

## Werk

**Titel:** Die Naturwissenschaften

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1914

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X\\_0002|log215](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0002|log215)

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik  
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner** und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

20. März 1914.

Zweiter Jahrgang.

## INHALT:

Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. I. Von *Dr. R. Seeliger, Charlottenburg.* S. 285.

Die physikalischen Heilmittel in der inneren Medizin. Von *Prof. Dr. H. Determann, Freiburg i. Br.-St. Blasien.* S. 290.

Gehirn und Seele. Von *Prof. Dr. H. G. Holle, Bremerhaven.* S. 295.

Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.* S. 298. Besprechungen. S. 303.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 307.

## WILHELM ENGELMANN, Verlagsbuchhandlung, LEIPZIG und BERLIN

Soeben erschienen:

**Arbeiten zur Entwicklungspsychologie.** Herausgegeben von Felix Krueger, Halle. Band I, Heft 2: Volkelt, **Über die Vorstellungen der Tiere.** VI und 128 Seiten, gr. 8. (Ich bitte Prospekt zu verlangen.) M. 4.—.

**Gossner**, Dr. phil., B., Privatdozent an der Universität München, **Kristallberechnung und Kristallzeichnung.** Ein Hilfsbuch der Kristallographie, mit Betonung der graphischen Verfahren, sowie der analytischen und zonalen Beziehungen. VIII und 128 Seiten. gr. 8. Mit 1 Tafel und 109 Abbildungen im Text. M. 8.—.

*Ferner gelangen in Kürze zur Ausgabe:*

**Kreutz**, Dr., Stephan, Privatdozent a. d. Jagellonischen Universität Krakau, **Elemente der Theorie der Kristallstruktur.** Etwa 15 Bogen gr. 8. Mit 105 Textfiguren und 85 Stereogrammen. Etwa M. 7.—.

**Máday**, Dr. Stefan von, k. u. k. Oberleutnant d. R., Assistent a. Physiologischen Institut der Univ. Prag, **Gibt es denkende Tiere?** Eine Entgegnung auf Kralls „Denkende Tiere“. Etwa 30 Bogen gr. 8. Broschiert etwa M. 9.—, in Leinen geb. etwa M. 10.—.

**Vorträge** und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Unter Mitwirkung von zahlreichen Gelehrten herausgegeben von Prof. Dr. **Wilhelm Roux** in Halle a. S. gr. 8. XX. Heft. **Rohde**, Dr. Emil, ord. Honorar-Prof. der Zoologie an der Universität Breslau, **Zelle und Gewebe in neuem Licht.** Etwa 8½ Bogen. Mit 41 Figuren im Text. Etwa M. 4.20.

**Zeitschrift, Internationale, für physikalisch-chemische Biologie.** Herausgegeben unter Mitarbeit von **H. J. Hamburger** (Groningen), **V. Henri** (Paris), **J. Loeb** (New York) von Prof. Dr. **J. Traube** in Charlottenburg. Preis eines Bands. von 6 Heften im Gesamtumfang von etwa 30—33 Druckbogen gr. 8 etwa M. 15.—

*Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.*

Kol Bibliothek 19 III 14

## Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“  
Berlin W 8, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.  
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung  
10 20 30 40% Nachlass.

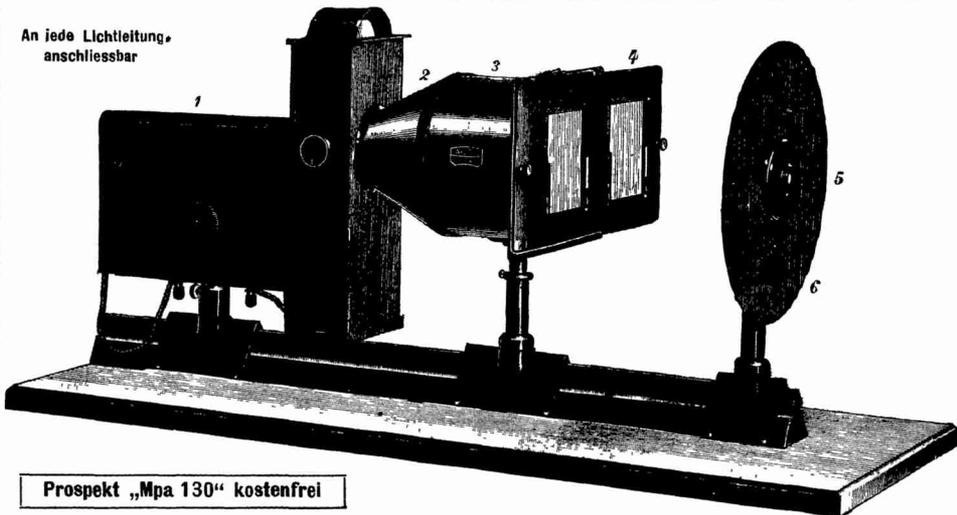
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W 8, Link-Str. 23/24.

# ZEISS

## KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung  
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

### CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

## Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle. Einzelne Belegstücke und Sammlungen

**für den mineralogisch-geologischen Unterricht.**

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

**Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor**  
Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel  
Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

## Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

**Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).**

*Neu! Neu! Neu!*  
**Handwörterbuch der Naturwissenschaften**

10 Bände gebunden ca. 230 Mark  
8 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

**Hermann Meusser, Buchhandlung,**  
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

## Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

**Bücher:**

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV.  
**Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.**

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

**Wissenschaftliche Instrumente etc.**

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

20. März 1914.

Heft 12.

## Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. I.

Von Dr. R. Seeliger, Charlottenburg.

Durch zwei in jüngster Zeit erschienene Arbeiten, eine theoretische von N. Bohr und eine experimentelle von J. Stark ist in der Physik die Frage nach der Entstehung der Spektrallinien und nach ihrer gesetzmäßigen Anordnung in den Serienspektren mit in den Vordergrund des Interesses gerückt worden. Seit langem schon beschäftigt sich die experimentelle und die theoretische Physik mit der Lösung dieser Probleme und manches ist auch durch die Anhäufung eines ungeheuren Beobachtungsmaterials und seine theoretische Bearbeitung sicherlich schon erreicht. Gerade auf die wichtigsten, prinzipiellsten Fragen aber müssen wir wohl auch heute noch — wenn wir ehrlich sein wollen — mit einem unzweideutigen „ignoramus“ antworten. Im folgenden möchte ich nun zur Begründung dessen zusammenfassend über die Schwierigkeiten berichten, die sich einer Beantwortung dieser Fragen auf Grund der sonst so erfolgreichen klassischen Elektrodynamik entgegenstellen und die darauf hindeuten scheinen, daß auch hier, ähnlich wie in der Theorie der schwarzen Strahlung und der spezifischen Wärme, neue und bisher ungewohnte Anschauungen und Prinzipien herangezogen werden müssen. Auch die Anwendung der neuesten Disziplin der theoretischen Physik, der von M. Planck begründeten Quantentheorie, hat hier, bis jetzt wenigstens, nur zu noch recht unvollkommenen und vereinzelt Fortschritten geführt, so daß unsere theoretischen Anschauungen über die Entstehung der Linienspektren strenge genommen sich aus lauter scheinbar unüberwindlichen Schwierigkeiten zusammensetzen; doch man mag sich damit trösten, daß der erste Schritt zur Lösung eines Problems in der Erkenntnis eben der im Wege stehenden Schwierigkeiten besteht.

Ich kann an dieser Stelle — es handelt sich letzten Endes um nichts Geringeres als die Erforschung der Konstitution und der Eigenschaften der materiellen Atome — natürlich weder eine lückenlose historische Darstellung der bestehenden Theorien noch eine im einzelnen ausgearbeitete mathematische Besprechung des scheinbar speziellen, in Wirklichkeit in die verschiedensten Teile der Physik übergreifenden Stoffes geben, sondern ich muß mich auf diejenigen Punkte beschränken, die m. E. für unser

spezielleres Problem von prinzipieller Bedeutung sind.

§ 1. Die Elemente senden im gas- oder dampfartigen Zustand bekanntlich Spektren aus, die im Gegensatz zu den kontinuierlichen, wenig voneinander verschiedenen Spektren fester Körper, aus einzelnen, oft sehr zahlreichen scharfen Linien bestehen. Die Entstehung dieser Spektren — der Linienspektren —, die den einzelnen Elementen charakteristisch sind, haben wir nun im Gegensatz zu der der „schwarzen“ Strahlung und wohl auch der der genannten Spektren fester Körper, nicht in dem statistischen Zusammenwirken vieler an der Emission beteiligter Atome (oder Resonatoren) zu suchen, sondern sie den einzelnen Atomen als selbständigen Individuen zuzuschreiben; die große Zahl der in einer Lichtquelle an der Emission beteiligten Atome und ihre gegenseitige Einwirkung aufeinander zeigt sich außer in einer durch Superposition gesteigerten Intensität des emittierten Spektrums wohl nur in sekundären Effekten, wie z. B. in der durch die gegenseitigen Zusammenstöße bedingten Dämpfung (Lorentzsche Stoßdämpfung) und der dadurch mit bedingten endlichen Breite der einzelnen Linien oder in den bei hohen Drucken auftretenden Linienverschiebungen, die man auf eine direkte Einwirkung benachbarter Atome aufeinander zurückführen kann. Gleichviel, ob wir nun annehmen wollen, daß jedes Atom unter geeigneten Umständen zu gleicher Zeit das ganze Linienspektrum emittiert, oder daß ein Atom oder verschiedene in verschiedenen Zuständen nacheinander nur eine einzelne Linie oder Liniengruppe aussenden, jedenfalls sind wir nach allen Erfahrungen berechtigt, von einer „Eigenstrahlung“ des Atoms zu sprechen und anzunehmen, daß diese, unverändert und nicht verwischt durch statistische Mittelwertbildungen, in den Linienspektren in Erscheinung tritt. Aus dieser Auffassung ergibt sich unmittelbar, wie eng die Eigenschaften dieser Spektren mit denen des einzelnen Atoms selbst verknüpft sein werden und wie sie uns eine der wichtigsten und aussichtsreichsten Möglichkeiten eröffnen, uns über die noch immer rätselhafte Konstitution der Atome zu belehren.

§ 2. Zunächst wollen wir von der komplizierten Zusammensetzung eines Linienspektrums aus einer mehr oder minder großen Zahl von einzelnen Linien und von deren gesetzmäßiger Anordnung, wie sie in den Seriengesetzen zum Ausdruck kommt, ganz absehen und wollen uns, im weitesten Maß idealisierend, fragen, wie be-

schaffen ein Atom sein müßte, damit es überhaupt Spektrallinien, und im einfachsten Fall zunächst eine einzige, aussenden kann; wir werden sehen, daß schon bei dieser, im Rahmen des von unserem Atom zu Fordernden, denkbar einfachsten Fragestellung sich die größten Schwierigkeiten ergeben. Zunächst müssen wir dabei genauer festsetzen, was wir unter einer Spektrallinie verstehen bzw. welche Eigenschaften wir ihr, gestützt auf das bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial, zuzuschreiben haben, da die populäre Bedingung für die Existenz einer Linie im ausgesandten Licht, nämlich die Lokalisierung der Energie in einem hinreichend schmalen Wellenlängen- bzw. Frequenzbereich, hier naturgemäß zu wenig präzise ist. Fassen wir die wesentlichsten Punkte, soweit sie für unsere Problemstellung in Betracht kommen, zusammen, so finden wir die folgenden fünf zu stellenden Forderungen (die später noch in quantitativer Hinsicht genauer gefaßt werden sollen):

1. Die ausgesandte Energie muß lokalisiert sein in einem durch die „wahre Breite“ der Linie bzw. durch Interferenzversuche bekannten, außerordentlich schmalen Frequenz bzw. Wellenlängenbereich.

2. Die Lage dieses Bereiches muß, soweit unsere Erfahrung bisher reicht, in hohem Maße unabhängig sein von der Art und der Intensität der Leuchterregung.

3. Die in diesem Frequenzbereich von einem Atom pro Sekunde ausgestrahlte Energie darf nicht unterhalb eines, wenigstens der Größenordnung nach aus direkten Messungen bekannten minimalen Wertes liegen.

4. Im magnetischen Feld (d. h. wenn die Lichtquelle sich in einem solchen Feld befindet) muß die Linie eine durch den Zeemaneffekt nach Art, Größe und Polarisationsverhältnissen gegebene Aufspaltung in mehrere Komponenten zeigen.

5. Eine ähnliche Aufspaltung muß nach den neuen Beobachtungen *Starks* auch im elektrischen Feld stattfinden.

Nach diesen Festsetzungen kehren wir nun zu unserer obigen Problemstellung zurück und wollen zunächst durch eine weitere Präzisierung bzw. Spezialisierung die gestellte Frage noch etwas genauer formulieren. Stellen wir uns auf den Boden der elektromagnetischen Lichttheorie, nach welcher das Licht als eine elektromagnetische Wellenstrahlung aufzufassen ist, so müssen wir auch der Strahlungsquelle (im Gegensatz zu den älteren elastischen Modellen) elektromagnetischen Charakter zuschreiben. Wir haben uns also nach der Natur eines geeigneten im Atom sitzenden Oszillators dieser Art zu fragen; andere hier naheliegende interessante Fragen, wie die nach der Natur des Trägers und der Anregung (also z. B. ob der Oszillator in einem neutralen oder geladenen Atom sich befindet, ob die Anregung zum Leuchten bei einer Ionisation des Atoms statt-

findet usw.), mögen hierbei nicht diskutiert werden. Gehen wir nun weiter und schließen Oszillatoren von der Art schwingungsfähiger Leitergebilde, denen wohl nur eine rein phänomenologische Bedeutung zukäme, aus, so müssen wir uns auf Oszillatoren beschränken, welche aus bewegten Ladungselementen bestehen; und zwar muß diese Bewegung eine beschleunigte sein, denn nur dann findet nach der klassischen Elektrodynamik eine Ausstrahlung statt. Als solche Ladungselemente kommen ferner, wenigstens im Gebiet der optischen Frequenzen, nur die Elektronen in Betracht, doch soll auf die Schlüsse, die dazu geführt haben (Dispersionstheorie, magneto-optische Phänomene) hier nicht näher eingegangen werden. Wir sind so endlich dazu gelangt, unsere Fragestellung nunmehr in folgender Weise präzise zu formulieren: Wie bzw. unter dem Einfluß welcher Kräfte müssen Elektronen sich im Innern des Atoms bewegen, damit die von ihnen ausgesandte elektromagnetische Wellenstrahlung die oben gegebenen Eigenschaften der Spektrallinien hat?

§ 3. Die folgende Untersuchung können wir nun gemäß den beiden eben erwähnten Punkten in einen rein kinematischen und in einen dynamischen Teil spalten, von denen der erstere sich ohne Schwierigkeiten erledigen läßt. Wir wissen, daß ein Elektron dann und nur dann strahlt, wenn es sich beschleunigt bewegt, wobei allgemein unter Beschleunigung sowohl eine Änderung der Größe wie der Richtung der Geschwindigkeit zu verstehen ist; und zwar ist die von ihm in einer Sekunde ausgestrahlte Energie (in erg)

$$E = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{c^3} \cdot j^2 \cdot \frac{1}{R} \dots \dots (1)$$

worin  $e$  die Ladung des Elektrons ( $4,78 \cdot 10^{-10}$  c. g. s.-Einheiten),  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ( $3 \cdot 10^{10}$  cm/sec),  $R$  eine hier stets gleich 1 zu setzende Funktion der Geschwindigkeit und endlich  $j$  die (vektorielle) Beschleunigung ist. Da ferner für die Natur der Strahlung eines Elektrons in einem (genügend entfernten) Aufpunkt nur die Bewegungskomponente in einer zum Fahrstrahl Elektron — Aufpunkt senkrechten Ebene maßgebend ist und endlich die Strahlung eines Systems von Elektronen mit den Verrückungen  $\xi_i, \eta_i, \zeta_i$  näherungsweise gleich ist der Strahlung eines Elektrons mit der äquivalenten Verrückung  $x = \sum \xi_i \dots, z = \sum \zeta_i$ , so übersieht man zusammenfassend unschwer, daß der rein kinematische Teil des Problems sich stets lösen läßt. Wir können so, allerdings ohne für die physikalische Erkenntnis viel gewonnen zu haben, Elektronenbewegungen konstruieren, welche den Forderungen 1 und 3 genügen; eine befriedigende Theorie aber werden wir erst dann erhalten, wenn wir diese rein kinematisch gegebenen Bewegungsformen nunmehr dynamisch dadurch erklären können, daß wir sie uns durch den Einfluß an-

gebbarer und physikalisch deutbarer Kräfte im Innern des Atoms hervorgerufen denken. Diese Kräfte werden einerseits dadurch näher bestimmt, daß durch ihr Zusammenwirken mit einem äußeren elektrischen oder magnetischen Feld die oben unter 4. und 5. genannten Linienaufspaltungen entstehen, andererseits dadurch — und das ist der schwierigste Punkt —, daß die Forderungen 1 und 2 erfüllt sind, die man in Analogie zu mechanischen Betrachtungen zusammenfassen kann in der Forderung nach einer hinreichend großen „Stabilität der Frequenzen“.

Auf die Besprechung komplizierterer Modelle, die aus einer Gleichgewichtsanzordnung der Ruhe oder der Bewegung mehrerer Elektronen bestehen und bei denen die Emission der Spektrallinien auf Schwingungen dieser Elektronen um den Gleichgewichtszustand zurückgeführt sind, werden wir später bei den Seriengesetzen zurückkommen. Hier wollen wir uns beschränken auf den einfachsten Fall eines Elektrons, das sich periodisch, in geschlossener Bahn, bewegt; und zwar soll diese Bahn ein Kreis sein, wie er mit konstanter Geschwindigkeit unter dem Einfluß einer Zentralkraft durchlaufen wird; ein solches Elektron emittiert dann eine Strahlung von zeitlich einfach periodischem Verlauf, deren Periode gleich ist der Umlaufzeit des Elektrons. Es ist nun nicht schwer, sich Zentralkräfte zu konstruieren, die einer beliebigen Potenz des Radius  $r$  proportional sind; so erhält man in Analogie zu dem astronomischen Newtonschen Anziehungsgesetz eine Kraft proportional  $1/r^2$ , wenn man sich im Zentrum des Atoms eine positive Ladung von geringer Ausdehnung denkt (Rutherford'sches Modell), man erhält eine den aus der Elastizitätstheorie bekannten analoge Kraft proportional  $r$ , wenn man sich das Elektron in einer homogen mit positiver Ladung erfüllten Kugel (Modell von Thomson) bewegt denkt und kann dies, wie leicht zu sehen, durch eine geeignete Annahme über die Ladungsdichte als Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt verallgemeinern. Auf die dem Thomsonschen Modell anhaftenden bedeutenden Schwierigkeiten kann hier der Kürze halber nicht näher eingegangen werden; jedenfalls stellt es, und das mag für unsere Zwecke genügen, eine Möglichkeit dar, ohne Aufgabe des Coulombschen Gesetzes für die einzelnen Ladungselemente wenigstens im Innern des Atoms sich eine in weiten Grenzen beliebige Zentralkraft zu konstruieren. Wir wollen nun hier etwas eingehender nur die zwei Fälle der „quasielastischen“ Kraft (prop.  $r$ ) und der Newtonschen Kraft (prop.  $1/r^2$ ) behandeln; jene, weil sie als bisherige Grundlage aller ähnlichen Betrachtungen (Magnetooptik, Dispersionstheorie usw.) diene, diese, weil sie uns als Repräsentant aller der anderen Kraftgesetze gelten kann, bei denen die Bewegungsgleichungen nicht mehr linear sind.

§ 4. Nehmen wir also als Modell ein Elektron mit der Ladung  $-e$ , das in einer positiven homo-

genen Kugel vom Radius  $\rho$  und der Gesamtladung  $+e$  in einem Kreis vom Radius  $r$  umläuft; für Umlaufzeiten entsprechend der Periode sichtbaren Lichtes finden wir für  $\rho$  Werte von der Größenordnung  $10^{-8}$  cm in Übereinstimmung mit anderweitigen Bestimmungen des Atomradius. Die nach der oben gegebenen Formel sekundlich ausgestrahlte Energie reicht ferner hin, um eine Spektrallinie von hinreichender Intensität zu liefern. Man findet ferner, daß die Umlaufzeit *unabhängig* ist von der Energie des Elektrons, und daraus ergibt sich, daß die Periode des ausgesandten Lichtes infolge des Energieverlustes durch die Ausstrahlung nicht geändert wird, daß es andererseits auch gleichgültig ist, mit welchem anfänglichen, durch die jeweiligen Erregungsbedingungen gegebenen Energieinhalt unser Elektron zu strahlen beginnt; ein derartig gebautes Atom besitzt also eine geradezu ideale „Stabilität der Frequenzen“, es erfüllt die beiden ersten der S. 286, Spalte 1 genannten Forderungen. Gerade dies ist nun die ausgezeichnete Eigenschaft der quasielastischen Bindung, die ihre mannigfache Verwendung in der Physik rechtfertigt, überall dort, wo es auf die Unabhängigkeit der Frequenzen von der Energie bzw. die Erfüllung des Superpositionsprinzips ankommt. Daß ferner dieses Atom auch den Zeemaneffekt, wenigstens für die normalen Triplets, richtig gibt, ist bekannt. Nun aber zeigt unser Modell weiter in einem äußeren elektrischen Feld keinerlei Änderung der ausgesandten Frequenz, sondern die Wirkung des Feldes beschränkt sich, wie dies bereits Voigt gezeigt hat, lediglich auf eine Verlegung des Zentrums der Kreisbahn; damit aber sind wir, wollen wir dem von Stark zunächst an Kanalstrahlen gefundenen Effekt allgemeine Gültigkeit zuschreiben, zu einer Ablehnung des quasielastischen Kraftgesetzes gezwungen.

Voigt hat nun bereits weiter gezeigt, daß man unter Zugrundelegung eines anderen als des linearen, quasielastischen Kraftgesetzes eine Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld erwarten muß, und Schwarzschild hat kürzlich, veranlaßt durch die Beobachtungen von Stark, die Theorie für ein nach Newtons Gesetz gebundenes Elektron entwickelt.

Wir wollen auch hier den einfachsten Fall eines neutralen Atoms betrachten, bei dem ein Elektron mit der Ladung  $-e$  um einen positiven Kern mit der Ladung  $+e$  im Abstand  $r$  kreist. Man findet leicht für die Umlaufzeit  $T$ , die sekundlich ausgestrahlte Energie  $E$  und die kinetische Energie  $W$  des Elektrons (wenn man die konstanten Faktoren vereinigt):

$$\begin{aligned} \text{a) } T &= 3,94 \cdot 10^{-4} r^{3/2} \\ \text{b) } E &= 3,64 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{1}{r^4} \\ \text{c) } W &= 11,5 \cdot 10^{-20} \cdot \frac{1}{r} \end{aligned}$$

Es ist aus diesen Formeln sofort ersichtlich, daß für ein gegebenes  $T$ , d. h. also für eine bestimmte Spektrallinie, auch der Radius der Kreisbahn und somit  $E$  und  $W$  gegeben sind, und vor allem, daß hier im Gegensatz zu dem oben behandelten quasielastisch gebundenen Elektron, die Umlaufzeit  $T$  von  $r$  und also von der Energie abhängt. Dies hat, wie eine einfache Überlegung ergibt, zur Folge, daß die emittierte Linie, die übrigens von mehr als genügend großer Intensität sein würde, nicht scharf ist, sondern aus einem breiten Band besteht; es ist also hier die erste der S. 286, Spalte 1 gestellten Forderungen nicht erfüllt. Man kann nun diese Schwierigkeit vermeiden, wenn man eine, zunächst rein fiktive, Reduktion der Strahlung annimmt, und zwar kann man diese, wie sich zeigen läßt, stets so wählen, daß einerseits die Breite und Interferenzfähigkeit der Linie (etwa  $0,005 A \cdot E$  und  $1 m$  Gangunterschied, zwei nach den neuesten Messungen wohl eher zu weit gehende Annahmen) den zu stellenden Forderungen genügen, andererseits aber immer noch genügend Energie ausgestrahlt wird (etwa  $6 \cdot 10^{-9}$  Erg nach Messungen an den  $D$ -Linien). Zur Deutung dieser Reduktion der Ausstrahlung ist man nun meines Erachtens nicht zu irgendwelchen kühnen Hypothesen, etwa der Annahme einer Ungültigkeit der Maxwell'schen Gleichungen für das Atominnere, gezwungen, sondern man kann sie erreichen, wenn man sich mehr als 1 Elektron in demselben Kreis bewegt denkt. Ich will hier nicht näher auf diesen Punkt eingehen, sondern zur Illustration lediglich die folgende kleine Tabelle geben, die nach einer für  $n$  äquidistant kreisende Elektronen von Thomson und Schott abgeleiteten Formel die Ausstrahlung in willkürlichen Einheiten angibt und die geforderte Reduktion der Ausstrahlung zeigt:

$n =$ Anzahl der Teilchen	Geschwindigkeit	
	$= 1/10$ Lichtgeschw.	$= 1/100$ Lichtgeschw.
1	1	1
2	$9,6 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$
3	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-7}$
4	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$
5	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-18}$
6	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-17}$

Mag man nun auch in dieser Weise genügende Schärfe der emittierten Linie erzwingen können, so bietet die Erfüllung der zweiten Forderung Schwierigkeiten, die sich nicht beheben lassen und die uns wohl zwingen, dieses Modell abzulehnen (wie man dies ja z. B. in der Magnetooptik und der Dispersionstheorie wegen Nichterfüllung des Superpositionsprinzips bereits a priori tun mußte). Aus den Gleichungen (a) und (c) (Seite 287, Spalte 2 entnimmt man, daß:

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{\delta \lambda}{\lambda} = -\frac{3}{2} \frac{\delta W}{W}$$

Damit nun die verschiedenen am Leuchten beteiligten Atome Linien ergeben, die alle innerhalb eines durch die beobachtete tatsächliche Linienbreite gegebenen Wellenlängenbereiches  $\delta \lambda$  liegen, ist nach dieser Beziehung eine Übereinstimmung der Energien  $W$  der in diesen Atomen kreisenden Elektronen erforderlich, die gegeben ist durch die größte zwischen ihnen erlaubtermaßen bestehende Differenz  $\delta W = \frac{2}{3} W \cdot \frac{d\lambda}{\lambda}$ . Wählen wir z. B.  $\lambda = 500 \mu\mu$  und setzen als Linienbreite (nach Elimination des Dopplereffektes, also gerechnet für ruhende Atome) den sicherlich viel zu hoch gegriffenen Wert  $0,05 A E$ , so dürfte  $W$  für die einzelnen Atome um nicht mehr als etwa  $10^{-5} W$ , d. h. um etwa  $10^{-10}$  Erg schwanken; es ist das etwa der hundertste Teil des Wertes der kinetischen Energie eines  $H_2$ -Moleküls bei Zimmertemperatur oder gleich der Energie eines Elektrons von einer etwa  $6 \cdot 10^{-5}$  Volt entsprechenden Geschwindigkeit. Daß diese Bedingung erfüllt sei, daß also die kinetische Energie der in den verschiedenen Atomen sich bewegenden Elektronen mit einer derartigen Präzision bei jeder Anregung zum Leuchten stets denselben Anfangswert erhalte, ist nun physikalisch ohne weitere ad hoc gemachte Annahmen nicht zu verstehen; und damit sind wir gezwungen, auch die Annahme nach Newtons Gesetz sich frei bewegender Elektronen fallen zu lassen.

§ 5. Wir haben im vorhergehenden zunächst an zwei speziellen Beispielen die Unmöglichkeit erkannt, allen oben zusammengestellten fünf Forderungen gerecht zu werden; auch wenn wir nun komplizierte Systeme betrachten, bei denen die Elektronen um Gleichgewichtslagen Schwingungen entsprechend den ausgesandten Linien ausführen (wir werden auf solche Systeme später ausführlicher zurückkommen), ergeben sich dieselben Schwierigkeiten; entweder wir verzichten auf eine Erklärung des Vorganges der Anregung zum Leuchten bzw. des Starkeffekts, indem wir nur „kleine Schwingungen“ bzw. lineare Bewegungsgleichungen zulassen, oder wir lassen diese Beschränkung fallen und damit auch die für die Schärfe der Spektrallinien nötige „Stabilität der Frequenzen“. Nun ist es das gemeinsame Charakteristikum aller derartiger Modelle, daß die Frequenzen bei ihnen im wesentlichen gegeben sind durch die Art der Anordnung der Elektronen und der positiven Ladungen im Atom, wobei, um dies nochmals hervorzuheben, im allgemeinsten Sinne diese Anordnungen Gleichgewichtszustände dynamischer oder statischer Natur sein können; es scheint nun — und dafür sprechen außerdem noch andere Gründe, die wir bei der Besprechung der Serienspektren kennen lernen werden —, als ob wir diese Art von Modellen überhaupt aufgeben und einen prinzipiell anderen Weg einschlagen müssen. Zuerst hat dies wohl Lord Rayleigh allgemein ausgesprochen, dessen Resumé ich hier wörtlich an-

führen will: „. . . the frequencies observed in the spectrum may not be frequencies of disturbance or of oscillations in the ordinary sense at all, but rather form an essential part of the original constitution of the atom as determined by conditions of stability.“ Wie man sich nun die Frequenzen anders bestimmt denken soll, als in der Art von „Eigenfrequenzen“, die durch in letzter Linie rein geometrische Verhältnisse der Anordnung gegeben sind, ist naturgemäß eine sehr schwierige Frage. Es liegt nahe, sich das Atom etwa aus geeigneten elementaren Oszillatoren aufgebaut zu denken und die Leuchterregung in einer Anregung dieser Oszillatoren zu suchen; doch kommt man dann, wie *Jeans* bemerkt, zu der Schwierigkeit, daß alle Atome in ihrem Spektrum wenigstens zum Teil dieselben Linien zeigen müßten, wenn man nicht den schönen und fruchtbaren Gedanken aufgeben will, daß alle Atome aus denselben universellen Konstituenten aufgebaut sind und sich in charakteristischer Weise nur durch die Anzahl und Anordnung dieser Konstituenten voneinander unterscheiden, ganz abgesehen von gewissen nach *Lorentz* bei jener Annahme in der Erklärung des *Zeemaneffekts* auftretenden Schwierigkeiten. Bis jetzt hat sich ein erfolgreicher Ausbau des obigen von *Rayleigh* angeregten und sicherlich richtigen Gedankens in der Tat wenigstens im Rahmen der klassischen Elektrodynamik noch nicht verwirklichen lassen.

§ 6. Es ist nun bemerkenswert, daß in jüngster Zeit *N. Bohr* ein Atommodell angegeben hat, bei dem die *Rayleighsche* Idee verwirklicht und die genannten Schwierigkeiten umgangen sind. Es war dies allerdings nur möglich unter Preisgabe der klassischen Elektrodynamik für die Vorgänge im Atom; ob nun ein derartiges radikales, wenn auch anderweitig (z. B. in der Strahlungstheorie) gestütztes Vorgehen zur Lösung der bestehenden Schwierigkeiten *unumgänglich* notwendig ist, ist eine noch offene Frage; im Zusammenhang damit ist es wohl von prinzipieller Wichtigkeit, daß *W. Wien* kürzlich für den *Stark-effekt* die Möglichkeit eines direkten experimentellen Entscheids für die Gültigkeit oder Ungültigkeit der klassischen Elektrodynamik eröffnet hat und daß seine vorläufigen Resultate für die erstere, sicherlich sympathischere Alternative zu sprechen scheinen. Man mag über die einzelnen Schlüsse in den Deduktionen von *Bohr*, ja selbst über die ihnen zugrunde liegenden Hypothesen denken wie man will, und ihnen, wenigstens in der jetzigen Fassung vielleicht lediglich heuristischen Wert zuschreiben, jedenfalls hat die Theorie — und das ist wohl ihre Hauptleistung — zu dem bestechenden und nicht zu unterschätzenden Resultat einer *quantitativ* richtigen Ableitung der Serienformeln lediglich aus universellen Konstanten geführt. Von diesem Gesichtspunkt aus ist deshalb auch nicht zu viel Gewicht auf die Tatsache zu legen, daß das Modell, wie dies *Warburg* durch

eine Weiterbildung der *Bohrschen* Überlegungen zeigen konnte, für den *Zeemaneffekt* zu unrichtigen Folgerungen führt, und daß auch die Veränderung der emittierten Linien im elektrischen Feld nur teilweise in Übereinstimmung mit den experimentellen Resultaten von *Stark* ist. Wir wollen zum Schluß noch kurz das Wesentliche der *Bohrschen* Theorie, und zwar für den einfachsten Fall des Wasserstoffatoms besprechen.

Dieses Atom besteht nach *Bohr* aus einem positiven Kern  $+e$ , um den ein Elektron  $-e$  nach den Gesetzen der klassischen Mechanik kreist; und nun macht *Bohr* im wesentlichen drei Hypothesen. 1. Das Elektron kann nur in bestimmten Kreisen stationär um den positiven Kern laufen, deren Radien (unter Benutzung der *Keplerschen* Gesetze) bestimmt sind durch die Bedingung

$$\text{Winkelmoment} = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\text{kinet. Energie d. Elektrons}}{\text{Frequenz des Elektrons}} \\ = \text{ganzes Vielfaches von } \frac{h}{2\pi},$$

worin  $h$  die universelle Konstante von *Planck* ist. 2. Bei dieser Kreisbewegung findet keine Ausstrahlung statt, sondern 3. das Elektron strahlt beim Übergang von einem dieser Kreise zu einem anderen. Es strahlt dabei monochromatisch, die ausgestrahlte Energie ist gegeben durch die Differenz der Energien des Elektrons in den beiden Kreisen, und die Frequenz  $\nu$  der ausgesandten Strahlung ist bestimmt durch die Beziehung: ausgestrahlte Energie  $= h \cdot \nu$ .

Diesen drei Grundannahmen der Theorie ist natürlich, wie dies *Bohr* selbst schon betont, mit unseren gewohnten elektrodynamischen Anschauungen in keiner Weise beizukommen; es scheint mir überhaupt, wie ich hier bemerken möchte, sozusagen jeder gesetzmäßige Weg von diesem Atommodell zur Außenwelt, wenigstens im Rahmen unseres heutigen elektromagnetischen Weltbildes, abgeschnitten; so z. B. können wir über die Polarisationsverhältnisse der ausgesandten Strahlung ohne weitere spezielle Hypothesen nichts aussagen. Analysieren wir die oben angeführten (axiomatischen) Grundannahmen genauer, so finden wir, daß durch sie in der Tat die wesentlichen der im vorigen besprochenen Schwierigkeiten umgangen sind: die Frequenz der ausgesandten Strahlung ist nicht mehr gegeben durch die Frequenz der Eigenschwingungen des Atoms, sondern wird im Sinne *Rayleighs* gegeben durch die Konstitution des Atoms selbst und dieser ist eine sozusagen absolute Stabilität zugeteilt. Zum Schluß ist es vielleicht nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß die beiden ersten Grundannahmen, die in ihrer Kühnheit zunächst überraschen, sich bei näherem Zusehen an andere ähnliche Hypothesen axiomatischer Natur anschließen lassen, die in der modernen Physik des Atoms sich als fruchtbar oder notwendig erwiesen haben. So tritt in der ersten der *Bohrschen* Annahmen die Einsteinsche Dimen-

sionalbeziehung für atomare Vorgänge: „Energie = Frequenz  $\times h$ “, in der zweiten eine bereits von Planck für den elementaren Oszillator bei der Ableitung der Strahlungsformel als notwendig befundene Annahme zutage; die Festlegung der Frequenz durch die dritte Annahme ist direkt der Quantentheorie entnommen. Was die Einführung gerade des Winkelmomentes als einer Größe von universeller Bedeutung, nämlich als die physikalische Interpretation der Planckschen Konstanten  $h$ , betrifft, so scheint dies nicht ohne tiefere physikalische Berechtigung zu sein. Es haben auf diesen Punkt bereits früher Nicholson in einer Arbeit über das Spektrum der Korona und kürzlich Mc. Laren im Zusammenhang mit der Theorie der „Magnetonen“ in einer Notiz in der *Nature* aufmerksam gemacht.

In einem folgenden zweiten Teil möchte ich versuchen, in ählicher zusammenfassender Weise wie dies hier für die einzelne Spektrallinie geschehen ist, kurz über die Theorie der gesetzmäßigen Anordnung der Spektrallinien in den Serienspektren, zu berichten.

(Literaturnachweis am Schluß von Teil II.)

## Die physikalischen Heilmittel in der inneren Medizin.

Von

Prof. Dr. H. Determann, Freiburg i. B.-St. Blasien.

Bis vor 25 Jahren wäre es gewagt gewesen, in einem wissenschaftlich gebildeten Kreise sich über physikalische Heilmittel zu äußern. So sehr war die Schulmedizin in dem Urteil befangen, daß nur die Behandlungsmethoden, deren erfahrungsmäßige Heilwirkung sich aus der experimentell festgestellten Wirkung ableiten lasse, der Anwendung durch den praktischen Arzt würdig scheinen. Mit dieser begreiflichen vornehmen Auffassung haben die damaligen Vertreter der Medizin sowohl die wissenschaftliche Begründung der physikalischen Heilmethoden gehemmt als auch dem ärztlichen Stande eine schwere wirtschaftliche Wunde geschlagen. Denn es bemächtigten sich Kurpfuscher der von den Ärzten vernachlässigten therapeutischen Zweige und sie füllten die von diesen gelassenen Lücken in der Behandlung der Kranken aus.

Jetzt ist das besser geworden. Von Laien übernommen, fanden die physikalischen Heilmittel unter den Ärzten allmählich Boden. Zunächst in nicht akademischen Kreisen. Mit Eifer machte man sich an den Ausbau einer experimentellen Begründung in der richtigen Erkenntnis, daß eine solche doch die Grundlage eines verständigen ärztlichen Handelns bilden müsse. Trotzdem jetzt ein Unterbau für die Erkenntnis der Art der Wirkung physikalischer Heilmittel aufgeführt ist, mindestens so fest, wie er für andere Heilmethoden vor-

handen ist, gibt man in vielen Kreisen der Schulmedizin auch jetzt noch nur zögernd und mit einer gewissen Abneigung gegen die breitere Einführung der physikalischen Heilmethoden in den Lehrplan die Gleichberechtigung derselben mit den pharmakodynamischen Mitteln zu. Allerdings ist die Wirkung der Arzneimittel vielfach eine definiertere, da diese meistens bestimmte Organe oder Systeme treffen. Im Gegensatz dazu können wir die Behandlung mit den meisten physikalischen Heilmitteln als *allgemeine funktionelle Therapie* bezeichnen. Aber schon fängt mit zunehmender Kenntnis der Wirkung beider Heilmittelarten der Gegensatz zwischen ihnen an, sich auszugleichen. Auch auf „physikalischem“ Wege wirken die „physikalischen“ Heilmittel keineswegs mehr allein, im Gegensatz zu den pharmakologischen, deren Wirkung man sich chemisch dachte. Bei beiden findet vielmehr eine Vermengung zwischen physikalischer und chemischer Wirkung statt. Dementsprechend mußte ja die Betrachtung physikalisch-chemischer Probleme in der inneren Medizin einen großen Raum einnehmen.

Als physikalische Heilmittel bezeichnen wir gewöhnlich die *Hydrotherapie*, die *Kälte- und Wärmetherapie* sowie andere lokal anämisierende und hyperanämisierende Maßnahmen, weiter die *Lichtbehandlung*, die Behandlung mit *Luft*, die *Klimatotherapie*, die *Balneotherapie*, die *Mechanotherapie* (Gymnastik, Massage), die *Elektrotherapie*, eventuell auch die Röntgenbehandlung. Von da geht es über die Radiumbehandlung zu anderen Disziplinen über.

Die Hauptwirkung der physikalischen Heilmittel, wenigstens der meisten, dürfte, wie besonders Goldscheider in mehreren Aufsätzen<sup>1)</sup> scharfsinnig zu begründen versucht hat, bestehen in der *Beeinflussung der normalen regulatorischen Vorrichtungen des Organismus*. Dieselben sind bestrebt, im Funktionsspiel des Körpers ein Gleichgewicht herzustellen, oder sagen wir, eine gewisse mittlere Linie innezuhalten. Die Gleichgewichtslage, in der sich unsere Funktionen, insbesondere die Innervation, Blutumlauf, Gewebsernährung in irgend einem Ruhemoment befinden mögen, wird dauernd geändert durch *Reize*. Man spricht von *chemischen, osmotischen, mechanischen, thermischen, photischen, elektrischen* Reizen. Die Differenzen der Belichtung, der Sauerstoffzufuhr, die Witterungsveränderungen, alle Druckveränderungen, die Vorgänge im Magendarmkanal, alle Eindrücke auf die Sinne und viele andere Reize sorgen dauernd für eine Änderung der Funktionen in irgendeinem Sinne. Inwieweit auf Zuführung irgendeines Reizes eine Funktion geändert wird, hängt von der Größe des Reizes und von der Einrichtung und dem Zustand der verantwortlichen Organe ab. Denn diese lassen eine mehr oder weniger große Ausdehnung des Reizerfolges zu, sie

<sup>1)</sup> Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie 1906/07. usw.

„regulieren“ die Funktionsänderung. Eine solche Funktionsänderung kann erfolgen im Sinne von Steigerungen und Minderungen der Funktionen. Diese doppelte Wirkung ist möglich anzunehmen, wenn wir unter Reiz nicht verstehen Erregung, sondern jede Änderung in den Lebensbedingungen. So wie die regulatorischen Vorrichtungen beim Gesunden ein Zurückpendeln in die Gleichgewichtslage bewirken, so bestreben sie sich, bei krankhafter Veränderung der Funktion mit verstärkter Kraft einen für den betreffenden Krankheitszustand passenden Gleichgewichtszustand herbeizuführen. Sie bedeuten die *Vorgänge der Selbstheilung*.

Diese von der Natur vorgezeichneten Wege des Sichanpassens an veränderte Lebensbedingungen zu beschreiten, sollte das Bestreben unserer Therapie sein. Man sollte bei irgendeinem Krankheitsprozeß sich fragen: Welche Veränderungen der Funktion oder des Organbestandes liegen vor? — Ferner: Welche Ausgleichskräfte des Organismus sind am Werke, den Schaden zu heben oder unter den veränderten Bedingungen ein Leben zu ermöglichen? Endlich: Was können wir tun, um diesen Regulationsvorgang zu unterstützen?

Durch physikalische Heilmittel sind wir imstande, die normalerweise immer vorhandenen regulatorischen Vorgänge zu beeinflussen. *Winternitz* sagt, „*der thermische und mechanische Reiz stärkt alle bekannten Schutz- und Wehrkräfte des Organismus*“. Meistens geschieht das im Sinne der Steigerung, oft aber auch im Sinne der Minderung der Funktionen. *Goldscheider* nennt das: *im Sinne der Bahnung und Hemmung der Funktionen*. Der Organismus „reagiert“ auf einen solchen Eingriff, d. h. es entfaltet sich eine Summe von Ausstrahlungen auf das gesamte Funktionsspiel, wovon die an den Gefäßnerven die sichtbarsten sind. Die Reaktion ist also gewissermaßen der Ausdruck eines allgemeinen Gesetzes, nach dem äußere Einflüsse irgendwelcher Art Gegenvorgänge im Organismus auslösen. Aus dem infolge dieses Widerstreits bedingten Schwanken um die Gleichgewichtslage pendelt das Funktionsspiel zurück. *Otfried Müller* konnte durch Dauerregistrierung gewisser Äußerungen von Funktionen (Blutdruck z. B.) den oszillierenden Charakter solcher Ausgleichungen nachweisen.

Ein prinzipieller Unterschied zwischen Beeinflussung durch physikalische Heilmittel und allgemeiner Beeinflussung durch die immer vorhandenen Lebensreize besteht also nicht. Auch durch letztere werden unsere Funktionen dauernd geübt: die Herz- und Gefäßtätigkeit, die der Muskeln, die Blutregeneration, die Drüsentätigkeit, die Wärmeregulation, der Stoffverbrauch und der Stoffersatz. Die Fähigkeit, bei Wechsel der äußeren Bedingungen mit Veränderungen der Funktion zu reagieren, also das Anpassungsvermögen an Bedürfnisse ist eine allgemeine Eigenschaft der lebenden Substanz. Wir wollen, hierauf fußend, die Ausgleichsfähigkeit weiterhin üben und elastischer

machen. Darin besteht die Bedeutung physikalischer Eingriffe. Diese Übung ist eine doppelte: erstens werden die Regulierungsvorgänge an sich gesteigert, die Pendelschwingungen werden prompter ausgeglichen, und zweitens werden die Regulierungen schneller und leichter ausgelöst, das Pendel bewegt sich leichter in die Gleichgewichtslage zurück.

Auf irgendeine Störung, oder sagen wir *Alteration der Funktionen*, folgt die *Selbststeuerung*, die Regulierung. Vielfach ist der starke Reiz dabei die Hauptsache, z. B. bei einer kurzen, ganz kalten Dusche. Wir täuschen dem Organismus eine erhebliche Störung vor, er setzt mächtige Regulierungen in Szene, die Tätigkeit der Organe wird dementsprechend angeregt, ohne daß wirklich die gewissermaßen vom Organismus erwartete Schädigung (in diesem Falle Wärmeeziehung) in entsprechender Weise eintrat. Vielfach auch müssen wir durch eine geringe Geschwindigkeit der Intensitätsschwankungen bei der Reizbehandlung, durch ein „Einschleichen“ des Reizes das richtige Maß der Regulation erzielen (z. B. warme und langsam abgekühlte Regendusche).

Wir müssen uns dabei vorstellen, daß diese Änderung der Funktionen sich bis auf das Zellenleben erstreckt, daß jede Steigerung der Funktionen in den Organen mit einem vermehrten Verbrauch von Substanz in den Zellen, event. mit Zellerstörung verbunden ist, und daß darauf wieder der Ersatz des verloren gegangenen Materials in den Zellen, respektive der Ersatz von Zellen erfolgen muß.

Nach dieser *Dissimilation*, also der Summe der Abbauprozesse, die *Assimilation*, also die Summe der Aufbauprozesse, im *Zellorganismus* zu steigern, das ist der Zweck der physikalischen Heilmittel, denn bis zu einer gewissen Grenze erfolgt durch stärkere Reize auf die Dissimilation mehr Assimilation, als der bloße Ersatz des verbrauchten Materials beträgt; es zeigt sich hier das Gesetz der „*Luxusproduktion*“ auf richtig dosierte Reizbehandlung. Wir haben also Aussicht, auf diesem Wege durch eine Art „Schädigung“ dem Organismus Nutzen zu bringen. Die vielfach belächelte Nachwirkung der Badekuren nach klimatischen Kuren beruht denn doch wohl auf einer längeren Einübung der Regulationsvorrichtungen des Organismus und dadurch einer besseren Überwindung krankhafter Vorgänge.

Man kann sich wohl vorstellen, daß man durch eine solche auf die Funktionen gerichtete Therapie schließlich auch den krankhaften Organbestand ändern kann, wenn wir bedenken, daß derselbe in letzter Linie abhängt von der Gegenwirkung von Blutumlauf und Gewebsernährung, von nutritiven und formativen Vorgängen. Auf beides haben wir ja mit unseren Mitteln durch die Änderung der Funktion Einfluß. Daß die Funktionen trophische Wirkungen haben, sehen wir an der Art des verschiedenen Wachstums der

Knochen, der Muskeln unter dem Einfluß verschiedenen Gebrauches derselben. An allen anderen Organen besteht aber sicher dasselbe Gesetz. Die Möglichkeit der Herbeiführung anatomischer Änderungen ist nun experimentell und praktisch nach Behandlung mit Wärme, Licht, Klima, Röntgenverfahren usw. nachgewiesen worden. Eine glänzende praktische Bestätigung bietet die Beeinflussung gewisser schwerer Erkrankungszustände durch Hyperämie, durch Licht (Finsen), durch Röntgenverfahren usw. Das ist schon mehr traumatische, zerstörende Therapie zu nennen. Wie das geschieht, wie der kausale Zusammenhang zwischen dem oft doch unmittelbaren Erfolg physikalischer Eingriffe und „Heilprozesse“ ist, das ist noch gänzlich ungeklärt.

Aber auch in ungünstigem Sinne kann der Organbestand durch physikalische Maßnahmen geändert werden, denn ein Eingriff, der von einem starken Individuum mit Nutzen vertragen wird, kann für ein schwaches eine Schädigung bedeuten. *Unsere Mittel sind zweischneidig.* Wärme und Kälte, mechanische Beeinflussung, Elektrizität, Klima — sie können nützen, sie können schaden, es kommt nur auf das Maß der Anwendung an. *In der Gefahr, im Einzelfalle über das richtige Maß hinauszuschießen, liegt nun auch die Schwierigkeit der Anwendung der physikalischen Heilmittel.* Zunächst kann man die Dosierung, die Abstufung an sich nicht annähernd mit der Leichtigkeit und Sicherheit vornehmen, wie in der Pharmakologie. Das gilt für thermische, mechanische, klimatische, elektrische Eingriffe in gleicher Weise. Der Namen des einzelnen Eingriffes ist nicht so sehr von Bedeutung, wie seine Art der Ausführung, seine Abstufung, seine Modifikationen in Rücksicht auf den Einzelfall. Denn es spielt für die individuelle Reaktion auf einen physikalischen Eingriff die Konstitution eine ausschlaggebende Rolle. Und die Konstitution kann nur beurteilt, weniger bemessen werden, wenn es auch für den kundigen Arzt eine Reihe von Prüfungsmitteln gibt. Sie ist maßgebend für den Grad der Reaktion, der Funktionsänderung als Beantwortung des gesetzlichen Reizes. Je nachdem erfolgte mehr oder weniger schnell und leicht eine Wiederherstellung des Gleichgewichtes der Funktionen. Muten wir einem Organismus mit relativ schwacher Konstitution einen zu intensiven Eingriff zu, so erfolgt nach der Dissimilation keine genügende Assimilation. Ein Beispiel einer solchen ungenügenden Reaktion auf einen Eingriff ist die *Erkältung*, wobei eine ungenügende Zirkulationsregulierung auf eine starke Abkühlung erfolgt. Bei Krankheiten sind nun die normalen Reaktionsverhältnisse auf Reize ganz verschoben, oft in ganz unübersichtlicher Weise. Weiterhin kommt noch für die Reaktion und damit für die Wahl und Gestaltung des physikalischen Eingriffes in Betracht die augenblickliche Stimmung

der nervösen Zentren und Bahnen, die *augenblickliche „Disposition“*.

Hie und da kann man allerdings mit Nutzen bei einem Erkrankten die meistens innezuhaltende Grenze in bezug auf die Art und Stärke des Eingriffes überschreiten, im Vertrauen darauf, daß meistens denn doch eine größere Assimilation, als der Dissimilation entspricht, also eine Luxusassimilation erfolgt. Das ist der Fall, wenn es sich darum handelt, einem noch funktionstüchtigen Organismus *über den toten Punkt zu helfen*. Die Behandlung gewisser Formen von Blutarmut mit Aderlässen würde ein Beispiel bieten. Bei dieser Erkrankung würde man also zielbewußt eine Verletzung gerade an dem Gewebe, an dem eine Erkrankung vorliegt, vornehmen. Diese bildet dann einen mächtigen Reiz zur Neubildung. Erfolgreich können diese Anregungen, z. B. des krankhaft daniederliegenden Keimungsvermögens der blutbildenden Organe nur sein, wenn den blutbereitenden Organen genügend Material durch Nahrung und Assimilation geliefert wird. Auch die von *Prießnitz* geübten Wasserkuren, die denn doch manchmal von Nutzen waren, bieten ein Beispiel dieser Art gewaltsamer Behandlung.

Der Sammelbegriff der physikalischen Heilmittel ist ein beliebiger und wenig passender. Er ist wohl infolge äußerlicher Zusammenfassung entstanden und er stammt aus der Zeit, als man über das Wesen der Wirkung thermischer, mechanischer, klimatischer, Licht- usw. Reize wenig orientiert war. Wir können dementsprechend auch die vorhin gemachten allgemeinen Bemerkungen über die Wirkungsweise nicht auf alle sogenannten physikalischen Heilmittel mit gleicher Sicherheit anwenden. Der Begriff der Alteration, der Änderung der Funktionen findet langsam seinen Übergang zur Störungs- und Schädigungstherapie oder Zerstörungstherapie, wie wir sie sehen bei der Röntgen- und Radiumbehandlung, bei Aderlässen, bei den chirurgischen Eingriffen. Das alles könnte man noch einer physikalischen Therapie zurechnen. Es ist aber besser, sich nicht an das Wort „physikalisch“ zu klammern, das ja, soweit es die Wirkung ausdrücken soll, dieselbe nicht einmal bei thermischen und mechanischen Einflüssen irgendwie erschöpfend umfaßt. Vor der physikalischen Beeinflussung steht als die viel wichtigere die physiologische, d. h. die auf das ganze Funktionsgetriebe des Organismus ausstrahlende.

Die *Hydrotherapie* besteht in der methodischen Anwendung des Wassers in seinen verschiedenen Temperaturen und Aggregatzuständen zur Vornahme von Bädern, Duschen, Abwaschungen, Einpackungen, Umschlägen am menschlichen Körper. Das Wasser ist in seinem 28 mal stärkeren Wärmeleitungsvermögen als die Luft, in seiner hohen Wärmekapazität, in

seiner Veränderlichkeit der Temperatur, in seinem größeren spezifischen Gewicht, in dem leicht zu verändernden Aggregatzustand ein vorzügliches Medium zur Verbindung von thermischen und mechanischen Reizen. Die Art der Wirkung auf die verschiedenen Funktionsphären ist leidlich gut erforscht. Aber doch besteht noch häufig eine Denklücke zwischen den experimentellen Beweisen der Wirkung und dem erfahrungsmäßigen therapeutischen Effekt. Immerhin haben wir die Möglichkeit, in einigermaßen zielbewußter Weise das Wasser anzuwenden, besonders zur *Übung der Herz- und Gefäßtätigkeit*, ferner zur *Steigerung der Muskelkraft*, *Hebung der Blutbeschaffenheit*, *Anregung des Stoffwechsels* und des *Zellebens*. Die besonders früher allem vorangestellte, angebliche suggestive Wirkung in Form einer moralischen Übung, einer Hebung der Energie wird genügend abgelöst durch die jetzt nachgewiesenen erheblichen Einflüsse auf das Funktionsgetriebe. *Bei vielen Krankheiten, bei denen eine Übung der Funktionen am Platze ist*, seien es sogenannte organische oder sogenannte funktionelle, ist das Wasserheilverfahren in irgend einer Form am Platze.

Mit der, besonders durch Bier inaugurierten *Hyperämiebehandlung*, die wir erzielen durch *Wärmezufuhr* sowie durch *Stauung*, haben wir, wie aus der experimentellen Forschung hervorgeht, einen weitgehenden Einfluß auf die Zirkulation sowie auf das Zelleben und somit den Stoffwechsel. Die Hitze- und Stauungshyperämie wirkt praktisch „*resorbierend, auflösend und ernährend, schmerzstillend, bakterientötend oder abschwächend*“. Das Anwendungsgebiet ist daher ein weites, es dehnt sich aus, sowohl auf *lokale, entzündliche und traumatische Erkrankungen*, auf *Neuralgien* sowie andere schmerzhafte Leiden (wie *rheumatische* u. a.), als auch auf *Stoffwechselkrankheiten* verschiedenster Richtung, *chronische Infektionen* usw.

Das *Licht*, das ja bei zunehmendem Aufenthalt im Freien, bei vermehrter Neigung zu Sport zum anderen, zu Luft- und Sonnenbädern einen wachsenden Raum in der Gesundheitspflege einnimmt, hat ebenfalls, wie aus experimenteller Forschung hervorgeht, *weitgehende Einflüsse auf fast alle Funktionen, inkl. des Stoffwechsels*. Es ist einer der notwendigsten Lebensreize. Man kann es in verschiedener Konzentration, in seinen verschiedenen Farben für eine Reihe von allgemeinen und lokalen Krankheitszuständen mit großem Nutzen anwenden. Zur Herstellung der Denkverbindung zwischen erfahrungsgemäßem Nutzen und experimentell sichergestellter Wirkung liegt noch ein großes Forschungsfeld brach. Praktisch muß man sich ständig gegenwärtig halten, daß die Schädigungsgrenze nicht sehr weit von der optimalen Wirkung liegt. Man verwendet das natürliche Licht, das direkte Sonnenlicht lokal und allgemein zur Bekämpfung *bakterieller Erkrankungen*,

bes. der *Tuberkulose*, in Form von lokalen und allgemeinen Sonnenbestrahlungen, bes. im Hochgebirge. Durch möglichst genaue Nachahmung der Zusammensetzung des Sonnenlichtes sucht man sich in Form besonderer Apparate (*Quarzlampe* usw.) bei Abwesenheit der Besonnung in bezug auf die Behandlung unabhängiger zu machen. In der konzentriertesten Weise wird das Licht angewandt bei gewissen bakteriellen Hautaffektionen, bes. bei *Lupus*. Bekanntlich hat *Finsen* dieses Verfahren eingeführt.

Auch die Behandlung des Körpers mit *Luft* in Form von *Luftbädern* fängt an, auf die Volkshygiene mehr Einfluß zu haben. Auch in Krankheitszuständen sind Luftbäder von ganz hervorragender Wirkung. Der thermische Reiz ist dabei ein viel milderer, aber wegen der langen Dauer der Anwendung von viel nachhaltigerer Wirkung als der von kühlem Wasser. Wegen der stets wechselnden Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung ist allerdings das Luftbad kaum als dosierbares Heilmittel anzusehen. Jedoch liegt wohl etwas sehr Heilsames gerade in diesem ständigen Wechsel der Reizeinflüsse auf die Haut, der wegen des geringen Wärmeleitungsvermögens der Luft nur geringe Reaktionsschwankungen hervorruft und daher vom Körper lange Zeit hindurch vertragen wird. Man sollte Luftbäder mehr als es bis jetzt geschieht, auch bei vielen *organischen und funktionellen Erkrankungen mit gestörten Allgemeingefühlen* anwenden. Einen breiten Raum in der Behandlung, sowohl organischer Krankheiten (bes. Tuberkulose) als auch funktioneller nehmen die *Freiluftliegekuren* ein, deren Wirkung wohl durch die Einatmung frischer, kühler, reiner Luft, die Umgebung des Kopfes mit kühler Temperatur bei warmem Körper, den Wechsel der Lufttemperatur und Luftbewegung, die größere Belichtung, ferner durch die mannigfachen, zerstreuten Eindrücke im Freien begründet ist. Mehr und mehr bringt man auch schwere, ja bettlägerig und fieberhaft Erkrankte für viele Stunden täglich auf Balkons oder Liegehallen ins Freie.

Unter den *klimatischen Heilmitteln* ist in letzter Zeit besonders das *Höhenklima* gründlich erforscht worden. Es hat sich gezeigt, daß bei einem Aufenthalt im Höhenklima das *Blut ganz spezifische Veränderungen* erfährt, im Sinne einer erheblichen *Vermehrung der roten Blutkörperchen* und einer vorübergehenden positiven Stickstoffbilanz. Es ist mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß diese Vermehrung der Blutkörperchen erfolgt als *spezifische Reaktion auf den Reiz der verminderten Sauerstoffspannung* der Luft in der Höhe. Es erfolgt nach dem Gesetz der Regulation auf „störende“ Einflüsse, in diesem Falle auf das verminderte Sauerstoffangebot, eine Vermehrung der inneren respiratorischen Oberfläche, also der Gesamtoberfläche der Blutkörperchen als sauerstoffaufnehmendem Apparat. Die Blutkörperchen wer-

den geliefert von den blutbereitenden Organen. Rückwärts wird natürlich diese *Neuschaffung von Zellen einen umfangreichen Antrieb des gesamten Stoffwechsels mit seinen übrigen Folgen für fast alle Organe* bedingen. Neben der geringeren Sauerstoffspannung der Höhenluft mögen auch die intensivere *Besonnung im Gebirge*, die *Trockenheit der Luft*, der verminderte Luftdruck und damit die erleichterte Gelenkbeweglichkeit eine begünstigende Rolle auf das Allgemeinbefinden spielen. Das Anwendungsgebiet ist nach alledem gegeben. Bei *allen allgemeinen Schwächezuständen*, besonders solchen, bei denen die *Blutbeschaffenheit keine günstige* ist, ist das Höhenklima zu längerem Aufenthalt angezeigt. Die Wahl dieses Heilmittels und die Dosierung desselben ist eine schwierige Frage der Berücksichtigung der Einzelkonstitution.

Es liegt nahe, nach Maßgabe der schlagenden Erfolge des *Seeklimas*, daß auch hier eine spezifische Wirkung vorliegt, jedoch sind dafür noch keine genügenden experimentellen Beweise erbracht worden. Die Anregung der Hauttätigkeit, die Übung der physikalischen und chemischen Wärmeregulation, der Einfluß auf den Stoffwechsel mit allen seinen rückwärtigen Folgen genügen nicht, um die nach spezifischer Wirkung aussehenden Erfolge, z. B. bei Kindern mit *Skrofulose* und *exsudativer Diathese* zu erklären. Bei allen Leiden, bei welchen eine mächtige *Anregung der Körperfunktionen* während körperlicher Ruhe oder unter gleichzeitiger Vornahme von Seebädern angebracht ist, erweist sich das Seeklima als heilsam, vorausgesetzt, daß der Organismus mit seinen Regulationen der Anregung folgen kann.

In neuerer Zeit schickt man Kranke im *Winter auch in die Wüste* (Ägypten usw.), die ein warmes, außerordentlich trockenes, mit starker Besonnung versehenes Klima darbietet. Die ohne weiteres ersichtliche sehr starke *Einwirkung auf Stoffwechsel und die Flüssigkeitsbilanz, auf Zirkulation, auf die Hauttätigkeit* hat noch keine nähere experimentelle Forschung erfahren. Bei gewissen Formen von *Nierenleiden*, bei *Stoffwechselkrankheiten*, bei *rheumatischen Erkrankungen* kommt es in Betracht. Jedoch fordert Überlegung und Erfahrung zu großer Vorsicht bei Herz- und Gefäßerkrankungen, bei hochfieberhaften und destruktiven organischen Leiden auf.

Die *Balneotherapie* erfährt erst in letzter Zeit ihren wissenschaftlichen Ausbau. Die *Gase und Salze*, welche in den betreffenden Heilbädern enthalten sind, wirken modifizierend auf die thermische Reizwirkung; die Gase je nach ihrem Wärmeleitungsvermögen, ihrer Menge und nach ihrer Verteilungsart, die Salze nach ihrer Art und nach ihrem Konzentrationsgrade. Es ist wahrscheinlich, daß beide auch durch *Hautreizung* mit allen ihren Folgen einwirken. Jedoch ist hier der Forschung noch ein weiteres

Feld vorbehalten. So ist die hervorragende Wirkung der *Seebäder* und *Solbäder* noch in keiner Weise genügend geklärt. In neuerer Zeit nimmt man an, daß das in sehr vielen Quellen enthaltene *Radium* sowohl bei Trink- als auch bei Bäduren spezifische Wirkung ausübt. Das besonders bei sogenannten indifferenten Thermen (ohne nennenswerten Salz- und Gasgehalt). Bei den *Moor- und Schlammbädern* spielt dieser Umstand möglicherweise eine Rolle, außerdem sind von Wichtigkeit die durch die Moormasse bedingte große *Wärmekapazität*, die geringe Wärmeleitung, die in ihr enthaltenen hautreizenden Substanzen. Die gashaltigen Bäder werden wegen ihrer Angriffsart am Hautgefäßsystem vielfach bei *Herz- und Gefäßleiden* verwendet, die salzhaltigen besonders häufig bei Allgemeinerkrankungen. Jedoch sind die *Indikationen* beider Bäderarten so *zahlreich*, daß sie hier nicht alle erwähnt werden können.

Auch durch *Massage* und *Gymnastik* können wir *lokale und allgemeine tiefgreifende Einflüsse* auf Gefäßtätigkeit, Blutfüllung, Zelleben und Stoffwechsel ausüben. Der Angriffspunkt sind zunächst hauptsächlich die Muskeln, die man teils direkt *physikalisch*, teils indirekt *physiologisch*, d. h. durch reflektorische Beziehungen beeinflusst. Aber auch die Haut, die Gelenke, die Sehnen und Bänder werden von vornherein meistens mitbetroffen. Die Wirkung muß natürlich eine ganz verschiedene sein bei einer *Massage*, die eine Mitarbeit des Funktionsspiels nur in mäßigem Grade erfordert, bei einer *passiven Gymnastik*, die Muskeln und Gelenke bewegt, ohne Muskelarbeit und einer *aktiven*, resp. *Widerstandsgymnastik*, die eine volle willkürliche Mitarbeit der Muskeln erfordert. Es ist verständlich, daß bei letzterer die Einflüsse auf das ganze Funktionsspiel am größten sein müssen, vor allem wegen der stärkeren Wärmeproduktion in den Muskeln, auf die *Wärmebilanz* und damit auf den *Stoffwechsel*. Die *Massage*, die depletorisch sowie zirkulationsbeschleunigend wirkt und zugleich einen gut dosierbaren Reiz auf die Muskel-tätigkeit darstellt, findet Verwendung bei *lokalen entzündlichen und schmerzhaften Affektionen* sowie zur Förderung der Muskelkraft. Eine allgemeine Massage hat auch Einfluß auf den Gesamtstoffwechsel. Die Gymnastik, die mehr in das Gesamtgetriebe eingreift, eignet sich i. a. mehr für *allgemeine Störungen*, bei denen man unter gleichzeitiger Muskelkräftigung den Gesamtumsatz fördern will.

Die *Elektrotherapie*, die schon zweimal in früheren Zeiten wegen der unklaren Vorstellungen über Wesen und Wirkung der Elektrizität einen großen Rückschlag erlitten hatte, hat seit etwa 1½ Jahrzehnten einen mächtigen Aufschwung genommen. Die experimentelle Forschung über die Wirkung der Elektrizität hat dieses Mal auf dem *festen Boden der anorganischen Elektrophysik*

und *Elektrochemie* aufgebaut<sup>1)</sup>). Man fand, daß die sogenannten elektrischen Ströme im lebenden Gewebe eigenartige Bewegungen der Ionen, bestimmter molekularer Bestandteile des Gewebes selbst, darstellen. Die Art der Ionenbewegung im elektrischen Felde zwischen den Elektroden erklärt uns die Eigenart der verschiedenen Stromarten. Die Anwendung elektrochemischer Grundanschauung erklärt uns die Begriffe der Intensität und Dichte des elektrischen Stromes, des Widerstandes, der elektrischen Wärme, der Elektrolyse. Die Eiweißstoffe des Organismus nehmen durch Anlagerung (Adsorption) negativer Ionen eine negative elektrische Ladung an, die mehr oder weniger starke Anlagerung und die spezifische Reaktion bestimmter Organe bringt dann die verschiedenen Äußerungen der Elektrizität hervor (elektrischer Geschmack, Licht-, Gehörsempfindung, Elektrotonus, elektrischer Muskelreiz usw.).

Schon lange verwandte man so den galvanischen, den faradischen Strom, die Reibungselektrizität mit unisolierter Entladung, die Elektrolyse. Als nun *d'Arsonval* zeigte, daß bei elektrischen Strömen mit wechselnder Richtung eine gesteigerte Frequenz verminderte Reizwirkung mit sich bringt, konnte man Ströme von gewaltiger Spannung und Intensität ohne Schaden in den Bereich der Elektrizität ziehen. — Weiterhin wird die *thermische Wirkung des Hochfrequenzstromes*, die sich vermittels besonderer Elektroden mehr in das Innere der Gewebe lokalisieren läßt, in Form der *Thermopenetration* oder der *Diathermie* neuerdings bei zahlreichen Affektionen, bei welchen eine Erwärmung von Geweben und damit eine *Hyperämie* angezeigt ist, verwandt. Im Gegensatz zu dieser isolierten Wärmewirkung kann man auch die mechanische in isolierter Form, d. h. frei von thermischen und chemischen Wirkungen verwenden. Das geschieht durch *Kondensatorentladung* oder faradischen Strom. Das Neueste auf diesem Gebiete ist die Methode von *Bergonié*, der vermittels eines rhythmisch an- und abschwellenden Rheostaten, an einem faradischen Strom angebracht, allgemeine Kontraktionen der Körpermuskulatur in verschiedener Stärke, Dauer und verschiedenem Rhythmus anwenden läßt. Dieses Verfahren dient in erster Linie zur Entfettung, sodann eignet es sich bei einer Reihe von Nerven- und Verdauungserkrankungen, endlich bei Muskelerkrankungen. Eine rein chemische Wirkung der Elektrizität liegt zugrunde der von *Frankenhäuser* ausgearbeiteten Methode der *Iontophorese*, welche erlaubt, mit dem konstanten Strom medikamentöse Ionen durch die Haut und Schleimhaut in den Organismus einzuführen. — Über das früher für die Elektrotherapie fast allein in Betracht kommende Gebiet der Nervenkrankheiten hinaus, hat sich jetzt die Elektrotherapie fast das ganze Gebiet der inneren Medizin und

<sup>1)</sup> Näheres darüber siehe in den Arbeiten von *Frankenhäuser*.

manche chirurgische Gebiete erobert. Die Schaffung von elektrischen Straßenleitungen in allen Städten hat die elektrischen Anschlußapparate für medizinische Zwecke außerordentlich verbreiten geholfen.

Über die Fortschritte auf dem Gebiete des *Röntgenverfahrens* hat sich vor kurzem in dieser Zeitschrift ein berufener Vertreter geäußert. Ich unterlasse es daher, hier auf dieses wichtige therapeutische Gebiet einzugehen.

Gewiß sind wir noch weit entfernt von der idealen Forderung bei Anwendung physikalischer Heilmittel, erfahrungsgemäße Heilwirkung und experimentell nachweisbare Folgen derselben in Einklang gebracht zu haben. Wir können also noch nicht von einer physiologischen Therapie in reinem Sinne sprechen. Aber diese Schwierigkeit besteht bei fast jeder Art von allgemeiner Therapie, sie beruht auf der Unmöglichkeit, die allgemeinen konstitutionellen Momente und die augenblickliche Disposition in jedem Falle quantitativ genau abzuschätzen. Jedenfalls bedeuten die physikalischen Heilmittel, deren Anwendung uns ganz besonders zum ständigen physiologischen Denken zwingt, eine umfassende Umformung und Bereicherung der Therapie.

## Gehirn und Seele.

Von Prof. Dr. H. G. Holle, Bremerhaven.

Wenn über die seelischen Fähigkeiten der in letzter Zeit viel genannten „denkenden Tiere“ ein abschließendes Urteil auch noch nicht gegeben werden kann, so haben sie doch jedenfalls der Auffassung eine Stütze gegeben, daß die Seelentätigkeit der höheren Tiere nicht dem Wesen nach, sondern nur durch den Entwicklungsgrad der einzelnen Funktionen von der des Menschen verschieden ist. Es wird verständlich, daß das Fehlen oder die mangelhafte Ausbildung einer Lautsprache bei den Tieren das begriffliche Denken nicht recht zur Entwicklung hat kommen lassen, daß dagegen die Sprache beim Menschen durch Begünstigung des abgezogenen Denkens, das bei den Tieren und auch wohl noch bei Menschen niedriger Kulturstufe und bei Kindern weit stärker ausgebildete assoziative Denken mehr zurückgedrängt hat. Wirkliche Tierfreunde, die imstande sind, sich in das Seelenleben der Tiere einzufühlen, werden nicht daran zweifeln, daß es möglich sein muß, den denkfähigsten Tieren eine Ausdrucksweise für ihre Gedanken beizubringen, die auch dem Menschen verständlich ist. Das Umgekehrte unterliegt keinem Zweifel, wenn der Mensch seine Sprache dem Begriffsvermögen der Tiere anpaßt. Eine Verständigung muß um so sicherer möglich sein, als es nach den Erfahrungen verständiger Tierdressur feststeht, daß klügere Tiere nicht mechanisch, sondern mit bewußtem

Verständnis die Absichten des Menschen ausführen.

Zu dieser Auffassung der Tierseele würden die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie und der Paläontologie schon längst geführt haben, wenn ein Vergleich der Hirngröße der Tiere mit der des Menschen bisher nicht auf unlösbare Widersprüche geführt hätte. Meine Absicht ist, zu zeigen, daß es möglich ist, nach jeder dieser Richtungen hin eine sichere Grundlage für diesen Vergleich zu finden.

Daß jede körperliche Arbeitsfähigkeit mit der Größe des Organs steigt und der verbrauchten Substanz proportioniert ist, bedarf keiner Erörterung; aber das Ergebnis der Arbeit, auf den ganzen Körper bezogen, zeigt nach der Größe desselben merkbare Verschiedenheiten. Wenn z. B. die kleinen Tiere bei gleichen Größenverhältnissen der Organe eine größere Flugfähigkeit und eine größere Sprungfähigkeit besitzen, so liegt dies in dem mathematischen Gesetz der verschiedenen Zunahme von Länge, Fläche und Masse bei der Vergrößerung eines Körpers begründet. Diese Verhältnisse sind auch bei der Hirntätigkeit in Berücksichtigung zu ziehen. Aber in anderem Sinne. In seinem Buche „Gehirn und Seele“ weist E. Becher darauf hin, daß bei großen Tieren das Gehirn verhältnismäßig klein, bei kleinen verhältnismäßig groß ist und bringt diese Erscheinung in Beziehung dazu, „daß die vorwiegend sensible Körperoberfläche bei kleinen Tieren im Verhältnis zum Volumen und Gewicht relativ größer ist als bei großen Tieren“. Dem möchte ich hinzufügen, daß nicht nur der Umstand, daß die Oberfläche, die Sinnesreize aufnimmt, die durch das Gehirn verarbeitet werden, dadurch für dessen Größe bestimmend ist, sondern auch die Tatsache, daß die Endprodukte des Stoffwechsels den Körper durch die Körperoberfläche verlassen, oder durch innere Flächen, namentlich der Lunge, die jener proportional sind. Aber auch die Aufnahme von Stoffen erfolgt durch innere Oberflächen, des Darmes und ebenfalls der Lunge. Daß mit dem Stoffwechsel auch der Kraftwechsel der Oberfläche proportional ist, geht namentlich aus den Untersuchungen Rubners („Kraft und Stoff im Haushalt der Natur“) hervor. Der gesamte Stoffwechsel und Kraftwechsel wird aber von nervösen Vorgängen begleitet und beherrscht. Von diesen Überlegungen ausgehend, habe ich versucht, eine Bestätigung des aufgestellten Gesetzes von der Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche dadurch zu erbringen, daß ich die in Frage stehenden Größenverhältnisse des Menschenkinde mit denen des Erwachsenen verglich. Wenn wir näherungsweise annehmen, daß der Körper des Menschen von seiner Geburt an etwa auf das Dreifache der Länge wächst, so müßte bei gleichbleibender Gestalt die Oberfläche auf das Neunfache, die Körpermasse auf das Siebenundzwanzigfache wachsen. Das würde bei 3 kg des Neugeborenen mit 81 kg allerdings mehr sein,

als der ausgereckteren Normalgestalt des Erwachsenen entspricht. Aber nehmen wir auch eine merklich geringere Bemessung als das 27fache an, so würde eine dieser Körpermasse entsprechende Vergrößerung des Gehirns jedenfalls noch viel zu groß sein. Vergrößert sich das Gehirn dagegen der Oberfläche entsprechend, also auf das 9fache, so macht das auf eine lineare Abmessung, die der dritten Wurzel entspricht, nur ein wenig mehr als das Doppelte aus. Das stimmt mit der für künstlerische Zwecke angegebenen Normalgröße etwa der Stirnbreite des Schädels für das Kind und den Erwachsenen sehr gut überein.

Daraus ergibt sich, daß das beliebte Verfahren, die absolute Hirngröße einzelner Menschen mit dem Durchschnitt zu vergleichen, wegen Nichtberücksichtigung der Körpergröße jedenfalls unzulässig ist. In der Tat zeigt die Hirngröße hervorragend begabter Menschen gegenüber dem Durchschnitt bald eine große, bald eine kleine und oft sogar eine negative Differenz und liegt nur im Durchschnitt vieler solcher Menschen über dem allgemeinen Durchschnitt. Noch deutlicher erhellt die völlige Unbrauchbarkeit der absoluten Hirngröße, wenn man die Tiere zum Vergleich heranzieht. Dabei würde der Mensch nicht nur hinter dem Elefanten, sondern selbst hinter dem Walfisch weit zurückstehen. Versucht man aber, das Verhältnis der Hirngröße zur Körpermasse, das auf 1 kg Körpermasse kommende Hirngewicht in Grammen, zugrunde zu legen, so ergeben sich ebensolche Unmöglichkeiten. Danach würde z. B. dem Menschen die Verhältniszahl 21 zukommen gegenüber 4 für den Hund, 20 für die Maus und 33 für den Sperling! — Für den Vergleich der Hirngröße mit der Körperoberfläche, Bestimmung der auf eine Oberflächeneinheit kommenden Hirnmasse fehlen aber zuverlässige Zahlen für die Oberfläche. Ich habe mir zu helfen gesucht („Hirnmasse und Seelenleben“ in der *Politisch-Anthropologischen Revue* XI, Jg., Heft 3), dadurch, daß ich die zweite Potenz der dritten Wurzel aus der Körpermasse als der Oberfläche proportional angesehen habe<sup>1)</sup>. Das gibt natürlich für Tiere von verschiedener Gestalt nur Näherungswerte, die aber genügen, um die Bedeutung des Oberflächenverhältnisses deutlich herauspringen zu lassen. Ich habe mich auch bemüht, eine Vorstellung von der möglichen Größe des Fehlers zu gewinnen bei Gelegenheit einer anderen, die Ernährung betreffenden Untersuchung (*Pol-Anthr. Revue* XII, 4), wo ich den seitlichen Schattenriß als bei ähnlichen Gestalten der Oberfläche proportional angenommen und den eines normalen erwachsenen Menschen und eines großen schlanken Hundes (Dogge) durch Wägung der ausgeschnittenen, bei genau gleicher Körper-

<sup>1)</sup> Diese Oberflächen-Einheit würde, wenn wir auf den Menschen (Mann) von durchschnittlich 64 kg Gewicht 1,6 qm Oberfläche rechnen dürfen, genau 10 qdm entsprechen.

haltung gezeichneten Schattenrisse bestimmt habe. Den des Menschen habe ich dann auf gleiche Größe mit dem des Hundes reduziert und aus der danach bestimmten Körperhöhe das Gewicht bestimmt, das dem Menschen bei dieser Höhe zukommen würde, wenn für *normale* Gestalt des erwachsenen Menschen von 168 cm Höhe 70 kg Gewicht gerechnet werden. (Die dritten Potenzen der Länge verhalten sich wie die Gewichte.) Das Gewicht des Menschen würde dann bei gleicher Oberfläche mit dem Hunde 55,3 kg betragen, während dieser nur 46,5 kg wog. Die Oberfläche des Menschen wäre also bei gleichem Gewicht nur 0,83 von der des Hundes. Nun erscheint aber nach dem seitlichen Schattenriß die Oberfläche des Menschen wegen der größeren Breite seines Rumpfes zu klein. Nach Abschätzung am Schattenriß steigt dadurch die Oberfläche auf vielleicht 0,9 des gleich schweren Hundes. Bei der großen Unsicherheit der direkten Messung der Oberfläche scheint mir danach der mögliche Fehler beim Ersatz der wirklichen Oberfläche durch das Quadrat der dritten Wurzel aus der Körpermasse für die Bestimmung des Verhältnisses von Hirngröße und Körperoberfläche klein genug, um auch für ziemlich verschiedenartige Tiergestalten angewandt zu werden, zumal bei dem großen Unterschiede der durch Vergleich der Hirngröße mit der Körpermasse gewonnenen Zahlen. Es wäre ja auch eine Oberflächenzahl aus dem Quadrat der Rumpflänge zu gewinnen, aber mangels *zusammengehöriger* Zahlen von Körperlänge und Hirngröße war ich auf die Körpermasse angewiesen. Die auf diese Weise gewonnenen Verhältniszahlen (auf eine Oberflächeneinheit kommende Hirnmasse in Grammen) stimmen so gut zu der aus der Beobachtung des Lebens gewonnenen Vorstellung der Seelentätigkeit der betreffenden Tiere, daß ich darin einen vollgültigen weiteren Beweis sehe für die Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche statt von der Körpermasse. Der Mensch (deutscher Mann von 64 kg Körpergewicht mit durchschnittlich 1460 ccm Schädelraum nach *Welker* oder 1362 g Hirngewicht nach *v. Bischoff*), der nach dem Verhältnis zur Körpermasse, wie angegeben, wenig über der Maus und weit unter dem Sperling stehen würde, bekommt bei der Berechnung nach der Oberfläche (Oberflächenzahl 16) mit der Verhältniszahl 91,3 nach dem Schädelraum, oder 85,0 nach dem Hirngewicht, selbst gegenüber den klügsten Tieren, Elefant und Orang mit etwa 28, Makak mit 22, Pferd, Hund und Katze mit 12, die ihm gebührende Stellung. Auch Zahlen für andere Tiere, wie das Schaf (9,7), das im wilden Zustande nicht so dumm ist, wie es als Haustier erscheint, oder Maus (5,4), Wal (1,6) erscheinen verständlich. Unter den Vögeln, für die mir leider Zahlen des Papageis fehlen, steht der Sperling (9,7) mit Recht über der Taube (4,5), der Ente (3,6) oder dem Haushuhn (2,6), dem der Strauß (2,7) ungefähr

gleichkommt. Frosch und Karpfen haben etwa die Zahl 1.

Zur Prüfung der Zuverlässigkeit meiner Auffassung von der Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche habe ich noch eine Angabe über Körper- und Hirngewicht (175 und 0,291 kg) des Tigers entsprechend umgerechnet und das Hirnverhältnis 9,3 gefunden. Wenn wir nun bedenken, daß nahe verwandte Arten einer Gattung in ihrer seelischen Anlage schwerlich weit auseinanderstehen werden, daß aber die kleineren Arten einer Gattung wie die größere körperliche Gewandtheit auch meist lebhaftere Seelentätigkeit bekunden — ich erinnere an das durchschnittlich deutlich erkennbare entsprechende Verhalten kleinerer Rassen des Haushundes gegenüber größeren —, so ist ein Zurückstehen des Tigers hinter der Hauskatze (12,3) wohl verständlich. Ein so weiter Abstand, wie es die Berechnung nach der Körpermasse verlangt (1,7 gegen 8,0), erscheint aber nicht glaublich.

Nachdem also die Berechnungsweise sich so gut für die Tierwelt bewährt hat, liegt es nahe, sie auf verschiedene Menschen anzuwenden, z. B. auf den Unterschied von *Mann* und *Frau*. Trotz des offensibaren Widersinns des Vergleichs der absoluten Hirngrößen (durchschnittlicher Schädelraum der Frau 1300 ccm, durchschnittliches Hirngewicht 1219 bei 55 kg durchschnittlichem Körpergewicht) versucht man noch immer aus diesen Zahlen Schlüsse zu ziehen, oder auch, im umgekehrten Sinne, aus dem ebenso verfehlten Vergleich des Hirngewichts mit der Körpermasse (Mann 21,3, Frau 22,4). Der richtige Vergleich mit der Oberfläche ergibt für die Frau die Verhältniszahlen 90,0 bzw. 84,0. Das entspricht nach den oben angegebenen Zahlen für den Mann der durch *Marchand* festgestellten Tatsache, daß das mittlere Hirngewicht der Frauen etwas kleiner ist als das der Männer von *gleicher Körpergröße*, also auch *-oberfläche*. Jedenfalls ist dieser Unterschied nicht sehr von Belang. Es ist zum Vergleich der Seelentätigkeit dabei aber auch zu berücksichtigen, daß die der Frau in höherem Maße *Gefühlstätigkeit* ist als die mehr verstandesmäßige des Mannes.

Von hohem Wert würden auch vergleichende Berechnungen für die verschiedenen Menschenrassen sein. Für den männlichen *Neger* in Nordamerika werden 1330 ccm bei einer Körperhöhe von 170,7 cm als Durchschnitt angegeben. Auf das Körpermaß des Mitteleuropäers (64 kg Gewicht bei 168 cm Höhe) umgerechnet, würden danach bei einem Gewicht von 67,1 kg, also einer Oberflächenzahl von 16,5, auf eine Oberflächeneinheit des Negers 80,5 ccm Gehirn kommen, also wesentlich weniger als bei jenem mit 91,3. — Dem männlichen *Japaner* kommen nach japanischen Angaben etwa 1300 g Hirnmasse zu, oder, da diese nach *v. Bischoff* etwa 10 % kleiner ist als der Schädelraum, ein solcher von vielleicht 1440 cm. Das Durchschnittsgewicht des Körpers

wird auf etwa 60 kg angegeben. Bei der daraus sich ergebenden Oberflächenzahl 15,3 würde ein Hirnverhältnis von 94,4 herauskommen, das ist merklich mehr als bei dem Mitteleuropäer. Danach brauchen wir uns nicht mehr zu wundern, daß die Japaner mit solcher unheimlichen Raschheit die praktischen Ergebnisse unserer Zivilisation sich angeeignet haben.

Geistig besonders hochstehende Japaner können noch größere Gehirne haben, z. B. Fürst *Katsura* 1600, dem wir etwa *Kant* mit 1650 gegenüberstellen können oder von höherer Statur *Bismarck* mit 1800. Damit kommen wir auf die Vergleichung der Hirngrößen einzelner Personen mit dem Durchschnitt. Diese Hirngrößen müßten also nach dem Quadrat der Körperhöhe auf die durchschnittliche Körpergröße umgerechnet werden oder mit dem Quadrat der dritten Wurzel aus dem Körpergewicht in Verhältnis gesetzt werden, um mit der durchschnittlichen Hirngröße verglichen werden zu können. Leider sind hier die Körpermaße nicht leicht zu beschaffen. Bei der Bezugnahme auf das Körpergewicht ist jedenfalls normale Gestalt vorauszusetzen, die aus der Körperlänge abzuleiten ist. Denn bei der Vergrößerung des kindlichen Körpers vermehrt sich nicht die Zahl der Nervenendigungen, z. B. der Druckpunkte, ebenso der Ausscheidungsorgane, etwa der Schweißdrüsen, sondern sie verstärken sich nur entsprechend; beim Dickerwerden durch Fettansatz rücken diese Punkte aber nur weiter auseinander, wie ja auch die Lebenstätigkeit bei dieser Massenvermehrung keineswegs erhöht wird.

Nach diesen Überlegungen können wir auch eine zuverlässige Vorstellung von der Bedeutung der Hirngröße vorweltlicher Menschen gewinnen, wenn neben dem Hirnraum ihre Körpergröße bekannt ist. Nach dem Funde des vorzüglich gebildeten männlichen Schädels von *Cro Magnon*, dem ein Schädelraum von 1590 ccm zugeschrieben wird, glaubte man nach dieser den heutigen Durchschnitt der Europäer übertreffenden Hirngröße diesem vorweltlichen Menschen eine überragende geistige Vollkommenheit zuschreiben zu müssen. Sie vermindert sich aber beträchtlich, wenn wir nach der bedeutenden Körperhöhe von mindestens 180 cm die normale Oberfläche berechnen und zu der Hirngröße in Beziehung setzen. Wir kommen dann zu der Verhältniszahl 86,5 gegenüber 91,3 unseres heutigen Mitteleuropäers, als dessen Vorläufer wir mit *Wilser* diesen Menschen der Urzeit ansehen können, ohne uns eines geistigen Rückschritts schämen zu müssen, wenn der körperliche auch unbestreitbar ist.

Bei solchen vorweltlichen Funden sind wir durchweg und bei den Angaben über heutige Menschen vielfach auf den Hirnraum angewiesen. Es wäre vielleicht zweckmäßig, diesen durchweg statt des Hirngewichts in Rechnung zu stellen, nicht nur um die Vergleichung mit vorweltlichen Formen zu erleichtern, oder solchen gegenwärtigen, bei denen nur Schädelmessungen gemacht

werden konnten, sondern auch deshalb, weil die Hirnmasse mit dem Alter stark schrumpft, während der Schädel dem Wachstum des Gehirns folgt, ohne mit diesem zurückzugehen. Sonst würden bei dieser Bestimmung in höherem Alter verstorbene Menschen zu kurz kommen. Denn es handelt sich bei der Bewertung der Hirngröße nur um vorhandene Anlagen zu geistiger Tätigkeit, nicht um deren wirkliche Ausbildung. Wir müssen uns auch klar darüber sein, daß es sich bei der Bewertung der Hirngröße nur um die physiologische „Arbeit“, nicht um die psychologische „Leistung“ handelt, die bei geringerer Arbeit unter Umständen viel bedeutender sein kann als bei angestrenzter, wobei die besondere Bedeutung des großen Gehirns noch ganz außer acht gelassen wird. Allerdings ist klar, daß mit der Zunahme der Leistung und damit des Erfolges für das Leben auch die Benutzung des Gehirns zunimmt. Das wirkt vielleicht bei der Entwicklung des einzelnen Menschen und hat jedenfalls bei der Stammesentwicklung auf eine Vergrößerung des Gehirns hingewirkt. Damit behält die Bestimmung der Hirngröße, wenn wir sie richtig in ihrer Beziehung zur Oberfläche fassen, als Maß der geistigen Arbeitsfähigkeit ihren hohen Wert.

## Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.

### I. Der Manihot-Kautschuk, seine Kultur, Gewinnung und Präparation.

Wenngleich sich der von *Hevea brasiliensis* gewonnene Para-Kautschuk ohne Zweifel als der beste bewährt hat und die höchsten Preise von jeher neben ihm vielfach auch mit recht annehmbaren Werten der Kautschuk von *Manihot*arten. Insbesondere hat sich für Länder, in denen der Anbau von *Hevea* völlig ausgeschlossen ist, der von *Manihot* als sehr geeignet erwiesen. Dies gilt von Ostafrika, wo auf deutschem Boden die Anpflanzung dieses Produktes eine besondere Steigerung erfuhr. So nimmt es nicht wunder, daß die erste und grundlegende Zusammenfassung der auf dem Gebiet der *Manihot*-

<sup>1)</sup> Im vorigen Jahre war an diesem Orte (Naturw. I, 621) von der Produktion des natürlichen Kautschuks im allgemeinen die Rede, so wie sie sich insbesondere unter Berücksichtigung der reifwerdenden großen britisch-indischen Betriebe mit *Hevea* als Objekt heute und für die Zukunft stellt. Es sollte bald darnach weiter von der *Manihot*-Kautschukproduktion in Afrika berichtet werden. Über diese, auf die mich eigne lokale Kenntnisse und Arbeiten ohnedies besonders wiesen, erschien im Sommer 1913 das Zimmermannsche grundlegende Werk, zugleich brach aber auch in Ostafrika eine gefährliche Krisis im Kautschukbetrieb aus, deren Wesen sich erst heute einigermaßen übersehen läßt. Von ihr soll im zweiten Teil des oben beginnenden Aufsatzes die Rede sein. T.

Kautschuk-Produktion bisher erschlossenen wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen in Deutsch-Ostafrika entstand, und zwar ging das Werk aus der Feder von A. Zimmermann, Direktor des K. Biologisch-Landwirtschaftlichen Instituts Amani, hervor<sup>1)</sup>.

Von den uns bisher bekannten 129 Arten der im wesentlichen brasilianischen Gattung *Manihot* (aus der Familie der Euphorbiaceen) kommen 4 als Kautschuk liefernde in Betracht. Es sind das: *M. Glaziovii* Müll. Arg. (Ceara-Kautschuk, *M. dichotoma* Ule (Jeequié-Kautschuk), *M. piauhyensis*, Ule (Piauhy-Kautschuk), *M. heptaphylla*, Ule (Sao Francisco-Kautschuk). Diese 4 Arten sind leicht zu unterscheiden, entweder nach der Form der Blätter oder auch nach den Früchten, für beide Fälle hat Zimmermann genaue Tabellen aufgestellt und Beschreibungen der Typen in größter Exaktheit gegeben.

Die Heimat dieser Pflanzen ist der südlich vom Amazonasstrom gelegene Teil von Brasilien. Nach Schätzungen sollen dort von *M. Glaziovii* über 700 t, von *M. dichotoma* 4—500 t, von *M. piauhyensis* 1000 t, *M. heptaphylla* 500 t im Jahre geerntet werden. Als Ausfuhrhäfen kommen Bahia, Fortaleza, Ilha Cajueiro, Maranhao und Cabedello in Betracht. Für alle Gegenden, in denen diese *Manihot* wachsen, ist die scharfe Trennung von Regen- und Trockenzeit bezeichnend: in Fortaleza z. B. ist Regenzeit von Februar bis Juni, Trockenzeit Juli bis Februar. Daher schreibt sich die für die Anbaugelände wichtige Eigenschaft der *Manihot*kautschukbäume, größere Trockenperioden gut ertragen zu können. Diese Fähigkeit verleiht z. B. auch für Ostafrika den Bäumen den Vorzug vor der dort schlecht gedeihenden *Hevea*. Die verschiedenen *Manihot*arten sind sich darin nicht gleich, ihre Gebiete liegen ja auch etwas getrennt, *M. dichotoma* hat eine Regenzeit (zugleich heiße Zeit) von Oktober bis April, aber auch in diesen Monaten bleiben die Niederschläge öfter ganz aus. Man hat deshalb von dieser Art für besonders trockene Gegenden viel erhofft, doch sind diese Erwartungen, wenigstens hinsichtlich einer guten Kautschukproduktion der Bäume, nicht erfüllt worden, nur gingen auf solchen Lagen diese Arten eben nicht aus trotz mangelnder Niederschläge. Das Jahresmittel für die Gebiete der genannten *Manihot*arten ist etwa gleich groß (26—30° C.). Die Arten stellen alle keine großen Ansprüche an den Boden: *M. Glaziovii* wächst in ihrer Heimat oft auf felsigem Boden, *M. dichotoma* auf lehmigen Abhängen, *M. piauhyensis* in Sandsteingebirgen, *M. heptaphylla* auf schiefrigem Glimmerquarz am Flußufer. In den Kulturen Brasiliens sollen *M. dichotoma* und *piauhyensis* bevorzugt werden, für die erstere wird die Widerstands-

fähigkeit gegen Windbruch als Grund angegeben, doch widersprechen dem die Erfahrungen in Ostafrika. Dort wie in anderen Tropenländern ist lediglich *M. Glaziovii* mit Erfolg zur Verwendung in Kulturen gelangt, die beiden anderen eben genannten Arten wachsen anderwärts wenig gut und liefern geringen Kautschuk.

In Deutsch-Ostafrika, dessen Ausfuhr daran jetzt die Ausfuhr des gleichen Produktes von wilden Beständen aus Brasilien schon erreicht hat, sind seit 1900 Pflanzungen in größerem Umfang angelegt, 1907 wurde die Zahl der Bäume von *M. Glaziovii* in unserer Kolonie auf 5 Millionen geschätzt, 1911 über 20 Millionen, wovon 8,5 Millionen ertragfähig. Der Wert der 700 000 kg Ausfuhr betrug 1911 etwa 3½ Millionen Mark. Die Pflanzungen sind besonders in den Nordbezirken gelegen (Bezirke Tanga, Wilhelmstal, Pangani), ferner in Daressalam, Morogoro, Lindi und Moschi. Im allgemeinen reichen sie von der Ebene bis 400 m, am Kilimandscharo aber auch bis 1100 m Höhe hinauf.

Für die zur Verwendung in den Kulturen erwünschten, reich und guten Milchsaft liefernden Bäume scheint es keine bezeichnenden äußeren Rassenmerkmale zu geben, doch lassen sich die für Zapfung und Rentabilität nützlichen Eigenschaften, wie kräftiger Wuchs, nicht zu niedrige Verzweigung, reichlicher Fluß eines gut koagulierbaren und gutes Produkt liefernden Milchsaftes in den Pflanzungen durch rationelle und fortgesetzte Zuchtwahl fördern.

Zimmermann gibt auf Grund der Erfahrungen in der Kolonie Anweisung zur Pflanzungsanlage, die in Deutsch-Ostafrika überall da möglich scheint, wo zwischen 0 und 1500 m Seehöhe 800 mm Regen als Minimum und kein stagnierendes Wasser im Boden vorhanden ist. In das vorbereitete Land werden die Bäume meist im Quadratverband mit 4,5 m Abstand gepflanzt. Als Saatgut ist älteres vorzuziehen, jüngerer keimt unter Umständen erst nach Jahren. Die Samen werden vor der Aussaat angefeilt und in Wasser eingeweicht, dann aber vielfach direkt (also ohne Benutzung von Saatbeeten) ins Land ausgelegt. Es ist indes auch möglich, Pflanzen aus Stecklingen zu ziehen.

Im allgemeinen setzen die Anzapfungsmethoden eine gewisse Höhe (2—2,5 m) eines geraden, unverzweigten Stammes voraus. Dieser kann nicht etwa erzielt werden durch engeres Pflanzen, sondern wird durch Beschneiden am besten erhalten (in einer jetzt von Zimmermann erprobten Weise). Auf die näheren Angaben über Bodenbearbeitung, Zwischenpflanzung, Gründüngung sowie die noch wenig ausgetestete Düngung soll hier verzichtet werden. Ebenso können die übrigens bisher in Ostafrika wenig wichtigen Krankheiten und Schädlinge, über die bei Zimmermann alles Nähere zusammengestellt ist, hier nicht näher erwähnt werden. Gedacht sei nur der z. T. baumbewohnenden Termiten, die die

<sup>1)</sup> A. Zimmermann, Der *Manihot*-Kautschuk. Seine Kultur, Gewinnung und Präparation. 342 S. 8°, mit 151 Textabbildungen. (Jena, G. Fischer, 1913. Preis 9 M.)

Stämme fortdauernd mit Erde verunreinigen, indem sie auf der Rinde ihre Gänge bauen, wodurch das Zapfen und Kautschuksammeln recht erschwert werden kann. Ein radikales Mittel gegen diese Insekten ist für Manihot noch nicht gefunden. Raupenringe usw. am Stamm haben sich nicht bewährt.

Für die Darstellung der Grundlagen der Zapfung, ihrer Methodik und Bedeutung, ist *Zimmermann*, von dem auch in Unterrichtskursen schon Pflanzler der Kolonie oft genug in diesen Dingen belehrt wurden, sehr anschaulich und pädagogisch, durch Abbildungen trefflich unterstützt, auf die botanischen Kenntnisse über Milchsaft und die ihn bergenden Elemente eingegangen. Der Milchsaft (Latex) findet sich in feinen kommunizierenden Röhren der Rinde, und zwar ihrer inneren an das Cambium, die Bildungsschicht für Rinde und Holz, angrenzenden Partie. Die Milchgefäße erscheinen (periodisch) in ringförmigen Schichten, bei denen in der Längsrichtung ein weitgehender Zusammenhang vorhanden ist, dagegen ein solcher zwischen den Schichten in radialer Richtung fehlt. Im Milchsaft fällt mikroskopisch bereits bei Manihot der Kautschuk in Gestalt von Stäbchen auf. Neben diesen kaum 1  $\mu$  breiten Gebilden von Trommelschlägerform erscheinen größere kuglige, die *Zimmermann* für Kerne zu halten geneigt ist, sowie kleinste Kügelchen. Der Saft, der beim Austreten schwach sauer reagiert, enthält nach ostafrikanischer Analyse neben dem erheblichen Anteil Wasser 18 bis 21% Rohkautschuk, d. h. ein Gemenge von chemisch reinem Kautschuk  $[(C_{10}H_{16})_x]$  mit Harzen, deren Menge noch nicht recht feststeht, stark schwankt, aber auch wohl von der Behandlung des Milchsaftes abhängig zu sein scheint. Es scheint, daß der Harzgehalt bei jungen Bäumen größer ist als bei älteren (bei einem 13 Monate alten Manihot betrug in Amani das Verhältnis von Harz zu Kautschuk 12,1 : 100). Der Milchsaft von Manihot enthält ferner reichlich Eiweißstoffe, offenbar mehr von diesen als andere Milchsäfte. Darauf beruht die leichte Fäulnis und das Auftreten üblen Geruches bei der Präparation. Der Milchsaft steht in den Gefäßen unter einem gewissen Druck und wird, wie *Zimmermann* durch Versuche nachgewiesen hat, bei Verwundung einer Stelle auf ziemlich bedeutende Entfernungen dieser zugeleitet. Nach einiger Zeit ist aber in den Wunden bei Neuanzapfung wieder Saftfluß zu erzielen, ja spätere Zapfungen liefern sogar mehr. In diesem für die Praxis natürlich sehr wichtigen Punkte gleicht Manihot der *Hevea brasiliensis*, für die ein „Wundreiz“ lange aus der Zapftechnik bekannt sowie experimentell erprobt ist. Dort wie bei Manihot handelt es sich übrigens keineswegs nur um die Menge des Saftes, die zunimmt (wobei allerdings die Konzentration geringer wird), sondern auch um die absolute Zunahme des Kautschuks. Das gilt übrigens auch für feuchte Witterung gegenüber

dem Ertrag trockener Tage. Offenbar findet Drucksteigerung bei feuchtem Wetter in allen Geweben statt. Das Aufhören des Flusses nach einiger Zeit ist wohl dem Ausgleich des Druckes und in den Gefäßen eintretenden Reibungen zuzuschreiben, die Wunde wird dann durch Koagulation verschlossen. Diese Koagulation ist der Vorgang, durch den aus dem Milchsaft der Rohkautschuk entsteht, und der im wesentlichen eine Zusammenballung der im Saft enthaltenen Kügelchen vorstellt. *Zimmermann* hat die hierüber herrschenden physikalisch-chemischen und kolloidchemischen Anschauungen sorgfältig zusammengetragen, doch kann auf diese (nicht für Manihot allein geltenden) Dinge nicht näher eingegangen werden. Übrigens ist keine der zurzeit vorhandenen Erklärungen für die Erscheinung völlig befriedigend. Ebenso wenig liegen klare Resultate vor, die den Einfluß der Koagulationsmethode auf die Zapf- und Präparationsmethodik zeigten.

Es gibt eine größere Zahl auch für Manihot schon angewendeter Methoden zur Kautschukgewinnung, von denen aber (wenigstens in Ostafrika) nur 2 in Betracht kommen, als wirklich rentable, die *Lewa-Methode* und die *Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode*. Die *Lewa-Methode* trägt ihren Namen von der Pflanzung Lewa in Deutsch-Ostafrika, auf der sie zuerst in größerem Maßstabe angewandt wurde. Sie hat als wichtigstes Kennzeichen das vorherige Bestreichen der Rinde mit einem Koagulationsmittel chemischer Art, um den Saft gleich beim Austreten zur Gerinnung zu bringen. Anfangs diente hierzu Zitronensäure, Saft von wilden Orangen, später zog man Essigsäure, Karbol und Gemische beider heran.

*Zimmermann* empfiehlt eine 2—3 proz. Lösung von Chlorcalcium. In die bestrichene Fläche werden kleine Einschnitte (etwa 5 mm tief) mit einem stemmeisenartigen Instrument ziemlich nah beieinander angebracht (Fig. 1 u. 2). Nach kurzer Zeit (während der in der Regel andere Bäume angezapft werden) läßt sich der beim Austritt gleich koagulierte Milchsaft auf den Wundflächen ablösen. Es geschieht das entweder unter Abplücken der einzelnen Klümpchen oder (seit geraumer Zeit auf Anraten des Amanienser Instituts vielfach auch) indem die zäh klebrige Materie auf Holzkugeln aufgewickelt wird. Diese bieten den Vorteil, daß man von ihnen bequem mäßig gewölbte und daher leichter walzbare Kalotten und Kalottenteile abschneiden kann (Fig. 3). Die *Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode* ist von der Gewinnung bei *Hevea* übernommen und erst später für Manihot herangezogen worden. Bei ihr wird der Milchsaft nicht auf dem Stamme koaguliert, sondern flüssig aufgefangen (Fig. 4). Eine Bahn für den Saft wird in Gestalt einer flachen Rinne am Stamme in der Längsrichtung vorgezeichnet, unten eine Metallrinne mit Auffanggefäß untergestellt und über der Rinne ein Tropfgefäß (Trichter usw.)

mit Wasser oder Ammoniaklösung angebracht. Die eigentliche Zapfung erfolgt innerhalb des Gebietes der flachen Rinne durch kleine tiefere Einschnitte, die in der Rinne herabträufelnde Flüssigkeit sorgt für die dauernde Fortbewegung des Saftes. Der Zweck des Tropfbeckers sollte sein: mögliche Verringerung des in der Rinne zurückbleibenden Saftes und dabei zugleich Verlangsamung des Wundverschlusses, also längerer Saftfluß. Nun betont aber *Zimmermann*, daß Verdünnung mit Wasser gerade die Koagulation des Saftes beschleunigt, und zeigt außerdem direkt

sultate haben sich die feuchtwarmen Tage erwiesen, größere Trockenheit setzt den Ertrag herab und veranlaßt am besten Aussetzen der Kautschukgewinnung, denn, wenn auch etwas Ertrag erzielt wird, so ist doch auch die in dieser Zeit dadurch verursachte Schädigung größer. Auch zu verschiedenen Tageszeiten ist der Milchsafterguß verschieden groß, am größten früh morgens. Die Zahl der Zapfungen, die an einem Baum vorgenommen werden dürfen im Jahre, ist nicht unbeschränkt: solche von 3—4 Jahren dürfen nicht mehr als etwa 30 mal im Jahre ge-



Fig. 1. 4 jähriger Stamm von *Manihot Glaziovii*, nach der Lewa-Methode gezapft.

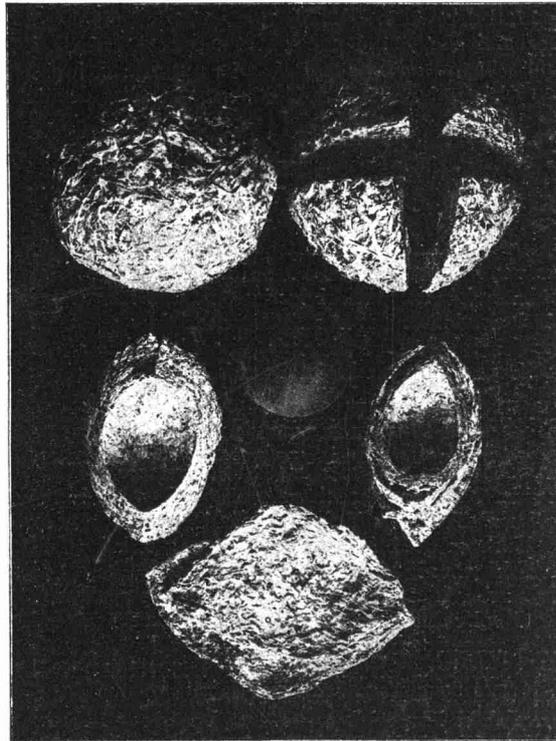


Fig. 2. Obere Reihe: Ball um eine Holzkugel gewickelt und aufgeschnitten. Mittlere Reihe: Holzkugel und ein Viertel der Kautschukhohlkugel, rechts in Schalenstücke zerlegt. Unten: zwei einzelne Schalenstücke, schwach ausgewalzt.

experimentell, daß Zapfungen ohne Tropfbecher in jeder Beziehung günstigere Resultate geliefert haben als solche mit Tropfbecher. Auch insgesamt sind die Erträge der Zapfungen (berechnet als Tagesleistung eines Zapfers und pro Baum und Jahr) nach dieser Methode, die obendrein komplizierter ist, weniger vorteilhaft als die nach der Lewa-Methode. Man beginnt zweckmäßig nicht vor einem erreichten Alter des Baumes von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Jahren mit dem Zapfen. Viele mangelhafte Erträge sind auf zu frühes Zapfen zurückzuführen. Am günstigsten für die Zapfungsre-

zapft werden. *In Deutsch-Ostafrika ist durch zu frühes Anzapfen, zu gleichmäßige Inanspruchnahme der Bäume durch das ganze Jahr und durch zu große Zahl von Zapfungen überhaupt ebensoviel gesündigt und zur Verringerung der Erträge beigetragen worden, wie durch Anwendung falscher Methoden. Für diese Versuchsperioden sollte Zimmermanns Werk den endgültigen Abschluß bedeuten.*

Für die Prüfung des Rohkautschuks pflegt man sich meist auf chemische Analyse zu stützen. Über die gebräuchlichen Methoden dabei ist Ge-

naueres bei *Zimmermann* verzeichnet. Doch betont dieser daneben auch die physikalischen Untersuchungsmethoden: Viskositätsbestimmung und mechanische Prüfung. Freilich sagen alle diese Feststellungen am Rohkautschuk wenig für die Wertbestimmung des später daraus gewonnenen Produktes, besonders des (durch die Mischung mit Schwefel entstandenen) sog. vulkanisierten Kautschuks. Bei der Beurteilung der Marktware wird aber der Rohkautschuk auf physikalische Eigenschaften geprüft, was demnach eigentlich belanglos ist.

Zweifellos ist die *Präparation* des frischen Rohkautschuks von größter Wichtigkeit für den Ausfall der Ware. Die Meinungen, wie weit diese Aufbereitung von den Pflanzern selbst geschehen und wie weit sie erst in Europa ausgeführt werden soll, sind geteilt. *Zimmermann* tritt dafür

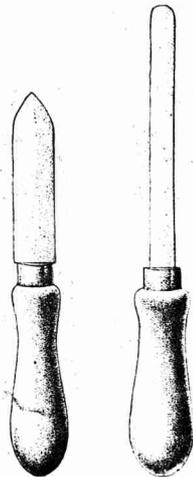


Fig. 3. Zapfnesser (für Lewa-Methode).

ein, daß auch die Versendung wenig präparierten Materials zuzulassen sei. Das Nötigste, was dazu (bei nach der Lewa-Methode gewonnenem Kautschuk) zu geschehen hat, ist folgendes: Der Kautschuk wird in etwas weniger dicke Stücke zerteilt (Bälle also zerschnitten), mit der Hand ausgepreßt, 1—2 Tage in fließendem oder mit Karbol versetztem Wasser gewässert (wodurch allerlei lösliche Stoffe, die zur Fäulnis beitragen könnten, entfernt werden) und dann in luftigem, nicht zu hellem und zu warmem Orte getrocknet. Licht und Wärme könnten ihn klebrig werden lassen. Etwa ansitzender Schimmel wird abgebürstet. So kann der Kautschuk versendet werden. Er bedarf natürlich noch der Reinigung. Vielfach ist es aber auch üblich geworden, den Kautschuk nach dem Abtrennen von den Holzkugeln, resp. die zerteilten Stücke durch ein Walzwerk gehen zu lassen, in das man zugleich fließendes Wasser läßt. Dann erhält man flachere Stücke von geringem Wassergehalt (also geringerer Fäulnisfähigkeit), diese werden eventuell auch noch in

kochendes Wasser getaucht, was auch die Haltbarkeit befördert. Jedenfalls kann von gleichmäßigen Platten ein etwaiger Schimmel leichter vollständig entfernt werden. Will man aber das kochende Wasser (etwa als nachteilig für physikalische Eigenschaften) vermeiden, so muß man sie 24 Stunden wässern in der oben angegebenen Weise. Zu einem vollständigen Waschen des Präparates gehören allerdings maschinelle Anlagen, vor allem Walzen mit geriffelter Oberfläche, die den Kautschuk gut fassen und zerreißen. Andere Maschinen gestatten dann den

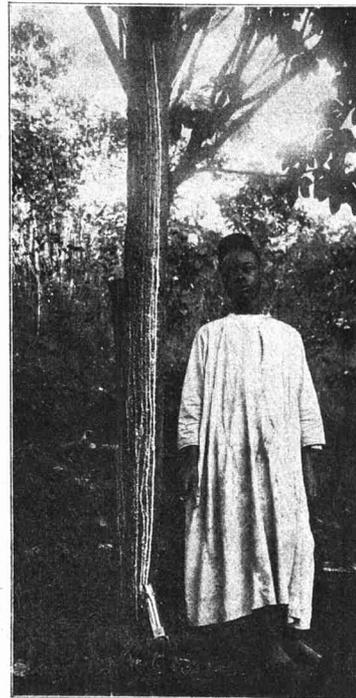


Fig. 4. Stamm von einem 6½ Jahre alten Baum von *Manihot Glaziovii* nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode angezapft.

dünn ausgewalzten Kautschuk nach dem Trocknen wieder in dickere Felle zusammenzupressen. Jedenfalls sind das umständlichere Anlagen, deren Beschaffung in Einklang stehen muß mit der Dringlichkeit des Gebrauches und deshalb erwogen sein will. Auf die Methodik der Präparation des nach der Kelway-Bamberschen Methode gewonnenen Saftes sei hier nicht näher eingegangen, da die Methode für *Manihot* sich nicht bewährt hat. Der Hauptunterschied ist der, daß der aufgefangene Saft erst filtriert und (in flachen Schalen) koaguliert wird; geschieht das unter sorgfältigem Durchrühren, so erhält man glatte, gleichmäßige Felle. Auch diese Methode ist übrigens bei *Zimmermann* ausführlich behandelt. Neben den Vorschriften für alle Teile

des Verfahrens der Kautschukgewinnung von der Aussaat des Baums bis zur Versendung hat nun endlich *Zimmermann* auch die Kosten der Anlage in jedem Punkte beispielsweise vorgeführt. Uns interessiert hieraus am meisten das Fazit: eine auf 200 ha angelegte Pflanzung, auf der im ersten Jahr 30 ha, im zweiten 90, im dritten 50 mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt werden, kostet im ersten Jahre rund 38 000 M., bis zum Schluß des zweiten Jahres rund 80 000 M., des dritten 125 000 M., des vierten 150 000 M., des fünften 215 000 M. In diesem Jahre käme mutmaßlich ein Ertrag von 50 000 in Abrechnung, der sich bei Zunahme der Kosten um ca. 70 000 M. im sechsten auf 115 000 M. und so weiter steigert, daß im achten Jahre das Anlagekapital zurückgezahlt und ein Gewinnüberschuß von 15 000 M. zu verzeichnen wäre.

Aber, das waren die Voraussetzungen der Jahre vor dem Sommer 1913! Wir werden sehen, wie die Verhältnisse nunmehr stehen. Sei dem wie es wolle, *Zimmermanns* Werk muß die Grundlage für den Manihotbau bleiben und kann erheblich zur Gesundung der Verhältnisse beitragen.

### Besprechungen.

**Dannemann, Friedrich, Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange.** Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1910—1913. 4 Bde. 8°. — Bd. I: VIII, 374 S., 1 Taf., 50 Abb., geh. M. 9.—, geb. M. 10.—. Bd. II: VI, 434 S., 1 Taf., 116 Abb., geh. M. 10.—, geb. M. 11.—. Bd. III: VI, 400 S., 1 Taf., 60 Abb., geh. M. 10.—, geb. M. 11.—. Bd. IV: X, 509 S., 2 Taf., 70 Abb., geh. M. 13.—, geb. M. 14.—.

Immer mehr bricht sich die Überzeugung Bahn, daß die Wissenschaftsgeschichte als eines der wichtigsten Bildungsmittel keineswegs die Vernachlässigung verdient, die ihr bisher im Unterrichte sowohl der Mittel- als auch der Hochschulen zuteil wurde. Getragen von dieser Überzeugung hat es der durch seine früheren Arbeiten auf diesem Gebiete rühmlich bekannte Direktor der Realschule zu Barmen unternommen, in dem vorliegenden, nunmehr zum Abschluß gelangten Werke die Entwicklung der gesamten Naturwissenschaften zur Darstellung zu bringen. Die Kühnheit eines solchen Unternehmens springt in die Augen, und man tritt zunächst mit einem gewissen Mißtrauen an ein Werk heran, in dem ein Einzelner es wagt, das Ganze der Naturwissenschaften zu umspannen. Doch das Mißtrauen schwindet bei dem Studium des Werkes und macht dem Gefühl der Bewunderung Platz für die enorme Arbeit, die hier geleistet worden ist, für die Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, mit denen der schier unermeßliche Stoff ausgewählt, angeordnet und zu einem übersichtlichen Ganzen zusammengefügt wurde. Verfasser sieht mit Recht in der Wissenschaftsgeschichte einen wichtigen Teil der Kulturgeschichte und bestrebt sich überall mit Erfolg nach dem Vorbilde von *Whewell*, die Geschichte der Naturwissenschaften in ihrem Zusammenhang mit der allgemeinen Geschichte zu betrachten.

Zugleich soll das Werk gewissermaßen einen Rahmen für *Ostwalds* „Klassiker der exakten Wissenschaften“ abgeben, eine Sammlung von grundlegenden Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Astronomie, Physik, Mineralogie und Physiologie.

Der erste Band des Werkes führt von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften. Verfasser geht den Spuren der astronomisch-mathematischen, physikalischen, chemischen, technischen und medizinischen Kenntnisse bei den Ägyptern, Babyloniern, Indern und Chinesen nach, schildert die Entwicklung der Naturwissenschaften bei den Griechen bis zum Zeitalter des *Aristoteles*, würdigt den großen Stagiriten als eine der bedeutendsten Erscheinungen des Altertums und entwirft ein Bild der botanischen und mineralogischen Leistungen *Theophrasts*. Sodann wendet er sich dem Ausbau der reinen und angewandten Mathematik durch *Archimedes* zu, charakterisiert die erste Blüte der alexandrinischen Akademie, wirft einen Blick auf die Naturwissenschaften bei den Römern mit besonderer Berücksichtigung des *Plinius*, *Galen* und *Dioskorides* und beschäftigt sich mit den Verdiensten des *Ptolemäos* und *Strabo* um Astronomie und Geographie in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten. Mit der durch diese Forscher herbeigeführten zweiten Blütenperiode der alexandrinischen Schule war die Entwicklung der Wissenschaften im Altertum beendet. Es folgte die lange Zeit des Stillstandes und Verfalls der Wissenschaften zu Beginn des Mittelalters, deren Verfasser kurz gedenkt, um sodann dem arabischen Zeitalter eine eingehendere Betrachtung zu widmen. Dieser folgt ein Abschnitt, der sich hauptsächlich mit *Albertus Magnus*, *Roger Bacon* und *Konrad v. Megenberg* beschäftigt. Damit gelangt Verfasser an die Schwelle der Neuzeit, mit der das Wiederaufleben der Wissenschaft beginnt. In großen Zügen skizziert er die Bewegungen, die gegen den Ausgang des Mittelalters die europäische Menschheit ergriffen: die Wiederbelebung des klassischen Altertums und die durch die Entdeckungsreisen erfolgende Ausdehnung des geographischen Gesichtskreises. *Leonardo da Vincis* große Gestalt kommt hier am meisten zur Geltung. Ein besonderer Abschnitt ist der Begründung des heliozentrischen Weltsystems durch *Kopernikus* gewidmet, worauf der Band mit zwei Kapiteln über die ersten Ansätze zur Neubegründung der anorganischen und organischen Naturwissenschaften im 16. Jahrhundert abschließt.

Der zweite Band befaßt sich in der Hauptsache mit den im 17. Jahrhundert entstandenen Grundlagen der neueren Naturwissenschaft. Er beginnt mit der Erfindung der optischen Instrumente, des Mikroskops und des Fernrohrs, würdigt ausführlich *Galileis* grundlegende Schöpfungen, zeigt, wie sich das neue induktive Verfahren der Naturforschung in Italien und bald darauf auch in den nördlichen Ländern Europas ausbreitete, charakterisiert die Astronomie im Zeitalter *Tychos* und *Keplers*, schildert die Weiterentwicklung der Mathematik durch *Descartes*, *Fermat*, *Kepler* u. a., den Ausbau der Physik der flüssigen und gasförmigen Körper durch *Torricelli*, *Guericke*, *Boyle* und *Mariotte*, die Begründung der Chemie durch *Boyle* und den Ausbau der Botanik und Zoologie durch *Bauhin*, *Caesalpin*, *Jungius*, *Tournefort* und *Ray*. Ein Abschnitt über die Begründung der großen wissenschaftlichen Akademien zeichnet in Kürze den allgemeinen geschichtlichen und kulturhistorischen Hintergrund, von dem sich die gewaltige Forschergestalt *Newtons* abhebt, dessen Lebensarbeit und Persönlichkeit ein um-

fangreiches Kapitel gewidmet ist. Ihm folgt ein Abschnitt über die Verdienste von *Huyghens* und anderen Zeitgenossen *Newtons* um Astronomie, Physik und Mathematik, worauf Verfasser zeigt, wie unter dem Einfluß der chemisch-physikalischen Forschung die Grundlagen der neueren Mineralogie und Geologie entstanden. Das Emporblühen der Anatomie und Physiologie durch *Harvey*, *Borelli* und *Malpighi*, die ersten Ergebnisse der mikroskopischen Erforschung der Tiere durch *Swammerdam*, *Malpighi* und *Leeuwenhoek*, die Begründung der Pflanzenanatomie und der Lehre von der Sexualität der Pflanzen durch *Malpighi*, *Grew* und *Camerarius* bilden den Gegenstand der drei nächsten Abschnitte. Sodann wendet sich das Werk dem weiteren Ausbau der Mechanik, Optik und Akustik zu, der an die Namen *Bernoulli*, *Euler*, *d'Alembert*, *Lagrange*, *Lambert* und *Chladni* geknüpft ist, sowie den durch *Halley*, *Bradley* u. a. herbeigeführten Fortschritten der Astronomie nach der Begründung der Gravitationsmechanik. Der Band schließt mit einem Kapitel über Mineralogie und Geologie im 18. Jahrhundert. *Werner* und *Hutton* kommen hier als Bahnbrecher zur Geltung.

Im dritten Band wird das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Entdeckung des Energieprinzips dargestellt. Wir lesen hier, wie *Franklin*, *Coulomb* u. a. die Grundlagen der Elektrizitätslehre errichteten, wie *Papin*, *Newcomen*, *Watt*, *Fahrenheit*, *Keumur*, *de Saussure*, *Lavoisier* und *Laplace* praktische und theoretische Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmelehre herbeiführten, wie *Linné* das künstliche System der Naturkörper schuf, wie *Hales* die physikalischen Methoden auf das Gebiet der Pflanzenphysiologie anwandte, wie *Kölreuter* und *Sprengel* die im 17. Jahrhundert begründete Sexualtheorie ausbauten, und wie *Trembley*, *Ledermüller*, *Wolff*, *Haller*, *Lieberkühn* und *Meckel* die Zoologie des 18. Jahrhunderts beeinflussten. Wir lernen den Anteil kennen, den *Monge*, *Poncelet* und *Steiner* an dem Ausbau der darstellenden und projektivischen Geometrie, *Fourier* und *Sturm* an der Entwicklung der Lehre von den Gleichungen, *Pfaff* und *Cauchy* an dem Fortschritt der Differential- und Integralrechnung, *Abel* und *Jacobi* an der Neugestaltung der Theorie der elliptischen Funktionen haben. Wir verfolgen die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie von ihrer Begründung durch *Boyle* über *Priestley*, *Scheele* und *Bergmann* bis zu ihrer Erneuerung durch *Lavoisier*, den Eintritt der Chemie in das Zeitalter der quantitativen Untersuchungsweise infolge der Arbeiten *Lavoisiers* und *Berthollets* und die experimentelle Begründung der atomistischen Hypothese durch *Dalton* und *Berzelius*. Wir nehmen Kenntnis von der Entdeckung der galvanischen Elektrizität durch *Galvani* und *Volta*, von der Begründung der Elektrochemie durch *Davy*, von der Erforschung der elektromagnetischen und elektrodynamischen Grunderscheinungen durch *Oersted*, *Seebeck*, *Ampère* und *Arago* und von der Entdeckung der Thermoelektrizität durch *Seebeck*. Wir nehmen im Geiste teil an dem insbesondere durch *Laplace* und *Herschel* bewirkten Aufschwung der Astronomie, an der Grundlegung der mechanischen Wärmetheorie durch *Rumford*, an den Fortschritten der Optik und dem Sieg der Wellentheorie des Lichtes im Gefolge der Arbeiten von *Young*, *Fresnel* und *Carnot*. Wir sehen, wie Chemie und Physik durch *Gay-Lussac*, Mathematik und Physik durch *Gauß* in engere Wechselbeziehungen treten, wie die physikalische Erdbeschreibung durch *Humboldt*

begründet wird, wie die Mineralogie unter dem Einfluß der chemisch-physikalischen Forschung durch *Mitscherlich* neue Bahnen einschlägt, wie die beiden *Jussieu* und *Decandolle* das natürliche Pflanzensystem aufstellen, wie *Knight*, *Ingenhousz*, *Saussure* und *Decandolle* die Pflanzenphysiologie auf Grund der neueren chemisch-physikalischen Forschung ausbauen und wie *Cuvier* die vergleichende Anatomie mit der Zoologie verschmilzt und Geologie und Paläontologie unter die Herrschaft der Katastrophenlehre bringt. Wir verfolgen endlich die Fortschritte, die auf dem Gebiete der Entwicklungslehre durch *Baer* herbeigeführt wurden.

Der vierte Band wird durch allgemeine Betrachtungen über die Bedeutung der Wissenschaftsgeschichte und über die Entstehung des Weltbildes eingeleitet und versucht dann zu zeigen, wie durch die Entdeckung neuer Tatsachen und Beziehungen auf allen Gebieten sowie durch das Hinwegräumen veralteter Vorstellungsbilder eine auf dem Energieprinzip beruhende Naturauffassung vorbereitet und geschaffen wurde. Was *Bessel* und *Encke* für die Astronomie, *Dutrochet*, *Regnault*, *Avogadro*, *Wheatstone* u. a. für die älteren Zweige der Physik, *Faraday*, *Ohm*, *Joule*, *Weber* und *Neumann* für die neuere Elektrizitätslehre, *Liebig*, *Wöhler*, *Mitscherlich* und *Bunsen* für die organische Chemie, *Liebig*, die Gebrüder *Weber* und *Johannes Müller* für die Physiologie, *Schwann*, *Schleiden* und *Nägeli* für die Zellenlehre, *Lyell*, *Ehrenberg* und *Darwin* für die Geologie leisteten, zieht an unserem geistigen Auge vorüber. Sodann schildert Verfasser die Ausdehnung des Energieprinzips auf sämtliche Naturwissenschaften durch *Mayer*, *Joule*, *Helmholtz* und *Clausius*, die durch *Pasteur*, *Dutrochet*, *Brücke*, *Weber*, *Ludwig*, *Claude Bernard*, *du Bois-Reymond*, *Steinstrup* u. a. herbeigeführten neueren Fortschritte in der Erforschung des organischen Lebens, die wissenschaftliche Begründung der Entwicklungslehre durch *Darwin* und den Ausbau der Lehre von der Bastardbildung durch *Mendel*. Weiterhin werden Geologie und Mineralogie unter dem Einflusse der chemisch-physikalischen Forschung behandelt, sowie die Entwicklung der Strukturchemie und der Systematik der chemischen Elemente, die an die Namen *Kekulé*, *Pasteur*, *Lothar Meyer* und *Mendelejeff* geknüpft ist. Endlich wird gezeigt, wie aus den Forschungen *Fraunhofers*, *Kirchhoffs* und *Bunsens* die Spektralanalyse hervorging, wie dieser in der Photographie ein mächtiger Bundesgenosse erstand, wie die physikalische Chemie von *Kopp* bis *Arrhenius* durch zahlreiche Forscher emporblühte, und wie *Helmholtz*, *Hertz* und *Maxwell* die theoretische und angewandte Physik förderten. Den Beschluß des Buches machen zwei Kapitel, die den Einfluß der Naturwissenschaft auf die materielle und geistige Kultur sowie die heutigen Aufgaben und Ziele der Wissenschaft behandeln.

Aus dieser kurzen Inhaltsübersicht ergibt sich die außerordentliche Reichhaltigkeit und Vielseitigkeit des Werkes, das dadurch den Bedürfnissen aller derer entgegenkommt, die durch Beruf oder Neigung in irgendwelchen Beziehungen zur Naturwissenschaft stehen, sei es als Lehrer, Techniker, Ärzte, Mathematiker oder Naturforscher. Für geschichtliche Einleitungen in mathematische und naturwissenschaftliche Hochschulvorlesungen bietet es eine zuverlässige Grundlage, und zur Belebung des Unterrichts an Mittelschulen einen geradezu unerschöpflichen Stoff von hohem pädagogischen Wert. Die Verlagsbuchhandlung hat das Werk, dessen vier Bände einzeln käuflich sind,

in musterhafter Weise ausgestattet, mit den Bildnissen von *Aristoteles*, *Galilei*, *Gauß* und *Helmholtz* geschmückt und zahlreiche interessante Abbildungen beigegeben, die den in schlichter Klarheit geschriebenen Text beleben. Der letzte Band enthält ein ausführliches Namen-, Sach- und Literaturverzeichnis.

So ist das Werk in jeder Hinsicht dazu angetan, das Interesse für die Geschichte der Naturwissenschaften in den weitesten Kreisen zu wecken und damit das Verständnis für die Naturwissenschaft der Gegenwart zu fördern. Möge dem Verfasser der Lohn für seine hervorragende Leistung durch eine weite Verbreitung seines verdienstvollen Werkes zuteil werden!

Walther May, Karlsruhe.

**Crépin de Beaugard, P.**, Guide scientifique du géographe-explorateur. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 1912. Lex. 8°. X, 250 p. et 2 planches. Prix fr. 10,—.

Ein groß angelegter Plan, die Darstellung der bei einer Landesaufnahme notwendigen Arbeiten in einer für Geographen, Vermessungsoffiziere und Forschungsreisende leicht verständlichen Form, wird hier durchzuführen versucht. Das Buch ist aus einem rein praktischen Bedürfnis entstanden. Der Verfasser, der als französischer Staboffizier in den Kolonien größere Vermessungsarbeiten durchgeführt hat, will einerseits seine dabei gemachten Erfahrungen anderen zugute kommen lassen, andererseits aber auch allen denen, die keine Gelegenheit haben, sich praktisch unterweisen zu lassen, einen alle im Felde vorkommenden astronomisch-geodätischen Arbeiten erschöpfenden Führer an die Hand geben. Der Forscher soll die behandelten Methoden nicht bloß mechanisch anwenden, sondern soll auch soweit in die Grundlagen eingeweiht sein, daß er sich in solchen Fällen, wo die gewöhnlichen Mittel versagen, selbst helfen kann. Es sollte jedoch niemand die praktische Unterweisung durch einen Fachmann versäumen, da das geschriebene Wort niemals ein voller Ersatz dafür sein kann.

Über den Inhalt sei folgendes erwähnt. In dem ersten einleitenden Kapitel werden die Grundbegriffe der sphärischen Astronomie, insbesondere die Beziehungen zwischen Sternzeit und mittlerer Zeit erläutert. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln der sphärischen Trigonometrie und Analysis wird dem Leser bei den kommenden Entwicklungen nützlich sein. Das II. Kapitel behandelt zunächst das bei astronomisch-geodätischen Arbeiten ausschließlich in Anwendung kommende Universalinstrument, die Bestimmung seiner Aufstellungsfehler und ihren Einfluß auf die Beobachtungen. Es wäre vorteilhaft gewesen, hier auch den Gebrauch des Nonius zu erläutern. Hieran schließt sich die Behandlung der Chronometer, ihre Vergleichung und Beurteilung. Das III. Kapitel behandelt die astronomischen Ortsbestimmungen, und zwar: die Bestimmung der Zeit aus Zenitdistanzmessungen von Sonne und Sternen; die Bestimmung der Breite aus Polarisbeobachtungen, aus Meridiandurchgängen und aus Zirkummeridianzenitdistanzen, wozu im Anhang die nötigen Tafeln gegeben werden; die Bestimmung des Azimuts eines Objekts aus Azimutmessungen von Sonne und Sternen; die Bestimmung der Länge mit Hilfe des elektrischen Telegraphen und durch Chronometerübertragung. Verfasser führt hier die Berechnungen oft mit einer maßlosen Genauigkeit aus. In den Beispielen zu den Zeit-, Breiten- und Azimutbestimmungen werden siebenstellige Logarith-

men angewandt, obwohl die Bogensekunde noch nicht verbürgt ist. Hier hätte darauf hingewiesen werden sollen, welche Anforderungen man an die Genauigkeit des Resultates stellen kann. Das IV. Kapitel ist geodätischer Natur; es werden Triangulation und Basis-messung, die Berechnung der geographischen Koordinaten aus den geodätischen Angaben sowie die Höhenmessung behandelt. Das V. Kapitel gibt einen Überblick über die hauptsächlichsten Methoden der Kartenprojektion. Im VI. Kapitel wird gezeigt, wie man eine Triangulation durch astronomische Bestimmungen, insbesondere von Breite und Azimut, ersetzen kann. Endlich gibt das VII. Kapitel noch einen kurzen Abriss über das Nivellement.

Ein reichhaltiger Stoff, wobei allerdings mancher Gegenstand nur mehr gestreift wurde, da sich sonst nicht alles auf so engen Raum hätte zusammendrängen lassen. Die verschiedenen Methoden sind durch Beispiele aus den Kolonialvermessungen des Verfassers illustriert. Das Buch wird manchem einen guten Anhalt bei der Ausführung von astronomisch-geodätischen Arbeiten gewähren. A. v. Flotow, Potsdam.

**Berry, A. J.**, The Atmosphere. The Cambridge Manuals of Science, No. 53. Cambridge, at the University Press, 1913. 8°. 146 S. Preis sh. 1,—.

In seiner Vorrede gibt der Verfasser als Aufgabe des Buches an, einen Bericht über die Entdeckungsgeschichte und über die Eigenschaften der Bestandteile der Atmosphäre zu geben; und zwar will er sich auf die chemischen und physikalischen Erscheinungen beschränken und hat daher die Meteorologie ganz außer Betracht gelassen. Berry hat diesen Plan in leichtverständlicher, ansprechender Darstellung durchgeführt. Mir will allerdings scheinen, als ob er sich — er ist Chemielehrer am Downing College — manchmal etwas in chemische Einzelheiten verliert. Die 5 Figuren sind chemische Versuchsanordnungen. Außerdem enthält das recht gut ausgestattete Werkchen noch die Bilder von *Cavendish*, *Boyle*, *Priestley*, *Black* und *Lavoisier*. Das Buch ist für englische Leser bestimmt. Man darf sich daher wohl nicht wundern, wenn oft fast nur englische Untersuchungen berücksichtigt und englische Theorien besprochen werden. Man wird sich aber nicht verhehlen dürfen, daß dadurch leicht ein falsches Bild von dem Entwicklungsgange entstehen kann.

Der Stoff wird in 11 Kapitel eingeteilt, deren Hauptinhalt hier kurz angegeben sei.

I. *Frühe Geschichte* gibt die Entwicklung der Physik der Atmosphäre von den ersten Anfängen seit *Galilei* durch *Torricelli*, *Pascal*, *O. v. Guericke*, dessen Verdienst sehr hervorgehoben wird, *Boyle*, *Dalton* und *Gay-Lussac*. II. *Die Chemie während der Phlogiston-Periode*. Hier wird der Wert der Theorie für die Entwicklung hervorgehoben, die am Schlusse der Periode die wertvollen Entdeckungen von *Priestley*, *Scheele* und *Cavendish* brachte. III. *Der Fall der Phlogiston-Theorie*. Außer den Arbeiten von *Lavoisier* und *Cavendish* wird die Atomtheorie von *Dalton*, die *Avogadro'sche* Regel, die Atomgewichte von *Berzelius*, die Atomwärme von *Dulong* und *Petit* und das natürliche System der Elemente von *Mendelejeff* und *Lothar Meyer* besprochen. IV. *Die hauptsächlichsten Bestandteile der Atmosphäre*. Beim Stickstoff wird vor allem dessen Bedeutung für die Pflanzen und für den Boden hervorgehoben, beim Sauerstoff der Ozon, bei der Kohlensäure der Assimilationsprozeß sowie die Schwankungen des Kohlensäuregehalts, beim Wasser-

dampf die Eigenschaften der feuchten Luft, beim Ammoniak der Zusammenhang mit dem Regen. V. *Die neueren Ansichten über die Verbrennung*: Allgemeines über die gasförmige Verbrennung, hauptsächlich über die Entzündungstemperaturen und den Einfluß des Wassers. Ausführlich werden die Theorien über das Rosten des Eisens besprochen, vor allem die Einwirkung der Kohlensäure darauf. VI. *Die Konstanz der Zusammensetzung der Atmosphäre* enthält die kleinen Schwankungen des Sauerstoff- und Kohlensäuregehalts an verschiedenen Orten, die Messungen des Wasserdampfgehalts. Am Schlusse wird die Zusammensetzung der höheren Luftschichten besprochen, vor allem die Theorie des Koroniums und Geokoroniums. VII. *Das Entweichen von Gasen aus Planetenatmosphären nach der kinetischen Gastheorie*. Besprechung der Theorie von Stoney über die Argonatmosphäre des Mondes, die Stickstoffatmosphären der Venus, des Mars usw. VIII. *Die flüssige Luft*. Hier werden alle Arbeiten über die Verflüssigung der Gase, vor allem der permanenten Gase zusammengestellt. Hervorgehoben wird die Bedeutung der flüssigen Luft für theoretische und praktische Chemie und Physik. IX. *Die trägen (inerten) Gase der Atmosphäre* gibt die Geschichte ihrer Entdeckung und ihre Eigenschaften. Am Schlusse wird die Möglichkeit besprochen, daß das Helium zum Teil wieder in den freien Raum entweichen kann. X. *Radioaktivität der Atmosphäre*. Dieses Kapitel behandelt die spontane Ionisation, die Drahtversuche *Elsters* und *Geitels*, den Betrag der Radiumemanation in Luft und Wasser, sowie die allgemeinen Eigenschaften der Radium- und Thoremanation. Hervorgehoben wird z. B., daß der Wasserdampf der Atmosphäre wahrscheinlich der zersetzenden Wirkung der Emanation auf das Wasser seinen Ursprung verdankt. Zum Schluß wird eine Entwicklung der atmosphärischen Elektrizität, vom englischen Standpunkt natürlich, gegeben, wobei aber die Untersuchungen der letzten Jahre nicht berücksichtigt sind. XI. *Die wahrscheinliche Zusammensetzung der Atmosphäre in früheren geologischen Zeiten*. Englische Ansichten über den Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der primitiven Atmosphäre, Schätzung des Alters der Erde aus der Verbreitung des Heliums.

Zum Schluß fügt *Berry* eine Bibliographie bei von Werken, die von besonderem Interesse sind, oder in welchen gewisse der behandelten Themata ausführlicher besprochen werden. Der Autor betont selbst, daß die Zusammenstellung auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen soll. Außer 27 englischen Arbeiten enthält diese Bibliographie 3 deutsche.

K. Kähler, Potsdam.

**Birrenbach, H., Die Stromversorgung der Großindustrie.** Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 194 S. und 27 Fig. Preis M. 5,—.

Die Versorgung der Großindustrie, zu der im Sinne von Großabnehmern auch die Straßenbahnen gehören, denen ein besonderer Abschnitt des vorliegenden Buches gewidmet ist, schafft für die Elektrizitätswerke die Grundbelastung, die eine Erniedrigung der Stromselbstkosten in größerem Umfange erst erreichen läßt.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die Grundlagen für die Tariffbildung zu untersuchen, die es ermöglichen, Großbetrieben in steigendem Umfang Strom zu liefern. Es ist allerdings unmöglich, die Tarifffrage in einer für alle praktischen Fälle gültigen Form zu lösen, und die auf Seite 20 des Buches gemachte Bemerkung, „daß eine einheitliche Behandlung der Großkonsumenten ein Unding ist, da jeder ein-

zelne Großbetrieb eine solche Zahl von Eigenheiten, welche für die Tarifffrage von der weitestgehenden Bedeutung sind, aufweist, daß eine gemeinsame, einheitliche, gerechte Behandlung durch einen einzigen Tarif vollkommen unmöglich ist“, und daß „deshalb, wenn ein Werk Großindustrie mit Erfolg versorgen will, mit jedem Konsumenten besondere Strombezugsbedingungen und Strompreise an Hand der jeweilig vorliegenden Betriebsverhältnisse vereinbart werden müssen“, ist für jeden Versuch, Großabnehmer zu gewinnen, in erster Linie zu beachten. Nicht nur die Verschiedenheiten in den Betrieben der Stromabnehmer, sondern ebenso sehr die verschiedenartigen Bedingungen, unter denen die Elektrizitätswerke Strom erzeugen, machen es unmöglich, allgemein gültige Regeln für den Verkauf der Elektrizität zu schaffen. Es kann sich nur darum handeln, die Grundlagen zu bestimmen, die allen Werken für die Ermittlung der Selbstkosten und damit der Preisbildung gemeinschaftlich sind. Aus dieser Erkenntnis heraus behandelt der Verfasser die Frage der Gestellungskosten der Elektrizität in Werken verschiedener Größen unter Zugrundelegung der Ergebnisse von bestehenden Zentralen und untersucht den Einfluß des Anschlusses der Großabnehmer auf die Selbstkosten der Werke. Im Anschluß hieran werden an Hand bestehender Tarife eingehende Vergleiche der Kosten von Anschlußanlagen an Elektrizitätswerke mit denjenigen von Einzelanlagen durchgeführt, wobei insbesondere Dieselmotoren und Gegendruck- und Anzapfturbinen mit Rücksicht auf ihre zunehmende Verbreitung berücksichtigt werden.

Man wird den Ausführungen des Verfassers im großen und ganzen zustimmen und das Buch beim Studium von Tarifffragen vielfach mit Nutzen anwenden können. Eine Anzahl von sprachlichen Ungenauigkeiten und sachlichen Irrtümern hätte bei genauer Durchsicht wohl vermieden werden können.

E. Leyser, Berlin.

**Krause, R., Kurzer Leitfadener der Elektrotechnik für Unterricht und Praxis in allgemein verständlicher Darstellung.** Zweite, vermehrte Auflage. Berlin, Julius Springer, 1913. XI, 293 S. und 341 Fig. Preis geb. M. 5,—.

In der Reihe der zahlreichen Bücher zur Einführung in die Elektrotechnik steht das vorliegende Buch nicht gerade an erster Stelle. Der Verfasser ist bemüht, dem Leser die Lektüre so leicht wie möglich zu machen und hat zu einer Darstellungsweise gegriffen, die überaus breit und, was die Hauptsache ist, zum Teil recht unpräzise ist. Das völlige Verzichten auf eine mathematische Formel zwingt an vielen Stellen (z. B. bei der Erklärung der Phasenverschiebung S. 37) besonders umständliche Ausführungen zu machen. Ein Beispiel für die unpräzise Ausdrucksweise ist der Satz „Ein Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, welcher seine Richtung in der Sekunde 80 bis 100 mal wechselt“ S. 32. Derartige Ungenauigkeiten finden sich an recht vielen Stellen.

Die ungewöhnliche Darstellung der Figuren fällt besonders in die Augen. Es ist vollkommen darauf verzichtet, die in der Elektrotechnik beim Zeichnen von Schaltungen allgemein eingeführten Schemata zu benutzen. Vielmehr sind die Figuren vom Verfasser nach den ihm als anschaulich dünkenden Regeln neu gezeichnet. So gibt er z. B. den elektrischen Meßinstrumenten einen Zeiger, der die Größe des Ausschlags anzeigt. Da wir aber Instrumente mit den verschiedensten Meßbereichen besitzen, so ist die Größe eines Ausschlags ohne Skala nichtssagend. Wei-

ter sind die Schaltungsschemata von Maschinenschaltungen so grotesk, daß sich jeder Elektrotechniker wird erst überlegen müssen, wie sie gemeint sind. Andere Figuren sind zeichnerisch verfehlt (z. B. Fig. 59) oder vollkommen nichtssagend (Fig. 64).

Trotz dieser Eigenschaften wird das Buch gekauft werden. Unter den Lesern eines derartigen gemeinverständlichen Buches gibt es immer eine große Zahl, die an einer derartigen „Amateurelektrotechnik“ Gefallen finden.  
P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

**Kosack, E., Elektrische Starkstromanlagen.** Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker, sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. Berlin, Julius Springer, 1912. XI, 287 S. und 259 Fig. Preis geb. M. 7,—.

Das vorliegende Buch ist aus anderem Holz geschnitten als das Krausesche. Es beschränkt sich auf die Starkstromtechnik und gibt einen recht geschickt angelegten Überblick über dieses Gebiet in knapper, präziser Darstellung.

Im ersten Kapitel werden die Erzeugungsarten des elektrischen Stromes besprochen. Es ist hier besonderer Wert bei der Einführung von neuen Begriffen auf einfache Analogien gelegt, die recht geschickt gewählt sind. Bei Besprechung der Meßinstrumente und Meßmethoden sind die Methoden ausgewählt, die in Starkstromanlagen vorzukommen pflegen. Weiter folgen ausführliche Kapitel über Gleichstromerzeuger, Gleichstrommotoren, Wechselstromerzeuger, über Transformatoren, Wechselstrommotoren und Umformer. Dem Betrieb in den Zentralen sind die Kapitel über den Betrieb und die Untersuchung elektrischer Maschinen und Akkumulatoren gewidmet. Den Installateur wird speziell das Kapitel über elektrische Lampen interessieren. Den Schluß bilden Ausführungen über die Berechnung von Leitungsnetzen und die Zentralenschaltungen.

Die Ausführung der Figuren ist besonders bemerkenswert. Sie sind klar und übersichtlich gezeichnet und geschickt ausgewählt. Die Gefahr durch photographische Abbildungen von Maschinen usw. dem Buch etwas Katalogähnliches zu geben, ist dadurch vermieden, daß derartige Figuren überhaupt nicht aufgenommen sind.

Das Buch ist demnach in jeder Beziehung als Einführung in die Starkstromtechnik zu empfehlen. Der Verlag hat ihm eine recht würdige Ausstattung gegeben.  
P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

**Ruhmer, Ernst, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung.** Mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlentechnik. I. Teil *Funkeninduktoren*. Zweite neu bearbeitete und erweiterte Auflage mit 328 Abbildungen. Nikolasee bei Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, 1913. Preis geb. M. 7,50.

Ein Buch über die technischen Grundlagen der Röntgentechnik zu schreiben, wäre heute eine sehr dankenswerte Aufgabe. Außer dem französischen Werk von *Armagnat*, das heute veraltet ist und keine neue Auflage erlebt, ist nichts vorhanden. Die Arbeit wäre eine recht bedeutende; den ganzen Wust der vorhandenen Literatur kritisch zu sichten, heißt einen Augiasstall reinigen.

Der erste Teil des Ruhmerschen Buches enthält eine Besprechung der Funkeninduktoren. Eine Einleitung

behandelt die Grunderscheinungen des elektrischen Stromes, die für das Verständnis des Induktors nötig erscheinen. Dann folgt eine mathematische Theorie der Induktion. Im anschließenden Kapitel werden die physiologischen Induktionsapparate, die kleinen und großen Induktoren behandelt, ferner die Unterbrecher, Stromquelle und Nebenapparate. Das Material ist mit großem Fleiß zusammengetragen. Besonders zu erwähnen ist, daß im Gegensatz zur übrigen röntgentechnischen Literatur nicht nur die Fabrikate der eigenen Firma, sondern auch die aller anderen aufgenommen sind. Da aber keine Kritik geübt ist, so ist ein Buch entstanden, welches dem Katalog einer Röntgenfirma verzweifelt ähnlich sieht.

Das Ganze ist dabei für den Laien berechnet. Dem Physiker und Techniker sagt das Buch nichts Neues. Der theoretische Teil ist vollkommen in den Anfängen stecken geblieben und an vielen Stellen ist auf die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung der letzten Jahre nicht Rücksicht genommen. Das Buch entspricht demnach in seiner zweiten Auflage in keiner Weise dem oben skizzierten Ideal.

Der II. Teil des Werkes soll die spezielle Röntgenstrahlentechnik enthalten.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

### Physikalische und chemische Mitteilungen.

Auf eine Beziehung zwischen der chemischen Reaktionsfähigkeit und der Gestalt fester Körper macht *G. Reboul* aufmerksam. Die Wirkung eines Gases auf einen festen Körper hängt nämlich von dessen Form ab und ist dort am größten, wo seine Oberfläche die größte mittlere Krümmung besitzt. Hat der Körper eine scharfe Spitze, so wird diese zunächst angegriffen und übt eine Schutzwirkung über den in ihrer Nähe befindlichen Teil des Körpers aus. Diese Erscheinung tritt auch bei zwei Körpern von verschiedener gekrümmter Oberfläche auf, z. B. bei zwei Metallzylindern. Wird ein Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser in einem Apparat von 0,20 mm Druck 30 Minuten lang der Wirkung von Chlorschwefel ausgesetzt, so nimmt es eine indigoblaue Farbe an. Spannt man aber neben ihm einen Draht von 0,15 mm Durchmesser aus, so schützt ihn dieser, und er wird während der 30 Minuten gar nicht angegriffen. Dagegen übt ein Draht von gleicher Stärke keinerlei Schutzwirkung aus. Der Vorgang verläuft so, als ob die aktive Substanz von den Punkten mit kleinem Krümmungskreis angezogen würde. Ihre Schutzwirkung ist daher um so ausgedehnter, je kleiner der Gasdruck der wirkenden Substanz ist. Für Druck von  $\frac{1}{20}$  mm erstreckt sie sich bis auf Entfernungen von mehreren Zentimetern. Die Erscheinung findet ihre Erklärung in dem Umstande, daß die Gasatmosphäre an den Punkten größter Krümmung am stärksten konzentriert ist. (*C. R.* 1376, 1913.)

Über die Größe der jährlichen Verdunstung auf Seen im nördlichen Alpengebiet hat *J. Maurer* eingehende Messungen angestellt. Zu diesen Verdunstungsbestimmungen dienten der Zuger und der Ägerisee, die beide abgestaut und in fast undurchlässigem Gestein liegen. So war es nur nötig, die Zuflüsse zu diesen Seen zu messen und ihre Höhenänderungen festzustellen. Bei dem Zuger See, der 38 qkm Oberfläche besitzt, ändert ein Unterschied im Zufluß um 1 cbm

per Sekunde die Höhe des Seespiegels um  $2\frac{1}{4}$  mm pro Tag; bei dem nur  $7\frac{1}{4}$  qkm großen Ägerisee bewirkt ein solcher Unterschied eine Höhenänderung von 12 Millimeter. Die während eines ganzen Jahres vorgenommenen Messungen ergaben im November und Dezember für den Zuger See eine Verdunstung von je 35 mm. Der Ägerisee zeigte im November eine gleich große Verdunstung, dagegen betrug sie im Dezember nur 25 mm. Die gesamte Verdunstung während des Beobachtungsjahres (Dezember 1911 bis November 1912) betrug für den Zuger See 775 mm und für den Ägerisee 740 mm. (*Meteor. Z.* 30, 209, 1913.)

Das für die Bestimmung der Absorptionskoeffizienten von Gasen erforderliche **kontinuierliche Spektrum** im **Ultravioletten** hat man bisher auf die Weise hergestellt, daß man im Wasser zwischen Aluminiumelektroden Funken überspringen ließ. Diese hatten aber nur eine Länge von weniger als  $\frac{1}{2}$  mm, so daß eine lange Expositionsdauer erforderlich war, die bei Gasen fast eine Stunde und für Lösungen bis zu 7 Stunden betrug. *Victor Henri* benutzt zur Herstellung der Funken Ströme hoher Frequenz, wie man sie bei Tesla- und d'Arsonval-Versuchen anwendet. Dadurch erzielt er Funken von 4 bis 5 mm Länge unter Wasser und kann die Expositionsdauer auf 30 bis 60 Sekunden abkürzen. Das kontinuierliche Spektrum erstreckt sich bei dieser Methode bis zu Wellen von 2150 *Angström-Einheiten*. (*Physik. Ztg.* 14, 516.)

Ein einfaches Verfahren zur **Darstellung von Argon** hat *J. Stark* angegeben. Hierzu dient der in Bomben erhältliche käufliche Sauerstoff. Dieser wird in der Regel aus flüssiger Luft dargestellt, indem man aus dieser den Stickstoff bis auf wenige Prozent abdampfen läßt. Da der Siedepunkt des Sauerstoffes bei Atmosphärendruck ( $-183^\circ$ ) dem des Argon sehr nahe liegt ( $-187^\circ$ ), so enthält der zurückbleibende Sauerstoff mehr Argon als gewöhnliche Luft, nämlich ungefähr 4 % A neben 6 % Stickstoff. Fügt man zu diesem Gemisch Quecksilberdampf und läßt es dann von einem Glimmstrom durchfließen, so wird hierdurch sowohl der Sauerstoff wie der Stickstoff aktiviert. Beide Gase verbinden sich mit dem Quecksilberdampf zu Quecksilberoxyd und Quecksilbernitrid und da diese beiden Stoffe sich auf der Glaswand absetzen, so bleibt Argon allein im Rohr zurück. Das auf diese Weise erhaltene Argon läßt sich in kurzer Zeit so rein darstellen, daß sein Spektrum keine Spur von Sauerstofflinien mehr aufweist. (*Physik. Z.* 14, 497.)

Um **abgeschnittene Blumen** möglichst lange **frisch zu erhalten**, soll man sie nach den Versuchen von *Fourton* und *Ducomet* in Lösungen stellen, welche hinsichtlich ihres **osmotischen Druckes** dem Zellsaft der Blumen möglichst nahe kommen. So soll man Nelken in eine 15 proz. Zuckerlösung einsetzen, Rosen in eine halb so starke Lösung und spanischen Flieder in eine 12 proz. Zuckerlösung, der  $\frac{1}{100}$  % Mangansulfat zugesetzt ist. (*Scient. Am.* 108, 488.)

Bei Quecksilberdampflampen aus **Quarz** bereitet die Verwendung des **Platins** zu den Zuleitungen Schwierigkeiten, da die Ausdehnungszahl des Platins  $9 \times 10^{-6}$  beträgt, die des Quarzes aber nur  $0,5 \times 10^{-6}$ . Die Ausdehnungszahl des Wolframs,  $3,5 \times 10^{-6}$ , liegt diesem Wert viel näher, so daß es sich besser zum Ein-

schmelzen in Quarz eignet. Man umschmilzt den Wolframdraht zunächst mit Borosilikatglas und schaltet zwischen dieses und die Quarzröhre eine Reihe von Gläsern mit allmählich abnehmender Ausdehnung ein. So ist es möglich die Verwendung des teuren Platins zu umgehen. (*Scient. Am.* 108, 467.)

**Schriftfälschungen** soll man nach *R. W. Wood* mittels **ultravioletten Lichtes** leicht feststellen können. In Schriftstücken (z. B. in Schecks oder in Testamenten) ist der ursprüngliche Wortlaut durch chemische Mittel manchmal in so geschickter Weise entfernt, daß man auch durch gute Lupen die Fälschung nicht aufdecken kann. Wird aber ein solches Schriftstück mittels ultravioletten Lichtes photographiert, so erscheint an der Stelle, welche mit dem chemischen Mittel behandelt war, ein Schmutzfleck, der bei gewöhnlichem Licht unsichtbar ist. Dies zeigt dann an, daß an der betreffenden Stelle ursprünglich andere Schriftzüge vorhanden gewesen sind, die künstlich entfernt wurden. (*Scient. Am.* 108, 475.)

Eine **gute Holzkonservierung** soll der *Marr-Prozeß* ergeben: Man mahlt Diatomeenerde (Kieselgur) so fein, daß 92 % davon durch ein Sieb von 200 Maschen (auf den Zoll) gehen. Dies rührt man in eine Mischung von Paraffin und Naphtalin und läßt das Holz in dieser Mischung 4 Stunden lang stehen. Dann ist es bis zur Mitte davon durchdrungen und vermag dem Angriff der Bohrmuscheln im Meere ebenso zu widerstehen wie der Fäulnis. Nägel halten darin besser fest und rosten nicht. Dazu ist das Verfahren wenig kostspielig. (*Scient. Am.* 108, 401, 1913.)

In gewissen farbigen Mineralien, besonders in einigen Glimmerarten, zeigen sich kreisförmige Flecke von pleochroischer Färbung, die durch Ausstrahlung von radioaktiven Partikelchen entstanden sind. Diese Partikelchen haben durch ihre  $\alpha$ -Strahlung im Laufe der Zeiten einen kugelförmigen Raum in dem sie umschließenden Mineral gefärbt, so daß auf der Bruchfläche ein Kreis als Schnitt dieser gefärbten Kugel erscheint. Wenn die eine solche Färbung bewirkende Substanz aus Uran besteht, so ist der äußerste Ring der Färbung durch die am weitesten reichenden Strahlen RaC hervorgerufen, und beim Thorium durch die Strahlen ThC. Von *J. Joly* und *E. Rutherford* sind nun diese **pleochroischen Kreisflecke** in den Gesteinen benutzt worden, um deren **Alter zu bestimmen**. Zu diesem Zwecke haben sie an einem braunen Glimmer (*Houghtonite*), der aus dem späten Silur oder aus dem frühen Devon stammt, künstliche Färbungsversuche mit einer bestimmten Menge von Radiumemanation (25 Millicurie) vorgenommen. Die erzielte Wirkung haben sie dann mit den natürlichen Farbflecken in bezug auf die Ausdehnung und die Menge der erzeugenden Substanz verglichen. Die für das Alter der natürlichen Farbflecke erhaltenen Werte schwanken zwischen 20 und 470 Millionen Jahre. Da die niedrigen Werte aber weniger zuverlässig sind, so ergibt sich als untere Grenze für das Alter des **frühen Devons** die Zeit von **400 Millionen Jahren**. (*Phil. Mag.* (6) 25, 644, 1913.)  
*A. Mahlke, Hamburg.*

#### Berichtigung.

Der Dokortitel vor meinem Namen in Heft 10 ist ohne mein Zutun gesetzt worden. *Prof. Steinhilff.*

---

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

Soeben erschien:

# Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

## Zweiter Band: Höhere Thermodynamik

mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

### Inhaltsübersicht:

I. Allgemeine Thermodynamik homogener Körper, insbesondere der wirklichen Gase und der überhitzten Dämpfe. II. Der Übergang der Gase, überhitzten Dämpfe und Flüssigkeiten in den Sattdampf-Zustand und umgekehrt. III. Thermodynamik chemischer Reaktionen: Der I. Hauptsatz bei chemischen Reaktionen, Der II. Hauptsatz bei chemischen Reaktionen, Das Nernstsche Wärmetheorem (III. Wärmesatz), Anwendung des II. und III. Wärmesatzes auf Reaktionen zwischen Gasen und festen oder flüssigen Stoffen (Heterogene Reaktionen). IV. Ausgewählte Abschnitte aus verschiedenen Gebieten: Kalorimetrie der Dampfmaschine (Entleerungszeit von Gefäßen ohne Zufuß), Verflüssigung der Gase, Der Kraftgas-Prozeß, Verbrennungsvorgänge, Die Gasturbine, Tafeln — Anhang.

Früher erschien:

**Erster Band: Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen**

Mit 223 Textfiguren und 7 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 12,80

---

Im Jahre 1912 erschien:

## Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik

Von

Professor Dr. Otto Sackur

Privatdozent an der Universität Breslau

Mit 46 Textfiguren

Preis M. 12,—; in Leinwand gebunden M. 13,—

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

---

---

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

---

Soeben erschien:

## **Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen**

Von

**Dr. med. B. P. Babkin**

Professor der Physiologie am Institut für Land- und  
Forstwirtschaft zu Nowo-Alexandria

Mit 29 Textfiguren

Preis M. 16,—; in Leinwand geb. M. 16,80

Soeben erschien:

## **Die Albuminurie**

**Klinische und experimentelle Beiträge  
zur Frage der orthostatisch-lordotischen  
und der nephritischen Albuminurie**

Von

**Dr. Ludwig Jehle**

Privatdozent für Kinderheilkunde in Wien, Abteilungs-  
vorstand der Wiener Poliklinik

Mit 35 Textabbildungen und 2 Abbildungen  
auf einer Tafel

Preis M. 4,—

Soeben erschien:

## **Gesammelte Elektro- technische Arbeiten**

1897—1912

Von

**Dr. F. Eichberg**

Mit 415 Textfiguren und 1 Tafel

Preis M. 16,—; in Leinwand geb. M. 17,—

Soeben erschien:

## **Der theoretische Wärme- verbrauch einer Rohzucker- fabrik für Verdampfen, Erwärmen, Verkochen u. Krafterzeugung**

Eine Studie

Von

**Dipl.-Ing. Hans Möller**

Betriebsdirektor der Pommerschen Zuckerfabrik  
in Anklam

Mit 34 Textfiguren

Preis M. 5,—

---

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

---