

## Werk

**Titel:** Die Naturwissenschaften

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1914

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X\\_0002|log8](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0002|log8)

## Kontakt/Contact

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

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

PZ 1913. 6478

# 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. Thesing.

Herausgegeben von

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

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 1.

2. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

## INHALT:

Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung. Von *Prof. Dr. Alfred Werner, Zürich.* S. 1.

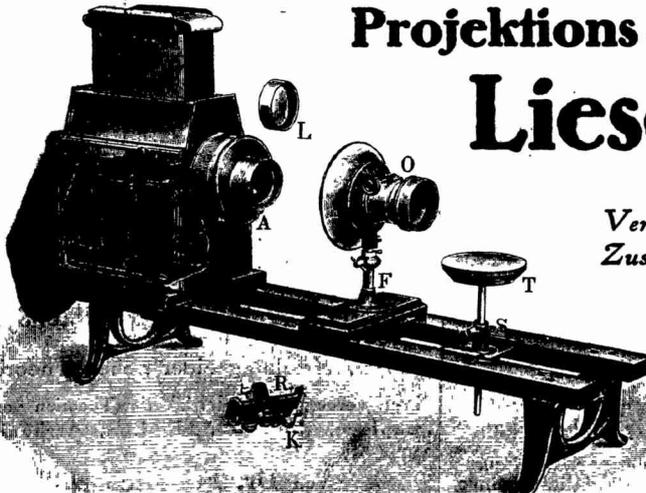
Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das Relais von Lieben und Reiß. Von *Dr. Fritz Schulze, Berlin-Treptow.* S. 7.

Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin. Von *Dr. Erich Kuznitsky, Breslau.* S. 14.

Besprechungen. S. 19.

Botanische Mitteilungen. S. 22.

Aus der Gesellschaft für Erdkunde. S. 23.



## Projektions - Apparate Liesegang

*Verlangen Sie kostenlos  
Zusendung eines Spezial-  
Kataloges unter  
Angabe, welchem  
Zweck der ge-  
wünschte Appa-  
rat dienen soll.*

**Ed. Liesegang \* Düsseldorf**  
Brieffach 124.

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

## 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 9, Link-Str. 28/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

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

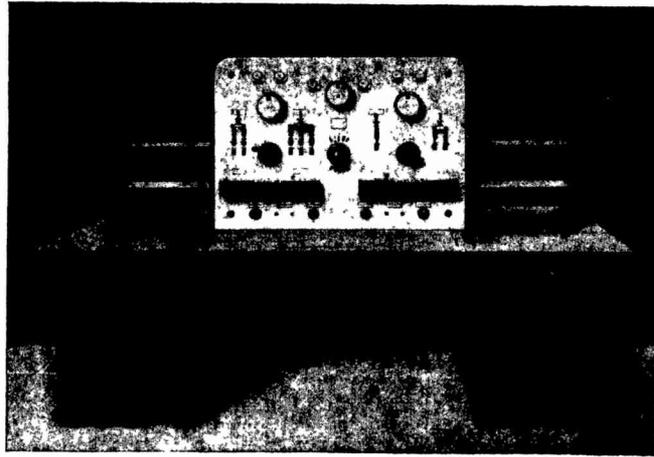
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pettizelle angenommen.

Bei jährlich	6	13	28	52maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer  
in Berlin W. 9, Link-Str. 28/24.

# Siemens & Halske A.-G.

## Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

### Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit  
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

### Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke

Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

## Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems.

Aufstellung einer neuen Theorie

nach vorhergehender Kritik der Theorien von Kant, Laplace, Poincaré, Moulton, Arrhenius u. a.

Von Dr. Friedrich Nölke.

Mit 3 Textfiguren. 1908. Preis M. 6.—.

### Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

#### Bücher:

Gustav Fischer, Jena: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. IV

#### Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite II.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

in Berlin

in Bonn

Zweiter Jahrgang.

2. Januar 1914.

Heft 1.

## Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. Alfred Werner, Zürich.

Hochgeehrte Versammlung! Gestatten Sie mir in erster Linie, der hochangesehenen Schwedischen Akademie der Wissenschaften für die mir gewährte Auszeichnung und für die hohe Ehre, heute vor Ihnen ein Bild vom Fortschritt unserer Kenntnisse vom Bau der Moleküle entwickeln zu können, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

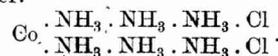
Meine Damen und Herren!

Mit der Aufstellung einer Hypothese über die Anordnung der Atome in stickstoffhaltigen Molekülen habe ich meine wissenschaftlichen Arbeiten begonnen. Die Hypothese hat in der Folgezeit gute Früchte getragen; doch muß ich es mir versagen, hier näher auf diese Vorstellung einzugehen, denn die experimentelle Bestätigung ihrer Folgerungen ist das Verdienst meines Lehrers A. Hantzsch. Ebenso möchte ich auf die in meiner Abhandlung „Beiträge zur Theorie der Affinität und Valenz“ entwickelten Vorstellungen nur hinweisen, denn die daraus sich ableitenden Schlußfolgerungen beginnen erst jetzt den Einfluß auszuüben, den man von ihnen erwarten darf. Ich will mich vielmehr hier darauf beschränken, näher auf diejenigen meiner Arbeiten einzugehen, welche sich mit der Konstitution und Konfiguration von Verbindungen befassen, die vor zwanzig Jahren, im Gegensatz zu früher, nur noch wenig berücksichtigt wurden, d. h. mit der Konstitution und Konfiguration der sogenannten Molekülverbindungen.

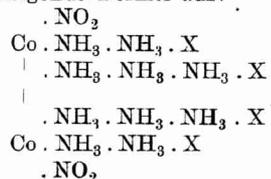
Die Molekülverbindungen waren während der großen Entwicklungsepoche der organischen Chemie, in welcher die Strukturlehre ausgebaut wurde, zu Stiefkindern geworden, und nur einzelnen derselben wurde noch Beachtung geschenkt, weil ihnen ein praktisches Interesse zukam. Diese Vernachlässigung ist dadurch zu erklären, daß sich die Konstitution dieser Verbindungen nicht auf derselben valenzchemischen Grundlage entwickeln ließ, wie die Konstitution der organischen Verbindungen. Um so mehr muß deshalb hervorgehoben werden, daß sich gerade in jener Zeit eine der wichtigsten Gruppen der Molekülverbindungen, diejenige der Metallammoniate, in Schweden einer sorgsamsten Pflege zu erfreuen hatte, nämlich durch C. W. Blomstrand und P. T. Cleve. Diese beiden For-

scher hatten die theoretische Wichtigkeit dieser Verbindungen, deren Eigenart Berzelius veranlaßt hatte, sie zu den „gepaarten Verbindungen“ zu stellen, erkannt. Der erste hat ihre Kenntnis in theoretischer, der zweite in experimenteller Hinsicht wesentlich gefördert.

Blomstrand schloß in seinen Entwicklungen direkt an Berzelius an, indem er über die Art und Weise, wie die Komponenten der gepaarten Verbindungen in den Molekülen aneinandergekettet sind, bestimmte Vorstellungen entwickelte. Hierbei hielt er sich an das Vorbild, welches die Konstitutionsformeln der organischen gepaarten Verbindungen ihm gaben, d. h. er reihte die Komponenten kettenförmig aneinander. Der Verbindung  $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{NH}_3$  gab er z. B. folgende Konstitutionsformel:



Aber schon zur Zeit von Blomstrand war bekannt, daß in gewissen dieser Additionsverbindungen von Ammoniak an Metallsalze die einzelnen Säurereste verschiedene Funktion besitzen können, indem die einen fester, die anderen lockerer gebunden sind. Dieser Tatsache paßte Blomstrand seine Formulierung in der Weise an, daß er die fester gebundenen als an das Metallatom gekettet auffaßte, die lockerer gebundenen als Endglieder der Ammoniakketten bildend betrachtete. So stellte er z. B. für die Xanthosalze folgende Formel auf:

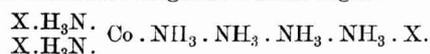


in welcher nach der damaligen Auffassung ein Doppelkobaltatom angenommen wurde.

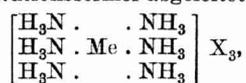
Den weiteren Fortschritt in der Erkenntnis der Konstitution der Metallammoniate verdanken wir auch wieder einem nordischen Forscher, nämlich dem dänischen Chemiker S. M. Jørgensen, der durch klassische Untersuchungen das Gebiet der Metallammoniate erweitert und vertieft hat. Jørgensen zeigte, daß die Formeln mit Doppelmetallatomen unhaltbar sind, und ferner, daß nicht nur ein, sondern auch zwei Säurereste mit dem Metallatom in direkter Bindung stehen können. Er konnte ferner zeigen, daß beim Austritt von einem Moleküle Ammoniak aus den ammoniakreichsten Verbindungen

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten im Anschluß an die Entgegennahme des Nobelpreises, am 11. Dezember 1913.

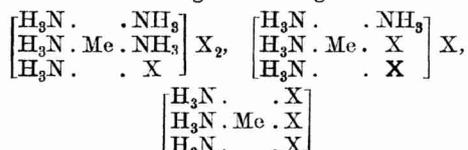
dungen, welche immer sechs Moleküle Ammoniak auf ein Metallatom enthalten und in denen sich sämtliche Säurereste in lockerer Bindung befinden, ein und beim Austritt von zwei Molekülen Ammoniak zwei Säurereste in direkte Bindung zum Metallatom gelangen. Hieraus schloß er, daß diese beiden Säurereste in den Hexamminsalzen der dreiwertigen Metalle nur durch Zwischenstellung eines Ammoniakmoleküls vom Metallatom getrennt sind, woraus sich für die Hexamminsalze folgende Formel ergab:



In diesem Entwicklungsstadium befand sich die Konstitutionslehre der Metallammoniake, als ich mich mit diesen Verbindungen zu beschäftigen begann. Auf Grund des Verhaltens der Verbindungen erkannte ich, daß beim Austritt eines weiteren Ammoniakmoleküls auch der dritte Säurerest in direkte Bindung zum Metallatom gelangt. Das ist aber nur möglich, wenn auch dieser Säurerest in den Hexamminsalzen nur durch ein Ammoniakmolekül vom Metallatom getrennt ist. Ferner fand ich, daß auch die anderen Ammoniakmoleküle durch Säureradikale, die in direkte Bindung zum Metallatom treten, ersetzt werden können. Daraus ergab sich die Folgerung, daß die Ammoniakmoleküle überhaupt nicht kettenförmig aneinandergelagert sein können, sondern sämtlich mit dem Metallatom in direkter Bindung stehen müssen. Für die Hexamminmetallsalze mußte infolgedessen folgende Konstitutionsformel abgeleitet werden:



und für die daraus durch Ammoniakverlust entstehenden Verbindungen die folgenden:



Daß anderen Metallammoniake, z. B. den Platinammoniake, Chromiake usw., analoge Konstitutionsformeln zukommen müssen, zeigte ihr chemisches Verhalten.

Die verschiedene Funktion der Säurereste in den besprochenen Verbindungen konnte im Sinne der von Ihrem berühmten Mitglied Herrn Prof. Arrhenius aufgestellten elektrolytischen Dissoziationstheorie auch in der Weise definiert werden, daß die in direkter Bindung mit dem Metallatom stehenden Säurereste in Lösung nicht abdissoziieren, während die vom Metallatom nicht direkt geketteten als selbständige Ionen auftreten. Es mußte deshalb möglich sein, auf physikalisch-chemischem Wege, durch Bestimmung der elektrolytischen Leitfähigkeit, die abgeleiteten Schlußfolgerungen

experimentell zu prüfen. Das Resultat der gemeinschaftlich mit meinem Freunde A. Miolati durchgeführten Untersuchung bestätigte die Folgerung in vollem Umfange, denn es wurde gefunden, daß die Verbindungen, von denen angenommen wurde, daß sie sämtliche Säurereste in direkter Bindung mit dem Metallatom enthalten, elektrolytisch so wenig dissoziiert sind, daß sie sich nahezu als Nichtleiter verhalten. Dieses wichtige Ergebnis ist dann später durch eine gemeinschaftlich mit Ch. Herty durchgeführte Untersuchung noch einmal bestätigt worden. Damit war die sichere experimentelle Grundlage gewonnen, auf der das neue Lehrgebäude von der Konstitution der anorganischen Verbindungen errichtet werden konnte. Der neu gewonnene theoretische Gesichtspunkt, der als leitendes Motiv für die Beurteilung der Konstitution zu berücksichtigen war, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen.

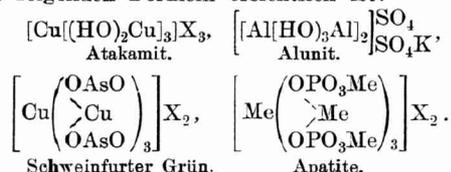
Die Elementaratome haben auch dann, wenn sie im Sinne der älteren Valenzlehre gesättigt sind, immer noch genügend chemische Affinität zur Verfügung, um andere, scheinbar ebenfalls gesättigte Atome und Atomgruppen zu binden, und zwar unter Erzeugung ganz bestimmter Atombindungen. Dieser Satz ist heute auf Grund der Untersuchung einer sehr großen Anzahl von Molekülverbindungen, welche man jetzt als Komplexverbindungen bezeichnet, in so reichem Maße experimentell begründet, daß wir ihn als Ausgangspunkt unserer weiteren Entwicklungen wählen dürfen.

Eine erste Frage, die wir zu beantworten haben, ist die nach der Zahl der Atome, welche in direkter Bindung mit einem als Zentrum eines komplexen Moleküls wirkenden Atoms stehen können. Es hat sich gezeigt, daß diese Zahl, die maximale Koordinationszahl genannt worden ist, von der Natur der Elementaratome, welche miteinander verbunden sind, bestimmt wird. Bis jetzt hat man die maximalen Koordinationszahlen vier, sechs und acht beobachtet, was den theoretisch möglichen symmetrischen Gruppierungen einer entsprechenden Anzahl von Punkten um ein Zentrum entspricht, wenn die benachbarten Punkte gleiche Entfernung haben. Doch ist zu bemerken, daß die Zusammensetzung der komplexen chemischen Verbindungen nicht immer der maximalen Koordinationszahl des Zentralatoms entsprechen muß, denn es gibt koordinativ ungesättigte Atome, genau wie es valenzchemisch ungesättigte gibt.

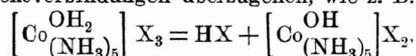
In der anorganischen Chemie spielt die Koordinationszahl sechs eine vorherrschende Rolle, was im Vorwiegen von Komplexverbindungen mit komplexen Radikalen ( $MeA_6$ ) zum Ausdruck gelangt. Wenn wir irgend eine binäre Verbindung, deren Zentralatom die Koordinationszahl sechs hat, betrachten, so ist deshalb zu erwarten, daß sie die Fähigkeit haben wird, neue Komponenten zu addieren, bis der Koordinationszahl sechs des



denen Metallatome durch den Sauerstoff von Radikalen wie OH, OAc usw. nichtionogen miteinander verkettet sind, hat in der anorganischen und in der Mineralchemie eine recht große Bedeutung. Die Konstitution von basischen Salzen wie Atakamit, Langit, Alunit usw., diejenige der Gruppe des Schweinfurter Grüns, der Apatite usw. wurden klargestellt und harmonisiert in schönster Weise mit den Konstitutionsbildern der einfacheren Verbindungen, wie aus folgenden Formeln ersichtlich ist:



Aber auch das Studium der Aquoammoniakmetallsalze hat zu wichtigen Ergebnissen geführt. Die Eigenschaft dieser Verbindungen, sauer zu reagieren, und ihre Fähigkeit, in sogenannte Hydroxoverbindungen überzugehen, wie z. B.



hat neues Licht auf den Vorgang der Hydrolyse, ferner auf die Natur der Basen und auf den Vorgang der Salzbildung geworfen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß diese Hydroxoverbindungen, je nach der Natur der Zentralatome und der mit diesen verbundenen Gruppen, ganz verschiedenen Charakter aufweisen können. Sie können die ganze Stufenleiter vom ganz neutralen bis zum stark basischen Charakter zeigen, und dies wird dadurch bedingt, daß die an das Metallatom geketteten Hydroxylgruppen geringere oder größere Tendenz haben, die in kleinem Betrage im Wasser enthaltenen Wasserstoffionen zu ketten. Je größer diese Tendenz ist, um so stärkere Basen sind die Hydroxoverbindungen. Auf dieser Grundlage gelangen wir zu einer neuen Definition für die Basen, dahingehend, daß die Basen Verbindungen sind, welche die Fähigkeit besitzen, die Wasserstoffionen des Wassers zu ketten und dadurch das Gleichgewicht zwischen dem Wasser und seinen Ionen durch Aufnahme von Wasserstoffionen zu stören, was eine Vergrößerung der Hydroxylionenkonzentration zur Folge hat. Die Hydrolyse beruht auf einer teilweisen Spaltung der Aquosalze in Hydroxoverbindungen und Säuren und die Salzbildung auf der Entstehung von Aquosalzen durch Addition von Säuren an Hydroxoverbindungen. Auch für die Beurteilung der Konstitution der Oxoniumsalze liefert die Kenntnis des Verhaltens der Aquosalze die theoretische Grundlage.

Nachdem im Vorhergehenden einige der Hauptgebiete skizziert worden sind, auf denen die Koordinationstheorie mit ordnender Hand eingegriffen und System in die fast unübersehbare Mannigfaltigkeit der im Laufe der Zeit angesammelten Verbindungen höherer

Ordnung gebracht hat, mag noch mit einigen Worten auf die Affinitätswirkungen eingegangen werden, welche die Bildung dieser Verbindungen veranlassen. Ich habe diese Affinitätswirkungen Nebenvalenzen genannt, zur Unterscheidung von den als Hauptvalenzen bezeichneten Affinitätswirkungen, welche die Entstehung der Verbindungen erster Ordnung bedingen. Trotz der Reichhaltigkeit des experimentellen Materials ist es auch heute noch nicht möglich, in vollkommen scharfer Weise den Unterschied zu charakterisieren, der zwischen den beiden Valenzarten besteht. Die neuesten Untersuchungen haben aber gezeigt, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen Haupt- und Nebenvalenzen nicht besteht und daß beide Valenzarten für den Zusammenhalt der Atome in den Molekülen vollständig gleiche Bedeutung haben. Es bleibt somit nur die Möglichkeit eines graduellen Unterschieds bestehen. Diesen graduellen Unterschied erblicke ich darin, daß der wechselnde Affinitätsbetrag, welcher einer Hauptvalenz entspricht, so groß ist, daß er genügt, um ein Elektron zu ketten, während der Affinitätsbetrag einer Nebenvalenz dafür zu klein ist. Die Folge davon ist, daß die durch Hauptvalenzen zwischen Atomen bewirkten Vorgänge von elektrischen Erscheinungen begleitet sein können, während dies bei den durch Nebenvalenzen veranlaßten nicht der Fall ist.

Bis jetzt haben wir bei der Betrachtung der Koordinationsverbindungen nur die Affinitätsbeziehungen zwischen den zum Atomverband gehörigen Atomen berücksichtigt, die gegenseitigen Stellungen dieser Atome in den Molekülen aber unberücksichtigt gelassen. Es handelt sich somit nun um die Frage, in welcher Weise die sechs Gruppen, welche in den komplexen Radikalen  $\text{MeA}_6$  mit dem Zentralatom verbunden sind, um dieses Atom räumlich gelagert sind. Diese Frage kann durch experimentelle Prüfung der aus den verschiedenen Gruppierungsmöglichkeiten in bezug auf das Auftreten von Isomererscheinungen sich ergebenden Folgerungen beantwortet werden. Daß die Lagerung der sechs Gruppen um das Zentralatom eine symmetrische sein muß, wird experimentell dadurch wahrscheinlich gemacht, daß es trotz vieler Versuche niemals möglich war, bei Verbindungen mit komplexen Radikalen  $\left[ \text{Me} \begin{array}{c} \text{A}_5 \\ \text{B} \end{array} \right]$ , Isomererscheinungen aufzufinden. Von

symmetrischen Lagerungen können nun folgende in Betracht kommen 1. die ebene, 2. die prismatische und 3. die oktaedrische: (Fig. 1.) Die ebene und die prismatische Lagerung verlangen für Verbindungen mit komplexen Radikalen:  $\left[ \text{Me} \begin{array}{c} \text{B}_2 \\ \text{A}_4 \end{array} \right]$ , das Auftreten von drei isomeren

Formen, während die oktaedrische Lagerung nur die Existenz von zwei isomeren Verbindungen dieser Art voraussetzt: (Fig. 2.) Letztere Isomeren sind dadurch charakterisiert, daß die

eine Form die beiden Gruppen B in zwei benachbarten Stellen der oktaedrischen Lagerung enthält, während die zweite sie in entfernteren Stellen (Diagonalstellung) enthält.

Die experimentellen Untersuchungen haben nun ergeben, daß Verbindungen mit komplexen Radikalen:  $\left[ \text{Me} \begin{smallmatrix} \text{B}_2 \\ \text{A}_4 \end{smallmatrix} \right]$ , in der Tat in zwei isomeren Formen auftreten, während die Existenz von drei isomeren Formen in keinem Falle nachgewiesen werden konnte. Die Aufklärung dieser Isomerie-

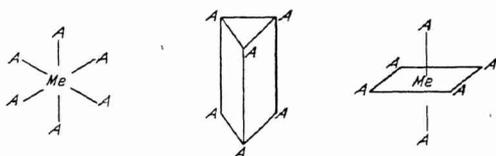


Fig. 1.

erscheinungen, die zuerst in der Platinreihe und dann in der Kobaltreihe beobachtet worden sind, hat mich lange Jahre beschäftigt, und es mußten sehr viele Verbindungen dargestellt werden, um das Material zu erhalten, an dem die theoretischen Folgerungen geprüft werden konnten. Ohne dieses ausgedehnte Material an Verbindungen wäre es ganz unmöglich gewesen, einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse der Atome in diesen Molekülen zu gewinnen. Heute kennt man

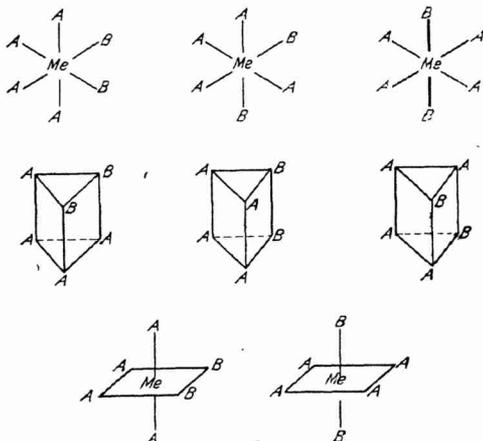
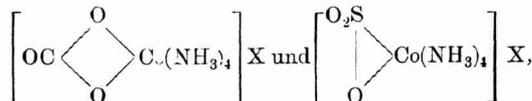


Fig. 2.

beim Kobalt über zwanzig verschiedene Verbindungsreihen, welche die erwähnte Isomerie aufweisen, und auch beim Chrom sind durch P. Pfeiffer ganz gleiche Isomerieerscheinungen nachgewiesen worden. Die Unterschiede in den Eigenschaften der Isomeren sind so groß, daß man die Isomeren häufig schon äußerlich voneinander unterscheiden kann. Besonders charakteristisch verschieden sind z. B. die Dichlorverbindungen:  $[\text{Cl}_2\text{MeA}_4]\text{X}$ , welche sich sowohl in der Kobaltreihe als auch in der Chromreihe dadurch voneinander unterscheiden, daß die einen

Isomeren grün, die anderen violett sind. Längere Zeit konnten aber solche Isomere hauptsächlich nur bei Verbindungen, welche Amine, z. B. Äthylendiamin enthalten, nachgewiesen werden, und mit einigem Scheine der Berechtigung wurde deshalb behauptet, daß der Kohlenstoff für das Auftreten der Isomerieerscheinungen von Wichtigkeit sei. Ich habe aber dann zeigen können, daß auch die einfachsten Verbindungen, die Dichloro-tetramminkobaltsalze:  $[\text{Cl}_2\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{X}$ , diese Isomerie zeigen, wodurch jede andere Erklärungsmöglichkeit als die durch die räumlich verschiedene Anordnung der Gruppen gebotene, ausgeschaltet wurde.

Auch die Konfigurationszuweisung, d. h. die Feststellung, in welchen Isomeren sich die beiden Gruppen B in cis-Stellung und in welchen sie sich in trans-Stellung befinden, konnte durchgeführt werden. Hierbei wurde von der Überlegung ausgegangen, die auch in der organischen Chemie für die Konfigurationsbestimmung von cis- und trans-Isomeren dient, daß in cis-Stellung befindliche Gruppen zum Ringschluß geeignet sind, während dies bei trans-Formen nicht der Fall ist. Es zeigte sich, daß man aus Verbindungen, welche an Stelle der beiden Gruppen B eine Gruppe enthalten, welche zwei Koordinationsstellen besetzt, z. B. die Carbonato-, Sulfitogruppe usw.:



beim Ersatz dieser Gruppen durch Chlor, Brom usw. stets zu Verbindungen der Violeoreihen gelangt, trotzdem diese in der Regel die unter den Reaktionsbedingungen unbeständigeren sind und deshalb, wenn sie längere Zeit diesen Reaktionsbedingungen unterworfen bleiben, in die stabileren grünen trans-Verbindungen übergehen.

Bei der Darstellung von Metallammoniak, welche in cis- und trans-Formen auftreten, aus anderen raumisomeren Metallammoniak durch Substitutionsreaktionen, d. h. durch Reaktionen, bei denen bestimmte Gruppen durch andere ersetzt werden, wurde festgestellt, daß dabei häufig Umlagerungen eintreten, indem aus cis-Verbindungen trans-Formen und aus trans-Isomeren cis-Verbindungen entstehen. Es kann dies allgemein dahin zusammengefaßt werden, daß bei Substitutionsprozessen häufig ein Stellungswechsel eintritt, so daß die substituierende Gruppe nicht an diejenige Stelle des Moleküls tritt, an der sich die infolge der Substitution verdrängte befand. Diese Beobachtungen haben zu einer neuen Auffassung vom Verlauf der Substitutionsvorgänge geführt. Der Eintritt eines Substituenten erfolgt infolge der anziehenden Affinitätswirkung des Zentralatoms, und die Stelle, welche der eintretende Substituent im neuen Atomverband aufsucht, ist ganz unabhängig von der Bindestelle der beim Substitutionsvorgang austretenden Atomgruppe. Diese

zur Erklärung des Stellungswechsels beim Umsatz von raumisomeren anorganischen Verbindungen unumgänglich notwendige Vorstellung hat zu einer Erklärung der merkwürdigen Vorgänge geführt, welche sich bei den sogenannten Waldenschen Umkehrungen, d. h. bei den gegenseitigen Umwandlungen von spiegelbildisomeren Kohlenstoffverbindungen ineinander abspielen. Bei der Übertragung der für die Substitutionsvorgänge bei anorganischen Verbindungen gewonnenen Vorstellungen auf die Verhältnisse bei den Kohlenstoffverbindungen kann man nämlich ohne jede weitere Hilshypothese und in einfacher Weise klarlegen, warum bei Substitutionsvorgängen entweder die räumlich in gleichem Sinne gebauten Moleküle oder ihre Spiegelbildformen entstehen können.

Die oktaedrische Verteilung der sechs Gruppen um das Zentrum führt auch für Verbindungen mit komplexen Radikalen:  $\left[ \text{Co} \begin{matrix} \text{A}_3 \\ \text{B}_3 \end{matrix} \right]$  zur Folgerung, daß solche Verbindungen in zwei stereoisomeren Formen auftreten müssen, je nachdem die drei Gruppen B in einer Fläche oder in einer

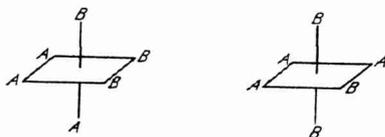


Fig. 3.

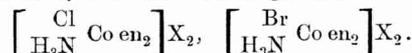
Schnittebene gelagert sind. (Fig. 3.) Auch diese Folgerung konnte neuerdings bestätigt werden.

So besteht z. B. die Verbindung:  $\left[ \text{Co} \begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{C}_2\text{O}_4 \end{matrix} (\text{NH}_3)_3 \right]$  in zwei isomeren Formen, einer indigoblauen und einer violetten.

In bezug auf die Erscheinungen der sogenannten geometrischen Raumisomerie haben sich somit alle Folgerungen der Theorie in so vollkommener Weise bestätigen lassen, daß an der Richtigkeit derselben nicht mehr gezweifelt werden kann.

Das Oktaederschema läßt neben den bis jetzt besprochenen Isomerieerscheinungen noch andere voraussehen. Wenn nämlich die mit dem Zentrum verbundenen sechs Gruppen nicht alle identisch sind, so können Molekülkonfigurationen abgeleitet werden, welche mit ihren Spiegelbildern nicht deckbar sind. Von den solchen Molekülkonfigurationen entsprechenden Verbindungen durfte deshalb erwartet werden, daß sie in optisch aktiven Spiegelbildisomeren auftreten würden. Ich will mich hier darauf beschränken, einige Fälle, die durch die experimentelle Untersuchung bestätigt worden sind, kurz zu erläutern. Denkt man sich vier der Stellen in der oktaedrischen Anordnung durch zwei koordinativ zweiwertige Gruppen in der Weise besetzt, daß die beiden noch freibleibenden Stellen benachbart sind, und be-

setzt man diese Stellen durch zwei Gruppen A und B, so sind zwei räumliche Konstruktionen möglich, die im Verhältnis von zwei nicht deckbaren Spiegelbildformen zueinander stehen. (Fig. 4.) Verbindungen, die den gestellten Bedingungen entsprechen, sind z. B. die folgenden:



Wir haben deshalb versucht, solche Verbindungen in optisch-aktive Spiegelbildisomere zu zerlegen. Dies ist in der Tat in zahlreichen Fällen möglich gewesen. Die Stabilität der aktiven Formen

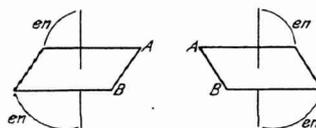


Fig. 4.

ist nicht, wie ich zuerst befürchtet hatte, klein, sondern die aktiven Verbindungen sind z. T. unbeschränkt haltbar und viele sind auch in wäßriger Lösung sehr beständig.

Bei den soeben besprochenen Verbindungen kann man im Molekülbau ein dem asymmetrischen Kohlenstoffatom ähnlich gebautes asymmetrisches Kobaltatom auffinden. Dies ist aber bei Verbindungen mit komplexen Radikalen,  $[\text{en}_2\text{CoA}_2]$  mit zwei Gruppen A in Nachbarstellung zueinander, nicht mehr der Fall. Trotzdem sind auch in diesem Falle Bild und Spiegelbild nicht deckbar. (Fig. 5.) Es war deshalb von großem Interesse, festzustellen, ob auch bei Verbindungen dieser Art noch optische Isomerie auftreten kann. Das Experiment hat dies bestätigt. Sowohl beim Kobalt als auch

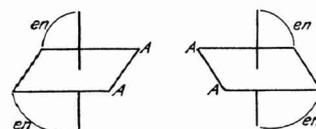
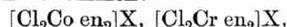


Fig. 5.

beim Chrom konnten die cis-Dichloro-diaethylendiaminverbindungen, denen folgende Konstitutionsformeln zukommen:



in die Spiegelbildisomeren gespalten werden. Ferner konnten die cis-Dinitro-diaethylendiaminkobaltisalze und die cis-Diammin-diaethylendiaminkobaltisalze in die aktiven Formen zerlegt werden, und auch die aktiven Carbonato- und Oxalo-diaethylendiaminkobaltisalze sind erhalten worden. In Übereinstimmung mit der Theorie ist es aber bis jetzt in keinem Falle möglich gewesen, die entsprechenden trans-Formen in aktive Komponenten zu zerlegen, trotzdem wir uns eifrig bemüht haben, dies zu erreichen. Wir haben somit für diese Verbindungen Verhältnisse im Bau der Moleküle aufgefunden, wie sie Pasteur seinerzeit

für den Bau sämtlicher Moleküle glaubte annehmen zu dürfen, nämlich, daß die Moleküle in einer symmetrisch gebauten und zwei unsymmetrisch gebauten Formen bestehen, welche letzteren sich wie Bild und Spiegelbild verhalten, die nicht deckbar sind.

Denken wir uns im Oktaederschema die sechs Stellen durch drei koordinativ zweiwertige Gruppen, z. B. Aethylendiamin, besetzt, so erhalten wir eine Konstruktion, welche ebenfalls mit ihrem Spiegelbild nicht deckbar ist, trotzdem alle sechs Stellen durch chemisch übereinstimmende Gruppen besetzt sind. (Fig. 6.) In diesem Fall ist also die asymmetrische Ausbildung der Moleküle nur durch die räumliche Anordnung der Gruppen bedingt und ganz unabhängig von der Natur der verbundenen Gruppen. Es erschien deshalb für unsere Vorstellungen vom Zustandekommen der optischen Aktivität chemischer Moleküle besonders wichtig, festzustellen, ob auch ein solcher asymmetrischer Molekülbau zur optischen Aktivität führt. Dies ist in der Tat

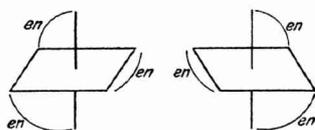
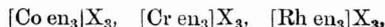


Fig. 6.

der Fall. Bei vier verschiedenen Metallen ist es möglich gewesen, Verbindungen dieser Art in optische Isomere zu zerlegen, nämlich beim Kobalt, Chrom, Rhodium und Eisen. Bei den drei ersten Metallen konnten die Triäthylendiaminverbindungen:



beim Eisen die Tri- $\alpha$ -phenanthrolinverbindungen:



in optisch aktiver Form erhalten werden.

In neuester Zeit sind wir dazu übergegangen, andere, ähnlich gebaute Verbindungen aufzusuchen. Dabei haben wir die Metalltrioxalsäuren, Verbindungen, die folgenden Formeln entsprechen:



in aktive Formen zerlegen und damit ihre Konstitution eindeutig bestimmen können.

Damit eröffnen sich Aussichten für die Bearbeitung neuer Gebiete der anorganischen Chemie, die vielversprechend sind. Möge es mir vergönnt sein, das Vertrauen, welches mir die Schwedische Akademie der Wissenschaften durch Verleihung des Nobelpreises entgegengebracht hat, durch weiteres Vordringen auf dem Gebiete der anorganischen Konstitutionsforschung zu rechtfertigen. Ihnen, hochverehrte Anwesende, möchte ich zum Schluß meinen besten Dank ausdrücken, für das Wohlwollen und die Aufmerksamkeit, welche Sie meinen Ausführungen entgegengebracht haben.

## Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das Relais von Lieben und Reiß.

Von Dr. Fritz Schulze, Berlin-Treptow.

Der Möglichkeit einer telephonischen Verständigung auf große Entfernungen wird durch die elektrischen Eigenschaften der Leitungen eine Grenze gesetzt. Der Wechselstrom, der beim Sprechen von dem Mikrophon in die Leitung gesandt wird, würde ungeschwächt das Empfängertelephon erreichen, wenn nicht der Wechselstromwiderstand der Leitung eine mit der Länge der Leitung zunehmende Dämpfung des Sendestromes verursachen würde. Man spricht in der Fernsprechtechnik von einem Dämpfungsexponenten  $\beta l$  der Leitung, der besagt, daß in einer Leitung mit einem bestimmten  $\beta l$  die Stromamplituden am Anfang und am Ende der Leitung sich verhalten wie  $1 : e^{-\beta l}$ . Hierbei ist  $l$  die Länge der Leitung in km und die Größe  $\beta$  abhängig von Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Ableitung, und zwar nach der Formel

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{K}{L}} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{L}{K}}$$

wo  $R$  der Gleichstromwiderstand in Ohm,  $K$  die Kapazität in Farad,  $L$  die Selbstinduktion in Henry und  $A$  die Ableitung in Mho sind.

Bei normalen Telephonleitungen wird nach Messungen der Reichstelegraphenverwaltung eine betriebsmäßige Grenze des Fernsprechverkehrs nach einem  $\beta l$  von 3,5 erreicht, d. h. nach einer Entfernung, bei der die Stromamplitude nur noch  $\frac{1}{33}$  ihres ursprünglichen Wertes beträgt. Aus der Tabelle 1 sind die einem Dämpfungsexponenten von  $\beta l = 3,5$  entsprechenden Längen einiger gebräuchlicher Leitungsarten ersichtlich.

Tabelle 1.

Art der Leitung	Länge in km für $\beta l = 3,5$
Kabel mit 0,8 mm Leiter . . . . .	46
„ „ 2,0 „ „ . . . . .	102
Freileitung 3 mm Draht- $\varnothing$ . . . . .	750
„ 4 „ „ „ . . . . .	1160
„ 4,5 „ „ „ . . . . .	1380
„ 5 „ „ „ . . . . .	1600

Man sieht, daß der telephonische Verkehr besonders beim Kabel ein ziemlich beschränkter ist.

Natürlich herrschte von jeher das Bestreben, diese dem Fernsprechverkehr gesteckten Grenzen nach Möglichkeit zu erweitern. Vor allem gilt es, die spezifische Dämpfung, das  $\beta$  der Leitungen, zu verringern. Dies kann bis zu einem gewissen Grade durch Herabminderung des elektrischen Widerstandes, d. h. durch die Wahl stärkerer Drahtsorten, geschehen. Aber auch hier ist man bereits mit Drähten von 5 und 6 mm Durchmesser so ziemlich an der Grenze des Erreichbaren angelangt; denn die Kosten für die Leitungsherstellung bei Verwendung stärkerer Drahtsorten wachsen ungemein

an, wofür als Beweis die folgende Zusammenstellung der Kosten von Telephon-Freileitungen dienen möge:

Tabelle 2<sup>1)</sup>.

Drahtgattung	ange- näherter Reich- weite bei $\beta l = 2,5$	Kosten des Draht- materials pro km Doppel- leitung	Bau- und Draht- kosten pro km Doppelleitung	
			Zuspan- nung einer Leitung auf schon von anderen Leitungen her vor- handenem Gestänge	gänz- licher Neu- bau
	in km	M	M	M
2 mm Bronze . .	300	136	324	510
2,5 „ „ . .	400	220	450	640
3 „ „ . .	500	264	510	695
4 „ „ . .	900	467	790	980
5 „ „ . .	1200	830	1360	1580

Dann aber macht sich bei stärkeren Drähten auch der Skineffekt immer mehr bemerkbar, d. h. der effektive Widerstand erfährt dadurch eine Erhöhung, daß die Stromlinien an die Oberfläche des Leitungsdrahtes gedrängt werden. Es wird also nicht mehr der ganze Querschnitt des Leiters zum Durchfließen des Stromes ausgenutzt. Der Gewinn hinsichtlich des Widerstandes wird also bei Verwendung stärkerer Drähte im Verhältnis immer geringer und geringer. Auch beginnt die Ableitung bei stärkeren Drähten einen größeren Einfluß zu gewinnen.

Ein anderer Weg, um die spezifische Dämpfung der Leitung herabzusetzen, besteht in der künstlichen Erhöhung der Selbstinduktion. Der Bau der Leitungen bringt es mit sich, daß diese bei verhältnismäßig großer Kapazität eine geringe Selbstinduktion besitzen. Aus der Formel für  $\beta$ , bei der für nicht zu lange Leitungen nur das erste Glied numerisch von Bedeutung ist, ergibt sich, daß man das  $\beta$  verringern kann, dadurch, daß man die Selbstinduktion  $L$  vergrößert. Bei oberirdischen Leitungen kommt hier nur das von *Pupin* angegebene Verfahren in Betracht, bei dem Spulen mit hoher Selbstinduktion in gewissen genau berechneten Abständen in die Leitungen eingeschaltet werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind in Europa und Nordamerika ganz bedeutende Erfolge erzielt worden.

Für Kabel kommt außer dem Pupinsystem auch noch das Verfahren von *Krarup* in Frage, bei dem die Erhöhung der Selbstinduktion durch eine gleichmäßige Umspinnung des Leiters mit einer Lage feinen Eisendrahtes bewirkt wird. Auch dieses System ist mit Erfolg zur praktischen Einführung gelangt.

<sup>1)</sup> Nach *Petritsch*, Elektrotechnik und Maschinenbau 1912.

Endlich sei noch eine Methode erwähnt, die durch Verwendung stärkerer Sendeströme eine größere Reichweite zu erzielen bestrebt ist. Nach diesem Prinzip sind die sogenannten Starkstrommikrophone gebaut, mit denen z. B. *Egner* und *Holmström* bei ihren Versuchen noch nach einem Dämpfungsexponenten von  $\beta l = 8$  eine befriedigende Verständigung erzielt haben sollen.

Leitungen mit Starkstrommikrophonen haben indessen den Nachteil einer bedeutend stärkeren Induktionswirkung auf benachbarte Leitungen und bewirken so das lästige Übersprechen. Auch die Aufstellung des Apparates beim Teilnehmer bedingt Nachteile gegenüber der Aufstellung an einem nur Fachleuten zugänglichen Orte.

Alle die genannten Verfahren können nun wohl die bisherigen Grenzen der telephonischen Sprachverständigung um eine gewisse Größe erweitern und damit den Wirkungsradius des Sendeapparates in bestimmtem Maße erhöhen, wobei indes wohl selten die neue Reichweite mehr als das Doppelte der früheren Werte betragen dürfte. Damit ist aber auch ihre Wirksamkeit erschöpft; noch größere oder, sagen wir, beliebig große Entfernungen kann man mit ihnen nicht überwinden. Denn alle Verfahren arbeiten nur mit der einen am Anfang der Leitung vorhandenen Energiequelle, und sie haben alle den Zweck, die ursprüngliche Energie auf der Leitung mit möglichst geringen Verlusten weiterzuführen.

Ganz anders dagegen ein Relais. Dieses gestattet uns — theoretisch wenigstens —, den Fernsprechverkehr auf beliebig große Entfernungen auszudehnen; denn das Prinzip eines Relais, durch schwache Empfangsströme starke Lokalströme auszulösen, läßt ohne weiteres ein beliebig häufiges Wiederholen des gleichen Prozesses zu. Freilich sind ja an ein Telephonrelais ganz andere Anforderungen zu stellen als an die sonstigen einfachen Schaltrelais der Stark- und Schwachstromtechnik; denn ein Telephonrelais soll doch die menschliche Sprache mit ihren feinen Modulationen, vor allem in der Klangfarbe, naturgetreu und in allen Frequenzen gleichmäßig verstärkt wiedergeben. Es darf also keine Eigenfrequenz haben, die es durch Resonanzwirkung in besonderem Maße unter Vernachlässigung der übrigen Frequenzen verstärkt, es muß überhaupt, ganz allgemein gesagt, eine äußerst geringe Trägheit besitzen, so daß es auch die hohen Frequenzen der Obertöne, durch welche die Klangfarbe der Töne charakterisiert wird, genau wiedergibt.

Man hat diese Aufgabe, ein einwandfreies Telephonrelais herzustellen, auf mechanischem Wege zu lösen versucht, z. B. nach dem Prinzip, den zu verstärkenden Strom zuerst auf eine Art Mikrophon einwirken zu lassen und diesen Mikrophonstrom erst dem Telephon zuzuführen. In Fig. 1<sup>1)</sup> ist beispielsweise das Brownsche Telephonrelais mit

<sup>1)</sup> Siehe *Zenneck*, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie 1913, S. 343.

Schaltung abgebildet. *N* und *S* sind die Pole eines Hufeisenmagneten, auf diesen befinden sich zwei Weicheisenstücke, die von den Spulen *H* und *K* umgeben sind. *P*, eine Stahlzunge, trägt ein Osmium-Iridium-Plättchen *O*, das ganz leicht berührt wird von einer Kontaktspitze *M*, ebenfalls aus Osmium-Iridium-Legierung. In den Stromkreis des Elementes *C* sind der Kontakt *OM*, die Spule *K* und das Telephon *T* eingeschaltet. Durch die Wicklung *H* werden die Ströme, deren Einfluß auf das Telephon verstärkt werden soll, hindurchgeschickt.

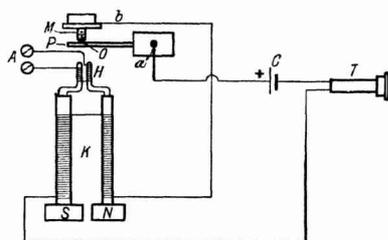


Fig. 1.

Dadurch wird die Stahlzunge *P*, welche die Membran eines Mikrophons vertritt, in Schwingungen versetzt, durch den Mikrophonkontakt *OM* der Strom des Stromkreises *COMKT* in dem Tempo dieser Schwingungen verstärkt bzw. geschwächt und dadurch eine erheblich höhere Wirkung auf das Telephon *T* hervorgerufen, als wenn man die Anfangsströme durch dasselbe leitete. Soweit bekannt, ist die Funktion dieser Relais zu Zeiten eine gute. Man erhält bei diesem Relais eine 20-fache Verstärkung. Ein Nachteil derartiger Relais bleibt aber immer das Erfordernis einer ständigen Nachregulierung und die Unsicherheit des Funktionierens bei Vorhandensein mechanischer Erschütterungen. Außerdem kann man nicht mehrere dieser Relais hintereinander schalten, da hierdurch die Sprache bis zu völliger Unverständlichkeit verzerrt wird.

Versuche, durch die zu verstärkenden Stromschwankungen Temperaturänderungen eines Leiters und damit zusammenhängende Widerstandsänderungen in einem zweiten Stromkreis zu bewirken, ergaben keine befriedigenden Resultate, da die Wärmekapazität der Leiter ähnlich störend wie eine mechanische Trägheit ins Gewicht fiel.

Man wandte sich daher frühzeitig den elektrischen Gasentladungen zu mit der Hoffnung, in den vergleichsweise nahezu trägheitslosen Gasteilchen das geeignete Material zur Verwendung für Telephonrelais zu erhalten.

Es waren hier zuerst *Hewitt* und *Taylor*, die das Prinzip angaben, den Lichtbogen einer Quecksilberdampf Lampe magnetisch zu beeinflussen. Eine weitere Verbesserung wurde von *Weintraub* vorgeschlagen, welcher an der Quecksilberdampf Lampe eine zweite Anode anordnete. An diese wurde eine Spannung gelegt, die zu gering war, um den Lichtbogen dauernd zu erhalten, während der Lichtbogen

zwischen der anderen Anode und der Kathode ständig bestehen blieb. Die zu verstärkenden Ströme wurden nun über diese Hilfsanode superponiert und auf diese Weise durch Auslösung des Lichtbogens verstärkte Stromschwankungen erhalten. Da es jedoch nicht gelang, den labilen Lichtbogen für betriebsmäßige Zeiten konstant zu halten, mußten die Versuche in dieser Richtung wieder aufgegeben werden. Eine andere Methode (Fig. 2) wurde von *de Forest* vorgeschlagen, welcher in einer Entladungsröhre eine von der Gleichstromquelle durch einen Kondensator isolierte Hilfsanode anordnete, die siebförmig ausgebildet war. Die zu verstärkenden Ströme wurden dabei über die Kathode und die erwähnte Elektrode geleitet. Die diesen Strömen annähernd proportionale Ionisierung im Entladungsröhre bewirkte entsprechende Stromschwankungen in dem von der Anode zur Kathode gehenden Strom. Die Methode hatte den Nachteil, daß infolge der Ventilwirkung der Kathode, welche zur Herabsetzung des inneren Widerstandes des Entladungsröhres bis zur Rotglut erhitzt wurde (s. w. u.), nur Halbwellen übergehen können, weshalb es unmöglich ist Wechselströme gleicher Frequenz und Kurvenform wie die zu verstärkenden Ströme zu entnehmen. Ferner können nur sehr schwache Ströme angewendet werden. Bei größeren Stromdichten bildet sich ein lichtbogenartiger Nebenschluß um die Hilfsanode aus, der jede Verstärkung unmöglich macht. Außerdem wird ja bei Strömen in verdünnten Gasen zwischen einfachen Metallelektroden die Tatsache schwer ins Gewicht fallen, daß zur Erzielung dieser Ströme ziemlich hohe Spannungen erforderlich sind und daher wegen der bei hohen Spannungen entsprechend schnellen Bewegung der Elektrizitätsträger größere Energiemengen zur Beeinflussung der Stromstärke erforderlich sind. Von hohem Wert für den weiteren

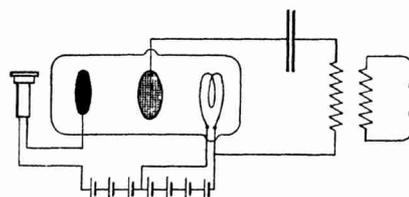


Fig. 2.

Ausbau eines Relais war daher die bedeutsame Entdeckung der Wehneltkathode. Bevor ich näher darauf eingehe, möchte ich kurz einiges Allgemeine über den elektrischen Stromdurchgang in Gasen sagen.

Unter bestimmten Bedingungen erhalten die Gase, die in normalem Zustande als nahezu vollkommene Nichtleiter zu betrachten sind, die Fähigkeit, einen Elektrizitätstransport zu vermitteln. Eine gewisse Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden in Gas von Atmo-

sphärendruck kann sich durch das Gas plötzlich in Form eines elektrischen Funkens ausgleichen. In mehr kontinuierlicher Weise vollzieht sich dieser Ausgleich zwischen den Elektroden bei verdünnten Gasen in Form der Glimmladung. Man hat sich diesen Vorgang so zu denken, daß unter dem Einfluß der elektrischen Spannungsdifferenz negativ geladene Elektrizitätsträger von der Kathode ausgesandt werden (Kathodenstrahlen), die das ursprünglich neutrale Gas in positive und negative Ionen spalten. Diese Ionen beginnen nun im elektrischen Feld der Elektroden zu wandern und vermitteln durch Abgabe ihrer Ladung an die Elektroden den elektrischen Strom. Der Potentialverlauf längs eines vom Glimmstrom durchflossenen Entladungsrohres ist nun kein stetiger, sondern etwa so, wie Fig. 3 es veranschaulicht. Wir haben hier einen kleinen Potentialsprung an der Anode, dann ein langsames, ziemlich gleichmäßiges Abfallen bis nahe an die Kathode und unmittelbar an dieser einen sehr starken Potentialsprung, den sogenannten Kathodenfall. Dieser starke Kathodenfall ist besonders

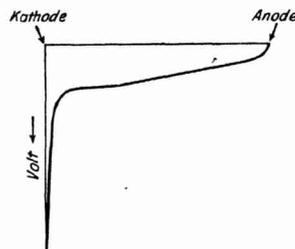


Fig. 3.

bemerkenswert, er ist der Grund für die zur Bildung einer leuchtenden Entladung erforderliche hohe Spannung. Man kann den Kathodenfall herabsetzen dadurch, daß man die Kathode zum Glühen bringt, eine Methode, die, wie oben erwähnt, schon *de Forest* verwandte.

*A. Wehnelt* zeigte indessen, daß der Kathodenfall einer aus Platin bestehenden, mit gewissen Metalloxyden bestrichenen, ins Glühen gebrachten Elektrode noch außerordentlich viel geringer ist als der Kathodenfall an einer sonst gleichen Elektrode ohne Metalloxydüberzug. Von den untersuchten Metallverbindungen erwiesen sich vor allem die Oxyde der Erdalkalien als wirksam, um im Glühzustande bei Temperaturen von etwa 900 bis 1000 ° C. den Kathodenfall ganz beträchtlich herabzusetzen. Die *Wehneltsche* Anordnung ermöglicht damit auch die Erzeugung von Kathodenstrahlen sehr geringer Spannung und Geschwindigkeit mit verhältnismäßig beträchtlicher Intensität.

*Robert von Lieben* suchte als erster dieses Verfahren zur Erzeugung langsamer Kathodenstrahlen für die Konstruktion eines Relais nutzbar zu machen. Die ursprüngliche Anordnung, die er dafür wählte, war folgende:

In einer hochevakuierten Glasröhre (Fig. 4) sind drei Elektroden (Kathode und zwei Anoden) angeordnet. Die Kathode besteht aus einem durch den elektrischen Strom heizbaren Körper von der Form eines Hohlspiegels, der auf seiner konkaven Seite mit einem nach *Wehnelt* wirksamen Metalloxyd überzogen ist. Die von der Hohlspiegelkathode ausgehenden Kathodenstrahlen vereinigen sich in einer Brennlinie. Die beiden Anoden sind zwei voneinander elektrisch isolierte Hohlzylinder, in deren Öffnung sich die Brennlinie der Kathodenstrahlen befindet. Der äußere Hohlzylinder steht über ein Telefon, der innere direkt mit dem positiven Pol der Batterie in Verbindung. Wird das Kathodenstrahlenbündel der Wirkung der zu verstärkenden Ströme auf elektromagnetischem

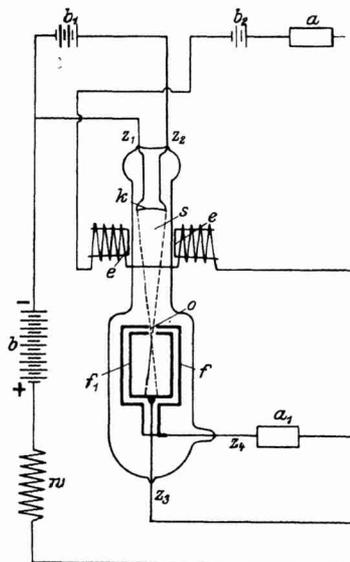


Fig. 4.

oder elektrostatischem Wege unterworfen, so wird die Brennlinie ihre Lage mehr oder weniger verändern, so daß die Kathodenstrahlen abwechselnd auf den äußeren und den inneren Hohlzylinder fallen, und diese Schwankungen im Telefon hörbar werden. — Es gelang in der Tat, mit diesem Relais Wechselströme von geringer Intensität zu verstärken und eine deutliche Lautübertragung zu erzielen. Trotz seiner unbestreitbaren Vorzüge blieb das Relais indessen für die Praxis unbrauchbar, und zwar lagen die Schwierigkeiten hauptsächlich in dem physikalischen Aufbau: Die Hohlspiegelkathode war nicht gleichmäßig herzustellen, infolgedessen ihre Lebensdauer sehr gering. Außerdem erwies es sich als unmöglich, das Vakuum in der Entladungsröhre dauernd auf der gewünschten Höhe zu halten.

Die Versuche in dieser Richtung wurden indessen nicht fallen gelassen, sondern von den Herren *Lieben* und *Reiß* mit Energie weiterverfolgt.

Es wurde ein neues Kathodenstrahlenrelais konstruiert, bei dessen Aufbau sich eine Erscheinung herausstellte, die von weittragender Bedeutung werden sollte, da sie eine viel einfachere Konstruktion eines Relais erhoffen ließ. Man war nämlich gar nicht genötigt, zur Verwendung der Kathodenstrahlen zu schreiten, sondern konnte mit der Glimmentladung selbst weit bessere Resultate erzielen, und zwar beruhte das auf folgenden Tatsachen:

Wird zwischen Kathode und Anode eines Entladungsröhres eine metallische, gitterförmig durchbrochene Scheidewand eingeschoben, so wird durch diese das elektrische Feld und der in Fig. 1 dargestellte Potentialverlauf im Entladungsröhr verzerrt. Die Verzerrung ist dabei natürlich abhängig von dem der Hilfselektrode aufgedrückten Potential. Gibt man ihr das Potential der Kathode, so setzt überhaupt keine Entladung ein, da zwischen Kathode und Scheidewand kein Potential vorhanden ist, andererseits zwischen Scheidewand

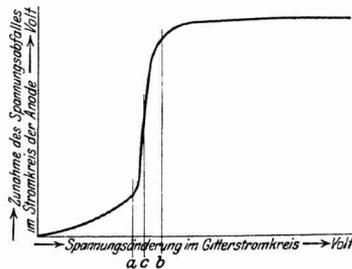


Fig. 5.

und Anode das Potential zu gering ist, um eine Entladung hervorzurufen, da ja die Scheidewand nicht als Wehneltelktrode ausgebildet ist. Hat die Wand das positive Potential der Anode, so findet die normale Glimmentladung zwischen ihr und der Kathode statt. Wird ihr das Potential erteilt, welches der betreffenden Stelle bei der normalen Potentialverteilung zukommt, so bleibt auch die Entladung vollkommen normal, gerade so, als wenn die Scheidewand überhaupt nicht vorhanden wäre. Nur ist die von Kathode zu Anode übergehende Strommenge infolge teilweiser Absorption der Ladung der Gasteilchen an der Scheidewand bedeutend geringer als an einer gleichen Röhre ohne Zwischenelektrode. Durch Variieren des Potentials dieser Hilfselektrode kann man also die verschiedensten Erscheinungen im Röhr hervorrufen.

Beim Untersuchen dieser Vorgänge stellte es sich nun heraus, daß bei einem bestimmten Potential der Hilfselektrode der Strom im Entladungsröhr in ganz besonderem Maße von Potentialschwankungen der Hilfselektrode abhängig wurde. Die Kurve in Fig. 5 veranschaulicht dies. Sie gibt uns die Abhängigkeit des Spannungsabfalles im Stromkreis der Anode von der Spannungsänderung im Stromkreis der Hilfselektrode. Wir sehen

hier, daß bei Einstellung der Hilfselektrode auf das mittlere Potential  $c$  kleine Schwankungen in positivem oder negativem Sinne ganz beträchtliche Änderungen im Stromkreis Kathode—Anode hervorrufen.

Diese völlig unerwartete Beziehung zwischen den beiden Stromkreisen führte zur Konstruktion eines Gasentladungsrelais, das in seiner Einfachheit und großen Empfindlichkeit alle früheren Anordnungen weit übertrifft. Das Prinzip, das für dieses Relais verwendet wird, ist nun folgendes:

Die Spannung der Hilfselektrode wird auf den für den Hauptstromkreis empfindlichsten Wert ( $c$  in Fig. 5) eingestellt und die Spannungsschwankungen der zu verstärkenden Ströme dieser Spannung direkt oder induktiv überlagert. In genau gleicher Kurvenform, nur eben bedeutend

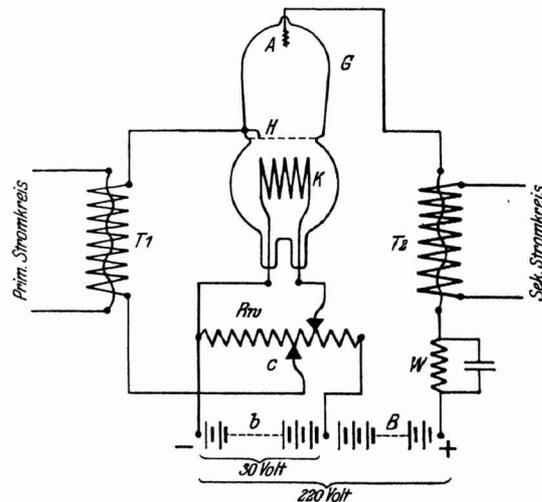


Fig. 6.

verstärkt, erhält man dann Stromschwankungen im Hauptstromkreise. Man erkennt sofort, welche bedeutenden konstruktiven Vereinfachungen dieses Glimmstromrelais gegenüber dem alten Kathodenstrahlenrelais besitzt. Die Hohlspiegelkathode kommt in Fortfall, der Gasdruck im Entladungsröhr ist viel höher, und damit sind die bei der Konstruktion der Kathodenstrahlenrelais hauptsächlich hervortretenden Schwierigkeiten eliminiert.

In Fig. 6 ist das nach dem neuen Prinzip aufgebaute Relais schematisch dargestellt.  $G$  ist das evakuierte Glasgefäß, in welchem die drei Elektroden (Kathode  $K$ , Hilfselektrode  $H$  und Anode  $A$ ) in der bekannten Weise angeordnet sind. Die Hilfselektrode erstreckt sich über den ganzen Querschnitt des Rohres und ermöglicht durch kleine Öffnungen den Stromdurchgang zwischen den Hauptelektroden, die an die Gleichstromquelle  $B$  angeschlossen sind. Die Wehneltkathode  $K$  besteht aus einem zickzackförmig auf einen Träger nach Art der Metalldrahtlampen aufgewickelten Platinband, das mit einer dünnen Schicht eines

wirksamen Metalloxydes überzogen ist. Diese Kathode wird durch eine Batterie von 30 Volt auf eine Temperatur von ca. 1000° gebracht. Die Einstellung des Potentials der Hilfselektrode erfolgt durch den Gleitkontakt  $c$  des die Batterie  $b$  kurzschließenden Regulierwiderstandes  $Rw$ . Die zu verstärkenden Ströme (Primärströme) wirken durch den Transformator  $T_1$  induktiv auf den Stromkreis der Hilfselektrode ein. Die vom Relais verstärkten Ströme (Sekundärströme) werden von der Sekundärwicklung des Transformators  $T_2$  abgenommen. Der Widerstand  $W$  in diesem Stromkreis soll ein zu starkes Ansteigen des Entladungsstromes verhindern; für die verstärkten Wechselströme ist er durch einen parallel geschalteten Kondensator geeigneter Dimension überbrückt.

Wird nun ein Mikrophon in Reihe mit einer Batterie an die Primärwicklung des Transformators  $T_1$  geschaltet, so kann man die Potentialschwankungen der Hilfselektrode an der Entladungserscheinung im Rohr genau beobachten. Bei richtiger Einstellung des Relais befindet sich nämlich an der Hilfselektrode auf der Seite nach der Anode zu ein dunkler Raum, ähnlich dem bekannten Kathodendunkelraum. Dieser entsteht dadurch, daß die Ionen infolge der Feldverzerrung auf ihrem Wege gebremst werden und durch die Langsamkeit ihrer Bewegung bei den Zusammenstößen kein sichtbares Licht ausstrahlen. Bei den Potentialänderungen, die durch den Sprechstrom verursacht werden, wird nun die Höhe dieses Dunkelraumes fortwährend verändert; er schwankt im Rhythmus der Sprache.

An der konstruktiven Durchbildung ist folgendes von allgemeinem Interesse. Der Druck, der im Entladungsrohr herrscht, soll schon im Hinblick auf lange Lebensdauer und dadurch erhöhte Wirtschaftlichkeit ein möglichst konstanter bleiben. Da bei einer Gasfüllung durch die langsame Absorption der Teilchen an den Elektroden eine allmähliche Erhöhung des Vakuums, ein Härterwerden der Röhre eintreten würde, kommt hier Quecksilberdampf zur Verwendung, der aus einem Amalgam ständig nachgeliefert wird, das den für den Betrieb geeigneten Dampfdruck liefert, der bei 20 bis 35° C. etwa 0,001 mm Quecksilbersäule beträgt. Es ist dies der für ein Optimum der Relaiswirkung geeignete Druck. Der Quecksilberdampf hat außerdem die nützliche Eigenschaft, das Entladungspotential noch weiter herabzusetzen. Dadurch, daß der Quecksilberdampf zum großen Teil die Stromleitung übernimmt, wird die Okklusion der Gasmoleküle so gering, daß es gelingt, eine Brenndauer von durchschnittlich 1000 Brennstunden zu erzielen. Durch das Konstantbleiben des Dampfdruckes wird auch die Gleichmäßigkeit der Entladung gefördert, so daß ein Nachregulieren des Potentials unnötig wird, das Relais vielmehr stundenlang unbeaufsichtigt seine Wirksamkeit behält.

Der Aufbau des Relais in der ihm von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gegebenen

Form ist in Fig. 7 genau zu erkennen. Als Elektrodenmaterial dient, natürlich mit Ausnahme der Wehneltkathode, Aluminium, das infolge seiner geringen Zerstäubungsfähigkeit sich am geeignetsten erwiesen hat. Die Anode  $A$  ist zur Erzielung einer großen Oberfläche aus spiralförmig gewundenem Aluminiumdraht hergestellt.  $H$ , die Hilfselektrode, hat Öffnungen von 3,5 mm Durchmesser, die über die ganze Fläche der Elektrode gleichmäßig verteilt sind. Der elektrische Anschluß der Röhre erfolgt durch einen am Fuß angebrachten unverwechselbaren Steckkontakt. Die Elektrodeneinführungen sind sämtlich nahe beieinander und in unmittelbarer Nähe der heißen Kathode angebracht, da sie sonst als kälteste Stellen im Rohr — wegen der erhöhten Wärmeableitung nach außen — zu Kondensationspunkten des Quecksilberdampfes werden und damit als

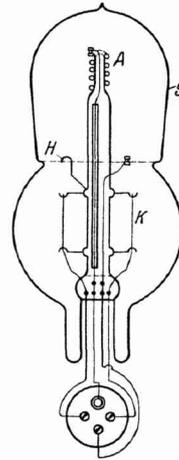


Fig. 7.

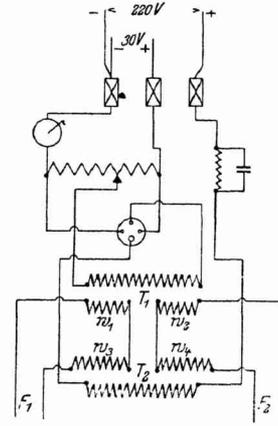


Fig. 8.

bald der Zerstörung anheimfallen würden. Zum Betriebe des Relais sind zwei Stromquellen erforderlich von 30 bzw. 220 Volt Spannung. Die Verwendung von Maschinenstrom für den Kathodenheizstrom ist unzulässig, weil die Spannungsschwankungen im Netz und die Stromstöße vom Kollektor die Wirkung wesentlich beeinträchtigen würden, es sei denn, daß durch Einschaltung geeignet dimensionierter Eisenwiderstände diese Störungen behoben werden können. Der Anodenstromkreis kann an eine Maschinenspannung angeschlossen werden, wenn die vom Kollektor hervorgerufenen Stromstöße durch Drosselspule und Kondensator gedämpft werden. Es sei bemerkt, daß die genannten Betriebsspannungen nicht etwa Lebensbedingungen für die Wirksamkeit des Relais sind und bei anderen Werten und entsprechend anderer Konstruktion der Röhre eine Relaiswirkung ausgeschlossen ist. Dies ist durchaus nicht der Fall. Die genannten Spannungen haben sich vielmehr im Lauf langwieriger Untersuchungen als diejenigen Werte herausgestellt, bei denen die günstigste Wirkung erreicht und

die größte Verstärkung erzielt werden kann. Die Verstärkungsmessungen ergaben, daß das Relais die ursprünglichen Amplituden auf das 33-fache ihres Wertes verstärkt, d. h. fernsprechtechnisch gesprochen, überwindet es einen Dämpfungs-exponenten von  $\beta 1 = 3,5$ . Zur Verstärkungsmessung dienen sogenannte künstliche Leitungen, wie sie in der Fernsprechtechnik gebräuchlich sind und von denen mittels geeigneter Umschalter soviel Dämpfung dem Relaiskreis zugeschaltet werden kann, daß man ohne Relais und ohne Leitung gleiche Lautstärke erhält wie mit Relais und der zugeschalteten künstlichen Leitung. Der Verstärkungswert bleibt auch erhalten bei großen Dämpfungen. Versuche haben ergeben, daß die von einem gewöhnlichen Mikrophon über eine Leitung von  $\beta 1 = 10$  gesandten Ströme noch vom Relais verstärkt werden. Die Empfindlichkeit der Anordnung ist demnach viel größer als die des Telephons, das bisher als besonders empfindlicher Wechselstromanzeiger galt.

Um die Relaiswirkung zu steigern, können mehrere Relais in Reihe geschaltet werden, indem man den bereits verstärkten Strom des einen Relais auf den Stromkreis der Hilfselektrode wirken läßt usf. Es gelingt mit einer solchen „Kaskadenschaltung“ von beispielsweise vier Relais Verstärkungszahlen von über 20 000 zu erreichen. Die Wiedergabe der ursprünglichen Kurvenform erfolgt auch bei dieser enormen Verstärkung so genau, daß eine Verzerrung der Sprache nicht beobachtet wird.

Das Relais ist für die Zwecke des telephonischen Verkehrs erfunden worden; seine Anwendungsgebiete gehen aber weit darüber hinaus. Es kann Anwendung finden für Meßzwecke, bestimmte Schaltvorgänge, Oscillographen, Lautsprechertelephone und Kommandoapparate, Unterwasserschallsignale und als Empfangsverstärker für drahtlose Telegraphie, für das Telegraphon von *Poulsen* und in Verbindung mit Selenzellen. Die Einführung des Relais in die Praxis ist von einem Konsortium übernommen worden, dem die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Siemens & Halske A.-G., Felten & Guillaume Carlswerk und Gesellschaft für drahtlose Telegraphie angehören.

Die Schaltung der Fig. 4 ist natürlich nur für einseitigen Fernsprechverkehr geeignet, d. h. man hat eine Gebe- und eine Empfangsstation. Die Ströme können also nur nach einer Richtung verstärkt weitergegeben werden, während nach der anderen Richtung eine Verständigung ausgeschlossen ist. Die Aufstellung eines zweiten Relais und die Verbindung zweier Teilnehmer mit zwei Doppelleitungen ist aus praktischen Gründen nicht möglich.

Es ist also notwendig, besondere Schaltungen zu finden, mit welchen das wechselseitige Sprechen auf einer Doppelleitung ermöglicht wird. In den Vereinigten Staaten werden schon seit langer Zeit praktische Versuche mit mechanischen Relais unternommen und es werden hier

Schaltungen verwendet, deren Prinzip folgendes ist:

Das Relais wird in einer Vermittlungsanstalt aufgestellt, die Sprechströme wirken induktiv auf den Primärstromkreis des Relais ein. Der Sekundärstrom wird über zwei Stromkreise geleitet, von denen je einer direkt oder induktiv mit einer Fernleitung verbunden ist. Mit der Verzweigung des Stromes wird erreicht, daß die Stromrichtungen in den beiden Fernleitungen entgegengesetzt gerichtet sind, wodurch Induktionswirkungen auf den Primärstromkreis vermieden werden; denn eine solche Rückwirkung darf natürlich auf keinen Fall eintreten, da diese sich ja sofort im Relais selbst verstärken würde. Hierdurch ent-

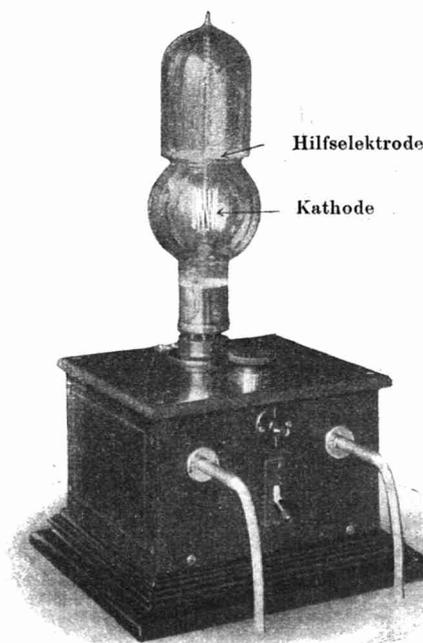


Fig. 9.

steht dann eine in ihrer Frequenz von den angehängten Transformatoren usw. abhängige Eigenschwingung des Relaiskreises, die sämtliche Energie verzehrt und dadurch eine Lautübertragung unmöglich macht. Eine einfache Schaltung für den wechselseitigen Verkehr zeigt Fig. 8. Die Fernleitungen  $F_1$  und  $F_2$  sind in Reihe mit den Wicklungen  $w_1$  und  $w_2$  des Transformators  $T$  geschaltet. Der Primärstromkreis des Relais ist durch die Wicklung  $w$  geschlossen. Der Sekundärstromkreis ist so angeordnet, daß die vom Relais verstärkten Ströme in den Fernleitungen entgegengesetzte Richtung haben. Wird nun von dem einen Endapparat über die Leitung  $F_1$  gesprochen, so wirken die Sprechströme durch die Wicklungen  $w_1$  und  $w_2$  induktiv auf den Stromkreis des Relais ein. Sie fließen dann verstärkt

als Sekundärstrom über  $T_2$  durch  $w_3$  und  $w_4$  geteilt in die Fernleitungen ab und werden über  $F_2$  und über  $F_1$  weitergegeben; entsprechend erfolgt andererseits die Stromleitung von dem anderen Apparat.

Ähnliche Schaltungen werden auch für den praktischen Fernsprechbetrieb mit dem Relais verwendet.

Die Verbesserung durch Einschaltung eines Relais in der in Fig. 8 dargestellten Wechselschaltung entspricht einer Verminderung des Dämpfungsexponenten um 2,3 bis 2,5. Die Fig. 9 zeigt das Relais in seiner ihm gegenwärtig gegebenen Form; der zugehörige Apparatsatz, auf welchem das Relais angebracht wird, enthält die zum Betrieb erforderlichen Transformatoren, Widerstände usw.

Durch die Erfindung des Relais gelingt es tatsächlich, die Grenzen, die der Fernsprechtechnik bisher gesteckt waren, zu überwinden, man kann mit seiner Hilfe auf beliebig große Entfernungen telephonieren, indem man den Sendestrom durch ein oder mehrere hintereinander geschaltete Relais soweit verstärkt, daß er im Empfangstelephon deutlich hörbar wird. Eine Grenze für die Reichweite der Sprachverständigung existiert also nicht, sobald man dafür sorgt, daß die auf sehr langen Leitungen infolge geringer Selbstinduktivität und verhältnismäßig großer Kapazität auftretende Verzerrung der Sprache durch geeignete Mittel, d. h. durch Vergrößerung der Selbstinduktion, beseitigt wird.

Die großen Vorteile, die das Relais der Telephonie zu bieten vermag, können sich erst im Laufe der Jahre als tatsächlich vorhanden erweisen. Vor allem werden der interurbanen Kabeltelephonie, die ja schon seit langem gewünscht wird, in vorteilhaftester Weise die Wege geebnet.

## Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin.

Von Dr. Erich Kuznitsky, Breslau.

Es ist bereits allgemeines Wissensgut, daß das Mesothorium eines der hauptsächlichsten Mittel ist, mit welchen die moderne Medizin den Kampf gegen den Krebs von neuem und, wie es scheint, aussichtsvoll aufgenommen hat. Durch die hervorragende Stellung unter den anderen Heilmitteln des Krebses auf physikalischer Grundlage, die dieses erst relativ kurze Zeit bekannte Mittel — es wurde im Jahre 1907 von O. Hahn entdeckt und dargestellt — sich so rasch erobert hat, ist es sehr populär geworden. Der Staat und die Kommunen setzen beträchtliche Summen in den Etat zur Anschaffung von Mesothorium ein. Man kann geradezu von einer öffentlichen Bewegung für das Mesothorium sprechen und sagen, daß es — wenigstens in Deutschland —

heute populärer ist als das Radium. Die Frage, warum dies so ist, läßt sich eigentlich schwer beantworten. Denn das Radium stellt als chemischer Körper eine Schwestersubstanz des Mesothoriums dar, und auch die Strahlen, welche beide aussenden, ähneln einander außerordentlich. Man kann sagen, daß die Strahlung des Radiums härter, d. h. durchdringender ist, was natürlich dort, wo die Strahlen in der Tiefe wirken müssen, wie bei gewissen Formen der Krebse, sogar einen Vorzug gegenüber dem Mesothorium bedeuten würde. Es ist möglich, daß hier die Herstellung des Mesothoriums in Deutschland mitspielt, wenigstens für die Abnehmer in reichsdeutschen Gebieten, während die Fabrikation des Radiums größtenteils von österreichischen, französischen und englischen Fabriken bestritten wird. Ein Hauptgrund aber scheint der zu sein, daß der Preis für Mesothorium erheblich billiger ist als der für Radium. Er stellt sich heute ungefähr auf 200—300 Mark pro Milligramm Mesothorium und 500—600 Mark pro Milligramm Radium<sup>1)</sup>. Daß dieser Preisunterschied von wesentlicher Bedeutung wird, wenn der Bedarf an Milligrammen die Hundert übersteigt, ist ohne weiteres einleuchtend. Die Notwendigkeit jedoch, 100 und mehr Milligramm für Bestrahlungszwecke auf einmal zu verwenden, ergibt sich leicht aus folgenden Gründen:

Der Hauptteil der dem Radium und Mesothorium eigentümlichen Strahlen ( $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen) schädigen, besonders bei längerer Expositionszeit — wie das bei Behandlung des menschlichen Krebses notwendig ist — nicht nur das kranke, sondern auch das gesunde Gewebe oft in unerwünschter Weise. Diese überflüssige schädigende Wirkung läßt sich dadurch vermeiden, daß man die beiden Strahlengattungen durch geeignete Metallfilter abfiltriert und — wie dies jetzt allgemein geschieht — nur die restierenden  $\gamma$ -Strahlen zur Behandlung verwendet. Hierdurch wird jedoch die Ausbeute an wirksamer Substanz sehr gering; sie beträgt nach manchen Autoren nur ca. 4—5 % der Gesamtstrahlung oder etwa 1 % der  $\beta$ -Strahlung. Gelangt also nur verhältnismäßig wenig Strahlung bis an die Krebszellen, so entsteht eine weitere Schwierigkeit in der physikalischen Eigenschaft dieser filtrierten, penetrierenden, sogenannten harten  $\gamma$ -Strahlen, nämlich durch die menschlichen Gewebe nur in geringem Maße absorbiert zu werden. Da aber die Wirkung, welche sie entfalten sollen, abhängig ist von dem Grade ihrer Absorption, wird es notwendig sein, möglichst viel davon durch die Gewebe hindurch zu schicken, mit anderen Worten: mit einer möglichst großen Mesothoriumquantität zu arbeiten. Nun wäre es ja denkbar, daß man die zu geringe

<sup>1)</sup> Es ist dies nicht ganz richtig ausgedrückt, da man das Mesothorium nach Radiumaktivitäten mißt, d. h. also: wenn man 10 mg Mesothorium kauft, so bekommt man dasjenige Quantum der Substanz, welches die gleiche Strahlenmenge aussendet wie 10 mg Radiumbromid.

Menge an strahlender Substanz durch eine längere Dauer der Bestrahlung ersetzen könnte, so daß man z. B. mit 5 mg Mesothorium etwa 20 mal so lange bestrahlen müßte als mit 100 mg. Es hat sich aber herausgestellt, daß dieser Ersatz nur bis zu einem gewissen Grade möglich ist, über welchen hinaus für den Organismus mehr Schaden als Nutzen gestiftet werden kann. Der oben erwähnte außerordentliche Verlust an Strahlenaktivitäten, welcher durch Filtrierung der Strahlen mittels Blei, Silber, Aluminium, Platin usw. erreicht wird, und die Notwendigkeit, möglichst viele  $\gamma$ -Strahlen längster Reichweite bei der Krebsbehandlung zu verwenden, da viele Krebse sehr tief liegen, von dicken Schichten Muskeln und Haut bedeckt und daher oft schwer zugänglich sind, machen es also unbedingt erforderlich, die Mesothorium- oder Radiumquantität so hoch wie möglich zu wählen. Die Richtigkeit dieser Rechnung bestätigen die Erfolge von Professor Gauß in Freiburg beim Gebärmutterkrebs, bei dessen Bestrahlung mindestens 100, aber auch 2—300 und mehr Milligramm Mesothorium auf einmal zur Verwendung kamen. Man hatte früher schon Heilversuche mit Radium am menschlichen Krebs vorgenommen, aber nie mit so großen Mengen, so daß man wegen zu geringer Erfolge bald davon abgekommen ist. Dies mag wohl auch dazu beigetragen haben, daß das Radium in letzter Zeit ziemlich in den Hintergrund treten mußte, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß nach Erhöhung der Dosis die ungünstige Meinung über seine Wirksamkeit bald eine Korrektur erfahren wird. Es würde sich dann vielleicht nur noch um die Frage handeln, ob die filtrierte Strahlung beider Substanzen, des Mesothoriums sowohl wie des Radiums, nicht noch in ihrem physikalischen wie biologischen Verhalten voneinander verschieden ist; denn es wäre doch denkbar, daß die  $\gamma$ -Strahlung der einen Substanz weiter reichte oder die Krebszellen energischer zerstörte als die der anderen; eine Eigenschaft, die natürlich letzten Endes die Entscheidung über die Brauchbarkeit des einen oder des anderen Mittels wesentlich beeinflussen würde. Die Frage, welchem von beiden Metallen der Vorrang gebühre, muß aber erst in der Zukunft entschieden werden. Ich möchte hier eines anderen, ganz wesentlichen Unterschiedes zwischen Radium und Mesothorium Erwähnung tun, welcher in rein praktischer Beziehung von Bedeutung ist. Wenn wir uns vorstellen, daß die von beiden Metallen ausgesandte Strahlung durch Energiemengen hervorgerufen wird, welche bei dem fortwährenden Zerfall der Ausgangssubstanz, wie dies jetzt allgemein angenommen wird, frei werden, so wird die Geschwindigkeit, mit der dieser Zerfall vor sich geht und die Quantität sich erschöpft, von außerordentlicher Wichtigkeit sein. Sie ist für jeden radioaktiven Körper konstant und charakteristisch und man hat die Zeit, in welcher der betreffende Körper zur Hälfte der Ausgangsmenge zerfällt, seine Halbwertszeit oder Zerfallsperiode

genannt. Diese beträgt für Radium etwa 1800 Jahre, also praktisch unendliche Zeit, für Mesothorium dagegen ist sie sehr kurz, nämlich 5,5 Jahre. Eine solche enorme Differenz dürfte trotz dem doppelt so hohen Preise des Radiums — allerdings gleiche Wirksamkeit vorausgesetzt — diesem den Vorzug geben.

Gegenwärtig ist der Vorteil der beträchtlich größeren Billigkeit des Mesothorium völlig illusorisch. Infolge der großen Nachfrage der letzten Jahre wurde sämtlicher Mesothoriumvorrat in Deutschland den großen Kliniken und Krankenhäusern abgegeben und ist aufgebraucht. Es ist zurzeit Mesothorium käuflich nicht erhältlich. Dadurch, daß das Mesothorium nur als Nebenprodukt des Thoriumoxyds gewonnen wird, aus welchem die Glühkörper des Gasglühlichts fabriziert werden, muß seine Produktion mit der dieses Stoffes parallel gehen. Sie ist also auch von der Glühkörperindustrie abhängig. Da aber der Bedarf an Mesothorium bei weitem größer war, als daß er durch die gelegentlich der Thoriumfabrikation sich ergebende Menge gedeckt werden konnte, und da diese aus gewissen, hier nicht näher zu erörternden Gründen nicht weiter gesteigert werden kann, kommt es zu der merkwürdigen Erscheinung, daß zurzeit kein Mesothorium käuflich zu haben ist, trotzdem schließlich der Preis um etwa 100—150 M. pro Milligramm gestiegen ist.

Das Ausgangsmaterial für die Mesothoriumgewinnung ist der Monazitsand, welcher hauptsächlich in Brasilien gefunden wird und ca. 5 % Thoriumoxyd enthält. Das Thorium gehört seinem chemischen Verhalten nach zu den seltenen Erden. Es ist selbst radioaktiv ( $\alpha$ -strahlend). Zur Darstellung des Mesothorium<sup>1)</sup> wird der Monazitsand mit konzentrierter Schwefelsäure in Lösung gebracht, wobei ein Rückstand hinterbleibt, welcher das Mesothorium zusammen mit dem Radium als unlösliches Sulfat enthält. Dieser Rückstand, der zum größten Teil aus Baryum- und Bleisulfat besteht, wird durch Kochen mit Soda in Carbonat umgewandelt und dieses in Salz- oder Bromwasserstoffsäure gelöst und fraktioniert kristallisiert. Dieses Verfahren ist analog der Radiumgewinnung aus den Uranpecherückständen. Da das Mesothorium in chemischer Hinsicht dem Radium außerordentlich ähnlich ist, kommen für beide Stoffe im Prinzip die gleichen Darstellungsweisen in Betracht. Dieses sogenannte *technische* Mesothorium enthält immer bis zu einem gewissen Grade (ca. 25 %) das  $\alpha$ - und  $\beta$ -strahlende Radium. Während das *reine* Mesothorium II nur  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen aussendet, strahlt daher das technische Mesothorium neben diesen auch  $\alpha$ -Strahlen aus. Zu ihnen addieren sich dann noch die  $\alpha$ -Strahlen des Radiothors,

<sup>1)</sup> Die Angaben über die Gewinnung des Mesothoriums verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Herren Dr. Mayer und Dr. Keetman von der Auer-Gesellschaft.

eines Zerfallsproduktes des Mesothors. Wenn wir die Zerfallsreihe des Mesothoriums durchgehen, so kommen wir zu folgenden Daten:

Thorium . . . . .	$\alpha$ -strahlend,
Mesothorium I . . . . .	nicht strahlend,
Mesothorium II . . . . .	$\beta$ -, $\gamma$ -strahlend,
Radiothorium . . . . .	$\alpha$ -strahlend,
Thorium X . . . . .	$\alpha$ - ( $\beta$ ) strahlend,
Thoriumemanation . . . . .	} $\alpha$ -strahlend.
Thorium A . . . . .	

Alle auf das Radiothor folgenden Zerfallsprodukte sind sehr kurzlebig, d. h. während das Radiothor noch eine Halbwertszeit von 2 Jahren besitzt, läßt sich dieselbe für das Thorium X und die folgenden nach Stunden, Minuten und Sekunden berechnen. Von diesen rasch zerfallenden Substanzen scheint das Thorium X berufen, in der Medizin eine bedeutsame Rolle zu spielen, da es sich relativ billig herstellen und durch seine Wasserlöslichkeit in unschädlicher Form dem Organismus einverleiben läßt. Dadurch eben, daß es so schnell zerfällt, kommt eine ziemlich energiereiche Strahlung zustande, welche nicht nur aus den weichen  $\alpha$ -Strahlen, sondern letzten Endes auch aus durchdringenden  $\gamma$ -Strahlen besteht. Diese kommen daher, daß die Thoriumemanation weiter zu einer Reihe von Endprodukten (Thorium B, C, C', Thorium C<sub>2</sub>, Thorium D), der sogenannten induzierten Aktivität, zerfällt, wovon das letzte noch bekannte Thorium D  $\gamma$ -Strahlung besitzt.

Zur Charakterisierung der schon mehrfach erwähnten 3 Strahlengattungen sei ganz kurz bemerkt, daß die  $\alpha$ -Strahlen korpuskuläre, elektropositiv geladene Elemente sind, welche, wie man annimmt, nichts anderes als Heliumatome darstellen. Sie sind den Kanalstrahlen außerordentlich ähnlich, sind sehr wenig durchdringend und werden daher von ganz dünnen Schichten Papier, Stanniol oder Glimmer völlig absorbiert. Sie besitzen am meisten — die  $\beta$ -Strahlen nur zum Teil — die Eigenschaft, die Luft zu ionisieren. Hierauf beruht die Verwendung des Mesothoriums in verschiedenen Betrieben, in denen schädliche elektrische Ladungen auftreten können. Durch die Ionisation der Luft wird eine etwa durch Reibung entstehende Ladung sofort abgeleitet; dies ist von besonderer Wichtigkeit bei Pulvermühlen, in denen durch das Auftreten elektrischer Spannungen leicht Funkenbildung und damit Explosionsgefahr entstehen kann.

Die  $\beta$ -Strahlen sind Elektronen mit negativer Ladung und den Kathodenstrahlen vergleichbar. Die Geschwindigkeit, mit der sie ausgesandt werden und damit ihre Penetrationskraft, ist außerordentlich verschieden. Man teilt sie daher in weiche und harte  $\beta$ -Strahlen ein, von denen die letzteren den  $\gamma$ -Strahlen an Wirksamkeit ziemlich gleichkommen.

Die  $\gamma$ -Strahlen werden mit den Röntgenstrahlen verglichen, sind aber penetrierender als die

härtesten Röntgenstrahlen. Sie können mit Leichtigkeit relativ große Metallschichten durchdringen, sie durchsetzen daher auch den menschlichen Körper und werden auf diese Weise nur schwer zur Absorption gebracht. Es ist weiter oben auseinandergesetzt worden, wie sehr diese Eigenschaft bei der therapeutischen Verwendung des Mesothoriums zu berücksichtigen ist. Die  $\gamma$ -Strahlen vermögen die Luft nur in sehr geringem Maße zu ionisieren.

Die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der radioaktiven Elemente sind hauptsächlich am Radium erforscht worden, und da das Mesothorium dem Radium außerordentlich ähnlich ist, kommt ihm das gleiche Verhalten zu. Es seien die hauptsächlichsten dieser Eigenschaften hier kurz erwähnt. Die Strahlen der radioaktiven Substanzen sind imstande, gewisse geeignete Körper zur Fluoreszenz zu bringen. So leuchtet der Baryumplatincyanürschirm durch Mesothoriumstrahlen auf, und zwar durch die Gesamtheit der Strahlung, während z. B. Zinksulfid besonders durch die  $\alpha$ -Strahlen zum Leuchten gebracht wird. Dieses geschieht nicht stetig, sondern in Intervallen explosionsartig, in Form von Scintillationen. Sie können mittels einer Lupe gezählt werden, so daß ein geeignet gebautes Instrument derart zur genauen Zählung von  $\alpha$ -Strahlen dienen kann. Auch der Nachweis, ob eine Mesothorium enthaltende Kapsel luftdicht abgeschlossen ist oder ob sie die gasförmige Thoriumemanation hindurchläßt, kann durch Beobachtung der Scintillationen erbracht werden.

Sehr interessant und eigentlich oft unerklärt sind die Farbenveränderungen gewisser Substanzen, besonders der Minerale. So wird der farblose Diamant vielfach bräunlich, Glas und Porzellan bekommen unter dem Einfluß der radioaktiven Strahlung eine meist braune oder violette Färbung. Am bekanntesten ist die Wirkung der Strahlen auf Silberverbindungen, hat doch die Schwärzung der photographischen Platte durch Radium zur Entdeckung der Radioaktivität geführt. Wasser wird in seine Bestandteile zerlegt, es bildet sich freier Wasserstoff. Läßt man ausschließlich die  $\beta$ -Strahlung auf Wasser einwirken, so entwickelt sich Wasserstoff und der Sauerstoff wird zur Bildung von Wasserstoffsuperoxyd verwendet. Durch Einwirkung von radioaktiver Strahlung wird die atmosphärische Luft ozonisiert. Diese Bildung von Ozon ist deshalb von großem Interesse, weil durch sie eine Reihe von chemischen Reaktionen, die dem direkten Einfluß der radioaktiven Strahlen zugeschrieben wurden, als sekundäre Oxydationen durch Aktivierung des Luftsauerstoffes erklärt werden können (C. Neuberg). Als nicht erwiesen kann die Einwirkung radioaktiver Substanzen auf die Harnsäure bzw. ihre Salze, die Urate, angesehen werden. Die Behauptung, die günstigen Erfolge von Radium und Mesothorium bei der Gicht seien auf eine durch die Strahlung bedingte leichtere

Löslichkeit der harnsauren Salze zurückzuführen, hat einer eingehenden Kritik nicht standgehalten. Ebenso ist die Behauptung nicht unbestritten geblieben, daß sich Lecithin unter dem Einfluß radioaktiver Substanzen zersetzen solle. Den schlagendsten Beweis für die Unrichtigkeit dieser Annahme hat wohl *O. Hertwig* gegeben. Er bestrahlte Froscheier mit Radium und sah, daß nach Bestrahlung des eine viel größere Menge Lecithin als die Spermatozoen enthaltenden Eies und nach Befruchtung mit unbestrahlten, normalen Spermatozoen dieses unbeschädigt blieb, so daß keine verkümmerten Larven sich entwickelten, daß jedoch „radiumkranke“ Individuen entstanden, sobald die befruchtenden Samenfäden vorher mit Radium bestrahlt waren.

Die Radiumkrankheit der experimentell erzeugten Frosch- usw. Larven besteht darin, daß sowohl die verschiedenen Entwicklungsstadien der Eier durch Bestrahlung gestört wurden, als auch aus diesen dann Embryonen entstanden, welche kleiner waren als die von normalen Eiern und Samenfäden stammenden Embryonen, und welche vor allen Dingen auffällige Mißbildungen aufwiesen (Bauchwassersucht, Verkümmern der Kiemen usw.). Die Organsysteme waren dabei nicht gleichmäßig geschädigt, sondern waren verschieden betroffen: am stärksten das Zentralnervensystem, dann Herz und Blut, darauf Sinnesorgane und Muskeln. Das Auftreten pathologischer Embryonalformen nach getrennter Bestrahlung habe ich schon oben kurz erwähnt.

Der Angriffspunkt der Radiumwirkung ist also nicht im Lecithin des Eidotters, sondern im chromatinreichen Kopf (Kern) des Samenfadens zu suchen. Weitere Beobachtungen stützen diese Annahme: *Hertwig* sah weitgehende Veränderungen der Kernteilungsfiguren von *Ascaris megalocephala* nach Radiumbestrahlung, *Körnicker* — auf botanischem Gebiete — Schädigungen der Kerne an den Vegetationskegeln von Wurzeln und an jungen Blüten. Auch das bekannte langsamere, durch starke Dosen sogar völlig aufzuhebende Auskeimen vorher bestrahlter Pflanzensamen sowie die nachgewiesene Entwicklungshemmung von Bakterien in der Kultur und von Protozoen dürfte wohl auf die Radiosensibilität des Chromatins zurückzuführen sein. Überhaupt scheint in dieser speziellen Kernschädigung der springende Punkt für die therapeutische Wirksamkeit von Radium und Mesothorium zu liegen. Überall da, wo Zellen vorhanden sind, welche in lebhafter Teilung und Vermehrung begriffen sind, wie bei den bösartigen und z. T. auch gutartigen Geschwülsten oder bei entzündlichen Neubildungen, ferner bei den männlichen und weiblichen Keimdrüsen, sehen wir eine erhöhte Radiumempfindlichkeit, die das andere Gewebe nicht besitzt. Dasselbe läßt sich von den weißen Blutkörperchen der Milz und des lymphatischen Apparates feststellen. Hier können wir eine weitgehende Analogie mit den Röntgenstrahlen konstatieren, welche in gleicher

Weise wirken wie die radioaktive Strahlung. Es ist nun ganz interessant, bei dieser allgemeinen Übereinstimmung auch einen Befund zu registrieren, welcher von gegensätzlichen Wirkungen der Radium- und Röntgenstrahlen berichtet. *Riehl* und *Schramek* referieren in ihrer Abhandlung über das Radium einen Versuch von *Freund* und *Kaminer*, nach welchem das der normalen Haut zukommende Zerstörungsvermögen gegenüber Karzinomzellen durch starke Röntgenbestrahlung aufgehoben, durch Radiumbestrahlung dagegen erhöht werden konnte.

Schließlich ist hier noch der Einfluß radioaktiver Substanzen auf die Fermente zu erwähnen, der sich bald in einer Aktivierung, bald in einer Hemmung äußert. Versuche in dieser Richtung sind mit Pepsin, Pancreatin, Chymosin, Emulsin u. a. angestellt worden, die Ergebnisse jedoch von mancher Seite nicht unbestritten geblieben. *C. Neuberg* hat die durch radioaktive Strahlung hervorgerufene beschleunigte Autolyse als Aktivierung des autolytischen Fermentes aufgefaßt, ebenso wie er bei der Radiosensibilität des Chromatins nicht an direkte Radiumwirkung, sondern an enzymatische Prozesse denkt. Er glaubt — da die Erfahrungen über die meisten chemischen, physikalischen und biologischen Wirkungen von radioaktiven Substanzen nur mit sehr starken Präparaten und unter den günstigsten experimentellen Bedingungen gewonnen worden sind —, daß zwar die Möglichkeit einer direkten Radiumwirkung besteht, daß man jedoch in Anbetracht der medikamentös verabfolgten, relativ geringen Dosen „bei Anwendung in der Biologie am ehesten an katalytische Effekte der radioaktiven Substanzen und an Beziehungen derselben zu enzymatischen Prozessen wird denken müssen“.

Das Mesothor gelangt in der Medizin in Form von Kapseln, Platten, Röhren zur Anwendung, deren Gestalt dem Ort der Applikation möglichst angepaßt sein soll: Zur äußerlichen Behandlung, z. B. auf der Haut, wird daher die flächenhafte Anordnung in Kapsel- oder Plattenform bevorzugt, bei der das Mesothor meist durch ein Glimmerplättchen geschützt wird; zur Behandlung in der Tiefe, wie auf den Schleimhäuten, z. B. des Kehlkopfes, der Speiseröhre, des Darmes, der Vagina usw., hat sich vorzugsweise die röhrenförmige Apparatur bewährt. Da das Glimmerplättchen der Kapseln sämtliche  $\alpha$ - und noch einen Teil der (weicheeren)  $\beta$ -Strahlen absorbiert, hat man das Mesothor auch in einer dünnen Lack- oder Emailleschicht fein verteilt, so daß bei dieser Anordnung auch der weichere Anteil der Gesamtstrahlung, der vorzüglich für die Behandlung gewisser Hauterkrankungen in Betracht kommt, ausgenützt werden kann. Von den Zerfallsprodukten findet, wie schon erwähnt, hauptsächlich das Thorium X in der Medizin Verwendung, und zwar wird es in gelöster Form teils per os, teils subkutan oder intravenös dem Organismus einverleibt. Auch lokal appliziert, d. h. auf die

erkrankte Stelle aufgepinselt oder in Form von Salbe aufgelegt, ist es wirksam, allerdings bedeutend schwächer als das Mesothorium.

Abgesehen von der Behandlung des Krebses wird das Mesothorium auf den verschiedensten Gebieten der Medizin angewandt, seine Indikationsmöglichkeiten sind heute noch nicht erschöpft und es werden täglich mehr erschlossen. So sehen wir auf dem Gebiet der inneren Medizin, daß akute oder chronische Gelenkerkrankungen — besonders letztere — mit Erfolg behandelt werden. Sehr günstig wirkt nach den Berichten verschiedener Autoren das Thorium X bei der Gicht; wir haben jedoch oben schon erwähnt, daß dieser heilsame Einfluß nicht von einer erhöhten Löslichkeit der Harnsäure durch die Bestrahlung herrührt. Gewisse Herzerkrankungen, ganz besonders aber die Affektionen des Blutes und der blutbildenden Organe werden unter Einwirkung der Strahlentherapie sehr gebessert, so wird über weitgehende, an Heilung grenzende Remissionen bei der perniziösen Anämie wie auch bei der Leukämie berichtet. Ganz erfolglos dagegen hat sich bisher das Mittel bei der Tuberkulose der Lungen erwiesen, hingegen ist die Bestrahlung tuberkulöser Gelenke, Knochenerkrankungen und Fisteln häufig von Erfolg begleitet. Das gleiche gilt für die Tuberkulose der Haut und der Schleimhaut (Nase, Mund), den Lupus, und die tuberkulösen Erkrankungen der Lymphdrüsen. Nervöse Beschwerden der peripheren Nerven, wie Neuralgie, Ischias, die heftigen Schmerzen bei Tabes können durch Bestrahlung gelindert oder beseitigt werden. Nach den neuesten Veröffentlichungen sollen sich manche Formen von Schwerhörigkeit oder Taubheit, die bisher jeder Behandlung getrotzt hatten, als durch Bestrahlung beeinflussbar erweisen. Auch auf verschiedene Erkrankungen des Auges wird das Anwendungsgebiet des Mesothoriums neuerdings ausgedehnt. In der Gynäkologie erweisen sich die Mesothoriumstrahlen von annähernd analoger Wirkung wie die Röntgenstrahlen. Die Ovarien reagieren gemäß ihrer erhöhten Radiosensibilität besonders leicht: Es gelingt so die Sterilisierung der Frau, die Stillung von Blutungen. Ebenso werden chronisch entzündliche Erkrankungen wie auch die gutartigen Neubildungen des Uterus, die Myome, in günstigem Sinne beeinflusst. Sehr groß ist das Anwendungsgebiet des Mesothoriums in der Dermatologie. Die verschiedenartigsten Erkrankungen der Haut können durch Mesothoriumbestrahlung geheilt werden. Ganz besonders erwünscht ist hierbei der ausgezeichnete kosmetische Effekt, welcher nach der Mesothoriumbestrahlung resultiert. Er ist sehr wichtig bei allen den vielen Erkrankungen, welche im Gesichte lokalisiert sind und dieses verunstalten; ich erinnere hier an die großen Feuer- und Flammenmäler, an die schwarzen oder dunkelbraunen Pigmentmäler, an die kirschenförmigen, vorspringenden, dunkelrot gefärbten Gefäßtumoren, die bisher nur sehr schwer zu

behandeln waren und bei denen meistens hinterher eine entstellende Narbe die Folge war.

Ganz ausgezeichnet wird das Carcinom der Haut beeinflusst. Fast jeder Hautkrebs reagiert in günstigem Sinne auf die Mesothoriumbestrahlung, es gelingt oft in einer einzigen Sitzung, die Geschwulst zu beseitigen. Es werden sehr weitgehende Erfolge erzielt, so daß man beim Hautkrebs von klinischer Heilung sprechen kann. Mit einer definitiven Beurteilung muß man jedoch noch zurückhaltend sein, da die Beobachtungszeit — etwa 2 Jahre — noch zu kurz ist. Wie vorsichtig man gerade in dieser Beziehung sein muß, lehrt ein in der Breslauer Klinik beobachteter Fall von einem Hautkrebs, der im Jahre 1905 mit Radium bestrahlt und in demselben Jahre als geheilt vor Ärzten demonstriert worden ist, und welcher sich jetzt — also nach 8 Jahren — mit einem Recidiv an derselben Stelle in der Klinik vorgestellt hat. Diese und womöglich noch größere Vorsicht wird man auch trotz den zweifellos bestehenden sehr günstigen Erfolgen der anderen medizinischen Disziplinen bei der Beurteilung, ob ein Krebs definitiv geheilt ist oder nicht, walten lassen müssen, weil diese oft durch den Sitz in der Tiefe der menschlichen Gewebe dem kritischen Auge nicht so zugänglich sind wie gerade die Krebse der Haut. Wir werden also vorerst nicht von Heilungen, sondern von sehr weitgehenden, manchmal an Heilung herankommenden Besserungen zu sprechen haben. Und solche können bei sehr vielen Krebsen verschiedenster Lokalisation erzielt werden. Es ist manchmal erstaunlich, wie rasch sich als inoperabel angesehene und vom Chirurgen preisgegebene Carcinome zurückbilden und die Patienten, die vorher körperlich verfallen waren, sich mit der Verkleinerung des Tumors wieder erholten. Allerdings muß hier betont werden, daß nicht alle Krebse auf Bestrahlung reagieren und daß es unter den reagierenden auch solche gibt, die sich trotz der intensivsten Behandlung nur recht langsam zurückbilden (sogenannte refraktäre Fälle). Es muß dann natürlich versucht werden, auf andere Weise der Erkrankung beizukommen. Die Strahlentherapie ist ja nur eine der Methoden, welche der modernen Krebsbehandlung zur Verfügung stehen, und die, wenn irgend zugänglich, gemeinsam angewendet werden sollten. Um bloß einiges anzuführen, läßt sich die Mesothoriumbehandlung z. B. mit der Chirurgie kombinieren derart, daß inoperable Fälle zuerst bestrahlt und verkleinert werden, dann vom Chirurgen operiert und schließlich das ganze Gebiet nochmals bestrahlt wird. Oder es wird die Röntgenbehandlung mit Mesothoriumbestrahlung gemeinsam vorgenommen. Ferner werden gewisse Substanzen, insbesondere verschiedene Metallverbindungen zur Behandlung mit herangezogen, welche einerseits direkt schädlich auf die Tumoren wirken können, z. B. die Arsenverbindungen, andererseits dadurch, daß sie den Körper gewissermaßen imprägnieren, zu einer

Sensibilisierung auch des carcinomatösen Gewebes gegenüber Röntgen- oder Mesothoriumstrahlen führen.

Die Erfolge sind vorhanden und sie sind, wie ich eingangs erwähnt habe, aussichtsvoll zu nennen. Natürlich ist es bei einer so jungen Behandlungsmethode nicht möglich, mehr oder sogar etwas Definitives zu sagen. Soviel läßt sich feststellen, daß der Kampf gegen den Krebs auf allen Gebieten der medizinischen Wissenschaft aufgenommen worden ist. Wieviel erreicht wird, ist oft nur eine Frage der Technik, das beweisen die Erfolge der modernen Strahlentherapie, welche mit ganz veränderter Methodik wie die frühere an die Krebsbehandlung herangegangen ist. Sie entwickelt sich langsam, weil sie leider in vielen Fällen auf das Tierexperiment verzichten muß. Denn daß Tierkrebs und Menschenkrebs therapeutisch häufig sehr verschiedene Dinge sind, haben wir erst kürzlich wieder erfahren müssen, als uns die Vertreter der modernen Chemotherapie — *v. Wassermann, Neuberg* und *Caspari* u. a. — neue Mittel bekanntgaben, die ausgezeichnete Dienste gegen den Mäusekrebs leisteten. Beim Menschen waren sie vorläufig meist unwirksam, jedenfalls in den Dosen, die von diesen sehr giftigen Stoffen medikamentös verabfolgt werden konnten. Wir stehen mit der Krebsbehandlung an einem Anfang und deshalb wird wohl die Statistik der Krebssterblichkeit für 1913 eine Herabsetzung noch nicht zeigen, wie das schon gefordert worden ist. Es steht jedoch zu hoffen, daß durch den Kampf gegen den Krebs, der gemeinsam auf der ganzen Front geführt wird, bei der Fortentwicklung der Methodik und bei engem Zusammenschluß von Wissenschaft und Technik, der bisher so schöne Erfolge gezeigt hat, die stetig sich aufwärtsbewegende Kurve der Krebssterblichkeit zum Beugen gebracht wird.

## Besprechungen.

**Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik.**  
4. Auflage. Leipzig, Veit & Co., 1913. VIII, 288 S. und 5 Figuren im Text. Preis geb. M. 7,50.

Die vorliegende 4. Auflage des Planckschen Buches ist ein unveränderter Abdruck der 3. Auflage. Da indessen beim Erscheinen der 3. Auflage (1911) diese Zeitschrift noch nicht bestand, so sei es gestattet, jetzt die Gelegenheit zu ergreifen und dem eigenartigen und bedeutenden Werk einige Worte zu widmen.

Man kann die Thermodynamik nach 3 verschiedenen Methoden behandeln. Die erste Methode, die man wohl als die mikroskopische bezeichnen kann, geht von der Tatsache aus, daß Wärme nichts anderes ist, als Bewegung der Moleküle und Atome. Auf dieser Vorstellung fußend hat sich die kinetische Theorie der Materie entwickelt, die die einzelnen Moleküle und Atome auf ihren Wegen rechnerisch verfolgt und dann durch Mittelwertbildung über die ungeheuer große

Zahl aller Moleküle die makroskopischen Gesetze der Thermodynamik gewinnt.

Dieser kinetisch-mikroskopischen Methode steht eine zweite allgemein kinetische Methode gegenüber, die namentlich von *Helmholtz* ausgebildet worden ist. Diese beschränkt sich auf die ganz allgemeine Vorstellung, daß Wärme eine mechanische Bewegung sei, vermeidet es indessen grundsätzlich, die spezielle Art dieser Bewegung näher zu definieren.

Am fruchtbarsten hat sich bisher eine dritte Behandlung der Thermodynamik erwiesen. Diese dritte rein makroskopische Methode sieht von jeder Vorstellung von dem Wesen der Wärme prinzipiell ab. Sie geht statt dessen von einigen Erfahrungstatsachen allgemeiner Natur aus, formuliert sie mathematisch und entwickelt aus diesen Grundformeln rein rechnerisch eine große Reihe neuer Formeln und Sätze, die das System der Thermodynamik ausmachen. Diese Methode ist es, die *Planck* in dem vorliegenden Werk ausschließlich benutzt.

Die Darstellung nimmt ihren Ausgang von den grundlegenden Definitionen der Thermodynamik: den rein physikalischen Begriffen der Temperatur, des Druckes und Volumens, der Wärmemenge und der spezifischen Wärme und dem aus der Chemie entlehnten Begriff des Molekulargewichts. Gleichsam als Einleitung wird der typische Fall der *idealen Gase* behandelt. Steht ein ideales Gas vom spezifischen Volumen  $v$ , von der absoluten Temperatur  $T$  und vom Molekulargewicht  $m$  unter einem gleichmäßigen Druck  $p$ , so ist

$$p v = \frac{R}{m} T,$$

wo  $R$  eine für alle Gase gleiche Konstante (die „absolute Gaskonstante“) ist. Diese Gleichung heißt die *Zustandsgleichung* des Gases. Kennt man die Zustandsgleichung einer Substanz, so gewinnt man durch Differentiation der Zustandsgleichung nach den Variablen  $p$ ,  $v$ ,  $T$  sofort das Verhalten der Substanz bei Änderungen des Druckes, des Volumens und der Temperatur, d. h. man gelangt zur Definition des Spannungskoeffizienten, des Elastizitätskoeffizienten und des Ausdehnungskoeffizienten.

Nähern sich die Gase dem Verflüssigungspunkt, so entfernen sie sich vom idealen Zustand und ihre Zustandsgleichung ändert sich. Gute Dienste leistet hier die bekannte *van der Waalssche* Zustandsgleichung, die den idealen Gaszustand und den flüssigen Zustand als Spezialfälle umfaßt und daher auch den Übergang von einem Zustand in den anderen, d. h. den Prozeß der Kondensation darstellt. Die *van der Waalssche* Gleichung führt daher folgerichtig zu dem sogenannten *kritischen Punkt*, oberhalb dessen keine Kondensation möglich ist.

Das ganze Gebäude der Thermodynamik ruht nun auf zwei Grundpfeilern: Auf den aus der Erfahrung abgeleiteten beiden *Hauptsätzen der Wärmetheorie*.

*Der erste Hauptsatz* ist nichts anderes als das Prinzip von der Erhaltung der Energie, das *Planck* folgendermaßen formuliert: Geht ein System von einem Zustand 1 auf irgend einem Wege in einen Zustand 2 über, wobei seine Energie vom Werte  $U_1$  bis zum Werte  $U_2$  wächst, so ist

$$U_2 - U_1 = Q + A,$$

wo  $Q$  die dem System zugeführte Wärme,  $A$  die von außen an dem System geleistete Arbeit darstellen.

Ist das System nach außen abgeschlossen, unterliegt es also keinen äußeren Wirkungen, so ist  $U_2 = U_1$ , d. h. seine Energie bleibt konstant.

Den so formulierten 1. Hauptsatz wendet Planck zuerst auf *homogene Systeme* an, speziell auf ideale Gase. Unter Benutzung des *Joule-Kelvinschen* Satzes, daß die Energie idealer Gase von ihrem Volumen unabhängig ist, gelangt man dann durch einfache mathematische Operationen zu einer Reihe bemerkenswerter thermodynamischer Gesetze, unter denen die beiden wichtigsten angeführt seien: Sind  $c_p$  und  $c_v$  die spezifischen Wärmen des Gases bei konstantem Druck und konstantem Volumen, so gilt für jedes Gas

$$c_p - c_v = \frac{R}{m}$$

und für die Energie der Masseneinheit des Gases folgt

$$u = c_v T + \text{const.}$$

Auch der bekannte umkehrbare *Carnotsche Kreisprozeß* wird hier behandelt, bei dem entweder Wärme zum Teil von höherer zu niedriger Temperatur übergeht, zum Teil in Arbeit verwandelt wird; oder bei dem Wärme von niedriger Temperatur zu höherer übergeht und zugleich Arbeit von außen geleistet wird.

An zweiter Stelle wendet Planck den ersten Hauptsatz auf *nicht homogene Systeme* an und gelangt so zu den folgenden wichtigen Sätzen der *Thermochemie*:

1. Die bei thermochemischen Prozessen nach außen abgegebene Wärme (die sog. *Wärmetönung* des Prozesses) ist gleich der Abnahme der Energie des Systems für Prozesse, die bei konstantem Volumen verlaufen.

2. Die Wärmetönung ist dagegen gleich der Abnahme der Gibbsschen Wärmefunktion  $U + pV$  für Prozesse, die bei konstantem Druck verlaufen (dabei sind  $U$ ,  $p$ ,  $V$  Energie, Druck und Volumen des Systems).

Der zweite Grundpfeiler, auf dem das Gebäude der Thermodynamik ruht, ist der *zweite Hauptsatz*. Er beschäftigt sich mit einer Frage, die der erste Hauptsatz gar nicht berührt, nämlich mit der Frage nach der *Richtung* eines in der Natur eintretenden Prozesses. Man kann bekanntlich alle Naturprozesse einteilen in *reversible* (die vollständig rückgängig gemacht werden können) und *irreversible*. Bei den reversiblen Prozessen ist der Anfangs- und Endzustand des Systems gewissermaßen gleichwertig. Bei irreversiblen Prozessen dagegen, die nur in *einer* Richtung verlaufen können, ist der Endzustand vor dem Anfangszustand durch eine gewisse Eigenschaft ausgezeichnet. Die Bedeutung des zweiten Hauptsatzes besteht nun gerade darin, daß er ein Kriterium dafür liefert, ob ein Prozeß reversibel oder irreversibel ist, und daß er dadurch die Frage beantwortet, in welcher Richtung ein Naturprozeß ablaufen kann. Der zweite Hauptsatz lehrt nämlich, daß sich für jedes abgeschlossene System eine bestimmte Zustandsgröße definieren läßt, die die Eigenschaft besitzt, bei reversiblen Änderungen des Systems konstant zu bleiben, bei irreversiblen Änderungen dagegen stets zu wachsen. Diese Größe heißt die *Entropie* des Systems. Man kann demnach mit Planck den zweiten Hauptsatz folgendermaßen formulieren: „Jeder in der Natur stattfindende physikalische und chemische Prozeß verläuft in der Art, daß die Summe der Entropien sämtlicher an dem Prozeß irgendwie beteiligter Körper vergrößert wird. Im Grenzfall, für reversible Prozesse, bleibt jene Summe ungeändert.“

Die Entropie  $S$  eines beliebigen Körpers, dessen Druck und Temperatur  $p$  und  $T$  sind, ist durch die Differentialgleichung

$$dS = \frac{dU + p dV}{T}$$

definiert, die die Änderung der Entropie ( $dS$ ) mit der Änderung der Energie ( $dU$ ) und des Volumens ( $dV$ ) verknüpft.

Die so definierte Größe  $S$  hat die Eigenschaft, bei adiabatischen (d. h. ohne Wärmezufuhr oder -abgabe erfolgenden) reversiblen Änderungen des Körpers konstant zu bleiben. Wird dagegen dem Körper bei der Temperatur  $T$  die Wärme  $Q$  zugeführt bzw. entzogen,

so wächst bzw. sinkt die Entropie des Körpers um  $\frac{Q}{T}$  (wenn die dabei eintretende Volumenänderung des Körpers in reversibler Weise erfolgt). Macht endlich — und das ist das Wesentlichste — der Körper eine Zustandsänderung durch, ohne in anderen Körpern Änderungen zu hinterlassen, so ist im Endzustand die Entropie entweder größer oder ebenso groß wie im Anfangszustand. Im ersten Falle ist der Prozeß irreversibel, im zweiten reversibel.

Aus der Kombination des ersten und zweiten Hauptsatzes lassen sich nun zunächst allgemeine Folgerungen ziehen, die die Bedingungen des Eintritts irgendeiner physikalischen oder chemischen Änderung betreffen. Diese *Bedingungen für den Ablauf eines Naturprozesses* lassen sich mathematisch stets dadurch ausdrücken, daß eine bestimmte Zustandsgröße des Systems zunimmt, abnimmt oder konstant bleibt. Der Prozeß wird daher *nicht* ablaufen, d. h. *es wird Gleichgewicht bestehen*, wenn diese Zustandsgröße ein Maximum oder Minimum besitzt. Man nennt diese Größe die *charakteristische Funktion* oder das *thermodynamische Potential*; sie hat verschiedene Formen, je nach den äußeren Bedingungen, unter denen das System steht. Bei *adiabatischen* Prozessen ist die Entropie selbst thermodynamisches Potential. Sie wächst oder bleibt konstant, je nachdem der Vorgang irreversibel oder reversibel ist. Gleichgewicht besteht daher, wenn die Entropie ein Maximum besitzt. Bei *isothermen* Vorgängen spielt die Rolle des thermodynamischen Potentials die von *Helmholtz* eingeführte *freie Energie*:

$$F = U - T \cdot S.$$

Verläuft der Prozeß — wie das bei den meisten chemischen Prozessen der Fall ist — ohne Arbeitsleistung oder -verbrauch, so nimmt die freie Energie ab oder bleibt konstant, je nachdem der Prozeß irreversibel oder reversibel ist. Im Gleichgewichtszustand ist die freie Energie ein Minimum. Bei *isothermen* Vorgängen endlich (d. h. bei Prozessen, die bei konstanter Temperatur und konstantem Druck verlaufen) ist das thermodynamische Potential die Größe

$$\phi = S - \frac{U + pV}{T};$$

sie nimmt zu oder bleibt konstant, je nachdem der Prozeß irreversibel oder reversibel ist. Der Gleichgewichtszustand ist daher durch ein Maximum von  $\phi$  charakterisiert.

Die Anwendungen, die Planck vom zweiten Hauptsatz auf spezielle Gleichgewichtszustände macht, sind so mannigfaltiger Natur, daß wir sie hier nur summarisch behandeln können.

An erster Stelle werden *homogene Systeme* betrachtet. Hier wird insbesondere die Theorie des *Joule-Kelvin-Effekts*, auf dem die Verflüssigung der Gase

beruht, eingehend diskutiert und ferner gezeigt, wie der zweite Hauptsatz zu einer exakten Definition und Messung der absoluten Temperatur eines Körpers führt.

An zweiter Stelle untersucht *Planck* die Gleichgewichtszustände einer Substanz in *verschiedenen Aggregatzuständen*. Hier ergeben sich die Gesetze der Schmelzung, Verdampfung und Sublimation und die Erscheinung des „Fundamentalzustandes“, bei dem alle drei Aggregatzustände einer Substanz nebeneinander existieren können.

An dritter Stelle betrachtet *Planck* Systeme, die aus *beliebig vielen unabhängigen Bestandteilen in verschiedenen Phasen* (d. h. verschiedenen räumlich aneinandergrenzenden Teilen) bestehen. *Planck* wählt als unabhängige „Zustandsvariable“ Druck, Temperatur und die Massen der unabhängigen Bestandteile und bestimmt demnach die allgemeine Gleichgewichtsbedingung, indem er das Maximum des hier in Frage kommenden thermodynamischen Potentials  $\phi$  aufsucht.

Besonders wichtig ist der Fall, daß man es mit zwei unabhängigen Bestandteilen und zwei Phasen zu tun hat, wobei der eine Bestandteil nur in der einen Phase vertreten ist. Hierher gehört z. B. die flüssige Lösung eines nicht-flüchtigen Salzes in Berührung mit dem reinen Lösungsmittel in dampfförmiger, fester oder flüssiger Form. (Im letzten Fall muß natürlich die Lösung von dem reinen flüssigen Lösungsmittel durch eine „semipermeable“ Wand getrennt sein.) Ist das reine Lösungsmittel als Dampf neben der flüssigen Lösung vorhanden, so folgt aus der Planckschen Gleichgewichtsbedingung die Abhängigkeit des Dampfdruckes von der Temperatur und von der Konzentration der Lösung, und die Abhängigkeit der Siedetemperatur von der Konzentration. Ganz analog ergibt sich, wenn das Lösungsmittel in festem Zustand neben der Lösung vorhanden ist, die Abhängigkeit des Gefrierpunktes der Lösung von Druck und Konzentration. Endlich folgen, wenn das Lösungsmittel in flüssiger Phase neben der Lösung vorhanden ist, die Gesetze des osmotischen Druckes. Bei geringer Konzentration, d. h. bei *verdünnten Lösungen*, ist sowohl der osmotische Druck wie die Dampfspannungsniedrigung, Siedepunkterhöhung und Gefrierpunkterniedrigung der Konzentration der Lösung proportional.

Alle diese Resultate, die *Planck* durch Spezialisierung der allgemeinen Gleichgewichtsbedingung gewinnt, sind abgeleitet aus der Abhängigkeit des thermodynamischen Potentials  $\phi$  von Druck und Temperatur.  $\phi$  hängt aber außerdem noch von den Massen der einzelnen Bestandteile des Systems (in den verschiedenen Phasen) ab. Erst wenn diese Abhängigkeit bekannt ist, lassen sich alle auf das Gleichgewicht bezüglichen Fragen vollständig beantworten. Dies ist vorläufig der Fall nur bei *idealen Gasen* und bei *verdünnten Lösungen*, denen *Planck* daher zwei besondere Kapitel widmet. Hat man eine Mischung idealer Gase, also eine einzige gasförmige Phase vor sich, so läßt sich  $\phi$  vollständig als Funktion von Druck, Temperatur und von den Zahlen aller in der Mischung vorhandenen Moleküle angeben. Die Gleichgewichtsbedingung für chemische Änderungen (d. h. Änderungen der einzelnen Molekülzahlen), die im System möglich sind, erweist sich dann identisch mit dem bekannten *Massenwirkungsgesetz* der Chemie. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den *verdünnten Lösungen*. Auch hier stellt das Massenwirkungsgesetz die Gleichgewichtsbedingung dar, und aus der Abhängigkeit der Konstanten des Massenwirkungsgesetzes von Druck und Temperatur folgen die van't Hoff'schen Formeln

für die Siedepunkterhöhung, die Gefrierpunkterniedrigung, die Dampfdruckerniedrigung und ferner die den Gasgesetzen durchaus analogen Gesetze des osmotischen Druckes.

Den Schluß des Planckschen Werkes bildet ein Kapitel über das von *Nernst* im Jahre 1906 aufgestellte *Wärmethorem*. Dieses Theorem füllt eine Lücke aus, die dadurch entsteht, daß in dem Ausdruck der Entropie eines beliebigen Körpers eine additive Konstante unbestimmt bleibt. Der Wert dieser Konstanten ist es, der durch das Nernstsche Wärmethorem festgelegt wird. Nach ihm ist die Entropie jedes chemisch homogenen festen oder flüssigen Körpers beim Nullpunkt der absoluten Temperatur selbst gleich Null. Die große Bedeutung dieses Satzes ist in den letzten Jahren durch seine Beziehungen zur Planck-Einsteinschen Quantentheorie noch erhöht worden. Aus der Reihe der Ergebnisse, die aus dem Nernstschen Wärmesatz folgen, sei hier angeführt, daß die spezifischen Wärmen und die Ausdehnungskoeffizienten aller festen und flüssigen Körper sich mit unbegrenzt abnehmender Temperatur unbegrenzt dem Werte Null nähern, und daß es ferner möglich ist, auch bei Gasen die Entropiekonstante (die sogenannte *chemische Konstante* des Gases) aus Dampfdruckmessungen exakt zu bestimmen.

F. Reiche, Berlin.

**Nippoldt, A., Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht.** Zweite verbesserte Auflage. Leipzig und Berlin, G. J. Göschen, 1912. 143 S., 16 Fig. und 7 Taf. Preis M. 0,90.

Der Verfasser, der als Mitglied des Kgl. Preuß. Meteorologischen Instituts, bei welchem er im magnetischen Observatorium zu Potsdam tätig ist, seit langen Jahren am Ausbau der Kenntnisse von dem Erdmagnetismus mitarbeitet, gibt uns einen guten Überblick über den Gegenstand und über den gegenwärtigen Stand der Theorien. Seine Schrift behandelt drei in engerem Zusammenhang miteinander stehende Zweige der Geophysik. Sie wird dem Physiker und auch sonst dem Freunde der Natur willkommen sein, und auch dem spezielleren Fachmann in ihrer übersichtlichen Zusammenstellung der Forschungsergebnisse gute Dienste leisten. Sein Gedankengang ist dabei der folgende:

Die drei „Elemente“ des Erdmagnetismus sind die Deklination, oder der Winkel, den die Ebene, welche durch das Lot und eine freiaufgehängte Magnetnadel gelegt wird, mit dem geographischen Meridian bildet, die Inklination, der Winkel, den eine solche Nadel mit der Horizontalebene bildet, und die Horizontalintensität, also diejenige Komponente der Totalkraft, die in der Horizontalebene liegt. Es wird die Bestimmung dieser Elemente aus den Beobachtungen gezeigt und der Unterschied zwischen absoluten und relativen Messungen betont. Die dazu erforderlichen Apparate, die magnetischen Theodoliten, die Inklinatorien, vor allem der Erdinduktor, und die Lokalvariometer, darunter der Biedlingmaiersche Doppelkompaß, werden beschrieben. Es folgt eine Schilderung der zeitlichen Veränderung dieser Elemente und der sie registrierenden Instrumente, der Variometer, von denen Unifilarmagnetometer, Bifilarmagnetometer, die Lloydsche Wage und die Feinmagnetometer von *Eschenhagen* hervorgehoben werden. Es gibt gegenwärtig 46 Observatorien, welche stündliche Werte aller Elemente veröffentlichen können, daneben 26 andere. Internationale Kooperationen und die großzügigen Untersuchungen und Expeditionen der *Carne-*

gie Institution sind vor allem bemüht gewesen und bemüht, die Weltmeere magnetisch zu vermessen, dazu kommen die eingehenden magnetischen Landesaufnahmen der einzelnen Staaten. Es folgt eine Schilderung der gegenwärtigen räumlichen Verteilung der magnetischen Elemente, die durch eine Isogonenkarte und eine Isodynamenkarte unterstützt wird. (Es wäre wünschenswert gewesen, wenn auch eine Karte der magnetischen Meridiane hätte geboten werden können.) Die Lage der Magnetpole der Erde wird dabei zu  $69^{\circ} 18' N$ ,  $96^{\circ} 17' W$  und zu  $72^{\circ} 25' S$  und  $154^{\circ} O$  angegeben. Bei der Schilderung der mathematischen Theorie des Erdmagnetismus wird die grundlegende Theorie von *Gauß*, und ihr weiterer Ausbau durch *Ad. Schmidt* und durch *v. Bezold* geschildert. *Gauß* zeigte, wie man ohne irgendwelche Annahmen oder Kenntnisse über die Verteilung des Magnetismus in der Erde lediglich aus Beobachtungen auf der Erdoberfläche die magnetische Kraftwirkung für jeden Punkt der Erdoberfläche berechnen könne. Durch die Berechnung selbst zeigte er, daß der überwiegende Teil der Kräfte innerhalb der Erdoberfläche gelegen sei. *Ad. Schmidt* führte auf Grund des verbesserten Beobachtungsmaterials der Neuzeit eine Neuberechnung aus, in der er zeigte, daß etwa  $\frac{1}{40}$  der erdmagnetischen Kräfte äußeren Ursachen zugeschrieben werden kann, und *v. Bezold* stellte die Theorie der *Isanomalien* auf. Es zeigte sich, daß der *regelmäßige* Anteil einer gleichmäßig magnetisierten Kugel entspricht, während das sehr viel schwächere *unregelmäßige* Feld 8 Pole hat, deren Ursache in der Verteilung von Wasser und Land zu sehen ist, außerdem sind noch regionale Störungen und lokale Magnetpole vorhanden. Auf drei Karten sehen wir die Ergebnisse der magnetischen Landesaufnahme von Deutschland, bei welcher besonders die große Störung in den Provinzen Ost- und Westpreußen auffällt.

Ein zweiter Teil behandelt eingehend die *Variationen*, also die täglichen, jährlichen, vieljährigen und sonstigen periodischen Schwankungen der Elemente des Erdmagnetismus und zeigt ihren engen Zusammenhang mit der gegenseitigen Bewegung von Sonne und Erde oder aber mit der veränderlichen Sonnentätigkeit (Sonnenflecke, Fackeln). Die unperiodischen, plötzlichen Störungen sind die Folgen derselben Naturkräfte wie die periodischen Schwankungen, nur daß die Kräfte in diesem Falle explosionsartig wirken. Von den periodischen Variationen sind die täglichen am größten. Wie *L. A. Bauer* und *A. Schuster* gezeigt haben, sind die Ursachen dieser Variationen vornehmlich im äußeren Feld der Erde zu suchen. Auch die Verdienste von *Fritsche* und *v. Bezold* um die Theorie der täglichen Variationen werden geschildert. Die jährliche Variation ist klein, verglichen mit der täglichen. Von besonderem Interesse ist bei der Schilderung der Störungen das Eingehen auf die von *Eschenhagen* und *Nippoldt* untersuchten Elementarwellen. Die Erklärungsversuche der erdmagnetischen Erscheinungen kommen zu folgendem Ergebnis. *Die Variationen der erdmagnetischen Erscheinungen sind durch eine Kathodenstrahlung seitens der Sonne hervorgerufen, welche Strahlung in dem endlosen Raum in ihrer ungestörten Fortpflanzung durch die Erde gehindert wird und dabei in deren Nähe Kräfte entwickelt und auslöst, die magnetische Wirkungen äußern.* Den beharrlichen Magnetismus können wir heute noch nicht auf Grundlage der Kathodentheorie erklären, doch ist zu erwarten, daß auch dies einmal möglich sein wird. Beziehungen der erdmagnetischen Variationen zu den meteorologischen sind nicht vorhanden, denn jene Höhen, in denen die wirksamen

Kathodenstrahlen absorbiert werden, sind weit außerhalb jener Luftschichten, innerhalb derer das tägliche Wetter abläuft, hingegen ist ein, wenn auch recht geringer Einfluß des Mondes und der Planeten vorhanden, der natürlich kein direkt magnetischer ist, sondern auf dem Umweg wirkt, daß er den Sonneneinfluß hemmt oder beeinträchtigt, oder die Sonnentätigkeit, die ja zerstörend wirkt, steigert.

Zur elektrischen Erklärung des beharrlichen Magnetismus bedarf es der Annahme von nicht allzustarken elektrischen Strömen, die innerhalb des Erdkörpers oder höchstens auf seiner Oberfläche von Ost nach West fließen. Dies gibt dem Verfasser Veranlassung, in einem zweiten kürzeren Teil den *Erdstrom* zu behandeln und die Beobachtungsmethoden und Ergebnisse zu schildern. Bis jetzt sind zahlreiche horizontale und vertikale Erdströme beobachtet worden, wobei lange Leitungen ein ganz anderes, weil von örtlichen Störungen freieres Bild gezeigt haben als kurze. Die Spannung des natürlich vorhandenen Erdstroms beträgt bis zu 1 Volt pro Kilometer. An magnetisch gestörten Tagen ist auch der Erdstrom gestört und zwar unregelmäßig mehr, auch ist ein ausgesprochener täglicher Gang zu konstatieren. Doch sind diese beobachteten Erdströme nicht die Ursache des Erdmagnetismus selbst, es bestehen vielmehr nach den Untersuchungen von *L. Steiner* die folgenden Beziehungen. Der nordsüdlich verlaufende Erdstrom ist hervorgerufen von der Ostkomponente des Erdmagnetismus, während die östliche Komponente des Erdstroms als die Ursache der magnetischen Variation angesehen werden kann.

Auf den letzten Seiten des inhaltreichen Büchleins wird dann das *Nordlicht* behandelt. Wir lernen seine Erscheinungsform (Fäden, Strahlen, Dunst, Bänder, Krone und Draperien) kennen, hören, daß es in der Zone größter Häufigkeit 100 mal im Jahr beobachtet wird, in Deutschland aber nur zweimal, und lernen, daß es allgemeine Nordlichter gibt und nur lokal sichtbare. Die Höhe schwankt nach Beobachtungen zwischen 23 km und mehr als 3000 km. In diesen Höhen spielen sich infolge des Eindringens der von der Sonne ausgehenden Kathodenstrahlen die oft wunderbaren Lichterscheinungen ab, die wir Nordlicht nennen. Auch bei ihnen können wir tägliche und jährliche Perioden der Häufigkeit wahrnehmen, und es ist der Erdmagnetismus oder vielmehr sind es seine Störungen, die das Polarlicht beeinflussen und nicht etwa umgekehrt.

E. Schütz, Bremen.

## Botanische Mitteilungen.

### Inhaltskörper der Pflanzenzellen.

In Nr. 24 (1913) dieser Zeitschrift ist bereits von den bisherigen Resultaten der *botanischen Chondriosomenforschung* die Rede gewesen.

Den Chondriosomen der Pflanzenzellen ist besonders lebhaftes Interesse seitens der Cytologen zugewandt worden, seitdem *Lewitsky*, *Guilliermond* und *Pensa* jene neu entdeckten Inhaltskörper mit den längst bekannten Chromatophoren in Beziehungen gebracht haben. So groß wie das Interesse, mit dem die Erforschung der Chondriosomen in Angriff genommen worden ist, bleibt auch heute noch die Unsicherheit im Urteil über Entwicklungsgeschichte und Physiologie der Gebilde: sind die Chondriosomen Vorstufen der Chromatophoren? entwickeln sich die Chondriosomen kontinuierlich, d. h. in der Weise, daß Chondriosomen immer nur aus Chondriosomen sich ableiten? und was bedeuten sie im Haushalt der Zelle?

Es ist gewiß eine bemerkenswerte Tatsache, daß die

Chondriosomen in Form und Größe so außerordentlich verschieden sein können; derartige weitgehende Variationen treten bei den bisher bekannten und bereits gut erforschten plasmatischen Organen der Pflanzenzelle nicht auf. Es sind daher die Erwägungen sehr beachtenswert, welche Löwischin<sup>1)</sup> unlängst den Chondriosomen gewidmet hat: Form und Größe, Struktur, Entwicklung und mikrochemisches Verhalten haben die Chondriosomen mit den Myelinformen gemeinsam, und es scheint keineswegs ausgeschlossen, daß die in den Pflanzenzellen gefundenen zellorganähnlichen Chondriosomen oder Mitochondrien nichts anderes sind, als Myelinformen von Phosphatidproteinen der Zelle. Das physiologische Interesse, welches die Chondriosomen verdienen, bliebe ihnen — falls Löwischins Deutung das richtige trüfe — natürlich ungeschmälert erhalten; von den Chromatophoren aber, mit welchem sie in Verbindung gebracht werden sollten, wären sie weit abzurücken. — Daß Chromatophoren und Chondriosomen von vornherein Gebilde verschiedener Art seien, ist Rudolphs Auffassung<sup>2)</sup>, die in neuester Zeit durch die Mitteilungen Scherrers<sup>3)</sup> für ein Lebermoos, *Anthoceros Husnoti*, ihre Bestätigung gefunden hat. Scherrer hat mit einem zweifellos sehr günstigen Objekt gearbeitet, mit einem Moos, dessen Zellen nur je einen Chromatophoren beherbergen, und dessen Beschaffenheit in vieler Beziehung die Erzielung sehr klarer mikroskopischer Bilder garantierte. In allen Zellen der Gametophyten wurden Chondriosomen gefunden, nur in den Scheitelzellen, deren Chromatophoren wohl entwickelt sind, fehlten sie vollständig. Die Kontinuität in der Entwicklung der Chromatophoren ließ sich in allen Stadien deutlich erkennen; nirgends aber haben die Chondriosomen zu ihnen die früher vermuteten Beziehungen.

Übrigens ist die Ausstattung der Gametophytenzellen mit Chondriosomen, wie Scherrer fand, eine sehr ungleiche: in den Zellen des Sporangonfußes und seiner Nachbarschaft, in der Nähe der Nostoc-Kolonien, in den Stiel- und Wandzellen der Antheridien sind Chondriosomen reichlich zu finden; vielleicht hängt diese lokale Anhäufung mit besonders regem Stoffwechsel jener Zellen zusammen. —

Wenn Peklos Angaben über die Herkunft der Aleuronkörner im Getreidekorn<sup>4)</sup> sich bestätigen sollten, würde unser Wissen von Entwicklung, Physiologie und Biologie der Getreidefrucht und überhaupt der Getreidepflanzen auf eine ganz neue Basis gestellt werden müssen. Die überraschenden Mitteilungen des Prager Forschers laufen im wesentlichen darauf hinaus, daß die Aleuronkörner der Getreidefrucht — sowohl die in der sog. Aleuronschicht liegenden als auch die im Scutellum oder in anderen Teilen des Embryos nachweisbaren — das Produkt eines mit der Graminee symbiotisch vereinigten Pilzes sind. Bei der Untersuchung unreifer Weizenkörner gelang es Peklo, im Inhalt der „Aleuronzellen“ dicke, vielfach geschlungene Pilzhyphen aufzudecken, Hyphenverbindungen zwischen benachbarten Aleuronzellen zu finden und in den auf der Oberfläche der Pilzhyphen haftenden Körperchen die typischen Aleuronkörner des Weizenkornes zu er-

kennen. Peklo nimmt an, daß der Pilz auch bei der Aktivierung des Stärkegehaltes der Getreidekörner stark beteiligt ist. K.

### Aus der Gesellschaft für Erdkunde.

Am 6. Dezember sprachen Hauptmann Koch aus Kopenhagen und Dr. Alfred Wegener, Privatdozent der Geographie an der Universität Marburg, in der Gesellschaft für Erdkunde über ihre Durchquerung Grönlands und deren wissenschaftliche Ergebnisse.

Koch gab zunächst einen historischen Überblick über die bisherigen Versuche, in das Innere Grönlands vorzudringen. 1870 und 1883 machte Nordenskiöld von der Diskobucht einige vergebliche Vorstöße. 1886 mußte auch Peary unverrichteter Sache wieder umkehren. 1888 gelang es Nansen zum ersten Male in 38 tägiger Wanderung vom Godthaab-Fjord 65° N über das Inlandeis an die Ostküste zu gelangen. In den Jahren 1892/93 und 1895 durchquerte Peary den nördlichsten Teil Grönlands, das Hayes- und Hall-Land, ca. 80° N, mehrfach. 1909 unternahm de Quervain einen 230 km weiten Vorstoß ins Innere. Dann folgten eine ganze Reihe erfolgreicher Expeditionen von Koch, Rasmussen und de Quervain.

Am 1. Juli 1912 brach die aus Koch, Wegener, einem dänischen Seemann Larson und einem isländischen Bauern Vigfus bestehende Expedition mit dem kleinen Dampfer „Godthaab“ auf und landete ihre Ausrüstung teils in Danmarkshavn, teils bei Stormkap, Germanialand, etwa 77° N.

Sie versuchten dann sofort sowohl zu Lande mit ihren 15 isländischen Packpferden, als auch zu Wasser mit Hilfe eines Motorbootes und eines großen eisernen Prahms dem Inlandeis möglichst nahe zu kommen. Dabei stellten sich außerordentliche Schwierigkeiten ein, die Pferde liefen weg und konnten nur zum Teil wieder eingefangen werden, das Motorboot strandete usw. Die Folge aber war, daß es nicht möglich war, die 20 000 Kilogramm schwere Ausrüstung vor Einbruch des Winters bis in das Königin-Louise-Land zu transportieren. So sahen sie sich gezwungen, ein vorläufiges Winterquartier auf dem Storström aufzuschlagen, nachdem sie das ganze Gepäck unter den größten Anstrengungen auf den Gletscher gebracht hatten. In diesem Quartier fanden sie Gelegenheit, das Kalben eines großen Gletschers in solcher Nähe zu beobachten, daß fast die ganze Expedition dabei verunglückt wäre. Es ist dies das erste Mal, daß das Kalben in einer Nähe gesehen wurde, welche eine zuverlässige Beobachtung aller dabei auftretenden Erscheinungen gestattete. Koch gab davon eine so außerordentlich lebendige Schilderung, daß alle seine Zuhörer kaum zu atmen wagten, daß alle glaubten, dieses großartige Naturschauspiel selbst zu erleben. Jedesmal, wenn sich die Flut in den bedeckten Fjord hineinwälzte, ging unter mächtigem Krachen eine erhebliche Spaltenbildung vor sich, so daß Koch schon mit der nächsten Springflut das Kalben erwartete. Als diese dann in der Nacht kam, wurden die Expeditionsteilnehmer von dem unbeschreiblichen Tosen und Lärmen brechender Eisberge, aneinander stoßender Schollen, zermalmter Eisblöcke usw. geweckt. In der Dunkelheit sah Koch, daß unmittelbar vor dem Zelt ein Rieseneisberg losgebrochen und von den nachdrängenden Eisschollen vollkommen umgekippt wurde, so daß er fast das ganze Winterquartier unter sich begraben hätte. Als es dann hell wurde, erkannte man, daß der schwimmende Teil des Gletschers mehrere hundert Meter weit bis unmittelbar

<sup>1)</sup> Löwischin, A. M., „Myelinformen“ und Chondriosomen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 203.

<sup>2)</sup> Siehe Naturwissenschaften 1913, a. a. O.

<sup>3)</sup> Scherrer, A., Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros*. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 493.

<sup>4)</sup> Peklo, J., Über die Zusammensetzung der sogenannten Aleuronschicht. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 370.

vor das Zelt abgebrochen war und daß sich noch jenseits des Zelttes eine große Zahl breiter tiefer Spalten gebildet hatte, in denen der größte Teil des Gepäcks verschwunden war. Zum Glück gelang es der Expedition, alles wieder zu bekommen und von hier aus das endgültige Winterquartier „Borg“ zu beziehen. Dabei fiel Koch in eine 12 m tiefe Gletscherspalte und brach ein Bein, so daß er drei Monate an das Krankenbett gefesselt wurde. Die Überwinterung verlief trotz tiefer Temperaturen, bis  $-50^{\circ}$ , recht gut. Zum Schluß wurden kleine Expeditionen nach dem Königin-Louisenland unternommen, um einen geeigneten Weg zu suchen und sich mit der bisher unerprobten Reismethode mit den isländischen Pferden vertraut zu machen. Am 20. April 1912 brach die Expedition zu ihrem Vorstoß auf. Auf dem Inlandeise angelangt, wurden alle Pferde bis auf fünf erschossen, welche dazu ausersehen waren, die auf große Schlitten geladene Ausrüstung über die auf etwa 1200 km veranschlagte Strecke zu ziehen. Am 6. Mai 1912 wurde auf etwa  $27^{\circ}$  W der letzte Nunatak, die letzte eisfreie Bergspitze, gesichtet. Anfangs war das Wetter sehr schlecht. Heftige Westwinde und starke Schneestürme bereiteten Menschen und Tieren große Unbequemlichkeiten. Einmal mußte die Expedition 12 Tage lang festliegen. Bald aber ließ das Stürmen und Wehen nach und im Innern Grönlands herrschte bei etwa  $-30^{\circ}$  völlige Windstille. Die Seehöhe betrug nach vorläufigen Berechnungen zwischen 2500 und 3000 m, so daß hier die dünne Luft bereits erhebliche Beschwerden bereitete. In den Morgenstunden herrschte in der Regel dichter Nebel, welchen die Sonne erst gegen Mittag vertreiben konnte. Dann machte sich aber die sehr intensive Sonnenstrahlung in der allerempfindlichsten Weise geltend. Die größte Höhe wurde in  $74^{\circ} 30' N$  und  $43^{\circ} W$  erreicht. Es zeigte sich, daß die Wasserscheide in dieser Breite mehr nach dem Westen gerückt ist, während die früheren Expeditionen, welche Grönland etwas südlicher durchquert hatten, den Eisscheitel nahe dem östlichen Rande des Inlandeises gefunden hatten. Dadurch gewinnt die Vermutung an Wahrscheinlichkeit, daß Grönland nicht aus einem einzigen, sondern aus mehreren Eiszentren besteht.

Je weiter man jetzt nach Westen vorrückte, desto regelmäßiger traten wieder Winde, und zwar südöstliche Winde, auf, bis es möglich war, Segel auf die Schlitten zu spannen und sich eines Pferdes nach dem anderen zu entledigen. Die Segelschlitten haben sich ganz hervorragend bewährt. Die Fahrt ging oft so schnell, daß die Schlitten gebremst werden mußten. Am 2. Juli 1912 kam das erste Land wieder in Sicht und am 4. Juli war die Expedition in schneller Talfahrt dem westlichen Eisrand bis auf 6 km nahegekommen. Die Überwindung der Randzone bereitete noch große Schwierigkeiten und es kostete wegen der durch Schneeschmelze zerrissenen Oberfläche und wegen der geschwollenen Gletscherbäche volle zwei Wochen, bis man Upernivik erreichte.

In einem zweiten Vortrage machte Dr. Alfred Wegener einige kurze Mitteilungen über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition. Das gesamte Material ist in gemeinsamer Arbeit gesammelt worden. Die Bearbeitung werden Koch und Wegener sich jedoch teilen. Koch übernimmt das glaziologische und Wegener das ganze übrige Material. Die Mitteilungen zeigen, daß das umfangreiche Programm vollständig und in überaus befriedigender Weise erfüllt worden ist.

Zunächst wurde das Blaubänderproblem eingehend studiert und es gelang, ganz neue Erkenntnisse durch ein reiches Beobachtungsmaterial, welches durch prachtvolle Aufnahmen gestützt wird, zu belegen. Es wurde der Beweis erbracht, daß die Blaubänder nichts anderes als Systeme von Verwerfungsspalten im Eise darstellen und daß sie durch Reibung der so entstandenen Flächen entstehen. Eine weitere außerordentlich wichtige Beobachtung dürfte die Frage der Physik der Gletscherbewegung und der Plastizität des Eises im Innern der Gletscher entscheiden. In dem Winterquartier „Borg“ hatte die Expedition einen 24 m tiefen Schacht in das Eis gegraben und in diesem regelmäßig Temperaturen gemessen. Da die Expedition nun dank ihrer systematischen meteorologischen Arbeiten während des ganzen Winters in der Lage war, die Beobachtungen der meteorologischen Station, welche ein ganzes Jahr in Danmarkhavn gearbeitet hatte, an ihr eigenes auf „Borg“ gewonnenes Material anzuschließen, so konnte man die mittlere Jahrestemperatur feststellen und fand dabei, daß die Temperatur im Eise abnimmt, bis sie in einer gewissen Tiefe — hier sind es 6—7 m — die mittlere Jahrestemperatur erreicht und daß die Temperatur von hier an dann sehr langsam wieder zunimmt. Daraus ergab sich eine ausgezeichnete und überaus einfache Methode, die mittlere Jahrestemperatur für eine beliebige Station im Innern Grönlands zu ermitteln. Es wurde einfach ein 6—7 m tiefer Schacht ins Eis getrieben und die Temperatur direkt gemessen. Alle diese Messungen werden durch reiches, regelmäßig dreimal täglich gesammeltes Material ergänzt, so daß es sicher gelingen dürfte, ein ziemlich zuverlässiges Bild von den klimatischen Verhältnissen der bereisten Gebiete zu erhalten. Die Schneehöhe wurde in der westlichen und östlichen Randzone auf 1 m ermittelt, während sie im zentralen Teil höchstens einen Betrag von 0,5 m erreichen dürfte.

Außer diesen zeitraubenden Beobachtungen wurde noch eine ganze Fülle von Arbeiten erledigt. Es gelang zum ersten Male, in größerer Anzahl Photographien von Luftspiegelungen herzustellen, es wurden zahlreiche kinematographische Aufnahmen von Nordpolarlichtern gemacht, dann gelang es ebenfalls zum ersten Male Beobachtungen über die Polarisation des atmosphärischen Lichtes photographisch festzuhalten, so daß die Höhe des neutralen Punktes direkt auf dem Bilde gemessen werden kann, es wurden eine große Anzahl von mikrophotographischen Aufnahmen von Formveränderungen an Schneekristallen gemacht, kurz eine solche Fülle von wichtigem Material gewonnen, daß man der endgültigen Bearbeitung mit großer Spannung entgegensehen muß. Nansen hat diese Expedition eine der bedeutendsten Taten arktischer Forschungsarbeit genannt und die Gesellschaft für Erdkunde hat die beiden Forscher durch Verleihung der Karl-Ritter-Medaille ausgezeichnet.

Mi.

#### Berichtigung.

In meinem Aufsatz „Pansymbiose“ (Heft 50 der Naturwissenschaften, vom 12. Dez. 1913) sind auf Seite 1224, 2. Spalte, zwei sinnstörende Fehler stehen geblieben: Zeile 5 von oben soll es heißen „Pflanzenzellen“ statt Pflanzenteilen und Zeile 19 von unten soll es heißen „Kohlhydraten“ statt Kohlenwasserstoffen.

Paul Kammerer.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

# HANDWÖRTERBUCH DER NATUR- WISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Prof. Dr. E. Korschelt-Marburg (Zoologie), Prof. Dr. G. Linck-Jena (Mineralogie und Geologie),  
Prof. Dr. F. Oltmanns-Freiburg (Botanik),  
Prof. Dr. K. Schaum-Leipzig (Chemie), Prof. Dr. H. Th. Simon-Göttingen (Physik),  
Prof. Dr. M. Verworn-Bonn (Physiologie) und Dr. E. Teichmann-Frankfurt a. M. (Hauptredaktion)

**Acht Bände vollständig!**

Soeben erschienen:

## Neunter Band: „Selenologie — Transformatoren“.

Mit 988 Abbildungen im Text. (VII, 1292 Seiten. Lex.-Form.) 1913.

Ferner liegen vollständig vor:

**Bd. I—IV: Abbau — Gewebe.** 4927 Seiten mit 3577 Abbildungen.

**Bd. VI—VIII: Lacaze-Duthiers — Sekretion.** 3555 Seiten mit 2756 Abbildungen.

**Preis jedes Bandes: 20 Mark, in Halbfranz geb. 23 Mark.**

Bereits in der ersten Hälfte des Jahres 1914 wird das ganze Werk fertig vorliegen. — Die Lieferungsangabe ist erschienen bis Lieferung 68.

Das ganze Werk wird 80 Lieferungen zum Preise von je 2 Mark 50 Pf. umfassen bzw. in 10 Bänden vollständig werden.

**Der Gesamtpreis ist 200 Mark, gebunden 230 Mark.**

Die erste Lieferung kann von jeder Buchhandlung zur Ansicht vorgelegt werden; ein Probeheft (mit 32 Seiten Text) wird kostenfrei geliefert.

Mehr als 300 Mitarbeiter sind es, die ihr Bestes dazu beitragen, um eine Enzyklopädie der Naturwissenschaften in bisher unbekannter Art zu schaffen. Die einzelnen Artikel sind von Gelehrten verfaßt, die gerade in dem von ihnen bearbeiteten Spezialgebiet besonders bewandert sind. In gedrängter Form geben also hier vorzügliche Sachkenner Ueberblicke über die einzelnen Wissenszweige der Naturwissenschaften.

Überall in der ganzen gebildeten Welt ist dieses umfassende Werk mit lebhafter Freude begrüßt worden. Es ist mit einer Schnelligkeit erschienen, wie sie bisher kaum bei irgendeinem Sammelwerk ähnlicher Art erreicht worden ist, und hat sich dadurch von vornherein besondere Sympathien erworben. Zugleich bietet gerade dieses rasche Erscheinen die Gewähr für die größtmögliche Einheitlichkeit des Ganzen und die Berücksichtigung der neuen Forschungsergebnisse in allen Bänden des Werkes.

Natur und Kultur, 10. Jahrg., Nr. 20, v. 15. Juli 1913:

Das gewaltige Werk schreitet erfreulich rasch fort. Mit wirklichem Stolz überblicken wir die nun kompletten fünf Bände, mit Freude und Dank aber ganz besonders vom Standpunkt der Redaktion aus, der sie unschätzbare Dienste leisten.  
Dr. V ö l l e r.

Apotheker-Zeitung, Nr. 72 vom 6. September 1913:

So zeigen auch die vorliegenden Lieferungen, das dürfte die Beispiele beweisen, daß das deutsche naturwissenschaftliche Schrifttum in dem Handwörterbuche um ein hervorragendes Werk bereichert werden wird. Wem daran liegt, sich über den heutigen Stand der verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften einen der allgemeinen Bildung entsprechenden Rat und Auskunft zu holen, den dürfte das großzügig verfaßte Werk in jeder Beziehung befriedigen.

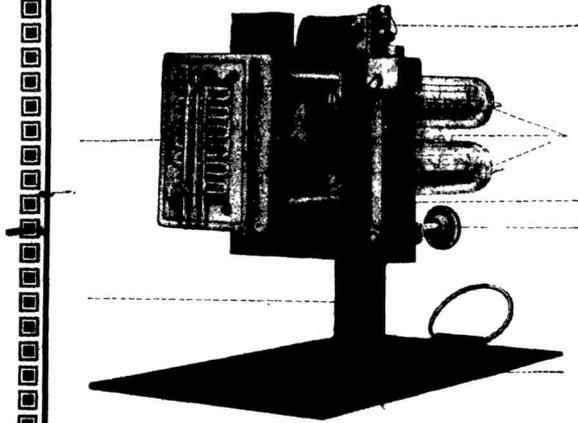
Zeitschrift für positivistische Philosophie, 1. Jahrg. 1913, 2. Heft:

Lassen wir das imposante Werk in seiner Gesamtheit und vor allem in seiner Grundidee auf uns wirken, so müssen wir bekennen, daß hier, getragen von der Idee des Zusammenhangs der naturwissenschaftlichen Einzelgebiete unter sich und von der Überzeugung, daß die Naturwissenschaft eine einheitliche Wissenschaft ist, nicht nur ein bloßes naturwissenschaftliches Nachschlagewerk, das jede gewünschte spezialwissenschaftliche Auskunft zu erteilen vermag, sondern zugleich eine großzügige naturwissenschaftlich-naturphilosophische Enzyklopädie von eigener, bisher noch unbekannter Art geschaffen worden ist. Ein Werk, das lediglich durch seine Existenz schon den einseitigen Spezialisten veranlassen wird, ja muß, wenigstens ab und zu seine Augen über die engen Grenzen seines Fachgebietes zu erheben und seine Forscherarbeit an den großen Zielen der Gesamtnaturforschung zu orientieren.

Wir werden übrigens nach Erscheinen des Schlußbandes noch einmal Gelegenheit nehmen, das nicht nur für den naturwissenschaftlichen Fachgelehrten, sondern auch für jeden naturwissenschaftlich Interessierten wertvolle Werk ausführlich zu besprechen.  
M. H. B a e g e.

# Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen



Neue  
Preisliste  
für  
Projektions-  
Lampen

erschienen.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

## Biochemisches Handlexikon

Herausgegeben von

Professor **Dr. Emil Abderhalden**

Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S.

### VIII. Band (1. Ergänzungsband)

Gummisubstanzen, Hemicellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Huminstoffe, Stärke, Dextrine, Inuline, Cellulosen, Glykogen, Die einfachen Zuckerarten und ihre Abkömmlinge. Stickstoffhaltige Kohlenhydrate. Cyklosen. Glukoside. Fette und Wachse. Phosphatide. Protagon. Cerebroside. Sterine. Gallensäuren.

Bearbeitet von

**Andor Fodor**-Halle a. S., **Dionys Fuchs**-Budapest, **Ad. Grün**-Aussig,  
**Géza Zemplén**-Budapest.

Preis M. 34.—; in Halbleder gebunden M. 36.50

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.