

26. 1. 1925

bücher.
Elbing

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 4 (SEITE 61-76)

23. JANUAR 1925

DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Zur Geschichte der Krystallkunde. Von P. GROTH,
München. (Mit 5 Figuren) 61

Zur Photochemie des Sehens. Von SELIG HECHT,
Boston U. S. A. (Mit 1 Figur) 66

Der naturwissenschaftliche Unterricht und die Neu-
ordnung des preußischen höheren Schulwesens.
Von F. POSKE, Berlin 73

Bericht über die Tagung der Deutschen Mineralo-
gischen Gesellschaft in Marburg vom 15. bis
17. September 1924 75

ZUSCHRIFTEN UND VORLÄUFIGE MITTEILUNGEN:

Die Gitterstruktur des Karborunds (SiC). Von
H. OTT, München 76



ZEISS

**Astronomische
Instrumente**

**Ausrüstungen
für Liebhaber-Astronomen**

Terrestrische Fernrohre
Aussichtsfernrohre
Astronomische
Optik
Kuppeln

CARL ZEISS, JENA

Projektions-Planetarium

CARL ZEISS
JENA

Druckschriften kostenfrei

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

Handwritten initials or mark.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $\frac{10}{42}$ Dollar nord-amerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.80 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

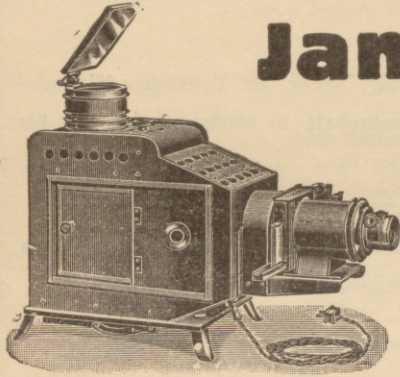
Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{1}$ Seite 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.20 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

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



Janus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044)

mit hochkerziger Glühlampe zur Projektion von
Papier- und Glasbildern

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

(314)

Größte Auswahl in Lichtbildern!

Ed. Liesegang, Düsseldorf, Postfach
124

Listen frei

Gegründet 1854

Listen frei

Montagsblatt

der

Magdeburgischen Zeitung

Wochenblatt für die geschichtliche und wissen-
schaftliche Erforschung der Provinz Sachsen,
:: Braunschweig, Anhalts und Thüringens ::

Bezugspreis bei der Post monatlich 1.— Mk.

*

Magdeburgische Zeitung

Hauptblatt Mitteldeutschlands

Wöchentlich 13 Ausgaben

mit neuer Beilage ab 1. Januar 1925.
Montagsblatt, wissenschaftliche Wochenbeilage.

Bezugspreis bei der Post monatlich 5.50 Mk.

Zur Geschichte der Krystallkunde.

Von P. GROTH, München.

Bisher sind nur zwei Versuche gemacht worden, eine Geschichte der mineralogischen Wissenschaften zu schreiben: 1. Die „Geschichte der Krystallkunde“ von C. M. MARX (Professor der Physik und Chemie in Braunschweig) 1825, eine interessante Zusammenstellung der bis vor 100 Jahren über die Krystalle geäußerten Ansichten zahlreicher Naturforscher und Philosophen, 2. FR. V. KOBELLS „Geschichte der Mineralogie von 1650—1860“, München 1864, in welcher besonders die Entdeckungsgeschichte und die Erforschung der einzelnen Mineralien berücksichtigt ist. Der Mangel einer zusammenhängenden Darstellung der Entwicklung der Krystallographie und Mineralogie selbst erklärt sich daraus, daß erst die neueste Zeit die klare Erkenntnis des Umstandes gebracht hat, daß diese beiden Wissenschaften, welche sich in inniger Verflechtung miteinander entwickelt haben, ihrem Wesen nach völlig verschiedenen Wissensgebieten zuzurechnen sind. Die Kenntnis des krystallisierten Zustandes der Materie — gleichgültig, ob sie sich im Mineral-, Pflanzen- und Tierreich findet, oder ob sie sich im Schmelzraum eines Hochofens oder im Reagensgefäß des Chemikers bildet — ist, in ihren drei Spezialwissenschaften, der geometrischen, der physikalischen und der chemischen Krystallographie, ein zusammengehöriges Ganzes bildend, ein Teil des großen physikalisch-chemischen Wissensgebietes, der Kenntnis der Materie überhaupt und der sie beherrschenden Gesetzmäßigkeiten. Die Mineralkunde dagegen, ursprünglich dem Kreise der sog. beschreibenden Naturwissenschaften angehörig, beschäftigt sich mit den einheitlichen Stoffen, welche die uns bekannte Erdkruste zusammensetzen, deren Mehrzahl krystallisiert ist und die daher zur Erforschung ihrer Eigenschaften die Methoden der Krystallographie erfordern, für die aber außerdem das Studium ihrer Entstehung, ihres Anteils am Aufbau der Erde und ihrer Veränderung unter dem Einfluß der in der Natur auf sie wirkenden Agenzien als ihr wichtigstes Forschungsgebiet, durch welches sie zur Grundlage der Geologie wird, in Betracht kommt. Versucht man nun, die früheren Forschungen, welche sich lediglich auf die Gesetzmäßigkeiten des krystallisierten Zustandes der Stoffe bezogen, getrennt zu behandeln von den eigentlich mineralogischen, und setzt man an Stelle einer chronologischen Behandlung eine solche nach sachlichen Gesichtspunkten, so ergibt sich je ein Bild vollkommen einheitlich fortschreitender Entwicklung der einzelnen Gebiete, wie der Verf. in einem von ihm begonnenen Werke („Grundzüge zur Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften“) zu zeigen beabsichtigt. Zu den

mineralogischen Wissenschaften gehören nach allgemeiner Anschauung auch die Gesteins- und die Lagerstättenkunde, welche naturgemäß in neuerer Zeit immer mehr in das Gebiet der geologischen Wissenschaften gerückt sind, deren Entwicklung aus der speziellen Mineralkunde aber in dem erwähnten Werke ebenfalls berücksichtigt werden wird.

Im folgenden soll nun ein kleiner Ausschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Krystallkunde in etwas anderer Form mitgeteilt und durch einige Abbildungen erläutert werden. Die in Rede stehende Wissenschaft beginnt mit der ersten Entdeckung einer Gesetzmäßigkeit an den Krystallen, derjenigen, daß die ebenen Flächen derselben, wie auch ihre Größe und Gestalt variieren, stets einander unter ganz bestimmten Winkeln schneiden, eine Erkenntnis, welche wir dem Dänen NIELS STENSEN (allgemein irrtümlich „Nicolaus Steno“ statt „Stenonis sc. filius“ genannt) verdanken, der sie 1669 als Leibarzt am Hofe von Florenz in seinem *Prodromus Dissertationis de solido intra solidum naturaliter contento* (Ostwalds Klassiker Nr. 209), zusammen mit einer Reihe von Beobachtungen über den Bau Toskanas, welche ebenso grundlegend für die geologische Forschung sind wie jene Entdeckung für die krystallographische, veröffentlichte. Damit beginnt die wissenschaftliche Beschreibung der äußeren Form der Krystalle, welche in der Folge erweitert wurde durch das 1723 erschienene Werk „*Prodromus Crystallographiae*“ des schweizerischen Arztes MORITZ AUGUST CAPPELLER (1922 im Urtext und in deutscher Übersetzung neu herausgegeben von C. MIELEITNER) und besonders durch die sorgfältigen Arbeiten eines französischen Privatgelehrten JEAN BAPTISTE LOUIS ROMÉ DE L'ISLE. Dieser veröffentlichte im Jahre 1772 einen „*Essai de Crystallographie, ou Description des figures géométriques, propres à différens Corps du Regne Minéral, connus vulgairement sous le nom de Cristaux*“ und 1783 eine außerordentlich erweiterte und verbesserte zweite Auflage dieses Werkes in vier Bänden, welche die exakte Beschreibung und Abbildung zahlreicher Krystalle des Mineralreiches sowie solcher von chemischen Präparaten enthalten, zugleich mit den ersten brauchbaren Messungen der Krystallwinkel, letztere ausgeführt mit dem von einem seiner Schüler und Mitarbeiter erfundenen sog. Anlegoniometer. Mit diesem Werke war die geometrische Krystallographie, wenn zunächst auch nur als einfache Beschreibung der Krystallformen, auf einen Höhepunkt gelangt, der im 18. Jahrhundert nicht wesentlich überschritten worden ist. Inzwischen war in demselben Jahre 1669, in

welchem STENSEN die Winkelkonstanz der Krystalle feststellte, von seinem Landsmann BERTHELSEN (lat. Bartholinus) die erste Entdeckung einer physikalischen Krystalleigenschaft gemacht worden, die der Doppelbrechung des Lichtes in dem damals zuerst in großen klaren Rhomboedern in Island gefundenen und nach Kopenhagen gelangten Kalkspats; die von ihm schon zum Teil richtig erkannten Gesetze der Doppelbrechung wurden in der Folge vollständig festgestellt durch den großen holländischen Physiker und Astronomen CHR. HUYGHENS, der auch den ersten Versuch einer Erklärung derselben durch die Annahme einer rotationsphäroidischen Gestalt der Moleküle des sog. Doppelspates machte.

Die erste Erklärung der Krystallformen aus der inneren Struktur der Krystalle ist enthalten in einer 1773 in den Schriften der Akademie zu Upsala erschienenen Abhandlung des schwedischen Chemikers TORBERN BERGMAN. Hier wird zum ersten Male der Satz ausgesprochen, daß die Mannigfaltigkeit der Formen, welche manche Krystallarten zeigen, von sehr wenigen „Primitivformen“ abzuleiten seien, und dieser Satz am Beispiel des Kalkspats erläutert. Unter der Annahme, daß die kleinsten Teile dieses Minerals die Gestalt jenes Rhomboeders besitzen, welches man aus dem isländischen Doppelspat durch Spaltung erhält, wird durch Figuren gezeigt, wie man mittels Auflagern von aus solchen Rhomboedern zusammengesetzten Schichten von gleicher Größe ein hexagonales Prisma, aus gleichartigen Schichten, aber von abnehmender Zahl der sie bildenden kleinen Rhomboeder, ein Skalenoeder erhält, dessen Achsenlänge und somit dessen Gestalt notwendig von dem „Gesetze der Decrescenz“, d. h. von dem Verhältnis der Größe der aufeinander folgenden Schichten abhängt. Beiläufig gibt BERGMAN an, daß sein ausgezeichnete Schüler J. G. GAHN zuerst aus einem solchen Skalenoeder den rhomboedrischen „Kern“ herausgespalten habe. Auch für solche Krystalle, welche sich wie Turmalin und Granat ihrer Härte wegen nicht spalten lassen, wird die Existenz eines derartigen „Kernes“ und die Entstehung der äußeren Form durch einen schalenförmigen Aufbau angenommen, wie aus der regelmäßigen Streifung ihrer Flächen zu erkennen sei. In einem späteren Abdruck derselben Abhandlung in seinen gesammelten Werken fügt BERGMAN u. a. noch die Bemerkung hinzu, daß die von ihm angenommene rhomboedrische Gestalt der kleinsten Teile des Kalkspats auch dadurch bewiesen werde, daß bereits die „Moleküle“ des kohlensauren Kalkes, welche sich in dem der Luft ausgesetztem Kalkwasser bilden und dem bewaffneten Auge sichtbar werden, die Rhomboederform zeigen.

Die in dem Bergmanschen Aufsätze niedergelegten Ansichten adoptierte nun der französische Forscher RENÉ JUST HAÜY in zwei nahe 10 Jahre später der Pariser Akademie eingereichten Abhandlungen über die Struktur der Krystalle des

Granat und des Kalkspat, welche in jener Körperschaft als eine die wissenschaftliche Krystallographie begründende Leistung angesehen wurden und veranlaßten, den als Lehrer am Seminar des Kardinals Lemoine tätigen Abbé sehr bald in den Kreis der Akademiker aufzunehmen. 1783 veröffentlichte dieser seine berühmte Schrift „Essai d'une théorie sur la structure des cristaux“, in welcher er nun seine auf den erwähnten Ideen beruhenden Ansichten auch auf andere Krystallarten ausdehnt und zu einer allgemeinen Theorie erweitert, nach welcher alle Krystalle einer Art die gleiche Primitivform als Kern, dessen Gestalt durch die Spaltbarkeit festgestellt oder mangels letzterer Eigenschaft aus der Streifung der Flächen geschlossen werden könne, enthalten und die jeweils seine äußere Form bildenden „sekundären“ Flächen dadurch entstehen, daß jener Kern von Lamellen, bestehend aus parallel in einer Ebene angeordneten „Molekülen“ von der Gestalt der Primitivform, derart bedeckt wird, daß jede folgende um ein, zwei oder mehr (selten über vier)

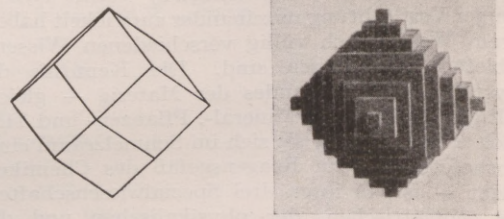


Fig. 1. Rhombendodekaeder.

Reihen solcher Moleküle kleiner ist, und die Ränder der unendlich dünn zu denkenden Lamellen eine scheinbar ebene Fläche bilden, deren Stellung natürlich von dem „Gesetze der Decrescenz“ der Lamellen abhängt. Wie HAÜY in der Einleitung zu diesem Werke angibt, sei ihm die Grundidee zu seiner Theorie suggeriert worden durch die Beobachtung, daß ein zufällig zerbrochenes hexagonales Prisma von Kalkspat zu seiner Achse geneigte spiegelnde Trennungsebenen zeigte, und er habe die Beziehung der Spaltungsflächen zur Form dieses Krystalls dann näher verfolgt.

Die zur Erklärung des Aufbaues der Krystalle angenommenen Decrescenzgesetze werden zuerst erläutert an dem nach dem Würfel spaltbaren Steinsalz. Denkt man sich auf jede der 6 Flächen eines würfelförmigen „Kerns“ dieses Minerals quadratische Schichten kleiner Würfel („konstituierender Moleküle“) aufgelagert, deren folgende jedesmal an allen 4 Seiten um eine Molekülreihe abnimmt, so wird gezeigt, daß die entstehenden Treppenflächen zu je zwei an einer Würfelkante in eine Ebene fallen und somit das Rhombendodekaeder (Fig. 1) entsteht, dessen Flächen bei unendlich kleiner Breite der Treppenstufen als ebene Flächen erscheinen; tritt jede folgende Stufe

gegen die vorhergehende um 2 Molekülreihen zurück (Fig. 2), so entsteht das einfachste und häufigste Tetrakishexaëder. Um die Bildung des Oktaëders zu erklären, ist die Annahme eines andersartigen Gesetzes der Decrescenz nötig, nämlich nicht eines solchen der Abnahme nach den Kanten, sondern nach den Ecken des Kerns, d. h. es fehlen in der ersten sich auflagernden Schicht an jeder der 4 Ecken je 1 Molekül, in der zweiten, dritten usf. je 2, 3 usw. Moleküle einer zu den Würfelkanten diagonalen Reihe; baut man aber dieser Angabe entsprechend ein Modell*) auf, so erhält man nicht, wie HAÜY angibt, ein reguläres

findet, aufgebaute Gebilde hat nämlich die Gestalt von Fig. 5b. Die Kombination Fig. 5a ist aber gerade diejenige Form des Kalkspats, welche

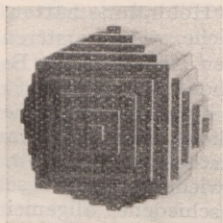
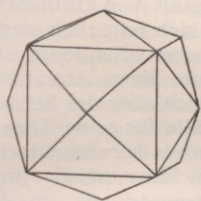


Fig. 2. Tetrakis hexaëder.

Oktaëder (Fig. 3a), sondern das in Fig. 3b dargestellte Gebilde (wenn man sich die auf 3 Ebenen des Kerns aufgeschichteten Lamellen auch auf den übrigen Flächen des Würfels hinzugefügt denkt). Um dieses zu einem Oktaëder zu ergänzen, müssen die Lücken durch Schichten von kleinen Würfeln ausgefüllt werden, welche von zwei benachbarten Ebenen des Kerns als Fortwachsungen ausgehend zu denken sind und daher einander in einer diagonalen (Rhombendodekaëder-) Ebene berühren, d. h. einer sekundären Fläche des Krystalls. Die Theorie ist daher gezwungen, zur Erklärung der sekundären Flächen die Existenz von Sekundärformen anzunehmen.

Als zweites Beispiel wird dann der Kalkspat behandelt und zunächst die Entstehung des häufig allein auftretenden flachen Rhomboëders (Fig. 4a) aus Lamellen, welche nach den Polkanten des Kerns um je eine Molekülreihe zurücktreten, erläutert. Ein Modell, nach diesen Angaben angefertigt, liefert aber ebenfalls ein Gebilde (Fig. 4b), dessen Lücken nur durch Molekülschichten ausgefüllt werden können, welche einander in sekundären Ebenen begrenzen. Deutlicher wird dieser innere Widerspruch der Theorie durch die Erklärung der in Fig. 5a dargestellten Kombination des hexagonalen Prismas mit der Basis, an welcher die Spaltungsflächen die 6 abwechselnden horizontalen Kanten abstumpfen. Das der Theorie entsprechend, wonach die Decrescenz hier nach den Seitenkanten des Kerns um 2 Molekülreihen statt-

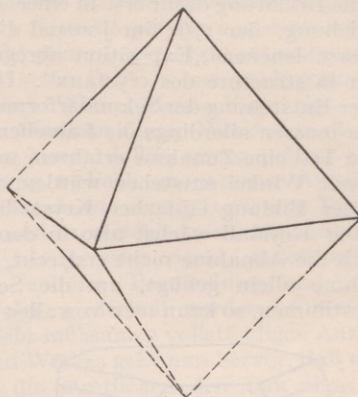


Fig. 3a. Oktaëder.

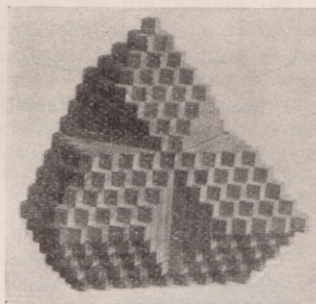


Fig. 3b. Unvollständiges Oktaëder.

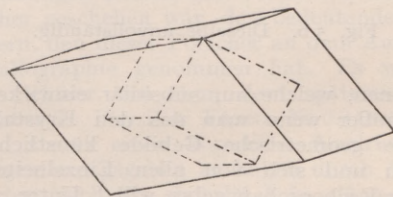


Fig. 4a. Flaches Kalkspatrhomboëder.

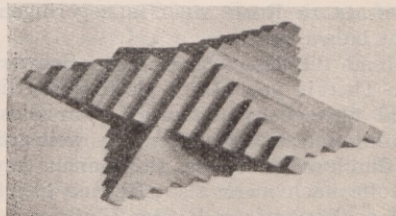


Fig. 4b. Dasselbe unvollständig.

*) Die hier abgebildeten Modelle befinden sich im mineralogischen Institut der Universität München; die Figuren verdankt der Verf. der freundlichen Hilfe des Herrn Prof. Dr. H. Steinmetz.

nach wiederholter Versicherung HAÜYS den Ausgangspunkt seiner Theorie bildet und den glänzendsten Beweis derselben liefert.

Fragen wir uns nun, wie es kommt, daß ein so scharfsinniger Forscher, wie es HAÜY zweifellos war, einen solchen Irrtum begehen konnte, so finden wir eine Erklärung dafür erst in einer späteren Veröffentlichung, der 1792 im Journal d'Histoire naturelle erschienenen „Exposition abrégée de la théorie sur la structure des cristaux“. Hier sagt er: „Bei der Entstehung der Sekundärformen durch Decrescenz müssen allerdings die Lamellen an den Seiten zum Teil eine Zunahme erfahren, weil sonst einspringende Winkel entstehen würden, was den Gesetzen der Bildung einfacher Krystalle widerspricht. Der Krystall wächst also in den Teilen, auf die sich die Abnahme nicht erstreckt, da aber die Abnahme allein genügt, um die Sekundärform zu bestimmen, so kann man von allen anderen

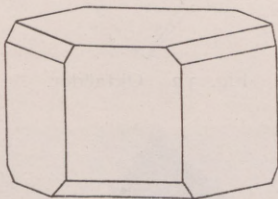


Fig. 5 a. Prismatische Kalkspatkombination.

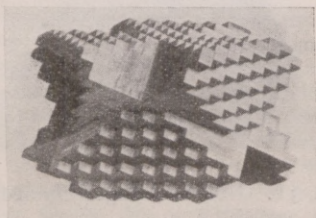


Fig. 5 b. Dieselbe unvollständig.

Variationen, welche nur subsidiär einwirken, absehen, außer wenn man das den Krystall darstellende geometrische Gebilde künstlich konstruieren und sich von allen Einzelheiten der Struktur Rechenschaft geben will.“ Unter „künstlicher Konstruktion“ ist hier offenbar die Herstellung von Modellen verstanden, auf welche HAÜY im Gegensatz zu ROMÉ DE L'ISLE geringen Wert gelegt zu haben scheint.

Während die eben betrachtete Schwierigkeit für seine Theorie von HAÜY als unwesentlich anscheinend übersehen worden ist, war dies nicht der Fall mit einer zweiten allerdings weit größeren, bewirkt durch die Tatsache, daß manche krystallisierte Stoffe nach mehr als 3 Ebenen gleich vollkommen spalten, wie z. B. der Flußspat. Da es unmöglich ist, durch die hier vorhandene Primitivform des Oktaeders den Raum lückenlos auszufüllen, so mußte die Theorie in diesem Falle zwei verschiedene Primitivformen annehmen, nämlich das reguläre Oktaeder und das reguläre Tetraeder, beide mit gleichgroßen Flächen, denn zwei der

letzteren bilden zusammen mit einem Oktaeder ein Parallelepipid, und nur aus diesem ist man imstande, durch Anwendung der Decrescenzgesetze die Flußspatformen aufzubauen. Um der Notwendigkeit, einer der Grundlage seiner Theorie widersprechenden Annahme von zweierlei konstituierenden Molekülen zu entgehen, stellt HAÜY nun die Hypothese auf, derartige Krystalle enthielten regelmäßig angeordnete und gestaltete Hohlräume, die des Flußspats z. B. beständen durchweg aus Oktaedern, zwischen denen die regelmäßig verteilten notwendig vorhandenen tetraëdrischen Räume leer seien oder umgekehrt: Die Primitivform des Flußspats sei das reguläre Tetraeder und die Hohlräume hätten die Gestalt von Oktaedern, welche, wie im ersteren Falle, sich natürlich wegen ihrer Kleinheit der Beobachtung vollständig entziehen. HAÜY erklärt die zweite dieser Annahmen für die wahrscheinlichere, ist sich aber der Schwierigkeit, die durch derartige Fälle für seine Theorie entsteht, wohl bewußt, wie daraus hervorgeht, daß er wiederholt auf dieselbe zurückkommt, sie durch verschiedene allgemeine Betrachtungen zu beseitigen sucht, unter anderm auch durch die nirgends bewiesene Behauptung, daß hier nur eine scheinbare Schwierigkeit vorliege!

Dieser Mangel der Haüy'schen Theorie ist erst beseitigt worden durch eine Abhandlung „Versuch einer Erklärung des inneren Baues der festen Körper“, welche SEEBER, Professor der Physik in Freiburg i. Breisgau im Jahre 1824 im 76. Bd. von Gilberts Annalen der Physik veröffentlichte. Hier wird nachgewiesen, daß wegen der Elastizität der festen Körper diese nicht aus einander unmittelbar berührenden Teilchen bestehen können, sondern die letzteren gegenseitige Abstände besitzen müssen, welche dem stabilen Gleichgewichte der zwischen ihnen wirkenden anziehenden und abstoßenden Kräfte entsprechen, daß also die Form der Krystalle und ihre natürlichen Trennungsflächen nicht durch die Haüy'sche Hypothese erklärt werden könne. Der Verf. setzt daher an die Stelle der einander berührenden Moleküle von der Gestalt der „Primitivform“ solche, deren jedes die Mitte eines jener Polyeder einnimmt und für die der Einfachheit halber die Kugelgestalt angenommen wird. Da alsdann nur eine einzige Stellungsart der Moleküle, die *parallelepipedische* Anordnung, angenommen zu werden braucht, vereinfacht sich die Haüy'sche Theorie ganz wesentlich; hier ist also offenbar die sog. „Gittertheorie“ der Krystalle vollkommen klar ausgesprochen!

Es scheint, daß diese wichtige Abhandlung später nirgends erwähnt worden ist, außer in der meisterhaften Skizze, welche SOHNCKE 1879 als historische Einleitung in seiner „Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur“ gegeben hat und in der er besonders drei Einwände gegen die Haüy'sche Theorie erhebt. Erstens sei sie nicht anwendbar auf Krystalle mit anderer als parallelepipedischer Spaltbarkeit und ebensowenig auf solche ohne deutliche Teilbarkeit, bei denen die Festsetzung

einer bestimmten Gestalt der Moleküle eine ganz willkürliche sei. Zweitens habe das sog. subtraktive (d. i. parallelepipedische) Molekül zwar eine geometrische, aber keine physische Bedeutung; „bald ist sie die wirkliche physische, bald eine nur zu Konstruktionen bequeme geometrische Einheit.“ Der dritte Einwand bezieht sich auf die oben erwähnte Annahme regelmäßiger Hohlräume in den nach mehr als 3 Ebenen spaltbaren Krystallen, in denen keine sonstige Eigenschaft diese an und für sich höchst unwahrscheinliche Absonderlichkeit ihres Baues erraten lasse.

SOHNCKE weist a. a. O. auch darauf hin, daß 1813 bereits WOLLASTON, der die weit älteren Ansichten über die kugelförmige Gestalt der Elementarpartikel (aber mit gegenseitiger Berührung der Kugeln) wieder aufgenommen hatte, bemerkt habe: „man könne statt der Kugeln auch mathematische Punkte annehmen, begabt mit ringsherum gleichwirkenden, anziehenden und abstoßenden Kräften, so daß ihre Ausdehnung nur virtuell kugelförmig sei“. Wende man dies auf den von WOLLASTON behandelten Fall dichtester Kugelpackung an, so erhalte man in der Tat das oktaedrische Raumgitter.

Auf Grund seiner Theorie wird HAÜY bisher allgemein als Entdecker des sog. Grundgesetzes der geometrischen Krystallographie, desjenigen der Rationalität der Indices, und damit als der eigentliche Begründer der wissenschaftlichen Krystallographie angesehen. Dieses Gesetz sagt aus: „Werden die Richtungen dreier nicht in einer Ebene liegender Kanten eines Krystalls als *Achsen* betrachtet, und schneidet eine beliebige keiner Achse parallele Fläche des Krystalls auf den Achsen 3 Längen ab, welche in den Verhältnissen $a : b : c$ stehen, so besitzen diese sog. Parameterverhältnisse für jede andere Fläche derselben Krystallart

den Ausdruck $\frac{a}{h} : \frac{b}{k} : \frac{c}{l}$, wo h , k und l paarweise

sich verhalten wie zwei meist sehr einfache rationale Zahlen“, d. h. letztere Werte, die „Indices“, können meist auf die Werte 0 (Fall des Parallelismus der Fläche mit einer Achse), 1 oder 2 gebracht werden. Dieses Gesetz läßt sich auch so ausdrücken: „Ein Krystall kann aufgebaut gedacht werden aus lückenlos parallel aneinander gelagerten Raumeinheiten von der Gestalt des sog. Elementarparallelepipeds, d. h. desjenigen, dessen Kanten den 3 Achsen parallel sind und Längen besitzen, deren Verhältnisse mit $a : b : c$ übereinstimmen; findet der Aufbau des Krystalls aus diesen unendlich klein zu denkenden Parallelepipedreihen statt, daß die aufeinanderfolgenden ebenen Schichten derselben jedesmal um eine rationale Anzahl von Parallelepipedreihen zurücktreten oder vortragen, so entstehen als Begrenzungsflächen des Krystalls Ebenen, deren Stellung von den Werten der Indices, d. i. jener Anzahl von Parallelepipedreihen, abhängt.“ Hierbei ist aber zu bemerken, daß die Winkel und die Verhältnisse der Kantenlängen des Elementarparallelepipeds im allgemeinen mit der Temperatur stetig (wenn

auch um kleine Beträge) veränderliche Größen sind, daß also die Winkel der Krystalle im allgemeinen nicht konstant sind. Die Ähnlichkeit der HAÜYschen Theorie mit dieser zweiten Art, das Grundgesetz der Krystallographie auszusprechen, hat nun veranlaßt, ihm dessen Erkenntnis zuzusprechen, obgleich keine Stelle seiner zahlreichen und umfangreichen Werke hierzu berechtigt. Das vollständige Studium dieser Werke ist allerdings dadurch erschwert, daß in seiner äußerst geschickten Darstellung vielfach unerwiesene Annahmen und Behauptungen wie streng bewiesene Tatsachen behandelt und in verschiedenen Abhandlungen nicht weniger als 5- oder 6mal, meist mit anderen Worten, anderer Begründung und in anderer Reihenfolge wiederholt werden. Aus der infolgedessen sehr mühsamen vollständigen Analyse seines gesamten Werkes geht nun hervor, daß nach seiner Theorie die sämtlichen den Bau eines Krystalls bestimmenden Größen — nämlich die Längen und die Winkel der Kanten des Elementarparallelepipeds ebenso wie die Anzahl der Reihen von solchen Parallelepipedreihen, um welche die den Krystall aufbauenden Schichten derselben gegeneinander zurück- oder vortreten — *konstante* Werte besitzen. Die richtige Erkenntnis des geometrischen Grundgesetzes setzte zunächst die Einführung der „Achsen“ als ausgezeichnete Richtungen im Krystall voraus, und diese erfolgte durch CHR. S. WEISS, welcher seine Tätigkeit 1801 mit der Übersetzung von HAÜYS umfangreichem Werke „Traité de minéralogie“ begann, aber schon während dieser Arbeit ein scharfer Kritiker der HAÜYschen Ansichten wurde. Durch Einsicht des in der Berliner Staatsbibliothek befindlichen Nachlasses von WEISS und durch das Studium seiner Abhandlungen konnte der Verf. vollständiger als es bisher geschehen war, den bedeutenden Anteil schildern, den dieser Forscher an dem Aufbau der Krystallographie genommen hat. Es war aber einem Schüler von ihm, dem späteren großen Königsberger Physiker FRANZ NEUMANN, vorbehalten, zuerst einen korrekten Ausdruck jenes Grundgesetzes gegeben zu haben durch den 1823 geführten Nachweis, daß die Achsenlängen a , b , c im allgemeinen als irrationale Größen zu betrachten seien; dies fand eine glänzende Bestätigung durch die bereits 1824 erfolgte Entdeckung MITSCHERLICHs, nach welcher jene Längen eine stetige im allgemeinen ungleiche Änderung mit der Temperatur erfahren.

Die weitere Erforschung der physikalischen Eigenschaften der Krystalle führte dann im Laufe des 19. Jahrhunderts zur Feststellung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen diesen und den geometrischen Verhältnissen, namentlich denen der Symmetrie. Die Gesetze der Symmetrie der Krystalle sind zuerst im Jahre 1831 durch HESSEL (in Marburg) vollständig festgestellt worden, ein Fortschritt, der jedoch erst viel später allgemein erkannt und anerkannt wurde, namentlich durch die in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auf-

gestellten Theorien der Krystalstruktur von SOHNCKE, FEDOROW und SCHOENFLIES.

Während die „physikalische Krystallographie“ durch alle diese Forschungen bis zur Jahrhundertwende zu einem wenn auch nur vorläufigen (denn es fehlt noch die dynamische Erklärung der erkannten Gesetzmäßigkeiten) Abschluß gelangt ist, liegt die Sache ganz anders bei der „chemischen Krystallographie“, der Erkenntnis der Abhängigkeit der krystallographischen Verhältnisse der Körper von ihrer chemischen Natur. Die Entwicklung dieses Zweiges der Wissenschaft begann zwar schon 1819 mit der Entdeckung der Isomorphie durch MITSCHERLICH, aber trotz der un-

geheuren Zahl von seitdem angestellten Untersuchungen ist auf diesem Gebiete noch keine allgemeine Gesetzmäßigkeit erkannt, noch irgendeine Erklärung für die so vielen Stoffen zukommende Eigenschaft, in mehreren physikalisch verschiedenen Zuständen zu krystallisieren (Polymorphie), gefunden worden. Das hier zugrunde liegende Gesetz, dessen Erkenntnis wesentlich vorbereitet ist durch die Entdeckung des neuen Hilfsmittels, welches die röntgenometrische Beobachtungsmethode darbietet, kann erst festgestellt werden durch den weiteren Ausbau der in den letzten Jahren so außerordentlich rasch sich entwickelnden Atomtheorie.

Zur Photochemie des Sehens¹⁾.

VON SELIG HECHT, Boston U. S. A.

I.

Vor einigen Jahren kündigten BEER, BETHE und VON UEKKÜLL ein Programm für die objektive Untersuchung der Reizung an. Die Angelegenheit führte zu nichts anderem als zur Bildung einer Nomenklatur, welche nie zur Anwendung kam. Aber die Idee war von Bedeutung. Reizungen sowohl an niederen Tieren als auch an Menschen sollten ebenso objektiv behandelt werden wie jeder andere biologische Prozeß. Zu diesem Zwecke müssen die Ergebnisse das Verhältnis zwischen dem Reiz und der Reaktion des Organismus darstellen. Das Endziel einer solchen Arbeit besteht darin, den Reizprozeß in physikalischen und chemischen Eigenschaften jener Substanzen auszudrücken, welche das gereizte Organ bilden.

Eine Anzahl von Organismen besitzt charakteristische Reaktionen, welche sie für eine derartige Behandlung geeignet erscheinen lassen. Typisch hierfür sind die Seescheide *Ciona intestinalis* und die Muschel *Mya arenaria*. Dem Lichte ausgesetzt, reagieren beide Tiere durch kräftige Zusammenziehung der Siphonen. Dadurch ist es möglich geworden, quantitativ die Eigenheiten ihrer Lichtsensibilität zu untersuchen und eine Hypothese auszuarbeiten, welche die Reizbarkeit als photochemischen Mechanismus erklärt.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt, daß ein wesentlich gleichartiges photochemisches System dem Sehen im menschlichen Auge zugrunde liegt. Dies hat nun dazu geführt, die Versuche über die Eigenschaften der Netzhaut vom photochemischen Standpunkte aus wieder aufzunehmen. Die Resultate dieser neuen Versuche haben unsere Kenntnisse des Sehmechanismus der Netzhaut bereichert.

In den folgenden Abschnitten sind die Versuche mit *Ciona*, *Mya* und dem menschlichen Auge in Kürze beschrieben und illustriert. Die Versuchsergebnisse wie auch viele Verweisungen auf die

einschlägige Literatur sind in einer Anzahl von Arbeiten der letzten fünf Jahrgänge des „Journal of General Physiology“ zu finden.

II.

Man kann ohne weiteres annehmen, daß das Licht im Reizstadium zuerst eine einfache photochemische Reaktion auslöst. Dies sollte unter richtigen Versuchsbedingungen erkennbar sein, weil einfache photochemische Reaktionen gewisse bekannte Eigenschaften besitzen. Die Anwendbarkeit des Bunsen-Roscoeschen Gesetzes bildet eine dieser Eigenschaften. In einem photochemischen Prozeß, der nicht durch sekundäre Reaktionen kompliziert wird, schafft eine konstante Energiemenge einen gegebenen photochemischen Effekt (E). In gewissen Grenzen kann aber diese Energie verteilt werden, indem man die Expositionszeit (t) und die Intensität der Belichtung (I) variiert, so daß $E = K \cdot I \cdot t$.

Diese Gleichung ist für *Ciona* und für *Mya* richtig befunden worden. Im Fall von *Ciona* wurde die Intensität variiert und die genaue Zeit gemessen, innerhalb welcher eine Reaktion zustande kam; bei *Mya* hingegen wurde die Zeit variiert und die Intensität gemessen. Das Produkt ($I \cdot t$) ist in beiden Fällen konstant. Im Falle von *Mya* $I \cdot t = 5,62$ Meterkerzen-Sekunden, bei *Ciona* $I \cdot t = 4,75 \times 10^3$ Meterkerzen-Sekunden.

Eine weitere, zum erstenmal von GOLDBERG vor 20 Jahren beschriebene Eigenschaft einfacher photochemischer Reaktionen besteht darin, daß der Temperaturkoeffizient für 10° nahe 1 ist. Seit GOLDBERGS Bearbeitung dieser Frage wurde diese Eigenschaft in bezug auf photochemische Reaktionen fast allgemein gültig gefunden. Die obigen Versuche mit *Mya* wurden bei verschiedenen Temperaturen zwischen 13° und 32° wiederholt, und es zeigte sich, daß der Temperaturkoeffizient der für minimale Reizung notwendigen Energiemenge 1,06 für 10° beträgt.

Diese Versuche beweisen daher, daß der Anfangsprozeß der Lichtreizung in einer photochemischen Reaktion besteht. Überdies liefern

¹⁾ Aus der Physikalisch-chemischen Abteilung des Physiologischen Instituts, Harvard Medical School. Übersetzt von Frau HELENE BERGLUND, Boston.

diese Experimente eine sehr wichtige Tatsache: Um nämlich eine Minimalreizung zu schaffen, muß das Licht eine bestimmte Menge lichtempfindliche Substanz im Sinnesorgan des Tieres zersetzen.

III.

Gleich dem menschlichen Auge zeigen *Mya* und *Ciona* Hell- und Dunkeladaptationen. Wird *Mya* kräftiger Belichtung ausgesetzt, so verringert sich seine Empfindlichkeit sehr rasch, so daß zur Hervorrufung einer Reaktion eine viel längere Expositionszeit als vorher notwendig ist. Wenn jetzt das Tier ins Dunkel zurückversetzt wird, erlangt es die ursprüngliche Empfindlichkeit langsam wieder. Es wurden Versuche ausgeführt, in welchen die für die Reizung erforderliche Expositionszeit nach verschiedenen Zeitdauern der Dunkeladaptation gemessen wurde. Sofort, nachdem das Tier in den Dunkelraum gebracht wurde, ist eine ziemlich lange, fast 2 Sekunden währende Expositionszeit erforderlich. Allmählich wird die erforderliche Expositionszeit immer kürzer, bis sie nach 30 Minuten etwa 0,2 Sekunden beträgt, und die Dunkeladaptation ist dann vollendet.

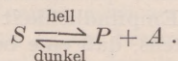
Es wurde oben gezeigt, daß eine bestimmte Menge photochemischer Substanz zersetzt werden muß, wenn man einen minimalen Reiz hervorbringen will. Nehmen wir an, daß dies auch für Dunkeladaptation gilt. Daher bedeuten die Differenzen der für die Reizung notwendigen Expositionszeiten Differenzen der zur Schaffung dieser Zersetzung notwendigen Zeiten. Da der Totaleffekt konstant ist, stellt der Reziprokwert der Expositionszeit die Geschwindigkeit der photochemischen Zersetzung dar. Die aus der Lichtexposition resultierende Geschwindigkeit der Zersetzung nimmt also während der Dunkeladaptation allmählich zu.

Diese Geschwindigkeitszunahme muß irgendeiner Veränderung in den Sinneszellen entsprechen. Es mag als vorläufige Annahme gelten, daß die Geschwindigkeit in geradem Verhältnis zu der Konzentration einer im Sinnessystem befindlichen lichtempfindlichen Substanz (*S*) steht. Die Konzentration von *S* wird bei beginnender Dunkeladaptation eine geringe sein und wird sich bei fortschreitender Dunkeladaptation vergrößern, so daß sie in jedem Moment zum Reziprokwert der im gegebenen Moment zur Schaffung einer Reaktion notwendigen Expositionszeit in geradem Verhältnis steht.

Eine derartige Analyse der Versuchsergebnisse zeigt, daß sich der Reziprokwert der erforderlichen Expositionszeit während der Dunkeladaptation gemäß der Kinetik einer bimolekularen Reaktion verändert. Die lichtempfindliche Substanz *S* wird also in dem Sinnesorgan gemäß einer bimolekularen Reaktion gebildet. Nennen wir *P* und *A* die Ausgangsstoffe von *S*, so können wir $P + A \rightarrow S$ als Formel für die der Dunkeladaptation unterliegende Reaktion annehmen.

Da Hell- und Dunkeladaptation unbeschränkt

umkehrbar zu sein scheinen, können wir annehmen, daß *P* und *A* sowohl die Zersetzungsprodukte als auch die Ausgangsstoffe von *S* sind, und die vollständige Reaktion ist



Diese Gleichung hat sich für die Berechnung der Lichtempfindlichkeit dieser Tiere erfolgreich bewiesen.

Dunkeladaptation bedeutet die Bildung einer lichtempfindlichen Substanz in den Sinneszellen. Wir nehmen an, daß dieser Prozeß $P + A \rightarrow S$ eine gewöhnliche chemische Reaktion ist und als solche wie gewöhnlich von der Temperatur beeinflusst werden müßte. Der Temperaturkoeffizient sollte nach der van Hoffschenschen Regel für 10° in der Nähe von 3 liegen. Um das zu prüfen, wurden Versuche ausgeführt, welche darin bestanden, daß man bei drei verschiedenen Temperaturen, 11,5°, 16,2° und 21,9°, Messungen der Dunkeladaptation von *Mya* vornahm. Aus den Versuchsergebnissen wurde der Wert der Geschwindigkeitskonstante

$$k = \frac{1}{at} \cdot \frac{x}{a-x}$$

in der Gleichung $P + A \rightarrow S$ berechnet. Die respektiven Zahlen für die drei Temperaturen sind 0,0687, 0,131 und 0,217. Der Temperaturkoeffizient von *k* ist daher 3,85 und stellt einen der Erwartung entsprechenden Wert dar¹⁾. (Hier bedeutet: *a* Anfangskonzentration, *a - x* die zur Zeit *t* noch vorhandene Konzentration der Stoffe *A* bzw. *P*.)

IV.

Die meisten lichtempfindlichen Tiere gelangen bei andauernder Exposition mit konstanter Lichtintensität in ein Empfindlichkeitsgleichgewicht. Das menschliche Auge adaptiert sich fast jeder Belichtung. Desgleichen adaptieren sich *Mya* und *Ciona* schnell bei andauernder Belichtung, nachdem sie zuerst auf eine gegebene Intensität reagieren. In der Formel der umkehrbaren Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$ ausgedrückt, stellt diese Sinnesadaptation augenscheinlich die Bildung eines stationären Zustandes dar, in welchem die Konzentration von *S*, *P* und *A* durch das Licht konstant erhalten wird.

Es ist gelungen, diese Sachlage bei *Mya* mit Adaptationen von verschiedenster Intensität zu prüfen. Ich ließ die Tiere bei einer gegebenen Belichtung Gleichgewicht erlangen. Dann erhöhte ich die Intensität und maß die zur Schaffung einer Reaktion notwendige Expositionszeit. Die aus

¹⁾ In den ersten die Dunkeladaptation (für das Auge sowohl als für *Mya*) betreffenden Arbeiten wurde die Herkunft der Gleichung $S \rightleftharpoons P + A$ auf eine etwas verschiedene Art behandelt. Eine vor kurzem, nur zu diesem Zweck vorgenommene Arbeit hat endgültig gezeigt, daß die hier gegebene Erklärung die richtige ist. Die mathematischen Betrachtungen in den beiden Behandlungsmethoden sind fast dieselben.

dem Versuche resultierenden Ergebnisse wurden quantitativ auf Grund der beiden oben angeführten Annahmen berechnet, nämlich erstens, daß die umkehrbare photochemische Reaktion $S \rightleftharpoons A + P$ die Empfindlichkeit des Tieres bestimmt, und zweitens, daß eine bestimmte Menge empfindlicher Substanz S durch Licht zersetzt werden muß, um eine Reaktion hervorzubringen.

Bei Belichtung des Systems $S \rightleftharpoons P + A$ wird die Reaktion $S \rightarrow P + A$ so vor sich gehen, daß

$$\frac{dx}{dt} = k_1 I (a - x)$$

ist, wobei a die ursprüngliche Konzentration von S , x die Konzentration von P und A , I die Lichtintensität und k_1 die Geschwindigkeitskonstante bedeutet. Sogleich, nachdem sich etwas P und A gebildet haben, vereinigen sie sich wieder zur Neuschaffung von S , wobei die Gleichung

$$-\frac{dx}{dt} = k_2 x^2$$

die Geschwindigkeit dieses Prozesses darstellt. Da beide Reaktionen zur selben Zeit stattfinden, beträgt die Totalgeschwindigkeit

$$\frac{dx}{dt} = k_1 I (a - x) - k_2 x^2.$$

Dies wird bis zur Ausgleichung der beiden Reaktionen andauern und so lange, bis

$$\frac{dx}{dt} = 0$$

ist. Für diesen stationären Zustand ist daher die Konzentration von S , P und A durch die Gleichung

$$KI = \frac{x^2}{a - x}$$

gegeben, wo

$$K = \frac{k_1}{k_2}.$$

Um eine Reizung zu erzeugen, muß eine neue Menge von S zersetzt werden. Das erfordert einen Zusatz von Licht zum System. Die Resultate des Experimentes zeigen die neugewonnene Intensität und die für eine Reizung erforderliche Zeit. Ausgehend von der bereits durch das adaptierende Licht zersetzten Menge von S kann man aus dem Integral der obigen für die Totalgeschwindigkeit gültigen Gleichung die Menge von frisch zersetztem S berechnen. Die Berechnungen lassen keinen Zweifel darüber, daß eine Reizung die Zersetzung einer bestimmten Menge von S bedingt, was immer auch die ursprüngliche Adaptationsintensität gewesen sein mag¹⁾.

V.

Erst kürzlich wurde dieses Problem des Empfindlichkeitsgleichgewichts von einem etwas anderen

¹⁾ LASAREFF (Ionentheorie der Reizung, S. 18) hat vor kurzem der Meinung Ausdruck gegeben, daß mono-, bi- und trimolekulare Kurven innerhalb der in den Messungen der Sinnesempfindungen bedingten Fehler-

Gesichtspunkte aus betrachtet. Was das Auge betrifft, wurde das Verhältnis zwischen der Adaptationsintensität (I) und der für eine Unterschiedsreizung notwendigen Intensität (ΔI) durch das Weber-Fechnersche Gesetz bestimmt. Die exakten Experimente von KOENIG und BRODHUN zeigten aber schon vor mehreren Jahren, daß das Weber-Fechnersche Gesetz nur auf wenige Grade von Intensitäten Anwendung finden kann, und daß sich das Verhältnis $\frac{\Delta I}{I}$ sowohl für hohe als auch für niedere Intensität erhöht.

Dasselbe gilt auch für Mya. Das Verhältnis $\frac{\Delta I}{I}$ ist sehr hoch bei niederen Intensitäten, ziemlich konstant über eine kleine Reihe von mittleren Intensitäten und wieder gesteigert bei hohen Intensitäten.

Diese Experimente finden ihre gründliche Erklärung aus denselben Annahmen, welche wir im vorangehenden Kapitel angewendet haben. Der stationäre Zustand der Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$ ist für die anfängliche Intensität I

$$KI = \frac{x_1^2}{a - x_1}.$$

Für die Endintensität $I + \Delta I$ sind die Konzentrationen von S , P und A durch

$$K(I + \Delta I) = \frac{x_2^2}{a - x_2}$$

gegeben.

Es ist offenbar, daß $x_2 - x_1$ die durch Hinzufügung von ΔI zersetzte Menge von S darstellt.

Berechnet man die Versuchsergebnisse mittels der obigen Gleichungen, so sieht man, daß der Wert von $x_2 - x_1$ für die ganze Reihe von Verhält-

grenzen dieselben Resultate geben und daß man daher nicht berechtigt sei zu schließen, daß die Dunkeladaptation bimokular sei. Um zu zeigen wie unberechtigt eine solche Einwendung ist, habe ich in Fig. 1 die

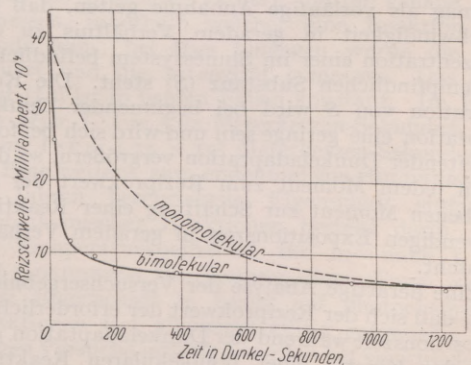


Fig. 1. Die Dunkeladaptation der menschlichen Fovea.

Kurven für foveale Dunkeladaptation durch eine monomolekulare und durch eine bimolekulare Reaktion gezeichnet. Es wird ohne weiteres klar, daß nur eine bimolekulare Kurve für den Verlauf der Adaptation in Betracht kommen kann.

nissen konstant ist, unabhängig von der Größe des Verhältnisses $\frac{\Delta I}{I}$. Mit anderen Worten, um eine Reizung zu erzeugen, muß, ungeachtet der Adaptationsintensität, eine konstante Menge photochemischer Zersetzung stattfinden. Letzteres ist daher vollkommen vereinbar mit dem photochemischen System, welches zur Erklärung der Lichtreizung von *Mya* und *Ciona* angenommen wurde. Die Anwendung dieser Theorie auf das Auge wird im folgenden erläutert.

VI.

Die die Konzentration im stationären Zustand darstellende Gleichung hat richtige Konsequenzen. Der Prozeß der Lichtadaptation hat zwei Charakteristika, erstens, daß das Tier mittels einer Lichtintensität ins Sinnesgleichgewicht kommt, zweitens, daß mit dieser Adaptation ein entsprechender Wechsel in der Empfindlichkeit des Tieres eintritt.

Diese beiden Eigenschaften sind aus dem schon erläuterten Verhältnis des stationären Zustandes

$$KI = \frac{x^2}{a - x}$$

ersichtlich. Dieses Verhältnis hat nur zwei Variablen, die Intensität I und die Konzentration x . Ist irgendein Wert für I gegeben, so läßt sich der entsprechende Wert von x ohne weiteres berechnen. Es besteht daher für jede Intensität ein stationärer Zustand der umkehrbaren Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$, folglich auch eine Lichtadaptation im Sinnesorgan.

Es ist schon gezeigt worden, daß die Empfindlichkeit in geradem Verhältnis zur Konzentration der empfindlichen Substanz S steht. Daher ist die Empfindlichkeit automatisch bestimmbar, sobald einmal die Intensität I gegeben ist. *Lichtadaptation und ihre verwandten Eigenschaften sind also Erscheinungen, welche nicht von dem empfindlichen Organ, sondern von dem von außen wirkenden Licht abhängig sind.* Bisher hat man immer gesagt, daß das Tier sich dem Lichte adaptiert, wogegen es heißen sollte, daß bei gegebenem Sinnesorgan das Tier durch das Licht adaptiert wird.

VII.

Licht aus verschiedenen Teilen des Spektrums erfordert verschiedene Mengen von Energie, um eine Reaktion bei *Mya* hervorzubringen. Vom Standpunkte gewisser spektrophotochemischer Ideen aus betrachtet kann diese Erscheinung mit dem Absorptionsspektrum der empfindlichen Substanz S in Zusammenhang gebracht werden.

Es ist uns bereits bekannt, daß zur Erzeugung einer Reaktion eine gegebene photochemische Zersetzung erforderlich ist. Nach den von LASAREFF mit Farbstoffen vorgenommenen Messungen erzeugt eine gegebene Menge von absorbierter Energie immer den gleichen Effekt, unabhängig von ihrer Frequenz. Daher muß der Unterschied

in der Wirksamkeit von Licht verschiedener Frequenz von dem Unterschied in der Absorption der empfindlichen Substanz S abhängig sein.

Es ist leicht zu beweisen, daß die Menge von einfallender Energie jeglicher Frequenz, welche zur Absorption einer bestimmten Menge von Energie notwendig ist, dem in Prozenten der Absorption dargestellten Absorptionskoeffizienten umgekehrt proportioniert ist. Daher kann man für jede Frequenz den relativen Wert dieses Absorptionskoeffizienten aus den durch Experimente gemessenen, zur Schaffung einer Reaktion notwendigen Intensitäten berechnen. So berechnet, nimmt das Absorptionsspektrum der Substanz S eine dem wohlbekannten Absorptionsspektrum ähnliche Form an. Dieses weist ein Band mit zwei Maximis auf, die bei $500 \mu\mu$ und bei $570 \mu\mu$ liegen, und von denen das erste fast zweimal soviel Licht absorbiert wie das zweite.

VIII.

Bei der Lichtaufnahme durch Mya und Ciona handelt es sich um zwei verwandte Prozesse. Der erste ist der von uns im Vorhergehenden behandelte photochemische Prozeß, welcher während der zur Belichtung erforderlichen Zeit stattfindet. Der Organismus reagiert aber nicht sofort nach Ablauf der notwendigen Expositionszeit, sondern erst nach einer längeren Latenzzeit. Durch präzise Untersuchungen ist es uns gelungen zu beweisen, daß fast die ganze Latenzzeit durch einen sich ebenfalls in den Sinneszellen abspielenden sekundären Prozeß ausgefüllt ist, und daß nur ein ganz kleiner Teil dieser Zeit dazu dient, den Reiz in das Zentralnervensystem und zurück zu den Retraktionsmuskeln zu leiten.

Die Existenz dieser Latenzzeit gibt uns ein Mittel für die weitere Analyse der photochemischen Reaktion in die Hand, da die beiden Prozesse in engem Zusammenhang miteinander stehen. Verlängert man z. B. die Expositionszeit einer gegebenen Intensität, so verringert sich die Latenzzeit, so daß der Reziprokwert der Latenzzeit in geradem Verhältnis zur Expositionszeit steht. Stellt die Latenzzeit die zur Vollendung eines gewissen Prozesses erforderliche Zeit dar, so steht die Geschwindigkeit dieses Prozesses in geradem Verhältnis zu dem Reziprokwert der Latenzzeit; und da der photochemische Effekt des Lichtes für eine kleine Reihe von Expositionszeiten eine lineare Funktion der Zeit ist, finden wir, daß die Geschwindigkeit des sich in der Latenzzeit abspielenden Prozesses in geradem Verhältnis zu der durch das Licht aus S gebildeten Menge von $P + A$ steht.

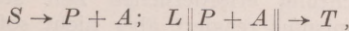
Dies kann zweierlei Bedeutungen haben. Es ist möglich, daß die Produkte der chemischen Zersetzung, P und A , in einem Teil des Sinnesorgans entstehen, aber in einem anderen Teile reagieren; daher stellt die Latenzzeit die für einen Diffusionsprozeß notwendige Zeit dar. Dies entspricht den Tatsachen, da die Diffusionsgeschwindigkeit eine

lineare Funktion der Konzentration ist. Es ist aber auch möglich, daß die Latenzzeit eine sekundäre chemische Reaktion darstellt, welche auf irgendeine Weise direkt durch P und A oder durch Katalyse zustande kam. Daß die Temperatur einen Einfluß auf die Dauer der Latenzzeit ausübt, entscheidet die Frage ganz ohne Zweifel zugunsten der zuletzt geäußerten Idee. Wir haben durch Experimente dargelegt, daß sich der Effekt der Temperatur auf die Geschwindigkeit (v) der Latenzzeit quantitativ der Arrheniusschen Gleichung

$$\log v_2 - \log v_1 = \frac{\mu}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

anpaßt, wenn $\mu = 19,680$ ist, was einem Temperaturkoeffizienten von etwa 2,7 entspricht. Diese Zahl steht im Einklang mit der Annahme, daß die Latenzzeit der Dauer einer sekundären chemischen Reaktion entspricht, deren Produkte sich im Sinnesorgan anhäufen und den afferenten Reiz in das Nervensystem entsenden.

Nennen wir die während der Latenzzeit stattfindende Reaktion $L \rightarrow T$, so kann für den im Sinnesorgan sich abspielenden Prozeß folgende Formel aufgestellt werden:



wobei $\parallel P + A \parallel$ bedeutet: 1. die durch $P + A$ hervorgerufene Katalyse, wenn die primäre Reaktion vollständig umkehrbar ist, oder 2. eine Verbindung von L mit B , wenn die Reaktion nur pseudoumkehrbar ist¹⁾.

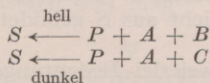
IX.

Eine Untersuchung der Eigenschaften der photochemischen Reaktion mittels der Latenzzeit ermöglicht es, unabhängig die Gültigkeit der Gleichung

$$\frac{dx}{dt} = k_1 I (a - x) - k_2 x^2$$

zu prüfen, gemäß welcher $S \rightleftharpoons P + A$ unter dem Einfluß des Lichtes fortschreitet. Die Konzentration von $P + A$ ist durch x gegeben. Ist dieser Wert niedrig, sagen wir geringer als 10%, dann ist x^2 1%, also niedriger als der Versuchsfehler. Daher ergibt sich für kleine Lichtwirkungen die Gleichung

¹⁾ Wenn wir in der hier gegebenen Behandlung annehmen, daß die Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$ vollständig umkehrbar sei, geschah dies nur um die Frage zu vereinfachen. Es handelt sich hier höchstwahrscheinlich um eine pseudo-umkehrbare, dem Typus



angehörige Reaktion, in welcher C von B verschieden, und C im Überschuß vorhanden ist. Da die mathematische Behandlung der pseudo-umkehrbaren Reaktion im gegebenen Falle mit derjenigen der vollständig umkehrbaren Reaktion identisch ist, haben wir uns der Einfachheit halber der Terminologie der letzteren bedient.

$$\frac{dx}{dt} = k_1 I_1 (a - x).$$

Durch Integrierung gibt diese Gleichung

$$k_1 I = \frac{1}{t} \cdot \log \frac{a}{a - x}.$$

Für eine konstante photochemische Wirkung ist daher $\frac{a}{a - x}$ konstant, und es ergibt sich die Gleichung

$$I \cdot t = K.$$

Dies ist das Bunsen-Roscoesche Gesetz, welches schon als auf die Empfindlichkeit dieser Tiere anwendbar erklärt wurde.

Für höhere Intensitäten muß jedoch die ursprüngliche Gleichung gelten. Berechnet man nach Integrierung derselben das Verhältnis von I zu x , so findet man, daß der Effekt x für eine große Reihe von Werten I in geradem Verhältnis zum Logarithmus von I steht. Mit Hilfe der im vorangehenden bewiesenen Tatsache, daß die Geschwindigkeit der Reaktion der Latenzzeit eine lineare Funktion der Konzentration x von P und A ist, können wir diese Folgerung prüfen. Es ist auf experimentellem Wege klar bewiesen worden, daß dieser Gedanke richtig ist, da der für eine konstante Expositionszeit gültige Reziprokwert der Latenzzeit sich in geradem Verhältnis zum Logarithmus der Intensität verändert, wenn die Intensitätenreihe eine große ist.

X.

Das menschliche Auge ist ein hochspezialisierter lichtempfindlicher Apparat, dessen Eigenschaften aber vielfach, wie ich zu beweisen versuchte, denen von *Mya* und *Ciona* ähneln. Lassen sich die gleichen Analysemethoden auf das menschliche Sehen anwenden?

Betrachten wir nun die Dunkeladaptation. PIPER hat die Dunkeladaptation der aus Stäbchen gebildeten Peripherie des Auges gemessen und gefunden, daß die Schwelle sich während des Aufenthalts im Dunkeln beträchtlich verkleinert. Diese Versuchsergebnisse fanden jedoch nie eine theoretische Interpretation.

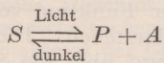
Ist das Auge dem Lichte ausgesetzt, so muß seine lichtempfindliche Substanz in weitem Ausmaße zersetzt werden. Dunkeladaptation bedeutet daher wahrscheinlich die Anhäufung von lichtempfindlicher Substanz in den Stäbchen¹⁾. Ist das System von Stäbchen in irgendeiner Weise dem von *Mya* ähnlich, dann läßt es sich beweisen, daß jede Konzentration von empfindlicher Substanz

¹⁾ Dem Einwurf, daß in den Stäbchen kein Farbstoff nachgewiesen werden konnte, steht die Annahme entgegen, daß der Farbstoff in sehr verdünnter Lösung vorhanden und daher unsichtbar sei. Diese Annahme wurde durch WEIGERT geäußert und ist durch seine Arbeit über die außerordentlichen photochemischen Eigenschaften der dünnen Schichten von Farbstofflösungen und Photochloridschichten kräftig unterstützt worden.

und deren Ausgangsstoffe einer gegebenen Intensität in solcher Weise entsprechen sollte, daß die Konzentration von empfindlicher Substanz in geradem Verhältnis zu $\frac{I}{\log I}$ steht. Daher sollte die Art, in welcher $\frac{I}{\log I}$ sich mit der Zeit verändert, die Art der Anhäufung von empfindlicher Substanz in den Stäbchen anzeigen. Vergleicht man die Werte $\frac{I}{\log I}$ im Laufe der Zeit, so findet man, daß sie sich gleich einem bimolekularen Prozeß verändern, woraus wir schließen, daß sich die empfindliche Substanz in den Stäbchen anhäuft, als wenn sie aus zwei Ausgangsstoffen auf chemischem Wege gemäß der Kinetik einer bimolekularen Reaktion gebildet würde.

Es lagen keine verlässlichen Versuche über die Dunkeladaptation der Zapfen, d. h. der Fovea, vor. Ich führte daher eine Reihe von Experimenten mittels einer neuen Technik aus und fand, daß die Adaptation sehr schnell vor sich geht, ohne aber eine so große Stufenleiter von Intensitäten zu umfassen, als es mit den Stäbchen der Fall war. Indem ich dieselben Ideen wie für *Mya*, *Ciona* und die Augenperipherie anwendete, war es mir möglich, zu zeigen, daß ein einfacher bimolekularer Prozeß die Dunkeladaptation der Fovea erklärt.

Die Tatsache, daß Hell- und Dunkeladaptation für Stäbchen und Zapfen vollständig umkehrbar sind, gestattet es auch hier, für den Anfangsmechanismus des Sehens die umkehrbare Reaktion



anzunehmen. Diese Art der Reaktion erklärt viele der wohlbekannten Erscheinungen des Sehens, besonders die im nachfolgenden erläuterte Fähigkeit des Auges, sich jeder Art von Belichtungsintensität zu adaptieren.

XI.

Es ist ein glücklicher Umstand für die Deutung des Verhältnisses zwischen der umkehrbaren Reaktion und dem Sehen, daß wir einen Schlüssel zur empfindlichen Substanz S des Auges besitzen. Unzweifelhaft handelt es sich hier um den Sehpurpur, der zuerst durch BOLL gefunden, dann durch KÜHNE, später durch KÖNIG, TRENDLENBURG, KÖTTGEN und ABELSDORF und GARTEN erforscht wurde. Durch diese Untersuchungen wissen wir, daß der Sehpurpur durch Licht gebleicht wird, daß seine Bleichung ungefähr seinem Absorptionsspektrum entspricht, und daß er im Dunkeln in der Netzhaut gänzlich, in Lösungen nur zum kleinen Teile regeneriert wird.

Meine Untersuchungen über die Photochemie des Sehpurpurs haben die folgenden Resultate ergeben: Erstens, die Geschwindigkeit der Bleichung ist von der Konzentration abhängig, so daß sie in einer gegebenen Menge gemäß einer monomolekularen Isotherme fortschreitet. Das gilt für fast alle photochemischen Reaktionen mit

kleiner Absorption, da der Prozeß eigentlich von der Menge des absorbierten Lichtes abhängt, die bei schwacher Absorption der Konzentration proportional ist. Zweitens, die Reaktion ist einfach, ohne Induktionszeit und Nacheffekt und die einzelnen Belichtungen vereinigen sich daher auf photochemischem Wege, als bildeten sie eine ununterbrochene Linie. Dies ereignet sich natürlich nur unter der Bedingung, daß die Bleichung nicht umkehrbar ist. Drittens, der Effekt der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Bleichung ist gleich Null. Der Temperaturkoeffizient für 10° C ist 1,00, wodurch angezeigt wird, daß die Reaktion endoenergisches und direkt ist, da es keine zwischentretende oder Seitenreaktionen gibt. Viertens zeigen vor noch kürzerer Zeit ausgeführte Experimente, daß die Geschwindigkeitskonstante der Bleichungsreaktion eine lineare Funktion der Lichtintensität ist. Alle diese am Sehpurpur gewonnenen Erfahrungen stimmen mit den Versuchsergebnissen, welche wir in bezug auf das Sehen und die Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$ erhalten haben, überein.

XII.

Die die Sichtbarkeit des monochromatischen Lichtes bei sehr niederen Intensitäten behandelnden Experimente haben vielleicht die wichtigste Beziehung zwischen Sehpurpur und Gesichtssinn zutage gebracht. Ein völlig neues Verfahren hat es uns ermöglicht, die in den verschiedenen Teilen des Spektrums zur Schaffung einer farblosen Empfindung notwendige relative Energie auf das genaueste zu messen. Wir ersehen aus dem Vorangehenden, daß der Reziprokwert dieser relativen Energie bei jedweder Frequenz in geradem Verhältnis zu dem Absorptionskoeffizienten einer im Auge befindlichen empfindlichen Substanz steht. Sind die Versuchswerte der relativen Energie einmal bekannt, so ist es dann leicht, das Absorptionsspektrum dieser Substanz zu berechnen. Dieses besitzt ein Maximum bei 511 $\mu\mu$ und hat eine den gewöhnlichen Kurven der einfachen Absorptionen ähnliche Form.

Die zur Schaffung einer gegebenen Helligkeit bei hohen Intensitäten notwendige relative Energie verschiedener Frequenz ist mehrmals genau gemessen worden, erst kürzlich wieder durch HYDE, FORSYTHE und CADY. Diese bei hohen Intensitäten mit farbigen Lichtern gewonnenen Versuchsergebnisse können mit den von uns farblos bei niederen Intensitäten erreichten verglichen und derselben Behandlung zur Auffindung des Absorptionsspektrums der in Betracht kommenden empfindlichen Substanz unterworfen werden. Die hieraus entstehende Kurve gleicht ebenfalls derjenigen eines einfachen Absorptionsspektrums, dessen Maximum jedoch auf 555 $\mu\mu$ fällt.

Diese beiden Kurven, die eine für das farblose und die andere für das farbige Spektrum, stellen die respektiven Absorptionsspektren der empfindlichen Substanz in den Stäbchen und Zapfen dar.

Es ist bezeichnend, daß diese beiden Kurven ihrer Gestalt nach identisch und nur ihrer Lage im Spektrum nach verschieden sind. Die Ähnlichkeit in der Form der beiden Kurven legt den Gedanken nahe, daß sie in irgendeiner Art von Verwandtschaft zueinander stehen. Nehmen wir an, daß die Substanz, um welche es sich in diesen beiden Fällen handelt, dieselbe ist, und daß ihre relative Lage in den Stäbchen und Zapfen durch die die Lage eines Farbstoffes im Spektrum mittels des Brechungsindex und der Lösungsdichtigkeit beschreibende Kundtsche Regel bestimmt wird.

Die einzige im Auge bekannte lichtempfindliche Substanz ist der Sehpurpur, welcher in den Stäbchen sichtbar ist. Unterliegt der Sehpurpur der Kundtschen Regel, so folgt daraus, daß sein auf Grund der Befunde an den Stäbchen gemessenes Absorptionsspektrum wegen seines größeren Brechungsindex und der Dichtigkeit der Stäbchen seiner Lage nach von seinem in Wasserlösung gewonnenen Absorptionsspektrum verschieden sein sollte (näher nach Rot). Ein genauer Vergleich dieser beiden Absorptionsspektren zeigt tatsächlich eine Verschiebung um $7-8 \mu\mu$ nach Rot. Das Maximum des Absorptionsspektrums des in Wasser gelöstem Sehpurpurs fällt auf $503 \mu\mu$, wogegen das nach den im vorangehenden besprochenen Sichtbarkeitsmessungen berechnete Maximum in den Stäbchen auf $511 \mu\mu$ fällt.

XIII.

Ist das photochemische System des Auges so einfach wie wir es hier finden, so sollte es möglich sein, damit auch das Verhalten des Auges bei der Lichtadaptation und der Empfindlichkeit nach zu beschreiben. Die von KÖNIG und BRODHUN vorgenommenen klassischen Messungen der Unterschiedsempfindlichkeit haben schon vor langer Zeit gezeigt, daß das Weber-Fechnersche Gesetz nur einer beiläufigen Erfassung der wirklichen Tatsachen nahekommt. Das Verhältnis der Unterschiedsschwelle ΔI zur ursprünglichen Intensität I ist nicht konstant, sondern ist groß bei niedriger Intensität, nimmt bei steigender Intensität bis zu einem Minimum ab und vergrößert sich dann wieder.

Die wichtigste Fehlerquelle in diesen Versuchsergebnissen bildet die Pupillengröße. Die von BLANCHARD und von REEVES kürzlich veröffentlichte Arbeit hat es möglich gemacht, diese Variable zu eliminieren, so daß wir imstande sind, die tatsächliche Belichtung an der Netzhaut selbst über die ganze Reihe von Intensitäten zu beschreiben. Bei niedrigen Intensitäten sind es die Stäbchen, welche die Unterschiedsempfindlichkeit bestimmen, wogegen bei höheren Intensitäten die Zapfen dafür bestimmend sind, weil die Unterschiedsempfindlichkeit eine Schwellenwirkung und

daher ein Minimaleffekt ist. Es sollte daher möglich sein, das Verhalten der Netzhaut mittels der zwei Systeme $S \rightleftharpoons P + A$, wovon eines bei niedrigeren Intensitäten in den Stäbchen, das andere bei hohen Intensitäten in den Zapfen wirkt, zu beschreiben. Die für die Pupillengröße korrigierten Versuchsergebnisse ergeben die Werte von I und von $\Delta I + I$ deren jeder den stationären Zustand der Reaktion $S \rightleftharpoons P + A$ bestimmt, und deren Differenz ΔI die zur Schaffung dieser Differenz im stationären Zustand notwendige Intensität darstellt. Die Konzentrationen von S , P und A in stationärem Zustand sind durch

$$KI = \frac{x^2}{a-x}$$

gegeben, wie wir für *Mya* gezeigt haben. Gilt dies für das Auge, so sollten die für x_1 als Funktion von I und für x_2 als Funktion von $\Delta I + I$ berechneten Werte eine konstante Differenz für einen Wert von K für die Stäbchen, und ebenfalls eine konstante Differenz für einen anderen Wert von K für die Zapfen aufweisen.

Eine Rechnung zeigt, daß dies richtig ist. Setzt man $K = 100$, so ist $x_2 - x_1$ konstant bis zu 5 Einheiten in den König- und Brodhunschen Versuchsergebnissen. Setzt man, über diese Intensität hinaus, $K = 0,5$, so wird $x_2 - x_1$ wieder konstant und bleibt konstant bis zu den höchsten Intensitäten.

Der Punkt, wo K seinen Wert wechselt, sollte dem Übergang der Funktion von den Stäbchen auf die Zapfen darstellen. Die wohlbekanntesten Versuche von KÖNIG über die Sehschärfe zeigen den Wechsellpunkt an genau derselben Stelle, die man gewöhnlich als den Übergang des Sehens von den Stäbchen zu den Zapfen angesehen hat.

Die Tatsache, daß derselbe Wechsel bei jedweder Intensität im photochemischen System für eine Unterschiedsschwelle stattfindet, hängt selbstverständlich mit den von G. E. MÜLLER, NAGEL und anderen gefundenen Tatsachen über die galvanische und mechanische Reizung des Auges zusammen. Diese Reizungen zeigen dieselbe Schwelle, ungeachtet der enormen Wechsel in der äußeren Adaptationsintensität und in der Unterschiedsschwelle.

Diese wichtige Funktion des Auges unterstützt daher ganz klar die beiden Ideen, deren Zusammenhang mit der Arbeit über *Mya* und die Dunkeladaptation des Auges uns offenbar geworden ist — deren erste ist, daß das photochemische System dem Verhältnis $S \rightleftharpoons P + A$ ähnelt, und deren zweite zeigt, daß zur Schaffung einer gewissen Gesichtsempfindung eine gegebene Menge photochemischer Zersetzung stattfinden muß, unabhängig von dem Zustande, in dem sich das Sinnesorgan befinden mag.

Der naturwissenschaftliche Unterricht und die Neuordnung des preußischen höheren Schulwesens.

Von F. POSKE, Berlin.

Der Kampf gegen die Neuordnung des preußischen höheren Schulwesens, der im verflossenen Jahre die Geister erregt hat, ist zu Ende gegangen, ohne daß an dem ministeriellen Entwurf viel geändert worden wäre. Geblieben sind in den jetzt festgelegten Plänen die von vielen Seiten angefochtenen Grundgedanken, einesteils die Bevorzugung der sog. „kulturkundlichen“ Fächer, anderenteils die Aufspaltung des Bildungsziels in vier Bildungsrichtungen, in die altsprachliche, neusprachliche, mathematisch-naturwissenschaftliche und deutsch-kundliche, denen entsprechend die vier Schultypen, Gymnasium, Realgymnasium, Oberrealschule und deutsche Oberschule, wenigstens der Idee nach, scharf gegeneinander abgegrenzt werden sollten. Die nüchterne Wirklichkeit hat freilich — glücklicherweise — diese Trennung nicht ganz so scharf werden lassen, wie es ursprünglich beabsichtigt war. Immerhin bleibt der schwerwiegende Einwand, daß man die Begabungen der Schüler nicht so abstempeln kann wie die Schultypen, daß vielmehr in jeder Schulart sich — wie schon die bisherige Erfahrung lehrt — allerhand Begabungen nebeneinander finden, und daß man diesen nicht gerecht wird, wenn man sie alle in das Prokrustesbett einer einseitigen Bildungsrichtung zwingt; wobei noch zu berücksichtigen ist, daß an vielen Orten nur eine höhere Lehranstalt existiert (so an 147 Orten nur je ein Gymnasium oder Progymnasium), die Eltern also, wenn selbst die Begabungsrichtung ihres Sohnes in einem gewissen Alter erkannt ist, nicht einmal immer die Möglichkeit haben, den Sohn in die ihm gemäße Bildungsanstalt zu bringen.

Auch der deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (DAMNU), der unter dem Protektorat der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte und anderer ihr angeschlossener wissenschaftlicher Gesellschaften steht, hat in einer besonderen Schrift schärfste Verwahrung gegen die geplante Neuordnung eingelegt und auf die Schädigung hingewiesen, die namentlich dem naturwissenschaftlichen Unterricht durch diese Neuordnung erwachsen wird. Er hat gefordert, daß im Gegensatz zu den bevorzugten „kulturkundlichen“ Fächern in erster Reihe die eigentlichen Arbeitsfächer gepflegt werden sollten, zu denen besonders Mathematik und Naturwissenschaften gehören. Er hat betont, daß kulturkundliche Kenntnisse sich bei vorhandenem Interesse auch in späteren Jahren noch aus Büchern aneignen lassen, während naturwissenschaftliche Bildung nur durch regelrechten schulmäßigen Unterricht auf Grund von Beobachtungen, Versuchen und praktischen Übungen erworben werden kann. Er hat auch auf den Widerspruch aufmerksam gemacht, daß die Neuordnung auf der einen Seite eine Verminderung der Anzahl der wöchentlichen Lehrstunden (möglichst auf 30) anstrebt, andererseits aber gerade für die „kulturkundlichen“ Fächer eine Vermehrung der Lehrstunden anordnet. Die Kosten haben in erster Reihe die naturwissenschaftlichen Fächer zu tragen, die auf der Oberstufe der Realgymnasien und besonders der Reformrealgymnasien eine erhebliche Verminderung ihrer Stundenzahl erlitten haben. Dies ist um so einschneidender, als gerade die Realgymnasien bisher neben der Oberrealschule die Hauptbildungsanstalten für technische und überhaupt praktische Berufe gewesen sind, und als es sich hier um eine sehr große Anzahl von Bildungsanstalten (zur Zeit etwa 250) handelt.

Die Schädigung des naturwissenschaftlichen Unterrichts wird an allen Realanstalten dadurch noch vermehrt, daß wahlfreie Stunden für Schülerübungen diesem Unterricht nicht mehr in dem früheren Ausmaß zur Verfügung stehen. Es sind zwar auch jetzt für die Prima sechs wahlfreie Stunden vorgesehen, aber sie sind ganz im allgemeinen für Ersatzunterricht irgendwelcher Art, für freie Arbeitsgemeinschaften und Kurse bestimmt und sollen namentlich solche Interessen berücksichtigen, die in der betreffenden Schulform sonst zurücktreten. Damit ist von vornherein an den Oberrealschulen die Heranziehung wahlfreier Stunden für die Übungen so gut wie ausgeschlossen, und auch an den Realgymnasien wird der Wettbewerb mit den andern Fächern in diesen Stunden dahin führen, daß nur bei besonders günstigen Verhältnissen den Naturwissenschaften ein Teil dieser Stunden überwiehen wird.

Überhaupt nimmt die ministerielle Denkschrift eine ausgesprochen feindselige Stellung zu den Naturwissenschaften ein. Sie erkennt zwar an, daß „ohne die in der Naturwissenschaft (und in der Erdkunde) zu legende Grundlage der Natur- und Lebensgesetzlichkeit . . . die Kulturwissenschaften des festen Wirklichkeitsgrundes entbehren, in dem sie wurzeln müssen“. Sie weiß von „mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildungskraften“ klug zu reden; sie rühmt, daß „zu den Formkräften des modernen europäischen Geistes in weitestem Umfange das mathematisch-naturwissenschaftliche Denken gehört“ und daß dieses „nicht nur in KANT, sondern auch in GOETHE die Lebenszüge des deutschen Geistes in der Tiefe mit bestimmt hat“, ja daß der deutsche Geist „in seinen Höhepunkten KANT und GOETHE wesentlich durch Mathematik und Naturwissenschaft seine Lebensform erhalten hat.“ Aber sie hat sich ausgesprochenermaßen nicht auf den Standpunkt der französischen Unterrichtsverwaltung stellen wollen, die bei ihrer letzten Schulreform allen Zweigen des höheren Unterrichts einen starken realistischen Einschlag gegeben hat. Sie glaubt genug getan zu haben, wenn sie dafür Sorge trägt, daß an einer höheren Schule, der Oberrealschule, die realistische Fachgruppe die in ihr liegenden Kräfte zu voller Entfaltung bringt, beschränkt also dieses Bildungselement auf einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gebildeten unseres Volkes.

Die angeführte Schrift des DAMNU sagt dazu: „Was will es besagen, wenn die Naturwissenschaft an der Oberrealschule einen nahezu unverminderten Spielraum behält, dafür aber an den übrigen Anstalten bis zur Unerträglichkeit eingeschränkt wird? Genügt es, wenn bloß die Oberrealschüler vor dem Dilettantismus und der damit verbundenen materialistischen Aufklärung bewahrt werden? Gilt es nicht, das ganze Volk und namentlich die führenden Schichten durchweg vor diesem Geist zu schützen? Kann der Widersinn der getrennten Bildungsziele greller beleuchtet werden, als es hier der Verfasser der Denkschrift selbst tut? Es ist schmerzlich zu sehen, wie die geistige Gesundheit unseres Volkes, einem abstrakten Schema zuliebe und aus tiefwurzelnder Abneigung gegen eine als utilitarisch geltende Naturwissenschaft, blind geschädigt wird.“

Die ministerielle Denkschrift hält es für einen ausreichenden Ersatz, wenn die Erdkunde dafür sorgt, daß der historisch gebildete Mensch sich seiner Verwurzelung in Natur und Naturwissenschaft bewußt werde; als ob die Erdkunde mit der einen wöchentlichen Stunde, die ihr jetzt in den Mittel- und Oberklassen

zugewiesen ist, auch dieser Forderung noch genügen könnte, und als ob die Erdkundelehrer, die noch heute zum größeren Teil naturwissenschaftlicher Vorbildung völlig ermangeln, dieser Aufgabe gewachsen wären. *Difficile est satiram non scribere!*

Das wahre Gesicht der Denkschrift tritt denn auch da hervor, wo sie sich gegen den Bildungsutilitarismus wendet, und wo sie von dem „hinter uns liegenden“ wirtschaftspolitischen, technischen und positivistischen Zeitalter spricht. Für unser Unterrichtswesen bedeutet diese Schulreform, nach einer Äußerung von F. KLEIN, das Ende des naturwissenschaftlichen Jahrhunderts!

Unter der Verachtung der naturwissenschaftlichen Bildung hat am schlimmsten das altsprachliche Gymnasium zu leiden, obwohl man ihm von seiner geringen Zahl naturwissenschaftlicher Stunden nicht gut hat etwas wegnehmen können. Aber seit Jahrzehnten geht die Forderung auch von Freunden des Gymnasiums dahin, daß ihm auf der Oberstufe eine etwas größere Zahl naturwissenschaftlicher Stunden zubilligt werde, damit neben der Physik auch Chemie und Biologie eine Stelle finden könnten. Es ist auf die Dauer ein unhaltbarer Zustand, daß einem großen Kreise unserer Gebildeten (der großen Mehrzahl der Gymnasialabiturienten) selbst die elementarsten Grundlagen der genannten Wissenschaften verschlossen bleiben, daß ihnen Kenntnisse vorenthalten werden, die unumgänglich sind für jeden, der zu einer haltbaren Weltanschauung, welcher Art diese auch sein möge, gelangen will.

In Anerkennung des Bedürfnisses, ja der Notwendigkeit ausreichender naturwissenschaftlicher Bildung auch für die Schüler der Gymnasien ist bekanntlich vor zwanzig Jahren schon auf der Naturforscherversammlung zu Breslau von der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte eine Unterrichtskommission eingesetzt worden, um für den naturwissenschaftlichen und auch den mathematischen Unterricht abgeglichene Reformvorschläge zu machen. Die Arbeiten der Kommission sind in einem starken, von A. GUTZMER herausgegebenen Bande niedergelegt¹⁾. Dieser enthält namentlich auch die Meraner Lehrpläne, so genannt, weil sie auf der Naturforscherversammlung in Meran 1905 vorgelegt und gutgeheißen wurden. In diesen Plänen ist besonders auch auf die „klaffende Lücke“ hingewiesen worden, die eben infolge des erwähnten Mangels die damals geltenden Lehrpläne des Gymnasiums in allen deutschen Staaten aufwiesen. Das Verlangen nach Vermehrung der naturwissenschaftlichen Stunden scheiterte damals an der Unmöglichkeit, durch Einschränkung anderer Lehrfächer die erforderliche Zeit für die fehlenden Stunden zu gewinnen. Hingewiesen wurde mehrfach darauf, daß diese Zeit durch Wegfall des lateinischen Scriptums (der Übersetzung ins Lateinische) in den Oberklassen erübrigt werden könne. Doch begegnete diese Forderung lange Jahre hindurch dem hartnäckigen Widerstand der Altphilologen.

Die Unterrichtskommission wurde 1908 in den deutschen Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (DAMNU) umgewandelt; auch dessen Arbeiten sind bis zum Jahre 1913 von A. GUTZMER zusammengestellt und veröffentlicht worden²⁾. Eine zweite Folge dieser Schriften liegt

¹⁾ Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig: B. G. Teubner 1908.

²⁾ Die Tätigkeit des deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahren 1908—1913. Heft 1—18. Leipzig: B. G. Teubner 1913.

jetzt bis zum 9. Heft vor, das vorletzte Heft (Nr. 8) enthält die revidierten Meraner Pläne unter dem Titel: „Neue Lehrpläne für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Lehranstalten.“ Hierin ist auch ein wohlwogener und lange beratener Plan für den naturwissenschaftlichen Unterricht am Gymnasium enthalten, der für die vier Oberklassen je vier naturwissenschaftliche Stunden vorsieht, derart, daß neben Physik auch Chemie und Biologie zweimal mit zwei Stunden vertreten sind.

Als im Anfang des Jahres 1924 die ministerielle Denkschrift erschien, war darin u. a. auch eine Verkürzung des Lateinischen unter Aufhebung des Scriptums bei der Reifeprüfung in Aussicht gestellt und dafür die Zahl der Lateinstunden in den vier Oberklassen von sieben auf fünf vermindert. Man hätte daher erwarten dürfen, daß die alte Forderung der Unterrichtskommission und des DAMNU nun endlich zur Erfüllung kommen würde. Aber weit gefehlt! Die durch die angeführte Maßregel frei gewordenen Stunden sind nicht den Naturwissenschaften überwiesen worden; obwohl dem Latein insgesamt 15 Stunden, dem Französischen 5 Stunden genommen sind, hat man zwar im Deutschen die Stunden um 5 vermehrt, in der Geschichte um 2, in der Erdkunde um 3, im Zeichnen um 6, dagegen die Naturwissenschaften ganz leer ausgehen lassen. (Die Gesamtzahl der wissenschaftlichen Stunden am Gymnasium ist gleichzeitig von 259 auf 253 herabgesetzt worden). Mit diesen Festsetzungen ist der Mißerfolg der seit zwanzig Jahren immer wiederholten Bemühungen um die Geltung der Naturwissenschaften am Gymnasium besiegelt.

Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte hat in letzter Stunde noch auf ihrer Tagung in Innsbruck einen Beschluß gefaßt¹⁾, der leider nur im allgemeinen an die „schon seit langen Jahren und nachdrücklich erhobenen Forderungen“ erinnert, ohne daß aber diese Forderungen, insbesondere die auf das Gymnasium bezüglichen, namhaft gemacht worden.

Auf das ebenfalls ausgesprochene Verlangen der Gesellschaft, daß vor endgültiger Einführung der Neuordnung sie selbst wie alle berufenen Fachverbände zu entscheidenden Verhandlungen zugezogen werden möchten, hat zwar eine vom deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine einberufenen Versammlung stattgefunden, in der der Vertreter des Ministeriums seinen Entwurf rechtfertigte, in der aber die Forderungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte nicht zur Sprache gekommen sind. Wie dies gekommen ist, soll hier nicht näher erörtert werden; schwerlich wäre aber in jenem Zeitpunkt noch eine Änderung in dem Plan des Ministeriums zu erwarten gewesen.

Da nunmehr die Lehrpläne für die preußischen Schulen ihre endgültige Gestalt angenommen haben, dürfte die Zurückdrängung der Naturwissenschaften im preußischen und voraussichtlich auch deutschen Schulwesen für längere Zeit als unabänderliche Tatsache anzusehen sein. Die bis zuletzt fortgesetzten Bemühungen des DAMNU sind somit vergeblich gewesen. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wird das Fortbestehen einer solchen zentralen Stelle zur Vertretung seiner Interessen auch fernerhin geboten sein. Neue Kräfte werden ans Werk gehen und das erkämpfen, was der älteren Generation zu erreichen versagt geblieben ist.

¹⁾ Vgl. in den „Naturwissenschaften“ 1924, Heft 46, die Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte S. 34 u. 45.

Bericht über die Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Marburg vom 15. bis 17. September 1924.

Die *Deutsche Mineralogische Gesellschaft* hielt vom 15. bis 17. September 1924 in Marburg ihre 10. Jahresversammlung ab. Über den geschäftlichen Teil und die Exkursionen kann hier wegen Platzmangel nicht berichtet werden. Ein Überblick der wissenschaftlichen Vorträge ist im nachstehenden gegeben.

1. F. RINNE-Leipzig sprach über den großen *diagnostischen Nutzen röntgenographischer Schaukel-Diagramme* bei der Unterscheidung von Isomeren, der Identifizierung kristalliner Substanzen, und beim Verfolg von Vorgängen der Umsetzung fester Stoffe, wobei in letzterer Hinsicht insbesondere das Brennen von Kalkstein und Dolomit, sowie von Ton und Glimmer herangezogen wurde.

2. K. SPANGENBERG-Kiel teilte die Ergebnisse seiner Messungen der Wachstumsgeschwindigkeiten am Kalialaun mit. Kugeln dieses Materials lassen bei geringer Übersättigung der Lösung gleichzeitig folgende Formen als tangentielle ebene Flächenstücke erkennen: (111), (100), (110), (221), (112), (201). Ihre Wachstumsgeschwindigkeiten stehen bei 29° im Verhältnis 1 : 4,8 : 5,3 : 9,8 : 11,2 : 26, bei 19,5° wie 1 : 5,9 : 3,6 : 8,6 : 14,5 : 32,3. Beim weiteren Wachstum verschwindet bei 29° (110) eher als (100), sowie (221) eher als (112) in Harmonie mit der Johnsen'schen kinematischen Theorie des Krystallwachstums. Wie beim NaCl entsprechen beim Alaun die abwechselnd allein mit positiven oder negativen Ionen besetzten Netzebenen, hier (111) und (100), nicht Flächen mit großen Wachstumsgeschwindigkeiten. Eine geschlossene Bezugsfläche der Wachstumsgeschwindigkeiten lehnte der Verfasser ab.

3. H. MÖLLER-Greifswald erörterte *Gesetze der Keimauslese und orientierten Krystallwachstums* auf Grund experimenteller Untersuchungen über Anwesenheit und Bildungs- bzw. Zerstörungsbedingungen keimähnlicher Krystallpartikel in Schmelzen unter und über dem Erstarrungspunkt, sowie der Bedeutung von Keimvorstufen für das Wachstum. Bei der Krystallisation in Röhrchen hängt die Korngröße von der Aufschmelztemperatur ab; die vordringende Krystallfront bringt in der Schmelze spontan vorbereitete Partikel unter Keimgröße zur Entwicklung. Aus dem hierdurch erwieenen dauernden Verhandensein von Keimen und Keimvorstufen läßt sich das gesetzmäßige An- und Aufwachsen von Krystallindividuen rein geometrisch durch Auslese verständlich machen.

4. O. MÜGGE-Göttingen sprach über *gehemmtes Krystallwachstum*. Zuerst nachgewiesen in den Ausblühungen von Eisenvitriol, in der Technik jetzt benutzt zur Herstellung sog. Einkristalldrähte. Es führt evtl. zu sphäroidischen (statt polyedrischen) Einzelkrystallen und erklärt die Entstehung gewisser Verzerrungen. Wenn zahlreiche Keime auf einer Abkühlungswand in Schmelzen, an der Oberfläche von Pseudomorphosen, auf den Wänden von sich langsam öffnenden Gesteinspalten vorhanden sind, führt es zu parallelfaserigen Aggregaten mit oder ohne gesetzmäßige kristallographische Orientierung.

5. H. WERNER-Celle erörterte die *geeignetste Art der Aufbewahrung von Salzmineralien in Sammlungen*. Als Behälter werden Glaslocken mit nicht verengtem Hals, eingeschlifftem Fußstopfen und Wachsichtungempfohlen.

6. B. MAURITZ-Budapest beschrieb die mineralogische Zusammensetzung der verschiedenen Tiefen- und Ganggesteine des *Eläcolihäsyenitstocks von DITRÓ in Siebenbürgen* und erörterte besonders die Rolle des

Cancrinites und Sodaliths. Die Differentiation wurde an Hand von 17 neueren Analysen (darunter 10 von H. F. HARWOOD-London) diskutiert.

7. R. BRAUNS-Bonn sprach über *Gesteine aus dem Fengebiet in Norwegen und Laacher Auswürflinge*. Es wurde die große Ähnlichkeit von Alkaligesteinen mit primärem Calcit aus dem Fengebiet mit gewissen Auswürflingen aus dem Gebiete des Laacher Sees in Dünn-schliffen gezeigt und besprochen. Dem „Damkjernit“, „Viteboit“, „Melanitmikromeltegit“ und „Ringitpegmatit“ des Fenbezirkes werden äußerst ähnliche Auswürflinge Laacher Leucitphonolithtuffe gegenübergestellt, ebenso durch Imprägnation mit magmatischen Lösungen umgewandelter Granit injizierten Schiefen des Laacher Gebiets. Ein Unterschied besteht darin, daß an Stelle von Nephelin (Fengebiet) in den Laacher Auswürflingen häufig Nosean oder Cancrinit vorgefunden wird, ohne daß Nephelin völlig fehlt.

8. M. BEREK-Wetzlar besprach die *Zwillingsbildungen an Plagioklasen und ihre Bedeutung für die Anwendung der Ussowschen Diagramme*. Es hat sich zuweilen gezeigt, daß die chemische Zusammensetzung von Plagioklasen sich an den Zwillingsgrenzen sprunghaft ändert, während die Ussowsche Methode Gleichartigkeit voraussetzt. Man muß somit mittels geeigneter Universaldrehtischmethoden eine gesonderte Bestimmung für jedes Individuum vornehmen, um den Grad der Zuverlässigkeit einer Anwendung der Ussowschen Methoden festzustellen. Bekannte und neue dafür in Frage kommende Verfahren wurden vom Vortragenden erörtert.

9. W. MAUCHER-München schilderte *„Flut- und Stauzonen“ in Krystallen*. Auf Grund von Beobachtungen bei der Umbildung von Wassertropfen in Eisblumen und am Verlauf der Erstarrung von Silberperlen erschloß der Vortragende die Entstehung der Krystalle aus einem vorgeordneten System. Es bildet sich dies System durch durchgreifende verfestigte Stauzonen und noch flüssige Flutzonen, bis schließlich alles erstarrt ist. Eine Anzahl von Mineralen dienten als Anzeichen solcher Vorgänge.

10. K. H. SCHEUMANN-Leipzig trug vor über die *petrologische Abtrennung prävariscischer Glieder aus dem sächsischen Krystallin* uns wies dabei auf Grund geologischer Einzelarbeit und vergleichender petrologischer und chemischer Untersuchungen darauf hin, daß von den variscisch eingeformten Gneisen und Granuliten sich zunächst ältere Granitporphyre, Porphyre und deren Tuffe abtrennen lassen, die je nach ihrer Einordnung in die variscische perimagmatisch-metamorphe Anlage verschiedene Mineralfacies aufweisen. Zu ihnen gehörige Tiefenintrusionen wurden erkannt in den im Variscum passiv bewegten Zwischengebirgsdecken. Die diesen vorausgegangenen Ophiolithe sind metamorph (Sachsen) und unverändert (Böhmen) gefunden worden. Die ältere Orogenperiode ist die Faltungszeit nach Abschluß des Präcambriums.

11. O. WEIGEL-Marburg hielt einen Vortrag über *Eigenschaften und Entstehung der Zeolithe*. Bei der Bildung dieser Mineralien fügen sich die silikatischen Komponenten zu einem relativ starren Gitter zusammen unter Einbehaltung des Lösungsmittels zwischen den sich verbindenden Atomen, aber ohne seine Beteiligung am Raumgitterbau. Die Silikatatome müssen daher bei der Gitterbildung den Binnendruck des Lösungsmittels überwinden, so daß ein Teil ihrer Valenzkräfte zur Kompensierung dieses Binnendruckes verbraucht wird.

Das relativ starre Gittergefüge der Zeolithe bleibt als instabile Anordnung erhalten, wenn der Krystall aus seiner Lösung herausgebracht wird, oder bei sonstiger Änderung der äußeren Bedingungen. Infolgedessen werden die zur Binnendruck sättigung vorher benötigten Valenzkräfte des Gitters ganz oder teilweise als ungesättigte, freie auftreten, die zu ihrer Absättigung Fremdstoffe nach Art der Adsorptionsverbindungen an das Gitter anlagern können. In solchem Zustande muß beim kinetischen Gleichgewicht mit dem umgebenden Dampfraum ein bestimmter Bruchteil der absorbierten Moleküle frei beweglich sein. Der Krystall mit seinen je nach den äußeren Bedingungen kontinuierlich sich änderndem Wassergehalte entspricht am weitgehendsten der Anforderung der Homogenität, wenn in jeder Gittermasche ein bewegliches Fremdmolekül vorhanden ist, während die Zahl der fest angelagerten Moleküle je nach dem zur Gleichgewichtseinstellung erforderlichen Fremdstoffgehalt in den Gittermaschinen verschieden ist. In Zuständen ungleicher Besetzung der Gittermaschinen mit Fremdmolekülen treten Gitterkräfte auf, die einer solchen inhomogenen Verteilung entgegenwirken. Die Beziehungen zwischen Temperatur, Dampfdruck der Umgebung und Gehalt an Fremdmolekülen lassen sich durch eine erweiterte van der Waalsche Gleichung ausdrücken, deren experimentelle Prüfung die hohe Wahrscheinlichkeit der obigen Vorstellungen ergibt.

12. P. NIGGLI-Zürich erörterte die *Molekularrefraktion in isomorphen Krystallverbindungen*. Der Ersatz eines Kations durch ein anderes von gleicher Wertigkeit hat bei gleichem Krystallbauplan einen ganz bestimmten Effekt auf die Molekularrefraktion. Die Gesetzmäßigkeiten lassen sich mit denen vergleichen, die als Volumeneffekte in isomorphen Reihen bekannt geworden sind. Es ergeben sich daraus Beziehungen, die für die Lehre vom Isomorphismus von Bedeutung sind.

13. J. LEONHARDT-Greifswald berichtet über gemeinsam mit R. GROSS ausgeführte Versuche zur *Rekrystallisation und Verfestigung*. Die Kaltbearbeitung eines Metalls läßt sich in MÜGGES Translationschema *T-t-f* einfügen. Es werden frühere Mitteilungen über

röntgenographische Deformationsmessungen ergänzt, und die Richtigkeit der von Metallen gewonnenen Ergebnisse durch Laue- und Drehkrystallaufnahmen von gebogenen Steinsalzpräparaten wird erhärtet. Für die Verfestigung des kalt bearbeiteten Präparates werden auf Grund der von R. GROSS veröffentlichten Deformations-Zeitkurve und neuer Experimente die zwei Faktoren des Vorganges angeführt: 1. Reibungsvermehrung längs Gleitflächen (Blockierung LUDWICKS); 2. zugefügte Spannungsenergien der durch Gleitflächen abgezerrten Krystallamellen. Die nach Kaltbearbeitung einsetzende Rekrystallisation läßt sich auch an Körpern mit Blockierung und Spannungsstruktur nach dem System CZOCHRALSKIS erklären. Gebogene Steinsalzkristalle kann man in Stücken von mehreren Kubikzentimetern in einigen Minuten zu sehr reinen Einkristallen umwandeln.

14. A. GELLER-Göttingen sprach über das *Verhalten verschiedener Salzminerale bei hohen Drucken und wachsenden Temperaturen*. Es wurden mitgeteilt: 1. Die Fließdruckkurve für Steinsalz von -80° bis $+300^\circ$, für Sylvit von 0° bis $+300^\circ$, für Bischofit von -44° bis 100° und für Carnallit von 0° bis $+150^\circ$; 2. die Schmelzkurven von Kainit für Drucke bis 42 t/qcm , von Bischofit bis 30 t/qcm , von Carnallit bis 24 t/qcm , schließlich von Glaubersalz bis 7 t/qcm . Die sich ergebenden geologischen Schlußfolgerungen wurden besprochen.

Im Überblick über die Tagung der deutschen Mineralogischen Gesellschaft tritt heraus, daß die von ihr vertretenen Wissenschaften Mineralogie, Krystallographie und Petrographie in reger Entwicklung begriffen sind und dabei auch mehr und mehr sich zu einer wesentlichen Grundlage angewandt wissenschaftlicher Forschungen entwickelt haben. Die Veröffentlichungen der Gesellschaft, die Fortschritte der Mineralogie, Krystallographie und Petrographie, welche den Mitgliedern gegen Zahlung des Mitgliedbeitrages (1925: 7,50 M.) ohne weitere Kosten geliefert werden, erschienen im laufenden Jahre mit einem stattlichen Bande von 411 Seiten. Im Jahre 1925 wird Zürich der Versammlungsort der Gesellschaft sein.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Die Gitterstruktur des Karborunds (SiC).

Nach der Schichtlinienmethode wurden die Identitätsabstände in verschiedenen Richtungen vermessen. Die Basisgruppe (= Atomschwerpunktskoordinaten) wurde aus den Intensitäten von Debyediagrammen mit Cu-K-Strahlung und Schichtliniendiagrammen mit Mo-K-Strahlung bestimmt; nach letzterer Methode konnten über 100 verschiedene Reflexionen zur Rate gezogen werden. Wir erhielten folgendes, von den Angaben der bisherigen Autoren abweichendes Ergebnis:

Die Translationsgruppe ist hexagonal (nicht rhomboedrisch!). Die Länge der (Bravaischen) Achsen beträgt:

$$a = 3,09 \text{ \AA}; \quad c = 15,17 \text{ \AA}.$$

Das Achsenverhältnis ist also:

$$\frac{15,17}{3,09} = 4,9 (= 3 \cdot 1,633).$$

Im Bravaischen Elementarparallelepiped von den angegebenen Dimensionen liegen 6 Moleküle SiC.

Die Atomschwerpunkte sind (bezogen auf zwei um 120° gegeneinander geneigte Basisachsen a_1, a_2 und die dazu senkrechte Achse c):

$$\begin{aligned} C: & 000, 00\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\frac{2}{3}\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\frac{2}{3}\frac{5}{3}, \frac{2}{3}\frac{2}{3}\frac{2}{3}, \frac{2}{3}\frac{2}{3}\frac{5}{3} \\ Si: & 00p, 00\frac{2}{3} + p, \frac{1}{3}\frac{2}{3}\frac{2}{3} + p, \frac{1}{3}\frac{2}{3}\frac{5}{3} + p, \frac{2}{3}\frac{2}{3}\frac{2}{3} + p, \\ & \frac{2}{3}\frac{2}{3}\frac{5}{3} + p. \quad p = \frac{1}{8}. \end{aligned}$$

Die Atome fügen sich zu einem einfachen Strukturbild zusammen. *Jedes Atom der einen Sorte (C, bzw. Si) ist genau tetraedrisch von 4 Atomen der anderen Sorte (Si, bzw. C) umgeben.* Der kleinste Abstand C—Si beträgt dabei $1,90 \text{ \AA}$. Die Struktur zeigt große Verwandtschaft einerseits mit dem Wurtzit-, andererseits mit dem Zinkblendegitter (Diamant!). Stellt man nämlich drei Wurtzitgitterelementarbereiche längs der hexagonalen Achse übereinander und verschiebt das Gitter zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Höhe um den Vektor $\frac{2}{3}a_1 + \frac{1}{3}a_2$, so erhält man den Elementarbereich des Karborunds. Andererseits läßt sich der Elementarbereich des SiC auch darstellen aus zwei Zinkblenderrhomboëdern, die längs der trigonalen Achse unter einer Drehung von 60° gegeneinander zusammengewachsen sind. Eingehendere Mitteilung wird demnächst in der Zeitschr. f. Kristallographie erfolgen.

München, den 25. November 1924.

H. OTT.

NEU ERSCHIENENE BÜCHER

- Abderhalden E.**, Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Wechselbeziehungen der gesamten Organismenwelt. 2., vollständig neu verfaßte Auflage. Berlin, Julius Springer. 1924. (V, 61 S.) 14,5×22 cm. Goldmark 2.40
- Borchert, A.**, Die seuchenhaften Krankheiten der Honigbiene. Berlin, Richard Schoetz. 1924. Mit 17 Abbildungen. (IV, 76 S.) 15×23 cm. Goldmark 2.80
- Brester, A.**, Le Soleil ses phénomènes les plus importants, leur littérature et leur explication. La Haye, W. P. van Stockum & Fils. 1924. (315 S.) 24×30 cm. holl. Fl. 15.—
- Clayton, W.**, Die Theorie der Emulsionen und der Emulgierung. Mit einem Geleitwort von F. G. Donnan. Deutsche vom Verfasser erweiterte Ausgabe von L. Farmer Loeb. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 18 Abbildungen. (144 S.) 16×24 cm. Goldmark 7.80, geb. 8.70
- Funk, C.**, Die Vitamine. Ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie. 3., vollständig umgearbeitete Auflage. München, J. F. Bergmann. 1924. Mit 93 Abbildungen im Text. (VIII, 522 S.) 18×26 cm. Gebunden Goldmark 29.40
- Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen.**
- Band XIV: **Klein, F.**, Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus. I. Band: Arithmetik. Algebra. Analysis. 3. Auflage. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 125 Abbildungen. (XII, 321 S.) 16×24 cm. Goldmark 15.—, geb. 16.50
- Band XVII: **Whittaker, E. T.**, Analytische Dynamik der Punkte und starren Körper. Mit einer Einführung in das Dreikörperproblem und mit zahlreichen Übungsaufgaben. Nach der 2. Auflage übersetzt von F. und K. Mittelsten Scheid. Berlin, Julius Springer. 1924. (XII, 462 S.) 16×24 cm. Goldmark 21.—, geb. 22.50
- Band XIX: **Polya, G.**, und **G. Szegö**, Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis. Berlin, Julius Springer. 1924. (XVI, 338 S.) 16×24 cm. Goldmark 15.—, geb. 16.50
- Handbuch der Balneologie**, medizinischen Klimatologie und Balneographie. Herausgegeben im Auftrage der Zentralstelle für Balneologie von Dietrich und Kammer. Band IV. Leipzig, Georg Thieme. 1924. (XI, 379 S.) 17×26 cm. Goldmark 15.75, geb. 18.75
- Handbuch der Inneren Medizin**. Begründet von L. Mohr und R. Staehelin. I. Band, I. Teil: Infektionskrankheiten. I. Teil 2. Auflage. Berlin, Julius Springer. 1925. Mit 232 zum Teil farbigen Textabbildungen. (XII, 717 S.) 18×25,5 cm. Gebunden Goldmark 45.—
- Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse**. Für Ärzte und Studierende. Bearbeitet von F. Hoppe-Seyler. Herausgegeben von H. Thierfelder. Berlin, Julius Springer. 1924. 9. Auflage. Mit 39 Abbildungen und 1 Spektraltafel. (XVI, 1004 S.) 21×28 cm. Gebunden Goldmark 69.—
- Kossel, W.**, Valenzkräfte und Röntgenspektren. Zwei Aufsätze über die Elektronengebäude des Atoms. 2., vermehrte Auflage. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 12 Abbildungen. (IV, 89 S.) 14,5×22 cm. Goldmark 3.60
- Aus den „Naturwissenschaften“ 1919 und 1920.
- Kowarschik, J.**, Die Diathermie. 4., vollständig umgearbeitete Auflage. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 108 Abbildungen. (VIII, 231 S.) 16×24 cm. Gebunden Goldmark 12.—
- Kretschmer, E.**, Körperbau und Charakter. Untersuchungen zum Konstitutionsproblem und zur Lehre von den Temperamenten. 4., vermehrte und verbesserte Auflage. Berlin, Julius Springer. 1925. (V, 214 S.) 17,5×25,5 cm. Gebunden Goldmark 9.90
- Leupold, E.**, Die Bedeutung des Cholesterin-Phosphatidstoffwechsels für die Geschlechtsbehandlung. Jena, Gustav Fischer. 1924. Mit 45 Kurven und 1 Tafel. (VI, 112 S.) 16×23 cm. Goldmark 4.50
- Loeb, J.**, Regeneration from a physico-chemical viewpoint. London, McGraw-Hill Book Company. 1924. Mit 115 Abbildungen. (VIII, 143 S.) 15×23 cm. sh. 10/—
- Monographien aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie.**
- Heft 42: **Mayer-Groß, W.**, Selbstschilderungen der Verwirrtheit. Die oneiroide Erlebnisform. Psychopathologisch - klinische Untersuchungen. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 8 Textabbildungen. (296 S.) 17×26 cm. Goldmark 21.—
- Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere.**
- Band VIII: **Kostytschew, S.**, Pflanzenatmung. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 10 Abbildungen. (VI, 152 S.) 14×21 cm. Goldmark 6.60, geb. 7.50
- Seiler, F.**, Der Wein, sein Werdegang von der Traube bis zur Flasche. München, Kösel & Pustet. 1924. (X, 225 S.) 12×19 cm. Goldmark 3.20, geb. 4.—
- St. George Lane Fox Pitt**, The purpose of education. An examination of educational problems in the light of recent scientific research. New cheap edition revised & enlarged. Cambridge, University Press. 1924. (XXIX, 92 S.) 13×20 cm. sh. 4/—
- Strecker, W.**, Qualitative Analyse auf präparativer Grundlage. 2., ergänzte und erweiterte Auflage. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 17 Textfiguren. (VI, 199 S.) 16,5×21,5 cm. Goldmark 6.60
- Weyl, H.**, Was ist Materie? Zwei Aufsätze zur Naturphilosophie. Berlin, Julius Springer. 1924. Mit 7 Abbildungen. (88 S.) 14,5×22 cm. Goldmark 3.30
- Aus den „Naturwissenschaften“ 1924.

Zu beziehen durch die Hirschwaldsche Buchhandlung für Naturwissenschaften, Mathematik und Medizin, Berlin NW 7, Unter den Linden 68

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Physiologie des Menschen

Von

Dr. med. Rudolf Höber

o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts
der Universität Kiel

Dritte, neubearbeitete Auflage

576 Seiten mit 256 Textabbildungen. 1922

Gebunden nur 12 Goldmark

Um jedem Studierenden die Anschaffung dieses altbekannten und eingeführten
Lehrbuches zu ermöglichen, ist der Preis vom Januar 1925 ab von 18 Goldmark
auf 12 Goldmark herabgesetzt worden.

Praktische Übungen in der Physiologie. Eine Anleitung für Studierende. Von Dr. L. Asher, ord. Professor der Physiologie, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Bern. Zweite, verbesserte und wesentlich vermehrte Auflage. 274 Seiten mit 40 Abbildungen. 1924. 9 Goldmark

Allgemeine Physiologie. Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben. Von A. v. Tschermak, o. ö. Professor, Direktor des Physiologischen Instituts der Deutschen Universität Prag.

Erster Band: **Grundlagen der allgemeinen Physiologie.**

I. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens, physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz. 1916. Einzeln nicht mehr lieferbar.

II. Teil: Morphologische Eigenschaften der lebenden Substanz und Zellularphysiologie. 1924. Seite 285—796 30 Goldmark

Beide Teile 810 Seiten mit 122 Textabbildungen in einem Bande gebunden 48 Goldmark

Vorlesungen über Physiologie. Von Dr. M. von Frey, Professor der Physiologie und Vorstand des Physiologischen Instituts an der Universität Würzburg. 406 Seiten mit 142 Textfiguren. Dritte, neubearbeitete Auflage. 1920. 10.50 Goldmark; gebunden 13.30 Goldmark

Kurzes Lehrbuch der physiologischen Chemie. Von Dr. Paul Hári, o. ö. Professor der physiologischen und pathologischen Chemie an der Universität Budapest. Zweite, verbesserte Auflage. 364 Seiten mit 6 Textabbildungen. 1922. Gebunden 11 Goldmark