

27. 1. 1926

biog. bibl. Erlang.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON  
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 4 (SEITE 57-72)

22. JANUAR 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

### INHALT:

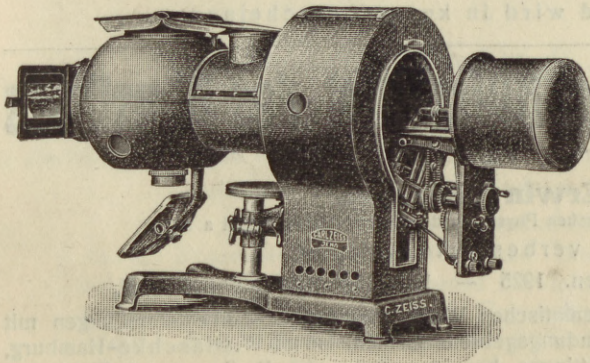
Die Entwicklung der zoologischen Stationen. Von AD. STEUER, Innsbruck . . . . .	57	KÜSTER, F. W., Logarithmische Rechentafeln für Chemiker, Pharmazeuten, Mediziner und Physiker. Von I. Koppel, Berlin . . . . .	65
Über langsam veränderliche Wechselströme in der Erde und einige Fragen der Geophysik. Von R. COURANT, Göttingen . . . . .	61	AUERBACH, FELIX, Physik in graphischen Darstellungen. Von Arn. Berliner, Berlin . . . . .	65
<b>BESPRECHUNGEN:</b>		Mitteilungen aus dem Gebiete der physikal.-chem. Mineralogie und Petrographie. (Mit 11 Figuren)	
LIEZMANN, W., Methodik des mathematischen Unterrichts. 3. Teil: Didaktik der angewandten Mathematik. Von G. Pólya, Zürich . . . . .	64	66	
GIESE, FR., Theorie der Psychotechnik. Von Karl Gerhards, Aachen . . . . .	64	<b>ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN:</b>	
		Eine neue Bestimmung der Sonnenparallaxe . . . . .	
		71	

# ZEISS Projektions-Apparate

für Schule, Haus- und Vortragszwecke

Neues kleines Epidiaskop – Vertikal-Mikroprojektionsapparat

Einfache geschlossene Formen



\*

*Auskünfte und Druckschriften  
kostenfrei bei Angabe des  
interessierenden Apparates  
durch*



Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

26



## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Reichsmark. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Reichsmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

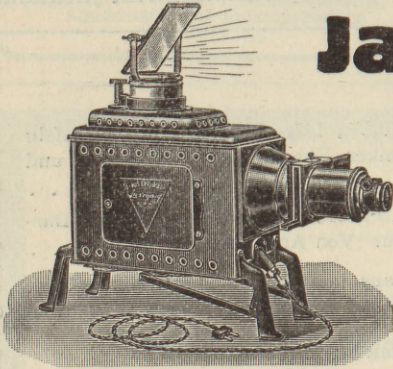
Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{2}$  Seite 150 Reichsmark; Millimeter-Zeile 0.35 Reichsmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24  
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53., Telegrammadr.: Springerbuch.  
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C.  
Postscheckkonto Nr. 118935



## Janus-Epidiaskop

(D.-R. Patent Nr. 366044)

mit hochkerziger Glühlampe zur Projektion von  
**Papier- und Glasbildern**

An jede elektr. Leitung anschließbar!  
Leistung und Preislage unerreicht!

(348)

**Größte Auswahl in Lichtbildern!**

**Ed. Liesegang, Düsseldorf, Postfach 124**

Listen frei!

Gegründet 1854

Listen frei!

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

## Methoden der mathematischen Physik

Von  
und

**R. Courant**

ord. Professor der Mathematik an der  
Universität Göttingen

**D. Hilbert**

Geh. Reg.-Rat, ord. Professor  
der Mathematik an der Universität Göttingen

**I. Band**

463 Seiten mit 29 Abbildungen. 1924 — 22.50 R.M.; gebunden 24 R.M.

(Band XII der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. Blaschke-Hamburg, M. Born-Göttingen, C. Runge-Göttingen herausgegeben von R. Courant-Göttingen.)

Der zweite Band wird in kurzem erscheinen.

## Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers

Von

**Dr. Erwin Madelung**

ord. Professor der theoretischen Physik an der Universität Frankfurt a. M.

Zweite, verbesserte Auflage

296 Seiten mit 20 Textfiguren. 1925 — 13.50 R.M.; gebunden 15 R.M.

(Band IV der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Gemeinsam mit W. Blaschke-Hamburg, M. Born-Göttingen, C. Runge-Göttingen herausgegeben von R. Courant-Göttingen.)



## Die Entwicklung der zoologischen Stationen.

Von AD. STEUER, Innsbruck.

Die von LINNÉ durchgeführte Reform der gesamten Naturgeschichte war auch der zoologischen Erforschung des Meeres zugute gekommen: immer zahlreicher ziehen seit jenen Tagen Zoologen an die Küsten, um hier zu sammeln und zu beobachten. Zunächst galt es durch Beschreibung der entdeckten neuen Arten die Formenkenntnis zu erweitern, durch Aufstellung von Faunenlisten sie zu vertiefen. Aber bald wurde der Sammler zum Beobachter, als sich nämlich das Verlangen einstellte, am Meere, der Quelle alles Lebens, das Leben selbst in seiner Vielfältigkeit zu erforschen. Mit der Verfeinerung der Untersuchungsmethoden komplizierte sich aber immer mehr das Inventar des am Meere arbeitenden Zoologen. Genügte einst Sammelgläser und als Fanggeräte die landesüblichen Netze, so mußte heute mancher Biologe ein ganzes Laboratorium mit sich an die See führen. In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts waren Studienreisen der damaligen Zoologen an die See — namentlich an das so überaus artenreiche Mittelmeer — allgemein üblich, aber nicht immer so erfolgreich, wie sie hätten sein können. Unkenntnis der örtlichen Verhältnisse, der jahreszeitlichen Einflüsse auf das Erscheinen der gesuchten Tiere, Unkenntnis wohl auch der Sprache und Sitten der Bewohner waren vielfach schuld daran. So zog in den Jahren 1845 und 1846 KARL ERNST VON BAER aus Rußland nach Triest, um hier Echinodermlarven zu studieren. Aber die Resultate seiner Bemühungen waren — wohl aus den angeführten Gründen — wenig ermunternd [STENTA (13)]. Wesentlich erfolgreicher arbeitete einige Jahre später der nicht minder berühmte JOHANNES MÜLLER im nahen Fischerstädtchen Muggia<sup>1)</sup>. Wenn auch die Umgebungheit freien Wanderlebens ihre Reize hat und wenn auch heute noch einige Zoologen freiwillig oder durch die gestellte Aufgabe gezwungen, ihre Studien nicht an dazu errichteten Forschungsstätten betreiben, die meisten Forscher ziehen doch wohl eingerichtete Küstenlaboratorien vor. Das älteste derartige Institut wurde [nach P. MAYER (8)] von J. J. COSTE im Jahre 1859 in Concarneau gegründet. Nach KOFOID (7) sollen allerdings schon vorher temporäre Stationen gegründet worden sein. So soll nach SAND (11) P. J. VAN BENEDEN schon 1843 ein belgisches Laboratorium in Ostende eröffnet haben.

Im Jahre 1863 [CHANCEY JUDAY (6) schreibt: 1867] folgte die Gründung der Station von Arcaçhon, eine der ersten, die ihre Tore unentgeltlich der wissenschaftlichen Welt eröffnet hatte [KO-

<sup>1)</sup> Seinem Fischer, dem „alten PULGHER“, hatte ich selbst noch wiederholt Seetiere abgekauft.

FOID (7)]. Im selben Jahre soll [nach P. MAYER (8)] von H. LACAZE-DUTHIERS im Mittelmeer, dicht an der spanischen Grenze, in Banyuls-sur-mer das Laboratoire ARAGO gegründet worden sein.

So bescheiden diese ersten Versuche auch anfänglich gewesen sein mögen, die zoologischen Stationen hatten damit doch dem Sehenden ihre Daseinsberechtigung erwiesen, und für ein organisatorisches Talent war ein ergiebiges Arbeitsfeld gegeben. Das aber fand sich just zur rechten Zeit in dem jungen Jenenser Privatdozenten ANTON DOHRN. Im Winter des Jahres 1870 begab sich DOHRN zur Verwirklichung seiner großen Pläne nach Neapel, um sich im Herbst des folgenden Jahres dauernd dort niederzulassen. Nach einer oft beschriebenen „wahren Odyssee von Irrfahrten“ konnte im Februar 1874 die zoologische Station in Neapel, „the Mecca of biologists in every quarter of the globe“ [JUDAY (6)], eröffnet werden. Wenige Jahre vorher (1871) hatte A. KOVALEVSKY die russische Station in Sebastopol geschaffen, 1872 gründete der schon genannte ausgezeichnete französische Forscher H. LACAZE-DUTHIERS eine weitere Station in Roscoff, im Jahre 1873 folgte Wimeraux, von A. GIARD gegründet, 1875 die österreichische Station in Triest usw.

Vor dem Kriege waren allein in Europa gegen 100 zoologische Stationen, in Amerika über 20, in Asien 2, in Afrika eine, in Australien keine. Seit dem Weltkriege hat sich allerdings auch auf diesem Gebiete manches geändert. Das in unruhigen Zeiten auftauchende Gründungsfieber zeitigte namentlich in den Siegerstaaten weitgehende Pläne, die sich aber bald als kaum ausführbar erwiesen; in Ägypten sogar und Palästina sollten Stationen gegründet werden. Eine Kriegsgründung von kurzer Dauer war die Anstalt am Bosphorus [WILHELMI (19)], die letzte Gründung in Deutschland war die Station in Büsum [MÜLLEGER (9)]. Einige Stationen wurden aufgelassen, so die von Fiume und Triest, nachdem sie Italien übernommen hatte; wohl alle ausnahmslos leiden heute mehr minder unter der Not der Zeit.

In Dankbarkeit muß ich aller jener zoologischen Stationen in den von der europäischen Katastrophe weniger betroffenen Ländern gedenken, die unsere Wissenschaft und ihre Vertreter in den notleidenden Staaten nach besten Kräften unterstützt hatten. Den zoologischen Universitätsinstituten ist in dieser Zeit kostenlos Material für Forscher und Studenten gespendet worden, so von Helder (Direktor REDEKE) und Rovigno (damals Direktor ISSEL). Reisestipendien ermöglichten den verarmten und physisch herabgekommenen Gelehrten den Besuch ausländischer Stationen



(Dänemark, Schweden z. B.). Und in diesem Liebeswerk zeigte sich der *internationale Charakter* dieser wissenschaftlichen Institute im schönsten Lichte.

Gerade die ihr in weiser Voraussicht schon von ihrem Gründer aufgeprägte Internationalität scheint die bedeutendste unter ihnen, die Neapler Station, auf ihre bisher von keiner ähnlichen Anstalt der Welt erreichte Höhe gebracht zu haben. Kurz vor Kriegsausbruch konnte noch der Prager Physiologe A. VON TSCHERMAK in einem in Berlin 1914 gehaltenen Vortrag behaupten, diese Station erscheine keinem der dort Arbeitenden, seien es Italiener, Engländer oder Amerikaner, als „Ausland“. „Ich kann es nur als einen großen Vorzug der Station bezeichnen, daß sie kein staatliches Institut, sondern ein Privatunternehmen ist.“ Ich spreche aus bitterer Erfahrung, wenn ich die Bevormundung einer Station durch ein Kuratorium („Hofkriegsrat“ nennt TSCHERMAK diese bürokratische Einrichtung) für nicht vorteilhaft erkläre. „Nur einem *Privatmann* war es möglich . . . jeder neu auftauchenden Richtung in wahrhaft biologischer Anpassung sofort die geeigneten Arbeitsmittel zur Verfügung zu stellen und dadurch oft deren Entfaltung erst zu ermöglichen.“ Dieser freien Entwicklungsmöglichkeit hat es die Neapler Station zu verdanken, wenn zu ihrem 25 jährigen Jubiläum im Jahre 1897 gesagt werden konnte: „Wir vermögen uns überhaupt keine Vorstellung davon zu bilden, welches der Stand der biologischen Wissenschaften zur Zeit sein würde, wenn der von der zoologischen Station ausgehende Einfluß unterblieben wäre.“

Daß die Neapler Station bis zum Kriege ihren privaten Charakter bewahren konnte, verdankt sie dem Umstand, daß sie nicht nur mit privaten Mitteln gegründet wurde, sondern auch, daß ihre Erhaltungskosten durch drei durchaus originelle Gedanken ihres Gründers gesichert schienen. Wie BOVERI (1) in seiner bekannten Gedächtnisrede auf ANTON DOHRN ausführte, war der eine Gedanke der, „mit dem Laboratorium ein öffentliches Aquarium zu verbinden, wie solche schon in London, Hamburg und Berlin damals bestanden. Der Gewinn, der dort Aktionären zufließt, sollte bei der zoologischen Station der Wissenschaft zugute kommen“; Der zweite Gedanke war, der Station durch Vermieten der Arbeitsplätze an Regierungen und Korporationen eine weitere feste Einnahme zu verschaffen, und dieses sog. „Tischsystem“ war es in erster Linie, das der Station ihren internationalen Charakter verlieh.

Der dritte Gedanke endlich war, durch Verkauf konservierter Tiere an Museen und zoologische Institute der Station eine weitere Einnahmequelle zu verschaffen. Daß die Präparate der Neapler Station heute weltbekannt sind, ist ein Verdienst des unvergeßlichen ersten Konservators der Station, des im Jahre 1910 verstorbenen Dr. h. c. SALVATORE LO BIANCO.

Der Personalstand der zoologischen Station ist gegenwärtig folgender: Direktor Prof. REIN-

HARD DOHRN, der Sohn des Gründers; Abteilungsvorsteher: für Zoologie Prof. MARCO FEDELE, für Physiologie Dr. ENRICO SERENI; Assistenten: Dr. JULIUS GROSS, Dr. SILVIO RANZI.

Sehr reichhaltig ist die Bibliothek. Es ist ein schöner alter Brauch in unserer Gelehrtenrepublik, von allen Arbeiten unseres Forschungsgebietes einen Sonderabdruck der Neapler Station zu widmen.

An Publikationen gibt die Station seit den Jahren 1879 bzw. 1880 heraus: Die „Mitteilungen a. d. z. St. N.“, den „Zoologischen Jahresbericht“ und das Prachtwerk: „Fauna und Flora des Golfes von Neapel“.

Wenn die marine Biologie vor dem Kriege in allen Kulturstaaten so eifrig gepflegt würde, so ist das wohl zum guten Teile auf die vielen Anregungen zurückzuführen, die von den zoologischen Stationen ausgingen, vor allem von Neapel, dieser nach KOFOID (7) „marine university“ der modernen Hydrobiologie.

Freilich darf nicht verschwiegen werden, daß durch eine gewisse einseitige Bevorzugung der marinen Tierwelt die Limnologie etwas vernachlässigt worden war. Es ist bezeichnend, daß erst im Jahre 1888 der tschechische Zoologe A. FRITSCH (= FRIČ) das erste zur Untersuchung der Süßwasserfauna bestimmte Laboratorium, und zwar als übertragbare zoologische Station, an einem böhmischen Teiche eröffnen konnte<sup>1)</sup>, und erst 1891 erfolgte die erste Gründung eines derartigen Institutes auf deutschem Boden: die von O. ZACHARIAS geschaffene Station am Plönersee; die letzte Gründung ist die zoologische Station an der alten Donau bei Wien (1924)<sup>2)</sup>.

Manche hydrobiologischen Stationen verfolgen nach wissenschaftlichen Methoden rein praktische Zwecke (Fischzucht, Untersuchung der Fischkrankheiten, der Wasserverschmutzung). Wieder andere Stationen dienen der Erforschung der Landfauna (wie das Laboratoire spéléobiologique in Saint Paër in Frankreich, das Höhlenbewohner erforscht), teilweise auch wieder im Dienste der Praxis, wie die verschiedenen landwirtschaftlichen und entomologischen Stationen.

Mögen auch einige dieser Stationen schon recht lange bestehen, die R. stazione d'entomologia agraria in Florenz z. B. wurde schon 1875 gegründet, man denkt doch in erster Linie an Meereslaboratorien, wenn man von zoologischen Stationen spricht. Und das hat seinen guten Grund. Das Meer stellt nicht nur den größten Lebenskreis dar, den wir auf der Erde kennen, die Tierwelt, die ihn bis in die größten Tiefen bewohnt, zeigt auch die größte Mannigfaltigkeit der Baupläne und Erscheinungsformen: nur 2 von 36 Tierklassen fehlen im Meer ganz — die Tausendfüßler und die Am-

<sup>1)</sup> Eine originelle Abart der „übertragbaren“ sind die „schwimmenden Stationen“.

<sup>2)</sup> Eine Verbreitungskarte der Süßwasserstationen vom Jahre 1898 gibt H. B. WARD (18). Ebenda auch eine Abbildung eines „Floating Laboratory“.



phibien [HESSE (5)]. Von den Pflanzen dagegen, die zudem in der Hauptsache nur die Küsten und die belichteten Zonen der Hochsee bewohnen, gehören nur wenige Gruppen der Kryptogamen und ganz wenige der Phanerogamen auch dem Meere an. Das erklärt, warum mit wenigen Ausnahmen (z. B. Helgoland und früher Triest) auch größere Stationen noch keinen ständigen Botaniker unter ihrem Personal haben, obwohl schon vor 20 Jahren der internationale Fischereikongreß in Wien die Forderung stellte, es möge das Studium der biologischen Verhältnisse der Flora der Gewässer intensiver betrieben werden [BRUNNTHALER (2) (3)].

In den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts stand die Zoologie ganz im Banne der Abstammungslehre, und so wurde auch an den zoologischen Stationen erst morphologisch-systematisch bzw. faunistisch, später immer intensiver vergleichend-anatomisch und entwicklungs-geschichtlich gearbeitet. Bald kamen mit W. ROUX' bahnbrechenden Werken entwicklungsmechanische Arbeiten hinzu. Wiederum war es die Neapler Station, an der BOVERI, DRIESCH, HERBST, WILSON, um nur einige zu nennen, ihre grundlegenden Versuche an Echinodermenlarven anstellten. Allmählich gewann die Tierphysiologie, die länger als ihre ältere Schwester, die Zootomie, eine Magd der Medizin geblieben war, an Bedeutung. Dem trug die Neapler Station alsbald Rechnung durch Schaffung eines physiologischen und eines chemischen Laboratoriums, so daß schon 1905 UEXKÜLL auf Grund der dort gesammelten Erfahrungen eine Anleitung zu dem damals den meisten Physiologen noch ziemlich fremden Studium der experimentellen Biologie der Wassertiere herausgeben konnte. An dem physiologischen Laboratorium arbeiteten in der Folge beispielsweise: BETHE über das Nervensystem der Krabbe, F. B. HOFMANN und R. F. FUCHS über Farbenwechsel der Tintenfische, hier stellten ihre später viel umstrittenen Experimente HESS über den Farbensinn der Tiere und PÜTTER über die Ernährung der Meerestiere an, während im chemischen Laboratorium HENZE, VERNON, WINTERSTEIN den Chermismus des Blutes der Seetiere, WEINLAND, HERVERDEN, SCAFFIDI u. a. die Chemie der Verdauung und der Fermentproduktion bei ihnen näher untersuchten. Genug! Wer sich heute zum Nachmittagste in der Loggia der zoologischen Station einfindet, sieht dort nach den Worten FRÉDÉRIC HOUSSAYS „un congrès permanent de zoologie“ [P. FRANCOTTE (4)], bei dem wirklich *alle* Zweige der modernen Biologie vertreten sind: Die Neapler Zoologische Station ist nicht dem Namen, doch dem Wesen nach wirklich eine *biologische Station* geworden.

Werfen wir zum Schluß noch einen flüchtigen Blick in die Zukunft. In welcher Richtung werden sich die biologischen Meeresstationen zu entwickeln haben?

Grundbedingung für ein gedeihliches Arbeiten an irgendeiner hydrobiologischen Station ist genaueste Kenntnis der örtlichen Verhältnisse im

weitesten Sinne. Wiederum möchte ich (15) wie schon 1913 und kürzlich (1924) das Verlangen stellen nach einer genauen „Inventarisierung“ der gesamten Flora und Fauna. Es muß getrachtet werden, einen Meeresabschnitt so zu „beherrschen“, daß man imstande ist, jederzeit auch sog. seltene Arten zu beschaffen. In Bergen wurde mir seinerzeit erzählt, ein bekannter nordischer Meeresbiologe und Leiter einer zoologischen Station hatte sich in Gesellschaft von Kollegen gerührt, einen damals nur in wenigen Exemplaren in den Museen vorhandenen Fisch jederzeit beschaffen zu können; in seinem „Museum“ sei er in großer Menge. Und nach einiger Zeit konnte er wirklich einige Stücke vorweisen. Auf die Frage, wie das zugegangen sei, antwortete er trocken: „Mein Museum ist das Meer — ich habe die Exemplare einfach für Sie gefischt.“

In den formenreichen Südmeeren freilich ist eine so genaue Vertrautheit mit den Fischereigründen ungleich schwieriger. Und doch muß die mühevoll und zeitraubende Bestandsaufnahme gemacht werden.

Es wirkt heute geradezu komisch, wenn man liest, daß sich ANTON DOHRN im Kampfe um die Verwirklichung seiner großen Idee im Jahre 1872 von dem alten Berliner Zoologen EHRENBERG sagen lassen mußte: wenn er der Fauna Neapels mit einem solchen Arsenal von Hilfsmitteln und Arbeitskräften zu Leibe gehen wolle, würde es in 5 oder 10 Jahren dort wohl nichts mehr zu erforschen geben. Tatsächlich könnte heute, nach 50 Jahren, noch ein Heer von Spezialisten (leider!) allein mit der systematischen Bearbeitung noch ungenügend bekannter Tiergruppen des Golfes beschäftigt werden. Noch fehlt an den Mittelmeerstationen fast ausnahmslos die so notwendige genaue kartographische Aufnahme der Fangplätze, deren Kenntnis zumeist der mündlichen Überlieferung der Stationsfischer überlassen bleibt. An den freilich artenärmeren Küsten der Nordmeere sind derartige Aufnahmen (sogar nach quantitativen Methoden) in vorbildlicher Weise von PETERSEN (10) ausgeführt worden. Glücklicherweise ist der Golf von Neapel, soweit mir bekannt, im letzten Sommer in der angedeuteten Weise floristisch aufgenommen worden. Für eine so dringend notwendige faunistische Kartierung des Golfes wäre nach LO BIANCOS Tod wohl R. GAST der berufenste gewesen; nun hat auch ihn uns im letzten Sommer allzufrüh das unerbittliche Schicksal geraubt.

Eine gute faunistische Aufnahme kann nur von Forschern in Angriff genommen werden, die lange genug an der betreffenden Station arbeiten können. Es wäre ökonomisch, wenn auch die physiologischen und chemischen Assistenten nur solche Themen bearbeiten würden, die Serienbeobachtungen über viele Monate hinaus notwendig machen, und darum nur von ständig an der See Arbeitenden gelöst werden können. Weniger Zeit erfordernde Arbeiten kann man den Gästen der Station überlassen.

Mit der floristischen und faunistischen Erforschung hätte die weitere Ausgestaltung einer



„Typensammlung“ parallel zu gehen; in Neapel war tatsächlich GAST zugleich auch Verwalter der Stationssammlung, die vorläufig allerdings nur größere Tiere enthält. Sind solche Stationssammlungen öffentlich zugänglich, dann könnten auch die geologischen und meteorologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes, die physikalisch-chemischen Besonderheiten des Meerwassers, die an der Station üblichen Sammel- und Fangapparate u. dgl. gezeigt werden.

Auch in den Schauaquarien ließe sich vielleicht noch manches verbessern. Wie ich schon seinerzeit (14) näher ausführte, ist man in der Anlage und Besiedlung der Seewasseraquarien bisher ziemlich schablonenmäßig vorgegangen. In großen Becken mit vielfach allzu phantastischen Grottenbildungen sind allerhand Großtiere untergebracht — die Kleintierfauna käme in so großen Behältern nicht zur Wirkung — und vor dem Becken ist bestenfalls ein Namensverzeichnis der Gefangenen, mitunter sogar mit Bildern zum besseren Erraten der einzelnen Arten. In einem modernen Seewasseraquarium sollten vor allem *naturwahre Ausschnitte aus dem Meeresleben* gezeigt werden, Bewohner der Flachküste, der Steilküste, der Spritzzone mit den anschließenden Stufen des Eulitorals, die Lebewelt der Rockpools wie die der Salinen, daneben Muschel- und Fischzuchten u. v. a. Neben großen Behältern müßten auch kleine Glasbecken für die Kleinf fauna des Meeres aufgestellt werden, auch solche für Betrachtung von oben! TH. KRUMBACH hatte seinerzeit in Rovigno einige Becken nach ähnlichen Gesichtspunkten eingerichtet. Mustergültig sind ferner einige Becken im neuen Aquarium des Berliner Zoologischen Gartens.

Von größter Bedeutung sind schließlich die an vielen biologischen Stationen regelmäßig abgehaltenen Lehrkurse für Hochschüler und andere Freunde der Hydrobiologie, wie sie nach dem Kriege in Deutschland z. B. wieder regelmäßig an der Helgoländer Anstalt stattfinden und vor dem Kriege an der zoologischen Station in Triest als Doppelkurse (für Botaniker und Zoologen) zweimal jährlich (im Frühjahr und Herbst) abgehalten wurden.

Es ist nicht zu leugnen, daß seit dem Kriege im deutschen Sprachgebiete das Interesse der Zoologen an der marinen Biologie nachgelassen hat, und ich möchte nicht der bei einer Versammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft vor einigen Jahren geäußerten Meinung beipflichten, daß es zu begrüßen sei, wenn die Zoologen heute sich mehr Vererbungsfragen zuwenden, statt mit der Bearbeitung umfangreichen marinen Expeditionsmaterials Jahre zu verlieren.

Mir scheint es gesünder, wenn *alle* Zweige einer Wissenschaft *gleichmäßig* gepflegt werden und jeder Forscher in der Wahl seines speziellen Arbeitsgebietes sich mehr von seinen persönlichen Neigungen und Fähigkeiten leiten läßt als von der augenblicklichen Mode und dem Verlangen nach möglichst raschen Erfolgen. Wenn hydrobio-

logische Arbeiten wirklich zeitraubender sind als andere, so würde ich das als Vorteil ansehen. Wir wollen gar nicht mehr dieses Wettrennen der Expeditionsschiffe, das ebenso rasche als flüchtige Veröffentlichungen der Ergebnisse, das in einzelnen Staaten in der Vorkriegszeit üblich war. Dafür fordern wir eine solide, allseitige, nicht einseitige Heranbildung des Nachwuchses. Ich würde sogar verlangen, daß nach dem Beispiele einiger Nordstaaten auch unsere angehenden Naturforscher während ihrer Hochschulstudien *verpflichtet* sein sollten, mindestens einen Lehrkurs an einer zoologischen Station zu besuchen. Das schiene mir ebenso wichtig wie ein Pflichtkolleg über theoretische Pädagogik, Philosophie oder Unterrichtssprache.

Für den mittel- und süddeutschen Studenten ist nun mal an der adriatischen Küste wegen ihrer geographischen Lage die beste Gelegenheit, das unvergleichlich reiche Mittelmeerleben kennenzulernen. Als Stationen kommen in Betracht die Orte Triest, Rovigno oder irgendein Punkt an der dalmatinischen Küste; eben jetzt (Oktober 1925) kreuzt das gewesene österreichische Forschungsschiff „Najade“ als „Sitnica“ unter der Flagge des SHS-Staates in der Adria, um einen passenden Platz ausfindig zu machen. Sobald er gefunden ist, soll mit dem Bau einer jugoslawischen zoologischen Station begonnen werden. Die Station in Triest wurde bekanntlich nach dem Kriege aufgelassen, und die Triester Zoologen haben seither sich vergeblich bemüht, ihre Wiedereröffnung bei ihrer Regierung zu erwirken [STENTA (12)].

#### Literatur:

1. TH. BOVERI, Gedächtnisrede auf ANTON DOHRN. In: Verhandl. d. 8. Intern. Zoolog. Kongresses zu Graz 1910. 1912.
2. J. BRUNNTHALER, Zusatzantrag zum Vortrag von Dr. OTTO ZACHARIAS. In: Intern. Fischereikongreß zu Wien (Juni 1905).
3. J. BRUNNTHALER, Die Botanik an den marinen biologischen Stationen. In: Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 3, H. 3 und 4. 1910—1911.
4. P. FRANCOU, Les laboratoires maritimes étrangers à l'exposition de Liège. In: Chasse et Pêche, Bruxelles 1905.
5. R. HESSE, Tiergeographie. Jena: G. Fischer 1924.
6. CH. JUDAY, Some European Biological Stations. In: Transact. Wisconsin Acad. of soc. Arts a. Lett., 16, Part 2. 1910.
7. CH. A. KOFOID, The Biological Stations of Europe. U. S. Bureau of Education, Bulletin 4. 1910.
8. P. MAYER, Zoologische Stationen. In: Handwörterbuch der Naturwissenschaft 10, 1028—1035. 1915.
9. S. MÜLLEGER, Bericht über die zoologische Station Büsum. In: Schriften der Z. S. B. (sic) für Meereskunde Nr. 1. 1919.
10. C. G. J. PETERSEN, Report of the Danish Biological Station to the Board of Agriculture 1911, 1913, 1914, 1918 u. a.
11. R. SAND, Les laboratoires maritimes de zoologie. In: Rev. Univ. de Bruxelles, Bd. 3. 1897.
12. M. STENTA, Sulla importanza di Trieste nella biologia marina e specialmente sulla stazione Zoologica



- di Trieste. In: Rendiconto della 12. assemblea ordinaria e del convegno dell'Unione Zoologica Italiana in Trieste 1921.
13. M. STENTA, Trieste negli studi di biologia marina. In: Atti della società Italiana per il progresso delle scienze, II. Riunione, Trieste Ott. 1921, 1922.
14. AD. STEUER, Die Einrichtung mariner Schauaquarien. In: Die Flagge, Organ des österr. Flottenvereins 1906.
15. AD. STEUER, Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung. In: Verhandl. d. Ges. d. Naturforscher u. Ärzte, Leipzig 1913.
16. AD. STEUER, Die künftige Mittelmeerforschung. In: Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 12, H. 3/4. 1924.
17. A. V. TSCHERMAK, Die zoologische Station in Neapel. In: Meereskunde, Sammlung volkstüml. Vorträge, Heft 86. Berlin 1914.
18. H. B. WARD, The fresh-water biological stations of the world. In: Studies from the zool. Lab. Nebraska Acad. of soc. Nr. 40. 1898, oder: Science, April 7., Vol. 9, Nr. 223. 1899, oder: Rep. Smith. Inst. 1898, S. 499 (ohne Tafeln!).
19. J. WILHELMI, Über die Gründung eines hydrobiologischen Institutes am Bosphorus. In: Zool. Anz. 50. 1918.

## Über langsam veränderliche Wechselströme in der Erde und einige Fragen der Geophysik.

VON R. COURANT, Göttingen.

Im folgenden möchte ich über einige physikalische Fragen berichten, die im Zusammenhang mit Problemen der Nachrichtentechnik entstanden sind, wie sie sich im Laufe des Krieges ergaben.

Als mit Beginn des Schützengrabenkrieges die Methode des Trommelfeuers erfunden wurde, zeigte sich sofort, daß die vom Frieden her vorgesehene Art der Nachrichtenübermittlung durch das Telephon in der vordersten Gefechtszone bei jedem ernstlichen Kampfe vollständig versagte. Keine Telephonleitung hielt, auch nur für Stunden. Jegliche Verbindung innerhalb der in vorderster Linie kämpfenden Truppe wurde binnen kurzem zerstört, und die Folgen waren oft genug verhängnisvoll. Es ist daher kein Wunder, daß vielfach von solchen Frontsoldaten, welche aus ihrer Vergangenheit technisches und physikalisches Verständnis mitbrachten und welche nun die katastrophale Wirkung des Abreißen der Verbindungen am eigenen Leibe erlebten, vielerlei Anregungen zur Abhilfe ausgingen.

Das Problem war, ein Signalgerät zu schaffen, welches auch in schwierigen Situationen sich leicht transportieren, gebrauchsfertig machen und handhaben läßt, und welches die Möglichkeit vollständig gedeckter oder gar unterirdischer Aufstellung gewährt, dafür aber nur geringe Distanzen, etwa bis  $1\frac{1}{2}$  km, im späteren Verlauf des Krieges vielleicht etwas mehr, zu überbrücken brauchte. Die Funkentelegraphie war hierzu nicht geeignet, einmal, weil ihre Einrichtungen für den Schützengrabenkrieg nicht primitiv genug waren, sodann, weil es notwendig oder wenigstens wünschenswert war, ihre Antennen mehr oder weniger ungedeckt aufzustellen, damit der leitende Erdboden nicht allzuviel von der ausgestrahlten Energie absorbiert.

Es lag daher nicht fern, auf eine Art der Nachrichtenübermittlung zurückzugreifen, welche schon Jahrzehnte vorher gelegentlich von RUBENS und RATHENAU zur Signalgebung über den Wannensee bei Berlin herüber versucht worden war und welche auf der Verwendung von Wechselströmen mit niedrigen Frequenzen beruht, die unmittelbar in einem Telephon als Töne in den

gut hörbaren Tonbereichen vernehmbar sind. Versuche dieser Art wurden gelegentlich eines Heimaturlaubes im Frühsommer 1915 bei Göttingen von mir gemeinsam mit DEBYE, SCHERRER und CARL RUNGE unternommen; die Ergebnisse waren überraschend gut und bildeten den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Erdtelegraphie als Nachrichtenmittel in der deutschen Armee, während, nebenbei bemerkt, etwa gleichzeitig eine ähnliche Entwicklung hinter der englischen und französischen Front sich vollzog.

Als Sender wurde ein kleiner handlicher Unterbrecher benutzt, welcher Gleichstrom aus einer Akkumulatorenbatterie in Wechselstrom von Tonfrequenzen verwandelte und sehr sicher ansprach. Der Stromkreis des Akkumulators wurde durch eine Morsetaste geschlossen und geöffnet; der sekundäre Stromkreis des Unterbrechers wurde in zwei Punkten, deren Entfernung voneinander bis auf wenige Meter verringert werden konnte, in die Erde geleitet. Damit war die Sendestation fertig. Die Erdleitung konnte im Notfalle in sehr primitiver Weise hergestellt werden. Sobald etwas mehr Zeit für den Einbau verfügbar war, konnte man eine größere Anzahl von Erdleitungen herstellen und diese durch einen Wechselschalter wahlweise miteinander kombinieren, womit die Möglichkeit gegeben wurde, Länge und Richtung der Sendebasis zu verändern. Die Empfangseinrichtung besteht aus ebensolchen Erdleitungen, nur ist statt des Unterbrechers ein Telephon, möglichst mit vorgeschaltetem Verstärker, angebracht.

Die Möglichkeit, mit einer größeren Anzahl solcher erdtelegraphischer Verbindungen ohne gegenseitige Störung in einem verhältnismäßig kleinen Geländeabschnitt zu arbeiten, ergibt sich leicht dadurch, daß man in den Richtungen der Sende- und Empfangsbasis noch weitgehende Freiheit besitzt — selbstverständlich müssen Sende- und Empfangsbasis einander möglichst so entsprechen, daß die Empfangsbasis in den Stromlinienverlauf des Sendestromes hineinfällt —, und daß man ferner die verschiedenen Stationen durch verschiedene Tonhöhe voneinander unter-



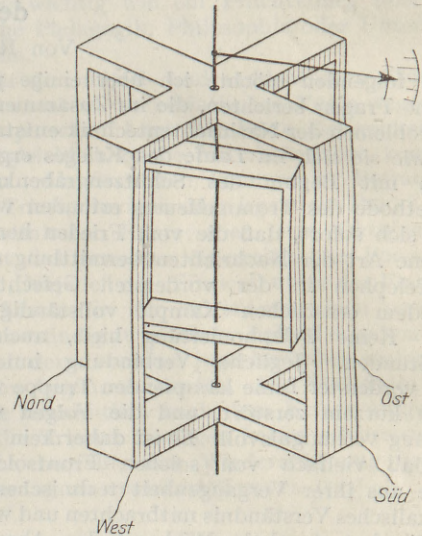
scheiden und, wenn man will, auch durch akustisch selektiv wirkende Empfangsgeräte trennen kann. Es genügt bei einigermaßen günstigen Bodenverhältnissen (verhältnismäßig gut leitende, nicht zu dicke obere Erdschicht auf schlecht leitendem Untergrund) wenige Watt Energie in die Erde zu senden, um mit Sicherheit Reichweiten von mehreren Kilometern zu erzielen.

Wenn auch all diese Dinge in militärischer Hinsicht heute nur noch historisches Interesse besitzen, und wenn hier nicht der Ort ist, um auf die Frage einzugehen, welche Hemmungen auf unserer Seite einer wirklich erfolgreichen Benutzung dieses Nachrichtenmittels so stark entgegengewirkt haben, ganz im Gegensatz zu den Armeen auf der anderen Seite der Schützengräben, so glaube ich doch, daß eine Reihe von Untersuchungen und Beobachtungen, welche ich im Zusammenhang mit der Erdtelegraphie seinerzeit angestellt habe, noch genügend praktisches und wissenschaftliches Interesse bieten, um einige Bemerkungen darüber zu rechtfertigen, die vielleicht eine Anregung in der einen oder anderen Richtung geben können. Ich selbst bin durch anders gerichtete Berufsaufgaben verhindert, diese im Kriege begonnenen und dann abgebrochenen Beobachtungen systematisch von neuem aufzunehmen.

Die erste Frage ist die nach der Natur der Ausbreitung von Wechselströmen niedriger Frequenz in der Erde. Es handelt sich für die in Betracht kommenden Entfernungen durchaus um quasi-stationäre Vorgänge; aber auch im einfachsten Grenzfall einer unendlich dünnen, leitenden Schicht auf nichtleitender Unterlage darf man nicht etwa dasselbe Stromlinienbild erwarten, welches sich bei stationärem Gleichstrom ergeben würde, nämlich ein Bündel von Kreisen mit den Endpunkten der Basis als Grundpunkten, oder im Grenzfall kleiner Basis ein Bündel von Kreisen, die sich an der Sendestelle in der Richtung der Basis berühren. Vielmehr sieht man von vornherein, daß die magnetische Feldstärke, welche durch die Veränderlichkeit des Sendestromes entsteht, ihrerseits wieder auf den Sendestrom zurückwirkt. Der Effekt wird eine Abplattung der kreisförmigen Stromlinien nach der Richtung der Basis hin sein. Die theoretische Berechnung des Stromlinienverlaufes ist wenigstens im Grenzfall einer unendlich dünnen leitenden Schicht ohne größere Schwierigkeiten durchführbar. MAX ABRAHAM hat diese Aufgabe in seiner letzten Arbeit angegriffen<sup>1)</sup>. Die Lösung ist jedoch noch nicht bis zur wirklichen numerischen oder graphischen Beherrschung des Problems durchgeführt und beruht auf so weitgehenden Idealisierungen, daß man gut tun wird, sich zunächst lieber auf das Experiment zu stützen. Eine solche experimentelle Bestimmung des Strom-

linienverlaufes — Intensitätsbestimmungen an jeder Stelle bieten überhaupt kein Problem — läßt sich in einfacher und eleganter Weise mit Hilfe eines Apparates durchführen, den ich für diesen Zweck konstruiert habe, und der auch für eine Reihe anderer Untersuchungen nützliche Dienste leisten kann. Das einfache, auch bei anderer Gelegenheit schon verwandte Prinzip dieses Apparates ist das folgende:

Zwei kongruente, gegeneinander vollständig isolierte offene Spulen sind fest um eine Achse so angeordnet, daß die eine, die Nordsüd-Spule, durch Drehung um einen rechten Winkel in die andere, die Ostwest-Spule, übergeführt werden würde (vgl.



die Figur). Drehbar um dieselbe Achse, also beweglich gegen die beiden zueinander senkrecht stehenden festen Spulen, ist eine dritte Spule angebracht, welche einen auf einer Skala spielenden Zeiger trägt. In den 4 Eckpunkten eines Quadrats, dessen Diagonalen in nordsüdlicher bzw. ostwestlicher Richtung laufen, werden möglichst punktförmige Erdleitungen hergestellt. Nunmehr werden die offenen Enden der Nordsüd-Spule mit der nördlichen bzw. südlichen und entsprechend die Enden der Ostwest-Spule mit der östlichen bzw. westlichen Erdleitung verbunden, während die bewegliche Spule durch ein Telephon, nötigenfalls mit vorgeschaltetem Verstärker, geschlossen wird. Die OHMSchen Widerstände der Nordsüd- und der Ostwest-Verbindung werden nötigenfalls durch Zusatzwiderstände einander gleichgemacht. Fließt jetzt ein Wechselstrom von akustischen Frequenzen in die Erde, so bringt man durch Drehung der beweglichen Spule den Ton im Telephon zum Verschwinden. Die Zeigerstellung liefert uns dann bei einer geeigneten Skala, deren Eichung leicht im Laboratorium herzustellen ist, genau die Richtung der Stromlinien im Mittelpunkt des Quadrates, sobald dieses nicht allzu klein gewählt ist.

Im einzelnen mag bezüglich dieses Apparates

<sup>1)</sup> ABRAHAM, Die Induktion von Wechselströmen in einer ebenen leitenden Schicht. Zeitschr. f. angew. Mathem. u. Mechan. 2, 109—131. 1922.



noch bemerkt werden, daß zweckmäßigerweise die Möglichkeit vorgesehen wird, sich verschiedenen Größen des Erdwiderstandes anzupassen. Dies kann geschehen, indem man aus den festen Spulen durch einen Schalter wahlweise mehr oder weniger große Teile ausschaltet. Die durchschnittliche Größe für den Wechselwiderstand der Spulen bei mittlerer Tonhöhe ist am besten etwa mit 100 Ohm zu wählen. Die von mir gebauten Apparate besaßen feste Spulen von quadratischer Form und etwa 30 cm Seitenlänge; ihre Herstellung war wegen der Arbeit des Wickelns, die recht sorgfältig ausgeführt werden mußte, nicht müheless. Dafür erzielte man außerordentlich scharfe Minima, so daß eine Ablesung bis auf  $1,5^\circ$  Genauigkeit möglich war. Durch Verwendung von Eisenkernen kann man zwar die Arbeit des Wickelns wesentlich erleichtern und mechanisieren; es scheint aber, daß man dann auch viel von der Präzision der Messung aufgeben muß, da die Minima viel flacher und verwaschener werden.

Mit Hilfe eines oder mehrerer solcher Apparate kann man nun in einem gegebenen Gelände sehr schnell den Verlauf der Stromlinien bestimmen, wenn man voraussetzt, daß dieses Gelände homogene Beschaffenheit besitzt. Man stellt einfach eine größere Reihe von Sendestationen im Gelände auf, deren jede ihre Sendebasis stufenweise bis  $180^\circ$  herumdrehen kann. Ebenso verteilt man eine Reihe von Empfangsstationen über das Gelände und stellt an jeder dieser Empfangsstationen für jede Sendestation und jede von deren Sendebasisrichtungen die Richtung der ankommenden Stromlinien mit Hilfe unseres Richtungsmessers fest. Man erhält so in wenigen Stunden eine große Menge von Daten für den Winkel zwischen den Stromlinien und der Verbindungslinie nach der Sendestelle — die wir in einiger Entfernung als Dipol auffassen können — als Funktion der Entfernung von der Sendestelle und des Winkels zwischen Sendebasis und Verbindungslinie vom Sender zum Empfänger. Aus diesen Daten für die gekennzeichnete Funktion ist es nun ohne weiteres möglich, das Stromlinienbild zu konstruieren. Man findet tatsächlich einen Stromlinienverlauf von dem oben beschriebenen abgeflachten Typus.

Leider sind die seinerzeit von mir in der Ebene nördlich des Harzes erzielten Messungsergebnisse und die dazugehörigen Stromlinienbilder bei der Demobilmachung verlorengegangen, ebenso wie auch die von mir im Laboratorium konstruierten Apparate. Ich muß mich daher bei der Schilderung der Ergebnisse auf einige nicht ganz bestimmte allgemeine Bemerkungen nach meinem Gedächtnis beschränken. Die auffallendste Erscheinung war, daß anscheinend das Stromlinienbild sich mit dem Wechsel der Leitfähigkeit der oberen Erdschicht nicht merklich änderte, wenigstens nicht bei den Schwankungen der Leitfähigkeit, welche durch verschiedene Witterung (Trocken-

heit — Regen) bedingt waren. Auch schien die Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Geländes nicht so groß zu sein, wie ich anfangs erwartet hatte. Die bemerkenswerteste, auch theoretisch vorauszusehende Erscheinung aber ist wohl die Stabilität des Stromlinienverlaufes gegenüber lokalen Störungen, wie sie durch Einbettung von Hindernissen mit anderen Leitfähigkeitsverhältnissen gegeben sind, z. B. kleinen Sümpfen, kleinen Wassertümpeln, Metallhaufen u. dgl. Die Störung des normalen Stromlinienverlaufes beschränkt sich auf die unmittelbare Umgebung dieser Hindernisse.

So liegt der Gedanke nahe, die Richtungsmessung von Stromlinien dazu zu benutzen, um verborgene derartige Hindernisse oder Anomalien in der oberen Erdkruste festzustellen, indem man Unregelmäßigkeiten im Stromlinienverlaufe einer oder mehrerer bekannter Sendestellen konstatiert. Man hat damit eine neue Handhabe zur Untersuchung der Struktur der oberen Erdschicht, und zwar ein Hilfsmittel, welches in verschiedener Hinsicht ausbaufähig erscheint und für die Aufgaben der praktischen Geophysik nützlich sein kann. Die große Genauigkeit, mit welcher Richtungsbestimmungen elektrischer Ströme möglich sind, scheint überhaupt den Richtungsmessungen neben Intensitätsmessungen eine wichtige Rolle bei den Methoden der Erforschung des Erdinnern zu sichern, auch über den Rahmen der hier besprochenen Anwendungen hinaus. Hier sei nur bemerkt, daß die Anwendung des beschriebenen Richtungsbestimmers natürlich nicht auf die oberste Erdschicht beschränkt ist, daß man vielmehr z. B. auch in Bergwerken ihn wird handhaben können, und daß man die Methode leicht auch so ausgestalten kann, daß sie zur räumlichen Richtungsbestimmung dienlich wird. Eine wesentliche Voraussetzung zur praktischen Anwendung derartiger Methoden, z. B. im Bergbau, scheint mir allerdings zu sein, daß man über den Stromlinienverlauf und die Natur der Störungen sich zuvor ein ziemlich umfangreiches Erfahrungsmaterial verschafft, bevor man daran geht, aus derartigen Messungen Schlüsse über die Art der störenden Substanzen, wie Kohle, Erz oder Wasser, zu ziehen, und daß man andere Methoden gleichzeitig wird anwenden müssen, um sicher zu gehen. Ich nehme an, daß die verschiedenen wirtschaftlichen Unternehmungen zur Erforschung des Erdinnern schon mehr oder weniger Methoden der hier geschilderten Art verwenden.

Neben derartigen mehr praktischen Gesichtspunkten möchte ich eine andere wissenschaftliche Anwendungsmöglichkeit des geschilderten Apparates hervorheben. Wenn man ein Telefon mit vorgeschaltetem Verstärker an zwei Stellen mit der Erde verbindet, so hört man neben den künstlich erzeugten Störungen, wie z. B. Telefongesprächen, noch andere Geräusche, die durch natürliche elektrische Ausgleichsvorgänge in der Erde erzeugt werden. Das Studium dieser erd-



elektrischen Erscheinungen ist meines Wissens kaum in Angriff genommen, jedenfalls wohl nicht systematisch gefördert worden, während man die atmosphärischen elektrischen Störungen, veranlaßt durch die drahtlose Telegraphie, viel besser kennengelernt hat. Ich möchte daher hier aus meinem Gedächtnis einige Beobachtungen über solche erdelektrische Erscheinungen mitteilen, in der Hoffnung, daß dadurch vielleicht eine Nachprüfung, Präzisierung und systematische weitere Untersuchung angeregt wird. Es gibt eine ganze Reihe deutlich voneinander verschiedener Arten solcher „Erdgeräusche“, die sich nicht nur durch ihren akustischen Charakter unterscheiden, sondern ebenso durch die Art, wie sie mit anderen Phänomenen, wie Temperatur, Sonnenstrahlung, Bewölkung, Luftfeuchtigkeit, zusammenhängen. Gewisse dieser Geräusche scheinen mir entschieden ihren Ursprung in elektrochemischen Vorgängen zu haben, welche stark durch die Bodenbeschaffenheit bedingt sind, z. B. in sumpfigen oder moorigen Geländen recht ausgeprägt sein können. Sie haben oft den Charakter von Brodeln und Kochen; diese Entladungen bevorzugen, wie man mit unserem Richtungsbestimmer feststellen kann, keine Richtung. Andere Geräusche müssen mit atmosphärischen Erscheinungen und der Sonnen-

strahlung zusammenhängen. Sie sind stark von der Tageszeit und der Witterung abhängig. Hierher gehören vermutlich gewisse pfeifende Geräusche, welche an vorüberfliegende Infanteriegeschosse erinnern. Es scheint, daß diese Entladungen bestimmte Richtungen bevorzugen. Daß akute elektrische oder magnetische Gewitter ebenfalls in einer solchen Abhöreinrichtung wahrnehmbar werden, versteht sich von selbst; darüber hinaus aber hatte ich den Eindruck, als ob überhaupt vielleicht ein Zusammenhang zwischen erdmagnetischen und gewissen der wahrgenommenen Entladungen bestünde.

Bei allen solchen Untersuchungen ist der Richtungsbestimmer ein wesentliches Hilfsmittel, um Klarheit über die Art der Entladungen zu gewinnen. Freilich sind diese oft so kurz, daß keine Zeit zu einer genauen Messung bleibt und daß erst Durchschnittswerte vieler Messungen eine zuverlässige Entscheidung ermöglichen werden.

Wenn ich auch über diese Dinge nicht weitere präzise Angaben machen kann, so darf ich doch die Ansicht aussprechen, daß es eine lohnende und keineswegs mit besonderen experimentellen Schwierigkeiten verbundene Aufgabe wäre, den geschilderten Zusammenhängen weiter nachzugehen.

## Besprechungen.

LIETZMANN, W., *Methodik des mathematischen Unterrichts*. 3. Teil; *Didaktik der angewandten Mathematik*. Leipzig: Quelle & Meyer 1924. XII, 234 S., 50 Textfiguren und 4 Tafeln. 17 × 24 cm. Preis geh. 8,40, geb. 10 Goldmark.

Der 3. Band des in Lehrerkreisen wohlbekanntesten und vielbenutzten LIETZMANNschen Werkes umfaßt einen sehr ausgedehnten Stoff. Ich zähle die Titel der 7 Kapitel auf: I. Linearzeichnen, II. Werkunterricht, III. Geodäsie und Astronomie, IV. Staatsbürgerkunde und Wirtschaftslehre, V. Mechanik, VI. Physik, VII. Philosophie. — Ich fürchte, daß diese lange Liste an und für sich die meisten Leser zu heftigem Widerstande reizen wird. „Wieso? Ist dies alles angewandte Mathematik?“ — Sicherlich nicht. Aber in allen diesen Gebieten finden sich interessante und wichtige Fragen, die durch die Mathematik wesentlich geklärt werden können, sogar durch die Mathematik der Mittelschulstufe, und der Verf. sammelt derartige Fragen zur Belebung des Unterrichtes. — „Soll der Mathematiklehrer dies alles unterrichten? Der Arme! Und die bedauernswerten Jungen!“ — Der Verf. gibt Ihnen eine Auswahl und den Rat, nicht dies alles zu unterrichten, sondern nur einiges hieraus, was Ihre Schüler interessiert und Sie wirklich verstehen. — „Ist er selber Fachmann in allen diesen Gebieten?“ — Ich glaube nicht; ich bin es sicher nicht und Sie sind es vielleicht auch nicht. — „Wie kann er dann 7 heterogene Gegenstände mit Autorität und in 15 Bogen behandeln?“ — Er gibt doch keine erschöpfende Behandlung und erhebt, soweit ich sehe, keinen Anspruch, als Autorität in jedem behandelten Gebiet zu gelten. Er hebt nur einige didaktisch heikle Punkte hervor, orientiert Sie über mögliche Lehrpläne, teilt Ihnen seine Lehrerfahrungen mit, macht auf wirkungsvolle

Aufgaben und glückliche Wendungen aufmerksam, ferner teilt er Literatur mit, wo noch mehr über Lehrpläne, Lehrerfahrungen, Aufgaben und scherzhafte Wendungen zu finden ist. Das alles ist, finde ich, sehr nützlich für den Mittelschullehrer und ganz amüsant für jeden in der Mathematik allgemein Interessierten. Sie werden es selber finden, wenn Sie es lesen, auch wenn Sie vielleicht im Gebiet, wo Sie Fachmann sind, nicht mit allen Einzelheiten einverstanden sein werden. Ich bedaure nur, daß zu den vielen anderen nicht noch ein Kapitel über Biologie hinzukam, und daß die nichtdeutschsprachige Literatur etwas stiefmütterlich behandelt wurde. G. PÓLYA, Zürich.

GIESE, FR., *Theorie der Psychotechnik*. Grundzüge der praktischen Psychologie I. Bd. 13 der Sammlung: Die Wissenschaft. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges. 1925. VIII, 180 S. 13 × 21 cm. Preis geh. 7,50, geb. 9 Goldmark.

Nach ursprünglich steilem Anstieg zu einer gewissen Gegenwartsbedeutung ist die Psychotechnik (GIESE versteht darunter die gesamte praktische Anwendung der Psychologie im Dienst industrieller, wirtschaftlicher und sozial-kultureller Ziele) in eine Art Krisis geraten, und sie bedarf zu ihrer Gesundung einer eigenen Theorie, weil die Erkenntnisse der allgemeinen Psychologie für die praktische Wirklichkeit der Anwendung nur zum geringsten Teil benutzbar sind. Dennoch läßt sich die gesuchte Theorie nach GIESE gerade dadurch gewinnen, daß die praktische Psychologie aus ihrer Wirklichkeitsnähe heraus zu den Lehren der theoretisch-abstrahierenden Seelenkunde Stellung nimmt. Eine solche Stellungnahme versucht GIESE zunächst gegenüber den verschiedenen Forschungsrichtungen, die er in der theoretischen Psychologie unterscheidet, dann



gegenüber ihren wichtigsten Fiktionen (so nennt er die sachlichen und methodischen Grundbegriffe), endlich noch gegenüber den Grenzwissenschaften der praktischen Psychologie. Seine Ausführungen dürften in ihrer jetzigen Form wohl auch solchen Psychologen schwer verständlich sein, die sich in allen von ihm aufgeführten Richtungen zu Hause fühlen. Die theoretische Psychologie selbst braucht es freilich nicht weiter zu stören, daß ihre Begriffe für die Zwecke der Psychotechnik umgebogen, erweitert, verstümmelt oder verschoben werden, denn: Die Gewinnung von Methoden, das Sehen von Problemen, die Behandlung von Menschen und Sachverhalten: das darf auf diesem Gebiete nicht fachlich-ernst, nicht streng-trocken genommen, nicht in jener Pseudoexaktheit des Gelehrten gepackt werden! Dem Interesse der Psychotechnik aber würde GRESSE vielleicht mehr dienen, wenn er seine „Theorie“ zu einer „Empirie“ umgestaltete: wenn er die Wege zeigte, die er selbst in seiner Praxis gegangen ist, wenn er genau darlegte, worauf es in den einzelnen konkreten Fällen ankam, worauf der Erfolg oder Mißerfolg, die Verbesserung oder Verschlechterung beruhte, und wie dies alles festgestellt und geprüft wurde — kurz, wenn er seine eigene reiche Erfahrung der Psychotechnik so konkret zugänglich und so durchsichtig machte, daß sie möglichst unmittelbar daraus lernen könnte.

KARL GERHARDS, Aachen.

KÜSTER, F. W., **Logarithmische Rechentafeln für Chemiker, Pharmazeuten, Mediziner und Physiker.** Bearbeitet von A. THIEL. 30.—34. verb. u. verm. Aufl. Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1925. 148 S. und 1 Logarithmentafel in Deckeltasche. 19 × 14 cm. Preis geb. 4,80, geb. 6 Goldmark.

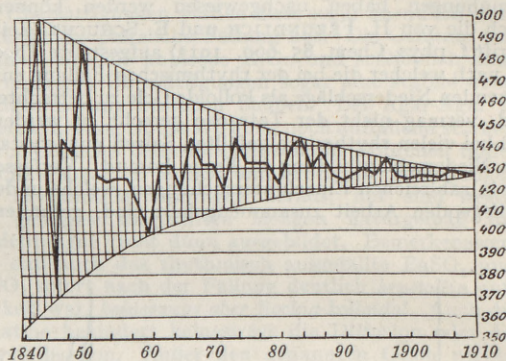
Ein Buch, das in 31 Jahren 34 Auflagen erreicht hat, bedarf sicher keiner Empfehlung; es sei deswegen nur festgestellt, daß der Herausgeber — abgesehen von der Benutzung der neuesten Atomgewichtswerte — wiederum an den Tabellen eine ganze Reihe von wesentlichen Veränderungen vorgenommen hat, die Wünschen aus dem Benutzerkreise Rechnung tragen.

I. KOPPEL, Berlin.

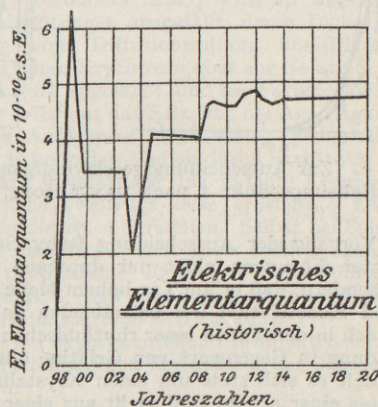
AUERBACH, FELIX, **Physik in graphischen Darstellungen.** 2. Auflage. Leipzig: B. G. Teubner 1925. 1557 Figuren auf 257 Tafeln mit erläuterndem Text. Preis geb. 14 Goldmark.

Für viele Bücher der physikalischen Literatur gilt, was GOETHE einmal von einer Geschichte der neueren Kunst gesagt hat: „Wenn man darin liest, so erfährt man etwas, aber man schaut nichts an.“ Das gilt vor allem für Lehrbücher, wenn sie auf den in Formeln gefaßten Zusammenhang der Dinge zu viel Gewicht legen und auf den der Anschauung zugänglichen zu wenig. Der Einwand, daß, wer aus der Formel den Zusammenhang nicht ohne weiteres sieht, der Physik fernbleiben soll, ist hinfällig. Der Mediziner, der Chemiker und mancher andere fordert mit Recht, daß man ihm das „Nebenfach“ in einer ihm zugänglichen Weise nahebringt. Auch für den Physiker ist manche Formel und manche Gleichung „geheimnisvoll am lichten Tag“. Und wenn selbst MAXWELL sich in seinem *Elementary Treatise on Electricity* schließlich zu den methods akin to those of Faraday als zu den überlegeneren bekannt hat (sein *Treatise on Electricity and Magnetism* war damals längst geschrieben), wird man auch den An-

spruch des Physikers auf die Anschaulichkeit der Darstellung als gut begründet ansehen dürfen. AUERBACHS Physik in graphischen Darstellungen darf daher als eine wertvolle Bereicherung der physikalischen Lehrmittelliteratur gelten. Sie macht viele Dinge anschaulich, die die Physik zwar in Formeln faßt, die aber ohne Übersetzung der Formel ins Graphische der Anschauung nur schwer oder gar nicht zugänglich sind. Sie faßt mancherlei graphisch zusammen, was sonst da und dort in der Literatur nur in der Form der Tabelle vorhanden ist — ein Beispiel, das die neueste Auflage des LAN-



Arbeitsäquivalent der Wärme (Geschichte der Messungen).



DOLT-BÖRNSTEIN an vielen Stellen befolgt hat. Sie gibt auch gelegentlich ein Bild von dem Fortschritt der physikalischen Meßkunst, wie die beiden hier wiedergegebenen Abbildungen zeigen, und wirkt nach vielen Richtungen belehrend und anregend. Daß AUERBACH dann und wann über das Ziel hinausschießt, wie z. B. wenn er den Versuch macht, Dimensionsformeln graphisch wiederzugeben, die dadurch keineswegs anschaulich werden, fällt nicht ins Gewicht. Er hat mit seinem großen Wissen und seiner großen Belesenheit eine ungeheure Stoffmenge bewältigt und ein Buch geschaffen, das jeden (auch den Nichtphysiker) belehren und anregen wird. Es ist wohl nur der Ungunst der Zeiten zuzuschreiben, daß erst zwölf Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage die zweite erscheint.

ARN. BERLINER, Berlin.



## Mitteilungen aus dem Gebiete der physikal.-chem. Mineralogie und Petrographie.

Studien an übersättigten Lösungen. I. Über den Mechanismus der Ausscheidung von Salzen aus übersättigten Lösungen und die Bildung rhythmischer Niederschläge in Gallerten. (W. M. FISCHER, Zeitschr. f. anorg. Chem. 145, 311—364. 1925.) Die bekannte Erklärung der von PRINGSHEIM und LIESEGANG untersuchten rhythmischen Fällungen in Gallerten durch die Übersättigungstheorie von W. OSTWALD erklärt noch nicht die hypothetischen „metastabilen Grenzen“ übersättigter Lösungen, welche in keinem Fall trotz aller Bemühungen haben nachgewiesen werden können. Auch die von H. FREUNDLICH und E. SCHUCHT (Zeitschrift f. phys. Chem. 85, 660. 1913) aufgestellte Theorie, nach welcher die bei der rhythmischen Fällung entstehenden Niederschläge als kolloide Gele zu betrachten sind, vermag nicht der Tatsache gerecht zu werden, daß bei vielen rhythmisch gefällten Salzen nur kristalline Niederschlagsbildung in Frage kommt. Verfasser hat in zahlreichen Einzeluntersuchungen, welche in der vorliegenden Arbeit zusammengefaßt sind, gefunden,

oder des Zusammengießens der Lösungen eine momentane Krystallisation; die Zeit-Konzentrationskurven zeigen vom Nullpunkt der Zeit an eine Verminderung der Konzentration. Die Ausscheidungskurven vom zweiten Typus verhalten sich bei großen Übersättigungen analog; geht man aber mit dem Übersättigungsgrade herunter, so gelangt man in ein Übersättigungsgebiet, in welchem beim Impfen oder Rühren keine augenblickliche Ausscheidung erfolgt, sondern eine „Induktionsperiode der Ausscheidung“ einsetzt, d. h. eine gewisse Zeit verstreicht, während der die Lösung optisch leer verbleibt. Erst nach Ablauf der Induktionsperiode setzt dann eine spontane Krystallisation ein. Die Periode wird bei immer kleineren Übersättigungen immer länger, und schließlich gelangt man in ein Übersättigungsgebiet, in welchem auch nach sehr langer Zeit keine plötzliche Ausscheidung mehr erfolgt, sondern nur die wenigen zugefügten Krystalle langsam wachsen. Die Induktionsperioden wechseln von Stoff zu Stoff und betragen bei denselben relativen Übersättigungen von

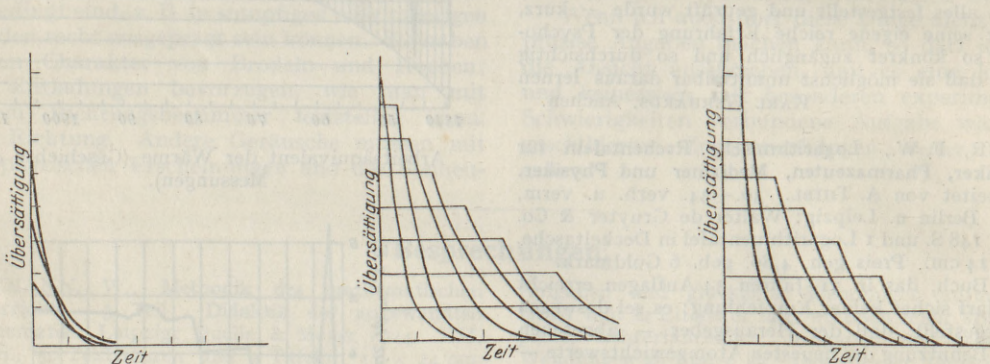


Fig. 1 a—c. Zur Ausscheidungsgeschwindigkeit von Salzen aus übersättigten Lösungen: a) die einfachen Salze vom Wertigkeitsprodukt 1 nach VAN'T HOFF, b) Salze mit höheren Wertigkeitsprodukten, c) Natriumpikrat.

daß der Vorgang der Ausscheidung fester Salze aus übersättigten Lösungen nicht nur durchaus un stetig verläuft, sondern, daß er auch in hohem Maße von der Natur und Konstitution des betreffenden Salzes abhängt. Auch in den Fällen einer rhythmischen Niederschlagsbildung in Gegenwart von Gelatine oder Agar-Agar handelt es sich stets um einen Krystallisationsvorgang aus einer echten und nicht aus einer kolloid-dispersen Lösung.

Mit seinen Schülern hat W. M. FISCHER sehr eingehend die Ausscheidungsgeschwindigkeit bestimmter Salze aus übersättigten Lösungen untersucht, und zwar durch Bestimmung der Konzentrationsänderung mit der Zeit, je nach dem Grade der Übersättigung. Trägt man die Konzentrationsänderungen vom Augenblick des Impfens, oder bei schwerlöslichen Salzen vom Augenblick des Vermischens zweier Lösungen, die einen schwerlöslichen Niederschlag ergeben, so in ein Koordinatennetz ein, das die Zeit als Abszisse, die Konzentration (Übersättigung) als Ordinate eingetragen wird, so erhält man Kurven dreier Typen (Fig. 1 a—c). Zum ersten Typ zählen die einfachen Salze vom Wertigkeitsprodukt 1 nach VAN'T HOFF, also alle Salze einbasischer Säuren, welche bei 0—25° wasserfrei krystallisieren. Zum zweiten Typus rechnen Salze mit höheren Wertigkeitsprodukten, der dritte Typus ist bisher nur am Natriumpikrat beobachtet worden. Bei den Salzen vom ersten Typus erfolgt im Augenblick des Impfens

mehreren Sekunden bis zu mehreren Stunden. Der dritte Typus endlich ist dadurch gekennzeichnet, daß auch bei den höchsten realisierbaren Übersättigungen eine scheinbar konstante Induktionsperiode auftritt, während andererseits auch bei den kleinsten bestimmbar Übersättigungen eine plötzliche Krystallisation stattfindet.

Die Induktionsperioden stellen keineswegs etwa die Keimbildungsperioden dar, dagegen spricht vor allem die Tatsache, daß diese nicht mit einer Änderung der Leitfähigkeit parallel gehen, und daß auch diese Eigenschaft eine konstitutive ist. Das Problem der Induktionsperioden ist aber innig mit der Größe der kubischen Krystallisationsgeschwindigkeit verbunden, welche nach der Methode von R. MARC an einer großen Zahl kleiner Krystalle gleichzeitig bestimmt werden kann. Es zeigt sich nach den Untersuchungen von FISCHER c. s., daß bei denjenigen Stoffen die kubische K.G. kleiner ist als die Auflösungsgeschwindigkeit (L. G.), wo Induktionsperioden der Ausscheidung beobachtet werden können. Es zeigt sich, daß die Induktionsperiode bei gegebener Übersättigung um so länger ausfällt, je kleiner das Verhältnis K.G. : L.G. ist. Bei einwertigen Salzen (ohne Induktionsperiode) ist dieser Quotient bei gleichen Oberflächen und Temperaturen gerade etwa = 1. Sehr wesentlich ist ferner, daß die Induktionsperioden durch die gleichen Faktoren verlängert werden können, welche auch die K.G. verringern; als solche Faktoren wirken



kolloide Medien wie Gelatine und Agar-Agar, ferner adsorbierte Farbstoffe. Die Induktionsperioden lassen sich in ihrer Entstehung leicht aus den besprochenen Verhältnissen erklären.

Der Typus der Ausscheidungskurve der Salze aus übersättigten Lösungen entspricht einem autokatalytischen Reaktionsverlauf; er kommt besonders deutlich dort zum Vorschein, wo das Keimbildungsvermögen gering ist, und wo der Einfluß der kleinen K.G. gegenüber der L.G. hervortreten kann. Da das Auftreten der Induktionsperioden nur bei zwei- und höherwertigen Salzen zu beobachten ist, so müßte somit auch das Keimbildungsvermögen eine konstitutive Funktion sein. Trägt man die Abhängigkeit der Länge der Induktionsperioden von der Übersättigung so ein, daß auf den Abszissen an Stelle der Zeiten  $t$  des Eintritts der spontanen Krystallisation die Werte  $\sqrt{t}$  eingetragen werden, so erhält man statt der Kurve eine gerade Linie, und es gilt in Abhängigkeit von der Übersättigung  $x$  die einfache Beziehung  $x/\sqrt{t} = \text{konst.}$ , welche bereits von MORSE und PIERCE, sowie von VANZETTI für die Abstände rhythmischer Schichtungen gefunden worden war. An Hand des bekannten Versuches über rhythmische Fällungen von  $\text{PbJ}_2$  (nach NOTBOOM) zeigt nun

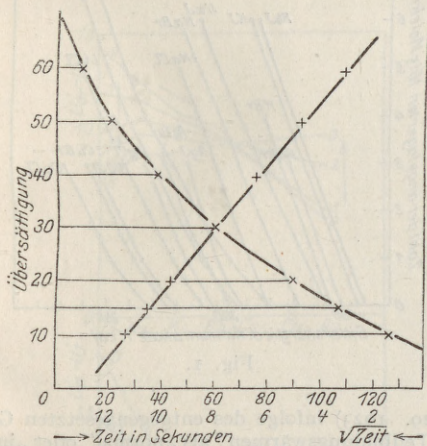


Fig. 2.

FISCHER das Zustandekommen derselben durch Diffusion; die K.G. ist bei diesem Salze groß, aber kleiner als die L.G., was sich in den kurzen Induktionsperioden bei niedrigen Übersättigungen (weniger als 2) anzeigt. Dort, wo im NOTBOOMSchen Versuch die Lösung von  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  mit der von KJ in Berührung kommt, bildet sich bei den vorherstehenden Konzentrationen augenblicklich ein Niederschlag von  $\text{PbJ}_2$ ; diffundiert nun das Nitrat weiter, so wird die Konzentration des gebildeten  $\text{PbJ}_2$  geringer, und bei einer 2–0,25 fachen Übersättigung scheidet das Jodid sich nicht mehr momentan aus, sondern nur ein Teil durch Krystallisation auf dem bereits gebildeten festen Jodid. Da die Krystallisation langsam verläuft, so kann der Überschuß der übersättigten Lösung durch Diffusion sich aus dem Bereich des festen Jodids entfernen; wenn seine Konzentration 0,25–2 erreicht hat, so bildet sich in einer gewissen Entfernung von der ersten Fällung eine neue Schicht von  $\text{PbJ}_2$ , wonach sich der Vorgang wiederholt. Eine „metastabile Grenze“ übersättigter Lösungen braucht gar nicht mehr angenommen zu werden. Wie weit die Schichten voneinander abliegen, ist lediglich durch die Länge der Ausscheidungsperioden bedingt. Auch bei

solchen Stoffen wie die schwerlöslichen Sulfate  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$  und Gips, welche bisher nicht in rhythmischer Form gefällt werden konnten, sieht diese Theorie die Möglichkeit einer solchen durchaus gegeben; in der Tat zeigen alle 3 Sulfate in wässrigen Lösungen sehr gut ausgebildete Induktionsperioden (Fig. 1 b).  $\text{BaSO}_4$  hat die kleinste, Gips die größte kubische K.G.; Analoges gilt für das Verhältnis K.G. : L.G.

Auch in 0,5 proz. Gelatinelösung zeigt sich bei Leitfähigkeitsmessungen der gleiche Typus der Ausscheidungskurven wie in rein wässrigen Systemen, nur werden die Induktionsperioden länger, und bei niedrigen Übersättigungen werden diese sogar unendlich, d. h. es bleibt die plötzliche Fällung aus. Die Gelatine mindert also die kubische K.G., und schließlich kann bei niedrigen Übersättigungen sogar eine stabile übersättigte Lösung bestehen bleiben. Bei Agar-Agar in 0,2 proz. Lösung ist die Wirkung noch auffallend stärker. Durch einfache Diffusionsversuche in Röhren findet FISCHER sogar für  $\text{BaSO}_4$  und  $\text{SrSO}_4$  die Bedingungen für rhythmische Fällungen heraus, nur sind wegen der geringen ausgefallten Mengen naturgemäß die Schichtungen recht dünn ausgebildet. Bemerkenswert ist, daß auch das rhythmisch ausgefallte  $\text{BaSO}_4$  und  $\text{SrSO}_4$  sofort nach der Fällung deutlich *krystallin* entwickelt war, *keineswegs aber flockig-kolloidal*. Auch die Gelatine behindert keineswegs die Diffusion oder die Krystallisation. Außer den genannten Gelen wirken auch Farbstoffe ein; FISCHER untersuchte z. B. eingehend die stark die Induktionsperioden verlängernde Wirkung von Erythrosin und Naphtholgrün auf  $\text{BaSO}_4$  und  $\text{SrSO}_4$ ; besonders  $\text{SrSO}_4$  wird in ungewöhnlich schönen Schichtungen ausgefällt, deren Dicke mit der Entfernung vom Diffusionsanfang linsenförmig zunahm. Fügt man Erythrosin aber zur Gelatine, so wird die letztere stark angefärbt, und der Farbstoff wirkt alsdann nicht mehr auf das Salz ein; bei Agar-Agar findet eine solche Anfärbung nicht statt. Jedenfalls aber lassen sich in kolloiden Medien durch Farbstoffe stabile, äußerst stark übersättigte (bis 70 fach) Lösungen herstellen, welche zweifellos *echte krystalline Lösungen*, *keine kolloid-dispersen* darstellen. Selbst bei Salzen wie  $\text{AgCl}$ ,  $\text{TlCl}$  usw. lassen sich unter solchen Umständen deutliche rhythmische Fällungen herbeiführen, weil alsdann die K.G. sehr stark erniedrigt wird und eine kurze Induktionsperiode sich einstellt.

Betreffs der experimentellen Einzelheiten sei auf den wundervoll reichhaltigen Versuchsteil der Originalarbeit hingewiesen.

The system sodium nitrate-sodium sulphate-water, and the minerals Darapskite and Nitroglauberite. (H. W. FOOTE, Americ. Journ. of Science [5] 9, 441–447. 1925.) MASSINK (Zeitschr. f. phys. Chem. 92, 364. 1918), hatte in dem gleichen System neben dem Doppelsalz  $\text{NaNO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (*Darapskit*) angeblich noch die merkwürdigen Doppelsalze  $3 \text{NaNO}_3 \cdot 4 \text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $3 \text{NaNO}_3 \cdot 2 \text{Na}_2\text{SO}_4$  gefunden. In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, daß nur der Darapskit eine wohl definierte Krystallart ist. Die Salzgleichgewichte bestimmte Verfasser unter Kontrolle der Zusammensetzung mit Hilfe der Restmethode nach SCHREINEMAKERS für die Temperaturen  $0^\circ$ ,  $25^\circ$  und  $35^\circ$  in vollständigen Schnitten des Raumdiagramms; außerdem wurde der Übergangspunkt O für die Gleichgewichte zwischen dem Doppelsalz und den Einzelsalzen bei  $13,5^\circ$  genau festgelegt. Der Übergangspunkt O' für das Gleichgewicht zwischen Glaubersalz und Thénardit im Gleichgewicht mit dem Doppelsalz ergab sich zu  $24,5^\circ$  im Mittel. Die Zusammensetzung der Gleichgewichtslösungen zeigt die untenstehende Tabelle.



In dem Diagramm, Fig. 1, geben die gestrichelten Linien die Isothermen für 25° und 35° an; man erkennt die beiden Übergangspunkte O und O', ferner den Übergangspunkt C zwischen reinem Glaubersalz und Thenardit. Es fand sich nicht die geringste Andeutung für die von MASSINK angenommenen beiden anderen Doppelsalze, und seine Beobachtungen enthalten offenbar ungenügende Beweise für die Existenz jener Verbindungen.

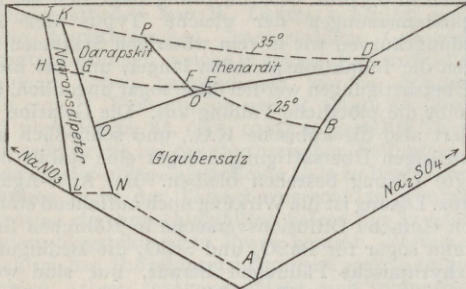


Fig. 1.

Der Darapskit ist in erheblichen Mengen in Chile natürlich gebildet; nach dem gegebenen Raumdiagramm muß derselbe jedenfalls oberhalb 13,5° gebildet worden sein. Es ist aus der starken Neigung der Kurve O', P gegen die Kurve OGK anzunehmen, daß vielleicht bei ungefähr 50° wiederum ein Quintupelpunkt gelegen sein müsse, oberhalb desselben der Darapskit auch nicht existenzfähig ist. Auch ist wesentlich, daß der Darapskit inkongruent sich im Wasser auflöst (Carnallittypus), d. h. unter Abscheidung von Glaubersalz bzw. Thenardit. Das angebliche Mineral Nitroglauberit,  $6 \text{NaNO}_3 \cdot 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , existiert nicht, sondern ist ein Gemenge von Natronsalpeter und Darapskit.

Punkte in Fig. 1	t = 0°; Sättigung an	Gleichgewichtslösung <sup>1)</sup>	
		% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	% NaNO <sub>3</sub>
A	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	4,5	—
L	NaNO <sub>3</sub>	—	42,2
Z	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O + NaNO <sub>3</sub>	4,61	38,01
t = 25°; Sättigung an			
B	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	21,75	—
H	NaNO <sub>3</sub>	—	48,10
E	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	15,22	24,5
F	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	13,9	26,3
G	NaNO <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	3,0	45,47
t = 35°; Sättigung an			
D	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33,10	—
J	NaNO <sub>3</sub>	—	50,22
K	NaNO <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	2,5	48,2
P	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	8,85	34,1
t = 13,5°; Sättigung an			
O	NaNO <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	4,1	41,6
t = 24,5°; Sättigung an			
O'	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	14,2	25,9
Ausscheidungsfelder		Kristallart	
A B C E O' O N		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	
D C E O' F P		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
P F O' O G K		NaNO <sub>3</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	
L N O G K J H		NaNO <sub>3</sub>	

Über die Gitterenergien von Ammoniakaten. (W. BILTZ und H. G. GRIMM, Zeitschr. f. anorg. Chem. 145, 63—87. 1925.) Die Bildung von Salzammoniakaten kann man sich so geleitet denken, daß zunächst das Krystallgitter des Salzes unter Aufwendung einer Auf-

<sup>1)</sup> Hier Mittel aus den Bestimmungen in der Originalarbeit angeführt. E.

weitungsbarbeit so weit gedehnt wird, wie es im Ammoniakat erscheint; und daß zweitens Ammoniak unter Freimachung einer Anlagerungsarbeit in das gedehnte Gitter eingelagert wird. Es entspricht dieses Verfahren dem von FAJANS („Die Naturwissenschaften“ 9, 729. 1921) beschrittenen Wege der Zerlegung von Lösungs- und Ionisierungsvorgängen. Die Gesamtbildungswärme des Ammoniakates stellt sich dann dar als die Summe der Anlagerungsarbeiten bei Einlagerung von Ammoniak, vermindert um die Summe der aufgewandten Aufweitungsbarbeiten. Mit Hilfe eines erweiterten BORNschen Kreisprozesses läßt sich dann aus den Versuchsdaten die Gitterenergie derjenigen Ammoniakate berechnen, bei welchen die Gitterenergie U des ammoniakfreien Salzes bekannt ist. Die Gitterenergie U' eines Ammoniakates ist dabei gegeben durch die Wärmemenge, welche beim Zusammentreten gasförmigen Ammoniaks mit den isolierten Gasionen eines Salzes zum festen Ammoniakat frei wird (Kap. 1). Der Vergleich dieser Gitterenergien gibt zu besonderen Schlüssen Veranlassung, wenn es sich um Reihen von Salzen handelt, die früher (W. BILTZ, Zeitschr. f. anorg. Chem.

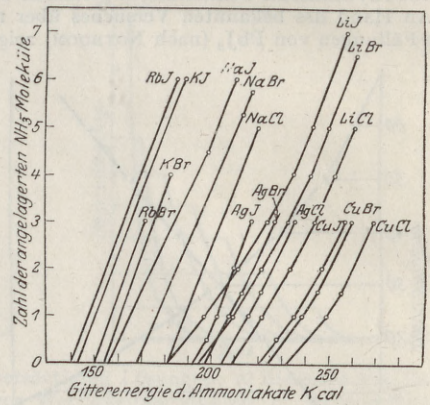


Fig. 1.

130, 129. 1923) infolge des „entgegengesetzten Ganges ihrer „Teilbildungswärmen“ als „normal“ oder „invers“ bezeichnet wurden (Kap. 2; als Teilbildungswärme wird die bei der Anlagerung des ersten bis m-ten Mols Ammoniak beobachtete Wärmemenge bezeichnet). Ferner wird auf einen Versuch von K. FAJANS eingegangen, diese Verhältnisse durch Berücksichtigung des Einflusses der Deformation der Elektronenhüllen auf den Gang der Gitterenergien der reinen Salze zu deuten. Der letzte Abschnitt (Kap. 3) bringt einen ausgezeichneten Versuch, mit Hilfe der Krystallgittertheorie von M. BORN und A. LANDÉ in einigen Fällen durch Näherungsrechnung die absoluten Werte der Aufweitungsbarbeiten und Anlagerungsarbeiten (s. oben) zu bestimmen.

Im einzelnen enthält die vorliegende Arbeit eine Fülle der interessantesten und theoretisch bedeutsamsten Resultate, von denen hier nur folgende hervorgehoben werden können. Die Teilbildungswärme ist gleich der Differenz zwischen der Gitterenergie des Ammoniakates und des ammoniakfreien Salzes; man kann also aus den von BILTZ gemessenen Teilbildungswärmen und den von GRIMM mit Hilfe des BORNschen Kreisprozesses berechneten U-Werten die Gitterenergie der Ammoniakate bestimmen. Graphische Darstellungen mit den Gitterenergien als Abscissen und der Zahl der eingelagerten Ammoniakmoleküle als Ordinaten (Fig. 1 u. 2) veranschaulichen die Zugehörigkeit von



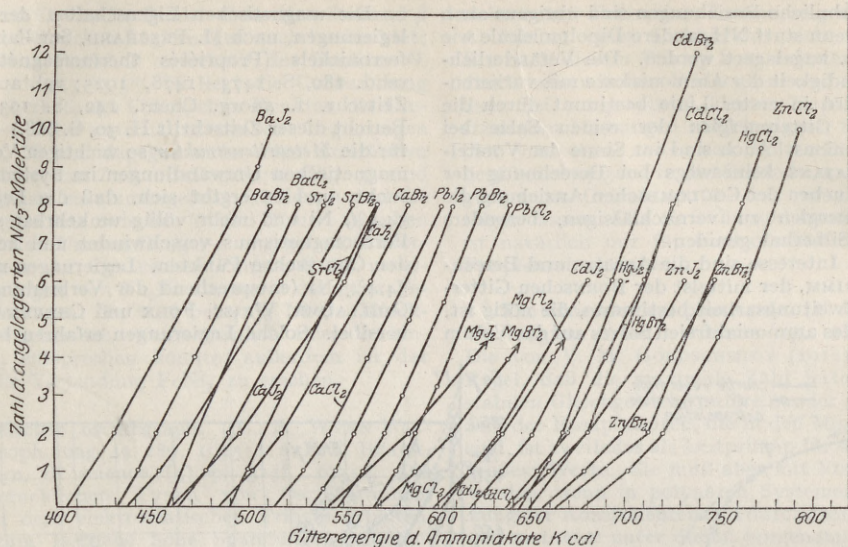


Fig. 2.

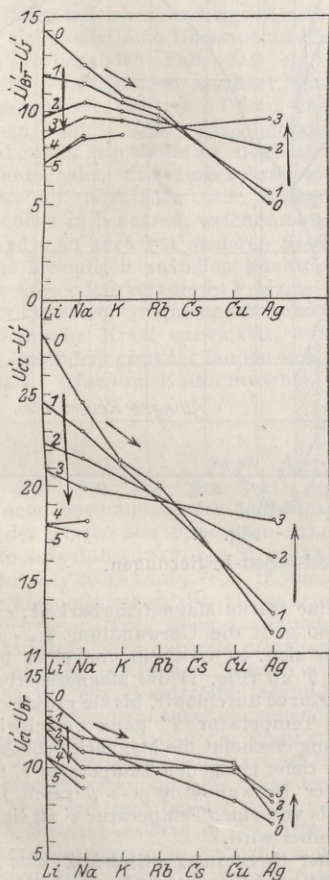


Fig. 3.

Nebervalenzzahl und Energiegröße. Ferner erkennt man, daß die Gitterenergien von Ammoniakaten mit der gleichen Anzahl addierter Ammoniakmoleküle mit steigendem Radius sowohl des Kations wie des Anions

fallen, wenn die verglichenen Ionen die gleiche Zahl von Außenelektronen besitzen. Die Gitterenergien der Ammoniakate von Salzen, deren Kationen 18 bzw. 20 Außenelektronen haben, sind höher als die der entsprechenden Ammoniakate mit den Kationen derselben Periode des periodischen Systems, die 8 Außenelektronen haben. Die Gitterenergien der verschiedenen Ammoniakate des gleichen Salzes steigen mit der Zahl der angelagerten  $\text{NH}_3$ -Moleküle. Der Zuwachs der Gitterenergien für je 1 Mol  $\text{NH}_3$  nimmt mit der Zahl der schon angelagerten Ammoniakmoleküle ab. Der letztere Satz ist eine interessante neue Fassung des BILTZschen „Valenzenergiesatzes“, nach welchem bei der Vereinigung von  $\text{NH}_3$  mit Salzen verschiedenen Sättigungsvermögens die Wärmeentwicklung um so kleiner ist, je weiter die Absättigung vorgeschritten ist. BILTZ hat diesen Vorgang schon 1909 so verständlich gemacht, daß er die Addition mehrerer Liganden an ein Zentralatom mit der Aufladung eines Kondensators in Analogie setzte; in neuerer Auffassungsweise findet eine Anlagerung von Dipolen an ein geladenes Ion statt, so daß die Energieabgabe mit wachsender Zahl der  $\text{NH}_3$ -Dipole durch die Abstoßungskräfte zwischen ihnen abnehmen muß. Die Differenzen zwischen den Gitterenergien der Ammoniakate mit gleicher  $\text{NH}_3$ -Zahl vom selben Kation und mit 2 verschiedenen Halogenionen fallen mit steigender Zahl eingelagerter  $\text{NH}_3$ -Moleküle, wenn das Kation 8 Außenelektronen hat; sie steigen dagegen, wenn das Kation 18 oder 20 Außenelektronen besitzt (Fig. 3). Es entspricht dies der von BILTZ festgestellten Regel, daß bei den Ammoniakaten von Salzen mit Kationen der Hauptreihen des periodischen Systems die Teilbildungswärmen von Chloriden zu Jodiden zunehmen („normale“ Reihen), dagegen bei Salzen mit Kationen der Nebenreihen abnehmen („inverse“ Reihen). Je vollständiger die an sich verschiedenen Zentralatome von einer Ammoniakhülle umschlossen sind, um so geringer werden auch die Unterschiede zwischen den Kationen; es entspricht dies der bekannten Tatsache, daß z. B. in den Hexamminen von  $\text{Co}^{\text{III}}$  und  $\text{Cr}$  die Individualität des Zentralatoms derartig maskiert ist, daß der Komplex schon zertrümmert werden muß, wenn man den Unterschied der Metalle analytisch er-



kennen will. Ähnliche Beziehungen sind übrigens auch zu erwarten, wenn statt  $NH_3$  andere Dipolmoleküle wie  $H_2O$ ,  $HCl$  usw. angelagert werden. Die Veränderlichkeit der Beständigkeit der Ammoniakate mit variierendem Anion wird in erster Linie bestimmt durch die Variation der Gitterenergien der reinen Salze bei Wechsel des Anions. Auch sind im Sinne der Vorstellungen von FAJANS keineswegs bei Berechnung der Gitterenergien neben der COULOMBSchen Anziehung die Deformationsenergien zu vernachlässigen, besonders z. B. bei den Silberhalogeniden.

Von hohem Interesse sind die Ansätze und Berechnungen von GRIMM, der mittelst der BORNschen Gittertheorie die Aufweitungsarbeit bestimmte, die nötig ist, um das Gitter des ammoniakfreien Salzes auf das Volum

Die magnetischen Eigenschaften der Nickel-Eisenlegierungen, nach M. PESCHARD, Sur l'aimantation des ferronickels (Propriétés thermomagnétiques). (Cpt. rend. 180, S. 1475-1478. 1925; vgl. auch R. VOGEL, Zeitschr. f. anorg. Chem. 142, S. 193-228. 1925; Bericht dieser Zeitschrift H. 30, S. 668.) Es werden die für die Meteoritenstruktur so wichtigen Verhältnisse der magnetischen Umwandlungen im System Fe-Ni untersucht, und es ergibt sich, daß die Legierungen mit 34.4% Ni und mehr völlig umkehrbar sind, d. h. ihr Ferromagnetismus verschwindet und kehrt zurück in den CURIESchen Punkten. Legierungen mit weniger als 34.4% Ni (entsprechend der Verbindung  $Fe_2Ni$ , nach GUILLAUME, WEISS, FOEX und CHEVENARD) sind irreversibel. Solche Legierungen erfahren beim Übergang

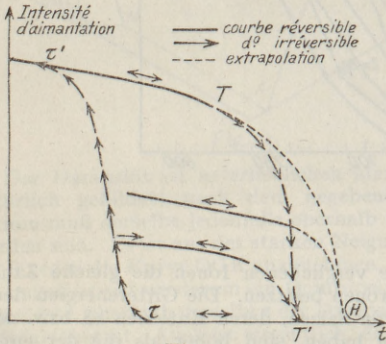


Fig. 1.

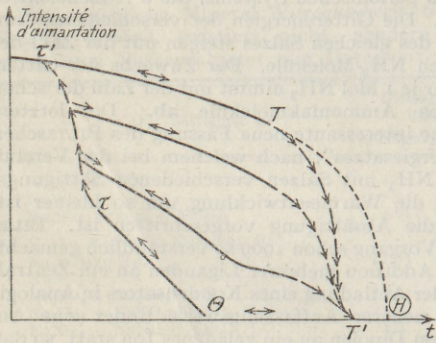


Fig. 2.

Die thermomagnetischen Eigenschaften der Nickel-Eisen-Legierungen.

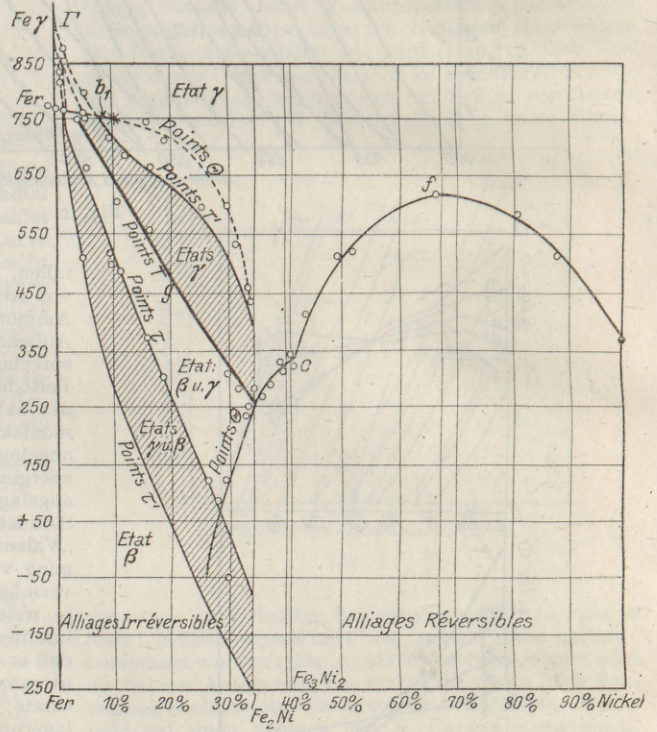


Fig. 3.

des Ammoniakates auszuweiten (unter der Voraussetzung, daß im Gitter des letzteren Anion und Kation wie im Gitter des ursprünglichen Salzes angeordnet seien). Es ergibt sich die bemerkenswerte Tatsache, daß in Gittern, die auf ein Mehrfaches des normalen Volumens gedehnt worden sind, die Abstoßungspotentiale sich kaum noch bemerkbar machen, es also nur noch auf die COULOMBSche Anziehung ankommt. Es läßt sich dann z. B. für  $KJ \cdot 6 NH_3$  die Anlagerungsarbeit pro Mol  $NH_3$  etwa zu 14 kcal überschlägig berechnen, bei Hexaminen der Erdalkalimetallionen etwa auf das Doppelte bestimmen. Interessant ist die Tatsache, daß für ein Hexammincalciumfluorid sich aus der Rechnung eine negative Bildungswärme ergibt. In der Tat waren Versuche von W. BILTZ und E. RAHLFS, an Fluorcalcium Ammoniak anzulagern, erfolglos. Das kleine Molekularvolumen und die hohe Gitterenergie des Flußspates bedingt eine große Aufweitungsarbeit.

von  $\gamma \rightarrow \beta$  eine starke Magnetisierbarkeit; erhitzt man sie wieder, so geht die Umwandlung  $\beta \rightarrow \gamma$  in einem Intervall vor sich, in welchem von einer bestimmten Temperatur  $T$  ab (Fig. 1) die Magnetisierbarkeit eine irreversible Kurve durchläuft, bis sie praktisch bei einer bestimmten Temperatur  $T'$  ganz verschwindet. Bei der Abkühlung erscheint die Magnetisierbarkeit wiederum bei einer tiefer gelegenen Temperatur  $\tau$ , und nimmt dann mit der Umwandlung  $\gamma \rightarrow \beta$  rasch irreversibel wieder zu, bis von einer Temperatur  $\tau'$  ab sie im Gebiet von  $\beta$  reversibel wird.

Ein solcher thermomagnetischer Zyklus spielt sich nur in den Fällen ab, wenn der CURIESche Punkt für das Nickeisen im Felde  $\gamma$  tiefer liegt als der Punkt  $\tau$ ; diese Bedingung ist nicht erfüllt für Legierungen zwischen 28% Ni und  $Fe_2Ni$ . In diesem Fall ist die Wiederkehr des Ferromagnetismus zuerst reversibel auf der Kurve  $\theta - \tau$  (Fig. 2), dann setzt die Umwandlung  $\gamma \rightarrow \beta$  ein, und eine irreversible Kurve schließt sich an die rever-



sible an. Der CURIESCHE Punkt  $\Theta$  für den Zustand  $\beta$  wird bei sehr Fe-reichen Legierungen auch beobachtet; es liegt alsdann Punkt  $T'$  unterhalb des Punktes  $\Theta$ . Im Gebiete von 2,5–5,5% Ni liegt die Umwandlung  $\beta \rightarrow \gamma$  ganz oberhalb des CURIESCHEN Punktes, die Umwandlung  $\gamma \rightarrow \beta$  aber unterhalb desselben. Legierungen von 0–2,5% Ni sind dagegen unter allen Umständen reversibel. In einem Zustandsdiagramm (Fig. 3) sind diese Verhältnisse zusammengefaßt; in diesem sind die Umwandlungsgebiete zwischen  $T'$  und  $T''$  und zwischen der umgekehrten Umwandlung  $\tau-\tau'$  angegeben, außerdem die Kurve der CURIESCHEN Punkte  $\Theta$  der reversiblen Legierungen von  $\text{Fe}_2\text{Ni}$  ab, sowie der ganz Fe-reichen Legierungen. Es tritt bei 41% Ni ein Knickpunkt auf, welcher sehr wahrscheinlich einer Verbindung  $\text{Fe}_3\text{Ni}_2$  entsprechen könnte, außerdem ist der Punkt für die Verbindung  $\text{FeNi}_2$  zu ersehen.

A piezo-electric oscillograph. (C. E. WYNN-WILLIAMS, *Philosoph. mag.* 49, 289. 1925; s. a. F. E. BEACH, *Americ. Journ. of Science* [5] 9, 515f. 1925.) Die bisher gebräuchlichen Typen von Oscillographen, welche nach dem elektrostatischen Prinzip arbeiten, benötigen zum Betriebe hohe Spannungen; Oscillographen für niedrigere Spannungen werden aber bis jetzt nur mit Strom betrieben und eignen sich infolgedessen nicht für elektrostatische Untersuchungen. In dem gewöhnlich vorliegenden Fall, daß ein mechanisches System die Schwingungen ausführt, muß dieses eine hohe Eigenperiode besitzen. Damit keine Störungen vorkommen, muß diese Eigenperiode mindestens 5–10 mal größer sein als die aufzuzeichnende Frequenz. Es lag nun nahe, das umgekehrte piezoelektrische Phänomen an Krystallen zur Konstruktion eines Oscillographen zu benutzen, welcher den Vorteil bieten müßte, daß man auch bei niederen Spannungen noch elektrische Messungen anstellen könnte. Verf. untersuchte die Anwendbarkeit dieses Prinzips, nach welchem ein Krystall in einem entsprechenden elektrischen Felde eine mechanische Kraft entwickelt, auf den Oscillographen. Besonders geeignet fanden sich Krystalle von Rochellesalz (Natrium-Kaliumtartrat), welche im

elektrischen Felde eine Torsion zeigen, welche auf die Ablenkung eines Lichtstrahls sich übertragen läßt. Ein nach diesem Prinzip konstruierter Oscillograph ist durch seinen hohen Widerstand und seine hohe Impedanz bei entsprechend kleiner Kapazität zu elektrostatischen Messungen wohl geeignet, besonders im Gebiet von etwa 200–1000 Volt. Die Eigenfrequenz liegt bei etwa 3000 in der Sekunde, so daß sich Schwingungen im Gebiet von 0–600 vor allen Dingen verfolgen lassen. Das einfache und handliche Instrument ist natürlich nur für diese verhältnismäßig niederen Frequenzen geeignet.

The mineralogical phase rule. (N. L. BOWEN, *Journ. Washington Acad. Sciences* 15, 280–284. 1925.) Die von V. M. GOLDSCHMIDT (1911) ausgesprochene Regel, daß die maximale Zahl fester Mineralien im stabilen Gleichgewicht untereinander gleich ist der Anzahl der Komponenten, die in den Mineralien enthalten sind, ist zweifellos als Leitprinzip für die Petrologie von großem Werte. Sie muß aber mit Vorsicht angewandt werden, wenn in polynären Systemen eine Beschränkung der Komponentenzahl durch Isomorphiebeziehungen mehrerer unter diesen vorgenommen wird, besonders wenn nicht eine lückenlose Mischkrystallreihe besteht. Verf. zeigt dies am Beispiel des Systems Nephelin-Anorthit und dem petrographisch noch häufigeren Fall des Zusammenvorkommens von Augiten und Hornblenden in Systemen mit zuviel Krystallarten. Derartige Fälle hat man oft einem mangelnden Gleichgewicht zugeschrieben, wobei eine Krystallart ein „instabiles Relikt“ (ESKOLA 1920) darstelle. In solchen Fällen zeigte sich aber, daß man zu wenige Komponenten berücksichtigt hatte. Ähnliche Schwierigkeiten bestehen z. B. auch in der von TILLEY (*Geol. Mag.* 60, 101. 1923) beobachteten Paragenese von Spinell, Sillimanit, Korund und Cordierit; sie ist auch im Gleichgewicht zu erwarten, wenn man sie auf das quaternäre System  $\text{MgO}-\text{FeO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  bezieht. Vgl. auch TILLEY, *Quart. Journ. Geol. Soc.* 80, 68f. 1924.

W. EITEL.

## Astronomische Mitteilungen.

Eine neue Bestimmung der Sonnenparallaxe wurde während der letzten Marsopposition 1924 an der Kapsternwarte ausgeführt, worüber S. JONES und J. HALM in den *Monthly Notices* 85, 832 ff. berichten. Trotz der vielen Messungsreihen, die im Laufe der Jahrzehnte angestellt worden sind, diese fundamentale astronomische Konstante nach teilweise prinzipiell verschiedenen Methoden zu bestimmen, können wir ihren Wert noch nicht auf ein Hundertstel Sekunde verbürgen. Von dem heute allgemein angenommenen Wert  $\pi = 8''80$  wissen wir nur soviel, daß er der Wahrheit wohl schon sehr nahe liegt, aber verschiedene neuere Beobachtungsreihen deuten auf einen um 1 bis 2 Hundertstel Sekunde größeren Wert hin, und bei der fundamentalen Rolle, welche die Sonnenparallaxe in der Astronomie spielt, ist jede neue Messungsreihe wertvoll, von der man annehmen kann, daß sie frei ist von systematischen Fehlern.

Wegen der großen Annäherung des Mars an die Erde während der Opposition im Jahre 1924, bei welcher die Horizontalparallaxe des Planeten bis auf 23'6 anwuchs, wurde auf der Kapsternwarte der Versuch gemacht, die Sonnenparallaxe aus Marsbeobach-

tungen zu bestimmen. Wegen seiner roten Farbe und seiner großen Scheibe, die zur Zeit der Opposition 25" Durchmesser hatte, ist Mars kein günstiges Objekt für Präzisionsmessungen ersten Ranges, wie sie für die Bestimmung der Sonnenparallaxe notwendig sind, und alle früheren Beobachtungsreihen an Meridiankreisen hatten auch wegen der chromatischen Dispersion der Atmosphäre, welche bedingt, daß der rotgefärbte Planet in einer zu großen Zenitdistanz gesehen wird, übereinstimmend einen zu großen Wert der Sonnenparallaxe ergeben. Um ein Urteil über die Brauchbarkeit des Mars für diese Messungen zu erhalten, wurden am Kap gleichzeitig zwei voneinander völlig unabhängige Messungsreihen ausgeführt, von denen die eine aus photographischen Aufnahmen mit dem Himmelskartenrefraktor, die andere aus visuellen Beobachtungen mit den Heliometer bestand. Beide Beobachtungsreihen erstreckten sich auf korrespondierende Abend- und Morgenbeobachtungen des Planeten in günstigen Stundenwinkeln zwischen  $3\frac{1}{2}$  und  $4\frac{1}{2}$  Stunden östlich oder westlich vom Meridian. Bei beiden Reihen wurde das Hauptaugenmerk auf die Ausmerzungen der die Messungen entstellenden systematischen Fehler per-



sönlicher oder instrumenteller Natur gerichtet, soweit wir bisher Einblick in ihre Entstehung haben.

Bei den photographischen Aufnahmen gelangte ein Farbfilter zur Verwendung, das nahe vor der Platte vor einem schnell rotierenden Sektor montiert war, durch den das Planetenbild so weit abgeschwächt werden konnte, daß in 40 Sekunden gut geschwärzte Bilder erzeugt wurden. Das Filter war durchlässig für Strahlen der Wellenlängen zwischen  $\lambda 425 \mu\mu$  und  $\lambda 453 \mu\mu$ , so daß die auf die Platte wirkenden Strahlen für den Planeten im Durchschnitt etwa dieselben waren wie für die ohne Filter aufgenommenen Vergleichsterne. Dadurch wurde ein Fehler infolge der verschiedenen Dispersion des Lichtes des Planeten und der Vergleichsterne weitgehend vermindert. Die Morgenplatten wurden durch das Glas hindurch aufgenommen, während die Abendplatten mit der Schichtseite nach dem Objektiv exponiert wurden. Auf diese Weise war es möglich, die beiden Plattenserien in streng differentieller Weise gegeneinander auszumessen, indem eine Abendplatte und die darauf folgende Morgenplatte, Schicht auf Schicht gelegt, zusammen im Meßapparat gemessen wurden. Durch Aufnahmen einer Standardgegend auf eine jede Platte wurde die Möglichkeit geschaffen, den Skalenwert unter strenger Kontrolle zu halten. Die Reduktion der mit der größten Umsicht ausgeführten Messungen der 189 erhaltenen Platten führt für die Sonnenparallaxe zu dem Werte  $\pi = 8''809 \pm 0''005$ , von dem angenommen werden kann, daß er von systematischen Fehlern weitgehend frei ist.

In auffallendem Widerspruch zu dieser photographischen Beobachtungsreihe stehen die Heliometermessungen. Bei ihnen wurde der Planet an insgesamt 15 Sterne angeschlossen, die in bezug auf Helligkeit und Lage zur Marsbahn als Vergleichsterne in Frage kamen. Bei den Messungen wurden die Sterne auf die Mitte der Planetenscheibe eingestellt, wobei zur Vermeidung von systematischen persönlichen Fehlern bei der Mittenschätzung die Einstellungen unter Verwendung eines Reversionsprismas vor dem Okular vorgenommen wurden, und Fehler in der Justierung des Objektives durch Beobachtungen in entgegengesetzten Stellungen der Objektivhälften und des Positionskreises eliminiert wurden. Da die Helligkeiten der Vergleichsterne zwischen  $5^m.7$  und  $8^m.1$  lagen, war es nötig, das Bild des Planeten so weit abzublenken, daß der Vergleichssterne auf der Planetenscheibe noch deutlich erkannt werden konnte, wozu drei verschieden dichte Gazegitter zur Verwendung kamen. An den Beobachtungen nahmen 3 Beobachter teil, JONES, HALM und WILKIN. Im ganzen wurden an 42 Abenden 108 Messungen und an 31 Morgen 82 Messungen von Positionswinkeln und Distanzen zwischen Planet und Vergleichsterne erhalten. Zur Kontrolle der Instrumentalkonstanten wurde regelmäßig der Bogen zwischen zwei Standardsternen gemessen.

Die Reduktion dieser Heliometerbeobachtungen führt nun überraschenderweise zu dem auffallend kleinen Wert der Sonnenparallaxe  $\pi = 8''758 \pm 0''011$ , der ohne Frage viel zu klein ist, aber der von GILL 1877 ebenfalls aus Heliometermessungen des Mars gefundenen Sonnenparallaxe  $\pi = 8''78$  nahekommt. Das

Überraschende beider Reihen liegt darin, daß beide einen zu kleinen Wert für  $\pi$  liefern, während man von vornherein infolge der roten Farbe des Mars einen zu großen Wert erwarten sollte. Beide Heliometerreihen müssen also durch systematische Fehler stark entstellt sein, und *in der Aufdeckung dieser Fehlerquelle liegt die Bedeutung der neuen Kapreihe.*

Die Vergleichung der Endresultate der 3 Beobachter läßt große Differenzen erkennen. HALM findet aus seinen Messungen  $\pi = 8''70$ , für JONES folgt  $\pi = 8''77$  und für WILKIN  $\pi = 8''81$ , so daß also Fehler persönlicher Natur vorhanden zu sein scheinen. Die Diskussion der Beobachtungen zeigt nun, daß als *einzigste Fehlerquelle die Verwendung des Gazegitters* zur Abbildung des Planetenbildes in Frage kommen kann. HALM bevorzugte bei seinen Messungen das dichteste Gitter, während WILKIN möglichst wenig abblendete und JONES je nach den Umständen irgendeines der drei Gitter benutzte. In der verschieden starken Abblendung des Planeten ist nun die Fehlerquelle zu sehen, welche die Heliometerbeobachtungen systematisch verfälscht, denn wegen der chromatischen Dispersion in der Atmosphäre wird das Auge eines Beobachters infolge des PURKINJE-Phänomens bei geringerer Helligkeit des Planetenbildes empfindlicher für den blauen Teil als für den roten, und man verlegt daher den Planeten in eine zu kleine Zenitdistanz, wodurch man eine zu kleine Sonnenparallaxe erhält, wie es bei HALM der Fall ist, der vorzugsweise die stärkste Abblendung vornahm.

Die Heliometerbeobachtungen am Kap haben somit den sehr wichtigen Nachweis geliefert, daß, entgegen der bisher bestehenden Ansicht, durch die Verwendung von Gazegittern zur Abbildung heller rötlicher Objekte die Messungen in systematischer Weise verfälscht werden, und daß speziell eine Bestimmung der Sonnenparallaxe aus Heliometerbeobachtungen des Mars unmöglich ist. Günstigere Resultate sind aus der Beobachtung geeigneter kleiner Planeten zu erwarten, von denen vor allem Eros zu erwähnen ist, der 1930/31 in ganz außerordentlich günstige Stellung zur Erde gelangt und für dessen Beobachtung zur Bestimmung der Sonnenparallaxe schon jetzt umfangreiche Vorbereitungen getroffen werden. Wenngleich die kleinen Planeten auch nicht so abnorm rot gefärbt sind wie Mars, wird man die Erfahrungen, welche man bei der vorjährigen Marsopposition am Kap gemacht hat, bei den kommenden Erosbeobachtungen nicht außer acht lassen, um die Messungen möglichst frei von systematischen Fehlern der besprochenen Art zu erhalten.

Es sind aber nicht nur Heliometerbeobachtungen, bei denen Gazegitter zur Abschwächung der Helligkeit zur Verwendung kommen, auch bei Meridiankreisbeobachtungen verwendet man sie zur Elimination der Helligkeitsgleichung. Auch hier wird man bei den Deklinationsbeobachtungen heller, roter Sterne, wie  $\alpha$  Orionis und  $\alpha$  Scorpii, vorsichtig sein müssen, wenn man systematische Fehler persönlicher Natur vermeiden will, die ihren Ursprung in der chromatischen Dispersion des Lichtes haben.

OTTO KOHL.





### RÖNTGEN-ZAHNAUFNAHME

hergestellt auf einfach begossenem

## „Agfa“-Röntgen-Zahnfilm

Glasklar, reiche Kontraste, neuartige saubere Packung.

BERLIN



SO 36

# Leitz

monokulare und binokulare

## Mikroskope

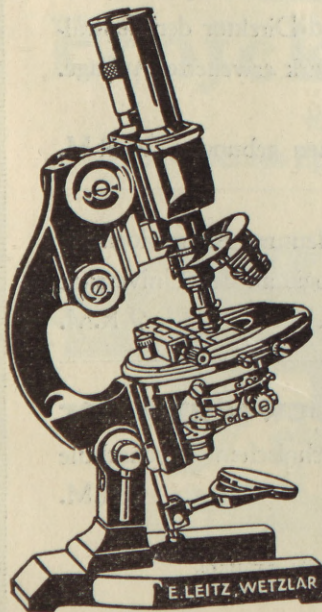
mit Leitz-Optik

Nebenapparate für alle Untersuchungen  
Dunkelfeldkondensoren höchster Apertür

## Mikrotome

Taschenlupen, binokulare Präparierlupen

Liste: MIKRO 452 kostenfrei

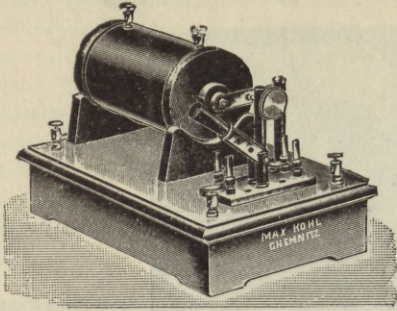


**Ernst Leitz / Optische Werke / Wetzlar**



**MAX KOHL A.G. CHEMNITZ 6**

Seit 1876 bestehend



Funkeninduktor mit Platinunterbrecher,  
Kondensator und Rhumkorffischem  
Kommutator

Physikalische Apparate  
Einrichtung von Hörsälen  
Experimentier-Schalttafeln  
Luftpumpen für Laboratorien  
Funkeninduktoren

Listen, Kostenanschläge, Beschreibungen usw. auf Wunsch  
(886)

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

**Einführung in die Geophysik.** Von Professor Dr. **A. Prey**, Prag,  
Professor Dr. **C. Mainka**, Göttingen, Professor Dr. **E. Tams**, Hamburg.  
348 Seiten mit 82 Textabbildungen. 1922. 12 R.M.

(4. Band der Naturwissenschaftlichen Monographien und Lehrbücher,  
herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“)

Die Bezieher der „Naturwissenschaften“ erhalten die Monographien zu einem  
dem Ladenpreise gegenüber um 10% ermäßigten Vorzugspreis.

Ⓜ **Dynamische Meteorologie.** Von **Felix M. Exner**, o. ö. Pro-  
fessor der Physik der Erde an der Universität Wien und Direktor der Zentral-  
anstalt für Meteorologie und Geodynamik. Zweite, stark erweiterte Auflage.  
429 Seiten mit 104 Figuren im Text. 1925.

In Ganzleinen gebunden 24 R.M.

**Isostasie und Schwermessung.** Ihre Bedeutung für geologische  
Vorgänge. Von Dr. **A. Born**, a. o. Professor der Geologie an der Universität  
Frankfurt a. M. 164 Seiten mit 31 Abbildungen. 1923. 9 R.M.

**Die mechanischen Beweise für die Bewegung der  
Erde.** Von **R. Grammel**, Professor an der Technischen Hochschule  
Stuttgart. 76 Seiten mit 25 Textabbildungen. 1922. 2 R.M.

Das mit Ⓜ bezeichnete Werk ist im Verlage von Julius Springer in Wien erschienen.