

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0391

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

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 45.

8. November 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Wundverlauf und Wundbehandlung speziell bei
Kriegsverletzungen. Von *Dr. Th. Naegeli*,
Bonn. S. 649.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raum-
problem. Von *Dr. Hilda Geiringer*, *z. Zt. Berlin.*
(Schluß.) S. 653.

Besprechungen:

Braun-Blanquet, *Jos.*, Eine pflanzengeographische
Exkursion durchs Unterengadin und in den
schweizerischen Nationalpark, und Bähr, *Joh.*,
Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton
Tessin). Von *L. Diels*, *Berlin-Dahlem.* S. 658.

Hofmann, *Karl A.*, Lehrbuch der anorganischen
Experimentalchemie. Von *R. J. Meyer*,
Berlin. S. 658.

Förster, *Hans*, Bäume in Berg und Mark sowie
einigen angrenzenden Landesteilen im Arbeits-
gebiet des Bergischen Komitees für Natur-
denkmalpflege. Von *E. Küster*, *Bonn.* S. 659.
Jaeger, *F. M.*, Lectures on the principle of
symmetry and its applications in all natural
sciences. Von *A. Johnsen*, *Kiel.* S. 660.

Biologische Mitteilungen:

Die Wirkung der Versalzung der Gewässer auf
ihre Fauna. Moderne Fragen der Elektrotherapie.
S. 661—663.

Astronomische Mitteilungen:

Die Anziehung eines unendlichen Sternsystems.
Kinetische Gastheorie und Fixsternsystem.
S. 663—664.

Elektrische Heizkissen

Type H

heilen durch dauernde Wärme

Drei Wärmegrade

—
Kein Zuheisswerden

—
Winziger Stromverbrauch



Sorgsame Herstellung

der

Fabrik Dr. Heilbrun

Berlin-Nowawes

Zu kaufen in jedem guten elektrischen und ärztlichen Geschäft

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. 23/24.

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

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 80 Pf. für die einspaltige Poststelle angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	24	maliger Wiederholung
	10	20	40	40%	Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-54. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Ärztliche Behelfstechnik

Bearbeitet von

Th. Fürst-München, R. Hesse-Graz, H. Hübner-Elberfeld, O. Mayer-Wien,
B. Mayrhofer-Innsbruck, K. Potpeschnigg-Graz, G. von Saar-Innsbruck,
H. Spitzzy-Wien, M. Stolz-Graz, R. von den Velden-Düsseldorf

Herausgegeben von

Dr. Günther Freiherr von Saar

Privatdozent für Chirurgie in Innsbruck

Mit 402 Textabbildungen — Preis M. 24.—; gebunden M. 26.80 .

Außerdem wurde eine Feldpost-Ausgabe in 3 Teilen hergestellt. Preis M. 26.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G.m.b.H. CÖLN a.Rh.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

8. November 1918.

Heft 45.

Wundverlauf und Wundbehandlung speziell bei Kriegsverletzungen.

Von Dr. Th. Naegeli,

Assistenzarzt der chirurgischen Universitäts-Klinik Bonn.

Eine jede sachgemäße Wundbehandlung setzt die genaue Kenntnis der normalen Vorgänge sowie der Störungen der Wundheilung voraus. Wieviel von der richtigen ersten Beurteilung und entsprechenden Versorgung einer Wunde abhängt, hat uns von neuem dieser Krieg gezeigt, wo die primäre gut ausgeführte Wundrevision und -behandlung für das Schicksal von Tausenden entscheidend war. Einige allgemeine Bemerkungen und Definitionen seien erst vorausgeschickt.

Nicht jede Verletzung führt streng genommen zu einer Wunde. Unter einer solchen verstehen wir im allgemeinen nur eine *traumatische Verletzung, die mit einer Durchtrennung der äußeren Decken—Haut oder Schleimhaut—verbunden ist.* (Marchand.) Da es sich in der Regel um gefäßhaltige Teile handelt, so erfolgt dabei meist eine Blutung. Alle übrigen Kontinuitätstrennungen von Weichteilen, Knochen usw. werden nicht als Wunden bezeichnet (Knochenbruch, Lungen-, Leberrupturen, Geschwüre usw.). *Einfache Wunden* sind frische scharfrandige Durchtrennungen von Haut- und Unterhautzellgewebe ohne nachweisbare Verunreinigungen, während alle mit Verletzungen der tiefer gelegenen Teile und größeren Oberflächen, Gefäßen, Nerven, sowie Substanzverlusten verbundene zu den *komplizierten* gehören. Die Bezeichnung nach ihrer Entstehung ist nach Marchand empfehlenswerter: Hieb-, Schnitt-, Stich-, Schuß-, Riß-, Quetschwunde usw.

Unter *Heilung* einer Wunde verstehen wir die dauernde Wiedervereinigung der getrennten Teile, im besten Fall mit *Wiederherstellung des früheren Zustandes* (Restitutio ad integrum). Da stets infolge der Verwundung Gewebsteile zugrunde gehen, kann eine Heilung nur durch einen *Ersatz*, eine *Neubildung* an Stelle des zerstörten Gewebes zustande kommen.

Der *Verlauf* der Heilung gestaltet sich natürlich verschieden, je nach der *Natur des verletzten Gewebes*, der *Art der Verletzung*, dem *Verhalten der getrennten Teile* zu einander sowie *nachträglichen Einwirkungen* auf die Wunde. Vollwertiger *Ersatz*, d. h. vollständig gleichwertige Neubildung kommt nur selten zustande. Das Gewebe, das unter günstigsten Voraussetzungen die Vereinigung herbeiführt, entspricht meist nicht genau

dem ursprünglichen und bleibt lange Zeit oder dauernd als *Narbe* erkennbar.

In all den Fällen, wo die Wundränder durch größere Zwischenräume, durch Auseinanderklaffen, durch abgestorbenes Gewebe, geronnenes Blut und dergl. getrennt werden, kann die Heilung erst nach allmählicher Ausfüllung durch neugebildetes Gewebe und nach Beseitigung der „Fremdkörper“ erfolgen. Heilung solcher Wunden ist stets unvollkommen. An Stelle des Zerstörten tritt minderwertiger Ersatz durch sog. *Narben- oder Granulations-Gewebe*. Die Verbindung wird dadurch wiederhergestellt, der Defekt ausgefüllt, die ehemaligen Bestandteile aber weder anatomisch noch funktionell ersetzt. Zwischen den Extremen vollständiger Wiederherstellung und grober Narbenbildung gibt es alle denkbaren Übergänge. Sind größere Körperabschnitte, ganze Extremitäten in Wegfall gekommen, so versagt die Regenerationskraft, es findet beim Menschen kein Ersatz statt. Bei niederen Tieren (Amphibien) sowie im Embryonalstadium ist die Regenerationsfähigkeit eine viel größere.

Auf die feinen histologischen Vorgänge im einzelnen einzugehen, würde zu weit führen. Stets handelt es sich dabei um Neubildungsprozesse der Art, daß diese an das *lebende Zellprotoplasma* einzelner Zellen, bzw. an noch erhalten gebliebene Reste kernhaltigen Protoplasmas gebunden werden.

Dabei gilt als allgemein gültiges Gesetz, daß Neubildung eines Gewebes stets nur von dem Gewebe der gleichen Art ausgeht. Selbst bei der kleinsten Wunde kommt es also nicht zu einer direkten Verbindung der durchtrennten Teile, die ja meist so geschädigt sind, daß sie absterben. Die Neubildung, die zum Ersatz führt, ist nur so geringfügig, daß sie bei gewöhnlicher Betrachtung ganz zurücktritt. *Marchand* gebührt das Verdienst, uns in seinem ausgezeichneten Werke über Wundheilung genauer über die einzelnen Vorgänge unterrichtet zu haben.

Praktisch wichtig ist die Unterscheidung zwischen *primärer, direkter* und *sekundärer oder indirekter Heilung*. Nach *Marchand* tritt erstere auf als Heilung durch einfache Epithelregeneration bei Kontinuitätstrennungen oder Defekten der Deckepithel, als Heilung durch direkte Vereinigung von Wunden ohne Substanzverlust, endlich als Heilung unter dem Schorf (primärer Schorf). Diese direkten Heilungsarten, besonders die direkte Vereinigung (Operationswunden) werden als *Heilung per primam intentionem* bezeichnet. Die Sekundärheilung spielt sich an offenen Wunden, an größeren Defekten auch ev. unter

dem Schorf (sekundärer Schorf) ab. Meist geht sie mit Eiterung einher und wird *Heilung per secundam intentionem* genannt.

Bei der *primären Wundheilung* kommt es infolge Ausschwitzens eines Wundsekretes zur Bildung einer dünnen Fibrinschicht, die die Wundränder miteinander verklebt. Im Anschluß daran spielen sich all die Vorgänge entzündlicher und regenerativer Art ab, die zur definitiven Vereinigung und zum Ersatz des Defektes führen. Die Vorgänge bei der *sekundären Heilung*, die wir z. T. makroskopisch verfolgen können, sind die nämlichen, aber erheblich gesteigerten. Das neu sich bildende Keimgewebe, das hier frei zutage liegt, wird wegen seines Aussehens als *Granulationsgewebe* bezeichnet. Der Wundbelag wird nach einigen Tagen von kleinen roten Körnchen (Granula) durchbrochen, von denen jedes einem schlingenförmig in die Exsudatschicht gewucherten und von Keimgewebe umgebenen Gefäßstämmchen entspricht. Durch ständiges Wachstum wird der fibrinöse Belag und die nekrotischen Gewebspartien gelöst und verdrängt, so daß schließlich die ganze Wunde bis zur Oberfläche mit dem jungen sehr gefäßreichen Gewebe ausgefüllt wird. Von ihrer Oberfläche wird ein eiterähnliches Exsudat abge sondert, das mechanisch reinigend, gleichzeitig bakterizid wirkt. Von den Wundrändern aus erfolgt die Überhäutung mit Epidermis in Form eines bläulichen Saumes, der sich langsam nach der Mitte hin vorschiebt. Das Aussehen der Granulationen erlaubt uns Schlüsse auf die Wundheilung. Nur frisch rote, körnige, leicht blutende sind gesund. Allzu üppig wachsende — wildes Fleisch — stellen der Epidermisierung mechanische Hindernisse entgegen. Sie müssen daher abgetragen werden. Da das neugebildete Gewebe — seiner Aufgabe entsprechend — sehr blutreich ist, die Gefäße sich aber später zurückbilden und ein derbes Bindegewebe entsteht, kommt es zur *Schrumpfung*, eine Gefahr, die bei jeder Wundheilung berücksichtigt werden muß (Kontraktur usw.). Außer diesen histologisch-morphologischen spielen sich aber bei jeder Wundheilung auch *chemische Stoffwechselvorgänge* ab. Es ist verständlich, daß der Wundstoffwechsel ein anderer sein muß, wie der physiologische Zell- und Gewebestoffwechsel, kommen doch die einzelnen Teile unter ganz andere Bedingungen wie im normalen Zustand.

„Kein Wundheilungsvorgang verläuft ohne die sehr wesentliche Beteiligung der Wundfermente an den Stoffwechselvorgängen im Wundgebiet.“ (v. Gaza.)

Die Hauptaufgabe jeder *Wundbehandlung* besteht darin, die Wundheilung zu unterstützen. Deshalb ist sie von den verschiedensten Momenten abhängig und erfordert ein streng *individuelles Vorgehen*. In erster Linie haben wir den *Allgemeinzustand* des Verletzten zu berücksichtigen. Wichtig ist ferner der Zeitpunkt, in dem die Wunde in ärztliche Behandlung kommt,

Art und Stelle der Verletzung, ihr Aussehen u. dergl. mehr. Schwer ausgeblutete sind als solche jeder Verletzung gegenüber widerstandsloser wie andere; glatte Schnittwunden in jeder Hinsicht viel ungefährlicher wie Quetschwunden. Tangentiale Schädelschüsse sind mit Rücksicht auf das darunter liegende oft mitbetroffene Gehirn prognostisch ernster zu bewerten wie *ceteris paribus* Tangentialschüsse an Extremitätenknochen. Dies erläutern nun einige Beispiele.

Im großen ganzen hängt der weitere *Verlauf* einer jeden Wunde — besonders im Kriege — und damit auch das Schicksal der Verwundeten vom Ausbleiben oder Eintreten einer manifesten *Infektion* ab. Sie zu *verhüten* oder aber zu *beherrschen*, ist demnach das Wichtigste bei der Wundbehandlung. Mit der Durchtrennung der schützenden Haut oder der Schleim- und serösen Häute ist die Möglichkeit des Eindringens von krankheits-erregenden Mikroorganismen gegeben. Für die weitere Beurteilung des Ablaufs der Infektion nach Schußverletzungen müssen wir streng unterscheiden zwischen den Verletzungen des Magen-Darmkanals bzw. anderer bakterienhaltiger Organe, bei denen es sich in der Hauptsache um eine Infektion mit im Körper selbst angezüchteten Keimen handelt, und der großen Masse der übrigen Wunden, bei denen das Infektionsmaterial im wesentlichen aus der Außenwelt stammt. (*Schöne.*)

Im folgenden werden wir uns vorwiegend mit der letztern Gruppe befassen. Hier unterscheiden wir zwischen einer *primären* Infektion, wobei die Bakterien sofort bei der Verletzung mit dem Fremdkörper in die Tiefe gerissen werden, und einer *sekundären*, bei der durch die offene Wunde später aus der Umgebung (Luft, Se-Exkrete usw.) die Keime in sie gelangen.

Die *sekundäre Infektion* bei primär nicht infizierten Wunden verhüten wir am besten mit einem aseptischen *Deckverband*. Mechanische Reinigung der Wundumgebung gehört natürlich zu den grundsätzlichsten Vorbedingungen. Sekundäre Infektion bei primär infizierten Wunden spielt eine untergeordnete Bedeutung. Bei Bekämpfung der letzteren wird auch die erstere verhindert.

Weit wichtiger ist die *primäre Infektion* und ihre Behandlung. Die Gefahr derselben hängt größtenteils von der Art der Verletzung ab. Dies hat uns in eklatantester Weise dieser Krieg wieder gezeigt. Aus der Friedenspraxis war uns bekannt, daß Schnitt- und Schußwunden mit bezug auf die Infektion meist harmlose Verletzungen darstellen. Noch v. Bergmann lehrte die Schußwunden trotz ihres Keimgehaltes in praktischem Sinne als nicht infiziert zu betrachten. Die Kugel galt infolge ihrer Eigenwärme als steril. In der Tat ergaben auch bakteriologische Untersuchungen von Projektilen aus diesem Feldzuge, nach Læwen-Hesse, daß Infanteriegeschosse in den ersten 13 Stunden steril sind, während an Schrapnellkugeln und Granatsplintern auch bei frühzeitiger *Extrak-*

tion meist Bakterien nachzuweisen sind. Im Stellungskrieg überwiegen aber je länger je mehr Artillerieverletzungen, Minen- und Granatenwunden schwerster Art. Fast stets handelt es sich um schwere Zertrümmerungen und ausgedehnte Quetschungen der Gewebe, Wunden, die ausnahmslos als infiziert angesehen werden müssen. Eine weitgehende Zersetzung der betroffenen Gewebe, eine hochgradige Beschmutzung der Wunde durch mitgerissene Erde, Tuchfetzen und dergl. mehr, ausgedehnte thermische Schädigung des Gewebes im Bereich des Schußkanals und seiner weiteren Umgebung, all diese Momente sind die günstigsten Vorbedingungen für die Entwicklung anaërober und aërober Bakterien. Natürlich kommt man hierbei mit den einfachen Maßnahmen, wie sie in früheren Kriegen genügten, nicht mehr aus. Solche Wunden können nicht sich selbst überlassen, konservativ behandelt werden.

Seit den klassischen Tierversuchen von *Friedrich* wissen wir, daß fast jede Wunde bis ungefähr 6—8 Stunden nach der Verletzung als örtlicher Prozeß aufzufassen ist. Diese Zeit braucht das Infektionsmaterial, um aus der Außenweltform zum infizierenden Virus auszuweichen. „Die Auskeimung ist sonach zwischen der 6. und 8. Stunde im Infektionsgebiet als dem Abschluß nahe oder abgeschlossen zu betrachten. Die Keimaufnahme in die Lymphbahnen und damit die Generalisierung im Organismus beginnt oder kann beginnen.“ Durch Abtragung des mit Erde oder Staub beschmutzten Verletzungsgebietes auf 1 bis 2 mm im Gesunden gelang es *Friedrich*. Tiere am Leben zu erhalten, bis zur sechsten Stunde mit Sicherheit, bis zur achten in ungleichmäßiger Weise, während die Kontrolltiere starben. Diese rein mechanische *Anfrischungdesinfektion* hat ihre zeitlichen und anatomischen Grenzen. Ihr zuliebe können wir nicht rücksichtslos funktionell wichtige Organe und Gewebe — Nerven, Gefäße usw. — opfern. Auch kann sie natürlich nur bei relativ frischen Wunden (12 bis 20 St.) ausgeführt werden. Gerade das zeitliche Intervall von Verletzung und manifester Infektion ist großen Schwankungen unterlegen. Im allgemeinen werden wir in den meisten Fällen innerhalb der ersten 12, oft aber auch bis zu 24 und noch mehr Stunden aktiv eingreifen. Nach den neuesten klinischen Untersuchungen von *Schöne* hat es sich gezeigt, daß beim Menschen im Fall einer Schußverletzung die Inkubationszeit der Infektion sehr viel größeren Schwankungen unterworfen ist, als es in *Friedrichs* speziellen Versuchen beim Meerschweinchen der Fall war. Jedenfalls kann nach *Schöne* die Infektion von der dritten Stunde ab zu jeder Stunde des ersten Tages und noch später ihre Auskeimung soweit vollendet haben, daß un-zweifelhafte Anzeichen der entzündlichen Reaktion in Erscheinung treten. Es ist ja klar, daß die Länge der Inkubationszeit von der Qualität und Quantität des infizierenden Materials abhängen muß, dann von der Beschaffenheit der Wunde und

vom Allgemeinzustand des Verwundeten. Diese sind aber viel mannigfaltiger als beim experimentellen Versuch. In der Beurteilung der Wunde und damit in unserem operativen Handeln sind wir im wesentlichen, außer auf Puls und Temperaturbestimmung, auf die allgemein-chirurgischen und die speziellen Kriegserfahrungen angewiesen. Die ersten Anfänge der Infektion lassen sich häufig klinisch nicht mit Sicherheit feststellen, da alle Zeichen dafür nachschleppen.

Aus diesen Erfahrungen, sowohl experimentellen wie klinischen, leitet sich die jetzige „vorbeugende operative Wundbehandlung“ ab. Nur aktives operatives Vorgehen, eine möglichst frühzeitige, richtige Wundversorgung kann hier etwas erreichen. *Garré* hat deshalb wohl als erster eine aktive und individualisierende Wundbehandlung in diesem Kriege empfohlen (*Brüsseler Chirurgenkongreß 1915*) und dabei folgendes Postulat aufgestellt: „Jede Granatwunde sollte im Feldlazarett sobald wie angängig in allen ihren Winkeln freigelegt, alle Taschen und Verstecke durch weite Einschnitte zugänglich gemacht, Hämatome gespalten, in der Ernährung gestörtes Gewebe beseitigt bzw. weggeschnitten werden. Die Wunde ist tüchtig auszuwaschen (trocken oder mit einem Antiseptikum), sodann ist durch sorgfältige lockere Tamponade oder Drainage für Abfluß des Wundsekretes zu sorgen.“ Wie ganz anders lauten diese Grundsätze im Vergleich zu dem von *v. Bergmann* aufgestellten Schema der „Schablone“, zu dem konservativen Okklusivverband früherer Kriegswunden.

Die primäre radikale Gewebsexzision bei ausgedehnten Quetschwunden, die mit zu den wichtigsten Aufgaben gehört, hat aber noch nach einer zweiten Seite hin ihre Bedeutung. Es gibt Verwundete, die in den ersten Tagen sterben, ohne daß dabei klinisch eine Infektion verantwortlich zu machen ist. Auch starker Blutverlust usw. kommen nicht in Frage. *Sauerbruch* glaubt eine sterile Resorption aus den Zertrümmerungsherden annehmen zu müssen in Übereinstimmung mit den Versuchen von *Heyde*, der in gewissen Fällen von Verbrennung aseptische Gewebsresorption als Todesursache annimmt. *Naegeli's* Versuche mit autolytisch veränderten Organen haben im Tierexperimente diese Annahme gestützt. Praktisch ist diese sterile Resorption kaum von der septischen zu trennen und spielt auch eine viel geringere Rolle. Sie darf aber deshalb nicht außer Auge gelassen werden.

Es handelt sich also bei der primären Wundversorgung im Felde um ein frühzeitiges aktives chirurgisches Vorgehen, das jede Wunde einer sorgfältigen Revision unterzieht. *Herstellung möglichst einfacher glatter Wundränder, Entfernung allen nekrotischen autolytisch-toxisch wirkenden zu Infektion disponierenden Gewebes, mechanische Reinigung der Umgebung und der Wunde von Schmutz, Sorge für gute Ableitung entzündeten Exsudats, Verhütung von Druck und Spannung der Gewebe*, das sind die Grundele-

mente einer zweckmäßigen und erfolgreichen Wundbehandlung.

Unterstützt wird diese mechanische Wundtoilette, die wir stets als das wichtigste einer jeden Wundbehandlung ansehen, durch die *chemische Antisepsis*. Nach *C. Brunners* Versuchen an Meerschweinchen gelingt es schon durch chemische Desinfektion allein (Jodpräparate) weit über die Inkubation hinaus Tiere, die mit Tetanusbazillen tödlich infiziert waren, zu retten. Kombinierte er jene mit der mechanischen, so waren die Resultate noch weit bessere. *Naegelis* Versuche bestätigten diese Tatsache, zeigten aber auch, daß bei gleichzeitiger Gewebsschädigung der Wunde durch Kauterisation die Jodwirkung eine bedeutend geringere war. Auch hieraus geht u. E. die Wichtigkeit mechanischer Desinfektion, der Exzision des geschädigten Gewebes zur Genüge hervor. Außer den Jodpräparaten wurden besonders Chlorlösungen, H_2O_2 , neuerdings auf Grund der Morgenrothschen Untersuchungen Chininverbindungen mit gutem Erfolg angewandt. Kommen die Wunden erst viel später in ärztliche Behandlung, dann begnügt man sich mit den in diesem Stadium angezeigten Maßnahmen. Natürlich darf die *Allgemeinbehandlung* nie vernachlässigt werden. Auf Einzelheiten einzugehen würde zu weit führen.

Hängt der weitere Verlauf dieser Wunden großenteils von der ersten Wundversorgung ab, so ist nichtsdestoweniger die spätere Behandlung von großer Bedeutung. Die zweitwichtigste Aufgabe besteht in der Anlegung eines richtigen Verbandes, d. h. in der *Ruhigstellung* der Wunde. Von ausschlaggebender Bedeutung ist sie für Knochen- und Gelenkschüsse. Meist erfüllen diesen Zweck gut angelegte, nach ihren speziellen Aufgaben modifizierte Gipsverbände am besten. Später ist der Berücksichtigung der Funktion die gebührende Aufmerksamkeit zuzuweisen. Reichliche Morphiumgaben unterstützen die Ruhigstellung besonders beim Lungenschuß am besten, wie überhaupt das Morphium in den ersten Tagen für die Verletzten von nicht zu ersetzendem Nutzen ist.

Die Behandlung von Verletzungen aller übrigen Körperteile und Organe erfordert im einzelnen die chirurgischen Maßnahmen, die durch jene bedingt sind. Dies sind aber zu speziell chirurgische Fragen, um sie hier ausführlicher zu erörtern.

Zur Ruhigstellung im weitern Sinne gehört auch die *Vermeidung* jedes frühen *Transportes*. Wo irgend zugänglich, sind Schädel-, Lungen-, Bauchschüsse mindestens 3 Wochen im selben Lazarett zu behalten. Andere Verletzungen dürfen nur unter zuverlässiger Fixation — wie das an Extremitäten meist möglich ist — abtransportiert werden. Beim *Verband* haben wir zwei Punkte zu berücksichtigen. Einmal dient er dem *Schutz* der Wunde gegen alle Schädigungen von außen her und wirkt durch Verdunstungsbehinderung regenerationsbefördernd. *Bier* hat neuerdings besonders auf die Vorteile der subkutanen Regeneration hingewiesen. In zweiter Linie kommt ihm

bei stark sezernierenden Wunden die Aufgabe der *Aufsaugung* des Sekretes zu. Der Art des Verbandes im einzelnen, d. h. der Frage der offenen oder geschlossenen Wundbehandlung kommt eine untergeordnetere Bedeutung zu. Offen werden wir in allgemeinen frische Verletzungen dann behandeln, wenn Infektionsentwicklung droht und deshalb erst gute ständige Kontrolle notwendig ist. Bei reichlich jauchiger Zersetzung erübrigt die offene Behandlung einen oft schädlichen Verbandswechsel, gleichzeitig hat die austrocknende Wirkung von Licht und Luft eine günstige Wirkung. Der gewöhnliche Deckverband dient einmal dem Schutz der Wunde, in Form des feuchten Verbandes erzeugt er eine gewisse Hyperämie und erleichtert die Aufsaugung von zähem Sekret. Die Salbenverbände kommen besonders in späteren Stadien zur Anwendung, um auf Granulationen oder Epidermisbildung einzuwirken. Einzelheiten der *Pharmakologie* der Wundbehandlung, die auf der Physiologie und Pathologie der Wundheilung basiert, können hier nicht näher berücksichtigt werden. Es stellt dies ein besonderes Kapitel der Wundbehandlung dar, das von anderer Seite besprochen wird. (Vgl. Zur *Pharmakologie* der Wundbehandlung von *Loewe* und *Magnus*.)

Bei jedem Verbandwechsel haben wir uns darüber klar zu sein, daß er ein gewisses Trauma darstellt. Stets geht er mit einer Verletzung des frischen Granulationsgewebes einher, stets bedingt er eine Störung der Ruhe der Wunde und birgt damit die Gefahren der Propagation der Infektion. Ein Wiederanstiegen der vorher normalen Temperatur beweist uns die Richtigkeit dieser Annahme. Allgemeinzustand, Fieber- und Pulscurve, lokales Aussehen der Wunde bzw. der Granulationen und dergl. mehr, Geruch und Beschaffenheit des Eiters geben uns Fingerzeige dafür, wie oft nachgesehen werden muß. Nur eine große Erfahrung in deren Beurteilung läßt uns den goldenen Mittelweg finden. Die Höchstleistung einer solchen aktiven Behandlung besteht in der primären Exzision und primären Naht, die zur primären Heilung führt (*Hufschmid-Eckert*, *Fründ* u. a.). Erreicht wird dadurch ein schonender Heilverlauf, eine ganz wesentliche Abkürzung der Heilungsdauer und eine glatte meist lineäre Narbe. Bei richtiger sachkundiger Auswahl lassen sich noch weit über 12 Stunden alte Wunden so behandeln (*Fründ*). Die Ausschaltung toter Hohlräume erleichtert dem zurückgebliebenen gesunden Gewebe den Kampf mit den noch vorhandenen Mikroorganismen, und erklärt damit das Nichtausbrechen der Infektion. Daß man diese mit der Exzision radikal entfernt, wird stets ein frommer Wunsch bleiben. Als allgemeine Behandlungsweise kommt sie aber zurzeit nicht in Frage. Dazu sind ihre Gefahren zu groß. Statt einer Entspannung der Wunde, statt der Ermöglichung des Abflusses nach außen wird die Infektion, wenn sie nicht radikal ausgeschaltet, in die Lymphbahnen gepreßt: schwerste Phlegmonen,

Sepsis und dergl. mehr sind die Folgen. Wenn irgendwo so ist hier reiche chirurgische Erfahrung notwendig. Etwas ungefährlicher ist die sogenannte *Sekundärnaht*, wo infektiösvverdächtige Wunden erst am 3., 4., 5. Tag durch Naht geschlossen werden, in einem Zeitpunkt, wo die Beurteilung derselben viel leichter ist.

Handelt es sich schließlich um eine *Allgemein-Infektion*, dann ist leider auch heute noch unsere Therapie an den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit angelangt. Dies zu verhüten, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Behandlung der Verletzten. Die Fortschritte der modernen Kriegschirurgie liegen also auf dem Gebiet der *Prophylaxe*. Die *Chirurgie des Krieges soll in erster Linie eine Chirurgie der Prophylaxe der Wundinfektion sein* (Garré). Darin wird sie unterstützt in der hervorragenden Wirkung prophylaktisch angewandter Sera, wie sie im Kampfe mit dem Wundstarrkrampf so glänzende Erfolge erzielt.

Aber selbst wenn wir den Verwundeten über die ersten gefährlichen Wochen gebracht, drohen ihm in gewissen Fällen noch Gefahren. Sie sind einmal bedingt durch die sogenannte *latente Infektion*. Wir verstehen darunter ein Wiederaufklackern eines klinisch nicht mehr manifesten Herdes. Erklären läßt sich dieser Vorgang nur so, daß in den alten Narben um Fremdkörper herum Bakterien zurückgeblieben; infolge schwartiger Abkapselung ganz eingeschlossen waren. Ein späterer Eingriff (plastische Verbesserung, Gefäß- oder Nervenoperation) führt zur Mobilisation dieser Keime durch Eröffnung der derben Narben und damit zur Möglichkeit der Propagation im Körper. Schwere Eiterungen anlässlich solcher Operationen ebenso wie Spättetanusfälle lassen sich nur so erklären.

Schließlich ist noch der Defekte zu gedenken, die der Körper aus eigenen Kräften nicht zu ersetzen vermag. Mit Hilfe der Transplantation, mit der Überpflanzung, der Pfropfung entsprechender Gewebe (Haut, Sehnen, Nerven, Gefäße usw.) gelingt manchmal funktionell vollwertiger Ersatz. Gerade die moderne Chirurgie hat auf diesem Gebiete Erstaunliches geleistet. Wenn auch dieses Mittel versagt, bleibt uns noch totes Material in Form der Prothesen. Anhangsweise seien diese Fragen nur kurz gestreift. Sie gehören nicht zu den gewöhnlichen Wundheilungsprozessen, sondern stellen viele kompliziertere Vorgänge dar. Mit ihnen gemein haben sie nur das, daß sie dem Ersatz verloren gegangener Gewebe oder Körperteile dienen und deshalb hier erwähnt wurden.

Die Leistungsfähigkeit dieser modernen Wundbehandlung zeigt sich am besten in ihren Erfolgen. Nach *Schjernings* Mitteilungen vom 2. Kriegschirurgenkongreß 1916 sind 86,6 % aller in den Feld- und Kriegslazaretten und 90,1 % aller in der Heimat Behandelten dienstfähig geworden und nur 1,5 % der in den Heimatlazaretten Aufgenommenen gestorben.

Die nichteuklidischen Geometrien und das Raumproblem.

Von Dr. Hilda Geiringer, z. Zt. Berlin.
(Schluß.)

III.

Beziehungen des Problems zur Philosophie.

Ohne auf alle sich hier bietenden Probleme einzugehen, weisen wir nur hin auf die schon oft hervorgehobene Widerlegung gewisser Kantscher Anschauungen durch die Tatsache der Existenz der nichteuklidischen Geometrie. Es folgt aus ihrer Existenz, daß wir nicht zugeben können, daß die Axiome der Geometrie in der gegebenen Form unseres Anschauungsvermögens begründet seien; denn wenn wirklich eine Anschauung a priori im Kantschen Sinne existiert, so kann sie nur eine einzige Form besitzen, es wäre dann nur *eine* Geometrie möglich. Da es aber mehrere Geometrien gibt, so folgt, daß nicht gerade „der Raum, wie sich ihn der (Euklidische) Geometer denkt, ganz genau die Form der inneren sinnlichen Anschauung ist, die wir a priori in uns finden“. (*Kant, Prolegomena.*) Wenn von philosophischer Seite die mathematischen Möglichkeiten der nichteuklidischen Geometrie nicht mehr bestritten werden, ihre Unanschaulichkeit aber betont wird, so ist darauf zunächst zu sagen, daß Anschauung zum größten Teil Übungssache ist, vor allem aber an die Arbeiten *Helmholtz'* zu erinnern, in denen er zeigt, „wie man aus den bekannten Gesetzen unserer sinnlichen Wahrnehmungen die Reihe der sinnlichen Eindrücke herleiten kann, welche eine sphärische oder pseudosphärische Welt uns geben würde, wenn sie existierte; auch dabei treffen wir nirgends auf eine Unfolgerichtigkeit oder Unmöglichkeit, ebensowenig wie in der rechnenden Behandlung der Maßverhältnisse“. Und „wenn wir es zu irgend einem Zwecke nützlich finden, so könnten wir in vollkommen folgerichtiger Weise den Raum, in welchem wir leben, als den scheinbaren Raum hinter einem Konvexspiegel mit verkürztem und zusammengezogenem Hintergrunde betrachten; oder wir könnten eine abgegrenzte Kugel unseres Raumes, jenseits deren Grenzen wir nichts mehr wahrnehmen, als den unendlichen pseudosphärischen Raum betrachten“. Auf verschiedene von philosophischer Seite gebrachte Einwände geht *Voß* („Das Wesen der Mathematik“ pag. 90 ff.) ein.

Nichteuklidische Geometrie und Physik.

Wir haben am Schluß des Abschnittes II wieder an das früher verlassene Fundamentalproblem der Beziehungen von Geometrie und Physik gestreift, welches wir nun nach Kenntnis der nichteuklidischen Gedankengänge wieder aufnehmen wollen.

Ist der Raum, in dem wir leben, euklidisch oder nichteuklidisch? In dieser groben Form läßt sich die Frage nicht beantworten. Wir müssen uns da an das eingangs (S. 634) Gesagte erinnern,

daß unsere ganze Naturwissenschaft, speziell unsere Lehre vom Raum, ein Bild der Wirklichkeit liefert, im Spiegel unserer physiologischen Konstitution und ausgesprochen in unseren logischen Begriffsbildungen. Sind wir uns aber einmal über diese Voraussetzungen klar geworden, so wird bis zu einem gewissen Grad wenigstens prinzipiell eine Antwort auf unsere Frage gegeben werden können.

Poincaré hat wiederholt darauf hingewiesen, daß selbst die Eigenschaft des Raumes, die uns als die fundamentalste scheint, nämlich die Dreidimensionalität wesentlich mit unserer physiologischen Konstitution zusammenhängt. Er führt unter anderem das Beispiel *de Cyons* an von den japanischen Feldmäusen, die nur zwei Paare von halbkreisförmigen Nervenkanälen im Ohre haben, und die somit den Raum möglicherweise für zweidimensional halten müßten und fragt sich nun, wie die von einem solchen denkenden Wesen ausgebaute Geometrie und Physik wohl aussehen würde. Freilich läßt er es dahingestellt, ob solche Wesen mit einem zweidimensionalen oder vierdimensionalen Bilde der Verteilung bestehen und sich gegen die hundert Gefahren, denen sie ausgesetzt wären, verteidigen könnten. Dies führt uns zu der weiteren Tatsache, daß nicht nur unsere physiologische Konstitution, sondern auch praktische Zwecke unsere instinktive Raumvorstellung formen; bekannt ist ja das Beispiel von den Brillenträgern, die eigentlich ganz andere Entfernungen usw. sehen, sich aber bald zugleich mit der neuen Brille an die neue Interpretation gewöhnen und trotz der falschen Bilder die Entfernungen richtig beurteilen. Und *Poincaré* erzählt von Jägern, die es verstehen, Fische unter Wasser zu fangen, „obgleich das Bild des Fisches infolge der Strahlenbrechung höher erscheint, als der Fisch sich in Wirklichkeit befindet, die es also gelernt haben, ihren ererbten Richtungsinstinkt instinktiv abzuändern“. Gehen wir weiter zu der von *Mach* und *Poincaré* wiederholt gebrachten Vorstellung eines mehr oder minder der Bewegungsfreiheit beraubten, an den Boden geketteten Wesens; wir besitzen die Fähigkeit, unseren „erweiterten“ Raum bald auf die Position A, als Anfangslage gedacht, bald auf die Position B, die er einige Minuten später einnimmt, zu beziehen, nehmen also unbewußt in jedem Augenblick eine Koordinatentransformation vor. „Jenem Wesen fehlt aber diese Fähigkeit, in jedem Augenblick ist ihm sein Achsensystem aufgezwungen und es hält den Raum für absolut, weil es nicht auf die Reise gehen kann.“ Und *Mach*: „Könnte der Mensch wie ein festsitzendes Seetier seinen Ort nicht verlassen und seine Orientierung nicht wesentlich ändern, so würde er schwerlich jemals zur Vorstellung des euklidischen Raumes gelangen. Sein Raum würde sich zum euklidischen ungefähr so verhalten wie ein triklinen zu einem tesserale Medium, derselbe würde immer anisotrop und begrenzt bleiben.“

Haben wir uns an diesen Beispielen klar gemacht, daß es keinen Sinn hat, zu fragen, wie der Raum „wirklich“ ist, sondern höchstens wie er für eine gewisse physiologische Konstitution und gewisse Lebensverhältnisse sich darstellt, so müssen wir noch auf die zweite ebenso fundamentale Abhängigkeit unseres Raumbildes von unseren logischen Begriffen und Definitionen kommen. „Nur über Begriffe, deren Inhalt wir selbst bestimmt haben, erstreckt sich unsere logische Herrschaft.“ Und so stehen wir nun vor der Aufgabe der „Inhaltsbestimmung“. Wir können gewisse Gebilde „Gerade“ nennen und die Euklidische Geometrie verwenden, wir können andere Gebilde „Gerade“ nennen und die nichteuklidische Geometrie verwenden. Es ist eben dem Raume weder euklidische noch nichteuklidische Struktur eigentümlich, „ebensowenig wie es einer Strecke eigentümlich ist, nach Kilometern gemessen zu werden, nicht aber nach Meilen“¹⁾. Oder wie es ihr eigentümlich ist, *AB* und nicht *CD* genannt zu werden²⁾. Nun aber kommt ein Gesichtspunkt in Betracht, der diese auf die Nomenklatur bezügliche Willkür scheinbar einschränkt, freilich nur um einer anderen Willkür Platz zu machen. Wir können nämlich einwenden, daß die Euklidische „Gerade“ wichtiger ist als die nichteuklidische, weil sie von gewissen natürlichen Gegenständen, z. B. einem Lichtstrahl, einem gespannten Seil weniger abweicht. Wir können also aus solchen Gründen übereinkommen, der Euklidischen Geraden einen gewissen Vorzug einzuräumen und die gleiche Tatsache lieber euklidisch mit Euklidischen Geraden, als nichteuklidisch mit nichteuklidischen Geraden zu beschreiben, oder schließlich als in irgend welcher logisch einwandfreien, aber praktisch ungemein komplizierten Geometrie. Nun tritt aber noch die neue Frage an uns heran, die nach der näherungsweise Identifizierung der physikalischen Objekte mit den logischen Objekten unseres Systems. Ein Lichtstrahl „ist“ natürlich weder eine Gerade noch ein Kreisbogen, sondern es handelt sich darum, ob er so reagiert, daß er besser mit dem einen oder anderen Begriff identifiziert werden kann (innerhalb der Fehlergrenzen). Wüßten wir etwa, daß bei einem aus drei Lichtstrahlen gebildeten Dreieck die Winkelsumme stets 180° ergibt, so würden wir ohne Bedenken den Lichtstrahl Gerade nennen und die Euklidische Geometrie anwenden; wenn wir aber an die Möglichkeit einer von 180° verschiedenen Winkelsumme denken, so können wir entweder die Lichtstrahlen Gerade nennen und die nichteuklidische Geometrie anwenden, oder unter Anwendung der Euklidischen Geometrie die Lichtstrahlen Bögen nennen. Wir können eben die Identifizierung zwischen den physikalischen und geometrischen Begriffen bis zu einem gewissen Grade willkürlich vornehmen, und wenn wir uns früher klar ge-

¹⁾ Schlick.

²⁾ Poincaré.

macht haben, daß die Frage nach der Struktur des „mathematischen“ Raumes an sich sinnlos ist, indem dieser prinzipiell auf jede beliebige Art ausgemessen werden kann, so ist uns jetzt klar, daß die Frage nach der Struktur des physikalischen Raumes durch gewisse Definitionen präzisiert werden muß. Haben wir aber z. B. einen Lichtstrahl als physikalische Gerade definiert, so können wir nun allerdings fragen, ob diese physikalischen Geraden ein Euklidisches oder nicht-euklidisches Dreieck bilden.

Waren diese beiden Gesichtspunkte von prinzipieller Bedeutung selbst für die idealsten Meßwerkzeuge giltig, so ist schließlich der Tatsache zu gedenken, daß unsere Beobachtungen eben keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen können. Nun sind aber die zu konstatierenden Variationen des Krümmungsmaßes auf jeden Fall innerhalb des zugänglichen Beobachtungsfeldes sehr klein. Die Beobachtung ist ungenau, die Formulierung zwingt zur Präzision und zu einer der Anschauung fremden Präzision. Was für die Anschauung hier fast zusammenfällt, trennt begrifflich zwei Welten voneinander, und die verhältnismäßig beobachtungsfremde Entscheidung trägt in unsere komplizierte Frage ein neues Moment der Willkür.

Nachdem wir uns also die Voraussetzungen unserer naiven Frage klar gemacht haben, nämlich, daß sie nur gestellt werden kann unter Voraussetzung einer gewissen, verhältnismäßig konstanten, physiologischen Konstitution und entsprechenden Lebensverhältnissen, daß sie abhängig ist von unserer mathematischen Nomenklatur, von unserer physikalischen Nomenklatur, von der verhältnismäßig willkürlichen Identifikation beider, endlich von der Genauigkeit unserer Meßwerkzeuge, die mit der Genauigkeit unserer Begriffe nicht immer Schritt hält, können wir schließlich uns klar machen, daß unsere so eingeschränkte Frage prinzipiell beantwortbar ist.

Nach *Riemann* sind zur Bestimmung der Maßverhältnisse einer n -fach ausgedehnten Mannigfaltigkeit $\frac{n(n-1)}{2}$ Funktionen des Ortes nötig. Daraus folgt für den Raum, daß es zur Euklidizität hinreichend und notwendig ist, „daß das Krümmungsmaß in jedem Punkte in drei Flächenrichtungen gleich Null ist, und es sind daher die Maßverhältnisse des Raumes bestimmt, wenn die Winkelsumme im Dreieck allenthalben gleich $2R$ ist“. Darauf beruht die berühmte, schon von *Gauß* versuchte Ausmessung der Winkelsumme großer Dreiecke, wobei es für uns selbstverständlich ist, daß eine so gelieferte Aussage nur etwas aussagt für die Struktur des Raumes im Verhältnis zu Lichtstrahlen = Geraden. Allgemeiner können wir sagen, daß es im Prinzip möglich sein muß, in ähnlicher Weise wie man die Erdoberfläche mit kleineren als starr gedachter Maßstäbe geodätisch ausgemessen hat, so den Raum geodätisch auszu-

messen. Es könnte sich da prinzipiell ergeben, daß unser Raum kein Euklidischer, ja nicht einmal ein Raum konstanter Krümmung ist. Freilich haben bisher durchgeführte astronomische und terrestrische Messungen keine merkliche Abweichung des Krümmungsmaßes von Null ergeben.

Was aber messen wir eigentlich auf alle diese Arten? Die Euklidische oder nichteuklidische Struktur des Raumes? Die gibt es nicht, denn es gibt gar keinen Raum, abgesehen von der erfüllenden Materie. Der Raum an sich ist gewiß nichts anderes als eine völlig formlose (dreidimensionale?) Mannigfaltigkeit, die erst durch das erfüllende Material gestaltet wird. Diese Erkenntnis ist nicht etwa erst durch die Relativitätstheorie entdeckt worden, sondern es waren schon *Gauß*, *Riemann*, *Helmholtz*, später *Mach* und *Poincaré* jedenfalls dieser Meinung, nur ist die vage philosophische Anschauung erst durch *Einstein* präzisiert und in einer bestimmten Richtung ausgebaut worden. Hier halten wir fest, daß ein leerer Raum, abgesehen vom erfüllenden materialen Gehalt überhaupt keine Struktur hat. Wir können ihn ausmessen, wie wir wollen, ein erfüllter Raum aber hat keine Struktur, abgesehen von dem Erfüllenden, oder auch „es gibt keine Raumgeometrie losgelöst von der Physik“. (Über die Rolle der physikalischen und mathematischen Nomenklatur für diese Union haben wir schon gesprochen.) Dieser erfüllte Raum aber muß von Anfang an jedenfalls als ganz allgemeiner Riemannscher Raum mit variablem Krümmungsmaß angenommen werden. „Entscheidende Experimente sind aber erst dann möglich, wenn nicht nur die Geometrie, sondern auch die Physik im Euklidischen und im allgemeinen Riemannschen Raum entwickelt ist.“¹⁾ Wir leugnen also, „daß die Metrik des Raumes von vornherein unabhängig von den physikalischen Vorgängen, deren Schauplatz er abgibt, festgelegt ist, und daß das Reale in diesem metrischen Raum wie in eine fertige Mietskaserne einziehe, sondern wir behaupten, daß der Raum an sich nichts weiter ist als eine völlig formlose dreidimensionale Mannigfaltigkeit, und erst der erfüllende, materiale Gehalt ihn gestaltet und seine Maßverhältnisse bestimmt. Es bleibt die Aufgabe zu ermitteln, nach welchen Gesetzen dies geschieht.“¹⁾ Denn da der erfüllende Gehalt sich mit der Zeit ändert, so wird auch die metrische Fundamentalform sich im Laufe der Zeiten ändern. Die Gesetze aber, nach denen das raumerfüllende Material die Metrik bestimmt, sind nach *Einstein* die Gravitationsgesetze, und die Koeffizienten g_{ik} der metrischen Fundamentalform lassen sich geradezu als „Gravitationspotentiale“ auffassen. Wir wollen zum Abschluß unserer Ausführungen auf diese Einsteinsche Lösung des Raumproblems etwas näher eingehen.

¹⁾ Vgl. *Weyl* „Raum, Zeit, Materie“, Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie, Springer, Berlin 1918.

Verallgemeinerte Relativitätstheorie¹⁾.

In der Einsteinschen Relativitätstheorie gibt es bekanntlich keine Lösung des Raumproblems losgelöst vom Zeitproblem. In der „vierdimensionalen Welt“ nun folgert *Einstein* in der speziellen Relativitätstheorie in bekannter Weise die Relativität der Gleichzeitigkeit und somit die erste tiefgehende Modifikation unserer Ideen von Raum und Zeit. Aber noch in der speziellen Relativitätstheorie sind die Sätze der Geometrie unmittelbar als die Gesetze über die möglichen relativen Lagen fester Körper deutbar, allgemeiner die Sätze der Kinematik als Sätze, welche das Verhalten von Meßkörpern und Uhren beschreiben. Hier ist das nicht mehr möglich, hier wird gefordert, daß eine beliebige Transformation der Raum- und Zeitmannigfaltigkeit der vierdimensionalen Welt keine Änderungen an den Gesetzen der Erscheinungen bewirken darf. Dann aber sind die Koordinaten und die Zeit jeder physikalischen Gegenständlichkeit beraubt, denn jetzt sollen die Gesetze der Physik in allen, nicht nur in beliebigen ausgezeichneten Bezugssystemen gelten. Die inneren Gesetzmäßigkeiten der Natur können nur dann wirklich innere sein, wenn sie vom Koordinatensysteme im weitesten Sinne unabhängig sind. Hier haben wir mathematisch ganz dasselbe, wie in unserer Gaußschen Flächentheorie, auch dort konnten wir Flächentheorie unabhängig von Bezugssystem studieren und „es waren alle Gaußschen Koordinatensysteme für die Formulierung der allgemeinen Geometrie auf der Fläche prinzipiell gleichwertig“. Eben das aber fordert *Einstein* für die allgemeine Formulierung der Naturgesetze. Sollen diese unabhängig vom Koordinatensystem sein, so wie die Gesetze der Fläche es waren, so muß sich für jedes Gebiet der Raum-Zeitwelt, in dem eine gewisse Gesetzmäßigkeit herrscht, ein charakteristisches ds angeben lassen, das eben für die „Weltmetrik“ in diesem Gebiete charakteristisch ist. Selbstverständlich muß es keine größeren zusammenhängenden Gebiete konstanter Weltmetrik geben, sondern im allgemeinen wird jeder „Punkt“ seine spezifische Metrik, sein bestimmtes ds , das für die Maßverhältnisse (in einer geeigneten Umgebung) charakteristisch ist, haben. Dieses vom „Punkt“ zu „Punkt“ variierende ds kann im speziellen z. B. das Euklidische = parabolische sein, oder ein sphärisches oder ein hyperbolisches oder ein ovales oder ein noch viel komplizierteres. Jedenfalls wird es bestimmt durch die innere Gesetzmäßigkeit der Welt in diesem Punkte, so wie das Linienelement auf der Fläche durch die innere Gesetzmäßigkeit der Fläche, und nur durch diese bestimmt wird. Im speziellen

¹⁾ Dieser Teil setzt einige Kenntnis der verallgemeinerten Relativitätstheorie voraus und bildet die Brücke zwischen populären Darstellungen dieses Gebiets und den vorhergehenden mathematischen Erörterungen; diese ermöglichen es uns, die Einsteinsche Lösung des Raumproblems nun auch vom mathematischen Gesichtspunkte aus, der sonst naturgemäß in populären Darstellungen zurücktritt, zu verstehen.

kommt *Einstein* bekanntlich durch die fundamentale Forderung, daß jede durch Bewegung des Beobachters (Änderung des Bezugssystems) entstehende Änderung der Erscheinungen als Wirkung eines Gravitationsfeldes aufgefaßt werden könne, dazu, als charakteristisch für die Weltmetrik in einem bestimmten Punkt die dort herrschenden Gravitationskräfte anzuschauen, oder, wie *Weyl* sich ausdrückt, wir können uns denken, daß in jedem Punkte (Bereich) ein bestimmtes „metrisches Feld“ herrscht, welches erzeugt wird durch das Materielle, welches die Welt erfüllt. (In der speziellen Relativitätstheorie wird bezüglich der Weltmetrik bekanntlich die Annahme gemacht, daß es spezielle Koordinatensysteme gibt, in welchen die metrische Fundamentsform $ds^2 = \sum g_{ik} dx_i dx_k$ konstante Koeffizienten hat.) Wir werden also die g_{ik} in dem für jeden Punkt charakteristischen ds als etwas Reales betrachten. Bei der praktischen Messung können wir aber doch nur daran denken, daß sich das ds tatsächlich physikalisch ermitteln läßt; da wir es aber nicht anders bestimmen, als mit Lichtstrahlen und Maßstäben, so müssen wir annehmen, daß sich der Einfluß des jeweiligen metrischen Feldes auf diese unsere Meßinstrumente äußert, daß also dieses metrische Feld ein jeweils ganz bestimmtes Verhalten von Lichtstrahlen und „starr“ Körpern bewirkt, welches außer durch die eigene Beschaffenheit von Lichtstrahlen und Maßstäben bestimmt wird durch das metrische Feld, „ebenso wie das Verhalten einer elektrischen Ladung nicht nur von ihr selbst, sondern auch von dem elektrischen Feld abhängt“¹⁾.

Wir haben als Grundgesetze ungemein umfassende und allgemeine (die die Trägheits- und Gravitationserscheinungen in gleicher Weise umfassen und gegen beliebige Gaußsche Koordinatentransformationen invariant sind); alle Unregelmäßigkeiten, alles, was mit der spezifischen Natur des betreffenden Weltpunktes zusammenhängt, haben wir eben dorthin gewiesen, wo die physikalisch gegenständliche Interpretation ohnehin fehlte, in unseren Raumbegriff, so daß die Maßverhältnisse jetzt nicht mehr auf Rechnung eines „Raumes als Form der Erscheinungen“ kommen, sondern eben in ihnen, die von Punkt zu Punkt variieren, ganz andere Dinge, nämlich die jeweilige Verteilung der Materie in der Welt sich spiegeln, so daß gerade der Raum, früher das Festeste, jede Eigenbedeutung verloren hat.

Wie sich bei jeder noch so seltsam gekrümmten Kurve ein unendlich kleines Stück derselben annähernd als Gerade auffassen läßt (Identifikation mit der Tangente), so auch bei einer Fläche, Raum usw., dem entspricht die von anderer Seite her durch physikalische Tatsachen nahegelegte Hypothese, daß die vierdimensionale Entfernung zweier unendlich naher Punkte eine meßbare Größe sei, das bedeutet aber physikalisch die

¹⁾ *Weyl* p. 175.

Existenz starrer Maßstäbe und vergleichbarer Uhren im unendlich Kleinen. Dem entspricht aber wieder die Voraussetzung, daß bei passender Koordinatenwahl für unendlich kleine vierdimensionale Gebiete die spezielle Relativitätstheorie gilt, wobei der Beschleunigungszustand des kleinen (lokalen) Koordinatensystems so zu wählen ist, daß ein Gravitationsfeld nicht auftritt. X_1, X_2, X_3 seien die räumlichen Koordinaten, X_4 die zugehörige Zeitkoordinate. Diese Koordinaten haben unmittelbar physikalische Bedeutung, der Ausdruck $ds^2 := -dX_1^2 - dX_2^2 - dX_3^2 + dX_4^2$ (1) hat dann nach der speziellen Relativitätstheorie einen von der Orientierung des lokalen Koordinatensystems unabhängigen, durch Raum-Zeitmessung ermittelbaren Wert. Die Koordinatendifferentiale dx_i eines beliebig gewählten Bezugssystems werden nun mit denen des lokalen in der Beziehung stehen

$$dX_1 = a_{11} dx_1 + \dots + a_{14} dx_4 \dots,$$

$$dX_4 = a_{41} dx_1 + \dots + a_{44} dx_4.$$

Setzt man diese Ausdrücke in (1) ein, so kommt man wieder auf unser allgemeines $ds^2 = \sum g_{ik} dx_k dx_i$. Dabei sind die g_{ik} Funktionen der x , die nicht mehr von der Orientierung und dem Bewegungszustande des lokalen Koordinatensystems abhängen können, denn ds^2 war ja unabhängig von jedem besonderen Koordinatensystem definiert. Der Spezialfall der gewöhnlichen Relativitätstheorie (Analogon: der Euklidischen Ebene) geht hervor, falls es möglich ist, in einem endlichen Gebiete das Bezugssystem so zu wählen, daß $g_{11} = g_{22} = g_{33} = -g_{44} = +1$ und alle anderen verschwinden. Nehmen wir nun an, das wäre in einem endlichen Gebiete möglich, dann bewegt sich ein freier materieller Punkt bezüglich eines so gewählten Systems geradlinig und gleichförmig. Führt man nun durch eine beliebige Substitution neue Raum-Zeitkoordinaten $x_1 \dots x_4$ ein, so werden in diesem neuen System die g_{ik} nicht mehr Konstante, sondern Raum-Zeitfunktionen sein, und die Bewegung des freien Massenpunktes wird sich in den neuen Koordinaten als eine krummlinige, nicht gleichförmige darstellen. Nach dem allgemeinen Äquivalenzpostulat wird diese Bewegung als eine solche unter dem Einflusse eines Schwerfeldes aufgefaßt werden können, und sehen wir das Auftreten eines Gravitationsfeldes geknüpft an die raum-zeitliche Veränderlichkeit der g_{ik} . Diese das Gravitationsfeld bestimmenden zehn Funktionen beschreiben also zugleich das metrische Verhalten des Maßraumes. (Auch in dem allgemeinen Falle, wo es nicht möglich ist, in einem endlichen Gebiete die Gültigkeit der speziellen Relativitätstheorie herbeizuführen, wollen wir an dieser Auffassung festhalten.)

Sind wir im vorhergehenden von der logisch mathematischen Seite her auf die Ungültigkeit der Euklidischen Geometrie in Gravitationsfeldern resp. in ungleichförmig bewegten Systemen geführt worden, so wird uns dies durch folgende Einsteinsche Überlegung bestätigt. Versetzen wir

eine Scheibe in gleichförmige Rotation und betrachten einen auf dieser Scheibe um das Rotationszentrum gezogenen Kreis, so hat sein Radius den gleichen Wert, ob ich ihn mittels ruhender oder mitbewegter Maßstäbe ausmesse, denn die Bewegungsrichtung ist stets normal zu der Meßrichtung. Hingegen ergibt sich für die Kreisperipherie, mittels der mitbewegten Maßstäbe ausgemessen, vom ruhenden System aus beurteilt ein größerer Wert, da der jeweilige Einheitsmaßstab infolge der Lorentz-Kontraktion „weniger ausgiebt“, ich ihn daher öfter anlegen muß. Da aber der Radius unabhängig vom Bewegungszustand gleich r war, so ist $p \neq 2r\pi$. Wir sehen hier zugleich eine einfache Illustration der Variabilität der Weltmetrik, denn wenn wir das Rad in stärkere oder schwächere Rotation versetzen, so wird die Geometrie auf ihm bald mehr bald minder von der Euklidischen abweichen.

In diesen Erscheinungen haben wir aber nach dem Einsteinschen Äquivalenzprinzip von beschleunigter Bewegung und Gravitationswirkung nicht die Wirkung einer absoluten Rotation zu erblicken, die es nicht gibt, sondern des durch seine Komponenten g_{ik} charakterisierten, von der Gravitation abhängigen metrischen Feldes.

Wollen wir eine ähnliche Überlegung nicht indirekt für das der Rotation äquivalente Gravitationsfeld, sondern direkt für dieses anstellen, so werden wir unsere schon oben angestellte Vermutung über den Einfluß des Gravitationsfeldes auf unsere Uhren und Maßstäbe bestätigt finden. Es würde sich eine Verkürzung des Einheitsmaßstabes in bezug auf das Koordinatensystem im Schwerfeld bei radialer Anlegung gegenüber der tangentiellen ergeben. Prinzipiell müßte diesen Verhältnissen auch bei den oft besprochenen „geodätischen“ Messungen Rechnung getragen werden.

Es kann hier nicht unsere Sache sein, auch nur in den größten Zügen auf die allgemeine Relativitätstheorie einzugehen. Wir hatten nur die spezifische Lösung des Raum-Zeitproblems anzudeuten, die darin gipfelt, daß in jedem Punkte der Welt eine durch das metrische Feld bestimmte, im allgemeinen nichteuklidische Geometrie herrscht. Sagt nun diese Theorie etwas über den Zusammenhang der Geometrien im großen? Denken wir an das uns geläufigste zweidimensionale Gebiet unserer Erde. Auch sie ist im großen und ganzen eine Kugel (Ellipsoid), aber auf ihr erheben sich Berge und Hügel und finden sich die verschiedensten Unebenheiten. Eine genaue geodätische Ausmessung in jedem Punkte würde uns nur den jeweiligen Hügel, Tal oder noch weniger erkennen lassen. Wir müßten erst eine Vermessung im großen vornehmen, um zur Gesamtkonzeption des „kugelartigen Zusammenhanges im großen“ zu kommen (sofern wir den nicht aus anderen Quellen kennen). So auch hier: Die Kenntnis des metrischen Feldes in jedem einzelnen Weltpunkt, wie es durch die Gravitationskräfte erzeugt wird, sagt uns noch nichts

für den Zusammenhang der Welt im großen. Keine Beobachtung lehrt hier vorläufig etwas. Doch gelangte *Einstein* bei kosmologischen Betrachtungen über diesen Zusammenhang der Welt im ganzen zu der Vermutung, daß sie räumlich geschlossen sei, also etwa einer vierdimensionalen Kugel entspräche, abgesehen von den durch das Gravitationsfeld erzeugten „Hügeln“ usw. Auf seine Gedankengänge hier näher einzugehen, kann nicht unsere Aufgabe sein.

Wir haben in den nichteuklidischen Theorien ein Beispiel von Gedankengängen gefunden, die aus rein mathematischem Interesse aufgebaut, später geholfen haben, den philosophischen Raumbegriff zu vertiefen und zu klären und schließlich die ungeahntesten physikalischen Anwendungen erfahren haben. Sie haben also wahrhaft geholfen, wie *Riemann* es erhofft hatte, dazu beizutragen, „daß der Fortschritt im Erkennen des Zusammenhanges der Dinge nicht durch überlieferte Vorurteile gehemmt werde“.

Besprechungen.

Braun-Blanquet, Jos., Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. 79 S. und 1 Karte. Preis Fr. 1,50.

Bär, Joh., Die Vegetation des Val Onsernone (Kanton Tessin). 80 S. und 1 Karte. Preis Fr. 3,—.

Pflanzengeographische Kommission der Schweiz, Naturforsch. Gesellsch. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 4 und 5. Zürich, Rascher & Co. 1918.

Seit mehreren Jahren besteht bei der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft eine pflanzengeographische Kommission, die die geobotanische Landesaufnahme der Schweiz durchzuführen beabsichtigt. Für die Arbeitsweisen dieser Vegetationstopographie geben die beiden vorliegenden Hefte gute Beispiele. *Braun-Blanquets* Bericht über eine Exkursion ins Unterengadin zeigt die Anwendung neuerer Methoden für die Aufnahme und Darstellung der Pflanzenbestände an konkreten Fällen, enthält zugleich aber auch eine Menge interessanter Angaben über Flora und Wirtschaftsformen des Gebietes, welches durch seinen Reichtum an „xerothermen“ Gewächsen ausgezeichnet ist. Im Gegensatz dazu macht uns *Joh. Bär* im Val Onsernone mit einer südalpinen Talschaft bekannt, die bei ozeanischem Klima und ergiebigen Niederschlägen ihr Gepräge durch Waldreichtum und verwickelte Waldverhältnisse gewinnt; die beigegebene Karte gibt in 1 : 50 000 die Verteilung der Waldbestände und Gesträuche wieder.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Hofmann, Karl A., Lehrbuch der anorganischen Experimentalchemie. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1918. XX, 794 S., 128 Abbildungen und 6 farbige Spektraltafeln. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 24,—.

Dieses neue Lehrbuch der anorganischen Chemie nimmt unter den bisher bekannten derartigen Werken eine besondere und ausgezeichnete Stellung ein. Es wird nicht nur dem Anfänger gerecht, sondern es bildet

auch für den fortgeschrittenen und den ausgebildeten Chemiker eine Quelle der Anregung und Belehrung. Für den Studenten kann es als eine vorzügliche Ergänzung und Vertiefung der Experimentalvorlesung über anorganische Chemie gelten, die weit hinausreicht über die üblichen knapp gefaßten Repetitorien, die im wesentlichen nur den Ehrgeiz haben, das „zum Examen nötige“ möglichst kurz und ohne bedeutende Ansprüche an die geistige Tätigkeit des Lesers zu vermitteln. Der Verfasser hat es verstanden, den weitverzweigten Stoff in klarer und übersichtlicher Weise, den Inhalt vom Einfachen bis zu den verwickeltesten Fragen der modernen Lehre geschickt steigernd vorzutragen. Dabei ist die äußere Form der Darstellung eine lebendige und anregende, man könnte sie an manchen Stellen geradezu eine „spannende“ nennen. Diese günstige Wirkung wird sowohl durch den lebhaften und individuellen Stil als auch dadurch erzielt, daß das vorgetragene Tatsachenmaterial überall, wo solche Beziehungen bestehen, mit kosmischen, physiologischen und technischen Fragen verknüpft wird. Trotz der Fülle des behandelten Stoffes — es bleibt keine Frage unberührt, die heute die Wissenschaft und die Technik irgendwie lebhafter bewegt — macht sich doch niemals ein Gefühl der Verwirrung oder Überfülle geltend. Freilich ist nicht zu leugnen, daß der Studierende ein hohes Maß von Arbeit auf die Bewältigung des reichen Inhalts verwenden müssen, doch wird dieser Energieaufwand durch die Aneignung eines fast vollkommenen Überblickes über die Anschauungen und die Tatsachen der modernen anorganischen Chemie belohnt werden.

Sehr erfreulich ist es, daß der Verfasser auch die sogenannten seltenen Elemente mit einiger Ausführlichkeit behandelt hat; denn tatsächlich ist die Vernachlässigung, die sie meist in der akademischen Vorlesung und stets in den zum Unterricht bestimmten Lehrbüchern erfahren, in nichts gerechtfertigt. Sowohl theoretisch wie praktisch verdienen heute viele seltener vorkommende Stoffe das gleiche Interesse wie die in der Natur häufig anzutreffenden, abgesehen davon, daß der Begriff „selten“ vielfach ein rein willkürlicher ist. Man wird z. B. behaupten dürfen, daß die Elemente Jod oder Strontium heute weit eher unter die seltenen Stoffe zu rechnen sind als etwa Cer oder Titan.

Das Gesagte wird genügen, um ein annäherndes Bild von der Art der Darstellung und der Begrenzung des behandelten Stoffes zu geben. Es bleibt zu erörtern, wie der Verfasser sich zur theoretischen Seite der Lehre gestellt hat, insbesondere wie er die theoretischen Fragen mit dem Tatsachenmaterial verknüpft hat. Auch in dieser Beziehung scheint er mir meist von einem glücklichen Gefühl für das zweckmäßige geleitet worden zu sein. Ausgehend von der gewiß richtigen Erwägung, daß ein Lehrbuch der Experimentalchemie, wie der chemische Unterricht überhaupt, vom Experiment, von der Beobachtung ausgehen muß, werden im allgemeinen die Tatsachen in den Vordergrund gestellt und die Verallgemeinerungen im Anschluß hieran an passenden Stellen eingefügt. Daß diese induktive Methode nicht überall streng durchgeführt wird, halte ich für keinen Fehler, da ein gelegentliches Vorgreifen in der Einführung theoretischer Begriffe und Gesetzmäßigkeiten aus pädagogischen Zweckmäßigkeitsgründen durchaus gerechtfertigt sein kann, ohne daß man damit bei einem akademisch gebildeten Leser befürchten muß, Verwirrung zu stiften. So erscheint z. B. die Einführung des Ionenbegriffes bei Gelegenheit der Behandlung der Leitfähigkeit des Wassers auf Seite 51 ganz am Platze,

obwohl eine Erörterung der Theorie der elektrolytischen Dissoziation erst an späteren Stellen erfolgt. Dagegen wird man es bedauern müssen, daß eine wenn auch nur oberflächliche Begründung dieser Theorie sich an keiner Stelle des Buches findet. Es fehlt eine Erwähnung der fundamentalen Beziehung zwischen Gasen und verdünnten Lösungen der Elektrolyte und dementsprechend auch eine Erläuterung des Begriffes des osmotischen Druckes, womit im Zusammenhange steht, daß der Name *van't Hoff's* nur einmal bei Gelegenheit der ozeanischen Salzablagerungen Erwähnung findet.

Sehr spät, nach Ansicht des Berichterstatters allzu spät, erst auf Seite 694, wird das periodische System der Elemente eingeführt. Verfasser hat nämlich nach Abhandlung des speziellen Teiles, der, wie üblich, in Metalle und Nichtmetalle zerfällt, sechs besondere Kapitel angefügt: 1. Neuere anorganische Strukturlehre vom Standpunkte *A. Werners* aus, die einen kurzen aber in seiner Klarheit ausgezeichneten Überblick über dieses wichtige Thema gibt, 2. Die Molekularstruktur der Kristalle (Gitterstruktur und Röntgenstrahlen), 3. Chemisch indifferenten Stoffe (Edelgase), 4. Das periodische System der Elemente. 5. Die radioaktiven Stoffe und 6. Verbreitung der Elemente außerhalb der Erdoberfläche. Was zunächst die Edelgase (Argon, Helium usw.) betrifft, die — offenbar wegen ihres „unchemischen“ Charakters — überhaupt ein wenig stiefmütterlich behandelt werden, so wären sie nach meiner Ansicht wegen ihrer kosmischen, theoretischen und der neuerdings noch dazukommenden praktischen Bedeutung besser hinter den Hauptgasen eingereiht worden. Das periodische System dagegen würde eine angemessenere Stelle an der Spitze der Metalle gefunden haben. Gänzlich isoliert, wie es bei *Hofmann* erscheint, kommt die überragende Bedeutung, die dieser Verallgemeinerung gerade vom pädagogischen Standpunkte aus für die Betrachtung der gegenseitigen Beziehungen der Elemente und ihrer Verbindungen zukommt, nicht genügend zum Ausdruck. Losgelöst vom Haupttext des Buches kann dieser Abschnitt für die so fruchtbare vergleichende Erörterung der Abstufung der Eigenschaften und der Verwandtschaftsbeziehungen nicht hinreichend nutzbar gemacht werden.

Den Schluß des Buches bildet ein 20 Seiten langes Kapitel über Schieß- und Sprengstoffe, das ein anschauliches Bild von der Entwicklung und dem Stande dieses Gegenstandes bietet. Man wird freilich nicht ohne Berechtigung die Frage aufwerfen dürfen, warum gerade dieser Abschnitt aus der chemischen Technologie in einem Lehrbuche der anorganischen Chemie eine ausführlichere Sonderbehandlung erfahren hat. Vermutlich ist der Verfasser im Hinblick auf die aktuelle Bedeutung, die diesem Thema zukommt, zu einer solchen Bevorzugung desselben veranlaßt worden. Man mag über die Notwendigkeit dieses Abschnittes, der den an sich schon beträchtlichen Umfang des Buches noch vergrößert, verschiedener Meinung sein können, wird aber anerkennen müssen, daß es sich inhaltlich um eine sehr wertvolle Zugabe handelt. Schließlich sei noch Druck und Ausstattung des Buches lobend erwähnt. Lob verdienen besonders die zahlreichen Abbildungen, die nach Auswahl und Zeichnung tatsächlich geeignet sind, den Text in wertvoller Weise zu unterstützen. Selbstverständliche und darum überflüssige Figuren, die manchen Lehrbüchern den Charakter von Bilderbüchern verleihen, sind nirgends aufgenommen worden. Auch die Unterschriften unter den Abbildungen sind kurz und treffend, ein nicht zu unter-

schätzender Vorteil! Die schönen Spektraltafeln, die wir zum Teil schon aus dem im gleichen Verlage erschienenen Lehrbuche von *H. Erdmann* kennen, sind noch durch einige vorzügliche Wiedergaben von Absorptionsspektren der seltenen Erden vermehrt worden.

Faßt man den Gesamteindruck des Werkes zusammen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß wir dem Verfasser für diese Gabe dankbar sein müssen. Er hat ein ausgezeichnetes Lehrbuch geschaffen, das zwar an die Aufnahmefähigkeit des Anfängers hohe Ansprüche stellt, dafür aber auch bei aller Fülle des behandelten Stoffes einen ebenso klaren wie lebendigen Überblick über das Gesamtgebiet der modernen anorganischen Chemie vermittelt.

Der Gedanke liegt nahe, die hier geleistete mühevollen Arbeit durch Schaffung eines umfassenderen Werkes, vielleicht doppelten Umfanges, weiter nutzbar zu machen, zu erweitern und zu ergänzen. In einem solchen brauchte auf die Bedürfnisse des Anfängers nicht allzu große Rücksicht genommen zu werden und man könnte von einer Erörterung der physikalisch-chemischen Grundlagen im wesentlichen absehen, um das Tatsachenmaterial mit Einschluß der Konstitutionslehre weiter auszubauen und zu vertiefen. Ein solches Buch ist heute noch immer ein lebhaft empfundenes Bedürfnis. Die umfassende und erfolgreiche Vorarbeit, die der Herr Verfasser bereits geleistet hat, würde grade ihn als Autor einer solchen erweiterten Fassung als in hohem Maße geeignet erscheinen lassen. Vielleicht kann diese bescheidene Anregung dazu dienen, den Gedanken der Verwirklichung näher zu bringen.

R. J. Meyer, Berlin.

Förster, Hans, Bäume in Berg und Mark sowie einigen angrenzenden Landstellen im Arbeitsgebiet des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege. Herausgegeben vom Bergischen Komitee für Naturdenkmalpflege. Berlin, Gebr. Bornträger, 1918. XVI. 168 S. und 15 Tafeln. Preis geh. M. 3.—, geb. M. 4,50.

Das Bergische Komitee für Naturdenkmalpflege hat durch die Herausgabe des vorliegenden Inventars, das über alle in seinem Arbeitsgebiet zwischen Rhein, Ruhr, Lenne und Sieg stehenden bedeutsamen Baumindividuen Auskunft gibt, eine außerordentlich nützliche Tat im Dienste der Heimatkunde und der Naturdenkmalpflege getan. Der Verfasser, der durch eingehende Studien über Naturdenkmäler botanischer Art sich verdient gemacht hat, berichtet auf Grund eigener Anschauung über alle Buchen und Linden, Eichen, Ulmen, Pappeln, Eschen, Birken, vor allem auch über die Hülse- oder Stechpalmen, sowie über Buchsbaumindividuen, über einheimische und ausländische Koniferen, die durch Alter und Größe, Schönheit oder Absonderlichkeit des Wuchses ausgezeichnet sind. Ihre Lage wird beschrieben, Höhe und Umfang werden gemessen. Alles Wissenswerte über Umgebung und Lebensbedingungen wird mitgeteilt. Dankenswerter Weise vergibt der Verfasser nicht das, was Geschichte und Volksmund von Bäumen zu sagen wissen; wir hören von Grenz- bäumen, Gerichts- und Vemlinden, Andachtsstätten usw. sowie von der hohen Dr. Förster-Hülse im Kreise Wipperfürth; auch der malerischen Wirkung der Bäume im Landschaftsbild wird gedacht. Im Anhang gibt Verfasser eine Anweisung zur Ausmauerung hohler Bäume und eine Liste der im deutschen Verbreitungsgebiet vorkommenden stärksten Hülseebäume.

E. Küster, Bonn.

Jaeger, F. M., *Lectures on the principle of symmetry and its applications in all natural sciences*. Amsterdam, Publishing Company „Elsevier“, 1917. XII. 33 S. und 170 Textfiguren.

Das inhaltreiche und mit Sorgfalt abgefaßte Buch, das aus Vorlesungen hervorgegangen und einem der bedeutendsten organischen Chemiker Englands, W. J. Pope in Cambridge, gewidmet ist, will den Naturwissenschaftler zu neuen Beobachtungen und Experimenten anregen. Es trägt kompilatorischen Charakter mit Ausnahme einiger Bemerkungen über die Symmetrie physikalischer Vorgänge und über etwaige Methoden, asymmetrische Molekeln organischer Verbindungen synthetisch darzustellen.

Zunächst werden die verschiedenen Arten von Symmetrie, d. h. von regelmäßiger Wiederholung der Teile eines Gebildes, geschildert. So kommen manche Gestalten durch eine Spiegelung, andere durch eine Drehung, wieder andere durch Spiegelung + Drehung = Drehspiegelung in eine Lage, die von der anfänglichen nicht zu unterscheiden ist; solche Operationen heißen *Symmetrieoperationen*, und die *Symmetrieelemente* sind Spiegelungsebene, Drehungsachse und Drehspiegelungsachse bzw. Drehspiegelungsebene. Besitzt eine Figur mehrere Symmetrieeigenschaften zugleich, so stehen deren Operationen in einem gewissen mathematischen Zusammenhang, der von der sogenannten „Gruppentheorie“ dargestellt wird. Sämtliche Symmetrieoperationen einer beliebigen Figur bilden eine Gruppe, und da es unendlich viele in symmetrischer Hinsicht verschiedene Figuren gibt, so existieren auch unendlich viele verschiedene Symmetriegruppen. Im Reich der Kristalle dagegen können nicht alle, sondern nur 32 ganz bestimmte Symmetriegruppen auftreten. Die *Johann Friedrich Christian Hessel* schon im Jahre 1830 aus dem Hauyschen Grundgesetz der Kristallmorphologie ableitete — eine Ableitung, welche seitdem die stärksten empirischen Bestätigungen erhalten hat. Die Mehrzahl jener 32 Gruppen läßt sich übrigens auch in der Welt der Organismen, z. B. in den Gestalten von Blüten und Früchten erkennen; umgekehrt findet man unter diesen so manchen Symmetriecharakter, der den Kristallen fremd ist, indem er außerhalb der erwähnten 32 Gruppen liegt. Freilich ist, was Referent gegenüber dem Verfasser betonen möchte, die einer Frucht oder einem sonstigen Organismus von Jaeger zugeschriebene Symmetrie niemals so genau erfüllt wie bei Kristallen; stets muß man im ersteren Falle von gewissen kleinen Unregelmäßigkeiten abstrahieren und somit eine Idealisierung oder eine Stilisierung vornehmen.

Von Interesse sind des Verfassers Bemerkungen über die Symmetrie physikalischer Vorgänge; betrachtet man z. B. einen Magnetstab als einen von elektrischen Kreisströmen umgebenen Zylinder, so ergibt sich offenbar eine andre Symmetrie, als wenn man den Stab einfach als einen mit zwei verschiedenen Enden (Polen) ausgestatteten Zylinder ansieht. Diese und ähnliche Betrachtungen Jaegers sind in erkenntnistheoretischer Hinsicht fraglos einer weitgehenden Vertiefung fähig, worauf Referent bei anderer Gelegenheit zurückzukommen gedenkt.

Die Erörterung von Blattstellungen und deren Beziehung zum goldenen Schnitt gehen wohl etwas über die Grenzen des eigentlichen Symmetriebegriffes hinaus, sind aber nichtsdestoweniger recht interessant.

Sehr ausführlich bespricht Jaeger die „asymmetrischen“, d. h. die von Drehspiegelungs- und Spiegelungssymmetrie freien Molekeln: diese besitzen also ent-

weder überhaupt keine Symmetrie oder lediglich Drehungsachsen. Derartige Objekte sind bekanntlich mit ihrem Spiegelbilde nicht kongruent und daher mit diesem durch keinerlei bloße Bewegung zur Deckung zu bringen; sie verhalten sich zu ihrem Spiegelbilde wie rechte und linke Hand. Zwei solche Formen, die einander spiegelbildlich gleich und doch nicht kongruent sind, heißen „*enantiomorph*“. So sind die Molekeln der Rechtsweinsäure zu denen der Linksweinsäure enantiomorph. Zwei chemische Verbindungen mit enantiomorphen Molekeln bieten die Beziehung der „optischen Isomerie“ dar; dreht nämlich die Lösung der einen Verbindung die Schwingungsebene eines eindringenden polarisierten Lichtstrahles nach rechts, so dreht die andere Verbindung nach links. Die Drehungswinkel sind, vom Drehungssinne abgesehen, in beiden Fällen gleich, wenn man gleich konzentrierte und gleich dicke Lösungsschichten bei einer und derselben Temperatur mit gleichem homogenen Licht durchstrahlt. Statt einer solchen optisch aktiven Verbindung erhält man bei der chemischen Synthese, wenn man von inaktiven Ausgangsstoffen ausgeht, entweder sogenannte *Razemkörper*, d. h. eine in sich kompensierte Vereinigung beider optischen Antipoden, oder ein Gemenge der beiden letzteren im Verhältnis 1 : 1.

L. Pasteur entdeckte 1848, wie man jene inaktiven *Razemkörper* in ihre Komponenten zerlegen bzw. eine der Komponenten zerstören kann. Zugleich erkannte er, daß zwei solche optisch isomere Verbindungen in enantiomorphen Kristallformen auftreten müssen, und schloß, daß die betreffenden Verbindungen aus enantiomorphen Molekeln aufgebaut seien.

J. H. van't Hoff und *J. A. Le Bel* stellten im Jahre 1874 unabhängig von einander die Theorie auf, daß derartige chemische Verbindungen stets ein vier- oder mehrwertiges Atom im Molekül enthalten müßten, dessen Valenzen durch mindestens 4 verschiedene Atomarten oder Radikale abgesättigt seien. Außer den vielen Verbindungen mit „asymmetrischem Kohlenstoffatom“ kennt man dank *J. A. Le Bel* (1891) auch Stoffe mit einem asymmetrischen Atom des fünfwertigen Stickstoffs, durch *W. J. Pope* und seine Schüler (seit 1900) asymmetrische Schwefel-, Selen- und Zinnatome, durch *F. S. Kipping* (1907) asymmetrisches Silizium und durch *J. Meisenheimer* und *L. Lichtenstadt* (1911) asymmetrisch-fünfwertigen Phosphor.

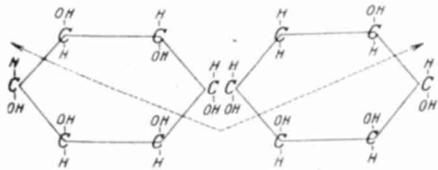
Zweierlei große Errungenschaften waren in den letzten Jahrzehnten seitdem zu verzeichnen. Erstens *A. Werners* Darstellung einer Anzahl komplexer Kobalt-, Chrom-, Rhodium- und Eisensalze, welche, obwohl ohne eigentliches „asymmetrisches Atom“, doch zweierlei enantiomorphe Molekeln und dementsprechend auch optische Antipoden liefern; das optische Drehungsvermögen dieser Verbindungen ist sogar zum Teil ganz enorm und wird nur von demjenigen einiger flüssiger Kristallarten *D. Vorländer*s übertroffen, die von *E. Hut* und von *F. Stumpf* optisch untersucht worden sind. So besitzt beispielsweise *Werners* Triäthylen-diaminkobaltperchlorat



für eine Wellenlänge $\lambda = 510 \mu\mu$ ein spezifisches Drehungsvermögen $\alpha = 2550^\circ$.

Als Beispiel solcher enantiomorpher Molekeln ohne „asymmetrisches Atom“ seien in der begleitenden Textfigur die Strukturformeln des von *Wieland* dargestellten Rechts- und Links-Inosit veranschaulicht; der jede Formel durchsetzende Pfeil stellt die den beiderlei Molekeln eigentümliche zweizählige Symmetrieachse (Drehungsachse) dar, indem jede Inosit-Molekel die Eigen-

tümlichkeit besitzt, durch eine halbe Umdrehung ($\frac{360^\circ}{2}$) um die Pfeilrichtung mit sich selbst wieder zur Dekkung zu gelangen; beide Molekeln sind, wie die Textfigur erkennen läßt, enantiomorph.



Die zweite große Entdeckung der letzten Jahrzehnte auf diesem Gebiete ist die sogenannte „Waldensche Umkehrung“, die im Jahre 1896 von P. Walden aufgefunden wurde. Ein Fall solcher Umkehrung ist folgender: Behandelt man rechtsdrehende Apfelsäure mit Phosphortribromid, so entsteht linksdrehende Brombernsteinsäure, welche, mit Silberoxyd versetzt, linksdrehende Apfelsäure liefert; behandelt man die genannte linksdrehende Brombernsteinsäure dagegen mit Kalilauge statt mit Ag_2O , so bildet sich die rechtsdrehende Apfelsäure zurück.

Von großem Interesse ist auch die Genese aktiver Verbindungen ohne ihren optischen Antipoden in Pflanzen und Tieren; so tritt im Spargel nur linksdrehendes Asparagin, kein rechtsdrehendes auf, der natürliche Rohrzucker dreht in wässriger Lösung stets rechts, in der Tabakpflanze findet sich nur linksdrehendes Nikotin, und das Glutin der tierischen Knochen dreht links.

In den betreffenden Organismen ist wahrscheinlich irgendwelche asymmetrische Verbindung, welche die Bildung des einen optischen Antipoden vor der des anderen begünstigt. Hiermit hängt es fraglos zusammen, daß manche Antipoden auf unsere Geschmacksnerven und unsern Organismus verschieden einwirken; so schmeckt das rechtsdrehende Asparagin süß, das linksdrehende fade, und das linksdrehende Nikotin ist doppelt so giftig als das rechtsdrehende.

Die Frage, auf welchem Wege die erste direkte asymmetrische Synthese sich in der Natur vollzogen könnte, vielleicht experimentell beantwortet werden. J. Meyer (1903) und A. Byk (1904) haben hierüber sehr bemerkenswerte Betrachtungen angestellt. Nach Byk absorbieren die optisch aktiven Kupferalkalitartrate rechtszirkularpolarisiertes Licht in anderem Betrage als linkszirkulares; die photochemische Wirkung von rechtszirkularem (oder linkszirkularem) Licht muß daher beiden Antipoden gegenüber verschieden sein. Solches Licht entsteht auf der Erde bei Reflexion an Wasserspiegeln unter dem Einfluß des Erdmagnetismus (H. Becquerel 1899). Nach Jaeger kann bei der Elektrolyse zweier Antipoden in einem Magnetfelde, dessen Kraftlinien dem elektrischen Strome parallel laufen, der eine Antipode schneller zersetzt werden als der andre, besonders wenn sich bei der Elektrolyse Kationen von großer magnetischer Suszeptibilität bilden, wie beispielsweise Eisen-Ionen.

Referent hat hiermit nur einen kleinen Ausschnitt aus dem reichhaltigen Jaegerschen Werke gegeben, welches hiermit — auch um seiner vielen guten Figuren willen — bestens empfohlen sei.

A. Johnsen, Kiel.

Biologische Mitteilungen.

Die Wirkung der Versalzung der Gewässer auf ihre Fauna. Eine im Jahre 1912 durchgeführte, 1914 veröffentlichte Untersuchung¹⁾ darüber, wieviel Salz einzelne Süßwassertiere vertragen können, wenn man die Lösungen reiner, d. h. mit anderen unvermischter, Salze verwendet, hatte bei ihrer Auswertung zu der Frage geführt, ob überhaupt bei eintretender Schädigung der Versuchstiere der Salzgehalt an und für sich oder etwa nur die einzelnen Komponenten der Versalzung verantwortlich zu machen seien, das heißt also, ob diese Beeinträchtigung auf Rechnung des osmotischen Druckes oder der Intoxikation durch einzelne Ionen zu setzen ist. Die endgültige Beantwortung dieser Frage ließ sich natürlich nicht von Laboratoriumsversuchen erwarten, sondern mußte der Natur selber abgelauert werden, die selbst brauchbare Vorstellungen darüber vermitteln mußte, ob und inwieweit eine (künstliche oder natürliche) Versalzung der Gewässer für die Lebensformen des Süßwassers zuträglich sei, und auf welche Weise Schädigungen der Fauna einträfen. Zum Zweck dieser Erkenntnis wurden vom September 1913 an* in der Wipper (Thüringen) hydrobiologische Untersuchungen angestellt, die zunächst bis zum Ausbruch des Krieges dauerten und dann vom August bis Anfang November 1916 fortgesetzt wurden.

Das Programm für diese Arbeiten war mit der Fragestellung gegeben. Es handelte sich zunächst darum, festzustellen, ob eine (hier künstliche) Versalzung des Flusses hinsichtlich der Verbreitung einzelner Tiere eine schädigende oder überhaupt eine Wirkung erkennen ließ, und wenn ja, auf welche Ursache eine solche Beeinflussung zurückzuführen sei. Es ist hier von vornherein zu bemerken, daß bei allen diesen Untersuchungen die Fähigkeit der Süßwassertiere, in versalzten Gewässern zu leben und sich fortzupflanzen, nicht unmittelbar oder wenigstens erst in zweiter Linie untersucht oder berücksichtigt werden konnte. Aber der Fisch ist in seinem Gedeihen natürlich abhängig von dem unbehinderten Fortbestand der ihm zur Nahrung dienenden Süßwasserbewohner, und ein Teil jener oben skizzierten Frage ließ sich für den Fisch wenigstens mittelbar beantworten, d. h. durch die Feststellung, ob seine Futtertiere durch die Versalzung geschädigt würden. Über die Versalzung der Wipper²⁾ sei hier nur kurz bemerkt, daß die natürliche Salzführung nicht sehr bedeutend ist; sie beträgt etwa 420 mg im Liter bei der hohen durchschnittlichen natürlichen Härte von 20°, die im wesentlichen auf hohen Gipsgehalt zurückzuführen ist. An verschiedenen Stellen werden dem Fluß teils unmittelbar, teils durch Vermittlung damit beladener Nebenbäche Abwässer aus den Werken

¹⁾ E. Hirsch, Zoolog. Jahrb. Abt. f. Physiol. Bd. 34, 1914.

²⁾ Das Ergebnis jener Untersuchungen liegt bisher nur in einer vorläufigen Mitteilung über die Ergebnisse einer biologischen Untersuchung des versalzten Flußgebietes der Wipper vor (E. Hirsch, Arch. f. Hydrobiol. und Planktonkde. Bd. 12, 1918), da die Drucklegung der ausführlichen Darstellung ihrer Ergebnisse wegen der augenblicklich herrschenden Papierknappheit vorläufig nicht möglich ist. Während die später folgende Hauptveröffentlichung in gewissem Sinne als eine Monographie der Wipper und ihres Flußgebietes geplant ist, enthält die vorläufige Mitteilung nur eine kurze Darstellung der chemischen Verhältnisse und der sonstigen örtlichen und faunistischen Besonderheiten des Flußlaufes.

der Kaliindustrie zugeführt, die im wesentlichen $MgCl_2$ enthaltend, zwar Härte und Gesamtversalzung bedeutend erhöhen, den Überschuß an Gips jedoch beträchtlich abschwächen. Ausführlicher wird in der vorläufigen Mitteilung das Vorkommen der verschiedenen Tiergruppen in den untersuchten Gebieten besprochen und auf einzelne von den Erscheinungen und Tatsachen hingewiesen, die zu dem Urteil führen, das in der ausführlichen Abhandlung gefällt und eingehend begründet wird.

Bei ungleichmäßiger Verbreitung einzelner Tierformen über das untersuchte Gebiet zeigt sich, daß die Höhe an und für sich der Gesamtversalzung für die Verteilung der Tiere über den versalzten Fluß nicht maßgebend sein kann, da die Hauptverbreitungsgebiete solcher besonders beobachteter Organismen gerade in den am stärksten versalzten Teilen des Gewässers liegen. Wenn schon diese Tatsache dafür spricht, daß hier eine andere Wirkungsweise der Versalzung bei dem Einfluß auf die Tierwelt anzunehmen ist, so läßt ein weiterer Untersuchungsbefund noch unmittelbarer auf jene Wirkungsart selbst schließen.

In dem Gebiet der Nebenflüsse der Wipper (der Bode und des Rhins) machte sich nämlich bei geringem Salzgehalt ein auffallender Formenmangel geltend, selbst wenn man die Fangplätze in den betreffenden Bächen mit hydrographisch entsprechenden Stellen in der Wipper vergleicht. Wo also die örtlichen Verhältnisse an und für sich nicht den Grund für die mangelhafte Besiedelung abgeben können, müssen zweifellos die chemischen Zustände der Gewässer dafür verantwortlich gemacht werden. Da nun diese Stellen auch weniger stark bevölkert sind als andere in der Wipper mit fast doppelt so hohem Salzgehalt, so folgt daraus, daß auch in diesem Fall die Höhe an und für sich des Salzgehaltes nicht maßgebend sein kann, sondern nur eine Besonderheit seiner Zusammensetzung.

Dieser Gedanke stützt sich besonders auch auf folgendes: Die weitgehenden Untersuchungen von J. Loeb und seiner Schule haben auf die toxische Wirkung der einzelnen Ionen der Salze hingewiesen und dabei ergeben, daß sich diese Wirkung durch die Hinzufügung eines anderen „entgiftenden“ Ions aufheben läßt. (So läßt sich Na durch K, Mg durch Ca unschädlich machen und auch eine umgekehrt gerichtete Entgiftung kann zwischen je zwei dieser Ionen stattfinden.) Auf Grund dieser und anderer Versuche und Ergebnisse war dann vom Verfasser bereits früher rein theoretisch¹⁾ der Standpunkt vertreten worden, daß die Zusammensetzung der Versalzung bei einer Schädigung der Wassertiere in Betracht kommen müsse. Die Ansicht war gebildet und ausgesprochen: die Salze im Süßwasser müßten in sich gewissermaßen „entgiftet“ sein; natürlich ist das nur ein Idealzustand, der im Wasser, wie es in der Natur vorkommt (außer im Meereswasser, worauf hier aber nicht eingegangen werden kann), nicht verwirklicht ist. Hier erfolgt dann eine Schädigung der Fauna durch die Ionen des nicht entgifteten Überschusses eines Salzes, aber erst dann, wenn die Gesamtkonzentration des Gewässers einen gewissen bisher noch nicht näher bestimmten Grad überschreitet.

Nun ergab sich bei der chemischen Untersuchung jener so gering besiedelten Bäche im Gebiet der Wipper, daß dort ein außergewöhnlich hoher Überschuß an $CaSO_4$ vorlag. Das wesentliche Überwiegen von SO_4 über Cl führte in andern Fällen nicht zu besonders be-

merkenswerten Schädigungen der Fauna; daher muß angenommen werden, daß die eigentümlichen Mischungsverhältnisse von Ca und Mg für die schwache Besiedelung verantwortlich zu machen sind. Damit läßt sich dann auch die eigenartige Verbreitung einzelner Tierformen in der Wipper selbst erklären. Es ließ sich nachweisen, daß sich dort eine buntere Tierwelt erst mit dem allmählichen Ausgleich des im Oberlauf der Wipper noch bedeutenden Überschusses an Ca durch das aus den Werken der Kaliindustrie zugeführte Mg zu entwickeln beginnt. In entsprechender Weise läßt sich aber auch bemerken, daß einzelne Organismen bei weiterer Verschiebung des Verhältnisses Ca : Mg zugunsten des Mg vor diesem zurückweichen. Auf nähere faunistische Einzelheiten kann hier leider nicht eingegangen werden, jedoch lassen sich für eine derartige Auffassung sehr viele ins Feld führen.

Damit soll nun aber nicht gesagt sein, daß durch diese Untersuchung die Frage, ob der osmotische Druck oder die Wirkung des einzelnen Ions bei Salzwässern für eintretende Schädigungen der Fauna verantwortlich zu machen ist, endgültig entschieden ist. Die Meinung, daß die toxischen Wirkungen des einzelnen Ions hierbei die Hauptrolle spielen, läßt sich vielleicht aufrechterhalten, jedoch ist wohl anzunehmen, daß diese Auffassung selbst bei weiterer Untersuchung noch anderer Gewässer in gewissen Punkten eine Umbildung erfahren wird.

Autoreferat.

Moderne Fragen der Elektrotherapie. (Vortrag gehalten am 14. Juni in der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg i. H. von K. Bangert.) Die Elektromedizin sieht ihre vornehmlichste Aufgabe darin, mit Hilfe des elektrischen Stromes nicht nur Krankheiten zu erkennen, sondern auch zu heilen; nicht nur der Gleichstrom, auch der niederfrequente Wechselstrom, die hochfrequenten Wechselströme, die statische Elektrizität, gehören zu ihrem sicheren Bestand. Jede dieser Stromarten leistet für sich auf bestimmten Gebieten hervorragendes. Sie sind zwar wie viele andere Heilmittel keine Allheilmittel, doch sind typische Wirkungen vorhanden. Betrachtet man die Röntgenstrahlen, die Lichtstrahlen und die Wärmestrahlen nach moderner Anschauung als elektromagnetische Schwingungen wie die Hochfrequenzströme selbst, so kann man auch den niederfrequenten Wechselstrom, und sogar den Gleichstrom, ebenfalls als langwellige Schwingungen — den Gleichstrom mit unendlich großer Wellenlänge — darunter begreifen und dementsprechend die therapeutische Anwendung aller dieser Strahlen als Strahlentherapie bezeichnen¹⁾. Vom elektromedizinischen Standpunkt fehlen aber solche Analogien. Bei der Einwirkung des elektrischen Stromes treten eine große Zahl biologischer und physiologischer Faktoren auf, welche das physikalisch einheitliche Bild trüben. Es bestehen zudem viele Lücken in den Erklärungen des errichteten klinischen Befundes, worunter auch die konstruktive Durchbildung der Hilfsapparate leidet.

Der menschliche Körper im Sinne eines Leiters der Elektrizität befindet sich in der Regel in einem geschlossenen Leiterkreis, in welchem vom physikalischen Standpunkt aus die elektrischen Verhältnisse eindeutig definierbar sind, so durch das Ohmsche Gesetz und

¹⁾ Hirsch, E., Die elektromagnetischen Schwingungen, ihre biochemische Wirkung und therapeutische Verwendung, Strahlentherapie 1915, 6, 70.

Bangert, Moderne Strahlentherapie, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1916, H. 1.

¹⁾ Hirsch, E., Salzwässer und Salzfauna. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde. Bd. 10. 1914/15.

das Joulesche Gesetz. Bezüglich der Widerstandsbestimmung, aus welcher man krankhafte Veränderungen herleiten kann, liegen eindeutige Resultate wegen des Auftretens elektromotorischer Gegenkräfte (*Gildemeister*) noch nicht vor. Die nach dem Jouleschen Gesetz auftretende und bestimmbare Erwärmung ist bei Gleichstrom und niederfrequentem Wechselstrom nicht meßbar, weil sich infolge von Reizwirkungen keine großen Strommengen applizieren lassen. Erst die Einführung der Hochfrequenzströme ergab auch eine Erwärmung des Körpergewebes und zeigte, welche Wege der Strom im Körper hauptsächlich nimmt¹⁾.

Im Vortrage wurden nur die Apparate für Galvanisation, Sinusfaradisation und Faradisation näher erörtert. Es wurde gezeigt, daß nach Versorgung der Städte mit elektrischem Strom dieser direkt angewendet wurde, womit aber Gefahren verknüpft waren, weil die Apparate nicht erdschluffrei waren. Man hat daher besondere kleine Dynamomaschinen den Behandlungsapparaten beigegeben und diese durch einen Antriebsmotor betrieben.

Was die Anwendung des Wechselstroms angeht, so wurde gezeigt, daß es lediglich auf die Dosierung und die Elektrodenapplikation ankommt, weil der Gefahrenpunkt bei der Applikation dieser Stromart im Herzen liegt, entsprechend den Resultaten *Herrings* und *Boruttaus*²⁾.

An Hand von Oszillogrammen wurde gezeigt, welchen Strom- und Spannungsverlauf die Schlitteninduktoren für Faradisation unter den verschiedenen Betriebsbedingungen haben³⁾ und es wurde erörtert, daß diese so verschiedenartig sind, daß sehr häufig der Apparat nicht den Spannungsverlauf hergibt, der von vornherein erwartet wurde. Bezüglich der Dosierung der Stromarten wurde gezeigt, daß man bei der Galvanisation vorläufig die Schwellenstromstärke bestimmt, welche eine eben gerade sichtbare Zuckung hervorruft. Dabei ist man sich bewußt, daß die an einem empfindlichen Strommeßgerät abgelesene Stromstärke nicht den eigentlichen Reizwert darstellt⁴⁾.

Bei der Dosierung der faradischen Ströme des Schlitteninduktors hat man sich bis heute aus Mangel an geeigneten Meßgeräten damit begnügt, den Abstand der primären von der sekundären verschiebbaren Spule, den Rollenabstand, anzugeben.

Nach einem kurzen Überblick über die Applikation der Hochfrequenzströme, insbesondere beim Diathermieverfahren, wird ein kurzer Überblick auf die Lichttherapie, die Forderungen der Lichttherapeuten und die Tatsachen aus der Beleuchtungstechnik im allgemeinen

¹⁾ *Wildermuth*, Stromleitung im menschlichen Körper. Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 1911, 22, H. 4.
Bucky, Der menschliche Körper als elektr. Leitungsnetz, E. T. Z. 1915, H. 51.

Bangert, Zur Frage der Elektrodenapplikation, Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie 1916.

Bangert, Einige Bemerkungen und Versuche zur Frage des Stromlinienverlaufs beim Diathermieverfahren, Zentralblatt für Röntgenstrahlen 1918.

²⁾ *Boruttau*, Der Tod durch Elektrizität, Berl. klin. Wochenschr. 1916, Nr. 33.

Boruttau, Todesfälle durch therapeutische Wechselstromanwendung und deren Verhütung, Dtsch. med. Wochenschrift Nr. 26, 1917.

³⁾ *Bangert*, Physikalische Bemerkungen zur Frage der gewöhnlichen Faradisation, Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie 1918, H. 9.

⁴⁾ *Gildemeister*, Theoretisches und Praktisches aus der neueren Physiologie, Münch. med. Wochenschrift 1911, Nr. 21.

gegeben, und es wird speziell das Problem der Erzeugung einer Strahlung von sonnenähnlichem Charakter mit Hilfe einer künstlichen Lichtquelle erörtert¹⁾ und eine vorläufige Lösung, die Siemens-Aurcollampe, angeführt.

Den Vortrag beschloß ein in kurzen Strichen gezeichnetes Bild der modernen Anschauung, speziell in der Tiefentherapie auf Grund der seit einigen Jahren bekannten gasfreien Röntgenröhren.

Autoreferat.

Astronomische Mitteilungen.

Die Anziehung eines unendlichen Sternsystems.
Unter der Voraussetzung eines Euklidischen Raumes und der Newtonschen Massenanziehung sind über den Aufbau des Weltalls drei Annahmen möglich:

1. Sämtliche Massen liegen innerhalb eines endlichen Gebietes;
2. Außerhalb einer Kugel von genügend großem Radius ist nur ein unendlich kleiner Bruchteil aller Massen vorhanden;
3. Innerhalb jeder Kugel von genügend großem Radius sind die Massen annähernd gleichmäßig verteilt.

Gegen die erste Annahme spricht der schon von *A. Einstein* in seinen kosmologischen Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie (Berliner Ber. 1917) gemachte sogenannte Verödungseinwand. Da nämlich das Newtonsche Potential einen endlichen Grenzwert im Unendlichen besitzt, kann sich ein Himmelskörper, wenn er nur genügend viel Energie in sich vereinigt, auf Nimmerwiedersehen ins Unendliche entfernen, was nur dann unmöglich wäre, wenn der Grenzwert einen sehr hohen Betrag erreichte. Eine solche Annahme steht aber im Widerspruch mit den tatsächlich beobachteten Sternengeschwindigkeiten, die auf keinerlei so große Potentialdifferenz zwischen Endlichem und Unendlichem hinweisen.

Das Sternsystem wird also allmählich in den Zustand 2 übergehen. Ein Beispiel für eine derartig aufgebaute Welt brachte *C. V. L. Charlier* in einem „Wie eine unendliche Welt aufgebaut sein kann“ betitelten Aufsätze (*Möddel*, fr. Lunds Astr. Obs. Nr. 38). Er denkt sich unser Fixsternsystem als Mitglied eines Systems höherer Ordnung, ähnlich wie die Sonne und alle Fixsterne das Milchstraßensystem zusammensetzen, das System höherer Ordnung wieder als Individuum in einem System von noch höherer Ordnung usw. in inf. Durch gewisse plausible Annahmen über die Größe, Gestalt und Anordnung dieser ineinander geschachtelten Systeme läßt sich erreichen, daß trotz der unendlich vielen vorhandenen Massen ihre Gesamtheitigkeit und Gesamtanziehung bestimmte endliche Beträge besitzen und ebenso die Größenordnung der beobachteten Sternengeschwindigkeiten mit den entsprechenden theoretischen Resultaten in guter Übereinstimmung ist.

Gegen beide Annahmen 1 und 2, die einen Mittelpunkt der Welt voraussetzen, spricht aber das Prinzip der Relativität, welches die Gleichberechtigung aller Punkte fordert. Es bleibt also die dritte Annahme einer konstanten mittleren Massenverteilung im gesamten unendlichen Raum, wofür weder Verödungs- noch Relativitätseinwand Gültigkeit haben.

¹⁾ *Bangert*, Physikalische und technische Betrachtungen zur modernen Lichttherapie, Ztschr. f. phys. u. diätet. Therapie 1918, H. 5/6.

R. Bach zeigt in einer in den Astr. Nachr. 206, 165 erschienenen Abhandlung, daß sich in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Resultante der Anziehungskräfte sämtlicher unendlich vieler Massen innerhalb gewisser Grenzen liegt, als Grenzwert einer unendlichen Folge nichtanalytischer Funktionen darstellt, und zwar, wie sich durch numerische Ausrechnung dieses Grenzwertes ergibt, für endliche Werte der Gesamtanziehung eine endliche, von Null verschiedene Größe ist. Aus dem Gang der Rechnung folgt, daß die Anziehung aller unendlich vielen Sterne außerhalb einer Kugel von mäßigem Radius verschwindend gering und der wahrscheinlichste Wert der Anziehungskraft aller Sterne etwa gleich der Kraft ist, die auftreten würde, wenn nur die zwei nächsten Sterne allein vorhanden wären und in einer geraden Linie mit dem Aufpunkt lägen. Es können daher die abgeleiteten Formeln ohne weiteres auf die Kräfte im Innern von Sternhaufen angewendet werden, wobei es nur einer kleinen Modifikation bedürfte, um eine etwaige größere Konzentration der Sterne um den Mittelpunkt zu berücksichtigen. Aus der bekannten Masse und Entfernung des uns zunächst gelegenen Fixsterns α Centauri schließt Bach auf eine Ablenkung des Sonnensystems von seiner geradlinigen Bahn um $1''$ in 11 000 Jahren, während es im 14-fachen dieser Zeit bereits eine Strecke gleich der Entfernung Sonne — α Centauri zurückgelegt hätte, weshalb das Suchen nach der Krümmung der Bahn eines isolierten Weltkörpers aussichtslos sei. Die Sterne bewegen sich geradlinig, bis einer von ihnen einem andern so nahe kommt, daß er aus seiner geradlinigen Bahn geschleudert wird, ähnlich wie die Moleküle in einem Gase. Referent ist in einer in der Phys. Zeitschr. (Mai 1918) unter dem Titel „Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem“ erschienenen Arbeit zu einem ähnlichen Resultat gelangt, obwohl ganz andere Voraussetzungen zu Grunde liegen.

H. v. Seeliger hat in seinen beiden Abhandlungen über das Newtonsche Gravitationsgesetz (Münchener Ber. 1896, Astr. Nachr. 137, 129) nachgewiesen, daß im Fall 3 die Voraussetzung der Newtonschen Kraft zu unbestimmten Ausdrücken für die Gesamtanziehung führt, weshalb er eine Korrektur des Newtonschen Gesetzes durch einen Exponentialfaktor vorschlägt.

J. Lense.

Kinetische Gastheorie und Fixsternsystem. Unter dieser Bezeichnung veröffentlichte J. Lense einen Aufsatz in den Astronomischen Nachrichten, Nr. 4958, worin er lehrreiche Vergleiche anstellt zwischen den Molekülen einer Gaskugel und den Gliedern eines Sternsystems. Für Wasserstoff unter normalen Bedingungen (0° C und 760 mm Druck) berechnet sich die mittlere Entfernung zweier Moleküle zu 15,4 Moleküldurchmesser. Um für das Sternsystem zu einem vergleichbaren Ausdruck zu gelangen, betrachtet der Verfasser einen idealen, kugelförmig geschichteten Haufen von 10^6 Sternen, dessen Radius 10^6 Erdbahnhalmes beträgt, wodurch die wahren Verhältnisse im Milchstraßensystem wenigstens bezüglich der Sternverteilung genähert wiedergegeben werden. Gibt man allen Sternen den Sonnendurchmesser als Einheit, so berechnet sich der mittlere Abstand zweier Sterne zu $1,73 \cdot 10^6$ Sterndurchmesser. Die Moleküle im Wasserstoff sind also im Verhältnis $1,44 \cdot 10^{21}$ dichter angeordnet als die Sterne im Milchstraßensystem. Da der Druck

eines Gases bei konstanter Temperatur der Dichte proportional ist, würde Wasserstoff, dessen Moleküle mit derselben Dichte verteilt wären wie die Sterne, bei 0° C unter einem Druck von $5,28 \cdot 10^{-10}$ mm stehen.

Im zweiten Teil seiner Untersuchung behandelt der Verfasser die Bewegungen in beiden Systemen. Die geradlinige und gleichförmige Trägheitsbewegung eines Moleküls wird unterbrochen, sobald es in die Wirkungssphäre eines anderen Moleküls eintritt. Infolge der gegenseitigen Abstoßung beschreibt es eine Kurve, bis es die Wirkungssphäre verläßt und setzt darauf die geradlinige Bewegung mit veränderter Richtung fort, bis es in den Bereich eines weiteren Moleküls gelangt. Außerdem aber müssen alle Moleküle dem Newtonschen Gesetz gehorchen, da es sonst keine Gaskugeln mit freier Oberfläche geben könnte. Innerhalb der Wirkungssphäre überwiegt die abstoßende, außerhalb die anziehende Kraft. Bei den verhältnismäßig großen Gasdichten, mit denen wir im Laboratorium arbeiten, finden indessen so viele Vorübergänge der Moleküle statt, daß die aus der gegenseitigen Anziehung folgende Ablenkung von der geradlinigen Bahn vernachlässigt werden darf. Nimmt man an, daß ein Molekül im gegebenen Augenblick unter dem Einfluß der allgemeinen Anziehung eine kreisförmige Bahn um den Mittelpunkt der Gaskugel beschreibt, so wird diese Bewegung schon nach kurzer Zeit durch die Einwirkung anderer Moleküle gestört werden. Den mittleren Kreisbogen, den ein Molekül ungestört durchlaufen kann, berechnet Lense zu $360/(1,19 \cdot 10^{10})$ Grad. Ein so kurzes Kreisbogenstück kann als geradlinig betrachtet werden. — Im Sternsystem sind die Verhältnisse wesentlich anders, da dort nur die allgemeine Massenanziehung, nicht aber die Abstoßung bei kleinen Zwischenräumen auftritt. Jeder Stern wird zunächst eine Bahn beschreiben, die aus der Gesamtanziehung des Systems folgt. Erst bei Annäherung an ein anderes Glied des Sternhaufens wird diese Bahn gestört werden. Nimmt man als Radius der Wirkungssphäre jedes Sterns 0,2 mittlere Sternabstände, als mittlere Geschwindigkeit der Sterne 27,4 km/sek an, so beträgt die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Beeinflussungen durch andere Körper $1,57 \cdot 10^6$ Jahre. Der Kreisbogen, den ein Stern ungestört durchlaufen kann, liegt für verschiedene Radien zwischen 1° und 30° . Als Nebenergebnis findet man die Zeit, nach welcher ein Stern im Mittel mit einem andern Körper zusammenstoßen muß, zu $1,88 \cdot 10^{21}$ Jahren, die Umlaufzeit im Mittel zu 10^6 Jahren, so daß der Stern, wenn man von den Störungen absieht, die ideale Kreisbahn $1,88 \cdot 10^{14}$ mal durchlaufen könnte, ohne mit einem anderen Stern zusammenzustößen. Jener Kreisbogen von $1-30^\circ$, den ein Stern ungestört durchlaufen kann, ist immerhin noch klein genug, um für die hier in Frage stehenden Erwägungen als geradlinig gelten zu können. Der Verfasser gelangt deshalb zu dem Schluß, daß die Verhältnisse im Milchstraßensystem sehr wohl mit jenen in einer Gaskugel von entsprechender Dichte vergleichbar sind und daß die statistischen Methoden der Gastheorie auf das Fixsternsystem angewandt werden dürfen, womit jedoch nicht behauptet werden sollte, daß sich das Sternsystem tatsächlich wie ein Gas verhalte. Die wirklichen Verhältnisse weichen ja von dem der Rechnung zugrunde gelegten idealen System stark ab, wodurch jedoch der mehr summarisch gedachte Vergleich nicht entwertet wird.

C. Hoffmeister.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kürzlich erschien:

Altes und Neues
aus der Unterhaltungsmathematik

Dr. **W. Ahrens** in Rostock
Mit 51 Textfiguren — Preis M. 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Mitarbeiter

für unsere wissenschaftlichen Filme suchen
und erbitten Angebote (148)

Köhler Film Co.
Berlin SO 16, Schmidstr. 7.

Vor kurzem erschien:

Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik
für Unterricht und Praxis in allgemein verständlicher Darstellung

Von **Rudolf Krause**
Ingenieur

Dritte, verbesserte Auflage

Herausgegeben von Professor **H. Vieweger**
Mit 349 Textfiguren — Preis gebunden M. 8.—

Vor kurzem erschien:

Elektrische Starkstromanlagen
Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb

Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker sowie zum Gebrauch
an technischen Lehranstalten

Von Dipl.-Ing. **Emil Kosack**
Oberlehrer an den Königl. Vereinigten Maschinenbauschulen
zu Magdeburg

Dritte, durchgesehene Auflage

Mit 290 Textfiguren — Preis gebunden M. 8.—

Soeben erschien:

Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik

Von Dr. **Adolf Thomälen**
a. o. Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe
Siebente, verbesserte Auflage

Mit 463 in den Text gedruckten Bildern — Preis gebunden M. 18.—

Soeben erschien:

Herstellen und Instandhalten
elektrischer Licht- und Kraftanlagen

Ein Leitfaden auch für Nichttechniker unter Mitwirkung von

Gottlob Lux und Dr. **C. Michalke**

verfaßt und herausgegeben von

S. Frhr. v. Gaisberg

Achte, umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 59 Textabbildungen — Preis in festem Umschlag M. 3.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Fachbücher für Ärzte

Soeben erschien:

Band IV:

Praktische Ohrenheilkunde für Ärzte

Von **A. Jansen** und **F. Kobrak**
Berlin

Mit 104 Textabbildungen

Preis gebunden M. 16.—

Früher erschienen:

Band I:

* Praktische Neurologie für Ärzte

Von

Professor Dr. **M. Lewandowsky** in Berlin

Zweite Auflage — Mit 21 Textabbildungen

Preis gebunden M. 10.—

Band II:

Praktische Unfall- und Invaliden-Begutachtung

bei sozialer und privater Versicherung sowie in Haftpflichtfällen

Von

Dr. med. **Paul Horn**

Privatdozent für Versicherungsmedizin an der Universität Bonn, Oberarzt am Krankenhaus
der Barmherzigen Brüder

Preis gebunden M. 9.—

Band III:

Psychiatrie für Ärzte

Von

Dr. **Hans W. Gruhle**

Privatdozent an der Universität Heidelberg

23 Textabbildungen

Preis gebunden M. 12.—

*Hierzu Teuerungszuschlag
