

8. 11. 1926

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 45 (SEITE 989—1004)

5. NOVEMBER 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Quantenmechanik. Von WERNER HEISENBERG, Kopenhagen	989
Über den Vagusstoff. Von O. LOEWI, Graz	994
Über Wärmeentwicklung in Kolonien von Wachsmottenraupen. Von ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem. (Mit 2 Figuren)	995
Das Problem der Caldera-Entstehung. Von H. KANTER, Hamburg. (Mit 2 Figuren)	998
BESPRECHUNGEN:	
NERNST, WALTHER, Theoretische Chemie. 11. bis 15. Auflage. (Ref.: Max Bodenstein, Berlin)	1000
Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Achte Auflage. (Ref.: F. Paneth, Berlin)	1001
Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. (Ref.: F. Paneth, Berlin)	1001
REINGLASS, Chemische Technologie der Legierungen. Zweite Auflage. (Ref.: G. Masing, Berlin)	1002
LANGE, OTTO, Chemisch-Technische Vorschriften. (Ref.: M. Bergmann, Dresden)	1002

CLAYTON, WILLIAM, Die Theorie der Emulsionen und der Emulgierung. (Ref.: H. Freundlich, Berlin-Dahlem)	1002
BENRATH, ALFRED, Physikalische Chemie. II. Thermische und Photochemie. (Ref.: J. Eggert, Berlin)	1002
BERNTHSEN, A., Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie. 16. Auflage. (Ref.: M. Bergmann, Dresden)	1003
MEYER, VICTOR, und PAUL JACOBSON, Lehrbuch der organischen Chemie. Zweiter Band. (Ref.: M. Bergmann, Dresden)	1003
HOUBEN, J., Fortschritte der Heilstoffchemie. I. Abteilung. (Ref.: W. Heubner, Göttingen)	1004
ZUSCHRIFTEN:	
Intensität und Durchdringungsvermögen der Höhenstrahlung im Meeresniveau. Von G. HOFFMANN, Königsberg	1004
Eine anschauliche Deutung der Gleichung von Schrödinger. Von E. MADELUNG, Frankfurt a. M.	1004

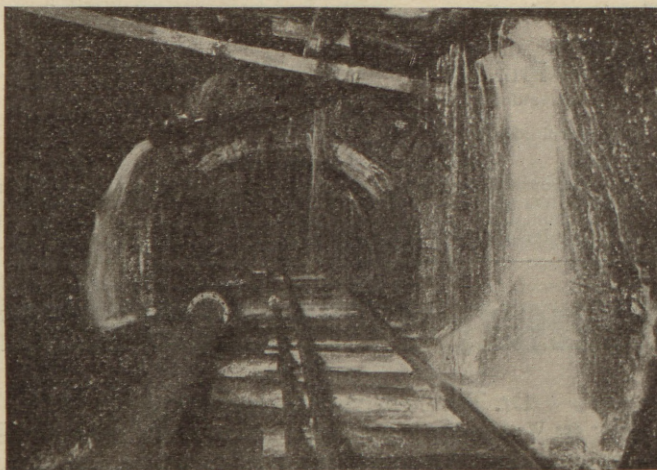


Abb. 63. Warme Quelle im Stollen II des Simplontunnels. Km. 10.625 ab N. P.

Aus: **Der Bau langer tiefliegender Gebirgstunnel**
Von **C. Andreae**

Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich
Mit 83 Textabbildungen. VI, 151 Seiten. 1926. RM 13,20

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

25

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 RM 7.50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 0.75 zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{4}$ Seite RM 150.—;

Millimeter-Zeile RM 0.35. 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.
Postcheckkonto Nr. 118 935.

BERTRAND RUSSELL DIE PROBLEME DER PHILOSOPHIE

Autorisierte Übersetzung von PAUL HERTZ

VIII, 143 Seiten.

Broschiert RM 5.25; in Leinen RM 7.—

Die klarste und reifste Einführung in philosophisches
Denken für jeden Naturwissenschaftler

DER WELTKREIS-VERLAG / ERLANGEN

Die Theorie der Emulsionen und der Emulgierung

Von Dr. William Clayton

Schriftführer des Ausschusses für Kolloidchemie
der „British Association“

Mit einem Geleitwort von Prof. F. G. Donnan

Vorsitzender des Ausschusses für Kolloidchemie
der „British Association“

Deutsche, vom Verfasser erweiterte Ausgabe von
Dr. L. Farmer Loeb

150 Seiten mit 18 Abbildungen. 1924

RM 7.80; gebunden RM 8.70

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN I

Konstruktive Abbildungsverfahren

Eine Einführung in die neueren Methoden der darstellenden Geometrie

Von

Prof. Dr. Techn. Ludwig Eckhart

Privatdozent an der Technischen Hochschule in Wien

Mit 49 Abbildungen im Text. IV, 119 Seiten. 1926. Preis: RM 5.40

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — Die lineare Abbildung des gewöhnlichen Punktraumes auf die Punktepaare in der Ebene (Zweibilderprinzip). — Sonderfälle des Zweibilderverfahrens. — Eine darstellende Geometrie des vierdimensionalen Punktraumes. — Eine nichtlineare Abbildung der Punkte des gewöhnlichen Raumes (Netzprojektion). — Darstellende Geometrie des Strahlraumes. — Das Zweispurenprinzip. — Die kinematische Abbildung. — Zyklographie. — Einige andere Abbildungen.

Soeben erschienen:

Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken

Von

Dr. Techn. Armin Schoklitsch

o. ö. Professor des Wasserbaues an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn

124 Abbildungen im Text. 112 Seiten. 1926. Preis: RM 8.70, gebunden RM 10.20

Die vorliegende Untersuchung bringt Versuche und Beobachtungen über die Geschiebebewegung in Flüssen. Sie zeigt, welchen Änderungen und Hemmungen die Geschiebebewegung durch den Einbau und den Betrieb von Stauwerken unterliegt und in welchem Maße sie wieder auf das Verhalten des Wehres zurückwirkt.

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung. — Charakterisierung des Geschiebes. — Die Abnutzung und Aufbereitung der Geschiebe. — Die Geschiebe- und die Sinkstoffbewegung in Flußläufen. — Die Änderung der Sohlenlage im Staubeiche und in der Entnahmestrecke. — Auswahl der Entnahmestelle mit Rücksicht auf Geschiebebewegung. — Bemessung des Einlaufquerschnittes mit Rücksicht auf Geschiebebewegung. — Einfluß der Tauchwand und der Vorpritsche auf die Verlandung des Einlaufbeckens. — Die Grundrißform des Einlaufbeckens. — Die Geschiebebewegung über ein Stauwerk und die Sohlenausbildung unter demselben. — Die Spülung des Wehrbereiches und des Werkgrabens. — Vergleich von Messungen am Stauwerk Peggau an der Mur mit den Ergebnissen von Versuchen an einem Modell des Peggauer Wehres.

Quantenmechanik¹⁾.

Von WERNER HEISENBERG, Kopenhagen.

(Aus dem Institut für theoretische Physik der Universität.)

Nach unserer gewöhnlichen „Anschauung“, d. h. bei Anwendung der üblichen Raum-Zeitbegriffe, werden Raum und Materie als in letzter Linie kontinuierlich und *im Prinzip* in beliebig kleine Teile zerlegbar vorgestellt — von der etwaigen technischen Undurchführbarkeit einer solchen Zerlegung abgesehen. Die physikalischen und chemischen Erfahrungen haben aber, entgegen dieser Folgerung aus unserer einfachen Anschauung, ergeben, daß bei den Vorgängen in ganz kleinen Räumen und Zeiten ein typisch diskontinuierliches Element eine hervorragende Rolle spielt. Die „ganzzahligen Proportionen“ in der Chemie schon legten den Gedanken an eine atomistische Struktur der Materie nahe, die sog. „Schwankungserscheinungen“ (BROWNSCHE Bewegung, Streuung des Lichtes usw.) führten zur Vorstellung vom Aufbau der Materie aus Korpuskeln von *wohldefinierter, endlicher* Größe, in den Versuchen über Korpuskularstrahlen (Kathodenstrahlen, α -, β -Strahlen) gelangten die kleinsten Bausteine der Materie *direkt* zur Beobachtung. Wegen dieser unmittelbaren experimentellen Evidenz der atomistischen Vorstellungen lag es daher nahe, den Grundbausteinen der Materie — also in letzter Linie dem positiven und dem negativen Elektron — die gleiche Art von Realität zuzusprechen, wie etwa den Gegenständen der uns umgebenden täglichen Welt; man stellte sich also diese Grundbausteine als außerordentlich kleine Körperchen bekannter (und zwar immer ein und derselben) Ladung und Masse, doch noch unbekannter inneren Struktur vor, die sich nach näher zu ergründenden Gesetzen in Raum und Zeit, und zwar in der unserer Anschauung entsprechenden bekannten kontinuierlichen Raum-Zeitwelt — bewegten. Diese Vorstellung hat sich wohl im Laufe der Zeit als falsch erwiesen, was ja auch im Hinblick auf die eigentliche prinzipielle Unanschaulichkeit jenes diskontinuierlichen Elements keineswegs zu verwundern war; die Elektronen bzw. die Atome besitzen *nicht* jenen Grad von unmittelbarer Realität, wie die Gegenstände der täglichen Erfahrung. Die Untersuchung der Art von physikalischer Realität, die den Elektronen und Atomen zukommt, ist eben der Gegenstand der Atomphysik und damit auch der „Quantenmechanik“ (Qu.M.). Jenes typisch diskontinuierliche Element, über das wir oben gesprochen haben, findet nicht nur in der Tatsache der atomistischen Struktur der Materie ihren Ausdruck, sondern auch in den

Gesetzmäßigkeiten des Atombaues. Aus der BOHRschen Theorie, sowie experimentell aus den FRANCK - HERTZschen Stoßversuchen und dem STERN - GERLACHschen Molekularstrahlversuch schließen wir die Existenz diskreter stationärer Zustände der Atome, wobei die Übergangsprozesse von einem solchen Zustand zu einem andern als typisch diskontinuierliche Akte zu betrachten sind. Schließlich treffen wir dieses diskontinuierliche Element bei den Strahlungsphänomenen. Dies hat zuerst PLANCK aus dem von ihm gefundenen Gesetz der schwarzen Strahlung erschlossen, EINSTEIN hat gezeigt, daß eben wieder die Schwankungserscheinungen auf die Vorstellung von „Lichtkorpuskeln“ ganz bestimmter wohldefinierter Energie und wohldefinierten Impulses führen und die Experimente über den lichtelektrischen Effekt, der COMPTON-Effekt und insbesondere das GEIGER-BOTHEsche Experiment über den COMPTON-Effekt veranschaulichen die Fruchtbarkeit der Lichtquantenhypothese aufs Deutlichste. Trotzdem hat man den Lichtquanten — im Gegensatz zu den Materiepartikeln — von vornherein nie die Art von Realität zugesprochen, die den Gegenständen der täglichen Welt zukommt, da man sich durch eine solche Vorstellung in allzu große Widersprüche mit den bewährten Gesetzen der klassischen Optik verwickelt hätte. Wohl aber bestehen Anzeichen dafür — was besonders von EINSTEIN betont worden ist —, daß umgekehrt den *Elektronen* ein ähnlicher Grad von Realität zukommt, wie den *Lichtquanten*; doch soll auf diese Frage erst später eingegangen werden. Hier kam es uns darauf an, zu betonen, daß die Untersuchung jenes typisch diskontinuierlichen Elementes und jener „Art von Realität“ das eigentliche Problem der Atomphysik und daher auch der Inhalt aller quantenmechanischen Überlegungen ist.

I. Durch die Experimente von LENARD und RUTHERFORD und durch die großen Erfolge der BOHRschen Theorie konnte es als bewiesen gelten, daß die Atome aus positiven und negativen Elektronen aufgebaut seien, so wie diese Theorie es annimmt. Gleichzeitig bedeuteten die BOHRschen Grundpostulate der Quantentheorie schon einen endgültigen Bruch mit den Begriffen der klassischen Theorie. Es lag trotzdem nahe, die Benutzung klassischer Begriffe und Bilder so weit zu versuchen, als es logisch möglich schien. Die so entstehende Form der BOHRschen Theorie, die durch das Korrespondenzprinzip eine vollständige *qualitative* Beschreibung fast aller Züge des Atom-

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der 89. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Düsseldorf.

baues bis in die Einzelheiten ermöglichte, genügte jedoch nicht zu einer quantitativen Beschreibung der Atomvorgänge; auch stellten sich bei der Anwendung dieser Form der Theorie auf gewisse Probleme (Dispersion, Wasserstoffatom in gekreuzten Feldern) große gedankliche Schwierigkeiten heraus. Die eigentliche Ursache dieser Schwierigkeiten war eben die dem Wesen der quantentheoretischen Grundpostulate fremde Übertragung klassischer Begriffe und Vorstellungen auf die Probleme des Atombaus, die Benützung einfach anschaulicher Modelle und Bilder zur Deutung physikalischer Gesetzmäßigkeiten, deren anschaulicher Inhalt in Wirklichkeit durchaus nicht zu übersehen war.

Das Programm der Qu.M. mußte daher sein, sich zunächst von diesen anschaulichen Bildern freizumachen und an Stelle der bisher benutzten Gesetze der klassischen Kinematik und Mechanik einfache Beziehungen zu setzen zwischen experimentell gegebenen Größen. Während also die frühere Theorie den Vorteil der unmittelbaren Anschaulichkeit und des Gebrauchs bewährter physikalischer Prinzipien mit dem Nachteil verband, im allgemeinen mit Beziehungen zu rechnen, die prinzipiell nicht prüfbar waren und daher zu inneren Widersprüchen führen konnten, sollte die neue Theorie auf die Anschaulichkeit zunächst ganz verzichten, dafür aber nur ganz konkrete Beziehungen enthalten, die einer unmittelbaren experimentellen Prüfung zugänglich sind und deswegen kaum in die Gefahr innerer Widersprüche kommen. Um dieses Ziel zu erreichen, mußte man sich von der klassischen Anschauung offenbar sehr weit entfernen: Denkt man etwa an das Spektrum des Wasserstoffatoms, so bestand ja der bekannte Widerspruch, daß das Spektrum *jeder* periodischen Bewegung einer Partikel nach der klassischen Kinematik ein Spektrum äquidistanter Linien sein muß, daß aber in Wirklichkeit ein Linienspektrum mit Häufung der Linien im endlichen beobachtet wird und daß wir trotzdem schon um des Korrespondenzprinzips willen von einer periodischen Bewegung des Elektrons sprechen möchten. Wenn überhaupt die Korpuskularvorstellung beibehalten werden sollte, konnte man dieser Schwierigkeit offenbar nur entgehen, wenn man überhaupt darauf verzichtete, dem Elektron oder dem Atom einen bestimmten Punkt im Raum als Funktion der Zeit zuzuordnen; zur Rechtfertigung muß angenommen werden, daß ein solcher Punkt auch nicht direkt beobachtet werden kann. Dieser Verzicht bedeutet die *erste entscheidende Einschränkung* bei der Diskussion der Realität der Korpuskeln.

An Stelle des aufgegebenen Begriffs vom „Ort des Elektrons“ versuchte die Qu.M. eine Gesamtheit physikalisch wohldefinierter Größen zu setzen, die in der *klassischen* Theorie dem „Ort des Elektrons“ mathematisch äquivalent wäre. Die gesamte Ausstrahlung des Elektrons würde in der klassischen Theorie durch die Fourierentwick-

lung der Bewegung des Elektrons gegeben sein und insofern als Repräsentant der Bewegung des Elektrons angesehen werden können. Frequenz, Amplitude und Polarisation einer Spektrallinie sind jedenfalls wohldefinierte beobachtbare Größen. Daher wurde in der Qu.M. die Gesamtheit der beobachtbaren Strahlungsgrößen, die der klassischen Fourierreihe entsprechen, als Repräsentant des „Ortes des Elektrons“ angesehen. Da nach den Grundpostulaten der Quantentheorie die Ausstrahlung einer Linie mit dem Übergang von einem stationären Zustand des Atoms zu einem anderen verknüpft ist, so ist jede Strahlungsgröße zwei Termen oder Zuständen zugeordnet. An Stelle der klassischen „Koordinate des Elektrons“ trat also in der Qu.M. eine zweidimensionale „Tabelle“ von Strahlungsgrößen, eine sog. „Matrix“.

Es lag der weitere Schritt nahe, an Stelle aller aus der klassischen Theorie übernommenen und vielleicht nicht direkt beobachtbaren Begriffe wie *Impuls, Energie* usw. solche Tabellen von konkreten, beobachtbaren Größen einzuführen. Der Gesamtenergie des Atoms entsprach dann z. B. die Tabelle aller Energiewerte der stationären Zustände des Atoms. Diese eben genannte Annahme bedeutete eine weitere Einschränkung der oben diskutierten Realitätsverhältnisse der Atome. Gleichzeitig ermöglichte diese Annahme eine merkwürdig enge Verbindung der Qu.-M. mit den in den Grundpostulaten der BOHRschen Theorie enthaltenen Zügen von Diskontinuität. Zunächst stellte sich heraus, daß die Existenz diskreter Energiewerte für die Qu.M. ebenso natürlich war, wie etwa die Existenz diskreter Eigenschwingungen einer Membran für die klassische Theorie. Weiter zeigte sich, daß einfache Beziehungen, die aus Überlegungen etwa über die Häufigkeit von Übergängen oder über Zeitmittelwerte von diskontinuierlich veränderlichen Größen gewonnen waren, auch als mathematisches Resultat des Rechnens mit solchen Tabellen von Strahlungsgrößen gewonnen werden konnten. Dies scheint mir eine der allerwichtigsten Eigenschaften der Qu.M.; leider ist eben diese Eigenschaft der Qu.M. bisher wenig untersucht worden.

Um zu einer geschlossenen Theorie zu kommen, war es noch notwendig, die mathematischen *Beziehungen* zwischen jenen Tabellen von Strahlungsgrößen zu finden, die den Beziehungen der klassischen Mechanik korrespondenzmäßig entsprachen; es stellte sich heraus, daß diese Beziehungen formal sehr einfach waren: Aus physikalischen Analogieschlüssen fand man, daß Addition und Multiplikation dieser Tabellen nach den wohlbekannten Rechenregeln der *Matrizenalgebra* erfolgen mußten, rein *formal* bestand also der Unterschied der neuen von der alten Theorie zunächst nur in der Nichtgültigkeit der Kommutativität der Multiplikation. Die HAMILTONschen Gleichungen der Mechanik konnten der Form nach vollständig in die neue Theorie übernommen werden. Wegen der Nichtkommutativität der

Multiplikation mußten noch gewisse Vertauschungsrelationen angegeben werden, um das mathematische Schema der Theorie vollständig zu machen. Diese Relationen entsprachen in gewissem Sinne den Quantenbedingungen der früheren Theorie und enthielten als einzige Relationen der neuen Theorie die PLANCKSche Konstante.

Damit ist dann das mathematische Schema der Qu.M. schon vollständig gegeben. Bei seiner näheren Durchführung, auf die ich gleich zu sprechen kommen werde, stellt sich heraus, daß die Qu.M. in vieler Beziehung der klassischen Theorie so ähnlich ist, wie man überhaupt verlangen konnte. Es gelten Energiesatz und Impulssätze, wie in der klassischen Theorie. Es läßt sich eine Theorie der kanonischen Transformationen und damit eine vollständige Störungstheorie entwickeln, die ganz den Methoden der Astronomie entspricht. Die Qu.M. ist sogar in dieser Beziehung viel einfacher als die klassische Mechanik. Die Störungsreihen beim Mehrkörperproblem zeigen in der klassischen Theorie die berüchtigten Konvergenzschwierigkeiten, in der Qu.M. konvergieren diese Reihen im allgemeinen und das Mehrkörperproblem hat hier keine prinzipielle Schwierigkeiten.

So mag die Qu.M. wenigstens prinzipiell dem Stand unserer tatsächlichen physikalischen Erfahrungen über Atome ganz weitgehend entsprechen. Für makroskopische Vorgänge geht die Qu.M. formal in die klassische Mechanik über — so, daß sich auch die Realitätsverhältnisse denen unserer gewöhnlichen Anschauung außerordentlich weit annähern können. Für mikroskopische Vorgänge bleiben nur noch Relationen zwischen beobachtbaren experimentell gegebenen Größen übrig, eine unmittelbare anschauliche Deutung kann den zugrunde liegenden physikalischen Vorgängen einstweilen nicht gegeben werden.

Zur experimentellen Prüfung der Theorie liegt ein außerordentlich umfangreiches Material vor: die Spektre aller Elemente, Energiemessungen usw. Zum Vergleich der Theorie mit dem Experiment war aber zunächst ein mathematischer Ausbau der Theorie erforderlich. Er ist auf drei verschiedene Weisen — unabhängig — durchgeführt worden.

I. BORN-JORDAN: Da von vornherein die quantenmechanischen Größen als Matrizen gegeben sind, werden die bekannten Methoden der höheren linearen Algebra angewendet. Die Lösung eines quantenmechanischen Problems wird zurückgeführt auf ein Eigenwertproblem, nämlich eine Hauptachsentransformation einer HERMITESchen Form. Behandelt: Wasserstoffatom, Zeemaneffekt, Starkeffekt (PAULI), Intensitäten beim Zeemaneffekt, Multipletts und anomaler Zeemaneffekt, Feinstruktur, Bandenspektre: Oszillator, Rotator; Dispersionstheorie.

2. DIRAC. Es wird Algebra und Analysis von Größen, für die das kommutative Gesetz nicht gilt („q-Zahlen“) — unabhängig von ihrer Deutung als „Matrizen“ — soweit ausgebaut, daß einfache Rechenverfahren, die denen der klassi-

schen Theorie weitgehend analog sind, zur Behandlung mechanischer Probleme gefunden werden können (Einführung der Wirkungs- und Winkelvariablen, Fourierreihen; vgl. auch Arbeiten von LONDON). Behandelt: Wasserstoffatom, Intensitätsformeln bei den Multipletts, g-Werte, relativistische Qu.M. Comptoneffekt, $\frac{h\nu}{c}$ Rückstoß, Dispersion.

3. SCHRÖDINGER. Auf die physikalischen Grundlagen der SCHRÖDINGERSchen Theorie werde ich nachher zu sprechen kommen; einstweilen sei nur auf ihre Bedeutung für den mathematischen Ausbau der Qu.M. hingewiesen. Nach bekannten Prinzipien der höheren linearen Algebra und der Analysis ist ein Eigenwertproblem einer unendlichen quadratischen Form, wie das BORN-JORDANSche, im allgemeinen äquivalent mit einem durch eine lineare Differentialgleichung und Randbedingungen charakterisierten analytischen Eigenwertproblem. Wenn es gelang, diese lineare Differentialgleichung und dieses Eigenwertproblem zu finden, so war die mathematische Behandlung quantenmechanischer Probleme zurückgeführt auf außerordentlich weitentwickelte mathematische Disziplinen. Dies wurde durchgeführt von SCHRÖDINGER, der aber zu diesem mathematischen Schema auf einem anderen, als dem hier angegebenen Wege und unabhängig von den früheren quantenmechanischen Arbeiten gekommen ist. Behandelt: Wasserstoffatom (ohne magnetische Feinstruktur), Starkeffekt, Zeemaneffekt, Bandenspektre, Dispersion. Die Stärke des SCHRÖDINGERSchen Verfahrens besteht hauptsächlich darin, daß es eine einfache Bestimmung der Übergangswahrscheinlichkeiten gestattet, was bei den anderen mathematischen Methoden im allgemeinen sehr schwierig sein dürfte. Behandelt: Intensitäten im Starkeffekt des Wasserstoffatoms, Intensitätsformeln bei den Zeemaneffekten. Intensitäten in der LYMAN- und der BALMERserie (PAULI).

II. Kehren wir von dem mathematischen Ausbau der Theorie wieder zur physikalischen Bedeutung dieses Formalismus, also zur Diskussion der Aussagen, die sich über die Realität und die Gesetze der Korpuskeln machen lassen, zurück. Von einer ganz anderen Seite her ist ein Angriff auf dieses Problem unternommen worden durch die Theorie DE BROGLIES, aus der ja SCHRÖDINGERS Überlegungen hervorgegangen sind, und die EINSTEINSche Anwendung der Boseschen Statistik. Die Einschränkungen, die wir in Teil I über die Realität der Korpuskeln gemacht haben, insbesondere die Aussage, daß es unmöglich sei, einer Korpuskel einen bestimmten Ort als Funktion der Zeit, eine bestimmte Energie usw. zuzuordnen, lassen es schon als möglich erscheinen, daß die Realität der Materiekorpuskeln eine große Ähnlichkeit aufweist mit der Realität der Lichtquanten, denen ja auch wegen der Interferenz- und Beugungsphänomene der Lichtwellen nicht eine bestimmte Bahn und ein bestimmter

Ort zugeschrieben werden kann. Eine Analogie im Verhalten von Materiekorpuskeln und Lichtquanten wird besonders deutlich, wenn man die Reflexion eines Materieteilchens etwa an einem Beugungsgitter quantenmechanisch untersucht. Das Materieteilchen erleidet dann, wie vor kurzem auf Grund einer Überlegung DUANES von JORDAN gezeigt worden ist, nach der Qu.M. Reflexion an dem Gitter nur in ganz bestimmten, diskreten Richtungen, ebenso wie ein Lichtstrahl in ganz bestimmten diskreten Richtungen abgelenkt wird. Ähnliche Analogien hatten DE BROGLIE zu folgender Annahme geführt, und zwar lange vor dem Entstehen der Qu.M.: Ebenso, wie bei der Theorie des Lichtes einstweilen jener merkwürdige Dualismus besteht, nach dem viele Erscheinungen durch die Wellentheorie des Lichtes, andere durch die Lichtquantentheorie, manche durch beide Theorien beschrieben werden können, so mag ein solcher Dualismus auch bei den Materiepartikeln einstweilen berechtigt sein; DE BROGLIE ordnete also jedem Materieteilchen eine Welle bestimmter Frequenz zu; diese Frequenz bestimmte sich, wie bei den Lichtquanten, aus der Energie der Partikel nach der $h\nu$ -Relation. Nach EINSTEIN sollten diese Wellen, ebenso wie Lichtwellen, zu Interferenzen Anlaß geben; eine Schar von Elektronen sollte also bei der Reflexion an einem Gitter eben in bestimmten diskreten Richtungen abgelenkt werden. Ein solches Ergebnis wurde später — wie oben erwähnt — auch auf Grund der Qu.M. gefunden und dieser Sachverhalt schon legt den Gedanken nahe, daß die Qu.M. und die DE BROGLIESchen Wellen in engstem Zusammenhang stehen. DE BROGLIE wies auch schon darauf hin, daß man die BOHRschen Bahnen im Wasserstoffatom erhalten könnte, wenn man forderte, daß der dem Elektron entsprechende Wellenzug um den Kern herum eine eindeutige Funktion des Raumes sei. Der eigentliche Zusammenhang der DE BROGLIESchen Theorie und der Qu.M. wurde aufgedeckt durch SCHRÖDINGER. Dieser Forscher hat die von DE BROGLIE und EINSTEIN herrührenden Gedanken weiter ausgebaut, indem er die Differentialgleichung der DE BROGLIESchen Wellen aufstellte und zeigte, daß das ihr entsprechende Eigenwertproblem eben das Eigenwertproblem der Qu.M. sei. Dabei hat es sich allerdings herausgestellt, daß eine dreidimensionale Wellengleichung, wie in der Theorie des Lichtes, in der Theorie der Materie nicht angegeben werden konnte, da ja die Wellengeschwindigkeit immer noch von der Anwesenheit anderer Partikel beeinflußt werden kann. Dagegen war es möglich, bei einem Problem über die Bewegung von f -Korpuskeln eine Wellengleichung im Koordinatenraum von $3f$ -Dimensionen aufzustellen, die dann das quantenmechanische Problem mathematisch völlig ersetzte. Es ist bisher nicht allgemein gelungen, einen direkten Zusammenhang der SCHRÖDINGERSchen Wellen im Phasenraum mit den DE BROGLIESchen Wellen im gewöhnlichen Raum, die den Lichtwellen analog sein sollten, herzustellen. Die

Wellen im q -Raum haben also bis jetzt nur eine formale Bedeutung. Ebenso, wie seinerzeit eine große formale Ähnlichkeit der klassischen Mechanik mit einer geometrischen Optik in mehrdimensionalen Räumen von HAMILTON aufgedeckt und zur Grundlage für die wirksamste mathematische Behandlungsweise klassischer Probleme ausgebaut wurde, so besteht nach SCHRÖDINGER eine große formale Ähnlichkeit der Qu.M. mit einer Wellenoptik in mehrdimensionalen Räumen, die auch hier zur wirksamsten mathematischen Behandlungsweise quantenmechanischer Probleme führt. Es ist in letzter Zeit manchmal (SCHRÖDINGER, FLAMM) die Vermutung ausgesprochen worden, daß auf Grund der SCHRÖDINGERSchen Differentialgleichung eine rein kontinuierliche Beschreibung der quantentheoretischen Erfahrungen im Sinne etwa der klassischen Theorie möglich sei, daß also die Quantentheorie in ihrer bisherigen Form illusorisch sei. Bei einer konsequenten Durchführung dieses Gesichtspunktes verläßt man aber eben die Grundlagen der DE BROGLIESchen Theorie, damit der Qu.M. und aller Quantentheorie überhaupt und gerät meines Erachtens in vollständigen Widerspruch mit der Erfahrung (Gesetz der schwarzen Strahlung; Dispersionstheorie). Dieser Weg ist also nicht gangbar. Die eigentliche Realität der DE BROGLIESchen Wellen liegt vielmehr in den oben genannten Interferenzphänomenen, die jeder Deutung auf Grund klassischer Begriffe spotten. Die außerordentliche physikalische Bedeutung der SCHRÖDINGERSchen Ergebnisse liegt in der Feststellung, daß eine anschauliche Interpretation der quantenmechanischen Formeln sowohl typische Züge einer Korpuskulartheorie, wie typische Züge einer Wellentheorie enthält.

III. EINSTEIN hat, ausgehend von der BOSESchen Statistik der Lichtquanten, eine Statistik der Materiepartikel vorgeschlagen, die die Realität der DE BROGLIESchen Wellen noch von einer anderen Seite her beleuchtet. BOSE hatte gezeigt, daß man zu einer mit der Erfahrung übereinstimmenden Statistik der Lichtkorpuskeln kommen könnte, wenn man darauf verzichtete, den Ort eines Partikels im Phasenraum zur Bestimmung des „Zustandes“ zu verwenden, und wenn man statt dessen einen Zustand als durch die Angabe, *wieviele* gleichartige Partikel sich in einer Zelle des Phasenraums befinden, bestimmt ansieht. Diese Grundannahme der Boseschen Statistik, die in einer Korpuskulartheorie zunächst keinen Platz zu haben scheint und jedenfalls eine sehr merkwürdige weitere Einschränkung der Realität der Korpuskeln bedeutet, wird einigermaßen verständlich, wenn man von den Lichtkorpuskeln zu den in irgendeiner bisher nicht bekannten Weise „entsprechenden“ Lichtwellen übergeht; an Stelle der „Zahl der Korpuskeln“ tritt dann die „Energie einer Eigenschwingung“ als Bestimmungsstück eines Zustandes, was durchaus der gewöhnlichen Statistik entspricht. Diese Grundannahme der BOSESchen Statistik hat EINSTEIN direkt auf die Statistik gleicher Materieteilchen übertragen; vom

Standpunkt der DE BROGLIESchen Wellentheorie aus ist eine solche Statistik wieder verständlich; in einer Korpuskulartheorie bedeutet sie, daß es im allgemeinen nicht möglich sei, eine Korpuskel auf ihrem Wege zu verfolgen und wiederzuerkennen d. h. die Individualität einer Korpuskel kann verloren gehen. Eine solche Annahme liegt durchaus im Sinn der oben gelegentlich der Ableitung der Grundlagen der Quantenmechanik gemachten Einschränkungen bei Begriffen, wie Ort des Elektrons usw. Trotzdem stand dieser EINSTEINSchen Statistik die Qu.M. zunächst fremd gegenüber. Denn da die Qu.M. mit Korpuskeln rechnet bzw. bei SCHRÖDINGER mit Wellen in 3-f-dimensionalen Räumen, so ergibt eine Abzählung der Zustände z. B. eines Atoms immer zunächst das der *klassischen* Statistik entsprechende Resultat.

Um diesen Widerspruch aufzuklären, wurden die bei den Atomsystemen auftretenden Mehrkörperprobleme genauer untersucht. Zwar handelt es sich hier um ein mechanisches Problem, das von dem der EINSTEINSchen Statistik zugrunde liegenden verschieden ist. Man konnte aber doch erwarten, die wesentlichen Züge, die die EINSTEINSche Statistik von der klassischen unterscheiden, auch hier wiederzufinden. Zunächst zeigte sich — unter diesem Vorbehalt — daß die experimentell gefundene Anzahl von stationären Zuständen bei Atomen mit mehreren Elektronen eine eindeutige Entscheidung *zugunsten* einer Reduktion der statistischen Gewichte im EINSTEINSchen Sinne und *zuungunsten* der klassischen Statistik lieferte. Wäre die klassische Statistik richtig, so wäre die Anzahl der stationären Zustände um ein vielfaches größer, als die beobachtete. Weiter zeigte sich, daß die quantenmechanische Lösung eines Mehrkörperproblems eine charakteristische Unbestimmtheit aufweist: Das gesamte Termsystem oder Termspektrum des Problems zerfällt in verschiedene *Teilsysteme*. Unter diesen Teilsystemen ist eines, das keine „äquivalenten Bahnen“ enthält und von den anderen in der Weise getrennt ist, daß auf keine Weise Übergänge von Termen dieses Teilsystems zu Termen anderer Teilsysteme vorkommen können. Nun kann sowohl das gesamte Termsystem, als auch dieses Teilsystem als vollständige quantentheoretische Lösung angesehen werden. Denn von einer quantenmechanischen Lösung eines Problems wird ja nur verlangt, daß das ihr entsprechende Termsystem „geschlossen“ sei, d. h. daß es nur Übergänge innerhalb des Systems geben dürfte. Wählt man nun, zunächst ohne eigentliche Begründung, dieses eine Teilsystem als endgültige quantenmechanische Lösung aus, so reduziert man damit einerseits die statistischen Gewichte eben in dem von EINSTEIN vorgeschlagenen Sinne und erfüllt andererseits von selbst PAULIS Verbot äquivalenter Bahnen. Wie weit das PAULISChe Verbot umgekehrt eine Modifikation der EINSTEINSchen Statistik notwendig macht, ließ sich aus dieser Untersuchung nicht entscheiden. Ein enger Zusammenhang mit der

EINSTEINSchen Statistik ist daran zu erkennen, daß diese Reduktion der statistischen Gewichte nur möglich ist bei völliger Gleichheit der Partikel des Mehrkörperproblems (bei Elektronen ist diese Gleichheit natürlich gegeben). Bei auch sehr kleinen Verschiedenheiten der Partikel treten *Übergänge* zwischen den genannten Teilsystemen auf, als quantenmechanische Lösung kommt dann nur das *gesamte* Termsystem in Betracht — was der klassischen Abzählung entspricht. Der mechanische Grund für die oben diskutierte Einteilung des Termspektrums in Teilsysteme, die nicht miteinander kombinieren, ist ein charakteristisches Resonanzphänomen, das darin besteht, daß in allen Mehrkörperproblemen die das System bildenden Partikel kontinuierlich die Plätze tauschen; z. B. ist eine Unterscheidung zwischen inneren und äußeren Elektronen bei Atomen sinnlos. Wenn, wie oben angegeben, das eine Teilsystem als quantentheoretische Lösung ausgewählt wird, so bedeutet dies nach dem Gang der Rechnung, daß nur symmetrische Funktionen der Elektronen des Atoms physikalischen Sinn haben, daß es nicht möglich ist, über die Bewegung eines einzelnen Elektrons, auch nicht über die diese Bewegung repräsentierende Matrix zu sprechen. Dies bedeutet eine neue Einschränkung in der Frage nach der Realität der Korpuskeln. Als Beispiel für Mehrkörperprobleme sind bisher untersucht worden die Spektre der Atome mit zwei Elektronen, also

He und Li mit befriedigender Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Die verschiedenen Aussagen, die sich nach den hier besprochenen Überlegungen über das typisch diskontinuierliche Element bei Vorgängen in kleinen Dimensionen, über die Korpuskeln und ihre Realitätsverhältnisse machen lassen, sollen noch einmal kurz zusammengefaßt werden:

1. Aus allen Versuchen über α - und β -Strahlen, WILSONaufnahmen, Molekularstrahlen usw. folgt die unmittelbare experimentelle Evidenz der Materiekorpuskeln. Ähnlich lassen die Experimente über den lichtelektrischen Effekt, der GEIGER-BOTHEsche Versuch (vgl. auch den neueren Versuch von BOTHE und die Untersuchungen von KIRCHNER) direkt die Realität der Lichtquanten in Erscheinung treten. Die Existenz *diskreter* stationärer Zustände bei den Atomen wird durch die FRANCK-HERTZschen Stoßversuche und die STERN-GERLACHschen Molekularstrahlexperimente dargetan.

2. Es ist nicht möglich, einer Korpuskel einen bestimmten Ort als Funktion der Zeit zuzuordnen, doch kann ihr eine Gesamtheit von Strahlungsgrößen, die die Fourierreihe der klassischen Theorie ersetzen, zugeordnet werden. Es ist ferner unter einer Reihe gleichartiger Korpuskeln prinzipiell nicht möglich, eine bestimmte Korpuskel immer wieder zu identifizieren.

3. Es besteht in unserer anschaulichen Interpretation des physikalischen Geschehens und der

mathematischen Formeln ein Dualismus zwischen Wellentheorie und Korpuskulartheorie derart, daß viele Phänomene am natürlichsten durch eine Wellentheorie sowohl des Lichtes wie der Materie beschrieben werden, insbesondere Interferenz- und Beugungsphänomene, während andere Phänomene wieder nur auf Grund der Korpuskulartheorie gedeutet werden können.

Diese Feststellungen sollten den jetzigen Stand unseres Wissens über das bei den Vorgängen in

sehr kleinen Räumen auftretende typisch diskontinuierliche Element in groben Umrissen wiedergeben. Die in dem bisherigen Schema enthaltenen Widersprüche der anschaulichen Deutungen verschiedener Phänomene sind ganz unbefriedigend. Zu einer widerspruchsfreien anschaulichen Interpretation der ja an sich widerspruchsfreien Experimente fehlt bis jetzt noch irgendein wesentlicher Zug in unserem Bilde vom Bau der Materie.

Über den Vagusstoff.

Von O. LOEWI, Graz.

(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität.)

Im Jahrgang 1922 (Heft 3) dieser Wochenschrift wurde über den damaligen Stand meiner Untersuchungen „über die humorale Übertragbarkeit der Herznervenzustörungen“ berichtet. Über Wunsch der Schriftleitung seien im folgenden die Ergebnisse derjenigen seitdem durchgeführten Untersuchungen kurz mitgeteilt, die der Erforschung der Natur des „Vagusstoffs“ galten.

Wir fanden zunächst¹⁾, daß der Vagusstoff, wie wir der Kürze halber den noch nicht isolierten chemischen Träger der Vaguswirkung in den Herzextrakten und -diffusaten bezeichnen, durch Colloidsmembranen dialysiert, alkaliempfindlich aber säureunempfindlich ist und bei saurer Reaktion des Mediums bei 40° ohne, bei 100° mit sehr geringem Wirkungsverlust zur Trockne gebracht werden kann. Der trockne Stoff ist auch nicht spurenweise in Äther, wohl aber völlig in absolutem Alkohol löslich. Was die Art des Stoffes anbetrifft, so konnten wir in Bestätigung unserer früheren Versuche²⁾ erneut feststellen, daß der Vagusstoff nicht Cholin ist; denn eine Cholinmenge von gleicher Wirkungsstärke wie der Stoff ist nach der Acetylierung viel stärker wirksam als der acetylierte Stoff. Seine Natur aufzudecken konnten wir mit Rücksicht auf die nach unseren Erfahrungen aus welchem Material immer zu gewinnende minimale Ausbeute nicht daran denken, ihn zu isolieren und rein darzustellen. Wir mußten also versuchen auf anderem Weg zum Ziel zu gelangen. Den Ausgangspunkt für diesen Weg bildete die Tatsache, daß die Wirkung ins Herz eingefüllten Vagusstoffs sehr rasch schwindet³⁾, und daß nach dem Wirkungsschwund die Herzfüllung völlig unwirksam ist, also keinen Vagusstoff mehr enthält. Am nächsten lag es als Ursache des Schwundes Zerstörung des Vagusstoffs durch das Herz anzunehmen.

Zu prüfen, ob das Herz Vagusstoff zerstört, gingen wir derart vor⁴⁾, daß wir ein wässriges

Herzextrakt darstellten, dies mit Vagusstoff beschickten und bei 18° bzw. 38° stehen ließen; die zu verschiedenen Zeiten vom Moment der Mischung an angestellte Prüfung ergab in der Tat eine mit der Zeit zunehmende Abnahme der Wirksamkeit; das Herz ist also fähig Vagusstoff zu zerstören. Wodurch bewirkt das Herz bzw. sein wässriger Extrakt diese Zerstörung? Es stellte sich heraus, daß alle Eingriffe, die Fermente unwirksam machen, als Erhitzen auf 56°, Bestrahlen mit Fluoreszenz- und Ultraviolettlicht auch die Fähigkeit des Herzextraktes Vagusstoff zu zerstören aufheben: die Zerstörung ist also durch ein Ferment bedingt.

Es kam nun alles darauf an, festzustellen, welcher Art die Wirkung dieses Fermentes ist, weil die Klarlegung derselben auch zur Klarlegung des Charakters des Vagusstoffs beitragen mußte.

Schon von Anfang an hatte ich an die Möglichkeit gedacht, daß der Vagusstoff ein Cholinester sei¹⁾. Diese Anschauung wurde später²⁾ gestützt durch die Beobachtung, daß Wirkungsbild und Wirkungsablauf einer bestimmten Vagusstoffmenge und einer damit gleich wirksamen Acetylcholinmenge identisch sind.

Wir fanden nun ferner³⁾, daß ebenso wie Vagusstoff auch Acetylcholin durch Stehenlassen mit Herzextrakt zerstört wird. Nach Reacetylierung fanden wir das gesamte im ursprünglichen Acetylcholin gebundene gewesene Cholin wieder: daraus geht mit Sicherheit hervor, daß das Acetylcholin und Vagusstoff zerstörende Ferment eine Esterase ist, wonach mindestens der Rückschluß gestattet ist, daß der Vagusstoff ein Ester ist.

In den nunmehr zu besprechenden Versuchen⁴⁾ haben wir noch eine weitere Analogie im Verhalten dieser beiden Stoffe aufgedeckt: bekanntlich wird der Erfolg der Vagusreizung durch vorgängige Verabfolgung von Physostigmin wesentlich verstärkt, vor allem verlängert. Nachdem die Vagusreizung durch den Vagusstoff bedingt ist,

¹⁾ VIII. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 208, 694. 1925.

²⁾ II. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 193, 201. 1921.

³⁾ VII. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 206, 135. 1924.

⁴⁾ X. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

¹⁾ II. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 193, 201. 1921.

²⁾ X. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

³⁾ XI. Mitteilung: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. im Druck.

prüften wir, ob durch Physostigmin auch die Vagusstoffwirkung gesteigert wird. Dem ist so; namentlich hält die sonst so rasch abklingende Wirkung sehr lange an. In ganz gleicher Weise wird durch Physostigmin auch die Wirkung des Acetylcholin beeinflusst. Nach den oben mitgeteilten Erfahrungen lag es nahe, zu prüfen, ob etwa das lange Anhalten der Wirkung von Vagusstoff und Acetylcholin nach vorgängiger Physostigminisierung auf Hemmung der Esterasewirkung durch das Physostigmin beruhe. Tatsächlich läßt sich zeigen, daß Zusatz von Physostigmin zu Herzextrakt dessen Spaltwirkung auf Vagusstoff und Acetylcholin

völlig aufhebt; es wirkt wie Erhitzen bzw. Fluoreszenz- und Ultraviolettlicht. Für unsere Fragestellung kommt hier weniger die durch diese Versuche gegebene Aufklärung des Wirkungsmodus des Physostigmin, der in Hemmung eines Fermentvorganges besteht, in Betracht als die Tatsache, daß mit dem Ergebnis dieser Versuche eine weitere Analogie im Verhalten von Acetylcholin und Vagusstoff gegeben ist. Damit ist zwar die Annahme, daß der Vagusstoff ein Cholinester, vielleicht gar Acetylcholin sei, noch immer nicht streng bewiesen, aber in hohem Maße wahrscheinlich gemacht.

Über Wärmeentwicklung in Kolonien von Wachsmottenraupen.

VON ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt.)

Es ist bekannt, daß in tierischen Kolonien unter Umständen wesentlich höhere Temperaturen zu beobachten sind als in der Umgebung. Es sei auf die Befunde hingewiesen, die in Bienenstöcken und Ameisennestern gemacht wurden. Hier möchte ich einige entsprechende Beobachtungen an Kolonien der Wachsmottenraupen (*Galleria mellonella* L.) darlegen.

In dem von mir geleiteten Laboratorium werden große Mengen von Wachsmotten gezüchtet. Die Tiere sind in mit Nesselstoff zugebundenen Gläsern von 25–30 cm Höhe und 15 cm Durchmesser, also etwa 4–5 l Fassungsvermögen, untergebracht. Gefüttert werden die Raupen mit alten Bienenwaben. Derartige Kolonien gedeihen außerordentlich gut, und im Verlaufe von 6–7 Wochen ist das Wachs fast restlos aufgefressen. Am Boden der Zuchtgefäße befindet sich dann eine mehrere Zentimeter hohe Schicht von Wachsmottenkot, der von Gespinstfäden der Raupen durchzogen ist. Außerdem finden sich Trümmer der Bienenwaben untermengt. In der Regel spinnen die Raupen eine 5–10 cm hohe, das Gefäß in der Breite völlig ausfüllende, watteartige, lockere Fadenschicht über das Ganze. Diese Schicht ist von zahllosen unregelmäßigen Gängen durchsetzt und läßt sich mit einem lockeren Woll- oder Watteknäuel am besten vergleichen. Die Fig. 1 stellt eine photographische Aufnahme dieser Schicht von oben gesehen dar. Daß diese Schicht aus wirren, meist etwas klebrigen Fäden für die Wärmeisolation eine hohe Bedeutung hat, bedarf keiner langen Darlegungen. In den Kotmassen sitzen die Raupen in großen Mengen, meist in radiärer Anordnung. Überläßt man die Tiere sich selbst, so tritt — bei der Übervölkerung nicht verwunderlich — ein Nahrungsmangel ein. Er führt dazu, daß die großen Raupen jetzt auch noch die letzten Wachsreste auffressen, wobei die Fadenschicht, in der überall Wachsteilchen hängen, von den Raupen wieder zerstört wird. Die jüngeren und jüngsten Raupen gehen, füttert man nun nicht erneut, schließlich zugrunde. Die aus-

gewachsenen Raupen spinnen sich endlich innerhalb der eigenen Kotmassen in Kokons zur Verpuppung ein. Merkwürdigerweise sind diese

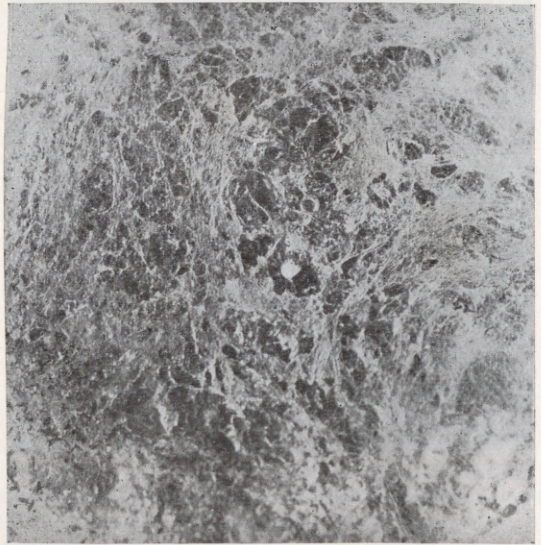


Fig. 1. Gespinstmassen über Wachsmottenkolonien. Das Gespinst ist vollkommen von Laufgängen durchzogen. Natürliche Größe.

Puppenkokons *kolonieweise* in der Mehrzahl der Fälle angelegt. Die einzelnen Kokons stehen parallel zueinander. Fig. 2 gibt eine photographische Aufnahme einer derartigen Kolonie wieder. Rechts oben sieht man im Bilde den Rand des Zuchtgefäßes. Die dunklen, körnigen Massen sind Raupenkot, in welchem die weißen Puppenhüllen fast senkrecht stehen. Die meisten Kokons sind offen, da die Falter in diesem Falle bereits schlüpfen. In der abgebildeten Kolonie sind rund 100 Tiere vereinigt gewesen. Soviel zur Kennzeichnung dieser Raupen- bzw. Puppenkolonien der Wachsmotte.

Das Auffallende ist nun, daß die *Raupenkolonien*, noch ehe die Raupen zur Verpuppung kommen, eine wesentlich höhere Temperatur zeigen oder zeigen können als die Umgebung. Sicher spielen beim Zustandekommen dieser Temperaturerhöhungen verschiedene Umstände mit. Ich vermute, einmal, daß gewisse Gärungen in dem Raupenkot eintreten, zumal ja allerlei Reste, wohl auch solche zuckerhaltiger Substanzen, ferner Schmutzteilchen, tote Bienenlarven u. a. m. mit vorhanden sind oder sein können. Es sind aber nicht die Gärungen allein, welche diese Temperaturerhöhungen bewirken; sondern durch die Anwesenheit der Raupen in großen Mengen — also durch eine



Fig. 2. Kolonie von Wachsmottenkokons. Natürliche Größe.

Übervölkerung — kommt die Wärmeentwicklung mit zustande. Genauere Untersuchungen müßten darüber Aufschluß geben, welche Anteile bei der Gesamtsumme von Wärme, die zu beobachten ist, den einzelnen Umständen zugeschrieben werden muß. Ich möchte nur auf die Tatsache als solche hinweisen; vielleicht werden diese Beobachtungen von anderer Seite aufgegriffen. Hier soll kurz über die Temperaturgrade berichtet werden, die ich in letzter Zeit beobachten konnte.

Der Einfachheit halber bezeichne ich die beiden Kolonien, welche hier als Beispiel gewählt wurden, als Kolonie I und II.

Kolonie I befand sich zunächst in einem Glasgefäß von rund 5 l Inhalt. Die Kotmengen nebst überliegender Gespinstschicht waren 10 cm in der

Mitte hoch, am Rande etwas niedriger; Durchmesser 15 mm.

Die Temperatur betrug

in der Mitte der Kolonie . . = 40,0°
am Rande der Kolonie . . . = 35,0°
bei einer Zimmertemp. von . = 22,0°

Der Temperaturunterschied gegenüber der Umgebung betrug demnach 18° bzw. 13°. — Durch diese ungewöhnlich hohe Temperatur waren der Boden und zum Teil auch die Seitenwände des Glases richtig heiß geworden. Nach Festlegung der Temperatur zerstörte ich die deckende Gespinstschicht und breitete die von den Raupen durchgesetzten Kotmassen in einer Schale von 24 cm Durchmesser aus. Es entstand so eine Schicht von etwa 6 cm Höhe bei etwa 20 cm Durchmesser. Bis zum nächsten Tage überließ ich das Ganze sich selbst und maß nun erneut die Temperatur in der Kolonie, die nun aber von keiner Gespinstschicht überdeckt war.

Die Temperatur betrug

= 30,0° durchgängig.

bei einer Zimmertemp. von = 21,9°.

Der Temperaturunterschied betrug mithin 8,1°. Es ist dabei in Betracht zu ziehen, daß die Kot- und Raupenschicht nicht so hoch war und mehr Oberfläche hatte, und daß die wärmeisolierende Gespinstschicht fehlte.

Um über das Zustandekommen dieser hohen Temperaturen einigen Aufschluß zu erhalten, las ich aus dieser Kolonie 190 Raupen von 18, 20, 22 mm Länge, also fast oder völlig spinnreife Raupen, natürlich ohne Kot- und Gespinstmassen heraus und brachte sie in eine offene Glastube von 4 cm Durchmesser und 12 cm Höhe. In dieser Tube nahm die Masse der 190 Raupen etwa 4,5 cm in der Höhe ein, bei einem Gewicht der Raupenmasse von 36,08 g. Nun prüfte ich die Temperatur, die sich innerhalb der Raupenmasse bis zur Konstanz entwickelte, wobei noch zu erwähnen ist, daß die Raupen langsam durcheinander krochen. Ich gebe nachfolgend 3 Messungsreihen in einer kleinen Tabelle wieder. Die jeweilige Zimmertemperatur ist angegeben und der Temperaturunterschied. Im Wachsmottenknäuel betrug nach jeweiligem Einfüllen der Raupen die Temperatur:

I.

nach 1 Min. = 28,0° bei Zi.-T. = 23,2° Untersch. = 4,8°
nach 2 Min. = 28,1° bei Zi.-T. = 23,2° Untersch. = 4,9°
nach 5 Min. = 28,1° bei Zi.-T. = 23,2° Untersch. = 4,9°

II.

nach 1 Min. = 26,9° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,7°
nach 2 Min. = 27,0° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,8°
nach 5 Min. = 27,0° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,8°

III.

nach 1 Min. = 26,6° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,4°
nach 2 Min. = 26,7° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,5°
nach 5 Min. = 26,8° bei Zi.-T. = 22,2° Untersch. = 4,6°

Der einfache Versuch zeigt, daß durch eine Anhäufung von einer größeren Zahl dieser Raupen auf engem Raum, auch wenn Fremdkörper (Kot) nicht zugegen sind, eine Temperatursteigerung in kurzer Zeit bewirkt wird. Wie aus der Aufstellung zu ersehen ist, betrug der Temperaturunterschied gegenüber der Zimmertemperatur mit ziemlicher Gleichmäßigkeit fast 5° . Diese kleinen Beobachtungen — ich gebe gern zu, daß sie noch viel weiter ausgedehnt werden könnten — scheinen meine Vermutung zu bestätigen, daß die Temperaturerhöhung in den Wachsmottenkolonien nicht allein auf Zersetzungserscheinungen beruht. Sicher kommt den Raupen ein bestimmter Anteil zu. — Um festzustellen, wieviel Tiere überhaupt in der von mir untersuchten Kolonie waren, sind die Raupen nach 3 Größenklassen geordnet gezählt worden, nachdem ich die ganze Kolonie, d. h. Raupen + Kot + Gespinstmassen, gewogen hatte. Das Gesamtgewicht betrug 302 g! Die Zählung der Kolonie ergab, daß sie bestand aus:

	Länge (rund)	Gewicht (rund)	Stück
a) großen Raupen	20–22–24 mm	240 mg	794
b) mittleren Raupen	12–15 mm	40 mg	346
c) kleinen Raupen	6–9 mm	3 mg	254
zusammen 1394 Stück.			

Da trotz großer Sorgfalt bei der Zählung sicher einige von den kleinen Raupen übersehen wurden, so darf die Menge aller Tiere in dieser Kolonie mit rund 1400 angenommen werden. Diese 1400 Raupen wogen, unter Benutzung der eben mitgeteilten Zahlenwerte, insgesamt rund 205 g ($794 \cdot 240 + 346 \cdot 40 + 254 \cdot 3$). Da nun Kot + Gespinst + Raupen 302 g wogen, so geht daraus hervor, daß die Raupenkörper allein etwa $\frac{2}{3}$ des Gewichtes bewirkten. Die kleineren Raupen fallen dabei nicht stark ins Gewicht; der Hauptanteil fällt auf die erwachsenen Tiere. — Betrachtet man derartige Massenansammlungen von Wachsmottenraupen von unten durch das Glas hindurch, so sieht man sie dicht gedrängt, meist radial geordnet, in den Wohnröhren sitzen.

Kolonie II. Die mitgeteilten Beobachtungen als solche würden nun nicht viel Wert haben, wenn sie nicht wiederholt gemacht worden wären. Ich füge deshalb noch einige Angaben bei, die sich in gleicher Richtung bewegen, und die ich an einer anderen Kolonie machen konnte. Auch diese Kolonie befand sich in einem zugebundenen Glasgefäß. Die Höhe der Kolonie im Glas betrug etwa 9–10 cm bei 15 cm Durchmesser. Eine Gespinstschicht von 2, 3, 5 cm (also wechselnder) Höhe deckte die Kotmassen.

Am 1. Beobachtungstage betrug die Temperatur in der Mitte der Kolonie . = $41,2^{\circ}$
auf der Oberfläche = $30,6^{\circ}$
bei einer Zimmertemp. von = $20,3^{\circ}$

Mithin betrug der Temperaturunterschied = $20,9$
bzw. $10,3^{\circ}$.

Am 2. Beobachtungstage betrug die Temperatur in der Mitte der Kolonie . = $41,1^{\circ}$
bei einer Zimmertemp. von = $18,4^{\circ}$

Mithin betrug der Temperaturunterschied = $22,7^{\circ}$.

Am 3. Beobachtungstage betrug die Temperatur in der Mitte der Kolonie . = $34,0^{\circ}$
an der Oberfläche = $28,5^{\circ}$
bei einer Zimmertemp. von = $17,0^{\circ}$

Mithin betrug der Temperaturunterschied = $17,0^{\circ}$
bzw. $11,5^{\circ}$.

Der Abfall der Temperatur in der Kolonie von $41,2^{\circ}$ auf $34,0^{\circ}$ ist auffallend. Eine Erklärung dafür suche ich in zwei Tatsachen. Erstens: es hatten 97 große, verpuppungsreife Raupen die Kolonie am 3. Tage verlassen und sich am oberen Rand des Glases bzw. an dem abschließenden Nesselstoff lose eingesponnen. Zweitens: es war durch das Einführen der Thermometer zur Messung in der Mitte und durch Aufsetzen von Thermometern auf die Oberfläche (hierzu benutzte ich sog. Hautthermometer, deren Quecksilberfüllung in Spiralen gelegt ist) die isolierende Gespinstschicht zum größten Teil zerstört worden. — Diese Beobachtungen haben mich in meiner oben vorgetragenen Meinung: verschiedene Ursachen bewirkten die Erhöhung der Temperatur, bestärkt.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Wachsmottenraupen sich bei diesen ungewöhnlich hohen Temperaturen allem Anschein nach sehr wohl befinden. Sonst hätten die Tiere doch sicher die Kotmassen verlassen und sich anderswo am Glas angesiedelt. Die sehr bewegliche Raupe verläßt sonst auch Orte, die ihren Lebensbedingungen nicht zusagen. Wie aus der beigelegten Fig. 2 ersichtlich ist, verpuppen sich die Raupen in großer Zahl innerhalb der Kotmasse. Aus den Puppen entwickeln sich die Falter auch ganz normal, woraus hervorgeht, daß die Höhe der Temperatur eine Schädigung der Tiere allem Anschein nach nicht bewirkt.

Die gleiche Wärmeentwicklung, wie ich sie hier bei Wachsmottenkolonien beschrieb, ist von mir auch an Mehlmottenkolonien beobachtet worden. — Ich hoffe, diese kurzen Mitteilungen geben den Anlaß, die Wärmeentwicklung in tierischen Kolonien noch näher zu untersuchen. Sicher liegt in der Wachs- und Mehlmotte ein leicht zugängliches und dankbares Objekt hierfür vor.

Das Problem der Caldera-Entstehung.

Von H. KANTER, Hamburg.

(Zusammenfassendes Referat.)

Fast in allen vulkanischen Gebieten unserer Erde trifft man auf jene gewaltigen Krateröffnungen, die man mit dem spanischen Namen Caldera = Kessel bezeichnet. Ihren Namen haben jene morphologischen Gebilde von der Caldera der Insel Palma erhalten. Es bezeichnen die Bewohner Palmas mit ihm die Krateröffnung, die der Hauptberg ihrer Insel trägt. Hier auf Palma wurde die Caldera auch zuerst wissenschaftlich studiert und beschrieben, und deshalb sind ganz besonders mit der Caldera der Insel Palma die Theorien

sehen, erhebt sich ringsum ein niedriges, nur wenige hundert Meter hohes Gebirge, das von zahllosen Regenfurchen zerschnitten ist. Diese vereinigen sich und entwässern durch den sog. Barranco de las Augustias, einer Spalte, die den Ringwall des Kessels durchbricht. Mit dem Namen Barranco (im Spanischen = Schlucht mit senkrechten Wänden) bezeichnet man auch die zahlreichen Schluchten, die sternstrahlenförmig von der Höhe des Berges nach seinem Fuße hinabziehen.

An diese Caldera von Palma hauptsächlich wollen wir uns im folgenden halten, nur dort, wo es notwendig erscheint, sei auch auf andere Calderen eingegangen, denn bis auf die Anschauungen STÜBELS sind, wie schon erwähnt, alle Theorien, die sich mit der Entstehung einer Caldera befassen, auf Beobachtungen, die man auf der Insel Palma machte, zurückgeführt worden.

Der erste Geologe, der die Caldera besuchte, war LEOPOLD VON BUCH. Er drang durch den Barranco de las Augustias in den Kessel ein, durch den ein leichter Zugang gegeben ist. v. BUCH bemerkte, daß die Wände des Barranco wie der Caldera Schichten bildeten, die sölilig übereinander lagen. In der Tiefe waren sie aufgebaut besonders aus Diabasen, darüber lagen Schichten von Tuffen und Basalten. Er sah, wie die Schichten langsam und gleichmäßig vom Meere anstiegen und eine mäßige Wölbung bildeten, so daß die Caldera gleichsam die Achse des Berges darstellte. Barrancos, also tiefe Schluchten, liefen sternstrahlenförmig von der Höhe aus, und nirgends war eine Spur von lebendem Vulkanismus zu bemerken.

Damals herrschte allgemein die Auffassung, daß alle Basalt- und Schlackenschichten ursprünglich horizontal abgelagert sein mußten, daß Lavaströme z. B. auf einem über 6° geneigten Hang keine zusammenhängenden Schichten bilden könnten. So schloß denn v. BUCH aus allen seinen Beobachtungen, daß die Schichten durch eine Kraft von unten her gehoben sein mußten. In der Mitte sei die gehobene Masse zerrissen, hätte hier die lebende Kraft Gase entweichen lassen, und es seien, da die Masse infolge der Hebung einen größeren Raum bedecken mußte, durch Einreißen jene sternstrahlend auslaufenden Barrancos gebildet worden. Ursprünglich wären diese oben breiter gewesen als unten, erst erosive Kräfte kehrten dieses Verhältnis um. Die Öffnung, durch die die Gase entwichen, hätten sofort wieder zurücksinkende Teile der Masse verschüttet. Es sollte also, und das ist bei dieser Theorie der Erhebungskrater wichtig, kein Vulkan, nur die Caldera, der Erhebungskrater, entstehen.

Immer wieder unterstreicht v. BUCH den Unterschied zwischen Erhebungskrater und Ausbruchs- oder Eruptionskrater, durch den ein Vulkan mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Innerhalb eines Erhebungskraters soll sich, falls die Wirksamkeit der unterirdischen Kräfte noch nicht erloschen ist, nachträglich noch ein Vulkan bilden können, und es ist nach jenem großen Forscher sogar die Regel, daß die vulkanische Kraft sich gerade hier einen Ausweg sucht, weil hier schon ein Weg gebahnt ist. Es entstanden in diesem Falle die Zentralvulkane. Ein solcher Erhebungskrater mit Ausbruchskrater = Zentralvulkan wäre der benachbarte Pic von Tenerife.

Diese Auffassung der Entstehung der Caldera durch Erhebung, wie sie L. v. BUCH annahm, und der auch

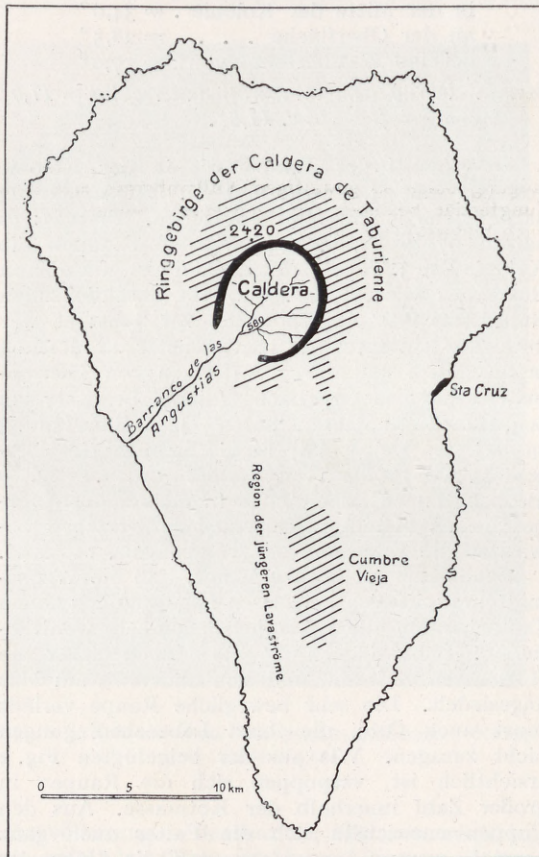


Fig. 1. Umrißskizze der Insel Palma (aus W. v. KNEBEL, Studien zur Oberflächengestaltung der Inseln Palma und Ferro. Globus 1906 II.).

verknüpft, die sich mit der Entstehung jener großartigen Gebilde befassen.

Sehen wir uns zunächst einmal kurz die Insel Palma mit ihrer Caldera an! Will man z. B. von St. Cruz direkt auf den Vulkan von Palma hinaufsteigen, so führt der Weg zunächst in steter Steigung auf einer der vielen Rippen aufwärts, die der zerfurchte Berg zeigt. Hat man eine Höhe von etwas mehr als 2000 m erreicht, so steht man urplötzlich vor einem Abgrund. Mehrere 100 m stürzt vor den Füßen des Beschauers der Berg zu einem Kessel ab, der bei $7\frac{1}{2}$ km Länge 5 km Breite besitzt. Vom Innern dieses Kessels ge-

A. v. HUMBOLDT auf Grund seiner Beobachtungen in Amerika zustimmte, erwies sich aber bei weiteren Untersuchungen als unhaltbar.

In den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts besuchte LYELL die Insel und untersuchte die Caldera sehr eingehend. Wenige Jahre später folgten ausführliche Beschreibungen von W. REISS, HARTUNG und FRITSCH, und diese sowohl wie LYELL zeigten, daß die Bildung der Caldera und aller mit ihr verknüpften Nebenerscheinungen sich einfach aus Aufschüttung mit nachfolgender Abtragung erklären ließen. Ausführlicher als L. v. BUCH es getan hatte, wurde der Unterschied zwischen dem Grundgebirge, den Diabasen, gegenüber den jüngeren Formationen betont. Man nahm an, daß vor Beginn der Eruptionen die Massengesteine aus der Familie der Grünsteine, die den tiefsten Kern des Calderagebirges bildeten, schon vorhanden waren. Sie bildeten wahrscheinlich einen Bergrücken von ca. 1200 m Höhe, auf dem dann die jüngeren Eruptionen stattfanden. Ein Lava- und Aschenkegel wurde aufgeschüttet, der etwa die Höhe des Pico von Tenerife (3710 m) erreichte. Gleichzeitig setzte die Erosion ein. Ein Barranco durchschnitt bald den Kraterrand, und so wurde dann allmählich der Berg, lediglich durch erosive Kräfte, abgetragen

größtenteils die Caldera der Erosion ihr Dasein verdankt, aber doch fragt er sich immer wieder, ob die Erosion allein diese gewaltigen Ausmaße, den Kessel und die Schlucht, habe schaffen können. Er nimmt deshalb an, daß längs Verwerfungslinien ein keilförmiges Stück der Insel niedergesunken sei.

Ähnliche Bedenken wie SAPPER sind von KNEBEL gegen die lediglich erosive Entstehung der Caldera gekommen. Als Explosionsgebilde muß er sie wegen des Diabasgebirges auf ihrem Grunde ebenfalls ablehnen, und so nähert er sich mit seiner Ansicht L. v. BUCH und glaubt, ähnlich wie jener an ein Auftreiben der höheren Schichten durch Gase, an ein Auftreiben des Grundgebirges. Dieses durch vulkanische Kräfte emporgetriebene Grundgebirge habe die darüberliegenden Schichten zersprengt und erschüttert und dadurch der Erosion ihre Arbeit erleichtert.

Der letzte Geologe, der äußerst eingehend die Caldera von Palma untersuchte und beschrieb und sich speziell mit der Frage der Entstehung der Caldera von Palma befaßte, war GAGEL. Er hält an der Entstehung der Caldera durch Erosion fest und versteht es andererseits auch, die Bedenken, die gegen die Abtragung eines so gewaltigen Vulkanberges seit dem Jungtertiär bestehen, zu zerstreuen. Seiner Ansicht nach bildete sich im Paläozoicum ein Gebirgsdom, der in der Folgezeit stark zerfurcht wurde. Auf ihm wurde im Tertiär das jungvulkanische Gebirge langsam aufgeschüttet, und zwar — das ist das maßgebende — von mehreren kleinen Eruptionspunkten aus. Gleichzeitig arbeitete die Erosion und hielt den Hohlraum der heutigen Caldera frei. Die heutigen Bachläufe und Barrancos seien nur Vertiefungen von Rinnen und Tälern, die schon vor Ablagerung der jungen Lavaformation in die Oberfläche des Grundgebirges eingeschnitten waren.

Ist auf die Möglichkeit der Entstehung der Caldera durch Einsturz allerdings in Verbindung mit Erosion schon von SAPPER hingewiesen worden, so soll noch eine andere Einsturzttheorie, die allerdings nicht durch Beobachtungen an der Insel Palma, sondern an südamerikanischen Vulkanen entstanden ist, nicht unerwähnt bleiben. Es ist dies die STÜBELSche Theorie der Calderaentstehung durch Einsturz.

STÜBEL teilt die Vulkane in monogene und polygene ein, d. h. 1. in Vulkane, die einem einmaligen Ausbruch — der sich jedoch über Jahrhunderte erstrecken kann — ihr Dasein verdanken, und 2. in Vulkane, bei denen, getrennt durch lange Perioden der Ruhe, mehrfache Ausbrüche stattfanden. Der monogene Vulkan ist also aus dem Material einer einheitlichen Ausbruchsperiode aufgebaut.

War nun — so meint STÜBEL — bei dem Aufbau eines monogenen Vulkans schon ein beträchtlicher Teil der glutflüssigen Masse ausgestoßen, und flaute plötzlich die treibende Kraft ab, hörte also der Magmainschub rasch auf, so mußte das Innere des aufgeworfenen Berges, das noch nicht erkaltet war, in den leergewordenen trichterförmigen Schlund hinabstürzen. Es riß auch schon festgewordene Teile mit sich, und so entstand die Caldera als ein Einsturzkra-
ter.

Es ist demnach die Caldera der Abschluß der monogenen Entstehung, und der Calderaberg, nicht der Kegelberg, ist die Form, die nach STÜBEL als die typische der eruptiven Tätigkeit angesehen werden muß. Charakteristisch für den monogenen Aufbau ist die Plötzlichkeit, mit der sich Anfang und Ende kundgibt. Es kann auch vorkommen, daß ein Berg zwei Calderen aufweist, wie es z. B. auf Réunion der Fall ist.

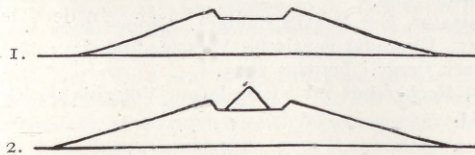


Fig. 2.

1. Calderavulkan
= Erhebungskrater nach von BUCH
= monogener Vulkan nach STÜBEL.
2. Doppelberg
= Zentralvulkan nach von BUCH
= polygener Vulkan nach STÜBEL.

und die Caldera ausgeräumt. Den Gedanken, daß die Caldera durch Explosion oder auch Einbruch geschaffen sein könnte, wies HARTUNG besonders wegen der alten Diabasformationen auf dem Boden der Caldera weit zurück.

Aber gerade diese, noch von HARTUNG so bekämpfte Anschauung der Entstehung der Caldera durch Explosion, suchte sich doch immer wieder durchzusetzen, und so waren es denn besonders NEUMAYR und LÖWL, die auch die Caldera von Palma als eine Explosionscaldera auffaßten. Wie wir es noch vor kurzer Zeit beim Krakatau (a. 1883) und Bandai San (a. 1888) in Japan erlebten, daß durch eine plötzliche Eruption ein großer Teil eines alten Vulkanberges in die Luft gesprengt und ein gewaltiger kesselartiger Hohlraum geschaffen wurde, so sollte es auch mit der Caldera von Palma geschehen sein. Eine Eruption blieb — so meint NEUMAYR — den ganzen oberen Teil des Berges in die Luft, und eine Spalte, der heutige Barranco de las Augustias, zerriß den Berg von oben bis unten. Mit dieser Explosion sollen dann die Eruptionen in der Caldera aufgehört und Erosion die Caldera weiter ausgestaltet haben.

Doch auch die Theorie der Entstehung der Caldera durch Einbruch ist mit dem Vulkan Palmas in Verbindung gebracht worden, und zwar ist es SAPPER gewesen, der glaubte, die Einsturzttheorie nicht ganz von der Hand weisen zu dürfen. Er drückt sich allerdings sehr vorsichtig aus und ist auch der Ansicht, daß

Es hat dann der Rückzug der Eruptivmassen nach der Tiefe an mehreren Stellen stattgefunden. Unter Umständen kann auch die Caldera durch Erkaltingvorgänge, die sich innerhalb der Bergmasse selbst vollziehen, ausgesprengt sein.

Erwacht nun die vulkanische Tätigkeit bei einem monogenen Vulkan wieder, so wird er polygen. Meist fügt diese Tätigkeit nur sehr wenig Material dem alten zu. Es entstehen durch diese Tätigkeit die Doppelberge, wie z. B. der Vulkan von Tenerife oder die Somma mit dem Vesuv. Auf Palma läßt sich diese STÜBELSche Einsturztheorie indes wegen des alten Grundgebirges im Kessel nicht anwenden.

So haben wir denn der Reihe nach die Caldera kennen gelernt als Erhebungskrater, als Erosionscaldera, Explosionscaldera und Einsturzcaldera. Die Form der Caldera, des *vulkanischen Kessels*, wie wir sie heute im Gegensatz zu L. v. BUCH auffassen müssen, kehrt in allen Gegenden der Erde wieder. Wie aber sie entstanden sein mag, ob überall nur auf eine Art, oder ob sie das Endprodukt einer Reihe von Vorgängen ist, steht noch nicht fest.

Wir wissen auch noch zu wenig darüber, wie die Abkühlungsvorgänge in einem Vulkanherd vor sich gehen. Man hat z. B. beobachtet, daß Magmen, die sich abkühlen, an Explosionsfähigkeit gewinnen; selbst schon erstarrte Magmen werden, wie BRUN durch Experimente feststellte, vielleicht wieder explosiv, wenn sie bis zu einem gewissen Temperaturgrad erhitzt werden.

Als gelöst kann man das Problem erst betrachten,

wenn man eine befriedigende Antwort über die Ursachen, die zur Entstehung der Caldera geführt haben, und den Zeitpunkt, in dem der Vorgang eingetreten ist, geben kann.

Literatur:

- L. v. BUCH, Gesammelte Schriften. 3 Bände. 1877.
 LYELL, A manual of elementary geology. London 1855.
 W. REISS, Die Diabase und Lavaformation der Insel Palma. 1861.
 FRITSCH, Reisebilder von den Canarischen Inseln. P. M. ERG. V, Heft 22.
 HARTUNG, Betrachtungen über Erhebungskrater. 1862.
 NEUMAYR, Erdgeschichte. 1. Auflage 1886.
 LÖWL, Lehrbuch der Geologie. Leipzig 1906.
 FUCHS, Vulkanische Erscheinungen 1865.
 v. KNEBEL, Studien zur Oberflächengestaltung der Insel Palma. Globus 1906.
 Wolf, Vulkanismus. 1. Bd. 1914.
 HAAS, Der Vulkan. 1903.
 SAPPER, Beiträge zur Kenntnis von Palma. Pet. Mitt. 1906.
 GAGEL, Die Caldera von der Insel Palma. Ges. f. Erdk. Berlin 1908.
 JÄGER, Krater, Caldera, Barranco. Ges. f. Erdk. Berlin 1908.
 SPETHMANN, Der Begriff Caldera. Globus 1909 I.
 STÜBEL, Über die gentische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Leipzig 1903.
 BRUN, Recherches sur l'Exhalaison Volcanique. Genf 1911.

Besprechungen.

NERNST, WALTHER, *Theoretische Chemie* vom Standpunkt der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. Elfte bis fünfzehnte Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke 1926. XVI, 927 S. und 61 Abbild. 16 × 25 cm. Preis RM 50.—.

NERNSTS Lehrbuch, das nunmehr durch fast ein Menschenalter zahlreichen Generationen von Jüngern unserer Wissenschaft ein Führer gewesen ist, erscheint, nachdem es ein paar Jahre vergriffen war, in neuer Auflage. Hieß die letzte „achte bis zehnte“, so umfaßt diese gar die fünffache Zahl der gewöhnlichen. Aber es ist zweifellos, daß auch sie trotz des Umfanges des Werkes in normaler Zeit in die Hände der Leser übergegangen sein wird. Das Buch gehört zum notwendigen Rüstzeug jeder physikalisch-chemischen Arbeit.

Über seine Anlage braucht hier nicht gesprochen zu werden, jeder Interessent kennt es. So mag nur gesagt sein, daß sich die neue Auflage wieder völlig der älteren anschließt. Der Verfasser hat sich wieder bemüht, sie den neuesten Forschungsergebnissen anzupassen. So haben viele Kapitel erhebliche Veränderungen erfahren, z. B. „Photochemie“, wo die Anwendung der Quantentheorie ganz wesentlich weiter geführt wird als in früheren Auflagen, oder „Salzlösungen“, wo die Arbeiten von MILNER, GOSH, DEBYE und HÜCKEL mit starker Kritik wiedergegeben sind, „Thermochemie V“, wo über die neuere Entwicklung des NERNSTschen Wärmesatzes allerlei gebracht wird, und manche andere. Natürlich ist andererseits einzelnes Veraltet gestrichen — der Referent würde darin hier und da ein radikaleres Verfahren gewünscht haben, z. B. sollte der Abschnitt „photochemische Induktion“ als Bericht über eine inzwischen als Folge von Störungen erkannte Erscheinung besser ganz verschwinden, er ist nur noch aus

der Pietät gegen BUNSEN und ROSCOE heraus berechtigt — und schließlich sind manche Abschnitte, deren Themata heute kaum bearbeitet werden, ganz unverändert geblieben.

So ist das Buch natürlich nicht mehr so aus einem Guß, wie es war zu der Zeit, als es, im halben Umfang des heutigen, in erster Auflage erschien. Manche Kapitel bringen in klassisch abgeklärter Form das, was jeder Anfänger in ihnen lernen muß, manche viel mehr als das, und dann vielfach in einer Form, die den Verfasser als mitten im Kampf der Geister stehenden Forscher erkennen läßt, und die so über das Lehr- und Lernbuch hinaus dem älteren Wissenschaftler reiche Anregungen bietet. Daher ist das Ganze nicht gerade das, was der Student braucht, wenn er an Hand des Lehrbuchs sich zum Examen vorbereitet; dafür ist ja inzwischen auch der Umfang des Buches etwas gar zu groß geworden. Aber wer irgend mit den nötigen Kenntnissen der Nachbarwissenschaften ausgerüstet mit Ernst und mit Interesse in unsere Wissenschaft oder in eines ihrer Teilgebiete sich vertiefen will, der wird NERNSTS Buch in dieser Auflage wie in den früheren mit Freude und mit reichstem Nutzen und vielfacher Anregung benutzen, und so wird es gerade im Kreise der Leser der Naturwissenschaften auch im neuen Gewande wieder viele Freunde finden.

MAX BODENSTEIN, Berlin.

Gmelins *Handbuch der anorganischen Chemie*. Achte Auflage. Herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft, bearbeitet von R. J. MEYER. System-Nummer 1. *Edelgase*. Leipzig: Verlag Chemie 1926. XXXII, 251 S. 17 × 25 cm. Preis RM 39.—.

Der Band „Edelgase“, mit dem die 8. Auflage des GMELIN nach den früher erschienenen Bänden „Zink“

und „Cadmium“¹⁾ eine sehr erfreuliche Fortsetzung findet, darf in mindestens ebenso hohem Maße das Interesse der Physiker wie der Chemiker in Anspruch nehmen. Bei den Edelgasen, die keine chemischen Eigenschaften im engeren Sinne besitzen, war ja der Herausgeber noch stärker als bei der Bearbeitung anderer Elemente auf die Berücksichtigung der physikalischen Literatur angewiesen, und jeder wird ihm Dank wissen, daß er seinen Mitarbeitern hier die Grenzen nicht zu eng gesteckt hat. Denn dieser Band wendet sich ja ohnedies in erster Linie an die Theoretiker und nicht an die Praktiker. Der Abschnitt „Verwendung“ umfaßt trotz der bemerkenswerten Vollständigkeit, die der Fleiß der Bearbeiter erzielt hat, nur 4 Seiten von 251.

Eine Schwierigkeit, die man von vornherein bei der Behandlung der Edelgase in einem Handbuch der Chemie befürchten könnte, nämlich die, Bearbeiter von genügender physikalischer Vorbildung zu finden, ist von Herrn R. J. MEYER durch die Auswahl seiner Mitarbeiter in glücklicher Weise vermieden worden. Das gute wissenschaftliche Verständnis für die Probleme zeigt sich gelegentlich sogar darin, daß eine Erscheinung im Handbuch richtiger beschrieben wird, als sie in der Originalabhandlung angegeben steht; die falsche Angabe von LO SURDO z. B., daß beim Diffundieren eines Helium-Neon-Gemisches durch erhitztes Glas das diffundierende Gasgemisch an Helium verarme, wurde hier (Seite 112) stillschweigend in das richtige Gegenteil verkehrt, was sicher für das physikalische Verständnis, wenn auch vielleicht weniger für die italienischen Sprachkenntnisse des Bearbeiters spricht.

Es ist selbstverständlich, daß jeder Benutzer des Buches gerade in den Kapiteln, die ihm besonders nahe liegen, einzelne kleine Mängel bemerken wird. Wer sich für die Frage der Durchlässigkeit von Glas für Helium interessiert, wird neben der Arbeit von CARDOSO (nicht Cadorso) eine inhaltlich verwandte von PIUTTI und BOGGIO-LERA vermissen. In demselben Abschnitt (Seite 50) wäre vor dem Zitat von ALLISON und HARKINS die Arbeit von WENDT und IRION zu nennen, da sich ALLISON und HARKINS gerade die Widerlegung dieser Arbeit zum Ziel gesetzt hatten.

Die Zahl der Druckfehler ist erfreulich gering. Erwähnt sei, daß der Name BERWITZ (Seite 245) richtig BERGWITZ heißen muß, daß die Konzentrationsmethode (Seite 200) in Wirklichkeit eine Kompensationsmethode war, und daß auf Seite 24/25 in der Literaturzusammenstellung einige Seitenzahlen verdruckt sind (in den Zitaten Nr. 5, 15, 17 und 41).

Der Band „Edelgase“ des GMEINSCHEN Handbuchs ist so gut gelungen, daß wir nur der Hoffnung Ausdruck geben können, in den nächsten Bänden, die sich mit chemisch reaktionsfähigen Elementen beschäftigen, möge den Interessen der Chemiker ebenso gut gedient werden wie in diesem Bande den Interessen der Physiker und Physikochemiker.

F. PANETH, Berlin.

Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. Gegründet von A. STAEHLER, fortgeführt von E. TIEDE und F. RICHTER. Berlin: Walter de Gruyter 1925. 2. Band, 2. Hälfte. X, S. 655–1648 und 624 Abbild. Preis RM 54.—. 4. Band, 2. Hälfte. X, S. 315–572 und 62 Abbild. Preis RM 14.50.

Bei größeren Sammelwerken kommt es leider nicht selten vor, daß sie nach vielversprechendem — namentlich baldige Komplettierung versprechendem — Beginn in immer seltener werdenden Heften sich noch einige

Zeit hinschleppen, um endlich, lange vor dem Abschluß, ganz zu versiegen und als unvollständige, registerlose und darum kaum verwendbare Bruchstücke die Bibliotheken zu belasten. Ein solches Schicksal schien auch dem Handbuch der Arbeitsmethoden der anorganischen Chemie beschieden zu sein, das im Jahre 1913 zu erscheinen begonnen hatte, seit dem Jahre 1919 aber nichts mehr von sich hören ließ. Um so erfreulicher ist es, daß es dem Verleger gelungen ist, zwei neue Herausgeber, die Herren TIEDE und RICHTER, zu gewinnen, und daß wir heute über die Vollendung des gesamten Werkes unter der Leitung dieser neuen Herausgeber berichten können. Dabei sei vor allem betont, daß es sich hier nicht etwa um eine notdürftige Fertigstellung des äußeren Rahmens handelt. Ganz im Gegenteil, man hat den Eindruck, daß gerade jetzt, wo es — zum mindesten für die erste Auflage — in mancher Hinsicht schon etwas zu spät ist, eine sachverständige und zielbewußte Leitung eingesetzt hat.

Durch zwei Lieferungen, welche fast gleichzeitig erschienen sind, haben die Herausgeber das Werk zum Abschluß gebracht. Es erschien die zweite Hälfte des 2. Bandes und die zweite Hälfte des 4. Bandes, zusammen mit einem vortrefflichen General-Sachregister für alle 4 Bände. Es ist unmöglich, auf alle Beiträge im einzelnen einzugehen, doch soll wenigstens auf einige hingewiesen werden, um einen Begriff von der Reichhaltigkeit der beiden neu erschienenen Halbbände zu geben.

An erster Stelle — und zwar nicht nur in der Reihenfolge des Abdruckes — kommt die umfangreiche Abhandlung des Altmeisters der Mikrochemie FRITZ EMICH über „Umsetzungen sehr kleiner Stoffmengen“. Noch nirgends sind die Arbeitsmethoden der Mikrochemie in so vollständiger und übersichtlicher Weise zusammengestellt worden; bei der großen Bedeutung, die mikrochemische Verfahren in den letzten Jahren bei sehr verschiedenen grundlegenden Untersuchungen gespielt haben und voraussichtlich in immer steigendem Maße spielen werden, erscheint ihre sorgfältige Berücksichtigung in diesem Handbuch sehr zeitgemäß. Andere moderne Hilfsmittel der analytischen Chemie werden behandelt in den Artikeln über Membranfilter (JANDER) und elektrometrische Maßanalyse (ZINTL). Stärker in das Gebiet der Physik greifen die Abschnitte über die Methoden der Kristallbestimmung (GOSSNER) und Röntgenspektroskopie (SCHLEEDE) ein. Daß die heutigen Herausgeber auch für neue Beiträge über Hochvakuumtechnik (SCHLEEDE) und Arbeiten unter hohem Druck (HAEHNEL) gesorgt haben, obwohl diese Themen in den früheren Bänden schon besprochen waren, wird jeder Leser dankbar anerkennen. Arbeitsmethoden der Photochemie (von JUNG vom Standpunkt der heutigen Theorie aus betrachtet), Radioelemente als Indikatoren (PANETH und BOTHE), Umsetzungen mittels stiller elektrischer Entladungen (TIEDE) und Umsetzungen im Lichtbogen (RICHTER) bilden den Inhalt einiger weiterer Kapitel dieses Bandes.

Der Schluß des 4. Bandes hat an Stelle des ursprünglich vorgesehenen Titels „Körperklassen“ jetzt den „Ausgewählte Kapitel der präparativen Chemie“ erhalten. Hier sind ohne bestimmteren Plan wichtige Verfahren, die in dem Handbuch sonst zu kurz gekommen wären, zusammengestellt. So Thermitreaktionen (PRANDTL), Darstellung und Untersuchungen phosphoreszierender Stoffe (TOMASCHKE), Mineralsynthese und Kristallzüchtung (beide von EITEL). Den Schluß macht eine Bibliographie „einiger anorganischen Stoffe, die im Zustande der größten Reinheit dargestellt worden sind“ (ILBERG).

¹⁾ Vgl. die Besprechung in den „Naturwissenschaften“ 13, 341. 1925.

Hoffentlich werden die beiden Herausgeber ihre Arbeitskraft bei einer wohl bald zu erwartenden zweiten Auflage der früher erschienenen Bände dem Handbuch wieder zur Verfügung stellen und dadurch, um ihre eigenen Worte zu gebrauchen, auch in Zukunft noch beitragen zur „Belebung und Vertiefung der deutschen Experimentalforschung“.

F. PANETH, Berlin.

REINGLASS, Chemische Technologie der Legierungen.

Zweite Auflage. Leipzig: Otto Spamer 1926. 538 S. und 212 Figuren im Text und auf 24 Tafeln. Preis geh. RM 36.—, geb. RM 40.—.

Das bekannte Werk von REINGLASS zeigt in seiner neuen Auflage dieselbe Erscheinung, die auf dem Gebiete der Metallegierungen in den letzten Jahrzehnten charakteristisch ist, nämlich die verstärkte Geltung und Berücksichtigung der systematischen Metallkunde. Die Zahl der Zustandsdiagramme und der besprochenen theoretischen Arbeiten hat stark zugenommen, die neue Literatur, besonders die deutsche, ist sorgfältig berücksichtigt worden.

Der Charakter des Buches ist im wesentlichen unverändert geblieben. Es soll, wie im Vorwort zur ersten Auflage ausgeführt wurde, ein Bindeglied zwischen der theoretischen Metallkunde und der Praxis schaffen. Durch Mitteilung der Grundlagen der theoretischen Metallkunde und durch die eingehende Besprechung der technischen Eigenschaften der Legierungen wird es dieser Aufgabe gerecht. Die Art der Darstellung ist jedoch nicht geeignet, dem Praktiker ein vertieftes Verständnis der Theorie zu vermitteln. Die theoretischen Darlegungen sind wenig systematisch, es kommen öfter prinzipielle Fehler auf, die Definitionen sind unscharf. Ungleich wertvoller ist der praktische Teil. Die Mitteilungen über das technische Verhalten der Legierungen sind außerordentlich reichhaltig. Hierbei wird nicht nur die technische, sondern recht eingehend auch die Patentliteratur besprochen. Die Darstellung zeichnet sich öfter durch einen gewissen Mangel an Kritik aus, so daß besonders auf dem Gebiet des Patentwesens auch Verfahren besprochen werden, die gar keine technische Bedeutung haben. Ist das vom technischen Standpunkt aus ein Mangel, so ist es manchmal ein Vorteil vom patentrechtlichen aus. Die Besprechung der Patentliteratur kommt öfter einer erweiterten Auslegung der Patente gleich, und das Buch ist deshalb eine Fundgrube für Einspruch- und Zurückweisungs-begründungen.

Die Neubearbeitung des Buches läßt einen gewissen Mangel an Sorgfalt und Konsequenz erkennen. Um einen Fall herauszugreifen, ist es unzumutbar, bei der Besprechung der Erstarrungstypen im theoretischen Teil als Beispiel das gänzlich veraltete Zustandsdiagramm der Zn-Al-Legierungen von BORNEMANN zu verwenden, während bei der Besprechung der technischen Eigenschaften auf S. 160 u. ff. das heute angenommene Diagramm benutzt wird. Durch derartige, übrigens leicht zu beseitigende Fehler wird der Wert des Werkes als Lehrbuch herabgesetzt. G. MASING, Berlin.

LANGE, OTTO, Chemisch-Technische Vorschriften.

Ein Handbuch der speziellen chemischen Technologie insbesondere für chemische Fabriken und verwandte technische Betriebe, enthaltend Vorschriften aus allen Gebieten der chemischen Technologie mit umfassenden Literaturnachweisen. IV. Band: Düngemittel (Sprengstoffe), Futtermittel, Lebensmittel. Dritte, erweiterte und völlig neubearbeitete Auflage. Leipzig: Otto Spamer 1924. XXI, 750 S. 19 × 26 cm. Preis geh. RM 45.—, geb. RM 50.—.

Die empfehlenden Worte, welche der Besprechung

der drei ersten Bände im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift auf S. 828/29 mitgegeben wurden, können für den jetzt vorliegenden abschließenden vierten Band nur wiederholt werden.

Der vierte Band beginnt mit der Abhandlung der Düngemittel (Alkalisalze, Kali- und Kalkdüngung, Phosphor und Schwefel, Stickstoff, Stickstoffkondünger, Wirtschafts- und Mischdünger, Kohlensäuredüngung). Daran schließen sich die Schieß- und Sprengstoffe an, die in ihren Hauptvertretern ebenfalls, wie die Kunstdünger der Stickstoffreihe, Stickstoffverbindungen sind. Ihnen gliedern sich die Zündmittel an, deren wirksame Masse Phosphor, Schwefel und Produkte der Alkalichloridelektrolyse enthält. Den Abschluß des Bandes und des ganzen Werkes bilden die Futter- und Lebensmittel.

Auch beim Studium des vierten Bandes freut man sich wieder, daß der Verfasser es in glücklicher Weise vermieden hat, eine bloße Sammlung der Patentliteratur zu bieten. Überall ist die zusammenfassende Literatur ausführlichst angegeben. Allgemeine Einleitungen und Zwischenbemerkungen, statistische und kurze historische Angaben machen das Werk jedem an chemisch-technischen Problemen Arbeitenden wertvoll und unentbehrlich, mag er Chemiker oder Kaufmann sein. Das Werk LANGES bedeutet eine wertvolle organisatorische Zusammenfassung und Verarbeitung weitverstreuter chemisch-technischer Leistungen. Sie wird vielen Nutzen stiften. M. BERGMANN, Dresden.

CLAYTON, WILLIAM, Die Theorie der Emulsionen und der Emulgierung. Übersetzung von L. FARMER LOEB. Berlin: Julius Springer 1924. 144 S. und 18 Abbild. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 7.80, geb. RM 8.70.

Die Kolloidchemie gewinnt eine derartige Ausdehnung, daß es schwer wird, sie zu übersehen, erst recht, sie im einzelnen zu beherrschen. Es ist deshalb notwendig und erwünscht, daß fest umrissene Gebiete in Einzeldarstellungen gründlich und vertieft behandelt werden. Eine derartige Darstellung liegt in dieser Schrift von CLAYTON über die Emulsionen vor. Der Verf., ein Schüler von DONNAN, steht durchaus auf dem physikalisch-chemischen Standpunkt der DONNANschen Schule, der dem Ref. ebenfalls als der förderlichste erscheint. Unsere heutigen Kenntnisse erlauben noch keine Theorie, die über alle an den Emulsionen beobachteten Erscheinungen Auskunft gibt. Es spricht aber doch alles dafür, daß sich die vom Verf. bevorzugte Auffassung von der Wichtigkeit der Grenzflächenhäute, an deren Ausbildung die Adsorption und die Benetzung fester Teilchen namentlich beteiligt sind, allgemein bewähren wird. Da der Verfasser vielfach mit technischen Aufgaben zu tun gehabt hat, erörtert er auch eingehend die mannigfachen Fälle, in denen Emulsionen technisch wichtig sind: das Emulgieren der Milch, die Margarinebereitung, die Emulsionen in der Petroleumindustrie u. a. m.

Die Übersetzung ist von FARMER LOEB mit vollem Verständnis besorgt worden. Sie liest sich gut und flüssig und ist gegenüber der englischen Auflage durch einen Nachtrag bis zum Jahre 1924 ergänzt worden.

H. FREUNDLICH, Berlin-Dahlem.

BENRATH, ALFRED, Physikalische Chemie. II.

Thermische und Photochemie. Band 14 der Sammlung Wissenschaftliche Forschungsberichte, herausgegeben von R. E. LIESEGANG. Dresden: Theodor Steinkopff 1925. X, 192 S. 15 × 22 cm. Preis geh. RM 8.50, geb. RM 9.70.

„Im Anschluß an Band 8 dieser Sammlung, in welchem die Eigenschaften der Einstoffsysteme und die

homogenen Gleichgewichte zur Besprechung kamen, bringt der vorliegende Bericht die Gleichgewichte in heterogenen Systemen und die Geschwindigkeitslehre. Der Verf. versucht es, eine zusammenhängende Übersicht von etwa 1300 Arbeiten aus den Jahren 1914 bis 1924 auf dem genannten Gebiet zu liefern und hat diese Aufgabe in recht befriedigender Weise gelöst, zumal die bisweilen nur gestreiften Abhandlungen sorgfältig zitiert sind. Voraussetzung für die Lektüre des Buches ist natürlich, daß der Leser die Theorien und Methoden der physikalischen Chemie fachmännisch beherrscht, denn er wird ausschließlich mit den Ergebnissen der neueren Forschung bekannt gemacht.

Bei der Besprechung der *heterogenen Gleichgewichte* teilt der Verf. den Stoff zunächst nach der Anzahl der in dem System enthaltenen Komponenten; die weitere Zerlegung innerhalb jeder Gruppe nimmt er jedoch nach den Untersuchungsmethoden vor (Löslichkeitsmethode, Chemische Analyse, Entmischungsmethode, tensimetrische Methode). Ob er damit der Sache ganz gerecht wird, steht dahin; normalerweise (z. B. in den Tabellen von LANDOLT-BÖRNSTEIN) wird jedenfalls die Gliederung nach der Art des Gleichgewichtes (mit anderen koexistierenden Phasen) vorgenommen.

Der zweite Abschnitt des Buches, Chem. Geschwindigkeitslehre, bespricht zuerst die Kinetik der Gasreaktionen in theoretischer und experimenteller Hinsicht, dann die Vorgänge in homogenen flüssigen und schließlich in heterogenen Systemen.

Den Beschluß des Buches bildet ein Referat über die neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Photochemie vom Standpunkt der Quantentheorie.

Wenn vielleicht auch zu wünschen gewesen wäre, daß der Verf. in mancher Hinsicht den Stoff etwas kritischer beleuchtet hätte, so gilt doch für das Werkchen das Gleiche, was in dieser Zeitschrift 12, 193, 1924 über, den ersten Band gesagt worden ist. J. EGGERT, Berlin.

BERNTHSEN, A., **Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie**, 16. Auflage. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. 1924. XIV, 700 S. 14 × 20 cm. Preis geh. RM 10.—, geb. RM 12.—.

Dieses Lehrbuch, das für Chemiker, Mediziner und Pharmazeuten bestimmt ist, zeichnet sich durch mustergültig knappe, dabei klare und vielseitige Darstellung aus und bewältigt auf diese vorteilhafte Weise eine Stoffmenge, die in vieler Richtung den Umfang elementarer Lehrbücher erheblich überschreitet. Es eignet sich darum ebenso gut für Studierende wie für weiter fortgeschrittene Chemiker und Naturwissenschaftler, die sich in einem Werk von nicht allzu großem Umfang über Fragen der organischen Chemie unterrichten wollen. Besonders angenehm werden dem Benützer die reichlich eingestreuten Literaturhinweise auf historisch bedeutende oder wichtigere Untersuchungsmethoden.

Die Beliebtheit dieses Werkes, welches seit seiner Einführung vor etwa 39 Jahren nunmehr in 16 Auflagen erscheinen mußte, beweist, daß ein derartiges kurzgefaßtes Lehrbuch der organischen Chemie einem allgemeinen Bedürfnis entspricht. Der Verfasser hat auch bei dieser 16. Auflage durch gründliche Umarbeitung und Neuaufnahme verschiedener Abschnitte dafür gesorgt, daß sein Lehrbuch dem gegenwärtigen Wissensstand angepaßt bleibt. M. BERGMANN, Dresden.

MEYER, VICTOR, und PAUL JACOBSON, **Lehrbuch der organischen Chemie**. Zweiter Band. Cyclische Verbindungen. — Naturstoffe. Vierter Teil. Naturstoffe von unbekannter oder nur teilweise bekannter Struktur. Bearbeitet von P. JACOBSON. Im Auftrage der Deutschen Chemischen Ge-

sellschaft aus dem Nachlaß herausgegeben von HEDWIG KUH und FRIEDRICH RICHTER. Erste und zweite Auflage. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1924. VI, 270 S. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 11.—, geb. RM 14.—.

Die Entwicklung einer Wissenschaft von der Ausdehnung und der Vielseitigkeit der organischen Chemie wird nicht ausschließlich durch Entdeckungen neuer Gesetze und Zusammenhänge gefördert. Je weiter eine Disziplin fortgeschritten und in zahlreiche Untergebiete zersplittert ist, je tiefer sie in andere Arbeitsgebiete hineingreift, desto heterogener wird der Kreis, der sich mit ihren Ergebnissen zu beschäftigen hat und desto größer wird die Schwierigkeit, das Ganze zu überblicken, neuere Ergebnisse richtig zu bewerten und sie dem vorhandenen System einzugliedern oder das System passend umzugestalten. Soll die Gefahr ungesunder Spezialisierung und unerwünschter Kräftevergeudung in abwegiger Richtung vermieden werden, so bedarf jedes hochentwickelte Wissensgebiet des überlegenen Vermittlers, welcher den lernbegierigen Nachwuchs mit sicherer Hand zur Kenntnis und Würdigung des großen Materials leitet, dem fortgeschrittenen Techniker oder Wissenschaftler aber die Fülle des bisher Erarbeiteten übersichtlich vor Augen führt, die tieferen Zusammenhänge betont und auf die vorhandenen Lücken und notwendigen Ergänzungen aufmerksam macht. Ein umfassendes und tiefes Wissen gehört dazu, eine ruhige und sichere Kritik, eine große innere Reife und Klarheit und eine überlegene Kunst der Darstellung. Solche Führer, solche Mittler sind selten. PAUL JACOBSON war einer und hat uns noch über seinen Tod hinaus mit seinen reichen Gaben beschenkt. Als er im Januar 1923 starb, war sein berühmtes Lebenswerk, das Lehrbuch der organischen Chemie, leider nicht abgeschlossen. Der letzte Band, der von den Naturstoffen unbekannter oder nur teilweise bekannter Struktur handeln sollte, fehlte noch. Glücklicherweise fand sich aber wenigstens ein zum erheblichen Teil druckfertiges Manuskript, dessen Fertigstellung und Herausgabe die Deutsche Chemische Gesellschaft selbst in die Hand genommen hat. In ihrem Auftrage haben HEDWIG KUH und FRIEDRICH RICHTER vor kurzem einen großen Teil dieses Manuskriptes bis auf das Jahr 1924 ergänzt und teilweise umgearbeitet herausgegeben, welcher den hier besprochenen 4. Teil des 2. Bandes ausmacht. Dieser Teil enthält folgende Abschnitte:

A. Bestandteile ätherischer Öle.

B. Kohlenwasserstoffe der pflanzlichen Milchsäfte (Kautschukarten, Guttapercha und Balata).

C. Sauerstoffhaltige Bestandteile von Harzen und Milchsäften (Harze, Harzsäuren, Balsame usw.).

D. Sterine (Cholesterin u. a. Zoosterine, Phytosterine).

E. Gallensäuren.

Die Herausgeber haben sich mit der Fertigstellung dieses Bandes einer überaus dankenswerten Aufgabe unterzogen. Der letzte Teil des einzigartigen Werkes, welcher die übrigen Klassen von Naturstoffen mangelhaft bekannter Struktur bringen soll, wird voraussichtlich in naher Zukunft erscheinen.

M. BERGMANN, Dresden.

HOUBEN, J., **Fortschritte der Heilstoffchemie**. 1. Abteilung: Das deutsche Patentschriftwesen. Bd. I (1877—1900). Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1926. IX, 922 S. Preis geh. RM 70.—, geb. RM 80.—.

Der vorliegende Band, der ABDERHALDEN und HANS FISCHER gewidmet ist, enthält nichts anderes als

den Abdruck von Patentschriften aus den Jahren 1877 bis 1900, die sich auf Verfahren zur Herstellung von Arzneimitteln oder ihrer Vorprodukte beziehen, und zwar in zeilentreuer Reproduktion. Er beginnt mit einem historischen Dokument: „HERMANN KOLBE in Leipzig; Verfahren, Salicylsäure, deren Isomere und Homologe künstlich herzustellen.“ Zwecks besserer Übersicht ist dem Haupttext eine Klassifizierung der aufgeführten Patente nach den amtlichen Patentklassen vorangesetzt. Überdies erleichtert ein ausführliches Sach- und Autorenregister das Aufsuchen bestimmter Schriften.

Nach dem Vorwort des Herausgebers soll der Band

nur den Anfang eines geradezu gigantischen literarischen Unternehmens bilden. Zunächst soll das Patentschriftenverzeichnis für das letzte Vierteljahrhundert vervollständigt werden. Außerdem sollen in einer zweiten Abteilung zu 3 Bänden auf Grund der wissenschaftlichen Literatur die pharmakologischen Wirkungen aller chemisch gekennzeichneten organischen Substanzen geschildert werden. Das Gesamtwerk soll im wesentlichen den Forschern auf dem Gebiete der Produktion neuer Heilstoffe dienen, wird aber gewiß auch eine Fundgrube für die Bearbeitung theoretischer Fragen in der Pharmakologie bilden können.

W. HEUBNER, Göttingen.

Zuschriften.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften nicht für verantwortlich.

Intensität und Durchdringungsvermögen der Höhenstrahlung im Meeresniveau.

Meine Bleiabsorptionsmessungen (vgl. Naturwissenschaften 1926, 622) bestätigten die Existenz einer sehr schwer absorbierbaren Strahlung im Meeresniveau, mit einem Laboratoriumsapparat, der diese Strahlung von normalen radioaktiven Strahlen mit Sicherheit getrennt beobachten läßt¹⁾.

Unsicher blieb die Intensität der Strahlung, in Blei gemessen, weil die vorhandenen Schichten (bis 32 cm Blei) auch nicht annähernd ausreichen, eine vollständige Absorption zu erzielen, um die Eigenstrahlung der Apparatur — Reststrom — zu bestimmen.

Ergänzende Beobachtungen (gemeinsam mit E. STEINKE) mit einem transportablen Instrumentarium in einem Beobachtungsraum, der durch 9 m dicke Erd- und Betonschichten gegen Höhenstrahlung abgeschirmt war, während der Apparat gegen Radioaktivität der Umgebung durch 10 cm dicke Bleipanzierung geschützt wurde, haben zu dem Resultat geführt, daß die Intensität der Höhenstrahlung in Blei im Meeresniveau zu etwa 0,5 J anzunehmen ist und daß ihr Durchdringungsvermögen hier mindestens so groß ist, daß erst 70 cm Bleipanzierung die Strahlung auf die Hälfte reduzieren.

Bei dieser Berechnung ist angenommen, daß die Decke mit einem Bleiäquivalent von 1,9 m Blei ausreicht zur annähernd vollständigen Absorption; es besteht aber die Möglichkeit, daß noch härtere Strahlungskomponenten vorhanden sind, so daß die oben angegebenen Zahlen untere Grenzwerte für Intensität und Durchdringungsvermögen darstellen.

Die Zahl für das Durchdringungsvermögen liegt noch etwa 50% oberhalb der von KOLHÖRSTER und MILLIKAN ermittelten Höchstwerte.

Die Tatsache, daß härteste Strahlungsanteile bis zum Meeresniveau durchdringen, während in größeren Höhen weichere Komponenten mitwirken, läßt die Diskrepanzen, die bisher zwischen meinen Messungen und den Gletschermessungen bestanden, im wesentlichen beseitigen.

Königsberg i. Pr., I. Physikal. Institut, den 2. Oktober 1926.

G. HOFFMANN.

Eine anschauliche Deutung der Gleichung von Schrödingers.

Die SCHRÖDINGERSche Gleichung lautet:

¹⁾ Ann. d. Phys. 80, 779. 1926.

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2}{h^2} m(W - V)\psi = 0; \quad \int d\psi \psi \bar{\psi} = 1.$$

Wir bilden: $\alpha = \frac{\text{grad } \psi}{\psi} = \alpha' + i\alpha''$ und $\sigma = \psi \bar{\psi}$;

dann folgt aus der Ausgangsgleichung:

$$\frac{\Delta\sqrt{\sigma}}{\sqrt{\sigma}} - \alpha'^2 + \frac{8\pi^2}{h^2} m(W - V)$$

oder mit $u = \frac{h}{2\pi m} \alpha''$:

$$W\sigma = V\sigma - \frac{h^2\sqrt{\sigma} \Delta\sqrt{\sigma}}{8\pi^2 m} + \frac{m\sigma u^2}{2}.$$

Die Gleichung gestattet eine anschauliche Deutung:

Das Elektron ist ein Kontinuum von der Dichte $m\sigma$, strömend mit der Geschwindigkeit u . $W\sigma$ ist die Energiedichte, die sich zusammensetzt aus der Dichte

der kinetischen Energie $\frac{m\sigma u^2}{2}$ und der Dichte der

potentiellen Energie $V\sigma - \frac{h^2\sqrt{\sigma} \Delta\sqrt{\sigma}}{8\pi^2 m}$. Das Zusatzglied

$-\frac{h^2\sqrt{\sigma} \Delta\sqrt{\sigma}}{8\pi^2 m}$ ist für die Quantentheorie charakteristisch

und stellt die Wechselwirkung zwischen den Teilen des Kontinuums dar.

Hiermit erscheint die Quantentheorie der stationären Atomzustände zurückgeführt auf eine Hydrodynamik der kontinuierlich ausgedehnten Elektrizität.

Für den Fall mehrerer Elektronen im Atom wird man annehmen müssen, daß sich dieselben gegenseitig durchdringen, ohne dabei zu verschmelzen. Das kine-

tische Glied wird dann lauten $\frac{m}{2}(\sigma_1 u_1^2 + \sigma_2 u_2^2)$

(d. h. die an derselben Stelle des Raumes befindlichen Vektoren der Strömung addieren sich nicht zu einem einzelnen). Auf diese Weise bleibt die Individualität der Elektronen erhalten; außerdem ist dann die Darstellung im geometrischen Raum möglich, nicht nur im Phasenraum.

Ich vermute, daß diese Deutung von heuristischem Wert ist.

Frankfurt a. M., den 7. Oktober 1926.

E. MADELUNG.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Struktur der Materie in Einzeldarstellungen

Herausgegeben von

M. Born

und

J. FranckProfessor, Direktor des Instituts für theoretische Physik
der Universität GöttingenProfessor, Direktor des II. Physikalischen Instituts
der Universität Göttingen

Dritter Band: Anregung von Quantensprüngen durch Stöße. Von Dr. **J. Franck**, Professor an der Universität Göttingen, und Dr. **P. Jordan**, Assistent am Physikalischen Institut Göttingen. 320 Seiten mit 51 Textabbildungen. 1926. RM 19.50; gebunden RM 21.—

Aus dem Inhalt: Kinetik sehr langsamer Elektronen in Gasen und Dämpfen. — Methoden zur Bestimmung kritischer Potentiale durch Elektronenstoß. — Kritische Potentiale und Spektraltermen von Atomen. — Ausbeute an Quantensprüngen bei Elektronenstößen. — Umsatz von kinetischer Energie und Wärmeenergie atomarer Gebilde und Anregungsenergie. — Umsatz von Anregungsenergie. — Kritische Potentiale von Molekülen. — Verknüpfung von Quantensprüngen mit chemischen Reaktionen.

Erster Band: Zeemaneffekt und Multiplettstruktur der Spektrallinien. Von Dr. **E. Back**, Privatdozent für Experimentalphysik in Tübingen, und Dr. **A. Landé**, a. o. Professor für Theoretische Physik in Tübingen. 225 Seiten mit 25 Textabbildungen und 2 Tafeln. 1925. RM 14.40; gebunden RM 15.90

Zweiter Band: Vorlesungen über Atommechanik. Von Dr. **Max Born**, Professor an der Universität Göttingen. Herausgegeben unter Mitwirkung von Dr. Friedrich Hund, Assistent am Physikalischen Institut in Göttingen. Erster Band. 367 Seiten mit 43 Abbildungen. 1925. RM 15.—; gebunden RM 16.50

Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues

Gemeinverständlich dargestellt von

H. A. Kramers

und

Helge HolstDozent am Institut für theoretische Physik
der Universität KopenhagenBibliothekar an der Königl. Technischen Hochschule
in KopenhagenDeutsch von **F. Arndt**, Professor an der Universität Breslau

199 Seiten mit 35 Abbildungen, 1 Bildnis und 1 farbigen Tafel. 1925

RM 7.50; gebunden RM 8.70

Aus dem Inhalt: Atome und Moleküle. — Die Lichtwellen und das Spektrum. — Ionen und Elektronen. — Das Atom als Planetensystem. — Die Bohrsche Theorie des Wasserstoffspektrums. — Die Wechselwirkung zwischen Licht und Stoff. — Verschiedene Anwendungen der Bohrschen Atomtheorie. — Der Atombau und die chemischen Eigenschaften der Stoffe. — Anhang.

Probleme der Atomdynamik

Erster Teil: Die Struktur des Atoms

Zweiter Teil: Die Gittertheorie des festen Zustandes

30 Vorlesungen, gehalten im Wintersemester 1925/26 am Massachusetts Institute of Technology
Von

Dr. Max Born

Professor der theoretischen Physik an der Universität Göttingen

192 Seiten mit 42 Abbildungen und 1 Tafel. 1926. RM 10.50; gebunden RM 12.—

Über den Bau der Atome

Von

Niels Bohr

Dritte, unveränderte Auflage

(Vortrag bei der Entgegennahme des Nobelpreises in Stockholm am 11. Dezember 1922
Ins Deutsche übersetzt von **W. Pauli jr.**)

60 Seiten mit 9 Abbildungen. 1925. RM 1.80

Handbuch der Physik

Unter redaktioneller Mitwirkung von

R. Grammel-Stuttgart, F. Henning-Berlin, H. Konen-Bonn, H. Thirring-Wien,
F. Trendelenburg-Berlin, W. Westphal-Berlin

Herausgegeben von

H. Geiger und **Karl Scheel**

Kiel

Berlin-Dahlem

Das Handbuch der Physik bietet eine vollständige Darstellung des derzeitigen Standes der experimentellen und theoretischen Physik. Durch weitgehende Unterteilung des gesamten Stoffes auf die in den einzelnen Sondergebieten tätigen Forscher wird eine wirklich moderne und kritische Darstellung der Physik ohne eine übermäßige Belastung des einzelnen erzielt.

Das Werk umfaßt insgesamt 24 Bände zu je etwa 30 Bogen Umfang

Jeder Band ist einzeln käuflich

Bisher sind erschienen:

Erster Band: **Geschichte der Physik / Vorlesungstechnik.** Bearbeitet von E. Hoppe · A. Lambertz · R. Mecke · K. Scheel · H. Timerding.
Redigiert von Karl Scheel. 412 Seiten mit 162 Abbildungen. 1926.

RM 31.50; gebunden RM 33.60

Zweiter Band: **Elementare Einheiten und ihre Messung.**
Bearbeitet von A. Berroth · C. Cranz · H. Ebert · W. Felgentraeger · F. Göpel · F. Henning
W. Jaeger · V. v. Niesiolowski-Gawin · K. Scheel · W. Schmundt · J. Wallot. Redigiert von
Karl Scheel. 530 Seiten mit 297 Abbildungen. 1926. RM 39.60; gebunden RM 42.—

Neunter Band: **Theorien der Wärme.** Bearbeitet von K. Bennewitz
A. Byk · F. Henning · K. F. Herzfeld · W. Jaeger · G. Jäger · A. Landé · A. Smekal. Redigiert
von F. Henning. 624 Seiten mit 61 Abbildungen. 1926. RM 46.50; gebunden RM 49.20

Zehnter Band: **Thermische Eigenschaften der Stoffe.**
Bearbeitet von C. Drucker · E. Grüneisen · Ph. Kohnstamm · F. Körber · K. Scheel
E. Schrödinger · F. Simon · J. D. van der Waals jr. Redigiert von F. Henning. 494 Seiten
mit 207 Abbildungen. 1926. RM 35.40; gebunden RM 37.50

Elfter Band: **Anwendung der Thermodynamik.** Bearbeitet
von E. Freundlich · W. Jaeger · M. Jacob · W. Meissner · O. Meyerhof · C. Müller · K. Neumann
M. Robitzsch · A. Wegener. Redigiert von F. Henning. 462 Seiten mit 198 Abbildungen.
1926. RM 34.50; gebunden RM 37.20

Zweiundzwanzigster Band: **Elektronen / Atome / Moleküle.**
Bearbeitet von W. Bothe · W. Gerlach · H. G. Grimm · O. Hahn · K. F. Herzfeld · G. Kirsch
L. Meitner · St. Meyer · F. Paneth · H. Pettersson · K. Philipp · K. Przibram. Redigiert von
H. Geiger. 576 Seiten mit 148 Abbildungen. 1926. RM 42.—; gebunden RM 44.70

Dreiundzwanzigster Band: **Quanten.** Bearbeitet von W. Bothe · J. Franck
P. Jordan · H. Kulenkampff · R. Ladenburg · W. Noddack · W. Pauli · P. Pringsheim.
Redigiert von H. Geiger. 792 Seiten mit 225 Abbildungen. 1926.
RM 57.—; gebunden RM 59.70

Als nächste Bände erscheinen Band III, XVIII, XXIV und XIV

Die einzelnen Bände behandeln:
Band I–III. Geschichte, Vorlesungstechnik,
Einheiten, mathematische Hilfsmittel.
Band IV. Grundlagen der Physik.
Band V–VIII. Mechanik einschl. Akustik.

Band IX–XI. Wärme.
Band XII–XVII. Elektrizität und Magnetismus.
Band XVIII–XXI. Optik aller Wellenlängen.
Band XXII–XXIV. Aufbau der Materie und
Wesen der Strahlung.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Hierzu eine Beilage vom Verlag Julius Springer in Berlin W 9