

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

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 I (SEITE 1—24)

4. JANUAR 1929

17. JAHRGANG

INHALT:

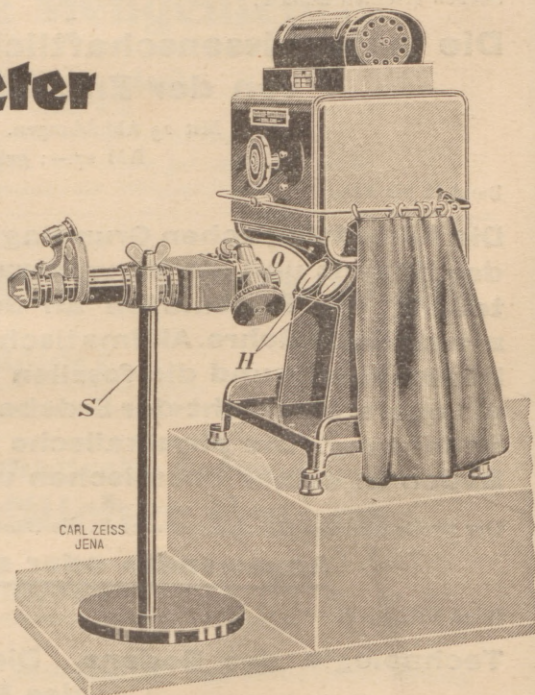
Über die Wandlungen des Waldbildes im Schwarzwald während der Postglazialzeit. Von PETER STARK, Frankfurt a. M. (Mit 5 Figuren)	1	BESPRECHUNGEN:	WILLSTÄTTER, RICHARD, Untersuchungen über Enzyme. (Vorwort)	14
Was ist ein Naturgesetz? Von E. SCHRÖDINGER, Berlin	9		Handbuch der Experimentalphysik. Bd. 23. (Ref.: Peter Pringsheim, Berlin)	16
ZUSCHRIFTEN:			GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN. Reise in Russisch Mittel- und Ostasien	19
Über die Sättigung des lichtelektrischen Stromes. Von J. A. BECKER, New York	12		ZOOLOGISCHE MITTEILUNGEN. Eine neue Meduse in der Nord- und Ostsee. Über den Lichtsinn meeresbewohnender Schnecken	21
Zum Ramaneffekt des Quarzes. Von M. CZERNY, Berlin	12		ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN. Ein Himmelskörper von außerordentlich großer Masse. Die absoluten Leuchtkräfte der Zentralsterne der planetarischen Nebel. On the pressures in the atmospheres of stars	23
Ein Versuch über Absorption von ultraviolettem Licht durch metastabile Atome. Von W. DE GROOT, Eindhoven	13			
Über die Verwendung von Jod-Eisen als Chlorüberträger. Von H. E. FIERZ-DAVID, Zürich	13			
Mitteilung über Molekularrefraktion und unpolare Bindung. Von R. SAMUEL, Breslau	13			

ZEISS

Stufen-Photometer

in Verbindung mit der Analysen-
Quarzlampe ersetzt das bish. übliche
alleinige Schätzen der Fluoreszenz-
erscheinungen durch eine exakte
Messung der Helligkeit und Farbe des
Fluoreszenzlichtes. Erstdadurch wird
eine wirkliche Maßanalyse ermöglicht

Druckschrift und weitere Auskünfte
kostenfrei durch CARL ZEISS, Jena
Berlin, Hamburg, Köln, Wien



DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich 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 9.60. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1.— zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{1}$ Seite RM 150.—; Millimeter-Zeile RM 0.35. 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 und 6326—28
sowie Amt Nollendorf 755—57

VERLAG VON JULIUS SPRINGER / BERLIN

Handbuch der Bodenlehre

Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten

Herausgegeben von

Dr. E. Blanck

o. ö. Professor und Direktor des Agrikulturchemischen und Bodenkundlichen Instituts der Universität Göttingen

Das Werk wird 10 Bände umfassen, die voraussichtlich bis zum Jahre 1930 abgeschlossen vorliegen werden

Jeder Band ist einzeln käuflich

Der erste Teil des Handbuches umfaßt die Bände I bis VII und behandelt:

Allgemeine oder wissenschaftliche Bodenlehre

Soeben erschien Band I:

Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Lehre von der Entstehung des Bodens

Mit 29 Abbildungen. VIII, 335 Seiten. 1928
RM 27.—; gebunden RM 29.60

Band II bis VII:

Die klimatologischen Grundlagen der Lehre von der Entstehung des Bodens und die Verwitterungslehre. Die Lehre von der Verteilung der Bodenarten an der Erdoberfläche, regionale und zonale Bodenlehre. Aklimatische Bodenbildung, die Bodenformen Deutschlands und die fossilen Verwitterungsrinden. Der Boden als oberste Schicht der Erdoberfläche und seine geographische Bedeutung. Die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden in seiner chemischen und biologischen Beschaffenheit.

Der zweite Teil des Handbuches umfaßt die Bände VIII bis X und behandelt:

Angewandte oder spezielle Bodenkunde

Band VIII bis X:

Technologie des Bodens. Die Maßnahmen zur Kultivierung des Bodens.

Über die Wandlungen des Waldbildes im Schwarzwald während der Postglazialzeit.

Von PETER STARK, Frankfurt a. M.

Jeder, der einmal mit aufmerksamem Blick den Schwarzwald durchwandert hat, der weiß, daß es in erster Linie die Fichte ist, die das Landschaftsbild bestimmt, und er möchte sich vielleicht versucht fühlen, anzunehmen, daß das dem ursprünglichen Zustand entspricht. Diese Annahme ist aber vollständig irrig. Schon eine flüchtige Durchsicht der Literatur zeigt, daß menschliche Einflüsse, die sich bis ins Mittelalter zurückverfolgen lassen, einen einschneidenden Wandel geschaffen haben, und daß von praktischen Erwägungen ausgehend das Nadelholz mehr und mehr zugunsten des Laubholzes gefördert worden ist. Dafür liefert auch die Analyse der Flur- und Ortsnamen, die von HAUSRATH durchgeführt worden ist, eine erdrückende Fülle von Belegen (10). In sehr schöner Weise sind die einschlägigen Daten bei HAUSRATH (11) und bei OLTMANN (16) zusammengestellt, wobei freilich auch Tatsachenmaterial angeführt wird, das in eine weitere Vergangenheit zurückreicht. Hier kommen zur Beurteilung Beobachtungen in Frage, die in den schönen Archiven der Vorgeschichte, den Mooren, gewonnen worden sind, in denen sich die Reste der Baumflora erhalten haben. Da treffen wir mitten in derzeitigem Nadelholzgebiet Eichenholz an, das uns zeigt, daß dieser Baum, der augenblicklich auf die niederen Randlagen beschränkt ist, bis ins Herz des Schwarzwaldes und bis zu größeren Gebirgshöhen vorgedrungen ist. Solche Daten sind sowohl im südlichen [STARK (20)] wie auch im nördlichen Schwarzwald [FEUCHT (5), HAUSRATH (12)] gewonnen worden. Eine Förderung haben diese Untersuchungen dann in den letzten Jahren vor allem durch den Siegeszug erfahren, den die sog. pollenanalytische Untersuchungsmethode von Schweden ausgehend über ganz Deutschland gehalten hat. Der Vorteil, den diese Methode, deren in dieser Zeitschrift je und je wieder gedacht worden ist, birgt, ist der, daß sie uns unabhängig macht von den Gehölzen, die auf dem Moore selbst gestockt haben, und daß sie uns ermöglicht, auf Grund des zugewehten Pollens ein zureichendes Bild des Waldes zu zeichnen, der in der näheren und weiteren Umgebung der Moore zu den verschiedenen Zeitabschnitten vom Beginn der Moorbildung an geherrscht hat. Eine kritische Bewertung dieser Methode und eine allgemeine Übersicht über ihre Ergebnisse bis zum Jahre 1925 findet sich bei STARK (22). Eine neuere zusammenfassende Darstellung aus der Feder von GAMS ist inzwischen nachgefolgt (8). STARK war auch der Erste, der die Schwarzwaldmoore von dieser Warte aus in Angriff nahm, und zwar die

Moore des südlichen Schwarzwaldes [Notschrei und Hinterzarten (21)]. Schon aus dieser Mitteilung haben sich deutliche Richtlinien ergeben, die die Möglichkeit boten, ein vorläufiges Bild zu zeichnen. Anschließend an STARK hat dann einer seiner Schüler, WALTER BROCHE, den Gegenstand erneut aufgegriffen und ist in allen Punkten zu einer weitgehenden Bestätigung gelangt, wobei freilich das Bild weiter und reicher wurde (4). So sind wir jetzt imstande, wenigstens für den südlichen Schwarzwald eine allgemeine Charakteristik zu geben. Da über den nördlichen Schwarzwald noch keinerlei entsprechende Daten existieren, so seien gleichzeitig ein paar eigene knappe Beobachtungen angeführt, die imstande sind, eine vorläufige Orientierung zu geben.

1. Der südliche Schwarzwald.

Die Untersuchungen BROCHES erstreckten sich ausschließlich auf den südlichen Teil des Schwarzwaldes. Sein Beobachtungsnetz umspannt 22 Moore, die aus den verschiedensten Teilarealen herausgegriffen wurden. Es kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein, über jedes einzelne Moor zu berichten, vielmehr greifen wir nur einige charakteristische Beispiele heraus, die von möglichst weit auseinanderliegenden Punkten gewonnen sind. Dabei ergeben sich mancherlei Wiederholungen, auf die es uns hier aber gerade ankommt, denn aus der allenthalben gleichsinnigen Entwicklung ist am besten zu ersehen, daß darüber eine allgemeine Gesetzmäßigkeit waltet und es sich nicht um Zufallsergebnisse handeln kann.

a) Das Gebiet von Breitnau

Als erstes Beispiel sei ein Profil aus dem Moorgebiet von Breitnau gegeben. Die Moore nehmen hier eine Höhenlage von 1000 m ein. In den angrenzenden Wäldern ist die Fichte dominierend, auf den Mooren selbst stocken neben Fichten vor allem Moorkiefern (*Pinus montana*) und Moorbirken (*Betula pubescens*).

Das Ergebnis der pollenanalytischen Untersuchung ist in Fig. 1 niedergelegt, unter die auch eine für die übrigen Figuren gültige Erklärung der Signaturen gesetzt ist. Der Stab links gibt Aufschluß über den Charakter der das Moor aufbauenden Schichten. Wir haben hier von oben nach unten:

- 0—10 cm Moorerde;
- 10—120 cm Sphagneto-Eriophoretum (Torf aus Weißmoos und Wollgras);
- 120—180 cm Sphagnetum (Weißmoostorf);
- 180—220 cm Sphagneto-Eriophoretum;
- 220—240 cm Eriophoretum (Wollgrastorf);

240—280 cm Eriophoreto-Caricetum (Wollgras- und Seggentorf);
 280—320 cm Torfmudde (feinpulvriger organ. Detritus, im Wasser abgesetzt);
 darunter kiesiger Sand.

Wir haben also ein typisches Verlandungsmoor vor uns, wie aus der unterlagernden limnischen Torfmudde zu ersehen ist. Unter Umgehung eines ausgedehnten Flachmoorstadiums ist die Entwicklung, wie es für die meisten Moore des höheren Schwarzwaldes charakteristisch ist, sehr rasch ins Hochmoorstadium getreten. Analoge Verhältnisse werden wir bei den anderen hier herangezogenen Beispielen antreffen. Die Kurven auf der rechten Seite geben den Prozentanteil wieder, mit dem die einzelnen Baumgattungen in den verschiedenen Torfhorizonten durch ihre Pollen vertreten sind. Zu dieser Berechnung werden von Etage zu Etage kleine Probchen entnommen und eine möglichst große Anzahl von Pollenkörnern abgezählt. Danach wird der Prozentsatz berechnet, wobei freilich die Hasel, die nicht zu den eigentlichen Waldbäumen gehört, nicht mit in die Gesamtsumme eingeschlossen wird. Die für die Hasel verzeichneten Prozente besagen, wieviel Haselpollen auf sonstige Baumpollen kommt, und deshalb kann die Hasel 100% überschreiten. Das so gewonnene „Pollenspektrum“ gibt uns ein schönes Bild von der Zusammensetzung des Waldes in der Umgebung des Moores.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß die Entwicklung mit einem sehr verarmten Waldbild beginnt. Im untersten Spektrum ist neben 83 % Kiefer (Pinus) nur noch 9 % Weide (Salix) und 8 % Birke (Betula) vorhanden. Das sind gerade die Gehölze, die die größte Kälte vertragen. Schon in der nächsten Probe stellen sich als erste Zuzügler Hasel und Eichenmischwald¹ in Spuren ein. Während nun die Kiefer fortdauernd absinkt, steigt die Kurve der Hasel (Corylus) jäh empor und erreicht über 100%. Offenbar war sie in raschem Vormarsch begriffen. Mit geringer Verschiebung gegenüber der Hasel wendet sich die Kurve des Eichenmischwalds nach oben, bleibt aber hinter der Hasel zurück. Sie erreicht ihren Höhepunkt (über 50%) erst, nachdem sich die Hasel schon auf ihrem absteigenden Ast befindet. In der ersten Phase des Haselanstieges meldet sich als weiteres Gehölz die Erle (Alnus), die an der Stelle, wo die Hasel auf ihrem absteigenden Ast die Eichenmischwaldkurve schneidet, ein leichtes Maximum erreicht. Das ist ein für die meisten Moore charakteristischer Zug, wie auch der schwache Birkengipfel in dem Haselabschnitt. Nur können diese Gipfel je und je etwas nach vorwärts oder nach rückwärts verschoben sein. Immer aber halten sie sich an die Nähe des Haselkulminationspunktes. Auf die Erle folgt genau dort, wo die Hasel gipfelt, die Tanne (Abies), der sich darauf die Buche (Fagus) anschließt. Während nun die Hasel und fast parallel mit ihr der Eichenmischwald absinkt, steigt die Kurve der Tanne steil an und arbeitet sich an die Gipfelloge empor, die sie längere Zeit hindurch einhält. In diesem Abschnitt der Ent-

wicklung erscheint als letzter Zuzügler die Fichte (Picea). Träger, als sie hochgekommen ist, betritt die Tanne ihren absteigenden Ast und wird in 0,6 m von der Buchenkurve mit 40% knapp überschritten. Es findet nun ein zweimaliges Oszillieren zwischen Buche und Tanne statt. Erst in diesem Zeitpunkt gelangt die Fichte zu nennenswerter Vertretung, die sie bis zum Schlusse der

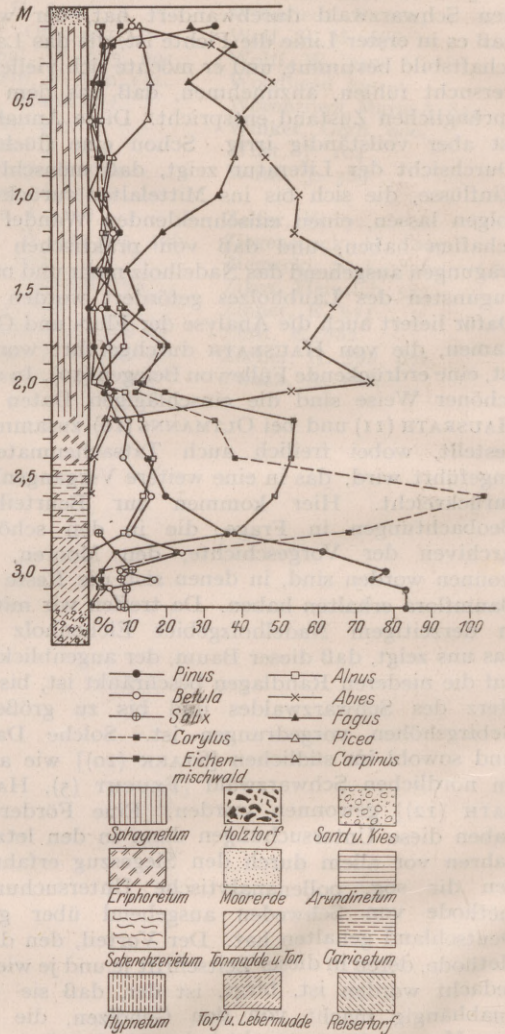


Fig. 1. Breitnau-West (1000 m) darunter die beigefügte Legende.

Entwicklung einhält, ohne aber eine dominierende Gipfelloge zu erreichen. Im letzten Spektrum, das den Schlußabschnitt der Entwicklung markiert, werden Tanne und Buche von der Kiefer überholt, die sich von der Haselphase an in der Tiefe gehalten hat, nunmehr aber ein sekundäres Maximum erlebt.

Gliedern wir dieses Profil nach dem zeitlichen Verhalten der Waldbäume, dann können wir folgende Etappen herauschälen:

¹ Man faßt unter Eichenmischwald die wärme liebenden Gehölze, Eiche (Quercus), Ulme (Ulmus) und Linde (Tilia) zusammen.

1. *Periode der Kiefer*: Kiefer über 80 %, sonst anfangs nur Birke und Weide; Hasel und Eichenmischwald erscheinen.

2. *Periode der Hasel und des Eichenmischwaldes*: Eichenmischwald etwas hinter der Hasel nachhinkend; Hasel über 100 %, Eichenmischwald über 50 %, leichter Birken- und Erlengipfel; Tanne und Buche erscheinen; Kiefer geht zurück.

3. *Periode der Tanne*: Tanne über 70 %; Fichte erscheint; Hasel und Eichenmischwald gehen zurück.

4. *Periode der Tanne, Buche und Fichte*: Fichte in ihrer Entwicklung hinter Tanne und Buche nachhinkend und bloß ca. 20 % erreichend.

5. *Sekundärer Kieferanstieg*.

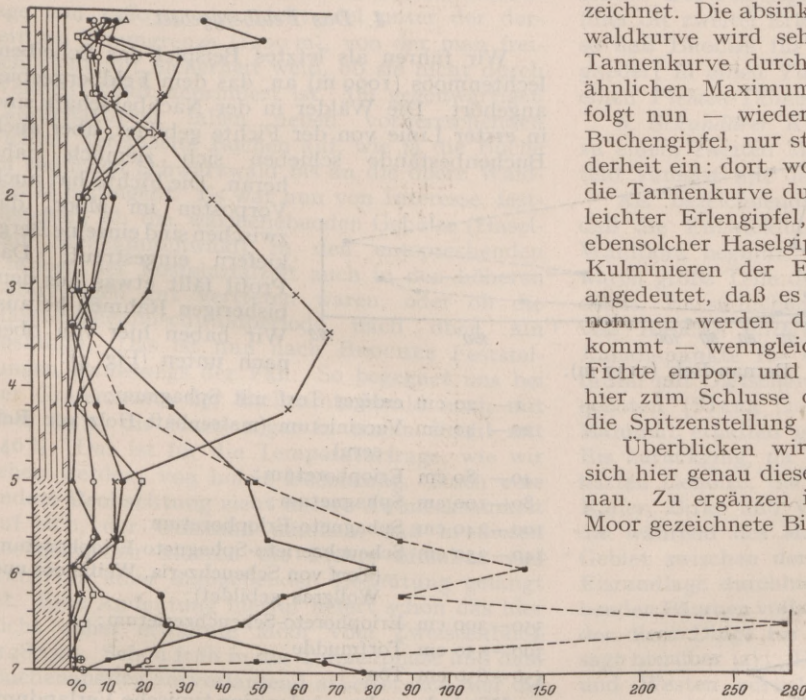


Fig. 2. Erlenbruck (930 m).

b) *Das Gebiet von Hinterzarten.*

Als Beispiel aus dem Gebiete von Hinterzarten wählen wir das Erlenbruckmoor (930 m). Es ist derzeit umgeben von Fichtenwäldern. Auf dem Moor selbst stocken neben Erle und Birke vor allem Bergkiefern. Das Profil ist stratigraphisch sehr einfach. Wir haben zu unterst Ton, daran anschließend Torfmuße und zu oberst 5 m Sphaneto-Eriophoretum. Wiederum liegt ein Verlandungsmoor vor, das aus einem seichten Wasserbecken hervorgegangen ist.

Die Entwicklung beginnt in analoger Weise mit einer Kieferperiode, die freilich in einer späteren Etappe getroffen ist (Fig. 2). Neben Birke und Weide haben wir schon die Hasel mit über 10 % und in Spuren Eichenmischwald und Tanne. Die Hasel steigt sehr rasch zu einem Maximum von

gegen 280 % empor. Hier erscheint — früher als im vorhergehenden Profil — schon die Fichte. Als weitere Besonderheit fällt auf, daß die Haselkurve nicht gleichmäßig abfällt, sondern sich nach leichtem Rückgang zu einem zweiten Gipfel erhebt. Dieses oszillierende Verhalten scheint kein Zufall zu sein, denn es kehrt in ähnlicher Form bei vielen Haselkurven wieder. Bei dichter Probeentnahme wäre es vielleicht auch in Profil 1 aufgetreten. In der Haselphase trifft neben der Fichte wieder Erle und Buche ein. Unter dem ersten Haselgipfel liegt wieder ein leichter Birken- und Buchengipfel, unter dem zweiten der Kulminationspunkt des Eichenmischwaldes mit 80 %. Auch hier ist die ausklingende Haselzeit durch einen leichten Erlengipfel gekennzeichnet. Die absinkende Hasel- und Eichenmischwaldkurve wird sehr bald von der ansteigenden Tannenkurve durchschnitten, die sich zu einem ähnlichen Maximum wie in Profil 1 erhebt. Es folgt nun — wieder in parallelem Verlauf — ein Buchengipfel, nur stellt sich hier eine neue Besonderheit ein: dort, wo die ansteigende Buchenkurve die Tannenkurve durchschneidet, liegt ein zweiter leichter Erlengipfel, dem sich in diesem Fall ein ebensolcher Haselgipfel zugesellt. Dieses doppelte Kulminieren der Erle ist in so vielen Profilen angedeutet, daß es ebenfalls nicht als Zufall genommen werden darf. Etwas nach der Buche kommt — wenngleich in schwächerem Maß — die Fichte empor, und wie bei Breitnau rückt auch hier zum Schlusse die Kiefer zum zweitenmal in die Spitzenstellung ein.

Überblicken wir das Gesamtprofil, so ergibt sich hier genau dieselbe Phasenfolge wie bei Breitnau. Zu ergänzen ist das für das vorhergehende Moor gezeichnete Bild nur nach der Richtung, daß die Hasel-Eichenmischwaldperiode sich bei detaillierterer Analyse in zwei Abschnitte gliedern läßt, einen ersten, in dem die Hasel den unbedingten Primat führt, und zweiten, in dem sie die Herrschaft mit dem Eichenmischwald teilt. Das gilt auch für das gleich zu behandelnde Moor von Bernau-Eck und das Scheibenlehtemoos, so daß die derart erweiterte Waldfolge jetzt lautet:

1. Kieferperiode,
2. Haselperiode,
3. Hasel-Eichenmischwaldperiode,
4. Tannenperiode,
5. Tannen-Buchen-Fichtenperiode,
6. sekundärer Kieferanstieg.

3. *Das Gebiet von Bernau.*

Wir wenden uns nun zu dem Gebiet von Bernau und geben als Beispiel ein Profil von dem Moore am Bernau-Eck (1137 m). Auch dieses Moor ist von Fichten umstanden, die zum Teil in das Moor- und Gelände vordringen. Es handelt sich um ein Verlandungsmoor mit der einfachen Schichtfolge:

- I — 50 cm Sphagnetum;
- 50—220 cm Sphagneto-Eriophoretum;
- 220—260 cm Sphagnetum;
- 260—285 cm Torfmudde;
- 285—300 cm Tonmudde.

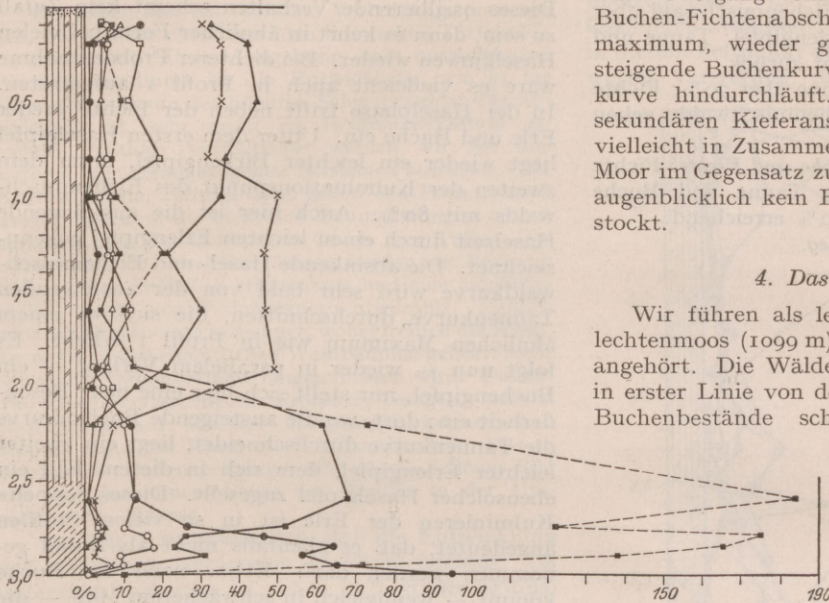


Fig. 3. Bernau-Eck (1137 m).

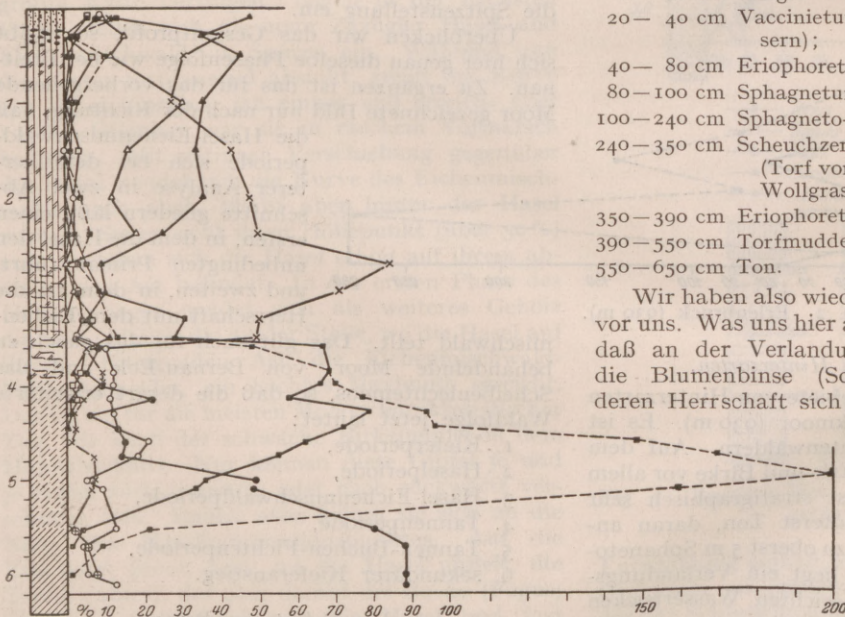


Fig. 4. Scheibenlechtenmoos (1099 m).

Die Baumfolge stimmt so sehr mit der bisherigen überein, daß hierüber nicht viel Besonderes gesagt zu werden braucht (Fig. 3). Wir haben am Anfang wieder eine Kieferphase mit verarmtem Waldbild, dann eine Hasel-Eichenmischwald-

phase mit doppeltem Haselgipfel, in deren erstem Abschnitt sich ein leichter Birkengipfel abzeichnet, dann eine Tannenphase, dann einen Buchen-Tannenabschnitt, in dem die Fichte hochkommt. Beim Übergang vom reinen Tannen- zum Tannen-Buchen-Fichtenabschnitt liegt ein deutliches Erlenmaximum, wieder genau an der Stelle, wo die steigende Buchenkurve durch die fallende Tannenkurve hindurchläuft. Der letzte Abschnitt des sekundären Kieferanstiegs fehlt hier. Das steht vielleicht in Zusammenhang damit, daß bei diesem Moor im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden, augenblicklich kein Bergkieferwald auf dem Moor stockt.

4. Das Feldberggebiet.

Wir führen als letztes Beispiel das Scheibenlechtenmoos (1099 m) an, das dem Feldberggebiet angehört. Die Wälder in der Nachbarschaft sind in erster Linie von der Fichte gebildet, aber auch Buchenbestände schieben sich ziemlich nahe heran. Die Fichte hat auch Vorposten im Moor, dazwischen sind einzelne Bergkiefern eingestreut. Das Profil fällt etwas aus dem bisherigen Rahmen heraus. Wir haben hier von oben nach unten (Fig. 4):

- 1—20 cm erdiger Torf mit Sphagnum;
- 20—40 cm Vaccinietum (massenhaft Holz von Reiersern);
- 40—80 cm Eriophoretum;
- 80—100 cm Sphagnetum;
- 100—240 cm Sphagneto-Eriophoretum;
- 240—350 cm Scheuchzerieto-Sphagneto-Eriophoretum (Torf von Scheuchzeria, Weißmoos und Wollgras gebildet);
- 350—390 cm Eriophoreto-Scheuchzerietum;
- 390—550 cm Torfmudde;
- 550—650 cm Ton.

Wir haben also wieder eine typische Verlandung vor uns. Was uns hier auffällt, das ist die Tatsache, daß an der Verlandung in maßgebender Weise die Blumenbinse (Scheuchzeria) beteiligt ist, deren Herrschaft sich in sehr schöner Weise mit der Tannenphase deckt. An sich ist diese Verlandung durch die Blumenbinse etwas, da sich durchaus in unsere Erfahrungen über die normale moorökologische Verlandung einfügt und viele Analogien innerhalb und außerhalb des Gebietes besitzt. Auffällig ist

nur der Synchronismus der Scheuchzeriaperiode mit der Tannenphase¹, der bei der postglazialen Moorentwicklung so oft wiederkehrt, daß es sich kaum

¹ In Böhmen in der zeitlich entsprechenden Fichtenphase (19).

um einen Zufall handeln kann. Wir werden auf diese Tatsache noch zu sprechen kommen.

Der allgemeine Kurvenverlauf des Scheibenlechtenmooses fügt sich wieder in sehr schöner Weise in den bisher gezeichneten Rahmen ein. Wir haben die Sukzession: Kieferperiode-Hasel-Eichenmischwaldperiode-Tannenperiode und Tannen-Buchen-Fichtenperiode. Speziell die Buche ist hier recht gut vertreten, wie sie auch heute noch im Waldbild der Umgebung eine maßgebendere Rolle spielt, als das in den bisher besprochenen Fällen zutraf.

Um das Bild zu vervollständigen, hat BROCHE noch eines der höchstgelegenen Moore des Feldberggebietes, nämlich jenes der Grafenmatte, untersucht. Wir befinden uns hier in einer Höhenlage von 1380 m, also nicht viel unter der derzeitigen Baumgrenze (1400 m), von der man freilich nicht mit Sicherheit weiß, ob sie nicht durch Weidwirtschaft deprimiert ist. Im gegenwärtigen Landschaftsbild fallen neben vorherrschenden Fichten vereinzelte Buchen auf, wie ja die Buche im südlichen Schwarzwald bis an die obere Waldgrenze herangeht. Es war nun von Interesse, festzustellen, ob die wärmeliebenden Gehölze (Hasel und Eichenmischwald) in den entsprechenden Etappen der Postglazialzeit auch in den höheren Gebirgslagen gut vertreten waren, oder ob die Hasel-Eichenmischwaldperiode nach oben hin ausklingt. Das ist nun nach BROCHES Feststellungen keineswegs der Fall. So begegnet uns bei der Grafenmatte der Eichenmischwald noch mit über 60%, die Hasel sogar in einem Profil mit 140%. Das ist für die Temperaturfrage, wie wir sehen werden, von hoher Bedeutung. Noch eine andere Beobachtung zieht unsere Aufmerksamkeit auf sich, der Umstand nämlich, daß in diesen hochgelegenen Mooren die Fichte offenbar viel früher zu einer maßgebenden Bedeutung gelangt ist. Eine Andeutung hierfür liefert schon das hier nicht näher erwähnte Moor vom Zweiseenblick (1280 m). Schon früh in der Tannenphase und dem Buchenanstieg zurvorlaufend arbeitet sich hier die Fichte zu einem ersten, deutlich abgesetzten Maximum empor. Verstärkt begegnet uns dieser Zug nun bei der Grafenmatte. Das hat nun seine schöne Analogie in den Voralpenmooren [KELLER (13)], wo der Tannenperiode eine Fichteperiode vorgeschaltet ist. So scheinen in diesen späten Etappen der Postglazialzeit unverkennbare, von der Höhenlage abhängige Differenzen zutage zu treten, für die sich in der Hasel-Eichenmischwaldzeit vielleicht bloß deshalb keine Anhaltspunkte bieten, weil die Grenze für wärmeliebende Gehölze fast bis zum Gebirgskamm emporgerückt war.

5. Allgemeines über die Waldfolge im südlichen Schwarzwald.

Überblicken wir das bisher Gesagte, dann können wir folgende typische Sukzession herauschälen:

1. *Kieferperiode*: Kiefer bis über 90%, sonst anfangs nur Weide und Hasel; später erscheinen Hasel, Eichenmischwald und Erle.

2. *Haselperiode*: Hasel rasch ansteigend und bis 278% erreichend; Tanne, Buche und vereinzelt auch Fichte erscheinend; Eichenmischwald steigt rasch, Kiefer sinkt.

3. *Hasel-Eichenmischwaldperiode*: Eichenmischwald steigt bis über 60% empor, ist aber manchmal von der Haselkurve fast bis zum Abstieg dauernd überflügelt; in dieser und der vorhergehenden Phase häufig leichter Birken- und Erlengipfel.

4. *Tannenperiode*: Tanne bis 80%; Hasel und Eichenmischwald gehen zurück; Buche steigt; Fichte folgt meist mit Verspätung nach.

5. *Tannen-Buchen-Fichtenperiode*: Tanne sinkt; Tanne, Buche und Fichte teilen sich in die Herrschaft. Der Ton liegt erst auf der Tanne und Buche (hier oft zweiter Erlengipfel), dann auf der Fichte, so daß BROCHE für mittlere Gebirgslagen untergliedert in einen *Tannen-Buchen-Fichten-* und in einen *Fichten-Tannen-Buchenabschnitt*.

6. *Sekundärer Kieferanstieg*: die Kiefer steigt zu einem zweiten Maximum bis 72% empor und teilt zumeist mit der Fichte die Herrschaft.

Als bezeichnendster Zug ist hervorzuheben, daß die Entwicklung mit einer sehr verarmten Waldflora beginnt. Während der letzten Eiszeit waren große Teile des Schwarzwaldes von Eis bedeckt. Im südlichen Schwarzwald, außerhalb des von BROCHE untersuchten Gebiets, haben sich Anhaltspunkte für eine baumfreie Tundravegetation mit Gletscherweiden (*Salix reticulata*) usw. geboten [STARK (20)], die in Glazialtonen mit Mammut erhalten geblieben sind. Als dann das Eis zurückging, da waren es zunächst die kältehartesten Gehölze, die das erste Waldbild prägten: Kiefer, Birke und Weide. Sie waren es ja auch, die während des Maximums der Eiszeit in dem Gebiet zwischen der nordischen und der alpinen Eisrandlage durchhielten, das von den wärmeliebenden Bäumen vollständig geräumt war. BERTSCH, der diese Dinge für Württemberg bearbeitet hat, sagt hierüber (1): „Die Bäume wurden nach Osten und Westen zurückgedrängt, am weitesten die an atlantisches Klima angepaßten Tannen und Buchen, weniger die kontinentalen Eichen und Linden, am wenigsten die nordischen Birken und Kiefern.“ Und aus der Lage der Schneegrenze berechnet er nun als Höhengrenze in Oberschwaben für die Bergkiefer 500 m, für die Fichte 200 m, für die Waldkiefer 140 m und für die Weißbirke 90 m. Für die andern Bäume findet er negative Zahlen, d. h. sie scheiden überhaupt für die Besiedlung aus. Die Richtigkeit dieser Berechnung vorausgesetzt, konnte sich also nur die Bergkiefer in Schwaben halten, und dasselbe würde auch für den badischen Schwarzwald gelten. Die nächsten Zufluchtsstätten für die Waldkiefer und die Birke wären im Rheintal zu suchen.

Mit diesen Überlegungen stimmt nun der Aufmarsch in Oberschwaben und im Schwarzwald recht gut überein. Daß in Oberschwaben die Bergkiefer der Waldkiefer vorangegangen ist, das hat BERTSCH (2) mit überzeugenden Belegen

dargetan. Anhaltspunkte dafür fand auch STARK (24) im badischen Bodenseegebiet. Für den Schwarzwald fehlt es noch an exakten Unterlagen.

Bezeichnend für die erste Phase im Schwarzwald ist, daß die Kiefer hinsichtlich der Pollenvertretung immer an der Spitze marschiert und Birke und Weide nur in geringem Anteil beigemischt sind, wenn nicht besondere Verhältnisse (Birkenbruchwald im Moore selbst, Breitnau-Süd) das Bild trüben. Dann trägt der „autochthone“ Pollen über den zugewehnten Pollen den Sieg davon. Im übrigen muß man sich immer der Tatsache bewußt bleiben, daß man aus den Pollenprozenten nie zu weitgehende Schlüsse auf das Waldbild selbst ziehen darf. Infolge der stärkeren Pollenproduktion und der besseren Flugfähigkeit ist der Nadelholzpollen gegenüber dem Laubholzpollen immer stark überrepräsentiert. Die Birke war also im Baumbestand sicher stärker vertreten, als im Pollenspektrum zum Ausdruck gelangt. Um so höher müssen wir danach auch die Hasel-, die Eichenmischwald- und die Buchenherrschaft in den betreffenden Zeitabschnitten werten.

Während der Kieferperiode wandern, offenbar begünstigt durch das Ansteigen der Temperatur, die wärmeliebenden Gehölze ein, und zwar zunächst diejenigen, die kontinental getönt sind. Das Klima schlägt vom kühl kontinentalen zum warm kontinentalen Charakter um. So geht die reine Kieferphase schrittweise in die Haselperiode über. Nach den hohen Prozentsätzen, mit denen die Hasel vertreten ist, dürfen wir wohl schließen, daß jetzt zum Teil reine Haselwälder geherrscht haben, wie wir sie in dem kontinentalen Osten gegenwärtig stellenweise antreffen. Wie beigemengte Holzreste verraten, muß die Hasel zum Teil auf den Mooren selbst gestockt haben.

Die Haselperiode wird durch die Hasel-Eichenmischwaldperiode abgelöst. Die Kiefer ist hier sehr stark zurückgedrängt und wird durch die Vertreter des Eichenmischwalds ersetzt, durch Ulme, Linde und Eiche. Diese Verschiebung gibt sich nun auch in den höheren Lagen des Schwarzwalds zu erkennen. Das ist für die klimatische Bewertung des Waldbildes von hoher Bedeutung. Sowohl der Eichenmischwald wie auch die Hasel überschreiten um ca. 400 m ihre derzeitigen Höhengrenzen. Um nur ein paar Daten zu nennen, so finden wir für die Hasel

Zweiseenblick (1280 m)	109 %	Pollenvertretung
Grafenmatte (1380 m)	140 %	„
Bernau-Eck (1137 m)	184 %	„

Im Verbands des Eichenmischwalds nimmt die Linde die erste Stelle ein. Dies fällt bei ihrer derzeitigen Seltenheit besonders ins Gewicht. Für sie allein treffen wir unter Ausschluß von Eiche und Ulme an den höchstgelegenen Mooren folgende Maximalwerte:

Zweiseenblick (1280 m)	43 %	Pollenvertretung
Grafenmatte (1380 m)	44 %	„
Bernau-Eck (1137 m)	58 %	„
Notschreimoor (1130 m)	42 %	„

Für die Gegenwart wird als obere Grenze für die Linde ca. 1000 m angegeben. Ein ähnlicher Betrag (930 m) ist für die Traubeneiche einzusetzen, während für die Stieleiche im Schwarzwald nur 630 m verzeichnet wird. Auf Grund solcher Daten berechnet BROCHE in Einklang mit früheren Angaben von STARK ein Temperaturplus von ca. 2,5° in der Eichenmischwald-Haselzeit. Ähnliche Erfahrungen sind in Böhmen gesammelt worden. Diesem Vorstoß der wärmeliebenden Gehölze in den mitteleuropäischen Gebirgen entspricht ein gleichzeitiger nach Norden. ANDERSSON hat danach ein Temperaturplus von derselben Größenordnung berechnet.

Es fügt sich schön in diesen Rahmen ein, daß in der Hasel-Eichenmischwaldperiode verschiedentlich Schilftorfhorizonte zutage getreten sind in Höhenlagen, wo man derzeit im Schwarzwald keine Schilfbestände zu sehen gewohnt ist, z. B. bei Breitnau-West (1000 m) und bei Horbach (1030 m).

Aber noch ein weiterer Zug fällt in diesem Abschnitt der Entwicklung auf, der leider in den beigegebenen Profilen, die in erster Linie zur Illustrierung der Pollenspektrenfolge ausgewählt wurden, nicht hervortritt. Mit seltsamer Häufung stellen sich gerade hier Waldhorizonte ein. Solche Waldhorizonte können sich nun ohne jede Frage bei der ungestörten natürlichen Entwicklung eines Moores bilden, sie können aber andererseits durch kontinentalen Klimacharakter besonders gefördert werden. Und so möchten wir den unverkennbaren Parallelismus zwischen Haselperiode und Waldhorizonten deuten.

In die Haselperiode fällt 1. der Haselhorizont von Breitnau-West, 2. das Betuletum von Breitnau-Tiefen, 3. das Alnetum vom Dreherhofmoor (nach oben freilich nicht scharf abgegrenzt), 4. das Pinetum vom Mathisleweiher, 5. der basale, die Entwicklung einleitende Waldtorf von Bernau-Weiherle (Pinus, Corylus), und 6. das Betuletum von Hinterzarten. Noch in die Kieferperiode gehört das basale Betuletum von Breitnau-Süd, sowie das ebenfalls basale Betuletum vom Notschreimoor. Andererseits ist der Birkenhorizont von der Grafenmatte (ca. 60% Birkenpollen!) in die ausklingende Hasel-Eichenmischwaldzeit einzureihen. Es ergibt sich also eine gewisse zeitliche Streuung hinsichtlich des Auftretens der Waldhorizonte. Es zieht unsere Aufmerksamkeit auf sich, daß bei Breitnau-Tiefen, beim Dreherhofmoor, beim Mathisleweiher und bei der Grafenmatte der Waldtorf unmittelbar auf Muddeablagerungen folgt, die auf noch offene Wasserflächen hindeuten. Das spricht für rasche Verlandung, wie wir annehmen möchten, unter dem begünstigenden Einfluß des trockenen Klimacharakters. Das für die Hasel- und für die Hasel-Eichenmischwaldperiode vielfach so bezeichnende leichte Birken- und Erlenmaximum könnte man so deuten, daß die beiden Bäume in dieser Phase in stärkerem Maße auf dem Moore selbst Wurzel gefaßt haben, auch dort, wo die Holzreste in den Profilen nicht direkt erfaßt sind. Denn die Holzhorizonte brauchen ja nicht das ganze Profil zu durchlaufen.

Die Hasel-Eichenmischwaldzeit wird durch die Tannenperiode abgelöst. Die Sukzession: Kieferzeit (wobei wir am Schluß die Waldkiefer als herrschend annehmen) → Haselzeit → Hasel-

Eichenmischwaldzeit → Tannenzeit deutet auf zunehmende Verstärkung des ozeanischen Charakters des Klimas. In diesem Abschnitt der Entwicklung hat die Blumenbinse ihre stärkste Entfaltung erreicht. Wir treffen die Reste dieser Pflanze torfbildend in manchen Mooren, denen sie jetzt gänzlich fremd ist (Breitnau, Erlenbruck, Zweiseenblick, Grafenmatte, Heitermoos, Bernau-Weierle, Notschrei). Es handelt sich dabei um eine Pflanze, die sich vor allem wohlfühlt, wenn sie auf stark vernässtem Boden steht. Solche Bedingungen treten nun — es ist hier dasselbe wie bei Bewaldung — auch bei der ungestörten natürlichen Entwicklung ein, nicht alle Vorkommnisse lassen sich aber, wie schon früher angedeutet wurde,

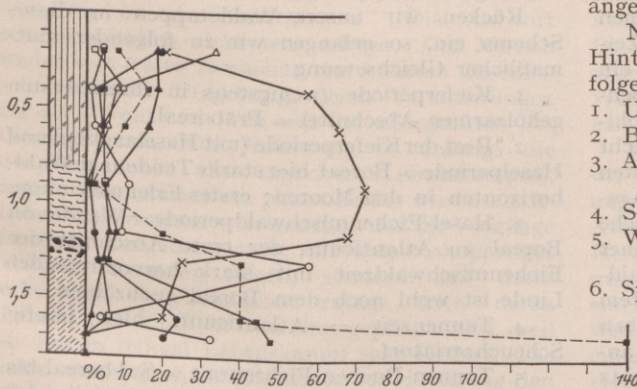


Fig. 5. Grafenmatte II.

rein moorökologisch erklären, vielmehr müssen in manchen Fällen klimatische Momente wohl mit herangezogen werden, welche die Entwicklung in diese Bahn getrieben und bewirkt haben, daß die Moore gerade in dem entsprechenden Entwicklungsabschnitt für die Blumenbinse „reif“ wurden. Wir haben da das Gegenspiel zu den Waldhorizonten. Was nach dieser Richtung weist, das ist eben die starke Koppelung, die zwischen Scheuchzeriaperiode und Tannenzeit besteht. Bei BROCHE und STARK ist 8mal Scheuchzeriatorf verzeichnet. Zweimal setzt dieser Abschnitt der Entwicklung schon in der Hasel-Eichenmischwaldperiode ein (Breitnau-West und Breitnau-Tiefen), in 6 Fällen aber (Scheibenlechtenmoos, Zweiseenblick, Notschrei, Grafenmatte, Heitermoos und Bernau-Weierle) fügt sich die Phase der Blumenbinse in sehr schöner Weise in die Tannenperiode ein.

Besonders einleuchtend wird das alles, wenn man sich in die einzelnen Profile vertieft. Wir geben zunächst als Beispiel das Profil von Grafenmatte II (Fig. 5). Stratigraphisch haben wir hier die Sukzession *Mulle* → *Bruchwald* (Birke) → *Scheuchzerietum* → *Eriophoreto-Sphagnetum* → *Sphagnetum*. Der Birkenbruchwald fällt, wie schon erwähnt, gerade in die ausklingende Hasel-Eichenmischwaldzeit. Durch die Bestockung mit Birke ist aber speziell die Eichenmischwaldkurve stark herabgedrückt. Dort, wo die fallende Hasel-

kurve von der steigenden Tannenkurve durchschnitten wird, wird der Bruchwald durch das Scheuchzerietum abgelöst. An dieses Scheuchzerietum schließt sich zu dem Zeitpunkt etwa, wo die Tanne fällt, ein *Eriophoreto-Sphagnetum* an, das darauf hinweist, daß nunmehr auf dem Moore schon ein größerer Trockenheitsgrad erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt wendet sich die Kurve der Buche nach oben, und ein leichter Haselgipfel und ein Erlengipfel zeichnen sich ab. Zuletzt aber, und zwar dort, wo die Fichtenkurve ansteigt, also in der Buchen-Tannen-*Fichtenphase*, geht das *Eriophoreto-Sphagnetum* in ein reines *Sphagnetum* über. Das spricht für erneute Vernässung, wie sie allgemein für den Schlußabschnitt des Postglazials angenommen wird.

Noch ein weiteres Beispiel sei hier angeführt, das Hinterzarternermoor (nach STARK). Wir finden hier folgende Etappen:

1. Untergrund (Moräne),
2. *Betuletum* (BirKentorf) = Haselperiode,
3. *Arundinetum* (Schilftorf) = Hasel-Eichenmischwaldperiode,
4. *Scheuchzerietum* = Tannenperiode,
5. *Waldtorf* (*Pinus*) = lokal bedingter Anstieg der Kieferkurve,
6. *Sphagneto-Eriophoretum* = Tannen-Buchen-Fichtenperiode.

Da es sich um ein Randprofil handelt, beginnt die Entwicklung hier erst in der Haselperiode. Zu dieser Zeit befindet sich an der Stelle des Profils ein Bruchwald mit Birke. Es folgt nun eine Phase des Schilfs und anschließend eine solche der Blumenbinse. Wir sind von der Bruchwaldphase in einen Abschnitt starker Vernässung gelangt, welcher der Tannenperiode entspricht. Ganz ähnlich ist die Entwicklung im Notschreimoor (STARK). Jetzt aber schiebt sich gerade zu dem Zeitpunkt, wo die Tannenkurve absinkt, ein zweiter Waldhorizont ein, während es der normalen Entwicklung entsprechen hätte, wenn auf das Scheuchzerietum unmittelbar das *Sphagneto-Eriophoretum* gefolgt wäre. Hier haben wir also eine Unstetigkeit in der Entwicklung, einen Waldhorizont, der dem norddeutschen Grenzhorizont mit Vorbehalt gleichgesetzt werden kann.

Einen solchen „Grenzhorizontwald“ verzeichnet BROCHE auch für das Dreherhofmoor. Er deckt sich zeitlich mit der Phase des zweiten Erlenmaximums, das in diesem Fall mit 60% im Pollenspektrum erscheint. Offenbar ist es lokaler Erlenpollen, der hier zum Niederschlag gelangt ist, denn Erlenholz ist im Waldtorf stark vertreten¹.

Von dieser Warte aus wird uns nun der zweite Erlengipfel verständlich. Wir müssen annehmen, daß in dem in Frage kommenden Zeitpunkt der Entwicklung im Gebiete Bedingungen bestanden haben, die es der Erle (wie bei Hinterzarten der Kie-

¹ Es ist freilich hervorzuheben, daß vereinzelte Erlenholzreste auch in der ganzen Tannenzeit eingestreut sind.

fer!) ermöglichten, auf den Mooren Fuß zu fassen, was wieder mit einer Abnahme der Luftfeuchtigkeit in Zusammenhang gebracht werden kann. Der Umstand, daß beim Dreherhofmoor über dem Erlenhorizont (wie bei Hinterzarten über dem Kieferhorizont!) ein Sphagnetum folgt, wäre wieder auf einen Rückgang der Luftfeuchtigkeit zu schieben.

Wir sind damit der zeitlichen Besprechung ein wenig vorangeilt. Wir waren bei der Tannenperiode stehengeblieben. Auf diese Tannenzeit folgt die Tannen-Buchen-Fichtenzeit, innerhalb deren zumeist eine Verschiebung derart eintritt, daß sich zuerst die Buche, dann die Fichte emporarbeitet. Auch die Buche zählt zu den atlantischen Gehölzen, verlangt aber nicht ganz soviel Luftfeuchtigkeit wie die Tanne. Das Hochkommen der Buche gegenüber der Tanne kann also als Zeichen dafür genommen werden, daß das Klima ein wenig nach der kontinentalen Seite zurückgependelt ist. Auch die eben angeführten stratigraphischen Momente können dafür geltend gemacht werden, denn die Waldhorizonte sind in den ersten Abschnitt der Buchen-Tannen-Fichtenzeit einzudatieren. Auch hinsichtlich der Wärmeansprüche ist die Buche um einen kleinen Betrag bescheidener als die Tanne. Im Schwarzwald reicht sie als Waldbildner merklich weiter hinauf. In verstärktem Maße gilt das von der Fichte, die, wie wir oben gesehen haben, in dieser Hinsicht zu den anspruchslosesten Gehölzen zählt. Im Gegensatz besonders zum Eichenmischwald handelt es sich nach dem derzeitigen Verhalten innerhalb des Gebietes um einen ausgesprochenen Vertreter höherer Gebirgslagen, der im Schwarzwald vielfach die oberste Zone des Waldgürtels charakterisiert und sich darin — von der Buche abgesehen — nur mit der Bergkiefer trifft, mit der zusammen er die letzte Etappe der Entwicklung prägt. Die Sukzession: Tanne → Buche → Fichte → Kiefer kann also als Hinweis darauf genommen werden, daß die Temperatur in den letzten Phasen der Postglazialzeit fortdauernd gesunken ist.

Wir stehen am Schlusse vor der Aufgabe, die beobachteten Tatsachen in den größeren Zusammenhang einzureihen. Nach dem sog. BLYTT-SERNANDERSCHEN Schema gliedert man die Nacheiszeit in folgende Abschnitte:

1. Präboreal (bis ca. 6500 v. Chr.) kühl und trocken.
2. Boreal (ca. 6500 bis ca. 5500 v. Chr.) warm und trocken.
3. Atlanticum (ca. 5500 bis ca. 3000 v. Chr.) warm und feucht.
4. Subboreal (ca. 3000 bis ca. 900 v. Chr.) warm und trocken.
5. Subatlanticum (ca. 900 v. Chr. bis Gegenwart).

Natürlich sind diese Zahlen, die von den einzelnen Forschern etwas verschieden angegeben werden, nur als runde mutmaßliche Werte anzusehen. Wesentlich ist das zweimalige Pendeln zwischen einem kontinentalen und einem ozeanischen Klimaabschnitt, während die Temperatur-

kurve eingipflig zu sein scheint mit einem allgemeinen Anstieg von einem glazialen Tief bis zu einem Maximum, das wohl an der Wende von der borealen zur atlantischen Periode zu suchen ist. Die Temperatur war, wie aus vielen Einzeltatsachen zu ersehen ist, höher als in der Gegenwart; eine akute Annäherung an die derzeitigen Verhältnisse scheint bei dem Übergang in die subatlantische Phase eingetreten zu sein („Klimasturz“). Das Präboreal fällt noch ins Palaeolithicum, das Boreal in das Epipalaeolithicum, neolithisch ist das Atlanticum und das Subboreal, dem nach GAMS und NORDHAGEN auch noch die Bronzezeit anzureihen ist. Das Subatlanticum umfaßt die Hallstattzeit bis zur Gegenwart (8).

Rücken wir unsere Waldetappen in dieses Schema ein, so gelangen wir zu folgender mutmaßlicher Gleichsetzung:

1. Kieferperiode (wenigstens in ihrem ersten gehölzarmen Abschnitt) = Präboreal.
2. Rest der Kieferperiode (mit Haselanstieg) und Haselperiode = Boreal, hier starke Tendenz zu Waldhorizonten in den Mooren; erstes Erlenmaximum.
3. Hasel-Eichenmischwaldperiode = Wende von Boreal zu Atlanticum; der erste Abschnitt der Eichenmischwaldzeit mit stark hervortretender Linde ist wohl noch dem Boreal zuzuzählen.
4. Tannenzeit = Atlanticum; hier häufig Scheuchzeriatorf.
5. Tannen-Buchen-Fichtenzeit = Subboreal bis Subatlanticum; ins Subboreal ist jedenfalls der erste Abschnitt mit dem oft vorhandenen zweiten Erlengipfel einzufügen; hier vereinzelte Waldhorizonte im Moor: Ins Subatlanticum fällt die stärkere Ausbreitung der Fichte, bei der zuletzt wohl forstliche Einflüsse mitwirken. Diesem jüngsten Abschnitt gehört auch der sekundäre Kieferanstieg an, der zum Teil mit der Besiedlung der Moore durch die Bergkiefer in Zusammenhang zu bringen ist.

Es muß der Zukunft überlassen bleiben, diese Gleichsetzung im einzelnen zu bestätigen.

Literatur:

1. BERTSCH, Jb. Württ. Lehrer 1 (1926).
2. BERTSCH, Aus der Heimat 40 (1927).
4. BROCHE, Ber. naturf. Ges. Freiburg 30 (1928) (im Druck).
5. FEUCHT, Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 63 (1907).
8. GAMS, Z. Gletscherk. 15 (1927).
10. HAUSRATH, Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe 14 (1901/02).
11. HAUSRATH, Pflanzengeogr. Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig und Berlin 1911.
12. HAUSRATH, Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe 24 (1911/12).
13. KELLER, Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel 1928, H. 8.
16. OLTMANN, Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. 2. Aufl. 1927.
20. STARK, Ber. naturf. Ges. Freiburg 19 (1912).
21. STARK, Z. Bot. 16 (1924).
22. STARK, Z. Bot. 17 (1925).
24. STARK, Ber. naturf. Ges. Freiburg 28 (1927).

(Schluß folgt.)

Was ist ein Naturgesetz?

Von E. SCHRÖDINGER, Berlin.

(Antrittsrede an der Universität Zürich, 9. Dezember 1922.)

Die Rede wurde seinerzeit nicht gedruckt. Die spätere Entstehung und Entwicklung der Quantenmechanik hat den EXNERSchen Ideenkreis in den Brennpunkt des Interesses gerückt, übrigens ohne daß EXNERS Name je genannt wurde. Die heutige Publikation folgt wörtlich dem damaligen Manuskript.

Man sollte glauben, daß auf die Frage, was unter einem Naturgesetz zu verstehen sei, kaum eine Wissenschaft klarere und bestimmtere Antwort müßte geben können als die Physik, deren Gesetze als Vorbild der Exaktheit gelten.

„Was ist ein Naturgesetz?“ Die Antwort scheint wirklich nicht sehr schwer. Der Mensch findet sich beim Erwachen des höheren Bewußtseins in einer Umgebung, deren Veränderungen für sein Wohl und Weh von der allergrößten Bedeutung sind. Die Erfahrung — anfangs die unsystematische des täglichen Lebenskampfes, später die systematisch planvolle des wissenschaftlichen Experiments — zeigen ihm, daß die Vorgänge in seiner Umgebung nicht mit kaleidoskopartiger Willkür einander folgen, sondern daß darin erhebliche Regelmäßigkeit zutage tritt, deren Erkenntnis mit Eifer von ihm gepflegt wird, weil sie ihn in seinem Lebenskampf sehr fördert. Die erkannten Regelmäßigkeiten haben durchweg den gleichen Typus: gewisse Merkmale eines Erscheinungsablaufes zeigen sich immer und überall mit gewissen anderen Merkmalen verknüpft. Dabei ist von besonderer biologischer Bedeutung der Fall, daß die eine Merkmalgruppe der anderen zeitlich vorausgeht. Die Umstände, die einem gewissen, oft beobachteten Erscheinungsablauf (*A*) vorangehen, scheiden sich typisch in zwei Gruppen, *beständige* und *wechselnde*. Und wenn weiter erkannt wird, daß die beständige Gruppe auch umgekehrt immer von *A* gefolgt wird, so führt das dazu, diese Gruppe von Umständen als die *bedingenden Ursachen* von *A* zu erklären. So entsteht, Hand in Hand mit der Erkenntnis der *speziellen* regelmäßigen Verknüpfungen, als Abstraktion aus ihrer Gesamtheit, die Vorstellung von der *allgemeinen notwendigen* Verknüpftheit der Erscheinungen untereinander. *Über die Erfahrung hinaus* wird als allgemeines Postulat aufgestellt, daß auch in solchen Fällen, in denen es noch nicht gelungen ist, die bedingenden Ursachen eines bestimmten Erscheinungsablaufes zu isolieren, solche doch angebbar sein müssen, oder mit anderen Worten, daß ein jeder Naturvorgang absolut und quantitativ determiniert ist mindestens durch die Gesamtheit der Umstände oder physischen Bedingungen bei seinem Eintreten. In diesem Postulat, das wohl auch als Kausalitätsprinzip bezeichnet wird, werden wir durch fortschreitende Erkenntnis spezieller bedingender Ursachen stets aufs neue bestärkt.

Als Naturgesetz nun bezeichnen wir doch wohl

nichts anderes als eine mit genügender Sicherheit festgestellte Regelmäßigkeit im Erscheinungsablauf, *sofern sie als notwendig im Sinne des oben genannten Postulats gedacht wird.*

Wo bleibt hier noch eine Unklarheit, wo Anlaß zu einem Zweifel? Da das Tatsächliche außer Diskussion steht, offenbar höchstens an der Richtigkeit oder allgemeinen Zweckmäßigkeit des Postulates.

Die physikalische Forschung hat in den letzten 4–5 Jahrzehnten klipp und klar bewiesen, daß zum mindesten für die erdrückende Mehrzahl der Erscheinungsabläufe, deren Regelmäßigkeit und Beständigkeit zur Aufstellung des Postulates der allgemeinen Kausalität geführt hat, die gemeinsame Wurzel der beobachteten strengen Gesetzmäßigkeit — der *Zufall* ist.

Bei jeder physikalischen Erscheinung, an der wir eine Gesetzmäßigkeit beobachten, wirken ungezählte Tausende, meistens Milliarden einzelner Atome oder Moleküle mit. (In Paranthese für die Herren Physiker: das gilt auch für solche Erscheinungen, wo, wie man heute oft sagt, die Wirkung eines einzelnen Atoms zur Beobachtung gelangt; weil in Wahrheit doch die Wechselwirkung dieses einen Atoms mit Tausenden anderer den beobachteten Effekt bestimmt.) Es ist nun, mindestens in einer sehr großen Zahl von Fällen ganz verschiedener Art gelungen, die beobachtete Gesetzmäßigkeit voll und restlos aus der ungeheuer großen Zahl der zusammenwirkenden molekularen Einzelprozesse zu erklären. Der molekulare Einzelprozeß mag seine eigene strenge Gesetzmäßigkeit besitzen oder nicht besitzen — in die beobachtete Gesetzmäßigkeit der Massenerscheinung braucht jene *nicht* eingehend gedacht zu werden, sie wird im Gegenteil in den uns allein zugänglichen Mittelwerten über Millionen von Einzelprozessen vollständig verwischt. Diese Mittelwerte zeigen ihre eigene, rein *statistische Gesetzmäßigkeit*, die auch dann vorhanden wäre, wenn der Verlauf jedes einzelnen molekularen Prozesses durch Würfeln, Roulettespiel, Ziehen aus einer Urne entschieden würde.

Das einfachste und durchsichtigste Beispiel für diese statistische Auffassung der Naturgesetzlichkeit — zugleich ihren Ausgangspunkt in historischer Beziehung — bildet das Verhalten der Gase. Der Einzelprozeß ist hier der Zusammenstoß zweier Gasmoleküle miteinander oder mit der Wand. Der Druck eines Gases gegen die Wände, den man früher einer besonderen Expansivkraft der Materie im Gaszustand zuschrieb, kommt nach der Molekulartheorie durch das Bombardement der Moleküle zustande. Die sekundliche Zahl der Stöße gegen 1 qcm Wandfläche ist enorm groß, bei Atmosphärendruck und 0° C hat sie 24 Stellen ($2,2 \times 10^{23}$), im äußersten irdischen Vakuum für 1 qmm und $\frac{1}{1000}$ Sekunde berechnet, hat sie immer noch 11 Stellen. Die Molekulartheorie gibt nicht

nur vollkommene Rechenschaft von den sog. Gasgesetzen, das ist von der Abhängigkeit des Druckes von Temperatur und Volumen, sondern erklärt auch alle anderen Eigenschaften der wirklichen Gase, wie Reibung, Wärmeleitung, Diffusion — und zwar *rein statistisch* durch den im einzelnen völlig unregelmäßigen Austausch der Moleküle zwischen verschiedenen Teilen des Gases. Man pflegt bei diesen Rechnungen und Überlegungen allerdings für das Einzelereignis — den Zusammenstoß — die Gesetze der Mechanik vorauszusetzen. Aber notwendig ist das durchaus *nicht*. Es würde völlig genügen, anzunehmen, daß beim einzelnen Stoß eine Zunahme oder eine Abnahme der mechanischen Energie und des mechanischen Impulses *gleich wahrscheinlich* sind, so daß diese Größen *im Mittel sehr vieler Stöße* in der Tat konstant bleiben; etwa so, wie man mit zwei Würfeln im Mittel bei einer Million Würfen durchschnittlich 7 würfelt, während das Resultat des einzelnen Wurfes völlig unbestimmt ist.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die statistische Auffassung der Gasgesetze *möglich*, vielleicht, daß sie die einfachste, aber nicht, daß sie die *einzig mögliche* ist. Ein Experimentum crucis ist folgender Versuch. Als statistischer Mittelwert muß der Gasdruck zeitlichen *Schwankungen* unterliegen. Diese müssen um so erheblicher sein, je kleiner die Zahl der kooperierenden Elementarprozesse ist, also je kleiner die gedrückte Fläche und je geringer die Trägheit des Körpers, dem sie angehört, damit er auf kurzperiodische Schwankungen möglichst ungesäumt reagiere. Beides erreicht man, indem man winzige, ultramikroskopische Teilchen in dem Gas suspendiert. Diese zeigen dann in der Tat eine Zickzackbewegung von äußerster Unregelmäßigkeit, die lange bekannte Brownsche Bewegung, die niemals zur Ruhe kommt und in allen Einzelheiten mit den Vorhersagen der Theorie übereinstimmt. Die Zahl der Einzelstöße, welche das Teilchen während einer meßbaren Zeit erleidet, ist zwar immer noch sehr groß, aber doch nicht *so* groß, daß ein allseitig völlig gleicher Druck resultierte. Durch zufälliges Überwiegen der Stöße aus einer zufälligen Richtung, die von Moment zu Moment ganz regellos wechselt, wird das Teilchen völlig regellos hin und her gestoßen. So sehen wir hier ein Naturgesetz — das Gesetz für den Gasdruck — seine exakte Gültigkeit einbüßen, in dem Maße, als die *Zahl* der kooperierenden Einzelprozesse abnimmt. Ein bündiger Beweis für den wesentlich statistischen Charakter mindestens *dieses* Gesetzes läßt sich nicht denken.

Ich könnte noch eine große Anzahl experimentell und theoretisch genau untersuchter Fälle anführen, so das Zustandekommen der gleichmäßig blauen Himmelsfarbe durch die völlig unregelmäßigen Schwankungen der Luftdichte (infolge ihrer molekularen Konstitution) oder den streng gesetzmäßigen Zerfall radioaktiver Substanzen, der aus dem regellosen Zerfall der einzelnen Atome sich aufbaut, wobei es ganz vom Zufall

abzuhängen scheint, welche Atome sogleich, welche morgen, welche in einem Jahre zerfallen werden. — Mehr als durch noch so viele Einzelfälle wird unsere Überzeugung vom statistischen Charakter der physikalischen Gesetzmäßigkeit dadurch bestärkt, daß einer der allgemeinsten Erfahrungssätze, der sog. II. Hauptsatz der Thermodynamik oder Entropiesatz, *der überhaupt schlechterdings bei jedem wirklichen physikalischen Vorgang eine Rolle spielt*, sich als *Prototyp* eines statistischen Gesetzes herausgestellt hat. So sehr diese Materie durch ihr ganz hervorragendes Interesse ein näheres Eingehen rechtfertigen würde, muß ich mich hier doch auf die sehr kursorische Bemerkung beschränken: rein empirisch steht der Entropiesatz im engsten Zusammenhang mit der typischen, einseitigen Gerichtetheit alles Naturgeschehens. Die Richtung, in der sich ein körperliches System im nächsten Augenblick verändern wird, läßt sich zwar nicht aus ihm allein bestimmen, wohl aber *schließt er gewisse Veränderungen aus*, und darunter befindet sich *immer auch die der wirklich eintretenden genau entgegengesetzte Veränderung*. Die statistische Betrachtungsweise verleiht nun dem Entropiesatz folgenden Inhalt: alles Geschehen entwickelt sich von relativ *unwahrscheinlichen*, d. h. von molekular relativ *geordneten* Zuständen gegen *wahrscheinlichere*, d. h. molekular *ungeordnetere* Zustände hin. —

Über das bis jetzt Gesagte bestehen unter den Physikern keine wesentlichen Meinungsverschiedenheiten mehr. Anders steht es mit dem, was ich weiter zu sagen habe.

Wenn wir die physikalischen Gesetze als statistische erkannt haben, für deren Zustandekommen die streng kausale Determiniertheit des molekularen Einzelereignisses nicht *erforderlich* wäre, so ist es doch die allgemeine Meinung, daß in Wirklichkeit der Einzelprozeß, z. B. der Zusammenstoß zweier Gasmoleküle, streng kausal determiniert *ist* bzw. *verläuft* — wie ja auch der Ausgang eines Roulettespiels nicht unbestimmt wäre für den, der — nachdem das Rädchen in Schwung versetzt ist — die Größe dieses Schwunges, die Widerstände in der Luft und an der Achse ganz genau kennte und in Rechnung zu stellen wüßte. — Vielfach werden sogar *ganz bestimmte* elementare Gesetzmäßigkeiten behauptet, so beim Stoß von Gasmolekülen die *Erhaltung* der Energie und des Impulses *bei jedem einzelnen Stoß*.

Es war der Experimentalphysiker FRANZ EXNER, der im Jahre 1919¹ zum ersten Male mit voller philosophischer Klarheit Kritik erhoben hat gegen die *Selbstverständlichkeit*, mit der die Überzeugung von der absoluten Determiniertheit des molekularen Geschehens von jedermann gehegt wird. Er kommt zu dem Schluß, daß das Behauptete zwar *möglich*, jedoch keinesfalls *notwendig*, und bei Licht betrachtet, *gar nicht sehr wahrscheinlich ist*.

¹ F. EXNER, Vorlesungen über die Physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften. Wien, F. Deuticke 1919.

Was zunächst die *Nichtnotwendigkeit* anlangt, so habe ich mich schon früher darüber ausgesprochen und glaube mit EXNER, daß sie sich aufrechterhalten läßt, ungeachtet dessen, daß die meisten Forscher sogar ganz bestimmte Züge der elementaren Gesetzmäßigkeit fordern. Natürlich *können* wir den Energiesatz im großen dadurch erklären, daß er schon im kleinen gilt. Aber ich sehe nicht, daß wir *müssen*. Ebenso *können* wir ja die Expansivkraft eines Gases als Summe der Expansivkräfte seiner Elementarteilchen erklären. *Hier* ist eine solche Auffassung *unzutreffend*, ich sehe nicht, weshalb sie *dort* die *einzig mögliche* sein soll. — Im übrigen ist anzumerken, daß Energie-Impulssatz nur *vier* Gleichungen liefern, und daher, auch wenn sie im Einzelprozeß erfüllt sind, denselben noch weitgehend unbestimmt lassen.

Woher stammt nun der allgemein verbreitete Glaube an die absolute, kausale Determiniertheit des molekularen Geschehens und die Überzeugung von der *Undenkbarkeit* des Gegenteils? Einfach aus der von Jahrtausenden ererbten *Gewohnheit, kausal zu denken*, die uns ein undeterminiertes Geschehen, einen absoluten, *primären* Zufall als einen vollkommenen Nonsens, als *logisch* unsinnig erscheinen läßt.

Woher aber stammt diese Denkgewohnheit? Aus der jahrhundert-, jahrtausende langen Beobachtung gerade *derjenigen* natürlichen Gesetzmäßigkeiten, von denen wir heute mit Sicherheit wissen, daß sie nicht — jedenfalls nicht unmittelbar — *kausale*, sondern *unmittelbar statistische* Gesetzmäßigkeiten sind. Damit ist aber jener Denkgewohnheit der rationale Boden entzogen. Für die Praxis werden wir sie zwar unbedenklich beibehalten, weil sie ja im Erfolg das Richtige trifft. Uns aber *von ihr zwingen* zu lassen, *hinter* den beobachteten *statistischen*, absolut kausale Gesetze mit Notwendigkeit zu postulieren, wäre ein ganz offenbar fehlerhafter Zirkelschluß.

Aber nicht nur *zwingt* nichts zu dieser Annahme, wir sollten uns klar machen, daß eine derartige *Zweifelschheit der Naturgesetze* recht unwahrscheinlich ist. *Eines* wären die „eigentlichen“, wahren, absoluten Gesetze im Unendlichkleinen, ein *anderes* die im Endlichen beobachtete Gesetzmäßigkeit, die gerade in ihren wesentlichsten Zügen *nicht* durch jene absoluten Gesetze, sondern durch den Begriff der *reinen Zahl*, den klarsten und einfachsten, den Menscheng Geist gebildet hat, bestimmt sind. In der Welt der Erscheinung klare Verständlichkeit — hinter ihr ein dunkles, ewig unverstandenes Machtgebot, ein rätselvolles „Müssen“. Die *Möglichkeit*, daß es sich so verhält, ist zuzugeden, doch erinnert diese Verdoppelung des Naturgesetzes zu sehr an die Verdoppelung der *Naturobjekte* durch den Animismus, als daß ich an ihre Haltbarkeit glauben möchte.

Ich möchte aber nicht dahin mißverstanden werden, als hielte ich die Durchführung dieser neuen — sagen wir kurz *akausalen* (d. h. *nicht notwendig* kausalen) Auffassung für leicht und einfach. Die heute herrschende Ansicht ist die, daß minde-

stens die Gravitation und die Elektrodynamik absolute, elementare Gesetzmäßigkeiten sind, die auch für die Welt der Atome und Elektronen gelten und vielleicht als Urgesetzlichkeit allem Geschehen zugrunde liegen. Sie wissen von den erstaunlichen Erfolgen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Müssen wir daraus schließen, daß seine Gravitationsgleichungen ein *Elementargesetz* sind. Ich glaube, nein. Wohl bei keinem Naturvorgang ist die Zahl der einzelnen Atome, die zusammenwirken müssen, damit ein beobachtbarer Effekt zustande komme, so enorm groß wie bei den Gravitationserscheinungen. Das würde die außerordentliche Präzision, mit der sich die Planetenbewegungen auf Jahrhunderte vorausberechnen lassen, auch vom statistischen Standpunkte verständlich machen. — Ich will übrigens nicht leugnen, daß gerade die EINSTEINSche Theorie die *absolute Gültigkeit der Energie-Impulssätze* außerordentlich nahelegt. Dieselben drücken in ihr, auf den Massenpunkt angewendet, eigentlich nur *eine absolute Beharrungstendenz* aus — wie ja die ganze Gravitationstheorie bezeichnet werden kann als eine Zurückführung der *Gravitation* auf das *Trägheitsgesetz*. Das einfachstdenkbare absolute Gesetz: *unter gewissen Umständen ändert sich nichts* — fällt wohl noch kaum unter den Begriff der kausalen Determiniertheit und wäre am Ende auch mit einer, im übrigen akausalen Auffassung des Weltgeschehens vereinbar.

Im Gegensatz zur Gravitation wird die Elektrodynamik heute ganz allgemein auf die Vorgänge im Atom selbst angewendet, und zwar mit erstaunlichem Erfolge. Diese positiven Erfolge sind wohl der ernsthafteste Einwand, der gegen die akausale Auffassung ins Feld geführt werden wird. Die Zeit verbietet mir ein näheres Eingehen auf diese Frage, und ich muß mich auf die folgende grundsätzliche Bemerkung beschränken, die zugleich unser Ergebnis kurz zusammenfaßt:

Die von EXNER aufgestellte Behauptung geht dahin: es ist sehr wohl möglich, daß die Naturgesetze samt und sonders statistischen Charakter haben. Das hinter dem statistischen Gesetz heute noch ganz allgemein mit Selbstverständlichkeit postulierte absolute Naturgesetz *geht über die Erfahrung hinaus*. Eine derartige doppelte Begründung der Gesetzmäßigkeit in der Natur ist an sich unwahrscheinlich. *Die Beweislast obliegt den Verfechtern, nicht den Zweiflern an der absoluten Kausalität*. Denn daran zu zweifeln ist heute bei weitem das *Natürlichere*.

Diesen Beweis nun zu erbringen, erscheint die Elektrodynamik des Atoms aus dem Grund ungeeignet, weil sie nach allgemeinem Urteil selbst noch an schweren inneren Widersprüchen krankt, die vielfach als logische empfunden werden. Ich halte es für wahrscheinlicher, daß die Befreiung von dem eingewurzelt Vorurteil der absoluten Kausalität uns bei der Überwindung der Schwierigkeiten helfen, als daß, umgekehrt, die Theorie des Atoms das Kausalitätsdogma dennoch als — zuzusagen zufällig — richtig erweisen wird.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die *Zuschriften* hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Über die Sättigung des lichtelektrischen Stromes.

Es erschienen hier vor kurzem mehrere Mitteilungen von Herrn Dr. SUHRMANN und Herrn Dr. GUDDEN über Herr SUHRMANN'S Entdeckung, daß hochfrequentes Licht einen Strom erzeugt, der sich gut sättigt, während Licht in der Nähe der langwelligen Grenze einen Strom liefert, der stetig mit der angelegten Spannung wächst [Naturwiss. 16, 336, 547 und 616 (1928)]. In seiner letzten Mitteilung bemerkt Herr SUHRMANN, daß diese Erscheinung mit der schlechten Sättigung des glühelektrischen Stromes von thoriertem Wolfram verwandt ist, für welche BECKER und MUELLER eine Theorie vorgeschlagen haben. [Physic. Rev. 31, 431 (1928).] Herr SUHRMANN glaubt, daß die Annahmen dieser Theorie auf den lichtelektrischen Effekt unzutreffend sind. Demgegenüber glaube ich, daß der Gesichtspunkt der glühelektrischen Theorie die SUHRMANN'Sche Entdeckung ganz natürlich erklärt: Die Theorie erklärt auch die Tatsache, daß der Effekt für atomische Schichten von Kalium größer ist als für kompaktes Kalium.

Die genannte Theorie beruht darauf, daß, wenn ein Elektron sich von einer Fläche befreit, es Arbeit gegen elektrische Felder leisten muß. Diese Felder, die wir Flächenfelder nennen, strecken sich auf etwa Hunderte von Atomdurchmesser oberhalb der Fläche aus. Für alle Sättigungserscheinungen ist es von Bedeutung, was das Elektron in dieser Gegend erfährt. Wenn das Elektron die Fläche mit genügender Geschwindigkeit und in einer passenden Richtung verläßt, kann es diese Flächenfelder überwinden; anderthalb fällt es in die Fläche zurück.

Wir wenden nun diesen Gesichtspunkt auf die SUHRMANN'Sche Erscheinung an. Einstweilen beschäftigen wir uns nur mit Licht ganz nahe der langwelligen Grenze. Dieses Licht gibt den Elektronen die genügende Geschwindigkeit nur wenn sie: 1. die Fläche in der normalen Richtung verlassen, und 2. keine Energie aufgewandt haben, um zur Oberfläche zu gelangen. Mithin gibt es nur verhältnismäßig wenige Elektronen, die befreit werden; viele werden wieder zurückgezogen. Wenden wir nun ein äußeres positives Potential an, dann wandern alle Elektronen weiter von der Oberfläche weg, und mehrere, die früher gerade noch zurückfielen, werden jetzt befreit: die Austrittsarbeit wird verringert, und der Strom wächst mit der Spannung.

Wir fassen nun Licht von viel höherer Frequenz ins Auge. Nach dem Quantumprinzip gibt dieses dem Elektron viel mehr Energie. Folglich werden verhältnismäßig viele Elektronen frei ohne der Hilfe eines äußeren Feldes zu bedürfen, und nur wenige werden in die Fläche zurückgezogen. Dies gilt für Elektronen, welche die Oberfläche schräg verlassen, und auch für Elektronen, die aus der Tiefe stammen und Energie aufwenden müssen, um zur Oberfläche zu gelangen. Mithin kann das äußere Feld nur noch verhältnismäßig wenige Elektronen befreien: der Strom ist beinahe völlig gesättigt.

Es bleibt noch übrig, zu erklären, warum dieser Effekt mehr ausgeprägt ist für eine atomische Schicht von Kalium, z. B. auf Platin, als für kompaktes Kalium mit sauberer Oberfläche. Die Erklärung ist dieselbe, welche Herr MUELLER und ich für den glühelektrischen Strom gefunden haben und in der oben zitierten Arbeit auseinandergesetzt haben. Wir haben zeigen können,

daß adsorbiertes Thorium Flächenfelder hervorruft, die sich auf die Bildkraftfelder überlagern. Nahe der Fläche sind diese Adsorptionsfelder sehr stark und beschleunigen das Elektron. Weiter nach außen kehrt sich das Feld um und wirkt nun zurückziehend auf die Elektronen. Das Integral der beschleunigenden Felder ist viel größer als jenes für die zurückziehenden Felder. Darum verringert das Thorium die Austrittsarbeit. Die schlechte Sättigung stammt aber von den zurückziehenden Felder, die, weit von der Fläche, größer sind als in sauberen Flächen. Eine gewisse äußere Spannung verkleinert die Austrittsarbeit desto mehr, je weiter sich die zurückziehenden Felder von der Fläche befinden. Mithin sind Sättigungserscheinungen in atomischen Schichten mehr ausgeprägt als in sauberen Flächen. Dies ist alles in der zitierten Arbeit mit Figuren und numerischen Werten belegt. Selbstverständlich wirkt Kalium qualitativ wie Thorium.

New York, Bell Telephone Laboratories, den 8. Oktober 1928. J. A. BECKER.

Zum Ramaneffekt des Quarzes.

Vor kurzem sind 4 Untersuchungen über den Ramaneffekt des kristallinen Quarzes veröffentlicht worden¹, deren Resultate in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
L. u. M.	9	13,5	—	21,5	—	—	—	48,0	81	—	—
P. u. R.	8,6	12,5	14,2	21,5	24,7	28,5	38,2	48,0	80	—	—
W.	—	—	—	21,6	—	—	—	49,0	80	—	—
R. u. K.	8,5	—	—	21,6	—	—	37,4	48,5	78	94	118

Die Werte unterhalb von 30μ lassen sich ganz befriedigend bekannten ultraroten Absorptionsstellen zuordnen, dagegen sind die Werte über 30μ überraschend, da nach den bisherigen Messungen im Ultrarot für Wellen länger als 30μ die Absorption des Quarzes im wesentlichen gleichmäßig gegen Null absinken soll². Ich habe deshalb mit einem Gitterspektrometer die Durchlässigkeit des Quarzes im langwelligen Ultrarot untersucht und in Übereinstimmung mit der Prognose des Ramaneffektes bei etwa 38μ und 78μ Absorptionsstellen gefunden. In der Gegend von 48μ konnte ich in dem Verlauf der Durchlässigkeitskurve keine Anomalie finden, die die Grenzen der Meßfehler übersteigt. Im Spektralbereich über 80μ habe ich wegen experimenteller Schwierigkeiten bisher keine Messungen versucht. Es bestehen starke Abweichungen zwischen den relativen Intensitäten der ultraroten Absorptionsstellen und der zugehörigen Ramanlinien. Während nach PRINGSHEIM und ROSEN die zu 80μ und 48μ gehörigen Ramanlinien ungefähr gleich stark sind

¹ LANDSBERG und MANDELSTAM, Z. Physik 50, 769 (1928). PRINGSHEIM und ROSEN, Z. Physik 50, 741 (1928). Die Angabe der 48μ -Stelle ist nach einer mündlichen Mitteilung der Autoren versehentlich in der Publikation unterblieben. WOOD, Philosophic. Mag. 6, 742 (1928). RAMAKRISHNA RAO, The Indian Journ. of Phys. 3, 123 (1928) und KRISHNAN, Nature 122, 506 (1928).

² Vgl. RUBENS und LIEBISCH, Berl. Ber. 1919, 205 und 1921, 216 und RUBENS, Berl. Ber. 1913, 546.

und die zu 38μ gehörige wesentlich schwächer ist, ist im ultraroten Spektrum die 38μ -Stelle wesentlich intensiver als die 80μ -Stelle und die 48μ -Stelle so schwach, daß sie unterhalb des Meßbaren liegt. Ausführlicheres über die Ultrarotmessungen soll in der Z. Physik veröffentlicht werden.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität, den
27. November 1928. M. CZERNY.

Ein Versuch über Absorption von ultraviolettem Licht durch metastabile Atome.

In Hinsicht auf eine mögliche Erklärung gewisser Gasentladungserscheinungen¹ schien es wichtig, nachzuprüfen, ob ultraviolettes Licht durch metastabile Atome in merklicher Menge absorbiert werden kann. Da die zur Ionisation erforderliche Energie bei metastabilen Atomen von Neon bzw. Argon nur 4,9 bzw. 4,2 Volt beträgt, 2550 bzw. 2950 Å entsprechend, würde man von dieser Wellenlänge ab eine kontinuierliche Absorption erwarten. Wir fügten über ein 40 mm weites Absorptionsrohr aus Pyrexglas mit verschmolzenen Quartfenstern, worin der absorbierende Lichtweg 90 cm betrug. Dieses Rohr wurde mit 5 mm Neon, später mit 5 mm Argon gefüllt. Man berechnet aus Versuchen von DORGELO [Amst. Versl. 35, 1009 (1925)] für diesen Druck bei der genannten Rohrweite eine maximale Ausbeute an metastabilen Atomen. Nach LADENBURG [Z. Physik 48, 61 (1928)] steigt die Anzahl dieser Atome zuerst proportional der Stromdichte an, erreicht aber bald einen Sättigungswert, und zwar bei einer Stromdichte von etwa 100 mA/qcm. Die Anzahl der metastabilen Neonatome hat bei LADENBURG bei 10 mm Rohrweite im günstigsten Falle etwa 10^{13} pro Kubikzentimeter betragen. Man darf erwarten, in einem weiten Rohr bei geeignetem Druck noch etwas weiter zu kommen. Aus den Berechnungen von SUGIURA für H und Messungen von TRUMPY an Na [Z. Physik 47, 804 (1928)] errechnet man bei einer Teilchenzahl von 10^{14} pro Kubikzentimeter einen Absorptionskoeffizienten von der Größenordnung 10^{-3} am Anfang des Grenzkontinuums. Daraus folgt eine Abnahme der Intensität mit 10% auf einem 100 cm langem Lichtweg. Einige Beobachtungen von DORGELO über kontinuierliche Absorption in Argon und Xenon [Physica 7, 343 (1927)] sind mit dieser Abschätzung nicht in Widerspruch.

Der Versuch wurde nun so angestellt, daß das Licht einer Wolframspirale von 3400°K (3500° Farbtemperatur), die in einer Quarzglocke eingeschmolzen war, durch das Rohr gesandt und das Spektrum einmal bei dunklem Absorptionsrohr, einmal bei einem Strom von 2 Amp. in diesem Rohr photographiert wurde. Es war keine Spur von Absorption in dem angegebenen Teile des Spektrums zu beobachten, weder bei Neon, noch bei Argon. Andererseits zeigten die 2s bis 2p-Linien kräftige Absorption schon bei etwa 50 mA.

Durch diese Beobachtung sind wir imstande, für gewisse Prozesse eine obere Grenze anzugeben. Man kann z. B. fragen, wieviel metastabile Atome in einem Entladungsrohr von der genannten Größe durch die kurzwellige Resonanzstrahlung des Gases ionisiert werden. Da in unserem Falle der Absorptionskoeffizient offenbar kleiner als 10^{-4} war, wird im Rohr höchstens

¹ Anleitung zu diesem Versuch war eine Korrespondenz mit Herrn W. UYTERHOEVEN, Fellow R.C.B. Pasadena Calif. und eine Hypothese der Herren K. T. COMPTON und W. MORSE, Princeton N. J., zur Erklärung gewisser Details bei Sondenentladungen.

eine Fraktion von dieser Größenordnung der im Rohr verbrauchten Energie auf diesen Prozeß angewandt. Da weiter die Wellenlänge der kurzwelligen Resonanzstrahlen (etwa 1000 \AA in Ar, 700 \AA in Ne) weit von der Absorptionsgrenze abliegt, dürfen wir die genannte Fraktion noch wohl um zwei Zehner Potenzen herabsetzen. Das gibt bei einem Verbrauch von 100 W im Rohr $10^{-6} \times 100 = 10^{-4}$ Watt oder pro Quadratcentimeter der Wand 10^{-7} Watt. Rechnet man diese Größe in einem Elektronenstrom um, indem man durch die Resonanzspannung von etwa 10 V (11,5 Ar, 15,5 Ne) teilt, so bekommt man 10^{-8} Amp. oder $10^{-2} \mu\text{A}$.

Eindhoven, Naturkundig Laboratorium der N. V. PHILIPS Gloeilampenfabrieken, November 1928.
W. DE GROOT.

Über die Verwendung von Jod-Eisen als Chlorüberträger.

Die Verwendung von Jod, Eisen, Antimonpentachlorid, Phosphorpentachlorid und anderer Substanzen als Chlorüberträger bei Chlorierungen ist bekannt, und geht aus der Literatur hervor. Beim Studium verschiedener Chlorierungen, besonders von Benzolderivaten, wurde die Beobachtung gemacht, daß Jod in Kombination mit Eisen einen außerordentlich aktiven Katalyten gibt, welcher die bisher bekannten weit übertrifft. Es wurde gefunden, daß bei der Verwendung von 1% Eisen (in beliebiger Form) und 0,1% Jod alle Chlorierungen schon bei niedriger Temperatur vor sich gehen, auch solche, die sonst nur langsam und unter Zufuhr von Wärme stattfinden. Zum Beispiel werden p-Nitro-Chlorbenzol, o-Nitrotoluol, p-Nitrotoluol, Nitrobenzol, Paraffin usw. bei einer Temperatur von nur 40 bis 50° unter starker Erwärmung glatt chloriert. Man muß vorteilhaft während der ganzen Chlorierung kühlen, weil sonst die Temperatur zu hoch steigt.

Die erhältlichen Chlorerivate sind reiner als jene, die bei der Chlorierung mit Eisen oder einem andern Katalyten allein erhalten werden. Andere Kombinationen, die versucht wurden, wie Jod-Nickel, Jod-Cobalt, Jod-Antimon, Jod-Wismuth, Jod-Zinn, Jod-Phosphor, Jod-Zink u. a. m., geben kein günstiges Ergebnis. Der Katalyt geht in allen Fällen rasch mit tiefbrauner Farbe in Lösung, und kein Jod wird mit der entweichenden Salzsäure mit fortgerissen.

Die gesteigerte Wirkung eines heterogenen Katalyten erinnert etwas an die unerwartete Wirksamkeit der Mischkatalyten, wie sie von der Badischen Anilin und Sodafabrik auf andern Gebieten beobachtet wurde.

Die genaueren Arbeitsmethoden bei diesen Chlorierungen werden in den Helvetica Chimica Acta veröffentlicht werden.

Zürich, Chemisch-technisches Laboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule, im November 1928.

H. E. FIERZ-DAVID.

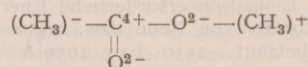
Mitteilung über Molekularrefraktion und unpolare Bindung.

Bei der Berechnung der Molekularrefraktion aus den Konstanten der Atome, den sog. Atomrefraktionen, traten bisher eine Reihe von Anomalien auf. So mußten dem Stickstoff in der Reihe der primären, sekundären und tertiären Amine drei verschiedene Atomrefraktionen zugeteilt werden. Bei vielen anderen Molekülen waren die Abweichungen zwischen der beobachteten und der berechneten Molekularrefraktion so beträchtlich, daß man sie ohne eine physikalische Deutung als Exaltationen bzw. Depressionen verzeichnen mußte.

Jedoch war bisher der Umstand noch nicht berücksichtigt, daß man auch in unipolar gebundenen Molekülen von einem positiveren und einem negativeren Partner sprechen kann. Es scheint daher möglich, etwa den Radikalen CH_3 , C_2H_5 usw. bei der Berechnung der Molekularrefraktionen zwei verschiedene Refraktionsäquivalente R^+ und R^- an Stelle des bisher benutzten Mittelwertes zuzuweisen, je nachdem, ob sie in den betrachteten Molekül als positiver oder als negativer Partner auftreten. Tut man das, so ergibt sich, daß die erwähnten Anomalien in den bisher nachgerechneten Fällen fortfallen; die Exaltationen und Depressionen verschwinden, die Molekularrefraktion der Amine kann mit nur einer Konstanten für N dargestellt werden usw. Auch die Übereinstimmung zwischen berechneter und beobachteter Molekularrefraktion einfacher Körper (Alkohole, Ester u. a.) wird verbessert. Da gleichzeitig eine Reihe von Spezialwerten der Atomrefraktionen fortfallen, bedeutet die Einführung der Werte R^+ und R^- an Stelle des Mittelwertes eine Verminderung der Zahl der benutzten Konstanten. Man wird daher darin den Beweis dafür erblicken dürfen, daß die Einführung der neuen Werte R^+ und R^- berechtigt ist.

Umgekehrt wird man aus der Beobachtung der Molekularrefraktion Schlüsse auf den Aufbau der

unpolaren Moleküle ziehen können. Obwohl die Neuberechnung des umfangreichen Materials sich bisher nur auf die einfache Stickstoffbindung und organische Moleküle mit offener Kohlenstoffkette ohne Doppelbindung der C-Atome aneinander erstreckt, kann man kaum daran zweifeln, daß hierdurch grundsätzlich die Möglichkeit gegeben ist, die verschiedenen Funktionen der Partner unipolarer Moleküle durch ein meßbares physikalisches Kennzeichen festzustellen. Ein Vorzug dieser Methode kann auch darin erblickt werden, daß die Refraktionsmessungen am ungestörten Molekül vor sich gehen. Es ergeben sich im allgemeinen die Strukturformeln, die von der Chemie zur Erklärung der chemischen Prozesse aufgestellt wurden. Z. B. wäre die Strukturformel des Essigsäuremethylesters, wie zu erwarten, als



zu schreiben, wenn die Vorzeichen wieder funktionelle Unterschiede in unipolarer Bindung andeuten sollen. Die ausführliche Veröffentlichung erfolgt demnächst in der Z. Physik.

Breslau, den 5. Dezember 1928.

R. SAMUEL.

Besprechungen.

WILLSTÄTTER, RICHARD, **Untersuchungen über Enzyme**. In 2 Bänden. 1. Band XVI, 860 S. 2. Band XI, 861 S. Berlin: Julius Springer 1928. 20 × 28 cm. Preis für beide Bände RM 124.—, geb. RM 138.—.

Die Arbeiten meines Laboratoriums über Chlorophyll, die seine Isolierung, die Grundlinien der Zusammensetzung und die ersten Umwandlungen betrafen, waren zu einem vorläufigen Abschluß gediehen. Daran hatten sich Versuche über den Blutfarbstoff angeschlossen, die seinen Abbau zur Stammsubstanz Ätioporphyrin erzielten, als der Krieg ausbrach und alle größeren wissenschaftlichen Unternehmungen lahmlegte. Noch tiefer schnitt die Katastrophe in meine Untersuchung der Anthocyane ein. In kurzer Arbeit war die Vielfältigkeit der Blüten- und Fruchtfarben auf drei einander nahe verwandte Oxoniumsalze Pelargonidin, Cyanidin und Delphinidin zurückgeführt, und eines von ihnen war soeben synthetisch erhalten worden. Die Ernte farbstoffreicher Blüten auf meinem Versuchsfelde konnte nicht mehr verarbeitet, kaum hereingebracht werden. Die geschulten und vertrauten Mitarbeiter aus aller Herren Länder waren zu ihren Fahnen geeilt und standen an den Fronten einander gegenüber. So ist die Anthocyanarbeit ein Torso geblieben. Das Einschrumpfen der wissenschaftlichen Tätigkeit gab Herrn ARTHUR STOLL und mir die Muße zu einer pflanzenphysiologischen Studie, die wir als „Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure“ im letzten Kriegsjahre veröffentlichten. Während des Krieges vertauschte ich das verödete Forschungslaboratorium von Berlin-Dahlem mit der Professur meines Lehrers BAEYER an der Universität München. Als es dann galt, einer neuen Schule Aufgaben zu stellen, da lag es nahe, auf die zu früh verlassenen Arbeitsgebiete zurückzugreifen. Äußere Schwierigkeiten standen allerdings im Wege, der gebotene Verzicht auf kostbares Material und auf große Mengen organischer Lösungsmittel ließ die Themen der Vorkriegsjahre nicht als zeitgemäß erscheinen. Ausschlaggebend waren aber diese Bedenken nicht.

Lassen wir unsere Arbeitsgebiete im Stich, ehe die Fragen gelöst sind, die für unsere Zeit lösbar erscheinen, so droht uns rasches Überholtwerden und Veralten. Das ist sogar, was wir anstreben; wir wünschen, daß jüngere Fachgenossen unser Werk fortsetzen und verbessern. Und es scheint mir nicht schwer, zu ertragen, daß in der Naturforschung jede unvollendete Arbeit fehlerhaft ist und berichtigt werden muß. Wenn so bedeutende Meister in der organischen Synthese wie mein englischer Kollege, Herr R. ROBINSON, auf dem Gebiete der Anthocyane und Herr H. FISCHER in München auf dem Gebiete der Porphyrine die Arbeit fortsetzen, besser als es einem anderen möglich wäre, so empfinde ich es als ein Glück, das Ausreifen alter Saaten mitzuerleben.

Für das Verlassen der früheren Arbeitsaufgaben, die ich damals freilich hoffte, nach einer Pause wieder angreifen zu dürfen, war ausschlaggebend der Drang, den Bereich und die Methodik der organischen Chemie zu erweitern, in dunkle Gebiete und angrenzende fremde Disziplinen Pfade zu schlagen, unabhängig von praktischen Rücksichten und von der Meinung anderer. Wie schon oft, so durfte ich wieder wagen, nur zu meiner Freude zu arbeiten, ohne Gedanken an Erfolg. Die Wegstrecke eines Menschenlebens ist so kurz; verlockender als die systematische Arbeit schien mir die Möglichkeit, neuartige Probleme in Angriff zu nehmen, auf neuen Wegen den Schülern Lebensaufgaben zu stellen.

Die vorliegende Sammlung von „Untersuchungen über Enzyme“ mag Art und Weise der Arbeit in einem deutschen Hochschulinstitut veranschaulichen, das Zusammenwirken des Lehrers mit den Schülern, das Heranreifen der Schüler zur Selbständigkeit und zu führenden Leistungen. Kaum eine dieser experimentellen Arbeiten ist von mir selbst ausgeführt worden. Sie müßten sonst schlechter sein, denn ich hatte nicht leicht eine Stunde Zeit, um ruhig bei einer Arbeit zu bleiben. Die tastenden und spröden Anfänge, unsere ersten Arbeiten über Peroxydase, über Ricinuslipase, über Saccharase, über Maltase, über Pankreasenzyme

entstanden zum großen Teil in jener Zeit der Zerrüttung und des Umsturzes und der Inflation. Ein Laboratoriumsneubau war zur nämlichen Zeit zu errichten, das alte Institut umzubauen und neu einzurichten. In die akademischen Ferien waren Zwischensemester eingelegt, nichtsdestoweniger mußten die Experimentalvorlesungen doppelt gelesen werden, die Zahl der Examina und die Verwaltungstätigkeit war übergroß, die Sorge des Laboratoriumsvorstands um seine große Familie von Studierenden — wie viele haben gehungert? — war fast überwältigend. Und doch, wenn sich die großen Arbeitssäle nach 6 Uhr abends leerten, wie war dann die Muße und die Lebendigkeit der Zusammenarbeit in den Privatlaboratorien köstlich, bis zum späten Abend oder um die Mitternachtstunde. Wenn die in diesem Buche niedergelegte Arbeit unsere Kenntnis von den Enzymen verbessert, so ist dies nur der Zuverlässigkeit und der Hingabe meiner jungen Mitarbeiter, dem Idealismus unserer akademischen Jugend zu verdanken.

Die Niederschrift und Ausarbeitung der Abhandlungen, die Arbeit der Ferien, habe ich in der Regel gemeinsam mit meinen Mitarbeitern besorgt. Dadurch dürfte die Art und Weise der schriftlichen Verarbeitung unserer Beobachtungen in meiner Schule eine gewisse Gleichmäßigkeit gewonnen haben.

Die Untersuchungen über Enzyme knüpften an die Entdeckung der Chlorophyllase an, durch die ich im Jahre 1910, also in meiner Züricher Zeit, gemeinsam mit Herrn A. STOLL die merkwürdige Bildung des kristallisierten Chlorophylls klarzulegen vermochte. Schon damals unternahm ich mit Herrn A. MADINAVEITIA am Beispiel der Katalase Versuche, den Reinheitsgrad eines Enzyms durch Adsorption zu steigern. Unmittelbarer knüpfte die Untersuchung an Unterhaltungen an mit meinem Nachbarn in Dahlem, meinem Freunde FRITZ HABER, in denen wir uns nicht über die Frage einigen konnten, ob die Träger der Fermentreaktionen spezifische organische Verbindungen von rätselhafter Struktur oder beliebige altbekannte Stoffe in besonderen Dispersitätszuständen seien. Es stand freilich nicht zu hoffen, daß die Arbeit bis zu Konstitutionsermittlungen vordringen könnte. Zu sehr geht mit zunehmender Reinheit abnehmende Beständigkeit Hand in Hand. Vorangehen mußten Ermittlungen ausschließender Art. Sie erwiesen, daß Beimischungen aus bekannten Stoffklassen für die spezifischen Reaktionen der Enzyme belanglos sind.

Der Inhalt des Buches besteht in Beobachtungen über die Freilegung von Enzymen aus der Zelle z. B. eines Pilzes, in Methoden für die Bestimmung und die Isolierung der Enzyme, für die Steigerung der enzymatischen Konzentrationen, namentlich durch Verfahren der Adsorption, und in Ergebnissen über die Spezifität der Enzyme, im besonderen der Carbohydrasen, der Proteasen und Lipasen. Die Adsorptionsmethodik ist so weit entwickelt worden, daß quantitative Trennungen von einander nahestehenden Enzymen sowie von Enzymen und Aktivatoren oder Hemmungskörpern gelingen. Um gute Mittel für die Adsorptionen zu schaffen, nahm ich gemeinsam mit Herrn H. KRAUT Untersuchungen über die Natur von Metallhydroxyden und anderen Hydrogelen in Angriff. Hier tauchte Neuland der anorganischen Chemie auf, ein noch wenig anerkanntes, wenig verstandenes Gebiet leicht veränderlicher Hydroxylverbindungen von bestimmten chemischen Konstitutionen. Die letzte Beobachtung auf diesem Wege, die Herrn H. KRAUT und Herrn K. LOBINGER gemeinsam mit mir glückte, ist die Bildung molekular gelöster Kieselsäure, die einen sehr hohen Gehalt von Monokieselsäure aufweist.

Indem man die Enzyme besser beschreibt und sie in homogenem Zustand und in höheren Reinheitsgraden zugänglich macht, wird der physikalischen Chemie für die Forschungen über Katalyse und über Adsorption geeigneteres Material dargeboten, und es werden für die Zwecke der Physiologie und der organischen Chemie feinere Werkzeuge verfügbar gemacht. Ihre Anwendungen in den Arbeiten des Herrn R. KUHN über die Konstitution verschiedener Oligosaccharide und über die Konfiguration von Stärke, in den Untersuchungen des Herrn E. WALDSCHMIDT-LEITZ über die Struktur der Proteine zeigen, wie die Erforschung der komplizierteren Naturprodukte von der Anwendung dieser feinsten und leistungsfähigsten Reagenzien abhängt. Dieses Ziel hatte ich vor neun Jahren mit den Worten angedeutet: „Wir müssen uns mehr und mehr mit unserer Methodik den Bedingungen der lebenden Zelle nähern, wovon wir noch sehr weit entfernt sind. Unsere Mittel sind zumeist plump, mehr den Kräften der anorganischen als der organischen Welt gemäß. Für die folgenden Jahrzehnte bietet sich die große Aufgabe, die Pflanze nachzuahmen: bei gewöhnlichen Temperaturen, in wäßrigen Medien, mit gelinden Mitteln, mit den reaktionsfähigsten Atomgruppen und den feinsten katalytischen Helfern.“

Der größte Teil der vorliegenden Untersuchungen stammt aus den Jahren 1919—1925. Als ich vor drei Jahren von meiner Professur zurücktrat, hatte ich das Glück, meine selbständig gewordenen Schüler das Werk fortsetzen zu sehen, die Herren E. WALDSCHMIDT-LEITZ, R. KUHN, H. KRAUT, W. GRASSMANN, zu denen noch mein letzter Assistent, Herr E. BAMANN, jetzt ebenfalls selbständig arbeitend, hinzukommt.

Mit der freundlichen Erlaubnis meiner Schüler habe ich aufgenommen von den Arbeiten des Herrn E. WALDSCHMIDT-LEITZ acht von seinen ersten Untersuchungen über die Spezifität tierischer Proteasen, von Herrn R. KUHN hauptsächlich die ersten Arbeiten über Spezifität der Carbohydrasen, von Herrn H. KRAUT die Untersuchungen über Enzymadsorption, über Leberesterase, über Papain, über Hefegummi, und von Herrn W. GRASSMANN die Fortsetzung und den Abschluß unserer gemeinsamen Studien über die Proteasen der Hefe. Die einzige Schwierigkeit war für mich, die Trennungslinie zu ziehen zwischen den im Zusammenhang mit den gemeinsamen Anfängen unentbehrlichen Arbeiten und den in vollkommener Selbständigkeit geschaffenen späteren Arbeiten meiner Schüler. Die Untersuchungen des Herrn WALDSCHMIDT-LEITZ, jetzt Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag, über enzymatische Proteolyse und zur Struktur der Proteine (1925—1928) und seine gemeinsam mit Herrn W. GRASSMANN unternommenen Untersuchungen über die Spezifität der Peptidasen (1926—1928) sind nicht mehr aufgenommen. Auch sind nicht mehr aufgenommen die Arbeiten des Herrn R. KUHN, jetzt Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, über die Konfiguration der Stärke und die verschiedenen Wirkungsweisen der Amylasen (1924), über die Konstitution der Melezitose und Turanose, über Gluco- und Fructosaccharase (mit H. MÜNCH, 1925 und 1926), über Keto- und Aldehydmutasen (mit R. HECKSCHER, 1926), über die Abhängigkeit der katalytischen und peroxydatischen Wirkung des Eisens von seiner Bindungsweise (1926—1928). So gern diese Forscher mir die Aufnahme ihrer letzten Arbeiten erlaubt hätten, ich durfte nicht so weit gehen, daß die Selbständigkeit ihrer Leistungen beeinträchtigt erscheinen könnte.

Die Sammlung unserer Arbeiten hat den Zweck,

der weiteren Erforschung der Enzyme zu dienen. Die Abhandlungen sind in zehn Abschnitte geordnet und stehen in diesem zumeist in chronologischer Folge. Die meisten der gesammelten Abhandlungen sind schon veröffentlicht, eine kleine Anzahl aber soll nur an dieser Stelle veröffentlicht werden, und einige andere erscheinen hier zum ersten Male. Der Abdruck geschieht fast ohne Änderungen. Nur Druckfehler und Schreibversehen sind berichtigt; wo immer sie erheblich sind, machen Fußnoten darauf aufmerksam. Häufig wurden für den Abdruck die Originalmanuskripte herangezogen. An manchen Stellen, wo in den Zeitschriften abweichend von meiner Absicht Kleindruck vorgenommen worden, war die Schreibweise der Manuskripte für den Abdruck maßgebend. Alle nachträglich eingesetzten Fußnoten sind durch Kursivschrift kenntlich gemacht. Um Zitieren zu erleichtern, wird die Paginierung der Originalabhandlungen wiedergegeben.

Meinen zahlreichen Mitarbeitern, vor allem denen, die ihre selbständigen Arbeiten beigegeben, drücke ich meinen herzlichen Dank aus. Auch der Verlagsbuchhandlung Julius Springer bin ich zu Dank verpflichtet. Die Leistung des Verlegers weiß ich erst recht zu schätzen, seit ich erfuhr, daß es in den Vereinigten Staaten den Herren F. M. SCHERTZ und A. R. MERZ vom U. S. Department of Agriculture für die englische Übersetzung des verhältnismäßig kleinen Buches von A. STOLL und mir „Untersuchungen über Chlorophyll“ unmöglich war, einen Verleger zu finden. Daher bin ich der Verlagsbuchhandlung, namentlich Herrn Dr. h. c. FERDINAND SPRINGER, für die Opferwilligkeit und Fürsorge, mit der die Drucklegung gefördert wurde, aufrichtig dankbar. Vorwort.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. WIEN und F. HARMS. Band 23, 1. Teil: Phosphoreszenz und Fluoreszenz von P. LENARD, FERD. SCHMIDT und R. TOMASCHEK. 162 Abb. Preis geh. RM 69.—, geb. RM 71.—. Band 23, 2. Teil: Fluoreszenz und Phosphoreszenz von P. LENARD, FERD. SCHMIDT und R. TOMASCHEK. 52 Abb. Lichtelektrische Wirkung von P. LENARD und A. BECKER. 200 Abb. Preis geh. RM 70.—, geb. RM 72.—. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1928. 1544 S. 18 × 25 cm.

Mit diesem Doppelband ist, nachdem schon im vergangenen Jahr der Beitrag über Kathodenstrahlen erschienen ist, der weitaus größte Teil von LENARDS wissenschaftlichem Lebenswerk in wahrhaft monumentaler Form und in seiner eigenen Darstellung in das Handbuch der Experimentalphysik aufgenommen worden. Natürlich ist das nicht so zu verstehen, als bildeten ausschließlich LENARDS eigene Arbeiten den Inhalt der beiden Bände, aber immerhin haben diese so viel zur Begründung und Entwicklung unserer heutigen Kenntnisse von den Lumineszenzerscheinungen und vom Photoeffekt beigetragen, daß sie in den Mittelpunkt der ganzen Darstellung gestellt werden und gleichzeitig auch die Gesichtspunkte liefern konnten, unter denen alles andere betrachtet wird. Und wenn andererseits LENARD auch nicht als einziger Autor auf dem Titelblatt figuriert, vielmehr neben seinem die Namen von drei seiner erfolgreichsten Schüler genannt werden und es für den aufmerksamen Leser nicht schwer fällt, manche Kapitel mit ziemlicher Sicherheit diesen jüngeren Mitarbeitern zuzuschreiben (in dem Artikel über lichtelektrische Wirkung sind von im ganzen sechs Kapiteln vier ausdrücklich bezeichnet als „von A. BECKER bearbeitet“), so ist doch auch dort noch unverkennbar, wie stark des Meisters Auffassung in allem maßgebend war und wie an mancher Stelle,

an der eine etwas abweichende Meinung zur Geltung kommen könnte, sie durch einen Nachsatz oder ein einschränkendes Beiwort sofort wieder in Frage gezogen wird. Die LENARDSche, alles beherrschende Einstellung läßt sich am besten durch seine eigenen Worte charakterisieren (S. 854), daß „weniger Hypothesen gegeben werden sollen als vielmehr Schlüsse aus bestimmten quantitativen Erfahrungen“. Dabei werden aber meist nur solche „Schlüsse“ als wirklich begründet anerkannt, die auf Grund eigener Erfahrungen von LENARD selbst gezogen werden, auch wenn sie im Widerspruch mit der Meinung der großen Majorität unter den lebenden Physikern stehen, während umgekehrt Anschauungen, die immerhin auch nicht ohne reichliche experimentelle Grundlagen bei eben dieser Mehrzahl heute als herrschend gelten können, in das Reich spekulativer Hypothesen verwiesen, als für einen ernsthaften Mann etwas verächtliche Modeströmungen abgetan werden. Wenn daher LENARD in einer kurzen einführenden Vorbemerkung zum ersten Teil vermutet, daß „nicht schon mit dem Gegenstand beschäftigt gewesene gründliche Leser“ hier viel mehr zu finden erstaunt sein werden, als aus bisherigen zusammenfassenden Darstellungen zu erkennen ist, so werden umgekehrt Leser, denen das Gebiet vertraut ist, zu ihrer Verwunderung vieles vermissen, was im allgemeinen für gut begründet gilt und so zum mindesten einer ernsthaften Diskussion würdig wäre. Die folgende Besprechung der beiden großen Artikel, die in Anbetracht ihrer Bedeutung etwas ausführlicher gehalten wurde, als es sonst wohl in diesen Blättern üblich ist, wird das näher erläutern.

Phosphoreszenz und Fluoreszenz. Die Spezialisten der Phosphoreszenzforschung werden das Erscheinen dieser Monographie mit Freude begrüßen: sie finden darin ein ungeheures Material an Zahlen, Präparationsvorschriften, genau beschriebenen Versuchsanordnungen, das man sonst nur mühselig aus einer großen Menge häufig nicht ganz leicht zugänglicher Einzelpublikationen zusammensuchen muß. Freilich gibt es solcher Spezialisten wohl kaum mehr als ein Dutzend auf der Welt außerhalb der engsten LENARDSchen Schule, und die übrigen Käufer des Handbuchs werden kaum zugeben, daß ihre eigenen Sondergebiete weniger wichtig wären. Wenn aber für weit über 50 Phosphore, für jeden einzelnen, die genauen Herstellungsbedingungen beschrieben, jede jemals beobachtete Emissionsbande mit ihren Temperatureigenschaften und Anregungsverteilungen angegeben, für die mit seltenen Erden aktivierten Phosphore ganze Seiten bedeckende Wellenlängentabellen mitgeteilt werden, nicht in Auswahl, sondern auch wieder alle überhaupt gemachten Beobachtungen umfassend — welchen Umfang müßte ein Handbuch der Experimentalphysik annehmen, wenn alle andern Autoren ihrer persönlichsten Vorliebe in gleichem Maße nachgehen wollten? Es müßten nicht nur LANDOLT-BÖRNSTEIN, PASCHEN-GÖTZE und was sonst noch an Tabellenwerken existiert, vollständig aufgenommen werden, und zwar in viel weniger knapper Form, als es eben in reinen Tabellenwerken möglich ist, sondern selbst deren Inhalt wäre noch auf ein Mehrfaches zu erweitern. Das, was LENARD an den bisherigen zusammenfassenden Darstellungen der Lumineszenzerscheinungen tadelt: daß sie die üblich gewordenen theoretischen Auffassungen durch einige Beispielfälle zu erläutern sich begnügen, ist wohl eben doch die richtigere, wenn nicht die einzig mögliche Art, eine für die Allgemeinheit bestimmte Monographie oder gar erst einen Handbuchartikel zu schreiben, wenn der Autor nur nicht allzu „einseitig schematisiert“ und seine Beispiele mit Geschick und Feingefühl aus-

wählt. Daß übrigens selbst bei der hier angestrebten äußersten Vollständigkeit es dem wirklich gewissenhaften Arbeiter auf seinem Forschungsgebiet nicht erspart bleibt, gelegentlich auf die Originalarbeiten zurückzugreifen, beweist unter anderem das auf S. 441 beschriebene Spektrum des Spinells, in dem gerade die Hauptbanden im Rot weggelassen wurden, ein bei der übergroßen Fülle des mitgeteilten Materials wohl verständliches, unter Umständen aber für den „nicht selbst schon mit dem Gegenstand beschäftigt gewesenen Leser“ recht peinliches Versehen.

Zudem beschränkt sich zwar die große Ausführlichkeit der Angaben nicht auf die eigenen Forschungsergebnisse LENARDS und seiner Schule — die bereits erwähnten Tabellen über Phosphoreszenzbanden seltener Erden sind größtenteils URBAINSCHEN Publikationen entnommen, die Angaben über den Spinell und andere Halbedelsteine stammen vielfach schon von BECQUEREL, BOISBANDRAN und CROOKES usw. Aber doch wird das Mitgeteilte desto spärlicher, je weiter man sich von LENARDS speziellem Arbeitsgebiet entfernt: so wird z. B. über die Lumineszenzspektra der Uransalze noch immer eine außerordentlich reichhaltige Auswahl von Daten geboten, sicher mindestens so viel, als man normalerweise in einem Handbuch der Gesamtphysik zu suchen berechtigt ist, doch immerhin — wenn man etwa die Spezialmonographie von NICHOLS und HOWES zum Vergleich heranzieht — nur eine Auswahl. Viel knapper ist das über die Fluoreszenz organischer Stoffe mitgeteilte Material, und ganz unverhältnismäßig schlecht kommt, in Anbetracht der großen Zahl aus neuerer Zeit vorliegenden Veröffentlichungen, die Fluoreszenz von Dämpfen und Gasen weg. Es liegt dies nicht nur an der persönlichen Vorliebe LENARDS für das von ihm selbst bearbeitete Teilgebiet, sondern in höherem Grade noch an seiner prinzipiellen Einstellung, derzufolge die Mehrzahl der in Frage stehenden Veröffentlichungen den Mangel zeigen, „das Ziel von Beobachtungen vor allem in der Bestätigung vorgefaßter ‚Theorie‘ (Hypothese) zu sehen“. Während daher jede Beobachtung, die sich in die LENARDSsche Zentren-theorie der Phosphoreszenz einfügen läßt, ausführlich besprochen wird, wird z. B. nur beiläufig bemerkt, die Ähnlichkeit der Resonanzspektra mit dem Aufbau der auf Molekülrotation zurückgeführten ultraroten Spektren lasse auch hier als Ursache dieses Aufbaus Rotationen und intramolekulare Schwingungen der Moleküle erwarten, ohne daß aber schon eine genauere Zuordnung der auftretenden Spektren zu den entsprechenden Bewegungen im Molekül durchgeführt wäre, während in Wahrheit gerade hier die neuere Bandentheorie derart bis ins einzelne exakte Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung zutage gefördert hat, daß, wenn irgendwo, diese Zuordnung als „zweifelsfrei“ bezeichnet werden dürfte; die Bedeutung metastabiler Zustände für die ganzen Lumineszenzprozesse wird beim Quecksilberdampf überhaupt nicht erwähnt, beim Helium mit einem kurzen, höchstens für den Eingeweihten bedeutungsvollen Satz gestreift; über die Auslöschung der Resonanzstrahlung durch Zusammenstöße mit Fremdmolekülen, so wichtig für das Verständnis des ganzen Anregungsmechanismus, findet man fünf Zeilen (S. 912), die bei aller Kürze ein ganz unrichtiges Bild vom wahren Sachverhalt geben. Daß dann, während sonst überall schärfste Kritik angewandt wird, auch wo sie vielleicht nicht ganz berechtigt sein möchte, gerade die sog. Fluoreszenzbanden des Luftsauerstoffs ohne jede Einschränkung relativ ausführlich besprochen werden, deren Nachweis nach neueren Beobachtungen mit größter Wahr-

lichkeit auf einem Irrtum beruhte, zeigt, wie manche andere ungenaue oder selbst fehlerhafte Angabe dieses Abschnittes, daß für das ganze Gebiet bei den Verfassern nicht allzuviel Interesse bestand.

Für eine wissenschaftlich-kritische Auseinandersetzung mit der LENARDSschen Zentren-theorie der Phosphoreszenz ist hier natürlich nicht der Platz; ihr größtes Verdienst ist sicher, daß durch sie zum erstenmal — und zwar gerade auf Grund der Beobachtung an den von LENARD untersuchten, mit Schwermetallen aktivierten Erdalkalisulfiden — die These aufgestellt wurde, Lichtabsorption sei mit Abtrennung eines Elektrons aus seiner Gleichgewichtslage, Lichtemission mit seiner Rückkehr genetisch verknüpft. Diese These, deren Bedeutung gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann, so selbstverständlich sie uns heute schon vorkommen mag, ist aber trotz ihres historischen Ursprungs gegenwärtig nicht mehr an jene besondere Theorie der Phosphoreszenz gebunden, alle Lichtabsorptions- und Emissionsprozesse werden mit ihrer Hilfe gedeutet. Die ganzen übrigen Hypothesen dagegen, die den Inhalt der eigentlichen Zentren-theorie bilden, beziehen sich — auch wenn man ihre Berechtigung gar nicht in Frage stellen will — auf einen ganz außerordentlich unübersichtlichen, spezialisierten und komplizierten Fall, in dem eine Wechselwirkung zwischen „Gattungsatomen“, Metallatomen“, „Grundmaterial“ und „schmelzbarem Zusatz“, eine Existenz von Momentan- und Dauerzentren, großen und kleinen Zentren usw. zu berücksichtigen ist, und der keinesfalls als Grundlage für die Diskussion aller anderen Lumineszenzvorgänge geeignet erscheint: der Übergang vom Komplizierteren zum Einfacheren ergibt nur schwerlich eine glückliche Disposition. noch weniger der Versuch, vermöge einer nicht von Gewaltigkeit freien Terminologie Gegenstände unter einer gemeinsamen Überschrift zu behandeln, die kaum etwas Gemeinsames besitzen: so werden die sog. Borsäurephosphore sowie andere feste Lösungen von organischen Verbindungen, nur weil sie eben auch nachleuchten, in eine Reihe mit den anorganischen Phosphoren gestellt und auf sie die ganzen für jene ausgebildeten Bezeichnungen angewandt, obwohl sie sicher mit den leuchtfähigen aromatischen Stoffen im Dampfzustand oder in flüssigen Lösungen in weit engerem Zusammenhang stehen; noch viel weniger sollte das Nachleuchten des Hg-Dampfes von der Resonanz- und Bandenfluoreszenz des Quecksilbers getrennt werden, findet aber hier gleichwohl im Kapitel über Eigenschaften von Phosphoren eine freilich nur recht dürftige Behandlung.

Das Mißverhältnis in der Einteilung des Stoffes zeigt sich schon in den räumlichen Verhältnissen; die Phosphoreszenz nimmt beinahe 900 Seiten ein, in zwölf Kapiteln, deren Überschriften lauten: I. Ältere Kenntnisse (bis 1889); Überblick des Erscheinungsbereiches (S. 1—7). II. Allgemeines über reine Erdalkali-phosphore (S. 7—102). III. Abklingen und Lichtsummen (103—194). IV. Lichtelektrische Wirkung bei Phosphoren; Eindringen zum Verständnis der Vorgänge (194—279). V. Eingehende Untersuchung der Dauererregungsverteilung der Phosphore (S. 280—313). VI. Herstellung und Eigenschaften der phosphoreszierenden Stoffe im einzelnen (S. 313—604). VII. Allgemeine Ergebnisse an Schmalbanden- und Linienphosphoren (S. 605—626). VIII. Zerstörung der Leuchtfähigkeit durch Druck und durch Licht (S. 627—665). IX. Absolute Messung der Energieaufspeicherung bei Phosphoren (S. 666—683). X. Lichtabsorption und Energieverhältnisse bei den Phosphoren (S. 684—741). XI. Die Ausleuchtung und Tilgung der Phosphore

(S. 745—853). XII. Über die molekularen Eigenschaften der Phosphoreszenzzentren und Fluoreszenzzentren (S. 854—896). Darauf folgt in einem einzigen Kapitel XIII auf 78 Seiten zusammengedrängt die Fluoreszenz (S. 897—975): Linienresonanz und Resonanzspektrum von Gasen, Bandenfluoreszenz von Gasen und Dämpfen, von reinen Flüssigkeiten und festen Stoffen, von flüssigen Lösungen. Schlaglichtartig wird dasselbe Mißverhältnis durch eine weitere Zahlenangabe beleuchtet: im Namenverzeichnis am Schluß des Bandes figuriert V. KLATT, der gemeinsam mit LENARD im ganzen zwei Arbeiten über Phosphore veröffentlicht hat (davon die eine sehr ausführliche allerdings in drei Teilen), mit genau doppelt so vielen Verweisungen auf den Text wie R. W. WOOD, von dem ein vollständiges Literaturverzeichnis nahezu fünfzig, zum Teil höchst wichtige Publikationen über Photolumineszenz aufzählt.

An das Kapitel über Fluoreszenz schließt sich noch ein kurzes Kapitel XIV (S. 976—990) über Leuchten beim Zerbrennen und Krystallisieren und über Szintillation an und als letztes das Kapitel XV (S. 991—1038) über Leuchten bei chemischen Umsetzungen und Leuchten von Lebewesen. Bei Besprechung der Chemilumineszenz wird auch wieder prinzipiell jedes Eingehen auf die durch die neueren Theorien quantitativ deutbaren Anregungsprozesse vermieden, immerhin wird doch die Existenz quantenmäßiger Energieübertragung bei Zusammenstoßen als wirklich feststehend angenommen; das mitgeteilte Material ist ziemlich reichhaltig, daß die schönen Ergebnisse von POLANY und seinen Mitarbeitern ganz fehlen und nur die analogen, aber späteren Beobachtungen von TEREIN und LILIAKOW angeführt werden, scheint bedauerlich. Die relativ ausführlichen Angaben über Biolumineszenz, den meisten Physikern in der Originalliteratur wohl nur schwer zugänglich, werden vielen von uns willkommen sein, obwohl auch hier vielleicht (für ein Handbuch der Experimentalphysik!) des Guten etwas zuviel getan sein mag, so etwa in den Vorschriften zur Züchtung von Leuchtbakterien oder zur Herstellung einer Bakterienlampe.

Lichtelektrische Wirkung. Die verschiedenen Einwendungen, die bei Besprechung des Artikels über Phosphoreszenz und Fluoreszenz nicht unterdrückt werden konnten, haben in Beziehung auf diesen zweiten Artikel keine oder doch nur sehr viel geringere Bedeutung, und zwar aus einem zweifachen Grunde: einmal, weil LENARDS Arbeiten über Photoelektrizität sich nicht auf einem zwar interessanten, aber doch etwas abseits liegenden Teilgebiet bewegen, von dem aus nur ausnahmsweise eine so allgemein bedeutende Erkenntnis wie die des Grundphänomens aller Lichtemission gewonnen werden konnte, sondern sich gerade mit den Hauptproblemen selbst beschäftigen und so eine ganze Folge von wichtigsten Tatsachen zutage geschafft haben — in erster Linie die Elektronennatur der Ladungsträger im Photoeffekt, die Proportionalität zwischen Elektronenzahl und Lichtintensität, die Unabhängigkeit der Elektronengeschwindigkeit von der Lichtintensität, ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge der erregenden Lichter u.s.f. Zweitens aber ist, wie z. B. auch GUDDEN kürzlich im Vorwort zu seiner dasselbe Thema behandelnden Monographie betont, der heutige Stand der Theorie noch so weit von einer vollständigen Behandlung der lichtelektrischen Erscheinungen entfernt, daß hier eine wesentlich phänomenologische Darstellung die einzig mögliche ist und in einer Vernachlässigung neuerer theoretischer Deutungen daher keine absichtliche Einseitigkeit gesucht zu werden braucht. Nur an ganz wenigen Stellen, etwa bei der

Besprechung der lichtelektrischen Wirkung an Metalldämpfen, möchte man in dieser Hinsicht etwas mehr wünschen; und auch die Stellen, an denen die Darstellung in ausgesprochenen Gegensatz zu den sonst wohl als richtig geltenden Anschauungen tritt, sind relativ selten: so bei der Frage nach der Existenz der Lichtquanten unabhängig von Absorptions- und Emissionsprozessen (S. 1078), oder auch bei der Deutung des fehlenden Quantenäquivalents im lichtelektrischen Leitvermögen des verfarbten Steinsalzes (S. 1374).

Im übrigen aber wird der gesamte vorliegende Stoff in sechs Kapiteln mit großer Vollständigkeit, aber ohne übertriebene Ausführlichkeit entwickelt. Kapitel I: „Grundlegende Untersuchungen“ (S. 1042—1080) enthält nach einem kurzen Überblick über die Entdeckungsgeschichte Abschnitte über das Entweichen von Elektronen als Grundvorgang des lichtelektrischen Prozesses, über die Untersuchung der Wirkung als durch Licht erzeugter Kathodenstrahlen und über die Energieverhältnisse; in diesem letzten Abschnitt wird die quantenmäßige Energieübertragung als wesentliche Voraussetzung aller folgenden besprochen. Die Hauptteile von Kapitel II: „Lichtelektrische Erscheinungen an metallisch leitenden Oberflächen im Vacuum“ (S. 1081—1309) tragen die Überschriften: A. Ausgestrahlte Menge. B. Elektronengeschwindigkeit. C. Vergleich der lichtelektrischen und glühelektrischen Wirkung. Darauf folgen die kürzeren Kapitel III (S. 1310—1349) über die lichtelektrische Wirkung an Leiteroberflächen im Gasraum, unter besonderer Berücksichtigung der Ermüdungserscheinungen; Kapitel IV (S. 1350—1395): Lichtelektrische Wirkung an nichtmetallischen festen Körpern und Flüssigkeiten einschließlich der „inneren“ lichtelektrischen Leitungseffekte; Kapitel V (S. 1395—1473): Lichtelektrische Wirkung auf Gase, in dem einleitungsweise auch die Nebelbildung und photochemische Wirkung kurz behandelt wird, und das abschließende Kapitel VI (S. 1474—1514) über „Praktische Lichtelektrizität“, das einerseits einiges über die Technik der lichtelektrischen Forschung (die Trennung der lichtelektrischen wirksamen Wellenlängengebiete; Lichtquellen; Konstruktion von Photozellen) bringt, andererseits die technische Anwendungsmöglichkeit des Photoeffektes, in erster Linie die lichtelektrischen Photometer behandelt. Besonders zu erwähnen ist, daß an allen Stellen, die hierfür in Betracht kommen, neben der Wirkung des gewöhnlichen Lichtes auch auf die von „Hochfrequenzstrahlen“ (Röntgen- und γ -Strahlen) eingegangen wird.

Über die Methode der historischen Darstellung, die von LENARD gepflogen wird, kann auch bei Besprechung des Artikels über den Photoeffekt ein entschiedener Widerspruch nicht unterdrückt werden, der nun gleichzeitig dem ersten Teil des Doppelbandes gilt, selbst auf die Gefahr hin, damit Dinge zu wiederholen, die schon an anderer Stelle ausgesprochen werden sein mögen: es handelt sich um das immer wieder hervortretende Bestreben, Entdeckungen oder Überlegungen anderer Forscher neben den eigenen möglichst in den Hintergrund zu schieben, was häufig schon durch geschickte Gruppierung des Stoffes oder durch den Ort, an dem ein Zitat eingefügt wird, gelingt. So wird wohl erwähnt, daß BOISBAUDRANS Arbeiten zwar schon früher zur Entdeckung von der Notwendigkeit der Aktivierung durch Fremdatome für die Leuchtfähigkeit der Phosphore „zu führen schienen“, daß sie aber, weil im Widerspruch mit den gleichzeitigen Arbeiten von VON CROOKES, keine Klärung gebracht hätten, und die Folgerung ist: erst LENARD und KLATT haben das Pro-

blem wirklich gelöst. Es ist wenig wahrscheinlich, daß wenn J. J. THOMSON seinerzeit zum entgegengesetzten Resultat bei der Untersuchung der Elektrizitätsträger im Photoeffekt gelangt wäre wie LENARD und ein paar Jahre später ein dritter die Richtigkeit der LENARDSchen Beobachtung bestätigt hätte, LENARD diesem dritten das Hauptverdienst zuerkennen würde. Wie die Dinge nun aber wirklich liegen, wird THOMSENS Name in diesem Zusammenhang überhaupt nicht erwähnt. Das könnte durch die Anmerkung auf S. 1042 entschuldigt werden, die bezüglich der historischen Entwicklung — offenbar der Kürze halber — unter anderem auf die zusammenfassende Darstellung in dem Buche eines anderen Verfassers verweist. Schlägt man aber die entsprechende Stelle in diesem Buche nach, so wird auch dort wesentlich nur gesagt, daß LENARD am 9. X. 1899 (dies Datum findet man auch im LENARDSchen Artikel selbst) der Wiener Akademie seine grundlegende Arbeit über die lichtelektrische Wirkung vorgelegt, und nur nebenbei in einer etwas langatmigen Anmerkung, daß J. J. THOMSON in einer sehr schönen Arbeit, deren Datierung einige Schwierigkeit zu machen scheint, die aber sicher nicht vor dem 12. Oktober in Nature abgedruckt wurde, wohl die Existenz von Elektronen („Korpuskeln“) bei elektrischen Leitungsvorgängen in verdünnten Gasen wahrscheinlich gemacht habe, dieses aber mit der lichtelektrischen Wirkung nicht unmittelbar zusammenhinge. Diese Darstellungsweise entspricht also offenbar auch der LENARDSchen Auffassung. Nun enthält aber die jedermann leicht zugängliche deutsche „Physikalische Zeitschrift“ vom 1. Oktober 1899 auf S. 20 eine am 1. September eingegangene Mitteilung von J. J. THOMSON, in der ganz eindeutig gesagt wird, daß, wenn ultraviolettes Licht in einem mit hochverdünntem Gas erfülltem Gefäß auf eine Metallplatte fällt, die durch den Gasraum zu einer Anode fließenden Ströme durch Träger transportiert werden, deren $\frac{e}{m}$ mit dem der Kathodenstrahlteilchen identisch ist und die bei gleicher Ladung eine viel kleinere Masse besitzen als Wasserstoffionen, eben durch „Korpuskeln“. Mögen immerhin die zum Beweis hierfür ausgeführten Versuche nicht ganz zwingend gewesen sein — desto bewunderungswürdiger erscheint die Kühnheit, mit der er aus ihnen einen, wie wir heute wissen, richtigen, für damalige Verhältnisse aber sehr neuen Schluß zog. Und mögen die sonst von ihm vertretenen Ansichten über den Mechanismus des Photoeffektes nicht ganz zutreffend gewesen sein, mag die zeitlich nur wenig spätere fraglos ganz unabhängige LENARDSche Arbeit in vieler Richtung weit mehr gebracht haben — darum dürfte doch, wo die Namen HERTZ, HALLWACHT, RIGHI, ELSTER und GEITEL als die historisch wichtigsten aufgeführt werden, J. J. THOMSON nicht ganz unerwähnt bleiben. — EINSTEINS Name wird im Kapitel über die Energieverhältnisse beim Photoeffekt nicht völlig unterdrückt: er wird in § 34 auf S. 1073 bei Erwähnung

der „ursprünglichen Lichtquantenhypothese“ mit seiner Annalenarbeit aus dem Jahre 1905 zitiert, dergemäß man die Energiequanten der Strahlung „im Raume lokalisiert“ denken müsse, „statt der allerdings unzweifelhaft vorhandenen Lichtwellen“. Dies muß man für den wesentlichen Inhalt der EINSTEINSchen Arbeit — nicht für ihren Einleitungsgedanken halten; daß aber die im folgenden § 35 besprochene lichtelektrische Grund-

gleichung $\frac{1}{2} m v^2 = h \nu - P$ und vieles andere im weiteren Mitgeteilte gleichfalls aus dieser Arbeit stammt, kann der auch noch so gründliche, aber nicht vorher mit dem Gegenstand beschäftigt gewesene Leser unmöglich erkennen.

Die Beispiele ließen sich um zahlreiche vermehren, kurz hingewiesen sei etwa noch auf die Art, wie die Beobachtungen von GUDDEN und POHL über das lichtelektrische Leitvermögen von Krystallen nur als Bestätigung älterer Arbeiten aus dem LENARDSchen Laboratorium hingestellt werden. Bis zu einem gewissen Grade in diesem Zusammenhang gehört auch die allein der LENARDSchen Schule eigentümliche Nomenklatur, als deren unmöglichster Vertreter das „Weber“ angeführt sei, das an verschiedenen Stellen in Anmerkungen erklärt wird, „= Ampere, die übliche Stromeinheit“. Trotz dieser wiederholten Hinweise im Text hat es der Verlag — und gewiß mit Recht — für notwendig gehalten, dem ersten Halbband vorne einen roten Zettel mit der gleichen Erklärung mit einzuheften.

Auch sonst ist die Ausstattung der Bände — wie ja die des gesamten Handbuches — in jeder Beziehung vorzüglich; besonders hervorzuheben ist die große Zahl sehr schöner Illustrationen, teils schematischer Darstellungen von Versuchsanordnungen, teils die Beobachtungsergebnisse wiedergebender Diagramme, die das Verständnis des Textes vielfach erleichtern. Erleichternd für die Verwendung des Buches, das trotz der hier aufgeführten nicht geringen Einwände für den schon mit dem Arbeitsgebiet Vertrauten allerdings mehr als den neu an den Gegenstand Herantretenden sich als äußerst nützlich erweisen wird, ist auch das sehr reich gegliederte Inhaltsverzeichnis am Anfang beider Halbbände, das jeden der oben angeführten Hauptabschnitte in zahlreichen Paragraphen unterteilt und so das Auffinden eines bestimmten Gegenstandes ohne Schwierigkeiten möglich macht; dem gleichen Zweck dienen auch am Ende des zweiten Halbbandes ein Sach- sowie ein Autorenverzeichnis. In diesem letzteren (Hinweis auf S. 1073) auf einen kleinen Irrtum aufmerksam zu machen, sei schließlich noch gestattet: Der Forscher, der gemeinsam mit LUMMER seinen Teil zur Begründung der Quantentheorie beitrug, war ERNST PRINGSHEIM, der schon seit über 10 Jahren nicht mehr unter den Lebenden weilt, und ist nicht identisch mit dem Referenten.

PETER PRINGSHEIM, Berlin.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 3. November 1928 berichtete Professor ARVED SCHULTZ, Königsberg i. Pr., unter Vorführung von Lichtbildern, über seine Reise in Russisch Mittel- und Ostasien, die er 1927, hauptsächlich zwecks geomorphologischer Studien, ausgeführt hatte. Die Reise bot jedoch auch höchst interessante Einblicke in die Art und Weise, wie der Bolschewismus sich der Natur und Kultur jener Länder angepaßt hat. Turkestan wird von altorientalischen Kulturvölkern bewohnt,

die konservativ eingestellt sind und im wesentlichen Ackerbau treiben, so daß die bolschewistische Propaganda mit Vorsicht angewandt werden mußte. Immerhin hat die Befreiung von dem Joch der einheimischen Fürsten und ihrer Gefolgschaft hier wohlthuend gewirkt. Auch bei den sibirischen primitiven Sammler-, Jäger- und Fischervölkern hat der Bolschewismus der Unterdrückung durch gewissenlose Ausbeuter ein Ende gemacht. Schwieriger erwies sich die Aufgabe des

Bolschewismus in dem ostasiatischen Kulturkreis, wo es galt, die einheimische Bevölkerung der Mandchurei, sowie die eingewanderten Chinesen und Koreaner zu beeinflussen. Aber auch hier haben sich Zellen gebildet, die als Zentren für das weitere Vordringen des Bolschewismus in Betracht kommen, dem sich jedoch andere Faktoren, insbesondere wirtschaftliche und weltpolitische Bedingungen in den Weg stellen. Vorläufig spielt hier noch das wichtigste Ausfuhrprodukt, die Sojabohne, eine maßgebende Hauptrolle.

Nach diesem politischen Überblick wandte sich der Vortragende zunächst dem Ussurigebiet zu, jener südlichsten Küstenprovinz von Russisch-Ostasien, welche von dem, parallel zur Küste verlaufenden wasserscheidenden Gebirge des Sichota-Alin durchzogen wird. Während die, sich mehr als 1000 km weit erstreckende, dem Japanischen Meere zugewandene Längsküste fast hafelos ist, und das mit dichtem Urwald bestandene Gebirge im Süden keine einheimische Bevölkerung enthält, sondern nur von einsamen Jägern besucht wird, streichen die Gebirgskämme an der Bucht Peters des Großen in das Meer hinaus, und bilden an dieser Querküste viele klippenreiche Einschnitte, an deren größtem Wladiwostock liegt. Dieser einzige eisfreie Hafen des asiatischen Rußland ist zugleich das wichtigste Ausgangstor des ganzen nördlichen Asien und hat seine Einwohnerzahl von 30000 im Jahre 1900 gegenwärtig auf 200000 zu steigern vermocht. Auf einem Ausläufer gelegen, den der Sichota-Alin in die Bai Peters des Großen hinaus erstreckt, hat die Stadt einen europäischen Anstrich und macht einen mehr internationalen als russischen Eindruck. Die Universität verfolgt, wie die meisten so bezeichneten Lehrinstitute von Russisch-Asien, mehr praktische lokale Forschungszwecke. Vor allem ist, wie gesagt, die Ausfuhr der Sojabohne von Bedeutung. Daneben spielt die Fischerei eine wichtige Rolle, die sich nicht nur auf Fische, sondern auch auf Austern und Krabben erstreckt, welche letztere in Größen von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Fuß vorkommen. Auch der Seekohl, ein ziemlich gewöhnlicher Tang, wird gesammelt. Er bildet, in besonders sorgfältiger Weise zubereitet, ein Volksnahrungsmittel der Chinesen.

Die mandschurische Bahn, die hier ihren Endpunkt hat, hält das Wirtschaftsleben in Wladiwostock hoch. Ein besonders wertvolles Ausfuhrprodukt nach China ist die Wurzel der Shen-shen-Pflanze, welche von den chinesischen Lebmännern mit Gold aufgewogen wird, weil sie als Aphrodisiakum wirkt. Sie kommt in den Tälern des Sichota-Alin vor und enthebt den glücklichen Finder eines Exemplares der Sorge um den Lebensunterhalt für 1—2 Jahre. Das weiche Gehörn mehrerer in Hirschkäse gezeigten Arten von Hirschen, die Panten, wird ebenfalls als Aphrodisiakum benutzt.

Zahlreiche Terrassen, welche einen früheren Hochstand des Meeresspiegel beweisen, finden sich an der Küste bis zu Höhen von 300 m. Da sie erst in der Nacheiszeit entstanden sind, so muß die Bewegung der Erdkruste hier in der jüngsten geologischen Epoche recht erheblich gewesen sein. Der Zusammenhang des Küstengebirges wird stellenweise durch westöstlich verlaufende Querbrüche gestört, wodurch dann Buchten geschaffen werden, von denen die Olga-Bucht jedoch die einzige größere ist. Noch weiter nördlich liegt die Tetjuche-Bai, von welcher eine Schmalspurbahn 30 km weit in das Innere nach einer englischen Zinkgrube führt, in der auch Silber und Blei gewonnen wird, deren Rentabilität jedoch neuerdings stark gelitten hat, weil 50% der Ausgaben auf die Löhne und Versorgung der Arbeiter entfallen.

Von hier aus machte der Vortragende einen Vorstoß in das Gebirge, dessen wasserscheidender Kamm bis 1500 m Höhe emporragt. Während die Hänge der Küste hauptsächlich mit Eichengestrüpp bestanden sind, das nur 1 m Höhe erreicht, findet sich im Inneren ein Mischwald von Eichen, Birken, Tannen, Lärchen und anderen Nadelhölzern, der vielfach in undurchdringlichen Urwald übergeht, von dem jedoch sehr erhebliche Teile durch Brände vernichtet worden sind. Die, auf solche Weise freigemachten Höhen gestatten Einblicke in das meist gänzlich unerforschte Gebirge, daß nicht nur aus parallelen Kämmen besteht, sondern auch westöstlich streichende Rücken aufweist, so daß eine Art Gebirgsrost entsteht.

Im zweiten Teil des Vortrages schilderte Professor SCHULTZ Russisch-Turkestan. Die Reise von 1927 war die achte, welche er in dieses Gebiet unternommen hatte, das heute den beiden Sowjetstaaten Turkmenistan im Westen und Usbekistan im Osten angehört. 5 Millionen Einwohner verteilen sich hier auf 1 Million Quadratkilometer Landfläche, von der aber etwa 90% auf die Wüste entfallen, so daß die Bevölkerung auf die Oasen angewiesen ist, welche sich am Rande des Gebirges hinziehen, wo das Wasser der Flüsse noch nicht im Sande versiegt ist. Der Hauptfluß ist der, auf dem Pamir-Plateau entspringende und dasselbe in großen Windungen durchfließende Amu-darja, der sich in gewaltige Moränenmassen eingegraben und Hochtäler von 20 km Breite geschaffen hat. Die Bergflanken sind nicht bis in große Tiefen verwittert, sondern nur mit einer dünnen Schutthaut überzogen, was darauf hindeutet, daß eine niederschlagsreichere Zeit der jetzigen vorausgegangen ist. Eisfelder halten sich hier in Höhen von mehr als 4000 m auch im Sommer. In niedrigeren Höhen geht die Landschaft in einen mehr humiden Typus über, wo Ansiedelungen möglich sind. Die Schutthalden bilden eine große Gefahr, weil sie häufig durch Erdbeben zum Abstürzen gebracht werden. Die Trasse der geplanten Eisenbahn, welche die transsibirische mit der transkaspischen Strecke verbinden soll, muß daher mit weitgehender Rücksichtnahme auf Stärke und Häufigkeit der Erdbeben gebaut werden, zu welchem Zwecke eingehende seismische Untersuchungen an den dort errichteten Erdbebenwarten angestellt werden. Im Tiefland, am Fuß der Gebirge, werden die Flüsse von den Bewohnern der Oasen angezapft und in Bewässerungsgräben aufgelöst. Auf dieser künstlichen Bewässerung beruhen die seit Jahrtausenden bestehenden orientalischen Kulturzentren, an ihrer Spitze Taschkent mit mehr als 100000 Einwohnern und modernen Straßen, die wegen der Erdbebengefahr besonders breit angelegt sind. Die Herrschaft des Bolschewismus wird erkennbar an der, mit Sichel und Hammer geschmückten und mit Lautsprecher versehenen Rednertribüne für kommunistische Veranstaltungen. Auch in Taschkent vermittelt die Universität hauptsächlich praktisches Wissen, vor allem Kenntnis der Landwirtschaft. Haarscharf an die Oasensiedelungen grenzt die wasserlose Lößsteppe, deren Löß erst nach der Eiszeit gebildet wurde. Am meisten hat sich das orientalische Gepräge noch in Buchara erhalten, wo die bolschewistische Propaganda an der Umwandlung des alten Gefängnisses in eine Volksbibliothek offenkundig wird. Hinter Buchara überschreitet die transkaspische Bahn den Amu-darja bei Tschardschui, dem heutigen Leninsk, wo der sonst 11 km breite Fluß auf 1 km eingeeengt wird. Die Wasserführung ist, wie bei allen, von Gletschern gespeisten und die Wüste passierenden Strömen sehr ungleichmäßig. Der Segelschiffverkehr auf dem Fluß dient im wesent-

lichen dem Transport der Baumwolle, um die sich hier alles dreht. Auch der Bau der schon erwähnten Verbindungsbahn soll hauptsächlich dem Austausch des sibirischen Weizens gegen die turkestanische Baumwolle zugute kommen.

Im weiteren Verlauf hat der Amu-darja eine Breite von 7 km und enthält zahlreiche Inseln. An den Ufern dehnen sich breite Schilfgürtel aus, hinter denen das eingedeichte Kulturland Baumwoll- und Maisfelder trägt. Zu Bewässerungszwecken dienen Wasserhebevorrichtungen verschiedenster Art, u. a. schief liegende Wasserräder mit 100 Tonkrügen. Die Eingeborenen sind ein Mischvolk von Usbeken und Turkmenen. Sie wohnen in runden Schilf- und Filzjurten. Von der Wüste, durch welche der Fluß zieht, besteht nur ein kleiner Teil aus reinen Flugsandbildungen, deren Form von der Windrichtung abhängig ist. Da im Sommer Nordwind, im Winter Südwind vorherrscht, so krepeln sich die Sicheldünen, Barchane genannt, in der Weise um, daß der scharfe Dünenkamm, welcher die Luvseite von der Leeseite trennt, von der Südseite, auf welcher er im Sommer liegt, nach der Nordseite wandert, wo er im Winter verbleibt. Meist trägt die Wüste eine spärliche

Vegetation von Sandweiden, Sandakazien und namentlich vom Saxaulstrauch, welcher sich der Trockenheit so angepaßt hat, daß er abstirbt, wenn seine Wurzeln das Grundwasser erreichen. Diese Buschwüste ist die verbreitetste Landschaftsform. Die am Westteil der transkaspischen Bahn, in der Nähe der persischen Grenze gelegene Oase Askabad, vermittelt den Verkehr mit Persien, aus dem die Karawanen Rosinen und Seidenstoffe bringen, um mit Baumwolle zurückzukehren. Die Bevölkerung zeigt einen persischen Einschlag, und die Wachttürme, die sonst im ganzen Orient viereckig sind, haben die runde persische Form. Bemerkenswert ist, daß auch in Askabad die Wohnungsnot sich bemerkbar macht.

Das Hauptergebnis der Beobachtungen in der Wüste war die Feststellung nacheiszeitlicher Klimaschwankungen, die an den verschiedenen Formen der Sandmassen erkennbar wurden. Festgelegte Urbarchanreihen, sog. Reihensande, jüngere festliegende Hügelsande und die in einer nacheiszeitlichen Trockenperiode entstandenen beweglichen Sicheldünen sind, neben alten Urstromtälern, die wichtigsten Formen der Wüste.

O. BASCHIN.

Zoologische Mitteilungen.

Eine neue Meduse in der Nord- und Ostsee. In der von ungezählten Beobachtern ständig überwachten Fauna unserer Heimat wird heute nur noch selten eine systematisch wichtige neue Tierform gefunden. 1924 glückte es A. REMANE, bei Untersuchungen über die Mikrofauna der Kieler Bucht einen solchen Fund zu machen, den er nun in einer Mitteilung *Halammohydra, ein eigenartiges Hydrozoon der Nord- und Ostsee* [Z. Morph. u. Ökol. Tiere 7 (1927)] genau beschrieben hat. Neben der geringen Größe von weniger als einem halben Millimeter hatte wohl vor allem ihre außerordentliche Seltenheit die beiden neuen Arten *H. octopodides* und *schulzei* bisher der Aufmerksamkeit der Zoologen entgehen lassen. Seit der ersten Beobachtung hat der Entdecker in jahrelangem Suchen von beiden Arten nur 47 Exemplare zusammenbringen können. Die eine eigene Familie repräsentierende neue Gattung lebt auf dem sandigen Meeresgrunde der Kieler Bucht und der Helgoländer Düne, einige Meter unter dem Wasserspiegel. Bei mikroskopischer Betrachtung wies sie sich durch die charakteristischen Nesselkapseln sogleich als Cnidarier aus. Ob es sich aber um eine Qualle oder einen Polypen handelte, war nicht so schnell zu entscheiden. Es fanden sich Schweresinnesorgane, welche bei Polypen niemals, wohl aber bei vielen Quallen vorkommen, der für diese charakteristische Nervenring und ihre freischwimmende Lebensweise. Andererseits fehlte aber das augenfälligste Organ der Medusen, nämlich der große, von Wassergefäßen durchzogene Schirm, der durch seine Kontraktionen die Schwimmbewegungen erzeugt und an seinem Rand den Tentakelkranz — selten auch wohl mehrere — sowie die Sinnesorgane trägt. An seiner Stelle ist bei *Halammohydra* nur eine kleine Kappe vorhanden, der zwei Kreise von Tentakeln und die Schwereorgane unmittelbar ansitzen, und die Bewegung kommt durch das Schlagen einer den ganzen Körper überziehenden Bewimperung zustande. Dieses Wimperkleid ist unter erwachsenen Nesseltieren einzigartig, dagegen findet es sich stets auf den frühesten Entwicklungsstadien, und bei den Larven mancher Medusen aus der Gruppe der Trachylinen, denen der Schirm noch fehlt, bleibt es lange erhalten. Diesen Larven ähnelt *Halammohydra* auch sonst in ihrem

ganzen Habitus sowie in dem Besitz und der Anordnung der Schwereorgane, deren feinerer Bau ebenfalls auf eine Verwandtschaft mit dieser Medusengruppe schließen läßt. So muß das Tier nicht als Polyp sondern als Hydroidmeduse angesprochen werden, die sich wahrscheinlich wie alle Trachylinen ohne Polypenstadium entwickelt und zeitlebens bestimmte Larvencharaktere zeigt, in anderen Beziehungen aber, besonders hinsichtlich der auffallend differenzierten Ausbildung des Darmes, einen abgeleiteten Zustand darstellt. Besonders gilt das von der Darmregion innerhalb der Kappe, welche morphologisch dem Zentralmagen der Hydroidmedusen entspricht. Eine verdauende Tätigkeit kommt für diesen Darmabschnitt jedoch kaum in Frage, da er durch eine auf wenige μ eingengte Zone von der im Magenstiel liegenden Verdauungsregion getrennt ist. Er ist mit einer langen Bewimperung versehen, welche durch einen am aboralen Pol gelegenen Porus nach außen schlägt, und stellt möglicherweise ein Exkretionsorgan dar. Vieles an dem eigenartigen Bau des Tieres dürfte mit der von dem Verhalten anderer Medusen abweichenden Lebensweise auf dem Sandboden des Meeres zusammenhängen. So finden sich in der Sandformation vielfach besonders kleine — und daher wohl durch die Bewegungen des Meeressandes weniger gefährdete — Vertreter von Tiergruppen, in denen sonst mittlere Körpermaße vorherrschen. Für das unmittelbar am Meeresboden, oft zwischen den zuoberst liegenden Sandkörnern hindurch schwimmende Tier dürfte eine gestreckte Körperform und Bewegung durch Wimperschlag zweckmäßiger sein als das Pulsieren einer Schwimglocke, die vielleicht unten und seitlich leicht anstoßen würde. Die sehr ausgesprochene Neigung, sich bei Gefahr fest an der Unterlage anzuhaken, kehrt ebenfalls bei vielen Sandbewohnern wieder. So haben wir hier ein neues Beispiel für den auch in anderen Tierstämmen verwirklichten Fall, daß eine einzelne Gruppe Besonderheiten des Larvenalters beibehält und sich mit ihrer Hilfe einen für die Verwandten unzugänglichen Lebensraum erobert.

Über den Lichtsinn meeresbewohnender Schnecken hat G. FRAENKEL kürzlich zwei Untersuchungen veröffentlicht, welche unsere Kenntnis von den primitiven

Lichtreaktionen nach verschiedenen Richtungen in sehr interessanter Weise vervollständigen. Die einfachsten Reaktionen, bei denen das Tier sich konstant in einer bestimmten Richtung zum Lichteinfall bewegt, sind die positive und die negative Phototaxis, bei denen es sich der Lichtquelle nähert bzw. von ihr entfernt, und die Menotaxis, bei der es in seiner Bewegungsrichtung einen bestimmten Winkel zum Lichteinfall festhält. Alle drei Reaktionen ermöglichen es dem Tier, für längere Zeit eine bestimmte Richtung einzuhalten und sie wiederzufinden, wenn kleine Hindernisse eine vorübergehende Richtungsänderung nötig machen. Weiterhin kann das Tier durch positive Phototaxis ins Helle oder durch negative ins Dunkle geführt werden und dadurch je nach seinen Lebensbedürfnissen an die günstigsten Aufenthaltsorte gelangen. Einen interessanten Fall, wo unter Umständen ein ständiger Wechsel von positiver und negativer Phototaxis im Verein mit negativer Geotaxis das Tier an seinen natürlichen Aufenthaltsort führen muß, hat FRAENKEL in seiner Arbeit *Beiträge zur Geotaxis und Phototaxis von Littorina* [Z. f. vergl. Physiol. 5 (1927)] für die bekannte Uferschnecke geschildert. Die von ihm untersuchte Art *Littorina neritoides* lebt an den Felsküsten des Mittelmeeres drei bis acht Meter über dem Wasserspiegel und weidet den Algenbewuchs der Felsen ab, wenn diese von hochschlagenden Wellen befeuchtet werden. Bei Trockenheit sitzen die Tiere mit verschlossener Schale an der Unterlage angeklebt. Im Experiment zeigt sich, daß *Littorina* phototaktisch reagiert. Merkwürdigerweise ist dabei der Sinn der Phototaxis von der Lage im Raum sowie davon abhängig, ob die Schnecke sich über oder unter Wasser befindet. Außerhalb des Wassers ist sie stets negativ, unter Wasser dagegen nur, wenn sie sich mit der Fußsohle nach unten auf horizontaler Unterlage bewegt. Dreht man nun die Platte, auf der die Schnecke kriecht, unter Wasser in der Weise um, daß das Gehäuse nach unten zu hängen kommt, so wendet das Tier um und kriecht positiv phototaktisch auf das Licht zu. Die Wirkung der Schwerkraft auf den statischen Sinn bestimmt also das Vorzeichen der Einstellung zum Licht. Sehr hübsch läßt sich dieses Verhalten demonstrieren, indem man auf den Boden eines seitlich beleuchteten Wassergefäßes mehrere Glascuvetten so übereinander legt, daß ihre Öffnungen dem Licht zugekehrt sind, und nun eine Anzahl Littorinen auf die unterste Cuvettenwand setzt. Die Tiere kriechen vom Licht fort bis an den Boden der untersten Cuvette, an diesem negativ geotaktisch nach oben, dann in hängender Lage an der anderen Wand positiv phototaktisch dem Licht und der Cuvettenöffnung zu. Hier gelangen sie nun auf die untere Wand der zweiten Cuvette, wo sie wieder in normaler Lage mit der Sohle nach unten vom Licht fort kriechen usw. Schließlich kommen sie auf der obersten Wand an dem lichtabgewendetem Ende zur Ruhe. Beobachtung der natürlichen Lebensweise macht die Bedeutung dieses eigentümlichen Reflexmechanismus verständlich. Wenn die Schnecke unter Wasser geraten ist, so strebt sie an der steilen Felswand negativ geotaktisch dem Wasserspiegel zu. Die je nach der Lage im Raum wechselnde Phototaxis wirkt dabei als Hilfe zur Überwindung von horizontalen Felsspalten, die das Tier bei konstant negativer Phototaxis wohl betreten, aber nicht wieder

verlassen könnte, so daß es in der Spalte unter Wasser gefangen wäre. Wenn es dagegen den Wasserspiegel überschritten hat und an seinem natürlichen Aufenthaltsort angekommen ist, so bleibt es an der dunkelsten Stelle der nächsten Vertiefung, die es erreicht hat, da es außerhalb des Wassers stets negativ phototaktisch reagiert. Hier bleibt die Feuchtigkeit am längsten erhalten, und das Tier ist vor Sonnenstrahlen geschützt. Es ist erfreulich zu sehen, wie ein scheinbar kompliziertes und in seiner Zweckmäßigkeit ohne weiteres einleuchtendes Verhalten aus wenigen einfachen Reizreaktionen in seinen Grundzügen verständlich wird.

Die zweite von FRAENKEL auf ihren Lichtsinn untersuchte Schnecke, über die er gleichfalls 1927 im 6. Band der Z. f. vergl. Physiol. unter dem Titel *Über Photomenotaxis bei Elysia viridis Mont* berichtet, kriecht nur ausnahmsweise auf ein Licht zu. Ihre typische Lichtreaktion ist menotaktisch. Der Winkel, den sie mit ihrer Körperachse zu den einfallenden Lichtstrahlen konstant beibehält, kann bei verschiedenen Tieren zwischen 45 und 135° schwanken, d. h. es finden sich Tiere, die schräg auf das Licht zu, quer zu ihm oder schräg von ihm fort kriechen, für das einzelne Tier ist er jedoch längere Zeit konstant. Ändert man die Richtung des Lichteinfalls, so wechselt die Schnecke ihre Kriechrichtung ebenfalls, so daß sie sich wieder unter demselben Winkel zu den Lichtstrahlen bewegt wie vorher. Daß der Einstellungswinkel nur den eben genannten Spielraum haben kann, größere oder kleinere dagegen nicht vorkommen, ist aus Bau und Stellung der Augen verständlich, welche seitlich gerichtet sind und unter weniger als 45° von vorn oder hinten auftreffendes Licht nicht perzipieren können. Die verschiedenen möglichen Reaktionswinkel finden sich nun aber nicht mit gleicher Häufigkeit, vielmehr kriechen die meisten Tiere unter einem Reaktionswinkel von 90° senkrecht zum Lichteinfall. In dieser Lage hat der Orientierungsstrahl ungefähr die Richtung der optischen Achse des Auges. Im Gegensatz zu der typischen Menotaxis, bei der alle Reaktionswinkel gleich häufig sind, muß man hier also eine bevorzugte Stelle der Retina annehmen, und hierdurch bildet das Verhalten von *Elysia* in gewisser Weise einen Übergang zu der telotaktischen oder Fixiereinstellung, bei der das Bild der Lichtquelle, nach der das Tier sich orientiert, stets auf dieselbe nach vorn gerichtete Netzhautstelle gebracht wird. Bei typisch telotaktischer Orientierung haben wir wohl stets den Fall, daß in einem optischen Felde nicht etwa nur die hellste Stelle, sondern beliebige biologische wichtige Gegenstände fixiert werden können, während die übrigen das Auge treffenden Lichtstrahlen unwirksam bleiben. Bei *Elysia* findet sich nun auch hierzu eine gewisse Parallele. Entzündet man nämlich, wenn eine *Elysia* gegen ein Licht orientiert ist, eine zweite Lichtquelle, so wird diese nicht beachtet, solange das Orientierungslicht scheint, auch wenn sie ihm an Helligkeit sechzehnmal überlegen ist. Wenn die Menotaxis bei *Elysia* wirklich, wie man wohl annehmen darf, die Aufgabe hat, dem Tier einen geradlinigen Lauf über lange Strecken zu ermöglichen, so leuchtet die Zweckmäßigkeit dieses Festhaltens an einer einmal gewählten Lichtkompazrichtung ein.

K. HENKE.

Astronomische Mitteilungen.

Ein Himmelskörper von außerordentlich großer Masse scheint der spektroskopische Doppelstern 27 Canis majoris zu sein, über den OTTO STRUVE in mehreren Arbeiten berichtet¹. Der Stern hat die Helligkeit 4^m66 visuell; sein Spektrum ist nach STRUVE B 3 ne — B 5 ne, d. h. Heliumtyp mit schmalen, zeitweilig in Emission auftretenden Wasserstofflinien. Die Heliumlinien sind breit und diffus, außer ihnen erscheinen schwach angedeutet 4481 Mg, 4549 Fe, 3933 und 3968 Ca II, 4128 und 4131 Si II. Helle Wasserstofflinien neben den dunklen sind u. a. in folgenden Fällen beobachtet worden:

Zeit	Linien	Autorität
1890 März	H β	MISS CANNON
1895 April	H β , H γ	MISS CANNON
1897 Oktober	H β	MISS CANNON
1912 Dezember	H α	MERRILL
1927 April	H β	STRUVE

Sie fehlen auf verschiedenen, zeitlich dazwischenliegenden Spektrogrammen. Nach GOORE (1884) ist der Stern vielleicht schwach veränderlich, auch GUTHRICK hält Lichtwechsel für möglich.

Die periodischen Linienverschiebungen im Spektrum und damit der Doppelsterncharakter von 27 Canis majoris wurden fast gleichzeitig und unabhängig von ALBRECHT und PADDOCK festgestellt (1909). Eine Bearbeitung aller von 1907 bis 1927 auf dem Lick- und dem Yerkesobservatorium aufgenommenen Spektrogramme durch STRUVE, ergibt zunächst die Existenz zweier Komponenten A und B, mit einer Umlaufszeit von etwa 120 Tagen. Die Amplitude der Linienverschiebungen (das Spektrum zeigt nur die Linien der helleren Komponente A) beträgt rund 50 km/sec. Die Extremwerte aber zeigen mit Sicherheit das Vorhandensein einer zweiten, sehr viel längeren Periode, in der das System A + B sich gemeinsam um einen dritten Körper C bewegt.

Für diese Bewegung leitet STRUVE die folgenden vorläufigen Bahnelemente ab:

Systemgeschwindigkeit	γ	+ 39,2 km/sec.
Umlaufszeit	P	1165 Tage
Zeit des Periastrons	T	Phase 1075 ^d = 2425075 Jul.
Länge des Periastrons	ω	214°
Exzentrizität	e	0,33
Semiampplitude d. Linienverschiebungen	K	110,5 km/sec.
Halbe große Achse	$(a \cdot \sin i)$	1 590 000 000 km

Der Stern C läßt sich durch eine Reihe von Absorptionslinien auch unmittelbar im Spektrum des Systems nachweisen; er scheint einem etwas späteren Typ (B8) anzugehören und nur wenig lichtschwächer zu sein als A + B. Die Linien von C sind häufig gemessen worden, und obwohl diese Messungen ziemlich unsicher sind, deuten sie doch darauf hin, daß auch C einen unsichtbaren Begleiter, D hat, der ihn in etwa 8 Tagen mit einer Geschwindigkeitsamplitude von wenigstens 50 km/sec. umkreist. Für die Bestimmung von Bahnelementen sind die Messungen an C nicht benutzt worden, sie lassen aber doch soviel erkennen, daß die Masse des Systems A + B nahezu gleich der des Systems C + D ist.

Das Merkwürdige an diesem vielfachen Sternsystem ist nun vor allem die abnorm große Gesamtmasse, auf die das oben mitgeteilte Elementensystem führt. Zwar liefert die spektroskopische Bahnbestim-

mung aus den Linienverschiebungen einer Komponente allein zunächst nur die sog. Massenfunktion

$$f(m) = \frac{m_3^3}{(m_1 + m_2)^2} \sin^3 i = [3,01642 - 10] K^3 P (1 - e^2)^{3/2},$$

wo m_1 die Masse der helleren, m_2 die der schwächeren Komponente, i die Neigung der Bahn gegen die Gesichtslinie und die in eckigen Klammern stehende Zahl ein von den eingehenden Konstanten und Einheiten für Zeit und Strecke abhängiger Logarithmus ist. Im vorliegenden Fall kommt uns aber der Umstand zu Hilfe, daß das Massenverhältnis der beiden Komponenten

$$\frac{m_1}{m_2}, \text{ d. h. } \frac{m_A + m_B}{m_C + m_D}$$

nahezu gleich eins ist. Berücksichtigen wir dies und setzen die obigen Elemente in die Massenfunktion ein, so ergibt sich, wenn M die Gesamtmasse des Systems bedeutet, in Einheiten der Sonnenmasse:

$$f(m) = 119; M \sin^3 i = 950,$$

wo i unbestimmt und im Höchstoffalle = 90° ist.

Wir bekommen also für das System 26 Canis majoris eine Minimummasse von 950, für jeden der vier Körper eine durchschnittliche Masse von 238 Sonnenmassen. Dieser hohe Wert steht bisher einzig da und widerspricht als erster den von EDDINGTON entwickelten theoretischen Vorstellungen, nach denen die Masse eines Sterns das 50fache der Sonnenmasse nicht wesentlich übersteigen kann, ohne daß der Körper instabil wird.

Wenn nun im allgemeinen auch die Theorie der Beobachtung folgen muß, so wird man ein so unerwartetes Ergebnis doch nicht hinnehmen, ohne alle Auswege versucht zu haben. Die einzige Möglichkeit indessen, die hier ernstlich diskutiert werden kann, betrifft die Zuverlässigkeit der abgeleiteten Bahnelemente, die immerhin nur vorläufige Geltung haben. Um $f(m)$ zu verkleinern, müßte man e vergrößern, P und K verkleinern. Die Exzentrizität e kann nach der Form der Geschwindigkeitskurve kaum größer sein als 0,4 oder 0,5; alle Wahrscheinlichkeit spricht für einen Wert nicht über 0,3. Außerdem würde eine Vergrößerung von e auch einen größeren Wert von K bedingen, $f(m)$ also nur unwesentlich beeinflussen. K ist sicher eher größer als kleiner als der berechnete Wert. Dagegen ließen die Beobachtungen bis vor kurzem noch die Möglichkeit offen, daß die Umlaufszeit P sehr kurz, und zwar von der Größenordnung eines Tages sei. Da nämlich der Stern für das Yerkesobservatorium, auf dessen Spektrogramme sich die Bahnbestimmung in erster Linie stützt, nur eine geringe Höhe über dem Horizont erreicht, mußten die Aufnahmen stets um die Zeit des Meridiandurchgangs, also in Intervallen von nahezu 24 Stunden gemacht werden. Nun ist schon aus den Rechnungsmethoden für veränderliche Sterne bekannt, daß bei einer solchen Verteilung der Beobachtungen diese durch zwei Periodenwerte darstellbar sind, einen niedrigen p , der sich nicht viel von einem Tage unterscheidet und einen wesentlich größeren, $P = \frac{p}{\Delta}$,

wo Δ den kleinen Unterschied zwischen p und dem mittleren Sonntag bedeutet. In der Tat schlossen sich die Linienverschiebungen von 26 Canis majoris nicht nur der mehrjährigen, sondern, wenn auch nur gezwungen, der nahezu eintägigen Periode an.

Die Frage ist nun, wie STRUVE in seiner letzten Arbeit mitteilt, dadurch entschieden worden, daß NEUBAUER auf der LICK-Station in Santiago den Stern eine ganze Nacht hindurch verfolgte und während dieser Zeit

¹ Ap. J. 65, 273 (1927); 66, 113 (1927); 68, 109 (1928).

völlige Konstanz der Radialgeschwindigkeit feststellte. Damit scheidet die kurze Periode natürlich aus. Eine nochmalige Diskussion aller bis Anfang 1928 gemessenen Radialgeschwindigkeiten führt dann zu dem Ergebnis, daß die Periode noch wesentlich länger ist als 3,2 Jahre; vielleicht 14, mindestens aber ein Drittel davon, also 4,7 Jahre.

Man wird STRUVE zustimmen können, daß hier Beobachtung und Theorie in offenem Widerspruch stehen und weitere Messungen zur Aufklärung des Falles höchst erwünscht sind.

FR. BECKER.

Die absoluten Leuchtkräfte der Zentralsterne der planetarischen Nebel. In ihrem Bericht über die Spektra der planetarischen Nebel¹ gehen BECKER und GROTRIAN auch auf den Widerspruch ein, der scheinbar besteht zwischen den aus den Parallaxen VAN MAANENS berechneten absoluten Leuchtkräften der Zentralsterne und den Leuchtkräften der normalen O-Sterne, denen sie in ihrem Spektralcharakter gleichen. Von den beiden bisher vorgeschlagenen Lösungsversuchen scheint ihnen der annehmbarere der, daß die Zentralsterne verwandt mit den weißen Zwergen von der Art des Siriusbegleiters seien. Es gibt indessen noch eine dritte Möglichkeit, die durch die Untersuchungen ZANSTRAS und durch Erfahrungen bei der Temperaturbestimmung der O- und B-Sterne nahegelegt wird.

Die beiden Größen, welche entsprechend den heutigen Vorstellungen vom Aufbau der Sterne die physikalische Natur eines Sternes beschreiben, sind die effektive Temperatur T_e (des kontinuierlichen Spektrums!) und die absolute bolometrische Leuchtkraft. Diese beiden Größen sind als Koordinaten des „Russell-Diagramms“ zu wählen. Beobachtet wird aber stets nur die visuelle oder die photographische Helligkeit und bei der Zeichnung des Russell-Diagramms entsprechend die eine oder die andere dieser Größen als Ordinate gewählt. Und als Abszisse hat man gewöhnlich nicht die effektive Temperatur, sondern den Spektraltypus. Die Reduktion Δm auf bolometrische Helligkeit bei einer effektiven Temperatur T_e , entsprechend der Definition

$$\Delta m = -2,5 \left[\log \int_0^\infty E_{\lambda T_e} d\lambda - \log \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{\lambda T_e} g(\lambda) d\lambda \right]$$

($E_{\lambda T_e}$ die PLANCKSche Funktion für die Temperatur T_e , $g(\lambda)$ die Empfindlichkeitsfunktion des Aufnahmeapparates, ist unbedeutend und gut bestimmbar in dem Bereich der effektiven Temperaturen zwischen 4000° und 10000°. Nach unten wie nach oben wachsen die Korrekturen und zugleich ihre Unsicherheiten wegen der Unsicherheit in der Bestimmung von T_e .)

Die von ZANSTRA bestimmten Temperaturen der Zentralsterne sind untere Grenzen der wahren effektiven Temperaturen, d. h. die effektiven Temperaturen der Zentralsterne liegen sicher über 30000°, wahrscheinlich sogar in der Gegend von 100000° und darüber. Die bolometrischen Korrekturen aber sind in Abhängigkeit von T_e :

T_e	Δm
3000	-2,0
6000	0,2
12000	0,7
25000	2,6
50000	5,1
100000	7,8
200000	10,3

¹ Erg. exakt. Naturwiss. 7.

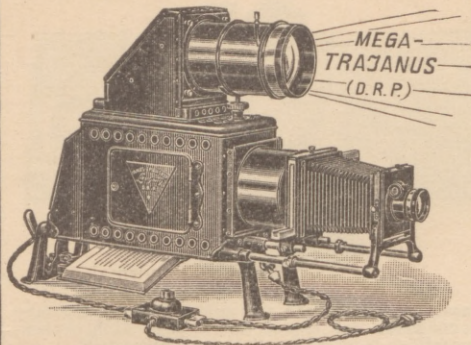
Daß der nach dem Linienspektrum bestimmte Spektraltypus kein eindeutiges Maß der effektiven Temperatur ist, vor allem nicht bei den linienarmen frühen Typen, ist bekannt. In dem hier interessierenden Zusammenhang mag etwa α Coronae erwähnt werden, der ganz normaler A-Stern ist, nach ROSENBERG aber die effektive Temperatur ∞ (d. h. groß gegen die Temperatur der B-Sterne), nach unseren eigenen Beobachtungen sicher $T_e > 50000^\circ$ hat.

Es ist also möglich, daß die Zentralsterne der planetarischen Nebel *bolometrisch* durchaus Riesen sind und daß der Unterschied gegen die „normalen“ O-Sterne kein solcher der Leuchtkraft, sondern ein solcher der Temperatur ist. Die Entscheidung werden nur exakte photometrische Untersuchungen des kontinuierlichen Spektrums dieser Sterne herbeiführen können. Das Russell-Diagramm mit den richtigen Koordinaten wird dann etwas anders aussehen als das, dessen wir uns jetzt bedienen.

H. KIENLE.

On the pressures in the atmospheres of stars. (Cecilia H. PAYNE und FRANK S. HOGG, Harvard College Observatory, Circular 334.) Aus der Gestalt geeigneter Absorptionslinien in Sonnen- und Sternspektren, die mikrophotometrisch vermessen werden, kann nach einer von A. UNSÖLD (Z. Physik 44 (1927); 46 (1928)) entwickelten Theorie unter gewissen plausiblen Annahmen die Zahl der über einem Quadratcentimeter der Sternphotosphäre lagernden Atome eines Elementes bestimmt werden. Mit den von anderweitigen Quellen her bekannten Temperaturen der Sterne und einer von FOWLER und MILNE (M. Not. Roy. Astr. Soc 84 (1924)) gegebenen Formel ist es alsdann möglich, aus dem Mengenverhältnis ionisierter und neutraler Calciumatome den sog. effektiven Elektronendruck P_e in der umkehrenden Schicht aus der Liniengestalt im Spektrum des ionisierten und des neutralen Calciums zu bestimmen. Der von der UNSÖLDSchen Formel vorausgesetzte Mechanismus kommt der Wirklichkeit sicherlich sehr nahe, so daß mit ihrer Anwendung ein größerer Fehler nicht mehr begangen wird. Erforderlich ist lediglich, daß geeignete Linien des neutralen und des ionisierten Elementes gleichzeitig im Spektrum zur Verfügung stehen. Je nach den angesetzten Temperaturen ergeben sich auf diesem Wege für die Spektralklassen G₀ bis M₅ Werte von P_e zwischen $10^{-5.4}$ und $10^{-9.6}$ Atm. und die entsprechenden Werte für die Oberflächengravitation von 2,7 bis 1,5 für log g. Es ergibt sich ferner, daß der Calciumgehalt in den Atmosphären der untersuchten Sterne zwischen den Klassen G und M praktisch konstant ist; ein kleiner Anstieg scheint sich bei den kühleren Sternen bemerkbar zu machen. Eine Säule von 1 qcm Querschnitt enthält größenordnungsmäßig $10^{19.6}$ Atome. Dies vorausgesetzt, lassen sich in ähnlicher Weise wie vorher aus den Mengenverhältnissen des zweimal und des einmal ionisierten Calciums Drucke für die Spektralklassen A₀ bis F₅ ableiten, die von der Größenordnung $10^{-4.6}$ bis $10^{-5.4}$ Atm. werden bei einem log g an der Oberfläche von 4,0 bis 2,9. Aus dem Produkt der Calciummenge über 1 qcm mit der oberflächengravitation ergibt sich nach MILNE der Partialdruck P_{Ca} des Calciums selber. Beim Fortschreiten in der Spektralreihe nach den Typen M nehmen die Partialdrücke P_{Ca} immer mehr ab gegenüber den Elektronendrücken P_e , was vielleicht in der zunehmenden Wirkung des Strahlungsdruckes auf das ionisierte Calcium seine Ursache hat.

H. VON KLÜBER.



Liste und Angebot kostenlos!

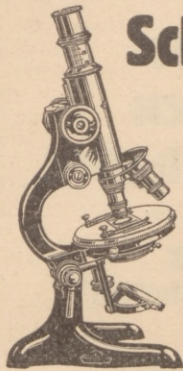
Mega-Trajanus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Dieser neue Bildwerfer wird mit Episkop-Objektiven
**von 150 mm Linsen-Durchmesser
 und 60 bzw. 75 cm Brennweite**
 geliefert. Er gestattet lichtstarke Projektionen
**von Papler- u. Glasbildern
 auf 12 bis 15 m Entfernung**

Auf Grund bisher gemachter Erfahrungen für größere Hörsäle
 bzw. bei Aufstellung im Rücken der Zuhörer bestens geeignet

Ed. Liesegang, Düsseldorf Postfach
 124 und 104



Schütz Mikroskope

für Schule u. Wissenschaft
 von höchster Präzision

liefert

RUF & CO., KASSEL

Nachf. d. Optischen Werke
 A.-G.

vorm. Carl Schütz & Co.

D.R.P. Wommelsdorfsche Neu! Kondensatormaschinen

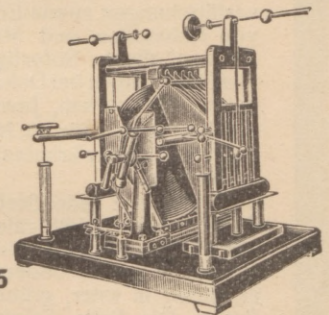
Neue Type. Leistung wie 10 bis
 30 Influenzmaschinen gleicher
 Größe. Betriebssicher. Idealer
 Laboratoriumsgenerator für
 Gleichstrom von 100–250000
 Volt, Röntgen, Braun sche
 Röhre, Hochfrequenz.

**Influenz-
maschinen**

Berliner Elektros-Ges.

m. b. H.

Berlin-Schöneberg 15
 Mühlenstrasse 10



VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Einleitung in die Mengenlehre

Von

Dr. phil. Adolf Fraenkel

o. Professor an der Universität Kiel

Dritte, ungearbeitete und stark erweiterte Auflage

Mit 15 Abbildungen. XIV, 424 Seiten. 1928. RM 22.60; gebunden RM 24.—

(Band IX der „Grundlehren der mathematischen Wissenschaften“)

Soeben erschien in zweiter Auflage:

Die Arithmetik in strenger Begründung

Von

Dr. Otto Hölder

Geh. Hofrat, o. Professor an der Universität Leipzig

Mit 10 Textabbildungen. V, 75 Seiten. 1929. RM 5.60

Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen

Von

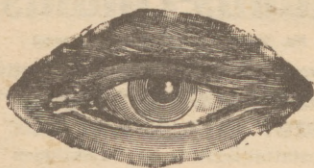
Alwin Walther

o. Professor für Mathematik an der Technischen Hochschule Darmstadt

Erster Teil:

Funktion und graphische Darstellung · Differential- und Integralrechnung

Mit 174 Abbildungen. VIII, 220 Seiten. 1928. RM 8.60; gebunden RM 9.60



Die Analysen-Quarzlampe

Original Hanau

ist unentbehrlich

für alle Rohstoffproduzenten,
für alle Rohstoffverbraucher,
für alle Rohstoffe verarb. Industrien,
weil sie sofortiges Erkennen unerwünschter Beimischungen und Materialverfälschungen sowie Echtheitsprüfung von Rohstoffen und Materialien aller Art ermöglicht. Sofortige Feststellung von Fälschungen bei Dokumenten, Banknoten, Briefmarken, Juwelen usw.

Unschätzbar für die Nahrungsmittelkontrolle und für kriminalistische Untersuchungen.

Erklärung: Jeder Stoff hat im reinen Dunkel-Ultraviolettlichte (Spektrallinie 366 Millionstel mm isoliert) der Quarzlampe seine besondere Fluoreszenz, erscheint in roter, grüner, blauer usw. Farbe. Öle, Fette, Faserstoffe, Fleisch, Milch, Mehl und alle anderen Rohstoffe, ferner Papier, Pappe lassen sich unter der Analysen-Quarzlampe sofort durch den Augenschein auf ihre Herstammung, Zusammensetzung und auf chemische Beimengungen kontrollieren.

Blutspuren, Milch- und Eiweißflecke werden als solche kenntlich. Jede Rasur wird erkennbar, chemisch entfernte Schriften werden wieder lesbar.

Wir warnen vor Nachahmungen, die eine Kohlenstiftbogenlampe als Lichtquelle verwenden. Das Arbeiten mit solchen steht in keinem Vergleich wegen viel zu schwacher Ultraviolettstrahlung bei gleichzeitig erheblich störender, viel zu starker sichtbarer Rotstrahlung.

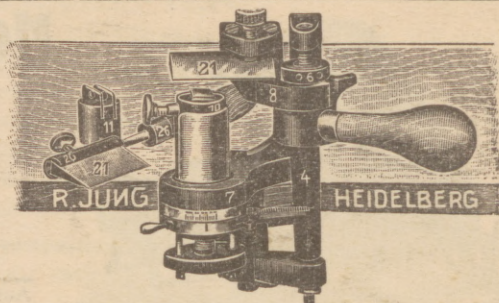
Preis des betriebsfertigen Apparates:

für Gleichstrom 235 RM } unverpackt ab
für Wechselstrom 420 RM } Werk Hanau.

Verlangen Sie Prospekt oder für besondere Zwecke Spezialauskunft.

Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H.
Hanau a. M., Postfach 1566

Literatur: Das neue Lehrbuch von Prof. Dr. Danckwortt, Techn. Hochschule Hannover, „Lumineszenz-Analyse im filtrierten ultravioletten Licht“. 106 Seiten mit 39 Abbildungen. Preis geheftet M 6.50, gebunden M. 7.80, erhältlich beim Sollux-Verlag, Hanau a. M., Postfach 1520, oder von uns leihweise zur Ansicht.



Mikrotome für alle Zwecke von unübertroffener Leistung
Mikrotommesser aus eigener Werkstätte, nach wissenschaftlich-technischem Verfahren hergestellt
Schleifen sämtlicher Mikrotommesser
Preisliste kostenfrei

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Herausgegeben von der

Schriftleitung

der „Naturwissenschaften“

Soeben erschienen:

Siebenter Band

Mit 85 Abbildungen. III, 457 Seiten. 1928
RM 28.60; gebunden RM 29.80

Die Bezieher der „Naturwissenschaften“ erhalten die „Ergebnisse“ zu einem um 10% ermäßigten Vorzugspreis

Inhaltsverzeichnis:

The origin of the solar system. Von Prof. Dr. Harold Jeffreys, Cambridge. — Über die galaktischen Nebel und den Ursprung der Nebellinien. Von Dr. F. Becker und Prof. Dr. W. Grotian, Potsdam. — Die Schwankungen unseres Zeitmaßes. Von Geh.-Rat Prof. Dr. B. Meyermann, Göttingen. — Die höchsten Atmosphärenschichten. Von Prof. Dr. J. Bartels, Eberswalde. — Die Lichtquantenhypothese. Entwicklung und gegenwärtiger Stand. Von Dr. P. Jordan, Hamburg. — Neuere experimentelle und theoretische Untersuchungen über die Radiometerkräfte. Von Prof. Dr. G. Hettner, Berlin. — Die Elektrokapillarkurve. Von Prof. Dr. A. Frumkin, Moskau. — Theoretische und experimentelle Fortschritte auf dem Gebiete der heterogenen Gasreaktionen. Von Privatdozent Dr. G. M. Schwab, München. — Die Gesamtwärmestrahlung fester Körper. Von Dr. Hermann Schmidt, Düsseldorf. — Die Grundgedanken der neueren Quantentheorie. Erster Teil: Die Entwicklung bis 1926. Von Prof. Dr. Hans Thirring, Wien. — Namenverzeichnis. — Sachverzeichnis.

Verlag von Julius Springer in Berlin