

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang

20. Juni 1924

Heft 25

Die Regelung des Stoff- und Energieverbrauchs beim Wachstum der Wirbeltiere.

Von MAX RUBNER, Berlin.

Von den Lebensvorgängen ist das Wachstum wohl der packendste und geheimnisvollste, das Ewig-Junge, der Aufbau aus totem Material zur Jugendkraft und zum Empfang vererbbarer Eigenschaften. Das Verständnis der inneren Vorgänge bleibt uns noch verschlossen, wenn auch die letzten Jahrzehnte uns Vieles und Ungeahntes enthüllt haben. Die nüchterne Auffassung sieht im Wachstum nur den Massengewinn, die menschliche Statistik drängt nach Feststellung von Gewicht und Längenmaßen als Normen einer gesunden Entwicklung eines Kindes.

Bleibt uns auch vorläufig gerade das Spannendste und Tiefste in der Wachstumsfrage noch ungelöst, so können wir dies wunderbare Geschehen wenigstens in ernährungsphysiologischer und chemischer Hinsicht in Angriff nehmen und ersehen, wie die Natur nach einfachen Grundsätzen arbeitet und dieselben Prinzipien im weitem Bereiche alles Lebenden zur Geltung und Wirkung bringt. Diese Zusammenhänge zu erfahren, habe ich mich seit langem bemüht und hoffe aus dem Komplizierten und Mannigfaltigen die Grundzüge des Werdens schildern zu können.

Die primitive Auffassung betrachtet das Wachstum, d. h. die Massenbildung einfach als Gewinn aus einer reichlichen Ernährung des jugendlichen Organismus, begründet auf vererbte Eigenschaft.

Demgegenüber habe ich vergleichend physiologisch schon vor langen Jahren gezeigt, wie Wachstum, d. h. Synthese stets mit dem Abbau von Stoffen — der Dissimilation oder dem Betriebsstoffwechsel — selbst bei den Mikroben verbunden ist¹⁾. Bis in alle Einzelheiten hinein, habe ich diese Vorgänge bei der Hefezelle verfolgt²⁾.

Bei den Säugern verhält es sich nicht anders. Weiter stehen Betriebsstoffwechsel und Wachstumsgewinn in engem Zusammenhang so, daß, je größer der relative Betriebsstoffwechsel durch die Kleinheit eines Tieres wird, desto stärker der Nahrungsgewinn anschwillt. Der Betriebsstoffwechsel stellt aber keine „Wachstumsarbeit“ dar, also keine Vermittlung von Energie zum Aufbau, er ist nicht kleiner, auch wenn man das Wachstum künstlich hemmt und den Stoffwechsel allein weiter sich auswirken läßt.

Lassen wir die ganze Entwicklung eines Tieres von der Geburt an an uns vorüberziehen, so ist der

¹⁾ Über die Wärmebildung durch Mikroorganismen. Hyg. Rendster 1903, S. 875 und Arch. f. Hyg. 57, 162.

²⁾ Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle. 1912. Monographie.

tägliche Zuwachs pro Kilogramm anfänglich groß, von der Grundsumme der pro Kilogramm verzehrten Nahrung wird ein großer Teil und später ein immer kleiner werdender zur Leibessubstanz, bis das Ende des Wachstums gekommen ist¹⁾. Die morphologischen Veränderungen der Körper beim Wachstum kennt man für die erste Entwicklungszeit sehr genau, aber über das spätere Stadium embryonaler Umwandlung ist nicht einmal grob anatomisch Näheres sichergestellt, noch weniger wissen wir über die extrauterinen Umwandlungen. Für den erwachsenen Menschen ist das Material geradezu dürftig.

Fassen wir aber das Problem physiologisch-chemisch an, so kommen wir bald um einen entscheidenden Schritt weiter. Von JNABA sind in meinem Laboratorium Untersuchungen *ganzer* Tiere, Kaltblüter und Warmblüter ausgeführt worden, aus denen wir eine Reihe wichtiger Schlüsse ziehen können²⁾. Zunächst fällt uns auf, daß im Grunde genommen die fettfreie Trockensubstanz verschiedener Tiere ganz ähnlich war. Dagegen stößt man auf wichtige Unterschiede, wenn man den Wassergehalt verschieden alter Tiere untersucht. Im ausgewachsenen Zustand stimmen sie so gut wie vollkommen überein, je jünger ein Tier aber ist, desto mehr Wasser enthalten die Zellen.

Ein menschlicher Embryo des 6. Monats hat nur 9,72 Trockenabsatz, der Hühnerembryo vom 7. Tage 6,7%. Die erste Entwicklung mag etwa mit einem Wassergehalt von 94–95% beginnen, bei der Geburt der Wassergehalt noch hoch, dann nimmt er allmählich ab. Genaueres wissen wir vorläufig über das extrauterine Verhalten nur über den Hund und die Katze³⁾.

Das Protoplasma zeigt also im Laufe der Entwicklung einen verschiedenem Grad der Quellung. Alle Erfahrungen über den Energieverbrauch im Betriebsstoffwechsel lassen erkennen, daß der ungleiche Kolloidzustand *keinen Einfluß* auf ersteren besitzt⁴⁾. Welche Bedeutung kommt dem Quellungszustand aber zu?

Diese Frage läßt sich am leichtesten bei der Hefe lösen, indem man sie plasmolysiert, was durch Zusatz von Kochsalz geschehen kann. Als Ergebnisse mannigfach variierten Versuche fand ich für

¹⁾ Das Problem der Lebensdauer. 1908.

²⁾ Arch. f. Physiol. 1911.

³⁾ C. THOMAS, Arch. f. Physiol. 1911.

⁴⁾ Die Beziehung des Kolloidzustandes der Gewebe für den Ablauf des Wachstums. 1923. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. XXIV.

die Gärfähigkeit (Betriebsstoffwechsel) der Hefe folgendes:

Kochsalzgehalt	Leistung	Trockenheit der Hefe
0%	100	13,4%
4%	100	21,0%
8%	69,6	26,11%
12%	21,7%	35,7%
16%	1,8%	37,1%

Zwischen 13—21% Trockensubstanz der Hefezelle ist also keine Rückwirkung auf die Gärung zu verzeichnen; dagegen wird das Wachstum schon durch geringe Veränderung des Wassergehaltes beeinflusst.

Wachstum bei 0% Kochsalz = 100		
„ „ 2%	„	= 42,8
„ „ 3%	„	= 12,4
„ „ 4%	„	= 0

Durch Plasmolyse können wir also die Verhältnisse zwischen Betriebsstoffwechsel und Wachstum bei der Hefe beliebig variieren. Der Kolloidzustand erweist sich also als ein Mittel zur wesentlichen Veränderung der Art der Ernährungsverhältnisse. Es liegt daher auch nahe, die Erfahrungen an Hefe auf das Wachstum tierischer Zellen zu übertragen. Die Wachstumsgröße darf man sich als reguliert denken durch die Änderung des Kolloidzustandes der Zellen. Wahrscheinlich ist eine der Funktionen der endokrinen Wachstumsdrüsen diese Regulierung des Aufbaues der Zellkolloide mit dem Ziel einer allmählichen Konzentrierung des Protoplasmas.

Mit dem Wachstum geht eine Massenveränderung der Tiere vor sich¹⁾. Diese bedingt, wie wir bestimmt wissen, eine Änderung des relativen Betriebsstoffwechsels. Je größer ein Tier wird, desto weniger Calorien pro Kilogramm werden verbraucht. Bei den Säugern kann man weiter beobachten, daß ausgewachsene Organismen verschiedener Größe und wachsende Organismen gleicher Größe (z. B. Vergleich Kind und Zwerg) den gleichen Betriebsstoffwechsel haben. Es besteht also ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Masse und Energieverbrauch, und zwar wie ich zuerst gefunden habe, beim Warmblüter ein Energieverbrauch, der der Oberfläche proportional geht, weil hier die abkühlenden Verhältnisse maßgebend sind. Diese scharfe Einstellung bedingt die chemische Wärmeregulation, welche sehr fein thermisch abgestimmt ist. Diese Regulation ist keine „motorische“, d. h. durch nachweisbare Muskelbewegungen hervorgerufen, ja vielleicht steht sie, wie manche heute annehmen, mit den Muskeln überhaupt nicht in Beziehung. Beim Menschen tritt sie unter geeigneten Umständen in Wirksamkeit.

Es gibt eine kritische Temperatur, bei der die Warmblüter ohne jede Regulation im Wärmegleichgewicht sich halten (meist bei 30—33° Luftwärme), wobei für gleiche Oberflächen gleiche Wärmemengen abfließen. Bei höherer Luftwärme

¹⁾ Über die Bildung der Körpermaße im Tierreich und deren Beziehung zum Energieverbrauch. 1924. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch.

kommt dann die physikalische Regulation zur Wirksamkeit (vor allem Wasserverdunstung). Wie verhält sich aber Masse des Körpers zum Betriebsstoffwechsel beim Kaltblüter? Ich habe hierüber eingehende Untersuchungen angestellt. Manche Autoren haben ohne weiteres angenommen, daß das Oberflächengesetz auch hier gelten wird. Dazu liegt, da dieses auf thermischer Grundlage basiert, kein Anlaß vor. Man kann aber nachweisen, daß große und kleine Fische z. B. im relativen Betriebsstoffwechsel verschieden sind, ein Unterschied, der verschwindet, wenn man auf gleiche Oberfläche rechnet, und doch hat die Oberfläche mit dem Energieumsatz bei den Kaltblütern nichts zu schaffen. Untersucht man nämlich Amphibien und Reptilien, so sind diese in ihrer Form sehr verschieden, d. h. auf gleiche Masse treffen sehr verschiedene Oberflächen, die zwischen einem Frosch und einer Schlange um das Vierfache differieren können. Auch bei diesen Tieren findet man bei einer Spezies, daß große und kleine Tiere im Energieverbrauch sich unterscheiden, aber in den Oberflächenwerten übereinstimmen, dagegen verliert die Oberfläche als Hilfsmittel der Rechnung jeden Sinn, sobald man Tiere verschiedener Wuchsform, z. B. einen Frosch mit einer Schlange, vergleichen will.

Die bestehenden Zusammenhänge zwischen Masse und Energieverbrauch, wie sie wenigstens bei dem Wachstum einer Spezies nicht zu verkennen sind, müssen in der Natur des Wachstums überhaupt begründet sein, da man ihnen sonst nicht in so allgemeiner Weise, wie es tatsächlich der Fall ist, begegnen könnte. Die Erklärung gibt folgende Betrachtung.

Es handelt sich bei der Beziehung von Masse zum Energieverbrauch überall um eine Minderung des Energieverbrauchs mit zunehmender Masse, die mit jeder Teilung der Zellen, also jeder Verdoppelung der Masse und dem gleichen Prozentsatz in Rechnung zu stellen ist. Daher auch bei Anlehnung an irgendeine Formel zur Oberflächenberechnung die Unterschiede verschieden großer Tiere abgeglichen werden.

Welche Aufgabe kann diese Erscheinung in der biologischen Welt aber haben? Der Zusammenhang ist höchst einfach, wenn wir uns klarmachen: Das Wachstum beginnt bei allen Wirbeltieren mit einer rasch verlaufenden Zellteilung, die in der Geschwindigkeit hinter der von manchen Mikroben nicht zurückbleibt. Dementsprechend muß auch der Betriebsstoffwechsel anfangs ein sehr großer sein. Auch im intrauterinen Leben erfolgen die ersten Verdoppelungen des Embryo mit weit größerer Geschwindigkeit wie die späteren Teilprozesse. Der Betriebsstoffwechsel des Hühnerembryo ist in der ersten Zeit des Lebens viel größer als im späteren Verlauf des Wachstums. Menschliche Frühgeburten haben einen relativ größeren Betriebsstoffwechsel wie Normalgeburten usw. Das Leben beginnt also mit einer *vita maxima*, die weit höher liegt als die Intensität des Energieverbrauchs der Eltern. Daher muß im Verlauf der

Entwicklung mit der sich wiederholenden Verdoppelung des Gewichtes der Energieverbrauch sich ändern, bis die Größe des elterlichen Energieverbrauchs im ausgewachsenen Zustande erreicht ist. Kausal besteht keinerlei Zusammenhang mit der Oberfläche, außer bei dem Warmblüter, der zu dieser Anpassung an die abkühlenden Verhältnisse seine besondere Wärmeregulation besitzt. Wie sich die Reduktion des Energieverbrauchs mit der Masse vollzieht, ist schwer zu sagen, will man nicht auch wieder an hormonale Einflüsse denken, so wäre ja auch die Möglichkeit gewissermaßen einer Bindung von „Affinitäten“, welche den Energieverbrauch bestimmen, vorauszusetzen. Die vorstehenden Untersuchungen ergeben uns einen allgemeinen Einblick in das Entstehen des Massenwachstums der Kalt- und Warmblüter. Die individuelle Größe beruht zwar auf vererbten Eigenschaften, die Dauer des Wachstums, die Zahl der Verdoppelungen des Gewichtes wird reguliert durch die mehr oder minder rasche Änderung des Kolloid-

zustandes der Zellen. Mit der wiederholten Verdoppelung der Massen greift der zweite Faktor im Leben ein, die Reduktion der relativen Größe des Betriebsstoffwechsels. Das führt zu mancher paradoxen Erscheinung, wie z. B. zum gleichen relativen Betriebsstoffwechsel bei einem Pferde und einem kleinen Goldfisch! Wie in den Grundzügen der Leitung des Wachstums zwischen Wirbeltieren verschiedenster Art kein Unterschied besteht, so läßt sich auch hinsichtlich des Stoffwechsels im engeren Sinne ein Unterschied zwischen Kalt- und Warmblütern nicht nachweisen, nur in den Zeiten des Geschehens hängen die Poikilothermen ganz von der Leibtemperatur ab, die meist niedrig ist und deshalb schier ins Ungemessene sich dehnen können.

Gegenüber der Buntheit des morphologischen Äußeren der Tiere sind vor allem die ernährungsphysiologischen Prozesse also von erstaunlichster Einfachheit¹⁾.

¹⁾ Kraft und Stoff im Haushalt der Natur. 1909.

Über die Verwandlung der Elemente durch Atomzertrümmerung. I.

VON GERHARD KIRSCH UND HANS PETERSSON, WIEN.

Während Jahrhunderten war das äußerste Ziel für die Erforschung der Materie die Verwandlung der Elemente, die Transmutation unedler Metalle in Gold. Die großen Entdeckungen am Anfange des 19. Jahrhunderts, woraus die moderne Chemie entstand, schien diesen alten Traum der Alchimisten endgültig zu vernichten. Die Hypothese von den Elementaratomen als unwandelbaren Bausteinen der Materie wurde für das folgende Jahrhundert der Forschung beinahe zu einem Dogma, wenn auch vereinzelt kühnere Geister nach einem Urstoff suchten, aus dem alle die verschiedenen Grundstoffe zusammengesetzt sein sollten. Nach der bekannten Hypothese von PROUT wäre der Wasserstoff das leichteste von allen Elementen, das „Proton“, aus dessen Atomen die Atome der anderen, schwereren Elemente aufgebaut sein sollten. Erst bei der letzten Jahrhundertwende wurde das Dogma von der Unzerstörbarkeit der Atome erschüttert durch die Entdeckung der radioaktiven Phänomene. Es zeigte sich, daß die Atome von gewissen Grundstoffen einer spontanen Verwandlung unterliegen, wobei Atomfragmente, sog. α - oder β -Partikeln, mit enorm hohen Geschwindigkeiten ausgeschleudert werden. Die erstgenannten Partikeln sind elektrisch geladene Atome des Edelgases Helium, welche also ein Nebenprodukt des radioaktiven Zerfalles sind. Die β -Partikeln sind dagegen identisch mit den Elektronen, den negativen Elektrizitätskorpuskeln, welche man schon früher als einen universellen Bestandteil der Materie erkannt hatte. Der Atomrest nach dem Zerfall wiederum ist ganz verschieden von dem ursprünglichen Atom und gehört zu einem anderen Grund-

stoff. Zwar schien der alte Traum der Alchimie durch diese Entdeckungen verwirklicht, aber die Aussichten, eine künstliche Atomverwandlung zu erreichen, waren anscheinend nicht groß. Erstens mißlingen alle Versuche, den radioaktiven Zerfall durch äußere Eingriffe zu beeinflussen; die stärksten erreichbaren elektrischen oder magnetischen Felder, Erhitzen auf Weißglut oder Abkühlung mit flüssigem Wasserstoff waren vollkommen wirkungslos. Zweitens sind die enormen Energiemengen, welche bei dem radioaktiven Zerfall entwickelt werden, ein Beweis für die Größe der Kräfte, welche die Stabilität der Atome aufrechterhalten, Kräfte, die überwunden werden müssen, ehe eine Verwandlung der Elemente erzwungen werden kann.

Sir WILLIAM RAMSAY war anscheinend der erste, welcher den Gedanken hatte, die bei dem *freiwilligen* radioaktiven Zerfall in außerordentlich konzentrierter Form auftretende Energie zum Hervorbringen eines *erzwungenen* Zerfalls zu verwenden. Es entspricht ja die Anfangsgeschwindigkeit der schnellsten α -Partikeln aus Radium C der molekularen Bewegungsenergie eines auf mehr als 60 Milliarden Grad Celsius erhitzten Körpers! Die Versuche von RAMSAY, auf spektroskopischem oder gar chemischem Weg die Neubildung von Grundstoffen in mit Radiumemanation behandelten Lösungen von Kupfer-, Thorium- oder Zirkoniumsalzen sowohl als die Bildung von Neon aus Radiumemanation und Wasser festzustellen, ergaben zwar nach RAMSAYS Meinung positive Resultate, hielten aber der kritischen Nachprüfung seitens anderer Forscher nicht stand.

Das Mißlingen dieser Versuche von RAMSAY

wird durch einige etwa gleichzeitig gemachte Untersuchungen von Sir ERNEST RUTHERFORD erklärbar. Auf die überwiegende Mehrzahl von einer α -Partikel getroffener Atome wird nur ein ganz winziger Teil seiner kinetischen Energie übertragen. Der Zusammenstoß ist nämlich dabei nicht wie bei gewöhnlichen Molekulargeschwindigkeiten von elastischer Art, sondern die α -Partikel durchfliegt nahezu unabgelenkt das getroffene Atom, das dabei nur „ionisiert“ wird, d. h. eines von seinen äußeren Elektronen verliert. Nur bei den allerseltensten Zusammenstößen, etwa einem pro Milliarde, scheint die α -Partikel auf einen festen, widerstandsfähigen Bestandteil des Atomes, auf seinen Kern zu stoßen, prallt dabei elastisch zurück oder erleidet eine beträchtliche Ablenkung, während ein entsprechend großer Teil ihrer gewaltigen Bewegungsgröße auf den getroffenen Atomkern übertragen wird. Auf ein vertieftes Studium von der Ablenkung schneller α -Partikeln aus ihrer Flugbahn bei ihrer Fahrt durch verschiedene Atome hat RUTHERFORD die berühmte *Kernhypothese* des Atombaus begründet. Die Masse des Atomes soll nach dieser Hypothese beinahe vollständig in einem kleinen zentralen, positiv geladenen Kern zusammengedrängt sein, um welchen herum die elektrisch negativen Elektronen wie Planeten um eine Sonne kreisen. Wie die Hypothese später von NIELS BOHR und anderen zu einer genial ausgestalteten Theorie für den äußeren Bau der Atome entwickelt wurde, darf wohl als allgemein bekannt gelten.

Das negative Resultat der Transmutationsversuche, wie sie RAMSAY ausgeführt hat, beruht also darauf, daß nur ein außerordentlich kleiner Teil der von einer radioaktiven Substanz ausgeschleuderten α -Partikeln tatsächlich wirksam werden, nämlich die seltenen Partikeln, welche direkt auf Atomkerne stoßen. Nur bei diesen „Kerntreffern“ findet eine der hohen Geschwindigkeit der α -Partikel entsprechende Energieübertragung statt, eine „Erhitzung“ des getroffenen Atoms um viele Milliarden Grad. In diesen Ausnahmefällen aber eröffnet sich eine Möglichkeit zum Überwinden der Riesenkräfte, welche die Stabilität des Atomkernes beschützen, d. h. die Möglichkeit zu einer Atomzertrümmerung¹⁾.

Die Untersuchungen von Sir Ernest Rutherford.

Das Verdienst, die oben erwähnte Möglichkeit zu einer Elementumwandlung zuerst ausgenutzt zu haben, gebührt wiederum dem Meister auf dem Gebiete der experimentellen Atomforschung, Sir ERNEST RUTHERFORD. 1919 veröffentlichte er eine Reihe von vier Abhandlungen²⁾, in welchen er die bei solchen Kerntreffern durch schnelle Teilchen auftretenden Erscheinungen näher untersucht. Bei

Wasserstoff zeigt sich, daß eine kleine Zahl von Partikeln sehr großer Reichweite, bis 28 cm in Luft (gegenüber 7 cm für die α -Partikeln aus Radium C) auftraten, welche sich als durch Kernstreifer in Bewegung gesetzte Wasserstoffkerne, sog. „natürliche“ H-Partikeln, identifizieren lassen. Bei den Versuchen mit anderen der leichteren Elemente traten immer diese aus Wasserstoffverunreinigungen herrührenden Partikeln auf, welche bei der Mehrzahl der untersuchten Elemente das Beobachten von Partikeln kürzerer Reichweite und anderer Herkunft verhinderte. Es gelang ihm aber, zuerst aus Stickstoff und später in Zusammenarbeit mit CHADWICK¹⁾ aus fünf anderen Elementen, Bor, Fluor, Natrium, Aluminium und Phosphor H-Partikeln von größerer Reichweite als die der „natürlichen“ zu beobachten, welche als Fragmente von durch Kernstreifer zertrümmerten Atomen erklärbar sind. Diese Atomfragmente werden nicht nur vorwärts, in der Richtung der zur Zertrümmerung benutzten α -Partikeln ausgeschleudert, sondern sie fliegen auch nach der entgegengesetzten Richtung. Allerdings ist die Geschwindigkeit der rückwärtigen Partikeln bedeutend kleiner als die der vorwärtigen. Die Beobachtung dieser neuen Partikeln geschieht durch die *Szintillationsmethode*, d. h., die bei ihrem Anschlag gegen einen Zinksulfidschirm hervorgebrachten kleinen Lichtblitze, Szintillationen, werden gezählt und ihre Abnahme an Zahl bei vergrößerter Absorption — eingeschaltete dünne Glimmerblätter von bekanntem „Luftäquivalent“ — bestimmt. Die zu dieser Zählung verwendeten Mikroskope müssen bei mäßiger Vergrößerung möglichst lichtstarke Bilder geben, da die von H-Partikeln hervorgebrachten Szintillationen eine bedeutend kleinere Helligkeit besitzen als die von α -Partikeln erzeugten.

Mit diesen Versuchen von RUTHERFORD und CHADWICK war zum ersten Male der alte Traum der Alchemie verwirklicht, wenn auch nur sozusagen Atom für Atom. Daß Wasserstoffkerne aus anderen Elementen ausgesprengt werden können, beweist, daß die ersteren tatsächlich Bausteine von wenigstens diesen Elementen sein müssen. Die alte Proutische Hypothese ist dadurch wieder zu Ehren gekommen. Ungefähr gleichzeitig ist durch die massenspektrographischen Untersuchungen von ASTON²⁾ ein Haupteinwand gegen die Hypothese entkräftet worden, nämlich der, welcher sich auf die Abweichung mehrerer Atomgewichte von der Ganzzahligkeit stützt. Wie die Astonschen Messungen zeigen, werden diese Abweichungen dadurch vorgetäuscht, daß die betreffenden Grundstoffe Gemische aus einer kleinen Zahl von chemisch untrennbaren „Isotopen“ sind, deren einzelne Atomgewichte innerhalb der Messungsgenauigkeit ganzzahlige Werte haben.

¹⁾ Diese Auffassung wurde schon 1912 von einem von uns vorgebracht, siehe: „Elements and electrons“ von Sir WILLIAM RAMSAY, Harpers Library of Living Thought, S. 163—166. London 1912.

²⁾ E. RUTHERFORD, Philosoph. mag. 37, 537 ff. 1919.

¹⁾ E. RUTHERFORD and J. CHADWICK, Philosoph. mag. 42, 809 ff. 1921, ibid. 44, 417 ff. 1922.

²⁾ F. W. ASTON, Philosoph. mag. 39, 454. 1920; 39, 611. 1920; 42, 436. 1921.

Die bei RUTHERFORDS Versuchen beobachteten Reichweiten der vorwärtigen und der rückwärtigen H-Teilchen ermöglichten eine Berechnung der bei der Zertrümmerung auftretenden Energiemengen. Es zeigte sich dabei, daß z. B. bei der Zertrümmerung von Aluminium, dessen H-Partikeln nach vorwärts eine Reichweite von nicht weniger als 90 cm in Luft besitzen, eine Energiemenge von etwa 40 % der α -Partikelenergie aus dem Aluminiumkern freigemacht wird. Andererseits ist die Zertrümmerung des Stickstoffkernes mit einem Energieverlust verbunden. Wie RUTHERFORD und CHADWICK sich den Mechanismus der Atomzertrümmerung vorstellen, soll in einem späteren Artikel auseinandergesetzt werden.

Bei den erwähnten Versuchen konnten wegen der Komplikation der natürlichen H-Partikeln nur ein paar Elemente auf Atomfragmente kürzerer Reichweite als etwa 30 cm Luft geprüft werden. So wurde gefunden, daß keine H-Partikeln von mehr als 16–17 cm Reichweite aus Silicium als Quarz oder aus Chlor als Element ausgesprengt werden. Nur mit zwei gasförmigen Substanzen, Sauerstoff und Kohlensäure, konnte dieselbe Prüfung bis auf Partikeln von der Reichweite 9 cm herab ausgedehnt werden, und zwar mit negativem Resultat. Dagegen erhielt man von beiden Gasen eine Zahl von Partikeln, deren Reichweite zwischen 7 und 9 cm lag, welche aber, der Helligkeit ihrer Szintillationen nach, größer als H-Partikeln sein sollten. Zuerst von RUTHERFORD als einfach geladene Sauerstoffatome aufgefaßt, eine Deutung, die von LENZ¹⁾ als unwahrscheinlich erkannt wurde, sind sie später von RUTHERFORD als eine besondere Art Atomfragmente von der Masse 3 und der Ladung + 2 aufgefaßt worden, d. h. als sog. X_3 -Partikeln, eine Annahme, die er durch magnetische Ablenkungsversuche zu stützen versuchte²⁾. Schließlich hat er auch diese Erklärung aufgegeben und spricht, im Jahre 1922, die Vermutung aus, daß es sich bei diesen Teilchen nicht um Fragmente von zertrümmerten Atomen handelt, sondern daß sie mit α -Teilchen identisch sein und als ein Nebenprodukt des radioaktiven Zerfalls aus den Strahlungsquellen selbst, RaC oder ThC, herkommen sollen.³⁾ Diese dritte Hypothese ist dann später von zwei von seinen Schülern einer ausführlichen Prüfung unterzogen worden. Wie weiter unten erwähnt werden soll, ist wahrscheinlich diese dritte Erklärung auch nicht zutreffend.

Versuche im Wiener Institut für Radiumforschung.

Nach den erwähnten Versuchen von RUTHERFORD und CHADWICK können Kerntreffer gegen

¹⁾ W. LENZ, Die Naturwissenschaften 8, 181ff. 1920.

²⁾ E. RUTHERFORD, Bakerian Lecture, Proc. of the Roy. Soc. of London (A.) 97, 374. 1920. Vgl. auch A. SMEKAL, Die Naturwissenschaften 9, 771., 93ff. 1921.

³⁾ E. RUTHERFORD, Philosoph. mag. 41, 570ff. 1921.

Atome der leichteren Elemente eine Instabilität ihrer Struktur und einen erzwungenen Zerfall hervorbringen. Es erscheint naheliegend, dasselbe Mittel auch auf Atome von beschränkter Stabilität zu verwenden, d. h. durch Bestrahlung mit α -Partikeln eine bisher nie erreichte Beschleunigung des natürlichen radioaktiven Zerfalls herbeizuführen. Bei Versuchen dieser Art, welche noch nicht abgeschlossen sind, hat einer von uns eine neue Methode gefunden, sehr starke Präparate von der als Strahlungsquelle benutzten Substanz, Radium C, herzustellen¹⁾. Anstatt, wie nach der früher benutzten Methode, die mit RaC zu aktivierende Scheibe in einem Behälter mit relativ konzentrierter Emanation auf einem negativen Potential von ein paar Hundert Volt zu halten, wird nach der *Kondensationsmethode* die vorrätige Emanationsmenge durch Abkühlung mit flüssiger Luft quantitativ auf die Oberfläche der Scheibe ausgefroren. Die im Laufe von ein paar Stunden durch radioaktiven „Rückstoß“ in die Scheibe eingehämmerten Mengen der Folgeprodukte erreichen sehr beträchtliche Bruchteile der theoretisch möglichen Ausbeute und scheinen außerdem viel besser an der Scheibe zu haften als nach der elektrischen Methode dargestellte Präparate, wahrscheinlich wegen der doppelten Einhämmerung in das Metall.

Da Radium C als Quelle der schnellen Ra C'- α -Partikeln sozusagen eine Schlüsselsubstanz für die Versuche über Atomzertrümmerung darstellt, haben wir seit 2 Jahren diese Kondensationsmethode sowie andere aus unserer gemeinsamen Arbeit entwickelte experimentelle Hilfsmittel ausgenutzt, um die Versuche auf diesem wenig erforschten Gebiete weiterzuführen. Der Leitung des Instituts für Radiumforschung in Wien sowie der des II. Physikalischen Instituts der Universität verdanken wir die allseitige Unterstützung und Förderung unserer Arbeit, über die wir hier zum ersten Male eine zusammenfassende Darstellung vorlegen.

Versuchsarrangements und Messungsergebnisse.

Der erste Plan unserer Untersuchungen, die magnetische Ablenkung der H-Strahlen aus verschiedenen Elementen näher zu studieren, stieß auf Schwierigkeiten wegen der schnellen Abklingung der Strahlungsquelle. Bekanntlich klingt in etwa 30 Minuten die Aktivität eines Ra B + C-Präparates auf die Hälfte ab. Bei dem Suchen nach einer konstanteren Strahlungsquelle kamen wir darauf, dünnwandige Capillaren aus Glas mit der zu untersuchenden Substanz innen auszukleiden und mit einem sorgfältig getrockneten Gemisch aus Sauerstoff und Radiumemanation gefüllt abzuschmelzen. Die durch die dünnen Glaswände austretenden Partikeln wurden nach der Szintillationsmethode untersucht und ihre Reichweite bestimmt durch Einschalten von Absorptions-

¹⁾ H. PETERSSON, Mitt. a. d. Inst. f. Rad.-Forschung in Wien, Nr. 155, Wiener Berichte 1923.

filtrieren aus Glimmer oder Metallfolien von genau bekanntem „Luftäquivalent“. Das dabei benutzte Mikroskop zeichnet sich durch besonders große Lichtstärke bei relativ ausgedehntem Gesichtsfeld aus und ist wie gewöhnlich bei ähnlichen Messungen rechtwinkelig geknickt, indem ein reflektierendes Prisma oder ein Spiegel den Strahlengang um 90° ablenkt, um die Augen des Beobachters vor der γ -Strahlung des Präparates zu schützen. Das bei unseren ersten Untersuchungen benutzte Mikroskop war dem von RUTHERFORD und CHADWICK beschriebenen sehr ähnlich, später haben wir mittels einer Spezialkonstruktion mit vergrößerter Apertur und vermittels einer Glasimmersion, einen ohne Reflexionsverluste angebrachten Szintillationsschirm, eine sehr beträchtliche Erhöhung der Lichtstärke erreicht. Das neue Mikroskop ermöglicht eine weitgehende Unterscheidung der H- und α -Partikeln, so daß

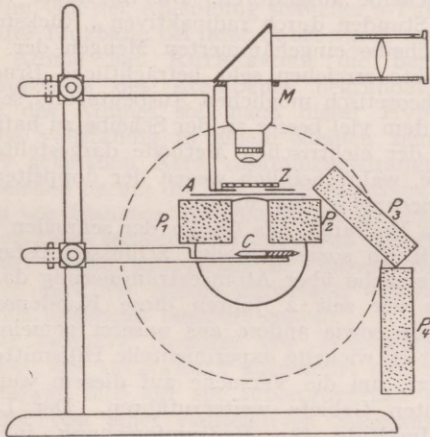


Fig. 1. Zählung der Atomtrümmer aus einer emanationsgefüllten Capillare.

gleichzeitig vorkommende Partikeln beider Gattungen separat gezählt werden können (Fig. 1).

Um das allgemeine, durch die β -Strahlung vom Präparat hervorgerufene Leuchten des Szintillationsschirmes abzuschwächen, werden die Zählungen zwecks Ablenkung der β -Partikeln in einem starken Magnetfeld ausgeführt. Da die Zählung der raschen Lichtblitze ermüdend wirkt, mußten mehrere Beobachter abwechselnd zählen, im allgemeinen in Perioden von nur 1–2 Minuten.

Bei der oben beschriebenen Methode mit Capillaren aus Glas zeigte es sich bald, daß die H-Partikeln aus den im Glas selbst vorkommenden Atomen von zertrümmerbaren Elementen, Bor, Natrium, Aluminium usw., eine Fehlerquelle ausmachen, welche uns dazu zwang, Capillaren aus reinem geschmolzenen Quarz anstatt aus Glas zu benutzen. Mit ähnlichen Quarzcapillaren, innen ausgekleidet mit dünnen Schichten von Scandium, Vanadium und Kobalt (als Oxyde) und Arsen (als Metallspiegel), konnte festgestellt werden, daß die Zahl der H-Partikeln von mehr

als 30 cm Reichweite, welche aus diesen Elementen ausgesprengt werden können, jedenfalls nicht zahlreicher als etwa 2 pro 100 Millionen von den bei dem Versuch benutzten α -Partikeln aus Radium C sein können. Gleichzeitig mit diesem negativen Ergebnis erhielten wir aber mit einer besonders dünnwandigen Capillare aus Quarz das überraschende Resultat, daß aus dem Quarz selbst eine beträchtliche Zahl H-Partikeln von der Reichweite etwa 12 cm ausgesprengt werden. Dieses Ergebnis wurde dann mit einem Atomzertrümmerungsapparat von besonderer Konstruktion bestätigt und auf einige der anderen von RUTHERFORD als unsprengbar angenommenen Elemente ausgedehnt (Fig. 2).

In einem Streifen aus 2 mm dickem Messingblech wird eine Aussägung 2 mm breit und 45 mm lang gemacht. Unten wird die so gebildete Rinne mit einem angelöteten Boden aus dünner Kupferfolie von nur 3,5 cm Luftäquivalent (0,01 mm

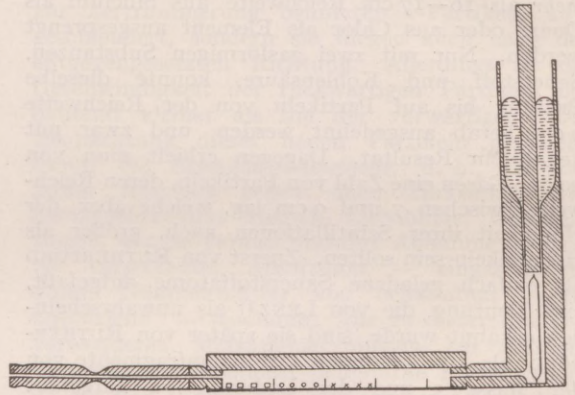


Fig. 2. Atomzertrümmerungsapparat mit Boden aus Kupferfolie.

Dicke) versehen, oben mit einem Deckel aus dickerem Messing zugelötet. Durch vier nicht ganz zum Deckel hinaufreichende Querwände wird die Rinne in vier, je 1 cm lange Abteilungen eingeteilt und auf dem Boden wird in drei von den Abteilungen eine dünne Schicht von je einer der zu untersuchenden Substanzen möglichst gleichmäßig verteilt. Nur eine Abteilung bleibt leer zur Kontrolle. Nach sorgfältigem Trocknen des beschickten Apparates mittels Durchleiten von trockenem Sauerstoff wird der rechts in der Figur gezeichnete Stempel herabgedrückt. Dabei wird eine kleine mit Radiumemanation gefüllte Glascapillare zerquetscht und die eingeschlossene Menge von Emanation in die Rinne hineinbefördert. Die Zinn-capillare am anderen Ende des Apparates wird sofort abgelötet, und der Apparat ist also mit Radiumemanation und trockenem Sauerstoff bei Atmosphärendruck gefüllt. Die nach unten durch die dünne Kupferfolie von jeder der vier Abteilungen austretenden Partikeln werden dann im Magnetfeld nach der Scintil-

lationsmethode untersucht und die Abnahme der Zahl von Szintillationen bei Einschalten verschiedener Absorptionsfilter im Wege der Partikel bestimmt. Bei diesen Versuchen wurde auch von der unbeschiedenen Abteilung eine wenn auch relativ kleine Zahl von Partikeln beobachtet, welche wahrscheinlich als natürliche H-Partikeln aus Spuren von okkludiertem Wasserstoff in der Kupferfolie erklärbar sind. Aus den andern, mit Beryllium als Oxyd, Silicium als Element und Magnesium als Oxyd beschickten Abteilungen wurden bei kleineren Absorptionswerten viel zahlreichere H-Partikeln wahrgenommen, und zwar zeigten die aufgenommenen Absorptionskurven folgende Werte der maximalen Reichweite für die Hauptmenge dieser Atomfragmente: *Be* 18 cm,

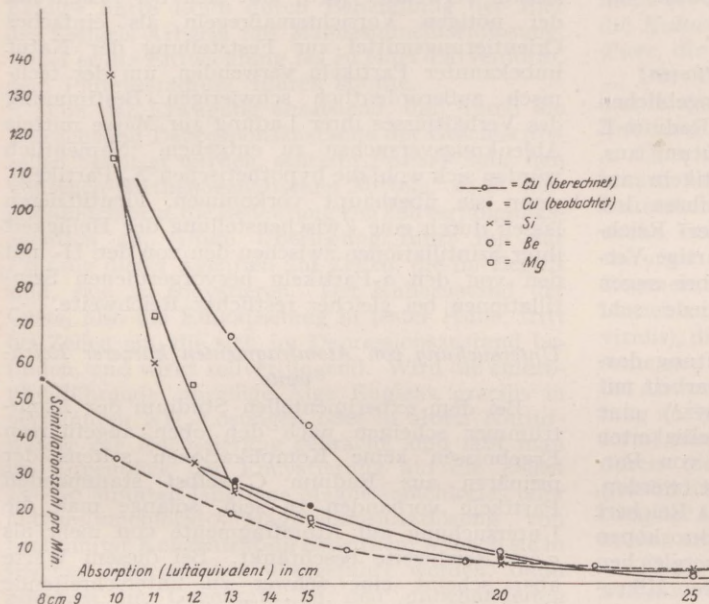


Fig. 3. Abnahme der Atomfragmente bei erhöhter Absorption.

Si 12 cm und *Mg* 13 cm¹). Für Silicium ergab sich also eine Bestätigung des mit Quarz gewonnenen Resultates (Fig. 3).

Bei anderen Versuchen mit einem ähnlichen Apparat, dessen Abteilungen mit Lithium als Carbonat, Schwefel als Kupfersulfid und Chlor als Silberchlorid beschickt waren, erhielten wir weniger eindeutige Resultate, da die Zahl der Partikeln aus der leeren Abteilung mit nur Kupferfolie bei diesem Apparat bedeutend größer war, wahrscheinlich wegen ungenügender Entgasung der Kupferfolie. Allerdings schien aus diesen Versuchen hervorzugehen, daß auch Lithium H-Partikeln abgibt von der maximalen Reichweite 10 cm.

¹) Nach späteren Messungen erscheint unter Berücksichtigung auch seltener H-Partikeln die Reichweite um mehrere Zentimeter höher zu sein.

Teilchen größerer Reichweite aus RaC.

Nach der Veröffentlichung unserer oben erwähnten Resultate haben zwei von RUTHERFORDS Schülern mitgeteilt, daß sie das Vorhandensein von Partikeln größerer Reichweite als 7 cm aus Radium C festgestellt haben und zwar drei distinkte Gruppen von (dem Aussehen der Szintillationen nach) α -Partikeln und dazu noch eine gewisse Zahl von H-Partikeln¹). Auf je 10 Millionen der gewöhnlichen Partikeln kommen nach ihrer Angabe 380 α -Partikeln von $R = 9,3$ cm, 125 α -Partikeln von $R = 11,2$ cm und 65 α -Partikeln von $R = 13,3$ cm, dazu 160 H-Partikeln von der Reichweite $R > 13$ cm. Aus Thorium C sollen auch drei ähnliche Gruppen von α -Partikeln übernormaler Reichweite kommen, aus Actinium C eine Gruppe und nach einer späteren Mitteilung²) auch aus Polonium drei Gruppen von α -Partikeln von längerer Reichweite als die normale ($R = 3,8$ cm). Betreffs des Ursprungs der beobachteten H-Partikeln drücken sich die Verfasser in ihrer späteren ausführlicheren Abhandlung³) etwas mehr reserviert aus, indem sie angeben, daß in der Zahl für die H-Partikeln auch solche sekundärer Art aus Luft oder Glimmer mit inbegriffen sind.

Bis jetzt hat man in der Reichweite der α -Teilchen von einer radioaktiven Substanz eine für dieselbe charakteristische Konstante gesehen, welche mit der Zerfallsgeschwindigkeit durch die bekannte Geiger-Nuttallsche Gleichung eindeutig verbunden ist. Das Vorkommen von derartigen Gruppen von α -Teilchen übernormaler Reichweite würde die allgemeine Gültigkeit dieser Gleichung aufheben oder sonst zu sehr verwickelten Annahmen über mehrfache Verzweigung der radioaktiven Zerfallsketten nötigen. Etwas befremdend erscheint auch die Annahme, daß H-Partikeln bei dem Zerfall einer radioaktiven Substanz miterzeugt werden könnten.

Bei der von BATES und ROGERS beschriebenen Versuchsanordnung durchsetzen die gewöhnlichen α -Partikeln von Radium C mehrere Zentimeter lange Strecken in Gasen, Luft oder Kohlensäure sowie auch Glimmerblätter verschiedenen Luftäquivalents. Bei einer Nachprüfung dieser Befunde, welche neulich im Wiener Radiuminstitut von Frau Fil. mag. DAGMAR PETERSSON ausgeführt wurde⁴), konnte festgestellt werden, daß,

¹) L. F. BATES u. J. St. ROGERS, Nature, 22. Sept. 1923, S. 435.

²) L. F. BATES u. J. St. ROGERS, Nature, 29. Dez. 1923, S. 938.

³) L. F. BATES u. J. St. ROGERS, Proc. of the roy. soc. of London (A.) 105, 97. 1924.

⁴) D. PETERSSON, Mitt. a. d. Inst. f. Rad.-Forschung Nr. 163. 1924.

wenn die normalen α -Partikeln mittels entgaster Metallfolien von Kupfer oder von 22 Karat Gold gebremst werden, die Zahl von Partikeln, welche eine Reichweite von mehr als 7,5 cm haben, sowohl H- als α -Partikeln nur höchstens einige Prozente von den von BATES und ROGERS angegebenen Zahlen ausmachen. Es scheint naheliegend, diese wenigen Partikeln (etwa eine pro Million der normalen α -Partikeln) als solche von sekundärer Art oder als durch einzelne etwas schwächere Stellen der Metallfolie relativ weniger gebremst durchfliegende gewöhnliche α -Partikeln aufzufassen.

Jedenfalls darf es als festgestellt gelten, daß, wenn überhaupt Partikeln von übernormaler Reichweite ($R = 7,5$ cm) aus Radium C selbst erzeugt werden, ihre Zahl nur einem sehr kleinen Bruchteil von den von BATES und ROGERS angegebenen Werten gleichkommt.

Helligkeitsbestimmungen an Szintillationen.

In ihrer ersten Mitteilung über die angeblichen Partikeln übernormaler Reichweite aus Radium C sprechen BATES und ROGERS die Vermutung aus, daß die von uns beobachteten H-Partikeln aus Lithium, Magnesium und Silicium mit ihren drei Gruppen von α -Partikeln übernormaler Reichweite identisch sein könnten. Eine derartige Verwechslung von α - mit H-Partikeln ist aber wegen der beträchtlichen Helligkeitsunterschiede sehr unwahrscheinlich.

Um die Unrichtigkeit dieser Vermutung darzulegen, hat einer von uns in Zusammenarbeit mit Frau Dr. ELISABETH KARA-MICHAJLOWA¹⁾ eine Methode zum direkten Vergleich der Helligkeiten von Szintillationen entwickelt, welche von Partikeln verschiedener Herkunft erzeugt werden. Ein sog. Vergleichsokular, von der Firma Reichert in Wien konstruiert, um die von zwei Mikroskopen gelieferten Bilder direkt miteinander vergleichen zu können, wird mit zwei sehr lichtstarken Mikroskopobjekten kombiniert (Watson Holographic, Brennweite 16 mm, numerische Apertur 0,45). Unter dem einen Objektiv wird ein Zinksulfidschirm mit α -Partikeln von einem Poloniumpräparat bestrahlt, angebracht, unter dem anderen ein ganz ähnlicher Schirm bestrahlt mit H-Partikeln. Die beiden Arten von Szintillationen werden entweder gleichzeitig (Halbfeldbilder) oder in schneller Abwechslung durch das Vergleichsokular betrachtet. Vermittels im Gang der Lichtstrahlen unmittelbar oberhalb des Objektivs eingeschalteter Lichtfilter wird die Helligkeit der α -Szintillationen so weit herabgesetzt, daß dieselben gleich hell erscheinen wie die H-Szintillationen. Das photometrisch gemessene Absorptionsvermögen des hierzu erforderlichen Licht-

filters gibt direkt das gesuchte Verhältnis an Helligkeit. Die nach dieser Methode bestimmten Werte für die relative Helligkeit, im Verhältnis zu den α -Szintillationen aus Polonium geben für natürliche H-Partikeln aus Wasserstoff oder Paraffin dasselbe Resultat wie für die aus Quarz ausgesprengten Partikeln, 1 : 2,7 bis 1 : 3,0. Daß die letzteren Partikeln tatsächlich H-Partikeln sind, erscheint damit bewiesen. Dabei ist ferner zu berücksichtigen, daß der Unterschied an *integraler* Lichtstärke zwischen den beiden Arten von Szintillationen noch bedeutend größer ist wegen der größeren Flächenausdehnung der α -Szintillationen.

Die oben beschriebene Methode, welche gegenwärtig für andere Untersuchungen im hiesigen Institute verwendet wird, läßt sich bei Beachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln als einfaches Orientierungsmittel zur Feststellung der Natur unbekannter Partikeln verwenden, um der technisch außerordentlich schwierigen Bestimmung des Verhältnisses ihrer Ladung zur Masse mittels Ablenkungsversuchen zu entgehen. Namentlich würden sich wohl die hypothetischen X_3 -Partikeln, wenn sie überhaupt vorkommen, identifizieren lassen durch eine Zwischenstellung der Helligkeit ihrer Szintillationen zwischen den von den H- und den von den α -Partikeln hervorgerufenen Szintillationen bei gleicher restlicher Reichweite.

Untersuchung von Atomfragmenten kürzerer Reichweite.

Bei dem experimentellen Studium der Atomtrümmer scheinen nach den oben angeführten Ergebnissen keine Komplikationen seitens der primären aus Radium C selbst stammenden Partikeln vorhanden zu sein, solange man die Untersuchung auf Atomfragmente von mehr als 7 cm Reichweite beschränkt. Bei diesem Werte aber scheint eine schwer zu unterschreitende Grenze für den weiteren Fortschritt zu liegen. Innerhalb des „Sperrfeuers“ der bei der Atomzertrümmerung verwendeten Projektilen erscheint es wenig aussichtsreich, den mehrere zehntausendmal selteneren Atomfragmenten nachzuforschen, wenn man nicht mittels sehr kräftigen magnetischen oder elektrischen Feldern eine Trennung der verschiedenen Partikelgattungen bewirken kann. Es ist uns aber neuerdings gelungen, eine Methode zu entwickeln, mit welcher man diese Schwierigkeit umgeht, so daß man bei einer Zahl von Elementen die bei der Zertrümmerung ihrer Atome ausgeschleuderten Atomfragmente von nur ein paar Zentimeter Reichweite und aufwärts ungestört von dem Sperrfeuer beobachten kann. Über einige mit dieser Methode gewonnene Resultate sowie über unsere Auffassung von dem Mechanismus der Atomzertrümmerung wird in einem künftigen Artikel berichtet werden.

¹⁾ E. KARA-MICHAJLOWA und H. PETERSSON, Mitt. a. d. Inst. f. Rad.-Forschung Nr. 164, 1924.

Die Zellstimulation besonders in ihrer landwirtschaftlichen und gärtnerischen Bedeutung¹⁾.

Von W. GLEISBERG, Berlin.

I. Die grundlegenden Vorarbeiten.

Durch exakte Untersuchungen ist festgestellt, daß bei der Befruchtung *chemische Reizeffekte*, ausgehend von Stoffen der Samenzellen, eine Rolle spielen. Von großer theoretischer Bedeutung für das Verständnis der Befruchtungsvorgänge waren die Arbeiten von HERTWIG, MORGAN, HERBST, DELAGE u. a., durch die erwiesen wurde, daß unbefruchtete Eizellen durch verschiedene chemische Reizungen künstlich zur *parthenogenetischen Entwicklung* gebracht werden können. Die günstigsten Erfolge hatte LOEB durch Behandlung der Eier des Seeigels *Arbacia* mit Magnesiumchloridlösung, wobei er die Entwicklung bis zu einer Larvenform, dem Pluteusstadium, führen konnte.

Von der Erwägung ausgehend, daß durch die Befruchtung Depressionszustände der Geschlechtszellen beseitigt werden, schreibt POPOFF-Sofia den künstlich-parthenogenetischen Mitteln, z. B. Magnesiumchlorid, die Bedeutung von Zellverjüngungsagentien zu. Diese Überlegung führt ihn zur Prüfung dieser Agentien auf Zellen, die im Begriff sind, sich zu encystieren. Der Ruhezustand der Cyste, also die Einkapselung in fester Hülle, tritt bei Zellen ein, die sich im Depressionszustand befinden, und wirkt zellverjüngend. Wird die chlorophyllführende einzellige Alge *Euglena gracilis* in verdünnten NH₃-Lösungen oder in altem Kulturwasser zur Encystierung gebracht, und läßt man im Augenblick der Encystierung auf die Zellen 15–30 Minuten lang eine Magnesiumchlorid- oder Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfatlösung von bestimmter Konzentration einwirken, wonach sie in frisches Nährmedium übergeführt werden, dann kommen im Gegensatz zu den unbehandelten Kontrollen die Individuen in kurzer Zeit aus den Cysten. Die Lösungen heben also die Lebensfunktionen der Euglenen, die sich als Cysten in einem Zustand der Depression befanden.

Schon diese Beobachtung bei Euglenen zeigt, daß die Agentien der künstlichen Parthenogenese *keine Specifica zur Erzielung parthenogenetischer Entwicklung* sind, sondern über diesen engen Rahmen hinaus den Charakter allgemeiner *Zellstimulantien* haben: sie üben auf alle Zellen – geschlechtliche und somatische (Körperzellen) – stimulierende Wirkung aus.

POPOFF behandelt zur Prüfung der zellstimulierenden Wirkung gewisser Magnesium-, Mangan- und Natriumsalze einzellige Tiere, und zwar das Pantoffeltierchen *Paramecium caudatum*. Die Tiere wurden aus einer Stammkultur, die aus einem Ausgangstiere stammte, 1–4 Minuten in 15–20‰/100

Magnesiumchloridlösung übergeführt, mehrmals abgespült und wieder in normale Zuchtbedingungen gebracht. Das Ergebnis war: Am 7. Tage enthielten die von zwei ausgewachsenen Tieren ausgehenden Kulturen:

- a) in der Kontrolle 242 Tiere,
- b) in der optimal-stimulierten
(1 Minute) 2027 „
- c) in einer weniger günstig stimu-
lierten (2 Minuten) 864 „

Dabei hatten die Tiere aus höherer Teilungsrate nicht etwa geringere Größe, sondern im Gegenteil: die *Kultur mit schnellster Teilung zeigte die größten Tiere, die Normalkultur die kleinsten*.

Durch die Einwirkung des stimulierenden Agens wurde also ein *schnelleres Teilungstempo* und eine *Erhöhung der Zellgröße* erreicht.

Über den Rahmen des theoretischen Interesses hinaus haben die Popoffschen Überlegungen und Untersuchungen der *Wundregeneration* hohe praktische Bedeutung für die menschliche und Tierchirurgie. Gestützt auf die ausgezeichnete, die Regeneration fördernde Wirkung von Zellstimulantien auf zerschnittene Süßwasserpolypen (*Hydra viridis*), die energischer als die Kontrollen die Fangarme neu bildeten, können die günstigen Befunde bei Anwendung von Stimulantien zur Wundbehandlung an Stelle der üblichen Antiseptica (z. B. Jodoform) oder zu ihrer physiologischen Ergänzung nur durch die *Förderung des Granulationsvermögens* (Ausbildung eines Verheilungsgewebes), also Förderung der Lebensfunktionen der behandelten Wundzellen, erklärt werden.

Aber auch die bekannten Tatsachen des *Frühtreibens* von Pflanzen lassen sich dem Wirkungsbereich der Zellstimulantien einordnen. Mit Injektionsspritzen wurden Lösungen von stimulierenden Salzen unter die ruhenden Knospen gespritzt, wobei dieselben Entwicklungseigentümlichkeiten beobachtet wurden, die von den Frühtreibversuchen JOHANNSENS mit Äther und MOLISCHS mit Warmwasser und anderer bekannt sind.

Allergrößte praktische Bedeutung kommt jedoch den Untersuchungen zu, die POPOFF im Anschluß an eine zufällige Beobachtung bezüglich der Einwirkung der Zellstimulantien auf ruhende Samen anstellte. Im Jahre 1914 beobachtete POPOFF, daß Grassamen, der bei ca. 50° in Staßfurter Salzlösung 1–2 Stunden gelegen hatte und dann fortgeworfen worden war, üppiges Wachstum zeigte. Die Behandlung von Samen der verschiedensten Kulturpflanzen mit Lösungen von künstlich parthenogenetischen oder allgemeiner stimulierenden Mitteln ergab:

- 1. Die Samen gingen je nach der Konzentration der Mittel bzw. der Länge der Einwirkungszeit schneller oder langsamer auf;

¹⁾ Vortrag, gehalten in der Sitzung der bot. Sektion der Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur in Breslau, 28. II. 1924.

2. ebenso schwankte unter entsprechend veränderter Behandlung bei etlichen Pflanzenarten deutlich sichtbar die Üppigkeit des Wachstums;

3. schließlich in gleicher Weise der Ertrag.

Es zeigte sich, daß je nach Samenart das günstigste Stimulans ein anderer Stoff, daß je nach Samenart bei derselben Stimulans die optimale Konzentration und optimale Einwirkungszeit sehr verschieden ist.

II. Die theoretische Begründung der Ergebnisse.

Die einheitliche Betrachtung aller Zellstimulationswirkungen und der als Zellstimulantien wirkenden Stoffe führte POPOFF zu einer theoretischen Begründung der Wirkungsweise der Zellstimulantien, die sich von so hohem heuristischen Wert erwiesen hat, daß es an ihrer Hand gelungen ist, noch weitere Zellstimulationsmittel aufzufindig zu machen.

POPOFF nimmt an, daß die Stimulierung der Lebensfunktionen eine Folge der *Förderung der Atmung* ist. Die Steigerung der inneren Oxydationsvorgänge im Plasma, die in einer Atmungshebung zum Ausdruck kommt, stellt POPOFF sich folgendermaßen vor: Nach EHRLICH besteht das lebende Molekül aus einem Leistungskern, von dem viele Seitenketten ausgehen. Wirken desoxydierende (sauerstoffziehende) Mittel auf das Molekül, dann wird ein Teil des Sauerstoffes aus den Seitenketten losgelöst, wodurch freie Affinitäten für Sauerstoff im lebenden Molekül geschaffen werden. Es würde also bei Einwirkung von desoxydierenden Mitteln eine energiereichere Sauerstoffzirkulation im lebenden Molekül erzeugt werden. Diese gesteigerte Atmungsfunktion führt dann zu den genannten Keimungs- und Wachstumsförderungen. Ist durch zu hohe Konzentration des desoxydierenden Stoffes bzw. zu lange Einwirkung der Sauerstoffentzug zu stark, dann kann eine vorübergehende Sistierung der Lebensprozesse, es kann der Zustand der Narkose eintreten, bei noch größerer Steigerung von Konzentration bzw. Einwirkungszeit völlige Desaggregation des lebenden Moleküls.

Tatsächlich sind die bisher bekannten Stimulationsmittel mehr oder weniger energisch wirkende Desoxydationsmittel und bringen in stärkerer Konzentration oder bei längerer Einwirkung einen narkotischen Effekt hervor. POPOFF erwähnt einige Salze von Magnesium, Mangan, Kalium, Quecksilber, Arsen, Kupfer, ferner Kohlenoxyd und Kohlendioxyd, einige Alkohole und Kohlenwasserstoffe, einige Aldehyde, Ketone und Säuren der Alkohole, die Glukose, einige ein-, zwei- und vielwertige Phenolsäuren, einige Verbindungen aus der Gruppe der Terpene und Kampfer, die Hypnotica und Anästhetica sowie die leicht oxydablen Alkaloide.

III. Ältere, dem Rahmen der Popoffschen Stimulationsmethode einzureihende Befunde.

Während die Problemstellung: Erzielung eines günstigen Reizeffektes durch Einwirkung stimu-

lierender Stoffe oder Maßnahmen alt und die Stimulationsliteratur umfassend ist, haben die konsequenten und durch sinnreiche Versuchsanstellung das Verständnis ausgezeichnet fördernden Arbeiten POPOFFS erst Licht in alte Befunde gebracht, während manche älteren Befunde andererseits die Popoffsche Auffassung wirksam stützen.

SCHULZ (1888), der durch Einwirkung verschiedener Gifte in starker Verdünnung, z. B. Quecksilberchlorid 1 : 500 000—700 000, Jod 1 : 600 000, Kaliumjodid 1 : 100 000, Brom 1 : 300 000, Chromoxyd 1 : 600 000, Salicylsäure 1 : 4000, Ameisensäure 1 : 40 000 auf gärende Hefe Steigerung der Gärtätigkeit und Zellvermehrung erzielte, dachte bereits an Oxydations- und Reduktionsprozesse in den Zellen.

MORKOWIN (1903) zeigte, daß nach Einwirkung von Chinin, Morphin, Äther auf höhere Pflanzen eine Reizwirkung durch Steigerung der abgegebenen Kohlensäuremenge trotz Sauerstoffausschlusses, also Steigerung der innermolekularen Atmung, eintritt.

KOSINSKI (1902) fand, daß Eisen- und Mangan-salze, Cocain und Strychninnitrat einen die Atmung steigernden Einfluß auf den Schimmelpilz *Aspergillus niger* ausüben.

Ebenso fand JOHANNSEN nach optimaler Ätherdosis als Nachwirkung der Ätherisierung von Keimpflanzen eine starke Vermehrung der Kohlen-säureproduktion.

Auch bezüglich der Keimförderung und Ertragssteigerung können verschiedene ältere Befunde herangezogen werden, die unter der umfassenden Popoffschen Betrachtung neue Bedeutung gewinnen, wenn sie auch nur zum Teil das Ergebnis systematischer Untersuchungen unter der Fragestellung nach einem Stimulationseffekt, zum größten Teil kasuistische Ergebnisse sind. Die Angabe DARWINS, daß Bauern der südeinglichen Küste bei aus dem Meere aufgefischtem Saatgut Ertrags-erhöhung feststellten, hat für die praktische Saatgutstimulierung historisches Interesse. In der bedeutenden Literatur über den Einfluß chemischer Agentien auf Samen finden sich überwiegend Versuche, die mit zu großen Dosen angestellt wurden — erinnert sei z. B. an die Ibleische Saatgut-impregnation mit Nährsalzen —, bei denen auch gewöhnlich nicht eine Vorbehandlung der Samen stattfand, sondern der stimulierende Stoff dem Nährsubstrat zugefügt wurde. Dadurch wurde gewöhnlich ein anfänglicher Stimulationseffekt infolge der fortwährenden Einwirkung in einen schädigenden verwandelt. Die Wirkung des Vorquellens von Samen mit Wasser wird unter Beachtung des Salzgehaltes des Wassers an Hand der Popoffschen Arbeiten einer eingehenden Revision unterzogen werden müssen, und auch die umfangreichen, oft widersprechenden Samenkontrollbefunde werden z. T. jetzt eine zwanglose Erklärung finden.

IV. *Beizung und Stimulation.*

In neuerer Zeit hat der Pflanzenschutz mit gewissen Stoffen bekanntgemacht, die z. T. eine die Wachstumsintensität fördernde Nebenwirkung aufwiesen: gewisse Beizmittel wie Uspulun, Germisan, Segetan, Tillantin B. Meine Untersuchungen dieser stimulierenden Nebenwirkung der Beizmittel führten mich zu den Popoffschen Stimulationsuntersuchungen. Mühelos lassen sich die wirksamen Grundstoffe dieser Beizmittel dem Popoffschen System einordnen. Es handelt sich überwiegend um Stoffe, die Quecksilber, Kupfer, Arsen enthalten, das Uspulun z. B. mit seinem wirksamen Hauptbestandteil Chlorphenolquecksilber 3 Stoffe, die einzeln stimulierende Wirkung zeigen. Von vornherein muß zur Klarstellung darauf hingewiesen werden, daß nicht jedes Beizmittel auch Stimulierungsmittel ist, und daß die Beizmittel, die in bestimmter, für die Beizwirkung optimaler Konzentration und Einwirkung für die Lebensenergie des *Samens* indifferent oder gar schädigend sind — GASSNERS Übertragung des chemotherapeutischen Index auf die Pflanzentherapie verleiht dieser Seite der Beizmittelwirkung besonderen Nachdruck —, in oft erheblich geringerer Dosierung stimulierend wirken, also optimaler Beiz- und Stimulationseffekt durchaus nicht unbedingt zusammenfallen. Auch reichen die Beizmittel, die wohl planmäßig für letale Effekte zusammengestellt sind, in ihrer Wirkung nicht an die der Popoffschen stimulierenden Spezifika heran.

V. *Versuchsergebnisse bei Feldversuchen.*

Die bei der Behandlung der Samen mit Zellstimulantien erzielten Ertragssteigerungen sind z. T. erstaunlich. Nicht bei allen Pflanzenarten treten sie schon während des Wachstums in Erscheinung. Bei Tabak, Buchweizen, Baumwolle, Reis, Radieschen kann zwar schon im Verlaufe der Vegetationsperiode die üppigere stimulierte gegenüber der unbehandelten Kontrollpflanze leicht erkannt werden, aber bei den Getreidearten kommt die Stimulationswirkung überwiegend erst in dem Ernteergebnis zum Ausdruck. Es gelingt durch Saatgutstimulierung den Ertrag um 20, 30, 40 bis 50% und darüber zu steigern. Auch wenn die Steigerung von 50% an nur als außergewöhnlich günstig betrachtet und hier ausgeschaltet wird, wäre als sicher anzunehmen, daß durch die vor allem von POPOFF ausgearbeiteten Stimulationsmethoden der Ertrag unserer Kulturpflanzen bis zu 30% gesteigert werden kann.

Bei meinen seit 1922 in Proskau systematisch durchgeführten Reizuntersuchungen mit Beizmitteln und den dann in den Versuchsplan aufgenommenen *Popoffschen Stimulantien* wurden überwiegend Gemüsepflanzen geprüft.

So wurden bei Zwiebeln von 112 qm geerntet bei:

a) unbehandelt 204 und 250 Pfd.;

b) stimuliert 256, 313, 314, 369, 387, 405, 418, 421, 447, 450, 453, 487 Pfd.;

bei Pferdemöhren von 100 qm bei:

a) unbehandelt: 11 Ztr. 25 Pfd.,

b) stimuliert:

14	Ztr.	94	Pfd.
14	„	26	„
14	„	66	„
16	„	89	„
18	„	55	„
21	„	17	„

Die Ertragsförderung ist nach unseren bisherigen Untersuchungen eine Funktion einerseits der geförderten Keimenergie und Keimkraft bzw. Triebenergie und Triebkraft, andererseits der individuellen Substanzvermehrung, die sich meist in gesteigertem Wurzelwachstum und z. T. in günstigerer Ausbildung des Assimilationsapparates äußert.

Ebenso wie mit der Saatgutstimulierung hatte ich im vergangenen Jahre in Proskau unverkennbaren Erfolg bei der Pflanzkartoffelstimulierung. Im Durchschnitt mehrerer Parzellen ergaben z. B.:

Unbehandelt 95 Ztr. 96 Pfd. } je Morgen
Uspulun-Behandlung¹⁾ 126 „ 38 „ } (Sorte Maercker).

Die günstige Stimulierungswirkung äußert sich bei Größensortierung der Kartoffeln vor allem in der prozentualen Zunahme mittelgroßer Knollen, außerdem aber in einer Steigerung des durchschnittlichen Stärkegehaltes. Die während des Winters durchgeführten Keimuntersuchungen an licht- und dunkelgekeimten Knollen ergaben intensivere Keimentwicklung bei den stimulierten Knollen, gemessen an dem Keimgewicht im Verhältnis zum Knollengewicht in einer bestimmten Keimperiode. Für die Kartoffelfrühtreiberei und allgemein für die Triebförderung werden hoffentlich schon im nächsten Jahre Richtlinien gegeben werden können²⁾.

Wenn auch schon die Erfolge bei der Saatgutbehandlung, auch die Stimulationswundbehandlung bei Mensch und Tier die weitere eingehende Prüfung der Zellstimulantien notwendig machen, so ist damit der Aufgabenkreis bei weitem noch nicht erschöpft. Erwähnt sei nur, daß neben anderem sowohl von Prof. POPOFF als auch von mir — von einem anderen Gesichtspunkt aus — die *Stimulationsbehandlung von Steck- und Pfropfreisern* durchgeführt worden ist, die zu günstigen Erwartungen berechtigt, die sich, wie zu hoffen ist, für den Obstbau praktisch bedeutungsvoll erweisen werden.

¹⁾ Uspulun in stimulierender Konzentration, die anders ist als die Beizkonzentration.

²⁾ Bei dem großen Verbrauch von Material bei den Untersuchungen wäre die Übersendung von Treib- und Frühkartoffeln der kommenden Ernte (möglichst zahlreiche Sorten) schon zu Beginn der Ernte im Interesse der Förderung der Untersuchungen zu begrüßen. Adresse Dr. W. GLEISBERG, Biologische Reichsanstalt Dahlem b. Berlin.

Besprechungen.

GERLACH, W., **Materie, Elektrizität, Energie.** Band VII der Wissenschaftlichen Forschungsberichte, Naturwissenschaftliche Reihe. Herausgegeben von R. E. Liesegang. Dresden und Leipzig: Th. Steinkopff 1923. VII, 195 S., mit Figuren und 1 Tafel. Preis 4 Goldmark.

Das vorliegende Buch behandelt auf 195 Seiten, wie der Verfasser in der Vorrede sagt, in zusammenhängenden Vorträgen, die aber voneinander unabhängig sind, den gegenwärtigen Stand der allgemeinen Atomistik. Es sollen die Grundlagen der Einzelfragen besprochen werden, ohne die Voraussetzung irgendwelcher Spezialvorkenntnisse. Anregungen und ein gutes Fundament der modernen Ideen will der Autor geben und wendet sich in erster Linie an den Chemiker, den Mineralogen, den technischen Physiker, den Ingenieur und den naturwissenschaftlichen Studenten. Den Absichten der ganzen Sammlung entsprechend sollen im wesentlichen die Fortschritte im In- und Ausland seit 1914 geboten werden.

Wenn man das Buch durchgelesen hat, so wird man sagen müssen, daß dies dem Verfasser ganz glänzend gelungen ist. Ein ganz außerordentlich umfangreicher Stoff ist in 25 Kapiteln in sehr ansprechender, ich möchte fast sagen spannender, knapper und übersichtlicher Form verarbeitet worden. Im engsten Anschluß an das Experiment werden die zahllosen neuen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Atomphysik beschrieben, zu denen fast immer die Quantentheorie Schlüssel und Anregung gewesen ist. Von Theorie ist jeweils soviel gebracht, als zum Verständnis der Zusammenhänge nötig ist. Eine große Anzahl von Tabellen und 68 Figuren geben wichtige Daten, Kurven und erläutern die experimentellen Anordnungen. Sehr glücklich ist die Frage der kürzesten Darstellung gelöst, wobei jeweils für genaueres Studium die Originalarbeiten und ausführliche Spezialmonographien zitiert sind.

Ich glaube, daß dieses Buch das einzige ist, in dem fast restlos ein volles Bild der modernsten Probleme der Atomphysik gegeben ist, und in solcher Form, daß man mit einem Blick die ganze Entwicklung übersieht und das speziell Interessierende findet. Und deshalb glaube ich auch, daß es sehr bald das Buch für alle jene sein wird, die nicht die ganze physikalische Literatur verfolgen können, aber sich für die Ergebnisse der Forschung auf diesem Gebiet interessieren und sie weiter zu verwenden wünschen.

Im ersten Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen der Atomistik und das periodische System besprochen, dann folgen Isotopie und Trennung der Isotopen, Atomstrahlen und Verhalten von Atomen an Oberflächen, molekulare Dipole, Abbau der Atomkerne, Elementarquantum der Elektrizität und die Frage der Unterschreitung, Ultraleitfähigkeit bei tiefen Temperaturen, Photophorese und Radiometer-effekt. Die Kapitel IX bis XIII behandeln die optischen und die Röntgenspektren sowie das Bohrsche Atommodell. Es folgt dann ein Abschnitt über die neueren Forschungen in den Frequenzgebieten zwischen elektrischen und optischen bzw. zwischen optischen und Röntgenwellen bis ins Gebiet der kurzwelligen γ -Strahlung. Weiterhin wird der lichtelektrische Effekt und seine praktische Verwendung in der Photometrie besprochen, und daran schließen sich Kapitel über ultrarote Eigenfrequenzen von Radikalen im Zusammenhang mit dem Krystallbau und der Frage des Krystallwassers, dann die Strukturanalyse mit

Röntgenstrahlen (Mischkrystalle, Ferromagnetismus, flüssige Krystalle, Flüssigkeiten). In den folgenden Kapiteln sind mehr chemische Fragen behandelt, Photochemie, Leuchten bei Reaktionen, Elektronenaffinität, Reaktionen durch Elektronenstoß, photochemische Katalyse. Das vorletzte Kapitel widmet sich den Strahlungsmessungen und der Bestimmung der Strahlungskonstanten und des Wirkungsquantums. Im letzten Kapitel schließlich werden die Folgerungen beschrieben, die die Astronomie aus der spektralen Emission der Fixsterne mit Benutzung der Atomtheorie gezogen hat.

Die Reichhaltigkeit des verarbeiteten Stoffes macht es unmöglich, auf Einzelnes einzugehen. Die Auswahl ist nach Erklärung des Verfassers subjektiv getroffen und muß es bei dem enormen Stoffmaterial auch sein. Dem Berichtstatter scheint es, als ob ein kurzgefaßtes Kapitel der wesentlichsten Eigenschaften der Elektronen- und Ionenstrahlung den Wert des Buches noch erhöhen könnte. Wenn die grundlegenden Arbeiten, z. B. der Lenardschen Schule, auch z. T. in die Zeit vor dem Kriege fallen, so sind diese Erscheinungen heute auch technisch so wichtig und so eng mit dem Charakter des Buches verbunden, daß sie für den in Frage kommenden Leserkreis eine sehr wertvolle Ergänzung bilden würden.

Der Referent kann dem Buche im Interesse des Autors und der Leser nur möglichst bald eine zweite Auflage wünschen, damit wir auch weiterhin so ausgezeichnete Übersichten der laufenden Entwicklung erhalten, wie hier eine vorliegt.

W. O. SCHUMANN, Jena.

MERIT, ERNEST, EDWARD L. NICHOLS and C. D. CHILD, **Selected topics in the field of luminescence.** Bulletin of the National Research Council, Vol. 5, Part. 5, Number 30. 126 S. Washington 1923.

Diese Monographie über Lumineszenzerscheinungen beansprucht nicht, eine vollständige Darstellung des Gesamtmaterials zu geben, sondern enthält sechs Einzelkapitel über Gegenstände, die der eigenen Forschungsarbeit der Herausgeber nahe liegen, hauptsächlich aus dem Gebiete der Photoluminescenz. Im ersten Abschnitt werden, ohne für eine bestimmte Ansicht Partei zu nehmen, eine Anzahl theoretischer Überlegungen entwickelt mit den Untertiteln: Theorie von LENARD, Theorie von KOWALSKI, Thermodynamik der Fluorescenz, Theorie von BALY, PERRINS photochemische Theorie. Hierauf folgen Kapitel über Fluorescenz der Gase, Luminescenz bei hohen Temperaturen, Zusammenhang mit dem lichtelektrischen Effekt, photochemische Umwandlungen, schließlich noch ein Abschnitt über einzelne neuere Entdeckungen, wie die polarisierte Fluorescenz, Borsäurephosphore, lichtelektrische Leitfähigkeit. Da nirgends von einheitlichen theoretischen Gesichtspunkten aus die Gegenstände zusammengefaßt werden, bietet die Monographie dem mit der Tagesliteratur über das Gebiet einigermaßen Vertrauten kaum etwas Neues. Außerordentlich wertvoll ist dagegen gerade für den Spezialisten das den Beschluß des Buches bildende sehr vollständige und mit größter Sorgfalt zusammengestellte Literaturverzeichnis, das von 1906—1922 reichend nicht weniger als 1375 Nummern enthält.

PETER PRINGSHEIM, Berlin.

Handbuch der gesamten medizinischen Anwendungen der Elektrizität einschließlich der Röntgenlehre.

In 3 Bänden herausgegeben von H. BORUTTAU und L. MANN. Leipzig; W. Klinckhardt 1922.

Bd. III. *Röntgenband*. Mitherausgeber M. LEVY-DORN und P. KRAUSE.

Bd. III. 1. Teil. Lieferung 1. M. LEVY-DORN, *Die Röntgenphysik, die allgemeine Röntgentechnik, das diagnostische Röntgenverfahren* (Allgemeiner Teil). 141 S. und 52 Abbildungen.

Bd. III. 2. Teil. Lieferung 1. H. MARTIUS, *Das röntgentherapeutische Instrumentarium*. 62 S. und 51 Abbildungen.

Bd. III. 2. Teil. Lieferung 2. H. TH. SCHREUS, *Grundlagen der Dosimetrie der Röntgenstrahlen*. 156 S. und 48 Abbildungen.

In dem dreibändigen *Handbuch der gesamten medizinischen Anwendungen der Elektrizität* ist der Röntgenlehre ein eigener Band eingeräumt, dessen Redaktion in den bewährten Händen der Röntgenologen LEVY-DORN (Berlin) und KRAUSE (Bonn) liegt.

Jede Teillieferung bildet eine in sich abgeschlossene Monographie. Dadurch wird die Anschaffung einzelner Bände Ärzten mit spezialisiertem Interesse möglich gemacht, ein für die Verbreitung des Werkes unter den obwaltenden schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen sicher günstiger Umstand, demgegenüber gewisse Wiederholungen in den verschiedenen Bänden mit ihrer unvermeidlich ineinander übergreifenden Stoffumgrenzung kaum ins Gewicht fällt.

Zweck und Umfang des Werkes, das sich, von Ärzten verfaßt, an Ärzte wendet, ist in der Einleitung von LEVY-DORN dahin umschrieben:

„Das Handbuch ist im wesentlichen für den Praktiker bestimmt. Durch das Gebot der Zeit gezwungen, sich auf das Wesentliche zu beschränken, sei daher nur gebracht, was sich bewährt hat, diagnostische oder therapeutische Vorteile bietet oder wenigstens in Aussicht stellt und zum Verständnis beiträgt.“

Mit Rücksicht auf den Leserkreis beschränkt sich daher die Darstellung der Röntgenphysik auf die Grundgesetze der Induktion und die elementarsten Eigenschaften der Kathoden- und Röntgenstrahlen. Das Kapitel „Röntgentechnik“ behandelt Bau und Betrieb von Röntgenröhren, die verschiedenen Methoden und Apparate zur Erzeugung der Hochspannung, ferner die Härtemessung und Quantimetrie, welche mit Rücksicht auf den Sonderband über Dosimetrie sehr knapp gefaßt ist. Die praktischen Regeln zur Behandlung von Röntgenröhren lassen deutlich erkennen, daß hier ein Fachmann aus dem reichen Schatz langjähriger praktischer Erfahrungen zum Leser spricht.

In dem folgenden Kapitel ist eine Darstellung der allgemeinen Grundlagen des diagnostischen Röntgenverfahrens enthalten (Stative, Projektionsgesetze, Stereoskopie und Kinematographie, photographische Technik der Röntgenaufnahme).

Der von MARTIUS verfaßte Sonderband „Das röntgentherapeutische Instrumentarium“ vermittelt die für den Therapeuten wichtigen Einzelkenntnisse der verschiedenen Systeme von Apparaten und Röhren und löst in glücklicher Weise die Aufgabe einer objektiven Berichterstattung über die Erzeugnisse der verschiedenen Firmen.

In den „Physikalischen Grundlagen der Dosimetrie der Röntgenstrahlen“ behandelt SCHREUS zunächst an Hand der Absorptionsgesetze die Probleme der Strahlenfilterung. Nachdem im zweiten Kapitel sodann die wichtigsten Grundbegriffe, Dosis, Flächenenergie usw. definiert werden, kann im folgenden Abschnitt an eine Einzelbeschreibung der zahlreichen Methoden zur

Messung der Qualität und Quantität der Röntgenstrahlen herangegangen werden, wobei die besonders wichtigen Methoden der Tiefendosierung besonders eingehend gewürdigt werden.

Die Darstellung ist durchweg klar und der Mentalität des ärztlichen Lesers angepaßt; da auch die neuesten Fortschritte überall berücksichtigt worden sind, so wird das Werk von den röntgenologisch tätigen Ärzten mit Freuden begrüßt und aufgenommen werden.

R. GLOCKER, Stuttgart.

SCHUMANN, W. O., *Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen*. Berlin: Julius Springer 1923. VIII, 246 S. und 80 Abbildungen. 16×24 cm. Preis geh. 6, geb. 7,25 Goldmark.

Mit diesem Büchlein legt Herr SCHUMANN einen höchst wertvollen Beitrag vor, der zur rechten Zeit kommt und von Elektroingenieuren und Physikern warm aufgenommen werden wird.

Die ersten 96 Seiten bringen eine kurze, aber gründliche Übersicht unserer Versuchserfahrungen über Funkenspannungen. Anfänglich waren es ausschließlich Physiker, die sich dieses Gebietes annahmen. In den beiden letzten Jahrzehnten hat auch der Techniker, der zu immer höheren Spannungen griff, hier eine erhebliche Forschungsarbeit geleistet. Das Büchlein behandelt die Ergebnisse beider Fachrichtungen mit gleicher Liebe, was einer Vollständigkeit zugute gekommen ist. Es muß rühmend hervorgehoben werden, daß der Verfasser das nicht in allen Fällen befriedigend übereinstimmende Versuchsmaterial kritisch gesichtet und so dem Leser den Überblick erleichtert hat. Ein wertvolles Literaturverzeichnis beschließt diesen Abschnitt.

Die Seiten 97—170 sind der Townsendschen Theorie der Funkenspannungen gewidmet. Diese Theorie hat zwar auch heute noch um ihre Anerkennung zu ringen, doch kann sie bisher als der beste Führer durch die verwickelten Gesetzmäßigkeiten der Durchschlagsspannungen gelten. Durch die Einfachheit ist sie so recht die Theorie, die der Ingenieur braucht. Es wäre nur zu wünschen, wenn die Hochspannungsingenieure nach ihr griffen. In dem Hochschulunterricht in Elektrotechnik sollte sie heute nirgendwo fehlen. Aber trotz ihrer Vorzüge ist sie zur Zeit in technischen Kreisen nicht genügend bekannt. Deshalb kann gerade heute das Schumannsche Buch den Elektroingenieuren etwas sein, zumal ihm die Vorzüge einer klaren und knappen Darstellung, die sich auf das Hauptsächliche beschränkt, zukommen.

Auch der Physiker, dem allerdings aus TOWNSENDS eigener Feder ein hervorragendes umfassendes Werk (Ionisation der Gase, Handbuch der Radiologie, herausgegeben von Dr. E. MARX, Bd. 1) zur Verfügung steht, wird gern nach diesem Abschnitt des Schumannschen Buches greifen, wenn es ihm um eine knappe Darstellung zu tun ist. Gerade jetzt dürfte dies nicht selten der Fall sein; denn nachdem wir durch die Arbeiten von FRANCK, HERTZ und LENARD teilweise bis ins Einzelne gehende Kenntnisse von den Zusammenstößen von Elektronen mit Molekeln erhalten haben, bildet die Berechnung der Townsendschen Ionisierungskonstanten auf molekulartheoretischer Grundlage eine reizvolle und wichtige Aufgabe der heutigen Physik.

Im letzten Abschnitt von S. 171—246 berichtet Herr SCHUMANN über seine eigene Weiterführung der Townsendschen Theorie. TOWNSEND selbst hat bei seinen Versuchen und Rechnungen vorzugsweise an niedrige Drucke gedacht. Herr SCHUMANN strebt die Erweiterung für den normalen Atmosphärendruck an,

der für die Hochspannungstechnik von Wichtigkeit ist. Als Grundlagen dienen ihm die Versuchswerte der Durchbruchfeldstärke bei ebenen plattenförmigen Elektroden. Es gelingt ihm hiermit verträgliche Ansätze für die Ionisierungskonstanten aufzustellen. Diese überträgt er auf Zylinderelektroden, Kugeln, und kann dadurch mit Hilfe der Townsendschen Entladungsbedingung die Durchbruchfeldstärke bei diesen Elektrodenformen im voraus berechnen. Der Vergleich mit dem Versuch gibt eine vorzügliche Übereinstimmung. Besonders verblüffend wirkt die auf dieser Grundlage erzielte Herleitung bereits durch den Versuch bekannter Näherungsformeln. Freilich hat SCHUMANN seine Berechnung nur durchführen können unter der Voraussetzung, daß die Ionisierungskonstanten der negativen und positiven Elektrizitätsträger einander proportional sind. Dies wird angenähert nur bei kleinen Bereichen der Feldstärke stimmen. Bei größeren Bereichen ist SCHUMANN'S Annahme wenig wahrscheinlich, und dies rächt sich daher in nicht völlig befriedigenden mathematischen Ausdrücken über die Ionisierungskonstanten. Diese Schwäche hat der Verfasser selbst deutlich gefühlt (vgl. seine Anmerkung S. 177). Aber selbst wenn die spätere Entwicklung hierüber hinausschreiten und Besseres bieten sollte, wird Herrn SCHUMANN das Verdienst bleiben, als Erster mit durchschlagendem Erfolg die Townsendschen Entladungsbedingungen auf Atmosphärendruck angewendet zu haben.

Nach dem Gesagten wird somit das Bekannte in dem Büchlein in schmackhafter Form geboten, das Neue ist der Aufmerksamkeit der Fachwelt sicher. Das Büchlein ist ein erfreulicher Beweis, wie auf gewissen Gebieten physikalische und technische Forschung ineinander übergreifen, und kann Elektroingenieuren und Physikern warm empfohlen werden.

W. Rogowski, Aachen.

THURN, H., Der funktelegraphische Wetter- und Zeitzeichendienst. Berlin: M. Krayn 1923. 82 S. und 15 Abb. 15×23 cm. Preis 2 Goldmark.

Die Schrift ist entstanden aus einer Anzahl von Aufsätzen, die der Verfasser im Laufe der letzten Jahre in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht hat. Angesichts der großen, dauernd wachsenden Bedeutung des drahtlosen Wetter- und Zeitzeichendienstes für Wissenschaft und Praxis (Seefahrt!) werden viele Interessenten, denen der in der Literatur verstreute, nicht immer leicht zugängliche Stoff hier in bequemster Form geboten wird, erfreut sein über diese Arbeit des Verfassers, der selbst an verantwortungsvoller Stelle im deutschen Funkwesen steht und dessen regem Interesse die in dem Buche behandelten Anwendungsgebiete der Funktelegraphie vieles zu danken haben.

Das kleine Werk ist vor etwa Jahresfrist erschienen, und wenn schon jetzt manche Einzelheiten des Inhalts nicht mehr genau zutreffen, so beruht das lediglich auf der schnellen Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und auf der Steigerung der Ansprüche, die an ihre Anwendungsgebiete von so vielen Seiten gestellt werden. Der Wert des Buches wird durch diese kleinen Unrichtigkeiten (meistens zahlenmäßiger Natur) wenig berührt, schon deshalb nicht, weil der Verfasser nirgends Einzelheiten in den Vordergrund stellt, sondern an der Hand der historischen Entwicklung sowohl des Funkwetter- als auch des Funkzeitdienstes die großen Linien und Hauptgesichtspunkte herauszuarbeiten sucht und erst dann auf die für die Gegenwart wichtigen Einzelheiten eingeht.

Naturgemäß werden in dem Abschnitt über den Funkwetterdienst in erster Linie organisatorische

Fragen behandelt, während in dem Abschnitt über den FT-Zeitsignaldienst neben der Darstellung der Organisation des Dienstes auch die Behandlung der technischen Seite einen breiten Raum einnimmt. Hier werden die Einrichtungen des Zeitsignalsbetriebes Seewarte—Nauen eingehend beschrieben. Man möchte wünschen, daß darüber hinaus auch die in außerdeutschen Ländern benutzten technischen Einrichtungen für die Auslösung von drahtlosen Zeitsignalen wenigstens andeutungsweise behandelt worden wären, wie ja auch der Abschnitt über den Wetterdienst Angaben über den ausländischen Funkwetterbetrieb enthält. — Der Abschnitt „Zeitzeichenempfänger in Deutschland“ könnte in einer neuen Auflage vielleicht etwas übersichtlicher gegliedert werden unter Zugrundelegung der verschiedenen beim Signalempfang angewandten Methoden Uhrvergleichung nach dem Gehör; Registrierung der Signale mit dem Chronographen-Handtaster; automatische Registrierung der Zeichen usw.). Im übrigen ist der Inhalt des Buches, das mit guten Figuren und Skizzen versehen und vom Verlag äußerlich recht schön ausgestattet worden ist, gut gegliedert und übersichtlich angeordnet.

H. MAHNKOPF, Hamburg.

LERTES, P., Drahtlose Telegraphie und Telephonie. 2. Auflage. Dresden: Th. Steinkopff 1923. XII, 200 S. und 48 Abbildungen. 14×21 cm. Preis 3,50 Goldmark.

Daß dieser Führer durch die in- und ausländische Literatur nach so kurzer Zeit schon in zweiter Auflage erscheint, läßt auf ein gewisses Bedürfnis nach solchen kurzen wissenschaftlichen Forschungsberichten schließen. Das Buch ist gegen die erste Auflage durch eine ganze Reihe von Zusätzen und Ergänzungen verbessert worden, insbesondere in dem Sinne, daß diejenigen Autoren, die nur Berichte geschrieben haben, etwas unterschieden wurden von denjenigen, denen die Fortschritte zu verdanken sind, so daß der Leser in der neuen Auflage ein gutes Bild von der Entwicklung der drahtlosen Technik bekommt. Bei dem Wust von all den unendlich vielen, meist wenig wertvollen Veröffentlichungen der Kriegs- und Nachkriegsjahre, die in einem Literaturverzeichnis natürlich alle zitiert sein müssen, ist das für einen, der nicht selbst in der Technik steht, keine leichte Aufgabe. Angefügt wurde ein Kapitel über Schnelltelegraphie, Duplexbetrieb und ein Abschnitt über die Anwendungsgebiete der drahtlosen Telegraphie.

A. MEISSNER, Berlin.

LERTES, P., Der Radio-Amateur. Leipzig: Theodor Steinkopff 1924. VIII, 216 S., 114 Abbildungen und 2 Tafeln. 14×22 cm. Preis geh. 6, geb. 7,50 Goldmark.

So, wie die drahtlosen Firmen zur Befriedigung der Radiowut aus dem Boden wachsen, so häufen sich auch jetzt bei uns in Deutschland die Zeitschriften und Bücher für Radioamateure. Eins von den vielen ist das neue Buch von P. LERTES. Es sticht von den übrigen angenehm ab insofern, als sich hier ein Fachmann die Mühe gegeben hat, eine populäre Darstellung der Grundlagen der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, soweit sie für einen Amateur von Interesse sind, zu geben. Vom Ohmschen Gesetz bis zum Siemens-Schnelltelegraph, vom Weltäther und der Elektronentheorie bis zum modernen Audion-Rückkopplungs-Empfänger ist alles in kaum 200 Seiten gebracht. Man fragt sich nur, ob es nicht doch besser wäre, manches zu beschränken und lieber anderes eingehender zu bringen. Der Anhang enthält sehr zweckmäßige Zusammenstellungen und Tabellen.

A. MEISSNER, Berlin.

PÖSCHL, THEODOR, Lehrbuch der technischen Mechanik für Ingenieure und Studierende. Zum Gebrauch bei Vorlesungen an Technischen Hochschulen und zum Selbststudium. Berlin: Julius Springer 1923. VI, 264 S. und 206 Abb. 15 × 23 cm. Preis geh. 6, geb. 7,25 Goldmark.

Das Buch von PÖSCHL wendet sich an ein Publikum von Ingenieur-Studenten. Der Unterricht an den Technischen Hochschulen steht großen und wachsenden Schwierigkeiten gegenüber, die daher rühren, daß in den starren Rahmen eines vierjährigen Studienganges, der extensiven Richtung der technischen Wissenschaften entsprechend, immer mehr Sonderfächer eingespannt werden. Die Studierenden sind mit Pflichtvorlesungen überlastet und haben nicht Zeit, den in den Vorlesungen und Übungen gebotenen Stoff in häuslicher Arbeit durchzudenken. Dieser Übelstand macht sich jetzt doppelt fühlbar, weil durch die Notwendigkeit des Broterwerbs während der Ferien auch diese Zeit den Studierenden nicht mehr für wissenschaftliche Arbeit zur Verfügung steht. Die Gefahr einer Verflachung der Ausbildung ist sehr groß und droht besonders den naturwissenschaftlichen Fächern, die nach dem Vorexamen, vom 3. Studienjahre an, nicht mehr obligatorisch getrieben werden. Man darf sich dieser unangenehmen Tatsache nicht verschließen und muß den Unterricht so einrichten, daß die Gefahr nach Möglichkeit beschworen wird. Der Stoff muß scharf gesichtet und, bei Erhaltung der grundsätzlich wichtigen Erkenntnisse, von solchen Einzellehren, die der Durchschnittsingenieur im allgemeinen nicht braucht, sorgfältig befreit werden, während diesen höheren Lehren Sondervorlesungen nach dem Vorexamen dienen müssen.

Das Ziel einer derartigen Sichtung sucht das Pöschlsche Lehrbuch für den Unterricht in der Mechanik starrer Körper zu erreichen und tut es mit entschiedenem Geschick. Darin liegt sein anerkennenswertes Verdienst. Auf nur 257 Seiten bringt es wohl sämtliche Lehren aus der Mechanik starrer Körper, die für den Durchschnittsingenieur des Bau- oder Maschinenfaches wissenschaftlich wertvoll sind, und trägt sie in knapper, schmuckloser, aber gut lesbarer und nicht ermüdender Weise vor. Ich glaube auch nicht, daß man die Siebung noch wesentlich weiter treiben darf. Die allgemeinen Entwicklungen werden trefflich erläutert und belebt durch gut gewählte und durchgeführte Beispiele, deren reichhaltige Sammlung (133) einen besonderen Schmuck des Buches bildet und dem Ingenieur bei den meisten ihm vorkommenden Aufgaben Anleitung und praktischen Rat erteilen können. Es ist besonders zu begrüßen, daß die nur historisch begründete Trennung der rechnerischen und zeichnerischen Methoden (Mechanik im engeren Sinn und graphische Statik und Dynamik) aufgegeben ist, daß vielmehr beide Methoden nebeneinander vorgetragen und in unparteiischer Weise berücksichtigt werden, wenn es auch scheint, daß der Verfasser, wie viele Ingenieure, persönlich eine größere Vorliebe für zeichnerische Verfahren hegt. Auch wird in mäßigem Umfang Vektorenrechnung angewandt, gegen deren Begründung allerdings einige, leicht zu beseitigende, Einwände erhoben werden können. Meiner Ansicht nach erreicht das Buch wohl seinen Zweck, das wissenschaftliche Niveau des Mechanikunterrichts zu wahren und dabei dem in Aussicht genommenen Publikum gut verständlich und genießbar zu bleiben. In letzterer Hinsicht entspricht es besser den Anforderungen der Wirklichkeit als die inhaltlich bedeutenderen Bücher von HAMEL und MÜLLER-PRANGE, und es vermeidet die Breite des FÖPPL.

Eine Besprechung, die nur lobt, wird immer unwahrhaftig sein. Deshalb mögen auch einige Worte der Kritik Platz finden. An erster Stelle muß ich sagen, daß das Buch, anscheinend gegen den Willen des Verfassers, bei den Lesern schon eine gewisse Vertrautheit mit der Mechanik voraussetzt. Vielleicht mache ich mich am besten mittels eines Bildes deutlich. An vielen Stellen werden die neuen Begriffe und Lehren dem Publikum nicht förmlich vorgestellt, sondern der Verfasser begrüßt sie mit freundlichem Kopfnicken als alte Bekannte und hält damit die Vorstellung für erledigt. So wird die Fliehkraft nirgends ausdrücklich eingeführt, das Wort (und seine Synonymen) fehlt sogar im Inhaltsverzeichnis, wird aber von S. 209 ab als bekannt vorausgesetzt. Verschiedentlich werden an das Vorgetragene verallgemeinernde Ausblicke angeschlossen, für die wohl kaum das Verständnis vorhanden sein wird; man sehe z. B. die Bemerkung über Resonanzerscheinungen auf S. 112. Diese Ausstellung bezieht sich insbesondere auch auf die Partien der Einleitung, in denen erkenntnistheoretische Fragen berührt werden. Für verfehlt halte ich die Behauptung auf S. 100, daß „durch das Hineinspielen der Zeitabhängigkeit der für die Technik wichtige wirtschaftliche Gesichtspunkt eine angemessene Berücksichtigung findet“.

Das Buch ist nach klassischem Vorbild in 3 Abschnitte, Statik, Kinematik, Dynamik, eingeteilt, und diese Einteilung ist so genau befolgt, daß Arbeit und Energie erst im 3. Abschnitt eingeführt werden. Das hat den entschiedenen Nachteil, daß das Prinzip der virtuellen Arbeiten, das doch unzweifelhaft in die Statik gehört, weit von dieser getrennt in die Dynamik eingeordnet ist. Vor allem wird die Kinematik seltsam leblos, wenn der Kraftbegriff systematisch vermieden wird. Der Verfasser muß deshalb in diesem Abschnitt in allen Beispielen (so bei der gedämpften Schwingung) sich die Beschleunigungen empirisch als analytische Ausdrücke gegeben denken. Es würde die Anschaulichkeit der Darstellung bedeutend erhöhen, wenn, auf Kosten der Systematik, einfache Ansätze nach dem Newtonschen Gesetz, mit dem Arbeits- und Energiebegriff, auch in den beiden ersten Abschnitten des Buches gebracht würden. Der Physiker und Ingenieur bevorzugt nicht umsonst die Vorstellung der „Fliehkraft“ vor der der „Fliehbeschleunigung“.

Bedauerlich finde ich, daß der Impulsbegriff stark zurücktritt. Die Einführung der Kraft als Änderung des Impulses scheint mir besonders anschaulich. Dazu kommt, daß eine Reihe von Aufgaben der Technik mit Vorteil als Bewegungen von Körpern veränderlicher Masse oder veränderlichen Trägheitsmomentes behandelt werden.

Es ist eine alte Streitfrage, ob und wie weit ein Lehrbuch der geschichtlichen Entwicklung einer Wissenschaft Rechnung tragen und Kenntnisse darüber vermitteln soll. Das Lehrbuch von PÖSCHL ist ausgesprochen unhistorisch, das zeigt ein Blick auf das Namenverzeichnis (S. 260). Ich erhebe deshalb keinen Einwand. Aber verwerflich ist sicher das pseudohistorische Verfahren, gewisse Lehrsätze mit Namen bedeutender Männer zu schmücken, die sie nicht gefunden haben. So steht es mit einem elementaren Satz über Trägheitsmomente, der (S. 188) nach STEINER genannt wird, obwohl er schon LAGRANGE bekannt war.

Diese Ausstellungen hindern nicht, daß das Buch wegen seines sorgfältig gewählten Stoffs, wegen der exakten Behandlung der Einzelprobleme und wegen seiner reichhaltigen Sammlung schöner Übungsaufgaben warm empfohlen werden kann.

O. BLUMENTHAL, Aachen.

LE CHATELIER, HENRY, **Die industrielle Heizung zur Einführung in das Studium der Metallurgie.** Autorisierte deutsche Übersetzung nach der 2. Originalausgabe von B. FINKELSTEIN. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1922. VIII, 418 S. und 96 Abbildungen. 15×24 cm. Preis 12 Goldmark.

Das Buch ist aus einer Reihe von Vorlesungen entstanden, die der Verfasser an der „Ecole des Mines“ in Paris über allgemeine Metallurgie gehalten hat. Es ist ihnen das Bestreben des Vortragenden aufgeprägt, seinen Hörern sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht nur große Gesichtspunkte zu vermitteln und sie zu gut durchgebildeten, weiblickenden Ingenieuren zu erziehen. Das tritt gleich in der Einführung zutage, in der sich der Verfasser über den inneren Zusammenhang von Wissenschaft und Technik verbreitet und zeigt, wie im neunzehnten Jahrhundert durch die in den experimentellen Wissenschaften gemachten Fortschritte ein großartiger industrieller Aufschwung eintrat. Wenn er im Anschluß hieran auch auf die Methoden des amerikanischen Taylorismus zu sprechen kommt, so ist dies ein Beweis dafür, wie ernst es ihm ist, durch seinen Einfluß als Hochschullehrer der Industrie seines Vaterlandes zu nutzen. Die Ausführungen LE CHATELIERS wirken auch dadurch fesselnd, daß sie an geeigneten Stellen eine persönliche, fast temperamentvolle Note tragen, durch treffende Hinweise oder geistvolle Vergleiche in ihrer Beweiskraft unterstützt werden und es vor allem auch an Kritik nicht fehlen lassen.

Die „Industrielle Heizung“ beschäftigt sich zunächst eingehend mit den allgemeinen Verbrennungsvorgängen und den ihr zugrunde liegenden physikalisch-chemischen Gesetzen, der Verbrennung unvermischter und gemischter Gase, dann deren Wärmeertrag, woran sich die Besprechung der natürlichen Brennstoffe anschließt. Weitere umfangreiche Kapitel sind der Verkohlung der Brennstoffe, dem Acetylen- und Wassergase, dem Leuchtgase, dem kohlenwasserstofffreien Generatorgase, den Eigenschaften dieser Gase und den zu ihrer Darstellung benutzten Apparaten gewidmet. In einem besonderen Abschnitte werden die feuerfesten Materialien besprochen. Der letzte Hauptteil des Buches behandelt die Öfen, vom einfachen Haufen und Herdofen an bis zum Schacht- und Flammofen, einschließlich der Wärmespeicher und Vorrichtungen zur Zugerzeugung, sowie die Apparate zur indirekten Heizung und die elektrischen Öfen. Die meisten Abschnitte sind reichlich mit Zahlentabellen, Formeln, Durchrechnungen der einzelnen Apparate, Selbstkostenaufstellungen u. dgl. ausgestattet, die den Nutzen des Buches für den praktischen Gebrauch erhöhen. Mehrfach sind allerdings rein französische Verhältnisse in Betracht gezogen, während für Deutschland geltende Bedingungen nicht erörtert werden. So haben die neueren deutschen Verfahren zur Torfverwertung an entsprechender Stelle (S. 151) keine Erwähnung gefunden, ebenso nicht die Untersuchungen von W. HEMPEL über die dem Koks seine Härte und Festigkeit verleihenden Stoffe. Die Steinkohle wird ausführlich behandelt, während der Braunkohle knapp zwei Seiten gewidmet sind. Das Buch enthält daher auch nichts über die Verarbeitung der deutschen Braunkohlen, z. B. die im besonderen für Braunkohlenvergasung konstruierten Erzeuger deutscher Erfindung, ebenso auch nichts über die Schwelgeneratoren für Tieftemperaturteergewinnung u. a. Der Schwerpunkt des Buches liegt einerseits in der Erörterung der grundlegenden Gesetze, andererseits in der Vorführung der konstruktiven Unterschiede, wäh-

rend hinsichtlich der für einen geordneten Brennbetrieb unbedingt notwendigen Messungsmethoden (Pyrometrie, Zugmessung, Rauchgasuntersuchung) fast gar nichts gesagt, sondern auf die praktischen Übungen verwiesen wird (S. 18). Für die Bezeichnung „pisé“-bau (S. 309: gestampfte Herdsohle) hat der Übersetzer keinen deutschen Ausdruck gefunden; es sei ihm hierfür der alte hüttenmännische „Das Gestübbe“ vorgeschlagen. Die Behauptung (S. 36), daß „die Porzellanfabrik in Limoges 48 Stunden lang die geforderte gleichmäßige Temperatur ununterbrochen erhalten müsse“ und deshalb aus England aschearme Kohle beziehe, wirkt leicht mißverständlich. Der Schlußabschnitt des Buches über elektrische Öfen ist reichlich bruchstückartig geblieben.

Abgesehen von diesen Einzelausstellungen macht das Le Chateliersche Werk einen vorzüglichen geschlossenen Eindruck, und wenn auch unsere deutschen großen Handbücher der Metallurgie und Heiztechnik den Stoff ebensogut und erschöpfend behandeln, so dürfte die musterhafte Übersetzung der neuen Ausgabe des französischen Lehrbuches doch sicherlich auch in Deutschland in der Fachwelt Interesse erregen und Beifall finden.

W. FUNK, Meißen.

FORCHHEIMER, PH., **Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesondere durch Werkgräben großer Abmessung.** Berlin: Julius Springer 1923. IV, 50 S. Preis 1,60 Goldmark.

Im Auftrag eines von Dr. RÜMELIN ins Leben gerufenen Ausschusses für hydraulische Untersuchungen an großen Kanälen hat Prof. FORCHHEIMER das bisher vorhandene Versuchsmaterial über den Druck- bzw. Gefällsverlust in großen Röhren und Gerinnen durchgearbeitet, auch unveröffentlichte Messungen herangezogen und selbst einige ergänzende Versuche angestellt. Er kommt dabei zu dem Schluß, daß man in praktisch befriedigender Weise die Fließgeschwindigkeit U mit dem hydraulischen Radius R und dem Gefällverlust J durch eine Potenzformel verbinden kann: $U = \lambda R^{0.7} J^{0.5}$, wobei die Konstante λ lediglich von der Wandbeschaffenheit abhängt. Natürlich ist diese Formel nur durch Mittelbildung über viele Versuche entstanden und nur als grobe Näherung zu betrachten; aber das ganze Zahlenmaterial, besonders über Bazinsche und amerikanische Versuche sowie über eigene Messungen, läßt den Leser ein Urteil über die Grenzen der Verwendbarkeit und über die Genauigkeit gewinnen. Das Problem der turbulenten Strömung und der Wandrauigkeit, für welches hier wertvolles Material zusammengetragen ist, muß als dringend und auch für rein wissenschaftliche Untersuchungen interessant angesehen werden und ist auch besonders in den Instituten von Göttingen und Aachen in jüngster Zeit mehrfach bearbeitet worden. Ein Buch wie das Forchheimersche trägt wesentlich dazu bei, auf diesem Gebiet Technik und Wissenschaft zusammenzubringen.

L. HOPF, Aachen.

HEFFTER, LOTHAR, **Lehrbuch der analytischen Geometrie.** Zweiter Band. Geometrie im Bündel und im Raum. Leipzig: B. G. Teubner 1923. XII, 423 S. und 101 Abbild. 15×24 cm. Preis geh. 9,50, geb. 11,— Goldmark.

Lehrbücher der analytischen Geometrie gibt es zu Hunderten und brauchbare eine ganze Reihe. Das von HEFFTER (der erste, im Jahre 1907 erschienene Band war gemeinsam mit KOEHLER verfaßt) zeichnet sich dadurch aus, daß es — soviel ich weiß als einziges — Ernst damit macht, die Kleinsche Einteilung der Geometrie nach gruppentheoretischen Gesetzen auch der einführenden Darstellung zugrunde zu legen.

Möglich, daß man den Stoff mit demselben Aufwand an Druckerschwärze darstellen kann, indem man auf jedes einzelne Ziel geradezu losgeht; möglich auch, daß mancher, der nur Einzelheiten sucht, das übliche Verfahren vorziehen wird: für den, der analytische Geometrie lernen will, ist es nicht nur das beste, sondern auch der sparsamste Weg, wenn er unter HEFFTERS Führung sich erst die leitenden Gesichtspunkte aneignet und dann zur Fülle der Tatsachen herabsteigt.

Der zweite Band beginnt mit einem Abschnitt über die Geometrie im Strahlenbündel, worin zuerst der nötige Formel- und Begriffsapparat bereitgestellt, dann mit seiner Hilfe die metrischen, besonders die Fokaleigenschaften der Kegel zweiter Ordnung behandelt werden. Der folgende dritte Abschnitt des ganzen Werkes, die Geometrie im Raum, zeigt von neuem die Durchführung des oben genannten Gedankens. In drei Stufen: projektive, affine und äquiforme (metrische) Geometrie, wird der Stoff gegliedert. An Einzelheiten sei auf die ausführliche Klassifikation der Kollineationen und die auf jeder der drei Stufen ebenso ausführliche Behandlung der Flächen zweiter Ordnung sowie auf das Schlußkapitel über Raumkurven vierter Ordnung hingewiesen.

H. KNESER, Göttingen.

URBAN, F. M., **Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Theorie der Beobachtungsfehler.** Leipzig: B. G. Teubner 1923. V, 274 S. Preis geh. 3,60, geb. 4,30 Goldmark.

Das Buch enthält nicht so sehr eine ausführliche Darstellung des zur Wahrscheinlichkeitsrechnung gehörigen mathematischen Apparates, als vielmehr einerseits eine sehr eingehende Erörterung ihrer begrifflichen Grundlagen, andererseits eine große Menge von Anwendungsbeispielen. Der Verfasser gibt eine erstaunliche Fülle von Material und zieht mit großer Vollständigkeit die auf die begrifflichen Grundlagen bezügliche Literatur heran.

Die fünf Abschnitte des Buches behandeln den Zufall, die Lehre vom Zufall, die Wahrscheinlichkeit, die Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Grundlage der Theorie der Beobachtungsfehler.

Nach der Auffassung des Verfassers enthalten die Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung keine Aussagen über ein tatsächliches Geschehen; sie bilden ein System abstrakter Sätze, die aus dem Begriffe der mathematischen Wahrscheinlichkeit und den Sätzen der Algebra abgeleitet werden; und ihre logische Richtigkeit ist unabhängig davon, ob es in der Erfahrung irgendwelche Gegenstände gibt, die den in diesen Sätzen ausgesagten Verhältnissen entsprechen. Die Bedingungen, die Vorgänge der Wirklichkeit erfüllen müssen, um Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen zu werden, können dahin ausgedrückt werden, daß ihre relativen Häufigkeiten bei großer Beobachtungszahl dem Satz von BERNOULLI entsprechen müssen.

P. HERTZ, Göttingen.

TROPFKE, J., **Geschichte der Elementarmathematik in systematischer Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der Fachwörter.** Fünfter Band: I. Ebene Trigonometrie. Zweite, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. Berlin und Leipzig: Vereinigung wissenschaftlicher Verleger W. de Gruyter & Co. 1923. IV, 185 S. und 9 Figuren. 16×24 cm. Preis 7,5 Goldmark.

Verfasser behandelt im fünften Band der Geschichte der Elementarmathematik (Besprechung der Gesamtanlage des Werkes s. Naturwissenschaften 10, 45, 1922) in zwei Teilen die ebene Trigonometrie und die Sphärik nebst sphärischer Trigonometrie. Jeder ist durch einen geschichtlichen Überblick eingeleitet. Danach

werden im ersten Teil nacheinander in drei Abschnitten die trigonometrischen Funktionen, die Formeln aus der Goniometrie und die aus der Trigonometrie behandelt. Die Begriffe des Sinus und Kosinus, von Tangens und Kotangens, von Sekans und Kosekans eines Winkels, die Fachwörter, wie Trigonometrie, Goniometrie, Sinus, Kosinus, Tangens usw., die zeitlich verhältnismäßig spät anzusetzenden Symbole (\sin , \cos , R für den Radius, A für Inhalt des Dreiecks), der Sinus-, Kosinus- und Tangensatz sind in besonderen Kapiteln mit der oft hervorgehobenen Gründlichkeit dargestellt. Hieran schließen sich die Formeln für den Fundamentalfall a , b , c , für den Flächeninhalt und verschiedene metrische Formeln. Spezielle Vierecksberechnungen, wie sie dem Schullehrstoff angehören: Sehenvierecke, die Pothensotsche und Hansensche Aufgabe, die beide ihren Namen mit Unrecht führen, bilden den Abschluß der ebenen Trigonometrie.

Im zweiten Teil folgt auf den geschichtlichen Überblick die Sphärik. Das erste Kapitel handelt von Definitionen und Fachausdrücken, woran sich ein anderes über die Kreise auf der Kugelfläche und ein weiteres über die sphärischen Dreiecke und Polygone anreihen. Der Stoff der sphärischen Trigonometrie ist nach dem rechtwinkligen und schiefwinkligen Dreieck geordnet. — In einem 13 Seiten umfassenden Anhang, der übrigens im Inhaltsverzeichnis nicht aufgeführt ist, läßt Verfasser sich über trigonometrische Tafeln aus. Auf S. 185 findet sich die m. E. noch wenig bekannte Gedächtnistabelle:

$$\sin 0^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 - \sqrt{4}}, \quad \sin 15^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 - \sqrt{3}},$$

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 - \sqrt{1}}, \quad \sin 45^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 - \sqrt{0}},$$

$$\sin 60^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 + \sqrt{1}}, \quad \sin 75^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 + \sqrt{3}},$$

$$\sin 90^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2 + \sqrt{4}}.$$

FRIEDRICH DRENCKHAHN, Rostock.

AUERBACH, FELIX, **Tonkunst und bildende Kunst vom Standpunkte des Naturforschers.** Parallelen und Kontraste. Jena: Gustav Fischer 1924. VIII, 210 S. und 80 Abbildungen. 15×23 cm. Preis geh. 4,50, geb. 6 Goldmark.

Ein gewiß sehr nützlich Buch, dem weiteste Verbreitung zu wünschen ist. Ich könnte mir denken, daß es z. B. den Physiklehrern an den höheren Schulen viel Anregung zu bieten hätte. Was kann es für die allgemeine Bildung wichtigeres geben, als die Beziehungen zwischen Physik und Ästhetik zu pflegen? Und wodurch könnte das Interesse an der Physik wirksamer erweckt werden, als dadurch, daß sie es unternimmt, die Gestaltung des Sinnlichen zu meistern? Viel zu wenig erfahren wir davon im landläufigen Unterricht, so daß unter all den Gebildeten, die in der Kunst leben und weben, nur sehr wenige sich Vorstellungen erworben haben über die Beschaffenheit von Tonleitern und Farbkörpern, und auf welchen physikalischen und physiologischen Voraussetzungen sie beruhen. Bedenken wir, daß die Entdeckung der Zahlen-gesetze der Harmonie bestimmend wirkte auf das philosophische Denken im Altertum, und daß auch heute die Frage, ob und wie Existenz und Schönheit zusammenhängen, philosophisches Nachdenken in Bewegung hält, so haben wie einen weiteren Gesichtspunkt, um die Analyse der Töne und der Farben recht zu würdigen.

Der Verfasser versteht es vortrefflich, in angenehmer und faßlicher Weise in dieses Wissensgebiet einzuführen, eine Aufgabe, die didaktisch keineswegs leicht

und einfach ist. Die Lehre von den Tonempfindungen behandelt er mit der größeren Vorliebe; der Physiker kann hier mehr bieten. Um aber die Farbenlehre möglichst auf die gleiche Stufe emporzuheben, benutzt der Verfasser das Verfahren der Gegenüberstellung. Der Vortrag wechselt ab zwischen Optik und Akustik; dies bringt den Vorteil, des Lesers Aufmerksamkeit immer frisch zu halten. Aber es zwingt auch zu manchem Ballast. Bis sich der Gleichniswurm durchgefressen hat, könnten wir noch Allerlei erfahren, was der Verfasser aus Platzmangel hat unterdrücken müssen.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in sechs Abschnitte, von denen der erste die Gesichts- und Gehörwahrnehmung in ihrer Eigenart behandelt, der zweite und dritte ist im wesentlichen der Musik gewidmet, der vierte bringt die Farbenlehre, der fünfte beschäftigt sich mit Melodie und Symmetrie, während im sechsten

einige Schlußfolgerungen auf das Verhältnis der Künste zueinander gezogen werden.

AUERBACH zielt auf eine vergleichende Sinneslehre ab. Im Rahmen seiner Darstellung würde die neue physiologische Farbenlehre von JULIUS PIKLER (Naturwissenschaften 11, 681, 1923) besondere Aufmerksamkeit verdienen. Danach wäre die Empfindung der Farbe als Prozeß der Empfindung eines Klanges ähnlich. Von dem letzteren wissen wir, daß er durch Simultanerregung mehrerer Nervenendigungen bedingt ist. Nun soll auch die Farbe durch Simultanerregung zweier Empfangsapparate zustande kommen. Indem die spektralen Empfindlichkeitskurven der Zapfen und der Stäbchen der Netzhaut gegeneinander verschoben sind, liefern ihre Erregungen kontrastierende Helligkeitsempfindungen, deren Überlagerung nach PIKLER die Farbe erzeugt. EMIL BAUR, Zürich.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Geometrie und Raumvorstellung.

Die Ausführungen von Herrn J. v. KRIES in Heft 17 des laufenden Jahrgangs der „Naturwissenschaften“ über „Kants Lehre von Zeit und Raum usw.“ möchte ich zum Anlaß nehmen, einen Punkt zu erörtern, in dem sich meine — und wohl der meisten Mathematiker — Ansichten nicht mit den von Herrn v. KRIES — und zahlreichen anderen Philosophen — vertretenen decken. Es handelt sich um die Frage, ob es einen Sinn hat, von euklidischer bzw. nichteuklidischer¹⁾ Raumvorstellung zu reden. Herr v. KRIES tut dies, er behauptet sogar (S. 327 r. Z. 26—32), unsere Raumvorstellung sei — aus physiologischen Gründen — notwendig euklidisch. Demgegenüber möchte ich den Standpunkt vertreten, daß die Alternative euklidisch—nicht-euklidisch mit unserer Raumvorstellung nichts zu tun hat, sondern erst einen Sinn bekommt, wenn wir Geometrie treiben, d. h. eine logisch aufgebaute Lehre vom Raum entwickeln, die unseren auf Wahrnehmung (und Messung) gegründeten Raumerfahrungen konform ist.

Diese Behauptung ist natürlich nichts weniger als neu — ich nenne von ihren neueren Vertretern ziemlich wohllos H. POINCARÉ und E. STUDY —, aber man muß sie m. E. wiederholen, solange man hoffen kann, die gegnerische Anschauung zu überwinden. Zu diesem Zwecke will ich ein meines Wissens noch nicht benutztes Argument verwerten, nämlich eine Analogie zwischen Raum- und Tonwahrnehmungen. Und zwar sollen in Parallele gestellt werden:

Vorstellung der musikalischen Intervalle — Raumvorstellung.

Tonsystem — Geometrie.

Bekanntlich besteht ein Unterschied zwischen dem Tonsystem (A) der „gleichschwebenden Temperatur“, das die Oktave in 12 gleiche Halbtonintervalle teilt, und dem „natürlichen“ Tonsystem (B), das auf die pythagoreische Tonleiter gegründet ist (reine Stimmung). Der Unterschied ist so gering, daß ihn ein „Durchschnittsöhr“ nicht wahrnimmt, und daß auch ein noch so empfindliches Ohr eine Melodie als solche —

¹⁾ „Nichteuklidisch“ soll hier im Sinne der Negation von „euklidisch“ verstanden sein, nicht in dem engeren Sinne, den der Mathematiker meistens mit diesem Wort verbindet.

ich ziele hier auf die „Gestaltsqualitäten“ der Philosophen — erkennt, ob sie in dieser oder jener Stimmung gespielt wird. Aller musikalischen Praxis liegt heute das System (A) seiner Einfachheit wegen zugrunde — es war nicht immer so, und ein feines Ohr zweifelt nicht daran, daß das System (B) eigentlich das richtige wäre.

Stellen wir uns nun vor, es gäbe diese „feinohrigen“ Menschen nicht, wir lebten vielmehr in einer Welt von „Durchschnittsöhren“, in der zweifelsohne auch musiziert würde, und zwar nicht wesentlich anders, als es tatsächlich geschieht. Wir hätten dann genau denselben Sachverhalt, wie er in bezug auf unsere Raumwahrnehmungen tatsächlich herrscht. Herr v. KRIES würde behaupten, daß unsere Vorstellung von den musikalischen Intervallen ihrem Wesen nach auf dem System (A) beruhe, und das System (B) erschiene ihm gleich der nichteuklidischen Geometrie als eine logisch zulässige, aber aus einer sinnlosen Vorliebe für rationale Verhältnisse von Schwingungszahlen geborene, unserer Intervallvorstellung völlig fremde Art, Musik zu interpretieren.

Glücklicherweise ist bloß die moderne Physik so feinfühlig, die Abweichungen unserer Raumerfahrungen vom euklidischen System durch feinste Messungen festzustellen, so daß wir für den Hausgebrauch das durch Jahrtausende alte Tradition überkommene euklidische System der Geometrie, das sich durch seine große Einfachheit empfiehlt, beibehalten können, wenigstens als eine — sehr gute — Approximation der „richtigen“ Weltgeometrie. Aber ebenso lieb ist mir die Existenz der „feinen Ohren“, ohne die ich mit meiner Analogie niemanden überzeugen könnte.

Vielleicht ist zur weiteren Erläuterung noch folgende Fortführung der Analogie von Nutzen: Im Tonsystem (A) schließt sich der „Quintenzirkel“ — d. h. 12 Quintschritte nach aufwärts führen zur 7. Oktav des Grundtones — im System (B) nicht. Analog schließt sich im euklidischen System der ebenen Geometrie ein aus vier gleichen Strecken, deren jede an die vorhergehende unter Rechtsdrehung um 90° angesetzt wird, zum Quadrat, während dies in der nicht-euklidischen i. a.¹⁾ nicht geschieht. Trotzdem fällt damit die Vorstellung des Quadrates nicht, ebenso wie es die Melodie der „Wacht am Rhein“ in den Tonsystemen (A) und (B) gibt. Nur wäre z. B. ein Quadrat

¹⁾ Siehe die Anmerkung 1.

in der Geometrie von LOBATSCHESKY eine ebene Figur mit gleichen Seiten und gleichen Winkeln, die etwas kleiner als 90° wären.

So dürfte wohl klar genug gezeigt sein, wie verschiedene geometrische Systeme mit unserer Raumvorstellung vereinbar sind, so daß es keinen Sinn hat, bereits dieser „euklidischen“ oder auch „nichteuklidischen“ Charakter zuzuschreiben. Daß unsere Raumvorstellung Merkmale aufweist — z. B. die Dreidimensionalität — die physiologisch begründet und damit fest gegeben sind, soll damit keineswegs geleugnet werden.

Greifswald, den 4. Mai 1924.

J. RADON.

Die Schriftleitung gibt mir Gelegenheit, den obigen Ausführungen sogleich einige Bemerkungen hinzuzufügen, wovon ich gern Gebrauch mache. Die Vergleichen von Empfindungsreihen wie namentlich der Tonreihe mit der Zeit und mit der Geraden ist ohne Zweifel belehrend und wichtig. Ich habe mich daher auch schon bei früherem Anlaß kurz darüber ausgesprochen (HELMHOLTZ, Physiologische Optik, 3. Aufl., III, S. 461).

Neben zweifellosen Analogien bestehen zwischen der Tonreihe einerseits, Zeit- und Raumvorstellung andererseits doch auch überaus wichtige Unterschiede. Es kommt das z. B. schon darin zur Erscheinung, daß wir nur durch Erfahrung uns darüber unterrichten können, wie weit die Reihe der Tonempfindungen nach der einen wie nach der anderen Seite sich erstreckt. In der Natur der uns bekannten Empfindungen liegt nichts, was uns darüber zu einem Urteil berechtigte; ein Ton, jenseits dessen es keine höhere oder keine tiefere Empfindung mehr gibt, erscheint durchaus denkbar. Ein Ort, an dem der Raum, ein Zeitpunkt, an dem die Zeit aufhörte, ist durch die Natur von Zeit- und Raumvorstellung ausgeschlossen. Das Hören eines einzelnen Tones ferner ohne einen Gedanken an höhere und tiefere oder an die ganze Tonreihe ist etwas psychologisch durchaus Mögliches. Die Empfindung oder Wahrnehmung eines einzelnen Ortes ist ohne eine Vorstellung von Raum unmöglich. Vor allem aber stellt die Tonreihe sich nicht in der Weise wie Zeit und Raum als die Aneinanderfügung völlig gleichartiger Elemente dar. Demgemäß können denn auch die zwischen verschiedenen Tonempfindungen stattfindenden Beziehungen des Zusammenklanges nicht aus einer der Tonreihe als Ganzem eignen Beschaffenheit nach einem allgemeinen Prinzip beurteilt, sondern nur durch das tatsächliche Zusammenhören verschiedener Töne empirisch festgestellt werden. Ob wir bei dem Fortschreiten um eine Anzahl reiner Quinten zu der großen Terz einer höheren Oktave genau oder nur annähernd gelangen, das kann nur die Erfahrung lehren.

Herr RADON meint, wenn es keine „feinohrigen Menschen“ gäbe und daher die Intervallbeziehungen der temperierten Stimmung allein bekannt wären, so würde ich behaupten müssen, daß unsere Vorstellung von den „musikalischen Intervallen“ ihrem Wesen nach auf dem System A beruhe. Keineswegs, ich würde in den der temperierten Stimmung eignen Intervallbeziehungen nie etwas anderes erblicken als eine auf Beobachtung beruhende psychologische Tatsache. Daß diese sich bei verfeinerter oder verallgemeinerter Beobachtung nicht als ganz streng zutreffend erweist, sondern gewisser Einschränkungen oder Korrekturen bedarf, das würde dabei stets als eine ins Auge zu fassende Möglichkeit zu betrachten sein. Nur eine sehr oberflächliche Betrachtung könnte sich hier zu einer Auffassung verführen lassen, die der philosophischen Auffassung der Raumlehre analog ist. Unsere Aussagen über den Zu-

sammenhang der verschiedenen Tonintervalle (natürlich nicht im physikalischen, sondern im psychologischen Sinne gemeint) sind, um es in der Terminologie der Logik auszudrücken, psychologische Real-, nicht aber Reflexionsurteile.

Die entscheidende Frage bleibt immer die, ob den Sätzen der Raumlehre eine von den empirischen Ergebnissen der Messung verschiedene, in der Natur der Raumvorstellung begründete Bedeutung und Geltung zukommt. Dies wird von der einen Seite bestritten, insbesondere auch von Herrn RADON, wenn er sagt, „daß die Alternative euklidisch-nichteuklidisch mit unserer Raumvorstellung nichts zu tun hat, sondern erst einen Sinn bekommt, wenn wir Geometrie treiben, d. h. eine logisch aufgebaute Lehre vom Raum entwickeln, die unsern auf Wahrnehmung und Messung gegründeten Raumerfahrungen konform ist“. Wer auf diesem Standpunkt steht, würde sich bemühen müssen, den Gegner davon zu überzeugen, daß die geometrischen Sätze, in jener Weise aufgefaßt, eines greifbaren Sinnes ermangeln, wie das z. B. seinerzeit HELMHOLTZ bei der Diskussion des Gleichheitsbegriffes getan hat. Aber er wird nicht hoffen dürfen, die gegnerischen Anschauungen durch den Hinweis auf die Tonreihe zu erschüttern, da hier die psychologischen Verhältnisse ganz andere sind. Wer auf dem entgegengesetzten (dem philosophischen) Standpunkt steht, kann nur auf die Fälle hinweisen, in denen eine nicht empirische Auffassung der mathematischen Begriffe und Sätze vorzugsweise deutlich zur Erscheinung kommt, auf die psychologischen Verhältnisse, in denen das seinen Grund hat, und auf die Analogie mit dem Begriffskreis der Zahlen. Dies habe ich zu wiederholten Malen getan (Logik, S. 15f. und S. 60f., Kant S. 32f.); ohne zu verkennen, daß in Fragen dieser Art ein eigentliches Beweisen unmöglich ist, und daß ein tiefgehender Unterschied allgemeiner Denkweise für eine Verständigung ein schwer zu überwindendes Hindernis bietet.

Freiburg i. Br., den 25. Mai 1924. J. v. KRIES.

α -Teilchen großer Reichweite beim Thorium.

Unter Bezugnahme auf die Mitteilung „Partikeln großer Reichweite aus radioaktivem Niederschlag“ vom 10. IV. 1924 von DAGMAR PETTERSON (*Naturw.* vom 16. V., S. 389) möchte ich kurz mitteilen, daß in unserem Institut seit längerer Zeit Versuche mit den von RUTHERFORD bereits 1916 gefundenen langreichweitigen α -Teilchen des Thorium C mit einer Reichweite von 11,5 cm angestellt worden sind. Bei den zahlreichen Beobachtungen hatte ich niemals α -Teilchen von noch größerer Reichweite gefunden. Nach den Angaben der Herren L. F. BATES und J. S. ROGERS (*Nature* vom 29. XII. 1923, S. 938) sollen nun beim aktiven Niederschlag des Thoriums pro 10^6 normaler α -Teilchen (Reichweite 8,6 cm) 220 von 11,5 cm, 47 von 15,0 cm und 55 von 18,4 cm Reichweite, zusammen also 322 langreichweitige α -Teilchen vorhanden sein. Es müßten also ca. 30% der langreichweitigen Teilchen eine Reichweite größer als 11,5 cm haben. Ich habe daraufhin nochmals eingehend nach den von BATES und ROGERS neu gefundenen Teilchen gesucht. Meine mit $ThB + C$ einerseits und reinem ThC andererseits ausgeführten Versuche ergaben jedoch stets einen Abfall der Teilchenzahl innerhalb des letzten Zentimeters der Reichweite (10,5–11,5 cm) von 100 auf etwa 2. Bei den Messungen befanden sich das α -Strahlen aussendende Präparat und der Zinksulfidschirm in verschiedenen Räumen, die durch eine 0,020 mm dicke Aluminium-

folie getrennt waren. Der Abstand Aluminiumfolie—Zinksulfidschirm betrug 2 cm, der Abstand Aluminiumfolie—Präparat konnte beliebig verändert werden. Beide Räume waren getrennt evakuierbar, so daß jeder gewünschte Druck sich herstellen ließ. Außerdem konnten zwischen Abschlußfolie und Präparat beliebige andere Folien eingeschaltet werden. So war es möglich, Reichweitekurven durch Änderung des Druckes, des Abstandes und der Foliendicke aufzunehmen. Das Ergebnis war in allen Fällen dasselbe: Die Anzahl der α -Teilchen mit einer Reichweite größer als 11,5 cm betrug nur wenige Prozente der von BATES und ROGERS angegebenen Zahl. Ob die abweichenden Ergebnisse durch die Verschiedenheit der Versuchsanordnung bedingt sind, insbesondere ob die von BATES und ROGERS gefundenen Teilchen vielleicht aus den von ihnen zur Abbremsung benutzten Glimmerfolien stammen, soll durch weitere Versuche geprüft werden.

Berlin-Dahlem, den 16. Mai 1924.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie,
Abt. Hahn-Meitner. K. PHILIPP.

Über die Anwendung der Mitscherlichschen Produktionsgleichung auf die Wachstumsfaktoren Licht und Kohlensäure.

MITSCHERLICH geht bei der Aufstellung seiner *Produktionsgleichung*¹⁾ von dem richtigen Gedanken aus, daß die Wirkung einer bestimmten Menge eines Düngemittels um so stärker in die Erscheinung tritt, je weniger verhältnismäßig von diesem Mittel im Boden vorhanden ist, mit anderen Worten, daß das Verhältnis der Ertragssteigerung zur Menge des in Frage kommenden Nährstoffs proportional ist der am Höchst-ertrag fehlenden Erntemenge. Daraus ergibt sich die Mitscherlichsche Produktionsgleichung $\frac{dy}{dx} = k(A - y)$,

wobei y den jeweiligen Ertrag, x die Menge des Wirkungsfaktors, A den Höchst-ertrag und k eine Konstante bedeutet.

Leider ist bei der Integration dieser Differentialgleichung, die die Gleichung $\int \frac{1}{A - y} dy = \int k dx$ liefert, nicht ausdrücklich betont worden, daß der Logarithmus hier die *Basis e* hat, die Rechnung also nicht ohne weiteres mit den in den Tafeln angegebenen Briggschen Logarithmen mit der Basis 10 ausgeführt werden darf. Zwar hat BAULE²⁾ die Gleichung in der Form $e^{c-kx} = A - y$ richtig angegeben. Da diese aber für die Rechnung sich weniger eignet, hat man in der Regel die logarithmische Form benutzt und ist dabei, wie ich wiederholt feststellen mußte, zu fehlerhaften Ergebnissen gekommen. Den Fehler kann man vermeiden, wenn man bei der Benutzung der gewöhnlichen Logarithmentafeln die rechte Seite der Gleichung durch $\log e = 0,4343$ dividiert. Dadurch werden die empirisch gefundenen Konstanten verändert. Nimmt man an, daß für $x = 0$ auch $y = 0$ wird, so nimmt die Gleichung die Form an: $\log(A - y) - \log A = kx : 0,4343 = mx$, wobei ich $m = k : 0,4343$ setze. MITSCHERLICH nennt k den „Wirkungsfaktor“ und findet, daß er (also auch m) in vielen Fällen tatsächlich konstant ist.

Aus den Ergebnissen der praktischen Versuche hat man nun die Konstanten berechnet und mit ihrer Hilfe dann für verschiedene x die zugehörigen Werte von y erhalten. Daß man dabei durchweg Überein-

stimmung mit den beobachteten Größen findet, ist nicht weiter auffallend, da ja die Konstanten aus den Ergebnissen mehrerer Beobachtungen als Mittel berechnet sind.

Schon MITSCHERLICH hat gefunden, daß in einzelnen Fällen der Wirkungsfaktor k (also auch m) nicht konstant, sondern von anderen Größen abhängig ist. LAMBERG hat eine Tabelle aufgestellt¹⁾, nach der der Wirkungsfaktor für *Kohlensäure* von der Intensität des *Lichts* abhängig sein soll. Auch JANERT²⁾ und SPIRGATIS³⁾ glauben gefunden zu haben, daß der Wirkungsfaktor der Kohlensäure mit steigender Lichtintensität zunimmt. Letzterer kommt zu dem auffallenden Schluß, daß die Kohlensäure bei geringerer Lichtstärke eher im Minimum sei als bei vollem Licht, oder daß im Gewächshaus eine Kohlensäuredüngung wirksamer wäre, als im Freien.

Die Ursache jener eigentümlichen Beobachtungsergebnisse beruht m. E. wenigstens z. T. auf den Versuchsanordnungen und -bedingungen der Königsberger Forscher. Bekanntlich sind es vorwiegend die *langwelligen* Lichtstrahlen, die die *Assimilationsenergie* liefern, während die *kurzwelligen* chemisch zersetzend wirken. Wenn deshalb JANERT photographisches Papier und LAMBERG und SPIRGATIS Oxalsäure zur Messung der Lichtintensität benutzen, so kommen sie damit zu falschen Ergebnissen. Das Glas des Gewächshauses verschluckt besonders kurzwelliges, also chemisch wirksames Licht, während es die physiologisch wirkenden Strahlen im wesentlichen durchläßt. Die Pflanzen im Gewächshaus stehen also, was das Licht anbetrifft, nicht unter so viel ungünstigeren Bedingungen als die im Freien.

Die Folgerung aus den Versuchen von SPIRGATIS und LAMBERG, daß die 0,03 Proz. Kohlensäure im Freien genügte, um Höchst-ernten oder, wie Dr. WAGNER⁴⁾ berechnet, 95,4% des erzielbaren Höchst-ertrages zu erreichen, ist auch dann ungenau, wenn man die Lamberg'sche Tabelle als richtig ansehen wollte. Die Rechnung müßte dann bei Benutzung der *richtigen* Mitscherlichschen Gleichung einen Ertrag von 67,64% ergeben, die, wie man sieht, schon einer bedeutenden Steigerung fähig wäre. Ich glaube aber aus theoretischen Gründen und nach den vorliegenden praktischen Versuchen, daß man auch im Freien durch *Kohlensäuredüngung* noch erheblich höhere Ertragsvermehrungen erzielen kann.

In den zahlreichen Abhandlungen über Kohlensäuredüngung ist viel vom *Diffusionsgefälle* die Rede. Je größer der Unterschied der Partialdrucke des Kohlendioxyds in der Zelle und in den Intercellularräumen ist, um so stärker ist das Diffusionsgefälle, d. h. um so mehr Kohlensäure gelangt in der Zeiteinheit zum Verbrauchsort. Nun hängt aber dieser Unterschied von zwei Faktoren ab, einmal von der Stärke der Assimilation in den Chloroplasten, die innerhalb gewisser Grenzen durch die Lichtintensität bedingt ist, und sodann von der Zufuhr der Kohlensäure aus der Außenluft durch die Spaltöffnungen in die Intercellularräume. Da in letzteren die Fortbewegung des Gases in der Regel nicht durch Strömung, sondern durch Diffusion, also verhältnismäßig langsam, sich vollzieht, so würde bei dem geringen Gehalt von 0,03% wohl bald ein Mißverhältnis zwischen Verbrauch und Ersatz eintreten. Deshalb kann m. E. ein stär-

1) Botan. Arch. 2, 213.

2) Botan. Arch. 1, 155, 201.

3) Botan. Arch. 4, 381.

4) „Umschau“ 1923, H. 50, S. 785/786.

1) Landw. Jahrb. 49, 342. 1916.

2) Landw. Jahrb. 51, 363. 1918.

keres Diffusionsgefälle bei erhöhter Assimilations-tätigkeit nur durch Erhöhung des Partialdrucks des Gases, d. h. durch *Vergrößerung des Kohlensäuregehaltes der umgebenden Luft* eintreten.

Ich möchte die beiden Wachstumsfaktoren *Licht* und *Kohlensäure* mit der Mühle und dem hineingeschütteten Getreide vergleichen. Erstere wäre, wie das Licht, die Energiequelle, letzteres liefert, wie die Kohlensäure, den Stoff. Es würde zwecklos sein, die Zahl oder die Größe der Mühlen zu erhöhen, wenn nicht gleichzeitig mehr Getreide hineingeschüttet wird. Die Energie des Tageslichtes wird von der Pflanze nur selten voll ausgenutzt. Deshalb ist es erklärlich, daß eine Vermehrung der Kohlensäure innerhalb gewisser Grenzen nicht allein im Gewächshaus, sondern auch im Freien, wie besonders die Versuche von BORNEMANN und FISCHER praktisch gezeigt haben, das Wachstum der Pflanzen, vor allem das ihrer speichernden Teile (Früchte, Knollen, Stämme usw.) steigert.

Wenn der Kohlensäuregehalt der Luft gewisse von der Assimilation abhängige Grenzen überschreitet, so wirkt er schädigend auf das Wachstum. JANERT¹⁾ glaubt, daß diese „Giftwirkung“ nicht dem Kohlendioxyd selbst, sondern dem ersten Produkt der Assimi-

lation, dem Formaldehyd, zuschreiben sei. Er gibt zu, daß „diese Theorie noch nicht einwandfrei bewiesen“ sei. Sie würde m. E. viel an Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn nachgewiesen werden könnte, daß die Polymerisierung des Formaldehyds zu Traubenzucker nicht Schritt hielte mit der Bildung des Formaldehyds selbst, letzterer also seine schädigende Wirkung auf die Pflanze ausüben könnte. Solange dieser Nachweis nicht geführt ist, darf man wohl annehmen, daß bei den chlorophyllführenden Pflanzenorganen ebenso wie bei den Keimpflanzen, die ja noch nicht assimilieren, die Giftwirkung einer *übermäßigen* Zufuhr von Kohlensäure in einer *Herabsetzung des Partialdrucks des Sauerstoffs*, also, wie bei den Tieren, in einer Behinderung der Atmung besteht. Diese Schädigung tritt, wie H. FISCHER u. a. gezeigt haben, bei verschiedenen Pflanzen verschieden früh ein, im allgemeinen aber erst dann, wenn der Gehalt der Luft an Kohlendioxyd das *Zehnfache* des gewöhnlichen wesentlich übersteigt.

Mit den vorstehenden Ausführungen sollte versucht werden, einmal die Einwände gegen den Nutzen der Kohlensäuredüngung, auch im Freien, zu entkräften, sodann die vorliegenden praktischen Erfolge einer solchen Düngung theoretisch zu begründen.

Dortmund, den 19. Mai 1924.

HINRICH HÖFKER.

¹⁾ a. a. O. S. 170.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Beziehungen zwischen dem hydrographischen Zustand und den Lebensvorgängen im Meere. Diese zu erforschen ist eine schon seit langer Zeit verfolgte Aufgabe, die neben rein theoretischer auch eine ungemein praktische Bedeutung hat, hängen doch, wie man klar erkannt hat, Schwankungen in dem Auftreten der Nutzfische, insbesondere des Herings, eng mit Änderungen der hydrographischen Verhältnisse zusammen. Die Internationale Kommission für Meeresforschung, wie sie bis zum Beginn des Krieges bestanden hat, hatte sich deswegen u. a. die Aufgabe gestellt, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers zusammen mit dem Auftreten gewisser Organismen in unseren heimischen Meeren eingehend zu studieren. Wenn trotz der in dieser internationalen Zusammenarbeit ausgeführten umfangreichen und wichtigen Untersuchungen das eingangs genannte Problem durchaus noch nicht als gelöst zu betrachten ist, so dürfte dies außer durch die Kompliziertheit der in Frage stehenden physiologischen Vorgänge auch dadurch bedingt sein, daß wegen der Fülle der Erscheinungen im Meere stets nur bestimmte, deren Untersuchung wichtig erschien, herausgegriffen wurden. Es setzt sich nun aber allmählich die Erkenntnis durch, daß eine erschöpfende Behandlung des Problems wohl nur möglich ist, wenn zunächst einmal der hydrographische Zustand des Meeres *möglichst vollständig* bekannt ist, d. h. daß außer den bisher fast ausschließlich untersuchten Faktoren, nämlich Temperatur, Salz- und Sauerstoffgehalt der Gaswechsel vollständig überblickt werden muß, außerdem aber auch die Änderungen der Zusammensetzung des Salzgehalts, die Reaktion usw., eingehend in ihrer zeitlichen und räumlichen Verteilung zu untersuchen sind. Daß dieses eingehendere hydrographische Programm Erfolge zur Förderung des genannten Problems verspricht, haben die umfangreichen und bedeutungsvollen Arbeiten von K. BRANDT über die sog. Minimum-

faktoren gezeigt und auch die 1921–1922 ausgeführten deutschen Untersuchungen über den Durchlüftungszustand usw. in der Nord- und Ostsee (über die letzteren ist in dieser Zeitschrift kürzlich berichtet worden.) Außerdem erscheint eine gleichzeitige vollständige biologische Untersuchung als bisher üblich erforderlich, insbesondere der jahreszeitlichen und räumlichen Verteilung des Planktons. Auch im Auslandemehren sich die Stimmen für derartige umfassendere Arbeiten. Z. B. schreibt ELLIS L. MICHAEL (Dependence of marine biology upon hydrography and necessity of quantitative biological research. University of California Publications in Zoology Vol 15, introduction. Berkeley 1916) in freier Übersetzung: „Die Erforschung der Umgebung ist für das Verständnis der marinen Organismen ebenso wichtig wie die Untersuchung der Lebewesen selbst, und die Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse, insbesondere der physikalischen und chemischen, ist ebenso unentbehrlich wie die Morphologie. Embryologie und Physiologie der Organismen. Manche Biologen zögern jedoch, dies zuzugeben und erkennen nicht, daß ein marines Lebewesen nicht verstanden werden kann, ohne daß ihre am meisten charakteristische Eigenschaft, nämlich daß es marin ist, gebührend beachtet wird“. W. E. RITTER äußert (A general statement of the ideas and present aims and status of the Marine Biological Association of San Diego. Univ. Cal. Publ. Zool. Vol. 2, Berkeley 1905): „Am gleichen Ort und zur gleichen Zeit, wo biologisch gearbeitet wird, muß auch der Zustand des Wassers in bezug auf Bewegung, Temperatur, Salz-, Gasgehalt und Gehalt an Stickstoffverbindungen untersucht werden.“ In gleichem Sinne äußerte sich kürzlich der frühere norwegische Fischereidirektor JOHAN HJORT: „Aus den von der internationalen Kommission gesammelten Beobachtungen ist es leicht, den wichtigen Schluß zu ziehen, daß die Verbreitung der verschiedenen planktonischen Organismen entschieden zu-

sammenfällt mit bestimmten hydrographischen Eigentümlichkeiten in bezug auf Temperatur und Salzgehalt... Für jedes Lebewesen muß es im Meere ein bestimmtes Verbreitungsgebiet geben mit bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften des umgebenden Mediums... Es ist deshalb von großer Wichtigkeit, die Beobachtungen der Tierwelt in ihrer natürlichen Umgebung weiter auszudehnen, um die Frage des Parallelismus der biologischen und hydrographischen Erscheinungen zu untersuchen und deren Kenntnis auf eine möglichst sichere Basis zu stellen... Die hydrographischen Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß nicht nur die Umgebung auf die Organismen wirkt, sondern daß die letzteren selbst ihre Umgebung verändern durch die Respirationsvorgänge, welche den Kohlensäuredruck und die Wasserstoffionkonzentration verändern (vgl. den oben genannten Aufsatz in dieser Zeitschrift 1924). Wir müssen annehmen, daß neben der Temperatur und dem Salzgehalt noch andere bestimmende Faktoren vorhanden sind." (Hydrographical and biological investigations in North Atlantic Waters. Festkrift tillägnad Professor Otto Pettersson, Helsingfors 1923.)

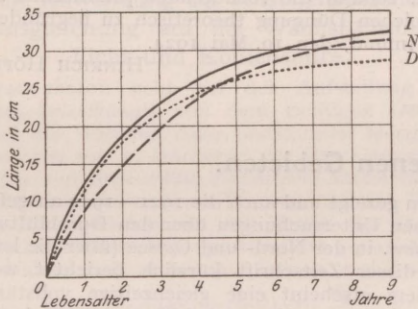


Fig. 1.

Mittlere Länge des Heringes in verschiedenen Lebensaltern in Nähe der europäischen Küste des Atlantischen Ozeans.

- I = atlantische Küste von Irland.
 N = Westküste von Norwegen.
 D = Dogger Bank, Nordsee.

Für den engen Zusammenhang zwischen hydrographischen und biologischen Vorgängen sind in den letzten Jahren einige besonders beachtenswerte Beispiele bekanntgeworden. — Aus den in den europäischen Meeren ausgeführten Untersuchungen hat sich ergeben, daß das Wachstum der Heringe in einigen Regionen sehr ausgeprägte Verschiedenheiten aufweist. Wie in der Figur 1 hervortritt, ist der Hering an der Westküste von Irland in allen Lebensaltern größer als der in dem etwas weniger salzhaltigen Wasser an der Westküste von Norwegen und in der südlichen Nordsee (Doggerbank). Zwischen den letzteren besteht weiterhin der Unterschied, daß der Hering in der südlichen Nordsee in den ersten Lebensjahren erheblich schneller wächst als der norwegische, später aber dem letzteren gegenüber nicht minder einwandfrei zurücksteht. Ist diese Tatsache an sich schon bemerkenswert genug, so ist noch auffallender, daß sich aus den Beobachtungen in den canadischen Gewässern eine völlige Parallele ergeben hat. Werden aus diesem Gebiete die Heringe von der atlantischen Küste von Neu-Schottland, der Westküste von Neu-Fundland und der flacheren Westseite des St. Lorenz golfes (Magdaleneninseln) verglichen (Fig. 2), so weisen wieder die Heringe aus dem am meisten dem atlantischen Einflusse

ausgesetzten Gebiete das größte Wachstum auf, aber außerdem unterscheidet sich das Wachstum der Heringe aus den beiden anderen Regionen in gleich charakteristischer Weise wie bei den entsprechenden Gebieten in den europäischen Meeren. Die gleichen Unterschiede treten nicht nur im Längenwachstum hervor, sondern auch z. B. in der Anordnung der Jahresringe auf den Schuppen. Dies ist ein überzeugendes Beispiel dafür, wie ein ähnliches Milieu in weit entfernten Gebieten in biologischer Hinsicht in gleicher Weise beeinflusst! (J. HJORT, a. a. O., außerdem EINAR LOA, Age and growth of the herring in Canadian Waters. Canadian Fisheries Expedition, 1914/15. Department of Naval Service, Ottawa 1919.)

A. C. JOHANSEN und A. KROGH haben versucht, experimentell den Einfluß von Temperatur und Sauerstoff auf biologische Vorgänge näher zu erkennen. (The influence of temperature and certain other factors upon the rate of development of the eggs of fishes, Publications de circonstance, Nr. 68, Kopenhagen 1914.) Auf Grund der bisherigen Erfahrungen hat es sich herausgebildet, den Einfluß der Temperatur auf den Ablauf biologischer Prozesse, soweit sie hauptsächlich

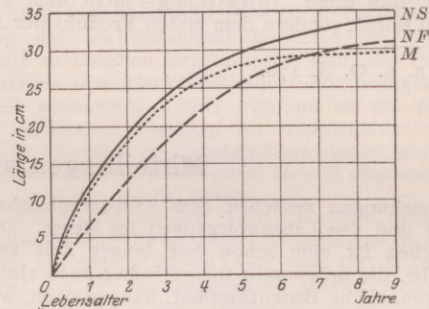


Fig. 2.

Mittlere Länge des Heringes in verschiedenen Lebensaltern in Nähe der canadischen Küste des Atlantischen Ozeans.

- NS = atlantische Küste von Neu-Schottland.
 NF = Westküste von Neu-Fundland.
 M = Magdalenen-Iseln (St.-Lorenz-Golf).

chemischer Natur sind, als nach dem „van't Hoff'schen Gesetz“ erfolgend anzusehen, das besagt, daß bei arithmetischer Änderung der Temperatur die Reaktionsgeschwindigkeit sich in geometrischem Maße ändert. Aus den Untersuchungen von H. DANNEVIG (1895) ergab sich nun, daß die Entwicklung der Fischeier in geringerem Maße von der Temperatur abhängig ist. Dies haben nun die Arbeiten der beiden oben genannten Forscher vollauf bestätigt. Sie fanden, daß die Temperaturzunahme proportional ist der Entwicklungsgeschwindigkeit der Fischeier. Es ist also auch hier ein bedeutender Einfluß der Temperatur nachweisbar, wenn auch das van't Hoff'sche Gesetz nicht gültig ist.

Um den Einfluß wechselnder Sauerstoffmengen auf die Organismen zu untersuchen, wurde der Luftdruck in Schollenlarven enthaltenden Gefäßen mit Meerwasser auf eine konstante niedrige Höhe gebracht, außerdem aber auch das Wasser mit Luft des gleichen Drucks durchspült. Die Messung der Länge der Larven hatte bei zwei Versuchsreihen folgendes Ergebnis (s. Tabelle):

Bei niedrigerem Atmosphärendruck, also vermindertem Sauerstoffgehalt, war das Wachstum also unzweifelhaft behindert. In der zweiten Versuchsreihe war bei einem Druck von 425 mm die Sterblichkeit

Entwicklung von Schollenlarven bei niedrigem Atmosphärendruck.

1. Versuchsreihe: Mittlere Temperatur 6,75°, Befruchtung 4. Januar 1912.

Luftdruck	Länge der Larven in mm				
	18. I. 3h N	19. I. 3h N	20. I. 1h N	21. I. Mittags	22. I. 2h N
760 mm	4,158 ± 0,022	4,846 ± 0,017	5,108 ± 0,013	—	5,600 ± 0,023
358 „	—	4,650 ± 0,060	4,700 ± 0,300	5,170 ± 0,060	5,105 ± 0,046
230 „	—	4,143 ± 0,029	4,380 ± 0,070	—	—

2. Versuchsreihe: Mittlere Temperatur 7,1°, Befruchtung 5. März 1912.

Luftdruck	Länge der Larven in mm			
	18. 3. Mittags	20. 3. 11h N	22. 3. 4h N	24. 3. 11h V
760 mm	—	4,520 ± 0,044	4,993 ± 0,038	5,245 ± 0,045
425 „	—	4,960 ± 0,050	4,931 ± 0,025	5,010 ± 0,034
318 „	—	4,200 ± 0,070	4,560 ± 0,060	4,725 ± 0,025
225 „	4,050 ± 0,050	4,267 ± 0,032	—	—

nicht größer als normal, dies war aber der Fall bei noch niedrigeren Drucken (318 und 225 mm).

JOHANSEN und KROGH fassen die Ergebnisse ihrer Versuche dahin zusammen, daß ein Sauerstoffgehalt größer als 50% des normalen für die Fischeier und -larven ausreichend ist und zweifellos auch für die späteren und weniger empfindlichen Lebensstadien. Es ist wahrscheinlich, daß der z. B. im Bornholmbecken zu beobachtende niedrige Sauerstoffgehalt von 20% und noch wesentlich darunter die Lebensvorgänge zurückhält und für Fischeier und manche andere Organismen sogar zerstörend wirkt. Damit wird die festgestellte Tatsache zusammenhängen, daß die Bodenfauna von Bornholmtief sehr artenarm ist. —

Wir dürfen annehmen, daß diese Erscheinung sich in der Gotlandmulde, besonders westlich Gotland und vor allem im Bogskärtief, bei eingehender Untersuchung in noch viel ausgeprägterem Maße feststellen ließe.

BRUNO SCHULZ.

Die Anregungsspannungen des Wasserstoffatoms. Die Untersuchung der Anregungs- und Ionisierungsspannungen der einatomigen Gase und Dämpfe nach dem Elektronenstoßverfahren führte bekanntlich zu Ergebnissen, die deutlich zeigen, daß kinetische Energie stoßender Elektronen nur in Quanten auf Atome übertragen werden kann. Dabei ist die Größe dieser Quanten für die verschiedenen Atome verschieden und durch die Energieunterschiede der möglichen Quantenzustände des betreffenden Atoms bestimmt. Unter Zugrundelegung der Bohrschen Theorie kann sie aus den Termen der Serienspektren — vorausgesetzt, daß diese bekannt sind — mit großer Genauigkeit entnommen werden. In allen bisher untersuchten Fällen ergab sich Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment. Dabei entzog sich bisher der Untersuchung das Atom, bei dem es als einzigem möglich ist, die Energien der Elektronenbahnen nicht nur aus dem Spektrum empirisch zu entnehmen, sondern auch auf Grund genauer Kenntnis der Bahnen exakt zu berechnen. Dies Atom ist bekanntlich das H-Atom. Der Grund, weswegen die Untersuchung des H-Atoms nach dem Elektronenstoßverfahren nicht so einfach ist, liegt auf der Hand, da ja Wasserstoff normalerweise als H₂ vorliegt. Es gibt nun natürlich eine ganze Reihe von Arbeiten, die sich mit den Anregungs- und Ionisierungsspannungen des H₂-Moleküls beschäftigen. Die genaue Ermittlung dieser Spannungen ist sehr wichtig, weil dieselben die Grundlage bilden für

die Berechnung des H₂-Molekülmodelles, das wir ja auch heute noch nicht kennen. Leider weichen die von den verschiedenen Autoren ermittelten Werte ziemlich stark voneinander ab, und es ist auch noch nicht in allen Fällen endgültig entschieden, ob bei einer bestimmten Spannung Strahlung oder Ionisation entsteht. Schwierigkeiten macht auch die Deutung der einzelnen kritischen Spannungen, da sehr verschiedenartige Fälle wie Anregung oder Ionisation mit oder ohne Dissoziation des Moleküls möglich sind. Dagegen sind für das H-Atom die kritischen Spannungen von vornherein so sicher bekannt, daß man es kaum für nötig halten möchte, dieselben experimentell noch zu ermitteln. Trotzdem müssen wir es als eine sehr scharfe Prüfung für die Richtigkeit und Leistungsfähigkeit der experimentellen Methode wie auch als Erweiterung der experimentellen Möglichkeiten begrüßen, wenn es gelingt, den Wasserstoff im atomaren Zustande nach dem Elektronenstoßverfahren zu untersuchen. Diese Aufgabe ist von P. S. OLMSTEAD und K. T. COMPTON neuerdings gelöst worden (Phys. Rev. [2] 22, 559. 1923, Nr. 6). Um atomaren Wasserstoff zu erhalten, muß H₂ möglichst vollständig dissoziiert werden. Dies geschieht in einem elektrischen Ofen. Durch einen Zylinder von 4 cm Länge und 1 cm Durchmesser aus Wolframfolie von 0,025 mm Dicke wird ein Strom von 150 Amp. geschickt. Die Stromzuführung geschieht durch nickelplattierte Eisenelektroden, die mit Wasser gekühlt sind. Es gelingt, während der Dauer einer Beobachtung die Temperatur des Ofens auf etwa 2800° C zu halten. Bei dieser Temperatur und den verwendeten Drucken von wenigen hundertstel Millimeter Hg ist H₂ zu mehr als 90% dissoziiert. Wir haben also im Innern des Ofens praktisch atomaren Wasserstoff. Die zur Durchführung der Elektronenstoßversuche nötigen Teile sind folgendermaßen angeordnet: Als Elektronenquelle dient ein Pt-Draht, der vorne umgebogen, abgeplattet und mit Oxyd belegt ist. Dieser Draht wird so weit in den Ofen hineingeschoben, daß das vordere Ende, durch den Ofen geheizt, gerade auf der Temperatur ist, die erforderlich ist, um die gewünschte Stärke des Elektronenstromes zu geben, diese kann außerdem durch Verschieben des Drahtes längs der Zylinderachse beliebig variiert werden. Diese Elektronenquelle hat auch gegenüber dem sonst üblichen elektrisch geheizten Glühdraht den Vorteil, streng äquipotential zu sein, was sehr wichtig ist, wenn man Elektroden möglichst gleicher Geschwindigkeit haben will. Als Elektrode, auf die hin die Elektronen beschleunigt werden, könnte die

W-Folie des Ofens dienen. Da diese aber stromdurchflossen ist und deshalb ein Potentialgefälle von 4,5 Volt besitzt, wird in den Ofen ein zweiter W-Zylinder von 7 mm Durchmesser geschoben, der nur mit dem einen Ende des äußeren Zylinders leitend verbunden ist und sich also auf konstantem Potential befindet. Zwischen dem Pt-Draht und diesem inneren Zylinder wird nun die variable, elektronenbeschleunigende Spannung angelegt. Zur Feststellung der Strahlung, die von den durch den Elektronenstoß angeregten Atomen ausgesandt wird, dient in der üblichen Weise die Messung des Photostromes, der durch die Strahlung an einer Auffangplatte ausgelöst wird. Diese Platte ist außerhalb des Ofens, aber innerhalb des wassergekühlten Metallgefäßes, das alle Teile einschließlich Ofen umschließt, so angebracht, daß die aus dem Ofen kommende Strahlung auf sie auftrifft. Vor der Platte befindet sich ein Drahtnetz, das gegen die Platte positiv geladen ist, so daß die Photoelektronen, die diese verlassen, beschleunigt werden. Der Photostrom wird mit einem Elektrometer gemessen. Vor dem Drahtnetz ist in besonderer Weise eine Anordnung getroffen, durch die geladene Teilchen, die etwa vom Ofen her kommen könnten, durch elektrische Felder aufgefangen werden. Die Apparatur ist also lediglich geeignet zum Nachweis von Strahlungseffekten, während Ionisation nicht nachweisbar ist.

Gemessen wird nun in der üblichen Weise der lichtelektrische Strom in Abhängigkeit von der Elektronen beschleunigenden Spannung. Dabei ergeben sich Kurven, die bei bestimmten Spannungen sehr scharf ausgesprochene Knicke zeigen. Diese Spannungen ergaben sich zu 10,15, 12,02, 12,70, 13,00, 13,17, 13,27 und 13,54 Volt mit einem Fehler $< 0,05$ Volt. Dagegen traten die für H_2 charakteristischen, kritischen Spannungen nicht auf. Die Deutung der gefundenen Spannungen vom Standpunkte der Bohrschen Theorie des H-Atoms ist nun leicht. Es sind dies die in Volt umgerechneten Arbeiten, die zu leisten sind, um das Elektron des H-Atoms von der einquantigen Bahn der Reihe nach auf die zweiquantige, dreiquantige usw. Bahn zu heben. Diese Arbeit ist für die n -quantige Bahn:

$$W_n V_n = h R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

wo h das Plancksche Wirkungsquantum und R die Rydbergkonstante bedeutet. Für $n = \infty$ berechnet sich diese Arbeit, d. h. die Ionisierungsarbeit, durch die Gleichung $W_n = e V_n$ in Volt umgerechnet, zu $V_\infty = 13,52$ Volt. Wir haben also:

$$V_2 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} \cdot 13,52 = 10,14,$$

$$V_3 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{8}{9} \cdot 13,52 = 12,02,$$

$$V_4 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{15}{16} \cdot 13,52 = 12,69,$$

$$V_5 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{24}{25} \cdot 13,52 = 13,00,$$

$$V_6 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{35}{36} \cdot 13,52 = 13,17,$$

$$V_7 = 13,52 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{7^2} \right) = \frac{48}{49} \cdot 13,52 = 13,26.$$

Man sieht also, daß die gemessenen Werte mit den von der Theorie geforderten innerhalb der kleinen Fehlergrenze vollkommen übereinstimmen. Die Tatsache, daß auch bei der Ionisierungsspannung 13,54 Volt ein Knick beobachtet wird, erscheint dem Verfasser plausibel auf Grund der bekannten Erscheinung, daß oberhalb der Ionisierungsspannung das Wasserstoffspektrum viel stärker herauskommt. Die Wiedergabe der Kurven in der Originalarbeit zeigt deutlich das Vorhandensein der Knicke, die für die niedrigeren Spannungswerte auch sehr scharf ausgeprägt, bei den Werten von 13,0 Volt an aber doch nur schwer erkennbar sind. Man wird aber den Verfassern glauben, daß sie sich bei deren Festlegung durch die Kenntnis der Knickstellen nicht haben subjektiv beeinflussen lassen. Das Resultat der Arbeit stellt, wie die Verfasser mit Recht sagen, eine erfreuliche Bestätigung der Bohrschen Theorie des Wasserstoffatoms dar, doch möchten wir meinen, daß der Hauptwert der Arbeit in der Erweiterung der experimentellen Möglichkeiten liegt, indem nun die hier entwickelte Methode auf andere Gase wie N_2 und O_2 angewandt werden kann, bei denen die zu erwartenden Anregungsspannungen der Atome noch unbekannt sind. Derartige Versuche sind nach Angabe der Verfasser in Angriff genommen.

W. GROTRIAN.

Das Resultat einiger Versuche über fraktionierte Krystallisation gewöhnlichen Bleis, die nicht weiter fortgesetzt werden konnten, wird von R. H. ATKINSON (Nature vom 5. April 1924) mitgeteilt: Daß Verf. durch fraktionierte Krystallisation Proben verschiedener Dichte erhalten hatte, hat er in einem Brief an Nature (25. August 1923) berichtet. Er hat jetzt die Dichten beider Proben und die betreffenden Atomgewichte durch Überführung des Bleis in Bleisulphat bestimmt.

Dichte:	11,358	—	11,327
Atomgewicht:	207,07	207,15	207,19

Die Unterschiede sind also noch so klein, daß diese Zahlen einer Prüfung bedürfen, ehe man weitere Schlüsse aus ihnen ziehen kann. Daß die Unterschiede nicht durch Verunreinigung durch Wismut bzw. Thallium entstanden sind, ist durch Identifikation des Schmelzpunktes bewiesen.

Über den Zusammenhang des Potentialgradienten und der Zahl großer Ionen in der Atmosphäre berichtet J. J. NOLAN. (Nature vom 5. April 1924.) Er hat auf Grund eigener Beobachtungen festgestellt, daß die Kurven für den Potentialgradienten und die Zahl großer Ionen sich im allgemeinen weitgehend ähneln. Da eine Vergrößerung der Zahl der großen Ionen die Verkleinerung der Zahl der beweglicheren kleinen und damit eine Vergrößerung des Widerstandes bedingt, muß auch der Potentialanstieg steiler werden, wodurch sich die Ähnlichkeit der Kurven erklären läßt.

v. SIMSON.

Berichtigungen.

In dem von BALDUS erstatteten Referat (Heft 21, S. 416, 1. Spalte) ist Yungia versehentlich als Borstentier bezeichnet statt als Strudelwurm. Es soll heißen: „Yungia kriecht entweder mit Hilfe seiner Wimpern“ und weiter unten: „... sendet Impulse in die Nervenstränge.“

In dem Referat über die Thermik der Alpenseen (Heft 22, S. 440) muß es S. 441, 1. Spalte, Zeile 19 von oben heißen: 12 cm statt 12 m.