

Studi-
höherer
Elbing

8. 8. 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 31 (SEITE 725-748)

30. JULI 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Stellarphysik. Von E. A. MILNE, Cambridge	725	KLEIN, F., Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus. Bd. II. (Ref.: P. P. Ewald, Stuttgart)	740
Die Darstellung von Motorbetriebsstoffen aus Kohlenoxyd und Wasserstoff. Von G. BANDTE, Berlin	732	ZUSCHRIFTEN:	
BESPRECHUNGEN:		Elektrische Bodendistanzmessung von Luftfahrzeugen. Von HEINRICH LÖWY, Wien	741
SAPPER, KARL, Das Element der Wirklichkeit und die Welt der Erfahrung. Grundlinien einer anthropozentrischen Naturphilosophie. (Ref.: M. Kronenberg, Berlin)	735	Ultraviolettbestrahlung von Milch. Von E. TIEDE, Berlin, und P. REYHER, Berlin-Weißensee	741
KOFFKA, K., Grundlagen der psychischen Entwicklung. 2. verbesserte Auflage. (Ref.: Wenzl, München)	738	BIOLOGISCHE MITTEILUNGEN: Neues zum Sexualitätsproblem. Das erbliche Verhalten identischer Zwillinge. A Synopsis of the Amphibia of California	741
SIEGEL, CARL, Grundprobleme der Philosophie organisch entwickelt. (Ref.: F. Netolitzky, Czernowitz)	739	GEOPHYSIKALISCHE UND GEOGRAPHISCHE MITTEILUNGEN: Die Normannenkultur in Grönland. Spitsbergen Papers. Isogonenkarte vom Deutschen Reich. Unsere Lücken in den Kenntnissen über die Tiefenverhältnisse der Seen	745

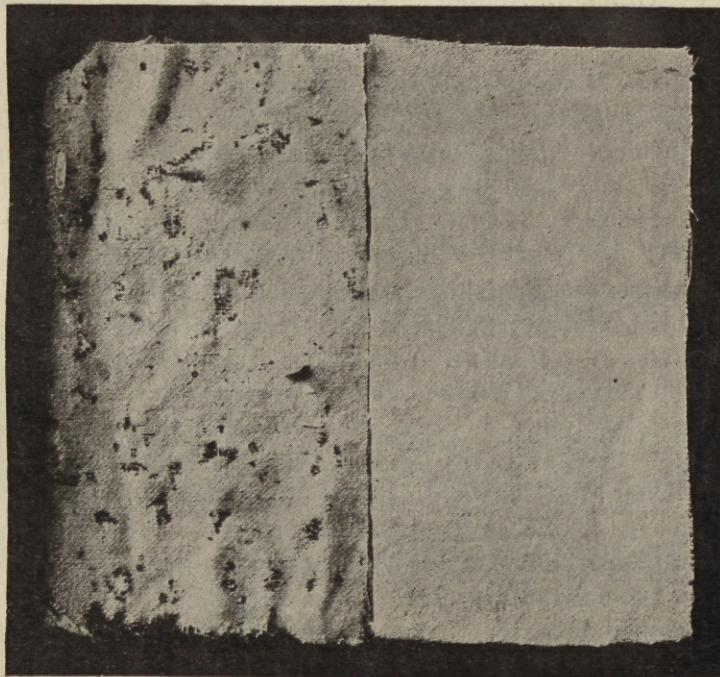


Abb. 53. Weißes Damasttuch mit zahlreichen Mottenraupen besetzt, nach einigen Monaten photographiert. Links: unbehandeltes Damasttuch. Rechts: mit Eulan F. behandelt. [BY]

Aus: **Technologie der Textilveredelung.** Von Prof. Dr. Paul Heermann [früher Abteilungsvorsteher der Textilabteilung am Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem. Zweite, erweiterte Auflage. 665 Seiten mit 204 Textabbildungen und einer Farbentafel. 1926. (Verlag von Julius Springer in Berlin W.9) Geb. RM 33.—

26

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 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.
Postscheckkonto Nr. 118 935.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Über den Stoffwechsel der Tumoren

Arbeiten aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem

Herausgegeben von

Otto Warburg

267 Seiten mit 42 Abbildungen. RM 16.50; gebunden RM 18.30

Inhaltsverzeichnis:

O. Warburg: Methodische Vorbemerkungen. — O. Warburg: Beobachtungen über die Oxydationsprozesse im Seeigeelei. — O. Warburg: Zur Biologie der roten Blutzellen. — O. Warburg: Über die Oxydationen in lebenden Zellen nach Versuchen am Seeigeelei. — O. Warburg: Notizen zur Entwicklungsphysiologie des Seeigeeleis. — O. Warburg: Versuche an überlebendem Carcinomgewebe. — Seigo Minami: Versuche an überlebendem Carcinomgewebe. — O. Warburg: Verbesserte Methode zur Messung der Atmung und Glykolyse. — O. Warburg, Karl Posener und Erwin Negelein: Über den Stoffwechsel der Carcinomzelle. — Muneo Yabusoe: Über Eisen und Blutfarbstoffbestimmungen in normalen Geweben und in Tumorgewebe. — Erwin Negelein: Versuche über Glykolyse. — Yoshicki Okamoto: Über Anaerobiose von Tumorgewebe. — O. Warburg: Über den Stoffwechsel der Carcinomzelle. — O. Warburg: Über Milchsäurebildung beim Wachstum. — O. Warburg: Manometrische Messung des Zellstoffwechsels in Serum. — E. Negelein: Über die glykolytische Wirkung des embryonalen Gewebes. — Muneo Yabusoe: Über Hemmung der Tumorglykolyse durch Anilinfarbstoffe. — O. Warburg: Über die Wirkung von Blausäureaethylester (Aethylcarbylamin) auf die Pasteursche Reaktion. — O. Warburg, F. Wind und E. Negelein: Über den Stoffwechsel von Tumoren im Körper. — O. Stahl und O. Warburg: Über Milchsäuregärung eines menschlichen Blascarcinoms. — F. Wind: Versuche mit explantiertem Roussarkom.

Neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Stellarphysik¹⁾.

Von E. A. MILNE, Cambridge.

(Aus dem Englischen übertragen von G. SCHNAUDER † und E. FREUNDLICH, Berlin-Potsdam.)

(Schluß.)

Versuchen wir nun, uns ein Bild von einer typischen Sternatmosphäre zu machen.

Sie wird aus Gasschichten bestehen, die sich nach Druck, Dichte, Temperatur und Zusammensetzung voneinander unterscheiden. Chemische Bindungen werden selten sein, da die Temperatur höher sein wird als ihre Dissoziationstemperaturen. Daher auch werden die Gase nahezu alle einatomig sein. Viele von den Atomen werden ionisiert sein, und es wird daher ein Überfluß an freien Elektronen geben; einige davon werden bei Zusammenstößen zwischen Atomen oder zwischen Atomen und Elektronen frei geworden sein, aber die große Mehrzahl wird photoelektrisch entbunden worden sein. In den tieferen Schichten, wo die Dichte groß genug ist, werden Elektronen fortwährend auf ionisierte Atome treffen und sich mit ihnen wieder vereinigen; aber in den höheren Schichten werden Zusammenstöße und Wiedervereinigungen seltener sein. Dank dem Überschuß an freien Elektronen wird die Gasmasse sehr gut leiten, und es wird keine merklichen, makroskopischen, elektrischen Felder geben.

Wie groß die Störungen im allgemeinen sein werden, wissen wir nicht. An begrenzten Stellen der Sonne, in den Sonnenflecken und Protuberanzen, mögen sie außerordentlich groß werden; im allgemeinen aber werden die Feldwirkungen nicht groß genug sein, um Konvektionsströme auszulösen. Die schweren Atome werden darum hauptsächlich in den tieferen Schichten liegen und die leichten in den höheren Schichten überwiegen. In diesem Zusammenhange dürfen wir aber die freien Elektronen nicht als leichte Atome behandeln, denn die elektrostatischen Kräfte zwischen ihnen und den Ionen werden eine merkliche Scheidung zwischen beiden verhindern — die Gasmasse als Ganzes wird in einem kleinen Gebiete elektrisch neutral sein. Die Atome werden sich also nach ihrer Masse schichten. Jedesmal, wenn ein Atom ein Strahlungsquant $h\nu$ absorbiert, erhält es auch einen Impuls vom Betrage $h\nu/c$. Allerdings wird es das Quant bald wieder emittieren, in den Zustand niedrigerer Energie zurückkehren und das Rückstoßmoment erhalten. Aber die Emission wird gleichmäßig nach allen Richtungen hin erfolgen, während von der Absorption in erster Linie die nach außen gerichtete Strahlung betroffen sein wird. Daher wird im Ganzen das Atom ein Impulsmoment nach außen erhalten. Es wird demnach im *Strahlungsdruck* auf die Atome der

Schwere entgegengesetzt wirken und wird den Druckgradienten abschwächen. Er wird auf die verschiedenen Atome ungleich wirken. Je höher die Frequenz ν , desto größer ist das damit verbundene Moment, daher wird der Strahlungsdruck (1) von den Wellenlängen abhängen, die das Atom absorbieren kann. Daneben wird er noch (2) von der Zahl der zur Verfügung stehenden Quanten abhängen, d. h. von der Intensität des kontinuierlichen Spektrums, ferner (3) von der Schnelligkeit des Vorganges der Absorption und Remission. Betrachten wir der Einfachheit halber ein hypothetisches Atom mit nur zwei Energieniveaus. Sobald es ein Quantum aufgenommen hat, ist es unfähig, ein zweites Quantum zu absorbieren, ehe es nicht in seinen Normalzustand zurückgekehrt ist; für die Wirkung des Strahlungsdruckes ist es außer Tätigkeit gesetzt, bis es re-emittiert hat. Das Schicksal eines Atoms, für welches die Möglichkeit besteht, ionisiert zu werden, ist noch viel schlimmer. Wenn nicht gerade sein Funkenspektrum ihm geeignete Linien darbietet, kann es auf den Strahlungsdruck nicht ansprechen, ehe es nicht wieder ein Elektron eingefangen hat. Die Zeitdauer, während der ein Atom in einem angeregten Zustande verweilt, ist daher von fundamentaler Bedeutung. Diese Verhältnisse stören die Lagerung der Atome nach der Schwere Wirkung empfindlich, und obwohl die schwereren Atome *statistisch* die tieferen Schichten bevorzugen werden, so müssen wir doch mit merklichen Ausnahmen hiervon rechnen, die von den verschiedenen Atomstrukturen abhängen.

Von den photosphärischen Schichten nach auswärts schreitend, stoßen wir zuerst auf Schichten von geringerer Dichte, wo die Atome nach und nach die Möglichkeit bekommen, ungestört von anderen Atomen ihre Linienspektren zu absorbieren und zu emittieren. Jede Schicht von Atomen schiebt die Hälfte der absorbierten Strahlung zurück, während sie die andere Hälfte den darüberliegenden Schichten zustrahlt. Diese wiederum absorbieren einen Teil der nun schon verminderten Strahlung, senden die Hälfte des absorbierten zurück und geben die andere Hälfte weiter. Auf diese Weise entstehen die monochromatischen Absorptionslinien. Für die Strahlung, deren Wellenlängen zwischen den Absorptionslinien der Atome liegen, sind die Atome vollkommen durchlässig, und diese geht durch sie hindurch mit geringem bzw. ohne jeden Einfluß auf ihre Temperatur. Bis zu einem gewissen Grade aber wird doch ein Austausch zwischen der

¹⁾ Proceedings of the Physical Society of London 36, S. 2. 15. Febr. 1924.

strahlenden Energie und der Energie der molekularen Bewegung stattfinden mittels unelastischer Elektronenstöße und Dreikörperzusammenstöße, die einen gewissen Einfluß auf die Temperatur haben werden. Wir befinden uns nun oberhalb der spezifischen Gegend der Schwarzschild'schen Grenztemperatur, aber die Gase werden ungefähr diese Temperatur haben.

In den unteren Teilen der betrachteten Region wird das Gewicht der Atome zum großen Teile vom Druckgradienten getragen werden; denn teils weil viele der Atome in höheren Quantenzuständen sein werden, teils aus anderen Gründen wird es eine beträchtliche Anzahl von Atomen geben, die getragen werden müssen, die aber keinen wesentlichen Gebrauch vom Strahlungsdrucke machen können. Wenn wir emporsteigen, wird der Druck zuerst exponentiell abnehmen, und auch der Druckgradient wird abnehmen. Die durchwandernden Atome und viele der schwereren werden zurückbleiben, und wir werden in eine Gegend kleinen Druckes und kleiner Druckgradienten geraten, die nur aus denjenigen Atomen bestehen wird, die sich gewissermaßen aus eigener Kraft halten können. Dieses ist die Chromosphäre. Hier werden Zusammenstöße sehr selten sein, und jedes Atom wird sich entgegen der Schwerkraft vor allem durch eine lebhaftige Folge von Impulsaufnahmen bei der Absorption von Quanten halten. Der Begriff der Temperatur ist auf ein solches Gebiet kaum anwendbar. Die dort vorhandenen Atome werden vor allem solche sein, die günstig gelegene Absorptionslinien besitzen und die nach der Absorption nach einem Zustande zurückstreben, wo sie leicht für die nächste Absorption verwertbar sind, die nicht gar zu leicht ihr wirksames Elektron verlieren, und die auch nicht zu schwer sind.

Betrachten wir nun den Typus des Absorptionsspektrums, den eine Sternatmosphäre dieser Art hervorbringen wird. Zuvörderst: Die Atome in den hohen, chromosphärischen Schichten, die lediglich vom Strahlungsdrucke getragen werden, dürften viel zu wenige sein, als daß sie einen merklichen Einfluß auf die Bildung von Absorptionslinien haben könnten. Bei einer totalen Sonnenfinsternis sind sie im Flashspektrum sichtbar, weil wir tangential in eine ziemlich dicke Schicht blicken. Radial gesehen aber machen sie nur sehr wenig aus. Das zeigen z. B. die Heliumlinien, die, obschon auffallend im Flash — wo JANSSEN und LOCKYER das Helium entdeckt haben — im gewöhnlichen Fraunhoferspektrum kaum erscheinen. Die Absorptionslinien entstehen vielmehr in denjenigen Schichten, in denen ein merklicher Druckgradient herrscht, die Dichte nicht zu klein und nicht zu groß ist und die Atome im großen und ganzen eine Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung aufweisen, die einer Temperatur nur wenig unter der effektiven entspricht.

Nun betrachten wir eine Linie wie $\lambda = 4227$ Ca.

Es ist dieses die erste Linie der Hauptserie und wird mit $1S-1P$ bezeichnet. Bei einem Ca-Atom, das imstande sein soll, sie zu absorbieren, muß das äußerste Elektron im Zustande kleinster Energie sein — im $1S$ -Zustande. Die Absorption besteht darin, daß das Elektron aus diesem $1S$ - in den $1P$ -Zustand springt. Die Stärke der Absorptionslinie $\lambda 4227$, die von der Sternatmosphäre erzeugt wird, wird daher davon abhängen, wieviel Ca-Atome mit einem Valenzelektron im $1S$ -Zustande in der umkehrenden Schicht vorhanden sind. Nicht alle vorhandenen Atome werden in diesem Zustande sein. Erstens werden manche die Linie schon absorbiert haben und daher bereits im $1P$ -Zustande sein; andere werden in anderen Zuständen, wie im $1D$ -, $1P$ -Zustande usw. sein, vielleicht infolge von Absorption, vielleicht auch nach einem unelastischen Zusammenstoße. Zweitens aber werden manche Atome ein Elektron *verloren* haben, sei es durch Zusammenstoß oder, was wahrscheinlicher ist, photoelektrisch. Auch diese Atome sind hinsichtlich der Linie $\lambda = 4227$ außer Betrieb gesetzt, bis sie wieder ein Elektron eingefangen haben. Aber diese beiden Möglichkeiten der Außerbetriebsetzung unterscheiden sich außerordentlich. Wie bald ein Atom, dessen Elektron nur auf eine andere Stufe gehoben ist, seinen Normalzustand wiedergewinnt, das hängt von mancherlei ab, hauptsächlich aber von der Struktur des Atoms. Wie bald aber ein *ionisiertes* Atom seinen neutralen Zustand wiedererlangt, hängt außerdem von der Aussicht ab, ein Elektron einzufangen. Das nur *angeregte* Atom hält seinen Partner noch zurück, aber das *ionisierte* muß erst einen neuen finden, und wie bald ihm das glückt, das hängt von der Zahl der verfügbaren Partner ab, d. h. von der Konzentration der freien Elektronen. Daher ist der Bruchteil der *ionisierten* Atome eng mit dem *Drucke* verknüpft; je niedriger der Druck, oder richtiger, je kleiner der Partialdruck der freien Elektronen ist, desto geringer sind die Aussichten auf Wiedervereinigung und desto größer ist daher in einem stationären Zustande der Anteil der ionisierten Atome. Auf diese Abhängigkeit der Ionisation vom Drucke hat SAHA hingewiesen. Der Versuch hat sie in weitem Umfange bestätigt.

Die *ionisierten* Ca-Atome sind außer Betrieb nur hinsichtlich der Absorption und Emission der Linie 4227 , aber sie können ein *ihnen eigen-tümliches* Spektrum emittieren und absorbieren. Die Linien *H* und *K* des Fraunhoferspektrums sind das erste Paar der Hauptserie des *ionisierten* Calciums und daher für das *ionisierte* Atom das Analogon zu $\lambda 4227$ für das neutrale Atom. Sie entstehen durch Sprünge des übriggebliebenen Valenzelektrons.

Steigt die Temperatur und bleibt der Druck konstant, so wächst die Menge der ionisierten Atome, und die der neutralen nimmt ab. Daher sollte die Intensität von $\lambda 4227$ als Absorptionslinie abnehmen, wogegen die von *H* und *K* wachsen.

müßte. Das wird andauern, bis der zweite Ionisationszustand einsetzt, der mit dem Verluste des zweiten Elektrons verbunden ist. Das Spektrum des Calciumatoms, dem zwei Elektronen fehlen, wird mit seinen intensiveren Linien weit im Ultraviolett liegen, und für unsere Zwecke können wir sagen, daß keine neuen Linien auftreten werden.

Genau das beobachten wir in der Folge der Sternspektren, wenn wir von den roten M-Sternen mit Atmosphärentemperaturen von rund 3000° zu den weißen und blauen B- oder O-Sternen mit Temperaturen von $20\,000^\circ$ und mehr übergehen. Die Intensität von $\lambda = 4227$ sinkt stetig und verschwindet bei A_0 vollkommen. Diejenige von $\lambda = 3933$, und $\lambda = 3968$ wächst an bis zum K-Typ, bleibt groß bei den Sternen vom Solnentyp, und nimmt hierauf stetig ab, aber noch lange, nachdem $\lambda = 4227$ verschwunden ist, treten diese Linien auf.

Dasselbe gilt für Strontium von dem Singlet $\lambda 4607$ (1S-1P) und dem Funkendublett $\lambda\lambda 4216, 4078$ (1 δ -1 $\pi_1, 2$). Die Potentiale der ersten und zweiten Ionisationsstufe sind ziemlich dieselben wie beim Calcium.

Diese Linien $\lambda = 4216, 4078$ sind zwei von denen, die ADAMS hauptsächlich bei der Bestimmung der absoluten Helligkeiten benützt hat. Nun liegt aber der Hauptunterschied zwischen Riesen und Zwergen desselben Typs in dem Grade der Verdichtung ihrer Materie. Der Radius des Riesen ist viel größer als der des Zwerges derselben Masse — sagen wir 20-30mal für einen Stern von Sonnenmasse im K-Typus — und die Gravitation an der Oberfläche mag rund 50mal kleiner sein. Dies besagt: die Druck- und Dichtegradienten sind in den äußeren Teilen eines Zwerges viel ausgeprägter als bei einem Riesen. Nun muß die einen Riesenstern verlassende Strahlung — sowohl die des kontinuierlichen Spektrums wie auch die Reststrahlung in den Absorptionslinien — ziemlich aus derselben Tiefe, gerechnet in durchstrahlter Masse pro Flächeneinheit, stammen, wie diejenige eines Zwergsternes. Die resultierende Strahlung eines Riesensternes muß daher aus einer Region sehr viel geringeren Druckes stammen als die eines Zwerges; und der Undurchlässigkeitsgrad für das kontinuierliche Spektrum, der eine Absorptionslinie zustande bringt, wird in einem Riesen bei niedrigerem Drucke erzeugt als in einem Zwerge. Bei beiden Sternen sehen wir bis zu derselben optischen Tiefe hinab; aber wegen des kleineren Gradienten in einem Riesen liegt die Grenze, bis zu welcher wir hineinblicken, dort in einem Gebiete kleineren Druckes. Es folgt daraus, daß in den wirksamen Schichten eines Riesen eine stärkere Ionisation herrscht und damit eine kräftigere Entwicklung der Funkenlinien, was genau in Übereinstimmung ist mit den Beobachtungen von ADAMS.

Es ist also in der Tat der Druck, der als zweite Veränderliche hinzukommt und die Reihe der

Spektraltypen spaltet. ADAMS Korrelation zwischen der Intensität der Funkenlinien mit der großen absoluten Helligkeit ist also eine indirekte; die Kette der Beziehungen lautet vielmehr: Starke Ionisation — niedriger Druck — kleiner Wert der Gravitation an der Oberfläche — großer Radius — große Sternscheibe — große absolute Helligkeit.

Wir können nun das Paradoxon aufklären, daß Riesen kleinere effektive Temperaturen haben als Zwerge desselben Types und trotzdem stärkere Entwicklung der Funkenlinien zeigen. Sehen wir von der Temperatur ab, so steht die Atmosphäre eines Riesen unter viel geringerem Drucke als die eines Zwerges, und er wird daher ein Spektrum von viel früherem Typ zeigen. Ordnen wir also die Sterne nach dem Schema gleichen allgemeinen Aussehens ihrer Spektren, so werden die Riesen bei gleichem Typ niedrigere Temperatur haben. Aber die auffallenderen Funkenlinien werden dabei immer noch eine Ausnahmestellung einzunehmen scheinen. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre es logischer, die Sterne nach Temperaturklassen (Farbenklassen) zu ordnen; die spektralen Unterschiede zwischen Riesen und Zwergen derselben Farbenklasse wären dann sehr auffallend. Zudem wären die Unterschiede einer theoretischen Untersuchung leichter zugänglich.

SAHA hat nicht nur darauf hingewiesen, daß starke Entwicklung der Funkenlinien starke Ionisation bedeute, und daß starke Ionisation ebensogut durch niedrigen Druck wie durch hohe Temperatur erzeugt wird. Indem er LINDEMANN und EGGERT folgte, wandte er die thermodynamische Dissoziationsformel der physikalischen Chemie an, um den Ionisationsgrad eines Gases bei hoher Temperatur im thermodynamischen Gleichgewichte zu berechnen. Selbstionisation bei hoher Temperatur ist völlig analog der chemischen Dissoziation, wobei die durch das Ionisationspotential repräsentierte Arbeit die Stellung der (negativen) Reaktionswärme einnimmt. Die Formel drückt den Ionisationsgrad als Funktion von Temperatur und Druck aus.

Indem SAHA Drucke von $1-0,1$ Atmosphären annahm und voraussetzte, daß eine Linie gerade auftaucht oder verschwindet, wenn der zu ihrer Absorption fähige Prozentsatz der Atome etwa von der Ordnung $1-0,1\%$ ist, konnte er Temperaturen für das Erscheinen und Verschwinden berechnen. Z. B. fand er für das Verschwinden von $\lambda = 4227$ Ca $13\,000^\circ$, und dieses sollte die wahre Temperatur der Atmosphäre eines Sternes sein, bei dem diese Linie in Absorption gerade verschwunden ist. Diese Temperatur wurde füglich von SAHA den Sternen vom Typ B8 zugesprochen. Ähnlich berechnete er die Verschwindungstemperatur von $\lambda 3933$ Ca⁺ zu $20\,000^\circ$, diejenige von $\lambda = 4215$ Sr⁺ zu $14\,000^\circ$.

Ich habe die Theorie dargestellt in ihrer Anwendung auf die Linien der Hauptserie; die Hauptlinien eines neutralen Atomes müßten mono-

ton schwächer werden mit wachsender Temperatur, die Hauptlinien eines *ionisierten* Atoms dagegen sollten zu einem Maximum ansteigen und dann abklingen. Die Theorie der Linien einer *Nebenserie* ist nicht ganz so einfach. Ich habe den Begriff „Hauptserie“ als gleichbedeutend gebraucht mit derjenigen Serie, deren Linien von einem Atom in seinem niedrigsten energetischen Zustande absorbiert werden. Die Balmerlinien z. B. sind in diesem Sinne keine Hauptlinien; um die Balmerlinien zu absorbieren, muß das Atom erst auf den zweiten Quantenzustand gehoben sein. Bei niedrigen Temperaturen wird man den Prozentsatz der nicht im normalen Zustande befindlichen Atome vernachlässigen dürfen. In dem Maße aber, wie die Temperatur ansteigt, wird der Prozentsatz der Atome in allen angeregten Zuständen wachsen. Während daher die Linien der Hauptserie in Absorption erscheinen können, wie niedrig auch die Temperatur ist, können die Linien einer Nebenserie nur auftreten, wenn die Temperatur hoch genug ist, um einen merklichen Anteil erregter Atome zu erzeugen. Endlich müssen die Linien einer Nebenserie verschwinden genau wie die der Hauptserie in dem Maße, wie die Atome ionisiert werden. Die Linien der Hauptserien eines neutralen Atoms haben nur einen Verschwindungspunkt, aber eine Nebenserienlinie und ebenso die Hauptserienlinien und alle anderen Linien des ionisierten Atoms werden sowohl einen Erscheinungs- wie auch einen Verschwindungspunkt haben, mit einem Maximum dazwischen.

Zum Beispiel wächst das scharfe Mg-Triplett $\lambda = 5184, 5173, 5167$ ($1p_{1,2,3} - 1s$) an Intensität bis zu Ko, danach nimmt es ab. Die Balmerlinien nehmen dauernd an Intensität zu bis zum Typ Ao und fallen dann langsam ab. Die Bogenlinien des Heliums, die allesamt Nebenserienlinien, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, sind, erscheinen bei den Ao-Sternen, erreichen ein Maximum beim Typ B2 und verschwinden in PLASKETTS Typ O5. Die Funkenlinie $\lambda 4481$ Mg ($2d - 3\varphi$), die eine Nebenserienlinie des ionisierten Atoms ist, tritt zuerst in der Sonne auf (Typ Go), erreicht ein Maximum zugleich mit den Balmerlinien und verschwindet in Typ O7. Je höher das Ionisationspotential oder je größer der Niveauunterschied zwischen dem normalen Zustande und dem betrachteten Erregungszustande ist, desto heißer wird der Stern sein, in welchem diese Linie auftritt.

In großen Umrissen erklären diese Betrachtungen das Erscheinen der Maxima und das Verschwinden, das Anwachsen und Abnehmen der Intensität der Linien, die in der Folge der Sternspektren vorkommen, deren Seriengesetze bekannt sind, und sie geben die Erklärung dazu in der richtigen Ordnung. Man hat das Recht vorauszusetzen, daß auch die aufeinanderfolgenden Veränderungen in den Linien verwickelterer Spektren wie wir C, N und O, Fe und Ti in Zukunft in ähnlicher Weise eine Erklärung finden werden.

Vom quantitativen Standpunkt bleibt allerdings noch manches zu wünschen übrig. Es war notwendig, und zwar in ziemlich willkürlicher Weise, einen Wert für den niedrigsten Konzentrationsgrad anzunehmen, unterhalb dessen Atome im passenden Zustande keine beobachtbare Absorptionslinie mehr liefern. Und gleichfalls notwendig war eine willkürliche Annahme über den Druck. Man hat neuerdings eine Möglichkeit gefunden, die erste Schwierigkeit zu umgehen und die zweite zu überwinden, indem man das Augenmerk auf die Lage des Intensitätsmaximums einer Linie in der Spektralfolge gerichtet hat anstatt auf die Stellen des Erscheinens und Verschwindens.

Betrachten wir wieder eine Linie, die nur von einem neutralen Atome in einem erregten Zustande absorbiert wird, wie etwa eine Balmerlinie. Bei vorgegebenem Drucke wird die Zahl der neutralen Wasserstoffatome, die in einem erregten Zustande sind, mit der Temperatur wachsen. Aber der Bruchteil aller Atome, die im neutralen Zustande sind, wird abnehmen, wenn die Temperatur wächst. Der Bruchteil aller Atome, die in dem erregten Zustande sind, ist dem Produkt dieser beiden Brüche proportional. Bei niedriger Temperatur werden die allermeisten Atome neutral, aber kaum ein Paar werden im erregten Zustande sein; bei hoher Temperatur wird ein großer Bruchteil der neutralen Atome sich in einem angeregten Zustande befinden, aber die Zahl der neutralen Atome wird überhaupt klein sein und darum auch die Zahl der angeregten Atome. Dazwischen wird es ein Maximum geben. Eine Formel der statistischen Mechanik, die in ihrem Ursprunge auf BOLTZMANN zurückgeht, gibt den Bruchteil in einem gegebenen Erregungszustande. Verbindet man diese mit der Ionisationsformel, so kann man den wahren Bruchteil der Atome in dem erregten Zustande bei einer gegebenen Temperatur ausrechnen. Durch einfache Differentiation können wir dann weiter ermitteln, für welche Temperatur dies ein Maximum wird. Für eine Nebenserie, deren Ionisationspotential und Serienbeziehungen bekannt sind, findet man, daß die Temperatur der Maximalkonzentration der Atome in einem gegebenen Erregungszustande durch eine bestimmte Formel geliefert wird, in der die einzige Unbekannte der Partialdruck der freien Elektronen ist.

Es ist plausibel, die Temperatur der maximalen Konzentration mit der Temperatur der größten Intensität der entsprechenden Linien in der Sternfolge zu identifizieren. Die Balmerlinien erreichen ein Maximum in den Ao-Sternen, mit einer effektiven Temperatur von rund $10\,000^\circ$. Es zeigt sich, daß dies mit der berechneten Temperatur wohl übereinstimmt, wenn man den Druck zu $1,3 \cdot 10^{-4}$ Atmosphären ansetzt. Dies müßte also der mittlere Druck der Elektronen sein in den Schichten einer Sternatmosphäre, die eine starke Wasserstoffabsorptionslinie hervorbringen.

Nimmt man an, daß derselbe Druck im allgemeinen herrscht, so können wir ihn in die Formel einsetzen und die Temperatur der maximalen Intensität für alle anderen Nebenserienlinien bestimmen. Man findet, daß die scharfen und diffusen Linien des Na ein Maximum bei 3900° haben müßten, diffuse Triplets und scharfe und diffuse Singletts von Ca bei 4400° , die entsprechenden Mg-Bogenlinien bei 5300° , die Bogenlinien des He bei $16\ 100^\circ$ und die Pickeringserie bei $35\ 200^\circ$. Vermerkt man die beobachteten Stellen der Maxima in der Folge der Spektren, so erhält man eine Temperaturskala, oder man kann, indem man die Prozedur umkehrt, die Sternskala von anderen Quellen her übernehmen und die Drucke berechnen.

Im großen und ganzen ist die erhaltene Temperaturskala in Übereinstimmung mit den auf anderen Wegen abgeleiteten. Die vielleicht am meisten überraschende Bestätigung der Theorie wird von der Magnesium-Funkenlinie $\lambda = 4481$ ($2\ \delta - 3\ \varphi$) Mg^+ gegeben. Ihr beobachtetes Maximum liegt im A α -Typ, zugleich mit den Balmerlinien, und die berechnete Temperatur ist $10\ 200^\circ$. Also eine wohl begründete quantitative Theorie, die lediglich die optischen Termwerte benutzt, sagt voraus, daß Linien, die so verschieden sind in ihrem Ursprunge und Serienbeziehungen wie die Balmerlinien, die dem neutralen Wasserstoffatome angehören und das Anfangsdublett der Fundamentalserie des ionisierten Magnesiums zusammenfallende Maxima haben müssen.

Das berechnete Maximum der Bogenlinien des He $16\ 100^\circ$ legt die Temperaturen des Typs B2 fest. Die Spektraltheorie bestätigt so die höheren der verschiedenen beobachteten Werte. Bis heute kommen die einzigen offenbaren Schwierigkeiten bei dem dreifach ionisierten Silicium und dem ionisierten Helium vor. Nach FOWLERS Untersuchungen ist das Ionisationspotential für die Abtrennung des vierten Elektrons für Si 45 Volt. Die Linien $\lambda\ 4088$, 4116, das führende Paar der zweiten Hauptserie, haben ein berechnetes Maximum bei $27\ 000^\circ$. Sie haben ein beobachtetes Maximum in ϵ -Orionis vom Typ Bo. Die effektive Temperatur des B-Typen wird im allgemeinen viel niedriger als diese Zahl angenommen. Die berechnete Temperatur von $35\ 000^\circ$ für das Maximum der Pickeringserie ist andererseits vielleicht ein wenig zu hoch für die O-Sterne, für welche diese Linien besonders charakteristisch sind. Es ist indessen wahrscheinlich, daß die Harvardskala der Spektren bei den heißeren Sternen sehr großen Temperaturschritten entspricht; ein sehr beträchtliches Fortschreiten findet zum Beispiel innerhalb des Typen Bo statt. Es sei auch bemerkt, daß die berechneten Temperaturen niedriger sich ergeben würden, wenn niedrigere Drucke als 10^{-4} Atmosphären für diese Linien hoher Erregung nötig wären.

Wenn weitere Serienbeziehungen verwertbar werden, sind mehr und mehr Punkte der Skala einer Bestimmung zugänglich, und wir können

mit dem größten Interesse den neuen Ergebnissen entgegensehen, die FOWLER, wie wir hoffen, für uns bereit hat.

Die Annahme, daß der mittlere Druck, bei dem eine starke Linie entsteht, für alle Linien derselbe ist, wenigstens der Größenanordnung nach, ist plausibel, aber bislang eben doch eine reine Annahme. Wenn wir die übliche Temperaturskala von M bis B annehmen und die Drucke bestimmen, so daß die beobachteten Temperaturen der Maxima richtig herauskommen, dann ist die am meisten überraschende Tatsache die Gleichmäßigkeit, mit der sie sich um den Wert von rund 10^{-4} Atmosphären herum anhäufen; die Unterschiede sind nur so groß, wie wir sie von Linien erwarten müssen, die auf der Sonne als Hoch- oder Tief-schichtenlinien bekannt sind. (Der Druck, den die Rechnungen ergeben, ist nicht der Gesamtdruck, sondern nur der Partialdruck der Elektronen — es ist der Druck, welcher maßgebend ist für das Einfangen von Elektronen durch ionisierte Atome, und der daher den Ionisationsgrad reguliert. Indessen wird der Totaldruck im allgemeinen von derselben Größenordnung sein.)

Es erhebt sich die Frage: Warum sind die Drucke von dieser Größenanordnung? Man neigt gewöhnlich zu der Ansicht, der Druck in einer Sternatmosphäre müßte vom Betrage einer oder mehrerer Atmosphären sein. Für schwache Linien muß in der Tat der Druck höher sein als für starke, weil wir bei schwachen Linien tiefer in den Stern hineinschauen. SAHAS Verfahren, das von der Annahme eines Druckes von einer Atmosphäre ausging, ergab Resultate in Übereinstimmung mit den Beobachtungen deshalb, weil er eine unnötig hohe Konzentration für das Minimum der Sichtbarkeit annahm. Die Balmerlinien haben ihr Maximum, wenn die Konzentration *ein* absorptionsfähiges Atom auf 10^5 beträgt; SAHA nahm eine Konzentration von 0,01—0,001 als Sichtbarkeitsgrenze an. Es offenbaren daher die Ergebnisse auf Grund der Sichtbarkeitsgrenzen keine Widersprüche. Und alle neueren Untersuchungen — Druckverschiebungen von Wellenlängen, Verschwinden von Verbindungen wie TiO_2 , die die Bandenspektren der M-Sterne liefern infolge von Dissoziation — stimmen in ihren Ergebnissen hinsichtlich eines sehr kleinen oder praktischen verschwindenden Druckes überein. Aber läßt sich a priori die Zahl 10^{-4} Atmosphären irgendwie rechtfertigen?

Um hierzu überzugehen, sind aber sehr viel feinere Überlegungen nötig, als wir sie bisher angestellt haben. Die Konzentration der zur Absorption fähigen Atome variiert von Schicht zu Schicht, und die resultierende Intensität der Spektrallinie hängt ab von der Überlagerung der Wirkungen. Es wird daher eine ins einzelne gehende Theorie der Struktur einer Sternatmosphäre nötig — wir können uns nicht länger mit mittleren Drucken und mittleren Konzentrationen begnügen. Es ist aber klar, daß in jeder solchen Theorie eine

ganz bestimmte physikalische Konstante auftritt, die wir notwendig kennen müssen, nämlich der absolute Wert des Absorptionskoeffizienten des Gases für die betrachtete Spektrallinie. Je größer der Koeffizient, desto trüber das Gas, und desto weniger tief können wir in den Stern für die Strahlung von der Frequenz der betreffenden Linie hineinsehen, und desto niedriger der Druck. Der absolute Wert des Druckes wird von dem absoluten Werte des Absorptionskoeffizienten abhängen.

Nun ist der Absorptionskoeffizient eines Gases als Ganzem das Produkt von zwei Faktoren: der eine ist die Konzentration der Atome in dem erforderlichen Zustande, der andere ist der atomare Absorptionskoeffizient für ein Atom in dem betrachteten Zustande. Die Konzentration haben wir schon in Betracht gezogen. Der nächste Schritt bestünde darin, daß wir den absoluten Wert des atomaren Absorptionskoeffizienten in Rechnung zögen. Der Wert des Druckes in einer umkehrenden Schicht muß durch den Wert des atomaren Absorptionskoeffizienten festgelegt werden. Könnten wir dies, so würden wir imstande sein, den Druck auszurechnen; umgekehrt müßten wir imstande sein, aus dem Drucke den atomaren Absorptionskoeffizienten auszurechnen.

Der atomare Absorptionskoeffizient hängt von der Wahrscheinlichkeit ab, mit der ein Atom in einem gegebenen Zustande, wenn es einer bestimmten Strahlung ausgesetzt wird, ein Quantum absorbiert. Direkte Messungen von monochromatischen Absorptionskoeffizienten sind im höchsten Maße erwünscht. Die einzigen Beobachtungen sind die von WOOD über die Absorption durch Hg-Dampf in der Hg-Resonanzlinie. Diese deuten einen Absorptionskoeffizienten von der Ordnung 10^9 an. EINSTEIN hat gezeigt, wie der Absorptionskoeffizient in einfacher Weise mit der mittleren Zeit τ verknüpft ist, während deren ein Atom bis zur nächsten Reemission in einem Erregungszustande verharrt. Es ist ganz klar: je kürzer die Zeit τ ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit der Emission und desto größer ist der Koeffizient der Emission; folglich muß nach KIRCHHOFFS Satz auch der Koeffizient der Absorption um so höher sein. Experimentell ist τ von der Ordnung 10^{-8} Sekunden gefunden worden, und dieser Wert führt zu einem optischen Absorptionskoeffizienten von der Größe, wie sie WOODS Versuche liefern.

Die befriedigende Bestimmung der absoluten Werte monochromatischer Absorptionskoeffizienten oder, was auf dasselbe hinausläuft, der Werte für die Zeit τ auf rein astrophysikalischem Wege, und zwar aus Druckbestimmungen in den umkehrenden Schichten ist noch nicht gelungen, aber vorläufige Versuche scheinen anzudeuten, daß die Absorptionskoeffizienten mindestens von der Größe 10^8 oder 10^9 sind, in Übereinstimmung mit WOODS Versuchen und mit dem Werte von τ , wie es aus Experimenten sich ergibt. Die Brauchbarkeit solcher Rechnungen wird sich am Ende immer an

ihrer Fähigkeit, die genauen Temperaturunterschiede zwischen Riesen und Zwergen auszurechnen, erweisen.

EDDINGTON hat gezeigt, daß im Innern eines Sternes wie Capella der mittlere Absorptionskoeffizient (für alle Wellenlängen) ungefähr 150 ist. Das bedeutet, daß eine Schale aus Sternmaterie, die äquivalent ist 6 Zoll Luft unter Atmosphärendruck, nur $1/20$ der auf einer Seite einfallenden Strahlung durchlassen würde. Er bemerkt dazu, „daß daher Sterne für Strahlung erstaunlich undurchlässig seien“. Aber die monochromatischen Absorptionskoeffizienten, die für die Bildung der Absorptionslinien in Sternatmosphären in Betracht kommen, sind romillionenmal so groß. Wegen dieser enormen Undurchlässigkeit entstehen die Absorptionslinien offenbar unter so verhältnismäßig niedrigen Drucken. In der Tat erschienen bei einem so hohen Absorptionskoeffizienten 10^{-4} Atmosphären eher als ein großer Druck, wenn wir nicht bedenken würden, daß Atome in höheren Quantenzuständen, die in der Lage sind, eine Nebenserie zu absorbieren, gewöhnlich nur einen kleinen Bruchteil aller Atome ausmachen. Der Partialdruck der erregten Atome muß somit tatsächlich außerordentlich klein sein.

Wir sahen, daß niedrige Drucke Hand in Hand gehen mit kleinen Werten von g der Gravitation an der Oberfläche. Aber niedriger Druck tritt zusammen mit kleinen Werten von τ auf. Es sollte wohl möglich sein, diese beiden Effekte zu trennen, weil ja g nur vom Sterne, τ nur vom Atome abhängt.

Es ist darum wahrscheinlich, daß die allgemeine Übereinstimmung in den Drucken, wie sie aus den verschiedensten Linien abgeleitet werden, für die Tatsache spricht, daß τ von derselben Größenordnung für alle Linien aller Atome ist, daß aber die vorhandenen Unterschiede in letzter Instanz auf verschiedene Werte für τ für verschiedene Atome zurückgehen. Wenn z. B. τ für ein hochionisiertes Atom, wie dreifach ionisiertes Si, sehr viel kürzer ist, so haben wir eine Erklärung für die schon erwähnte Anomalie.

Vom Standpunkte der reinen Physik ist es interessanter, darauf hinzuweisen, daß wir eine wirksame Methode besitzen, um aus rein astrophysikalischer Erfahrung den absoluten Wert von τ zu ermitteln, eine Größe, die im Laboratorium nur mit Schwierigkeiten meßbar ist. Ich schließe, indem ich einen ganz anderen astrophysikalischen Gedankengang erwähne, der imstande ist, τ zu liefern.

Daß die Chromosphäre als eine Gasregion von sehr niedrigem Drucke aufzufassen sei, die vom Strahlungsdrucke getragen wird, habe ich schon erwähnt. Auf die Sonnenchromosphäre machte SAHA seine erste Anwendung der Theorie über die Abhängigkeit der Ionisation vom Drucke. Die Linien der ionisierten Atome erheben sich im allgemeinen zu viel größerer Höhe über der umkehrenden Schicht als die Linien, die von dem

selben aber neutralen Atom herrühren. So konnte MITCHELL feststellen, daß die beiden Linien H und K des Ca^+ bis zu Höhen von 14 000 km hinaufreichen, während die Linie $\lambda 4227$ des Ca nur bis zu 5000 km hinauf nachgewiesen werden kann. Ganz ähnlich erhebt sich $\lambda 4215$ Sr^+ bis zu 6000 km, dagegen $\lambda 4607$ Sr nur bis zu 350 km. In größten Höhen ist der Druck so niedrig, daß Gase wie Ca und Sr mit ihrem verhältnismäßig niedrigen Ionisationspotential vollständig ionisiert sind, so daß nur ihre Funkenlinien auftreten. Wasserstoffatome behalten bei ihrem hohen Ionisationspotential ihr Elektron noch in großen Höhen. Andererseits wieder ist die Funkenlinie des Magnesiums $\text{Mg } \lambda 4481$ ($2\delta - 3\varphi$) kaum sichtbar, während einige der Bogenlinien des Mg bis zu 6000 km hinaufreichen. Dies steht jedoch in keinem Widerspruch zur Theorie; denn wenn auch die Mg -Atome bei großen Höhen in hohem Grade ionisiert sein werden, so wird doch für nur verhältnismäßig wenige unter ihnen das Elektron in der 3φ -Bahn liegen. Die 3φ -Bahn des Mg^+ entspricht einer um 11,57 Volt höheren Energiestufe als der Normalzustand des Mg -Atoms, während die 1π -Bahn des Ca^+ nur 3,14 Volt über dem Normalzustand des Ca -Atoms liegt. So ist der Umstand, daß die Linie $\lambda 4481$ in den oberen Schichten nicht auftritt, durchaus mit einem intensiven Auftreten von $\lambda 3933$ verträglich.

Wir wollen die Annahme machen, daß in den oberen Schichten jedes ionisierte Calciumatom sich unter der Wechselwirkung von Strahlungsdruck und Schwere im Gleichgewicht befindet. Jedermal, wenn es ein Strahlungsquantum der Wellenlänge $\lambda 3933$ absorbiert, erfährt es einen gewissen Impuls, und es läßt sich leicht ausrechnen, daß 10^4 solcher Impulse in der Sekunde erforderlich sind, um es im Gleichgewicht zu halten. Hätten wir Kenntnis von der Intensität der Strahlung, dem das Atom ausgesetzt ist, und von dem spektralen Bereich, innerhalb welchem Absorption möglich ist, so könnten wir den Betrag der bei den 10^4 Impulsen pro Sekunde absorbierten Energie mit der überhaupt für die Absorption zur Verfügung stehenden Energiemenge vergleichen und auf diesem Wege den Absorptionskoeffizienten berechnen. Es ist jedoch recht mißlich, die Breite der Linie festlegen zu müssen; man vermeidet aber diese Schwierigkeit in folgender Weise: Nach jeder Aufnahme eines Impulses muß das Atom in seinen Normalzustand zurückkehren, um für den nächsten bereit zu sein, und so wird die mittlere Dauer eines vollen Zyklus etwa 10^{-4} Sekunden betragen. Bezeichnet τ_1 die mittlere Zeit, die jedes Atom im Normalzustand verharrt zwischen einer Emission und der nächsten Absorption, τ die mittlere Zeit, die es im erregten Zustande verharrt zwischen einer Absorption und der nächsten Emission, dann muß die Summe $\tau + \tau_1$ etwa vom Betrage 10^{-4} Sekunden sein. Aus thermodynamischen

Überlegungen, EINSTEIN folgend, können wir den Quotienten $\frac{\tau}{\tau_1}$ für irgendeine vorgegebene Strahlungsintensität berechnen (τ ist unabhängig von der Intensität, τ_1 ist umgekehrt proportional zu ihr). Die Linienbreite wird nicht benötigt.

Aus dem Quotienten $\frac{\tau}{\tau_1}$, gemeinsam mit der Summe $\tau_1 + \tau$, kann man τ und τ_1 getrennt ausrechnen. Die einzige Unsicherheit liegt in dem Wert der Strahlungsintensität, der das Atom in den oberen Schichten der Chromosphäre ausgesetzt sind. Da aber eine Absorptionslinie zustande kommt, so muß die Intensität zum mindesten niedriger als die des angrenzenden kontinuierlichen Spektrums sein.

Die Beziehungen lassen sich zusammenfassend wie folgt formulieren:

$$\tau + \tau_1 = 10^{-4}$$

$$\frac{\tau}{\tau_1} = \frac{J_{\text{Chrom}}}{J_{\text{Phot}}} \times 6 \times 10^{-4}$$

und da $J_{\text{Chrom}} < J_{\text{Phot}}$ ist, so findet man sofort, daß τ kleiner als $6,10^{-8}$ Sekunden sein muß. Ist die Intensität in der Mitte der Linie etwa $1/_{30}$ derjenigen des angrenzenden kontinuierlichen Spektrums, so ergibt sich τ zu etwa $2,10^{-9}$ Sekunden. Eine genaue Messung der Intensität in der Linie würde uns, auf der Grundlage unserer Hypothesen, mit einem genauen Wert von τ versehen. Das chromosphärische Calcium muß sich de facto den Verhältnissen anpassen, daß gerade die zulässige Intensität für ein Gleichgewicht in den oberen Schichten zustande kommt. Der Betrag für τ , den man auf diesem Wege für Ca^+ ableitet, ist von der Größenordnung der experimentell für Wasserstoff abgeleiteten Werte und stimmt auch mit anderen Abschätzungen überein, die man gemacht hat; und es ist schon einigermaßen bemerkenswert, daß sich aus diesen einfachen, rein qualitativen Beobachtungen schon so viel erschließen läßt, daß Ca -Atome in den oberen Schichten der Sonnenchromosphäre sich anscheinend im Gleichgewicht befinden.

Die Anwendung dieser Überlegungen auf andere Chromosphärenlinien, wie solche des Wasserstoffs und Heliums, welche nicht aus einem Normalzustand des Atoms ihren Ursprung nehmen, ist schwieriger und soll hier übergangen werden.

So sind astrophysikalische Erkenntnisse in stande, für die Atomgröße τ an gewissen Linien und Atomen nach zwei voneinander unabhängigen Methoden Abschätzungen zu liefern, die eine fußend auf der Veränderlichkeit der Linie durch die Reihe der Spektralklassen der Sterne, die andere fußend auf dem Gleichgewichtszustande der Chromosphäre.

Die moderne Spektraltheorie hat manches Problem der Astrophysik gelöst; hier vermag im Gegensatz dazu die Astrophysik wieder einmal einen Beitrag zur Physik der Atome zu liefern.

Die Darstellung von Motorbetriebsstoffen aus Kohlenoxyd und Wasserstoff.

Von G. BANDTE, Berlin.

Um die Bedeutung der Frage der Gewinnung von Motorbetriebstoffen richtig zu erkennen, seien einige wirtschaftliche Betrachtungen vorweggenommen.

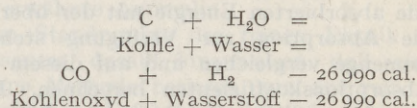
Das Erdöl, insbesondere das Benzin, gehört heutzutage in Amerika außer der Kleidung und der Nahrung zu den lebensnotwendigen Bedarfsartikeln. Von 1920 bis 1925 ist die Zahl der Personen- und Lastkraftwagen in der Welt von rund 10 Millionen auf über 21 Millionen gestiegen. Hier-von entfallen auf das geographische Nordamerika allein 18 Millionen, 2 Millionen auf Europa, der Rest auf die übrigen Erdteile. Da, was den Kraftwagenverkehr anbelangt, außer Nordamerika die übrige Welt sich noch in den Kinderschuhen befindet, so ist klar, daß der Bedarf an Kraftstoffen in den nächsten Jahren immer mehr ansteigen muß. Nach geologischen Schätzungen soll jedoch der noch vorhandene Erdölvorrat bei gleichbleibendem Bedarf nur noch 30—50 Jahre ausreichen. Wie weit man derartigen Schätzungen Glauben schenken darf, mag dahingestellt bleiben. Sicher bleibt jedoch die Tatsache, daß die vorhandenen Erdölvorräte keine unerschöpflichen Quellen für die Lieferung des Kraftstoffbedarfes der Zukunft darstellen. In Deutschland liegen die Verhältnisse so: Der Kraftstoffbedarf für Vergasermotore wird für das Jahr 1926 auf rund 600 000 t geschätzt. Zur Deckung dieses Bedarfes stehen uns an einheimischen Kraftstoffen rund 200 000 t Motorenbenzol, 15 000 t Braunkohlenbenzin, 40 000 t Naphthalin und 100 000 t Spiritus augenblicklich zur Verfügung. Also mindestens rund 50% müssen als Benzin eingeführt werden. Bedenkt man andererseits, daß Deutschland auf dem Gebiete des Kraftfahrwesens sich erst in den ersten Anfängen der Entwicklung befindet, so zeigen uns diese Zahlen nur allzu deutlich, wie sehr wir danach trachten müssen, uns in dem Bezuge von Kraftstoffen vom Auslande unabhängig zu machen, da auch mit einer Entdeckung ergiebiger Erdölfelder im eigenen Lande wohl kaum noch zu rechnen ist. Wie die oben angeführten Zahlen aber auch zeigen, ist es auch für die Länder, die augenblicklich noch im Überfluß an Erdölen leben, eine Notwendigkeit der nächsten Zukunft, nach Mitteln und Wegen zu suchen, die Kraftstoffe aus Materialien zu gewinnen, die sich nicht in absehbarer Zeit erschöpfen und in allen Ländern in genügender Menge vorrätig sind.

Ein solches Material haben wir in den überall vorkommenden Kohlen und in den ebenfalls sehr verbreiteten bituminösen Schiefen (sog. Ölschiefern), beides Substanzen, in denen die Öle schon mehr oder weniger vorgebildet sind. Betrachten wir heute nur die Kohle als Ausgangsmaterial. Es ist das hochmolekulare Bitumen und die Humussubstanz der Kohle, welche zur Ölbildung dienen. Die Verarbeitung der Kohle geschieht durch:

1. Destillation bei hohen Temperaturen ohne Druck;
2. Destillation bei mittleren Temperaturen ohne Druck;
3. Destillation bei mittleren Temperaturen und hohen Drucken;
4. Extraktion mit geeigneten Extraktionsmitteln.

Nach 1. erhalten wir den Gasanalt- und Kokereiteer. Nach 2. die Schwel- und Tieftemperaturteere (Urteere), nach 3. das Berginöl und nach 4. Montanwachs. Die ersten drei destruktiven Verfahren liefern uns aber nur verhältnismäßig geringe Mengen leichtsiedender Öle, wie wir sie für unsere Kraftfahrzeugmotore benötigen. Um zu solchen Stoffen zu kommen, wäre es weiterhin noch notwendig, diese schweren Öle in kleinere Bausteine zu zerschlagen, zu kracken. Der Krackprozeß wird ja bereits in Amerika in größerem Maßstabe für die Gewinnung von Benzinen aus schweren Erdölen ausgeführt. Nur so ist überhaupt eine Deckung des Bedarfes an Motorbetriebsstoffen, wie sie der jetzt existierende Vergasermotor benötigt, möglich. Leider kennen wir noch keine Methoden, um die erhaltenen Kohlenteeere in befriedigender und wirtschaftlicher Weise zu kracken, d. h. für den Vergasermotor verdaulich zu machen. Auch das Berginverfahren (direkte Hydrierung der Kohle unter hohem Druck) liefert nur untergeordnete Mengen leichtsiedender Produkte.

Man hat daher Versuche angestellt, durch Synthese aus kleineren Bausteinen zu Produkten zu gelangen, die sich als Motortreibmittel verwerten lassen. Hierzu kann man entweder von der Kohle direkt ausgehen oder den bei der destruktiven Destillation gewonnenen Koks resp. Halbkoks der Tieftemperaturverschmelzung benutzen. Leiten wir über Kohlenstoff bei Temperaturen von 900 bis 1000° Wasserdampf, so erfolgt die Reaktion



Das so erhältliche Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff, das Wassergas, bildet im wesentlichen bei allen im folgenden zu beschreibenden Prozessen das Ausgangsmaterial. Gerade der Koks und der Halbkoks, letzterer vor allen Dingen, bis heute noch ein kaum verwendbares Produkt der Urteergewinnung, lassen sich aber praktisch fast restlos mit einem theoretischen Nutzeffekt von ca. 80% mit Hilfe von Generatoren in Wassergas verwandeln. Haben wir nun Verfahren, dieses Wassergas in flüssige für den Motor geeignete Stoffe zu verwandeln, so ist das Problem der restlosen Überführung der Kohle in Öle als praktisch gelöst zu betrachten.

Wir wollen jetzt auf die wichtigsten bisher bekannten Verfahren dieser Art eingehen. Auch hier haben wir wieder zwei verschiedene Arten zu unterscheiden:

1. Verfahren unter Anwendung von Druck,
2. Verfahren ohne Anwendung von Druck.

Es ist die Badische Anilin- und Sodafabrik gewesen, der es gelang, die Synthese ins Große zu übersetzen. Die erste Mitteilung, die wir von dieser Seite aus in der Literatur finden, ist das D.R.P. Nr. 293 787 betitelt „Verfahren zur Darstellung von Kohlenwasserstoffen und deren Derivaten“. Hierin heißt es: „Es wurde nun gefunden, daß man Kohlenwasserstoffe flüssiger oder leicht zu verflüssigender Natur und von Kohlenwasserstoffen abgeleitete Verbindungen, namentlich Sauerstoffderivate, leicht aufbauen kann, wenn man die Oxyde des Kohlenstoffes mit Wasserstoff oder wasserstoffreichen Verbindungen, wie z. B. Methan, oder mit Gemischen beider untereinander oder mit anderen Gasen in Gegenwart von Katalysatoren unter höheren Drucken, und zwar zweckmäßig von vielen Atmosphären, behandelt. Je nach der Natur des Katalysators und den Arbeitsbedingungen können sehr verschiedene Stoffe bzw. Gemische solcher entstehen, z. B. flüssige Kohlenwasserstoffe gesättigter und ungesättigter Natur, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Säuren usw. Für die Erzielung insbesondere größerer Mengen flüssiger Verbindungen kann es vorteilhaft sein, solche Gasmische zu verwenden, in welchen der Wasserstoffgehalt verhältnismäßig zurücktritt.“

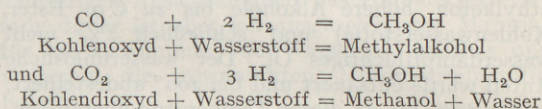
Als Katalysatoren kann man die verschiedenartigsten Elemente und Verbindungen verwenden. Beispielsweise seien Cer, Chrom, Kobalt, Mangan, Molybdän, Osmium, Palladium, Titan, Zink bzw. Oxyde oder Verbindungen derselben genannt. Man kann auch Gemische anwenden und dem Katalysator andere, z. B. vorteilhaft basischere Stoffe, wie Alkalihydroxyd, begeben.“

Die weiteren Ausführungen dieses Patentes finden sich in den Zusatzpatenten D.R.P. 295 202 und 295 203.

Nach diesem Verfahren wurden an flüssigen Kondensationsprodukten eine ölige und eine wässrige Schicht erhalten. Die ölige Schicht bestand in der Hauptsache aus Kohlenwasserstoffen, welche zu $\frac{2}{3}$ gesättigten und zu $\frac{1}{3}$ olefinischen Charakter zeigten. Die Siedegrenzen lagen zwischen 20—200°. Die wässrige Schicht bestand aus einem Gemisch von Alkoholen, Ketonen, Aldehyden und Säuren. Die Fortsetzung dieser Arbeiten führte nun die Badische Anilin- und Sodafabrik zu der bekannten Methanolsynthese. Der Erfolg war begründet durch die in systematischen Arbeiten erzielten Kenntnisse über Katalysatoren. Es zeigte sich nämlich, daß die Wirkung der bekannten Katalysatoren durch geringe Beimischungen anderer an und für sich ganz inaktiver Stoffe potenziert und in eine gewünschte Richtung gelenkt werden kann. Je nach der Natur des Katalysators und der sonstigen Arbeitsbe-

dingungen gelangt man entweder zu Methan oder Methylalkohol, oder höheren Alkoholen oder schließlich vorwiegend flüssigen Kohlenwasserstoffen (A. Mittasch, Ber. d. dtsh. chem. Ges. 1926, S. 13).

Nach den neuesten Patenten (Chem. Zentralbl. 1926, I S. 2147 ff.) sehen wir, daß gerade die beiden sonst in der Industrie üblichsten Katalysatoren, das Eisen und das Nickel, nach Möglichkeit in der Kontaktmasse vermieden werden. Es sind praktisch fast alle Metalle und deren Oxyde der 2. bis 7. Gruppe des periodischen Systems patentiert. Vor allen anderen scheint sich gerade das Zinkoxyd, mit geeigneten Zusätzen vermischt, für die Methanolsynthese als besonders brauchbar erwiesen zu haben. Die Gasmischungen werden im allgemeinen so gewählt, daß sie der von den Gleichungen

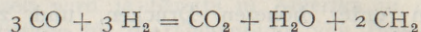


geforderten Zusammensetzung entsprechen. Die Gase können außerdem jedoch noch Stickstoff, Kohlenwasserstoffe und andere Gase enthalten. Von schwefelhaltigen Produkten sollen sie jedoch möglichst befreit sein. Die Temperaturen schwanken je nach der Art des Katalysators zwischen 200—600°. Die verwendeten Drucke liegen über 50 und unter 150 Atmosphären. Im allgemeinen scheint mit 100 Atmosphären gearbeitet zu werden. Ein bei diesen Arbeiten in großen Mengen anfallendes Nebenprodukt ist das Eisencarbonyl $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Es wird von der „Badischen“ als Antiklopfmittel verwendet. Unsere heutigen Benzine zeigen in hochkomprimierenden Motoren die Neigung, explosionsartig zu verbrennen, bevor der Zündfunke das Gasmisch entzündet hat. Hier durch wird der ruhige Gang des Motors gestört, er klopft. Ein minimaler Zusatz von Eisencarbonyl genügt bereits, um dieses Detonationsklopfen zu verhindern. Kraftstoffe mit Eisencarbonylzusatz als Antiklopfmittel werden von der „Badischen“ als „Motalin“ in den Handel gebracht. Es ist hier jedoch nicht der Raum, auf die interessante Frage der Antiklopfmittel jetzt näher einzugehen. Parallel laufend mit den Arbeiten der Badischen Anilin- und Sodafabrik waren auch andere Forscher an der Bearbeitung der Frage der Reduktion des Kohlenoxyds mit Wasserstoff tätig, teils um zu Methylalkohol, teils um zu Betriebsstoffen zu gelangen. Es müssen hier zwei Namen erwähnt werden. FRANZ FISCHER, welcher im Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung zu Mülheim/Ruhr durch Anwendung alkalischer Kontakte zu komplizierten Flüssigkeitgemischen gelangte, ferner der Franzose PATART, welcher ebenfalls das Zinkoxyd als Kontakt für die Synthese des Methylalkoholes vorschlägt. Diese einzelnen Verfahren decken sich jedoch derartig, daß nur dem speziell interessierten Fachmann ein

näheres Eingehen interessieren dürfte. Hier sei nur folgendes erwähnt. Das Fischersche Verfahren ist unter dem Namen „Syntholverfahren“ bekannt. Mit Synthol bezeichnet FISCHER das bei der Drucksynthese entstehende, schwer- oder unlösliche Gemisch von Alkoholen, Ketonen, Aldehyden usw. Als Reaktionsgas verwendet er das Wassergas. Als Kontaktmaterial wird in der Hauptsache alkalisiertes Eisen verwendet. Die Temperaturen betragen 400—450°, die Drucke gehen bis auf 150 Atmosphären. Die im Druckapparat aus Wassergas erhaltenen Reaktionsprodukte bestanden zu 10% aus Säuren (Ameisensäure bis zu den Fettsäuren mit 8 Kohlenstoffatomen), zu 29% aus wasserlöslichen Alkoholen, Aldehyden und Ketonen, 11% teilweise mit wassermischbarem Öl, 48% wasserdampfflüchtiges Öl (Propion- und Isobutylaldehyd, Diäthylketon, höhere Alkohole bis zu C₉, Ester, Kohlenwasserstoffe) und schließlich 2% nicht wasserdampfflüchtiges Öl. Der wasserunlösliche Anteil wurde entsäuert und bis 200° abdestilliert, wobei 87% bis zu dieser Temperatur übergingen. Das so erhaltene Produkt stellte, wie Fahrversuche zeigten, einen sehr guten Motorbetriebsstoff dar, dessen Leistungsfähigkeit hinter der des Benzols nicht zurückstand. Gegenüber Benzin hat es den großen Vorteil einer hohen Kompressionsfestigkeit. Es neigt daher nicht zum Klopfen. Als man die bis 99° siedenden Anteile des Synthols abdestillierte und den von 99°—225° siedenden Rückstand im Autoklaven unter Druck bei Abwesenheit von Kohlenoxyd erhitzte, wurde unter Abscheidung von Wasser ein Öl erhalten, das in der Hauptmenge aus gesättigten Kohlenwasserstoffen bestand. Dieses Produkt wurde als „Synthin“ bezeichnet.

In neuester (Brennstoffchemie Bd. 7, S. 97. 1926) Zeit ist es FRANZ FISCHER gelungen, die Synthese von gasförmigen, flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen aus Kohlenoxyd und Wasserstoff *ohne Druck* durchzuführen. Alle Versuche über die Reduktion des CO, die bisher ohne Druck ausgeführt worden sind, lieferten als Endprodukt immer Methan. FRANZ FISCHER fand nun, daß man bei der Anwendung eines Eisenzinkoxyd-katalysators auch bei gewöhnlichem Druck die Bildung von Methanhomologen erreichen kann. Die weitere Durcharbeitung zeigte, daß die Fähigkeit, Methanhomologe zu bilden, keineswegs auf obigen Katalysator beschränkt ist. Es wurde eine Reihe von Katalysatoren gefunden, so z. B. ein Gemisch von Kobalt- und Chromoxyd, das bei einer Temperatur von 270° gasförmige, flüssige und feste Kohlenwasserstoffe lieferte. Die genaue Verfolgung des Reaktionsverlaufes zeigte, daß der Kohlenstoff des Kohlenoxyds unter Carbidbildung vom Kontakt aufgenommen wird. Die so gebildeten Carbide werden nun von dem Wasserstoff des Gasgemisches in der Weise zerlegt, daß der Kohlenstoff als Kohlenwasserstoff fortgeführt und das Metall regeneriert wird. Es handelt sich hier

scheinbar um kohlenstoffreiche Carbide, deren Existenzgebiet bei relativ niedriger Temperatur liegt. Die Kondensation und Polymerisation der primär gebildeten Kohlenwasserstoffe führt schließlich zu den flüssigen und festen Reaktionsprodukten. Wir hatten oben gesehen, daß die Syntholbildung im wesentlichen zu sauerstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen führte. Bei diesem Verfahren konnten jedoch nur sauerstofffreie Produkte gefunden werden. Wurde bei den gleichen Katalysatoren die Temperatur gesteigert, so ging die Bildung der höheren Kohlenwasserstoffe vollkommen zurück und man erhielt nur Methan. Genauere Angaben über die Ausbeute haben wir vorläufig noch nicht. Es wurden jedoch bei mehrmaligem Überleiten aus 1 cbm Wassergas bereits 100 g an flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen erhalten. Um die theoretisch erzielbaren Mengen zu berechnen, betrachten wir das Wassergas als Ausgangsmaterial. Den Idealfall kann man dann durch die Gleichung



wiedergeben, wobei unter den CH₂-Radikalen irgendein Polymeres ausgedrückt sein soll. Nach obiger Gleichung könnte man dann theoretisch aus 1 cbm Wassergas rund 190 g Benzin erhalten. Wir sehen also, daß die oben erzielte Menge von 100 g bereits rund 55% der Theorie ausmacht. Der gesamte Sauerstoff des Kohlenoxyds befindet sich, wie uns obige Gleichung zeigt, als Wasser und Kohlensäure in den Reaktionsprodukten. Das Mengenverhältnis der Kohlendioxyd- und Wasserbildung verschiebt sich je nach der Art des verwendeten Katalysators. Die Eigenschaften der erhaltenen Kohlenwasserstoffe sind die folgenden: das sog. Gasol, welches die gasförmigen Reaktionsprodukte enthält, besteht in der Hauptmenge aus Äthan, Propan und Butan. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit Olefincharakter waren nur in ganz untergeordneten Mengen nachzuweisen. An flüssigen Produkten wurde mittels aktiver Kohle ein Benzin aus den Reaktionsgasen gewonnen, welches wasserhell und lichtbeständig war und einen angenehmen Geruch besaß. Selbst nach längerem Stehen trat keine Verfärbung oder Verharzung ein. Das Benzin stellte also eine verkaufsfähige Ware dar, die keiner weiteren Reinigung (Raffination) bedurfte. Gerade dieser Gesichtspunkt ist für die wirtschaftliche Beurteilung des gesamten Verfahrens von wichtigster Bedeutung. Die Dichte betrug D/15 = 0,6718. Eine Siedeanalyse im Engler-Kolben ergab folgende Werte:

bis 50° =	18,2 Vol.-%,
bis 100° =	75,3 Vol.-%,
bis 150° =	92,3 Vol.-%,
und bis 180° =	96,4 Vol.-%.

Es wird, wie die Siedeanalyse zeigt, ein äußerst hochwertiges Benzin erhalten. Unsere jetzigen Markenbenzine liefern bis 100° meistens nur 25—30 Vol.-%. Die höher siedenden Kondensate

stellen ein Petroleum dar. Es hat die Dichte $D/20 = 0,7804$. Der Siedebeginn liegt bei 170° . Bis 200° gehen 15%, bis 300° 70,4% über. Bei einigen Versuchen wurde bei Verwendung eines alkalisierten Eisenkupferkontaktes sogar die Bildung von festem Paraffin beobachtet. Das durch zweimalige Umkrystallisierung mit Aceton gereinigte und von flüssigen Paraffinölen befreite Produkt war vollkommen farblos und zeigte einen Erstarrungspunkt von 61° . Nach der Elementaranalyse ergibt sich das Verhältnis von Kohlenstoff zu Wasserstoff $C : H = 1 : 2,05$. Ein solches Produkt stellt daher ein gutes Ausgangsmaterial für die Kerzenfabrikation dar.

Wir haben es also heute in der Hand, aus Kohlenoxyd und Wasserstoff beim Arbeiten ohne Druck zu Methan und seinen Homologen zu gelangen. Arbeiten wir mit Druck, so können wir, je nach der Wahl des verwendeten Katalysators, Methylalkohol resp. seine Homologe gewinnen. Für die Gewinnung von Motorbetriebstoffen dürften die letzterwähnten Arbeiten von FRANZ FISCHER und seinen Mitarbeitern von besonderer Bedeutung

sein. Dies vor allen Dingen aus dem Grunde, weil man keine komplizierten Hochdruckapparaturen anzuwenden braucht. Die großtechnische Beherrschung solcher Apparaturen bereitet ja heutzutage auch keine allzu großen Schwierigkeiten mehr. Wenn es jedoch möglich ist, solch kostspielige Apparaturen zu umgehen, so wird man dies ohne weiteres tun. Der ganze Berginprozeß, über dessen Wirtschaftlichkeit heute die verschiedenen Meinungen noch sehr stark divergieren, krankt einzig und allein an den hohen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der dafür benötigten Hochdruckapparatur. Für die neue Fischersche Erdölsynthese ergeben sich noch weitere Perspektiven. Die Tieftemperaturverkohlung liefert uns ja den Urteer und den Halbkoks. Daß dieser Schwelprozeß sich bis jetzt noch nicht weiter eingebürgert hat, hat seine Hauptursachen in der schwierigen Absatzfähigkeit des Halbkokes. Gerade dieser ist aber ein ausgezeichnetes Material für die Gewinnung von Wassergas, welches uns weiterhin die gewünschten Motorbetriebsstoffe liefert.

Besprechungen.

SAPPER, KARL, *Das Element der Wirklichkeit und die Welt der Erfahrung*. Grundlinien einer anthropozentrischen Naturphilosophie. München: C. H. Beck-scher Verlag 1924. XV, 250 S. Preis RM 6.—.

In den letzten Jahrzehnten war die Naturphilosophie, soweit man ihr überhaupt ernstliche Aufmerksamkeit schenkte, was ja bei der vorherrschenden Richtung auf das rein Empirische nur in geringem Maße der Fall war, zunächst und vor allem erkenntnistheoretisch und erkenntniskritisch eingestellt. Man befaßte sich also nicht eigentlich mit der Wirklichkeit selbst, mit der Natur in ihrem engeren oder weitesten Zusammenhange, sondern mit den Möglichkeiten und Grundrichtungen des Denkens und Erkennens, welche allenfalls zur Einsicht in die Zusammenhänge der Naturerscheinungen hinführen könnten. Welchen Einfluß dabei die Erkenntnislehre und Erkenntniskritik KANTS, des oft auch mißverständlich und sehr einseitig gefaßten KANTS, ausgeübt hat, braucht ja nur beiläufig erinnert zu werden.

Soweit man nun aber dennoch über die Grenzen der bloßen erkenntnistheoretischen Einstellung hinaus das Wirkliche selbst zu begreifen unternahm, hatte die Naturphilosophie einen rein atomistisch-mechanistischen Grundcharakter. Man faßte also die Natur als einen Zusammenhang rein materieller Art, als eine Welt von Körpern und Stoffelementen, welche in ihren letzten Bestandteilen nur quantitative, nicht aber qualitative Unterschiede aufweisen; soweit solche qualitative Unterschiede aber sich zeigten, mußten sie, insbesondere also auch die psychischen Erscheinungen, auf quantitative zurückgeführt werden, die zahlenmäßig darstellbar seien, wie denn überhaupt die restlose mathematische Fassung aller Naturerscheinungen und Naturvorgänge das eigentliche Ideal der Wissenschaft sei; und alle diese Vorgänge und Veränderungen selbst, die irgendwie in der Natur sich zeigten, seien das Ergebnis von Kräften, welche lediglich kausal-mechanisch, nicht aber teleologisch, zielstrebig wirkten, in diesem Sinne also die Gesamtheit alles Naturlebens nichts als ein blindes Wechselspiel materieller Teile oder letzter Stoffelemente (Atome).

In der jüngsten Zeit hat sich dieser Auffassung gegenüber allmählich eine immer stärker hervortretende Wandlung vollzogen. Jedenfalls ist sie, wenn auch noch durchaus vorherrschend, keineswegs mehr allein herrschend. Unterstützt auch durch mancherlei Ergebnisse der Naturwissenschaften hat die Naturphilosophie allmählich immer mehr die Bahn der atomistisch-mechanistischen Einstellung verlassen und sich daran gewöhnt, in dem großen Widerstreit von Subjekt und Objekt, Seele und Körper, Bewußtsein und Sein, Teleologie und Mechanismus usw. nicht mehr einseitig Partei zu ergreifen. Sie ist dabei auch schon zu Auffassungen gelangt, welche denen der einseitig atomistisch-mechanistisch-kausalen Betrachtungsweise zum Teil oder ganz entgegengesetzt sind. Nach dieser Richtung hat sich in unseren Tagen beispielsweise die vitalistische Lehre von HANS DRIESCH vielfache Anerkennung erworben.

In eben derselben Richtung ist nun auch die vorliegende Schrift von KARL SAPPER von vornherein besonders bemerkenswert. Sie hat mancherlei Züge mit der Grundauffassung von DRIESCH gemeinsam, doch betont der Verf. demgegenüber mit Recht auch das Unterscheidende und Besondere seines Werkes, über dem, wie er im Vorwort sagt, vor allem das Dreigestirn ARISTOTELES-LEIBNIZ-SCHOPENHAUER geleuchtet habe, abgesehen davon, daß in vielen Einzelheiten auch EDUARD VON HARTMANN einen wesentlichen Einfluß auf seine Anschauungen gehabt hätte.

Für die Grundeinstellung SAPPERS ist von vornherein schon das Beiwort im Titel seiner Schrift „*anthropozentrische Naturphilosophie*“ kennzeichnend und läßt keinen Raum zu Zweifeln übrig. Aber bemerkenswert ist dabei auch von vornherein, wie der Verf. dieses Wort und damit seine Grundeinstellung aufgefaßt wissen will: in einem Sinne nämlich, der von jeder Art von Dogmatismus weit entfernt ist. Wenn immer wieder von den verschiedensten Seiten her der Anspruch erhoben wird, im Besitze der absoluten Wahrheit zu sein, an die man unbedingt glauben müsse, so hat der Verf. mit solchen Präntensionen nichts zu tun. Von vorn-

herein erkennt er vielmehr an, daß unsere Erkenntnis begrenzt, relativ ist und daß die Begriffe, mit Hilfe deren wir die Erfahrungstatsachen zu deuten und zu beschreiben suchen, diese nie in vollkommen adäquater Weise auszudrücken und zu erfassen vermögen. Demgegenüber erscheint ihm darum die Aufgabe des kritisch und besonnen eingestellten Naturphilosophen als eine doppelte. „Es handelt sich einmal darum, die der Naturauffassung zugrunde liegenden Begriffe immer wieder kritisch zu durchmustern, weiterhin aber auch darum, für das Erfassen und Darstellen der Wirklichkeit immer bessere, treffendere Bilder oder ‚Modelle‘ zu schaffen. Wenn nun in der vorliegenden Schrift der Versuch gemacht wird, nicht nur die Begriffe unserer heutigen Naturauffassung einer Kritik zu unterziehen, sondern ein bis zu einem gewissen Grad neues ‚Modell‘, nämlich den Begriff der *Entelechie*, zu gestalten, so soll damit keineswegs der Anspruch erhoben werden, daß diesem Modell gelingen könnte, was bisher keinem anderen gelungen ist: die Naturerscheinungen vollkommen zu erklären oder auch nur lückenlos zu beschreiben. Nicht nur gibt es aus dem erwähnten Grunde ein solches ‚Modell‘ überhaupt nicht, sondern es scheint, daß ein und dasselbe Modell auf alle Naturerscheinungen in ihrer unüberschbaren Mannigfaltigkeit gar nicht anwendbar ist. Diese Erkenntnis scheint sich in der Naturphilosophie der Gegenwart mehr und mehr Bahn zu brechen; so ist z. B. auch W. OSTWALD in der neuesten Ausgabe seiner Naturphilosophie darüber klar geworden, daß der Begriff der Energie nicht imstande ist, alle Naturerscheinungen befriedigend zu erklären. Aber ebenso wie der Begriff der Energie trotz dieser Unzulänglichkeit sich für die Wissenschaft unendlich fruchtbar erwiesen hat und kein Physiker daran denken wird, ihn preiszugeben, so hoffe ich von dem Begriff der *Entelechie* zeigen zu können, daß auch er für weite Gebiete der Naturerscheinungen anwendbar und fruchtbar ist.“

Der Begriff der *Entelechie* stammt bekanntlich von ARISTOTELES. Aber ungeachtet aller Verwandtschaft mit diesem ARISTOTELISCHEN Begriff wie auch mit dem der LEIBNIZSCHEN MONADE, gelangt SAPPER zu seinem neuen Modell, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen moderner Naturerkenntnis, auf gesondertem Wege. Es sind dabei gewissermaßen drei Hauptstadien zu unterscheiden: einmal die Gewinnung des *Entelechie*begriffes selbst an der Hand kritischer Prüfung bisheriger naturphilosophischer Grundbegriffe, namentlich solcher der atomistisch-mechanistischen Betrachtungsweise; dann gleichsam Vorführung des neuen Modells, Aufzeigung seiner wichtigsten Kennzeichen und Merkmale; endlich Anwendung desselben auf die Hauptgebiete des Naturerkennens, namentlich die der organischen und der anorganischen Natur.

Die atomistisch-mechanistische Naturauffassung ist nach der Ansicht des Verf. charakterisiert durch folgende 3 Grundsätze:

1. Die materielle Welt besteht aus Körpern, die in ihren letzten Bestandteilen (Elementen) nur quantitative, nicht aber qualitative Unterschiede aufweisen.

2. Die Vorgänge, welche sich an den materiellen Elementen (bzw. Elementkomplexen) abspielen, sind in letzter Linie das Ergebnis von Kräften, die ohne Rücksicht auf ihren Erfolg, d. h. „kausalmechanisch“, nicht aber „teleologisch“ (zielstrebig) wirken.

3. Die Vorgänge in der materiellen Natur verlaufen unbeeinflusst durch irgendwelche Bewußtseinstatsachen; das „Psychische“ wirkt nicht auf das „Physische“ (Axiom der geschlossenen Naturkausalität).

Diese 3 Grundsätze sind ausschließlich abgeleitet aus der Betrachtung der *leblosen* Natur. Darauf beruht

ihre Einseitigkeit und Schwäche. So ergibt sich z. B. beim ersten Grundsatz von vornherein schon der innere Widerspruch, daß das Stoffelement zugleich als ausgedehnt (raumfüllend) und unausgedehnt im Sinne des absolut Einfachen gedacht werden soll, was unmöglich ist. Nähere Überlegung zeigt nun aber, daß alles, was wir über einen Körper, irgendeinen Teil der leblosen Natur wissen und wissen können, ausnahmslos auf den Wirkungen beruht, die dieser Körper auf unsere Sinnesorgane ausübt. „Es gibt schlechterdings keine Eigenschaft eines Körpers, die nicht Wirkung wäre; was liegt also näher als die Definition des Körpers als eines Wirkenden, genauer als eines Komplexes von wirkenden Faktoren! Wir kommen von dieser Auffassung aus zu der Definition des Elements als der letzten Wirkens- oder Kräfteinheit.“ Dementsprechend wäre dann der zweite Grundsatz des Mechanismus genauer so zu formulieren, „daß alle Naturvorgänge Summationsphänomene von Elementarwirkungen sind, und daß diese Elementarwirkungen das Ergebnis des mechanischziellosen Wirkens von Elementarkräften sind“. Beim dritten Grundsatz aber erweist sich auch eine solche Verbesserung und Richtigstellung als unmöglich. Es gibt hier keinen Übergang vom Physischen zum Psychischen, auch nicht einmal eine Annäherung beider, und die folgerichtige atomistisch-mechanistische Naturanschauung denkt sich eben die Elemente als gänzlich unbeseelt. Zwar wird von vielen Naturforschern und Naturphilosophen dem Atom eine Art von Beseelung zugeschrieben (Hylozoismus). Aber vom Standpunkte der atomistisch-mechanistischen Naturauffassung handelt es sich dabei nach Ansicht des Verf. um nichts als „eine Verlegenheitsauskunft, zu dem Zweck ersonnen, die Bewußtseinstatsachen begreiflich zu machen“.

Demgegenüber sucht nun die vorliegende anthropozentrische Naturphilosophie den Grundmangel der mechanistischen dadurch zu beheben, daß sie nicht wie diese von der leblosen, sondern von der beseelten Natur ausgeht und, gestützt auf das Axiom von der Einheitlichkeit und Gleichartigkeit aller Naturerscheinungen, von diesem Standorte aus das Ganze zu begreifen sucht. Und zwar geht sie dabei von der höchsten Erscheinung der belebten Natur, vom Menschen, aus und sucht dieserart das allem Seienden zugrunde liegende Element zu gewinnen. Es versteht sich dabei von selbst, daß unter „Mensch“ als Ausgangspunkt dieser Betrachtungsweise zunächst die Innenseite, die Summe der Bewußtseinstatsachen in Frage kommt, nicht die materielle Außenseite, der menschliche Körper.

Innerhalb des Bewußtseins nun, in dem es „stets nur fertige Gebilde von passivem, flüchtigem, diskontinuierlichem Charakter“ gibt, unterscheidet der Verf. drei Hauptgruppen: einmal intellektuelle und emotionale Gebilde (feststellendes und bewertendes Bewußtsein) und sodann als drittes Aktivitätswahrnehmung (Aktivitäts- bzw. Spontanitätswußtsein), wobei in letzterem Falle zu berücksichtigen ist, daß nur die sporadisch auftretende Aktivitätswahrnehmung, nicht etwa der als beharrendes wirkendes Prinzip gedachte einheitliche Wille, wirklich ins Bewußtsein fällt.

Dennoch muß nun eben diese Willenseinheit oder die Ichrealität, das Subjekt des zielstrebig wirkenden, als Grundelement der Bewußtseinstatsachen gedacht werden. Er kann nur als einheitliche, nicht als komplexe Größe gefaßt werden, noch weniger kann man ihn als Summationsphänomen aus zahlreichen, das Individuum zusammensetzenden Element- oder Atomwillen auffassen, schon deshalb nicht, weil, wie der Verf. meint, die Richtung des Willens, d. h. seine Ziele, normalerweise die Erhaltung des Individuums und

seiner Art sind, Ziele, an die das Atom, sofern es überhaupt einen Atomwillen gibt, in keiner Weise gebunden gedacht werden kann. — Auch die intellektuellen und emotionalen Gebilde, die Tatsachen des feststellenden und wertenden Bewußtseins, oder kurz populär ausgedrückt: Gedanken und Gefühle sind jener Willenseinheit untergeordnet, auch sie sind nicht Produkte eines mechanischen Geschehens, sondern eines zielstrebigen Wirkens. Was die intellektuellen Gebilde anbetrifft, so lassen sich „nur die auf der Assoziation beruhenden Reproduktionsvorgänge“ nach dem Schema eines mechanisch ablaufenden Geschehens begreifen; alle anderen Vorgänge können nur als eine zielstrebige Tätigkeit aufgefaßt werden, deren Ergebnis das Weltbild ist, mit Hilfe dessen wir uns in der uns umgebenden Welt rasch und leicht orientieren. Das Erkennen des Menschen, sofern er Naturwesen ist, dient den natürlichen Zielen des Willens, „steht also im Dienste des Willenssubjektes“. Ähnliches gilt dann auch von den Gefühlen, wie der Verf. im einzelnen nachzuweisen sucht, wobei man ihm freilich nicht durchweg folgen kann. Entscheidend und kennzeichnend für die Beziehung aller Gefühle auf das zielstrebige Wirken, das zuletzt auf die Erhaltung des Individuums und der Art hinzielt, ist schon die Differenzierung aller emotionalen Gebilde in Lust- und Unlustgefühle. Auch für die ästhetischen und moralischen Gefühle will der Verf. in dieser Hinsicht keine Ausnahme gelten lassen. Die Frage also, wer als Subjekt oder Träger der Gefühle „anzusehen sei und ob unsere Gefühle als Summationsphänomene aufgefaßt werden müssen, ist aus denselben Gründen, die wir bei der Frage nach dem Wesen des Willens erörtert haben, dahin zu beantworten, daß als Träger der Gefühle nicht eine Vielheit materieller Bestandteile in Betracht kommen kann, Subjekt der Gefühle ist das Willenssubjekt.“

Aus diesem Willenssubjekt nun, der Wirkenseinheit, der Ichrealität wird von SAPPER jenes Grundelement abgeleitet, das neue „Modell“, durch welches alle Naturerscheinungen zu erklären seien. Oder vielmehr diese Wirkenseinheit und Ichrealität *ist* bereits, in weitestgehender abstrakter Verallgemeinerung vorgestellt, dieses neue Grundelement. „Die Ichrealität als einfache, zielstrebig wirkende, qualitativ (durch ihren Zielinhalt) bestimmte, wissende und wertende Größe gilt uns als Prototyp aller Naturelemente; wir nennen es *Entelechie*.“ „Der Grundgedanke dieser Naturauffassung ist also der, daß alle Elemente der wirklichen Welt, die der lebendigen so gut wie die der leblosen, als Entelechien aufzufassen sind, d. h. als Wirkenseinheiten. Wo wir Wirkungen wahrnehmen, schließen wir auf wirkende Realitäten, also auf Entelechien. Unsere Naturauffassung ist daher ebenso wie die des Atomismus pluralistisch, insofern wir jede Wirkenseinheit als selbständiges Element auffassen. Jeder materielle Körper gilt uns als ein Entelechienkomplex.“

Ob und wie weit man nun diesen Pluralismus als eine letzte Tatsache hinnehmen solle oder nur als einen täuschenden Schein, hinter dem sich das „All-Eine“ verberge, das läßt der Verf. gänzlich unerörtert und unentschieden, weil ihm diese Frage über die Grenzen seines Themas hinaus zu liegen scheint. Entscheidend ist ihm aber dabei vor allem auch der praktische Gesichtspunkt, daß, wie er meint, „die Wissenschaft ohne die Annahme einer Vielheit von Elementen überhaupt nicht arbeiten kann. Mag man nun Massenpunkte oder Elektronen, Quanten oder Atome oder was sonst immer der Forschung zugrunde legen; es gibt keine Naturbetrachtung, die der Vielzahl der Elemente entraten könnte.“

Da der Entelechiebegriff im letzten Grunde vom menschlichen Willen abstrahiert ist, so ergibt sich daraus von selbst, daß das neue Thema vom Naturgeschehen auch nur aus den Beobachtungen menschlicher Willenstätigkeit zu gewinnen ist. Hierbei ergibt sich folgendes: „Das im Verkehre der Willenssubjekte wahrnehmbare Gesetz des Wirkens ist der Prozeß der Bildung und des Zerfalls der mannigfaltigen Gruppen im geschichtlichen und sozialen Leben der Menschheit. Wir können dementsprechend von einem assoziierenden und dissoziierenden Wirkungstypus reden. Die Bildung einer Gruppe beruht stets auf der Überlegenheit des Willens eines einzelnen Individuums bzw. einer Anzahl von gleichgerichteten Individuen gegenüber anderen Individuen. Die Umstimmung ihres Willens im Sinne des stärkeren Willens nennen wir Assimilation (im philosophischen Sinn). Das Sichlösen und Selbständigwerden der in einer Gruppe vereinigten Individuen muß dementsprechend Dissimilation genannt werden.“ „Das geschichtliche und soziale Leben der Menschheit weist eine unübersehbare Mannigfaltigkeit solcher Gruppen auf, indem die aller verschiedensten Seiten des menschlichen Wesens zur Gruppenbildung Anlaß geben können, von der einfachen naturgegebenen Rassebestimmtheit an bis hinauf zu den höchsten Erscheinungen der Kultur; aber das Phänomen der Gruppenbildung und des Gruppenzerfalls selbst fehlt nirgends, wo wir Menschen in Wechselbeziehungen treten sehen... Ein Kulturstaat z. B. stellt eine Gemeinschaft der aller mannigfaltigsten, einander vielfach durchkreuzenden Gruppen dar, aber das oben charakterisierte Grundschema der Gruppenbildung kann doch überall festgehalten werden.“

Kann nun dieses Schema des Wirkens menschlicher Willenssubjekte: Assoziation (Gruppenbildung) durch Assimilation — Dissoziation (Gruppenzersetzung) durch Dissimilation auf die materielle leblose Welt, auf das Naturgeschehen überhaupt übertragen werden? Die Frage wird vom Verf. eben uneingeschränkt bejaht. Wenn man demgegenüber einwenden wollte, wie heterogen beides, die leblose Natur und das auf sie zu übertragende Schema, seien, so weist der Verf. darauf hin: „Die Geschichte der Naturwissenschaft lehrt uns . . . daß ein tieferes Verständnis der Natur nicht an dem Stoffe der sinnlichen Wahrnehmung haften bleiben darf, sondern schöpferisch Begriffe („Modelle“) bilden muß, mit Hilfe deren die sinnliche Wahrnehmung gedeutet werden kann, die ihr aber nicht unmittelbar entstammen. So hat die atomistisch-mechanistische Naturauffassung zum Zweck der Naturerkenntnis nicht nur die mathematischen Symbole geschaffen, die ja durchaus nicht unmittelbar aus der sinnlichen Wahrnehmung geschöpft sind, sondern sie hat außerdem in ihren qualitätslosen Stoffelementen (z. B. den Ätheratomen) einen Begriff gebildet, der zu den qualitativ bestimmten sinnlichen Wahrnehmungen geradezu heterogen ist.“ —

Es ist ein sehr weites, vielumfassendes Gebiet, das in der SAPPERSchen Schrift auf nicht mehr als 250 Seiten behandelt und bald nur kurz umrissen, bald eingehender zur Darstellung gebracht wird. Es ergeben sich natürlich öfter mancherlei kritische Einwendungen gegen diese Darstellung, die auch zuweilen jene Konsequenz und Geradlinigkeit vermissen läßt, die bei einem solchen Thema besonders erwünscht wäre. Um so mehr verdient die Unbefangenheit und Objektivität hervorgehoben zu werden. Auch scheinbaren Paradoxien geht der Verf. dabei nicht aus dem Wege, insbesondere auch nicht bei den zahlreichen erläuternden Vergleichen und Beispielen; so wenn er die Funktion der Zentral-

entelechie mit der Tätigkeit der Regierung eines Kulturstaates bis ins einzelne vergleicht; oder wenn er sagt, daß in einem gewissen Umfange die „Intelligenz der Körperzellen“, d. h. der diese Zellen repräsentierenden Entlechiengruppen die Intelligenz bewußter menschlicher Handlungen übertrage; „allerdings gibt es auch wieder Beispiele, wo die Zwecktätigkeit der niederen Entlechiengruppen auch im Hinblick auf die von ihnen zu leistende, spezielle Aufgabe als unvollkommen bezeichnet werden muß; man denke nur an die Kritik von HELMHOLTZ bezüglich des Baues der Augen.“ Hervorhebung verdient auch noch besonders, daß der Verf. sich der vielseitigen Problematik seiner Aufgabe deutlich bewußt ist, diese auch nirgends verbirgt und darum immer wieder auch mit jener Zurückhaltung argumentiert, welche die Sache erfordert. Um so mehr ist zu erwarten, daß diejenigen, welche sich ernsthaft mit den Problemen der Naturphilosophie beschäftigen, aus der vorliegenden Schrift wertvolle und fruchtbringende Anregungen gewinnen werden.

M. KRONENBERG, Berlin.

KOFFKA, K., *Grundlagen der psychischen Entwicklung*, 2. verbesserte Auflage. Osterwieck a. Harz: M. W. Zickfeldt 1925. VIII, 299 S. 15 × 22 cm. Preis geb. RM 7.80.

Die zweite Auflage des an Lehrer wie Psychologen sich wendenden Buches berücksichtigt die Neuererscheinungen, insbesondere die Neuauflagen der Bücher von STERN und BÜHLER und ist mit den Ansichten, zu denen der Verfasser nunmehr gelangt ist, in Einklang gebracht.

Das Buch behandelt die Entwicklung des vorschulpflichtigen Alters, vor allem der ersten Lebensjahre. Drei Leitgedanken darf man wohl als richtunggebend für das Buch bezeichnen: die Einstellung auf den Entwicklungsgedanken, die Einteilung in deskriptive und Funktionsbegriffe und vor allem die beherrschende Betonung des „Gestalt“-Standpunktes.

Die Kinderpsychologie ist durchaus unter den Gesichtspunkt der Entwicklungsbetrachtung zu stellen. Die anderen Disziplinen der vergleichenden Psychologie sind ausgiebig heranzuziehen. Ein breiter Raum wird dem Tierexperiment speziell den Versuchen KÖHLERS gewidmet. Abgelehnt wird der Gedanke BINETS, Experimente an Schwachsinnigen für die Kinderpsychologie zu verwerten. Der Hypothese, daß die Stammesentwicklung in der geistigen Entwicklung des Kindes sich wiederhole, schließt sich der Verfasser nicht an; auch die von THORNDIKE im Sinne des Neudarwinismus vertretene Theorie, wonach eine Entwicklung ontogenetisch in dem Zeitpunkt auftritt, der sich als zweckmäßig bewährt hat und daher nach den Prinzipien von Variation und Auslese festgehalten wurde, wird abgelehnt. KOFFKA vertritt eine weniger einfache, aber vorsichtiger „Übereinstimmungs“-Theorie, nach der die individuelle und Stammesentwicklung eine Folge von primitiven und komplizierteren Reaktionsformen von gemeinsamen Typus ausbilden. Eingehend wird der Parallelismus von geistiger und Gehirnentwicklung erörtert.

Für die Methodik sei wichtig, Begriffe der Vorgangsbeobachtung und der Erlebniswahrnehmung sauber zu unterscheiden. Erstere heißen „Funktions“- , letztere „deskriptive“ Begriffe. Der in Amerika groß gewordene Behaviourism, der grundsätzlich sich darauf beschränken will, Aussagen über das Verhalten in gewissen Situationen zu machen und auf Erlebniswahrnehmung überhaupt zu verzichten, gehe zu weit in seinem Streben nach Objektivität. Eine übertriebene Angst vor der Anwendung von deskriptiven Begriffen sei selbst in

der Tierpsychologie nicht am Platz; erst recht kommt es in der Kinderpsychologie auf die Erfassung und Beschreibung des Gesamtgebarens und die Deutung des beobachteten Verhaltens an. Diese sei freilich gerade die psychologische Kunst. Der Erwachsene darf nicht von sich aus interpretieren, seine Konstruktion muß zum beobachteten äußeren Verhalten wirklich passen.

Eine beherrschende Rolle spielt der „Gestalt“-Gedanke. An dem Beispiel von Reflexen, die schon beim Neugeborenen auftreten, wird die Theorie entwickelt, daß z. B. das optische Sensorium und Motorium nicht als selbständige, mechanisch verbundene Apparate anzusehen seien, sondern als einheitliches physikalisches System, in dem kein Vorgang an einer Stelle unabhängig von den Vorgängen an anderen Stellen und ohne Einfluß auf sie ist. Das Gesamtsystem ändere jeweils seine eigenen Bedingungen im Sinne größtmöglicher Einfachheit. Ob diese Auffassung, die sich auf KÖHLERS Untersuchung physischer Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand beruft und darüber hinaus dynamische Gestalten annimmt, den tatsächlichen Erscheinungen leichter gerecht werden kann als die mehr analysierende, den einzelnen Elementen des Systems eine gewisse Selbständigkeit zuerkennende Betrachtung, die KOFFKA die mechanistische nennt, könnte wohl erst bei konkreter Durchführung endgültig entschieden werden. Sie hat gewiß den Vorzug größerer Elastizität, gerade in der Abgrenzung der relativen Selbständigkeit der einzelnen Teile des Systems aber wird die Schwierigkeit liegen. Dem Referenten scheint der Organismus überhaupt mehr zu leisten, als man einem physikalischen System irgendwelcher Art zumuten kann. KOFFKAS Standpunkt kann jedenfalls so charakterisiert werden, daß ein Organ, das Reflexe liefert, so beschaffen sein muß wie ein physikalisches System, das sich als Ganzes auf günstigste Bedingungen einstellt. Die Erklärung von Instinkten als Kettenreflexen im Sinne von SPENCER, JAMES, THORNDIKE und WATSON befriedigt KOFFKA nicht. Alle Zusatzhypothesen werden der faktischen Mannigfaltigkeit nicht gerecht. Doch stecke in der Theorie THORNDIKES der richtige Kern, daß es abgeschlossenes, ausgezeichnetes und nicht abgeschlossenes physiologisches Geschehen gebe. Instinkthandlungen seien zu erklären durch Annahme „geschlossener“ physikalisch-chemischer Vorgänge. Damit sei die Brücke zwischen Reflexen und Instinkten wieder geschlagen; die eigentlichen Reflexe seien erstarrte Instinkte. Psychovitalistische Erklärungsprinzipien würden dadurch überflüssig. Der Psychovitalismus scheint dem Referenten nicht angemessen interpretiert, wenn als sein Hauptargument eine Art von Geschlossenheit des Organismus und seines Verhaltens hingestellt wird. Das Hauptmotiv für die Einführung psychovitalistischer Hypothesen dürfte in dem Auftreten sinnvoller Zweckmäßigkeit zu erblicken sein, die physikalisch-chemisch nicht erklärt werden kann, und zwar weder mechanistisch noch im Sinne physikochemischer Gestalten. Denn schließlich ist eine physikalische Gestalt nicht wesensverschieden von einem mechanischen System. Im Sinne der Physik besteht doch nur ein gradueller Unterschied hinsichtlich der gegenseitigen Abhängigkeit der einzelnen Teile und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wirkung; aber im Grunde folgen die Systeme, die zweckmäßig als Ganzes, als Gestalt betrachtet werden, obwohl auch sie als aus Elementen und elementaren Vorgängen aufgebaut gedacht werden, doch denselben strengen mechanischen bzw. elektromagnetischen Gesetzen wie die Systeme, die in relativ unabhängige Teile bzw. Teilvorgänge zerlegbar sind. Die Ent-

wicklung sinnvoller Zweckmäßigkeit bleibt für eine Theorie, die den lebenden Organismus als physikochemische Gestalt betrachtet, nicht weniger Problem wie für die gewöhnliche mechanistische Theorie des Lebens. Wenn nun gar Intelligenzleistungen auf physische Gestalten des Nervensystems bezogen und als deren Herstellung erklärt werden sollen, so scheint mir die Tragkraft der Hypothese erheblich überspannt. Gewiß befriedigt sich unser suchender Trieb erst, wenn eine gestellte Aufgabe gelöst, der Ring geschlossen, die Lücke ausgefüllt, die Unsicherheit beseitigt, das Gleichgewicht gefunden ist, und die Struktur- und Ganzheitsbetrachtung erweist sich sicherlich für die Untersuchung des Denkens und Lernens als ebenso fruchtbar wie für die der Wahrnehmung, aber im Interesse der Klarheit scheint es mir doch erwünscht, die physischen Gestalten hier nur als Analogie, nicht als Erklärungsgrund heranzuziehen, selbst wenn, was erst noch zu erörtern wäre, dadurch einige Einwände gegen die ältere Assoziationstheorie weggeräumt werden könnten.

Trotzdem Ref. hier dem Verfasser nicht folgen zu können glaubt, scheint ihm das Buch als Ganzes so reich an Tatsacheneinhalt und Anregungen, daß es nicht ohne Gewinn aus der Hand gelegt werden wird.

WENZL, München.

SIEGEL, CARL, Grundprobleme der Philosophie organisch entwickelt. Wien und Leipzig: Wilh. Braumüller 1925. XI, 218 S. 16 × 24 cm. Preis RM 5.—.

Hier liegt einmal eine Einführung in die Philosophie vor, die auch dem eingefleischten Naturwissenschaftler zu zeigen geeignet ist, daß moderner Philosophiebetrieb nichts mehr zu tun hat mit scholastischem Formelkram oder mit phantastischer Gedankendichtung, vielmehr im folgerichtigen Durchdenken von Problemen besteht, die sich jedem denkenden Menschen, besonders aber gerade den Wissenschaftlern auf dem Boden der Naturforschung mit Notwendigkeit aufrängen.

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die durchaus eigenartige, aber sehr glückliche Anlage des Buches näher zu entwickeln, es genüge der Hinweis, daß ihr zufolge der Leser von seinem, im philosophischen Sinne naiven Standpunkte aus förmlich gedrängt wird, gewisse Probleme als unabweisbar zu sichten, wie etwa das Problem der Beseelung und ihrer Grenzen in der Natur, und in dem wiederholten Versuch, jeweils das eine zu umgehen, auf je ein anderes, noch tiefer liegendes Problem gestoßen wird; so z. B. auf das der Entwicklung und des Wesens des Lebens, ja des Stoffes überhaupt und weiter der Möglichkeit und des Zieles unserer Erkenntnis, von hier wieder zum Problem der Wirklichkeit oder dann von Freiheit und Notwendigkeit. Herausgegriffen mögen hier nur einige besonders eigenartige Positionen sein, die von speziellem Interesse für den Naturwissenschaftler sind.

Die Frage, wie weit reicht die Grenze der Beseelung, wird durch Konvergenz verschiedener Kriterien dahin beantwortet: mindestens, soweit Leben reicht. Wie weit aber reicht das Leben? Gibt es scharfe Grenzen zwischen anorganischer und belebter Materie? Die Antwort des Verfassers ist, das Charakteristische sei die Selbstgestaltung der Organismen und die eben dadurch bedingten Erscheinungen seien der eigentliche Gegenstand aller Biologie. Damit sei aber noch nicht ausgemacht, ob nicht auch in der Natur des sog. Leblosen solche sich selbst erhaltende Systeme, wie etwa unser Sonnensystem angenommen werden dürfen, nur daß

Physik und Chemie (wenigstens in ihrer traditionellen Form) kein Interesse für eine entsprechende Betrachtung haben. Die Notwendigkeit dieser verschiedenen Interessenrichtung in Biologie und Physik wird durch ein einfaches Gedankenexperiment klar erhellt. Wenn also auch gegenüber aller Mechanistik die restlose Rückführbarkeit der Biologie auf Physik energisch zurückgewiesen werden muß, so wäre es ganz gut denkbar, daß in der Zukunft eine allgemeine Systemlehre, eine Art verallgemeinerter Biologie entwickelt würde, unter die dann sich ebenso unsere Biologie im engeren Sinne wie die heutige Physik als Sonderkapitel zwanglos einordnen ließe. In Zusammenhang mit dieser Frage darf wohl auch die abstrakte Betrachtungsweise unserer Mechanik gebracht werden (auf die Verfasser schon an früherer Stelle hinweist), wonach ein Vorkommnis in seinem Ablauf als unabhängig davon betrachtet wird, ob es zum ersten- oder millionstenmal erfolgt, was als Sonderfall des Unabhängigkeitsprinzips (Parallelogrammsatzes) gefaßt wird und der Gedächtniserscheinung in der Psychologie gegenübergestellt wird. In prägnanter Formulierung: „Die Vorgänge der Materie — wie sie die Mechanik betrachtet — erfolgen gedächtnislos.“

Wichtig für den Naturforscher ist etwa auch die Frage: Gibt es Zufall im Sinne von besonderer Konstellation? Man könnte meinen, für eine vollendete Naturwissenschaft müßte so etwas wie Zufall verschwunden sein (vgl. LAPLACES Weltgeist). Verfasser zeigt nun aber, daß dies ein Fehlschluß sei, insofern hierbei die mögliche Kennnis einer allerersten Weltkonstellation vorausgesetzt werde. Doch von einem Beginne der Welt, ja einem Weltganzen kann nur sprechen, wer sich von naiv-realistischen Anschauungen noch nicht frei gemacht habe. Zufall kann es freilich nicht geben in der Natur, sofern darunter nichts anderes als der Inbegriff aller Naturgesetze, also des Immerwiederkehrenden, Überzeitlichen verstanden wird. Aber Natur in diesem Sinne deckt sich dann nicht mit der Wirklichkeit, ist vielmehr nur ein Ausschnitt aus ihr. Zu der Wirklichkeit gehört vor allem auch die Kette alles individuell in der Zeit sich Abspielenden, streng Einmaligen, darunter vor allem das menschliche Wollen. Es ist also auch von einem streng naturwissenschaftlichen Standpunkt die Freiheit des Willens zu vertreten durchaus möglich, die freilich ihrerseits nicht erweisbar, aber jedenfalls als theoretisch sich empfehlende und praktisch fruchtbare Hypothese bezeichnet werden darf.

Auf eine ähnliche naive Anschauung ist auch — wie Verfasser hübsch zeigt — eine vielfach übliche Bewertung der modernen Relativitätstheorie der Physik zurückzuführen, wonach sie beweisen würde, daß es eine einheitliche, absolute Zeit nicht gibt, ja daß man nicht einmal an einem bestimmten Orte von Zeit in eindeutigen Sinne sprechen könne. Denn, so meint man da, was man in A z. B. als eine Sekunde betrachtet, erscheint an irgendeiner anderen, im Verhältnis zur ersten bewegten Stelle B als eine (in genau angebbarem Maße) größere Zeitdauer; oder mit anderen Worten: es gibt an jedem Orte nicht eine, sondern unendlich viele verschiedenen gehende und doch gleichberechtigte „Uhren“. Beweisend gegen die Absolutheit der Zeit ist dies aber offenbar nur, solange Zeit nichts anderes wäre, als was die Uhr anzeigt, ähnlich so, wie wenn die Größe eines Gegenstandes mit der sog. scheinbaren Größe zusammenfielen. Eine solche Gleichsetzung entspricht aber eben der naiv-realistischen Anschauung, der zufolge das Sein sich erschöpfe in dem jeweiligen Wahrgenommenwerden. Über diese Verschiedenheit

hinweg aber reicht der gerade in der modernen Relativitätstheorie ermittelte *gesetzliche Zusammenhang* all der verschiedenen sog. „Zeiten“ und wenn wir in diesem das eigentliche Wesen der Zeit sehen (im Sinne Kants), so lehrt uns die neue physikalische Theorie erst recht wieder, daß es so etwas wie eine wahre Zeit gibt.

Wie hier auf die modernste unter den großen naturwissenschaftlichen Theorien, so fällt in anderem Zusammenhang helles Licht wieder auf andere der geäußerten allgemeinen Theorien und Hypothesen, wie Atomistik, Energetik, Lamarckismus und Selektionslehre. Natürlich kann auf all dieses hier nicht mehr eingegangen werden, um so weniger, als alle einzelnen Betrachtungen des vorliegenden Buches erst dann in richtigem Lichte erscheinen, wenn sie in „organischer Entwicklung“ erfaßt werden. Dies aber kann nur ein gründliches Studium des Werkchens selbst vermitteln, das allen Fachkollegen mit nur etwas allgemeineren Interessen hiermit wärmstens empfohlen sei.

F. NETOLITZKY, Czernowitz.

KLEIN, F., *Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus*. Bd. II: Geometrie, ausgearbeitet von E. HELLINGER. (Grundlehren der mathematischen Wissenschaften Bd. XV.) III. Aufl. Berlin: Julius Springer 1925. VI, 302 S. und 157 Abbildungen. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 16.50.

Die allgemeine Tendenz dieser KLEINSchen Vorlesungen ist bereits bei der Besprechung des ersten Bandes (diese Zeitschr. 1926, S. 13) geschildert worden. Die Geometrie wird im vorliegenden 2. Band in der gleichen großzügigen, nur das wesentliche betonenden und vorführenden Übersicht behandelt, wie die Algebra im früheren Band. Es ist eine Freude, daß bei der Niederschrift und Ausarbeitung der Vorlesungen so wenig von dem *spezifisch Kleinschen Tone* verlorengegangen ist. Seine zahlreichen früheren Hörer werden KLEINS Diktion oft aus den Zeilen heraushören — am meisten vielleicht in den gelegentlich bewußt subjektiv hingestellten Rand- und Zwischenbemerkungen. Diese bildeten für KLEIN ein wichtiges Mittel, dem Hörer wenigstens einen starken Anreiz zu geben, um über Gegenstände, deren volle Diskussion im Kolleg nicht gut möglich war, selbständig nachzudenken. Beispielsweise findet sich bei der Besprechung der wahren Natur der geometrischen Axiome und Sätze (S. 201) kurz der Standpunkt des Nominalismus referiert, d. i. der Standpunkt, daß die Definitionen und Verknüpfungsaxiome die Natur der geometrischen Größen erschöpfen, „— wir nennen den Inbegriff dreier Koordinaten einen Punkt, ohne uns etwas dabei zu denken“ —. Hierzu KLEINS abschließende Bemerkung: „Ich selbst teile diesen Standpunkt keineswegs, sondern halte ihn für den Tod aller Wissenschaft: Die Axiome der Geometrie sind — wie ich meine — nicht willkürliche, sondern vernünftige Sätze, die im allgemeinen durch die Raumschauung veranlaßt und in ihrem Einzelinhalte durch Zweckmäßigkeitseründe reguliert werden.“ Nicht jeder hätte die kurze, beim Vortrag durch die persönliche Note gemilderte Einstellung so exakt zu Papier zu bringen gewagt; für den Hörer und Leser aber ist es von großem Wert, die Einstellung KLEINS zu diesem fundamentalen Problem auch ohne die tiefere Auseinandersetzung mit dem Nominalismus kennenzulernen.

Eine andere Stelle: „STOLZ, der damals mit mir zusammen in Göttingen war, hatte STAUDT gelesen, was

ich selbst nie fertig gebracht habe.“ (S. 133.) Nur im Bewußtsein seines Ranges kann ein Autor das im Druck stehen lassen — und welch ein Trost entsteht daraus für den ringenden Adepten, der geneigt ist, die Schwierigkeiten, die er beim Lesen findet, nur sich selbst zur Last zu legen!

Die 3 Hauptteile der Vorlesung behandeln: *Die einfachsten geometrischen Gebilde; Die geometrischen Transformationen; Systematik und Grundlegung der Geometrie*. Synthetische und analytische Behandlungsweise ist, entsprechend den schon in Bd. I ausgesprochenen Forderungen, aufs innigste verflochten. Fern ist KLEIN jeder qualvolle „*Purismus*“, d. h. die ausschließliche Verwendung euklidisch-synthetischer oder analytischer Methoden: gerade der Wechsel des Standpunktes und die Synthese der Methoden zu einem kürzesten und leichtesten Beweise zeigt in seinen Augen die Beherrschung der Mathematik an.

Das „Erlanger Programm“, KLEINS berühmte Habilitationsschrift über die Gruppentheorie als Einteilungsprinzip der mathematischen Forschung, durchsetzt den ganzen Aufbau der Vorlesung und tritt zumal im letzten Kapitel über die Systematik der Geometrie hervor. Daher ist dem Verhalten der analytischen und der geometrischen Größen bei Transformationen von den ersten Seiten ab die größte Sorgfalt gewidmet.

Auch im Geometriebande ist das Historische in anregendster Weise in das Methodische eingearbeitet. EUKLIDS Elementen sind einige 20 Seiten gewidmet. Im ganzen warnt KLEIN vor der Überschätzung der EUKLIDischen Lehre, als eines „unübertrefflichen Systems“: „wir sind heutzutage überall und gewiß auch in der Geometrie wesentlich über die Griechen hinausgekommen“ (S. 204). Diese Einstellung KLEINS hat sich bekanntlich in den neueren deutschen Lehrplänen für den Schulunterricht durchgesetzt, während z. B. im englischen Schulunterricht — hierin wohl dem konservativsten, wenn auch in anderer Beziehung beidenswert freiheitlichen — EUKLID noch Trumpf ist.

Von großem Interesse ist das Schlußkapitel der Vorlesungen: *Einiges über den Unterricht in der Geometrie*. Es ist erstaunlich zu sehen, auf wie vielerlei Arten Elementargeometrie beigebracht werden kann. In England, Frankreich, Italien und Deutschland — über diese Länder wird berichtet — herrschen Strömungen und Gegenströmungen, die zum größten Teil durch die auch als Forscher hervorragenden Geometer dieser Länder geleitet werden und deren sinnfälligster Niederschlag die Examensbestimmungen, Lehrpläne und Lehrbücher der Schulen sind. In KLEINS souveräner Art erhält man einen Überblick über dies bunte Vielerlei von Möglichkeiten, von dem die Struktur des mathematischen Denkens unserer Zeitgenossen in erheblichem Maß abhängen dürfte. Die neuere Entwicklung des Schulunterrichts (ab 1908) wird in „Zusatz II“ von F. SEYFARTH behandelt. Viele der nicht speziell auf das Schultechnische eingestellten Leser werden es ihm danken, daß er bei der Gelegenheit einen kurzen Überblick über das allgemeine Schulsystem der behandelten Länder gibt.

Wie der 1. Band, so gibt auch der 2. nicht nur Schulmännern reiche Anregung, sondern jedem, der sich über die „elementare“ Mathematik zu orientieren sucht. Es gehört zur mathematischen Allgemeinbildung, die KLEINSchen Vorlesungen zu kennen.

P. P. EWALD, Stuttgart.

Zuschriften.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften nicht für verantwortlich.

Elektrische Bodendistanzmessung von Luftfahrzeugen.

In dem Aufsatz des Dipl.-Ing. LIST über „Flugzeugnavigation bei Nacht und Nebel“ in Heft 26, S. 611 des 14. Jahrgangs (1926) wird ein elektrischer Bodendistanzmesser „nach dem Prinzip der Kapazitätsmessung“ erwähnt. Ich bemerke hierzu, daß dieses Prinzip von mir angegeben und in der Patentschrift U. St. A. 1492 300 vom 17. Juli 1923 des Näheren beschrieben ist. Ein nach diesem Prinzip gebautes Instrument wurde gelegentlich der Deutschlandfahrt des amerikanischen Zeppelinluftschiffes (Z. R. III) im September 1924 erprobt. Diese Versuche sind in der „Physikalischen Zeitschrift“, 26. Jahrgang, 1925, S. 646–654 beschrieben, und es wurden bei diesen Messungen die Kapazitätsänderungen mit Hilfe der von mir angegebenen „Abreißmethode“ (Französisches Patent Nr. 603 314 vom 13. August 1925) bestimmt, wobei kein Wellenmesser, sondern bloß ein Sender benötigt wird.

Außer diesen *Kapazitätsmethoden* habe ich noch zwei auf wesentlich anderen Grundlagen beruhende Methoden zur Bestimmung der Bodendistanz angegeben: eine *Interferenzmethode* und die sog. *Fizeau-Methode*, die in U. St. A. unter Nr. 1585 591 (vom 17. Juli 1923) patentiert ist.

Wien, den 1. Juli 1926.

HEINRICH LÖWY.

Ultraviolettbestrahlung von Milch.

In der letzten Zeit häufen sich die Mitteilungen über den Einfluß ultravioletter Bestrahlung auf die Bildung bzw. Vermehrung therapeutisch wichtiger Faktoren in Nahrungsmitteln, besonders auf die Entstehung vitaminartig wirkender Stoffe. Z. B. soll bestrahlte Milch als Frischmilch, aber auch in Pulverform antirachitische Wirkungen zeigen. Die Milch soll bei der Bestrahlung einen bestimmten charakteristischen Geschmack und Geruch annehmen, der auch als lebertranähnlich bezeichnet und damit in direkte Beziehung zur therapeutischen Wirkung gebracht wird¹⁾.

Wir möchten nun hier darauf hinweisen, daß bei den uns bisher bekanntgewordenen derartigen Versuchen die bei der Ultraviolettbestrahlung der Milch zwangsläufig aus dem Luftsauerstoff sich ergebende Ozonwirkung nicht genügend berücksichtigt ist. Wird die Milch in offenen Schalen dem Licht etwa der künstlichen Höhensonne ausgesetzt, so herrschen keine definierten Versuchsbedingungen, denn das in der Umgebung der Lampe sich bildende Ozon wirkt natürlich neben den Strahlen auf die Milch ein. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß einige Autoren über die Einwirkung derartig vorbestrahlter Stoffe auf die photographische Platte berichten und diese Wir-

¹⁾ P. GYÖRGY, Klin. Wochenschr. 4, 1118. 1925; 5, 747. 1926.

kung auf Wasserstoffsperoxyd und Ozon zurückführen¹⁾.

Wir haben nun in einigen Versuchsreihen gleiche Mengen frischer Milch verschiedenen Ursprungs bei gleichen Temperaturbedingungen folgendermaßen behandelt:

Etwa 100 ccm frische Milch wurden in 30 cm Abstand dem Licht einer normalen Quarzquecksilberlampe je 30 Minuten ausgesetzt.

1. Offen in flacher Schale mit und ohne Eiskühlung.
2. In einem abgeschlossenen Kolben oder Rohr aus Bergkrystall mit und ohne Eiskühlung, wobei durch Evakuieren des Kolbens und durch restlose Anfüllung des Rohres die Anwesenheit von Luft möglichst ausgeschlossen wurde.

3. Die Milch wurde in einem Glaskolben geschützt vor den Strahlen die gleiche Zeit mit Luft in Berührung gebracht, die aus der Umgebung der in einen Holzkasten eingebauten Quarzlampe während der Versuchsdauer abgesaugt wurde.

4. Die Milch wurde in entsprechender Weise mit Luft, die in einem Siemensrohr ozonisiert wurde, in Berührung gehalten.

Unsere von einer Reihe von Personen kontrollierten Geschmacks- und Geruchsproben ergaben folgendes.

Die Milch aus Versuch 1 und 3 stimmte in Geruch und Geschmack weitgehend überein. Bei Versuch 4 war der Geruch und metallische Geschmack ähnlich, nur intensiver.

Die vor Ozon geschützte bestrahlte Milch aus Versuch 2 wurde im allgemeinen von der Frischmilch nicht unterschieden, bisweilen wurde ein leicht angebranntes Horn erinnernder Geruch und Geschmack festgestellt. Hier waren nach unserer Meinung schwer zu entfernende, z. B. an der Innenwand der Gefäße haftende oder in der Milch gelöste Luft- und Staubschichten ozonisiert worden.

Damit scheint uns erwiesen, daß der charakteristische Geruch und Geschmack ultraviolettbestrahlter Milch auf die Einwirkung von Ozon zurückgeführt werden muß²⁾. Natürlich wollen und können wir nicht behaupten, daß neben der Ozonwirkung nicht auch eine spezifische, durch Geruch und Geschmack nicht zu erkennende, Lichtbeeinflussung stattfindet. Eine leichte Färbung der frei bestrahlten Milch ist bisweilen zu beobachten. Hierüber müssen physiologische Versuche, die der eine von uns (R.) an Tieren in Angriff genommen hat, entscheiden; ebenso darüber, in welchem Umfang „nur ozonisierte“ Milch die vitaminähnlichen Effekte zeigt.

Berlin, Chemisches Institut der Universität, und Weißensee, Säuglingskrankenhaus, den 1. Juli 1926.

E. TIEDE. P. REYHER.

¹⁾ N. S. LUCAS, Biochemical Journ. 20, 23. 1925.

²⁾ Anm. b. d. Korr.: Die nach Absendung dieser Zeitschrift von der Tagespresse gebrachten ähnlichen Ergebnisse Leipziger Forscher waren uns unbekannt. Am 30. 5. 26 habe ich die „Vitaminisierung mit Ozon“ zum Patent angemeldet. E. TIEDE.

Biologische Mitteilungen.

Neues zum Sexualitätsproblem. Das Sexualitätsproblem wurde in den letzten Jahren zu einem der zentralen Fragenkomplexe der Biologie, und die Forschungsarbeit hat schon eine Reihe überaus interessanter Resultate zutage gefördert. An die bahnbrechenden Untersuchungen von RICHARD GOLDSCHMIDT schließen

sich jetzt neue Untersuchungen von C. B. BRIDGES (Sex in Relation to Chromosomes, American Naturalist 59, 25), deren Ergebnisse mit jenen GOLDSCHMIDTS aufs beste harmonieren. BRIDGES fand bei der Fruchtfliege *Drosophila* eine Reihe verschiedener Geschlechtstypen, und die cytologische Untersuchung zeigte ihm, daß

jedem dieser Typen eine besondere Chromosomenkombination entspricht. Diese verschiedenen Geschlechtstypen erschienen besonders unter den Nachkommen von triploiden Weibchen, d. h. Weibchen, die anstatt des in der normalen Befruchtung vereinigten doppelten Chromosomensatzes drei Geschlechtschromosomen und je drei jedes der Autosomen besaßen. Wenn, wie bei diesen Weibchen, außer den drei Geschlechtschromosomen auch je drei aller übrigen Chromosomen vorhanden sind, ist das Geschlecht des Tieres in keiner Weise geändert. Diese $3N$ -Gruppe erweist sich aber bei der Bildung der Geschlechtszellen als nicht stabil. Jedes Ei erhält einen vollen Chromosomensatz, ein zweiter Chromosomensatz geht in den Richtungskörper, und der Extra-Chromosomensatz schließlich wird in allen möglichen Kombinationen zwischen Ei und Richtungskörper verteilt. So kommt es z. B. verhältnismäßig häufig vor, daß Eier solcher Weibchen zwei volle Autosomensätze (A) haben, dagegen nur ein Geschlechtschromosom; wir können ein solches Ei kurz als X, 2A charakterisieren. Nach Befruchtung mit einem normalen Spermia würde die Formel $2X, 3A$ lauten. Eine solche Zygote entwickelt sich zu einem Intersex, einem Tier mit Mischung von Männchen- und Weibchenteilen, ähnlich wie GOLDSCHMIDTS *Lymantria*-Intersexe. Die weiteren Untersuchungen, vor allem an Fäulen, in denen das 4. Chromosom verloren ging, führten zu der Auffassung, daß jedes Merkmal eines Individuums der Index für die Auswirkung des Gleichgewichtszustandes einer großen, aber unbekanntem Zahl von Genen ist, von denen einige die Tendenz haben, die Entwicklung in der einen, die anderen sie in der entgegengesetzten Richtung abzulenken. Das definitive Aussehen eines Individuums ist also immer der Ausdruck des Maßes von „Faktorenbilanz“ innerhalb der Zygote, aus der er sich entwickelt hat. Aus diesen Befunden und Überlegungen ergeben sich hinsichtlich der Intersexe die folgenden Schlüsse: Die Intersexe weichen hinsichtlich der Chromosomenkonstitution von normalen Individuen nur durch den Besitz einer Extra-Chromosomengarnitur ab. Die Autosomen haben also etwas mit dem Geschlecht zu tun. Und zwar haben sie ein gewisses Maß männchenbestimmender Wirkung, da ja ein überzähliger Autosomensatz Männchencharaktere an den Weibchen zur Erscheinung bringt. Der Netto-Männcheneffekt eines Autosomensatzes muß aber wesentlich geringer sein als der Netto-Weibcheneffekt eines X-Chromosoms, da ja die Addierung eines X-Chromosoms zu einem Männchen dieses in ein Weibchen verwandelt ($2X, 2A$). Unter den Autosomen selbst nimmt aber das 4. Chromosom wieder eine Ausnahmestellung ein; es besitzt ähnlich wie das X-Chromosom eine Nettowirkung in weibchenbestimmender Richtung. Das geht daraus hervor, daß die Intersexe mehr weibchenähnlich sind, wenn drei 4. Chromosomen, mehr männchenähnlich, wenn nur zwei 4. Chromosomen vorhanden sind. BRIDGES fand auch $4N$ -Tiere, d. h. solche, bei denen jedes Chromosom in vierfacher Zahl vorhanden war. Diese Individuen unterscheiden sich in nichts von den $3N$ - und $2N$ -Tieren, da in ihnen die Faktorenbilanz in keiner Weise gestört ist. Das gleiche müßte auch von haploiden Individuen, d. h. solchen mit nur je einem Chromosom jeder Sorte (N), zutreffen; solche sind bis jetzt nicht gefunden worden. Wir wollen hier nur noch zwei andere überaus interessante Fälle anführen, die BRIDGES vergleichend cytologisch und morphologisch untersucht und die seine Auffassung aufs schönste bestätigen. Tiere mit 3 X-Chromosomen, aber nur 2 Autosomensätzen ($3X, 2A$) stellen sogenannte „Überweibchen“ dar, sie bringen die normalen Weib-

chencharaktere in verstärktem Maße zum Ausdruck, und das umgekehrte gilt von Tieren mit nur einem X-Chromosom, aber 3 Autosomensätzen ($1X, 3A$), sie sind „Übermännchen“. Diese Untersuchungen geben einen tiefen Einblick in die überaus komplizierte ineinandergreifende Wirkung der verschiedenen Chromosomen bei der sexuellen Determination.

Den Verteilungsmechanismus der Geschlechtschromosomen sehen wir in Fällen am Werke, über die F. A. E. CREW (Poultry Research, The National Poultry Journal 6. 1925) in einer vorläufigen Notiz hinweist. Es kommt bei Hühnern vor, daß sich weibliche Tiere zu funktionstüchtigen Hähnen umwandeln. CREW verwendete drei solche Hähne zur Paarung mit normalen Hennen und fand in der Nachkommenschaft als Geschlechtsverhältnis: „The sex ratio among the chickens is one male to two females in every three on the average.“ Was heißt das? Bei den Hähnen, die zur Verwendung kamen, ist natürlich die ursprüngliche Chromosomenkonstitution, d. h. eben die weibliche, bei der Geschlechtsumwandlung erhalten geblieben. Wie alle Körperzellen dieser Männchen die weibliche Chromosomengarnitur besitzen, so auch die Geschlechtszellen, und es werden also Spermien mit den Chromosomenverhältnissen der Eier gebildet. Nun ist bei den Vögeln das weibliche Geschlecht heterozygot, d. h. es werden zweierlei Eier, aber nur eine Sorte von Spermien gebildet. Die eine Hälfte der Eier enthält ein Z- die andere Hälfte ein W-Chromosom, sämtliche Spermien (der normalen Hähne) dagegen besitzen nur ein Z-Chromosom. Eine ZZ-Befruchtung liefert dann ein Männchen, eine WZ-Befruchtung ein Weibchen. In dem vorliegenden Falle nun sind sowohl Z und W Eier wie Spermien vorhanden, und bei zufällmässiger Befruchtung müssen die folgenden Zygoten in gleichen Mengen zustande kommen: ZZ, ZW, ZW, WW. Die WW-Zygoten sind nicht lebensfähig. Dann aber bleibt das Verhältnis von einer männlichen zu zwei weiblichen Zygoten übrig, wie es in den Versuchen tatsächlich gefunden wurde. Wenn diese Versuche sich an größerem Material bestätigen, werden sie einen besonders schönen Beweis für die Bedeutung des Chromosomenmechanismus für die Geschlechtsbestimmung darstellen.

Der normale Geschlechtschromosomenmechanismus liefert also bei zufällmässig zustande kommender Befruchtung die gleiche Anzahl von Männchen und Weibchen. In der Tat aber finden sich im allgemeinen kleine Abweichungen von der Erwartung, so z. B. beim Menschen ein geringer Knabenüberschuß unter den Neugeborenen. Es ist wiederholt versucht worden, diese Abweichungen durch selektive Sterblichkeit während der Embryonalentwicklung zu erklären. Es war schon nach unseren bisherigen Kenntnissen wenig wahrscheinlich, daß sich auf diesem Wege die Verhältnisse befriedigend erklären lassen. Das ist jetzt durch neue Untersuchungen von E. C. MACDOWELL and E. M. LORD (The Sex Ratio in Litters of Mice Classified by the Total Amount of Prenatal Mortality. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 22. 1925) an Mäusen noch unwahrscheinlicher geworden. Die Verfasser gingen von der Voraussetzung aus, daß im Falle einer selektiven Elimination des einen Geschlechts während der ganzen Trächtigkeitsperiode zwischen der vorgeburtlichen Sterblichkeit und dem Geschlechtsverhältnis eine negative Korrelation bestehen müsse. Die Untersuchungen erstreckten sich auf den Prozentsatz vorgeburtlicher Sterblichkeit von 445 Würfen von Mäusen. Von der Zahl der befruchteten Eier, festgestellt durch die Zahl

vorhandener Corpora lutea, wurde die Anzahl der geborenen Jungen subtrahiert, und die so gewonnenen Zahlen zeigen deutlich, daß einer Zunahme vorgeburtlicher Sterblichkeit kein Sinken des Geschlechtsverhältnisses entspricht, wie es doch sein müßte, wenn die Sterblichkeit selektiv wäre. Die Ursachen der Abweichungen vom zufallsmäßig zu erwartenden Gleichheitsverhältnis beider Geschlechter müssen also auf anderen noch unbekanntem Faktoren beruhen. In diesem Zusammenhange wäre übrigens eine neue, groß angelegte, statistische Untersuchung über das Geschlechtsverhältnis abortierter menschlicher Feten überaus wünschenswert.

Bei Tieren, in denen das männliche Geschlecht heterogametisch ist, also zweierlei Spermien gebildet werden, wäre es denkbar, daß sich diese beiden Spermienarten durch eine verschiedene Länge des Kopfes (der praktisch nur den Zellkern darstellt) unterscheiden lassen. Tatsächlich konnte ein solcher Längenunterschied zuerst von ZELENY bei einem Insekt (*Lygaeus Kalmii*) nachgewiesen werden. J. L. LUSH (The Possibility of Sex Control by Artificial Insemination with Centrifuged Spermatozoa. *Journal of agricultural research* 30. 1925) stellte nun neuerdings entsprechende Messungen an Kaninchen- und Schweinespermien an. Die Kurven, die sich als Ergebnis der Messungen an Kaninchensperma ergaben, lassen keine definitive Beantwortung der Frage zu, ob tatsächlich zwei Gruppen verschieden langer Spermien vorhanden sind. Jedoch erwecken dieselben den Eindruck, daß tatsächlich ein solcher Unterschied besteht, die Differenzen der Maxima aber so gering sind, daß eine monomodale Kurve mit breitem Maximum entsteht. Bei Schweinesperma dagegen besteht eine deutliche Größendifferenz, die größeren Spermien übertreffen die kleineren um 7,1 bis 8,6% an Kopfgröße (gegen 20% nach WODSEDALEK). LUSH führte diese Messungen mit dem Gedanken aus, daß, falls eine deutliche Größendifferenz vorhanden sei, dieser wohl auch eine entsprechende Gewichts- und Zentrifugendifferenz und die beiden Spermienarten sich durch Zentrifugieren trennen ließen. Künstliche Befruchtungen mit einer dieser beiden Fraktionen müßten dann zumindest einen großen Überschuß von Tieren nur des einen Geschlechtes liefern. Solche künstlichen Befruchtungen wurden nur mit Kaninchen ausgeführt, und entsprechend der offenbar sehr geringen Größendifferenz hatte das Zentrifugieren zweifellos keinen wesentlichen Einfluß. Das Geschlechtsverhältnis der Nachkommen zeigte keine Abweichungen von der Norm. Bei Schweinesperma dagegen brachte das Zentrifugieren eine deutliche, wenn auch nicht vollständige Trennung der beiden Spermienarten hervor. Leider konnten aus äußeren Gründen mit Schweinen keine künstlichen Befruchtungen ausgeführt werden. Es ist zu hoffen, daß diese Experimente an einem anderen Institute durchgeführt werden.

Wie grundlegend die mit der Geschlechtsverteilung zusammenhängenden chemischen Differenzierungen dem ganzen Organismenreich gemeinsam sind, wird durch die von MANOILOV gefundene Reaktion zur Feststellung des Geschlechts eines Organismus gezeigt. S. SATINA and M. DEMEREC (MANOILOV'S Reaction for Identification of the Sexes. *Science*, N. S. 62. 1925) haben die MANOILOV'Sche Reaktion nachgeprüft und ihre Zuverlässigkeit in vollem Umfange bestätigt. Sie prüften den Chlorophyllextrakt aus Blättern von Weide und Pappel, Blut von Mäusen und Schafen, Blutserum von Tauben und Körpersubstanz der Fruchtfliege *Drosophila* und des Krebses *Cladocera*. In allen diesen Fällen, wie in den von MANOILOV und seinen Mitarbei-

tern geprüften, wurde die Lösung nach Hinzufügen der Reagenzien (auf die wir hier nicht eingehen können) alsbald farblos, wenn das Chlorophyll bzw. Blut oder Körpersubstanz von einem männlichen Organismus stammte, während sie bei weiblicher Herkunft ihre rotviolette Färbung behielt.

Auf ein völlig neues Gebiet führen uns die „Untersuchungen über relative Sexualität“ von MAX HARTMANN (*Biol. Zentralbl.* 45. 1925). Über die Sexualität der niederen Organismen (Protisten, Algen, Pilze) waren uns bis jetzt sehr wenige prinzipielle Tatsachen bekannt. BÜTSCHLI und SCHAUDINN haben eine Sexualitätshypothese aufgestellt, die besagt, daß jede Protisten- und Geschlechtszelle hermaphrodit oder bisexuell sei, und daß durch das Überwiegen des einen oder anderen Partners sie männlich oder weiblich in bezug auf eine andere Zelle werde, in der der entgegengesetzte Partner überwiege. BÜTSCHLI und SCHAUDINN hatten dabei aber offenbar nur an die Bildung von zwei Sorten verschiedener Geschlechtszellen, rein weiblichen und rein männlichen, gedacht. HARTMANN zeigt nun, daß diese Hypothese „nur unter der Bedingung zu Recht bestehen könnte, wenn die geschlechtliche Differenzierung der Sexualzellen nicht eine absolute, sondern nur eine relative resp. unter gewissen Umständen noch relative wäre“. HARTMANN fand in der Meeresalge *Ectocarpus siliculosus* ein geeignetes Objekt, an dem sich das Vorhandensein relativer Sexualität experimentell beweisen ließ. *Ectocarpus* verhielt sich an den untersuchten Fundorten stets streng diöcisch, d. h. auf einer Pflanze finden sich stets nur Fortpflanzungszellen, die physiologische Differenzierung des einen Geschlechtes zeigen. Für die Experimente wurden nun die Schwärmzellen nach ihrer Entleerung aus den Gametangien von einzelnen Pflanzen gesammelt und durch Zusammenbringen mit den Schwärmzellen anderer Individuen die verschiedensten Kombinationen hergestellt. Eine und dieselbe Pflanze konnte an einander folgenden Tagen mit verschiedenen anderen Pflanzen hinsichtlich des Verhaltens ihrer Geschlechtszellen (eben der Schwärmzellen) geprüft werden. Von 400 Kombinationen, die so hergestellt wurden, ergab die große Mehrzahl normale bipolare Sexualität. In 14 Fällen konnte jedoch eine Geschlechtsreaktion zwischen zwei Gametenarten des gleichen Geschlechts beobachtet werden. HARTMANN unterscheidet zwischen stark und schwach weiblichen bzw. männlichen Gameten. Seine Versuche zeigen, daß die schwach männlichen Gameten sich stark männlichen gegenüber als weibliche verhalten können, und daß die schwach weiblichen gegenüber stark weiblichen als männliche Gameten fungieren können. Damit ist gegenüber der bipolaren zum ersten Male das Bestehen von *multipolarer Sexualität* nachgewiesen worden. Es ergibt sich daraus der interessante Sachverhalt, daß die morphologisch übereinstimmenden Gameten von *Ectocarpus* zwar eine bestimmte männliche und weibliche Differenzierung in physiologischer Hinsicht zeigen, daß aber jede Gamete stets beiderlei Sexualpotenzen, nur offenbar in verschiedenem quantitativen Verhältnis, besitzt. Schon heute lassen sich von hieraus interessante Parallelen zu den Verhältnissen bei den höheren Organismen ziehen, und es ist kaum zweifelhaft, daß auf dieser neuen Bahn weitere wichtige Tatsachen über die Sexualität gefunden werden. Die Resultate HARTMANN'S lassen uns auch die Evolution der Bisexualität bei den niederen Organismen in einem neuen und viel verständlicherem Lichte erscheinen.

Das erbliche Verhalten identischer Zwillinge. In der Erforschung der Erblichkeitsverhältnisse des

Menschen spielen die identischen Zwillinge eine besonders wichtige Rolle, weil sie am besten geeignet sind uns zu zeigen, welche Eigenschaften des Menschen überhaupt vererbt sind. Die identischen Zwillinge gehen aus der Zerspaltung eines einzigen befruchteten Eies hervor, sie enthalten beide genau die gleichen Erbeigenschaften. Die Unterschiede zwischen identischen Zwillingen müssen auf Modifikationen zurückzuführen sein, die entweder während der Embryonalentwicklung oder nach der Geburt zur Geltung kamen. Besondere Vorteile bietet die Untersuchung identischer Zwillinge, die bald nach der Geburt getrennt worden waren und unter wesentlich verschiedenen Bedingungen aufwuchsen. An solchen Individuen wird sich am sichersten feststellen lassen, welche Rolle die Umwelt bei gleichen Erbanlagen spielt.

Über die Körpereigenschaften solcher eineiiger Zwillinge hat von VERSCHUER (Die Wirkung der Umwelt auf die anthropologischen Merkmale nach Untersuchungen an eineiigen Zwillingen, Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiol. 17, 1925) interessante Beobachtungen angestellt. Er untersuchte 47 identische Zwillingspaare aller Altersstufen. Der Verf. teilt seine Zwillingspaare in 3 Gruppen: 1. solche, die im wesentlichen in der gleichen Umgebung aufgewachsen waren und lebten; 2. solche, die in verschiedener Geburtslage oder mit verschiedenem Gewicht geboren wurden, die nicht dieselben Krankheiten durchmachten, an verschiedenen Orten leben oder verschiedene Berufe haben; 3. solche, die unter sehr verschiedenen Lebensverhältnissen aufgewachsen sind und leben. Wenn man nun vergleicht, wie sich die Körpermaße und -proportionen der Zwillingindividuen zueinander verhalten, so ergeben sich im Durchschnitt für die 3 Gruppen die folgenden prozentualen Abweichungen:

1. Gruppe	0,61 ± 0,11
2. Gruppe	0,82 ± 0,15
3. Gruppe	0,95 ± 0,25

Die körperliche Variabilität ist also auch bei Zwillingen, die aus einem einzigen Ei hervorgegangen sind, eine Funktion der Umwelt. Aber die verschiedenen Zwillingspaare verhalten sich in dieser Hinsicht wesentlich verschieden: „Es gibt sehr ähnliche Zwillinge mit relativ verschiedener Umwelt, und umgekehrt sehr verschiedene Zwillinge, bei denen eine Ursache für die Verschiedenheit in der Umwelt nicht zu finden ist. Wir müssen dabei allerdings hervorheben, daß uns in den meisten Fällen die Verhältnisse in utero nicht bekannt sind, was bei diesen Fragen nicht unerheblich ins Gewicht fallen dürfte.“ Die anthropometrischen Messungen an identischen Zwillingen führten den Verf. zu den folgenden Schlüssen. Die Körpergröße, die Längenmaße der Extremitäten und das Verhältnis der Extremitäten zur Körpergröße, die physiognomischen Maße: Ohren, Nase und Augen, sind durch die Umwelt nur wenig beeinflussbar. Die Längen-, Breiten-, Tiefen- und Umfangsmaße des Rumpfes (ausgenommen die Breite der Schultern und des Brustkorbes), das Körpergewicht, die Länge und Breite und der Längenbreitenindex des Schädels werden von der Umwelt stark beeinflusst. Häufige Differenzen in der Schädelform gehen wahrscheinlich auf intrauterine Einflüsse zurück. Das Geburtsgewicht hat wahrscheinlich auf die spätere Entwicklung Einfluß. Das Maß der vorkommenden Abweichungen scheint bei männlichen und weiblichen Zwillingspaaren nicht verschieden zu sein.

Über die geistigen Eigenschaften zweier weiblicher identischer Zwillinge, die bald nach der Geburt ge-

trennt worden waren und dann unter sehr verschiedenen Umweltsbedingungen aufwuchsen, berichtet H. J. MULLER (Mental Traits and Heredity. The Journ. of Heredity 16, 1925). Die beiden 32 Jahre alten Mädchen wurden einer Reihe von Intelligenzproben unterworfen. Trotzdem ihre Schulausbildung und ihr Milieu sehr verschieden waren, ergaben sich bei diesen Intelligenzprüfungen sehr auffallende Übereinstimmungen. Ganz im Gegensatz dazu stehen aber die Ergebnisse hinsichtlich der Prüfungen auf motorische Reaktionszeit, Assoziationszeit, Willens- und Temperamentsausdrücke und soziale Einstellungen. In diesen Eigenschaften zeigten die beiden Mädchen große Verschiedenheiten, durchschnittlich sogar etwas größere als zwei zufallsmäßig gewählte Personen. Und viele dieser Eigenschaften schienen in direktem Zusammenhang mit der jeweiligen vorhergegangenen Lebenserfahrung der beiden Mädchen zu stehen. Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiete werden sicher noch viele interessante Tatsachen zutage fördern.

WALTER LANDAUER.

A Synopsis of the Amphibia of California. (TRACY I. STORER, Univ. of California publ. in zool. 27, 1-308 Pl. 1-18, 1925.) Eine außerordentlich sorgfältige und in die Einzelheiten gehende Arbeit über die geschwänzten und ungeschwänzten Batrachier Californiens, die sich nicht nur mit der Systematik, sondern vor allem auch mit der geographischen Verbreitung, der Biologie und Ökologie, sowie der eingehenden Beschreibung der Fortpflanzungsweise der hier behandelten Lurche befaßt.

Der Verf. zählt 17 Arten von Schwanzlurchen und 21 Anuren (einschließlich der Subspezies) für Californien auf. Sie verteilen sich auf folgende Familien: Salamandridae (1), Ambystomidae (4), Plethodontidae (12), Discoglossidae (1), Scaphiropodidae (1), Bufonidae (8), Hylidae (2) und Ranidae (9).

Im Gegensatz zu den östlichen Staaten der Union ist Californien ein Land ohne eigentlichen Winter, in welchem aber die Niederschläge nicht über das ganze Jahr verteilt, sondern auf eine mehr oder weniger eng begrenzte Periode beschränkt sind. Keine der Wintertemperaturen ist so niedrig, als daß sie die Amphibien am Laichgeschäft hindern könnte, aber der Regenfall ist in der Hauptsache auf die Monate Oktober bis April beschränkt. Der Beginn des Laichgeschäftes wird daher bei den Arten, welche ihre Eier ins Wasser ablegen, durch den Beginn der Regenfälle, nicht durch die Temperatur, bestimmt. Die ausgesprochenen Trockengegenden, die sich in Californien finden, sind nicht völlig frei von Amphibien, indes ist die geographische Verbreitung derselben vielfach diskontinuierlich. Zum Schutze gegen das trockene Klima ist bei den californischen Froschlurchen die Haut dicker als bei denen des westlichen Amerika, bei den Kröten und bei Scaphiopus sind die Fußtuberkel in größerem oder geringerem Grade zu Grabschaufeln umgestaltet. Keine Örtlichkeit in Californien, vielleicht mit alleiniger Ausnahme des äußersten Nordens des Staates beherbergt mehr als 2 Ranaarten, einen sumpfbewohnenden Typus und einen der am und im fließenden Wasser lebt, während in den östlichen Staaten der Union bis zu 5 verschiedene Arten nebeneinander vorkommen können.

Das aride Klima Californiens erschwerte die biologischen Studien des Verf. außerordentlich. Die feuchten Plätze und die Wasseransammlungen, die allein den Amphibien günstige Lebensbedingungen zu bieten vermögen, liegen sehr weit auseinander und beherbergen immer nur wenige Arten pro Fundort. Es mußten vielfach Exkursionen von 15 bis 80 Meilen

gemacht werden, und nur selten konnten auf einer solchen Exkursion mehr als 3 Arten studiert werden. Um so erstaunlicher und anerkennenswerter ist aber die Fülle der biologischen Beobachtungen, die in diesem Werke niedergelegt sind.

Die groß angelegte Arbeit umfaßt verschiedene Kapitel allgemeiner Inhalts, so einen kurzen historischen Überblick über die Erforschung der californischen Amphibienfauna, eine allgemeine Erörterung der Faktoren, von welchen die Amphibien in erster Linie abhängen, ein Kapitel über ihre Verbreitung innerhalb des Staates Californien, Bemerkungen über die Nomenklatur, Maße, Sexualcharaktere usw.

Dann folgen Bestimmungstabellen der erwachsenen Tiere, ihrer Larven und ihrer Eier und endlich der ungemein ins Detail gehende systematisch-biologische Teil, dem am Schlusse eine summarische Übersicht der hauptsächlichsten biologischen und ökologischen Ergebnisse angefügt ist. Ein ausführliches Literaturverzeichnis beschließt das Werk.

Einige Wärme- und Feuchtigkeitskurven, Tabellen, welche den Eintritt und das Ende der Laichzeit der einzelnen Arten veranschaulichen, eine tabellarische Darstellung der geographischen Verbreitung der Amphibien innerhalb Californiens und eine Anzahl

von Strichzeichnungen (Eier, Mundpartien der Larven usw.) finden sich im Text. Ferner sind dem Werke 17 Tafeln mit vorzüglichen Photographien beigegeben, welche charakteristische Laichplätze, sowie auch Habitusbilder erwachsener Tiere, ihrer Eier und Larven darstellen.

Leider ist es nicht möglich, in der gedrängten Kürze eines Referates auf die Fülle der interessanten biologischen und ökologischen Einzelheiten einzugehen, die in dieser Arbeit enthalten sind. Wir möchten hier lediglich bemerken, daß nicht nur der Spezialist und Systematiker, sondern auch der Biologe und Tiergeograph bei der eingehenden Lektüre dieses Werkes voll auf seine Rechnung kommen wird, da die Lebensweise der einzelnen Arten und die Art ihrer geographischen Verbreitung stets im engsten Zusammenhang mit der Natur der Aufenthaltsorte behandelt wird. Abschnitte, wie die über *Triturus torosus* (RATHKE), *Dicamptodon ensatus* (ESCHHOLTZ), den größten Molch Nordamerikas, und *Aneides lugubris* (HALLOWELL), der seine Eier oft hoch über dem Erdboden in die Höhlungen von Eichen legt und bewacht und ein nicht unbedeutendes Klettervermögen besitzt, haben auch für Zoologen, die der Systematik fernstehen, Interesse.

LORENZ MÜLLER.

Geophysikalische und geographische Mitteilungen.

Die Normannenkultur in Grönland. Schon um das Jahr 920 soll der Normanne GUNBJÖRN Grönland entdeckt haben, aber erst 985 begann die Besiedlung des Landes durch Erich den Roten. Die Normannen, die von und über Island nach dem „grünen Lande“ zogen, siedelten sich hauptsächlich in 2 Kolonienkomplexen an, der „Österbygd“, westlich der Südspitze im heutigen Distrikt Julianehaab, und der „Vesterbygd“ weiter nördlich im heutigen Distrikt Godthaab. Aber während die meisten Siedler ihre Wohnsitze in den geschützten Meeresbuchten der Fjorde wählten, bevorzugte HERJOLF BAARDSON als Einziger die Lage an der offenen See. Dieser nach ihm *Herjolfsnes* benannte Platz ist das heutige Narssarmiut, der südlichste Punkt des grönländischen Festlandes westlich von Kap Farvel, ziemlich genau unter dem 60. Grad nördlicher Breite. Herjolfsnes bot sehr günstige Bedingungen für Jagd wie für Fischerei und hatte zugleich einen Hafen, der sowohl von Normannen, als auch von Händlern anderer Nationen häufig besucht wurde, so daß es sich zu einem wichtigen Handelsplatz entwickelte.

Der grönländische Freistaat kam 1261 unter die Herrschaft der norwegischen Krone, von der er schon längst ökonomisch abhängig geworden war, und die norwegische Hafenstadt Bergen galt als Hauptsitz des Handels und Verkehrs mit Grönland. Im 14. Jahrhundert jedoch wurde Bergen von der Pest und Bränden heimgesucht, es verlor seine glanzvolle Stellung, und so kam es, daß die Schifffahrt nach Grönland allmählich aufhörte. Moderne Historiker sind der Meinung, daß etwa um 1410 jeder Verkehr mit den normannischen Volksgenossen jenseits des Atlantischen Ozeans abgebrochen wurde und die Kunde von dem fernen Lande in Vergessenheit geriet.

Erst der Engländer FROBISHER entdeckte Grönland 1576 von neuem, und als JOHN DAVIS 1585 das Land besuchte, waren die alten Normannen ausgestorben und Eskimos an ihre Stelle getreten. Eine neue Kolonisation begann mit der 1721 erfolgten Übersiedelung des Landpfarrers HANS EGEDE, und heute ist Grönland, dank der hervorragenden Forschertätigkeit dänischer Gelehrter, das bestbekannte aller Polarländer und dank der ver-

ständnisvollen Behandlung durch die dänische Regierung, die in wahrhaft väterlicher Weise die Interessen der eingeborenen Bevölkerung wahrnimmt, das bestverwaltete Kolonialland der Erde.

Neben den zahlreichen physikalischen und geographischen Problemen, die das merkwürdige, seit der Eiszeit größtenteils unter Gletschermassen begrabene Land darbietet, hat auch die Frage nach der Ursache des Aussterbens der alten Normannenbevölkerung die Grönlandforscher vielfach beschäftigt. Bei den Eskimos, die keine Schriftsprache hatten, waren Überlieferungen erhalten, nach denen sie die Normannen in blutigen Schlachten besiegt und schließlich ausgerottet hätten, eine Anschauung, die auch in Europa vielfach geteilt wurde, obgleich es recht unwahrscheinlich klingt, daß jenes kleingewachsene Polarvolk den kraftvollen Normannen überlegen gewesen sein sollte. Andere waren der Meinung, daß eine Vermischung der wenigen Normannen mit den zahlreichen Eskimos eingetreten sei, der Eskimotyp die Oberhand gewonnen hätte, und die germanische Rasse in der des Polarvolkes aufgegangen wäre. Eine dritte Hypothese führt das Verschwinden der Normannen auf eine Degeneration zurück, für welche das unwirtliche Klima, die schwierigen Lebensbedingungen und, nach dem Aufhören der Verbindung mit den europäischen Volksgenossen, auch die Inzucht verantwortlich zu machen sei.

Nur eine gründliche Untersuchung der noch vorhandenen Überreste aus jener alten Normannenzeit konnte diese und manche andere noch offene Frage beantworten. Nachdem Ausgrabungen, die man im Jahre 1840 bei Herjolfsnes veranstaltet hatte, ergebnislos geblieben waren, sandte die dänische „Kommission for Ledelsen af de geologiske og geografiske Undersøgelser i Grönland“ im Verein mit dem „National Museum“ eine archäologische Expedition unter der Leitung von Dr. POUL NÖRLUND aus, welche im Juli und August 1921 mit großem Erfolg bei Herjolfsnes tätig war und ihre Resultate in einem stattlichen Bande (Meddelelser om Grönland, Köbenhavn, 1924, Bd. 67. 547 Seiten. 204 Abbildungen im Text. 87 Tafeln.) veröffentlicht hat.

Das Werk enthält drei umfangreiche Abhandlungen: 1. Buried Norsemen at Herjolfsnes, an archaeological and historical study by POUL NÖRLUND, Ph. D. of the National Museum Copenhagen, 2. Interpretation of the Runic Inscriptions from Herjolfsnes by FINNUR JÓNSSON, Ph. D. Professor of Norse Philology Copenhagen, 3. Anthropologia medico-historica Groenlandiae antiquae I. Herjolfsnes by FR. C. C. HANSEN, M. D. Professor of Anatomy Copenhagen.

Neben den historischen und philologischen Ergebnissen enthält das Werk eine so große Fülle von naturwissenschaftlichen Resultaten, daß hier nur kurze Hinweise gegeben werden können. Einen ausführlicheren Bericht über die Ergebnisse hat WILLIAM HOVGAARD unter dem Titel „The Norsemen in Greenland“ veröffentlicht (Geographical Review, New York, 15, Nr. 4, S. 605—616. Oktober 1925).

Auf dem ehemaligen Kirchhof von Herjolfsnes wurden die Überreste von 110 bis 120 Bestattungen aufgedeckt. Da das Land keinen Baumwuchs aufweist und Bretter aus Europa eingeführt werden mußten, so sind offenbar nur wohlhabende Personen in Särgen beigesetzt worden. Darauf dürfte es zurückzuführen sein, daß viele Leichen in den von ihnen getragenen Gewändern direkt in die Erde gelegt wurden. Gerade bei diesen aber haben sich nicht nur die Kleider überraschend gut erhalten, sondern auch Teile der Skelette, während die Leichen in den Särgen meist vollständig vermodert waren. Die Gewänder der Männer wie der Frauen bestanden aus einem, vom Hals bis zu den Knöcheln reichenden, unten faltigen Rock mit langen oder kurzen Ärmeln, der aus Schafwolle als Körper gewebt war. Viele fand man so gut erhalten, daß ihre Schnittmuster rekonstruiert werden konnten, die neben den Photographien der Kleider in dem Werke wiedergegeben sind. Die Farbe war schwarz oder braun; Schuß und Kette hatten mitunter verschiedene Farben. Die Kostüme lassen keine Anpassung an das arktische Klima erkennen; auch macht sich keine Spur eines kulturellen Einflusses der Eskimos bemerkbar. Fellkleider wurden nicht gefunden. Man darf daher annehmen, daß es sich um direkte Nachahmungen der damals in Skandinavien üblichen Tracht handelt, und der Wert dieser Funde von Herjolfsnes wird noch dadurch erhöht, daß in Europa aus jener Zeit des vierzehnten Jahrhunderts keine europäischen Kleidungsstücke mehr vorhanden sind.

Als Kopfbedeckung diente eine Kapuze, die etwa 60 cm hoch war, so daß sie auch noch die Schultern umhüllte, und hinten einen vom Kopfstück lang herunterhängenden Gurt hatte, der wahrscheinlich um den Hals geschlungen wurde.

Ein getreues Bild von dem Körperbau der grönländischen Normannenbevölkerung liefert die sorgfältige Untersuchung der Skelettreste von 25 Individuen. Überraschend ist zunächst die Feststellung einer viel geringeren Körpergröße als man vermutet hatte, nämlich 138—145 cm bei den Frauen, 153 bis 162 cm bei den Männern. Von Krankheitserscheinungen waren erkennbar: Rachitis, Tuberkulose, Beckendeformation, Skoliose, Kyphoskoliose, sowie auffällige Asymmetrien der Extremitäten. Bemerkenswert ist auch das jugendliche Alter, das bei 14 von den 25 Individuen unter 30 Jahren blieb. Aber auch die übrigen konnten nur wenig älter gewesen sein, und jedenfalls ließen sich in keinem einzigen Fall Symptome eines beträchtlich höheren Alters feststellen.

Die Zähne zeigten keine Spur von Caries oder Skorbut, wohl aber überaus starke Abnutzung, was darauf hindeutet, daß die ursprüngliche tierische Nahrung durch

vegetabilische ersetzt wurde, was in diesen Gegenden ein untrügliches Zeichen von Nahrungsmangel ist. Es gelang Professor HANSEN nach einer neuen Methode aus dem besterhaltenen Schädel ein Porträt der betreffenden Person zu rekonstruieren. Das Resultat war ein Typus, der dem bekannten Habitus der nordischen Völker entspricht. HANSEN faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen dahin zusammen, daß die kraftvolle nordische Rasse, die ursprünglich Grönland kolonisierte, im Laufe der Jahrhunderte einem Degenerationsprozeß unterlag, der durch die harten und ständig sich verschlechternden Lebensbedingungen verursacht wurde, zu denen noch andere ungünstige Begleiterscheinungen kamen, ganz besonders die völlige Isolierung, welche in intellektueller, materieller und rassenhygienischer Beziehung verderblich wirken mußte. So entstand schließlich eine kleine schwächliche Rasse, die manche Defekte und pathologische Erscheinungen aufwies. Die Verminderung der Körpergröße ist ein typisches Beispiel für den wohlbekanntem Einfluß der chronischen Unterernährung, welcher sich namentlich bei der Entwicklung der Kinder geltend macht; wenn die ungünstigen Bedingungen über mehrere Generationen hin fort dauern. Die verschlechterte Rasse konnte sich den einwandernden, an die Polarnatur gewöhnten Eskimos gegenüber nicht behaupten, sondern mußte zugrunde gehen, nachdem jeder Verkehr mit Europa aufgehört hatte und somit die, für eine gesunde Weiterentwicklung notwendige Blutauffrischung unterbunden war.

Hervorgehoben muß aber werden, daß kein Schädel irgendwelche Anzeichen erkennen ließ, die auf die Möglichkeit einer Kreuzung mit der Eskimorasse schließen läßt, so daß also eine solche Blutmischung nicht für den Untergang der Normannen verantwortlich gemacht werden kann.

Dagegen scheint noch eine andere Ursache in hervorragendem Maße mitgewirkt zu haben, auf die schon öfter hingewiesen worden war, die aber bisher von den zuständigen Fachgelehrten abgelehnt wurde, nämlich eine Verschlechterung des Klimas. Im allgemeinen wird von meteorologischer Seite bestritten, daß eine nachweisbare Verschlechterung des Klimas in historischer Zeit eingetreten sei, aber die Ausgrabungen in Herjolfsnes haben doch manche Tatsachen an das Licht gebracht, die auf eine merkliche Abnahme der Temperatur hindeuten.

Die größte Beweiskraft dürfte dem guten Erhaltungszustand der ausgegrabenen Holzteile und der wollenen Gewänder zukommen, die in dem Kirchhof von Herjolfsnes 500 Jahre lang gut konserviert wurden, trotzdem die aus Kiesen und Sanden bestehende Bodenart dafür nicht besonders geeignet ist. Die Erhaltung ist jedoch darauf zurückzuführen, daß die betreffenden Bodenschichten durchweg in allen Jahreszeiten gefroren sind, was die Ausgrabungen sehr erschwerte. Als man die Leichen begrub muß der Boden, wenigstens im Sommer, frostfrei gewesen sein. Dieses beweisen auch die zahlreichen pflanzlichen Wurzelfasern, welche selbst die am tiefsten gelegenen Särgen und Gewänder durchsetzt haben, was nur in eisfreiem Boden möglich war. Solche Befunde lassen sich nicht anders erklären, als durch die Annahme, daß das Klima im Laufe der Jahrhunderte erheblich kälter geworden ist.

Dafür sprechen auch die Wanderungen der Eskimos, deren Lebensweise als Seehundsjäger sie zwingt den Robben zu folgen, die an das Vorkommen von Treibeis gebunden sind, da sie in eisfreiem Wasser nicht gedeihen. Als die Normannen nach Süd-Grönland kamen gab es dort keine Eskimos, wohl aber Spuren ihrer früheren Anwesenheit. Sie hatten sich damals nach

Norden zurückgezogen, kehrten jedoch im Laufe des 13. Jahrhunderts nach Süden zurück. Um die Mitte jenes Jahrhunderts dürften sie bis zur Insel Disko (etwa 70° Nord) gekommen sein; doch im 14. Jahrhundert drangen sie weiter in das Normannengebiet vor, welches sie um die Mitte des Jahrhunderts okkupiert haben dürften. 100 oder 200 Jahre später bewohnten sie dann schon die ganze Westküste bis zur Südspitze, Kap Farvel. Man darf daraus schließen, daß um das Jahr 1000 das Treibeis an jenen Küsten sich ziemlich weit nordwärts zurückgezogen hatte, was auch durch das Fehlen jeder Erwähnung von Eis als Schifffahrtshindernis in den isländischen Berichten über die damaligen Grönlandfahrten bestätigt wird. Um 1130 wird zum ersten Male das Vorkommen von Eis in der Nähe der Ansiedlungen erwähnt. Mit der Zunahme der Eisblockade ist dann auch die Temperatur gesunken, wobei dahingestellt bleibt, was als Ursache und was als Wirkung anzusprechen ist. Auf ein milderes Klima in der ersten Zeit der Kolonisation deutet auch das Züchten von Vieh hin, sowie die Versuche zum Anbau von Getreide. Noch der, vom Beginn des 13. Jahrhunderts datierende, norwegische „Konungs skuggsjá“ (Königsspiegel) enthält Angaben über die großen und guten Farmen in Grönland mit Rindvieh- und Schafherden, sowie über reichliche Produktion von Butter und Käse.

Eine Erklärung für diese Klimaänderung glaubt NÖRLUND in einer, von dem schwedischen Geophysiker und Hydrographen O. PETERSSON neuerdings aufgestellten Hypothese zu finden. In seiner letzten Arbeit darüber (Innere Bewegungen in den Zwischenschichten des Meeres und der Atmosphäre. *Nova Acta reg. soc. scient. Upsaliensis*, Upsala, Ser. 4, 6, Nr. 2, 1923), schreibt PETERSSON die Verschlechterung des Klimas einer Änderung in der ozeanischen Zirkulation zu, die ihrerseits durch kosmische Vorgänge verursacht wird. Nach seiner Darstellung sind die Anziehungskräfte von Sonne und Mond am größten, wenn bei beiden Himmelskörpern Erdnähe und Deklination ihre Maxima erreichen. Diese Konstellation tritt in Perioden von etwa 1850 Jahren ein und kam zuletzt im Jahre 1433 vor. In jener Periode maximaler kosmischer Einwirkung erfolgte eine Verstärkung der Gezeitenbewegungen des Meerwassers, ein Aufbrechen der arktischen Eismassen und deren Vorstoß nach Süden, natürlich nicht im Sinne einer plötzlichen Katastrophe, sondern in dem einer allmählichen Verschiebung, wie sie einem periodischen Vorgang von so langer Dauer entspricht.

So haben die Ausgrabungen von Herjolfsnes nach vielen Richtungen hin wertvolle Resultate auf verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebieten gezeitigt. Ihre technische Durchführung sowohl, wie die gründliche, von echtem wissenschaftlichen Geist durchdrungene Bearbeitung der Funde bilden ein neues Ruhmblatt in der Geschichte dänischer Grönlandforschung.

Spitsbergen Papers. Vol. I. Scientific Results of the First Oxford University Expedition to Spitsbergen (1921). Oxford University Press, 1925.

Im Herbst 1920 wurde von Angehörigen der Universität Oxford der Plan einer Expedition nach Spitsbergen gefaßt, die ursprünglich nur das Vogelleben dieses arktischen Archipels erforschen sollte, deren Ziele sich aber dann auch auf andere Wissenschaften richteten. Dieser ersten Spitzbergenfahrt, auf welcher auch die Bäreninsel besucht wurde, folgten 1923 und 1924 weitere Unternehmungen, von denen namentlich die letztere durch Verwendung von Flugzeugen und Überquerung völlig unbekannter Gebiete eine größere Bedeutung gewann.

Die Berichte der einzelnen Expeditionsteilnehmer sind in den verschiedenartigsten Zeitschriften sowohl allgemeinen Inhalts, als auch geologischen, geographischen, biologischen, botanischen und zoologischen veröffentlicht worden.

Es war daher ein glücklicher Gedanke des Komitees, die Separatabdrücke aller Abhandlungen, die sich auf die Ergebnisse der ersten Reise im Jahre 1921 beziehen, zu vereinigen und als Sammelband herauszugeben. Er enthält nicht weniger als 33 Einzelberichte, deren abgekürzte Titel hier angeführt seien:

R. A. FRAZER, Topographical Work. J. S. HUXLEY and N. E. ODELL, Surface Markings. V. S. SUMMERHAYES and C. S. ELTON, Ecology. J. H. ORTON, Rate of Growth. JOHN WALTON, A Spitsbergen Salt Marsh. H. SANDON, Protozoa. J. S. HUXLEY, *Colymbus stellatus*. G. J. VAN OORDT and J. S. HUXLEY, Red-throated Diver. A. H. PAGET WILKES, Glaucous Gull. F. C. R. JOURDAIN, The Birds of Spitsbergen and Bear Island. F. C. R. JOURDAIN, Birds of Spitsbergen. A. H. PAGET WILKES, Turnstone. F. C. R. JOURDAIN, Barnacle Goose. R. KIRKPATRICK, *Rhizomolgula globularis*. F. W. EDWARDS, Diptera Nematocera. J. E. COLLIN, Diptera. JAMES WATERSTON, Hymenoptera Parasitica. F. D. MORICE, Saw-flies. GEORGE H. CARPENTER and MISS K. C. JOYCE PHILLIPS, Collembola. JAMES WATERSTON, Mallophaga. A. RANDELL JACKSON, Spiders. CHAS. D. SOAR, Hydracarina. J. E. HULL, Land Mites (Acari). J. STEPHENSON, Oligochaeta. PIERRE FAUVEL, Annélides Polychètes. DAVID BRYCE, Rotifera. H. A. BAYLIS, Parasitic Worms. W. WATSON, Liverworts. H. N. DIXON, Mosses. ROBERT PAULSON, Lichens. B. MILLARD GRIFFITHS, Tetradroides spetsbergensis. GEORGE SLATER, Nordenskiöld and Neighbouring Glaciers. APPENDIX, Polyzoa, Tunicata, and Hydroida.

Eine Reihe von Diagrammen, schönen Abbildungen, Tafeln und Kartenskizzen veranschaulichen hauptsächlich die Landesnatur, die Gletscherstruktur, die rätselhafte Anordnung des Gesteinsschuttes in regelmäßigen Figuren (sog. Polygonboden) und das Vogelleben. Die Bereicherung unserer Kenntnis von den Lebensbedingungen auf Spitzbergen und der Bäreninsel schon durch diesen ersten Band ist so groß, daß man mit Spannung dem Erscheinen des zweiten entgegen sieht, welcher die Arbeiten der Expeditionen von 1923 und 1924 zusammenfassen soll.

Isogonenkarte vom Deutschen Reich nach den Ergebnissen der neueren magnetischen Messungen für die Epoche 1925 entworfen von KARL HAUSSMANN. 1 : 2 000 000. 65 × 54 cm. Hergestellt von der Reichskartenstelle des Reichsamtes für Landesaufnahme, Berlin 1925. Kommissionsverlag: Robert Kiepert, Charlottenburg 2. Preis 1 Goldmark.

Über den Wert der erdmagnetischen Deklination oder Mißweisung, d. h. der Abweichung der Richtung einer Kompaßnadel von der wahren Nord-Südrichtung herrscht vielfach große Unklarheit, die durch falsche oder unvollständige Angaben in physikalischen und geographischen Lehrbüchern genährt wird. Die Tatsache, daß dieser Wert von etwa 10° West an der Westgrenze Deutschlands bis 0° an der Ostgrenze abnimmt und sich außerdem noch um etwa ein Fünftel Grad jährlich vermindert, ist auch vielen Naturforschern unbekannt.

Ihre Erklärung findet diese bedauerliche Unkenntnis in dem Mangel an zuverlässigen und leicht zugänglichen Orientierungsmöglichkeiten. Im Jahre 1909 veröffentlichte ADOLF SCHMIDT (Potsdam) die ersten Karten der drei wichtigsten erdmagnetischen Elemente für Nord-

deutschland (Abhandl. d. Kgl. Preuß. Meteorolog. Inst., 3. Nr. 4), die 1914 in der abschließenden Publikation noch einmal herausgegeben wurden (ebenda 4, Nr. 12). KARL HAUSSMANN hat sie dann für ganz Deutschland erweitert und auf die Epoche 1912 gebracht (PETERMANN'S Mitteilungen 1913, H. 1, 2 und 3). Eine weitere Karte, die nur die geographische Verteilung der erdmagnetischen Deklination in Linien gleicher Mißweisung (Isogonen) über Deutschland für 1921 angibt (PETERMANN'S Mitteilungen 1922, Septemberheft) ist besonders wichtig, weil sie auch die Verschiedenheit der Säkularänderung innerhalb Deutschlands berücksichtigt. Alle diese Karten waren in Zeitschriften erschienen, wodurch ihr Vertrieb und ihre Benutzbarkeit erschwert wird.

Mit Freude dürften daher alle Naturwissenschaftler die Veröffentlichung einer neuen Isogonenkarte als selbständige Publikation begrüßen, die eine allmählich unenträglich gewordene Lücke in dem geophysikalischen Arbeitsmaterial ausfüllt, und für die dem Bearbeiter der wärmste Dank gebührt, ebenso wie für den erläuternden Aufsatz (K. HAUSSMANN: Isogonenkarte des Deutschen Reiches für die Epoche 1925, 5. Zeitschr. f. Geophysik, Braunschweig 1925, Jg. I, S. 129—133), der mit erschöpfenden Literaturangaben versehen ist.

Die Isogonen sind mit roter Farbe, meist in Abständen von $0,1^\circ$ zu $0,1^\circ$, dagegen in Störungsgebieten, von denen namentlich das ostpreußische besonders stark hervortritt, vielfach in größeren Wertabständen eingetragen.

Es kann keine bessere Empfehlung für die Karte geben als den Aufsatz, in dem die erste Autorität auf dem Gebiet des Erdmagnetismus, ADOLF SCHMIDT, Potsdam, auf diese Karte und ihre Vorzüge hinweist (Geographischer Anzeiger 26, H. 9/10. 1925. Gotha), daneben aber noch wichtige Mitteilungen von allgemeinerem Interesse macht. Wir erfahren durch ihn z. B., daß die jährliche Abnahme der westlichen magnetischen Deklination in Potsdam zu Beginn unseres Jahrhunderts wenig über $4'$ betrug, während sie jetzt fast $12'$ erreicht. Wenig bekannt dürften auch die älteren Werte der Mißweisung für Berlin sein, die eine gute Anschauung von der Änderung geben, welche die Richtung der Magnetnadel seit zwei Jahrhunderten erlitten hat. Die Abweichungen des Nordendes der Kompaßnadel aus der astronomischen Nordrichtung nach Westen betrug:

1725	$11,5^\circ$	1800	$18,4^\circ$	1875	$12,3^\circ$
1750	$15,2^\circ$	1825	$17,6^\circ$	1900	$10,0^\circ$
1775	$17,8^\circ$	1850	$15,6^\circ$	1925	$6,4^\circ$

Es bedarf wohl kaum des ausdrücklichen Hinweises, daß die Angaben der HAUSSMANN'SCHEN Karte nicht nur für die Epoche 1925 brauchbar sind, sondern daß sie auch für spätere Jahre benutzt werden können, wenn man die bis dahin eingetretene Säkularänderung berücksichtigt, indem man bis auf weiteres mit einer jährlichen Abnahme der westlichen Deklination um $0,2^\circ$ rechnet.

O. BASCHIN.

Unsere Lücken in den Kenntnissen über die Tiefenverhältnisse der Seen. In Europa klaffen die größten Lücken in der Halbinsel Kola, der östlich an Finnland grenzenden Landschaft Karelien, in Finnland selbst, wo der Enaresee, der mehr als doppelt so groß wie der Genfersee ist, eine beinahe vollkommene Aqua incognita ist, sodann im Gebiet des Irischen Freistaates, der noch zahlreiche über 20 qkm große Seen enthält, deren Tiefenverhältnisse bisher unbekannt geblieben sind. Auch von den Seen der griechischen Landschaft

Ätolien sind unsere Kenntnisse noch sehr lückenhaft. Noch keine Tiefenkarten besitzen wir auch von zahlreichen tiefen Seen Norwegens. In den europäischen Hochgebirgen harren noch immer eine große Zahl kleinerer Seen ihrer Auslotung.

Von den ganz großen Seen Afrikas sind die Tiefenverhältnisse des Viktoriasees, Nyassasees und Tanganjikasees bisher nur in allgemeinen Umrissen bekannt. Tiefenangaben des Albertisees, des Kivusees, des Edwardsees, des Leopold II-Sees und des Tumbasees fehlen bisher gänzlich, ebenso von den Seen, die sich vom Rudolfsee bis in das Herz Abessinien erstrecken. Der Tanasee, der Quellsee des blauen Sees, ist nur sehr oberflächlich bekannt. In den Hochländern Ostafrikas gibt es noch eine ganze Reihe unausgeloteter kleinerer Seen.

In Asien wissen wir von den Tiefenverhältnissen des 3400 qkm großen Wansees in Armenien und des halbso großen Tengrinor in Zentralasien bisher so gut wie nichts. Groß ist die Zahl der Seen, in denen zwar einzelne Lotungen unternommen wurden, welche aber zur Herstellung einer Tiefenkarte nicht im geringsten ausreichen. Dazu gehören z. B. der Urmiasee, der Issykkul, der Kobogol, der Tobasee auf Sumatra. Die Tiefenkarte des Toten Meeres, für welches die letzten Lotungen etwa 100 Jahre zurückliegen, ist sehr verbesserungsbedürftig. Für den Chankasee in der Mandschurei, den Ubsanor in der Mongolei, die kleinasiatischen Süßwasserseen Egerdir, Buldugil liegen keinerlei Lotungen vor, obwohl keiner von ihnen unter 100, einige beinahe 1000 qkm groß sind. In den zahlreichen tiefen Seen Tasmaniens und Neuseelands sind zwar Lotungen gemacht worden, aber nur von einigen sind bisher Tiefenkarten vorhanden, obwohl sie technisch zum Teil schon ausgenutzt werden.

In Amerika klaffen die größten Lücken im äußersten Norden und im äußersten Süden. Hier sind es die großen, an der chilenisch-argentinischen Grenze gelegenen Seen Buenos-Aires, Argentino, St. Martin, Viedma, für welche nur wenige dürftige Angaben bisher vorliegen, dort harren vor allem die 30 000 qkm großen Seen, der Gr. Sklavensee und der Gr. Bärensee näherer Untersuchung. Aber auch auf den, dem nordamerikanischen Kontinent vorgelagerten, Inseln und auf der Halbinsel Labrador gibt es noch zahlreiche Aquae incognitae und selbst für manche Seen der Vereinigten Staaten, wie z. B. für die tiefen Seen Tahoe und Chelan, für den Atitlan in Guatemala, den Chapalasee in Mexiko sind unsere Kenntnisse so dürftig, daß sie zu einer Tiefenkarte nicht zureichen. Das gleiche gilt übrigens auch für viele Seen des mittleren und nördlichen Chile.

So gibt es in allen Teilen der Erde noch ein reiches Feld zur Betätigung seenkundlicher Arbeit auf dem Gebiet der Morphologie, das naturgemäß nur nach und nach wird beackert werden können, und es wäre sehr erwünscht, wenn diese kurze Darstellung den einen oder den anderen Jünger der Geographie veranlassen würde, seine Arbeitskraft diesem Gebiete zuzuwenden, und möchte zum Schluß nur noch die Bitte aussprechen, es möchten die Verfasser von Artikeln in Lexicis und von geographischen Hand- und Schulbüchern bei ihren Angaben über Tiefenverhältnisse von Seen doch die schon vorhandene Literatur besser berücksichtigen, als dies bisher häufig geschehen ist. Ich glaube, daß sie in meinem, als Ergänzungsheft zu PETERMANN'S Mitteilungen 1922 erschienenen Werk „Die Seen der Erde“ ein Material finden werden, das wenigstens den damaligen Stand unserer Kenntnisse nach dieser Richtung einigermaßen vollständig wiedergibt. W. HALBFASS.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Die Hauptprobleme der modernen Astronomie

Versuch einer gemeinverständlichen Einführung in die
Astronomie der Gegenwart

Von

Elis Strömgren

Aus dem Schwedischen übersetzt und in einigen Punkten ergänzt von

Walter E. Bernheimer

112 Seiten mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. 1925. RM 4.80

Astronomische Miniaturen. Von Professor Dr. **Elis Strömgren**, Direktor des Observatoriums der Universität Kopenhagen. Aus dem Schwedischen übersetzt von **K. F. Bottlinger**. 96 Seiten mit 14 Abbildungen. 1922. RM 2.50

Probleme der Astronomie. Festschrift für Hugo v. Seeliger, dem Forscher und Lehrer zum fünfundsiebzigsten Geburtstage. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von Professor Dr. **Hans Kienle** in Göttingen. 479 Seiten mit 58 Abbildungen, 1 Bildnis und 3 Tafeln. 1924. RM 45.—

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. Eine kritische Studie. Von Dr. **Friedrich Nölke**. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Mit einem Geleitwort von Dr. H. Jung, o. Professor der Mathematik an der Universität Kiel. 401 Seiten mit 16 Textfiguren. 1919. RM 16.80

Was lehrt uns die Radioaktivität über die Geschichte der Erde? Von Professor Dr. **O. Hahn**, II. Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts für Chemie in Berlin-Dahlem. 70 Seiten mit 3 Abbildungen. 1926. RM 3.—

Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues. Gemeinverständlich dargestellt von **H. A. Kramers**, Dozent am Institut für theoretische Physik der Universität Kopenhagen, und **Helge Holst**, Bibliothekar an der Königl. Technischen Hochschule Kopenhagen. Deutsch 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

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

Die Fernrohre und Entfernungsmesser. Von Dr. phil. **A. König**. 215 Seiten mit 254 Abbildungen. 1923. (Band V der „Naturwissenschaftlichen Monographien und Lehrbücher“, herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“.) RM 7.50; gebunden RM 9.50

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Kohlenwasserstofföle und Fette sowie die ihnen chemisch und technisch nahestehenden Stoffe. Von Professor Dr. D. Holde, Dozent an der Technischen Hochschule Berlin. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. 882 Seiten mit 179 Abbildungen im Text, 196 Tabellen und 1 Tafel. 1924. Gebunden RM 45.—

Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarbeitung. Von Dr. Leo Gurwitsch, Professor an der Universität und der Technischen Hochschule zu Baku. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 405 Seiten mit 13 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. 1924. Gebunden RM 18.—

Technologie der Fette und Öle. Handbuch der Gewinnung und Verarbeitung der Fette, Öle und Wachsarten des Pflanzen- und Tierreichs. Von Gustav Hefter, Direktor der Aktiengesellschaft zur Fabrikation vegetabilischer Öle in Triest. Unter Mitwirkung von G. Lutz in Augsburg, O. Heller in Berlin, Felix Kaßler in Galatz und anderen Fachmännern herausgegeben.

Erster Band: Gewinnung der Fette und Öle. Allgemeiner Teil. 760 Seiten mit 346 Textfiguren und 10 Tafeln. 1906. Unveränderter Neudruck 1921. Gebunden RM 33.50

Zweiter Band: Gewinnung der Fette und Öle. Spezieller Teil. 984 Seiten mit 155 Textfiguren und 19 Tafeln. 1908. Unveränderter Neudruck 1921. Gebunden RM 46.—

Dritter Band: Die Fett verarbeitenden Industrien. 1036 Seiten mit 292 Textfiguren und 13 Tafeln. 1910. Unveränderter Neudruck 1921. Gebunden RM 50.—

Vierter (Schluß-) Band: Die Fett verarbeitenden Industrien. (2. Teil.) Seifenfabrikation und Glycerinindustrie. In Vorbereitung

L. Schmitz, Die flüssigen Brennstoffe. Ihre Gewinnung, Eigenschaften und Untersuchung. Von Dipl.-Ing. Dr. J. Follmann. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. 215 Seiten mit 59 Abbildungen im Text. 1923. Gebunden RM 7.50

Die wirtschaftliche Bedeutung der flüssigen Treibstoffe. Von Dr. Peter Reichenheim. 85 Seiten mit 1 Kurve. 1922. RM 2.40

Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge. Von Ed. Donath und A. Gröger, Professoren an der Deutschen Franz Joseph-Technischen Hochschule in Brünn. 176 Seiten mit 7 Textfiguren. 1917. RM 6.60

Hierzu eine Beilage vom Verlag Julius Springer in Berlin W 9