

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0371

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 43.

25. Oktober 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen. Von *Prof. Dr. R. Brun, Zürich*. S. 617.

Besprechungen:

Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow*. S. 625.

Herz, W., Moderne Probleme der allgemeinen Chemie. Von *J. Koppel, Berlin-Pankow*. S. 626.

Deutsche ornithologische Gesellschaft: Die Heimkehr der Zugvögel. S. 626.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen. Festlegung der Aldehydstufe bei der

alkoholischen Gärung. Ueber Peroxydase. Die Klimaverhältnisse der Vorzeit. Künstliche Erzeugung von Regen. S. 626—628.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau, Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg, Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium. S. 628—630.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; 1917, Bd. 33, H. 4; 1918, Bd. 34, H. 1, 2, 3 u. 4. S. 630.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; 1917, H. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u. 12; 1918, H. 1. S. 631.

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., Cebulenser Str. 29, richten.

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

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

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-52. Telegrammadresse: Springerbuch
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depots-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die übertragbare Hühnerleukose

(Leukämie, Pseudoleukämie, Anämie u. a.)

Mit Beiträgen zur normalen Hämatologie der Hühner

Von Dr. **Vilhelm Ellermann**

o. Professor der gerichtlichen Medizin an der Universität in Kopenhagen

Mit 10 Tabellen und 13 Textabbildungen

Preis M. 4.—

Soeben erschien:

Physiologische Anleitung

zu einer zweckmäßigeren Ernährung

Von Dr. **Paul Jensen**

o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des physiologischen Instituts
der Universität Göttingen

Mit 9 Textfiguren — Preis M. 2.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

ein von der Ärzteswelt 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.

25. Oktober 1918.

Heft 43.

Ergebnisse neuerer Versuche über das Orientierungsvermögen der Ameisen.

Von Dr. med. R. Brun, Zürich.

Die Ameisen sind bekanntlich wie die übrigen sozialen Insekten „nestbeständige Tiere“, d. h. ihr Gesellschaftsleben spielt sich — von wenigen Ausnahmen abgesehen — im Schutze eines ständigen festen Wohnsitzes ab. Infolgedessen besteht für sie die Notwendigkeit, von jedem Streifzug wieder zu diesem Ausgangspunkt zurückzukehren; die *Heimkehrfähigkeit* wird hier zur biologischen Existenzbedingung, das Orientierungsvermögen zu einem lebenswichtigen *psychophysiologischen Problem*. Und zwar wird die Lösung dieses Problems natürlich umso größeren Schwierigkeiten begegnen, je weiter die Tiere jeweils zum Zwecke genügender Nahrungsbeschaffung sich von ihrer Basis zu entfernen gezwungen sind und je geringer andererseits die unmittelbare perceptive Reichweite ihrer Sinne ist.

Bei den Ameisen trifft der letztere Umstand insofern in besonderem Maße zu, als ihre beiden Hauptsinne, der Geruchs- und der Gesichtssinn, nachweislich ein geradezu überraschend geringes Fernperzeptionsvermögen aufweisen: So kann man sich beispielsweise jederzeit leicht davon überzeugen, daß Ameisen selbst an stark duftenden und für sie ungemein lustbetonten Substanzen, wie Honig, hundertmal ahnungslos in einer Entfernung von wenigen Zentimetern vorüberziehen, bis sie endlich rein zufällig gleichsam mit der Nase darauf stoßen¹⁾. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Gesichtssinn unserer Insekten: Ein deutliches Sehen, im Sinne eines relativ scharfen optischen Differenzierungsvermögens von Formen, Farben usw. (optisches „Erkennen“) kommt selbst bei den mit verhältnismäßig guten Augen versehenen Arten (*Formica*, *Pseudomyrma* u. a.) höchstens bis auf Distanzen von 1—1½ Meter in

Betracht¹⁾. Daraus folgt ohne weiteres, daß die Ameisen vollständig unfähig sein dürften, ihr Nest, d. h. die Gesamtheit der für sie mit diesem Wort bezeichneten Sinneskomplexe, aus einer Entfernung von mehr als 1—1½ m direkt sinnlich wahrzunehmen. Wenn wir sie nun gleichwohl ihre Ausflüge gelegentlich bis auf 100 und mehr Meter vom Nest ausdehnen und auch aus solchen Entfernungen stets mit unfehlbarer Sicherheit den Weg zum Nest zurückfinden sehen, so muß uns diese Leistung in Anbetracht der Flügellosigkeit und der dadurch bedingten relativ langsamen Fortbewegung der kleinen Tierchen als eine verhältnismäßig sehr bedeutende, ja, auf den ersten Blick beinahe unbegreifliche, imponieren. Es war daher gewiß verzeihlich, wenn manche Forscher hier vor einem Rätsel zu stehen vermeinten, das sie zur Annahme irgendwelcher noch unentdeckter Sinnesenergien, geheimnisvoller „unbekannter Fernkräfte“ und dergleichen mehr, zu zwingen schien, also zu ähnlichen Hypothesen, wie sie bekanntlich wiederholt auch zur „Erklärung“ der Fernorientierung der Bienen und Brieftauben herangezogen wurden. Allein wie dort, so hat eine geduldige und vorurteilslose Prüfung der Tatsachen auch für die Ameisen immer wieder aufs neue die *Überflüssigkeit solcher transzendentaler Hypothesen* dargetan und die anscheinend so rätselhafte Fernorientierung der Ameisen restlos als das — allerdings sehr verwickelte — Ergebnis kombinierter Leistungen der bekannten, anatomisch und physiologisch nachweisbaren Sinne, in Verbindung mit einem relativ hochentwickelten Gedächtnis, enthüllt. Die planmäßige Analyse dieser komplexen psychophysiologischen Vorgänge mit Hilfe peinlich exakter experimenteller Methoden bildet eines der interessantesten und lehrreichsten Kapitel der modernen Tierpsychologie, — ein Kapitel, das wie kein anderes geeignet ist, dem Leser einen Einblick in die Arbeitsmethoden dieser jungen aufstrebenden Wissenschaft zu gewähren.

* * *

Es ist das Verdienst des algerischen Forschers V. Cornetz, zum erstenmal nachdrücklich darauf hingewiesen zu haben, daß man bei der Fernorientierung der Ameisen prinzipiell zwei Phänomene auseinanderhalten muß, deren psychophysiolo-

¹⁾ Dem scheint die tägliche Erfahrung zu widersprechen, daß um einen zufällig irgendwo ausgegossenen Honigtropfen gewöhnlich schon nach kurzer Zeit hunderte von Ameisen versammelt sind. Allein der bedeutende „Spürsinn“ (Fernwitterungssinn), der sich dem Laien darin zu offenbaren scheint, beruht in Wirklichkeit auf dem *Mitteilungsvermögen* der Ameisen in Verbindung mit dem *Kontaktgeruchsvermögen* ihrer Führer: Von all den hundert Tieren hat nur eines den Honig wirklich „entdeckt“ (d. h. zufällig gefunden); alle übrigen sind auf Veranlassung dieser glücklichen Entdeckerin auf deren Geruchsspur zu der Nahrungsquelle gelangt.

¹⁾ Daneben existiert allerdings noch ein undeutliches *Fernsehen* in Form eines *allgemeinen Lichtsinnes*, dessen höchst eigenartige Rolle und Bedeutung bei der Fernorientierung der Ameisen wir weiter unten noch kennen lernen werden.

gische Grundlagen zum Teil ganz verschiedene sind, nämlich erstens die *Massenwanderungen* zahlreicher Individuen auf kollektiv begangenen Heerstraßen oder Geruchsfährten, und zweitens die freien Erkundungsreisen *einzelner* vom Nest abgehender Individuen, die sogenannten *Einzelwanderungen*. Die Massenwanderung ist, wie dies Cornetz überzeugend dargetan hat, in den meisten Fällen genetisch von der Einzelreise abzuleiten, die *Einzelwanderung bildet also das „primäre Orientierungsphänomen“*.

Wenden wir uns zunächst der viel auffälligeren Kollektivwanderung zu, so müssen wir von jener einfacheren Form derselben ausgehen, bei welcher die Ameisen ihren „Weg“ noch nicht durch Anlage eigentlicher *„gebahnter Straßen“* äußerlich sichtbar im Gelände markiert haben, sondern wobei sie offenbar eine den menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbare *chemische Spur* verfolgen. Dabei bietet sich gewöhnlich folgendes Bild: Je nach der Einwohnerzahl der betreffenden Kolonie, bald dicht gedrängt, bald in mehr lockerer Folge, sehen wir auf einer Strecke von 10, 50, ja selbst 100 und mehr Metern Tausende von Ameisen gleich einem schwarzen Bunde hin- und herwandern; das Ziel der Wanderung ist gewöhnlich irgend ein gut besetzter Blattlausstrauch, auf dem die Tiere ihre „Honigkühe“ melken. Dabei tritt jede Ameise, fortwährend den Boden mit den Fühlern betastend, genau in die Fußtapfen ihres Vordertieres, ohne auch nur um eines Fingers Breite vom Weg abzuweichen. Daß die Ameisen in der Tat einer auf dem Boden deponierten flüchtigen *Geruchsspur* folgen, hat der Genfer Gelehrte Ch. Bonnet schon vor mehr als 100 Jahren durch den folgenden einfachen Versuch bewiesen: Zieht man mit dem Finger (oder irgend einem andern Gegenstand) einen Strich quer über eine solche Fährte, so stauen sich die Tiere zu beiden Seiten desselben an und weigern sich längere Zeit, ihren Weg fortzusetzen. Sie suchen erregt mit den Fühlern herum, bis endlich ein besonders beherztes Individuum es wagt, die Unterbrechungsstelle zögernd, im Zickzack, zu überschreiten, worauf die übrigen bald nachfolgen und der Verkehr sich allmählich wieder herstellt.

Mit dem Nachweise, daß die Ameisen auf ihren Fährten einer chemischen Wegmarkierung folgen, ist nun aber das Problem der Geruchsorientierung noch keineswegs gelöst; vielmehr hat die nähere Untersuchung dieser Erscheinung noch eine höchst merkwürdige Tatsache zu Tage gefördert, deren Deutung bis in die jüngste Zeit hinein den größten Schwierigkeiten begegnete. Es ergab sich nämlich, daß die Ameisen nicht nur die Spur als solche wahrnehmen, sondern daß sie offenbar auch imstande sind, die *beiden Richtungen derselben* an jeder beliebigen Stelle vermittelt des Geruchssinnes zu unterscheiden. Schon 1886 hatte Forel beobachtet, daß Ameisen, die von der Fährte abgefangen und nach einiger Zeit wieder auf dieselbe zurückversetzt werden, ihren Weg

stets ohne jedes Zögern in der früheren Richtung fortsetzen; doch blieb hier immer noch der Einwand offen, daß die Tiere sich dabei nach irgendwelchen optischen Wegzeichen orientieren¹⁾. Ganz ausgeschlossen ist dies aber bei dem folgenden Versuche, den 1898 der Physiologe Albrecht Bethe machte: Bethe leitete eine Fährte der gemeinen braunen Gartenameise (*Lasius niger*) über drei aufeinanderfolgende schmale Brettchen, deren mittleres um seinen Mittelpunkt drehbar war. (Fig. 1 A.) Drehte er nun dieses Mittelstück um 180° (Fig. 1 B), so erfolgte an den beiden Enden desselben jedesmal eine *sehr starke und langdauernde Verkehrsstörung*, ähnlich wie beim Bonnetschen „Fingerversuch“, obwohl ja die Spur durch die Drehung garnicht unterbrochen wurde, und auch allfällige optische Faktoren sich dabei vollkommen gleichgeblieben waren. *Es muß also die Spur für den Geruchssinn der Ameisen in ihrer Kontinuität nach beiden Richtungen eine verschiedene chemische Beschaffenheit aufweisen*, und zwar eine Verschiedenheit, die für die Tiere von Stelle zu Stelle ohne weiteres erkennbar ist. — Zur Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache stellte Bethe die originelle Hypothese auf, daß die

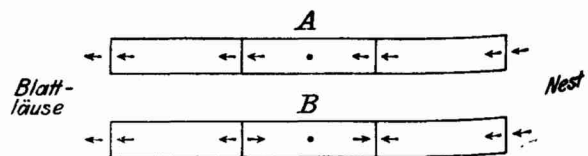


Fig. 1. Bethescher Versuch.

Ameisenspur „chemisch polarisiert“ sei, d. h. er stellte sich vor, daß die einzelnen Duftmoleküle der Fährte eine polare Anordnung ihrer chemischen Struktur besitzen. (In der Fig. 1 A durch die gleichgerichteten Pfeile versinnbildlicht.) Nach Drehung eines Spurbereiches um 180° wäre dann die „Polarität“ dieses Abschnittes natürlich derjenigen der übrigen Spur *entgegengesetzt*, wodurch sich die Verwirrung der Ameisen an den beiden Enden des Drehstückes ohne weiteres erklären würde. — Auf die Einzelheiten dieser Betheschen „Polarisationstheorie“ brauche ich hier nicht näher einzugehen, da dieselbe sich, ebenso wie die von Bethe aus derselben abgeleitete *Reflextheorie des Ameisenlebens*, bei genauerer Prüfung als *vollkommen unbegründet* erwiesen hat; sie wurde insbesondere durch Wasmann und Forel einer vernichtenden Kritik unterzogen und in allen Einzelheiten widerlegt. Dessenungeachtet blieb aber die von Bethe entdeckte *Tatsache* nach wie vor bestehen und forderte den Scharfsinn der Forscher zu mannigfachen, mehr oder minder glücklichen Erklärungsversuchen heraus. Unter diesen Erklärungen verdient hier einzig die geist-

¹⁾ Wie wir später sehen werden, ist dieser Einwand vollkommen berechtigt, indem optische Faktoren in der Tat auch beim Wegfinden auf Geruchsspuren als richtungsweisende „Nebenkonstanten“ eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen.

reiche Theorie von Forel hervorgehoben zu werden, indem dieselbe die besonderen Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes der Ameisen mit genialer Intuition erfaßt.

Forel geht von der bemerkenswerten Tatsache aus, daß bei den Ameisen die Endorgane des Geruchssinnes nicht, wie bei uns, in der Tiefe einer Kopfhöhle versteckt liegen, sondern oberflächlich, an den ungemein beweglichen Fühlern oder Antennen angeordnet sind. Die Ameisen werden also die von den verschiedenen Objekten der Außenwelt ausgehenden Düfte nicht, wie unsere Nase, in diffuser Mischung wahrnehmen, sondern in Gestalt scharf umschriebener räumlicher „Geruchsfelder“, und dies umsomehr, als sie ja die Gegenstände, welche sie beriechen wollen, zugleich mit den Fühlern kombiniert abtasten. Der Geruchssinn der Ameisen arbeitet also mit dem Tastsinn der Fühler zusammen, es handelt sich um einen *Kontaktgeruchssinn*, welcher den Ameisen *kombinierte chemische Raumvorstellungen* liefern muß und den Forel daher treffend als *topochemischen Fühlersinn* bezeichnet. Wir können uns von der Eigenart eines solchen Sinnes einen schwachen Begriff machen, wenn wir uns vorstellen würden, daß unser Geruchssinn an den Händen säße und daß wir nun mit diesen unsern „riechenden Händen“ beim Gehen fortgesetzt alle Gegenstände ringsum abtasten würden. Wir würden dann zweifellos eine förmliche *Geruchskarte* unseres Weges im Gedächtnis aufnehmen, auf welcher die verschiedenen duftenden Flächen und Körper als ebenso viele „runde, eckige, weiche, harte, flüssige, klebrige, kalte, warme Gerüche“ usw. aufgezeichnet sind — in eben derselben räumlichen Anordnung und zeitlichen Folge, wie wir sie beim Vorwärtsschreiten in der Außenwelt angetroffen haben. Eine ähnliche Geruchskarte — so schließt Forel weiter — wird nun eine Ameise, die unzählige Male immer die nämliche Geruchsfährte begangen hat, in ihrem Gehirne registrieren, d. h., sie wird allmählich eine gewisse Kenntnis von der näheren Beschaffenheit des topochemischen Raumes auf und neben der Spur gewinnen, mit Hilfe deren sie sich jederzeit darüber orientieren kann, was auf der Spur vorn und hinten, links und rechts ist. Dreht man daher einen Spurabschnitt plötzlich um 180°, so wird natürlich jetzt die räumliche Anordnung und die Reihenfolge der auf dem Drehstück angetroffenen chemischen Kontakteindrücke nicht mehr übereinstimmen mit der im Gedächtnis den Ameisen registrierten topochemischen Anordnung und Sukzession; mit anderen Worten: „Die Ameise wird eine Umkehrung des topochemischen Raumes verspüren, die sie notwendig desorientieren muß.“

Es unterliegt keinem Zweifel, daß Forel mit seiner Theorie des topochemischen Fühlersinnes die besonderen Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes der Ameisen im Prinzip vollkommen richtig erfaßt hat. Und doch, — in ihrer Anwen-

dung auf das Bethesche Spurdrehungsphänomen kann uns auch diese scharfsinnige Hypothese nicht ganz befriedigen! Man bedenke, daß *Bethes* Spur über drei vollkommen glatte Brettchen verlief; — da ist es doch in der Tat nur schwer einzusehen, wie die Ameisen auf einer so homogen beschaffenen Unterlage noch irgendwelche, zu einer räumlichen Orientierung ausreichende topochemische Einzelheiten registrieren könnten. Diese und andere Bedenken veranlaßten mich 1914, die merkwürdige Bethesche Erscheinung nochmals nachzuprüfen und bei der Gelegenheit den ganzen Vorgang der Spurorientierung einmal mit verbesserten Methoden genauer zu analysieren.

Meine Versuchsanordnung war im wesentlichen folgende: Als Versuchstiere benutzte ich die glänzend schwarze Holzameise (*Lasius fuliginosus*), eine Art, die sich fast ausschließlich auf Geruchsspuren bewegt. Ich teilte eine Kolonie dieser

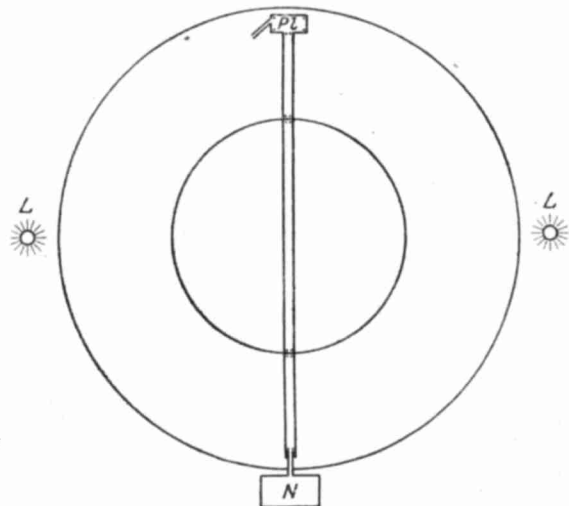


Fig. 2. Versuchsanordnung zur Analyse der Geruchsorientierung.

Spezies in zwei Hälften A und B (zu welchem Zwecke, werden wir gleich erfahren!); die Abteilung A kam mit dem größten Teil der Brut (Larven und Puppen) in einen provisorischen Behälter, wogegen ich die Abteilung B in einem künstlichen Nest etablierte. Dieses Nest (Fig. 2, N) verband ich mit einem nach meinen Angaben konstruierten kreisrunden drehbaren Experimentiertisch von 1 m Durchmesser, dessen zentraler Kreis nochmals für sich gedreht werden konnte. Und zwar mündete die gläserne Ausgangsröhre des Nestes auf den Anfang einer schmalen, auf Stecknadeln montierten Papierbrücke, welche quer durch den Mittelpunkt der Scheibe bis zu einer kleinen Plattform (Pl) führte, auf welcher ich den Ameisen ihr Futter reichte. — Bevor ich nun mit meinen Experimenten begann, erschien es mir noch notwendig, die Möglichkeit einer gleichzeitigen optischen Orientierung in zuverlässiger Weise auszuschalten. Ich

erreichte dies, indem ich erstens meinen Experimentiertisch in die Mitte einer *Dunkelkammer* stellte, deren gleichmäßig schwarze Wände den Ameisen keinerlei visuelle Anhaltspunkte bieten konnten, und zweitens, indem ich statt einer Lichtquelle deren *zwei* verwendete, die ich an symmetrischen Punkten links und rechts am Tische (quer zur Längsachse der Brücke) anbrachte (*Prinzip der bipolaren Beleuchtung*). Dann ist klar, daß jede vom *Mittelpunkt* der Brücke abgehende Ameise in beiden Augen genau die nämlichen, streng symmetrisch lokalisierten Lichteindrücke empfangen muß, gleichgültig, ob sie nun in der Richtung des Nestes oder in derjenigen der Plattform wandert; mit anderen Worten: Sie wird aus der Stellung der Lichtquellen keinerlei Anhaltspunkte hinsichtlich der Lage des Nestes gewinnen können und wird somit bei der Bestimmung der Wegrichtungen ausschließlich auf allfällig vorhandene *geruchliche* Unterscheidungsmerkmale angewiesen sein. Wäre dagegen nur eine Lichtquelle vorhanden, so könnte die Ameise deren räumliche Lage in feste assoziative Beziehung zu den beiden Wegrichtungen bringen; sie könnte sich beispielsweise merken, daß sie das Licht beim *Hinweg* nach Pl konstant zu ihrer Rechten, beim Rückweg nach N dagegen regelmäßig zu ihrer Linken hat.

Die Ameisen zögerten nicht, auf der Brücke eine regelmäßig begangene Geruchsfährte zum Honig nach Pl zu etablieren. Und nun führte ich meine Versuche wie folgt aus:

1. Ich drehte den zentralen Kreis des Tisches mit dem darüber laufenden Mittelsegment der Brücke rasch um 180° . Das Resultat war genau das von *Bethe* geschilderte, d. h. es stellte sich an den beiden Enden des Drehstückes eine intensive Verkehrsstörung ein.

2. Nun fing ich Ameisen, die eben gesättigt vom Honig nach N marschierten, vermittelt eines Bleistiftes ab und ließ sie von der Spitze desselben auf die Mitte der Brücke, *jedoch in der verkehrten Richtung; also Pl-wärts*, absteigen. Die Tiere setzten ihren falschen Weg zunächst ruhig fort, als ob nichts geschehen wäre. *Dann aber schienen sie plötzlich ihren Irrtum zu merken*: Sie stutzten, schwankten mehrmals zwischen beiden Richtungen hin und her und wandten sich schließlich *entschlossen nestwärts*. Hatten sie sich vielleicht nach *Forel* auf Grund der Verschiedenheit der auf der falschen Seite angetroffenen Geruchsformen (topochemischen Eindrücke) orientiert? Mit *nichten!* Denn als ich nun

3. mit Larven beladene¹⁾ Ameisen der *Abteilung B* in gleicher Weise auf die Brücke absteigen ließ, da fanden sich diese Individuen in genau der nämlichen Weise zurecht, *obschon sie ja*

¹⁾ Mit Larven beladene Individuen wählte ich deshalb, um eine eindeutige Reaktion zu haben. Denn es ist klar, daß eine mit einer Larve beladene Ameise nur das eine Ziel haben kann, so schnell wie möglich das schützende Nest zu erreichen.

die betreffende Brückenfährte nie zuvor begangen hatten, mithin auch keine topochemischen Wegzeichen von derselben im Gehirn hatten registrieren können! (Fig. 3.)

Worauf beruht denn also diese rätselhafte geruchliche Richtungsindikation? Um die Sache vollends zu ergründen, machte ich noch folgende ergänzende Versuche:

Ich legte sowohl auf das Nestende wie auf das Plattformende der Brückenfährte *mobile Papierstreifen* von sukzessive zunehmender Länge. Nach einigen Stunden, wenn sich über die Streifen eine neue Fährte gebildet hatte, drehte ich dann entweder jeden Streifen an Ort und Stelle, oder ich vertauschte die beiden Spurstreifen miteinander, und zwar bald um 180° gedreht, bald nicht gedreht. Der Grad der an beiden Orten entstehenden Verkehrsstörung wurde jedesmal zahlenmäßig (nach den Reaktionen der zwölf ersten bei den Streifen ankommenden Ameisen) festgelegt. Auf diese Weise konnte ich nun folgende interessante Tatsachen feststellen: a) Es zeigte sich erstens, daß die *Bethesche Reaktion* (das Stutzen der Ameisen vor dem um 180° gedrehten Spursegment) in Nestnähe durchweg eine intensivere ist als in Nestferne. b) Die Reaktion nimmt ferner proportional mit der Länge des gedrehten Spurbereichs zu. c) und endlich: *Entgegen der Betheschen Polarisationshypothese trat*



Fig. 3. Orientierung einer Ameise B auf der unbekannten A-Fährte.

auch dann eine starke Verkehrsstörung ein, wenn ich die beiden weit auseinanderliegenden Streifen bei N und Pl *ohne Drehung* einfach vertauschte, obschon sich ja die „Polarität“ bei diesem Versuch gleichblieb!

Wie sind nun diese Tatsachen zu erklären! Doch wohl nur so, daß die *Ameisenspur* im Verlaufe ihrer Länge ein *sukzessives Intensitätsgefälle* gewisser Geruchskomponenten aufweist: Beim Ausgehen vom Nest verschleppen die Ameisen den *Nestgeruch* an ihren Füßen und Fühlern in allmählich abnehmender Konzentration zielwärts; umgekehrt verschleppen die heimkehrenden Ameisen den *Honiggeruch* auf der Spur in mit zunehmender Entfernung rasch abnehmender Intensität nestwärts. Die Fährte wird also in Nestnähe starken Nestgeruch, dagegen keinen oder nur schwachen Honiggeruch aufweisen, während in der Nähe des Zieles natürlich das umgekehrte der Fall sein muß. Dreht man also beispielsweise in Nestnähe einen Spurbereich um 180° , so werden die vom Nest her bei demselben ankommenden Ameisen eine plötzliche starke *Intensitätsschwankung* in der chromatischen Skala dieser beiden Geruchskomponenten wahrnehmen, die sie stutzig machen muß. Betreten sie aber das

Drehstück trotzdem, so werden sie, bei weiterer Verfolgung der Fährte, anstatt der von ihnen erstrebten Zunahme des Honiggeruchs, nun *wieder zunehmenden Nestgeruch* verspüren, was sie vollends desorientieren muß.

Damit haben wir das Bethesche Phänomen mit allen seinen oben näher analysierten Eigentümlichkeiten in einfacher und natürlicher Weise erklärt, — ohne Zuhilfenahme irgendwelcher geheimnisvoller, noch unentdeckter Kräfte und ohne andererseits den Ameisen psychische Fähigkeiten zuzuschreiben, die ihnen gemäß der Kleinheit ihres Gehirns nicht zukommen können. Daß diese Erklärung das Richtige trifft, geht nun auch aus einer weiteren von mir entdeckten Tatsache hervor, die den früheren Beobachtern sonderbarer Weise entgangen war: Ich fand nämlich, daß die Bethesche Reaktion durchaus nicht auf jeder beliebigen Spur zu erzeugen ist, sondern daß sie beispielsweise *auf Fährten, über welche längere Zeit Brut getragen wurde, vollständig fehlt*. Ich hatte meine Ameisen eines Tages während einiger Stunden Larven von der Plattform ins Nest abholen lassen. Als ich nun, während der Transport noch in vollem Gange war, das 50 cm lange Mittelstück der Brücke um 180° drehte, war ich erstaunt, diesmal an den Grenzen des Drehstückes *nicht die geringste Verkehrsstockung* zu bemerken. Nun wiederholte ich den unter 2) und 3) geschilderten Versuch, und siehe da, diesmal gingen sämtliche Ameisen, die ich in der falschen Richtung auf die Mitte der Brücke hatte absteigen lassen, mit ihrer Larve bis Pl falsch! Ich schüttete nun eine Anzahl Larven auf die Brückenmitte. Die vom Nest her ankommenden Ameisen bemächtigten sich derselben und wollten nach Hause; dank der bipolaren Beleuchtung waren sie indessen bezüglich der einzuschlagenden Richtung gänzlich dem Zufall überwiesen und so gingen (wie es gemäß der nach beiden Seiten gleich großen Wahrscheinlichkeit vorauszusehen war) ungefähr die Hälfte (50 %) nach der falschen Seite ab. Auch diese Falschgänger behielten ihre falsche Richtung unterwegs bis zur Plattform bei, ohne jemals unterwegs zu stutzen oder gar umzukehren. Es scheint somit in der Tat auf der Brutfährte eine geruchliche Richtungsanzeige nicht mehr vorhanden zu sein, wodurch auch das Versagen des Betheschen Versuchs auf solchen Fährten sich ohne weiteres erklärt. Worauf beruht aber dieses Versagen? Sehr einfach: Da die Ameisen in diesem Falle den Zielgeruch nicht nur in Gestalt spärlicher Duftpartikel an den Füßen auf die Spur verschleppen, sondern denselben, infolge des Transportes des duftenden Agens, in *originärer Stärke* auf der Fährte verbreiten, so wird die Spur allmählich in ihrer ganzen Ausdehnung *völlig gleichmäßig* mit Larvengeruch imprägniert. Und dieser quantitativ homogene Larvengeruch wird das noch vorhandene Intensitätsgefälle des Nestgeruchs umso eher aufheben, als der letztere ja, infolge der Gegenwart zahlloser Larven im

Neste, im wesentlichen wohl selbst einen Larvengeruch darstellt.

Die Tatsache dieses Versagens der quantitativ geruchlichen Richtungsindikation (der „quantitativen Polarisation“) auf Brutfährten benutzte ich nun auch mit Erfolg zur Ermittlung der sonstigen sinnlichen Faktoren, welche bei der Fährtenorientierung allenfalls noch eine Rolle spielen könnten. Ich brachte beispielsweise an der linken Seite der Brücke (vom Nest aus gesehen) eine 5 mm hohe Brüstung aus Papier an. Als ich nun nach einigen Tagen das Experiment des „Larvenabholens aus der Mitte“ wiederholte, da gingen zwar nach wie vor etwa 50 % der Ameisen aus der Mitte mit ihrer Larve nach der falschen Seite ab. Doch wurden diesmal etwa Dreiviertel dieser Falschgänger sofort *stutzig und kehrten um, sobald sie zufällig mit den Fühlern ans Geländer stießen*; sie hatten sich somit bei ihren wiederholten Reisen offenbar gemerkt, daß sich die Brüstung beim Hinweg jedesmal zur Linken, beim Heimweg dagegen zu ihrer Rechten befand, und sie hatten dieses einseitige *topographische Merkmal* fest mit der bezüglichen Wegrichtung assoziiert! — Auf ähnliche Weise konnte ich ferner feststellen, daß die Ameisen auf ihren Fährten auch plötzliche *Links- oder Rechtskrümmungen des Weges, sowie Terrainsteigungen* vermittelt des Muskelgedächtnisses zu registrie-



Fig. 4. Analyse des topochemischen Geruchssinnes.

ren vermögen und imstande sind, die betreffenden kinästhetischen Eindrücke später wieder zu ihrer Orientierung zu verwerten.

Im weiteren benutzte ich die Tatsache der „quantitativen Apolarität“ der Larvenspur auch noch zur *experimentellen Nachprüfung der Forelschen Lehre vom topochemischen Geruchssinn*. Ich ging dabei von folgenden Überlegungen aus: Bisher hatte ich immer nur auf einer völlig glatten Papierbrücke experimentiert, welche den Ameisen natürlich keinerlei topochemische Anhaltspunkte bieten konnte; wenn sie sich also unter diesen mißlichen Umständen unfähig zeigten, sich auf der Larvenspur (bei bipolarer Beleuchtung) bezüglich der Richtungen zu orientieren, so beweist dies noch keineswegs, daß *Forels Theorie überhaupt falsch* ist. Man gebe den Tieren doch nur Gelegenheit, auf den beiden Hälften der Brücke *verschiedenartige* topochemische Eindrücke in einer bestimmten Reihenfolge wahrzunehmen! Ich ging also beispielsweise so vor, daß ich auf der Plattformseite der Brücke von der Unterseite her kleine Erhabenheiten ins Papier einstanzte, während ich die Nesthälfte wie zuvor glatt ließ; ein andermal leimte ich auf der N-Seite Tannennadeln in der Längsrichtung, auf der Pl-Seite dagegen solche in querrer Richtung der Brücke auf, oder ich bestreute eine Hälfte

streckenweise mit feinem Sand, während die Oberfläche der anderen Hälfte streckenweise durch Einstanzen von kleinen Punktstrichen oder punktierten Quadraten rauh gestaltet wurde, usw. (Fig. 4). Nach Einrichtung jeder dieser Versuchsanordnungen ließ ich den Ameisen noch 48 Stunden Zeit, um die Geruchsfährte wiederherzustellen und die betreffenden topochemischen Sukzessionen ihrem Gedächtnis einzuprägen, sodann wiederholte ich (nach Herstellung einer „Brutfährte“) unter bipolarer Beleuchtung, wie oben, den Versuch des Larvenabholens aus der Mitte. *Das Ergebnis war in allen Fällen schlankweg positiv*, indem jetzt — im deutlichsten Gegensatze zum Verhalten auf der homogenen (einförmig-glatten) Unterlage — jedesmal ein erheblicher Prozentsatz (in einigen Fällen bis 75 %) der aus der Mitte falsch abgegangenen Ameisen auf der Pl-Seite der Brücke schon nach wenigen Schritten stutzig wurde und umkehrte. Die Tiere hatten somit tatsächlich die Verschiedenheit des Bodens auf den beiden Seiten wahrgenommen und diese differenten topochemischen Eindrücke zu ihrer Orientierung verwertet! Fürwahr, eine *glänzende Bestätigung der Forelschen Theorie!*

* * *

Sahen wir im vorhergehenden schon bei der verhältnismäßig einfachen Massensorientierung auf Geruchsfährten neben dem Geruchskomplex der Ameisenspur je nach Umständen noch eine Menge anderweitiger sinnlicher Faktoren (optische, topographische, kinästhetische, topochemische Wahrnehmungen) als *Hilfskonstanten* eine Rolle spielen, so ist diese *Mannigfaltigkeit der Orientierungsmittel* womöglich noch viel größer bei der *Einzelwanderung*, deren Analyse wir uns nunmehr zuwenden wollen.

Einzelreisen werden von den Ameisen — und zwar auch bei solchen Arten, welche für gewöhnlich auf kollektiven Fahrten oder Straßen gehen — meist zu *Erkundungszwecken* unternommen; doch gibt es auch, namentlich unter den Fleischfressern, Arten, die gewohnheitsmäßig einzeln jagen und dabei oft recht ansehnliche Strecken, bis über 100 m, durchwandern. Man glaubte früher allgemein, daß solche Einzeljäger und Kundschafter auf ihrer eigenen Hinspur zum Neste zurückkehren; allein diese Ansicht wurde 1909 von Cornetz als völlig irrtümlich widerlegt: Man kann nämlich vor einer solchen einsam heimkehrenden Ameise her den Boden bis in die unmittelbare Nähe des Nestes ausgiebig mit dem Besen wischen, ohne das Tier durch diese Prozedur im geringsten in seiner Orientierung zu beeinträchtigen! *Die einzeln wandernde Ameise geht also in der Regel nicht auf einer Geruchsspur.* Dagegen werden, wie ich kürzlich zeigen konnte, auch Einzelreisende in ihrer Orientierung meist mehr oder weniger irre, sobald man die Beschaffenheit des Bodens, über welchen sie gewandert sind, vor ihrer Rückreise in tiefergreifender Weise umgestaltet oder verändert, — ein Beweis,

daß sie während der Hinreise doch wenigstens von der *allgemeinen* Bodenbeschaffenheit vermittelt des topochemischen Fühlersinnes Notiz genommen haben.

Durch geduldige Beobachtung und kurvenmäßige Registrierung von einigen hundert Einzelwanderungen konnte Cornetz nun im weiteren feststellen, daß dieselben keineswegs etwa ein regelloses „Umherirren“ darstellen, sondern vielmehr ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten aufweisen. Sie erfolgen meist ziemlich geradlinig in einer bestimmten Hauptrichtung, wobei vorübergehende, zum Zwecke besonderer Nachforschungen unternommene seitliche Abschweifungen jeweils mit bemerkenswerter Genauigkeit wieder ausgeglichen werden. Die Rückkehr folgt niemals genau der beim Hinweg beschriebenen Kurve, sie ist ihr jedoch im großen und ganzen parallel. Seltener werden bei einer Reise nacheinander *zwei* verschiedene Hauptrichtungen eingeschlagen, die dann meist rechtwinklig zu einander stehen und die bei der Rückkehr sukzessive in der umgekehrten Reihenfolge wieder aufgenommen („revertiert“) werden. In Nestnähe angekommen, verläßt die heimkehrende Ameise ihre meist etwas fehlerhafte Richtung in der Regel plötzlich an irgendeinem Punkte (der sich durch nichts von der Umgebung zu unterscheiden braucht) und beginnt in unregelmäßigen, konzen-



Fig. 5. Piérons Transportversuch.

trisch sich verengenden Kurven die *Suche nach dem Nesteingang* (sogenannte „Turnersche Kurve“). Und nun das Merkwürdigste: Fängt man eine solche einzeln heimkehrende Ameise an irgend einer Stelle ab und versetzt sie mehrere Meter seitwärts, so *setzt sie in den meisten Fällen ihre Reise ohne weiteres in der nämlichen absoluten Richtung des Raumes fort, die sie vormem innehatte*. Versetzt man sie also beispielsweise von einem Punkt x zehn Meter östlich des Nestes auf einen Punkt x_1 zehn Meter westlich desselben, so wandert sie jetzt seelenruhig *geradewegs vom Neste fort*, und zwar noch ungefähr so weit, als die Distanz beträgt, die sie von x noch bis zum Neste hätte zurücklegen müssen; dann beginnt sie, offenbar den Nesteingang suchend, Turnersche Kurven zu beschreiben. (Fig. 5.)

Die Ameise verhält sich also bei diesem Experiment so, als ob sie erstens einen Kompaß besäße, an welchem sie die absolute Reiserichtung ablesen könnte, und zweitens einen Schrittmesser (Podometer), der ihr die noch zurückzulegende Distanz in Streckendifferenzen anzeigen würde.

Dieses merkwürdige Phänomen, dessen Entdeckung wir dem französischen Forscher H. Piéron verdanken, gab in der Folge zu einem ganz ähnlichen Streit der Meinungen Anlaß, wie er seinerzeit um die Bethesche „Polarisationserscheinung“ entbrannt war. Insbesondere glaubte Cor-

netz hier vor einem Rätsel zu stehen, welches uns zur Annahme eines von allen sinnlichen Daten der Außenwelt unabhängigen, „absoluten inneren Richtungssinnes“ zwingen soll. Demgegenüber glaubte *Santschi*, ein in Tunesien lebender Schweizer Arzt, das Piéronsche Phänomen auf ganz natürliche Weise wie folgt erklären zu können: Die Ameisen besitzen wie alle Insekten *zusammengesetzte Augen*, welche nach der *Müller-Exnerschen* Theorie des musivischen Sehens von den Gegenständen der Umwelt ein einziges aufrechtes *Appositionsbild* entwerfen. Demgemäß wird sich also ein kleiner entfernter Gegenstand oder eine entfernte Lichtquelle, wie die Sonne, auch nur in einer oder in einigen wenigen Fazetten abbilden, und dies umso mehr, als die einzelnen Kristallkegel (*Ommatidien*) eine schmal-röhrenförmige Gestalt haben und durch schwarzes Pigment in der Weise voneinander isoliert sind, daß sie je-
weilen, nur den mehr oder weniger senkrecht ein-

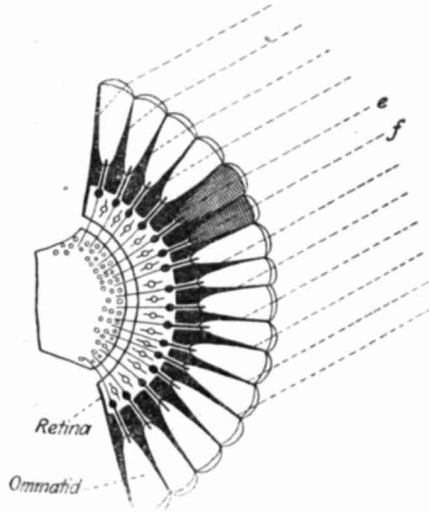


Fig. 6. Strahlengang im Fazettenauge.

fallenden Strahlen (e, f) Zutritt zur lichtempfindlichen Nervenmembran, der Netzhaut, gewähren. (Fig. 6.)

Die Ameise braucht nun während ihres Marsches bloß dafür zu sorgen, daß das Sonnenbild, bzw. die hellste Stelle des Firmaments, beständig in die nämlichen Fazetten fällt und sich beim Rückweg so einzustellen, daß dieses Bild nunmehr *die korrespondierenden Netzhautpunkte der anderen Seite* trifft: So wird ihre Reise eine gerade Linie darstellen und ihr Rückmarsch der Hinweglinie parallel sein und sie ziemlich genau wieder zum Ausgangspunkt zurückführen. Mit anderen Worten: *Die Fazettenaugen der Ameisen sind gewissermaßen „Lichtkompass“*, welche den Tieren die Einhaltung einer konstanten geraden Reise-richtung und beim Rückweg — infolge *Reversion* des Lichtbildes auf die korrespondierenden Fazetten der andern Seite — eine ziemlich genaue Rückkehr zum Ausgangspunkt ermöglichen.

Als Beweis der Richtigkeit seiner Lichtkom-

paßtheorie weiß *Santschi* namentlich das folgende hübsche Experiment anzuführen: Er beschattete bei einzeln heimkehrenden Ameisen das zu durchwandernde Terrain mit Hilfe eines großen Schirms und projizierte sodann das Bild der Sonne vermittelst eines Spiegels auf die andere Seite. Die Ameisen kehrten sofort um und wanderten solange in der entgegengesetzten Richtung des Raumes weiter (also jetzt gerade vom Nest weg), als *Santschi* die falsche Sonne scheinen ließ (virtuelle Orientierung). — Das Spiegelexperiment ergibt, wie ich später zeige, selbst auf Geruchsfährten — trotz *Bethes* „Polarisation“ — ausnahmslos positive Resultate; ein Beweis, daß die Lichtorientierung auch auf Geruchsspuren, namentlich bei der Bestimmung der relativen Richtung, noch eine hervorragende Rolle spielt. Man ersieht hieraus, wie gut wir daran taten, bei der Analyse der Geruchsorientierung diese optische Komponente durch geeignete Ver-

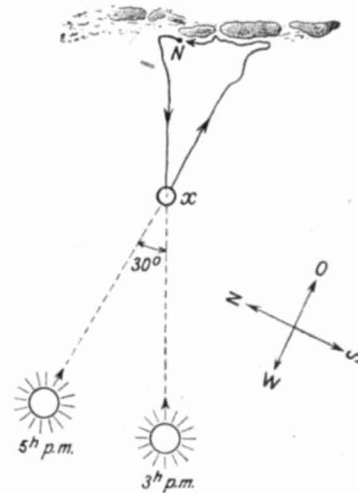


Fig. 7. Nachweis der Sonnenorientierung durch den Fixierversuch.

suchsanordnungen (bipolare Beleuchtung usw.) von vornherein auszuschalten!

Zwei Jahre später gelang es mir, die Sonnenorientierung der Ameisen noch auf andere Art mit fast mathematischer Genauigkeit wie folgt nachzuweisen: Eine kleine Ameise (*Lasius niger*) wandert fast geradlinig der Sonne entgegen auf einen großen Sandplatz hinaus (Fig. 7). Ich setze sie bei x gefangen, indem ich eine kleine Schachtel über ihr in den Sand stülpe. Es ist genau 3 Uhr nachmittags. Um 5 Uhr nehme ich das Schächtelchen weg. Die Ameise setzt sich alsbald in Bewegung und wandert langsam nach dem Rande der Sandwüste, an der ihr Nest liegt, zurück: *Doch weicht ihre Rückweglinie von der Heimwegkurve um 30° nach rechts ab*, also um genau so viele Bogengrade, als die Sonne während der zweistündigen Gefangenschaft des Tierchens am Firmament im umgekehrten Sinne gewandert ist! — Auch in zahlreichen anderen Fällen, wo-

bei ich die Zeit der Gefangensetzung variierte, entsprach die Winkelabweichung des Rückweges stets ziemlich genau dem betreffenden Sonnenwinkel, mit einem Fehler von nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Bogengrad.

Es wäre nun aber eine grundfalsche Verallgemeinerung, etwa anzunehmen, daß sich die einzeln wandernde Ameise in allen Fällen ausschließlich mit Hilfe ihres „Lichtkompasses“ orientiert. Gerade bei den psychisch hochstehenden, mit relativ bestentwickelten Augen versehenen Arten der Gattung *Formica* versagt vielmehr mein obiger Fixierversuch meist gänzlich, indem die Ameisen nach der Freilassung ihren Weg gewöhnlich ohne weiteres in der früheren Richtung fortsetzen. Ja noch mehr! — auch der *Piéronsche* Parallellauf läßt bei diesen Arten häufig im Stich, indem die Tiere nach dem seitlichen Transport die entstandene seitliche Abweichung nicht selten durch entsprechendes Traversieren prompt ausgleichen. Auch das folgende Experiment spricht durchaus dafür, daß die Orientierung auf Einzelwanderungen nicht immer auf Grund der exakten räumlichen Lokalisation der Lichtquelle im Fazettenauge erfolgt. Ich jagte Ameisen (*Formica*

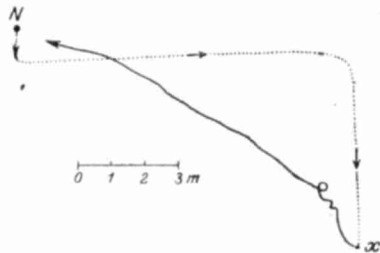


Fig. 8. Zweiseitenkliger „Zwangslauf“ N—x. Punktstrich: Hinweg. Ausgezogene Kurve: Rückkehr in der Diagonale.

sanguinea) von ihrem Neste fort und zwang sie durch Lenken mit den Händen (indem ich jede Umkehr oder seitliches Ausbrechen durch Drohungen zu verhindern wußte), auf dem erwähnten Sandplatz eine aus zwei rechtwinkligen Geraden bestehende Reise von 15–20 m Länge zurückzulegen, worauf ich sie bei f freigab. (Fig. 8.) Die Tiere kehrten von einem solchen „Zwangslauf“ stets direkt nach N zurück, und zwar ausnahmslos in der Diagonale, also entgegen der Cornetzschen Regel, wonach sie die beiden Reiserichtungen nacheinander hätten revertieren sollen. Auch nach kompliziertem bogenförmigen oder vielwinkligen Zwangslauf (mit vielen kleinen Bögen und Gegenrichtungen) erfolgte die Rückkehr stets prompt in der Sekante, bzw. der ungefähren Resultante der Hinkurve, also wiederum ziemlich geradlinig nach N. — Aus alledem muß geschlossen werden, daß diese psychisch hochstehenden Ameisen sich unter Umständen auch nach gewissen stabilen optischen Wegmarken orientieren, vermutlich nach den verschwommen wahrgenommenen Umrissen großer entfernter Objekte, wie Bäumen, Häusern usw., deren relative räumliche

Lage sie mit derjenigen des Nestes in assoziative Beziehung bringen (*differenzierte visuelle Orientierung*). Daß dem so ist, geht u. a. auch aus der bemerkenswerten Tatsache hervor, daß Ameisen, die ich direkt vom Nest an einen von der betreffenden Kolonie seit Wochen nicht mehr besuchten Ort, nämlich zu einem ehemaligen Nistplatz versetzte, sich daselbst sehr bald orientierten und die mehr als 30 m weite Entfernung zum neuen Nest in kürzester Zeit auf dem geradesten Weg zurücklegten. Die Ameisen verfügen demnach, wie die Bienen und die höheren Tiere, zweifellos auch über ein gewisses Maß von echtem Ortsgedächtnis, d. h. sie sind imstande, einen früher besuchten, weit entfernten Ort an gewissen charakteristischen (vielleicht topochemischen) Merkmalen selbst nach Monaten wiederzuerkennen und sich von da, mit Hilfe einer Reihe im Gedächtnis registrierter und sukzessiv assoziierter intermediärer Richtungspunkte (wahrscheinlich vorwiegend visueller aber zum Teil wohl auch topochemischer Natur) wieder zum Nest zurückzufinden. So hat wahrscheinlich auch jene Ameise meines ersten „Fixierungsversuches“ (Fig. 4) nach ihrer Wiederankunft am Rande des Sandplatzes an der abweichenden Beschaffenheit des Bodens erkannt, daß sie zu weit nach rechts geraten war, und diese Wahrnehmung veranlaßte sie sofort, den beträchtlichen seitlichen Fehler durch entsprechendes Linksgehen zu korrigieren.

Damit muß ich meine Ausführungen schließen. Die Knappheit des verfügbaren Raums gestattete mir nicht, auf zahlreiche wichtige und interessante Einzelheiten näher einzugehen; ich hoffe aber, daß auch schon das wenige, was hier zur Sprache gebracht werden konnte, genügen werde, um dem Leser ein anschauliches Bild von dem gegenwärtigen Stand der Frage zu geben. Er wird daraus ersehen haben, daß die Fernorientierung der Ameisen ein ungemein verwickelter psychophysiologischer Vorgang ist, bei dessen Zustandekommen je nach Umständen Eindrücke der verschiedensten Sinnesgebiete: olfaktorische, topochemische, topographische, kinästhetische, optische und differenzierte visuelle Erlebniskomplexe bald für sich allein beteiligt sind, bald — weitaus häufiger — kombiniert zusammenwirken. Wir haben es in der Hand, den besonderen Anteil jedes dieser Komplexe bei jedem Einzelfall durch exakte physiologische Analyse festzustellen; die Annahme irgendwelcher geheimnisvoller Richtungskräfte oder dergleichen über die Grenzen unseres wissenschaftlichen Naturerkennens hinaus erscheint dabei durchweg entbehrlich. Die weitere Folgerung, daß eine solche indirekte Orientierungsfähigkeit nur auf der Grundlage eines verhältnismäßig hochentwickelten sinnlichen Gedächtnisses möglich ist und somit ein relativ hochentwickeltes Gehirn zur Voraussetzung hat, steht mit den anatomischen Tatsachen nicht im Widerspruch; wissen wir doch seit Dujardins Untersuchungen, daß die Weibchen und Arbeiter der sozialen Hymenop-

teren (Ameisen, Bienen, Wespen) im Gegensatz zu allen übrigen Insekten über ein hochdifferenziertes, dem Großhirn der Wirbeltiere analoges, sekundäres Vorderhirn verfügen, das in Gestalt der sogenannten *Corpora pedunculata* sogar eine vierfache Faltung seiner Oberfläche zeigt.

Besprechungen.

Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. 2. Heft: Systeme aus zwei Komponenten. 2. Teil: Systeme mit zwei flüssigen Phasen. Von E. H. Büchner. VIII, 226 S., 72 Abbildgn. und 1 Tafel. Preis geh. M. 12.—. 3. Teil: Pseudobinäre Systeme. Von A. H. W. Aten. VIII, 198 S. und 101 Abbildgn. Preis geh. M. 10.60. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1918.

Über die Fortführung des von Bakhuis Roozeboom unvollendet hinterlassenen Werkes ist bereits früher in dieser Zeitschrift (1 (1913), 362) berichtet worden. Die neuerdings herausgegebenen beiden Hefte bringen den Abschluß der „Systeme aus 2 Komponenten“, von denen allerdings noch wichtige Mittelstücke fehlen, nämlich alle Systeme, bei denen sich Verbindungen oder Mischkristalle der beiden Komponenten bilden.

Das von E. H. Büchner verfaßte Heft behandelt die Gleichgewichtserscheinungen, welche eintreten, wenn sich in einem 2-Komponentensystem 2 flüssige Schichten bilden. Dies findet verhältnismäßig selten statt bei 2 anorganischen Stoffen, wird häufiger schon bei rein organischen Substanzpaaren beobachtet und ist ziemlich weit verbreitet bei Systemen aus einer anorganischen und einer organischen Komponente. In der erwähnten Besprechung von Heft III, 2 des Roozeboom'schen Werkes habe ich darauf hingewiesen, daß die experimentell untersuchten Systeme dreier Komponenten mit 2 flüssigen Schichten ziemlich weit ab von den Wegen liegen, die der Chemiker zu gehen gewohnt ist. Das trifft bei den entsprechenden 2-Komponenten-Systemen nun nicht zu; sie gelangen vielmehr häufiger zur Beobachtung und ihre genauere Kenntnis, wie sie hier vermittelt wird, kann auch dem experimentierenden Chemiker wertvolle Dienste leisten. Hervorzuheben ist, daß Büchner sich bei seinen Erörterungen nicht streng auf den durch die Phasenregel gegebenen Rahmen beschränkt, sondern seine Probleme allseitig beleuchtet; so z. B. sucht er die Ursachen der Entmischung zu klären, trägt seine Ansicht über die Phasenverhältnisse von Kolloidlösungen vor und gibt eine Darstellung der Untersuchungen über Gashydrate, die jeden Chemiker anziehen wird.

Die Phasenlehre ist eines der bestgeratenen und erfolgreichsten Kinder der Thermodynamik; wie diese, hat auch sie lange Zeit von allen besonderen Vorstellungen über die Natur der betrachteten Systeme Abstand genommen. In der damit erreichten Unabhängigkeit von den wechselnden Eigenschaften der Stoffe liegt ohne Zweifel eine große Stärke, aber zugleich auch eine gewisse Schwäche: ihr fehlten scheinbar die geeigneten Organe zur Erkennung der Molekularwelt. Kaum aber hatte man diesen Fehler deutlich erkannt, als es auch gelang, ihn durch eine leichte Operation zu beseitigen, und die Phasenlehre in den Vollbesitz ihrer Sinnesorgane zu setzen. Unbildlich gesprochen: Die ältere Phasenlehre hatte auf die innere (molekulare) Zusammensetzung der Phasen keine Rücksicht genommen, weil das bei den meisten der behan-

delten Fragen ganz überflüssig gewesen wäre; es zeigten sich aber dann einzelne Fälle, bei denen man ohne die Betrachtung der molekularen Vorgänge nicht mehr auskam, und zwar geschah dies immer dann, wenn während der Herstellung der heterogenen Gleichgewichte zwischen den verschiedenen Phasen gleichzeitig in ihnen molekulare Umwandlungen stattfanden; dann nämlich erscheint die Zahl der Komponenten des Systemes vergrößert, und trotzdem nur 1 Komponente (im Sinne der älteren Phasenlehre) vorhanden ist, so können doch z. B. die Erscheinungen auftreten, die man gewöhnlich an Systemen aus 2 Komponenten findet. Es würde aber nun auch nicht genügen, in diesen Fällen den Betrachtungen einfach die vergrößerte Komponentenanzahl zugrunde zu legen, was ja das Nächstliegende wäre, denn, wie man leicht einsieht, ist für das Verhalten des Systemes nunmehr die *Geschwindigkeit* der molekularen Umwandlung von entscheidender Bedeutung. Bleiben wir bei dem oben gewählten einfachen Beispiel: In einem System, das seiner Bruttozusammensetzung nach nur eine Komponente besitzt, seien die beiden Molekelarten A und B (die also isomer sein müssen) möglich. Stellt sich dann das innere homogene Gleichgewicht zwischen A und B sehr schnell ein (oder jedenfalls schneller als die heterogenen Gleichgewichte zwischen den verschiedenen Phasen), so treten ungestört die Erscheinungen eines 1-Komponentensystemes auf; stellt sich dagegen das innere Gleichgewicht sehr langsam ein, so beobachtet man ein Verhalten, das vollständig dem eines 2-Komponentensystemes entspricht; und wenn endlich die Geschwindigkeit, mit der das innere Gleichgewicht erreicht wird, ungefähr von derselben Größenordnung ist, wie die Geschwindigkeit, mit der die Änderung der äußeren Bedingungen erfolgt, so hat man es durch diese in der Hand, bald die Erscheinungen des ersten, bald die des zweiten Systemes hervorzurufen.

Solche unär-pseudobinären oder bimolekular-unären Systeme werden nun von A. H. W. Aten in dem zweiten der angezeigten Hefte behandelt, und dabei zeigt sich nun deutlich, daß die Phasenregel nicht nur ausreicht, die heterogenen Gleichgewichte solcher Systeme zu ordnen und zu beschreiben, sondern daß sie darüber hinaus auch geeignet ist, über den Verlauf der stattfindenden molekularen Umwandlungen Aufklärungen zu geben.

Aten behandelt den Stoff in sehr geschickter Weise: er versteht es, das Interesse des Lesers zu fesseln, indem er sich nicht auf weitläufige Erörterungen fernliegender theoretisch möglicher Fälle einläßt, sondern sich ziemlich eng an das vorhandene Tatsachenmaterial anschließt; hierbei beschränkt auch Aten sich nicht ausschließlich auf die Phasenlehre, sondern er zieht auch andere Hilfsmittel heran, die geeignet sind, die behandelten Probleme zu klären. Einen ziemlich breiten Raum nimmt die Darstellung von Smits Theorie der Allotropie ein. Smits nimmt an, daß jeder Stoff, der die Erscheinung der Polymorphie zeigt, also in mehreren festen Formen auftreten kann, aus 2 verschiedenen Molekelarten besteht, die auch in fester Form miteinander mischbar sind. Polymorphe Stoffe gehören demnach zu den pseudobinären Systemen. Aus dieser Grundannahme vermag nun Smits eine einleuchtende Erklärung des Unterschiedes zwischen „umkehrbaren“ (enantiotropen) und „nicht umkehrbaren“ (monotropen) Umwandlungen zu liefern und eine Reihe von schwierig verständlichen Beobachtungen an polymorphen Stoffen zu deuten. Diese Theorie wird auf die Polymorphie von Merkurijodid, Phosphor, Schwefel, Selen, Zinn usw. angewandt, und man kann nicht leug-

nen, daß sie interessante Gesichtspunkte und Ausblicke bietet. Eine ganze Anzahl der bisher untersuchten pseudobinären Gleichgewichte gehört dem Gebiet der organischen Chemie an, und deswegen sei auch das Studium der Schrift von *Aten* besonders den Organikern empfohlen. *J. Koppel, Berlin-Pankow.*

Herz, W., Moderne Probleme der allgemeinen Chemie. Vier Vorträge in allgemein verständlicher Darstellung. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1918. 76 S. Preis M. 3,60.

Im ersten Vortrag bespricht W. Herz das Gesetz von der Erhaltung der Masse, die 3 thermodynamischen Hauptsätze sowie die Gültigkeitsgrenzen dieser Gesetze; der zweite ist den Aggregatzuständen der Stoffe gewidmet; der dritte Vortrag stellt die verschiedenen experimentellen Nachweise für die wirkliche Existenz der Molekeln und Atome zusammen und der vierte endlich schildert die Erscheinungen der Radioaktivität, die dadurch neuerdings notwendig gewordenen Änderungen im Begriff des chemischen Elementes und schließlich das periodische System und seine Ausgestaltung durch die Spektroskopie mit Röntgenstrahlen.

Die Vorträge scheinen für ein mit Naturwissenschaften nicht belastetes Publikum bestimmt gewesen zu sein, da der Verfasser vielfach auch recht elementare Dinge breit erörtert; sie werden dem Leser dieser Zeitschrift deswegen kaum etwas Neues bieten. Aber die Anordnung ist eigenartig und die Darstellung — bis auf einige Kleinigkeiten — zuverlässig und gewandt. Man darf deswegen wohl die Hoffnung aussprechen, daß diese Schrift in den Kreisen, an die sie sich wendet, anregend wirken und zu einer gesunden Ausbreitung naturwissenschaftlichen Denkens beitragen wird. *J. Koppel, Berlin-Pankow.*

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung am 2. September besprachen Professor *Schalow* und Geheimrat *Reichenow* die neu erschienene Literatur und legten Briefe im Felde befindlicher Ornithologen vor. Hiernach soll in Serajewo ein forstbotanisches Reservat begründet werden. In der Umgebung von Sofia zeigen sich augenblicklich große Schwärme des Rosenstars (*Pastor roseus* L.). Besonderes Interesse erregten Photographien von Baizvögeln aus der asiatischen Türkei, die Professor v. *Le Coq* an Professor *Schalow* gesandt hatte. Auch der rotrückige Würger (*Lanius collurio* L.) wird von den Türken als Baizvogel benutzt.

Geheimrat *Reichenow* sprach über die syrischen Buntspechte und wies an der Hand von Bülgeln des Berliner Museums nach, daß *Dendrocopus syriacus* vom Libanon von *Hartert* in den „Vögeln der paläarktischen Fauna“ ungenau beschrieben ist und nicht mit der in Syrien lebenden Form *feliciae* identisch ist, die auch in Mazedonien vorkommt. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal des *D. syriacus* vom *D. major* sind die unteren Schwanzdecken, die bei ersterem schwarz mit weißen Binden, bei letzterem dagegen weiß mit schwarzen Binden gefärbt sind. Diese Angabe fehlt in *Harterts* Beschreibung.

Hierauf hielt Major v. *Lucanus* einen Vortrag über die Heimkehr der Zugvögel und führte folgendes aus: Für die Frage, ob unsere Zugvögel aus der Winterherberge regelmäßig in ihre engere Heimat zurückkehren, hat der Ringversuch sehr interessante Ergebnisse geliefert. Der ungarische Forscher *Béla*

von *Scéôts* stellte durch umfangreiche Schwalbenberingung fest, daß die Haus- wie die Mehlschwalben, alt wie jung, regelmäßig zu ihrem Geburtsort im Frühjahr zurückkommen. Mit Vorliebe brüten die Schwalben immer wieder in demselben Gehöft, ja benutzen jahrelang dasselbe Nest. Nächste den Schwalben ist beim weißen Storch, dem Mauersegler, dem Star und der Lachmöwe der Heimatsinn sehr ausgeprägt, von denen ebenfalls die meisten Vögel aus der Winterherberge in ihre alte Heimat zurückkehren. Außerdem wurde noch bei folgenden Zugvögeln die Rückkehr nach ihrem Geburtsort beobachtet: Seeschwalbe, Regenpfeifer, Kiebitz, Waldschnepfe, Brachvogel, Wasserhuhn, Nachtreier, Schopfreier, Purpurreier, Fischreier, Ringeltaube, Rohrweihe, Sperber, Mäusebussard, Wanderfalk, Abendfalk, Fliegenfänger, Dohle, Buchfink, Bluthänfling, Wiesenpieper, Feldlerche, Heckenbraunelle, Wald- und Fitislaubsänger, Singdrossel, Wacholderdrossel, Garten- und Hausrotschwanz, Rotkehlchen — eine stattliche Reihe von Vögeln der verschiedensten Gattungen und Ordnungen, die sich zweifellos durch den Ringversuch später noch wesentlich vergrößern wird. Man kann daher die Rückkehr der Zugvögel in ihre engere Heimat als ein Naturgesetz ansehen, das für die meisten Arten gilt. Freilich gibt es auch Ausnahmen: so kehrte von zahlreich beringten jungen Neuntöttern (*Lanius collurio*) noch niemals ein Exemplar in die Heimat zurück. Auch bei den Vögeln, für die die Rückkehr in die Heimat Gesetz ist, kommen mitunter Abweichungen vor, wie ein in Holland erbrüteter Star, der später als Brutvogel in Finnland erlegt wurde, beweist.

Auch unter den Standvögeln macht sich bei jungen Individuen manchmal ein Wandertrieb rege. So wanderte von zwei jungen Schwarzapechten aus Böhmen der eine nach Schlesien, der andere nach Westfalen aus.

Diese zeitweise vorkommenden Ansiedlungen junger Vögel auf fremdem Gebiete, die sowohl bei den Zug- wie bei den Standvögeln beobachtet werden, mögen ein zweckmäßiges Mittel der Natur sein, um die Ausbreitung der Arten zu fördern und den schädlichen Einfluß der Inzucht zu verhindern.

Für 4 Vogelarten (Haus- und Mehlschwalbe, Kleiber und Gartenrotschwanz) wurde durch den Ringversuch ein treues Zusammenhalten einzelner Paare innerhalb mehrerer Jahre festgestellt. Dauerehen scheinen also in der Vogelwelt häufiger vorzukommen, als man bisher annahm. Sie sind jedoch nicht eine Eigenschaft bestimmter Arten, sondern beruhen mehr auf individueller Veranlagung; denn gerade die Schwalben, unter denen die meisten Dauerehen beobachtet wurden, lösen mitunter ihren Ehebund schon nach der ersten Brut auf und verrichten die zweite mit einem andern Gemahl — ein Beweis, daß auch dem Vogel, so sehr auch das Reflektische in seinem Seelenleben im Vordergrund steht, ein gewisser Spielraum zur individuellen Betätigung gelassen ist. *F. von Lucanus.*

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zu der alkoholischen Gärung und den Atmungsvorgängen. (*Neuberg, Carl.* Sitzber. Preuß. Akad. 6. VI. 18 und Bioch. Zs. 88, 145.) Im Jahre 1911 gelang *Neuberg* die Entdeckung eines neuen Fermentes, der *Carboxylase*, das aus Brenztraubensäure CO_2 -Azetaldehyd bildet: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{COOH} = \text{CH}_3\text{CHO} + \text{CO}_2$. Dieses Ferment ist in dem Gemisch von Hefefermenten enthalten,

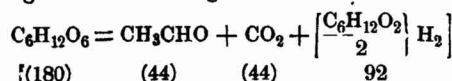
das man mit dem Sammelnamen *Zymase* begreift, und das nach der klassischen Entdeckung *Eduard Buchners* für die alkoholische Gärung der Zucker verantwortlich ist. In Fortsetzung seiner Untersuchungen gelang *Neuberg* der Nachweis, daß sich dieses Ferment weit verbreitet in Pflanzen und auch in tierischen Geweben vorfindet, und daß es nicht nur Brenztraubensäure, sondern auch zahlreiche andere α -Ketosauren der Formel $R \cdot CO \cdot COOH$ in derselben Weise angreift. Damit war nahegerückt, daß die Carboxylase bei den Prozessen des vitalen Zuckerabbaus in der Hefezelle, wie in Zellen höherer Organismen eine entscheidende Rolle spielt, insofern als durch ihre Wirkung die Entstehung des *Kohlendioxyds* eine sehr einfache Erklärung findet, wenn man, wie dies sehr wahrscheinlich ist, Brenztraubensäure als Zwischenprodukt des Zuckerabbaus ansieht. Auch die Entstehung von Äthylalkohol ist dann leicht zu deuten, da er durch einfache Hydrierung aus dem Azetaldehyd entsteht. Trat somit durch diese Befunde die Carboxylasewirkung in den Mittelpunkt des Problems der Gärung und des Zuckerstoffwechsels, so ergab die Wirkung der Carboxylase auf andere α -Ketosauren Beziehungen zum *Eiweißstoffwechsel*. Denn nach einer allgemein geteilten Annahme gehen die α -Aminosäuren als Spaltstücke der Proteine im Stoffwechsel bei der Desaminierung in α -Ketosauren über. Es stoßen also an diesem Punkte Eiweißstoffwechsel und Kohlehydratstoffwechsel zusammen.

Besonderes Interesse verdient nun die neuerliche Feststellung von *Neuberg*, daß sowohl die physiologisch wichtigen α -Ketosauren (also die Umwandlungsprodukte aller natürlichen α -Aminosäuren), wie auch die aus ihnen durch Carboxylase sich bildenden Aldehyde, darüber hinaus aber auch *alle* untersuchten sonstigen Aldehyde vom Formaldehyd bis zum Phthalaldehyd usw. sich als äußerst wirksame *Aktivatoren der Zymasegärung* mit Hefemacerationssaft erweisen. Die Aldehyde sind nun in Pflanzen weit verbreitet, besonders in Blättern und ätherischen Ölen, und entstehen dort auf die mannigfachste Weise, so daß hier die Aktivatoren des Zuckerumsatzes überall gegenwärtig sind. Auch die sogenannte intramolekulare Atmung der Pflanzen, welche der alkoholischen Gärung nahe verwandt ist, wird durch Aldehyde aktiviert. Besonders bemerkenswert ist, daß auch der *Formaldehyd*, der nach den neuesten Untersuchungen *Willstätters* das erste Produkt der Assimilation des CO_2 und der Zuckerbildung ist, dieselbe Rolle spielt, daß also Zuckerbildung und Zuckerumsatz (Atmung) hier eng zusammenhängen. Ketone wirken absolut nicht, wohl aber Thioaldehyde und die Sulfidverbindungen der Aldehyde. Dagegen heben andere Stoffe, welche sich an die Aldehydgruppe binden, die Wirksamkeit auf, so *Blausäure*, *Hydroxylamin* usw. Mit dieser „Vergiftung“ der Aktivatoren hängt sicherlich die Hemmung der Fermentwirkung durch diese Stoffe zusammen.

Diese schönen Befunde *Neubergs* führen uns wieder einen Schritt weiter in der Aufhellung eines der Zentralprobleme der Biochemie, des *Chemismus des Zuckerabbaus* und des damit eng verbundenen Umsatzes der stickstofffrei gemachten Eiweißspaltstücke. Sie zeigen wieder die außerordentlich feine Abstimmung und Regelung dieser Fermentprozesse, bei denen im Laufe des Vorganges selbst sich wieder die Werkzeuge bilden, die ihn in normalem Gange erhalten. C. O.

Festlegung der Aldehydstufe bei der alkoholischen Gärung (*O. Neuberg* und *E. Reinhardt*, *Bioch. Zs.* 89, 365). Die im vorigen Referat wiedergegebenen Befunde von *Neuberg* machten es zwar sehr wahrschein-

lich, daß der Abbau der Hexosen bei der Gärung über Azetaldehyd verläuft, aber der *Beweis* konnte nur dadurch erbracht werden, daß man den Azetaldehyd als Zwischenprodukt *nachwies*. Das ist trotz vieler Mühen nie gelungen; die kleinen Mengen, die sich nachweisen ließen, konnten auch durch nachträgliche Oxydation des Alkohols usw. entstanden sein. In dieser Arbeit ist nun *Neuberg* der Nachweis gelungen, und damit eines der Zentralprobleme der Gärungschemie aufgeklärt. Läßt man die Gärung bei Gegenwart von alkalisch reagierendem *neutralen Sulfid* vor sich gehen, so erhält man 19 % des Gewichtes des vergorenen Zuckers als Azetaldehyd in Form seiner *Bisulfidverbindung*. Dieser Vorgang verläuft bei Abschluß von Sauerstoff. Der Aldehyd ist fest gebunden; die Maische riecht nicht einmal danach; deswegen tritt auch keine Störung der Gärung durch den — giftigen — Aldehyd ein. Durch kohlensauren Kalk kann der Aldehyd freigesetzt werden. Die Aldehydausbeute hängt von der zusetzbaren Menge Sulfid ab, welche die Hefe noch vertragen kann; die Versuche sind zunächst an den widerstandsfähigeren Oberhefen gemacht worden. Glukose, Fruktose und Sacharose geben dieselben Resultate. Interessant ist, was nun aus dem *Wasserstoff* (2 Atome) wird, der sich bei normalen Gärungen an den Aldehyd zu Alkohol bindet. Freier H tritt nicht auf, auch keine Reduktion der Sulfite oder der CO_2 . Der überschüssige H muß also an der C_2 -Kette hängen bleiben, bevor diese in CH_3CHO und CO_2 zerfällt. Die Gärungsgleichung nimmt dann folgende Form an



Es könnten also theoretisch aus 180 g Hexose 44 g Azetaldehyd entstehen = 24,44 %; davon sind 17,95 % gefunden, also 73,5 % des *theoretisch Möglichen*. Der Verlust erklärt sich durch Dissoziation des Aldehyd-Sulfidkomplexes. Die Verfasser weisen im Zusammenhang damit auf den hohen Aldehydgehalt des aus Sulfidablaugen gewonnenen Alkohols hin. C. O.

Über Peroxydase (*Richard Willstätter* und *Arthur Stoll*, *Liebigs Annal. der Chemie*, Bd. 416, S. 21). In dieser Arbeit beginnt *Willstätter* mit seinem treuen Mitarbeiter *Stoll* den Marsch in ein für ihn und für die Forschung neues Land, die Chemie der fermentativ wirkenden *Substanzen*. Es ist bekannt, daß wir über dieses Gebiet noch so gut wie nichts wissen. Erst hielt man die Fermente ohne weiteres noch für „*eiweißähnlich*“, weil die rohen Präparate sämtlich Eiweißreaktionen geben. Später hielt man sie, moderner ausgedrückt, für Kolloide, was wohl auch für die meisten zutrifft, aber im übrigen für die chemische Struktur nicht weiter hilft. In neuerer Zeit hat man zwar von einigen Fermenten (*Pepsin*, *Amylase*, *Invertase*) annähernd reine Präparate erhalten, aber über ihre Chemie weiß man auch noch kaum etwas. *Willstätter* hat sich zunächst die *Peroxydase* (aus Meerrettich) vorgenommen, da nach einigen Befunden die Möglichkeit bestand, daß es sich um einen relativ einfachen Stoff handelt. Sein Präparat ist 18 mal so konzentriert als das bisher beste Peroxydasepräparat (*Bach*). Ein mg davon bildet in 5 Min. 700 mg Purpurogallin (aus Pyrogallol). Von seiner Natur ist vorläufig festgestellt, daß es ein stickstoffhaltiges Glykosid ist, das 30 % Pentose und die äquimolekulare Menge eines anderen Zuckers, wahrscheinlich einer Hexose, enthält. Es enthält neben Erdalkalien *Eisen*, und zwar wahrscheinlich als *wirksamen Bestandteil*. Die Isolationsmethode beruht auf

Dialyse, dann Behandlung mit Oxalsäure, die das Ferment in den Zellen niederschlägt; dann feine Zerkleinerung, Abnutschen, Behandlung mit Bariumhydrat und Ausfällung des Ba durch CO_2 . Der so gereinigte Auszug wird durch partielle Fällung mit wenig Alkohol gereinigt, filtriert, im Vakuum eingedampft, mit Alkohol gefällt. Es entsteht ein Pulver, das durch Umfällung mit Alkohol gereinigt werden kann. Aus diesem Präparat kann man dann durch Ausfällen mit HgCl_2 ein wirksames Glykosid entziehen. Die Hg-Verbindung der Peroxydase wird mit Säuren zerlegt.

Die Wertbestimmung muß mit ganz verdünntem H_2O_2 ausgeführt werden, da stärkeres das Ferment angreift. Unter diesen Umständen bleibt das Ferment bei der Wirkung *ungeschwächt*. Die sehr reinen Präparate nehmen schnell an Wirksamkeit ab. Säuren zerstören es sofort und irreversibel. Es enthält 8,5 % N. Mol. Gew. wahrscheinlich = etwa 500, also 3 Atome N. Das Eisen scheint mit der Wirkung zusammenzuhängen. — Oxyhämoglobin wirkt analog, nur quantitativ schwächer. C. O.

Auf verschiedenste Weise sucht man die **Klimaverhältnisse der Vorzeit** zu entsleiern. Durch Vergleich mit ähnlichen heutigen Verhältnissen sucht O. *Nordenskjöld* die Klimazustände am Rande der alten Inlandeisgebiete zu erschließen. Beim Vorrücken muß am Eisrande ein glaziales Klima, wie in der Antarktis oder in Nordgrönland, geherrscht haben, mit kalten Sommern und Wintern. Beim Rückgange des Eises war dagegen am Eisrande ein kontinentales Klima, wie in Ostsibirien, mit warmen Sommern und kalten Wintern vorhanden. Polverschiebungen zur Erklärung heranzuziehen, lehnt auch *Nordenskjöld* ab (*Bull. Geol. Inst. Upsala* XV, 1916, S. 35—46).

Ebenfalls von der Gegenwart geht F. *Engquist* aus, indem er den Einfluß des Windes auf die Verteilung der Gletscher untersucht. Er stellt fest, daß sich Gletscher und dauernde Schneefelder hauptsächlich auf der Seite eines Berges ausbilden, die in Lee der vorherrschenden schneeführenden Winde liegt. Dies gilt auch für die Vorzeit. Die durch hohen Luftdruck ausgezeichneten Inlandseismassen drängten die Minima über dem Atlantischen und dem Stillen Ozean südwärts und veranlaßten so die Pluvialzeiten der niederen Breiten (ebend. XIV, 1916, S. 1—108).

Auch pflanzengeographische Erwägungen gestatten Rückschlüsse auf frühere Klimazustände. G. *Samuels-*

son zeigt in einer neueren Arbeit, daß wegen der ehemals größeren Verbreitung der Wassernuß und anderer Pflanzen und der höheren Lage der Birkenwaldgrenze in Skandinavien hier nach der Eiszeit eine um 1,5° höhere Hochsommertemperatur und wegen der weiteren Verbreitung der Haselnuß eine um 15 Tage längere Vegetationsperiode vorhanden gewesen sein muß (ebend. XIII, S. 93—114).

Neben den großen Inlandeisgebieten gab es in der Eiszeit zahlreiche Gebirgsvergletscherungen in Hoch- und Mittelgebirgen. In der Feststellung solcher Eis-spuren ist man aber doch zuweilen zu weit gegangen. So zeigt jetzt A. *Quaas*, daß die 1912 von K. *Stamm* behauptete Vergletscherung des Hohen Venn sich nicht erweisen läßt, daß sich vielmehr alle von *Stamm* festgestellten Tatsachen ganz ohne Mithilfe des Eises erklären lassen (*N. Jahrb. Min. Geol. Pal. Beil.* Bd. XLI, 1917, S. 503—564). Th. A.

Künstliche Erzeugung von Regen. Schon seit langer Zeit hat man nach verschiedenen Methoden versucht, Regen künstlich zu erzeugen, ohne daß bisher ein nennenswertes Ergebnis zu verzeichnen gewesen wäre. Deshalb verdient ein Bericht Beachtung, in dem auf Grund von Ausführungen in den Zeitschriften *L'Industrie Electrique* und *Electrical Review* erfolgreiche Versuche beschrieben werden¹⁾, die mit Unterstützung der australischen Regierung auf den Versuchsfeldern von Bookaloo (80 km westlich von Port Augusta) und von Wynbring angestellt worden sind. Es soll dabei eine Vergrößerung der Regenmenge um 60 bis 70 % erzielt worden sein, so daß man zur Errichtung von zwei weiteren Versuchsfeldern in Neusüdwalles und Victoria geschritten ist. Die Anlagekosten einer Station einschließlich der Betriebskosten des ersten Jahres sollen etwa 20 000 Franken betragen. Man benutzt leitend gemachte Drachen oder Fesselballons, die mit vielen feinen Metallspitzen versehen sind. Anfangs wurden diese Leiter mit Starkstrom geladen, später einfach geerdet. Weitere Einzelheiten über die Versuche, die mitunter mehrere Stunden dauern, werden nicht angegeben. Eine Rentabilität dürfte wahrscheinlich nur für solche Länder in Frage kommen, bei denen der Wassermangel jede Möglichkeit einer normalen Bewässerungsanlage ausschließt, was allerdings für weite Gebiete Australiens zutrifft. O. B.

¹⁾ Die Begünstigung von Regen durch Elektrizität. Von M. *Mayersohn*. Der Tropenpflanzer, Berlin, 1918, 21. Jahrgang, Seite 169—171.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.

Sitzung vom 29. Mai.

Herr F. A. *Schulze* hielt den Vortrag: *Über den Einfluß der äußeren Wärmeleitung auf die Form der Isothermen auf ebenen Platten, mit Demonstrationen.* Im Marburger Physikalischen Institut war auf Veranlassung von Herrn F. *Richarz* durch Herrn V. *Heß* vor längerer Zeit eine Methode zur Demonstration von Isothermen auf ebenen Platten ausgearbeitet worden, welche auf dem Farbumschlag der thermoskopischen Substanzen Jodsilberjodquecksilber und Jodkupferjodquecksilber bei höherer Temperatur beruht. Die theoretische Behandlung des Einflusses der äußeren Wärmeleitung zeigt, daß dieser auf die Form der Isothermen von außerordentlich geringem Einfluß ist, wenn, wie es bei den Versuchen von *Heß* der Fall

war, die Platte aus gut leitendem Material von nicht zu geringer Dicke besteht, und zwar ist maßgebend der Zahlenwert des Ausdruckes

äußere Wärmeleitfähigkeit

innere Wärmeleitfähigkeit mal Dicke.

Die Abweichung der Form der Isothermen vom Idealfall, der die äußere Wärmeleitfähigkeit unberücksichtigt läßt, tritt besonders hervor bei dem Fall von zwei gleich starken Wärmequellen für die spezielle Isotherme, die aus einer Lemniscate besteht, deren beide Zweige sich in einem Punkte schneiden. Während sich im Idealfall die beiden Zweige hier unter rechtem Winkel schneiden, ist der Winkel zwischen den beiden die Wärmequellen nicht einschließenden Isothermengraden umso spitzer, je größer der obengenannte Ausdruck ist. Auf einer Glasplatte betrug dieser Winkel in der Tat nur etwa 50°.

Sodann sprach Herr *Franz Strieder*: *Über eine neue*

Anwendung des Fühlhebelsprinzips bei der Massenherstellung von Rotationskörpern. Es wurde eine neue Anwendung des Fühlhebels in einer besonderen Ausführungsart besprochen. Dieser Spezialführlhebel diente zur schnellen und genauen Einstellung von Werkzeugen an Drehbänken mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{30}$ mm. Zur Verwendung kam diese Anordnung bei Erledigung eines Auftrages von 40 000 Einzelteilen für Kriegsmunition in der mechanischen Werkstätte des Physikalischen Institutes.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau.

12. Juni. Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion.

Professor Dr. Clemens Schäfer und Dr. Martha Schubert: *Ultrarote Eigenfrequenzen der Nitrate, Jodate, Bromate, Chlorate, Metasilikate und Selenate.* Im Anschluß an ihre früheren Messungen über Sulfate und Karbonate wurden die Eigenschwingungen der oben genannten Verbindungen festgestellt. Es ergab sich die Existenz folgender „Baugruppen“ im Raumgitter: NO_3 , JO_3 , BrO_3 , ClO_3 , SiO_3 , SeO_3 . Die Resultate erlauben z. B. das von Vegard und Schjelderup mittels Röntgenstrahlen bestimmte Alaunmodell als falsch nachzuweisen; ferner ist die Bestimmung des Gitters von Na_2NO_3 durch die Braggs mindestens zweifelhaft und eine Untersuchung erwünscht.

Herr Privatdozent Dr. Cloos sprach über *Plutonische Raumbildung*. Ausgehend von der Erforschung des Erongogebirges im Hererolande und Beobachtungen an deutschen, besonders schlesischen Granitgebieten, suchte der Vortragende die Frage zu lösen, wie es vulkanischen Massen möglich ist, innerhalb der Erdkruste („plutonisch“) an Stelle vorhandener Gesteine Platz zu finden. Die Antwort wurde gesucht durch Verschiebung des Problems auf das verwandte Gebiet der tektonischen Bewegungen. Diese lösen dauernd und auf vielfältigste Weise die Aufgabe der „Raumbildung“ und des „Platztaushches“. Gelingt es die vulkanischen Vorgänge mit ihnen in Parallele zu setzen, so kann das Problem als im Prinzip gelöst gelten. Diese Analogie ist aber tatsächlich eine enge und weitreichende: Sieht man ab von der Herkunft, Temperatur, chemischen Zusammensetzung der vulkanischen Massen, so wird der Vulkanismus zu einer Tektonik mit hochplastischem Material. Die beiden Bewegungsformen rücken aus dem Verhältnis von Ursache und Wirkung in dasjenige der Stellvertretung. Eine von ihnen macht die andere entbehrlich — gegebenenfalls sogar unmöglich. Hieraus ergeben sich besondere Folgerungen für die erdgeschichtliche Fortentwicklung des Krustenabschnittes. (Ausführlicher in den Monatsber. d. D. Geol. Ges. 1918, Heft 1.)

31. Juli. Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion.

Prof. Dr. Gg. Hilpert: *Über das Ausschalten großer Wechselstromleistungen unter Öl.* Da die Ausschaltvorgänge der Schaltapparate mit den elektrischen Lichtbogensvorgängen in engem Zusammenhange stehen, ging der Vortragende von diesen Erscheinungen aus. Es wurden zunächst die Begriffe „Ausschaltleistung“ und „Schalterarbeit“ erklärt, auf die Vorteile der Lichtbogenunterteilung (mehrpoleige Unterbrechung) hingewiesen und der Ausschaltvorgang bei Gleich- und Wechselstrom durch Versuche vorgeführt. Die Versuche ließen erkennen, wie viel schwieriger es ist, bei gleicher Spannung und Leistung einen Gleichstromlichtbogen abzuschalten als einen Wechselstromlichtbogen. Bei Wechselstrom ist ein stehender Lichtbogen unter 4–500 Volt nur schwer zu erzielen. Um die leichtere Lösbarkeit des Wechselstromlichtbogens deutlicher wahrzunehmen, andernteils den ungünstigen Einfluß der Phasenverschiebung zu zeigen, wurde der Ausschaltvorgang durch den Oszillographen vorgeführt (Versuch). Weitere Versuche zeigten die

Zunahme des Wechselstromlichtbogens bei hoher Spannung (16 000 Volt) und die gute Lösbarkeit unter Öl. Die Versuche unter Öl zeigten dabei auch die Gefahr der Ölentzündung sowie den Einfluß, welchen die Höhe des Ölspiegels auf die Entzündbarkeit ausübt. Nachdem an Hand von Lichtbildern auf die konstruktive Anordnung des Ölschalters, auf die angewendeten Schaltgeschwindigkeiten, die Ölgewichte und auf die Ausschaltbarkeit des Wechselstromes innerhalb einer Halbperiode bei normaler Belastung hingewiesen war, kam der Vortragende auf die ungünstigeren Ausschaltbedingungen bei Kurzschlüssen und insbesondere auf die in den letzten 6 Jahren in der Praxis vorgenommenen Kurzschlußversuche zu sprechen, welche von Dr.-Ing. Marguerre in der Zentrale Rjukanos und von Dr. Stern und Biermanns (A. E. G.) mit Maschinenleistungen bei 40 000 KVA vorgenommen worden sind.

In der letzten Zeit sind durch die Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz in der Schweiz bzw. durch den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein und den Verband Schweizer Elektrizitätswerke eingehende Untersuchungen an Ölschaltern vorgenommen und ein besonderer Bericht, bearbeitet von Dr. Bruno Bauer, herausgegeben worden. Diese Untersuchungen, welche an besonders gebauten Versuchsschaltern vorgenommen wurden, haben interessante und wichtige Ergebnisse gezeitigt, die im nachfolgenden kurz ungedeutet sein mögen. So wurde z. B. durch zahlreiche Ausschaltungen mit größeren Leistungen festgestellt, daß pro 1 Kilowattsekunde Schalterarbeit 45–50 ccm Schaltergase erzeugt werden, die je nach Zusammensetzung des Öles 60–70 % Wasserstoff und im übrigen aus schweren Kohlenwasserstoffen bestehen, also aus explosiblen Gemischen. Daß die erzeugten Schaltergase, welche sich im geschlossenen Ölschalter unter dem Schalterdeckel sammeln, Überdrucke hervorrufen können, ist schon früher 1911 durch Kurzschlußversuche von Mariani festgestellt worden. Aber auch im Öl-innen werden beim Ausschalten starke Druckschwankungen hervorgerufen. Bei Trennung der Schaltkontakte verdampft zunächst die dünne Ölschicht zwischen den Abreißkontakten, und der Lichtbogen entwickelt sich in einer vom Öl befreiten Atmosphäre. Das den Lichtbogen umgebende Öl muß dabei in Bruchteilen von hundertstel Sekunden bei Seite geschoben werden. Die auf solche Weise auftretenden Beschleunigungsdrucke, Druckstöße und Druckschwankungen sind vom S. E. V. durch Diagramme aufgenommen worden. Beim Ausschalten eines unter Druck stehenden Schalters wurde der Druck bis auf das Doppelte gesteigert (Lichtbild). Bei sehr großen Ausschaltleistungen und entsprechend großen Schalterarbeiten, wie sie namentlich beim Kurzschluß auftreten, kann der Lichtbogen unter Öl nach dem Ölspiegel überschlagen und das entzündbare Schaltergas zur Entzündung bringen. Je nachdem dabei Öldämpfe mitgerissen werden oder nur reine Schaltergase in Frage kommen, liegen die Explosionsgrenzen zwischen $\frac{1}{2}$ % und 40 %, d. h. es genügen z. B. bei mitgerissenen Öldämpfen $\frac{1}{2}$ % Volumenanteile (Schaltergase) des unter dem Deckel befindlichen Luftvolumens, um noch eine Entzündung herbeizuführen. Die Gefährlichkeit der Ölentzündung wird durch einen Gleichstrom-Versuch vorgeführt (Versuch).

Zur Verminderung der Schalterarbeit sind in den letzten Jahren die verschiedensten Mittel angewendet worden. Neben der weitgehenden Unterbrechung des Lichtbogens hat man die Schaltgeschwindigkeit mehr und mehr gesteigert. Da aber bei großen Schaltgeschwindigkeiten die Lichtbogenlänge wieder wächst, wie auch die Versuche des S. E. V. zeigen, hat eine weitere Steigerung über 2 Meter mittlere Schaltgeschwindigkeit nur geringen Vorteil. Man hat ferner Druckölschalter gebaut, bei dem das Öl unter 5–6 atm. Druck steht und war dabei von der Ansicht ausgegangen, daß das unter Druck stehende Öl den Lichtbogen um so schneller zum

Erlöschen bringt je höher der Druck ist. Die Versuche des S. E. V. haben diese Annahme nur zum Teil bestätigt. So macht sich bei hohen Drucken eine Vergrößerung der Lichtbogendauer, also auch der Schalterarbeit bemerkbar, so daß daher der Druckölschalter nicht als durchaus betriebssicher hingestellt werden kann.

Um Explosionen zu vermeiden, hat man neutrale Gase verwendet (Kohlensäure, Stickstoff), welche das unter dem Schalterdeckel befindliche Volumen ausfüllen. Dieses Mittel erfüllt zwar seinen Zweck, hat sich aber wegen der komplizierten Anordnung bis heute wenig Eingang verschaffen können. Neuerdings sind unverbrennliche Schalteröle eingeführt worden (Benzinöle). Diese Flüssigkeit isoliert ähnlich wie Öl, ist unverbrennbar, verdunstet aber leicht und greift die Kontakte an. Die Resultate sind zum Teil befriedigend. Durch die Chemie gelingt es vielleicht, noch diese Art Schalteröle brauchbar zu machen. Recht gute Wirkungen sind mit Ölschaltern erzielt worden, bei denen ein Ölstrom gegen den Lichtbogen gespritzt wird (Ölspritzvorrichtungen, Lichtbild), und mit dem von der A. E. G. gebauten Ölschalter mit Löschkammer und Schnellkontakten, bei dem es sogar noch gelang, einpolig 200 000 KVA innerhalb einer Halberperiode auszuschalten. In dem von den S. S. W. gebauten druckfesten Ölschalter hat man eine Konstruktion, die allen beim Abschalten möglichen Druckerscheinungen standhalten kann (Lichtbild). Große Explosionen der Ölschalter sind verhältnismäßig selten. Als vor 4 Jahren eine Umfrage bei den Elektrizitätswerken gehalten wurde, stellte sich heraus, daß nur 4—5 größere Brände aufgetreten waren. Jetzt, wo die vom V. D. E. aufgestellten Richtlinien mehr und mehr befolgt werden, sind auch die Befürchtungen, welche man in den letzten 5 Jahren hinsichtlich der Ölschalterbrände hegte, immer geringer geworden. Die wertvollen Untersuchungen des S. E. V. bringen manches neue Licht in die komplizierten Ausschaltvorgänge und werden gewiß dazu beitragen, daß in Zukunft die großen Gefahren bei Ölschaltern als ziemlich überwunden bezeichnet werden können.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzung vom 11. Juli.

Prof. Stölzle: *Kants Weltbildungshypothese im Lichte moderner Naturwissenschaft.* Nach kurzer Dar-

legung der Grundzüge der Kantischen Hypothese, wie sie in der „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ vorliegt, warf St. einen Blick auf die Schicksale der Hypothese Kants. Sie blieb ihrer Zeit so gut wie unbekannt und wurde erst durch die Hinweise von Arago, A. von Humboldt, W. Struve, Schopenhauer, Helmholtz und Zöllner weiteren Kreisen bekannt. Erst durch den sachkundigen Rückblick des 19. Jahrhunderts wurde sie, mit Gerland zu reden, in die Geschichte der Wissenschaft künstlich eingeschoben. Auch wurde der Unterschied der Hypothese Kants von der Laplace'schen Theorie erkannt, und man spricht heute korrekt nicht mehr von einer Kant-Laplace'schen Weltbildungshypothese, sondern von der Hypothese Kants und der Hypothese von Laplace. Die Urteile, welche die heutige Wissenschaft über die Hypothese Kants fällt, teilte St. in 3 Klassen, die der Lobredner, der Tadler und der Kritiker. Unter den ersteren wurden die anerkennenden Urteile von Zöllner, Helmholtz, Littrow und Neumann erwähnt, unter den Tadeln führte Sühring mit seinem völlig absprechenden Urteil den Reigen. Die Kritiker haben Anerkennung für Kants Grundgedanken, heben aber zahlreiche mechanische und physikalische Unmöglichkeiten und Irrtümer hervor und schreiben deshalb der Hypothese Kants heute nur noch historisches Interesse zu. Hier kamen besonders Constantine Wolf, G. Eberhard, Faye, Gerland und Ratzel zu Wort. Ein Hinweis auf die philosophische Bedeutung der Kantischen Hypothese schloß den Vortrag.

Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium. Sitzung vom 15. Juli 1918.

O. Kroh: *Versuche über Farbenkontrast mit Demonstrationen.* Der Vortragende berichtete über die Ergebnisse seiner quantitativen Untersuchung der Berücksichtigung farbiger Beleuchtungen (Transformationserscheinungen) und stellte dieselben in Parallele zu den von Pretori und Sachs und ihm selbst gefundenen Maßgesetzen des farbigen Simultankontrastes. Der dabei festgestellte durchgängige Parallelismus sowie die Einzelresultate führen, da sich eine Erklärung der Transformation durch Kontrast, Simultan- und Daueranpassung als unmöglich erweist, zu einer Revision der bestehenden Theorien der „angenehmten Farbenkonstanz der Sehdinge“ und geben Richtlinien für eine neue Theorie.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 33, Heft 4, 1917.

Unsere Bunsensche Lampe; von G. C. van Walsem. Enthält die Beschreibung und die Abbildung einer Lampe, wie sie sich für den Laboratoriumsgebrauch besonders eignet. Hauptsache ist die durch einfache Vorrichtungen geschaffene Möglichkeit einer sofortigen, mit einem Finger auszuführenden Umstellung in eine Sparflamme, in einen Bunsen-Brenner, wobei das Zurrückschlagen absolut aufgehoben ist, und in eine gewöhnliche Bunsensche Lampe.

Die Schärfung der Mikrobommesser; von G. C. van Walsem. Zu diesem schon vielfach erörterten Kapitel liefert der Verf. Beiträge, welche bezwecken, die Schärfung der Mikrobommesser in bequemer und sicherer Weise vom Mikroskopiker selber besorgen zu lassen. Um eine gute und sichere Wirkung des Riemens zu erreichen, hat er die Erfahrungen, welche mit dem automatischen Abziehen der Klingen der Sicherheitsrasierapparate gemacht worden sind, verwertet. Bei der Anwendung des Schleifsteins glaubt er einen nicht unwichtigen Schritt vorwärts dadurch getan zu haben, daß er das Messer feststehend, den Stein jedoch beweglich machte. Einfache Mittel zur Erreichung des vorliegenden Zwecks werden beschrieben und abgebildet.

„Weiß auf Schwarz“ bei der Ausführung mikrosko-

pischer Zeichnungen; von G. C. van Walsem. Jeder optischen Zeichenmethode ist der Streit zwischen der Heiligkeit des Gesichtsfeldes und des Zeichenfeldes inhärent. Dieser Streit kann umgangen werden, wenn man das Zeichenfeld schwarz macht, und darauf mit weißer Tinte die Zeichnung anfertigt. Dem Aufsatz ist eine in der angegebenen Weise ausgeführte Zeichnung der Kernstrukturen aus einem der menschlichen Großhirnrinde entstammenden Präparat beigelegt.

Eine Methode, große Paraffinschnitte vom Großhirn faltenlos aufzukleben; von Margarete Woelcke, I. Präparatorin am Neurobiologischen Institut der Universität Berlin. Die hauptsächlichsten zwei Aufklebmethoden habe ich in eigener Weise kombiniert. Die Schnitte werden in einer Schüssel bei 35—40° C auf Aqua dest. gelegt und auf mit Eiweißglyzerin beschickte Objektträger gebracht, sodann auf dem Apathy'schen Trockenapparat bei 30—35° C mit angefeuchtetem Pinsel durch Wegstreichen der sich bildenden Falten und des unter dem Schnitt befindlichen Wassers völlig geglättet. Auf diese Weise wurden Schnitte durch die ganze Hemisphäre des menschlichen Großhirns angefertigt.

Band 34, Heft 1, 1917.

Über Stückfärbung mit Bielschowskys Silberimprägnationsmethode. — Einige Modifikationen; von

Erik Agduhr. Krustenbildung, Bindegewebsfärbung und Auslösungen der Silbersalze bei Einbettungsprozeduren kann man vermeiden und eine homogene Imprägnation in Gewebestücken (mit bedeutend über 1 cm kleinste Dimension) erhalten durch: eine geeignete intensive Wässerung des Materials, durch gründliches Auswaschen der freien reduzierenden Stoffe, eine genügend intensive essigsäure Behandlung und durch Zusatz einer genügenden NaOH-Menge zu der ammoniakalischen Silberlösung. — Die Eindringungsfähigkeit der Silbersalze in schwerpermeable Gewebe kann durch Behandlung der Blöcke mit 33 % Alkohol, schwach alkalischem Wasser oder Pyridin bedeutend gesteigert werden.

Band 34, Heft 2, 1918.

Zur Kerndifferenzierung, mit besonderer Berücksichtigung von Blutrockenpräparaten; von G. C. van Walsem. Die Kerndifferenzierung an Blutrockenpräparaten steht mehr oder weniger auf dem Hintergrund. Verfasser ist bestrebt gewesen, diesem Uebelstand abzuhelfen. Er beschreibt ein Verfahren, wodurch es in einfacher Weise ermöglicht wird, eine weit bessere Differenzierung zu erreichen. Auch auf Schnitte ist die Methode anwendbar. Auf einer Tafel werden die Ergebnisse an den verschiedenen Leukozytentypen des normalen menschlichen Blutes vorgeführt.

„Symptose“ und „Paraptose“ bei der Ausführung mikroskopischer Zeichnungen; von G. C. van Walsem. Hierzu eine Textabbildung. Wo es sich bei der Ausführung mikroskopischer Zeichnungen nicht um die Wiedergabe von Umrissen, sondern um die Abbildung feinerer Besonderheiten handelt, betrachtet der Verfasser die Bedeckung von Bild und Zeichnung („Symptose“) als einen Grundfehler. Es soll viel eher angestrebt werden, daß sie nebeneinander fallen („Paraptose“). Es wird ein Verfahren beschrieben, wobei unter Beachtung obiger Forderung es leicht möglich ist, Bilder anzufertigen in einer Größe, daß diese in der Richtung von rechts nach links ungefähr 10 cm beträgt, während in der Richtung von vorne nach hinten dieselbe ganz nach Willkür gewählt werden kann.

Über Einschlüßmittel mit höherem Brechungs-exponent, besonders über den Tolubalsam; von G. C. van Walsem. Verfasser weist auf die Bedeutung hin, welche für mikroskopische Arbeiten im allgemeinen Einschlüßmitteln mit höherem Brechungs-exponent zukommt. Praktisch kommt dabei vorläufig allein der Tolubalsam in Betracht. Dieser ist mit Unrecht fast ausschließlich für Diatomaceen-Dauerpräparate reserviert worden.

Mikrotechnische Mitteilungen II: Über einen einfachen Kegelkondensor zur Dunkelfeldbeleuchtung eines großen Sehfeldes; von Hans Schneider. Es wird vorgeschlagen, zur Erzeugung eines großen Dunkelfeldes einen Kondensor zu verwenden, der aus aufeinander-gesetzten Kegelstumpfen besteht, deren Mantelflächen das einfallende Licht unter dem Winkel der totalen Reflexion gegen die obere Fläche des Kondensors werfen. Der Kondensor soll zur Beobachtung und Lichtbildherstellung bei schwachen Vergrößerungen dienen.

Trockenkonservierung kleiner Objekte; von H. Sikora. Das von Schimmel (Miltitz) hergestellte wasserfreie Terpeneol, eine farblose, cyclamenartig duftende, sich sehr langsam verflüchtigende Flüssigkeit, hat sich als Trockenkonservierungsmittel zur Durchtränkung zarter, zum Schrumpfen neigender Objekte (Mückenlarven, Spinnen, Mücken, behaarte Raupen, Urinsekten usw.) vor dem Trocknen, sehr gut bewährt. Die Objekte müssen gründlich entwässert und aus Alk. abs. sehr vorsichtig und langsam durch mehrere Zwischenstufen in reines, zur Entfernung der letzten Alkoholeipuren mehrmals gewechseltes Terpeneol überführt werden; Ueberilung rächt sich fürchterliche Schrumpfung. Bei sorgsamer Ausführung behal-

ten jedoch auch die allerzartesten Gebilde, wie die Tracheenkiemen von Mückenlarven, beim Trocknen ihre natürliche Form.

Band 34, Heft 3, 1918.

Über das Auftreten von Gas in mikroskopischen Präparaten; von P. Mayer. Verfasser bringt Angaben über das Auftreten von Gas in Objekten mit schwer durchlässiger Hülle, wie Tieren mit Chitinpanzer, Stärkekörnern, Korkzellen, hohlen Kieselnadeln: beim Übertragen eines solchen Objektes aus dem leicht flüchtigen Benzol in eine dickliche Harzlösung dringt diese nicht so rasch in die Hohlräume des Objektes, wie jenes durch die Hülle herausdiffundiert, und infolge davon bleibt in den Räumen nur noch Benzolgas zurück, macht also die betreffenden Stellen für durchfallendes Licht undurchsichtig. Verfasser hat diesen Vorgang besonders genau an Ameisen beobachtet.

Eine neue Färbung für basische Eiweiße, die Wasserblau-Eosin-Phloxin-Färbung; von B. Krugenberg und E. Th. Tielemann. Die Verf. empfehlen zur Färbung der basischen Eiweiße des Gewebes, das letztere nur mit Alkohol zu fixieren und mit einem Gemisch von Wasserblau, Eosin und Phloxin zu färben. Färbungsdauer 5—10 Minuten. Die Mischung ist bei Hölborn vorrätig unter dem Namen Wep.

Über Balsamflaschen; von G. C. van Walsem. Der Verfasser hebt den Umstand hervor, daß bei allen im Handel befindlichen Balsamflaschen eine Eindickung durch Verdampfung der Verdünnungsmittel stattfindet. Namentlich beim Gebrauch des Chloroformtolubalsams ist dies sehr störend. Dieser Störung wird vorgebeugt bei Anwendung einer Vorrichtung, bei welcher an der Außenseite der Flasche oben ein Ring angeheftet ist, in dem sich eine dünne Schicht Glycerin befindet. Den Deckel und das damit verbundene Glasstäbchen kann man aus der Balsamflasche nehmen, ohne daß diese mit der anderen Hand fixiert zu werden braucht.

Zeitschrift für Instrumentenkunde;

Heft 4 und 5, April/Mai 1917.

Zur Entwicklung des holländischen Fernrohrs; von M. von Rohr. Das Einzelinstrument dieser Art, in Deutschland unter dem Namen Perspektiv bekannt, wird gleich zu Anfang auch in geringer Länge hergestellt, 1646 so von A. Kircher empfohlen und in dieser Richtung während des 18. Jahrhunderts als Hilfsmittel für Schwachsichtige ausgebildet, in Frankreich in äußerst kunstvoller, verschwenderischer Ausführung. Die Verbindung zweier solcher Rohre zu einem Doppelinstrument ist ebenso alt wie das Auftreten des Einzelperspektivs, gewinnt aber für den Handel erst spät Bedeutung. In Frankreich und England treten mindestens im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts für Kurzsichtige solche schwach vergrößernden Doppelsysteme in Brillenfassungen auf, und wahrscheinlich aus einem ähnlichen Gedankengang verbindet 1823 Fr. Voigtländer zwei achromatische Perspektive zu einem Doppelrohr und schafft damit den Ausgangspunkt für die moderne Massenherstellung doppelter Theatergläser.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916.

Heft 6, Juni 1917.

Die Verwendung von Gittern zur Lichtschwächung; von Hugo Kriß. Nach Anführung der in der praktischen Photometrie zur Verfügung stehenden Lichtschwächenden Mittel hebt Verf. die Vorzüge der Gitter hervor, welche wesentlich darin bestehen, daß keine Änderung des Farbentons erfolgt, und die stattfindende Lichtschwächung ohne weiteres abzulesen ist. Die Theorie solcher Gitterlichtschwächer wird erläutert und ihre Anbringung an verschiedene der Lichtmessung dienende Apparate beschrieben.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1916.

Heft 7, Juli 1917.

Mikroskop-Fühlhebel für Schrauben-Meßmaschinen; von F. Göpel. Der Verf. hat die Membran-Meßdose an der Reinecker-Meßmaschine durch einen einfachen Fühlhebel ersetzt, dessen Nullage mittelst Mikroskop eingestellt wird.

Über die Empfindlichkeit zusammengesetzter Wagen mit Berücksichtigung der Durchbiegung der Hebel; von J. Zingler. Die Arbeit bildet eine Ergänzung zu der in Bd. 36 S. 29 und 53, 1916, veröffentlichten Abhandlung. Die allgemeinen Empfindlichkeitsgleichungen, die dort aus den für starre Hebel geltenden Gleichungen der ersten Form abgeleitet sind, werden hier auf die zweite Form zurückgeführt. Zugleich haben die Formeln insofern eine Verallgemeinerung erfahren, als nicht nur die durch die Biegung der Hebel hervorgerufene Senkung der Lasten, sondern auch die Senkung des Schwerpunktes der Hebel selbst, die dort vernachlässigt war, mit berücksichtigt worden ist.

Das mehrfache Braunsche Elektrometer; von E. Beckfy. Es wird eine neue Form des Braunschen Elektrometers gegeben, damit seine Fehler —, die Illinearität der Skalentheile, vermieden wird. Statt einem beweglichen Teil werden zwei oder mehrere gebraucht, womit der Abstand zwischen dem fixen Teil und Zeigernadel geteilt wird, was wegen der quadratischen Form des Coulombschen Gesetzes — $K = \frac{C_1 C_2}{x^2}$ — vorteilhaft ist. Der ablesbare Abstand wird um so mehr kleiner als der effektive Abstand, je mehr Nadeln gebraucht werden. Durch Benützung mehrerer arretierbarer Nadeln haben wir ein Elektrometer mit bedeutender Genauigkeit und großen Meßbereichen.

Heft 8, August 1917.

Schieber zum Ausmessen von Erdbendiagrammen; von C. W. Lutz. Das Instrument dient zum Ausmessen von Erdbendiagrammen und anderen Registrierkurven, bei denen die Zeitmarken in der Kurve selbst liegen oder nachträglich in sie übertragen werden. Es kann damit die jedem Kurvenpunkte zugeordnete Zeit unmittelbar in sec abgelesen werden. Außerdem lassen sich auch die Perioden von Einzelwellen in sec und die Amplituden in mm ausmessen.

Einige Regeln für den Gebrauch der empirischen Dispersionsformel und ihre Anwendung auf die Brechungsexponenten des Quarzes; von J. Hartmann. Zur Erleichterung der Anwendung der vom Verfasser im Jahre 1898 veröffentlichten Dispersionsformel teilt derselbe verschiedene Regeln und Hilfsformeln mit. Als Beispiel wird die Dispersion des Quarzes behandelt. Es zeigt sich, daß die Hartmannsche Formel den Brechungsexponenten auf der ganzen über 6000 ÅE langen Strecke von λ 1854 bis λ 7948 auf etwa vier Dezimalstellen richtig wiederzugeben vermag. Halbiert man diese Strecke, so steigt die Genauigkeit der Darstellung auf fünf bis sechs Dezimalstellen.

Heft 9, September 1917.

Ein neues Totalimmersionsaräometer mit Kettenbelastung; von Anders Angström und Hans Pettersson. An dem Schwimmkörper des Aräometers ist eine feine Metallkette von ungefähr 40 cm Länge befestigt, die teilweise vom Schwimmkörper getragen wird und teilweise auf dem Gefäßboden ruht. Die Höhenlage des Schwimmkörpers über dem Boden gibt ein Mittel, um das spezifische Gewicht der Flüssigkeit zu bestimmen. Die Empfindlichkeit des Aräometers ist im vorteilhaftesten Falle ungefähr $2 \cdot 10^{-5}$. Es wird für sowohl technische als wissenschaftliche Zwecke verfertigt und wird von der schwedischen hydrographisch-biologischen Kommission für Salzgehaltbestimmungen benutzt.

Ein Nachtrag; von Dr. Arthur Kerber. Erklärung des Begriffes der Blendendifferenz und Briefwechsel mit Dr. Servus in Charlottenburg über diesen Gegenstand;

Darstellung des Fehlers durch Kurven nach dem Vorschlage des Verfassers.

Über Doppelbildfernmesser (Inverttelemeter); von H. Löschner. Der Aufsatz gliedert sich in 3 Hauptabschnitte. Im ersten wird die Beschreibung und Geschichte der Inverttelemeter, für welche die neue deutsche Bezeichnung: „Doppelbildfernmesser“ vorgeschlagen wird, in knappen Worten skizziert. Im zweiten Abschnitte wird über Verwendung und Leistungsfähigkeit auf Grund persönlicher Erfahrungen, soweit als gegenwärtig zulässig, berichtet. Im dritten Abschnitte endlich werden die Neuerungen an Goerzschen Doppelbildfernmessern vorgeführt und besprochen, wobei vom Verfasser die Rektifikation derartiger Fernmesser mittels Mond oder Sonne besonders empfohlen wird.

Heft 10, Oktober 1917.

Der „Hygrostat“ und seine sachgemäße Handhabung; von Dr. Richard Kempf. Einen abgeschlossenen Luftraum, in welchem durch irgendwelche Hilfsmittel dauernd eine konstante relative Luftfeuchtigkeit aufrecht erhalten wird, in welchem also beständig ein konstantes Verhältnis der Wasserdampfspannung zu der Maximaltension reinen Wassers herrscht, bezeichnet man zweckmäßig als „Hygrostaten“. Wie man sich eine derartige Vorrichtung, die namentlich auf dem Gebiete der technischen Materialprüfung und -bewertung eine große praktische Bedeutung hat, mit den einfachsten Laboratoriumsmitteln herstellt, wird angegeben. Ferner werden die praktischen Regeln, die beim Gebrauch eines Hygrostaten zu beobachten sind, wenn anders einwandfreie Ergebnisse zustandekommen sollen, vom Verfasser auf Grund eigener Erfahrung eingehend auseinandergesetzt.

Heft 12, Dezember 1917.

Beschreibung einer Differenzmaschine (Vorrichtung zur mechanischen Differenzierung von Kurven); von K. Hürthle. Die zu differenzierende Kurve I wird durch ein Uhrwerk unter einem Mikroskop weggezogen, in dessen Okular sich ein Fadenkreuz befindet, dessen einer Schenkel jeweils vom Beobachter als Tangente an die Kurve I gelegt wird. Zu diesem Zweck muß vom Beobachter noch eine Verschiebung der Kurve I senkrecht zur Fortbewegungsrichtung vorgenommen werden. Die Drehungen des Fadenkreuzes werden fortlaufend auf eine gleichfalls vom Uhrwerk bewegte Schreibplatte aufgezeichnet und liefern die differenzierte Kurve II.

Heft 1, Januar 1918.

Ein Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung für niedrige Frequenzen; von H. Schering und R. Schmidt. Das Instrument ist ein Gleichstromgalvanometer für Wechselstrom. Ein Gleichstrom-Magnet magnetisiert die Nadel stark, gibt ihr aber nur geringe Richtkraft. Die Abstimmung der Nadel auf Resonanz mit dem Wechselstrom geschieht durch Einstellung der Magneterregung vom Platz des Beobachters aus. Der eine Nadeleinsatz ist für 8–76, der andere für 30–160 per/s. abstimmbare. Bei einem Widerstand von 76 Ohm und 0,23 G. Induktivität ist die Spaltbildverbreiterung für 1 Mikroampere Wechselstrom 25 bis 3 mm, abnehmend mit der Frequenzzunahme.

Die Hartmannsche Dispersionsformel und die Dispersion des Quarzes II; von Hugo Krüß. Es werden nach den neuerdings von Prof. Dr. J. Hartmann gegebenen Rechenvorschriften für seine Dispersionsformel die Brechungsexponenten des Quarzes für λ 180–800 gegeben und im Vergleich dazu die nach der Formel von Rubens errechneten Werte gestellt. Die Übereinstimmung zwischen beiden ist zufriedenstellend.

Für die Redaktion verantwortlich: Dr. Arnold Berliner, Berlin W9.

Verlag von Julius Springer in Berlin SW 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Leitfaden für die ärztliche Untersuchung

Herausgegeben vom Generaloberarzt Dr. **Leu**
stellvertretendem Korpsarzte III. A.-K.

unter Mitwirkung

des Reservelazarett-Direktors Oberstabsarzt Prof. Dr. **Thiem** †
und des Stabsarztes d. R. Dr. **Engelmann**

nebst einem Geleitworte

des Geh. Hofrats Prof. Dr. **Friedrich v. Müller**

Mit 47 Textabbildungen und zahlreichen Mustern
für Formulare, Zeugnisse und Gutachten

Preis gebunden M. 18.—

Soeben erschien:

Taschenbuch zur Untersuchung von Nervenverletzungen Nerven- und Geisteskrankheiten

Eine Anleitung für Ärzte, insbesondere bei gerichtlichen, militärischen
und Unfallsbegutachtungen

Von Dr. **W. Cimal**

Nervenarzt, Oberarzt der städtischen Heil-Pflegeanstalten, leitender Arzt
der Korpsnervenstation am Res.-Laz. I, Altona

Dritte Auflage

Mit 15 Textbildern — Preis gebunden M. 7.60

Soeben erschien:

Lehrbuch der Psychiatrie

Von Dr. **E. Bleuler**,

o. Professor der Psychiatrie an der Universität Zürich

Zweite, erweiterte Auflage — Mit 51 Textabbildungen

Preis M. 18.—; gebunden M. 20.60

Soeben erschien:

Fachbücher für Ärzte. Band III

Psychiatrie für Ärzte

Von Dr. **Hans W. Gruhle**

Privatdozent an der Universität Heidelberg

Mit 23 Textabbildungen — Preis gebunden M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Dreherei und ihre Werkzeuge in der neuzeitlichen Betriebsführung

Von **Willy Hippler**

Betriebs-Oberingenieur

Mit 319 Textfiguren — Preis M. 12.—; gebunden M. 14.60

Soeben erschien:

Lehrgang der Härtetechnik

Dipl.-Ing. **Joh. Schiefer**

Oberlehrer an den Kgl. verein. Maschinenbauschulen
und den Kursen für Härtetechnik an der Gewerbe-
förderungsanstalt für die Rheinprovinz

Von
unter Mitwirkung von

E. Grün

Fachlehrer der Kurse für Härtetechnik
an der Gewerbeförderungsanstalt für
die Rheinprovinz

Mit 170 Textabbildungen — Preis M. 7.60; gebunden M. 9.—

Maschinentechnisches Versuchswesen

Von Prof. Dr.-Ing. **A. Gramberg**

in Höchst a. M.

Soeben erschien:

Band II:

Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe

Ein Handbuch für Betriebsleiter, ein Leitfaden zum Gebrauch bei Abnahme-
versuchen und für den Unterricht an Maschinenlaboratorien

Mit 300 Figuren im Text und auf 2 Tafeln — Preis gebunden M. 25.—

Soeben erschien:

Telephon- und Signal-Anlagen

Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde-
(Schwachstrom-) Anlagen

Bearbeitet nach den Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-)
Anlagen der Kommission des Verbandes deutscher Elektrotechniker und des Verbandes
elektrotechnischer Installationsfirmen in Deutschland.

Von **Carl Beckmann**

Oberingenieur der Akt.-Ges. Mix & Genest, Telephon- und Telegraphenwerke
Berlin-Schöneberg

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 426 Abbildungen und Schaltungen und einer Zusammenstellung
der gesetzlichen Bestimmungen für Fernmeldeanlagen

Preis gebunden M. 8.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W. 9 — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.