlung: Über die Abhängigkeit der Assimilation von der Anwesenheit kleiner Sauerstoffmengen. — Siebente Abhandlung: Untersuchung über Zwischenstufen der Assimilation.

## Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

Von

**Dr. S. Kostytschew**

Ord. Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität Leningrad

In zwei Bänden

Erster Band

**Chemische Physiologie**

575 Seiten mit 44 Textabbildungen. 1926. RM 27.—, in Leinen gebunden RM 28.50

Aus dem Inhalt:

Vorwort. Einleitung. I. Die Grundlagen der chemischen Pflanzenphysiologie. II. Die Assimilation der Sonnenenergie durch grüne Pflanzen und die primäre Synthese der organischen Stoffe. III. Chemosynthese und Assimilation des molekularen Stickstoffs. IV. Die Ernährung der Pflanzen mit fertigen organischen Verbindungen. V. Die Ernährung der Pflanzen mit Aschenstoffen und die Bedeutung dieser Ernährung. VI. Kohlenhydrate und Eiweißkörper. Die Verwandlungen dieser Stoffe in der Pflanze. VII. Sekundäre Pflanzenstoffe. VIII. Atmung und Gärung. — Sachverzeichnis.

## Pflanzenatmung

Von

**Dr. S. Kostytschew**

Ord. Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität Leningrad

159 Seiten mit 10 Abbildungen. 1924. RM 6.60, gebunden RM 7.50

(Bildet Band VIII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere“. Herausgegeben von M. Gildemeister, Leipzig, R. Goldschmidt, Berlin, C. Neuberg, Berlin, J. Parnas, Lemberg, W. Ruhland, Leipzig.

## Technik und Physik.

Von A. SCHACK, Düsseldorf.

*Inhalt:* Das treibende Motiv der Technik ist Dienstleistung am Menschen. Das treibende Motiv der Physik ist Naturerkenntnis. Technik ist angewandte Physik. Da die Technik nur nach dem Grundsatz der Nützlichkeit, die Physik nur nach dem der Erkenntnis vorgeht, kann die Technik nur Zufallsergebnisse der Physik als für sich brauchbar finden. Die technische Physik ersetzt bewußt das Prinzip: „Erkenntnis“ durch das Prinzip: „Dienstleistung“. Da nur durch die Technik das materielle und davon abhängige kulturelle Los der Menschheit zu verbessern ist, kann es sittliche Pflicht der Beteiligten genannt werden, an der Förderung der Technik mitzuarbeiten. Die physikalische Forschung kann wesentlich zur Förderung durch Lösung bestimmter Probleme beitragen. Als Beispiel wird das Wärmeübergangsproblem und die wirtschaftliche Tragweite seiner Lösung geschildert. Die beste Verbindung zwischen Technik und Physik wird durch den Eintritt von Physikern in die industrielle Praxis gewährleistet. An solche Physiker werden aber sehr hohe Ansprüche gestellt werden.

### A. Motive und Wesen von Technik und Physik.

Das treibende Motiv der Technik ist, um sich schlagwortartig auszudrücken, die „Dienstleistung“. Die Technik ist das mehr und mehr verfeinerte Verfahren des Menschen, seine Lebensbedingungen durch möglichst zweckentsprechende Verwendung seines physikalischen Wissens zu verbessern. Das treibende Motiv der Physik ist demgegenüber reine „Erkenntnis“, und zwar Naturerkenntnis im umfassendsten Sinne. Der Weg der reinen Physik ist daher unabhängig von jeder Nützlichkeitsbetrachtung.

Die Bedeutung der Technik für den Menschen ist klar. Es ist sicher, daß z. B. in Deutschland ein erheblicher Teil der Menschen zugrunde gehen müßte, wenn nach und nach keine Maschine mehr funktionierte. Es ist aber ebenso sicher, daß andererseits die gegenwärtige Lage, die materiell und kulturell doch so gänzlich unbefriedigend ist, nur durch die Technik verbessert werden kann. An sich ist die Technik zwar nur imstande, den materiellen Wohlstand zu verbessern, aber man geht sicher nicht fehl in dem Schluß, daß mit den materiellen Bedingungen sich auch der kulturelle Lebensstand des Einzelnen automatisch hebt. Wenn man schon Zweifel in dieser Richtung an der im betreffenden Augenblick lebenden Generation hegt, so gelten diese Zweifel doch keineswegs für die darauf folgende Generation, da die Erziehungsmöglichkeiten mit steigendem Lebensstand der Eltern besser, und, wie die tägliche Erfahrung lehrt, in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle auch ausgenutzt werden.

Man kann im Zweifel sein, ob mit weiterem Fortschreiten der Technik nicht die heute schon zu

beklagenden Unzuträglichkeiten ins Unerträgliche wachsen, wie sie z. B. durch Zusammenballung großer Menschenmengen in ungesunden Werkhallen und engen Wohnungen, die Verunreinigung der Luft durch Rauch, die Verunstaltung der Landschaft durch Schornsteine usw. entstehen. Man kann ferner im Zweifel sein, ob die Mechanisierung der menschlichen Arbeit nicht ebenfalls immer schlimmer wird und zur Untergrabung von Glück und Zufriedenheit und schließlich zu einer Katastrophe führt. Diese Bedenken sind völlig unbegründet. Es läßt sich im Gegenteil nachweisen, daß die angeführten und viele andere der Technik als unabänderliche Folge zur Last gelegten Nachteile nur Zeichen einer noch nicht genügend fortgeschrittenen Technik sind. Die neuere Entwicklung der Technik zielt gerade auf die Beseitigung dieser Mißstände hin, sie sind somit als Übergangskrankheiten einer unvollständigen Entwicklung zu betrachten.

Der Raum verbietet es, alle diese Gedanken näher auszuführen. Ausführlich sind sie an anderer Stelle vom Verfasser dargestellt<sup>1)</sup>.

Wir haben hiernach vom weiteren Fortschreiten der Technik Hebung des materiellen und des damit verbundenen kulturellen Lebensstandes der Menschen und außerdem fortschreitende Beseitigung der kulturellen Nachteile zu erwarten, die die Technik mit sich gebracht hat. Wir erkennen damit, daß Förderung der Technik Dienst am Volke bedeutet. Die Arbeit des Forschers, sei er Ingenieur oder Physiker, der die Technik bewußt fördert, hat einen ethischen Hintergrund.

Wenn also Förderung der Technik fast sittliche Pflicht derer, die es angeht, genannt werden muß, fragt es sich, wie diese Förderung zu geschehen hat.

Ein Blick in die Geschichte und heutigen Arbeitsverfahren der Technik zeigt, daß sie, wenn man von der betriebswirtschaftlichen Seite absieht, zum größeren Teil angewandte Physik ist. Da nun die reine Physik ihren Weg nur durch das Streben nach Erkenntnis bestimmt, blieb der Technik im allgemeinen nichts übrig, als dasjenige zu verwerten, was zufällig aus den nach anderer Richtung orientierten Forschungsergebnissen der Physik für sie paßte. Gerade grundlegende Fortschritte der Technik, die im allgemeinen rein physikalische Erkenntnisse als Ursache haben, waren somit ziemlich weitgehend dem Zufall anheimgestellt. Noch schlimmer macht sich diese Zufallsnachlese der Technik an der Ernte der Physik in der technischen Kleinarbeit zur Vervollkommnung tech-

<sup>1)</sup> Zur Theorie der Technik, Zeitschr. d. Vereins d. Diplomingenieure 1921, S. 77–83.

nischer Einrichtungen und Verfahren bemerkbar. Diese soll der Teil C. näher schildern.

### B. Das Wesen der technischen Physik.

Diese Nachteile der von Natur gegebenen, aber, um sich einmal so auszudrücken, schlecht organisierten Zusammenarbeit zwischen Technik und Physik waren wohl der innere Grund dazu, eine neue Wissenschaft ins Leben zu rufen, die technische Physik. Nach dem Vorstehenden wäre es Aufgabe dieser neuen Wissenschaft, diejenigen im weitesten Sinne physikalischen Probleme zu erforschen, welche der Technik entweder auf ihrem bisherigen Wege bei der Verbesserung des schon Vorhandenen helfen können oder neue Probleme zu erforschen, welche mit Wahrscheinlichkeit auf längere Sicht technische Anwendbarkeit und neue grundlegende technische Fortschritte versprechen.

Um diese Probleme zu finden und erfolgreich aufzugreifen, sind Menschen erforderlich, die gleichzeitig Ingenieure und Physiker sind. Es müssen Physiker sein, die den Geist der Technik erfaßt haben. Sie müssen den eigentümlichen Blick des Ingenieurs für das Wesentliche und das Wirtschaftliche mit dem Blick des Physikers für die naturgesetzlichen Zusammenhänge vereinigen.

Man begegnet in der Industrie nicht selten Ingenieuren, die trotz guter mathematischer und physikalischer Ausbildung keine richtigen Ingenieure sind. Sie behandeln wissenschaftliche Probleme, die entweder an der betreffenden Stelle keine technische Wichtigkeit haben, oder sie verfolgen technisch wichtige Probleme in einer Richtung, die zu einem für die Technik wichtigen Ziel nicht führen kann. Ihnen fehlt der Blick für das Wesentliche; sie kommen dadurch persönlich nicht weiter und bringen die „Theorie“ bei der „Praxis“ in Mißkredit.

Noch seltener wird man aber wahre Ingenieure treffen, die gleichzeitig wahre Physiker sind. Dies wären die wahren „technischen Physiker“. Sie müßten einen ausgesprochenen Blick für die technischen Realitäten, die Beziehungen zwischen Aufwand und Erfolg, die Beziehungen der Naturerscheinungen zum technischen Fortschritt haben, und sie müßten gleichzeitig die wissenschaftlichen Methoden der Physik beherrschen und tiefen Einblick in die physikalischen Zusammenhänge des Naturgeschehens haben. Die Wissenschaft, die von solchen Männern vertreten wird, ist dazu berufen, nicht nur Tagesfragen der Technik zu beantworten, sondern den Fortschritt der Technik zu leiten, da sie allein gleichzeitig Einblick in die technischen und die physikalischen Möglichkeiten hat. Die technische Physik ist also im höchsten Sinne nicht nur Beraterin, sondern Führerin der Technik. In Wirklichkeit gibt es aber augenblicklich nur eine sehr geringe Anzahl solcher wahren technischen Physiker. Es ist eben schwer für den Einzelnen, in Wahrheit Ingenieur und Physiker zugleich zu sein. Je nach Ausbildungsgang, Interessen oder Veranlagung findet man in dem technischen Physi-

ker im allgemeinen entweder den Ingenieur oder den Physiker.

Sollte daher die Technik auf immer darauf angewiesen sein, nur Zufallsergebnisse der reinen Physik verwerten zu können und ihrer systematischen Mitarbeit zu entraten? Keineswegs. Die technische Physik als solche existiert und wird als Führerin und Beraterin der Technik immer größere Bedeutung gewinnen. Wenn es augenblicklich auch nur wenig wirkliche technische Physiker gibt, so kann doch die technische Physik eine andere und größere Aufgabe erfüllen: Sie kann das Forum der Zusammenarbeit der wahren Ingenieure und der wahren Physiker sein. Die vielleicht nur in Ausnahmefällen durch den Einzelnen erfüllbare Führeraufgabe wird in großem Maßstab durch Zusammenarbeit erreicht. Die Ingenieure sagen dabei, welche Probleme von technischer Wichtigkeit vorliegen oder sich entwickeln und was sie im einzelnen wissen müssen; die Physiker teilen den Ingenieuren ihre darauf bezüglichen Forschungsergebnisse mit, beurteilen die physikalischen Komponenten des Problems, die physikalischen Aussichten ihrer Erforschung und richten danach ihre Forschertätigkeit ein. Umgekehrt beurteilen die Ingenieure die technische Bedeutung und wirtschaftliche Möglichkeit von Vorschlägen der Physiker zur Anwendung einzelner Probleme. Es erübrigt sich, auf die Art dieser Zusammenarbeit näher einzugehen. Ihr Erfolg ist jedenfalls die oben geforderte bewußte Lenkung der physikalischen Forschung nach dem Leitmotiv der Dienstleistung, und die Technik hat ihre Führerin. Es wird dabei manchem bisher vom reinen Streben nach der Erkenntnis geleiteten Physiker eine größere Freude sein, mit seiner Arbeit den vorhin ange deuteten ethischen Dienst am Leben zu tun, als der gewiß schönen, aber abstrakten Erkenntnis der Naturerscheinungen zu dienen.

Selbst wenn die erwähnten „wahren“ technischen Physiker sehr zahlreich wären, wäre der Ruf der Technik nach der Physik immer noch notwendig, denn die Physik hat ihre großen Hilfsmittel und zahlreichen Jünger. Sie kann daher in großem Maßstab helfen, ohne die eigentliche Aufgabe, die reine unabhängige Erkenntnis aus dem Auge zu lassen. Es muß übrigens hierbei gesagt werden, daß auch der Zielrichtung der reinen Physik vom utilitaristischen Standpunkt der Technik ein Wert zukommt, weil man nämlich nie wissen kann, ob nicht ein noch so fern und abstrakt klingendes Problem plötzlich technische Bedeutung erhält. Wie weit die Physik in den Fortschritt der Technik eingreifen kann, zeigt besonders deutlich die Entwicklung der Elektrotechnik. Sowohl ihr Ursprung als auch ihre Entwicklung ist tatsächlich nur physikalischen Erkenntnissen und Methoden zu verdanken. Sie ist reine angewandte Physik, soweit betriebswissenschaftliche Belange und dgl. außer Betracht bleiben. Die Probleme, die hier besonders die neue Entwicklung zur Ausnutzung der Hochspannung und der elektrischen Wellen zeigen, sind verhältnismäßig bekannt, und

ihre Beziehung zur Physik braucht nicht erst auseinandergesetzt zu werden. Ähnlich ist es mit Problemen der Hydrodynamik (Schrauben, Turbinen) und der Thermodynamik (Arbeit expandierender Medien in Kraftmaschinen).

Die Thermodynamik bietet bereits ein Beispiel für die Klasse der oben genannten Probleme, die technisch zwar noch nicht reif sind, deren Erforschung aber auf weitere Sicht große technische Fortschritte verspricht und daher keine Aufgabe der Technik, aber ausgesprochen eine der technischen Physik als der Führerwissenschaft ist. Eine solche Aufgabe besteht in der Auffindung eines Weges zur Umwandlung der chemischen Energie der Kohle in mechanische Arbeit, ohne den Umweg über die Wärme benutzen zu müssen. Da ja der Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschinen durch den zweiten Hauptsatz auf 30—40% beschränkt ist, ist ein unabschätzbar großer technischer Fortschritt zu erwarten, wenn es gelingt, den Umweg über die Wärme zu vermeiden und beispielsweise in elektrochemischen Prozessen mit einem Wirkungsgrad von 80 oder 90% die chemische Energie in elektrische bzw. mechanische zu überführen. Der Physik kommt hierbei wie sonst das Verdienst zu, diese Möglichkeiten erkannt zu haben. Es fragt sich, ob man es eine Spielerei nennen darf, wenn man als weitere, allerdings noch wesentlich fernere und schwieriger lösbar erscheinende Probleme die Umwandlung der Sonnenstrahlung in elektrische Energie und schließlich die Ausnutzung der Energie des Atomzerfalls nennt.

Es mag genügen, von den in mehr oder weniger ferner Zukunft liegenden technischen Problemen diese, der Thermodynamik nahestehenden, aufzuzählen.

#### C. Einige physikalische Tagesfragen der Technik.

Die Technik selbst hat noch kein starkes und unmittelbares Interesse an diesen Problemen, da sie aus Gründen der Selbsterhaltung nur Probleme aufgreifen kann, deren Lösung ohne weiteres möglich erscheint und sofortige praktische Erfolge verspricht. Das wesentliche Interesse der Technik konzentriert sich daher, solange ein großes Problem von der Art der oben angeführten nicht genügend reif ist, auf Tagesfragen, die sich aus dem Streben nach Vervollkommnung der Methoden und Erzeugnisse ergibt. Wenn auch auf diesem Wege nicht technische Revolutionen des Fortschrittes zu erwarten sind, wie sie die Lösung eines der vorhin genannten Probleme mit sich bringen muß, so ist er doch der einzige, der mit *Sicherheit* vorwärts führt, und der Lohn dieser, wenn man sie nach der phantastischen Bedeutung der anderen so nennen darf, technisch-physikalischen Kleinarbeit ist ein sicherer und auf die Dauer zu ebenso gewaltigen Erfolgen führender technischer Fortschritt.

Von solcher „Kleinarbeit“, die aber wie auf allen anderen Gebieten des Lebens, so auch hier schließlich das Hauptverdienst am Erfolg hat, soll jetzt die Rede sein.

Man wird natürlich vom einzelnen kein auch nur entfernt erschöpfendes Bild der hier im ganzen vorliegenden technisch wichtigen Aufgaben erhalten können. Es wird aber auch genügen, einen einzelnen Problemkomplex herauszugreifen und zu besprechen. Als solchen Komplex und gleichzeitig als besonders kennzeichnendes Beispiel sei der Wärmeübergang genannt.

Dem Wärmeübergang begegnen wir fast überall in der Industrie. Ob es nun Öfen, Kessel, Lufterhitzer und Regeneratoren, Kälteanlagen, Wärmekraftmaschinen sind, überall ist es Aufgabe, entweder möglichst viel oder möglichst wenig Wärme zu übertragen. Überall da, wo Brennstoff verfeuert wird, tritt das Problem des Wärmeüberganges uns entgegen. Geht schon hieraus bei dem Verbrauch von 200 Millionen Tonnen Kohle in Deutschland hervor, welche technische Bedeutung diesem Problem zukommt, so wird diese Bedeutung doch noch verdoppelt, wenn man sich klar macht, daß durch eine Beherrschung des Wärmeüberganges nicht nur der Kohlenverbrauch vermindert, sondern die Produktion der einzelnen Anlage ohne vermehrte Anlagekosten gesteigert werden kann. Welche wirtschaftlichen Vorteile allein in diesem mittelbaren Erfolg stecken, kann man nur schätzen; in Mark ausgedrückt, käme man wohl auf eine Ersparnis von hundert Millionen jährlich. Hierzu kommt dann noch die unmittelbare Ersparnis an Brennstoffen. Technisch wichtig, bzw. von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist also das Problem. Was kann nun der Physiker dabei helfen? Da im wesentlichen in der Technik Gase und Flüssigkeiten Träger der Wärme sind, können wir das Problem auf den Wärmeaustausch zwischen diesen und festen oder flüssigen Flächen und zwischen festen oder flüssigen Flächen untereinander (durch Strahlung) beschränken. So merkwürdig es klingt, so muß zunächst hervorgehoben werden, daß noch sehr wenig vom Wärmeübergang in den meisten praktischen Fällen bekannt ist.

Die Wärme kann bekanntlich außer durch Leitung durch Konvektion und Strahlung übertragen werden. Der Strahlungsübertragung wurde bis in die neueste Zeit hinein nicht viel Gewicht beigemessen. Daher erstreckte sich die Hauptzahl der Versuche auf die Wärmeübertragung durch Konvektion. Sie wurden fast ausnahmslos an Rohren und dabei in Temperaturbereichen durchgeführt, die für die meisten technischen Fälle nicht in Frage kommen. Die Technik versuchte dann, diese Messungen auf andersartige Verhältnisse unter Zuhilfenahme der von NUSSELT<sup>1)</sup> für den Wärmeübergang durch Konvektion entwickelten Ähnlichkeitstheorie anzuwenden, hatte aber, wie sich gerade in letzter Zeit herausstellt, in diesen Fällen keinen Erfolg. Ein besonders gutes Beispiel hierfür sind die industriellen Öfen, denen ja nach ihrem Kohlenverbrauch und ihrem Einfluß auf den Produktionsprozeß eine hervorragende Be-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1909, S. 1750. Der Wärmeübergang in Rohrleitungen.

deutung zukommt. Wendet man die an Rohren entwickelten Formeln auf die in ihnen ähnlich wie in Rohren strömenden Gasmassen an, so ergibt sich, daß der tatsächliche Wärmeübergang ein Vielfaches von dem erwarteten beträgt. Der Grund liegt nach den neuesten Forschungen in erster Linie in der ultraroten Strahlung der Feuergase, auf die wir noch zurückkommen. Ein Teil des verbesserten Wärmeüberganges kann aber auch an der bei größeren Abmessungen und höheren Temperaturen veränderten Strömung und den veränderten Eigenschaften der Gase liegen. Daher entsteht die Frage: Wie hängt der Strömungszustand und der Wärmeübergang durch Konvektion von der Art des Gases, dem Rohrdurchmesser, Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit ab<sup>1)</sup>? In Öfen beträgt der freie Strömungsquerschnitt häufig  $2 \cdot 0,5$  qm. Die so gefundene Lösung würde auch der Dampfkesseltechnik große Dienste leisten.

Noch weniger als von diesem Wärmeübergang in durchgehenden Rohren oder Kanälen weiß man vom Wärmeübergang in den Wärmespeichern der Regenerativöfen. Hier strömt Gas oder Luft durch versetztes Gitterwerk von feuerfesten Steinen und wirbelt dabei kräftig. Über den dabei auftretenden Wärmeübergang durch Konvektion weiß man nichts. Die Frage lautet: Wie groß ist der Wärmeübergang durch Konvektion bei der Strömung von verschiedenen Gasen in Steingitterwerk in Abhängigkeit von der Gaszusammensetzung, Gasgeschwindigkeit, den Temperaturen, der Art der Gitterung und den dadurch bedingten Strömungszustand (bei Temperaturen bis  $1200^{\circ}\text{C}$ )?

In den oben erwähnten Öfen strömt das Feuergas zwischen dem gemauerten Gewölbe und dem unten liegenden „Einsatz“ (Wärmgut) auf einem Wege von 10—20 m und mehr hindurch. Es heizt dabei nicht nur den Einsatz, sondern auch das Gewölbe. Das Gewölbe gibt seine vom Gas empfangene beträchtliche Wärme laufend durch Strahlung an das unter ihm liegende Einsatzmaterial ab. In ähnlicher Weise wirkt Mauerwerk als „sekundäre Heizfläche“ bei Kesseln und vielen anderen feuerungstechnischen Einrichtungen. Die Berechnung dieser Strahlung wäre nach dem STEFAN-BOLTZMANNschen Strahlungsgesetz möglich, wenn man den Schwärzgrad (Emissionsvermögen) der Gesamtstrahlung der Gewölbesteine in Abhängigkeit von Temperatur, Zusammensetzung und Beschaffenheit der Oberfläche kennte. Diese hat bisher aber noch niemand gemessen. Es kommt dabei darauf an, daß die Gesamtstrahlung der Oberfläche im tatsächlichen verschlackten Zustand gemessen wird.

Eine vierte und wichtigste Frage betrifft die selektive Strahlung der Kohlensäure und des Wasserdampfes in den Feuergasen. Diese Strahlung ist mit Hilfe der bis dahin bekannten physika-

lischen Daten vom Verfasser berechnet worden<sup>1)</sup> und ergab Werte von hoher technischer Bedeutung. Danach ist der ultraroten Gasstrahlung bei Temperaturen über  $500^{\circ}$  und Gasvolumina, wie sie gewöhnlich in der Technik auftreten, im allgemeinen der überwiegende Teil des Wärmeüberganges zuzuschreiben. Es wäre von der *größten Wichtigkeit*, damit Kessel, Öfen, Regeneratoren, Hochofenwinderhitzer, alles die größten Kohlenverbraucher, die wir haben, zu berechnen. Das ist aber nicht möglich, weil das selektive Absorptionsvermögen der Kohlensäure und des Wasserdampfes bei höheren Temperaturen quantitativ nicht genügend bekannt ist. Es kommt dabei auf die Kenntnis der Breite der Absorptionsstreifen und des Verlaufes der Absorptionskonstante in den Streifen selbst an, alles in Abhängigkeit von der Temperatur am besten bis  $1800^{\circ}\text{C}$ , aber bis mindestens  $1000^{\circ}$ . Zur Berechnung der Feuerungsanlagen fehlt weiter noch die Kenntnis des Absorptionsvermögens der praktisch auftretenden Oberflächen der feuerfesten Steine in Abhängigkeit von der Wellenlänge; den Verlauf dieses selektiven Absorptionsvermögens braucht man, um die Absorption der ultraroten Gasstrahlung berechnen zu können. Diesen Absorptionsverlauf müßte man ferner bei flüssiger Schlacke kennen, wie sie etwa in Siemens-Martinöfen auftritt.

Nach Beantwortung der gestellten Fragen wird es möglich sein, den Wärmeverbrauch in den Hauptkohlenverbrauchern im voraus zu berechnen und ihre günstigste Bauart zu ermitteln. Damit ist dann die Möglichkeit gegeben, für jeden einzelnen Fall die Aufwendung von Anlagekapital für eine gegebene Leistung und ebenso den Wärmeverbrauch je Einheit Erzeugnis auf ein Mindestmaß zu bringen. Hieraus sind, wie oben ausgeführt, für die gesamte Industrie ins Gewicht fallende Vorteile zu erwarten.

Mit Wärmeübergangsfragen hängt auch die Messung höherer Temperaturen und besonders von Gastemperaturen zusammen. Diese Messung wird außerordentlich erschwert und in vielen praktischen Fällen unmöglich gemacht durch den störenden Einfluß der Wärmeableitung und bei Temperaturmessungen in Gasen, ganz besonders des Strahlungsaustausches mit der Umgebung. Die Technik hat sich bei der besonderen Fehlern ausgesetzten Gastemperaturmessung durch Konstruktion der „Durchfluß“- oder „Absaugepyrometer“ geholfen. In diesen wird durch Preßluft- oder Dampfstrahlgebläse mit Geschwindigkeiten bis zu 100 m/sec. und mehr das zu messende Gas an der Lötstelle des Thermoelementes in einem die Strahlung abschirmenden Rohr vorbei gesaugt. Abgesehen davon, daß infolge des erforderlichen Preßluft- und meist auch Kühlwasseranschlusses die Messung umständlich und das Instrument un-

<sup>1)</sup> Einzelne Teillösungen dieser Aufgabe gibt es schon, z. B. als neueste Arbeit H. REIHER, Wärmeübergang von strömender Luft an Rohre, Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1926, S. 47—52.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. techn. Phys. 6, S. 267—278. 1924; ferner die praktischen Auswirkungen, Mitt. d. Wärme-stelle Düsseldorf d. Vereins d. Eisenhüttenleute 1923, Nr. 55.

handlich wird, scheint nach den neuesten im Gange befindlichen Untersuchungen die Genauigkeit infolge des überhandnehmenden Strahlungseinflusses immer noch unzureichend zu sein. Diese Schwierigkeit der Messung von Gastemperaturen ist ein ernstliches Hindernis des technischen Fortschrittes und hat schon zu großen Schäden durch falsche Berechnungen geführt. Die sonst in der Physik bekannten Verfahren, wie Messung durch Benutzung der Strahlung (Flammenfärbung usw.) oder durch ein Extrapolationsverfahren mit verschiedenen dicken Thermoelementen, lassen sich in der Praxis noch schlechter oder gar nicht durchführen, weil zu den Strahlungsmessungen die Gasmengen zu groß und inhomogen sind und man bei dem einen Verfahren zwei einander gegenüberliegende Öffnungen und einen schwarzen Körper sehr hoher Temperatur braucht. Beim Extrapolationsverfahren braucht man Elemente unter 0,1 mm Durchmesser, die durch den chemischen Angriff des Gases in kürzester Zeit zerstört werden. Die Auffindung einer technisch brauchbaren Methode zur Messung der Temperaturen von Gasen, die von anders temperierten Wänden eingeschlossen sind, ist von großer Bedeutung und eine wichtige Aufgabe der technischen Physik.

Außer dieser, den reinen Wärmeübergang betreffenden Fragen, harren einige Fragen der Wärmeleitung der Lösung. Wieder ist es hier der Bereich hoher Temperaturen, wo die Kenntnis der erforderlichen Stoffwerte unzureichend ist. Es scheint so, als ob die Wärmeübertragung in Flammöfen mit flüssigem Arbeitsgut, in erster Linie wieder die bedeutungsvollen Siemens-Martin-Öfen, durch die schlechte Wärmeleitfähigkeit der flüssigen Schlacke stark behindert wird. Auch in der Gießereipraxis ist die Wärmeleitfähigkeit der Schlacke von Bedeutung, weil sie wahrscheinlich die Trennbarkeit der Schlacke von der Eisenoberfläche in der Pfanne beeinflusst. Die Wärmeleitfähigkeit der flüssigen Schlacke ist aber völlig unbekannt, und man hat auch keine Anhaltspunkte dafür, wie sie sich mit Temperatur und Zusammensetzung ändert.

Bei allen den Industrien, die mit hohen Temperaturen zu tun haben, sei es in Öfen oder Kesseln (hier besonders bei Kohlenstaubeuerung), liegt eine große Schwierigkeit in der Haltbarkeit der feuerfesten Steine. Die Schwierigkeit ist von solchem Einfluß, daß manchmal die Wirtschaftlichkeit der betreffenden Einrichtung gefährdet wird. Dagegen ist durch Verwendung genügend hochwertiger feuerfester Steine in vielen Fällen nicht bloß eine Ersparnis von Reparaturkosten und den mit Reparaturen verbundenen Produktionsausfällen, sondern eine direkte Verbilligung des Betriebes durch die Anwendbarkeit höherer Arbeitstemperaturen und höherer wirksamer Temperaturgefälle möglich. Man kann z. B. annehmen, daß Siemens-Martin-Öfen, von denen eine Batterie von 4 Öfen mit Zubehör soviel kostet wie eine größere Maschinenfabrik, aber mehr als das zehnfache an

Kohlen verbraucht, ihre Produktion um 30% vergrößern und dabei den spezifischen Kohlenverbrauch verringern könnten, wenn die den hohen Temperaturen ausgesetzten Teile, wie Köpfe, Gewölbe und Seitenwände, aus Steinen beständen, die einen höheren Erweichungspunkt als 1700° C haben und beständig gegen wechselnde Temperaturen, den Angriff der Ofenatmosphäre und der Schlacke sind. Stoffe, die diesen Bedingungen genügen, sind heute bekannt, aber daraus hergestellte Steine erfüllen die Ansprüche noch nicht und sind außerdem zu teuer, oder die Verarbeitung zu Steinen ist noch nicht möglich. Es ist Aufgabe der Physik bzw. der physikalischen Chemie, in Zusammenarbeit mit der Technik brauchbare Stoffe und durch Erkenntnis ihres physikalischen Verhaltens technisch durchführbare Verarbeitungsverfahren anzugeben.

Ein Problemkomplex von hoher technischer Bedeutung, der ebenfalls die physikalische Chemie angeht, ist in der Aufgabe enthalten, eine Flamme in bewußter Weise entwickeln zu können, so daß sie eine bestimmte Temperatur und einen bestimmten örtlichen Temperaturverlauf, eine bestimmte Größe und Form, einen bestimmten örtlichen Verlauf der chemischen Analyse usw. erhält. Die Technik steht dieser Aufgabe fast machtlos gegenüber, weil ihr fast kein einziges der erforderlichen chemisch-physikalischen Daten bekannt ist. Hierzu gehört besonders die Kenntnis der Reaktionsgeschwindigkeit der verschiedenen Gase mit Sauerstoff, die Diffusionsgeschwindigkeit, die Mischbarkeit (wohl abhängig u. a. von Zähigkeit und Molekulargewicht) bei Gasströmen von größerem Querschnitt, alles in *Abhängigkeit von der Temperatur*. Ferner gehört hierzu die Wirksamkeit von Katalysatoren und der Einfluß des molekular in der Kohlenwasserstoffflamme abgeschiedenen Kohlenstoffs auf den Verlauf der Verbrennung. Wenn auch die Vorausberechnung der Temperatur nicht ohne Kenntnis der Wärmeübergangsgesetze möglich ist, so ist doch dabei die Kenntnis der eben angeführten Größen erst recht erforderlich. Auch die Kenntnis der Reaktionsgeschwindigkeit und ihrer Gesetze bei festen Körpern und Gasen ist noch ganz unzureichend. Daher ist z. B. der Betrieb der Hochöfen, Gasgeneratoren, Kohlenstaubeuerungen u. a. fast ganz auf Verwertung praktischer Erfahrungen angewiesen. Solche praktischen Erfahrungen kosten aber bekanntlich ein gewaltiges Lehrgeld und lassen das wirtschaftliche Optimum doch nie deutlich erkennen.

Die bisherigen Ausführungen zeigen Tagesfragen der Technik, die hauptsächlich die Kenntnis stofflicher Eigenschaften, wie z. B. des Absorptionsspektrums der Kohlensäure oder feuerfester Steine bei höheren Temperaturen betreffen. Eine weitere Reihe von Fragen würde weniger Aufklärung über stoffliche *Eigenschaften*, als über bestimmte *Gesetzmäßigkeiten* verlangen, die zur Auffindung von *Verfahren* führen. Diese Fragen sind schwieriger darzustellen. Auch enthält hierbei häufig die

Problemstellung, wenn sie richtig ist, bereits einen Teil der Lösung. Um solche Probleme von nennenswerter Bedeutung zu stellen, ist eine außerordentlich enge Zusammenarbeit zwischen Physikern und Ingenieuren notwendig. Aber sie dürfte auch die bedeutsamsten Ergebnisse zeitigen.

#### D. Verpflanzung von Physikern in die industrielle Praxis.

Die notwendige Zusammenarbeit zwischen Technik und Physik wäre am besten gewährleistet, wenn Physiker nicht nur als Verbindungsleute zwischen Technik und Physik auftreten, sondern unmittelbar in den Produktionsprozeß gehen würden und vor allen Dingen überall dahin kommen, wo die Technik in irgendwelcher Weise forschend vorgeht. Es ist ja bekannt, welche gewaltigen Erfolge in der chemischen Industrie durch die unmittelbare wissenschaftliche Arbeit der Chemiker erreicht worden sind. Wenn auch unter der Voraussetzung, daß umwälzende physikalisch-technische Erfindungen vorerst nicht eintreten, dem Physiker wahrscheinlich nicht eine gleich hervorragende Rolle beschieden sein wird, so ist es anderseits doch sicher, daß ihm schon gegenwärtig eine bedeutende Rolle zukommt. Diese Rolle hat der Physiker aber noch nicht übernommen; er ist noch nicht in die Betriebe eingedrungen.

Wer trägt die Schuld hieran? Die Technik ist geneigt, die Schuld allein dem Physiker zuzuweisen, der weltfremd sei, nicht das technisch Wesentliche vom Unwesentlichen unterscheiden könne und unfruchtbar theoretisiere. Der Physiker dagegen ist geneigt zu behaupten, daß die Technik nicht fortschrittlich genug gesinnt und unfähig sei, den Wert unmittelbarer physikalischer Mitarbeit zu erkennen. Auch hochstehende Ingenieure mit hoher physikalischer Bildung erklären, mit Physikern aus den angeführten Gründen Mißerfolge gehabt zu haben. Andererseits ist es nach den bisherigen Ausführungen selbstverständlich, daß Mitarbeit von Physikern zum Erfolg führen muß. Da bleibt nur der Schluß übrig, daß in den angeführten Fällen nicht der richtige Mann am richtigen Platze war. Es hat sich hier offenbar um „reine Physiker“ gehandelt, während der „technische Physiker“ an dieser Stelle notwendig war.

Gewiß gibt es zahlreiche Fälle in der Industrie, in denen reine Physiker mit großem Erfolg tätig sein können und auch schon tätig sind. Man denke an die Versuchsanstalten der großen Werke und vor allem an die an sich physikalisch orientierte Industrie, wie Apparatebauanstalten, die optische und Glühlampenindustrie, die Fernmeldetechnik usw. In diesen Industriezweigen findet der reine Physiker heute steigenden Eingang und erobert sich weitgehende Anerkennung.

Im vorliegenden soll es sich aber weniger um diese Industriezweige als um die Eisen schaffende und verarbeitende Großindustrie und verwandte Industriezweige handeln.

Hier würden an den eintretenden Physiker

gewaltige Anforderungen gestellt werden. Wenn der junge Ingenieur eintritt, wird von ihm meist verhältnismäßig wenig verlangt. Als Betriebsingenieur soll er vor allem dafür sorgen, daß der Betrieb sich in gewohnten Bahnen reibungslos entwickelt. Wenn aber der Gewohnheit nicht entsprechend ein Werk einen Physiker, sagen wir einmal, zur Beratung in technisch-wissenschaftlichen Dingen einstellt, so wird von diesem Physiker zweifellos mehr verlangt werden, als von dem Ingenieur. Er kann seine Stellung nur halten und ausbauen, wenn er dem Werk wirtschaftliche Vorteile erarbeitet. Dazu gehört aber unter allen Umständen mehr als bloßes physikalisches und mathematisches Wissen. Er muß unbedingt das Ineinandergreifen der Räder des Produktionsprozesses durchschauen, um an ihm herantretende Fragen sachgemäß bearbeiten zu können und er muß selbständig unmittelbar interessierende Probleme stellen und lösen, um so den Produktionsprozeß, von dem auch er lebt, zu fördern. Aber gerade das Urteil, welches Problem unmittelbar wichtig ist, die Unterscheidung des technisch Wesentlichen vom technisch Unwesentlichen, des unmittelbar Interessierenden und des nicht unmittelbar Interessierenden fällt dem reinen Physiker (freilich auch manchem Ingenieur) schwer. Man geht vielleicht nicht fehl in der Annahme, daß dies der Hauptgrund ist, daß der Physiker heute noch nicht in den Betrieben Fuß gefaßt hat. Im Grunde genommen wird eben von solchen Physikern ein Doppeltes verlangt: Sie müssen gleichzeitig Physiker und Ingenieure sein, d. h. die Eigenschaften der oben gekennzeichneten „wahren technischen Physiker“ haben. Dieser doppelten Fähigkeit und doppelten Arbeit würde dann das Recht zur Führung der technischen Entwicklung gegenüberstehen. Es sei nochmals hervorgehoben, daß solche hochgespannten Ansprüche natürlich nicht für Physiker gelten, die in von vornherein physikalisch orientierte Industriezweige eintreten, wie sie oben erwähnt wurden. Aber auch hier wird eine technische Ader ebenso wenig schaden, wie bei Physikern, die in Versuchsanstalten mit physikalischem Pflichtenkreis tätig sind.

Der Schluß ist, daß also nur „technische Physiker“ ihren Platz im Produktionsprozeß der wichtigsten Industrien ausfüllen können. Hierbei sei erwähnt, daß wohl der Ort der Ausbildung des technischen Physikers, ob auf der technischen Hochschule oder der Universität, nicht entscheidend ist. Entscheidend dürfte viel eher das Interesse an technischen Dingen und der technische Blick sein, wie er wiederholt angedeutet worden ist. Natürlich ist auch eine technische Ausbildung notwendig. Aber diese kann solchen Physikern niemals schwer fallen, da für sie die Technik eine nahezu selbstverständliche und dabei höchst interessante praktische Anwendung von Physik und Mathematik ist. Freilich wird es notwendig sein, daß diese „Nebenausbildung“ nicht erst nach Anstellung auf dem Werk vor sich geht, wenn natür-



lich auch die Hauptsache an technisch-physikalischem Spezialwissen und Können bei der praktischen Tätigkeit erworben wird.

Es entsteht jetzt die Frage, warum gerade die Physiker in dem technischen Unterscheidungsvermögen gegenüber den Ingenieuren benachteiligt sein sollen. Wenn dies der Fall ist, kann es nur am Ausbildungsgang liegen. Man kann nun in der Tat beobachten, daß eine weitgehende theoretische Ausbildung in vielen Fällen eine gewisse Erblindung gegenüber praktischen Aufgaben und eine Hintansetzung des sog. „gesunden Menschenverstandes“ mit sich bringt. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß dies daher kommt, daß der junge Student meist einer fertigen Wissenschaft gegenübergestellt und Wert darauf gelegt wird, die Erkenntnisse in möglichst allgemeiner und daher abstrakter Form zu entwickeln, anstatt den historischen Weg zu gehen, der in der Lösung der jeweils naheliegendsten von der Natur gestellten Sonder-

aufgaben und der Überwindung naheliegender und doch zur Erkenntnis führender Irrtümer besteht. Es mag sein, daß dies noch nicht der Hauptgrund der oben genannten „Erblindung“ ist. Was die Technik braucht, ist jedenfalls weniger ein möglichst großes abstraktes physikalisches und mathematisches Wissen als ein wenn auch auf Kosten dieses Wissens stark ausgebildetes physikalisches und (als Werkzeug) mathematisches Können. In den ersten beiden Teilen dieser Erörterung wurde bereits der warme Lebenscharakter der Technik dem kühlen Erkenntnischarakter der Physik gegenübergestellt. Wir können in ähnlicher Weise die angedeuteten Gefahren allzu hoher theoretischer Ausbildung (weil sie auf Kosten anderer Eigenschaften geht) der Ausbildung des physikalischen Könnens gegenüberstellen. Dann gewinnt das GOETHESCHE Wort: „Grau ist alle Theorie, und grün des Lebens goldener Baum“ für die hier behandelten Fragen eine tiefe Bedeutung.

## Photochemische Wirkungen des Chlorophylls.

VON KURT NOACK, Erlangen.

### I.

Die Erforschung der photosynthetischen Leistung der grünen Pflanzenzelle, die Bildung von organischer Substanz aus Kohlensäure mit Hilfe der Lichtenergie, steht trotz ausgezeichneter Arbeiten noch in den Anfängen. Man glaubte früher, durch Suchen nach Assimilationszwischenprodukten, also Stoffen, die ihrer Oxydationsstufe oder Kohlenstoffzahl nach zwischen der Kohlensäure und den Assimilaten stehen, dem Chemismus der Photosynthese näher zu kommen, ein Verfahren, das bekanntlich bei der Erforschung der Atmung reiche Früchte getragen hat. Jedoch zeigten vor allem die Untersuchungen WILLSTÄTTERS, daß keiner der Stoffe, die aus assimilierenden Pflanzenteilen oder aus künstlichen Modellsystemen gewonnen und als Zwischenprodukte angesprochen worden waren, mit der Assimilation notwendigerweise in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Auch die neuesten Ergebnisse dieser Art, auf dem Gebiet der Modellversuche (BALY), sind nicht unwidersprochen geblieben (VORLÄNDER u. a.). So wurde das Assimilationsproblem in andere Bahnen gelenkt, indem zunächst versucht wurde, auf mehr formalem Wege, mittels äußerer Beeinflussung des leicht erfaßbaren Assimilationsgaswechsels, der Kohlensäureaufnahme und der Sauerstoffabgabe, zu Schlüssen über das Wesen der Assimilation selbst zu kommen. In dieser Richtung hat O. WARBURG, ausgehend von den photochemischen Grundbegriffen, hervorragende Arbeit geleistet. Dadurch sind wichtige Tatsachen aufgehehlt worden, deren qualitative Charakterisierung jedoch noch aussteht.

Den Ausgangspunkt für eine mehr chemische Behandlung der Assimilation findet der Verfasser in einer Eigenschaft des Chlorophylls gegeben, in

seiner *Fluoreszenz*, die dem Farbstoff, wie STERN nachwies, auch im lebenden Assimilationsapparat, den protoplasmatischen Chloroplasten, zukommt.

Die Grundlage hierfür ist in der bekannten, von TAPPEINER entdeckten, starken Giftwirkung belichteter, fluoreszierender Farbstoffe aus der organischen Reihe gegeben, die von TAPPEINER als photodynamische Wirkung bezeichnet wurde. Nachdem schon von anderer Seite (STRAUB u. a.) bei derartigen Farbstoffen eine photooxydative Wirksamkeit auf oxydierbare Stoffe festgestellt worden war, bewies der Verfasser (1920), daß darin auch die Erklärung der photodynamischen Wirkung auf die lebende Zelle gegeben ist. Er konnte die photodynamische Wirkung von Eosin usw. auf die hochempfindlichen Paramäcien durch das ungiftige, neutrale Natriumsulfid vollständig aufheben und durch Mangansalze als Sauerstoffüberträger stark beschleunigen. Wenn es auch noch nicht möglich ist, den Zusammenhang zwischen Fluoreszenz und Sauerstoffaktivierung bei Lichtabsorption näher zu bestimmen, so ergibt sich hieraus doch die Folgerung, diese Beziehung auch beim Chlorophyll aufzusuchen.

Es erhebt sich daher zunächst die Frage: Besitzt das Chlorophyll sowohl in vitro als in der lebenden Zelle bei Lichteinstrahlung sauerstoffaktivierende Eigenschaften, die mit seiner Fluoreszenz zusammenhängen. Diese Frage konnte der Verfasser (1925) bejahend beantworten, wie im folgenden gezeigt wird. (Neuerdings hat auch GAFFRON im Institut O. WARBURGS eine Untersuchung der Photooxydation durch fluoreszierende Farbstoffe in Angriff genommen; vgl. seine Zeitschrift an diese Zeitschr. 1925, S. 860 und O. WARBURG, ebenda, S. 988.) Offen bleibt dagegen noch die Hauptfrage, in welcher Weise diese Photoaktivierung des Sauerstoffs in den Assimilations-

prozeß, der ja im ganzen einen Reduktionsvorgang darstellt, einzubeziehen ist, eine Angelegenheit, die weiter unten, wenigstens theoretisch, behandelt werden soll.

Die Fragestellung erforderte Nachweis und Studium photooxydativer Eigenschaften des Chlorophylls unter Verwendung von Sauerstoffacceptoren, die eine möglichst enge Annäherung an die natürlichen Verhältnisse erlaubten.

#### *Benzidin als Acceptor.*

Als geeignetster Acceptor hat sich das Benzidin erwiesen, wobei zunächst das noch nicht bekannte Verhalten des Benzidins gegen belichtete, fluoreszierende organische Farbstoffe an Modellversuchen mit Eosinnatrium untersucht werden mußte.

Wird eine gesättigte, wässrige (0,04proz.) Benzidinlösung in Gegenwart einer Eosinmenge von 1 : 30 000 stark belichtet, so bräunt sich die Lösung allmählich; bei Zusatz von z. B. 0,03% Manganochlorid oder -sulfat tritt in wenigen Minuten eine dunkelviolettbraune Färbung mit darauffolgender starker Ausfällung violetter Flocken auf. Mangansalze allein sind ohne Wirkung; ebensowenig werden im Dunkeln irgendwelche Reaktionen erhalten. Es findet also mit Hilfe des Eosins eine photooxydative Einwirkung auf das Benzidin statt, die zu einer über das Benzidinblau hinausgehenden Oxydationsstufe führt; vermutlich handelt es sich hierbei um Stoffe nach Art des Diphenochinondiimins (MADELUNG). Es gelingt jedoch, auch die Benzidinblaustufe unter gleichzeitiger Beschleunigung der Photooxydationsreaktion zu erhalten, wenn dem System Eosin-Benzidin-Mangansalz ca. 6–10% beliebiges Halogensalz zugesetzt wird; unter diesen Umständen tritt bei starker Sonnenbelichtung beinahe blitzartig eine reichliche Ausfällung von Benzidinblau auf, das nach weiterer Belichtung allmählich in das obengenannte violette Oxydationsprodukt übergeht. Ohne Eosin tritt bei den angewandten Halogensalzmengen keine Benzidinoxidation auf.

Die in diesen Modellversuchen mit Mangansalzen erreichte Beschleunigung der Photoreaktion kann auch mit Ferro- und Kupfersalzen bewirkt werden, wie der Verfasser neuerdings nachweisen konnte<sup>1)</sup>, nachdem er früher mit diesen Salzen infolge Überdosierung keine einheitlichen Ergebnisse erhalten hatte. Während nämlich bei den angewandten Mangansalzen mehr oder weniger Proportionalität zwischen katalytischer Wirkung und Salzmenge, z. B. mit einer unteren wirksamen Grenzdosis von  $\frac{1}{600}$  Mol. pro Liter (beim Manganochlorid) in Gegenwart von 6–8% Magnesiumchlorid besteht und beliebig größere Mangansalzmengen stärkere Reaktion ergeben, liegt der Fall bei den Ferrosalzen so, daß nur ganz geringe Mengen, die weit unter der wirksamen Grenzdosis der Mangansalze liegen, in Gegenwart von Magnesiumchlorid starke Benzidinblaubildung zur Folge

haben und daß größere Eisenmengen *hemmend* wirken. Es sei folgender Versuch geschildert: Je 13 Reagensgläser enthielten 5 cm wässrige Benzidinlösung mit 7% Magnesiumchlorid und Eosin 1 : 30 000, außerdem Ferroammoniumsulfat bzw. Ferroacetat in absteigenden Mengen von  $\frac{1}{500}$  bis  $\frac{1}{1\,000\,000}$  Mol. Eisen pro Liter und wurden mit einer 2000-Wattlampe belichtet. In den Gemischen mit  $\frac{1}{500}$  bis  $\frac{1}{2000}$  Mol. Eisen trat nur allmähliche Trübung durch Eisenabscheidung ein, während in den Gemischen mit  $\frac{1}{16\,000}$  und  $\frac{1}{32\,000}$  Mol. fast sofort Benzidinblaubildung auftrat. Nach 5 Minuten zeigten beide Reihen folgendes Bild: schwache Blaubildung bei  $\frac{1}{4000}$  Mol. ansteigend bis  $\frac{1}{32\,000}$  Mol. mit reichlicher Blaubildung in  $\frac{1}{16\,000}$  und  $\frac{1}{32\,000}$  Mol., abfallende Reaktion bis  $\frac{1}{128\,000}$  Mol.; die noch geringeren Eisenmengen ergaben innerhalb der genannten Zeit dieselbe schwache Blaubildung wie die eisenfreie Kontrolle. Ferroammoniumsulfat ergab im ganzen etwas reichlichere Blaubildung als Ferrolactat.

Vor kurzem beschrieb BAUDISCH in dieser Zeitschr. eine sauerstoffübertragende Eisencarbonatverbindung, die er durch Überleiten von Kohlensäure über Eisenpulver in Wasser erhalten hat. Auch diese Verbindung wurde herangezogen und wirkte in dem hier untersuchten photochemischen System der Größenordnung nach analog den obigen Befunden.

An Stelle von Mangan- oder Eisensalzen wurde auch Kupfersulfat mit Erfolg verwandt; Kupfersulfat gab in Gegenwart von 6–8% Magnesiumchlorid ohne weiteres Benzidinblaubildung als Dunkelreaktion, und zwar herab bis zu einer Kupfermenge von ca.  $\frac{1}{400\,000}$  Mol. Kupfer pro Liter. Kleinere Mengen ergaben keine Dunkelreaktion, jedoch ließ sich mit solchen nach Eosinzusatz und Belichtung Benzidinblaubildung bis herab zu  $\frac{1}{400\,000\,000}$  Mol. Kupfer pro Liter erzielen.

Interessanterweise fanden TOMASCHEK und TIEDE bei den Zinksulfid- und Erdalkaliphosphoren in der Aktivierung der Phosphoreszenz durch Mangan, Eisen, Kupfer ähnliche Unterschiede, wie sie hier für die Beschleunigung der photooxydativen Wirkung der fluoreszierenden Farbstoffe festgestellt wurden, eine Parallele, auf die der Verfasser durch die Herren POHL und GUDDEN-Göttingen hingewiesen wurde.

Inwieweit die dargestellten Ergebnisse Bedeutung für die Kohlensäureassimilation besitzen, ist Aufgabe weiterer Untersuchung. Bemerkenswert ist, daß in einer quantitativen Beziehung Übereinstimmung zwischen Assimilation im lebenden Chloroplasten und Photooxydation *in vitro* besteht: O. WARBURG fand (1919), daß die von Chlorella geleistete Assimilationsarbeit in intermittierender, starker Belichtung mit kurzen Perioden so groß ist, als ob die Algen während derselben Zeit mit gleicher Lichtstärke kontinuierlich belichtet worden wären. Er erklärt dies damit, daß

<sup>1)</sup> Noch nicht veröffentlicht.

in einer kurzen Lichtperiode großer Intensität ein Überschuß an photochemischem Primärprodukt gebildet wird, der in der darauffolgenden, ebenfalls kurzen Dunkelperiode zum quantitativ normalen Ablauf der freiwillig verlaufenden Dunkelreaktion hinreicht. Zur Prüfung, ob diese Erscheinung ein Modellversuch erzielbar ist, wurde das vom Verfasser früher (1920) untersuchte System Eosin-Natriumsulfit verwandt. Es zeigte sich u. a., daß ganz analog den Ergebnissen O. WARBURGS die Photooxydation des Sulfits zum Sulfat durch intermittierend belichtetes Eosin bei Hell- und Dunkelperioden von  $\frac{1}{200}$  Sek. dieselbe Größe erreichte wie durch kontinuierlich belichtetes Eosin während gleichgroßer Versuchsdauer. Diese Parallele muß noch weiter untersucht werden.

Zunächst handelte es sich darum, den beschriebenen Versuchen eine Form zu geben, die eine Einbeziehung des *Chlorophylls* ermöglichte. Bekanntlich fluoresciert das Chlorophyll nur in organischen Lösungsmitteln, in denen es im Gegensatz zur wässrigen Lösung molekular dispers gelöst ist. Es wurde daher die photooxydative Wirkung des Eosins auf Benzidin in alkoholischen usw. Lösungen untersucht mit dem Ergebnis, daß in diesem Fall stets die mit braunroter Farbe gelösten höheren Oxydationsstufen des Benzidins auftraten. Der Zusatz von Mangan- oder Eisensalz hatte auch hier deutliche Beschleunigung der Reaktion zur Folge, ohne daß jedoch beim Eisen Reaktionshemmung bei höherer Konzentration aufzutreten wäre. Versuche mit Methylenblau statt Eosin ergaben im Prinzip dieselben Ergebnisse.

Auf dieser Grundlage konnte nun die photooxydative Wirkung des *Chlorophylls*, das teils in chemisch reinen Präparaten, teils als Rohprodukt verwandt wurde, untersucht werden. Sämtliche fluoreszierenden Chlorophyllfarbstoffe, auch das künstlich hergestellte Methyl- und Äthylchlorophyllid, bewirkten in Mengen von z. B. 1 : 500 000 die Photooxydation des in Methylalkohol gelösten Benzidins zur höheren Oxydationsstufe so, daß die Lösungen nach halbstündiger Belichtung stark braunrot gefärbt waren. Auch hier hatte Zusatz von Ferrosalzen deutliche Reaktionsbeschleunigung zur Folge.

Andererseits wurde mit dem auch in organischen Lösungsmitteln nicht fluoreszierenden Kupferchlorophyll, d. h. dem natürlichen Farbstoff, dessen Magnesiumatom durch Kupfer ersetzt ist, keine Photooxydation des Benzidins erhalten, ebenso wenig mit gewöhnlichem Chlorophyll in wässriger Lösung, in der der Farbstoff kolloidal gelöst ist und nicht fluoresciert.

Somit ist die photooxydative Wirksamkeit der Chlorophyllfarbstoffe mit ihrer Fluorescenz in einer noch undurchsichtigen Weise zwangsläufig verbunden, und es war weiterhin zu untersuchen, ob dem Chlorophyll diese photochemische Eigenschaft auch am Ort seines natürlichen Vorkommens, im *Chloroplasten*, zukommt.

Zu diesem Zweck wurden teils durch Abbrühen getötete, teils frische Blätter, vornehmlich von zarten Wasserpflanzen, in wässriger Benzidinlösung belichtet. Nach 4 Stunden waren die Chloroplasten, und zwar nur diese, tief braun gefärbt, während die Dunkelkontrollen ihre grüne Farbe tagelang beibehielten. Der braune Farbstoff konnte vom Chlorophyll abgetrennt und aus Äther in verdünnte Salzsäure mit violetter Farbe überführt werden, eine Reaktion, die mit dem durch belichtetes Eosin erhaltenen Benzidin-oxydationsprodukt in derselben Weise erzielt wurde. Wichtig ist, daß der Chlorophyllgehalt bei Benzidingegenwart durch die Belichtung nicht wesentlich vermindert wurde, wie es bei den benzidinfreien Kontrollen der Fall war. Blätter, deren Chlorophyll durch kurzes Kochen in Kupfersulfatlösung in das nichtfluoreszierende Kupferchlorophyll umgewandelt worden war, ergaben keine Benzidin-Photooxydation, ebensowenig die chlorophyllfreien Teile weißpanaschierter Blätter.

Hieraus ergibt sich, daß dem *Chlorophyll* auch im *Chloroplasten* photooxydative Wirksamkeit zukommt, wenigstens soweit es sich um tote oder durch die Behandlung mit dem nicht unschädlichen Benzidin alterierte *Chloroplasten* handelt. Es war nun weiterhin die Frage zu erledigen, ob eine Photooxydation unter Ausschluß zellfremder Sauerstoffacceptoren nachweisbar ist.

#### Das Chlorophyll selbst als Acceptor.

##### a) In abgetöteten Blättern.

Bekanntlich bleicht Chlorophyll in organischen Lösungsmitteln, in denen es, wie erwähnt, fluoresciert, ebenso in toten Blättern bei Belichtung rasch aus, während wässrige, nichtfluoreszierende Chlorophylllösungen ungleich lichtbeständiger sind. Daß es sich hierbei um Oxydationsvorgänge handelt, konnte der Verfasser daran zeigen, daß tote grüne Zellen, die in starkem Licht in wenigen Minuten ausbleichten, durch Zusatz von etwas neutralem Natriumsulfit in derselben Belichtung viele Stunden lang normal grün erhalten werden konnten. Bei dieser Photooxydation dient also das Chlorophyll selbst als Acceptor, und zwar so, daß seine photooxydative Energie auf Natriumsulfit unter Erhaltung des Farbstoffs abgelenkt werden kann. In diesem Sinne ist natürlich auch das oben erwähnte Erhaltenbleiben des Chlorophylls bei der Chloroplastenbelichtung in Gegenwart von Benzidin zu erklären.

Zur quantitativen Untersuchung dieser Verhältnisse wurde das durch Abbrühen abgetötete Wassermoose *Fontinalis* verwandt, das fast ausschließlich aus grünen Blättern besteht. Die Photooxydation wurde nach dem Sauerstoffverbrauch auf Grund der WINKLER-ROMJINSCHEN Titrationsmethode bestimmt. Während im Dunkeln der Sauerstoffverbrauch innerhalb 12 Stunden gleich null war, zeigten stark belichtete Sprosse bei 10° einen beträchtlichen Sauerstoffverbrauch, der bei konstanter Lichtintensität in linearer Proportion

zu der vorhandenen Sauerstoffmenge stand (Fig. 1). Die Untersuchungszeiten waren so gewählt, daß noch keine sichtbare Ausbleichung des Chlorophylls eingetreten war. Es ergab sich dabei eine weitgehende Übereinstimmung mit einer von LASAREFF ausgeführten Bestimmung der Ausbleichgeschwindigkeit einiger lichtempfindlichen Farbstoffe (Fig. 2), wobei besonders auffällt, daß in beiden Fällen die Rückverlängerung der Geraden nicht durch den Nullpunkt geht.

Ferner wurde die stöchiometrische Beziehung zwischen dem nach WILLSTÄTTER bestimmten Farbstoffgehalt und der Sauerstoffaufnahme unter-

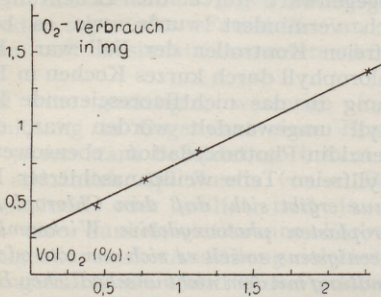


Fig. 1. Sauerstoffverbrauch toter Fontinalisblätter im Licht pro Gramm Trockengewicht in 1 Stunde.

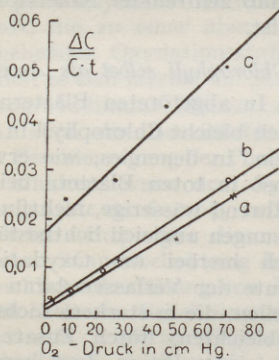


Fig. 2. Nach LASAREFF, Zeitschr. f. physikal. Chem. 78. 657. 1912: a) Pinachrom, b) Cyanin, c) Lepidincyanin.  $C$  = Konzentration.  $\Delta C$  = Konz.-Erniedrigung d. Farbstoffes.  $t$  = Zeit in Minuten.

sucht, wobei die Carotinoide, die wie späterhin gezeigt wird, in die Oxydation mit hineingerissen werden, mit einbezogen werden mußten. Es ergab sich hierbei wenigstens so viel, daß die Ausbleichung des Chlorophylls keine vollständige Oxydation zu Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und Magnesiumoxyd darstellen kann.

Die Beziehung der Photooxydationsgröße im toten Blatt zu der Assimilationsgröße des lebenden Blattes ergab sich aus folgendem: Mit einheitlichem Fontinalismaterial wurde bei gleicher Lichtintensität an einer lebenden Hälfte die Assimilationsgröße bei optimaler Kohlensäureversorgung, an der anderen, abgetöteten, die Photooxydationsgröße in kurzem, noch nicht zur Ausbleichung führendem Zeitintervall untersucht.

Es ergab sich, daß das Verhältnis zwischen Kohlensäurebedarf zur Assimilation und Sauerstoffbedarf zur Photooxydation wie 1,18 : 1 war, wenn für die Photooxydationsgröße der aus Fig. 1 berechenbare Sauerstoffabsorptionswert für diejenige Sauerstoffkonzentration eingesetzt wurde, die der für die Assimilation optimalen Kohlensäurekonzentration stöchiometrisch entsprach. In Anbetracht der Tragweite dieses Befundes für die Theorie der Assimilation sind diese Verhältnisse noch genauer zu prüfen.

Orientierenderweise wurden auch die Blätter von Landpflanzen untersucht, bei denen ebenfalls eine beträchtliche, auf die Photooxydation des Chlorophylls zurückzuführende Sauerstoffaufnahme festgestellt werden konnte.

#### b) In lebenden Blättern.

Es fragt sich nun, inwieweit die photooxydative Wirkung des Chlorophylls in lebenden Blättern zum Ausdruck kommen kann. Die Überlegung war folgende: Ungeachtet der noch nicht näher bekannten Einzelprozesse bei der Kohlensäureassimilation ist die zu reduzierende Kohlensäure als Endacceptor des ganzen, mit einer Photoreaktion beginnenden Vorganges zu betrachten. Wenn also bei Erhaltung der Vitalität der grünen Zelle dieser Endacceptor ausgeschaltet wird und das Chlorophyll auch in der lebenden Zelle photooxydative Wirkung hat, muß ein anderer Acceptor an die Stelle der Kohlensäure treten. In Anbetracht der eingangs erwähnten photodynamischen Wirkung der fluoescierenden organischen Farbstoffe ist zu vermuten, daß bei Kohlensäureentzug und fortdauernder Belichtung das Protoplasma als Acceptor auftritt und durch das Chlorophyll von innenher genau so geschädigt wird, wie es bei Darbietung fluoescierender Farbstoffe von außenher der Fall ist. Da jedoch die zu einer photodynamischen Schädigung nötige aktivierte Sauerstoffmenge außerordentlich gering ist, muß mit einem Überschuß aktivierten Sauerstoffs gerechnet werden, der seinen Acceptor gemäß den im vorigen Abschnitt dargestellten Befunden in den Chloroplastenfarbstoffen selbst finden wird, zumal diese eine beträchtliche Sauerstoffavidität besitzen. Schon JOST (1895) führt das Absterben grüner belichteter Pflanzen in kohlensäurefreier Atmosphäre vermutungsweise auf Vergiftung durch das Chlorophyll zurück. Außerdem war anzunehmen, daß Assimulationshemmung auf anderem Wege als durch Kohlensäureentzug dieselben Erscheinungen zur Folge hat, solange eine Lichteinstrahlung in die grüne Zelle stattfindet.

Um die Folgen einer Assimulationshemmung näher präzisieren zu können, wurde der Sauerstoffwechsel von Fontinalis an Sprossen untersucht, die teils in kohlensäurefreiem Wasser, teils in kohlensäurehaltigem unter Zusatz von Phenylurethan gehalten wurden. Die Versuche mit Phenylurethan ergaben raschere Resultate, da

dieser Stoff, wie O. WARBURG fand, die Assimilation hemmt, während in den Versuchen in kohlenstofffreiem Wasser immer noch eine gewisse Assimilationstätigkeit infolge Verarbeitung der Atmungskohlensäure vorhanden war.

In Versuchen mit 0,01proz. Phenylurethan bei 10° ergab sich folgendes: Die Dunkelkontrollen hatten innerhalb der 160stündigen Versuchsdauer ihre Atmungstätigkeit allmählich um 42% verringert, waren jedoch *lebend und frisch grün* geblieben und zeigten, nach dieser Zeit belichtet, noch geringe Assimilationstätigkeit. Die belichteten Pflanzen dagegen zeigten bis zur 84. Stunde nicht nur Assimilationshemmung, sondern auch eine starke Abnahme der Atmung, um 74%. Von diesem Zeitpunkt an konnte *Absterben und Ausbleichen* der Sprosse festgestellt werden, was sich gleichzeitig in einer bis zum Ende des Versuchs anhaltenden Zunahme des Sauerstoffverbrauchs für die Photooxydation ausdrückte; nach 160 Stunden waren, im Gegensatz zu den Dunkelkontrollen, die meisten Blätter ausgebleicht und abgestorben.

In diesem Befund darf der Beweis dafür gesehen werden, daß auch im lebenden Chloroplasten das Chlorophyll photooxydative Wirkung entfalten kann.

Dadurch war Veranlassung gegeben, die Wirkung eines Stoffes zu untersuchen, der besonders belichteten grünen Pflanzen in einer trotz zahlreichen Untersuchungen nicht geklärten Weise schädlich ist, der *schwefligen Säure*, die bekanntlich die Hauptursache der Rauchgasschädigung in der Vegetation darstellt. Teils durch geringste Dosierung, teils dadurch, daß die Behandlung mit schwefliger Säure im Dunkeln vorgenommen wurde und die Pflanzen dann nach gründlichem Auswaschen auf ihren Sauerstoffwechsel untersucht wurden, gelang es, Schädigungen allgemeiner Art zu vermeiden und zu zeigen, daß die schweflige Säure eine Assimilationshemmung bewirkt, die zu denselben Folgen wie die Behandlung mit Phenylurethan führt, obwohl der Angriffspunkt beider Stoffe verschieden sein muß:

Fontinalissprosse wurden im Dunkeln 24 Stunden lang in einer Lösung von 0,0005proz. Natriumbisulfid gehalten und nach 5stündigem Auswaschen teils im Licht, teils im Dunkeln auf ihren Sauerstoffwechsel geprüft. Die Dunkelkontrollen zeigten im Laufe von 96 Stunden eine Abnahme der Atmungstätigkeit um 47%, waren jedoch vollständig am Leben und normal grün geblieben und zeigten nach darauffolgender Belichtung nicht unerhebliche Assimilationstätigkeit. Die belichteten Partien zeigten dagegen dieselben Erscheinungen wie die mit Phenylurethan behandelten Pflanzen, d. h. Assimilationssistierung und allmählichen Atmungsabfall; von der 75. Stunde an trat Anstieg des Sauerstoffverbrauchs ein, zugleich mit dem Absterben und Ausbleichen der Blätter.

Dieser Versuch ergibt also einmal eine Erweiterung der mit Kohlensäureentzug oder Phenyl-

urethanbehandlung erhaltenen Befunde in dem Sinne, daß *unabhängig von der Art der Assimilationssistierung die von ihrem normalen Endacceptor, der Kohlensäure, abgelenkte photochemische Energie des Chlorophylls eine photooxydative Wirkung auf das Protoplasma und die Chloroplastenfarbstoffe selbst ausübt. Zum zweiten ist dadurch die gegenüber belichteten grünen Pflanzen besonders hohe Giftigkeit der schwefligen Säure in dem Sinne erklärt, daß die Ursache des Absterbens und Ausbleichens keine direkte Wirkung der schwefligen Säure, sondern eine Folgeerscheinung der durch diese bewirkten Assimilationshemmung darstellt.*

### c) Theoretisches.

Wenn somit festgestellt ist, daß dem Chlorophyll photooxydative Wirkung in der lebenden Zelle zukommen kann, so ist damit noch nicht gesagt, daß die zu diesem Befund führenden Beeinflussungen der lebenden Zelle die physiologische Herauslösung eines im normalen Ablauf der Assimilation auftretenden Prozesses darstellen. Möglich ist, daß die Sauerstoffaktivierung erst eine Folgeerscheinung der Assimilationshemmung ist und nur eine nicht greifbare vorhergehende Reaktion als zum Assimilationsprozeß gehörig betrachtet werden darf. Auf alle Fälle liegt es nahe, an eine Wasserstoffaktivierung als erstes Resultat der Photoreaktion zu denken. Es muß bedacht werden, daß HNR. WIELAND die Sauerstoffaktivierung durch Kupfer in zwei Prozesse zerlegen konnte, in eine Wasserstoffaktivierung und in Anlagerung des aktivierten Wasserstoffs an molekularen Sauerstoff unter Bildung von Wasserstoffperoxyd derart, daß diese zweite Reaktion bei Abwesenheit von Sauerstoff und Gegenwart von Chinon die Hydrierung des Chinons zur Folge hat. Auf die Assimilation übertragen, würde dies bedeuten, daß das photochemische Primärprodukt in aktiviertem Wasserstoff zu suchen wäre, der nur bei Ausfall der Kohlensäureverarbeitung sich an Sauerstoff unter Peroxydbildung anlagert. Für diese Möglichkeit kann die vom Verfasser (1922) festgestellte Tatsache herangezogen werden, daß die Rotfärbung der Blätter, soweit sie nur in bestimmten Jahreszeiten oder nach äußerer Beeinflussung auftritt, eine durch Assimilationshemmung bedingte Hydrierung von Flavonolen zu Anthocyanen darstellt. Andererseits ist mit der Annahme einer Wasserstoffaktivierung schwer zu vereinigen, daß der bei Chlorophyllbelichtung auftretende peroxydische Sauerstoff höchstens zu einem geringen Teil mit Wasserstoffperoxyd identisch sein kann, da er in seiner Wirkung dieses stark übertrifft, wie schon aus der Feststellung des Verfassers hervorgeht, daß das Chlorophyll gegen Wasserstoffperoxyd widerstandsfähig ist, obwohl seine Photooxydation mit großer Geschwindigkeit verläuft.

Wenn somit über diese Fragen noch nichts ausgesagt werden kann, so weisen die Befunde des Verfassers des weiteren auf die Beteiligung von

Schwermetallsalzen an der Assimilation hin, einmal weil in den Versuchen *in vitro* eine starke Beschleunigung der Photooxydation mit dem auch in den Chloroplasten nachgewiesenen Eisen (MOORE) wie auch mit Mangan erzielt wurde, zum zweiten, weil die Assimilationshemmung durch schweflige Säure vorbehaltlich weiterer Untersuchung auf Hemmung einer Schwermetallkatalyse zurückzuführen sein wird. Für die letzte Annahme spricht jedenfalls die Tatsache, daß die beschleunigende Wirkung von  $\frac{1}{20\,000}$  Mol. Ferroammonsulfat auf die Benzidinoxydation mittels belichteten Eosins durch  $\frac{1}{800}$  Mol. Natriumbisulfid vollständig, durch  $\frac{1}{1600}$  bis  $\frac{1}{12\,800}$  Mol teilweise gehemmt werden kann<sup>1)</sup>. Eine Beteiligung der Schwermetalle an der Assimilation wird auch durch die Versuche O. WARBURGS wahrscheinlich.

Über den Zusammenhang zwischen Fluorescenz und photochemischer Wirksamkeit, der aus den obigen Befunden mit aller Deutlichkeit hervorgeht, kann derzeit wenig ausgesagt werden. Bei der Chemiluminescenz liegt nach KAUTSKY und ZOCHER der Fall so, daß nicht das chemisch reagierende Molekül leuchtet, sondern ein zweites, unersetztes, das durch die bei der chemischen Reaktion freiwerdende Energie zur Lichtemission angeregt wird. In dieser Richtung dürfte auch die Erklärung für den Zusammenhang zwischen Fluorescenz und photochemischer Wirkung bei den organischen Farbstoffen zu suchen sein.

## II.

In Anbetracht der hohen inneren Differenzierung des Chloroplasten und der vielgestaltigen Struktur des Chlorophyllmoleküls wäre es verfehlt, das Assimilationsproblem nur von einer Seite ansehen zu wollen, sondern es muß jede einzelne greifbare Eigenschaft des Assimilationsapparates ins Auge gefaßt werden.

So ist z. B. noch keine funktionelle Erklärung für die Tatsache gegeben, daß im Chloroplasten zwei Farbstoffpaare vorkommen, deren Glieder sich untereinander nach WILLSTÄTTER in der Oxydationsstufe unterscheiden: Chlorophyll a zusammen mit Chlorophyll b

$[\text{MgN}_4\text{C}_{32}\text{H}_{30}\text{O}]\text{CO}_2\text{CH}_3 \cdot \text{CO}_2\text{C}_{20}\text{H}_{39}$   
bzw.  $[\text{MgN}_4\text{C}_{32}\text{H}_{28}\text{O}_2]\text{CO}_2\text{CH}_3 \cdot \text{CO}_2\text{C}_{20}\text{H}_{39}$ ,  
Carotin mit Xanthophyll ( $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$  bzw.  $\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$ ).

Diesen Punkt hat schon WILLSTÄTTER ins Auge gefaßt, konnte jedoch keine wesentliche Abänderung des gegenseitigen Mengenverhältnisses der einzelnen Farbstoffe bei verschiedener Inanspruchnahme des Assimilationsapparates feststellen. Da der Verfasser früher (1918) unter den Verhältnissen der postmortalen Autolyse bei verschiedenen Pflanzen reichliche Hydrierung von Flavonolen zu Anthocyanen erreicht hatte, versuchte er, auf diesem Wege zur Änderung des Mengenverhältnisses der vier Chloroplastenfarbstoffe zu kommen. Die Untersuchung wurde an Blättern von Platane,

Brennessel, Selaginella u. a. in allen Entwicklungsstadien, auch im Herbst, vorgenommen und unter Variieren der  $\text{P}_\text{H}$ -Verhältnisse teils unter Sauerstoffausschluß, teils bei Sauerstoffgegenwart mit einer zwischen 8 Tagen und 10 Wochen liegenden Versuchsdauer im Dunkeln durchgeführt. In keinem Falle konnte bis jetzt eine wesentliche Alteration des Mengenverhältnisses der vier Farbstoffe erzielt werden.

Andererseits zeigte sich bei Belichtungsversuchen *in vitro*, daß die Carotinoide als Acceptor für die photooxydative Energie des Chlorophylls dienen können: Carotin- und Xanthophyllösungen wurden durch Chlorophyllmengen von 1 : 100 000 in starkem Sonnenlicht in ca.  $\frac{3}{4}$  Stunden völlig ausgebleicht, während sie ohne Chlorophyllzusatz nach 6stündiger Belichtung nur unwesentlich aufgehellt waren. Ob diese Versuche die natürlichen Verhältnisse berühren, soll dahingestellt bleiben. Immerhin kann die Vermutung Platz greifen, daß in den Carotinoiden Oxydationspuffer gegeben sind, denen die Abfangung der photochemischen Energie des Chlorophylls bei Störung des normalen Gleichgewichts der Außenfaktoren, d. h. bei etwaigem Lichtüberfluß gegenüber der verfügbaren Kohlen säuremenge, zufällt.

Einige weitere Untersuchungen bezogen sich auf den Zustand des Chlorophylls im lebenden Chloroplasten. STERN glaubt auf Grund der auch im lebenden Blatt vorhandenen Fluorescenz des Chlorophylls eine Lösung des Farbstoffs in den Chloroplastenlipiden annehmen zu müssen. Demgegenüber hält WILLSTÄTTER (1922) seinen früheren Standpunkt, Adsorption des Chlorophylls an andere hochmolekulare Stoffe, aufrecht. Dafür sprechen auch folgende Versuche des Verfassers: 24stündige Extraktion trockener Blätter mit Petroläther hatte die Herauslösung der Carotinoide und von Lipiden zur Folge, ohne daß Chlorophyll mit extrahiert worden wäre. Derart behandelte Blätter zeigten Benzidin-Photooxydation, Ausbleichung und Sauerstoffverbrauch im Licht wie nicht-extrahierter Blätter. Vorbehaltlich weiterer Prüfung legt auch dieser Befund den Gedanken nahe, daß nur die Carotinoide im Chloroplasten lipoid gelöst sind und die Chlorophyllfarbstoffe sich in adsorptiver Bindung an Teilen des Chloroplastenstromas befinden.

Die mitgeteilten Untersuchungen ergeben alles andere als eine Erklärung der Kohlensäureassimilation der grünen Pflanze, liefern jedoch Unterlagen, die das Problem der Lösung näherführen können.

### Literatur:

- BALY, E. CH. C., J. M. HEILBRON and W. F. BARKER, Journ. of the Americ. chem. soc. **119**, 1025. 1921.  
BAUDISCH, O., und L. A. WELO, Naturwissenschaften **13**, 749. 1925.  
JOST, L., Jahrb. f. wiss. Botanik **27**, 403. 1895.  
KAUTSKY und ZOCHER, Zeitschr. f. Elektrochem. **29**, 308. 1923.

<sup>1)</sup> Aus noch im Gang befindlichen Untersuchungen.

MADELUNG, W., Ber. d. dtsh. chem. Ges. 44, 626. 1911.  
MOORE, B., Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. 87,  
556. 1914.  
NOACK, K., Zeitschr. f. Botanik 10, 561. 1918; 12, 273.  
1920; 14, 1. 1922; 17, 481. 1925.  
STERN, O., Zeitschr. f. Botanik 13, 193. 1921.  
STRAUB, W., Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 51,  
383. 1904.  
TIEDE, E., und H. REINICKE, Ber. d. dtsh. chem. Ges.  
56, 666. 1923.

TOMASCHEK, R., Ann. d. Physik 4. Folge, 65, 189.  
1921.  
VORLÄNDER, D., Ber. d. dtsh. chem. Ges. 58, 2656.  
1925.  
WILLSTÄTTER, R., und A. STOLL, Untersuchungen über  
die Assimilation der Kohlensäure. Berlin 1918.  
WILLSTÄTTER, R., Ber. d. dtsh. chem. Ges. 55, 6301.  
1922.  
WARBURG, O., Biochem. Zeitschr. 100, 230. 1919; 103,  
188. 1920; Naturwissenschaften 13, 985. 1925.

## Besprechungen.

EITEL, W., Über die Synthese der Feldspatvertreter.  
Bd. 52 der Preisschriften, gekrönt und heraus-  
gegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesell-  
schaft zu Leipzig. Leipzig: Akademische Verlags-  
gesellschaft G. m. b. H. 1925. VIII, 258 S., 50 Figuren  
im Text und 4 Tafeln. 20 × 29 cm. Preis RM. 25.—.

Zum Zeichen seiner Verehrung für die deutsche  
Wissenschaft gründete der deutsche Reichsfürst JOSEPH  
ALEXANDER JABLONOWSKI, Angehöriger eines  
polnischen Adelsgeschlechtes, 1774 in Leipzig, wo er  
sich niedergelassen hatte und rege Beziehungen mit  
gelehrten Kreisen unterhielt, die Fürstlich Jablonowski-  
sche Gesellschaft. Sie tritt alter Satzung gemäß all-  
jährlich am Geburtstage des Stifters zusammen, um  
seiner als Förderer der Wissenschaft zu gedenken,  
Aufgaben zu stellen und für deren eingereichte, würdig  
befundene Lösungen Preise zu verleihen. Dabei sind  
nicht selten naturwissenschaftliche, insbesondere auch  
mineralogische Probleme in den Vordergrund getreten,  
so in der bedeutsamen Studie von R. BRAUNS über die  
optischen Anomalien der Krystalle und in der aus-  
gezeichneten Preisschrift von P. NIGGLI über die leicht-  
flüchtigen Bestandteile im Magma.

Die hier in Kürze zu besprechende Arbeit von  
W. EITEL betrifft die Darstellung und natürliche Ent-  
stehung basischer Aluminosilikate der Alkalien und  
des Calciums, die sich zum Teil durch Gehalt an Kohlen-  
stoff, Schwefel, Chlor usw. auszeichnen, also ersichtlich  
zur Komplexbildung besonders geeignet sind. Damit  
führt die Erörterung auch zur näheren Erkenntnis ein-  
schlägiger verwickelter Verbindungen, die sich gern in  
den Endlagern der Magmenarrangierung anreichern.  
Liegt also in erster Linie eine mineralogische und petroge-  
netische Aufgabe vor, so wird sie durch die Eigenart der  
Feldspatvertreter zu einer Studie von allgemeiner kry-  
stallographisch-chemischer Bedeutung, die in die „ge-  
heimnisvolle Welt der koordinativen Bindungen“ ein-  
dringt. Der Verf. hat in seiner stattlichen Monographie  
nicht, wie er sich ausdrückt, einen „schüchternen Ver-  
such“ zur Lösung einschlägiger Aufgaben unternommen,  
sondern ein auf bester theoretischer Grundlage und auf  
reichen experimentellen Erfahrungen aufgebautes Mei-  
sterwerk ausgeführt.

Die Darlegungen gliedern sich in folgende Ab-  
schnitte:

1. Die qualitativen Synthesen der älteren Schule  
hinsichtlich einfacher und komplexer Feldspatvertreter.
2. Die physikalisch-chemische Erforschung der  
Feldspatvertreter und ihrer Bildungsbedingungen.
3. Neue Versuche zur Synthese der Feldspat-  
vertreter. Hier werden die Systeme  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{—CaCO}_3\text{—}$   
Nephelin-Anorthit behandelt und die insbesondere von  
W. EITEL gewonnenen Erfahrungen über die Isothermen  
und Krystallisationsbahnen der Systeme diagramma-  
tisch zusammengefaßt, soweit es die experimentell  
ungemein schwierigen Verhältnisse gestatten.

In einem Anhang sind insbesondere die durch die  
Untersuchungen von W. C. BRÖGGER berühmt gewor-  
denen Nephelin-Cancrinitgesteine des Fengebietes noch  
behandelt.

Es ist dringend zu wünschen, daß der Verf. der in  
Rede stehenden Abhandlung in seinem unermüdlichen  
Eifer kräftige Unterstützung findet durch die Bereit-  
stellung von Mitteln zur Beschaffung von Apparaturen,  
die hinsichtlich hoher Temperaturen und zugleich  
starker Druckbeanspruchung noch weitergehenden An-  
sprüchen genügen, als es die ihm bislang zur Ver-  
fügung stehenden Einrichtungen gestatteten. Dabei  
mögen auch röntgenographische Einblicke in die  
Konstitution der gewonnenen Verbindungen eine be-  
deutame Hilfe sein.

Die Ausstattung des Werkes durch die Verlags-  
gesellschaft ist vortrefflich.

FRIEDRICH RINNE, Leipzig.

HERTER, CONRAD, Tastsinn, Strömungssinn und  
Temperatursinn der Tiere und die diesen Sinnen  
zugeordneten Reaktionen. Zoologische Bausteine,  
Ausschnitte aus dem Gesamtgebiet der Zoologie,  
herausgegeben von PAUL SCHULZE, Rostock, Band 1,  
Heft 1. Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. IV, 182 S.  
und 93 Abb. im Text. 16 × 25 cm. Preis geh.  
RM. 12.—.

Die vorliegende Arbeit von HERTER ist als Ein-  
führung in die Sinnesphysiologie der Tiere gut geeignet.  
Verf. hat sich bemüht, die mannigfachen Beobachtun-  
gen und Versuchsergebnisse, die bisher vorliegen, über-  
sichtlich zusammenzustellen. Er versucht das tatsäch-  
lich Bekannte auf diesem Gebiet von dem, was nur  
angenommen wird, zu sondern. Es werden in den  
einzelnen großen Abschnitten behandelt der Tastsinn,  
der Strömungssinn und der Temperatursinn. Auf  
die morphologischen Grundlagen wird zunächst ein-  
gegangen, d. h. es wird eine kurze Schilderung der  
nervösen Apparate und Organe gegeben. Ebenso  
wird kurz die Verteilung der Sinnesorgane auf der  
Oberfläche des Tierkörpers dargelegt, so weit es zum  
Verständnis des Ganzen notwendig ist. Über den  
Strömungs- und Temperatursinn bringt H. eine ganze  
Reihe von wichtigen Tatsachen. Seine eigenen Unter-  
suchungen über den Temperatursinn der Insekten  
sind vom Verf. in der Arbeit mit verwertet worden.  
In mancher Hinsicht hätte H. die Versuchsmethoden  
noch eingehender darstellen können. Das Buch wäre  
dann als Leitfaden für das Gebiet der Sinnesphysio-  
logie der Tiere noch brauchbarer geworden. Angaben  
über die Methodik sind bei allen tierphysiologischen  
Untersuchungen von besonderer Wichtigkeit, da eine  
unrichtig zusammengesetzte Apparatur und eine ver-  
fehlte Versuchsmethodik unter Umständen ein ganz  
falsches Bild geben kann. Zum Schluß macht H. den  
Versuch einer Einteilung der taktischen Reaktionen  
auf Tast-, Strömungs- und Temperaturreize. Ich halte

derartige Einteilungsversuche für verfrüht. Im Grunde genommen kommt zunächst nichts heraus als eine Häufung der schon mehr als reichlich vorhandenen zoologischen „Fachausdrücke“, hinter denen am Ende keine klaren Begriffe stehen. Über viele Dinge wissen wir eben tatsächlich noch viel zu wenig, als daß wir gleich an eine besondere Einordnung der Erscheinungen gehen könnten. Man hat früher HAECKEL den Vorwurf gemacht, er schematisiere zuviel, ohne genügende Unterlagen zu haben für ein derartiges Vorgehen. Das gleiche könnte man auf das Kapitel des HERTSCHEN Buches anwenden. Wenn H. von einer Thigmo-Phobotaxis, Thigmo-Topotaxis, Thigmo-Tropotaxis, Thigmo-Menotaxis, Thigmo-Telotaxis, Thigmo-Mnemetaxis, Vibro-Phobotaxis, Vibro-Topotaxis, Vibro-Tropotaxis, Vibro-Menotaxis, Vibro-Telotaxis, Vibro-Mnemetaxis, Rheo-Phobotaxis, Rheo-Topotaxis, Rheo-Tropotaxis, Rheo-Menotaxis, Rheo-Telotaxis, Rheo-Mnemetaxis, Thermo-Phobotaxis, Thermo-Topotaxis, Thermo-Tropotaxis, Thermo-Menotaxis, Thermo-Telotaxis und Thermo-Mnemetaxis spricht, so ist damit zunächst nicht viel gewonnen. Seite 156 sagt H. selbst: „Vibro-Menotaxis: Hierfür ist mir kein Fall bekannt“ und Seite 158: „Thermo-Mnemetaxis: Für diese Reaktionsart weiß ich kein Beispiel anzuführen.“ Was sollen aber die neuen Fachausdrücke, wenn selbst der Schöpfer der Fachausdrücke kein Beispiel dafür weiß. Was ich oben betreffend unnötiger Schematisierung sagte, wird hier bestätigt.

Ein umfangreiches Schriftenverzeichnis ist recht sorgfältig\* ausgewählt; ebenso sorgfältig ist das Bildmaterial zusammengestellt.

ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

BARCROFT, JOSEPH, *The Respiratory Function of the Blood. Part 1. Lessons from High Altitudes.* Cambridge: University Press 1925. IX, 207 S. und 53 Abbildungen. 16 × 25 cm. Preis 12/6 sh.

Das Werk bildet gewissermaßen die 2. Auflage des unter gleichem Titel im Jahre 1913 erschienenen Buches. Es gibt jedoch nur einen Teil des damaligen Inhaltes wieder, entsprechend vermehrt durch die seither gewonnenen Kenntnisse über das Höhenklima. Die übrigen Kapitel der ersten Auflage sollen später in zwei weiteren Teilen erscheinen.

Das neuverarbeitete Material bezieht sich im wesentlichen auf die Beobachtungen, die BARCROFT mit einer Reihe von Mitarbeitern in Cerro de Pasco in Hoch-Peru anstellen konnte. Die sonstige inzwischen erschienene Literatur über den Gegenstand, soweit es sich nicht um englisch geschriebene Arbeiten handelt, wird dabei wenig berücksichtigt. Die physiologischen Veränderungen, die beim Aufenthalt im Hochgebirge eintreten, werden nach verschiedenen Richtungen hin behandelt, wobei die Veränderungen des Blutes einen besonders großen Raum einnehmen, entsprechend den komplizierten physikalisch-chemischen Verhältnissen, die dabei obwalten. Dabei kann Verf. zugleich interessante Beiträge liefern zur Physiologie der Höhenbewohner selbst, da er nicht nur an seinen Begleitern Untersuchungen anstellte, sondern auch an lange Zeit oben lebenden englischen Ingenieuren und an den eingeborenen Indianerabkömmlingen. Diese Beobachtungen beziehen sich auf den Körperbau, und zwar besonders auf das Verhalten des Brustkorbes, der wesentliche Verschiedenheiten von dem bei Tieflandbewohnern aufweist.

Das Buch gliedert sich in 13 Kapitel, deren erstes die Bergkrankheit und ihre Ursachen behandelt, wobei Verf. die Bedeutung des Sauerstoffmangels und die Art

seiner Wirkung ausführlich erörtert. Er beschreibt sodann die Orte, an denen die Bergkrankheit bisher vorwiegend studiert worden ist. Nach einem Kapitel, in dem die Zeichen des Sauerstoffmangels beschrieben werden, folgt eine theoretische Abhandlung über die Sauerstoffdiffusion durch die Lungenepithelien, wobei er gegen die HALDANESCHE Anschauung von der Sauerstoffsekretion Stellung nimmt. Er bespricht dann die Wirkung der Muskelarbeit auf das Verhalten des Blutsauerstoffes, ferner die Wasserstoffionenkonzentration des Blutes, den Puls, die Blutzirkulation, das Verhalten des Herzens und der Blutkörperchenzahlen, endlich auch das Verhalten psychischer Vorgänge in großen Höhen. In einem Schlußkapitel werden die Fragen der Akklimatisation an die Höhe erörtert. In verschiedenen Anhängen werden zunächst die Schwierigkeiten bei Besteigung von Höhen wie der Mount Everest besprochen, die ja heute praktisches Interesse haben, ferner gewisse feinere Vorgänge mathematisch erörtert.

So kann die Darstellung von BARCROFT ein gutes Bild geben von unserem heutigen Wissen über die Wirkung des Höhenklimas auf die physiologischen Vorgänge, wenn auch manche Seiten des Problems, so besonders die chemische, wenig Beachtung gefunden haben.

A. LOEWY, Davos.

SCHLESINGER, EUGEN, *Das Wachstum des Kindes.*

Berlin: Julius Springer 1926. 115 S., 8 Textabbildungen u. 25 Tabellen. Preis RM. 6.—.

In 14 Einzelkapiteln werden alle morphologischen Tatsachen über das kindliche Wachstum zusammengefaßt. Auf Grund langjähriger Erfahrungen, die in 7 früheren Veröffentlichungen niedergelegt sind, ist Verf. in der Lage, Methoden und Beobachtungen anderer Autoren kritisch zu sichten und auf jedem Gebiet der normalen und krankhaften Wachstumsvorgänge durch eigene Forschung zu ergänzen. Einige Abschnitte über die anthropometrischen Messungen der Schulkinder, Fehlerquellen der Methodik, das Anwendungsgebiet der Körperindices, deren Überschätzung bei der Beurteilung des Ernährungszustandes zu Trugschlüssen führt, die statistische Erfassung der Untersuchungsergebnisse einschließlich der Methoden der Fehlerberechnung gehen den Hauptkapiteln voran. Die Einteilung der Wachstumsperioden in den einzelnen Jahrgängen lehnt sich im wesentlichen an die Darstellung von PFAUNDLER an. Sehr eingehend werden die auf inneren Ursachen beruhenden Wachstumsverschiedenheiten der Geschlechter und Völker behandelt. Nur die absoluten Längen- und Gewichtszahlen der Knaben sind größer als die der Mädchen. In Prozenten der endgültigen Länge ausgerechnet, eilen stets die Mädchen den Knaben im Wachstum voraus. Früheintritt der Reife bedingt früheres Stehenbleiben in der Längenentwicklung, Abkürzung der Streckungsperiode. Völker mit spät einsetzender Reife weisen eine größere Längenentwicklung auf, eine Regel, die auch innerhalb derselben Rasse Geltung hat. Die Abhängigkeit des Wachstums von der Jahreszeit wird kurz dargelegt; ausführlicher sind andere wachstumsbeschleunigende Ursachen berücksichtigt. Muskeltätigkeit und sportliche Leistung begünstigen nach Ansicht des Verf., die sich auf häufigen Nachuntersuchungen an großem Material aufbaut, stärkere Breitenentwicklung; das Längenwachstum wird eher gehemmt. In dem kritisch gehaltenen Abschnitt über die sozialen Einflüsse hält SCH. im Gegensatz zu PFAUNDLER an der früheren Auffassung fest, daß rascheres Wachstum bemittelter Kinder und ihre größere Länge die artgemäße Entwicklung darstellt. Wachstumshemmungen, die fast



das ganze Gebiet der Wachstumspathologie ausmachen, lassen sich trennen in solche mit lediglich verzögertem Ablauf und in die mit vorzeitigem Abschluß. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Einflüsse der Ernährungsstörungen in Säuglingsalter, akuter Infektionskrankheiten, der Unterernährung, sozialer Mißstände, vor allem der endokrinen Störungen auf Grund klinischen und statistischen Materials erörtert. Besonders bemerkenswert sind die Tabellen über die Wachstumshemmung durch die Unterernährung während der Kriegs- und Nachkriegsjahre. Der Wachs-

tumstrieb hat durch die Blockade nicht gelitten, denn an dem gleichen umfangreichen Untersuchungsmaterial hat Verf. festgestellt, daß bei der Reparation ein zuweilen sprunghafter Anstieg des Längenwachstums erfolgte, dem der Anstieg des Körpergewichts zögernd folgte. Wenn auch das vorliegende Werk weniger die allgemein physiologischen Gesetze des Wachstums behandelt, kann es als eine lückenlose Zusammenfassung der anthropometrischen, klinischen und statistischen Untersuchungen auf diesem Gebiete gelten.

WERNER GOTTSTEIN, Freiburg i. Br.

## Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften und die vorläufigen Mitteilungen nicht für verantwortlich.

### Eigenschaften organischer Kolloide.

Der kolloide Zustand ist nicht (GRAHAM) der „lebende“ Zustand schlechthin, aber alle lebende Substanz ist kolloid. Wenn die Kolloidchemie lehrt: es gibt keine Klasse „Kolloide“, sondern nur abgestufte Dispersität, so ist das richtig; es gibt aber doch eine Klasse der *natürlichen organischen Kolloide*, d. s. Stoffe, die wie Stärke, Cellulose, Eiweiß im weiteren Sinne, *nur kolloid existieren*. Am „Wesen“ dieser Kolloide ist alle Physiologie naturgemäß lebhaft interessiert. Nach NÄGELI soll dies Wesen darin bestehen, daß Substanzteilchen („Micellen“) und Wasser miteinander abwechseln, letzteres nur adhärierend; die Quellung lediglich Adhäsionsvorgang an den Micell-Oberflächen. Dieser Auffassung habe ich eine andere entgegengesetzt: Das Gel ist nicht ein *zwei-*, sondern *einphasiges* System, Substanz und Wasser sind in jeder Molekel *vereinigt*. Das Gel ist *wesentlich* homogen, eine *Flüssigkeit* von großer innerer Reibung; Diffusion und Permeabilität beruhen auf der *Löslichkeit* des wandernden Körpers in dieser Flüssigkeit. Wenn (RUHLAND) Stoffe von hoher Molekulargröße in ein Gel nicht eindringen, so liegt das *nicht* an zu engen „Interstitien“, sondern daran, daß die an sich geringere Bewegungsfähigkeit großer Molekeln in einem zäheren Medium = 0 werden kann. Meine Beweise:

A. Physikalische: Die Quellung kann kein Vorgang der Capillarität sein, weil dann *Hohlräume* zuvor da sein müßten; weil zwei ebene Flächen (Glas), zwischen die man etwas Wasser bringt, *nicht auseinandergedrückt*, sondern kräftig zueinander hingezogen werden; weil Dinge, wie Stärkekörner, Blutplättchen, im „Dunkelfeld“ außen zwar eine scharfe helle Umrandung, innen aber *optische Leere* zeigen, was mit der Zweiphasenlehre ganz unvereinbar ist; weil schließlich Alkohol, Äther, Chloroform usw. zwar Teilchen der fraglichen Stoffe *rascher benetzen*, als Wasser das tut, an ihnen aber *keine Spur* von Quellung hervorrufen.

B. Physiologische: Die kolloide Plasmahaut ist, wie auch viele Samenschalen, „semipermeabel“, d. h. sie läßt Wassermolekeln weit rascher durchwandern als Molekeln (bzw. Ionen) von Salzen, Zucker usw. Das kann nicht auf zu engen „Interstitien“ beruhen, weil die Plasmahaut ja doch mindestens zur Hälfte aus Wasser besteht, die Kanälchen also *viele Male größer* sein müßten als etwa eine Dextrose-Molekel. Auch dringen Salze ja nur *verlangsamt* ein, was mit innerer Reibung bzw. Schwerlöslichkeit, nicht aber mit Enge der „Interstitien“ erklärt werden könnte. Und es dringen größere Molekeln, wie die von Methylenblau, ein, wo die kleineren von Salpeter Verzögerung erfahren. Die Cuticula der Blätter und Stengel ist schwer durchlässig für Wassermolekeln, gewisse Farbstoffe aber dringen leicht ein. Wenn Zuckerarten die Plasma-

haut schwieriger durchwandern, als der Größe ihrer Molekeln entspricht, so ist das *biologische Anpassung*: wichtigste Baustoffe würden der Pflanze verloren gehen, wenn sie rasch und leicht diffundierten. Ihr Wandern von Zelle zu Zelle geschieht wohl durch die „Plasma-*brücken*“. Das Durchwandern der Plasmahaut beruht auf der abgestuften Löslichkeit der betreffenden Stoffe in der Hautsubstanz. Auch die Tatsache, daß gewisse Molekeln noch durch eine dünne Membran durchwandern, durch eine dickere, sonst ganz gleichartige nicht, spricht *gegen* das Vorhandensein jener Wasserkanälchen; denn beim Durchschwimmen eines solchen kommt es nur auf die *Breite, nicht auf die Länge* des Kanales an.

In gleicher Weise ist auch die in der Mikroskopie viel geübte künstliche Färbung auf *Lösungsverteilung* zurückzuführen. Die tausenderlei *wahlweisen* Färbungen der Zellbestandteile lassen es ausgeschlossen erscheinen, daß hier lediglich ein Anlagern der Farbstoffmolekeln an innere „Oberflächen“ bestehen sollte. Zu der physikalischen Durchdringung (Lösung) können chemische Verwandtschaften hinzukommen.

„Wabenbau“ (BÜRSCHLI) kommt nicht selten natürlich vor, entsteht auch als Kunstprodukt, hat aber mit dem Wesen des kolloiden Zustandes und dem der Quellung nichts zu tun. Das gleiche gilt von möglicherweise vorkommenden Molekelverbänden.

Diese meine Auffassung steht in Widerspruch zu der ziemlich allgemein anerkannten Meinung der Kolloidchemiker, welche jene anderen Vorstellungen (Micellen usw.) von mikroskopierenden Botanikern übernommen haben. Unter diesen aber gilt noch immer die alte Hypothese von NÄGELI, an der es nur noch niemand gewagt hat, ernstlich prüfende Kritik zu üben. Wenn man in der Kolloidforschung erst einmal angefangen haben wird, die hier betonten *Tatsachen* in Erwägung zu ziehen, wird der Umschwung der Meinungen wohl nicht mehr lange auf sich warten lassen.

Berlin, den 2. Februar 1926. HUGO FISCHER.

### Gleitflächengesetz und Flußmäander.

(Bemerkung zu EINSTEINS Mäandertheorie.)

Herr A. EINSTEIN hat in dieser Zeitschrift (14, H. 11, S. 223–224, 1926) eine gemeinverständliche Erklärung der Wasserbewegung in jenen regelmäßigen Windungen der Flüsse gegeben, die man als Mäander bezeichnet.

Eng verknüpft mit diesem Problem ist die Frage nach dem ersten Impuls, der einen ursprünglich geradlinigen Fluß bestimmt, die Richtung des Gradienten der Schwerkraft zu verlassen und um diese als Mittelinie zu pendeln. EINSTEIN macht dafür die ablenkende Kraft der Erdrotation verantwortlich. Zahlreiche Beobachtungen in der Natur haben mich jedoch zu der Anschauung geführt, daß die Einleitung einer

Mäanderbildung der Wirkung jenes Gleitflächen-gesetzes zuzuschreiben ist, nach welchem bei Massen, die sich in gleitender Reibung gegeneinander bewegen, das Bestreben besteht, ihren Grenzflächen eine Wogenform aufzuzwingen (Naturwissenschaften 7, 816. 1919; Petermanns Mitteilungen 66, 25. 1920). Die bekannteste insbesondere durch H. VON HELMHOLTZ bearbeitete Auswirkung dieses Gesetzes dürfte die Entstehung von Wasserwellen unter dem Einfluß des Windes sein, und es ist von verschiedenen Seiten auf entsprechende Vorgänge bei der Entstehung von Wogenwolken, dem Wogen von Kornfeldern und Baumkronen, dem Flattern einer Fahne bei windigem Wetter und ähnlichen Bewegungen aufmerksam gemacht worden.

Aber auch zahlreiche Formen des Festlandes lassen sich am Ende auf die Wirkung des Gleitflächen-gesetzes zurückführen, wobei zwar die größere Starrheit des Materials es nicht zur Ausbildung regelmäßiger Wogenformen kommen läßt, wohl aber die Tendenz dazu erkennbar wird. Zu derartigen mehr oder weniger deutlichen Annäherungen an den theoretischen Endzustand gehören subaerische und subaquatische Krüselungsmarken (Rippelmarken), Dünen, Mäander, wogenähnliche Formen von Sträuchern, Riffeln auf Eisenbahnschienen usw., wie dies an verschiedenen Stellen mit weiteren Literaturangaben näher ausgeführt worden ist (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 34, 408—424. 1899; 1915, S. 634—639; Petermanns Mitteilungen 62, 16. 1916; 64, 50—54. 1918; Naturwissenschaften 6, 355—358, 521—522. 1918).

Was nun besonders die Entstehung der Flußmäander anbetrifft, so darf man von der Anschauung ausgehen, daß strömendes Wasser *mutatis mutandis* ebenso wirken muß wie strömende Luft. Fließt also Wasser in regelmäßigem Strom über beweglichen Boden, so wird es diesem eine Wogenform aufzuprägen suchen. Das Ergebnis entzieht sich aber meist der Beobachtung, weil das Wasser die subaquatischen Bodenformen in der Regel verhüllt. Anders steht es mit der seitlichen Grenzfläche zwischen Wasser und Erdboden. Hier wird, namentlich bei der regelmäßigen Strömung des Wassers in Flußbetten, die Tendenz zur Aus-

bildung jenes dynamischen Gleichgewichtszustandes deutlich sichtbar. Ein solcher Zustand wird äußerlich dadurch gekennzeichnet, daß sich die alten Formen nach einer künstlichen Zerstörung allmählich von selbst wieder herstellen.

Die Form des Flußbettes und manche andere gelegentlich angeführte Gründe kommen als primäre Ursachen nicht in Betracht, denn auch in einem geradlinigen, von festen Ufermauern eingefassten Kanal pendelt der Stromstrich um die Mittellage, was vielfach in der wechselweisen Anordnung von Sand- und Kiesbänken zum Ausdruck gelangt.

Wie bei Windstille der Wimpel an der Mastspitze eines fahrenden Schiffes sich in Wellenlinien bewegt, so muß in völlig analoger Weise der den Boden durchströmende Wasserfaden eines Baches, dem Gleitflächengesetz folgend, danach trachten Mäander zu bilden, deren Größe hauptsächlich von der Menge und Geschwindigkeit des Wassers abhängt.

Es ist sehr erfreulich, daß die Physiker neuerdings beginnen, sich auch mit geomorphologischen Problemen zu beschäftigen. FELIX M. EXNER hat bereits vor Jahren die Formen der Dünen und der Flußmäander vom theoretisch-physikalischen Standpunkt aus behandelt und experimentell weiter untersucht (Ann. d. Hydrographie u. Maritimen Meteorologie 47, 155—168. 1919; Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien., Mathem.-naturw. Kl. IIa, 128, 1453—1473. 1919; 129, 923—952. 1920). Auch er betrachtet Luftwogen und Wasserwellen, Rippelmarken und Flußmäander, ja sogar das wellenförmige Profil einer Rodelbahn als Äußerungen derselben Gesetzmäßigkeit, und er gibt Formeln, die es gestatten aus Wassertiefe, Wellenlänge und Breite des Mäandertales die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers zu berechnen.

Eine weitere Bearbeitung der durch Strömungen von Wind und Wasser geschaffenen Formen der Erdoberfläche dürfte für das, von der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft neu begründete Institut für Strömungsforschung in Göttingen eine lohnende Aufgabe sein.

Berlin, den 1. April 1926.

O. BASCHIN.

## Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

**Afrika-Durchquerungen mit Transportmaschinen.** Die ersten Durchquerungen der Sahara mittels Automobilen, über welche in den Naturwissenschaften (1925, 13. Jahrg., H. 23, S. 510—512) berichtet wurde, haben in unerwartet schneller Weise ihre Fortsetzungen durch den ganzen Kontinent gefunden. Am Ende des Jahres 1925 lagen bereits Berichte über nicht weniger als 7 Expeditionen vor, die mit Automobilen, und 5, die in Flugzeugen entweder ganz Afrika oder doch große und schwer zugängliche Teile durchzogen, bzw. überflogen haben.

Einige von diesen verdienen eine kurze Würdigung, weil sie sich für alle Zeiten einen Platz in der Geschichte der Erschließung des afrikanischen Kontinents gesichert haben. In erster Linie gilt dies von der großen „Expédition Citroën-Centre-Afrique, deuxième mission G.-M. Haardt et Audouin-Dubreuil“. Die französische Automobilfirma Citroën war durch die Erfahrungen, welche sie bei ihrer ersten Sahara-Durchquerung gewonnen hatte, in den Stand gesetzt worden, einem Wunsche des Präsidenten der Republik, Doumergue, nachzukommen, der dahin ging, eine Verbindung der mittelmeerischen Kolonien Frankreichs mit dessen Besitzung im Indischen Ozean, der Insel Madagaskar, quer durch den afrikanischen Kontinent

zu erkunden. Wieder waren es die Herren G.-M. HAARDT und LOUIS AUDOUIN-DUBREUIL, die mit 15 Begleitern in 8 Raupenautomobilen am 28. Oktober 1924 von Colomb-Béchar in Westalgerien abfuhren, nach Durchquerung der Sahara am 9. November in Bourem an der Nordostecke des Nigerkniees eintrafen und nun längs des linken Ufers dieses Flusses stromabwärts über Gao nach Niamey gelangten. Von hier bogen die Wagen am 24. November nach Osten ab und erreichten über Zinder am 14. Dezember den Tschad-See. Es wäre leichter gewesen dorthin auf gebahnten Wegen etwas weiter südlich über Kano zu fahren, aber die Expedition setzte ihren Ehrgeiz darin, ein Überschreiten der Grenze von Britisch-Nigeria zu vermeiden und auf französischem Gebiet zu bleiben. Um das Nordufer des Tschad-Sees herum kam man auf schwierigem Gelände, mitunter bei 40% Steigung am 24. Dezember nach Fort-Lamy, der Hauptstadt des Tschad-Territoriums. Am 3. Januar 1925 ging es weiter, zunächst längs des Schari-Flusses über Fort Archambault nach Bangui an dem großen nördlichen Nebenflusse des Kongo, dem Oubangui, auf dessen Nordseite man zunächst blieb, um ihn dann, in der Nähe von Bangassou zu überschreiten und damit das französische Gebiet zu verlassen und auf

belgisches überzutreten. Die Flußdurchquerungen boten wegen des Mangels an Brücken meist besondere Schwierigkeiten, die jedoch stets ohne Unfall überwunden wurden. Auf dem Gebiete des Kongostaates ging es ostwärts bis zum Albert-See, über den man zu Schiff das Ufer von Britisch-Ostafrika bei Butiaba am 13. April erreichte. Bei Kampala, am Nordufer des Victoria-Sees fand die erste Trennung der einzelnen Expeditionsgruppen statt, indem AUDOUIN-DUBREUIL mit 2 Wagen über Nairobi und 3000 m hohes Gelände in der Nähe des 5000 m hohen Meruberges nach Tanga (14. Mai) und Mombassa fuhr, von wo er sich nach Majunga auf Madagaskar einschiffte. Die Hauptexpedition fuhr über den Victoria-See nach Tabora (25. April). Hier trennten sich die Teilnehmer. Kommandant BETTENBOURG führte eine Kolonne ostwärts nach Dar-es-Salam, Ingenieur BRULL eine zweite nach Westen über den Tanganika-See nach Kabalo (6° Nord) am Kongo und dann südwärts durch Britisch-Rhodesia und Transvaal nach Kapstadt (1. August). Die letzte Gruppe unter HAARDT gelangte westlich um den Njassa-See nach Mozambique (14. Juni). Der Weg längs des Westufers des Njassa-Sees erwies sich als der schwierigste der ganzen Reise. Die dort wohnenden Ansiedler erklärten ihn für unpassierbar, aber HAARDT gelang es die schlimmsten Stellen dadurch zu umgehen, daß er stellenweise in dem seichten Uferwasser des Sees fuhr.

In dem madagassischen Hafenplatz Majunga trafen sich 3 Gruppen wieder und fuhren gemeinschaftlich nach der Hauptstadt Tananarive, wo sie am 26. Juni ihren Einzug hielten und begeistert empfangen wurden. Sie kehrten zu Schiff zurück und trafen am 2. August wieder in Marseille ein. Die Gruppe BRULL gelangte, von Kapstadt über See kommend, erst am 8. September nach Tananarive.

Die 8 Wagen haben Strecken zwischen 16 000 und 20 000 km zurückgelegt, denn es wurden von verschiedenen Stellen des Reiseweges Abstecher von beträchtlichem Ausmaß unternommen.

Der britische Major COURT-TREATT erbrachte den Nachweis, daß die Zurücklegung der Strecke Kairo-Kapstadt keine Raupen-Automobile oder Sechsräder-Wagen erfordert. Mit zwei gewöhnlichen Automobilen verließ er am 23. September 1924 Kapstadt und erreichte nach 16 Monaten am 24. Januar 1926 Kairo, bei einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 42 km pro Tag. Es ging viel Zeit mit der Herrichtung eines fahrbaren Weges und dem Bau von Brücken verloren. Störend waren heftige Wolkenbrüche in Rhodesia. Auch die Durchquerung der Wüste im Süden des britischen Ost-Sudan erwies sich als besonders schwierig.

Eine noch größere Wegstrecke, nämlich 23 000 km legte Kapitän DELINGETTE zurück, der vom 15. November 1924 bis 4. Juli 1925 ebenfalls den ganzen Kontinent durchmaß. Er fuhr von Colomb Béchar durch die Sahara nach Niamey am Niger, ostwärts über Zinder zum Tschad-See, von da mit durchschnittlich südöstlichem Kurs über Fort Lamy, Bangui, Bambari, Stanleyville am Kongo, dann nördlich des Victoria-Sees nach Nairobi in Britisch-Ostafrika, über die Stationen Moschi, Mpapua, Iringa und Neulangenburg des ehemals deutschen Ostafrika nach Elisabethville im südlichsten Kongostaate, Livingstone am Sambesi, Buluwayo und Johannesburg bis Kapstadt.

Erwähnenswert ist ferner die Fahrt der beiden Journalisten EDMOND TRANIN und DUVERNE, die ganz allein mit einem einfachen Tourenwagen von 10 PS in 12 Wochen (5. Dezember 1924 bis 26. Februar

1925) den Kontinent ziemlich an seiner breitesten Stelle von Westen nach Osten durchquerten. Von Konakry an der Westküste Französisch-Guineas ausgehend, führte ihr Weg über Niamey, Zinder, Fort Lamy, Abécher, El Facher, El Obeid und Khartum am Nil nach Massaua an der Küste des Roten Meeres.

Die 5 Flugzeug-Expeditionen beschränkten sich im wesentlichen auf das französische Westafrika.

Lieutenant-colonel TULASNE verließ am 30. Dezember 1924 die Westspitze Afrikas bei Dakar mit 3 Flugzeugen, passierte Bamako am Niger, dann Gao am gleichen Flusse. Hier wandte er sich nach Norden, überflog die Sahara auf der westlichen Route, die vom Nigerknie nach Colomb-Béchar führt, kehrte von dort auf dem gleichen Wege zurück und traf am 29. Januar 1925 wieder in Gao ein. Diese erste doppelte Überquerung der Sahara durch ein Flugzeug-Geschwader verlief ohne Unfall, während ein anderes Geschwader unter Lieutenant-colonel DE GOYS einen Toten, 3 Verletzte und ein zertrümmertes Flugzeug zu beklagen hatte.

Am 3. Februar 1925 stiegen die Lieutenants ARRACHARD und LEMAÎTRE bei Etampes, südlich von Paris auf, flogen über Spanien, Gibraltar und dann längs der Westküste Afrikas bis zu dem 4800 km entfernten Dakar, das sie nach 31 Stunden erreichten. Der Rückflug erfolgte über Kayes, Timbuktu, von dort auf ungewöhnlicher Route geradewegs nach Algier, sodann über Oran, Fez und Spanien nach Frankreich.

Die größte Strecke über afrikanischen Boden legten die belgischen Lieutenants THIEFFRY und ROGER zurück, die am 12. Februar 1925 mit einem Dreimotoren-Flugzeug von Brüssel abflogen, über Dijon, Perpignan, Alicante, Oran, Colomb-Béchar und die westliche Sahararoute Niamey am Niger erreichten. Von dort ging es ostwärts über Zinder zum Tschad-See, dann über Fort Lamy, Fort Archambault nach Bangui am Oubangui, diesen Fluß und später auch den Kongo an dem belgischen Ufer stromabwärts nach Kinchassa gegenüber Brazzaville, wo die Reise am 3. April ihren Abschluß fand.

Erwähnenswert sind auch die Flüge der beiden portugiesischen Offiziere Kapitän PINHEIRO CORREIA und Lieutenant SERGIO DE SILVA, welche vom 25. März bis 2. April 1925 die 4000 km von Lissabon nach Bolama in Portugiesisch-Guinea in 7 Etappen bei einer Flugdauer von 31 Stunden mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 129 km pro Stunde zurücklegten.

Nachdem die erste Afrika-Durchquerung mit dem Flugzeug im Jahre 1920 auf dem 8278 km langen Wege von Kairo nach Kapstadt eine Flugdauer von fast 73 Stunden erforderte hatte (vergl. Die Naturwissenschaften 1920, Jahrg. 8, Heft 48, S. 940—941), ist es jetzt dem Engländer ALAN COBHAM gelungen, die 12 900 km lange Flugstrecke von London bis Kapstadt in 94 Flugstunden zurückzulegen. Er kam am 18. Februar 1926 in Kapstadt an, flog von dort am 26. Februar wieder ab und war schon nach 9 $\frac{1}{2}$  Tagen, am 7. März, wieder in Heliopolis bei Kairo, von wo er am 8. März über Athen nach London zurückfliegen wollte.

Die Royal Air Force hat vier Flugzeuge unter dem Befehl des Kommandanten PULFORD ausgesandt, welche den Auftrag haben, einen nur über britisches Gebiet führenden Luftweg von Kairo nach Kapstadt auf dem Wege Khartum—Mongalla—Muansa—Tabora—Livingstone—Buluwayo—Johannesburg—Bloemfontein zu erkunden.

O. BASCHIN.

**Benzin-elektrischer Fahrzeugantrieb.** Als einen der größten Erfolge der neuzeitlichen Technik kann man es bezeichnen, daß es gelungen ist, den schnelllaufenden Benzinmotor im Automobil und in anderen Fahrzeugen dem Antrieb von Verkehrsmitteln dienstbar zu machen. Die Errungenschaft ist hierbei um so größer, als, wie allerdings nicht allgemein bekannt, der Benzinmotor für solche Anwendungen recht wenig geeignet war, weil er sich im Gegensatz etwa zu einer Dampfmaschine oder zu einem Elektromotor nur ganz wenig überlasten läßt. Gerade der Fahrzeugbetrieb verlangt nämlich von der Antriebsmaschine vor allem, daß sie, z. B. beim Anfahren, bei geringer Geschwindigkeit des Fahrzeuges 3—4mal so große Anzugskräfte zur Verfügung stellt wie unter normalen Verhältnissen bei der Fahrt in der Ebene notwendig sind, eine Forderung, die der Benzinmotor, wie übrigens jede Verbrennungsmaschine, nicht aus sich heraus erfüllen kann.

Es dürfte bekannt sein, daß man das Problem dadurch gelöst hat, daß man zwischen Antriebsmotor und Fahrzeugachse ein Zahnradgetriebe einschaltet, dessen Übersetzungsverhältnis man je nach der geforderten Anzugskraft in gewissen Abstufungen verändert, und es ist kein geringer Triumph der neuzeitlichen Bearbeitungs- und Materialtechnik, daß es gelungen ist, diese Zahnradgetriebe so durchzubilden, daß man sie auch während des Laufes umschalten kann und — was noch mehr sagen will — daß die Zahnräder diese auf alle Fälle mit Stößen und Überbeanspruchungen verknüpfte Behandlung auch auf längere Dauer ohne übermäßige Abnutzung vertragen.

Immerhin ist diese Lösung eine Unvollkommenheit, die, wie allgemein anerkannt wird, die technische Achillesferse des neuzeitlichen Kraftwagens bildet. Bei allerbesten technischer Durchbildung setzt das Schalten des Getriebes ein gewisses Geschick des Fahrers voraus, das nicht jedem gegeben ist und dessen Fehlen zumeist zur Folge hat, daß zu bald Ausbesserungen notwendig werden, so daß der Besitzer unzufrieden ist. Die Schwierigkeiten des Getriebebetriebes steigern sich natürlich bedeutend, wenn die Kräfte, die das Getriebe zu übertragen hat, größer werden, z. B. bei schweren Kraftomnibussen oder Eisenbahntriebwagen oder Lokomotiven mit Antrieb durch Verbrennungsmaschinen.

Seit den ersten Anfängen des Automobilismus hat man sich daher mit dem Gedanken befaßt, andere Arten der Kraftübertragung vom Benzinmotor auf die Fahrzeugachse ausfindig zu machen, und unter den hierfür vorgeschlagenen Wegen hat stets die *elektrische Kraftübertragung*, d. h. die Kupplung des Benzinmotors mit einem Stromerzeuger, der einen die Wagenachse antreibenden Elektromotor mit Strom versorgt, die wichtigste Rolle gespielt. Aber obgleich Versuche dieser Art in praktischem Maßstabe wiederholt ausgeführt wurden, hat es doch bis in die neueste Zeit gedauert, bevor man auf Grund von Erfahrungen im wirklichen Betriebe sagen konnte, daß die Frage technisch und wirtschaftlich gelöst ist.

Der Gründe für die zahlreichen Fehlschläge früherer Versuche auf diesem Gebiete gab es sehr viele. Vor allem waren für die oben angedeutete allgemeine Aufgabe so viele Lösungen der Ausführung möglich, daß es, wie immer in derartigen Fällen, sehr lange dauerte, bis die praktisch unbrauchbaren Lösungen auf Grund von fehlgeschlagenen Versuchen ausgeschieden werden konnten. Beispielsweise waren bei der praktischen Ausführung der elektrischen Kraftübertragung zwei Hauptgruppen von Lösungen zu unterscheiden:

1. Antrieb mit möglichst gleichförmig laufendem Motor;

2. Antrieb mit wechselnd laufendem Motor.

Die Lösung unter 1, die auf dem sog. ILGNER-Verfahren beruht, hatte zunächst viel Verlockendes für sich und wurde daher bei den ersten Versuchen allgemein vorgezogen, denn sie ermöglichte, den Motor fortlaufend mit gleicher Leistung, also unter den günstigsten Betriebsverhältnissen, arbeiten zu lassen, und bot ferner die Aussicht, den Betrieb mit einem Motor durchführen zu können, der, verglichen mit dem rein mechanischen Antrieb, verhältnismäßig klein bemessen war. Es hat sich aber gezeigt, daß die Vorzüge dieser Art der elektrischen Kraftübertragung zwar zutreffen, daß sie sich aber für die schnellen und starken Wechsel der Belastung, die bei Kraftfahrzeugen vorkommen, weniger gut eignet. Hier kommt es namentlich darauf an, beim Anfahren hohe Anzugskräfte entwickeln zu können, die die sozusagen auf die Mittleistung bemessenen Kraftanlagen nach diesem System nicht hergeben können.

Besser bewährt haben sich, soweit bis jetzt bekannt ist, Anlagen mit elektrischer Kraftübertragung, bei denen der Motor, ähnlich wie bei jedem gewöhnlichen Kraftwagen, mittels des üblichen Gashebels auf die gerade notwendige Leistung eingestellt wird, also mit einer je nach den Fahrverhältnissen veränderlichen Drehzahl läuft. Die mit dem Motor gekuppelte elektrische Anlage ist hierbei so eingerichtet, daß sie die Leistung  $N$ , die ihr der Benzinmotor zur Verfügung stellt, ganz selbsttätig in dasjenige Produkt aus elektromotorischer Kraft  $e$  und elektrischer Spannung  $i$  umwandelt, welches für die gerade vorliegenden Fahrverhältnisse am besten geeignet ist. Ohne Rücksicht auf innere Verluste ist dann stets  $N = e i = e_1 i_1$  usw.

Der Aufbau einer solchen Anlage ist nicht gerade einfach. Mit dem Gashebel des Motors ist der Regelschalter einer Akkumulatorenatterie verbunden, die den Erregerstrom für eine kleine Erregermaschine liefert. Der Strom, der von dieser Erregermaschine erzeugt wird, fließt durch die Magnetwicklungen der Hauptdynamo, die mit dem Benzinmotor gekuppelt ist. Außer diesen Wicklungen hat aber die Dynamo noch besondere Kompensator- und Differential-Reihenwicklungen, die um so stärker wirken, je stärkeren Strom die Hauptdynamo erzeugt, weil der Strom der Hauptdynamo durch diese Wicklungen fließt, bevor er in die das Fahrzeug antreibenden Motoren gelangt.

Mit der praktischen Anwendung von Anlagen dieser Art bei Kraftwagen hat sich die GENERAL ELECTRIC COMPANY in der letzten Zeit mit großem Erfolg befaßt. Sie hat im Juni 1924 einen ursprünglich für reinen Benzinbetrieb eingerichteten Kraftomnibus der Philadelphia Rural Transit Company versuchsweise für elektrische Kraftübertragung umgebaut und, nachdem sich dieser Wagen in längerem vergleichendem Betrieb mit Benzinwagen gut bewährt hatte, den Auftrag erhalten, 220 solche Fahrzeuge für diese Gesellschaft herzustellen, die inzwischen alle bereits abgeliefert worden sind. Die Erteilung dieses Auftrages erregte damals in Automobilkreisen nicht geringes Aufsehen, da man die wirtschaftlichen Aussichten nicht besonders günstig einschätzte; es scheint aber nach den bis jetzt bekannt gewordenen Ergebnissen dieser Fahrzeuge, daß ein wirklicher Fortschritt erzielt worden ist, der namentlich im Betrieb der Kraftomnibusse großen Vorteil bringen kann.

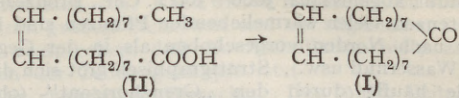
Der wichtigste Einwand gegen den benzin-elektrischen Antrieb von Kraftfahrzeugen ist, daß die Wagen infolge der Ausrüstung mit mehreren elek-

trischen Maschinen zu schwer werden und daher unter sonst gleichen Betriebsverhältnissen mehr Brennstoff verbrauchen. Dieser Einwand scheint nach den neuesten Erfahrungen der Philadelphia Rural Transit Company nicht mehr haltbar. Ihre benzin-elektrischen Omnibusse mit 64 Sitzplätzen wiegen zwar 7300 kg, gegen 6400 kg der Benzin-Kraftomnibusse, aber sie verbrauchen, wenn überhaupt, eher weniger Benzin als die Benzin-Kraftomnibusse, da der Verbrauch beider Arten von Wagen ungefähr 17 Liter für je 100 km Wegstrecke beträgt. Dabei erzielen sie aber im Anfahren gegenüber Benzin-Omnibussen so großen Vorsprung, daß ihre mittlere Geschwindigkeit trotz der engen Straßen in Philadelphia 19 km in der Stunde beträgt, während die Benzin-Omnibusse auf dem Broadway in New York im Mittel nicht mehr als 13 km in der Stunde erreichen.

Die Mehrkosten in der Anschaffung, die für einen benzin-elektrischen Kraftomnibus 2000 Dollars betragen, hat die Gesellschaft schon an den Löhnen der Fahrer in einem Betriebsjahr eingespart. Das erklärt sich daraus, daß die Bedienung der benzin-elektrischen Fahrzeuge wegen des Fortfalls der Schaltbewegungen wesentlich weniger anstrengend für die Fahrer ist. Zu diesen Ersparnissen treten noch die infolge der leichteren Instandhaltung der benzin-elektrischen Fahrzeuge. Der gleiche Motor, der in einem Benzin-Omnibus nach 3200 km Wegleistung gründlich nachgesehen werden müßte, hat im benzin-elektrischen Omnibus bereits 6400 km geleistet, ohne daß sein Betriebszustand Anlaß zum Nachsehen oder Überholen bieten würde. Das erscheint auch verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, welche Anzahl von Schaltstößen ein Benzin-Omnibus bei seinem im Mittel 1800maligen täglichen Anfahren ausgesetzt wird.

H.  
Untersuchungen über die dem Tierreich entstammenden Riechstoffe, speziell diejenigen des Moschus und Zibet, haben L. Ruzicka (Helvetica chim. Acta 9, 230, 249, 339) zu sehr interessanten Ergebnissen geführt, die auch unsere Kenntnis der Kohlenstoff-Ringe stark erweitert haben. Das riechende Prinzip des Zibets wird gewonnen aus einem aus Abessinien importierten Handelspräparat, wo man es gewerbsmäßig von zu diesem Zweck gezüchteten Zibet-Katzen

gewinnt. Es ist ein Keton  $C_{17}H_{30}O$ , für das Ruzicka durch eine Reihe von chemischen Umsetzungen, speziell von Oxydationen, die folgende Formel (I) feststellte, die schon biologisch dadurch außerordentlich interessant ist, daß sie zeigt, daß das Zibeton ein einfaches Umwandlungsprodukt der Ölsäure (II) ist.



Chemisch ist es außerordentlich überraschend, daß hiermit ein derartig hochgliedriger Kohlenstoffring als in der Natur vorkommend erwiesen ist.

Da derartige Verbindungen auch synthetisch bisher kaum dargestellt worden sind, hat Ruzicka, unterstützt von einer Reihe von Mitarbeitern, vor allen Dingen aber von der Genfer Parfümeriefabrik Chuit, Naef & Co., die carbozyklischen Ketone vom 10er bis zum 18er Ring aufgebaut. Dabei wurde gefunden, daß die übliche Darstellung der Ketone aus den Polymethylendicarbonsäuren gesteigert werden kann, wenn man statt der bisher üblichen Kalk- oder Bleisalze die Salze anderer Metalle verwendet. Jedenfalls ist damit der Beweis gelungen, daß die Fähigkeit der Kohlenstoffatome, als Ringglied aufzutreten, bei weitem nicht so beschränkt ist, wie man es auf Grund der bisher bekannten Kohlenstoffverbindungen anzunehmen geneigt war.

Bei diesen Untersuchungen ist aber noch ein weiteres, für die Biologie wichtiges Ergebnis erzielt worden. Es zeigte sich nämlich wiederum, worauf schon vor einigen Jahren Challenor und Thorpe hingewiesen haben, daß bei der Oxydation von aliphatischen Verbindungen mit ungradzahliger Kohlenstoffkette überaus leicht Körper mit gradzahliger Kohlenstoffkette entstehen. Das erklärt wohl die schon oft hervorgehobene merkwürdige Tatsache, daß in den tierischen Fetten, z. B. in der Milch, fast immer nur die Fettsäuren mit einer geraden Anzahl Kohlenstoffatome vorkommen. Die Polarität, wie sie die neuere Atom- und Valenztheorie lehrt, bedingt offenbar einen derartigen paarigen Aufbau und dementsprechend auch einen paarigen Abbau der gewöhnlichen Fettsäuren. S.

## Botanische Mitteilungen.

Über die Stratigraphie der russischen Torfmoore. Entsprechend dem Aufschwung, den die Moorforschung in den letzten Jahren genommen hat, ist auch über die russischen Moore von verschiedenen Seiten aus gearbeitet worden; aber die zumeist in russischer Sprache gehaltenen Mitteilungen sind fast durchgängig in schwer zugänglichen Zeitschriften zerstreut. Deshalb ist es sehr zu begrüßen, daß DOKTUROWSKI, der selbst im Verein mit seinen Schülern fördernd auf diesem Gebiete gearbeitet hat, eine deutsche Zusammenfassung der bisher über die Stratigraphie der russischen Moore gewonnenen Ergebnisse liefert (Geol. fören. förhandl. Stockholm 47. 1925), wobei nicht nur die postglazialen, sondern auch die interglazialen Ablagerungen berücksichtigt werden. Es sind schon eine ganze Reihe von interglazialen Torflagern ermittelt worden, die eine sehr reiche Flora zutage gefördert haben. Die Gesellschaft entspricht etwa der gegenwärtigen, so treffen wir an Bäumen Birke, Erle, Hasel, Weiß- und Rotbuche, Eiche, Ahorn, Linde, Esche, Fichte, Kiefer und Tanne; als spezifische diluviale Leitform kann hier wie auch anderwärts die in der Gegenwart fehlende zu den Seerosengewächsen zählende *Brasenia purpurea*

bezeichnet werden. In schärfstem Kontrast zu dieser interglazialen Flora steht die in glazialen Sedimenten angetroffene Gesellschaft mit den charakteristischen auf Kälte hinweisenden Formen, Silberwurz (*Dryas*), Zwergbirke und Gletscherweiden (*Salix polaris*, *S. herbacea*) sowie mehr oder minder nördlich getönten oder ubiquistischen Komponenten, während ausgesprochen wärmebedürftige Pflanzen fehlen. Die postglaziale Entwicklungsfolge fügt sich in großen Zügen in den bisher für das übrige Europa gezeichneten Rahmen ein, d. h. auch hier heben sich die BLYTT-SERNANDERschen Perioden heraus, wie das in sehr schöner Weise in einer allgemeinen Übersichtstabelle zur Darstellung gebracht ist. An die kalte, arktisch-subarktische Periode mit der *Dryas*flora schließt sich die warm-trockene boreale an; es ist die Zeit des Ancylossees, der das Yoldiameer abgelöst hat. Föhre und Birke, die am Ende der subarktischen Zeit eingewandert sind, breiten sich mächtig aus, Eichenmischwald, Erle und Fichte erscheinen, und sehr häufig birgt der Torf als Hinweis auf die vorübergehende Austrocknung Waldhorizonte (untere Stubbenlage). Auf die boreale folgt die wärmefuchte atlantische Periode, die mit der folgenden zu-

sammen dem Litorinameer zeitlich gleichzusetzen ist, schätzungsweise 5000—3000 v. Chr. In dieser Phase gelangte in Wiesenmooren der untere Seggen-, in Hochmooren der untere Sphagnumtorf zum Absatz. Die atlantische wird durch die trockenkontinentale subboreale Periode, das mutmaßliche postglaziale Wärmemaximum, abgelöst (ca. 3000—500 v. Chr., Bronzezeit). Die Grenzen vieler wärmeliebender Pflanzen sind hier weiter nach Norden vorgeschoben als in der Gegenwart (Wassernuß usw.). Stratigraphisch gibt sich diese Periode häufig durch den „Grenzhorizont“ (obere Stubbenschicht) zu erkennen. Die Erle erreicht ihr Maximum. Den Schlußabschnitt bildet die feuchtkühle subatlantische Periode (Eisenzeit in Schweden bis Gegenwart). In Wiesenmooren wird jetzt der obere Seggentorf, in Hochmooren der obere Sphagnumtorf gebildet. Viele wärmeliebende Formen weichen von ihren nördlich vorgeschobenen Standorten zurück (Wassernuß, Najasarten). Auch der Eichenmischwald räumt vielfach das Feld, dafür ist die Fichte in mächtigem Vordringen begriffen, und die Birke sowie die Föhre erleben einen neuen Anstieg. Beachtung verdient, daß Buche und Tanne — entsprechend der kontinentalen Lage von Rußland — in dieser ganzen Sukzession fehlen.

**Methoden der Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen.** E. HEINRICHER, der schon 1910 die Kultur der parasitischen Samenpflanzen in einer kleinen Monographie behandelt hat, widmet demselben Gegenstand eine ausführliche Darstellung in dem bekannten, von ABDERHALDEN herausgegebenen Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden (1921/22). In dem dazwischenliegenden Zeitraum ist eine ganze Menge neuer Erfahrungen dazugekommen, die der Hauptsache nach der eigenen Tätigkeit HEINRICHERS, der ja auf diesem Gebiete eine führende Stellung einnimmt, entstammen. Nach einigen allgemeinen Hinweisen behandelt HEINRICHER in systematischer Reihenfolge die Vertreter der Scrophulariaceen, Orobanchaceen, Convolvulaceen, Lauraceen, Santalaceen, Loranthaceen und Rafflesiaceen, wobei er auch über Erfahrungen an einzelnen ausländischen Arten berichtet. Der große Wert dieser Untersuchungen liegt darin, daß es nicht nur geglückt ist, die Lebensbedingungen und den Entwicklungsgang der einzelnen Formen klar herauszuarbeiten, sondern, daß auf diesem Wege auch eine ganze Reihe phylogenetischer Entwicklungslinien aufgedeckt werden konnte. Das gilt insbesondere von der Familie der Scrophulariaceen, wo wir stufenweise den Übergang von grünen chlorophyllführenden Halbschmarotzern bis zu bleichen Ganzparasiten verfolgen können. Aber auch innerhalb der Gruppe der Halbschmarotzer gibt es schon deutliche Staffelungen. Ein schönes Beispiel dafür liefert die Gattung *Euphrasia* (Augentrost). *Euphrasia minima* vermag unter Umständen noch selbständig hochzukommen; sie ist auch noch im Besitze von Wurzelhaaren. Bei *E. stricta* erreichen in Reinkultur, d. h. ohne Wirt, bloß bei Dichtsaat einzelne Individuen die Blühreife, und zwar dadurch, daß sie sich parasitisch an Schwesterpflanzen ansetzen, auf deren Kosten sie sich ernähren. *E. rostkoviana* endlich gelangt nur mit Hilfe einer regulären Wirtspflanze zu voller Entwicklung. Ähnliche Reihen lassen sich bei der Gattung *Melampyrum* (Wachtelweizen) aufstellen. Sehr deutlich tritt weiterhin der Zusammenhang zwischen der Kräftigkeit der als Wirt dienenden Art und dem Gedeihen des Parasiten hervor. Das Läusekraut (*Pedicularis*) schmarotzt hauptsächlich in den Jugendstadien. Die extremsten Gattungen stellen *Tozzia* und

*Lathraea* (Schuppenwurz) dar. *Tozzia* lebt in den ersten Entwicklungsstadien unterirdisch als blasser Ganzparasit. Die Pflanze keimt nur in Gegenwart eines geeigneten Wirtes. *Lathraea* ist zeitlebens Ganzparasit, und die hohen Ansprüche dieses Schmarotzers geben sich darin zu erkennen, daß nur Holzgewächse als Wirtspflanzen gewählt werden. Neben den Scrophulariaceen erfahren vor allem die Loranthaceen mit *Mispel* (*Viscum*), *Eichenmispel* (*Loranthus*) und *Wachholdermispel* (*Acreuthobium*), eine eingehende Behandlung. Die Kultur der *Wachholdermispel* ist HEINRICHER erstmalig geglückt. Dabei hat sich die interessante Tatsache ergeben, daß sich hier der Embryo nicht direkt zu der beblätterten Pflanze entwickelt, vielmehr dringt er zuerst in Gestalt eines thallassartigen Gebildes, das an *Pilzmycel* erinnert, in das Wirtsgewebe ein und erst von hier aus werden dann auf dem Wege der Adventivbildung normale Sprosse, die aus der Nährpflanze heraustreten, gebildet. Ebenfalls neuartig ist die Kultur von *Cytinus hypocistis*, der einzigen europäischen *Rafflesiacee*, die HEINRICHER von Samenmaterial ausgehend auf Cistronen bis zum Blühstadium großziehen konnte. Das berechtigt zu der Hoffnung, daß über kurz oder lang auch einmal die Aufzucht der so interessanten tropischen Schmarotzergewächse gelingt.

**Das Verhalten der Windepflanzen im Dunkeln.** Während SACHS ganz allgemein die Ansicht vertreten hat, daß das Windevermögen der Schlingpflanzen vom Lichte gänzlich unabhängig ist, sind späterhin in der Literatur verschiedentlich Angaben aufgetaucht, wonach zum mindesten bei einzelnen Objekten eine Abhängigkeit derart besteht, daß die spiralförmigen Umläufe in völliger Dunkelheit ausbleiben (MAC DOUGAL, NEWCOMBE). Diese Auffassung ist auch in der JOSTSchen Physiologie vertreten. Eine diesem Thema gewidmete Arbeit von THEODORESCO (Rev. génér. de bot. 37. 1925) hat aber das Bild wieder zugunsten der SACHSSchen Auffassung verschoben. Es hat sich gezeigt, daß unter besonderen Versuchsbedingungen bei allen untersuchten Objekten auch im Dunkeln normale Windungen auftreten, sofern man nur dafür sorgt, daß der basale Teil des Sprosses dem Lichte ausgesetzt bleibt. Offenbar liegen die Dinge so, daß für den Erfolg der Ernährungszustand maßgebend ist. Völlig verdunkelte Pflanzen sind unterernährt und zeigen infolgedessen, wie durch zahlreiche Messungen belegt wird, nur einen geringen Zuwachs. Dieser Hemmung wird durch die basale Belichtung entgegengearbeitet. Das Sproßwachstum wird dadurch soweit gefördert, daß regelmäßige Windungen vollzogen werden können. Wie diese im einzelnen ausfallen, hängt von dem Verhalten der jeweiligen Versuchspflanzen ab. Bei Objekten, bei denen die Sprosse infolge des Etiolements steifer werden, da werden auch die Windungen nicht so ideal ausgebildet wie beim belichteten Material; sie sind viel steiler und infolgedessen weniger zahlreich. Wo indessen auch die etiolierten Sprosse dünn und biegsam bleiben, da treten Windungen auf, die sich von den normalen kaum unterscheiden. (*Periploca*, *Polygonum dumetorum*). Es muß in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß manche Windepflanzen auch im Freien, also unter normalen Umständen, im Schatten besser winden als im Licht; dies gilt z. B. von *Vincetoxicum officinale* (Hundswürger) und *Solanum dulcamara* (Bittersüß). Im Einklang damit steht die Tatsache, daß hier gerade die beschattet aufwachsenden Pflanzen rascheres Wachstum und geringere Verholzung zeigen. Die positiven Angaben von THEODORESCO erstrecken sich auch auf Gattungen, von denen NEWCOMBE das Ausbleiben von Windungen besonders ver-

merkt (*Dioscorea*, *Mandevillea*). Es könnte auffällig erscheinen, daß auch bei *Dioscorea batatas*, die in ihren Knollen eine Menge von Reservestoffen birgt, eine Belichtung der Sproßbasis erforderlich ist. Falls eine solche nicht erfolgt, bleiben Windungen völlig aus, und auch das Wachstum ist sehr gering; die Sprosse erlangen nur eine Länge von 1,5 m. Wird aber ein, wenn auch nur geringer Teil der Sproßbasis belichtet, dann winden die verdunkelten Sproßpartien, die bis 14 m erreichen können, ganz ausgezeichnet. Aus der Tatsache, daß es dem Ausfall der Versuche keinen Eintrag tut, wenn man die basalen, belichteten Teile ihrer Blätter beraubt, folgt, daß es nicht die geförderten Assimilationsbedingungen sind, auf die der Erfolg zurückzuführen ist. Es sind möglicherweise ganz bestimmte, durch die Einwirkung des Lichtes ausgelöste Umschaltungen im Stoffwechselgetriebe, von denen der maßgebende Einfluß ausgeht: „Il est vraisemblable que la lumière favorise certaines transformations photochimiques; les substances ainsi produites, transportées vers l'extrémité de la tige placée à l'obscurité, sont propices à la production d'un état de tissus capable de manifester des mouvements d'enroulement.“

**Über Kohlensäureassimilation toter Blätter.** Schon im Jahre 1904 hat MOLISCH die Leucht Bakterien zur Entscheidung der Frage herangezogen, ob tote Blätter noch imstande sind, Kohlensäure zu assimilieren. Die Möglichkeit hierzu bietet die Tatsache, daß das Leuchtvermögen der genannten Bakterien in engster Abhängigkeit steht von dem Vorhandensein von Sauerstoff. Wenn man dunkel gehaltene Kulturen von Leucht Bakterien, die infolge des Sauerstoffverbrauches das Leuchten eingestellt haben, nach Zusatz von Gewebepulver aus abgetöteten Blättern kurz belichtet, dann leuchten sie wieder auf, eine Erscheinung, die nur so zu erklären ist, daß nunmehr das im Gewebepulver vorhandene Chlorophyll seine Assimilationstätigkeit wieder aufnimmt und auf diese Weise Sauerstoff freimacht. Dieser Versuch ist damals indessen MOLISCH nur bei einer Taubnesselart geglückt, so daß er der Meinung war, es handle sich hierbei bloß um ein exzeptionelles Verhalten. Trotzdem erblckte MOLISCH hierin eine Bestätigung einiger in der Literatur verbreiteter, aber vielfach nicht hinreichend begründeter Angaben, wonach den toten Blättern die Befähigung zur Assimilation zugeschrieben wird. Neuerdings hatte nun MOLISCH Gelegenheit, seine Erfahrungen in Japan mit der Leucht Bakterienart *Pseudomonas lucifera* zu vertiefen (Zeitschr. f. Botanik 17. 1925). Er fügte der Bouillonkultur, in der diese Bakterien gehalten wurden, das Blätterpulver mehrtägig getrockneter Blätter der verschiedensten Gattungen von Blütenpflanzen (Mais, Rübe, Spinat, Kohl, Rettich, Erdbeere, Klee, Platterbse, Wicke, Veilchen, Nachtschatten, Holunder, Lattich usw.) hinzu und verbrachte das ganze in Gefäße mit eingeschliflenen Stöpseln, um den Zutritt von Luft zu verhindern. Wenn die Kulturen, die zunächst verdunkelt waren, dem Licht ausgesetzt wurden, dann trat oft schon nach wenigen Sekunden ein lebhaftes Leuchten auf. Diese Erscheinung zeigte sich bei fast allen untersuchten Blättern, und wenn einige Objekte eine Ausnahme machten, so lag dies wohl daran, daß hier im Blattgewebe Säuren enthalten waren, die dem Gedeihen der Bakterien im Wege stehen (z. B. Sauerklee und Schiefblatt). Tatsächlich gelang es, auch hier ein Leuchten zu erzielen, wenn die Flüssigkeit mit Sodalösung alkalisch gemacht wurde. Die Versuche wurden nun nach der Richtung variiert, daß die Blätter im Exsiccator wochenlang getrocknet wurden, so daß an ihren Tode nicht zu zweifeln war, und auch diese Handhabung tat dem Ausfall der

Versuche keinen Eintrag. Derselbe Erfolg trat ein, wenn die Blätter nach dem Trocknen 2 Stunden im Thermostaten auf 70° erwärmt wurden, oder wenn man sie durch Erfrieren in einwandfreier Weise abtötete. Nur Erhitzen in Wasser ist zu vermeiden. Das zieht offenbar eine Schädigung der Tätigkeit der Chloroplasten nach sich. Nach diesen Experimenten läßt sich nun mit größter Sicherheit und auf allgemeiner Grundlage aussprechen, daß die Assimilation nicht an das Leben der Zellen geknüpft ist.

**Die rheinischen Hieracien.** Der fünfte Beitrag zu den rheinischen Hieracien, dessen sich in Jahresrythmus folgende Vorgänger alle in dieser Zeitschrift angezeigt worden sind, handelt von den beiden Artenkreisen *Hieracium pilosella* und *H. auricula*, deren Bearbeitung sich TOUTON aufgespart hat, um die entsprechenden Abschnitte ZAHNS in ENGLERS Pflanzenfamilien und ASCHERSONS und GRÄBNERS Synopsis der mitteleuropäischen Flora abzuwarten. Nachdem nun auch dieser Teil heraus ist, haben die Vorstudien TOUTONS zur Gattung *Hieracium* in den Rheinlanden ihren Abschluß gefunden (Jahrb. Nassau. Ver. Naturk. 77. 1925), und es soll nur noch in Nachträgen über ergänzende Erfahrungen berichtet werden. Die beiden genannten Artenkreise, die nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung nur Sammelgruppen darstellen, weisen einen erdrückenden Formenreichtum auf, der ein halbes Tausend weit übersteigt. Das steht damit im Zusammenhange, daß durch ständige Bastardierung und daran anschließende apomiktische Fortpflanzung unentwegt neue konstante Formen resultieren. Infolgedessen findet auch eine weitgehende Überschneidung der morphologischen Charaktere statt, so daß es schwer fällt, eine scharfe Gruppierung der Kleinarten und Varietäten vorzunehmen. TOUTON folgt hier nicht der neuerdings von ZAHN vorgenommenen Gliederung, sondern der älteren Einteilung von NÄGELI und PETER, indem er zwar die praktischen Vorzüge der ZAHNSchen Klassifikation speziell für Bestimmungszwecke anerkennt, aber andererseits die Auffassung vertritt, daß die Einteilung von NÄGELI und PETER mehr den eigentlichen verwandtschaftlichen Verhältnissen gerecht wird. Das wird in der Einleitung im einzelnen begründet.

**Viehweide, ein am Formwechsel und an der Artbildung der Pflanzen mitwirkender Faktor.** Unter dem vorstehenden Titel berichtet HEINRICHER (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 134. 1925), über Beobachtungen an *Centaurea jacea*, der gewöhnlichen Flockenblume, die unter besonderen Standortverhältnissen in sehr auffälliger, von der Normalform weit abweichender Tracht erscheint. Es handelt sich um die Zwergform var. *pygmaea*, die HEINRICHER auf österreichischen Weidwiesen fand. Während normale Pflanzen eine Höhe von 3–5 dm erreicht, verfügt die Zwergform nur über ebensoviel Zentimeter, gelangt aber in diesem Zustande zur Frucht reife. Durch Samenaussaat konnte festgestellt werden, daß der Zwergwuchs erblich ist. Von der Vermutung ausgehend, daß es sich hierbei um eine Form handelt, die überhaupt für Weidwiesen bezeichnend ist, hat HEINRICHER die Literatur nach Angaben über diese Varietät durchgeschaut und gefunden, daß allgemein die Standortvermerke mit dieser Auffassung im Einklang stehen. Das legt die Deutung nahe, daß wir es hier mit einer ähnlichen Erscheinung zu tun haben, wie bei den Saisonformen, die durch die trefflichen Untersuchungen von R. v. WETTSTEIN bekannt geworden sind. Wie dort die Sense, so übt hier auf der Weide der Zahn des Viehes, dem die hohen Exemplare zum Opfer fallen, eine Selektionswirkung aus. Auf die

Dauer haben sich nur die niederen Zwergformen gehalten. Wie diese Zwergformen aber erstmalig zustande gekommen sind, das ist eine durchaus hypothetische Frage. Für die saisondimorphen Formen vermutet v. WETTSTEIN, daß sie auf dem Wege der Mutation erzeugt sind, und der Selektionsprozeß einfach dahin wirkte, daß die mit den besonderen Lebensverhältnissen in Einklang stehenden Formen erhalten geblieben sind. Dieselbe Betrachtung könnte man für die var. pygmaea anwenden. HEINRICHER bringt aber eine andere Ableitung in Vorschlag. Danach soll der mit Regelmäßigkeit sich wiederholende Viehverbiß zu einer Schwächung der Pflanze führen, die schließlich in einer Verkleinerung der Chromosomen ihren Wiederklang findet, ähnlich wie manche Riesenformen<sup>1)</sup> durch Vergrößerung der Chromosomen gekennzeichnet sind. Nachdem einmal das Chromosomensystem in Mitleidenschaft gezogen war, wäre dann der Zwerghabitus erblich geworden. Wenn diese zytologisch bis jetzt noch nicht gestützte und überhaupt sehr schwer exakt beweisbare Ansicht richtig sein sollte, dann wäre damit ein Fall der heiß umstrittenen Vererbung erworbener Eigenschaften gegeben! Centaurea ist übrigens nicht die einzige derartige Weidform; HEINRICHER berichtet über analoge Erscheinungen bei der Prunelle (*Prunella vulgaris*) und auch in der floristischen Literatur kann man weitere Belege finden.

Über die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* L. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*. Zu den zahlreichen Symbiosen, welche die Cyanophyceen (blaugrüne Algen) mit höherstehenden Pflanzen ein-

<sup>1)</sup> Bei den eigentlichen „Gigasformen“ ist eine Verdoppelung des Chromosomensatzes eingetreten.

gehen (z. B. *Azolla*, *Cycas*, *Gunnera*), gehört auch diejenige zwischen *Nostoc* auf der einen, den Lebermoosgattungen *Blasia* und *Cavicularia* auf der andern Seite. Hierüber hat in jüngster Zeit MOLISCH Erfahrungen gesammelt (Sc. Rep. Tôhoku Imp. Univ. 1, 4. Ser. 1925). Die Algen leben an ganz bestimmten Stellen des Lebermoosthalls, und zwar kolonienweise innerhalb des Gewebeverbandes. MOLISCH versuchte die beiden Partner zu isolieren, hatte indessen bloß mit *Nostoc* Erfolg, während die beiden Lebermoose trotz aller Bemühungen nicht in algenfreiem Zustande zu gewinnen waren. Von hoher Bedeutung ist nun die Feststellung MOLISCHS, daß *Nostoc* imstande ist, den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren, und keinen gebundenen Stickstoff zu ihrem Gedeihen braucht. Das legt die Vermutung nahe, daß *Nostoc* für ihre Wirtspflanzen dieselbe Bedeutung hat, wie die Knöllchenbakterien bei den Leguminosen. Mit dieser Deutung stünde die Tatsache im Einklang, daß die in Frage kommenden Lebermoose auf magerem, stickstoffärmeren Boden gedeihen. Möglicherweise stehen die eigenartigen Kolbenhaare, welche vom Wirtsgewebe ausgehen und die Algenkolonien durchsetzen, mit dem Stoffaustausch in Verbindung. Ganz entsprechende Gebilde findet man bei der Symbiose *Anabaena* (Cyanophyceae) — *Azolla* (Farn). Während nach der vorgelegten Auffassung die Algen die Lebermooswirte mit Stickstoff versorgen, empfangen sie ihrerseits, da sie ja im Innern des Wirtes leben, von ihm die lebensnotwendigen Nährsalze und sind der Verrottungsgefahr weniger ausgesetzt, als wenn sie frei leben würden. Somit dürfte es sich um eine richtige Symbiose mit gegenseitiger Förderung handeln, ohne daß indessen eine absolute Koppelung vorläge. STARK.

## Physikalische Mitteilungen.

Die Feinstruktur der Quecksilberlinie  $\lambda = 2536,7$ . Die Resonanzlinie des Quecksilbers  $\lambda = 2536,7$  spielt bekanntlich in vielen atomphysikalischen Experimenten, wie Absorptions-, Fluoreszenz- und Elektronenstoßversuchen, eine bedeutsame Rolle, und es ist daher die Frage nach ihrer Struktur von außerordentlicher Wichtigkeit. Bekannt ist, daß die meisten Quecksilberlinien eine sog. Feinstruktur zeigen, d. h. die Linien bestehen, wie sich bei Beobachtung mit Spektralapparaten großer Dispersion und großen Auflösungsvermögens ergibt, aus einer Reihe von eng benachbarten Einzellinien, deren Abstände von der Größenordnung von einigen tausendstel bis zu zehntel Angströmeinheiten sind. Die Auflösung der Linien in ihre Feinstruktur ist bei den im sichtbaren Spektralgebiet gelegenen Linien schon seit langem gelungen, dagegen war bei den im Ultravioletten gelegenen und mit Glasoptik nicht mehr erreichbaren Linien eine so weitgehende Analyse bis vor kurzem nicht möglich. Zur Untersuchung kommen im wesentlichen Interferenzapparate in Frage, und zwar ist die Anordnung, bei der das größte Auflösungsvermögen erreicht wird, die, bei der 2 Interferenzapparate gekreuzt hintereinander geschaltet werden. Handelt es sich z. B. um LUMMER-GEHRCKE-Platten, so gäbe jede Platte für sich ein System von nahezu äquidistanten Interferenzstreifen. Gekreuzt kann Licht nur entstehen an solchen Stellen, an denen 2 Streifen, die von Licht derselben Wellenlänge herrühren, sich schneiden. Man erhält also ein System von Interferenzpunkten, die bei komplizierter Struktur der Linien einem Tapetenmuster nicht unähnlich sind. Der Firma A. Hilger ist es nun gelungen, LUMMER-GEHRCKE-Platten von

ausgezeichneter Qualität aus kristallinem Quarz herzustellen, und damit ergibt sich die Möglichkeit, auch die im Ultravioletten gelegenen Linien auf ihre Feinstruktur hin zu untersuchen. Eine solche Untersuchung mit 2 gekreuzten LUMMER-GEHRCKE-Platten ist zuerst von NAGAOKA und seinen Mitarbeitern<sup>1)</sup> ausgeführt worden. Für sämtliche starke Hg-Linien wurde die Feinstruktur ermittelt, insbesondere auch für die Linie  $\lambda = 2536,7$ . NAGAOKA gibt an, daß diese Linie im wesentlichen aus 6 Komponenten besteht mit nahezu gleichen Abständen von etwa  $0,01 \text{ \AA}$ . Dies Resultat ist nun von R. W. WOOD<sup>2)</sup>, dem bekannten amerikanischen Physiker, dem Entdecker der Resonanzfluoreszenz, nachgeprüft worden. WOOD benutzt auch 2 gekreuzte HILGERSCHE LUMMER-GEHRCKE-Platten aus Quarz und legt bei seinen Versuchen besonderen Wert darauf, eine Fehlerquelle zu vermeiden, die NAGAOKA nicht berücksichtigt hat. Da  $\lambda = 2536,7$  eine Absorptionslinie des Hg-Atoms ist, so tritt in der Lichtquelle leicht Selbstumkehr ein, wenn man nicht besondere Vorsichtsmaßregeln anwendet. WOOD benutzte bei seinen Versuchen eine COOPER-HEWITT-Lampe, deren Quecksilberkathode besonders gekühlt wurde. Außerdem wurde durch ein Magnetfeld die Entladungsbahn an die Wand des Rohres gedrückt, die den Spektralapparaten zugekehrt war. Auf diese Weise wurde die Selbstumkehr vermieden. WOOD erhielt nun mit dieser Lichtquelle ein ganz anderes Feinstrukturbild, das aus

<sup>1)</sup> H. NAGAOKA und Y. SUGIURA, Japan. Journ. of physics 2, 121, 167. 1923.

<sup>2)</sup> R. W. WOOD, Philosoph. mag.



5 Komponenten von nahezu gleicher Intensität und nahezu gleichen Abständen, nämlich 0,014, 0,010, 0,011, 0,011 ÅE., besteht. WOOD schaltete nun in den Strahlengang zwischen Lampe und Spektralapparat eine evakuierte Quarzkugel mit einem Tropfen Quecksilber, der auf 0° C abgekühlt wurde. Dann verwandelte sich das Bild der 5 Komponenten in eines mit 10 Komponenten um, die dadurch entstehen, daß aus jeder der 5 Komponenten der mittlere Teil wegabsorbiert wird. Wenn die Temperatur des Absorptionsgefäßes vergrößert wurde, so verbreitern sich diese absorbierten Teile, und durch das Zusammenlaufen benachbarter Komponenten können dann verschiedenartige Bilder entstehen, die aber mit der wahren Struktur der Linie nichts mehr zu tun haben. WOOD stellte besondere Versuche an, um auch das von NAGAOKA erhaltene Aufspaltungsbild nachzuahmen. Das gelang ihm auch bei Verwendung einer besonderen Lampe, die es gestattete, die Länge der vor der leuchtenden Schicht liegenden absorbierenden Dampfschicht zu verändern.

Es bleibt schließlich noch zu erörtern, wie die Feinstruktur der Linien zu erklären ist. Hierfür hat W. PAULI<sup>1)</sup> in dieser Zeitschrift vom theoretischen Standpunkte eine Deutung zu geben versucht. Formal läßt sich zeigen, daß man die Feinstruktur bestimmter Linien dadurch erklären kann, daß man eine Aufspaltung der Energieniveaus annimmt, die den Anfangs- und Endzustand der Linie bilden. Diesen Einzelniveaus lassen sich dann auch, wie G. JOOS<sup>2)</sup> einerseits und RUARK, MOHLER und CHENAULT<sup>3)</sup> andererseits insbesondere für Linien von Tl, Cd und Bi gezeigt haben, neue Quantenzahlen der Feinstruktur zuordnen, für die ein Auswahlprinzip gilt, das in seiner Anwendung gerade das Auftreten der tatsächlich beobachteten Komponenten erklärt. Für die Komponenten der Quecksilberlinien ist aber bisher eine solche formale Deutung zwar von RUARK in Aussicht gestellt, aber bisher nicht veröffentlicht worden.

**Interferenzuntersuchungen an Kanalstrahlen.** In den Ann. d. Physik 79, 1. 1926, ist eine Arbeit von E. RUPP über Interferenzuntersuchungen an Kanalstrahlen erschienen, über deren interessanten Inhalt hier berichtet werden soll, zumal da die Aufmerksamkeit der Leser dieser Zeitschr. durch die Note von A. EINSTEIN in Heft 14, S. 300, bereits auf diese Arbeit gelenkt ist. Bekanntlich ist es W. WIEN zuerst gelungen, ein Kanalstrahlrohr zu konstruieren, bei dem die in einem Gasentladungsraum erzeugten, schnell bewegten positiven Ionen durch einen engen Kanal in der Kathode in den hochevakuierten Raum hinter dieser eintreten. Hinter der Kathode entsteht ein schwach leuchtender Lichtpinsel, dessen Intensität mit wachsendem Abstände von der Kathode schnell abnimmt. Aus dem von W. WIEN sehr sorgfältig gemessenen Intensitätsabfall läßt sich eine fundamentale Zeitkonstante ermitteln, die vom Standpunkte der klassischen Theorie als Abklingzeit einer von einem gedämpften Oszillator emittierten Lichtwelle, oder vom Standpunkte der Quantentheorie als mittlere Verweilzeit eines BOHRschen Atoms in einem angeregten Zustande gedeutet werden kann. Da es sich bei dieser Erscheinung um den ungestörten Elementarprozeß der Lichtemission bewegter Atome handelt, ist es von besonderem Interesse, das von diesen Kanalstrahlen emittierte Licht auf seine Interferenzfähigkeit zu unter-

suchen. Dieses Problem bildet den Gegenstand der oben zitierten Arbeit, in der es E. RUPP gelungen ist, die großen Schwierigkeiten, die einer derartigen Untersuchung entgegenstehen, zu überwinden. Die von ihm benutzte Versuchsanordnung ist in Fig. 1 skizziert. Das Kanalstrahlrohr *K* mit der Anode *A* und der durchbohrten Kathode *P* wird mit dem Strome einer großen Influenzmaschine oder dem gleichgerichteten Strome eines Transformators betrieben. Als Gas wurde Wasserstoff oder Hg-Dampf verwendet. Der Raum hinter der Kathode wird durch die bei *M* angesetzten Diffusionspumpen weitgehend evakuiert. Der hinter der Kathode bei *K* entstehende Lichtpinsel wird durch die Linse *L*<sub>1</sub> auf den Spalt *B* abgebildet. Dieser kann in der Längsrichtung des Kanalstrahles verschoben werden, so daß verschiedene Teile des leuchtenden Bündels zur Untersuchung kommen können, auch kann die Weite dieses Spaltes verändert werden. Das durch den Spalt tretende Licht wird nun durch die in Brennweite von *B* aufgestellte Linse *L*<sub>2</sub> parallel gemacht. Hinter *L*<sub>2</sub> steht ein Farbfilter *F*<sub>i</sub>, das bei Untersuchung von Wasserstoff nur die Linie *H*<sub>β</sub>, bei Untersuchung von Quecksilber nur die grüne Linie  $\lambda = 5461$  ÅE durch-

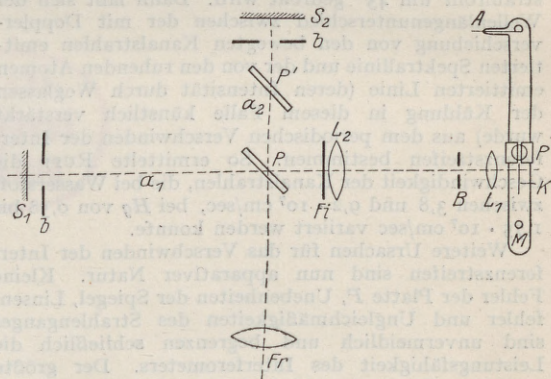


Fig. 1. Skizze der Versuchsanordnung. Rechts das Kanalstrahlrohr, *A* die Anode, *P* die durchbohrte Kathode, *K* das Kanalstrahlbündel, *M* Ansatzrohr zur Pumpe, *L*<sub>1</sub> Linse  $f = 4$  cm, *B* Spaltblende, in der Richtung der Kanalstrahlen verschiebbar, *L*<sub>2</sub> Linse  $f = 40$  cm, *F*<sub>i</sub> Farbenfilter, *P* halbvversilberte, planparallele Platte, *P'* Kompensationsplatte, *bb* Blenden, *S*<sub>1</sub> und *S*<sub>2</sub> Spiegel, davon *S*<sub>1</sub> in Richtung nach *P* verschiebbar,  $a_1 = PS_1$ ,  $a_2 = PS_2$ , *F*<sub>r</sub> Beobachtungsfernrohr.

läßt. Durch Benutzung dieser Filter an Stelle eines Monochromators mit spektraler Zerlegung wird die für die Beobachtungen erforderliche Lichtintensität erreicht. Das parallele Licht fällt nun auf ein MICHELSONSches Interferometer, dessen Anordnung wohl ohne weiteres aus der Fig. 1 ersichtlich ist. Der Spiegel *S*<sub>2</sub> steht fest, während *S*<sub>1</sub> durch eine Schraubspindel beweglich ist, so daß der Gangunterschied  $2(a_1 - a_2)$  der interferierenden Strahlen veränderlich ist. Die Interferenzstreifen werden im Fernrohr *F*<sub>r</sub> okular beobachtet. Photographische Aufnahmen waren bei der Lichtschwäche der Kanalstrahlen und den nicht völlig vermeidbaren Schwankungen durch Erschütterungen nicht durchführbar.

Die eigentliche Aufgabe besteht nun darin, zu untersuchen, bis zu welchen maximalen Gangunterschieden die Interferenzfähigkeit des von den Kanalstrahlen

<sup>1)</sup> W. PAULI, Naturwissenschaften 12, 741. 1924.

<sup>2)</sup> G. JOOS, Physikal. Zeitschr. 26, 380. 1925.

<sup>3)</sup> E. RUARK, F. L. MOHLER und R. L. CHENAULT, Nature 114, 475. 1924 und Philosoph. mag.

emittierten Lichtes erhalten bleibt. Die Untersuchung geht also in der Weise vor sich, daß der Spiegel  $S_1$  von der Stellung  $a_1 = a_2$  aus so lange verschoben wird, bis die Interferenzstreifen verschwinden. Ein Verschwinden der Interferenzstreifen kann nun durch verschiedene Umstände verursacht werden: 1. Durch die Struktur der Spektrallinien.  $H_\beta$  ist z. B. eine enge Doppellinie. Diese Struktur bewirkt ein periodisches Verschwinden der Interferenzstreifen, aus dem der Abstand der Dublett Komponenten berechnet werden kann. Die  $Hg$ -Linie 5461 hat bekanntlich eine komplizierte Feinstruktur, die Trabanten der Hauptlinie sind aber so schwach, daß sich diese Struktur nur in Schwankungen der Intensität der Streifen bemerkbar machte. Auch die Breite der Einzellinien bewirkt ein periodisches Verschwinden der Streifen, wobei die Nullstellen wesentlich unschärfer sind. Die Breite der Linien kann verursacht sein durch die Wärmebewegung und den Dopplereffekt. Der letztere ist im allgemeinen sehr klein, da ja senkrecht zur Richtung der Kanalstrahlen beobachtet wird. Er kann jedoch direkt auch zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Kanalstrahlen herangezogen werden, indem das Kanalstrahlrohr um  $45^\circ$  gedreht wird. Dann läßt sich der Wellenlängenunterschied zwischen der mit Dopplerverschiebung von den bewegten Kanalstrahlen emittierten Spektrallinie und der von den ruhenden Atomen emittierten Linie (deren Intensität durch Weglassen der Kühlung in diesem Falle künstlich verstärkt wurde) aus dem periodischen Verschwinden der Interferenzstreifen bestimmen. So ermittelte RUPP die Geschwindigkeit der Kanalstrahlen, die bei Wasserstoff zwischen  $3,8$  und  $9,2 \cdot 10^7$  cm/sec, bei  $Hg$  von  $0,58$  bis  $1,75 \cdot 10^7$  cm/sec variiert werden konnte.

Weitere Ursachen für das Verschwinden der Interferenzstreifen sind nun apparativer Natur. Kleine Fehler der Platte  $P$ , Unebenheiten der Spiegel, Linsenfehler und Ungleichmäßigkeiten des Strahlenganges sind unvermeidlich und begrenzen schließlich die Leistungsfähigkeit des Interferometers. Der größte erreichte Gangunterschied betrug bei der Kanalstrahlemission von  $H_\beta$   $15,2$  cm und ist wohl durch die Struktur und die Linienbreite bedingt. Bei  $Hg$  5461 konnten Interferenzen bis zu  $62$  cm Gangunterschied in allen oft wiederholten Meßreihen erhalten werden. Diese Grenze scheint durch maximale Leistungsfähigkeit der Apparatur bedingt zu sein, zumal da diese Grenze sich als unabhängig von der Geschwindigkeit der Kanalstrahlen erwies und also nicht durch den Dopplereffekt verursacht sein kann.

Es werden nun Versuche angestellt über die Abhängigkeit dieses größten Gangunterschiedes  $L = 2(a_1 - a_2)$  von einer Verschiebung des Spaltes  $B$  in der Längsrichtung des Kanalstrahles. Ist  $l$  der seitliche Abstand des Spaltes von dem Ende der Kathode, so ergibt sich bei  $Hg$ , daß bei wachsendem  $l$  der Gangunterschied  $L$  zunächst den größtmöglichen Wert von  $62$  cm behält und dann bei einer bestimmten Entfernung  $l$  auf den Wert von etwa  $20$  cm fällt. Dieser letztere Wert entspricht, wie besondere Versuche zeigen, der Kohärenzlänge des Umladeleuchtens, also der durch Zusammenstöße gestörten Lichtemission. Die Entfernung  $l$  ist nun, wie die Versuche ergaben, nahezu proportional der Geschwindigkeit  $v$  der Kanalstrahlen (für  $v = 2 \cdot 10^7$  cm/sec. ist  $l = 0,4$  cm, für  $v = 1,05 \cdot 10^7$  ist  $l = 0,2$  cm). Ein ähnliches Resultat

wird für  $H_\beta$  abgeleitet. Das Verhältnis  $l/v$  ist also, wie der Verf. schließt, eine von der Geschwindigkeit  $v$  unabhängige Zeitgröße, und zwar ist  $l/v$  für  $Hg$   $5461 \approx 2 \cdot 10^{-8}$  sec, für  $H_\beta \approx 2,8 \cdot 10^{-8}$  sec. Diese Zeiten werden vom Verf. als Mindestwerte der Abklingzeit gedeutet und direkt mit den von W. WIEN aus der Intensitätsabnahme gefundenen Werten dieser Größe verglichen. W. WIEN findet  $2 \cdot 10^{-8}$  sec, so daß die zahlenmäßige Übereinstimmung als gut bezeichnet werden muß. Trotzdem kann man vielleicht Bedenken haben, ob diese Identifizierung berechtigt ist, weil bei RUPP die maximalen Gangunterschiede  $L$ , deren plötzlicher Abfall beim Abstände  $l$  von der Kathode beobachtet wird, im Falle der  $Hg$ -Linie durch apparative Umstände, bei  $H_\beta$  durch die Struktur der Linie bedingt ist und man nicht weiß, wie die Abhängigkeit des  $L$  von  $l$  aussehen würde, wenn der Apparat vollkommen wäre und  $H_\beta$  keine Feinstruktur und Linienbreite besäße.

Eine anderweitige Berechnung einer Mindestabklingreihe  $l'$  ergibt sich einfach als der Quotient aus der maximalen Kohärenzlänge  $L$  und der Lichtgeschwindigkeit  $c$ , also  $l' = \frac{L}{c}$ , wenn man an dem

Grundsatz festhält, daß nur von ein und demselben Atom ausgesandte Wellenzüge interferenzfähig sind. Die so berechneten Werte  $l' = 2 \cdot 10^{-9}$  sec für  $Hg$  5461 und  $l' = 0,5 \cdot 10^{-9}$  sec sind wesentlich kleiner als die sonst berechneten und zeigen eben, daß diese maximal erreichbaren Gangunterschiede nicht durch die Grenze der Kohärenzfähigkeit des Lichtes, sondern eben durch apparative und linienstrukturelle Umstände bedingt sind.

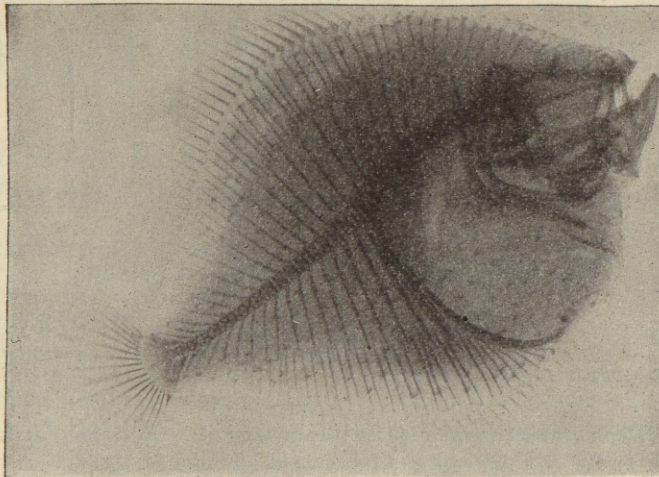
In einem weiteren Kapitel wird die Abhängigkeit der Kohärenzlänge des dicht hinter dem Kanal emittierten Lichtes vom Gasdruck in diesem Teile des Raumes untersucht. Die Versuche ergeben, wie zu erwarten, bei wachsendem Druck im Bereich von  $0,001$  bis  $0,02$  mm  $Hg$  eine starke Abnahme der größt erreichbaren Kohärenzlänge  $L$  vom Druck. Aus  $L$  und der Geschwindigkeit  $v$  der Kanalstrahlen kann man die mittlere freie Weglänge  $l$  des leuchtenden Atoms bis zur Störung der Lichtemission berechnen

nach der Formel  $l = L \cdot \frac{v}{c}$ . Auch diese nimmt mit

wachsenden Druck schnell ab und das Leuchtphänomen geht vom reinen Abklingleuchten, wo  $l$  klein ist gegen die gaskinetische Weglänge  $l_k$ , über in das Phänomen des Umladeleuchtens, wo  $l$  bestimmt ist durch die Störungen durch Nachbaratome, die nur einen Phasenwechsel des emittierten Wellenzuges zu bewirken brauchen, um die Kohärenzfähigkeit desselben zu begrenzen.

Sodann werden noch Versuche angestellt, die zur Prüfung der Frage dienen, ob die Wellenfläche des Lichtes bewegter Atome von der Wellenfläche lichtemittierender ruhender Atome abweicht. Es ergibt sich, daß diese Abweichung, wenn überhaupt vorhanden, kleiner als ein Hundertstel des theoretisch zu erwartenden Betrages ist. Zum Schluß wird für  $H_\beta$  festgestellt, daß, wie schon STARK gefunden hat, das von den Kanalstrahlen emittierte Licht teilweise polarisiert ist, und zwar überwiegt die Intensität des senkrecht zum Kanalstrahl polarisierten Bestandteiles.

W. GROTRIAN.



### RÖNTGENAUFNAHME EINES STEINBUTTS

(in  $\frac{1}{4}$  natürlicher Größe) mit weicher Röntgenstrahlung auf doppelseitig begossenem

## **„Agfa“-Röntgenfilm**

Hervorragende Deckkraft und gute Kontraste, klares Absetzen der Bildeinzelheiten in den Halbtönen

BERLIN



SO 36

# Leitz

monokulare und binokulare

## **Mikroskope**

mit Leitz-Optik

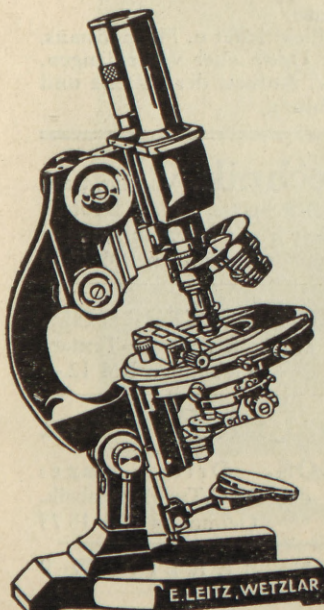
Nebenapparate für alle Untersuchungen

Dunkelfeldkondensoren höchster Apertur

## **Mikrotome**

Taschenlupen, binokulare Präparierlupen

Liste: MIKRO 452 kostenfrei



**Ernst Leitz / optische Werke / Wetzlar**

# Handbuch der Physik

Unter redaktioneller Mitwirkung von

R. Grammel = Stuttgart, F. Henning = Berlin, H. Konen = Bonn,  
H. Thirring = Wien, F. Trendelenburg = Berlin, W. Westphal = Berlin

Herausgegeben von

**H. Geiger** und **Karl Scheel**

Kiel

Berlin-Dahlem

Das Handbuch der Physik bietet eine vollständige Darstellung des derzeitigen Standes der experimentellen und theoretischen Physik. Durch weitgehende Unterteilung des gesamten Stoffes auf die in den einzelnen Sondergebieten tätigen Forscher wird eine wirklich moderne u. kritische Darstellung der Physik ohne eine übermäßige Belastung des einzelnen erzielt.

Das Werk umfaßt insgesamt 24 Bände zu je 30–35 Bogen Umfang

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Soeben erschienen:

Zweiundzwanzigster Band

## Elektronen. Atome. Moleküle

Redigiert von **H. Geiger**

576 Seiten mit 148 Abbildungen / RM 42.—; gebunden RM 44.70

Inhaltsübersicht: **Elektronen.** Von Prof. Dr. W. Gerlach, Tübingen. — **Atomkerne:** Kernladung. Von Dr. Kurt Philipp, Berlin-Dahlem. — Kernmasse. Von Dr. Kurt Philipp, Berlin-Dahlem. — Das  $\alpha$ -Teilchen als Heliumkern. Von Prof. Dr. Otto Hahn, Berlin-Dahlem. — Kernstruktur. Von Prof. Dr. Lise Meitner, Berlin-Dahlem. — Atomzertrümmerung. Von Dr. H. Pettersson, Göteborg, und Dr. G. Kirsch, Wien. — **Radioaktivität:** Der radioaktive Zerfall. Von Dr. W. Bothe, Charlottenburg. — Die radioaktiven Stoffe. Von Prof. Dr. Stefan Meyer, Wien. — Die Bedeutung der Radioaktivität für chemische Untersuchungsmethoden. Von Prof. Dr. Otto Hahn, Berlin-Dahlem. — Die Bedeutung der Radioaktivität für die Geschichte der Erde. Von Prof. Dr. Otto Hahn, Berlin-Dahlem. — Die Ionen in Gasen. Von Prof. Dr. K. Przibram, Wien. — **Größe und Bau der Moleküle.** Von Prof. Dr. K. F. Herzfeld, München, und Prof. Dr. H. G. Grimm, Würzburg. — **Das natürliche System der chemischen Elemente.** Von Prof. Dr. F. Paneth, Berlin.

Als nächste Bände erscheinen Band XXIII, XI und IX

Die einzelnen Bände behandeln:

Band I—III. Geschichte, Vorlesungstechnik,  
Einheiten, mathematische Hilfsmittel.  
Band IV. Grundlagen der Physik.  
Band V—VIII. Mechanik einschließl. Akustik.

Band IX—XI. Wärme.

Band XII—XVII. Elektrizität u. Magnetismus.  
Band XVIII—XXI. Optik aller Wellenlängen.  
Band XXII—XXIV. Aufbau der Materie und  
Wesen der Strahlung.

## Die Grundlagen der Hochvakuumtechnik.

Von Dr. Saul Dushman, Versuchs-Laboratorium der General Electric Company, Schenectady, N. Y. Deutsch von Dr. phil. R. G. Berthold und Dipl.-Ing. E. Reimann. 310 Seiten mit 110 Abbildungen im Text und 52 Tabellen. 1926. Gebunden RM 22.50

## Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung.

Ein Leitfaden für die Praxis von Dr.-Ing. Heinrich Gröber. 210 Seiten mit 60 Textabbildungen und 40 Zahlentafeln. 1926. Gebunden RM 12.—

## O. Lasche, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos.

Dritte, umgearbeitete Auflage von W. Kieser, Abteilungs-Direktor der AEG-Turbinenfabrik. 198 Seiten mit 377 Textabbildungen. 1925. Gebunden RM 18.75

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9