

22. 1. 1927

# 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

Stadt  
Bücherei  
Elbing

25

HEFT 3 (SEITE 57—80)

21. JANUAR 1927

FÜNFZEHNTER JAHRGANG

## INHALT:

Quantentheorie und Photographie. Von J. EGGERT und W. NODDACK, Berlin. (Mit 21 Figuren) . . . 57

Das Jod als Pflanzennährstoff. Von M. V. WRANGELL, Hohenheim . . . . . 70

### ZUSCHRIFTEN:

Optische Dissoziation heteropolarer Moleküle. Von A. TERENCE, Leningrad . . . . . 73

Zur Einwirkung von konzentrierter Salzsäure auf Zuckerarten. Von L. ZECHMEISTER, Pécs . . . 73

Zur Theorie des Photoeffekts. Von G. BECK, Wien . . . . . 74

### BESPRECHUNGEN:

Nomenclator animalium generum et subgenerum. (Ref.: J. Groß, Neapel) . . . . . 74

HERING, MARTIN, Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven. (Ref.: Albrecht Hase, Berlin-Dahlem) . . . . . 75

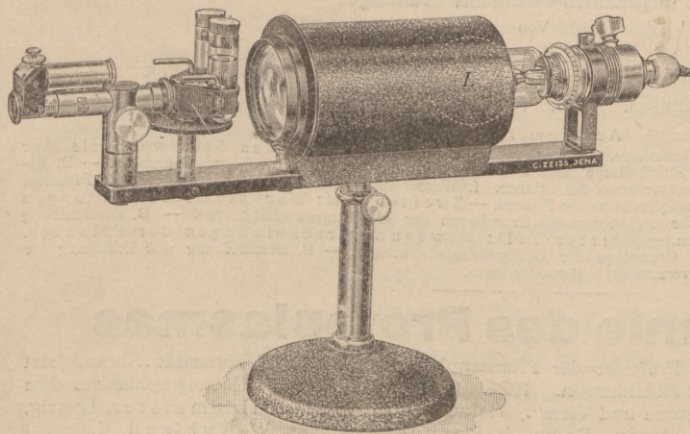
PRZIBRAM, HANS, Tierpflanzung. (Ref.: Robert Wetzel, Würzburg) . . . . . 76

GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN: Cuba und Jamaica als Beispiele spanischer und angelsächsisch-amerikanischer Kolonisation. Reisen in Kleinasien und Armenien. Über den ewig gefrorenen Boden Sibiriens. Morphologische Beobachtungen in den Vispértälern . . . . . 76

# ZEISS

## Spektroskope und Spektrographen

Handspektroskope, Vergleichsspektroskope, Gitterhandspektroskop, Gitterspektroskope, Festarmige Spektroskope, Autokollimationsspektroskope, Spektroskope mit Teilkreis, Spektroskop mit 90° Ablenkung, Gitterspektrograph, Spektrographen für Chemiker, Lichtstarke Spektrographen, Mess-Mikroskop für Negative



Handspektroskop mit neuem Reagenzglaskondensator

★  
Druckschriften für  
jedes interessierende Instrument  
kostenfrei durch



Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

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

Manuskripte, Bücher usw. an

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

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

Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseinganges. 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. 118935.

## Glasgitter zur Beugung des Lichtes

für Spektroskope und Spektrographen

Fa. **Prof. Dr. E. Hartnack, Zweigwerk: Berlin-Steglitz, Schildhornstr. 1** / Tel.: Steglitz 950

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

## 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. (Bildet Band VIII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und Tiere“. Herausgegeben von M. Gildemeister, Leipzig, R. Goldschmidt, Berlin, C. Neuberg, Berlin, J. Parnas, Lemberg, W. Ruhland, Leipzig.) RM 6.60, gebunden RM 7.50

## Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

auf physikalisch-chemischer Grundlage

Von

**Dr. W. Lepeschkin**

früher o. ö. Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan, jetzt Professor in Prag

303 Seiten mit 141 Abbildungen. 1925. RM 15.—, in Leinen gebunden RM 16.50

Aus dem Inhalt:

Einleitung. Grundbegriffe der Physiologie. Erster Teil: Physiologie des Stoffwechsels der Pflanze. A. Allgemeine Charakteristik, physikalische und chemische Grundlage der Stoffwechsellerscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Stoffwechsellerscheinungen der Pflanze. I. Wasser in der Pflanze. II. Mineralstoffe der Pflanzen. III. Organische Stoffe der Pflanze. IV. Atmungsprozesse der Pflanze. — Zweiter Teil: Wachstumserscheinungen der Pflanze. A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlagen der Wachstumserscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Wachstumserscheinungen. — Dritter Teil: Bewegungserscheinungen der Pflanzen. A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlage der Bewegungserscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Bewegungserscheinungen der Pflanzen. Sachverzeichnis. Berichtigungen.

## Kolloidchemie des Protoplasmas

Von **Dr. W. Lepeschkin**, früher o. ö. Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan, jetzt Professor in Prag. 239 Seiten mit 22 Abbildungen. 1924. (Bildet Band VII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und Tiere“. Herausgegeben von M. Gildemeister, Leipzig, R. Goldschmidt, Berlin, C. Neuberg, Berlin, J. Parnas, Lemberg, W. Ruhland, Leipzig.) RM 9.—

## Quantentheorie und Photographie.

Von J. EGGERT und W. NODDACK, Berlin.

### I. Einleitung.

Strahlung und Materie können in vielerlei Wechselwirkung zueinander treten. Eine von ihnen wird von der geometrischen Optik, eine andere von der Wellenlehre behandelt. In beiden Fällen ändert sich die Strahlung unter dem Einfluß der Materie. Daneben gibt es Lichtvorgänge, bei denen die Materie ausgesprochen physikalische oder chemische Veränderungen erleidet. Zu den physikalischen Veränderungen gehören z. B. die Erwärmung der Körper bei Bestrahlung, die Elektronenemission, die Fluoreszenz u. dgl. Mit solchen Vorgängen beschäftigt sich die Photophysik. Zu den chemischen Veränderungen rechnen Zersetzungen, Umlagerungen u. a. m.

Während die geometrische und die Wellenoptik auf eine lange und zum Teil bis an die Anfänge der physikalischen Forschung zurückreichende Entwicklung zurückblicken können, und durch quantitative Theorien von lückenloser Geschlossenheit zu erfassen sind, stellen Photophysik und Photochemie noch verhältnismäßig junge Arbeitsgebiete dar. Erst die Quantentheorie hat zu einer exakten Behandlung dieser Vorgänge im Sinne der messenden Physik und Chemie geführt, weil sie die beiden maßgebenden Einheiten miteinander in Beziehung setzte: Menge der wirkenden Strahlung und Menge der physikalisch oder chemisch veränderten Materie.

Ein besonderer Zweig der Photochemie, technisch und wissenschaftlich von hohem Interesse, ist die Photographie. Auch hier befindet sich die quantentheoretische Deutung noch in den Anfängen; immerhin scheinen die bisher gewonnenen Ergebnisse, von denen die nachfolgenden Abschnitte sprechen, ermutigend, da eine gewisse Systematik auf einem Gebiet möglich wurde, das vorher im wesentlichen nur eine beschreibende Behandlung erfuhr (1).

### II. Die ältesten Beobachtungen.

Die älteste Beobachtung, die mit der Photographie einen — wenn auch noch sehr lockeren — Zusammenhang besitzt, beschreibt GOMBERG im Jahre 1694: Er beobachtete, daß eine aus Knochen geschnittene Büchse, die zufällig mit Höllensteinlösung benetzt war, sich im Tageslicht schwärzte. Ähnliche, meist gelegentlich angestellte Beobachtungen bestätigten die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze, aber erst SCHEELLE begann 1777 die Erscheinung systematisch zu untersuchen. Er belichtete Chlorsilber (Hornsilber) in spektral zerlegtem Sonnenlicht und fand, daß die Einwirkung im kurzwelligen Teil des Spektrums erfolgt. Dieser Befund entspricht dem GROTHUS-DRAPERSCHEN

Gesetz, nach dem die photochemische Reaktion nur durch diejenige Strahlung ausgelöst werden kann, die von dem System *absorbiert* wird.

### III. Bestätigung des Grothius-Draperschen Gesetzes an $AgCl$ und $AgBr$ (2).

In Fig. 1 und 2 erkennt man die Gültigkeit des Gesetzes an zwei technisch wichtigen Silbersalzen, dem Brom- und dem Chlorsilber, die für den praktischen Gebrauch meist in Gelatine eingebettet (emulsiert) werden. Das Quecksilberspektrum (a) dient zur Festlegung der Wellenlängen; b ist das kontinuierliche Spektrum der Nitralampe; c das Absorptionsspektrum des Chlorsilbers. Hierbei wurde das Spektrum der Nitralampe hinter einer durchsichtigen Platte aus geschmolzenem und hornartig erstarrtem Chlorsilber aufgenommen. Diese drei Bilder sind auf einer panchromatischen, d. h. einer für alle Lichtarten empfindlichen Platte, hergestellt. Die beiden nächsten Aufnahmen dagegen zeigen das Spektrum der Nitralampe (d) und der Hg-Lampe (e) auf einer Chlorsilberemulsionsplatte. Man sieht, daß die photographische Wirkung — ebenso wie die Schwärzung des Hornsilbers beim SCHEELLESCHEN Versuch — lediglich im violetten Teil des Spektrums stattfindet. Außerdem aber beobachtet man im Sinne des GROTHUS-DRAPERSCHEN Gesetzes, daß die Einwirkung des Lichtes (d) *genau* an derjenigen Stelle des Spektrums beginnt, wo die Absorption des Chlorsilbers einsetzt (c). Dasselbe gilt im Prinzip für die Fig. 2, nur reicht die photographische Wirkung hier weiter in das sichtbare Gebiet hinein als bei Chlorsilber, entsprechend der gelben Farbe des Bromsilbers gegenüber dem nahezu farblosen Chlorsilber. — Es sei noch erwähnt, daß die Aufnahmen von Fig. 1 mit einem Quarzspektrographen, die von Fig. 2 mit einem Glasspektrographen hergestellt sind.

### IV. Der Primärvorgang.

*Qualitative Ergebnisse.* Ebenso wie die genannten beiden Silberhalogenide werden fast alle Silbersalze durch diejenigen Lichtarten, welche sie absorbieren, in steigendem Maße geschwärzt. Diese Schwärzung besteht in einer bleibenden chemischen Veränderung der bestrahlten Substanzen. Behandelt man nämlich die belichteten Stoffe mit Reagenzien, in denen sich die unbelichteten Salze ohne Rückstand auflösen, so bleibt metallisches Silber zurück. Die nächstliegende Deutung der Silbersalz-Photolyse wäre danach, daß die Substanzen bei der Bestrahlung einerseits in Silber und andererseits in den zugehörigen elektronegativen Salzbestandteil (Chloratom, Bromatom usw.) zerfallen. Diese Erklärung stieß lange Zeit auf

Bedenken; denn versucht man, den belichteten Silbersalzen das ausgeschiedene Metall durch Silberlösungsmittel, wie verdünnte Salpetersäure, Chromsäure u. dgl. zu entziehen, so beobachtet man, daß sich nur ein kleiner Teil des Silbers löst, während die übrige Menge festgehalten wird. Diese auffallende Erscheinung hat zwei Deutungen erfahren.

Die erste, besonders von EDER vertretene (chemische) Erklärung nimmt an, daß sich bei der Belichtung Silberverbindungen mit höherem Metallgehalt bilden, die der Einwirkung von Silberlösungsmitteln widerstehen. Gegen diese Vorstellung spricht einmal die Unmöglichkeit, stöchiometrisch definierte Silbersalze der genannten Art zu isolieren; zum anderen bleibt ungeklärt, daß

FAJANS und FRANKENBURGER, SCHAUM und FEICK) (4).

Auch der elektronegative Salzbestandteil ist als Reaktionsprodukt der Photolyse in gewissen Fällen nachweisbar. In neuerer Zeit haben SCHWARZ (5) und besonders HARTUNG (6) die Bromabsplattung bei der Belichtung von Bromsilber verfolgt. HARTUNG setzte nach einer Methode von VOLMER (6) eine versilberte und auf einer Mikrowage gewogene Quarzplatte der Einwirkung von Bromdämpfen aus, belichtete die entstandene

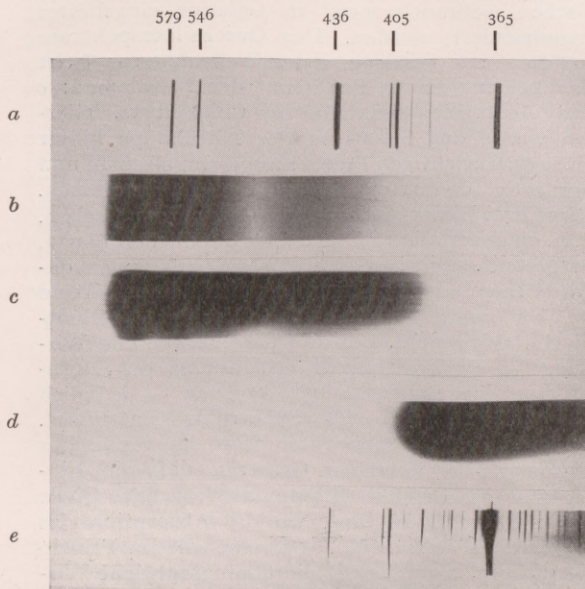


Fig. 1.

Fig. 1 und 2. Spektraler Vergleich zwischen der Absorption und der photographischen Empfindlichkeit des Chlorsilbers (1) und des Bromsilbers (2).

*a* Hg-Spektrum (zur Festlegung der Wellenlängen), *b* kontinuierliches Spektrum der Nitralampe, *c* Absorptionsspektrum des Chlorsilbers, *d* Spektrum der Nitralampe auf der Platte, *e* Spektrum der Hg-Lampe auf der Platte.

milde wirkende Lösungsmittel (Natriumthiosulfat) die hypothetischen Belichtungsprodukte in Silber und ursprüngliches Silbersalz zerlegen können, während kräftige Reagenzien (verdünnte Salpetersäure) auf jene Stoffe ohne Einwirkung sind (3).

Diese Widersprüche führten zu einer zweiten Betrachtungsweise des Belichtungs Vorganges; hiernach entsteht zwar primär Silber, das aber von dem ursprünglichen Salz in kolloider Form adsorbiert wird. Diese „Silberkeimtheorie“ ist zuerst von ABEGG und kurz darauf von LORENZ ausgesprochen worden, wurde später in der verschiedensten Weise begründet, und hat sich jetzt allgemein durchgesetzt (ABEGG, OSTWALD, KOGELMANN, LÜPPO-CRAMER, WÖHLER und KRUPKO, LORENZ und HIEGE, EGGERT und NODDACK,

Bromsilberschicht im Vakuum und konnte durch Rückwägen der Quarzplatte sowie durch Wägen einer Kupferspirale, die zur Aufnahme des abgespaltenen Broms diente, feststellen, daß das Bromsilber allmählich bis zu 96,6% photolysiert wird. Zu dem gleichen Ergebnis gelangten P. P. KOCH und KREISS, indem sie Halogensilberteilchen von  $10^{-13}$  g beim Belichten im Schwebekondensator beobachteten (7).

*Quantitative Ergebnisse* (8). Verfolgt man den Verlauf des Belichtungs Vorganges bei Halogensilbergelatineplatten quantitativ an der Menge des gebildeten Silbers, so erkennt man zunächst, daß die Silbermenge durch das Produkt: Lichtintensität mal Zeit (= Lichtmenge) gegeben ist. Weiterhin ist die Silbermenge bei steigender Belichtung

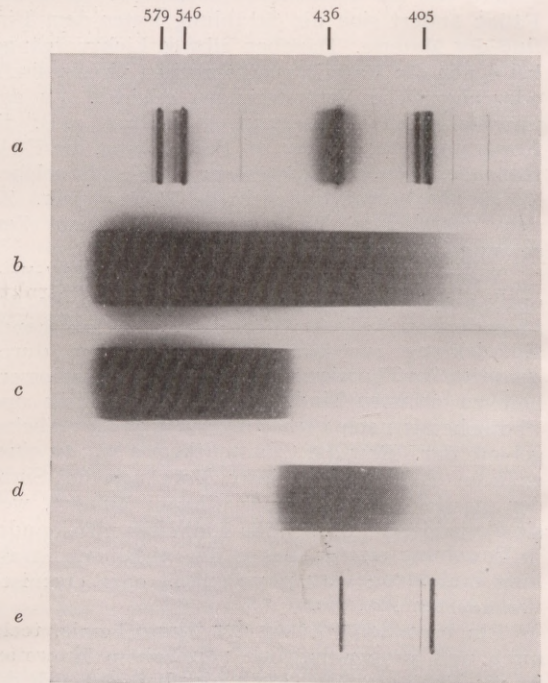
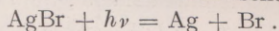


Fig. 2.

zunächst der Lichtmenge proportional, bleibt dann jedoch immer mehr hinter diesem Betrage zurück. Der Grund für die Abweichung von der Proportionalität ist in der immer häufiger eintretenden Rückbildung von Halogensilber aus den Spaltprodukten zu suchen. Setzt man nämlich dem Halogensilber Substanzen zu, die imstande sind, das abgespaltene Halogen zu binden, so kann man den proportionalen Anstieg sehr lange aufrecht erhalten. Stoffe dieser Art, die man auch Acceptoren nennt, sind z. B. Alkalien, Nitrite und auch die Gelatine selbst. Die Neigung eines Halogens, von einem Acceptor gebunden zu werden, steigert sich vom Jod zu Chlor: Bei Chlorsilbergelatine reicht der proportionale Anstieg viel weiter als beim Bromsilber, während er bei Jodsilbergelatine vorläufig noch nicht nachgewiesen werden konnte.

*Beziehungen zur Quantentheorie* (9). Für die weitere Erforschung des Primärvorganges war es wichtig, die absorbierte Energie der Lichtstrahlung mit der Menge des photolysierten Halogensilbers in Verbindung zu bringen. Am anschaulichsten wird diese Beziehung durch die Quantentheorie dargestellt, weil dann der atomistischen Struktur der Materie eine atomistische Struktur der Energie, wenigstens während des Absorptionsvorganges, gegenübersteht: Nach einem von EINSTEIN aufgestellten Satze ist jedem absorbierten Energiequantum eine chemische Elementarreaktion äquivalent. Auf das Bromsilber angewendet, fordert dieser Satz: Für jedes absorbierte  $h\nu$  zerfällt eine Bromsilbermolekel, wobei ein Silberatom in Freiheit gesetzt wird, etwa im Sinne der chemischen Gleichung



Auf eine Verfeinerung dieser Vorstellung kommen wir später zu sprechen.

Versucht man, diese Forderung der Quantentheorie an der Bromsilbergelatineplatte zu prüfen, so sind drei Messungen erforderlich.

Einmal ist die verwendete Energie — am besten in dem Gebiet starker Bromsilberabsorption (vgl. Fig. 2 d) — zu bestimmen und in Quanten umzurechnen.

Zweitens ist die Absorption des Bromsilbers in der photographischen Schicht festzustellen; dabei ist zu berücksichtigen, daß die von der Platte absorbierte Energie nur *zum Teil in Bromsilber*, zum Teil in der das Bromsilber umhüllenden Gelatine verbleibt. Fig. 3 zeigt die herrschenden Verhältnisse: Kurve I gibt die Absorption der photographischen Schicht in Prozenten, als Funktion der Wellenlänge wieder; Kurve II stellt den Verlauf der Gelatineabsorption dar. Der Abstand beider Kurven, in der Fig. 3 durch das schraffierte Flächenstück angedeutet und außerdem als Kurve III gezeichnet, liefert die wahre Bromsilberabsorption<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Gegen diese unsere Auffassung sind von WEIGERT (10) Bedenken erhoben worden, die anderen Ortes diskutiert worden sind und auf die wir hier nicht eingehen wollen, weil sich hierdurch an der Größenordnung unserer Beobachtungen und Befunde nichts ändert.

Drittens ist die Menge des bei der Belichtung gebildeten Silbers zu ermitteln und in Atome umzurechnen. Führt man die beschriebenen Messungen für die Wellenlängen  $\lambda = 436, 405$  und  $365 \text{ m}\mu$  aus, so ergibt sich eine wahre Bromsilberabsorption von etwa 10—20%, und es erweist sich mit aller Sicherheit, daß in der Tat jedem absorbierten Quantum ein freigelegtes Silberatom entspricht.

Führt man die Untersuchung an Chlorsilbergelatineemulsionen aus, so gelangt man — hier namentlich für die Wellenlänge  $365 \text{ m}\mu$  — zu der gleichen Gesetzmäßigkeit, wie sie an Bromsilbergelatine gefunden wurde. Auch die sog. Auskopieremulsionen, die neben Chlorsilber hauptsächlich lösliche Silbersalze enthalten, zeigen ein ähnliches Verhalten.

*Andere Strahlenarten* (11). Läßt man an Stelle des Lichtes von den bisher verwendeten Wellenlängen andere Strahlen auf die photographische Schicht einwirken — die natürlich ebenfalls primär absorbiert werden müssen — so kommt man qualitativ zu ähnlichen Ergebnissen wie beim sichtbaren Licht. Mit steigender Strahlenmenge tritt eine

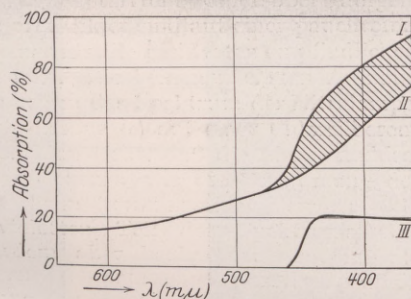


Fig. 3. Absorptionskurven der Bromsilbergelatineplatte (I), der reinen Gelatine in dicker Schicht (II), der Differenz beider Kurven (III). Der schraffierte Teil entspricht der wahren Bromsilberabsorption.

steigende Silberausscheidung auf. Betrachtet man jedoch diese Vorgänge vom Standpunkte der Quantentheorie, so zeigen sie gegenüber der Lichtwirkung erheblich abweichende Resultate. So findet man z. B. für Röntgenstrahlen von der mittleren Wellenlänge  $0,4 \text{ \AA}$  pro  $h\nu$  eine Silbermenge von etwa 1000 Atomen. Noch energiereichere Strahlung, wie sie von der  $\alpha$ -Strahlung der Radiumemanation geliefert wird, erzeugt pro  $\alpha$ -Partikel sogar 50 000 Silberatome. Welchen Betrag die Quantenausbeute in dem weiten Gebiet elektromagnetischer Strahlung zwischen dem untersuchten sichtbaren Licht und den Röntgenstrahlen besitzt, ist zur Zeit ebensowenig bekannt wie die Energieausbeute des Elektronen- oder Ionenstoßes auf Halogensilberverbindungen.

#### V. Die Entwicklung des primären Lichtvorganges.

*Historisches.* In der Praxis findet der bisher geschilderte Primärvorgang nur im Kopierverfahren Verwendung, bei dem das direkt vom Licht ausgeschiedene Silber zur Bildwirkung benutzt

wird, während alle anderen Prozesse der praktischen Photographie auf einer besonderen Eigenschaft des belichteten Halogensilbers beruhen. Diese Eigenschaft besteht, allgemein gesprochen, in einer Verstärkbarkeit des primären Lichteindrucks, die auf verschiedenem Wege hervorgerufen werden kann. Als Entdecker der „Entwicklung des latenten Bildes“ ist DAGUERRE anzusprechen (1838). Er verwandelte die Oberfläche polierter Silberplatten durch Räuchern mit Joddampf in lichtempfindliches Jodsilber. Selbst wenn eine solche Platte so kurz belichtet wurde, daß noch keinerlei Veränderung an ihr sichtbar war, trat die Lichtwirkung deutlich hervor, sobald man die Platte Quecksilberdämpfen aus-

belichtet man derartige Schichten wenig, so vermag man an den Körnern keinerlei Veränderung festzustellen. Badet man die Platten indessen in der Lösung eines geeigneten Reduktionsmittels, so werden die belichteten Stellen alsbald geschwärzt, da sich das Bromsilber hier in metallisches Silber verwandelt. Beispiele für derartig wirkende Entwicklersubstanzen sind: Ferrooxalat, Pyrogallol, Hydrochinon, p-Amidophenol, p-Oxyphenylglycin (12).

Von theoretischem Interesse ist eine andere Entwicklungsmöglichkeit, die gegenwärtig in der Praxis kaum benutzt wird. Sie hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Methode von DAGUERRE und besteht darin, daß sich Silber in statu nascendi vor-



Fig. 4.

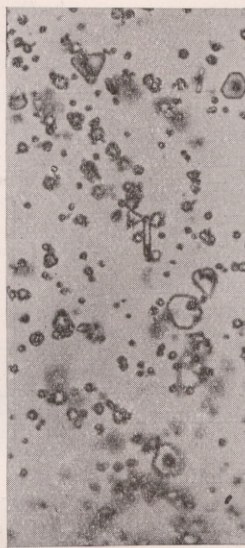


Fig. 5.

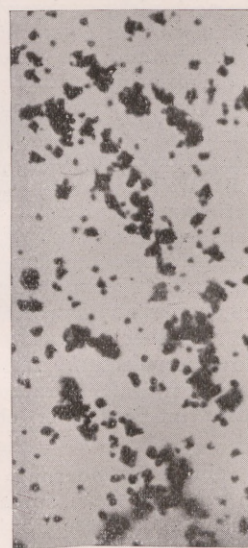


Fig. 6.

Fig. 4, 5, 6. Vergrößerung (1500fach) von unentwickelten, kurzentwickelten und ausentwickelten Bromsilberkörnern.

setzte; der Entwicklungsvorgang besteht also in diesem Falle einfach darin, daß sich metallisches Quecksilber vorzugsweise an den belichteten Stellen kondensiert. Das entstehende Bild ist ein *Positiv*.

*Gegenwärtige Arbeitsweise.* Die heute gebräuchlichen photographischen Schichten erfordern wegen ihrer wesentlich anderen Beschaffenheit andere Entwicklungsmethoden. Nach dem Vorgange von MADDOX (1871) fällt man Bromsilber in wässriger Gelatinelösung, gießt die so entstandene „Emulsion“ nach Entfernung der löslichen Salze auf Glasplatten, Celluloidfilm oder Papier und läßt sie hier aufdrocknen. Je nach den Herstellungsbedingungen bildet das Bromsilber in der Gelatine mikroskopische oder ultramikroskopische Teilchen, die man Bromsilberkörnchen nennt. In der Fig. 4 sind Mikrophotogramme einiger Kornarten wiedergegeben<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Nach einer im Institut von Prof. LUTHER, Dresden, ausgeführten Dissertation von E. MANKENBERG (13).

zugsweise an den belichteten Körnern niederschlägt. Bei diesem Verfahren badet man die belichtete Platte in der Lösung eines Silbersalzes, die gleichzeitig ein langsam wirkendes Reduktionsmittel enthält. Bemerkenswert ist es, daß diese Entwicklung auch nach vorangehendem Fixieren stattfindet. („Physikalische“ Entwicklung vor und nach dem Fixieren.)

*Die Schwärzung und ihre Messung.* Bei allen Entwicklungsarten wird der Schicht durch die reduzierten Körner eine „Schwärzung“ verliehen, deren verschiedene Abstufung von der aufgetroffenen Lichtmenge abhängt. Im Anschluß an den von BUNSEN und ROSCOE definierten Begriff der Extinktion eines lichtabsorbierenden Mediums schlugen HURTER und DRIFFIELD (14) folgendes Maß für die Schwärzung vor. Denkt man sich die geschwärzte Schicht in ein paralleles Strahlenbündel gebracht, und herrscht vor der Schicht die

Intensität  $J_0$ , hinter ihr die Intensität  $J (J_0 > J)$ , so ist die Schwärzung  $s$  gegeben durch die Beziehung:

$$s = \log \frac{J_0}{J}.$$

Für eine Schicht z. B., die von dem auffallenden Licht nur den zehnten Teil hindurchläßt, beträgt demgemäß

$$s = \log \frac{J_0}{\frac{1}{10} J_0}$$

$$s = 1.$$

Während sich die Extinktion auf optisch *homogene* Medien, meist von molekulardisperser Struktur, wie etwa auf Farbstofflösungen, bezieht, gründet sich die photographische Schwärzung auf die Lichtabsorption von Teilchen mikroskopischer Dimension. Hieraus folgt, daß an dem Lichtschwächungsvorgang nicht — wie bei den homogenen Medien — allein die reine Absorption, sondern auch die Streuung beteiligt ist. Untersuchungen dieses Effektes haben ein Ansteigen der Streuung mit wachsender Korngröße und außerdem eine Abhängigkeit von der Divergenz des auffallenden Lichtes ergeben (15).

Zur praktischen Bestimmung photographischer Schwärzungen benutzt man meistens Gleichheitsphotometer, bei denen die Intensität der Vergleichslichtquelle in meßbarer Weise durch NICOLsche Prismen, Blenden oder rotierende Sektoren herabgesetzt wird. Als Indikator dient entweder das Auge oder, namentlich bei selbstregistrierenden Instrumenten, wie sie bei der Ausmessung von Spektralaufnahmen verwendet werden, die Photozelle. Bei exakten Schwärzungsbestimmungen muß die Größe der eben erwähnten Streuung berücksichtigt werden (16).

*Schwärzung, Silbermenge und Kornzahl.* Da die Schwärzung der photographischen Schicht durch Silberkörner hervorgerufen wird, ist zu erwarten, daß die Größe  $s$  in einer bestimmten Beziehung zur Kornzahl und zur Masse des entwickelten Silbers steht. Aus Fig. 7 geht dieser Zusammenhang hervor; Abszisse ist der dekadische Logarithmus der Belichtungszeit  $t$  bei konstanter Intensität, ausgedrückt in Meterkerzensek. ( $1 \text{ HK} = 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ cal. cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ ).

Die Ordinaten von Kurve I sind die Größen  $s$ , die von Kurve II die Kornzahlen pro  $3 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^{-2}$ , die von Kurve III die Silbermenge in  $10^{-4} \text{ gr cm}^{-2}$ . Wie man erkennt, sind die Ordinaten für jeden Wert von  $t$  einander proportional, wenigstens solange die Schwärzung mit zunehmender Lichtmenge wächst; auf die bei abnehmender Schwärzung stattfindenden Vorgänge (Solarisation) kommen wir später zurück (17). Die Kurven I und III beziehen sich auf die normale Agfa-Spezial-Platte, die Kurve II auf die gleiche Emulsion in zofacher Verdünnung (zur Ermöglichung einer Kornzählung im Gebiete der Solarisation).

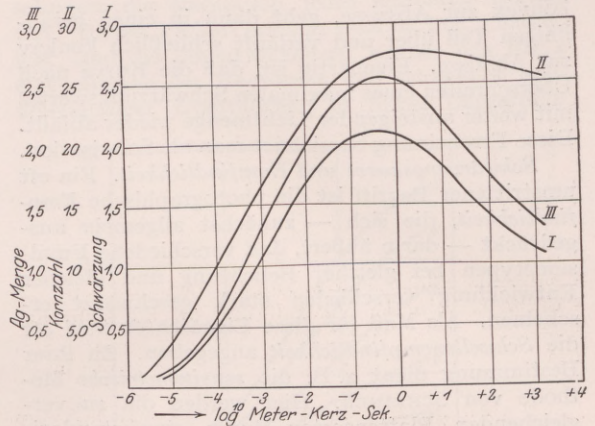


Fig. 7. Zusammenhang zwischen Schwärzung (I), Kornzahl (II) und Silbermenge (III) bei einer entwickelten Agfa-Spezialplatte.

### VI. Die Schwärzungskurve und ihre Deutung.

*Die Form der Schwärzungskurve.* Trägt man die Größe der Schwärzung in Abhängigkeit von der Lichtmenge auf, die vor dem Entwickeln das latente Bild erzeugt hat, so erhält man die photographische „Schwärzungskurve“. In Fig. 8 ist als

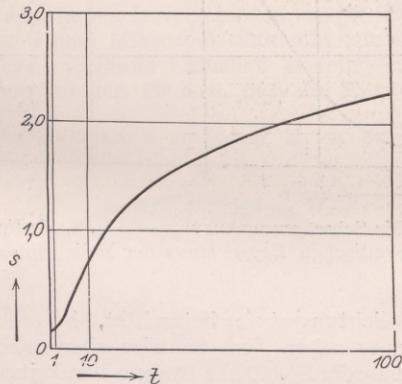


Fig. 8. Die Schwärzungskurve als Funktion der Belichtungszeit.

Abszisse die Lichtmenge *selbst* angenommen, dargestellt durch die Belichtungszeit  $t$  mit einer Lichtquelle konstanter Intensität — in Fig. 9 (wie auch in Fig. 7, Kurve I) ist dieselbe Funktion in der  $10^{\text{ten}}$  Weise wiedergegeben, daß als Abszisse der  $\log t$  gewählt ist. Die letzte Darstellungsart der Schwärzungskurven ist bequemer und auch gebräuchlicher, da sich der Bereich der untersuchten Funktion über mehrere Zehnerpotenzen von  $t$  erstreckt.

Der Anstieg der Kurven beginnt erst bei einem gewissen Lichtwert, den man als die „Schwelle“ bezeichnet. Unterhalb dieses Lichtwertes ist die Schwärzung belichteter und unbelichteter Schichtstellen gleich groß und wird „Schleier“ genannt. Von der Schwelle an erfolgt der Anstieg zunächst

konvex zur Abszisse, geht dann in einen geradlinigen Teil über und verläuft schließlich konkav zur Abszisse. Eigenartig ist, daß die Kurve nach Überschreiten eines maximalen Schwärzungswertes mit weiter ansteigender Lichtmenge wieder abfällt. Diese Erscheinung bezeichnet man als Solarisation.

**Schwärzungskurve und Empfindlichkeit.** Ein oft umstrittener Begriff ist die photographische Empfindlichkeit, die sich — zunächst allgemein ausgedrückt — darin äußert, daß verschiedene Emulsionstypen bei gleicher Belichtung und gleicher Entwicklung verschieden stark geschwärzt erscheinen. Als Maß für diese Eigenschaft wird oft die *Schwellenempfindlichkeit* angegeben. Zu ihrer Bestimmung dient z. B. die *sensitometrische Methode* von SCHEINER. Hier werden die zu vergleichenden Plattensorten durch eine standardisierte Lichtquelle gleichartig in zeitlicher Abstufung bestrahlt. Als Schwellenempfindlichkeit wird diejenige (zahlenmäßig willkürlich bezeich-

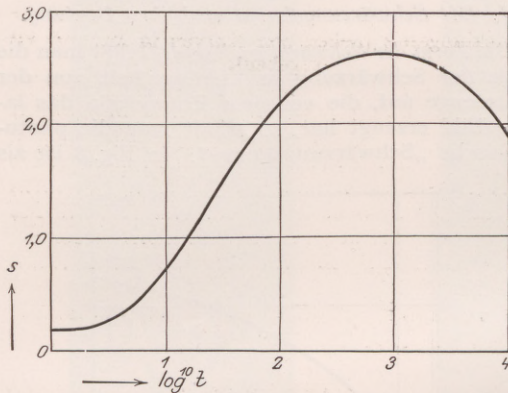


Fig. 9. Die Schwärzungskurve von Fig. 8, als Funktion des dekadischen Logarithmus der Belichtungszeit.

nete) Belichtungsstufe betrachtet, bei der eine Schwärzung neben dem Schleier eben erkennbar ist (Scheinergrade). Diese Empfindlichkeitsangabe wäre hinreichend, wenn die Schwärzungskurven aller Emulsionstypen einander parallel liefen; dann wäre nämlich das Empfindlichkeitsverhältnis aller Plattensorten für alle Schwärzungen konstant. Diese Voraussetzung trifft jedoch nicht zu, da die Schwärzungskurven verschiedener Emulsionstypen verschiedene Steilheit zeigen können. So tritt z. B. häufiger der in Fig. 10 wiedergegebene Fall ein, daß eine Schicht mit kleinerer Schwellenempfindlichkeit durch den steileren Anstieg ihrer Schwärzungskurve (Kurve II) eine flachere Gradationskurve mit größerer Schwellenempfindlichkeit (Kurve I) schneidet; für starke Belichtungen kehrt sich somit das Empfindlichkeitsverhältnis um. Bei dem Lichtwert  $P$  sind die Empfindlichkeiten der beiden Plattensorten einander gleich. Zur vollständigen Beschreibung der Empfindlichkeit einer Plattensorte ist daher stets die Betrachtung der ganzen Schwärzungskurve erforderlich. Das sensitometri-

sche System von HURTER und DRIFFIELD, auf das wir nicht näher eingehen, ist bestrebt, sich diesen Verhältnissen anzupassen. In neuerer Zeit ist die Sensitometrie photographischer Schichten besonders durch die Arbeiten von E. GOLDBERG gefördert worden (18).

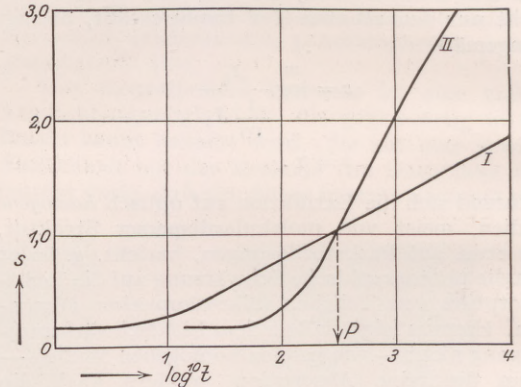


Fig. 10. Zwei Schwärzungskurven verschiedener Gradation. Oberhalb des Lichtwertes  $P$ , den beide Plattensorten durch die gleiche Schwärzung wiedergeben, ist die Emulsion II, unterhalb  $P$  die Emulsion I die „empfindlichere“.

**Schwärzungskurve und Strahlenart.** Auch die Röntgenstrahlen liefern eine Schwärzungskurve. Ihre Form ist, oberflächlich betrachtet, ähnlich der der Lichtkurve. Ein genauerer Vergleich beider Schwärzungskurven, der in Fig. 11 wiedergegeben ist, bringt jedoch einen wichtigen Unterschied zutage. Einem Punkte, bei dem die Schwärzung bei-

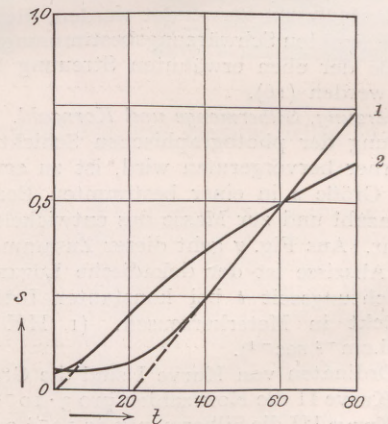


Fig. 11. Die schematischen Schwärzungskurven der gleichen Emulsion für Licht- (1) und Röntgenstrahlen (2). Bei der Belichtungszeit 60 liefern die beiden Strahlenarten den gleichen Schwärzungswert 0,5.

der Kurven dieselbe ist ( $s = 0,5$ ), wurde für beide Energiearten auch der gleiche Abszissenwert (Belichtungszeit  $t = 60$ ) zugeordnet. Verfolgt man von diesem Punkte aus die beiden Kurven nach kleineren Belichtungszeiten hin, so erkennt man einen charakteristischen Unterschied zwischen



ihnen. Während die steiler verlaufende Lichtkurve einen deutlichen „Durchhang“ besitzt, verläuft die flachere Röntgenstrahlenkurve mehr geradlinig. Ferner: Sieht man von der Schleierschwärzung ab, so mündet, wie die punktierten Linien zeigen, die Lichtkurve bei einem von Null verschiedenen Energiewert in die Abszisse, die Röntgenstrahlenkurve strebt zum Koordinatenanfangspunkt (19). Bei der logarithmischen Darstellungsweise kommen diese Unterschiede zwischen den beiden Kurven weniger gut zum Ausdruck, weil ihre charakteristischen Anfänge zusammengesoben werden. — Die Schwärzungskurve der  $\alpha$ -Strahlen ist nahezu dieselbe wie die der Röntgenstrahlen.

schreitet die Reduktion jedes einzelnen Kornes fort. Diesen Verlauf erkennt man an Fig. 5 und 6; hier sind die (unentwickelten) Körner von Fig. 4 erst während der Reduktion und schließlich nach vollständiger Überführung in Silber dargestellt.

**Schwärzungskurve und Entwicklungsbedingungen.**  
Die Gestalt der Schwärzungskurve ist bei allen Strahlenarten von der Entwicklungszeit abhängig. Die Art der Abhängigkeit erkennt man aus Fig. 12, in der die Schwärzungskurven für Licht bei verschiedenen Entwicklungszeiten (1, 2, 3, 4, 5 Min. Metol-Hydrochinon) wiedergegeben sind. Besonders charakteristisch ist die Zunahme der Steilheit mit wachsender Entwicklungszeit. Dieses Fortschreiten, dem eine entsprechende Zunahme des Schleiers entspricht, strebt einem Grenzwert der Steilheit („Ausentwicklung“) zu, der von den Entwicklungsbedingungen (Konzentration, Zusammensetzung, Temperatur des Entwicklers) abhängt.

**Schwärzungskurve und Struktur der Schicht.**  
Würde man die Zunahme der Schwärzung für einen bestimmten Lichtwert unter dem Mikroskop betrachten, so würde man zwei Gründe hierfür erkennen. Einmal nimmt die Anzahl der reduzierten Körner mit wachsender Zeit zu; zweitens

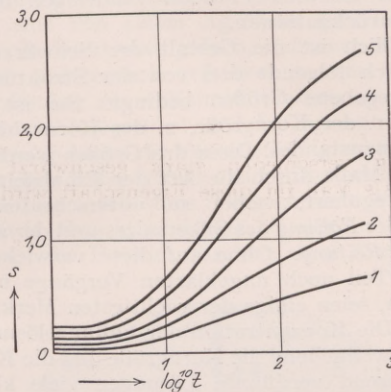


Fig. 12. Abhängigkeit der Schwärzungskurve von der Entwicklungszeit (neben den Kurven in Minuten angegeben).

Wie die Entwicklung einer photographischen Schicht in die Tiefe fortschreitet, lehren die Fig. 13 und 14. Es sind Mikrophotogramme von (Film-) Schichten, die nach verschieden langer Entwicklung mit einem Mikrotom senkrecht zur Schichtoberfläche in dünne Lamellen zerteilt wurden<sup>1)</sup>. Man sieht an den Bildern, daß die Entwicklung

<sup>1)</sup> Die Aufnahmen sind von H. v. SCHWEINITZ hergestellt worden.

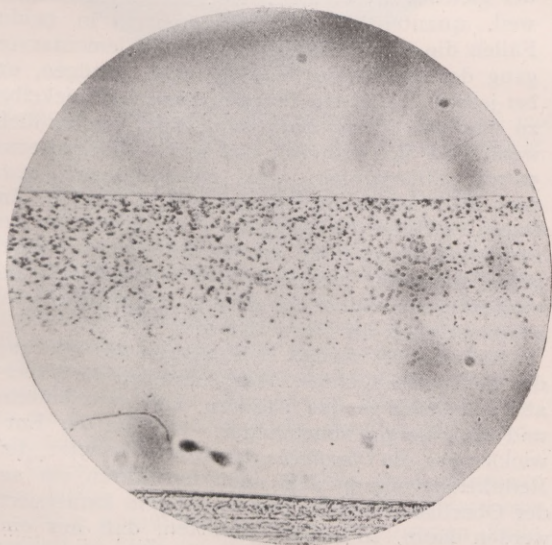


Fig. 13.

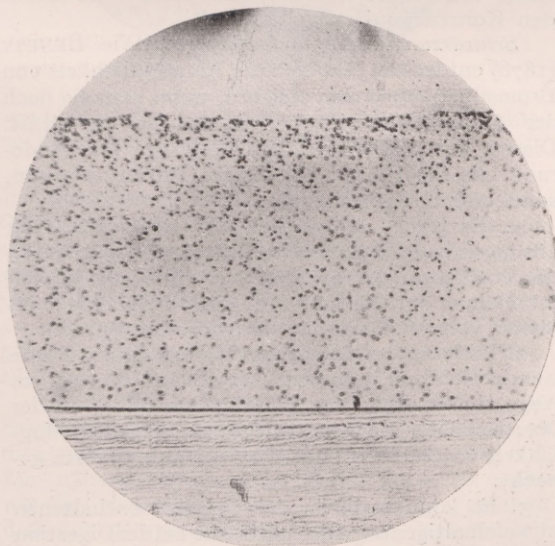


Fig. 14.

Fig. 13, 14. Fortschreiten des Entwicklers in die Tiefe der Schicht während zwei verschiedener Einwirkungszeiten. Schicht und Filmunterlage wurden (nach der Entwicklung) mit dem Mikrotom in Lamellen geschnitten und mikrophotographiert (Vergr. 500 fach).

erst nach einiger Zeit bis auf den Boden der (30  $\mu$  dicken) Schicht vorgedrungen ist. Dieses verhältnismäßig langsame Fortschreiten des Reduktionsvorganges ist teils auf die Quellungserscheinungen in der Gelatine, teils auf das Verarmen des Entwicklers beim Eindringen in die Schicht zurückzuführen.

Schließlich ist die Gestalt der Schwärzungskurve durch folgende drei von der Struktur der Schicht gegebene Größen bedingt. Sie ist eine Funktion 1. der Korngröße, 2. der Kornzahl und 3. des Kornzustandes. Diese drei Größen werden in weitestem Maße durch die Art der Emulsionsherstellung reguliert, wobei zu unterscheiden ist zwischen der *Fällung* des Silbersalzes und der nachfolgenden *Reifung*. Ohne auf diese verwickelten und zum Teil noch ungeklärten Vorgänge näher einzugehen, seien einige der wichtigsten Merkmale erwähnt. Die Konzentration der Fällungslösungen beeinflusst weitgehend die Korngröße und die Kornzahl: Während verdünnte Lösungen viele kleine Körner entstehen lassen (Lippmannemulsionen), liefern konzentrierte Lösungen wenige und dafür größere Teilchen. Es ist auch durchaus nicht gleichgültig, ob die  $\text{AgNO}_3$ -Lösung in die KBr-Lösung eingetragen wird, oder ob die Mischung im umgekehrten Sinne erfolgt. Das gleiche gilt für die Art des Gelatinezusatzes, die Mischungstemperatur u. dgl. Durch die zuletzt erwähnten Varianten wird vor allem der Kornzustand — namentlich die Beschaffenheit der Kornoberfläche — beeinflusst. Dazu kommt noch, daß sowohl die Korngröße, als auch der Kornzustand für die einzelnen Körner ein und derselben Emulsion durchaus nicht gleichmäßig sind, vielmehr ist die Korngröße um einen Mittelwert verteilt; ähnliches scheint für den Kornzustand zu gelten (20).

*Schwärzungskurve und Reifung.* Wie BENETT (1878) entdeckte, läßt sich die Empfindlichkeit von Bromsilberemulsionen steigern, wenn man sie nach der Herstellung einige Zeit auf 50° erwärmt. Diesen Vorgang nennt man *Reifung*. Die Änderung, die die Körner bei diesem Prozeß erfahren, kann vier Gründe haben:

1. Es kann, namentlich bei Gegenwart von Lösungsmitteln für das Bromsilber ( $\text{Br}'$  oder  $\text{NH}_3$ ) ein Wachstum der größten Krystalle auf Kosten der kleinen stattfinden. Auf diese Möglichkeit ist zuerst von W. OSTWALD hingewiesen worden.

2. Es kann bei Gegenwart reduzierender Stoffe (aus der Gelatine stammend) bereits auf chemischem Wege eine spurenweise Bildung von Silber an der Oberfläche der Körner stattfinden. Auf diese Möglichkeit hat zuerst LÜPPO-CRAMER aufmerksam gemacht.

3. Es können die in der Gelatine enthaltenen schwefelhaltigen organischen Stoffe bei der Digestion an der Oberfläche der  $\text{AgBr}$ -Krystalle Schwefel Silber oder ähnliche schwerlösliche Schwefelverbindungen erzeugen. Diese Möglichkeit ist u. a. von SHEPPARD beschrieben worden (21).

4. Es kann bei der Digestion eine Änderung in

der Ionenbeladung der Körner (an ihrer Oberfläche) stattfinden. — Normalerweise sind die Körner einer für photographische Zwecke brauchbaren Schicht mit Bromionen besetzt (22).

*Theoretische Deutung der Schwärzungskurve.* Die Deutung der  $\alpha$ -Strahlenkurve ist besonders einfach. Jedes wirksame  $\alpha$ -Teilchen zeichnet seinen Weg in der photographischen Schicht durch eine Kette entwickelbarer Körner auf, wie dies in den Fig. 15 und 16 erkennbar ist. Je nach der Korngröße der Emulsion zählt die Kette 4 bis 15 Silberkörner. Die auf der Platte hervorgerufene Schwärzung ist demgemäß proportional der Anzahl aufgetroffener  $\alpha$ -Teilchen, wenigstens so lange die Zahl der  $\alpha$ -Strahlen gering ist gegenüber der Kornzahl der Emulsion (beides pro Quadratcentimeter gerechnet). Wird die Anzahl der  $\alpha$ -Teilchen so groß, daß manche Körner mehrfach getroffen werden, so bleibt die Schwärzung hinter der Proportionalität mit der Strahlenmenge zurück, weil sich schon der zweite Treffer, den ein bereits einmal affiziertes Korn enthält, in der Entwicklung nicht mehr bemerkbar macht. Infolge der Einfachheit dieses Vorganges läßt sich die Schwärzung  $s$  leicht als Funktion der Strahlenmenge darstellen. Eine durch  $t$  Sekunden lange Bestrahlung mit konstanter Energiequelle erhaltene Schwärzung  $s$  folgt angenähert der Gleichung:

$$s = s_0(1 - e^{-kt}),$$

wobei  $k$  eine Konstante und  $s_0$  die maximale Schwärzung bedeutet, die man auf der betreffenden Schicht erreichen kann (23).

Die Röntgenstrahlen folgen im wesentlichen der gleichen Gesetzmäßigkeit, und zwar deshalb, weil, quantentheoretisch betrachtet, in beiden Fällen die Energiemengen, die am Elementarvorgang der Belichtung beteiligt sind, genügen, um bei jedem Treffer ein Bromsilberkorn entwickelbar zu machen. Diese Auffassung wird verständlich, wenn man sich erinnert, daß pro  $\alpha$ -Teilchen etwa 50 000 Silberatome, pro Röntgenquant etwa 1000 Silberatome in Freiheit gesetzt werden. Im ersten Fall sitzt das Silber an 5 bis 15 Körnern; im zweiten Fall ist zwar die Verteilung noch nicht genau gemessen, bestimmt aber befindet sich das ausgeschiedene Silber nur an sehr wenigen Körnern, wahrscheinlich an einem Korn.

Ganz anders verhält sich dagegen die Wirkung des sichtbaren Lichtes. Hier entstehen die Silberatome regellos in den Körnern, und zwar einzeln und unabhängig voneinander. Da nun der Entwickler nur die *Oberfläche* des Kornes benetzt, der Reduktionsvorgang also auch nur durch ein an der Oberfläche befindliches Silberatom katalysiert werden kann, so ist zu erwarten, daß nur ein kleiner Teil der entstandenen Silberatome in Tätigkeit tritt. Bei  $\alpha$ -Strahlen fand diese Beschränkung nicht statt, weil jedes getroffene  $\text{AgBr}$ -Korn an der Einschluß- und Ausschlußstelle des  $\alpha$ -Strahles genügend Silberatome trägt, um die

Entwicklung einzuleiten; ähnlich lag der Fall bei den Röntgenstrahlen. —

In der Tat konnte gezeigt werden, daß in der Nähe der Schwelle auf etwa 300 absorbierte Quanten blauen Lichtes *ein* AgBr-Korn entwickelt wird. Andererseits zeigt der Vergleich zwischen der an der Oberfläche und der im Innern des Kornes gelegenen AgBr-Molekeln etwa das gleiche Zahlenverhältnis 1 : 300 (24).

Führt man dieselbe Betrachtung bei höheren Schwärzungen durch, so ergibt sich, daß das Ver-

hältnis:  $\frac{\text{Kornzahl}}{\text{Anzahl absorb. Quanten}}$ , das sich an der

Schwelle 1 : 300 ergab, *veränderlich* ist. Hieraus folgt, daß neben dem Verhältnis:

jedem Korn mehrere Tausend Ag-Atome erzeugen, ist der Keim wohl stets ziemlich groß; das gleiche gilt vermutlich für die Röntgenstrahlen. Bei den Lichtstrahlen sieht es dagegen nach unserer früheren Betrachtung so aus, als ob der Keim unter Umständen — nämlich für kleine Lichtmengen — sogar nur von *einem* Ag-Atom gebildet werden kann. Bedenkt man jedoch, daß auch *unbelichtete* Körner gelegentlich reduziert werden (Schleier), also offenbar einen Keim enthalten, so wird man zu dem Schluß geführt, daß das *eine* vom Licht gelieferte Ag-Atom zur Vervollständigung eines nahezu fertigen Silberkeimes dient. Das bereits vor der Belichtung vorhandene Silber entsteht wahrscheinlich (wie oben geschildert) bei der Reifung. Danach ist die Entwickelbarkeit eines Kornes durch

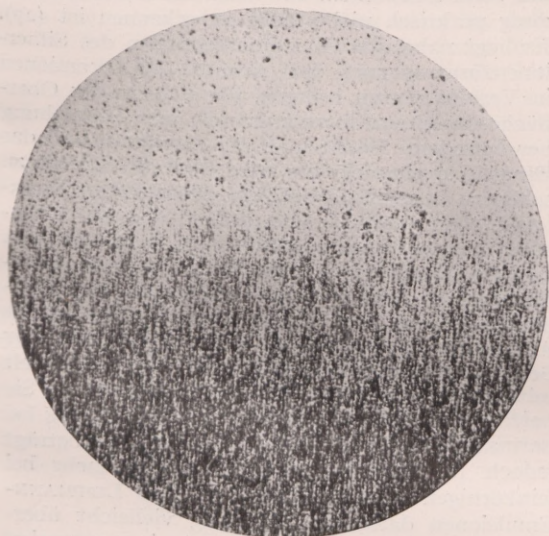


Fig. 15.

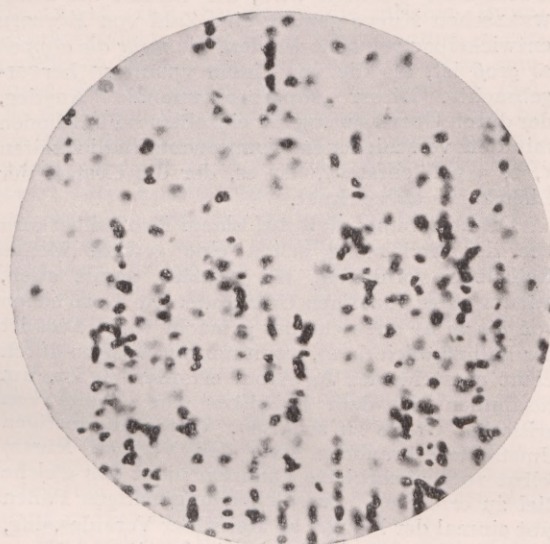


Fig. 16.

Fig. 15, 16. Entwickelte Bromsilberschicht (in 300 und 1500facher Vergr.), auf die ein Bündel von  $\alpha$ -Strahlen gewirkt hat. Jedem  $\alpha$ -Teilchen entspricht eine Kette von 5–15 Bromsilberkörnern.

#### Molekelzahl an der Oberfläche des Kornes

#### Molekelzahl im Innern des Kornes

das ein Kennzeichen für die Gestalt und die Größe des Kornes ist, noch eine andere Korneigenschaft von Einfluß ist. Diese zweite Korneigenschaft dürfte in der Fähigkeit des Kornes zu suchen sein, mit Hilfe des Lichtes mehr oder weniger geeignete *Keime* für den nachfolgenden Entwicklungsvorgang entstehen zu lassen. Für  $\alpha$ - und Röntgenstrahlen ist im Gegensatz zum Licht diese zweite Korneigenschaft belanglos.

Unter einem „Keim“ versteht man allgemein eine kleine Substanzmenge, die eine heterogene Reaktion auszulösen vermag. In unserem Falle handelt es sich um eine kleine Silbermenge, die den Reduktionsvorgang des Bromsilberkornes ermöglicht. Über die absolute Größe der auslösenden Substanzmenge sagt der Begriff „Keim“ nichts aus. Bei den  $\alpha$ -Strahlen, die, wie berichtet, an

die Anwesenheit eines Keimes von „kritischer“ Größe bedingt. Diese kritische Keimgröße, die sich aus Reifsilber und Lichtsilber zusammensetzt, wird um so leichter erreicht werden, je größer die pro Korn entfallende Quantenzahl ist (25). Für  $\alpha$ - und Röntgenstrahlen wird die kritische Keimgröße in jedem Falle unabhängig von der Reifsilbermenge erreicht.

Dieser Zusammenhang erklärt, warum die Schwärzungskurve der Lichtstrahlen anders ist als diejenige der  $\alpha$ - und Röntgenstrahlen (vgl. Fig. 11). Zur näheren Erläuterung dieser Tatsache wollen wir für einen Augenblick die Annahme machen, daß alle Körner mit der gleichen Menge Reifsilber versehen sind, die so groß sein soll, daß nur eine ganz geringe Menge von photographisch gebildetem Silber notwendig ist, um den Keim kritischer Größe herzustellen. Wird eine derartige Schicht belichtet, so ist klar, daß

eine Schwärzungskurve entstehen müßte, die derjenigen der  $\alpha$ - und Röntgenstrahlen ähnlich ist, also eine  $e$ -Funktion darstellt. Da nun aber die Lichtkurve anders gestaltet ist, folgt hieraus, daß unsere Annahme über die *gleichmäßige* Verteilung des Reifsilbers auf allen Körnern nicht zutrifft. Diese Folgerung ist auch sehr verständlich, denn es ist zu erwarten, daß bei dem Reifvorgange die Verteilung des Reifsilbers auf den einzelnen Körnern *ungleichmäßig* geschieht, und zwar wird sie analog einer MAXWELLSCHEN Verteilungsfunktion erfolgen (vgl. S. 64, 1. Spalte). Es wird demgemäß eine geringe Anzahl von Körnern geben, die schon ohne Belichtung entwicklungs-fähig sind (Schleier). Eine weitere geringe Anzahl von Körnern wird auf *ein* Quantum  $h\nu$  ansprechen. Durch *zwei* Quanten wird, der Gestalt der MAXWELLSCHEN Kurve gemäß, eine Zahl von Körnern entwickelbar gemacht werden, die *mehr als doppelt so groß* ist, als die von einem Quantum hervorbrachte. Dieser „superproportionale“ Anstieg, der durch Überlagerung der einzelnen  $e$ -Funktionen mit den verschiedenen Quantenempfindlichkeiten 1, 2, 3 usf. entsteht, ist es, der die Gestalt der Lichtkurve auszeichnet.

Die Annahme, daß auf einem Bromsilberkorn vor der Belichtung schon eine gewisse Menge Reifsilber vorhanden ist, erklärt damit auch, warum unter günstigen Umständen ein Korn schon von *einem*  $h\nu$  entwickelbar gemacht wird. Dies ist der Fall nämlich dann, wenn nur ein einziges durch Licht entstehendes Ag-Atom erforderlich ist, um zusammen mit dem Reifsilber einen Keim von kritischer Größe zu schaffen. Unter ungünstigen Umständen brauchen (wie der Versuch lehrte) selbst 1000 absorbierte Quanten nicht das gleiche Ziel zu erreichen. Zu solchen ungünstigen Fällen gibt einmal der Mangel an Reifsilber Veranlassung, andererseits sind sie durch die bereits erwähnte ungünstige Lage der entstehenden Ag-Atome im Korninnern begründet (26).

In der bisherigen Deutung ist aus heuristischen Gründen nur die Reifungsart herangezogen worden, bei der das Bromsilberkorn (teilweise) *reduziert* wird, bei der sich also Reifsilber bildet. Die übrigen Arten der Reifung sind jedoch mit unseren Anschauungen ebenfalls im Einklang. Dies gilt z. B. für den Reifvorgang, der in einer Kornvergrößerung besteht; denn mit wachsender Korngröße erhöht sich der Beitrag an Lichtabsorption, den ein entwickeltes Korn zu der Gesamtschwärzung der entwickelten Schicht liefert. Für den Reifungsvorgang, bei dem sich an der Oberfläche der Körner Schwefelverbindungen des Silbers abscheiden, ist anzunehmen, daß diese Abscheidungen in ähnlicher Weise wirksam sind, wie das durch den Reduktionsprozeß gebildete Reifsilber.

Über den an letzter Stelle erwähnten Reifvorgang, bei dem sich das Adsorptionsgleichgewicht der Bromionen zwischen Kornoberfläche und Lösung ändert, ist noch wenig bekannt. Wie schon vorher (S. 64, 2. Spalte oben) erwähnt war, sind die Körner

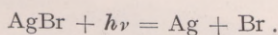
einer normalen photographischen Emulsion mit Bromionen beladen. Dieser Bromüberschuß rührt von der Herstellungsart her, die fabrikatorisch stets in der Weise stattfindet, daß man die Silbernitratlösung zu überschüssiger Kaliumbromid-Gelatinelösung fließen läßt; im umgekehrten Falle ist die Emulsion wegen des auftretenden starken Schleiers völlig unbrauchbar. Beseitigt man andererseits in einer normalen photographischen Emulsion den Bromionenüberschuß durch Zufügen von Silbernitrat, so existiert eine ganz bestimmte untere Grenze, unterhalb der der Zusatz wirkungslos ist. Wird die Grenze überschritten, so beginnt die Schicht immer stärker zu schleiern, und schließlich wird die Reduzierbarkeit der Körner so groß, daß der Einfluß des Lichtes innerhalb der beim Entwickeln entstehenden tiefen Schwärzung praktisch nicht mehr zu erkennen ist (27). Es liegt nahe, die Grenzkonzentration des Silberionenzusatzes mit der Anzahl der Bromionen in Verbindung zu bringen, die sich an der Oberfläche der Bromsilberkörner von ihrer Entstehung her befinden. Macht man die Annahme, daß das Bromsilber entwickelbar wird (daß die Schicht zu schleiern beginnt), sobald die absorbierten Bromionen eben beseitigt sind, sobald also das Bromsilberteilchen nahe isoelektrisch ist, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Bromionen die Oberfläche eines Kornes in 6—10facher Schicht überdecken. Diese Bromionenmenge, für die also das Auftreten des Schleiers beim Entwickeln der Schicht am Ende den Indikator liefert, wechselt mit den Herstellungsbedingungen der Schicht. Sie beläuft sich etwa auf den angegebenen Betrag bei normalen photographischen Platten, sie beträgt jedoch (bis zu einer Größenordnung) mehr bei feinkörnigen Schichten, wie sie etwa LIPPMANN-Emulsionen darstellen. Es mag vielleicht überraschen, daß jedes Bromsilberkorn einer normalen photographischen Schicht mit einem Mantel von Bromionen bedeckt ist, dessen Dicke ein Vielfaches vom Atomdurchmesser beträgt, indessen ist zu bedenken, daß ein beträchtlicher Teil der Bromionen in der Gelatine enthalten sein wird. Daß andererseits die AgBr-Teilchen in der Tat eine hohe Ladung tragen, geht aus Bestimmungen der Ionenbeladung von kolloiden Silberhalogenid-Teilchen hervor, bei denen ein anderer Weg beschritten wurde. Diese Messungen (28), die zum Teil an erheblich kleineren (bindemittelfreien) Teilchen ausgeführt wurden, zeigten dieselben Verhältnisse: Teilchen, die im zehnfachen Überschuß von Brom- oder Silberionen gefällt sind und die  $10^7$  Bromsilbermolekeln enthalten, besitzen z. B. Ladungen, als ob sie  $3 \times 10^5$  Bromionen oder Silberionen adsorbiert hätten, was einer einmaligen Oberflächenbedeckung entspricht.

Nach diesen Befunden müssen die auf der Oberfläche der Körner adsorbierten Bromionen beim normalen photographischen Prozeß eine hervorragende Rolle spielen, und zwar bewirken sie eine

Art Hemmung, denn der photographische Prozeß verlangt, daß das unbelichtete Bromsilberkorn vom Entwickler praktisch nicht reduziert wird. Im Zusammenhang mit dieser Tatsache steht z. B. auch die alte Erfahrung, daß ein Zusatz von Kaliumbromid zum Entwickler die Reduktionsgeschwindigkeit des Bromsilbers verringert.

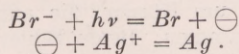
So erscheint es naheliegend, die Annahme zu machen, daß auch die Vorgänge bei der Belichtung den Beladungszustand der Bromsilberkörner verändern. Nun wissen wir zwar, daß das Licht, wie auch die Röntgen- und  $\alpha$ -Strahlen im Bromsilber bei ihrer Absorption metallisches Silber erzeugen. Welche Rolle dieses Silber, das sich nach seiner Entstehung zu Keimen anordnet, bei der nachträglichen Entwicklung spielt, ist uns jedoch bisher unbekannt. Die einfachste Annahme im Sinne der entwickelten Vorstellung wäre die, daß ein an der Oberfläche des Bromsilberkorns befindlicher Keim die über ihm gelegene Stelle der Bromionenhülle schwächt oder gar beseitigt, so daß dem später herankommenden Reduktionsmittel der Weg zum Bromsilber weniger verriegelt ist, als wenn sich der Silberkeim an der Kornoberfläche nicht gebildet hätte.

Allen bisher erörterten Vorstellungen liegt nun eine Annahme zugrunde, von der bis jetzt noch nicht die Rede war, die jedoch bei den photographischen Prozessen eine grundlegende Rolle spielen dürfte und der wir uns nachfolgend zuwenden wollen. Bei der Formulierung des primären Lichtvorganges haben wir früher angenommen, daß jedes absorbierte Quantum  $h\nu$  zur Zerlegung einer Bromsilbermolekel führt gemäß der Gleichung



Diese Fassung des Vorganges muß jedoch bei näherer Betrachtung eine Verfeinerung erfahren, denn sie geht von der Annahme aus, daß wir es tatsächlich mit Bromsilber-Molekeln zu tun haben. Das ist jedoch in Wirklichkeit durchaus nicht der Fall. Vielmehr haben wir in den Bromsilberkörnern Kryställchen vor uns, die nach der Struktur heteropolarer anorganischer Salze aufgebaut sind, d. h., die Bromsilberkörner stellen ein Ionengitter aus abwechselnd positiv und negativ geladenen Silber- und Bromionen dar. Im Hinblick hierauf und auf die Tatsache, daß als Endprodukte der Photolyse Ag- und Br-Atome auftreten, folgt, daß der eigentliche Lichtvorgang eine *Elektronenreaktion* sein muß. Schon frühzeitig ist die photochemische Veränderung des Bromsilbers mit dem photoelektrischen Effekt in Zusammenhang gebracht worden, und in der Tat muß man, wie es zuletzt besonders FAJANS und FRANKENBURGER (29) begründet haben, die Annahme machen, daß der photochemische Prozeß bei der Belichtung des Bromsilbers (also entgegen der bisher formulierten Fassung der Reaktion) in dem Übergang eines Elektrons vom Bromion zum Silberion besteht.

Am einfachsten schreibt man daher den Vorgang in folgender Weise nieder:



Während sich, im ganzen betrachtet, an dem Endergebnis nichts ändert — wiederum treten als Reaktionsprodukte ein Bromatom und ein Silberatom für jedes absorbierte  $h\nu$  auf — gewinnen wir durch diese Auffassung eine Deutung für die sehr bemerkenswerte Tatsache, daß ein Bromsilberkorn, mikroskopisch betrachtet, sich bei der Belichtung nicht gleichmäßig schwärzt, wie es den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit entsprechen würde, sondern daß die Ablagerung des photolytisch gebildeten Silbers im Bromsilberkrystall an ganz bestimmten diskreten Stellen erfolgt. Die Fig. 17, 18, 19<sup>1)</sup>, bei denen die gleichen Bromsilberkrystalle in 1000 facher Vergrößerung zu verschiedenen Belichtungszeiten wiedergegeben sind, zeigen den genannten Effekt sehr deutlich (30). Die Erklärung dieser Erscheinung ist, daß die bei der Belichtung zunächst in Freiheit gesetzten Elektronen durchaus nicht in unmittelbarer Nachbarschaft ihres Entstehungsortes mit  $\text{Ag}^+$  zu reagieren brauchen, sondern daß sie offenbar das Bestreben haben, solche Silberionen in Atome umzuwandeln, die sich in der Nähe von bereits gebildetem Silber befinden. Dieser Vorgang, der eine gewisse Ähnlichkeit mit dem aus der Kolloidchemie bekannten Prozeß der Koagulation besitzt, muß sich notwendigerweise auch bei der Bildung und bei der Vergrößerung eines Keimes abspielen; denn sonst wäre es nicht zu verstehen, warum ein Energiequantum oder doch jedenfalls nur wenige  $h\nu$  imstande sind, an einem bereits gebildeten Keim (gleichgültig aus welcher Substanz er besteht) absorbiert zu werden.

In ähnlicher Weise scheint die Koagulation des Silbers im Bromsilberkorn bei anderen photographischen Effekten eine Rolle zu spielen; von ihnen wollen wir hier nur noch einen betrachten: die Solarisation.

Wie wir schon oben erwähnten, zeigt die Schwärzungskurve ein Maximum, dessen nach größeren Lichtwerten absteigenden Ast man als das Gebiet der Solarisation bezeichnet. Aus Fig. 7 geht hervor, daß mit dieser Abnahme der Schwärzung eine Verminderung der entwickelten Silbermenge parallel geht, während die Zahl der entwickelten Körner nahezu unverändert bleibt. Die Solarisation wird also durch eine verminderte Entwicklungsfähigkeit der AgBr-Körner bedingt, die dadurch zum Ausdruck kommt, daß die einzelnen Körner im Gebiete der Solarisation nicht mehr vollständig, sondern nur rudimentär entwickelt werden. Bis zu einem gewissen Grade kann man diese Erscheinung an einem Vergleich der Fig. 20 und 21 erkennen. Im ersten Fall handelt es

<sup>1)</sup> Auch diese Mikrophotogramme sind, wie die Fig. 4, 5, 6, der Dissertation von MANKENBERG entnommen.

sich um Körner, die vom ansteigenden (*nicht* solarisierten) Ast der Schwärzungskurve, im zweiten Falle um Körner, die aus dem Solarisationsgebiet stammen. Beide Bilder sind von derselben Emulsion gewonnen und bewirken, makroskopisch betrachtet, dieselbe Schwärzung. Exakt

geht diese Tatsache nur aus der Kornzählung hervor (vgl. Fig. 7, Kurve II).

Die verminderte Entwicklungsfähigkeit der Bromsilberkörner im Gebiete der Solarisation ist offenbar durch eine Veränderung der wirksamen Keime begründet. An eine Verkleinerung des

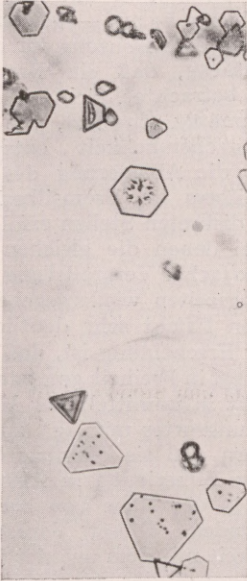


Fig. 17.

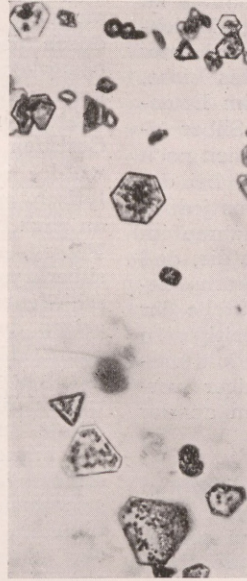


Fig. 18.

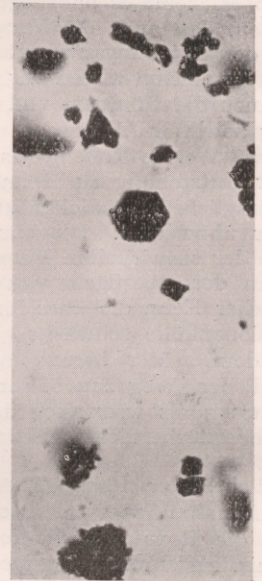


Fig. 19.

Fig. 17, 18, 19. Verlauf der direkten Schwärzung an (bindemittelfrei gefällten) Bromsilberkörnern bei steigender Belichtung (*ohne* Entwicklung) in 2000 facher Vergrößerung.

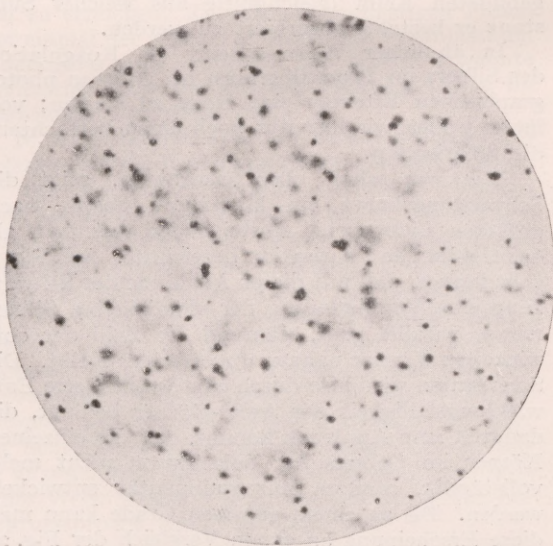


Fig. 20.

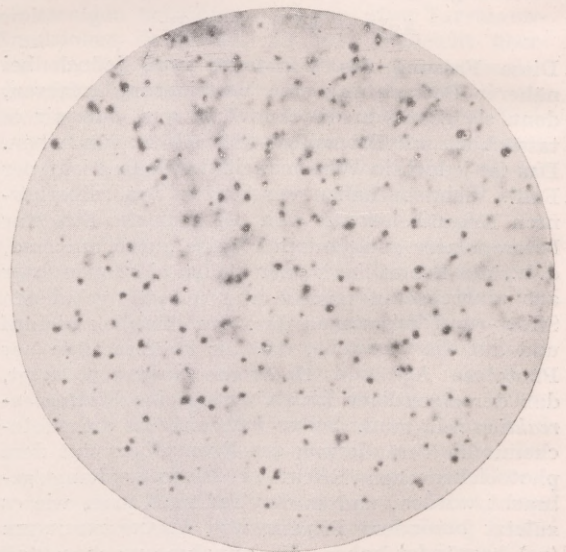


Fig. 21.

Fig. 20, 21. Vergleich zweier Mikrophotogramme (Vergr. 1000fach) von entwickelten Körnern, die gleiche Schwärzung hervorrufen. Fig. 20 entspricht dem normalen, unsolarisierten Gebiet der Schwärzungskurve; Fig. 21 dem solarisierten, absteigenden Ast. (Vgl. Fig. 7, Kurve II.)

Keimes, die an sich in diesem Sinne wirken könnte, ist nicht zu denken, da die durch das Licht aus-  
geschiedene Silbermenge in diesem Gebiet (be-  
reits nachweisbar) mit der Dauer der Bestrahlung  
ansteigt. Eher ist eine mit der Vergrößerung des  
Keimes, d. h. mit der Zunahme seiner Masse ver-  
bundene Veränderung des Keimes anzunehmen,  
die sich in einer Verminderung seiner katalytischen  
Wirksamkeit bei der Entwicklung des Kornes  
äußert. Im Sinne dieser Annahme wird die Solar-  
isation wiederum infolge der Koagulation des  
Keimes (am Korn) hervorgerufen, bei der die Ver-  
kleinerung der wirksamen Keimoberfläche eine  
entscheidende Rolle spielt (31). Gegen diese An-  
schauung sind wiederholt Bedenken erhoben wor-  
den; doch können die hierbei verteidigten An-  
sichten, die das Zustandekommen der Solarisation  
durch eine Verminderung der Silbermenge infolge  
der Rekombination des Silbers mit dem abgespal-  
tenen Brom erklären, nur einen Teil der beobach-  
teten Erscheinungen deuten (32).

Außer der Solarisation lassen sich noch eine  
ganze Reihe von anderen Effekten mit Hilfe der  
Koagulationstheorie erklären, die man am photo-  
graphischen Prozeß beobachtet hat. Hierher ge-  
hören z. B. der ABNEY-SCHWARZSCHILD-Effekt so-  
wie die von LÜPPO-CRAMER entdeckte Desensibili-  
sation. Bezüglich dieser Erscheinungen, deren  
Bearbeitung noch in vollem Gange ist, muß jedoch  
auf die Spezialliteratur verwiesen werden (33).

Überblicken wir das behandelte Gebiet noch  
einmal in seiner Gesamtheit, so darf wohl behauptet  
werden, daß die Quantentheorie in die photo-  
graphischen Vorgänge, ähnlich wie bei anderen,  
mit der Wirkung der strahlenden Energie ver-  
knüpften Reaktionen eine beträchtliche Gliede-  
rung gebracht hat. Allerdings spielen sich nach  
der quantenhaften Absorption der Strahlen im  
Halogensilber (ebenfalls wie bei der Mehrzahl der  
Lichtreaktionen) eine Reihe von Sekundärpro-  
zessen ab, die dem Gesamtvorgang erst das cha-  
rakteristische Gepräge geben.

*Literatur:*

1. SHEPPARD und MEES, Der photographische Prozeß,  
S. 213. Halle a. d. S.: Knapp 1920.
2. EGGERT und NODDACK, Zeitschr. f. Phys. 20, 299.  
1923; 21, 264. 1924; 31, 922. 1925.
3. l. c. (1).
4. FEICK und SCHAUM, Zeitschr. f. wiss. Phot. 23,  
389ff. 1925. Sonstige Lit. siehe l. c. (2).
5. SCHWARZ und STOCK, Ber. d. dtsh. chem. Ges. 54,  
2111—2122. 1921.
6. HARTUNG, Journ. of the Americ. chem. soc. 125,  
2198. 1924. Volmer Diss. Leipzig (1910).
7. KOCH und KREISS, Zeitschr. f. Phys. 32, 384—396.  
1925.
8. 9. l. c. (2).
10. WEIGERT, Zeitschr. f. physikal. Chem. 99, 499.  
1921; Zeitschr. f. Phys. 18, 232. 1923; Zeitschr.  
f. Phys. 34, 914. 1925; EGGERT und NODDACK,

- Zeitschr. f. Phys. 20, 299. 1923; 21, 264. 1924;  
31, 925. 1925; 34, 918. 1925.
11. NERNST und NODDACK, Sitzungsber. d. preuß.  
Akad. d. Wiss. 1923, S. 110.
  12. Vgl. z. B. die Zusammenstellung: MEIDINGER,  
Zeitschr. f. physikal. Chem. 114, 89. 1925.
  13. E. MANKENBERG, Dissertation Dresden 1925.
  14. The Photographic Researches of FERDINAND  
HURTER und VERO C. DRIFFIELD, The Royal  
Photographic Society of Great Britain, 1920.
  15. EGGERT und ARCHENHOLD, Zeitschr. f. physikal.  
Chem. 110, 498. 1924.
  16. KOCH, Ann. d. Phys. (4) 39, 705. 1912; ORNSTEIN,  
Vortrag auf dem Physikertag in Bonn, September  
1923; DORGEL, Zeitschr. f. Phys. 31, 827—835.  
1925.
  17. SCHEFFERS, Zeitschr. f. Phys. 20, 109. 1924.
  18. E. GOLDBERG, Der Aufbau des photographischen  
Bildes. Halle a. d. S.: Knapp 1922. Vgl. Referat  
von F. WEIGERT, Naturwissenschaften 10, 861.  
1922.
  19. FRIEDRICH und KOCH, Ann. d. Phys. 45, 399. 1914;  
GLOCKER und TRAUB, Phys. Zeitschr. 22, 345.  
1921; BOTHE, Zeitschr. f. Phys. 8, 243. 1922;  
BOUWERS, Zeitschr. f. Phys. 14, 374. 1923.
  20. WIGHTMAN, TRIVELLI und SHEPPARD, Transact. of  
farad. soc. 19, Nov. 1923.
  21. SHEPPARD, Phot. Ind. 38, 1032—1036. 1925  
(Übersetzung von JACOBSON).
  22. FAJANS und FRANKENBURGER, Zeitschr. f. Elektro-  
chem. 28, 499. 1922.
  23. The SVEDBERG und ANDERSSON, Photogr. Journ.  
61. 1921; The SVEDBERG, Photogr. Journ. 62, 310.  
1922; sowie MEIDINGER l. c. (12).
  24. EGGERT und NODDACK, Sitzungsber. d. preuß.  
Akad. d. Wiss. 1921, S. 631.
  25. SHEPPARD, TRIVELLI und LOVELAND, J. Franklin  
Inst. 200, 51. 1925.
  26. l. c. (12).
  27. Nach unveröffentlichten Versuchen von R.  
SCHMIDT.
  28. Vgl. demnächst erscheinende Dissert. von A.  
STREHLOW, Berlin (1926).
  29. EDER, Handb. d. Photographie, im Erscheinen  
begriffene letzte Auflage, bearbeitet von LÜPPO-  
CRAMER, Beitrag FAJANS. Vgl. auch (22).
  30. TRIVELLI und SHEPPARD, Journ. of phys. Chem. 24,  
1568. 1925.
  31. l. c. (17); ARENS, Zeitschr. f. physikal. Chem. 114,  
337. 1925.
  32. EDER, Zeitschr. f. wiss. Phot. 23, 377. 1925;  
LÜPPO-CRAMER, Zeitschr. f. Phys. 29, 387. 1924.
  33. EGGERT, Zeitschr. f. Elektrochem. 32, 500. 1926.  
An weiteren Literaturzusammenstellungen seien  
zitiert:  
EGGERT und NODDACK, Verhandl. d. dtsh. phys.  
Ges., III. Reihe, 5, 29. 1924.  
DORGEL, Zeitschr. f. Phys. 31, 827—835. 1925.  
LORENZ und EITEL, Pyrosole, Leipzig: Akadem.  
Verlagsgesellschaft 1926.  
MEIDINGER, Die Bromsilberplatte, Handb. d.  
physikal. Optik. Leipzig: Verlag I. A. Barth, im  
Erscheinen begriffen.  
EDER, vgl. (29), Beitrag EGGERT und NODDACK.  
Technische Einzelheiten findet man in der Mono-  
graphie: Fr. Wentzel, Die photographisch-chemische  
Industrie, Leipzig: Th. Steinkopff 1926.

## Das Jod als Pflanzennährstoff.

Von M. v. WRANGELL, Hohenheim.

(Aus dem Pflanzenernährungs-Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule.)

Auf der vorjährigen Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf stand die Frage der Kropfbekämpfung durch Jod am 20. September in der medizinischen Hauptgruppensitzung und am 24. in der Abteilung Agrikulturchemie auf der Tagesordnung. Am 24. berichteten Weihenstephan und München, vertreten durch die Herren BLEYER, STROBEL, SCHARRER, MAURER und KIEFERLE über Kropfbekämpfung durch Nahrungsjod, wobei Joddüngungsversuche mitgeteilt wurden, denen die Annahme zugrunde lag, daß durch Joddüngung von Kulturpflanzen eine für die Kropfverhütung bzw. -bekämpfung geeignete Nahrung gewonnen werden kann. Referentin konnte auf Grund dreijähriger Gefäß- und Feldversuche dieser Anschauung Resultate gegenüberstellen, die das Problem wesentlich anders erscheinen ließen. Es wurde von ihr etwa folgendes vorgebracht:

Es ist gelegentlich die Vermutung aufge taucht, und auch auf der Naturforscherversammlung durch Herrn BLEYER vertreten worden, daß der Jodgehalt des Chilesalpeters von Einfluß auf die Jodernährung der Pflanze und dadurch auch auf diejenige von Tier und Mensch gewesen sein könnte. Eine Beantwortung dieser Frage kann natürlich nur der exakte Pflanzenversuch liefern. Bei diesen Versuchen muß es sich darum handeln, erstens festzustellen, ob eine Joddüngung der Pflanze eine Ertragssteigerung hervorzurufen imstande ist, wie dies z. B. von STOKLASA (1) für Zuckerrüben behauptet wurde, und zweitens, ob durch eine Joddüngung der prozentische Jodgehalt der Kulturpflanzen erheblich erhöht werden kann, so daß auf diese Weise eine Jodzufuhr in physiologisch veredelter Form an Kropferkrankte ermöglicht wird. Für die Wahrscheinlichkeit einer Jodanreicherung in der Pflanze durch die Düngung spricht sich z. B. SCHRÖDER (2) aus. Professor KLEIN, Wien (3), dagegen hält von pflanzenphysiologischen Gesichtspunkten aus eine wesentliche Jodgehaltserhöhung für unwahrscheinlich. Es sind dies persönliche Mutmaßungen, die sich widersprechen und über deren Richtigkeit nur das Experiment entscheiden kann.

Im Pflanzenernährungs-Institut Hohenheim sind auf Anregung von Ministerialrat v. SCHEURLIN vom Württembergischen Medizinischen Landesuntersuchungsamt seit 3 Jahren Versuche in dieser Richtung angestellt worden. Es wurden sowohl Gefäß- wie Feldversuche durchgeführt und die verschiedensten Feldfrüchte und Gemüsearten herangezogen, und zwar Hafer, Kartoffeln, Rüben, Luzerne, Klee, Möhren, Bohnen, Zwiebeln, Filderkraut, Gurken, Spinat und Salat. Als Joddüngemittel wurde entweder reines Jodkali verwendet oder eine kalk- und stickstoffhaltige Flugasche, die als Abfallprodukt bei der Zementdarstellung aus

Posydonienschiefer entfällt und etwa 80 mg Jod im Kilogramm enthält, also ungefähr soviel wie der Chilesalpeter nach den Angaben v. FELLENBORGES (4). In den Feldversuchen gelangten Mengen von 0,5—1,5 kg Jod je Hektar zur Anwendung, etwa die gleichen Mengen, wie sie STOKLASA bei seinen Joddüngungsversuchen anwandte. Bei den Gefäßversuchen wurde neben diesen niedrigen Gaben noch das vierfache, also 6 kg je Hektar, dargereicht, Mengen, die für die Praxis nicht in Frage kämen, uns aber grundsätzlich über die Möglichkeit einer Steigerung des Jodgehaltes der Pflanzen unterrichten sollten.

Als Versuchsboden wurde ein Hohenheimer Lehmboden verwandt, der dem Lias  $\alpha$  entstammt und charakteristisch für die um den Gutshof liegenden Felder ist. Ob man diesen Boden als jodbedürftig bezeichnen kann, ist eine Frage, die durch chemische Analysen zunächst wohl ebenso wenig beantwortbar ist, wie dies bei den Bodennährstoffen Kali, Phosphorsäure oder Stickstoff gelingt. Der erwähnte Boden ist jedoch, vom Kropfproblemstandpunkt aus betrachtet, durchaus geeignet für die Versuchsanstellung. In den letzten Jahren ist der Kropf in der Gegend endemisch aufgetreten. In der Hohenheimer Schule haben ärztliche Untersuchungen festgestellt, daß in den Jahren 1923/24 etwa 66% der Schulkinder Kropferkrankungen aufwiesen; die Zahl sank dann im Jahre 1925 durch den Gebrauch von Jodtabletten. Besonders auffallend ist folgendes Beispiel: In einer Hohenheimer Familie, wo beide Eltern Norddeutsche sind und eine erbliche Kropfveranlagung der Kinder nicht in Frage kommt, zeigen sämtliche vier Kinder Kropferkrankung. Diese Kinder werden ausschließlich von den Erträgen des kleinen Gütchens ernährt; Brot, Gemüse, Obst, Ziegenmilch und -butter, Eier, Schweinefleisch entstammen dem genannten Boden und nur ganz wenig Nahrungsmittel, wie z. B. Fett, werden von auswärts zugekauft. Ist also die Annahme richtig, daß die Ursache der Kropferkrankungen in einer besonderen Beschaffenheit des Bodens und seiner Erzeugnisse zu suchen ist, so liegt uns hier jedenfalls ein solcher Boden vor.

Eine Ertragssteigerung war weder durch niedrige noch durch hohe Jodgaben auf dem Hohenheimer Boden zu erzielen. Dieses zeigen uns eindeutig sämtliche Versuche, in welchen das reine Jodkali zur Anwendung gelangte. Die jodhaltige Flugasche, die bei den Feldversuchen gleichfalls keine Ertragssteigerung hervorzurufen imstande war, hat in den ohne Mineraldüngung gebliebenen Gefäßen günstig gewirkt. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß die großen Mengen von Flugasche, die den Gefäßen einverleibt werden mußten (300 g je Gefäß), einmal eine lockernde Wirkung auf den schweren Lehmboden ausübten und ihn vor Verschlämmung



bewahrten, besonders aber wirkte der Stickstoffgehalt dieser Asche mit 0,25%, wodurch eine Stickstoffdüngung von 0,75 g je Gefäß verabreicht wurde; in den reichlich mit Mineralstoff- also auch Stickstoffdüngung versehenen Gefäßen blieb infolgedessen die Wirkung der Flugasche aus. Daß der Jodgehalt der Asche an diesen Ertragssteigerungen nicht beteiligt war, zeigt uns außerdem der Parallelversuch mit dem reinen Jodkali, welches keine Mehrerträge hervorrief.

Tabelle 1.

Die Pflanzenenerträge bei Joddüngungsversuchen.  
Gefäßversuche 1924.

10 kg Hohenheimer Lehmboden (vierfache Wiederholung).

Mineraldüngung: 3 g N als Ammonsulfat, 2 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als Thomasmehl, 6 g Hallenser Mischung.

Differenzdüngung: 1,5 bzw. 6 kg Jod je Hektar in Form von KJ (76,46%) bzw. Flugasche (0,0083%).

Ernteertrag in Gramm Frischgewicht je Gefäß.

Düngung	1. Kar- toffeln	2. Rüben	3. Hafer
Ungedüngt ohne Jod	225 ± 11	51 ± 4,2	39 ± 1,1
" + große Menge KJ	215 ± 11	51 ± 3,4	41 ± 1,1
" + " " Jod- asche (6 kg J/ha)	342 ± 2,4	127 ± 7,6	112 ± 2,6
Volldüngung ohne Jod	766 ± 25	496 ± 10	286 ± 7,4
" + kleine Menge KJ	770 ± 37	452 ± 37	323 ± 4,6
" + " " Jod- asche (1,5 kg J/ha)	887 ± 21	450 ± 18	297 ± 5,6
" + große Menge KJ	752 ± 55	422 ± 35	306 ± 10
" + " " Jod- asche (6 kg J/ha)	872 ± 7,5	491 ± 21	253 ± 6,7

Feldversuche 1924.

Parzellengröße 7,5 qm (dreifache Wiederholung).

Mineraldüngung je Hektar: 40—80 kg N als Ammonsulfat, 40—80 kg K<sub>2</sub>O als 40proz. Kalisalz.

Differenzdüngung je Hektar: 1,5 kg J als KJ (76,3%) bzw. als Flugasche (0,008%).

Ertrag in Doppelzentner Frischgewicht je Hektar.

Düngung	1. Kar- toffeln	2. Rüben	3. Hafer	
			Korn	Stroh
Ungedüngt ohne Jod	156 ± 11	267 ± 21	28 ± 2,8	60 ± 4,4
" + KJ	157 ± 8,0	275 ± 8,3	25 ± 1,5	40 ± 9,2
" + Jodasche (1,5 kg J/ha)	170 ± 0,8	248 ± 28	22 ± 2,9	49 ± 4,5
Volldüngung ohne Jod	199 ± 5,9	337 ± 10	33 ± 2,5	70 ± 4,9
" + KJ	195 ± 11	349 ± 19	29 ± 4,3	64 ± 4,7
" + Jodasche (1,5 kg J/ha)	207 ± 6,3	303 ± 18	24 ± 2,9	55 ± 4,5

Gefäßversuche 1926. Ernteertrag in Gramm Frischgewicht je Gefäß.

Düngung	1. Bohnen		2. Zwiebeln		3. Luzerne	
	Bohnen	Blätter	Zwiebeln	Kraut	I. Schnitt	II. Schnitt
Ungedüngt ohne Jod	275,3	134,8 ± 0,9	54,7 ± 5,5	38,9 ± 1,4	33,3 ± 1,6	68,5 ± 1,0
" + große Menge KJ	259,0	133,3 ± 0,9	45,5 ± 3,5	45,0 ± 1,9	34,4 ± 1,8	61,6 ± 7,2
" + " " Jod- asche (6 kg J/ha)	261,7	232,6 ± 8,9	136,7 ± 20	141,6 ± 8,3	75,4 ± 1,5	116,0 ± 5,0
Volldüngung ohne Jod	495,2	325,4 ± 4,6	207,2 ± 15	285,4 ± 6,2	119,7 ± 1,8	129,7 ± 5,5
" + kleine Menge KJ	489,8	297,7 ± 0	231,0 ± 22	200,0 ± 21	114,8 ± 3,0	119,2 ± 2,1
" + " " Jod- asche (1,5 kg J/ha)	486,5	289,3 ± 7,2	195,2 ± 18	254,0 ± 31	111,7 ± 1,5	138,5 ± 8,0
" + große Menge KJ	509,2	300,8 ± 10	295,2 ± 22	200,4 ± 17	115,9 ± 3,3	119,6 ± 5,2
" + " " Jod- asche	473,5	310,5 ± 12	142,3 ± 14	304,3 ± 44	116,7 ± 4,0	133,3 ± 8,5

Feldversuche 1925.

Ertrag in Doppelzentner Frischgewicht je Hektar.

Düngung	1. Gelbe Rüben	2. Spinat	3. Salat
Ungedüngt ohne Jod	453 ± 21	83 ± 0,9	176
" + KJ	475 ± 47	84 ± 2,8	155
" + Jodasche (1,5 kg J/ha)	529 ± 36	84 ± 5,4	139
Volldüngung ohne Jod	595	117 ± 2,6	150
" + KJ	589 ± 24	118 ± 2,6	145
" + Jodasche (1,5 kg J/ha)	615 ± 15	143 ± 0,6	140

Feldversuche 1926.

Ertrag in Doppelzentner Frischgewicht je Hektar.

Düngung	1. Filderkraut	2. Gurken	3. Rotklee lufttrocken
Ungedüngt ohne Jod	539,0 ± 93	192,6	44,0 ± 2,1
" + KJ	590,7 ± 30	168,7	45,3 ± 1,3
" + Jodasche (0,5 kg J/ha)	651,5 ± 43	120,2	45,3 ± 0,8
Volldüngung ohne Jod	862,5 ± 28	218,1	40,7 ± 0,5
" + KJ	806,8 ± 4,3	177,2	41,3 ± 0,8
" + Jodasche (0,5 kg J/ha)	911,8 ± 66	141,3	45,3 ± 3,5

Die Tabelle zeigt, daß einzelne Pflanzen, wie z. B. die Gurken, vielleicht in geringem Grade auch die Bohnen, empfindlich gegen Jod zu sein scheinen. Die Gurken besonders weisen unter dem Einfluß der Joddüngung erhebliche Ertragsdepressionen auf, und gerade diese Pflanzen zeigen eine, wenn auch geringe, Steigerung des prozentischen Jodgehaltes, die mit einer Schädigung des Ertrages Hand in Hand gegangen ist. Die Unmöglichkeit, auch durch recht hohe Jodgaben, bis zu 6 kg je Hektar, Mehrerträge zu erzielen, lehrt uns zweierlei: erstens, daß die Jodmengen, die durch Chilesalpeter dem Boden zugeführt werden, unmöglich irgendwelche Ertragssteigerung hervorgerufen können, da die Jodzufuhr bei einer Düngung mit 100 kg Stickstoff je Hektar etwa 50 g Jod beträgt, also nur  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{100}$  der in unseren Versuchen angewandten Mengen ausmacht; zweitens zeigen die Versuche, daß eine Joddüngung, welche den Landwirten aus Gründen der allgemeinen Volkshygiene durch die Mediziner oder die Staatsverwaltung empfohlen würde, jeden privatwirtschaftlichen Anreizes entbehren müßte.

Wie steht es nun mit der Möglichkeit der Steigerung des Jodgehaltes der Pflanze durch Joddüngung? Auch hier kommen wir zu völlig negativen Ergebnissen. Die Analysenergebnisse einer bestimmten Kulturart mit und ohne Jod

zeigen freilich gewisse Schwankungen, die wahrscheinlich in erster Linie auf die Schwierigkeiten der Jodbestimmung zurückzuführen sind<sup>1)</sup>. Es wurde die Methode nach v. FELLEBERG angewandt, bei welcher die Hauptfehlermöglichkeiten in der Notwendigkeit liegen, verhältnismäßig große Mengen von Pflanzensubstanz (20—100 g Trockensubstanz) ohne Jodverluste zu veraschen. Auch im weiteren Verlauf der Analyse sind infolge der individuellen Beurteilung des Farbtons Abweichungen vom Absolutwert unvermeidbar. Betrachten wir unter diesen Gesichtspunkten die in der Tabelle zusammengestellten Analyseergebnisse, so sehen wir, daß bald die mit Jodasche, dann die mit Jodkalium und gelegentlich auch die ohne Joddüngung gewachsenen Pflanzen etwas höhere Jodbeträge aufweisen.

Tabelle 2.

Jodgehalt der Versuchspflanzen in  $\gamma$  (0,001 mg) J je Kilogramm Trockensubstanz.

Düngung	Zuckerrüben				Hafer	
	Feldversuch 1,5 kg J/ha		Gefäßversuch 6 kg J/ha		Feldversuch Korn	Gefäßversuch Korn
	Rüben	Kraut	Rüben	Kraut		
Ungedüngt ohne Jod	7	30	50	300	30	115
„ + KJ	4	25	70	100	25	144
„ + Jodasche	4	25	40	150	25	100
Volldüngung ohne Jod	9	20	100	550	20	120
„ + KJ	20	24	200	150	24	185
„ + Jodasche	6	22	150	175	22	150

Düngung	Kartoffeln		Bohnen grün Gefäßversuch	Klee	Möhren
	Feldversuch	Gefäßversuch			
Ungedüngt ohne Jod	17,5	—	60	60	15
„ + KJ	18	—	60	150	9
„ + Jodasche	7	—	106	70	20
Volldüngung ohne Jod	15	53	45	60	3
„ + KJ	15	34	96	55	15
„ + Jodasche	15	52	99	60	2

Düngung	Zwiebeln Gefäßversuch		Filderkraut frisch	Gurken	Spinat	Salat
	Zwiebeln	Kraut				
Ungedüngt ohne Jod	12	4	135	63	800	1000
„ + KJ	19	19	90	66	960	1025
„ + Jodasche	25	78	98	162	1480	1400
Volldüngung ohne Jod	18	22	115	44	320	300
„ + KJ	18	43	77	113	800	625
„ + Jodasche	18	18	110	83	1600	625

Die Analyseergebnisse zeigen trotz aller Schwankungen zwei Dinge mit absoluter Deutlichkeit: erstens, daß der Jodgehalt einer bestimmten Kulturart durch eine Joddüngung nicht wesentlich verändert werden kann, sondern sich innerhalb bestimmter Grenzen bewegt, daß jedoch die Unterschiede im Jodgehalt der einzelnen Kulturarten sehr große sind. Die Ergebnisse unserer Analysen stehen denjenigen von FELLE-

BERG und HILTNER (5) mit einigen Ausnahmen nahe. Sehr niedrig erscheinen im Vergleich zu unseren Befunden die Angaben von FELLEBERG in bezug auf den Salat mit 18—27  $\gamma$ , bei ihm wahrscheinlich auf die frische Substanz berechnet; doch würde auch eine Umrechnung auf die Trockensubstanz erheblich hinter unseren Zahlen zurückbleiben. Der Anschauung v. FELLEBERGS, daß die Unterschiede im Jodgehalt einer unter verschiedenen Bedingungen gewachsenen Kulturart erhebliche sind, können wir auch nach Betrachtung seiner Zahlen nicht zustimmen. Die Analysenschwankungen, die man bei Parallelbestimmungen erhält, sind oft so groß, daß die Schlußfolgerungen, die v. SCHEURLEN (6) auf Grund seiner Analysen unseres Versuchsmaterials zieht, uns gleichfalls nicht gesichert erscheinen. In einzelnen Fällen, wo durch eine Joddüngung keinerlei Erhöhung des Jodgehaltes zu bemerken war, spricht v. SCHEURLEN (6) die Vermutung aus, daß die Trocknung und teilweise Schimmelbildung den Jodgehalt vermindert haben könnte. Mir erscheint auf Grund der FELLEBERGSCHEN Beobachtungen (l. c. S. 190) diese Vermutung unwahrscheinlich, da v. FELLEBERG die Tatsache des größeren Jodreichtums der Böden im Vergleich zu den Gesteinen, aus denen sie hervorgegangen sind, gerade darin sucht, daß das Jod vom Humus aufgenommen und zurückgehalten wird und bei seinen Untersuchungen über Jodverluste aus dem Boden konnte er beobachten, daß bei Gegenwart von Bakterien und Schimmelpilzen die Jodentwicklung schwächer wird oder ganz ausbleibt, da das freiwerdende Jod durch die Mikroorganismen sofort gebunden wird. Eine allmähliche Verarmung der Kulturböden an Jod ist aus diesem Grunde auch nicht zu befürchten.

Bekanntlich ist im allgemeinen der Jodgehalt in den Blätter- und Stengelanteilen höher als in den Samen, Knollen und Wurzeln, was wir bei den Untersuchungen von Kartoffeln- und Rübenkraut, sowie Haferstroh beobachten konnten. Auch dieser Umstand charakterisiert das Jod als einen nicht lebenswichtigen Bestandteil, der nicht dorthin geführt wird, wo Reservestoffe abgelagert werden, sondern im Zellsaft gelöst bleibt, wie dies bei der Aufnahme überflüssiger Salzmengen, z. B. bei den Halophyten und Meerespflanzen, der Fall zu sein pflegt. Verhältnismäßig arm an Jod sind die Zerealien, deren Jodgehalt im Korn sich um etwa 20  $\gamma$  herum bewegt; dagegen enthalten Spinat und Salat mit 1000—2000  $\gamma$  etwa das Hundertfache dieser Beträge. Hier ist also die Möglichkeit gegeben, eine Jodzufuhr durch die Kost zu bewirken, nicht aber durch einen unrationellen Verbrauch teurer Jodverbindungen in Form von Düngung zu Pflanzen, welche an sich keine Jodspeicherer sind, während dieselbe Jodmenge unmittelbar oder vielleicht durch die Milch in den menschlichen Organismus gebracht, ohne derartige Verluste zur Verwertung gelangt. Joddüngungen zu Mais, wie sie STROBEL und SCHARRER anwandten, wobei sie ihren Angaben zufolge eine Erhöhung von etwa 4 auf 7  $\gamma$

<sup>1)</sup> Die Analysen wurden teils im Laboratorium der Bad. Anilin-Sodafabrik, Ludwigshafen, teils im Medizinischen Landesuntersuchungsamt in Stuttgart durchgeführt.

Heft 3.  
21. I. 1927]

erzielten, erscheinen demgegenüber völlig aussichtslos.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Versuche noch einmal zusammen, so sehen wir, daß durch eine Joddüngung auch in Gaben, die den natürlichen Jodgehalt des Chilesalpeters weit übersteigen, keine Ertragssteigerungen hervorgerufen sind, daß eine Erhöhung des Jodgehaltes der Pflanzen durch Joddüngung auf einem Boden, wo der Kropf endemisch auftritt in nennenswerter Weise nicht zu erzielen ist, und daß deshalb eine Heilzwecke verfolgende Zuführung von Jod in physiologisch veredelter Form durch Auswahl ge-

eigneter Nahrungsmittel (Salat, Spinat, Lebertran) erfolgen sollte, die von Natur an sich jodreich sind.

#### Literatur:

1. STOKLASA, Dtsch. landw. Presse 1924, Nr. 10.
2. SCHRÖDER, Angew. Botanik 7, 9. 1925.
3. Diskussionsaussprache auf der Sitzung am 24. Sept. 1926 in Düsseldorf.
4. FELLEBERG, Biochem. Zeitschr. 139, 371; 142, 246, 152, 116; 160, 210.
5. HILTNER, Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 3, H. 11. 1926.
6. v. SCHEURLEN, Reichsgesundheitsblatt 1926, Nr. 13.

### Zuschriften.

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

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

#### Optische Dissoziation heteropolarer Moleküle.

Über die optische Anregung von Salzdämpfen ist bisher so gut, wie nichts bekannt. Indessen ist eine solche Untersuchung für die Ausbildung unserer Vorstellungen über die Vorgänge in Molekülen von großer Wichtigkeit. Deshalb habe ich ein möglichst systematisches Studium dieses Gebietes, soweit es der Methode der optischen Anregung zugänglich ist, unternommen. Eine vorläufige Mitteilung wurde in der Zeitschr. f. Phys. 37, 120. 1926, veröffentlicht; hier mag über die weitere Entwicklung der Arbeit kurz berichtet werden.

Die erste Erscheinung, welche auf diesem Gebiet von mir beobachtet wurde, war die Emission der D-Linien bei Bestrahlung von verdünntem NaJ-Dampf mit Linien, welche kurzwelliger als etwa 2450 Å sind. Diese Erscheinung wurde in der erwähnten Mitteilung, als durch Lichtabsorption hervorgerufenen Zerfall des NaJ-Moleküls in 2 Atome, von welchen das Na-Atom in einen angeregten Zustand versetzt wird, gedeutet. Diese Ansicht wird durch thermochemische Daten ziemlich gut gestützt, wurde aber von mir mit Vorbehalt gegeben, da bei weiteren Versuchen sich ein Umstand, durch welchen diese Erklärung modifiziert werden könnte, erwiesen hat. Es zeigte sich nämlich, daß neben NaJ-Dampf auch freier Na-Dampf, welcher sich aus dem erhitzten Salz ausscheidet, vorhanden war. Dieses konnte sehr leicht und überzeugend durch Bestrahlung mit den D-Linien eines gekühlten Na-Vakuumbogens nachgewiesen werden: man beobachtet dabei eine kräftige Remission der D-Linien. Die Nähe der Grenze der Erregung mit der Seriegrenze des Na machte es deshalb nicht ausgeschlossen, daß auch eine optische Ionisation des (sehr reinen) Na-Dampfes mit nachfolgender Emission der D-Linien stattfindet. Eine endgültige Entscheidung wurde nun getroffen durch die genaue Festlegung der Erregungsbedingungen des zweiten Gliedes der Hauptserie des Na ( $\lambda$  3303): es ließ sich in sehr überzeugender Weise zeigen, daß die Linie 3303 nur bei Bestrahlung mit dem Al-Dublett 1854-62 auftritt. Da nur diese Linien einen Energiebetrag liefern, welcher zur Dissoziation des Moleküls und gleichzeitiger Anregung des Atoms in den 3P-Zustand genügt, so wird dadurch die Tatsache der optischen Dissoziation mit Sicherheit nachgewiesen.

Bemerkenswerterweise werden bei der Anregung mit 1854-62 die D-Linien nicht merklich emittiert.

Nw. 1927

Dieselbe Erscheinung wurde von mir auch im TIJ-Dampf beobachtet: bei Bestrahlung mit Licht, welches kurzwelliger, als  $2080 \pm 20$  Å ist, wird eine Emission der TI-Linie 3776 (und auch 5351) beobachtet, welche zeigt, daß das TI-Atom das TIJ-Molekül im angeregten Zustande 2S verläßt. Wenn man aus dem absorbierten Energiebetrag von  $136 \pm 1$  Cal. pro Mol. (= 2080 Å), die Anregungsenergie der Linie 3776, von 75 Cal., abzieht, so bekommt man für die Dissoziationswärme des TIJ-Moleküls beim Zerfall in zwei normale Atome  $61 \pm 1$  Cal. pro Mol. mit einer Genauigkeit, welche diejenige der thermochemischen Angaben weit übertrifft. So erhalten wir eine optische Methode zur Bestimmung dieser chemischen Konstante. Diese Methode ist selbstverständlich nicht allgemein zu verwenden. In Formeln gefaßt, bekommen wir:

$$\begin{aligned} MX + h\nu_{\text{abs}} &= M^* + X \\ M^* &= M + h\nu_{\text{em}} \\ \frac{MX + (h\nu_{\text{abs}} - h\nu_{\text{em}})}{D} &= M + X = \frac{MX + D}{D} \\ D &= h\nu_{\text{abs}} - h\nu_{\text{em}}, \end{aligned}$$

wo M, X = Metall- und Halogen-Atom, M\* = das Metallatom im angeregten Zustande,  $\nu_{\text{abs}}$ ,  $\nu_{\text{em}}$  = die Frequenzen der Grenze der Absorption bzw. der emittierten Atomlinie, D = die Dissoziationswärme, bedeuten.

Die optische Anregung von dreiatomigen Molekülen, wie z. B. HgCl<sub>2</sub>, HgBr<sub>2</sub>, HgJ<sub>2</sub>, CdJ<sub>2</sub> spielt sich komplizierter ab: man bekommt hier ein eigentümliches *Banden*-Spektrum, über welches wird nächstens in der Zeitschr. f. Phys. berichtet.

Leningrad, Optisches Institut, den 3. Dezember 1926. A. TERENIN.

#### Zur Einwirkung von konzentrierter Salzsäure auf Zuckerarten.

Vor einiger Zeit erschien eine interessante *Zuschrift* von Herrn H. PRINGSHEIM: Über eine stabile  $\gamma$ -Glucose<sup>1)</sup>. Der genannte Forscher hat beobachtet, daß sich Lävoglucosan mit kalter konzentrierter Salzsäure zu einer stark drehenden „ $\gamma$ “-Form der Glucose aufspalten läßt ( $[\alpha]_D = 105-7^\circ$ ). Im Zusammenhange mit dieser Entdeckung darf ich vielleicht auf eine Ar-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. 14, 198. 1926; vgl. Ber. d. dtsch. chem. Ges. 59, 1135, 2241. 1926.

beit hinweisen<sup>1)</sup>, nach der kalte, rauchende Salzsäure allgemein eine unaufgeklärte Umformung des Monosemoleküls bewirkt, die mit einer gewaltigen Steigerung des Drehvermögens verbunden ist. So beträgt für Traubenzucker, in 46,7 proz. Säure:  $[\alpha]_D^{-12} = 202^\circ$ . Der Übergang der Aldosen in den hochaktiven Zustand verläuft nicht mit unendlicher Geschwindigkeit. Es ließ sich nämlich bei  $0^\circ$  ein Anwachsen des Drehungswinkels beobachten, bis zu einer konstanten Enddrehung, deren Höhe von der HCl-Konzentration abhängt. Der Vorgang ist reversibel, indem nach Abstumpfen der Säure die ursprüngliche Drehung zum Vorschein kommt. Die präparative Auswertung der polarimetrischen Messungen soll, wie in Aussicht gestellt, versucht werden. Aber schon heute dürfte die Feststellung nicht ohne Interesse sein, daß kalte rauchende Salzsäure sowohl auf Lävoglucosan wie auf

<sup>1)</sup> J. ZECHMEISTER, Zeitschr. f. physikal. Chem. 103, 316—36, 1923. Vgl. für Glucose: R. WILLSTÄTTER und der Verfasser, Ber. d. dtsh. chem. Ges. 46, 2401. 1913.

einfache Zuckerarten derart einwirkt, daß Gebilde von unerwartet hoher Aktivität entstehen.

Univ. Pécs (Ungarn), den 18. Dezember 1926.

L. ZECHMEISTER.

### Zur Theorie des Photoeffekts.

Aus der SCHRÖDINGERSchen Wellengleichung läßt sich, durch Betrachtung der Wirkung einer elektromagnetischen Welle auf ein Atom, eine Theorie des lichtelektrischen Effektes entwickeln. Es ergibt sich die bekannte EINSTEINSche Gleichung und die bisher nicht aus einem allgemeinen Gesichtspunkt herleitbare räumliche Verteilung der austretenden Photoelektronen, in Übereinstimmung mit den experimentellen Befunden von BUBB und BOTHE. Ferner läßt sich aus den genannten Ansätzen die quantenmechanische Deutung der WIENERSchen Versuche geben. Die ausführliche Mitteilung hierüber erscheint demnächst in der Zeitschr. f. Physik,

Wien, III. Physikalisches Institut der Universität, den 18. Dezember 1926. G. BECK.

## Besprechungen.

**Nomenclator animalium generum et subgenerum.** Im Auftrage der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin herausgegeben von F. E. SCHULZE † und W. KÜKENTHAL †, fortgesetzt von K. HEIDER; Schriftleiter TH. KUHLGATZ. Berlin: Im Verlage der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1926. Preis pro Lieferung RM 20.—.

Die Entstehungsgeschichte des Werkes, von dem jetzt 4 Lieferungen vorliegen, und durch dessen Herausgabe die Preußische Akademie der Wissenschaften sich ein neues großes Verdienst um die gesamte Zoologie und Paläontologie in allen ihren Zweigen erwirbt, ist für den modernen wissenschaftlichen Betrieb und seine Bedürfnisse so bezeichnend, daß ich es mir wohl erlauben darf, etwas näher auf sie einzugehen.

Auf ihrer zweiten Jahresversammlung im Jahre 1892 beschloß die Deutsche Zoologische Gesellschaft eine „Bearbeitung der Species Animalium recentium“ zu unternehmen, welche in systematischer Ordnung eine Aufzählung sämtlicher jetzt lebenden und in geschichtlicher Zeit ausgestorbenen wissenschaftlich beschriebenen Tierarten mit kurzen Diagnosen, den wichtigsten Synonymen und Literaturangaben enthalten sollte. Wenn man bedenkt, wie schon vor 24 Jahren die Zahl der bekannten Tierarten auf mehr als 400 000 geschätzt werden konnte und bei dem auf allen Gebieten zoologischer Systematik herrschenden Hochbetrieb so schnell wächst, daß, wie damals ein Redner launig bemerkte, während der Erörterung des Planes „vielleicht schon wieder 50—100 neue Spezies in die Welt gesetzt“ wurden, wenn man ferner im Auge behält, welche Mühe allein die Auffindung des jeweiligen Namens nach den strengen Nomenklaturgesetzen gültigen Namens jeder Tierart und der wichtigsten Literaturhinweise machen mußte, so kann man es wohl verstehen, daß bei der Gründung des gewaltigen Unternehmens mancher erfahrene Systematiker an seiner Ausführung zweifelte. Und die Ausführung ist doch geglückt, und das Werk, das den Titel „Tierreich“ erhielt, hat seit langem zu erscheinen begonnen und schreitet rüstig weiter. Allerdings erwies sich sein Gewicht bald als zu schwer für die schwachen Schultern der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Da sprang die Preußische Akademie der Wissenschaften in die Bresche, übernahm die Fürsorge für die Fortsetzung des Werkes und ernannte zu diesem Zwecke eine Kom-

mission unter dem Vorsitz von F. E. SCHULZE, der schon von Anfang an die Arbeiten für das „Tierreich“ geleitet hatte und für solche Aufgaben ja eine ganz besondere Begabung besaß.

Bei der Bearbeitung der einzelnen Gruppen zeigte sich nun bald, daß es oft sehr schwierig ist, den richtigen und gültigen Namen für ein Genus ausfindig zu machen. Um in Zukunft den Mitarbeitern am „Tierreich“ diese Arbeit abzunehmen, beschloß die Akademie daher auf Anregung von F. E. SCHULZE, ein für das ganze Tierreich gültiges Namensverzeichnis der Gattungen und Untergattungen herauszugeben.

So ist der „Nomenclator“ aus dem „Tierreich“ hervorgegangen. Die Vorarbeiten für ihn wurden anfangs im Rahmen des älteren Unternehmens hauptsächlich von F. VON MAERENTHAL geleitet. Später wurden beide Werke getrennt, und die Akademie errichtete im Jahre 1913 eine besondere Nomenclator-Kommission mit eigenem Bureau. Als Schriftleiter des „Nomenclators“ ist seit dieser Zeit TH. KUHLGATZ tätig.

Der „Nomenclator“ enthält ein Verzeichnis sämtlicher seit dem 1. Januar 1758 (dem Jahre des Erscheinens der von der internationalen Nomenklaturkommission als maßgebend anerkannten 10. Auflage von LINNÉs Systema Naturae) bis zum 31. Dezember 1922 aufgestellten Namen von Gattungen und Untergattungen der rezenten und fossilen Tiere mit Angabe des Autors und der Druckschrift, in welcher der betreffende Name aufgestellt wurde, sowie der höheren systematischen Gruppe, zu welcher die betreffende Gattung oder Untergattung gerechnet wird. Läßt er sich an Umfang auch nicht mit dem auf 100 Bände berechneten „Tierreich“ vergleichen, so steckt doch auch in den 5 großen Bänden, die er umfassen soll, ein sehr ansehnliches Stück Arbeit. Denn die Zahl der Tiergattungen ist seit den Tagen LINNÉs, der in seinem „Systema Naturae“ deren nur 312 aufführt, ständig gewachsen und wächst in den letzten Jahrzehnten durch eine das Maß des Notwendigen oft überschreitende Akribie der Systematiker und die infolge dieser immer fortschreitende Unterteilung der alten Gattungen in einer geradezu besorgniserregenden Weise. Zur Zeit beträgt die Zahl der Gattungen und Untergattungen weit über 200 000, und jährlich werden etwa 3000 neue aufgestellt. Erinnern wir uns, daß die Zahl der bekannten Tierarten

etwa eine halbe Million beträgt, so ergibt sich, daß auf jedes Subgenus durchschnittlich nicht viel mehr als 2 Spezies kommen, wodurch der Wert des Gattungsbegriffes fast illusorisch wird. Herausgeber und Bearbeiter des „Nomenclators“ können hieran nichts ändern. Ihre Tätigkeit ist ja keine reformatorische, sondern eine einfach registrierende.

Sollte das Werk seinen Zweck möglichst vollkommen erfüllen, so mußten natürlich für die einzelnen Tiergruppen die besten Spezialisten gewonnen werden. Diese waren selbstverständlich nicht immer in Deutschland zu finden. Vielmehr mußten auch nicht wenige ausländische Zoologen und Paläontologen herangezogen werden.

Die anfangs für das Werk berufenen 118 Mitarbeiter verteilen sich auf die einzelnen Länder, wie folgt: Deutschland 71, Österreich (im alten Umfange) 12, Holland 3, Schweiz 3, Norwegen 3, Schweden 2, Finnland 1, Dänemark 2, England 7, Belgien 1, Frankreich 5, Vereinigte Staaten von Nordamerika 7. Während des Weltkrieges waren die Verbindungen der Herausgeber mit mehreren Mitarbeitern natürlich unterbrochen. Doch hatte die Arbeit dieser nicht geruht, und es gelang nach Friedensschluß ihre Beiträge hereinzubekommen, so daß der „Nomenclator“ ein schönes Beispiel der allen Kriegsstürmen trotzensen Solidarität der Gelehrtenrepublik darstellt.

Auch beträchtliche Geldmittel flossen der Nomenclator-Kommission aus dem Auslande zu. Ihr finanzielles Rückgrat bildeten allerdings die Zuwendungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften, welche die Herausgabe des Werkes übernommen hatte, des Preußischen Kultusministeriums, das sein von jeher allen wissenschaftlichen Unternehmungen bezeugtes Wohlwollen auch dem „Nomenclator“ zuwandte, und der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Sonstige Zuschüsse kamen von den folgenden Gesellschaften und Gönnern: Gesellschaft Naturforschender Freunde, Berlin; Linnean Society of London; British Association for the Advancement of Science; National Academy of Sciences, Washington; Prof. LUDWIG DARMSTÄDTER, Berlin; Prof. RICHARD BIEDERMANN-IMHOF, Eutin; Dr. FRANZ POCHÉ, Wien; Dr. L. JOHANSSON, Göteborg; Direktor H. NORLANDER, Stockholm; Rev. T. R. R. STEBBING, Tunbridge Wells; R. ATKIN, Eastbourne; Prof. Dr. L. DOLLO, Brüssel; Prof. Dr. M. DE SELYS-LONGCHAMPS, Brüssel; Dr. VAN STRAATEN, Brüssel; Dr. GILTAY, Brüssel.

Außerdem von 3 ungenannt bleiben wollenden Spendern, je einem in Berlin, Stockholm und England. Auch hier verdient hervorgehoben zu werden, daß ein Teil der Zuschüsse der Nachkriegszeit aus ehemals feindlichen Ländern kam.

Dank der unerschütterlichen Tatkraft der Herausgeber und dem selbstlosen Eifer der Mitarbeiter ist das große Werk trotz aller Schwierigkeiten und aller Ungunst der Zeitläufte zu Ende geführt worden. Das Manuskript war im Januar 1926 druckfertig, und die einzelnen Lieferungen sollen in schneller Folge erscheinen, so daß alle 5 Bände in Bälde vorliegen werden. Es ist nun an den Interessenten, dafür zu sorgen, daß die großen Opfer nicht vergebens waren, und das Gedeihen des Werkes durch fleißiges Subskribieren unterstützt wird.

Es gab bereits drei ältere Nomenclatoren von L. AGASSIZ (1846), S. S. SCUDDER (1873) und A. VON MARSHALL (1882). Was aber den neuen von seinen Vorgängern unterscheidet, sind zwei wesentliche Fortschritte. Bei allen aufgenommenen Namen von Gattungen und Untergattungen ist, soweit es sich irgend

erreichen ließ, das Literaturzitat der ältesten einschlägigen Veröffentlichung angegeben, so daß der Benutzer des „Nomenclators“ jedesmal direkt auf den Autor geleitet wird, der eine Gattung oder Untergattung zuerst beschrieben resp. benannt hat, ihm also die Mühe des Suchens in andren oft schwer zugänglichen Nachschlagewerken erspart bleibt. Während ferner die älteren Nomenclatoren die systematische Stellung des jedem Namen zugrunde liegenden Gattungsbegriffes genau so bezeichnen, wie der erste Autor, wird in dem neuen die Bezeichnung der höheren Gruppen, zu der die Gattung oder Untergattung gehört, nach dem modernen wissenschaftlichen Standpunkt gegeben, sind doch die ersten Angaben nicht selten fehlerhaft oder veraltet und für nicht speziell eingeweihte Zoologen irreführend. Überhaupt ist der „Nomenclator“ in jeder Hinsicht dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft angepaßt, nur sind hypermoderne oder noch nicht hinreichend eingebürgerte Termini vermieden. Mit Recht haben es Herausgeber und Mitarbeiter nicht für ihre Pflicht gehalten, auf alle Spitzfindigkeiten der Nomenclaturfanatiker einzugehen. Vielmehr ließen sie sich von der Einsicht leiten, daß Nomenclatur nie Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck der Forschung sein kann. Auf die Namen der fossilen Genera und Subgenera ist nach Möglichkeit das gleiche Gewicht gelegt worden wie auf die der rezenten, wie denn auch der Plan des Werkes bei den deutschen Paläontologen freudigen Widerhall, und seine Ausführung wärmste Unterstützung fand.

Mit Umsicht und nach gesunden Grundsätzen bearbeitet wird der „Nomenclator animalium generum et subgenerum“, daran ist ein Zweifel nicht möglich, bald zu einem unentbehrlichen Handwerksgerät nicht nur für die Systematiker, sondern für alle werden, die sich mit zoologischen und paläontologischen Forschungen im weitesten Sinne befassen. Denn auch der Tiergeograph, der Anatom, Embryologe oder Histologe, ja selbst der Physiologe entgeht nicht der Notwendigkeit, das Objekt seiner Forschung in solcher Weise namhaft zu machen, daß zweifelsfreie Identifizierung innerhalb des LINNÉschen Systems möglich ist. Und was früher zeitraubendes Suchen in mehreren, zum Teil schwer zugänglichen Nachschlagewerken erforderte, kann jetzt mit Hilfe des „Nomenclators“ im Handumdrehen geleistet werden.

Es ist selbstverständlich, daß das bedeutende Werk bald in keinem zoologischen oder paläontologischen Museum der Welt und keiner biologischen Station fehlen wird, aber auch die zoologischen, anatomischen und physiologischen Institute sollten die einmalige größere Ausgabe nicht scheuen, die sich durch reichliche Zeitersparnis bald bezahlt machen wird.

J. GROSS, Neapel.

HERING, MARTIN, *Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven*. (A. d. Sammlung: *Zoologische Bausteine*. Ausschnitte aus dem Gesamtgebiet der Zoologie. Herausgegeben von PAUL SCHULZE, Rostock. Band I, H. 2.) Berlin: Gebr. Borntraeger 1926. VI, 256 S., 67 Abb., eine photogr. und eine Farbendrucktafel. Preis geh. RM 18.—.

Das Studium der blattminierenden Insekten bietet eine Fülle von biologischen und physiologischen Einzelheiten. Es ist zwar betrieben worden, aber leider nicht nach leitenden Gesichtspunkten. Eine Unmenge von Beobachtungen sind in den verschiedensten Zeitschriften, schwer auffindbar, zerstreut. HERING hat sich der großen Mühe unterzogen, das Wichtigste, was es auf diesem Gebiete gibt, zusammenzustellen und zu ordnen. So erst ist es möglich, einen Überblick zu

bekommen über den Stand unserer Kenntnisse. Mit dem Erscheinen der HERINGSchen Arbeit ist es in Zukunft möglich, alle Fragen betreffend die blattminierenden Insekten planmäßig in Angriff zu nehmen, da über alle einschlägigen Fragen Richtlinien gegeben sind. Es sind in den einzelnen Abschnitten folgende Dinge behandelt: Definition und Morphologie der Mine. Verf. gibt folgende Begriffsbestimmung: „Minen sind von Insektenlarven erzeugte Fraßgänge im Innern von Parenchymgeweben der Pflanzen, bei denen die Epidermis oder wenigstens deren Cuticula unverletzt bleibt und so den Minenhohlraum nach außen abschließt.“ Von der Begriffsbestimmung kommt Verf. auf die Morphologie zu sprechen, und an der Hand von sehr anschaulichen Bildern werden die verschiedenen Typen von Minen (Hyponom) erläutert. In einem 2. Abschnitt wird über Blattminen und Minen an anderen Pflanzenteilen gesprochen. Der 3. Abschnitt behandelt stationäre und temporäre Minierer, und im 4. Abschnitt wird die systematische Zugehörigkeit der Minenerzeuger besprochen. Nach den bisherigen Kenntnissen kommen als Minierer in Frage Vertreter von Hymenopteren, Coleopteren, Lepidopteren und Dipteren. Die letzten beiden Gruppen stellen die meisten Vertreter. Sind die 4 ersten Abschnitte mehr einleitender und allgemeiner Natur, so sind die nächstfolgenden mehr ökologischen und physiologischen Inhaltes. Es kommen in den folgenden Abschnitten zur Besprechung: die Eiablage bei minierenden Insekten, der Verlauf der Mine, die Larven und ihre Miniertätigkeit, die Zeitdauer des Minierens und der Wechsel der Mine, Verwandlung der minierenden Larve zum Vollkerf, Ernährungsphysiologie der Minierer. Besonders interessant sind die ernährungsphysiologischen Tatsachen und die Anpassungserscheinungen, welche die Minenlarven zeigen. HERING schildert an Hand einer Reihe von gut ausgewählten Beispielen die mannigfachen Umbildungen, welche die Kopfkapsel von minierenden Larven gegenüber von freilebenden Larven verwandter Arten aufweist.

Die weiteren Abschnitte behandeln Verfabrungen bei den Minen unter Beifügung einer Farbdrucktafel sowie das Leben der unter Wasser, d. h. an Wasserpflanzen lebenden Minierer. Über die Feinde der Minierer und über Inquilinen und über Symbioseerscheinungen ist ein weiterer Abschnitt vorhanden. Besonders interessante Einzelheiten enthalten die Darstellungen über Schaden und Nutzen der Minierer sowie über Mine und Galle. HERING weist darauf hin, daß Minen als primitivste Form von Gallen zu betrachten sind, besonders in den Fällen, wo die Pflanze auf die Minier-

tätigkeit hin Callusgewebe im Blatt ausbildet. Mine und Galle sind in gewisser Hinsicht, wie HERING hervorhebt, verwandte Gebilde. Das Buch wird durch einen Abschnitt geschlossen, der sich mit der geographischen Verbreitung sowie mit der Zucht und Bestimmung von Mineninsekten befaßt. Bei den vielen Hunderten von Einzelheiten kann in dieser Besprechung nur der gesamte Inhalt gekennzeichnet werden. Jedenfalls ist dem Verf. sehr zu danken, daß er dem weiteren Studium von Minen die Wege geebnet hat durch Zusammenstellung des bisher Bekanntesten auf diesem Gebiete. Ein über 20 Seiten starkes Verzeichnis der einschlägigen Literatur ist beigelegt. Das Buch ist in eine Sammlung „Zoologische Bausteine“ eingereiht, und es stellt tatsächlich einen Baustein dar, der auf beste verwendbar sein wird, beim Bau einer „allgemeinen Insektenbiologie.“

ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

PRZIBRAM, HANS, **Tierpfropfung**. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn 1926. VIII, 303 S. und 163 Abbild. 14 × 22 cm. Preis geh. RM 17.50, geb. RM 19.50.

Das Buch gibt eine gedrängte Übersicht über die Transplantation an Tieren. Scharfe Bestimmung der verwendeten Bezeichnungen leitet den speziellen Teil ein, der die Verpflanzungsversuche — geordnet nach den Körperteilen, die als „Propfreis“ dienen — in der Folge der aufsteigenden Tierreihe behandelt. Die wichtigsten Arbeiten sind dabei so weit angeführt und kritisch besprochen, daß der Fachforscher ebensowohl im einzelnen in Problem und Literatur sich hineinfinden wird, wie der Außenstehende einen Überblick über bisherige Leistung und künftige Wege eines Wissenschaftsgebietes gewinnen kann, das allein schon wegen der — vom Verfasser nicht behandelten — möglichen Verwertung für Therapie am Menschen allgemeines Interesse verdient. Trotz der Fülle von Tatsachen, deren Kenntnis das Buch zusammenfassend ermittelt, gibt es mit seiner Berührung eigentlich aller Probleme der Biologie mehr Anregung als Belehrung. Ein Schlußkapitel kann immerhin außer allgemeinen Operationsregeln feststellen, daß das Ppropfreis so gut wie ausnahmslos seinen Art- und Rassecharakter bewahrt, daß aber seine Formbildungsfähigkeit je nach dem Verpflanzungsalter entweder von der neuen Umgebung in die endgültige Bahn gelenkt wird oder daß sie sich (in späterem Alter immer) entsprechend der normalen Entwicklung des Ppropfstückes auswirkt. Wenn darüber hinaus nur wenig wirklich allgemein Biologisches sich ergibt, so liegt das an der Jugend des Gebietes, an der Vielfältigkeit seiner Objekte und an der Objektivität des Verfassers. ROBERT WETZEL, Würzburg.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 16. Oktober 1926 würdigte Dr. O. LUTZ, Leipzig, die Antilleninseln Cuba und Jamaica als Beispiele spanischer und angelsächsisch-amerikanischer Kolonisation. Beide Inseln sind ausgesprochene Kolonialländer. Jamaica ist stets ein geopolitischer Kraftpunkt ersten Ranges gewesen, und es bildet heute ein Glied in der, von den Bahamainseln ausgehenden und nach Britisch-Honduras hinziehenden Kraftlinie, mit der England den amerikanischen Ring um den Panamakanal durchstoßen hat. Die amerikanische Diplomatie bemüht sich daher seit Jahren, in den Besitz Jamaicas zu kommen.

In Cuba ist mit dem spanisch-amerikanischen Kriege von 1898 das veraltete, auf Machtpolitik ausgehende Kolonialsystem der Spanier zusammen-

gebrochen und durch das, auf friedliche Durchdringung eingestellte amerikanische Kolonialsystem ersetzt worden. Die strategische Schlüsselstellung Cubas im amerikanischen Mittelmeer wurde von den Spaniern schon früh erkannt, wie u. a. auch daraus hervorgeht, daß CORTEZ von dort die Eroberung Mexicos ins Werk setzte. Zu KOLUMBUS' Zeiten wohnten in Cuba vier Rassestämme von Eingeborenen, die jedoch schon nach wenigen Jahrzehnten von den Spaniern fast ausgerottet waren. Die spanische Besiedelung erfolgte von Habana, Santiago und Cienfuegos aus, doch wurden nur Ritter, Soldaten und Mönche in das neue Land hingezogen, deren kolonisatorische Tätigkeit in grausamer Versklavung der Indianer und Aussaugung des Landes durch rücksichtslosen Raubbau bestand. 80 Millionen

Goldmark wirtschaftete man jährlich aus Cuba und den Nachbarländern heraus. Der gänzliche Mangel eines berufsmäßig durchgebildeten Erwerbsstandes eines verhängnisvolle wirtschaftliche Folgen. Der Hafen von Habana, in den heute täglich 10–15 Schiffe einlaufen, sah im ganzen Jahre nur 4 Fahrzeuge. Später versuchte man die Schäden wieder gutzumachen. Der Sklavenhandel führte zeitweilig  $\frac{1}{2}$  Million Neger nach Cuba, deren Fronarbeit den Zuckerrohrbau zur Blüte brachte. Aufstände der Schwarzen wurden blutig unterdrückt, aber nach der Französischen Revolution setzte eine neue Periode der Guerillakriege ein, welche durch die Befreiungskämpfe Bolivars gefördert wurden und denen erst die friedliche Durchdringung der Amerikaner ein Ende machte. Wenn auch Cuba heute nominell selbständig ist, so liegt sein Wirtschaftsleben doch völlig in den Händen des amerikanischen Börsenkapitals. Die Tabak- und Zuckerproduktion ist der amerikanischen Spekulation ausgeliefert, die z. B. 1922 eine plötzliche Preissenkung des Zuckers von 24 Cents auf 3 Cents herbeiführte. Es gibt außer einigen kanadischen nur amerikanische Banken im Lande, und die Freiheit ist nur nominell. Einen großen Verkehrsweg nach Cuba haben die Amerikaner mit ungeheuren Kosten erbaut, indem sie die Eisenbahnlinie über die Südspitze der Halbinsel Florida weit in das Meer hinaus verlängerten. Etwa 50 kleine Koralleninseln, die Florida Keys, dienen als Stützpunkt des Bahndammes, der bis zu 11 km breite Meeresarme überbrückt. Die letzte Station ist Key West, von wo aus ein Trajekt nach Habana übersetzt. Neben der Bahnlinie wird jetzt noch eine Autostraße gebaut. So zieht sich ein amerikanisches Bollwerk, das von Florida über Cuba, Haiti und Portorico bis zu dem früher dänischen St. Thomas reicht, vor dem Panamakanal hin.

Aber zwischen dieser empfindlichen Stelle des amerikanischen Imperiums und dem Schutzwall liegt als Pfahl im Fleische die alte britische Plantagenkolonie Jamaica, welche die Engländer im 17. Jahrhundert den Spaniern abgenommen haben. Auch hier bewährten die Briten ihren weltpolitischen Instinkt, indem sie die Insel zum Stützpunkt benutzten, von dem aus sie der spanischen Weltherrschaft ein Ende machten. Der Seeweg vom Mutterlande nach den silber- und goldreichen Ländern der Neuen Welt war die Achillesferse des spanischen Reiches. Diese Verbindung wurde nun durch englische Seeräuber, die berühmten Bukaniere und Flibustier, unterbrochen. Die spanischen Flotten mußten den schwierigen Weg um Kap Hoorn wählen und gingen in den dortigen stürmischen Meeresteilen meist verloren. Jamaica profitierte dann von dem britischen Kolonialsystem, dessen Wesen darin besteht, daß die Tochterländer von Anfang an in hohem Maße Selbstverwaltung üben können. Diese Selbständigkeit ist ein besserer Kitt als militärische Okkupation, denn aus den seelischen Ketten löst sich ein Land nicht so leicht wie aus dem machtpolitischen Besitz. Während die Spanier nach militärischen Gesichtspunkten kolonisierten und mit Zwangsmaßnahmen arbeiteten, wird von den Engländern das Spiel freier wirtschaftlicher und kapitalistischer Kräfte zugelassen.

Die Naturverhältnisse beider Inseln schilderte der Vortr. unter Vorführung von Lichtbildern. Die Bananenplantagenkultur mit einem System von Feldbahnen und militärischer Organisation der Arbeiter ist die Kultur ganz Mittelamerikas. Die United Fruit Company kontrolliert jede zum Versand gelangende Banane. Sie verkauft die Fruchttrauben, die bis zu 500 Einzelfrüchte tragen können und im Lande selbst 50 Cents kosten, für 5–6 Dollar und ist daher in der Lage, 25% Dividende zahlen zu können. Die Tätigkeit

der Gesellschaft ist aber sehr segensreich, weil sie die früheren Gelbfieber- und Malariagebiete durch Anbau der Bananenpflanzen, welche bis 10 m Höhe erreichen, in ertragreiches und gesundes Kulturland umgewandelt hat. Die drei klimatischen Höhenregionen der Tierra caliente, templada und fria gelangen auch in der Vegetation zum Ausdruck. In der regenreichen Niederung findet sich der tropische Urwald mit Lianen und Epiphyten. Der Mahagonibaum kommt in riesenhaften Exemplaren vor.

Cuba ist im wesentlichen ein in starker Hebung begriffenes Korallenland mit inselreichen, größtenteils verkehrsfeindlichen Küsten. Im südlichsten Teil erhebt sich die steile Sierra Maestra bis über 2500 m, im äußersten Westen die niedrigere Sierra de los Organos. Der ganze übrige Teil der Insel ist verhältnismäßig niedrig. Nach der Pflanzenwelt und dem Wirtschaftsleben kann man die Insel in fünf natürliche Provinzen teilen. 1. Die Kulturlandschaft des Ostens mit der Cordillere. Im Tiefland werden Bananen, Tabak und Zuckerrohr, in den Höhenlagen Kaffee angebaut. 2. Der Camagüey, eine öde, ungestaltliche Kalklandschaft, in der hauptsächlich Viehzucht getrieben wird. 3. Die Kulturlandschaft der Cinco Villas (5 Städte) mit endlosen Zuckerrohrfeldern. 4. Die Ebene von Colón, ebenfalls mit Zuckerrohranbau. 5. Die Kulturlandschaft des Westens (Occidente) mit den berühmten Vuelten, der Vuelta Arriba und der Vuelta Abajo. Letztere ist die Seele der cubanischen Tabakindustrie. Das wirtschaftliche Schicksal der Insel wird durch das von den Spaniern eingeführte Zuckerrohr bestimmt, dessen Kultur Zehntausende von Saisonarbeitern erfordert. Der Charakterbaum der Insel ist die glattstämmige Königspalme, deren einzelne Teile äußerst vielseitige Verwendung finden. Auch die Sisalagave, aus deren Fasern man grobe Gewebe fertigt, wird vielfach angebaut. Die Tabakpflanzungen, an denen namentlich die Vuelta Abajo reich ist, werden manchmal in weiter Ausdehnung mit weißem Tüll überdeckt, um schädliche Insekten und Witterungseinflüsse fernzuhalten. Der Tabakgenuß ist weit verbreitet; der Zigarrenkonsum erreicht die enorme Höhe von jährlich 2000 Stück pro Kopf. Das Deutschtum ist in Cuba nicht so bodenständig wie im festländischen Mittelamerika. Nur ein deutsches Handelshaus hat sich über den Krieg hinaus gehalten.

Am 6. November 1926 berichtete Professor Dr. K. KRAUSE, Berlin-Dahlem, unter Vorführung von Lichtbildern über die Ergebnisse seiner vier zu botanischen Studien unternommenen Reisen in Kleinasien und Armenien. In Kleinasien lassen sich drei scharf getrennte Gebiete unterscheiden. 1. Die Hochebene des Inneren, die von etwa 800 m Höhe im Westen ostwärts bis zu den kurdischen und armenischen Gebirgen ansteigt, im Norden und Süden durch steile Gebirge vom Meere getrennt ist und nur im Westen allmählich in niedriges, bergiges Vorland übergeht. 2. Die bis über 3000 m emporragenden Randgebirge des Nordens, an denen sich die Feuchtigkeit der vom Schwarzen Meere her wehenden Winde kondensiert, weshalb hier zu allen Jahreszeiten ausreichende Niederschläge fallen. 3. Der offene Westen und Südwesten mit den für das Mittelmeerklima typischen Winterregen und sommerlicher Dürre. Da die Gebirge in west-östlicher Richtung verlaufen, so können die regenbringenden Winde vom Mittelmeer her weit in das Innere eindringen, dessen Klima dementsprechend nach Osten hin an Trockenheit und Kontinentalität zunimmt. Während Smyrna an der Westküste noch ca. 650 mm jährliche Regenmenge hat, beträgt dieselbe in dem 800 m hoch gelegenen Eskischehir 270, in Angora 230, und in Konja 180 mm.

Diesen drei morphologischen Abteilungen entsprechen drei Hauptvegetationsgebiete. Im trockenen Innern überwiegt armselige und dürftige Steppe, die nach Osten allmählich in die Halbwüsten des armenisch-iranischen Hochlandes übergeht. Der Norden hat in seiner ganzen Längserstreckung vom Bosphorus bis zum Kaukasus eine üppige Waldvegetation, welche nach Osten immer dichter wird und stellenweise geradezu Urwaldcharakter besitzt.

Im Westen herrscht die, für das Mittelmeergebiet charakteristische Strauchhalde der Macchien, wenige Meter hohes, hartlaubiges, immergrünes Gebüsch, bestehend aus Lorbeer, Myrten, Erdbeersträuchern (wegen der erdbeerähnlichen Früchte so genannt) Pistazien, Kermeseichen usw. Von dieser Vegetation, die nicht nur sekundär auf altem Waldboden, sondern auch primär auftritt, kommen Kümmerformen vor, wie sie schon Theophrast unter dem Namen Phrygana aus Griechenland beschrieben hat, vorwiegend niedrige, kaum fußhohe immergrüne Büsche, meist Eichen oder auch Wacholder u. a. Die Macchien reichen im Westen oft bis unmittelbar an die felsige Küste. An den wenigen Stellen, die Sandstrand haben, findet man bisweilen fast die gleiche Strandflora wie bei uns. Dünen sind nur sehr selten entwickelt. Durch den Sand, welchen die Flüsse in das Meer schwemmen, versanden viele Buchten der Westküste allmählich. Manche im Altertum blühende Hafenstädte sind dadurch dem Untergang geweiht worden. Namentlich die Bucht von Milet, an der außer Milet auch Herakleia, Myus und Priene lagen, ist durch die Anschwemmungen des Mäanderflusses (türkisch: Menderes) ausgefüllt worden, und die genannten Orte sind heute armselige, weit im Inneren des Landes gelegene kleine Dörfer. Die von Pflanzen überwucherten Ruinen solcher verfallenen Städte, deren Trümmer von einer großen Vergangenheit erzählen, prägen dem Landschaftsbild ihren Charakter auf. Namentlich der Arbeit deutscher Archäologen sind die Ausgrabungen mächtiger alter Bauten von gewaltigen Dimensionen zu verdanken. Das Theater von Milet war mit 25 000 Sitzplätzen das größte der Erde. Der Apollo- und Artemistempel von Didyma (20 km südlich von Milet), mit mehr als 20 m hohen Säulen, der trotz einer Bauzeit von 300 Jahren unvollendet blieb, übertraf an Ausdehnung die meisten anderen Tempel der griechischen Welt. In Priene hat man zum ersten Male eine ganze antike Stadt ausgegraben, und es ist gelungen, die alte Stadtanlage vollständig zu rekonstruieren.

Der Mäanderfluß ist in seinem oberen Lauf vielfach versumpft, und die zahlreichen, dort in den Schilfdickichten lebenden Wasser- und Sumpfvögel haben wieder allerhand Raubtiere, wie Schakale, Hyänen und selbst Leoparden (die hier wohl ihre nördliche Verbreitungsgrenze haben) angelockt.

Die Bucht von Ephesus hat ein ähnliches Schicksal erlitten wie diejenige von Milet. Die Bucht von Smyrna, der größten Stadt Kleinasiens, ist nur dadurch vor der Versandung bewahrt worden, daß man 1886 dem Hermosfluß eine neue Mündung weiter im Norden verschaffte.

Smyrna war bis 1922 das Zentrum der griechischen Bevölkerung, die jetzt fast restlos ausgetauscht und durch mohammedanische Rückwanderer aus den Balkanländern und Kreta ersetzt worden ist.

Ein altes Bevölkerungselement des Westens sind die Jürüken, ein Nomadenvolk, dessen schwarzbraune Zelte man z. B. in der unteren Mäanderebene noch häufig trifft.

Die geringe Volkszahl sowie die Kriegswirren der letzten Jahre haben stellenweise einen Rückgang der

Bodenkultur zur Folge gehabt, die jetzt aber wieder allmählich behoben wird. Die Kulturpflanzen des Westens sind namentlich Oliven, Tabak, Feigen und Wein, dessen getrocknete Beeren als Rosinen einen Hauptausfuhrartikel von Smyrna bilden. Abseits der Eisenbahnen und großen Straßen ist das Kamel noch heute häufig das einzige Beförderungsmittel, daneben der schwerfällige, einheimische Wagen, die Araba, mit festen Rädern aus Holzscheiben, welche sich mitsamt der Achse drehen.

In Bithynien vollzieht sich der Übergang des Klimas und Vegetationscharakters vom mediterranen Westen zum pontischen Norden. Die immergrünen Sträucher verschwinden, während Laub- und Nadelwälder, nicht selten ähnlich den unsrigen, an ihre Stelle treten. Schon oberhalb Brussa, der malerischen alten Türkenstadt am Fuße des Olymp, sieht man Laubwälder, in den höheren Lagen Fichten und Tannen, ganz oben niedriges, an Knieholz erinnerndes Gestrüpp. Längs der ganzen nordanatolischen Küste kommen auch wertvollere Pflanzen, Kirschen, Walnuß, Haselnuß usw. vor. Die Früchte der letzteren werden in Mengen aus Trapezunt ausgeführt. Die sog. Häfen an der Südküste des Schwarzen Meeres sind in Wirklichkeit nur offene Rheden, so daß der Schiffsverkehr bei schlechtem Wetter oft stark behindert ist. Ferner wird Trapezunt durch die Konkurrenz des russischen Hafens Batum geschädigt. Andererseits endet in der Nähe Trapezunts jene alte, durch das Tal des Deirmindere führende Karawanenstraße aus Persien, auf welcher schon die 10 000 Griechen unter Xenophon im Jahre 400 v. Chr. das Meer erreichten, und auf der noch heute lange Kamelkarawanen über Erzerum in das Innere ziehen.

Hier im Osten des pontischen Küstengebirges ist der Urwald bisweilen so dicht, daß die Wege förmliche Tunnels in der Vegetation bilden. Der schönste Schmuck der pontischen Berge sind die wundervollen Alpenrosen, welche die Höhen zur Blütezeit meilenweit in leuchtende gelbe und violette Farbenpracht tauchen.

Im krassen Gegensatz zum Westen und Norden steht das Innere der Hochebene. Selten sieht man Bäume und Sträucher. Nur in den Gebirgen findet sich niedriges Gestrüpp. Wasserläufe sind spärlich und im Sommer meist ausgetrocknet, die abflußlosen Seen oft stark versalzt. Die vorherrschende Pflanzenformation ist die Steppe. Die Regenzeit des Winters läßt allerdings einen reichen Blumenflor entstehen, der aber schnell wieder verschwindet. Getreidebau ist oft nur bei künstlicher Bewässerung möglich. Die Städte des Inneren haben sich ihren orientalischen Charakter bewahrt, und die Bevölkerung hängt an den alten Sitten. Die Entschleierung der Frau hat hier noch bei weitem nicht den Umfang angenommen wie im Westen. Hier ist noch heute das Herz der Türkei, deren bester Soldat der anatolische Bauer ist. Von den großen Städten des Inneren hat Konia manche Bauten seldschukischen Ursprungs, während sich in Angora der europäische Kultureinfluß bemerkbar macht. Die Hochfläche ist stellenweise gebirgig; eine vulkanische Zone erstreckt sich von Westen über den 3830 m hohen Erdjijas Dag bis zum 5200 m hohen Ararat im Armenien, der von den Armeniern Masis, der Große, Erhabene, von den Türken Agri Dag, der Zerklüftete, von den Persern Koh-i-Nu, Berg der Noah, genannt wird. Ararat ist eigentlich gar nicht der Name eines Berges, sondern die hebräische Bezeichnung für das ganze Land Armenien. Der benachbarte Kleine Ararat ist 3900 m hoch, und der Sattel zwischen beiden Gipfeln senkt sich bis 2700 m. Der Große Ararat trägt eine Eiskappe, aber eine im Hochsommer schneefreie Felsrippe, die



fast bis 4800 m emporreicht, erleichterte die vom Vortragenden ausgeführte Besteigung. Ringsum wohnen nomadisierende Tataren in weißen, und Kurden in braunen Zelten. Da jedoch am Ararat die Grenzen der Türkei, Rußlands und Persiens aneinanderstoßen, trifft man hier auch bereits allerhand kaukasische und persische Typen.

Die christliche Bevölkerung spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle, und nach der Entfernung der Griechen und Armenier besteht die Bewohnerschaft Anatoliens fast nur noch aus Türken. Gerade diese aber bringen dem Deutschen im allgemeinen viel Sympathie entgegen und die alte Freundschaft zwischen Deutschland und der Türkei bleibt hoffentlich auch weiter erhalten.

In der Fachsitzung am 15. November 1926 hielt Professor W. B. SCHOSTAKÓWITSCH (Irkutsk) einen Vortrag Über den ewig gefrorenen Boden Sibiriens.

In gewaltiger Ausdehnung durchzieht der Frostboden den Norden Asiens. In Westsibirien ist er, wie in Europa, auf die Tundren beschränkt, dann aber dehnt er sich weit nach Süden aus. Seine Grenzen umfassen Jenisseisk, den Nordosthang des Sajanischen Gebirges, den Kossagol, Kjachta, Urga, die Berghänge nördlich des Kerulen, die Nordseite des Großen und Kleinen Chingan-Gebirges, im Küstengebiet den Oberlauf der Flüsse bis Ajan, endlich im Norden Kamtschatkas den tundrenbedeckten Parapolskij Dol, und inselartig diesem Gebiete vorgelagert auch das Becken von Minussinsk.

In der Randzone greift allerdings vielfach in günstiger Ortslage oder in günstigen Jahren noch der frostfreie Boden herüber. Hinter einer Linie aber, die von Turuchansk an der mittleren Tunguska, dem Mittellauf der Lena und weiter am nördlichen Stanowojegebirge entlangzieht, herrscht ohne Unterbrechung der ewige Frostboden, ebenso auch im Bereich des südlichen Jablonoj-Gebirges mit dem Transbaikal- und dem nordwestlichen Amurbezirk. Die Gesamtausdehnung des ewig gefrorenen Bodens, für den RICHARD POHLE die Bezeichnung „Gefröfnis“ vorgeschlagen hat, erreicht etwa 5 Millionen Quatratkilometer.

Die obere Grenze des Frostbodens schwankt zwischen wenigen Dezimetern und 30 m, im Mittel liegt sie in 6–7 m Tiefe. Die Dicke variiert noch weit stärker, beträgt aber in der Regel 30–70 m. In einem von SCHERGIN hergestellten Brunnenschacht zu Jakutsk durchbohrte man eine Eisschicht von 116,5 m Dicke, ohne ihre untere Grenze zu erreichen.

Grundvoraussetzung für die Bildung von Bodeneis ist, daß das Jahresmittel der Temperatur unter 0° liegt. Indessen kann Schnee, der als schlechter Wärmeleiter eine Schutzschicht darstellt, seine Bildung hindern. Ja, ein regelmäßiger, selbst ganz leichter Schneefall früh im Winter, der nicht vom Winde verweht wird, läßt auch bei außerordentlicher Kälte keinen Frostboden entstehen.

Sommerliche Niederschlagsarmut fördert gleichfalls die Erhaltung von Frostboden. Denn die Wärme des Sommers schafft sich, indem sie die Oberfläche austrocknet, selber eine lufthaltige Isolierschicht, die im Laufe des Sommers immer verstärkt wird. Der winterliche Frost dagegen findet, wenn er einmal diese Schicht überwunden hat, in dem feuchten Unterboden einen viel besseren Leiter. Je größer die Auflockerung der Oberschicht, desto kräftiger die Bildung des Bodeneises. Bei einer Moosdecke liegt es häufig weniger als 1 m unter der Oberfläche und kann schon dort entstehen, wo an sich die Jahrestemperatur zu hoch ist. Andererseits ist die Bodeneisbildung nicht so stark, wenn der Grundwassergehalt des Bodens gering ist, vor allem also

bei Massengesteinen. Der Frostboden ist demnach in seiner riesigen Ausdehnung in vollem Einklang mit dem heutigen Klima Ostsibiriens: antizyklonale Wetterlage im Winter mit Schneearmut, im Sommer zwar ein monsunartiger Wind, der aber, von sehr kalten in sehr heiße Gebiete wehend, auch regenarm ist.

Anderer Entstehung dagegen sind die fossilen Gletscher der Neusibirischen Inseln. Sie stellen Relikte aus einer feuchten Periode von zyklonischem Wettercharakter dar, und nur einer Veränderung des Klimas ist der heutige Zustand zuzuschreiben. Äußerlich ähnliche Erscheinungen — reine Eisbänke unter einer Walddecke, oder mächtige Schichten abwechselnder Eis- und Geschiebelagen bis zu 20 an Zahl — treten auch heute auf, doch sind ihre Abmessungen nicht mit denen fossiler Gletscher zu vergleichen. Es sind Formen der Aufeisbildung, die für die Frostbodengebiete höchst charakteristisch ist. Der Grundwasserhaushalt hat hier ein ganz eigenartiges Gepräge. Zunächst einmal bildet der Frostboden eine wasserundurchlässige Bodenschicht. Zu Anfang des Winters nun frieren Bäche und kleinere Flüsse vollkommen aus, in den mittelgroßen bleiben wohl einzelne Wasserbecken erhalten, in denen sich das Tierleben übermäßig sammendrängt, doch sind sie vom Frost ganz eingeschlossen und ohne fließende Verbindung miteinander. Bei der Bevölkerung, die auf den Gebrauch dieses faulenden Wassers zu Trinkzwecken angewiesen ist, zeigt sich eine Krankheit (Osteoarthritis deformans), die in ihren Symptomen der Rachitis ähnelt.

Bei der zunehmenden Verengung des Abflußquerschnittes nimmt der Grundwasserdruck in der schmalen, noch frostfreien Schicht zwischen Flußeis und Bodeneis erheblich zu. Der Grundwasserspiegel steigt, und an den Talhängen brechen überall da Quellen hervor, wo sie noch einen Ausweg finden, also besonders dort, wo eine Vegetations- oder eine Schneedecke als Isolierschicht wirkt. Es entsteht eine Eisplatte, und der Grundwasserspiegel muß weiter steigen. So wird, bis andauernder Frost auch das Grundwasser festgelegt, das Talbecken bis hoch auf die Hänge hinaus mit Eisdecken ausgekleidet, die im Frühjahr nur langsam auftauen.

Von den Frühjahrs- und Sommerfluten mit Geschiebe überdeckt, kann solches Aufeis oft lange ausdauern, ja, es können die erwähnten abwechselnden Übereinanderschichtungen von Eis und Geschiebe entstehen. An den Hängen trägt die Durchweichung des Erdreiches zweifellos zu der ungewöhnlichen Ausweitung der Täler im Bereich des Frostbodens bei, wenn auch solche Abbrüche am sonnenseitigen Hang, wie MITTELHOLZER sie aus Alaska berichtet, nicht beobachtet worden sind.

Eine andere Form des Aufeises stellen seltsame, bis 2 m hohe Hügel in der Taiga, dem lichten ostsibirischen Walde dar, auf denen die Bäume schräg nach allen Seiten auseinanderstehen. Man hat sie früher für jakutische Grabhügel gehalten. Sie sind jedoch von Eislinsen erfüllt, die von dem empordrängenden Grundwasser aufgebaut werden. Das Alter solcher Hügel ist nach den Jahresringen der Bäume zu 100 bis 200 Jahren festgestellt worden.

Sehr unerwünschte Folgen kann das Heizen haben, wenn ein Haus gerade über einem kräftigen Grundwasserstrom erbaut worden ist. An dieser aufgetauten Stelle dringt das Wasser mit der Gewalt einer artesischen Quelle von unten empor in das Haus hinein, wo es gefriert. Schließlich erfüllt das Eis die Zimmer bis zur Decke. In den vorgeführten Bildern boten die, aus den Fenstern herunterhängenden Eiskaskaden einen höchst seltsamen Anblick.

Nicht minder charakteristisch ist auch die Wasserführung der Ströme. Während die westsibirischen Flüsse nach dem winterlichen Niedrigwasser den ganzen Sommer hindurch ein fast gleichmäßiges Hochwasser bewahren, haben die ostsibirischen eine Reihe von Hochfluten im Sommer, zwischen denen die Wasserführung fast bis auf die winterliche zurücksinkt. Sie ähneln darin den Flüssen der heißen Trockengebiete, nur daß dort die Speicherfähigkeit des Flußgebietes durch Vegetationsmangel verursacht wird, während sie hier auf die Undurchlässigkeit des Frostbodens zurückzuführen ist.

O. B.

**Morphologische Beobachtungen in den Vispertälern** (Walliser Alpen). (Referat, gehalten in der Fachsitzung am 13. Dezember 1926, von WALTHER STAUB.) Das Gebirge zwischen *Turtmanntal* und *Simplonpaß* umschließt mit dem *Dom* (4554 m) in der Mischabelgruppe und dem *Weißhorn* (4512 m) die höchsten Gipfel der Schweizer Alpen, die noch vollständig innerhalb der Schweiz liegen. Dieses Gebiet ist zugleich der trockenste Teil der Schweizer Alpen. Als trockenster Ort gilt zur Zeit Grächen (oberhalb St. Niklaus im Zermattental), dem Heimatort von THOMAS PLATTER. Die menschlichen Siedlungen sind hier an künstliche Wasserleitungen („Bisse“, „Suon“, „Wasserfuhr“) gebunden. Die höchstgelegenen Roggenäcker in der Schweiz liegen oberhalb Zermatt und erreichen die Meereshöhe von 2150 m; der höchste Weinberg liegt oberhalb Visp an einem der Abendsonne ausgesetzten Bündnerschieferhang, bei 1200 m. Klimaverschiebungen sind in diesem Teil der Schweizer Alpen von der Natur gut aufgezeichnet. Die heutige *Schneegrenze* liegt bei 3000 m Meereshöhe, die *Schneegrenze* der Daunzeit bei 2700 m, der Gschnitzzeit bei 2400 m und der Bühlerzeit bei 2100 m. Besonders im Ginzal und an der der Abendsonne abgekehrten Seite des *Schwarzhorn-Ergischhorn-Grates* sind *Kare* mit Karböden bei 2700 m und 2400 m sehr gut ausgebildet. Bezeichnet werden die Kare oft als „*Kumme*“ (*combe* = Mulde), „*Ochsenkumme*“, „*Schöne Kumme*“, oder als „große“ und „kleine *Wanne*“. Nach der Daunzeit müssen Schnee- und Waldgrenze (heute bei 2100–2300 m) noch ca. 300 m über den heutigen gelegen haben. Das Rhonetal war bereits im *Neolithicum* besiedelt, was durch die neolithischen Steinkisten- oder Hockergräber von *Glis* bei Brig erwiesen ist. Diese Gräber liegen etwa einen Meter tief in dem Bachschuttkegel von *Glis*, der gleichaltrig ist wie derjenige von *Naters* an der gegenüberliegenden Talseite. Der Schuttkegel von *Naters* ist in die Daun-Endmoräne des Aletschglätschers eingeschnitten, somit jünger als diese. Es ergibt sich hieraus, daß das gesamte schweizerische Neolithicum jünger ist als das Daunstadium der sich zurückziehenden Vereisung, was für die Ostalpen bereits vor längerer Zeit von ALB. PENCK erwiesen worden ist. Bereits um die Wende der christlichen Zeitrechnung, in der *La Tènezeit*, waren die Ausgänge der Vispertäler durch Kelten („Heiden“ des Volksmundes) bis zu einer Höhe von 1200 m besiedelt und bewirtschaftet, wofür auch neuere Gräberfunde bei *Zeneggen*, oberhalb Visp, sprechen.

Der tektonische Bau der Walliser Alpen, der sich in einzelnen Phasen vollzogen hat, ist speziell durch die Arbeiten des Genfer Geologen E. ARGAND bekannt geworden. Der bedeutendste Paroxismus vollzog sich in der Oligocänzeit. Im Gegensatz zu den Ostalpen war jedoch in den Schweizer Alpen auch die pontische Faltungsphase noch von größeren Krustenbewegungen begleitet, so daß ältere Erosionsflächen z. B. aus der Miocän- und Oligocänzeit nicht erhalten sein können.

In der jüngeren Pliocänzeit (Astien) setzten wieder schwache Krustenbewegungen ein, welche zu einer Neubelebung des Reliefs führten. Die Eiszeit stieß nicht auf ein eingebnetes Gebirge, sondern wie E. DE MARTONNE, Paris, zuerst für das Wallis gezeigt hat, auf ein sich hebendes Gebirge mit neu belebter fluviatiler Erosionstätigkeit. Die Diluvialzeit läßt sich, wie dies P. BECK<sup>1)</sup> für das Thunerseegebiet nachgewiesen, in eine Periode mit vorwiegender Erosion gliedern, welche von einer Periode mit vorwiegender Akkumulation gefolgt war. Es muß scharf unterschieden werden zwischen alten *Schneegrenzen*, den *Schliffkehlen* der alten Talgletscher (höchste Rundhöcker oberhalb Stalden bei 2227 m) und den Resten *alter Talböden*, welche am Ausgang der Vispertäler in drei übereinanderliegenden Niveaus verfolgt werden können: bei 2100 m (Niveau des Bonningersees), bei 1550 m (Niveau oberhalb Zeneggen) und bei 1100 m (Gomserboden). Es sind dies Reste fluviatiler Böden, in welche die Glazialtröge der Günz- und Mindelzeit eingeschnitten sind. Die Entstehung des tiefsten Niveaus (bei 1100 m) scheint an das Ende der großen Interglazialzeit zu fallen. In dieses Niveau sind die Tröge der letzten Eiszeiten eingesenkt, deren Reste jedoch heute bereits von dem Städtchen *Sitten* an rhoneabwärts unter den Alluvionen der Rhone begraben liegen. Der Felsboden des Würmtroges steigt oberhalb Brig aus den Alluvionen der Rhone heraus. Nahe dem heutigen Städtchen Brig flossen der Rhone-, der Aletsch- und die vereinigten Vispergletscher zusammen.

Krustenbewegungen sind nachweisbar bis an das Ende der großen Interglazialzeit. Es sind dies nicht einfache Hebungen, sondern vielmehr wellenförmige Bewegungen, welche das Gebirge an verschiedenen Stellen ungleich stark hoben. Ihre Entstehung hängt wahrscheinlich zusammen mit der axialen Gliederung der Alpen, die durch die Widerstände bedingt ist, auf welche die vom Süden herannahenden Decken im Vorland stießen.

Über der präglazialen Fläche (Niveau des Bonningersees) liegt noch eine höhere Fläche (am Ausgang der Vispertäler bei 2300 m ü. M.). Sie ist möglicherweise von jungpliocänem Alter.

Diese Beobachtungen<sup>2)</sup> innerhalb der Alpen finden eine Bestätigung in den Ergebnissen der Glazialforschung im schweizerischen Mittelland. Hier hatte F. MÜHLBERG die Hochterrassenschotter, welche unter den Moränen der großen Eiszeit (Riß-Eiszeit) liegen, einer eigenen, kürzeren Vergletscherung zugeschrieben, welche an das Ende der großen Interglazialzeit fällt, und welche offenbar nur im Gebiet der höchsten Teile der Alpen nachweisbar ist. Sie fehlt im Schema der Glazialzeiten, welches ALB. PENCK für die Vergletscherung der Ostalpen gezeichnet hat, ist aber im Schema von ROMAN FREI enthalten, welches dieser junge, früh verstorbene Forscher für die Diluvialzeit des schweizerischen Mittellandes 1912 gegeben hat<sup>3)</sup>. Dieses Schema, mit einer Zweiteilung der beiden Deckenschotterablagerungen und der Würmeiszeit, scheint heute aufs beste durch die Darlegung von W. KÖPPEN und A. WEGENER<sup>4)</sup> bestätigt. W. St.

<sup>1)</sup> Grundzüge der Talbildung im Berner Oberland. *Eclogae geol. Helv.* XVI. Nr. 2. 1921.

<sup>2)</sup> Eine eingehendere Bearbeitung dieser morphologischen Beobachtungen im Wallis ist gemeinsam von Herrn Prof. Dr. F. MACHATSCHKE (Zürich) und dem Vortragenden im Druck.

<sup>3)</sup> Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 1912. Lief.

<sup>4)</sup> Die Klimate der Vorzeit. *Gebr. Bornträger* 1924.

# 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 und kritische Darstellung der Physik ohne eine übermäßige Belastung des einzelnen erzielt.*

Das Werk umfaßt insgesamt 24 Bände zu je etwa 30 Bogen Umfang  
Jeder Band ist einzeln käuflich

23. Band:

## Quanten

Redigiert von **H. Geiger**

792 Seiten mit 225 Abbildungen. 1926. RM 57.—; gebunden RM 59.70

Inhaltsübersicht: **Quantentheorie.** Von Dr. W. Pauli, Hamburg. — **Die Methoden zur h-Bestimmung und ihre Ergebnisse.** Von Prof. Dr. R. Ladenburg, Berlin. — **Absorption und Zerstreuung von Röntgenstrahlen.** Von Dr. W. Bothe, Charlottenburg. — **Das kontinuierliche Röntgenspektrum.** Von Prof. Dr. H. Kulenkampff, München. — **Anregung von Emission durch Einstrahlung.** Von Prof. Dr. P. Pringsheim, Berlin. — **Photochemie.** Von Dr. W. Noddack, Charlottenburg. — **Anregung von Quantensprüngen durch Stöße.** Von Prof. Dr. J. Franck und Dr. P. Jordan, Göttingen.

Bisher erschienene Bände:

1. Band: **Geschichte der Physik / Vorlesungstechnik.** Redigiert von Karl Scheel. 412 Seiten mit 162 Abbildungen. 1926. RM 31.50; gebunden RM 33.60
2. Band: **Elementare Einheiten und ihre Messung.** Redigiert von Karl Scheel. 530 Seiten mit 297 Abbildungen. 1926. RM 39.60; gebunden RM 42.—
9. Band: **Theorien der Wärme.** Redigiert von F. Henning. 624 Seiten mit 61 Abbildungen. 1926. RM 46.50; gebunden RM 49.20
10. Band: **Thermische Eigenschaften der Stoffe.** Redigiert von F. Henning. 494 Seiten mit 207 Abbildungen. 1926. RM 35.40; gebunden RM 37.50
11. Band: **Anwendung der Thermodynamik.** Redigiert von F. Henning. 462 Seiten mit 198 Abbildungen. 1926. RM 34.50; gebunden RM 37.20
14. Band: **Elektrizitätsbewegung in Gasen.** Redigiert von W. Westphal. 452 Seiten mit 189 Abbildungen. 1927. RM 36.—; gebunden RM 38.10
17. Band: **Elektrotechnik.** Redigiert von W. Westphal. 400 Seiten mit 360 Abbildungen. 1926. RM 31.50; gebunden RM 33.60
22. Band: **Elektronen / Atome / Moleküle.** Redigiert von H. Geiger. 576 Seiten mit 148 Abbildungen. 1926. RM 42.—; gebunden RM 44.70
24. Band: **Negative und positive Strahlen. Zusammenhängende Materie.** Redigiert von H. Geiger. 615 Seiten mit 374 Abbildungen. 1927. RM 49.50; gebunden RM 51.60

Als nächste Bände erscheinen: Band VII, XV

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

# Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten

Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten

und im Auftrag der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft gemeinsam mit  
G. Arndt-Berlin, B. Bloch-Zürich, A. Buschke-Berlin, E. Finger-Wien, E. Hoffmann-  
Bonn, C. Kreibich-Prag, F. Pinkus-Berlin, G. Riehl-Wien, L. v. Zumbusch-München

herausgegeben von **J. Jadassohn**, Breslau

Schriftleitung: **O. Sprinz**, Berlin

Der durch Albert Neißer und J. Jadassohn 1913/14 ausgearbeitete und durch den Krieg unausführbar gewordene Plan der Herausgabe eines Handbuchs der Haut- und Geschlechtskrankheiten wird nunmehr verwirklicht. Der Herausgeber hat einen Stab von Mitarbeitern gewonnen, von denen jeder einzelne ein hervorragender Kenner seines Gebietes ist. Das Werk wird 22 Bände umfassen. Band I—XIV wird die Hautkrankheiten, Band XV—XXII die Geschlechtskrankheiten behandeln. Den ersten Bänden des Werkes werden die weiteren in kurzen Abständen folgen.

## A: Hautkrankheiten

Soeben erschien: **BAND I / ERSTER TEIL**

### **Anatomie der Haut**

Bearbeitet von

**B. Bloch · F. Pinkus · W. Spalteholz**

Mit 390 zum Teil farbigen Abbildungen. 576 Seiten. RM 87.—; in Halbleder gebunden RM 93.—

Inhaltsübersicht:

**Die normale Anatomie der Haut.** Von Prof. Dr. F. Pinkus, Berlin. — **Blutgefäße der Haut.** Von Prof. Dr. W. Spalteholz, Leipzig. — **Das Pigment.** Von Prof. Dr. B. Bloch, Zürich.

## B: Geschlechtskrankheiten

Soeben erschien: **BAND XIX**

### **Kongenitale Syphilis**

Bearbeitet von

**G. Alexander · H. Boas · C. Hochsinger · J. Igersheimer · P. Kranz · R. Ledermann  
F. Lesser · Erich Müller · H. Rietschel · L. v. Zumbusch**

Mit 95 zum Teil farbigen Abbildungen. 382 Seiten. RM 48.—; in Halbleder gebunden RM 54.—

Inhaltsübersicht:

**Allgemeine Pathologie der angeborenen Syphilis.** Von Prof. Dr. H. Rietschel, Würzburg. — **Die kongenitale Syphilis der Haut und der Schleimhäute.** Von San.-Rat Dr. R. Ledermann, Berlin. — **Die Besonderheiten der kongenital-syphilitischen Erkrankungen der inneren Organe (einschließlich des Zentralnervensystems) und des Bewegungsapparates.** Von Reg.-Rat. Doz. Dr. C. Hochsinger, Wien. — **Über die Beteiligung des Auges bei kongenitaler Lues.** Von Prof. Dr. J. Igersheimer, Frankfurt a. M. — **Kongenitale Lues und Ohr.** Von Prof. Dr. G. Alexander, Wien. — **Zahndeformitäten bei angeborener Syphilis.** Von Prof. Dr. P. Kranz, München. — **Die Diagnose der angeborenen Syphilis.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. L. v. Zumbusch, München. — **Prognose der kongenitalen Syphilis.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. L. v. Zumbusch, München. — **Serologie der kongenitalen Syphilis.** Von Dr. Fritz Lesser, Berlin. — **Die Behandlung der angeborenen Syphilis.** Von Prof. Dr. Erich Müller, Berlin. — **Die Prophylaxe der angeborenen Syphilis.** Von Doz. Dr. H. Boas, Kopenhagen. — **Namenverzeichnis.** — **Sachverzeichnis.**

Jeder Band ist einzeln käuflich, jedoch verpflichtet der Kauf eines Teiles eines Bandes zur Abnahme des ganzen Bandes. Die Mitglieder der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft erhalten das Handbuch unmittelbar vom Verlag zu einem Vorzugspreis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W9

Hierzu eine Bellage vom Verlag Julius Springer in Berlin W9