

Herztorschreibung und Herztorschwerzung.

VON FERDINAND TRENDELENBURG, Berlin-Siemensstadt.

Die Auskultation der über dem Herzen auftretenden akustischen Erscheinungen ist die fundamentalste Methode der klinischen Untersuchung: Der Arzt gewinnt durch das Abhören dieser Schallphänomene die Grundlagen zur Beurteilung der Herzfunktion. LAENNEC, ein Pariser Arzt, entdeckte 1816 diese wertvolle Methode und klärte in systematischer Arbeit die Zusammenhänge der auskultatorisch wahrgenommenen Schallerscheinungen mit den verschiedenen Krankheitsformen auf. Die Kunst der praktischen Auskultation und die Fähigkeit, den Auskultationsbefund für die Krankheitsdiagnose richtig auszuwerten, wurde rasch zu einem hohen Niveau gehoben. Große Schwierigkeiten ergaben sich bei den Versuchen, Aufschlüsse über die eigentlichen physikalischen Eigenschaften dieser Schallphänomene zu erhalten. Diese Schwierigkeiten haben mehrere Ursachen. Die in Frage stehenden Schallvorgänge besitzen nur außerordentlich geringe Intensität, wir werden zeigen können, daß sie die Hörschwelle oft nur wenig übertreffen. Die Herztöne und Herzgeräusche sind aus Komponenten der verschiedensten Tonbereiche zusammengesetzt, in den Herztönen treten Schwingungen von etwa 100 Hertz und weniger, in den Geräuschen Komponenten bis 1000 Hertz und darüber auf. Besonders erschwert wird ein Versuch, die Herztöne und Herzgeräusche graphisch zu registrieren dadurch, daß die Körperwand, an der diese Phänomene abgehört werden sollen, infolge der Herztätigkeit erhebliche Erschütterungen erfährt; diese dürfen die Apparatur nicht nennenswert beeinflussen, da sonst die aufzunehmenden akustischen Erscheinungen durch diese verhältnismäßig niederfrequenten Schwingungen im objektiv aufgezeichneten Klangbild verdeckt werden.

Die Methoden, welche zu einer Registrierung der Herztöne bisher Verwendung fanden, seien hier kurz skizziert und zwar sollen zunächst die wichtigsten mechanisch-optisch arbeitenden Anordnungen besprochen werden.

Eine viel gebrauchte Methode der Herztorschreibung ist die Schallschreibung mittels der FRANKSchen Kapsel¹. Auf die Körperwand wird ein Trichter aufgesetzt, der die Schallschwingungen aufnimmt und mittels einer Schlauchleitung einer

¹ Über die FRANKSche Kapsel vgl. die Darlegungen in R. TIGERSTEDTS Handbuch der physiologischen Methodik, 2 II, 94 (1911). Vgl. fernerhin einen zusammenfassenden Bericht über „Kardiographie“ H. LULLIES, Z. Instrumentenkde. 47, 389 (1927); dem Bericht sind auch die Fig. 1 und 2 entnommen.

mit einer Gummimembran abgeschlossenen Kapsel zuführt. Auf die Membran ist ein sehr leichtes Spiegelchen geklebt. Ein durch den Spiegel reflektierter Lichtstrahl erlaubt die Membranbewegungen photographisch zu registrieren.

Die Erschütterungen der Brustwand beeinflussen bei der geschilderten Art der Schallabnahme die Registriervorrichtung nicht. Auf das Registriersystem wirkt nur der Schall, welcher durch den innerhalb der Trichteröffnung liegenden Teil der Brustwand abgestrahlt wird. Der Umstand, daß die Trichteröffnung wesentlich größer als der Kapselquerschnitt ist, bewirkt eine Drucktransformation und damit eine Empfindlichkeitssteigerung. In gewissen Grenzen läßt sich auch eine Frequenzkorrektur anbringen, schaltet man nämlich an der Leitung vom Trichter zu Registriersystem eine Öffnung an, so findet für die langsamen Frequenzen ein Druckausgleich nach der Außenluft hin statt, so daß diese weniger übertagen werden. Dies Verfahren kann man mit Vorteil dazu verwenden, um die diagnostisch weniger wichtigen tiefsten Frequenzen (Gegend 30 Hertz und tiefer) zu unterdrücken.

Im Phonoskop von O. WEISS² (Fig. 1) wirken

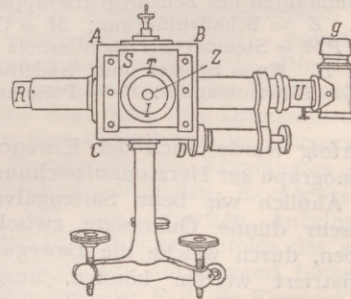


Fig. 1. Phonoskop von O. WEISS. R = Projektionsmikroskop. U = Beleuchtungsmikroskop. g = Lichtquelle; S = Schieber; T = Tubus; z = Membranoffnung; I = Verschiebbare Hülse; A B C D = Schutzkasten.

die Schallschwingungen auf eine Seifenblasenmembran. Die Membranbewegungen werden auf ein kleines Glashebelchen übertragen, dessen Bewegungen mikrographisch registriert werden. Zur Schallabnahme vom Körper dient auch hier ein Trichter mit einer Rohrverbindung zum Seifenblasenphonoskop. Das schalleitende Rohr ragt frei in eine über der Membran liegende Hülse I hinein, so daß auch hier die tiefen Frequenzen nur wenig auf den Schallempfänger einwirken,

² O. WEISS, Arch. f. d. ges. Physiol. 9, 463 (1902).

Im Schallregistrierapparat von GERHARTZ³ (Fig. 2) wurde zunächst gleichfalls eine Seifenblasenmembran, später eine solche aus Kollodium gebraucht. Der vom Trichter aufgenommene Schall tritt durch das Zuleitungsrohr *Z* (Fig. 2) auf die Membran *M*. Ein Stäbchen aus Bambusholz, das in der Halterung *H* gefaßt ist, überträgt die Membranbewegungen auf das Spiegelchen *Sp*. Das Spiegelchen ist mit einem dünnen Eisenplättchen hinterlegt, welches auf zwei Nadeln *Na* in Körnungen der Polschuhe eines Elektromagneten *NS* ruht. Der Spiegel wird also durch Kraftfluß auf einer Art von Schneidenlagerung gehalten.

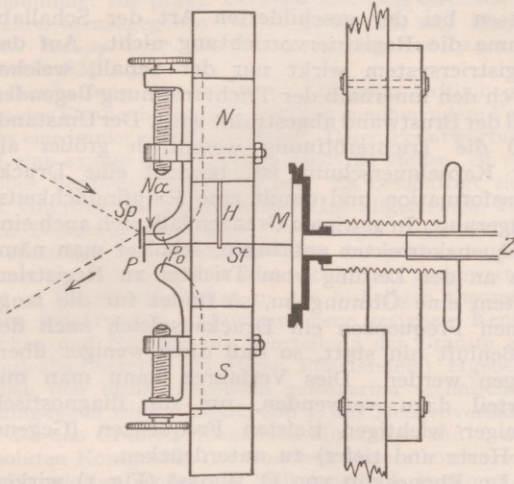


Fig. 2. Membranteil des Schallregistrierapparates von GERHARTZ. *Z* = Schallzuführung; *M* = Collodiummembran; *PSt* = Stempel aus Bambusholz mit Führungshalter *H*, *Sp* = Spiegel mit Nadelhalter *Na*, *NS* = Elektromagnet; *PS* = Polschuhe.

Mit Erfolg wurde auch der EINTHOVENSCHE⁴ Saitenphonograph zur Herztonaufzeichnung herangezogen. Ähnlich wie beim Saitengalvanometer ist eine sehr dünne Quarzseite zwischen zwei Mikroskopen, durch welche die Bewegungen der Saite registriert werden können, ausgespannt. Treten durch einen Trichter Schallwellen in eine die Saite umhüllende Kammer, so wird die Saite durch den Schall zu erzwungenen Schwingungen angeregt.

Die bisherigen Ausführungen mögen genügen, um den derzeitigen Stand der mechanisch-optisch arbeitenden Verfahren zur Registrierung von Herztönen und Herzgeräuschen zu skizzieren. Zahlreiche andere Apparaturen mögen zwar gewisse Vorteile — sei es in der Art der Membrankonstruktion, sei es in der Art, wie die Bewegung der Membran vergrößert und niedergeschrieben wird — besitzen; keine der Anordnungen genügt aber den Ansprüchen, die man vom Stande moderner

akustischer Methodik an die Treue der Registrierung stellen kann.

Die Kurventreue all dieser Apparaturen ist nur eine eng begrenzte. Die Empfindlichkeit für die höheren Frequenzen läßt rasch nach; man ist gezwungen, eine verhältnismäßig tiefe Abstimmung der schwingenden Systeme zuzulassen, weil sonst die Apparaturen überhaupt nicht mehr auf die zu registrierenden Schallphänomene ansprechen. Diese im Übertragungsgebiet liegenden Eigenschwingungen führen zu erheblichen Kurvenverzerrungen. Es können mit den mechanisch arbeitenden Verfahren zwar wichtige und interessante Einzelstellungen — so z. B. manche Aussagen über die zeitliche Lage von Herzgeräuschen innerhalb einer Herzperiode — gemacht werden, wesentliche Ergebnisse über die eigentlichen physikalischen Eigenschaften von Herztönen und Herzgeräuschen konnten mit diesen Apparaten aber noch nicht gewonnen werden.

In neuester Zeit wurden nun diese Fragen mit den modernsten Mitteln akustischer Forschung in Angriff genommen: die Methoden der elektrischen Klanganalyse wurden auch zur Untersuchung der Herztöne und Atemgeräusche eingesetzt. Diese Methoden sind so weit durchgearbeitet, daß die mit ihrer Hilfe gewonnenen Ergebnisse im einzelnen kritisch gewertet und auch quantitativ erfaßt werden können.

Bereits EINTHOVEN⁵ hat eine elektrische Methode zur Klanganalyse angegeben, der mittels eines Trichters aufgenommene Schall erregt ein Kohlekörnermikrophon, die am Mikrophon auftretenden Spannungen werden durch ein Capillarelektrometer oder in einer späteren Arbeit durch ein Saitengalvanometer⁶ aufgezeichnet. Die mit dieser Anordnung durchgeführten Untersuchungen der Herztöne und Atemgeräusche lieferten bereits interessante Aufschlüsse über diese Eigenschaften dieser Schallphänomene; die Kurventreue einer solch einfachen Anordnung läßt aber insbesondere wegen der störenden Resonanzen der verwendeten Membranempfänger zu wünschen übrig. Einen großen Fortschritt konnte man erst dadurch erreichen, daß man die geringere Empfindlichkeit akustisch hochwertiger Empfänger durch den Einsatz von Verstärkerröhren ausglich. Die moderne Verstärkertechnik beherrscht die Aufgaben einer verzerrungsfreien Verstärkung im gesamten akustisch wichtigen Gebiet: es ist möglich, Verstärker zu bauen, die zwischen 50 und 10000 Hertz bei mehr als 1000facher Spannungsverstärkung Fehler von nur einigen Prozent aufweisen. Ein derartig kleiner Fehler ist im Rahmen der bei diesen Schallphänomenen auftretenden Fragen ohne Bedeutung.

Als Empfänger für diese Versuche wurde in Amerika ein elektromagnetischer Membran-

³ H. GERHARTZ, Pflügers Arch. 131, 509 (1910).

⁴ W. EINTHOVEN und S. HOOGWERF, Pflügers Arch. 204, 275 (1924).

⁵ W. EINTHOVEN und M. A. J. GELUK, Pflügers Arch. 57, 617 (1894).

⁶ W. EINTHOVEN, Pflügers Arch. 117, 461 (1907).

empfänger⁷ verwendet, der schallempfindliche Teil des Empfängers wurde unmittelbar auf die Brustwand aufgesetzt. Ein ähnliches Verfahren wurde auch von F. SCHEMINZKY⁸ ausgebildet.

Beide Verfahren brachten praktisch brauchbare Resultate, der in Amerika⁷ entwickelte Empfänger wurde insbesondere zum Steuern einer Verstärkerapparatur benutzt, die mit Siebketten ausgerüstet war, es wurde nun subjektiv beobachtet, welche Frequenzgebiete in den Herztönen und in den Herzgeräuschen vornehmlich enthalten sind.

Über eine im gesamten akustisch wichtigen Bereich mit praktisch gleichmäßiger Empfindlichkeit arbeitende Anordnung, die früher schon von F. TRENDELENBURG mit Erfolg für die Untersuchung von Sprachklängen⁹ und von H. BACKHAUS¹⁰ zur Untersuchung von Musikklängen benutzt wurde, sei im folgenden berichtet:

phons für die tieferen, uns hier zunächst besonders interessierenden Frequenzen wieder, sie wurde durch Vergleich der Empfindlichkeit der Mikrophanordnung mit den Ausschlägen einer Rayleigh-Scheibe in einem Schallfeld geeigneter Frequenz und geeigneter Intensität gewonnen. Auch in höheren Bereichen bis zu etwa 8000 Hertz ist die Apparatur praktisch gleichmäßig empfindlich. Die Frequenzkurve des zur Wiedergabe verwendeten Blatthallers kann ebenfalls durch eine Eichung gewonnen werden¹¹.

Das Gesagte muß genügen, um die verwendete Apparatur zu skizzieren und um zu zeigen, daß die Arbeitsweise der Apparatur im einzelnen durch Messungen geprüft wurde und daß diese Eichungen eine kritische und quantitative Wertung der gewonnenen Resultate ermöglichen.

Die Versuche wurden nun in der Weise durch-

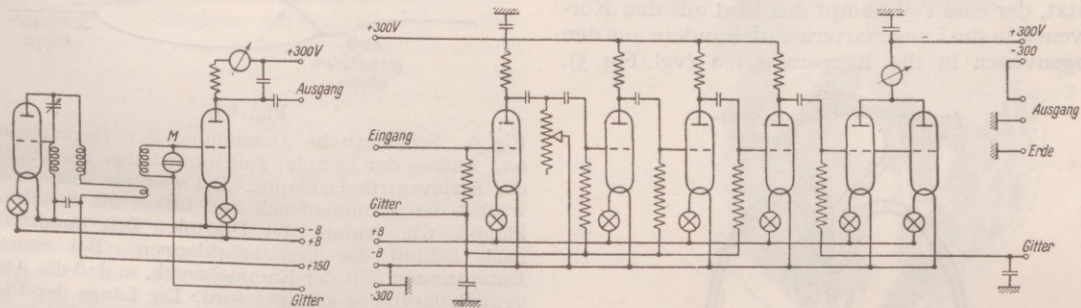


Fig. 3. Verstärkerschaltung zur Herztzuschwächung.

Die Aufnahme der Schallschwingungen erfolgt mittels des RIEGGERschen Hochfrequenzkondensatormikrophons, die vom Mikrophon erregten Wechselspannungen steuern einen verzerrungsfreien Widerstandsverstärker, in den Anodenkreis des Ausgangsrohres dieses Verstärkers wird zur Aufzeichnung die hochabgestimmte Meßschleife eines Oszillographen oder zwecks Wiedergabe ein Blatthaller angeschlossen.

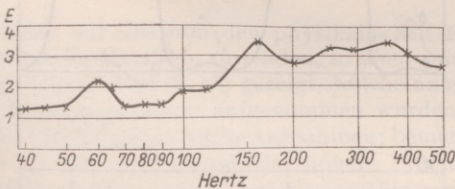


Fig. 4. Frequenzkurve der Mikrophanordnung für tiefe Tongebiete.

Fig. 3 zeigt die Verstärkereinrichtung, Fig. 4 gibt die Frequenzkurve des Kondensatormikro-

geführt, daß das Kondensatormikrophon — ähnlich wie ein gewöhnliches Stethoskop —, unmittelbar auf die Brustwand aufgesetzt wurde. Die Empfänger-membran (und damit auch der Verstärker und die Meßschleife) folgt dann den Druckschwankungen, die sich in dem kleinen von der Körperwand und von den Wandungen des Empfängers selbst gebildeten Hohlraum abspielen. Es möchte zunächst scheinen, daß eine derartige Anbringung des Empfängers zu Störungen infolge der erwähnten Erschütterungen der Körperwand führen müßte. Dies ist aber nicht der Fall, die Eigenart des hochabgestimmten und mit einem sehr leichten schwingenden System ausgerüsteten Membranempfängers bringt es mit sich, daß nur außerordentlich geringe Relativbewegungen zwischen Membran und Gehäuse auftreten, wenn letzteres Erschütterungen ausgesetzt wird.

Wenn wir die Ergebnisse, welche die Untersuchung der Herztöne und der Herzgeräusche mit dem Kondensatormikrophon ergaben, verstehen und die zahlreichen Eigentümlichkeiten der aufgenommenen Klangbilder deuten wollen, ist es erforderlich, zunächst mit einigen kurzen Worten die physikalischen und physiologischen Grundlagen dieser Schallphänomene zu skizzieren.

¹¹ Über die Frage der Eichung von Schallempfängern und Schallsendern vgl. auch F. TRENDELENBURG, „Über Schallfeldprobleme“, Naturwiss. 15, 297 (1927).

⁷ Vgl. hierzu H. A. FREDERICK und H. F. DODGE, Bell Syst. Techn. J. 3, Nr 4 (1924).
⁸ F. SCHEMINZKY, Z. exper. Med. 57, 470 (1927).
⁹ F. TRENDELENBURG, Wissenschaftl. Veröff. a. d. Siemenskonzern 3, H. 2, 43 (1924); 4, H. 1, 1 (1925); 5, H. 2, 120 (1926); 5, H. 3, 175 (1927); 6, H. 2, 184 (1928).
¹⁰ H. BACKHAUS, Z. techn. Physik 8, 509 (1927).

Es ist dies um so mehr notwendig, als ich später zeigen werde, daß die aufgezeichneten Klangbilder gerade zu diesen Fragen neue Aufschlüsse geben konnten.

Der Blutumlauf im menschlichen Körper wird durch eine Folge von Zusammenziehungen und Erschlaffungen des Herzens aufrecht erhalten, dementsprechend teilt man die Herzfunktion zeitlich in zwei Phasen: Systole und Diastole. Die Phase der Systole umschließt den Zeitraum, während dessen sich das Herz zusammenzieht und damit das Blut aus der Herzkammer in das arterielle System hineintreibt. In der zweiten Phase, der Diastole, dehnt sich das Herz wieder aus und nimmt dann Blut vom venösen System her auf. Es sei hier bereits bemerkt, daß das Herz zwei normalerweise synchron arbeitende Hälften besitzt, der eine Teil pumpt das Blut aus den Körpervenen in die Lungenarterien, der andere aus den Lungenvenen in die Körperarterien (vgl. Fig. 5).

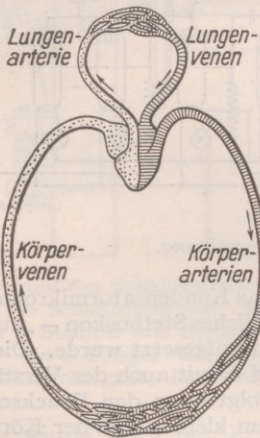


Fig. 5. Schematische Darstellung des Gefäßsystems.

Die Regulierung der Strömungsrichtung des Blutes erfolgt durch die Herzklappen, die nach Art der Rückschlagventile arbeiten. Erhöht sich in der Systole der Druck in den Herzkammern, so werden durch diese Druckerhöhung die Eintrittsklappen (Atrioventrikularklappen) geschlossen, steigt der Druck weiter, so öffnen sich die Austrittsklappen (wegen ihrer Form Semilunarklappen genannt). Zu Beginn der Diastole fällt der Herzkammerdruck infolge der Erschlaffung, die Semilunarklappen werden durch den nunmehr höheren arteriellen Druck verschlossen und später werden dann die Atrioventrikularklappen durch den Vorhofdruck geöffnet. In Fig. 6 ist die Herztätigkeit schematisch dargestellt, Fig. 7 zeigt den zeitlichen Verlauf des Druckes in linker Kammer, Vorhof und Arterie sowie die jeweilige Stellung der Klappen und den ungefähren zeitlichen Verlauf der Herztöne.

Sehr wesentlich ist die aus der Betrachtung dieses Diagramms folgende Feststellung, daß der

Beginn der Herztöne zeitlich jeweils mit dem Moment des Verschlusses eines Klappenpaares zusammenfällt, so trifft der erste Herzton praktisch mit dem Augenblick des Verschlusses der Atrioventrikularklappen zusammen. Der erste Herzton entsteht im wesentlichen durch das Zusammen-

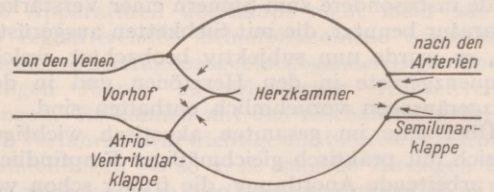


Fig. 6 a.

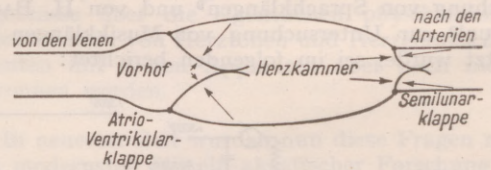


Fig. 6 b.

Fig. 6. Schematische Darstellung der Herztätigkeit. 6a. Anfang der Systole; Zeit unmittelbar nach Schluß der Atrioventrikularklappe. Bei weiterer Anspannung wächst der Kammerdruck und öffnet die Semilunarklappe. 6b. Anfang der Diastole. Zeit unmittelbar nach Schluß der Semilunarklappen. Bei weiterer Entspannung fällt der Kammerdruck, so daß die Atrioventrikularklappe geöffnet wird. Die Länge der Pfeile kennzeichnet die ungefähre Größe des Druckes an den verschiedenen Stellen.

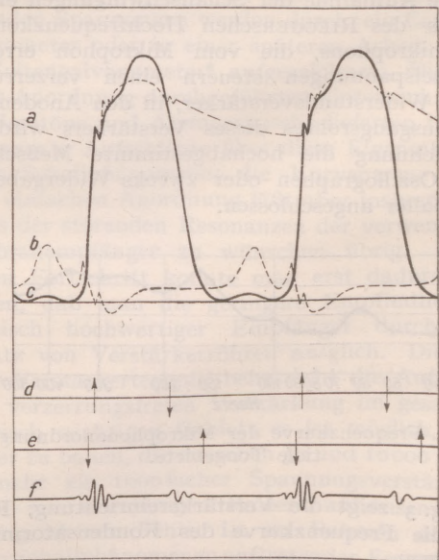


Fig. 7. Zeitliche Beziehungen zwischen dem Druckverlauf im linken Herzen, dem Klappenspiel und den Herztönen. a, b, c Druckverlauf in Aorta, Vorhof, Kammer. d Semilunarklappe. e Atrioventrikularklappe ↑ geöffnet, ↓ geschlossen. Die Zeit läuft von links nach rechts. (Kurven des Druckverlaufes nach H. PIPER, Arch. Anat. u. Physiol 143, 73 [1911]).

schlagen dieser Klappen, der Herzmuskel ist allerdings am ersten Ton auch noch durch den Muskelton beteiligt. Eine Mitwirkung der Semilunarklappen beim Zustandekommen des ersten Tones ist unwahrscheinlich, da diese geschlossen sind und sich erst im Verlauf des ersten Herztones öffnen, auch gehen hierbei die Semilunarklappen von einem Zustand straffer Anspannung beim Verschluss in einen praktisch spannungslosen Zustand über; es können also entsprechend die etwa hierbei auftretenden akustischen Erscheinungen nur von geringer Intensität sein. Die später zu besprechenden Versuche mit dem Kondensatormikrophon können auch noch ein weiteres Argument gegen eine Beteiligung der Semilunarklappen beim ersten Ton beibringen.

Die Fig. 7 zeigt ferner, daß der Beginn des zweiten Herztones zeitlich mit dem Verschluss der Semilunarklappen zusammenfällt; das Zusammenschlagen dieser Klappen verursacht den zweiten Ton. Es sei weiter bemerkt, daß neben dem akustischen Phänomen der Herztöne, welche, wie wir sahen, mit dem Arbeiten der Klappen in unmittelbarem Zusammenhang stehen, insbesondere in pathologischen Fällen als eine weitere akustische Erscheinung Herzgeräusche auftreten. Die Herzgeräusche erklärt man durch Wirbelbildung in der Blutströmung an den Herzklappen, und zwar besonders dann, wenn die Klappen verengt oder verhärtet sind (Stenose) oder auch dann, wenn eine Klappe nicht richtig schließt (Insuffizienz).

Zum Schluß dieser Bemerkungen über die Ursachen der Herztöne sei noch eine Figur angeführt, welche die räumliche Anordnung der einzelnen Teile des Herzens sowie der angrenzenden Teile der Arterien und der Venen gut erkennen läßt (Fig. 8). Besonders sei hier auf den Anfang der Körperarterien, auf die Aorta, hingewiesen, von den über der Aorta abgehörten Klangerscheinungen und von der Beteiligung der Aorta beim Zustandekommen dieser Erscheinungen werden wir später noch eingehend zu sprechen haben.

Wenn wir uns nun den physikalischen Eigenschaften der Herztöne zuwenden, so seien zunächst einige Klangbilder (S. 78) gezeigt, welche an gesunden Versuchspersonen aufgenommen wurden. Die Bilder 1 und 2 zeigen solche Aufnahmen; bemerkenswert ist, daß die Klangbilder höhere Frequenzen als etwa 100 Hertz nur in verhältnismäßig geringem Maße aufweisen; besonders charakteristisch ist auch, daß in diesen höheren Gebieten keinerlei lang dauernde Wellenzüge ein und derselben Frequenz vorhanden sind. Analysiert man die Bilder nach FOURIER, so erhält man ein verhältnismäßig gleichmäßiges Frequenzspektrum (Fig. 9), das keinerlei scharf hervortretende Maxima enthält. Lediglich in tieferen Gebieten — in Gegend 80—100 Hertz, teilweise auch tiefer — tritt meist ein flacher Anstieg der Amplitude auf, welcher wohl auf resonatorische Eigenschaften des Brustkorbes zurückzuführen ist. Es ergibt sich ferner,

daß beim Gesunden der erste Ton über der Herzspitze wesentlich lauter ist als der zweite Ton. Über der Aorta haben, wie das Klangbild 3 — Fourieranalyse Fig. 10 — zeigt, beide ungefähr gleiche physikalische Intensität; subjektiv wird beim Gesunden der zweite Ton über der Aorta meist lauter gehört als der entsprechende erste Ton. Auf

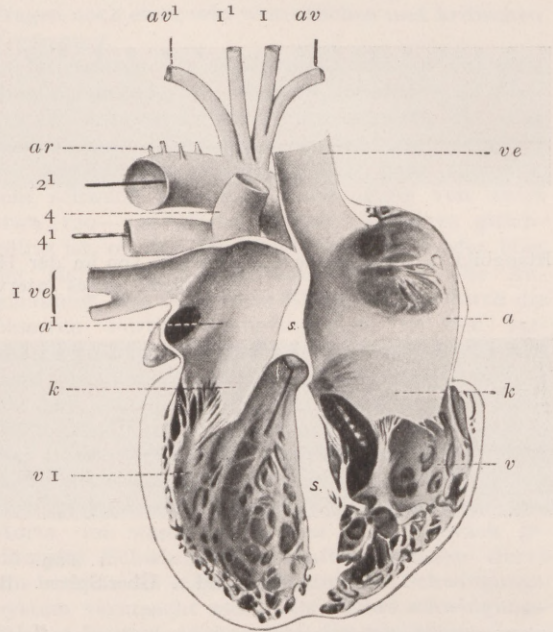


Fig. 8. Herz eines Menschen. Frontaler Schnitt von hinten; a = rechter, a^1 = linker Vorhof; v = rechte, v^1 = linke Kammer; s = Vorhofs-, S = Kammer-scheidewand; kk = die Atrioventrikularklappen; 2^1 , ar , av^1 , I^1 , I , av = Aorta und die von ihr ausgehenden Äste; ve = eine Körpervene; 4^1 = der linke, 4 = der rechte Ast der Lungenarterie; Ive = die linken Lungenvenen. (Nach BOAS, entnommen dem Handwörterbuch d. Naturwiss. 5, 1010 [1913].)

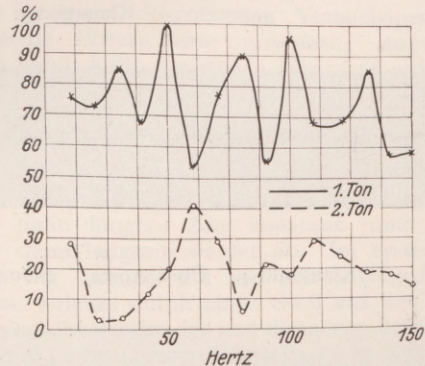
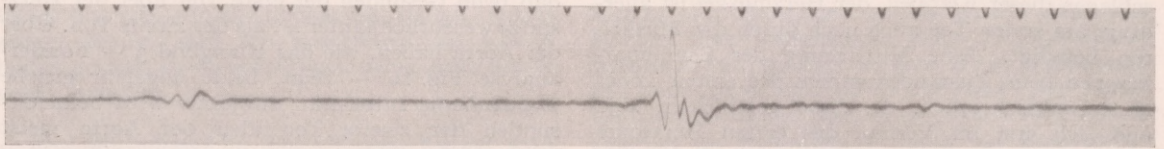
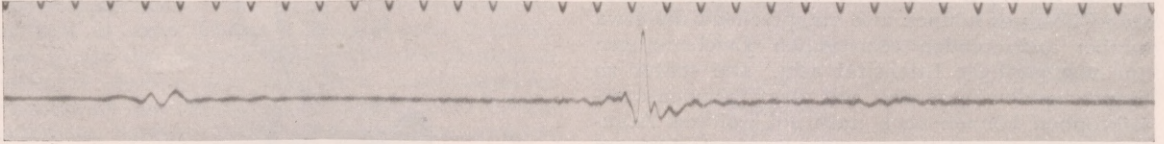


Fig. 9. Fourieranalyse, Klangbild 1, über Herzspitze, „paukender 1. Ton“.

die Beziehungen zwischen subjektiv empfundener und physikalischer Intensität kommen wir später noch zurück. Das scheinbare Leiserwerden des ersten Tones über der Aorta ist wohl auf die relativ feste Kopplung dieser Auskultationsstelle

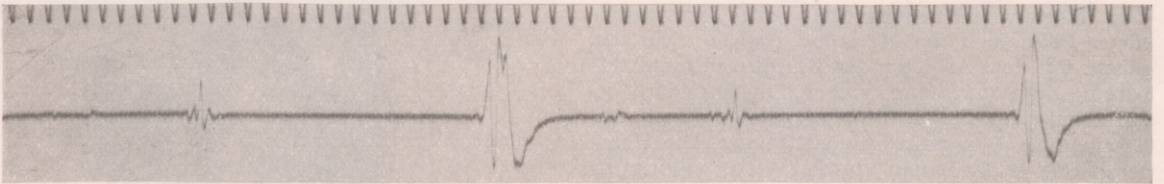


1. Ton.



2. Ton.

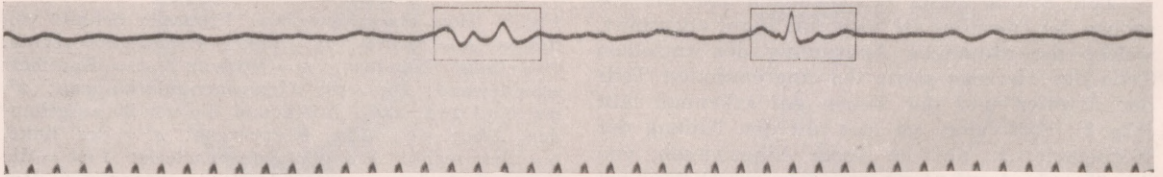
Klangbild 1. Über Spitze. Befund: 1. Ton an der Herzspitze paukend; daneben leises systolisches Geräusch. Auffallend langes Intervall zwischen 1. und 2. Ton.



1. Ton.

2. Ton.

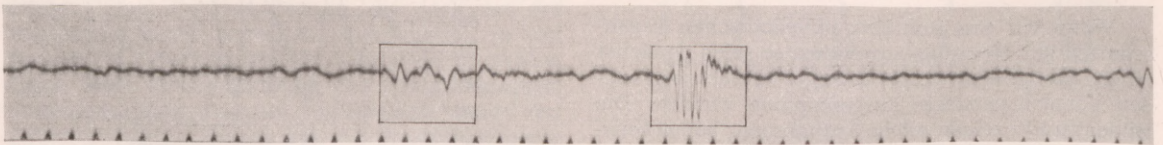
Klangbild 2. Über Spitze. Befund: „2. Ton ziemlich laut.“



1. Ton.

2. Ton.

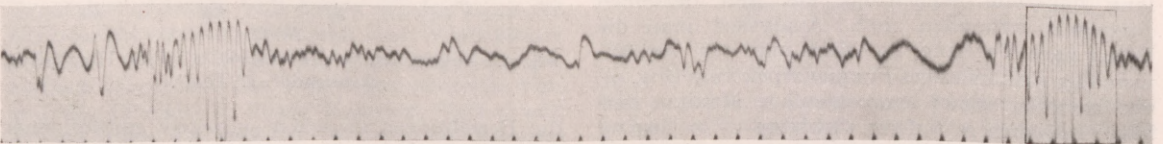
Klangbild 3. Über Aorta. „Ohne Befund.“



1. Ton.

2. Ton.

Klangbild 4. Über Aorta. Befund: „Stark klingender 2. A. T. 1. Ton unrein.“



2. Ton.

Klangbild 5. Über Aorta. Befund: „Systolisches Geräusch. Stark klingender 2. A. T.“
Zeitlicher Anfang der Klangbilder jeweils links oben. Ende rechts unten. Vergleichsfrequenz 50 Hertz.

mit der Schallquelle des zweiten Tones — mit der Semilunarklappe — zurückzuführen.

Der physikalische Befund ändert sich prinzipiell, wenn wir die Herzöne an solchen Personen aufnehmen, welche sklerotische Veränderungen über der Aorta aufweisen, Veränderungen also, die eine Verhärtung der Aortenwand bedeuten. Diesbezügliche Versuche wurden auf Grund einer Anregung von A. BITTORF zuerst von A. LIEBIG und mir¹² vorgenommen. Fig. 4 zeigt eine solche Aufnahme, im Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen tritt hier eine länger dauernde Schwingung von etwa 200 Hertz auf. Bei vorgeschrittener Verhärtung der Aorta kann es dazu kommen,

LIEBIG und mir bestätigt werden. Die von BITTORF seinerzeit gegebene Erklärung dieser Tatsache durch die Annahme, die bessere Hörbarkeit der höheren Frequenzen sei durch die leichtere Fortpflanzung dieser höheren Komponenten in der verhärteten Aortenwand bedingt, bedarf aber nach meinen weiteren Untersuchungen zu diesen Fragen noch einer sehr wesentlichen und kritischen Ergänzung.

Betrachten wir Klangbilder, die an der gleichen Versuchsperson, aber an verschiedenen Auskultationsstellen aufgenommen wurden, so zeigt sich, daß in allen diesen Fällen das Klangbild des zweiten Tones isoliert eine ganz typische, sehr schwach gedämpfte Schwingung von meist etwa 120—130 Hertz enthält, wobei es gleichgültig ist, ob das Klangbild über Aorta oder über der Herzspitze aufgenommen wurde. Die Anschauung, daß ein solches Klangbild nur durch die besseren Fortleitungsbedingungen in der verhärteten Aorta verursacht sei, ist nach diesen Bildern physikalisch nicht mehr zu halten, denn für die Aufnahmen über der Herzspitze sind die Fortleitungsbedingungen über der Aorta unwesentlich. Der objektive physikalische Befund deutet zwingend auf einen anderen physikalischen Vorgang: Schallphänomene, welche über Herzspitze und Aorta im wesentlichen nur eine schwach gedämpfte Schwingung enthalten, müssen durch ein bestimmtes schwach gedämpftes Schwingungssystem verursacht sein. Als solches schwingungsfähiges System dürfte wohl die verhärtete Semilunarklappe und der unmittelbar an die Semilunarklappe stoßende Teil der Aorta anzusprechen sein.

Wir kommen nun noch auf eine Reihe weiterer Eigentümlichkeiten, die an den Klangbildern zu sehen sind, zu sprechen.

Es zeigt sich nämlich bei näherer Betrachtung, daß die Wellenzüge im Klangbild des zweiten Tones an arteriosklerotischen Versuchspersonen prinzipielle Unterschiede aufweisen. Zum Teil springt nämlich die Amplitude sehr rasch auf einen sehr großen Betrag an und fällt dann in langsam abklingenden Oszillationen zu Null (Bild 4) ab. Zu einem anderen Teil erfolgt der Anstieg der Amplitude in mehreren allmählich größer werdenden Schwingungen (Bild 5). Die Amplitude bleibt dann längere Zeit konstant und klingt später dann langsam wieder ab. Im ersten Fall deutet der Befund auf ein schwingungsfähiges System, welches durch einen Stoß aus der Ruhelage gebracht worden ist und dann von dem durch den Stoß erzwungenen Niveau aus in seiner gedämpften Eigenschwingung in die Ruhelage zurückkehrt. Im zweiten Fall deutet der Befund auf eine selbstregende Schallquelle, welche sich einschwingt; die Amplitude schaukelt sich langsam auf und schwingt dann nach dem Aufhören der Energiezufuhr wieder ab. Das erstgenannte Phänomen ist verhältnismäßig leicht zu erklären. Beim zweiten Herzton wird infolge der Druckab-

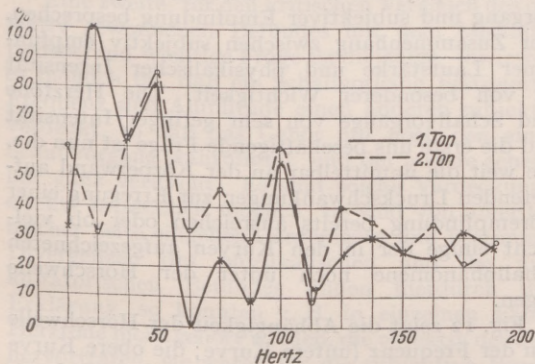


Fig. 10. Fourieranalyse, Klangbild 3, über Aorta „ohne Befund“.

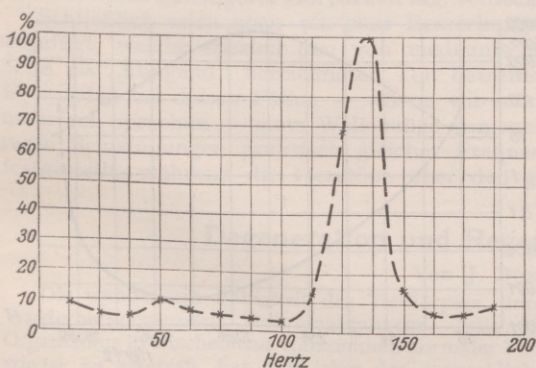


Fig. 11. Fourieranalyse, Klangbild 5, über Aorta „Stark klingender 2. Ton“ (der 1. Ton ist im Klangbild nur schwach angedeutet).

daß das Klangbild des zweiten Tones von einer einzigen Schwingung (und zwar meist in Gegend von etwa 130—150 Hertz) völlig beherrscht wird. Ein besonderes charakteristisches Beispiel zeigt Bild 5, die entsprechende Fourieranalyse ist in Fig. 11 dargestellt.

A. BITTORF¹³ hat die Anschauung vertreten, daß der klingende Charakter des zweiten Aortentones durch das bessere Hörbarwerden der Oberöne bedingt sei; diese Annahme konnte von

¹² A. BITTORF, H. LIEBIG und F. TRENDELENBURG, Z. Kreislaufforschg 19, 681 (1927).

¹³ A. BITTORF, Dtsch. Arch. klin. Med. 81, 65 (1904).

nahme in der Herzkammer die Semilunarklappe zugeschlagen; ist nun die Semilunarklappe infolge von Verhärtungen schwingungsfähig, so wird sie beim Verschluss zunächst über ihre Ruhelage hinausgeschlagen und wird dann erst in ihrer gedämpften Eigenschwingung in die Ruhelage zurückkehren. Eine Erklärung des zweiten Phänomens erscheint zunächst schwer möglich, denn wie sollte sich die Semilunarklappe, wenn sie, wie oben auseinandergesetzt, beim zweiten Herzton ganz zuschlägt, allmählich zu immer größer werdenden Schwingungen einschwingen? Diese Schwierigkeit löst sich aber, wenn wir bedenken, daß in diesem Versuchsfall die Semilunarklappe insuffizient ist, das heißt also, daß diese Klappe nicht vollständig schließt und somit vom Beginn der Diastole an ein Flüssigkeitsstrom in rückläufigem Sinn in die Herzkammer von der Aorta aus eintritt. Der Strömungsquerschnitt in der Klappenöffnung ist sehr gering, so daß hohe Strömungsgeschwindigkeiten auftreten und somit die Vorbedingungen zur Erregung der Klappenränder in ihren Eigenfrequenzen gegeben sind. Die Klappe beginnt nach Art der Zungenpfeife zu schwingen, beim Nachlassen der Erregung, also beim Abfallen des Aortendrucks, klingt diese Schwingung dann wieder ab.

Es sei insbesondere darauf hingewiesen, daß mehrere Klangbilder Anzeichen dafür aufweisen, daß beim Zustandekommen der Schallphänomene Schwingungssysteme von mehr als einem Freiheitsgrad beteiligt waren, so ähnelt z. B. Klangbild 5 demjenigen eines zweifachen Systems. Daß solche Kopplungserscheinungen auftreten, ist von vornherein wahrscheinlich. Es ist anzunehmen, daß auch die Aorta selbst mehrere Schwingungsmöglichkeiten aufweist¹⁴.

Es sei fernerhin hier betont, daß die Schallphänomene des ersten Tones durch etwaige sklerotische Veränderungen der Semilunarklappe und der Aorta unbeeinflusst bleiben — eine Tatsache, die als weiterer Beweis für die Richtigkeit der Anschauung herangezogen werden kann, daß die Semilunarklappe beim Zustandekommen des ersten Tones nicht wesentlich beteiligt ist.

Nun mögen einige allgemeine Bemerkungen über die Herzgeräusche folgen. Stellt man die wesentlichen Komponenten dieser Geräusche fest, so zeigt es sich, daß die objektiv hervortretenden Schwingungen im wesentlichen verhältnismäßig tiefe Komponenten bis etwa 200 Hertz besitzen. Diese objektiv stark hervortretenden Frequenzen sind aber, wie neuere Untersuchungen zeigen,

¹⁴ Eine ausführliche Arbeit „Über physikalische Eigenschaften von Haupttönen“ ist in den *Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konz.* 6, H. 2, 184 (1928) erschienen; in dieser Arbeit werden die angeschnittenen Fragen an größerem Klangbildmaterial erörtert. Es sei fernerhin noch auf Arbeiten über Lungengeräusche hingewiesen, welche E. BASS mit der von mir geschaffenen Apparatur durchführte: *Verh. dtsch. Ges. inn. Med. Wiesbaden* 39, 345 (1927). *Z. exper. Med.* 59, 133 (1928).

nicht diejenigen, welche für die subjektive Wahrnehmung mit dem Gehör entscheidend sind, es muß weiteren Untersuchungen mit entsprechend gewählter Methodik (künstliche Abscheidung der tiefen Frequenzen) vorbehalten bleiben, hier Klarheit zu schaffen; diese Versuche sind eingeleitet¹⁵. Die scheinbare Divergenz zwischen dem mit physikalisch gleichmäßig arbeitender Apparatur aufgenommenen Klangbilder und dem mit dem Gehör aufgenommenen Befund — die eben am Beispiel der Herzgeräusche kurz angedeutet wurde — läßt sich leicht klären, wenn wir jetzt noch die wesentlichen Punkte der Beziehungen zwischen physikalischem Geschehen im Schallvorgang und subjektiver Empfindung besprechen. Der Zusammenhang zwischen subjektiv empfundener Lautstärke und physikalischer Intensität ist von besonderer Wichtigkeit. Die Herzöne sind Schallvorgänge von sehr geringer Intensität und die erste uns beschäftigende Frage ist nun die, wie weit die unmittelbar an der Körperwand auftretenden Druckschwankungen zur Erregung einer Hörempfindung bereits ausreichen oder ob vielleicht einige der in den Kurven aufgezeichneten Schallphänomene noch unter der Hörschwelle liegen.

Fig. 12 zeigt die Abhängigkeit der Hörschwelle von der Frequenz (untere Kurve; die obere Kurve ist die Grenzkurve der Schmerzempfindung, welche für uns hier ohne Interesse ist).

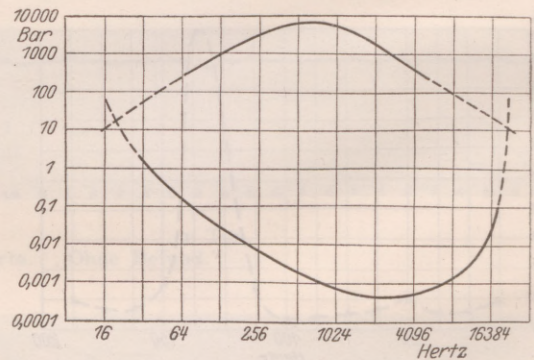


Fig. 12. Die Hörfläche.

In der folgenden Tabelle sind die Druckamplituden, so wie sie in einigen Klangbildern nach entsprechenden absoluten Eichungen der Apparatur bestimmt wurden, eingetragen: trägt man die hier zusammengestellten Frequenz-Druckwertepaare in die Kurve Fig. 12 ein, so zeigt es sich, daß die Punkte im allgemeinen nur wenig über der Hörschwelle liegen. Andererseits zeigt sich aber auch, daß Komponenten physikalisch sehr geringer Intensität weit in die Hörfläche

¹⁵ Über derartige Versuche, die gemeinsam mit K. POSENER, Berlin, 4. Med. Klinik, durchgeführt wurden, habe ich inzwischen auf dem Naturforschertag in Hamburg berichtet. Der Vortrag erscheint demnächst in der *Z. techn. Physik*.

Tabelle.

Frequenz.	12,5	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5	100,0	112,5	125,0	137,5	150,0	162,5	175,0	187,5
Über } 1. Ton	2,0	6,4	16,0	5,2	4,6	3,6	1,2	3,8	1,2	1,6	1,4	1,4	0,7	1,0	1,4
Herzspitze } 2. Ton	1,8	4,8	4,3	4,4	4,2	2,8	2,4	7,0	5,0	4,4	1,8	0,4	1,1	0,5	0,9
Über } 1. Ton	1,6	12,5	12,9	5,3	1,8	1,1	1,2	1,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Aorta } 2. Ton	2,9	6,2	7,5	1,3	1,9	0,5	2,3	1,3	1,3	0,9	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4

hineinfallen können, wenn sie entsprechende Frequenz besitzen, ein Umstand, der für Herzgeräusche nach neueren Untersuchungen tatsächlich vorliegt, es kann z. B. ein Geräusch von der Frequenz-Gegend 1000 Hertz eine Amplitude von $\frac{1}{100}$ eines Herztones der Frequenz 100 haben, und doch sind beide subjektiv gleich laut.

Eine zweite, für den kritischen Vergleich des objektiv gewonnenen Befundes mit dem Auskultationsbefund wichtige Frage ist diejenige, inwieweit es möglich ist, daß ein Schallvorgang bestimmter Frequenz und Amplitude einen anderen subjektiv verdeckt, so daß das Gehör nur noch den einen Schallvorgang wahrnimmt und der andere scheinbar ganz verlöscht. Es sind solche Verdeckungseffekte tatsächlich möglich, sie sind von amerikanischer Seite eingehend untersucht und bestimmte Divergenzen des physikalischen und des auskultatorischen Befundes finden hierdurch ihre Erklärung, so konnten z. B. in einzelnen Fällen Herzöne nicht gehört werden, die objektiv deutlich hervortraten, sie waren für die subjektive Beachtung durch Herzgeräusche, deren Frequenz in einem Bereich günstiger Hörbarkeit lag, verdeckt.

Schließlich seien noch ein paar Bemerkungen angefügt, welche speziell den von medizinischer Seite als „klingend“ bezeichneten Ton betreffen. Es wurden bei diesen Fällen — wovon wir schon mehrfach sprachen — stets Wellenzüge von mehreren Schwingungen praktisch gleicher Frequenz festgestellt, während die Herzöne über den ge-

sunden Aorten im Oszillogramm nur aus ein oder zwei Schwingungen bestehen. Aus den Untersuchungen von ABRAHAM und BRÜHL¹⁶ hat sich ergeben, daß es beim Auftreten von nur zwei Schwingungen nahezu unmöglich ist, die Tonhöhe zu bestimmen. Erst wenn mehrere Schwingungen vorhanden sind, nimmt der Schallvorgang auch subjektiv den Charakter eines in seiner Höhe definierten Tones an — es deckt sich also im Falle des klingenden Aortentones das unmittelbare Ergebnis einer Betrachtung des Klangbildes ohne weiteres mit dem subjektiv gewonnenen Auskultationsbefund.

Neben den Schwierigkeiten, die sich dem Ausbau einer für die in Frage stehenden, im allgemeinen sehr leisen Schallphänomene geeigneten Apparatur entgegenstellen, traten bei den Untersuchungen Schwierigkeiten hauptsächlich bei der Deutung der aufgezeichneten Klangbilder deswegen auf, weil hierbei eine genaue Beachtung der physikalischen, physiologischen und psychologischen Eigenschaften des Gehörs erforderlich war. Inwieweit es bisher gelang, diese Schwierigkeiten zu meistern, und inwieweit es möglich war, durch eine moderne und exakte Methodik physikalische Gesetzmäßigkeiten bei so mannigfaltigen und von Versuchsperson zu Versuchsperson verschiedenen biologischen Prozessen zu finden, werden die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben.

¹⁶ O. ABRAHAM und L. J. BRÜHL, Z. Psychol. 18, 177 (1898).

Degeneration und Regeneration des Nervensystems¹.

Von J. BOEKE, Utrecht.

Die wunderbare Fähigkeit des Tierkörpers, durch Wiederhervorsprossen verlorengangene Teile des Organismus in anscheinend vollkommen normaler Form wieder zu ersetzen, hat von jeher den menschlichen Geist zum Nachdenken und zur experimentellen Nachprüfung gereizt. In Mythos und Erzählung, in wissenschaftlichen und pseudowissenschaftlichen Publikationen finden wir dieses Thema immer wieder behandelt, und so ist eine ungeheure Literatur über diesen Gegenstand entstanden, welche zu bewältigen kaum mehr die Möglichkeit besteht.

Wurde in früherer Zeit die Regeneration als Ganzes untersucht, so trat nach dem Aufblühen der Gewebelehre im vorigen Jahrhundert mehr und mehr die Regeneration der verschiedenen Gewebe und die Weise, auf welche die verschiedenen Gewebe auf den Regenerationsreiz nach dem Verlust bestimmter Teile des

Organismus reagierten, in den Vordergrund des Interesses. Bei den höheren Tieren und dem Menschen ist die Fähigkeit zur Regeneration verlorengangener Teile mehr und mehr tatsächlich verlorengegangen, nur beim Nervengewebe ist sie in anscheinend unverminderter Kraft erhalten geblieben. Und so ist auch die Literatur über die Degeneration und Regeneration der Nerven nach Durchschneidung usw. eine ungeheuer große. Seit den ersten klassischen Beobachtungen und Entdeckungen von FONTANA, MONRO, CRUIKSHANK am Ende des 18. Jahrhunderts hat wohl kein Problem der Biologie so sehr den wissenschaftlichen Geist zu immer neuer Forschung angeregt als diese Frage der Nervenregeneration. Das der vorzüglichen Arbeit PERRONCITOS über die Regeneration durchschnittlicher Nerven aus dem Jahre 1907 beigefügte Literaturverzeichnis enthält über 3000 Namen! Seitdem ist noch eine beträchtliche Anzahl hinzugekommen, und besonders in den letzten 15 Jahren hat die schon vorher von verschiedenen Seiten in Angriff genommene chirurgische Behandlung der Nerven bei verschiedenen Lähmungen, die Nervenplastik, durch den Weltkrieg und das durch diesen entstandene zwingende Bedürfnis, bei den un-

¹ Degeneration and Regeneration of the Nervous System. By RAMON Y CAJAL translated and edited by Raoul M. May. Oxford: University Press, London 1928. XX und VIII, 769 S. und 307 Abbild. 16 x 24 cm. Preis 50 sh.

zähligen Verwundeten mit durchtrennten Nerven wenigstens einigermaßen die gestörte Nervenfunktion auch bei größeren Nervenlücken wiederherzustellen, eine neue großartige Ausbildung erfahren. So sind neben den morphologischen Streitpunkten auch wieder physiologische und therapeutische Zwecke verfolgt worden. Die Transplantationen, die Gewebekulturen und die dadurch gegebene Möglichkeit, die Regenerationskraft isolierter Nervenstücke und Zellfortsätze zu studieren, ergaben neue Gesichtspunkte; die neueren histologischen Färbungs- und Imprägnierungsmethoden ermöglichten, dem Auswachsen der Nervenfasern in immer feinerer Detaillierung nachzuspüren, kurz, in jeder Hinsicht konnte in den letzten Dezennien das Problem der Nervenregeneration von neuem mit gutem Erfolg angegriffen werden.

Die von RAMON Y CAJAL begründete Madrider Histologenschule, welche uns in so mancher Frage der Nervenhistologie den richtigen Weg gezeigt hat, hat auch in diesem Gebiete bahnbrechende Arbeit geliefert. Seit im Jahre 1905 zuerst in einer kurzen vorläufigen Mitteilung CAJAL auf die Bedeutung der neurofibrillären Imprägnierungsmethoden für das Studium der Regenerationsprozesse der Nerven hingewiesen hatte (schon von PERRONCITO, einem Schüler GOLGI, im selben Jahre angewandt), haben in den darauffolgenden Jahren sowohl CAJAL selber wie verschiedene seiner Schüler und Mitarbeiter das Problem mit glänzendem Erfolg studiert und manche neue Tatsache ans Licht gefördert.

Als CAJAL (zusammen mit CAMILLO GOLGI) der Nobelpreis für Medizin verliehen wurde, wurde von den Medizinern der Argentinischen Republik eine beträchtliche Geldsumme zusammengebracht, um den verehrten spanischen Gelehrten in stand zu setzen, in einem größeren Werke die Resultate seiner Untersuchungen in zusammenfassender Form zu veröffentlichen.

So entstand im Jahre 1913 und 1914 das großangelegte Werk über die De- und Regeneration des Nervensystems, in welchem CAJAL alle seine reichen Erfahrungen niederlegte. Leider wurde das Buch in spanischer Sprache geschrieben, und als dann bald nach seinem Erscheinen der Weltkrieg ausbrach, welche die internationalen wissenschaftlichen Beziehungen für lange Jahre mit fast unüberwindlicher Kraft hemmte (sie sind ja noch immer nicht so wie sie im Interesse der ganzen Welt sein sollten!), blieb es, außer einem kleinen Kreis von Fachgelehrten, fast gänzlich unbekannt. Wie CAJAL selber sagt, man konnte es als in Europa und Nordamerika nicht publiziert betrachten.

Erst jetzt, 14 Jahre nachher, ist es durch Übersetzung in eine mehr allgemein bekannte Sprache der ganzen Welt zugänglich geworden. Und so liegt jetzt das große zweibändige Werk, vorzüglich ausgestattet, reichhaltig illustriert, vor mir als eine Erinnerung an gewaltige Arbeit, als ein Zeichen, wie tief der denkende Geist ein so verwickeltes Problem wie das der Regeneration des Nervensystems zu analysieren vermag.

Es versteht sich aber von selbst, daß man an ein solches Buch keine größeren Anforderungen stellen darf, als es der Arbeit eines Forschers im Rahmen seiner Zeit gebührt. Es gibt einen wohl definierten, scharf umschriebenen Standpunkt aus dem Jahre 1914 wieder.

Zwar wird in kurzen Zusätzen (additional notes) am Ende mehrerer Abschnitte des Buches auch die später erschienene einschlägige Literatur erwähnt, aber meist nur insofern dadurch der Standpunkt des Autors verstärkt wird. Nur da, wo die Reinnervation des peripheren Nervenstumpfes beschrieben wird, ist in einer

längeren und wichtigen Nachschrift (mit Einschaltung von 5 neuen Figuren) auch die neuere Literatur mehr eingehend diskutiert. Wenn man übrigens die Übersetzung mit dem ursprünglichen Werke, von dem ich schon vor Jahren durch die Freundlichkeit des Verfassers ein Exemplar erhielt, vergleicht, so ist der Inhalt durchaus unverändert geblieben, wie man es dann auch von einer getreuen Übersetzung erwarten darf. Der Grundton des Buches entspricht dem Standpunkte der sog. „Neuronisten“ aus dem Jahre 1914, dem Standpunkt, welcher auch jetzt noch von CAJAL und seiner Schule durchaus eingenommen wird: Das Neuron, die Nervenzelle, eine selbständige und selbständig bleibende Einheit, welche zwar von anderen Zellen des Organismus eingehüllt, ernährt und geleitet wird, aber doch bis ans Ende ihres Lebens ihre völlige Selbständigkeit bewahrt, welche auswächst in immer komplizierter werdende Gestalt, zur Erfüllung ihrer Lebensaufgabe im Organismus, welche zugrunde geht nach Verletzung oder aber sich zu erholen vermag und ihre Funktionsfähigkeit wieder erhält, ohne jemals ihre Selbständigkeit zu verlieren, ohne jemals sich mit anderen Teilen des Organismus zu verbinden zu höheren Einheiten, ausgenommen mittels Kittsubstanz, „ciment unitif“ oder wie man derartige hypothetische Substanzen auch nennen mag, jedenfalls ohne direkte kontinuierliche Verbindung mittels lebendiger Substanz.

Die Nervenzelle als solche ist ein ungemein interessantes Objekt um besonders die Regenerationserscheinungen zu studieren. Sie ist außerordentlich empfindlich gegen normale und pathologische Erregung. Auf Gifte, Toxine, Hormone, welche nicht oder in kaum merkbarer Weise die anderen Gewebelemente des Organismus zu beeinflussen imstande sind, reagiert die Nervenzelle sofort in scharf analysierbarer Weise. Schneidet man einen Nervenfortsatz, d. h. einen Ausläufer einer Nervenzelle, durch, dann antwortet die Nervenzelle auf diesen Reiz durch ganz bestimmte Veränderungen ihres ganzen Zelleibes und besonders durch Veränderungen des durchschnittenen Fortsatzes, welcher zur Degeneration des peripheren Abschnittes und nachher zum erneuten Auswachsen des zentralen Abschnittes des durchschnittenen Fortsatzes führt, wodurch wieder das Endorgan, welches durch die Nervenzelle innerviert wurde, erreicht und die funktionelle Regeneration ermöglicht wird.

Besonders die neuen Färbungsmethoden, welche uns in stand setzen, die feinsten Protoplasmafasern, die besonders für die Leitung der Nervenerregung so wichtigen Neurofibrillen sowohl im Zelleib der Nervenzelle als in den Nervenfortsätzen und ihren Endverzweigungen scharf elektiv zu färben und dadurch in den Präparaten sichtbar zu machen, haben es uns ermöglicht, die feinsten Veränderungen bei diesen Degenerations- und Regenerationsprozessen unter dem Mikroskop beobachten zu können.

Um die Ausarbeitung dieser Färbungs- und Imprägnierungsmethoden hat sich RAMON Y CAJAL ein unsterbliches Verdienst erworben. Im vorliegenden Buche sind sie in ausgedehntestem Maße zur Anwendung gekommen, und so ist dieses Buch zu einem glänzenden Beispiele dafür geworden, was eine prachtvolle Mikrotechnik verbunden mit einer wunderbaren Beobachtungs- und Analysierungsgabe in dieser Beziehung zu leisten vermag.

Um die ganze Fülle der Erscheinungen, welche die Nervenzelle nach elektrischer, thermaler, chemischer oder traumatischer Reizwirkung darbietet, eingehend zu

beschreiben, wäre auch der Umfang eines zweibändigen Werkes, wie das vorliegende, nicht genügend. Der Verfasser hat sich darauf beschränkt, den Veränderungen, sowohl in negativer, degenerativer als in positiver regenerativer Hinsicht, nachzuspüren, welche nach traumatischer Verletzung der Nervenzellenausläufer, der Nervenfasern, auftreten, sowohl nach Durchschneidung der peripheren Nervenfasern, als nach traumatischer Verletzung des Zentralnervensystems. Aber man braucht nur die zwei Bände des Buches mit ihren 317 Abbildungen zu durchblättern, um einzusehen, wie groß auch bei dieser Beschränkung die Fülle der Tatsachen ist, welche die neuen Untersuchungsmethoden ans Licht gefördert haben und wie tief man schon in die Details des Regenerationsprozesses durchzudringen verstanden hat. Man sieht aber auch, wie sehr durch eine derartige starre dogmatische Auffassung, wie die der absoluten Selbständigkeit des Neurons, die weitere Entwicklung des Problems, in analytischer aber besonders in synthetischer Beziehung gehemmt wird.

Während die Nervenzellen selber in dem Zentralnervensystem oder in den Spinalganglien und den sympathischen Ganglien eine geschützte, gesicherte, von dem übrigen Organismus mehr oder weniger getrennte Lage haben, sind die Nervenfasern, die Ausläufer dieser Zellen, in den peripheren Nerven und besonders in den Endorganen so sehr mit den anderen Geweben, sei es ektodermaler, sei es mesodermaler Herkunft, verbunden, eingehüllt, ernährt, und so sehr den wechselnden Bedingungen, unter denen sich diese Gewebe befinden, ausgesetzt, daß es nicht wundernehmen darf, daß auch die degenerativen und besonders die regenerativen Erscheinungen der durchschnittenen Nerven ganz anders verlaufen als die der Nervenzentren. Es sind, wie es von CAJAL im zweiten Teil seines Buches, in welchem die de- und regenerativen Prozesse im Zentralnervensystem nach traumatischer Verletzung geschildert werden, nachdrücklich betont wird, an erster Stelle die Veränderungen der auxiliären Gewebe, der Nervenhüllen, der Endorgane, welche die regenerativen Prozesse der Nervenfasern beherrschen und sie anders gestalten als im Zentralnervensystem, wo sie mehr einen ephemeren Charakter tragen. Die regenerativen Erscheinungen der Nervenzellen selber sind im großen und ganzen im Zentralnervensystem von gleicher Art als in den peripheren Nervenabschnitten.

Ich muß gestehen, daß mir nichts eine tiefere Einsicht geben könnte in die Einheit des Organismus, der wunderbaren Harmonie der verschiedenen Gewebe, der Herrschaft des Ganzen über die den Organismus zusammenstellenden Gewebelemente, als die auf die traumatische Durchtrennung der Nervenfasern folgenden Regenerationserscheinungen. Wie auf der einen Seite der zentrale Stumpf schon nach mehreren Stunden anfängt auszuwachsen, Sprossen zu treiben, in üppiger Fülle in die Narbe hineinwachsend, während im peripheren Abschnitt der Nervenfasern die den zerstörten Achsenzylinder tragenden Elemente, die SCHWANNschen Kerne, und ihr Protoplasma zu wuchern anfangen, in erhaltenen Neurilemma ein protoplasmatisches Band, das BÜNGNERSCHE Band, ausbilden, von welchem der auswachsende Nervenfortsatz aufgenommen und weitergeleitet wird, bis er das Endorgan wieder erreicht hat. Nach CAJAL sind bei diesem Prozeß chemotaktische, *neurotropische* Einflüsse im Spiel, welche die herumirrenden auswachsenden Neurofibrillenstränge anlocken, ihnen den richtigen Weg zeigen, und sie zum Endgebiet hinüberleiten. Inwieweit CAJAL hierbei das Richtige getroffen hat, mag dahingestellt bleiben.

Andere Faktoren, die harmonische Mitwirkung der anderen Gewebelemente, die Ausbildung eines Leitgewebes (DUSTIN), Veränderungen im Endgebiet, welche nur teilweise durch den Begriff des Neurotropismus erklärt werden können, spielen hierbei sicherlich eine große Rolle. Die Experimente jedoch, welche CAJAL hierüber gemacht hat, die prachtvolle Analyse der Regenerationserscheinungen, wenn der Auswachsung der Nervenfortsätze bestimmte Hindernisse in den Weg gestellt werden (S. 230—260, S. 305—361) geben ein wunderbar klares Bild der komplizierten Verhältnisse und sind wohl geeignet, den Begriff des Neurotropismus klar zu umfassen und zu umgrenzen, auch wenn sie nicht immer vollkommen überzeugend sind und manche Schwierigkeiten der Interpretation umgehen oder unbeantwortet lassen, wie ich das schon früher¹ eingehend darzutun versucht habe.

Im letzten Abschnitt des ersten Teiles faßt CAJAL noch einmal, wie er das auch tat in einer seiner Abhandlungen über denselben Gegenstand im Jahre 1913, seine Anschauungen über den Regenerationsprozeß der peripheren Nervenfasern in klarer und präziser Form zusammen.

Der zweite Band des großen Werkes ist den Regenerationserscheinungen im Zentralnervensystem gewidmet.

Wie im ersten Band, wird auch hier eine kurze Übersicht über die normale Struktur und Zellform der zu behandelnden Gebiete, d. h. hier der spinalen und sympathischen Ganglia und des Zentralnervensystems vorangeschickt.

Darauf folgt eine überaus klare und eingehende Beschreibung der Veränderungen, welche in den Nervenzellen der Ganglien und ihren Ausläufern nach Verletzung oder Transplantation der Ganglionstücke sich zeigen, im Anschluß an die ersten grundlegenden Experimente von NAGEOTTE und MARINESCO und MINEA, und die Veränderungen, welche nach traumatischer Verletzung, Nekrotisierung usw. im Rückenmark, im Cerebellum, in der Gehirnrinde auftreten. Schließlich wird in einem kurzen Abschnitt alles zusammengefaßt und die Schlußfolgerungen in kurzen Sätzen formuliert.

Im allgemeinen sind die Folgen traumatischer Verletzung von Teilen des Zentralnervensystems ganz anders als bei den peripheren Nerven. Zwar findet man neben ausgedehnten degenerativen Veränderungen auch unzweideutige regenerative Erscheinungen, aber sie hören bald auf, die Nervenfasern verirren sich, werden pathologisch oder nekrotisieren, und eine funktionelle Regeneration findet nirgends statt. Die Fälle der regenerativen Erscheinungen kommen nie aus dem Initialstadium hinaus, und was nachher sich beobachten ließ, ist durchaus pathologischer Art und stimmt überein mit den von verschiedenen Autoren als degenerative Erscheinungen bestimmter Gehirnkrankheiten beschriebenen Bildern. Es ist als ob unüberwindliche Hindernisse den weiteren Verlauf des Regenerationsprozesses hemmen. Vom Verfasser wird das der Abwesenheit neurotropisch wirksamer Substanzen zugeschrieben, und wirklich konnte TELLO durch Einbettung von regenerierenden Nervenstücken in Cerebralsubstanz bestimmte regenerative Prozesse der Hirnelemente auslösen. Auch hier war der Erfolg jedoch nur gering, und die Bildung regenerativer Auswüchse hörte bald auf.

So ist, auch bei der Fülle der Detailserscheinungen,

¹ J. BOEKE, Nervenregeneration und anverwandte Innervationsprobleme. *Ergebn. Physiol.* 19, 448—593 (1921).

welche in diesem zweiten Teil des Buches beschrieben und vorzüglich abgebildet werden, der Schluß ein durchaus negativer und daher unbefriedigender. Aber das war nicht anders zu erwarten, und es ist ein großes Verdienst CAJALS, das so überzeugend gezeigt und von so verschiedenen Seiten beleuchtet und experimentell begründet zu haben.

Auch in diesem zweiten Band gibt das jetzt von MAY übersetzte Buch CAJALS an der Hand seiner eigenen Experimente uns ein klares, abgerundetes und über-

sichtliches Bild unserer Kenntnisse zur Zeit der Entstehung des Buches, und wir sind Prof. MAY, der in so vorzüglicher Weise die Übersetzung des Buches und die Herausgabe besorgt hat, zu großem Dank verpflichtet, weil erst durch seine Arbeit die Ausführungen und besonders die prachtvollen Abbildungen, bis jetzt in den Trabajos del Labor. de Investig. biologicas begraben und nur einem kleinen Kreis der Fachgelehrten bekannt geworden, einem größeren Kreis der Leser zugänglich gemacht worden sind.

Zuschriften.

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

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

Fraktionierte Krystallisation technisch reinen Glases.

(Vorläufige Mitteilung.)

Den zahlreichen, von der Mineralogie her bekannten Paragenesen zweier Krystallsubstanzen läßt sich eine technisch hochbedeutsame an die Seite stellen, die bisher noch nicht behandelt wurde¹. Nach den Untersuchungen von MOREY und BOWEN über das ternäre System $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ fällt ein großer Teil der technisch wichtigen Gläser in die Nähe der Zusammensetzung 72% SiO_2 , 14% CaO , 14% Na_2O und damit in das Feld einer primären Krystallisation von β -Wollastonit bei etwa 1100° , industriell kurz oberhalb der Verarbeitung.

Findet eine solche Entglasung statt, so verarmt das den Krystall umgebende Glas mangels ausreichenden Diffusionsstromes so weit an Molekülen des Gitters, daß eine Verlegung des „Restglases“ in das Feld der Kieselsäure stattfindet. Jetzt scheidet sich Cristobalit ab; damit rückt das tertiäre Glas wieder über die Feldgrenze, wie in Fig. 1 gezeigt. Die einzelnen Punkte

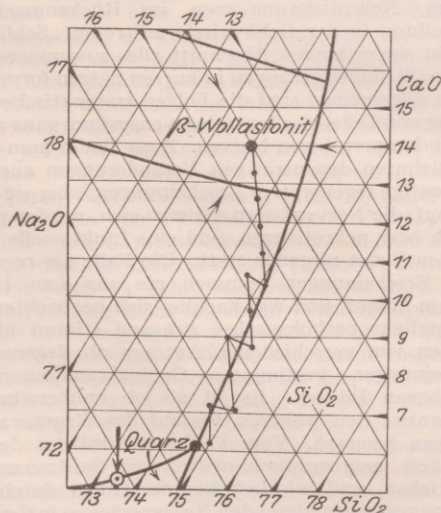


Fig. 1. Ausschnitt aus dem Zustandsdiagramm $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ mit eingetragem theoretischen Entmischungsverlauf des Glases an der Phasengrenze.

¹ Wird erscheinen im Rahmen von: „Schmelzen und Formgebung des Glases“, herausgegeben von G. GEHLHOFF und K. QUASEBART; Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig.

sind errechnet durch Subtraktion von je 1 Molekül CaOSiO_2 bzw. $(\text{SiO}_2)_2$ und prozentualer Umrechnung des Restes. Es kommt zu der voneinander abhängigen Verwachsung von β -Wollastonit und Cristobalit, wie ich sie in folgenden, an Innigkeit abnehmenden Stufen mikroskopisch verfolgen konnte (Fig. 2):



Fig. 2.
Krystaltracht der Paragenese.
 β = Wollastonit und Cristobalit an Kalk-, Natrium- und Silikatglas.

1. Die einzelne *W*-Nadel ist von einer Aureole von *C*-Filz umgeben, selbst wieder durchsetzt von *W*.
2. Die *W*-Nadeln zeigen seitliche Ausblühungen von *C*.
3. *W* und *C* liegen zusammen im Glase, nur stellenweise noch verwachsen.
4. *W*- und *C*-Individuen sind isoliert voneinander, aber noch nicht allein im Glase anzutreffen.

Rechnerisch läßt sich leicht verfolgen, daß das letzte Restglas dem tiefsten Eutektikum (\downarrow in Fig. 1) des ganzen Systems bei 725° zusteuern muß.

Gelsenkirchen, November 1928.

H. JEBSEN-Marwedel.

Ultrarote Bogenspektren.

In Verfolgung einer zusammenfassenden Untersuchung über Bogenspektren im Bereiche $7000 - 1 \mu$ habe ich neben einer Anzahl Banden und neuen Linien bei Mg, Ca, Sr, Ba auch eine Gruppe neuer Banden des La gefunden, deren Kanten roh geordnet bei

7876,867	7877,22	8453,412	8453,742
7910,196	7910,54	8489,627	8489,996
7944,61	7944,95	8526,216	8526,622
7979,35	7979,70	8564,025	8564,366
8014,430	8014,79	8600,463	8600,810
8049,920	8050,26	8638,129	8638,460
8085,75	8086,092		
8121,87	8122,240		
8158,76	8159,105		
8195,60	8196,00		
	8232,94		

mittlere
Diff. 0,35

mittlere
Diff. 0,35

liegen.

Die Einordnung dieser Banden und ihre genauere Untersuchung wird von Herrn Prof. MECKE ausgeführt, der seit einiger Zeit mit einer Untersuchung des Bogen-spektrums des Lanthans (Lanthanoxyds) beschäftigt ist.

Bonn a. Rh., den 20. Dezember 1928.

H. AUERBACH.

Über die Aktivierung der Proteolyse in tierischen Organen und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel bösartiger Geschwülste.

Das proteolytische System der tierischen Organe und Gewebe besteht, den bis jetzt genauer untersuchten Beispielen der Milz¹, der Magenschleimhaut², der Leber³ und der Niere⁴ zufolge, aus einem genuine Eiweiß-stoffe angreifenden Enzym, ausgezeichnet durch ein Wirkungsoptimum bei mäßig saurer Reaktion ($p_H = 4-5$), und einer der Menge nach stark überwiegenden Peptidase, die hinsichtlich ihres Reaktionsoptimums ($p_H = 8$) mit den Peptidasen des Verdauungstraktes übereinstimmt. Die alleinige Existenz dieser beiden proteolytischen Enzyme, entgegen älteren Befunden von S. G. HEDIN⁵, ihre Unterscheidung und ihre Trennung, ist zuerst von E. WALDSCHMIDT-LEITZ und W. DEUTSCH⁶ am Beispiel der Milz beschrieben worden. In der Fortführung jener Untersuchung hat es sich zeigen lassen, daß die Protease der Milz, die man nach HEDIN als Lieno- β -Protease, besser nach R. WILLSTÄTTER und E. BAMANN⁷ als *Lienokathepsin* zu bezeichnen hat, in den Auszügen des Organs von einem *natürlichen Aktivator* begleitet wird, der bei der beginnenden Autolyse gebildet zu werden scheint. Es ist mit Adsorptionsmitteln gelungen, Enzym und Aktivator zu trennen und die Wirkungen des aktivierten von denen des nichtaktivierten Kathepsins zu unterscheiden. Der Aktivator hat danach die Bedeutung eines Hilfsstoffs, welcher den Spezifitätsbereich des Enzyms erweitert: genuine Proteine, wie Eieralbumin, auch Gelatine oder die Protamine werden nur durch das aktivierte Kathepsin angegriffen, während das Enzym gewisse proteolytische Abbauprodukte auch ohne den Aktivator zu zerlegen vermag. Dieses Verhalten erinnert an das der Proteinase aus Hefe, über deren Aktivierung W. GRASSMANN und H. DYCKERHOFF⁸ vor kurzem berichtet haben. Es ist weiterhin bemerkenswert, daß sich die Wirkung des natürlichen Aktivators, der das Milzenzym beispielsweise zur Hydrolyse von Proteinen befähigt, durch *Blausäure* und durch *Schwefelwasserstoff* qualitativ ersetzen und quantitativ in gewissen Fällen sogar übertreffen läßt. Dies gilt nicht nur für die Zerlegung echter Proteine, auch für die

Spaltung synthetischer Substrate, nämlich acylierter Peptide und Aminosäuren (z. B. Chloracetyl-tyrosin, Benzoyl-diglycin, Carbäthoxyl-glycyl-leucin), für deren Hydrolyse das Enzym die Gegenwart eines Aktivators, des natürlichen oder von Blausäure oder Schwefelwasserstoff benötigt. Durch diese Wirkung auf acylierte Peptide und Aminosäuren ist das Lienokathepsin von den ihm in der Aktivierbarkeit nahestehenden Enzymen des Pflanzenreiches, der Hefeproteinase oder dem Papain, deutlich unterschieden, für welche eine Spaltbarkeit synthetischer Substrate, darunter acylierter Peptide, bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Die gemeinsame Aktivierbarkeit dieser Enzyme durch Blausäure oder durch Schwefelwasserstoff, die man beobachtet, ist daher nicht mit der Annahme ihrer Identität zu deuten, sie scheint vielmehr auf ihrer übereinstimmenden Wirkungsweise, nämlich ihrer Reaktion mit den isoelektrischen Proteinen zu beruhen. Auf diese Beziehungen wird der eine von uns demnächst an anderer Stelle näher eingehen.

Die Feststellung der Aktivierbarkeit der Eiweißspaltung in tierischen Organen durch Blausäure und durch Schwefelwasserstoff legt den Gedanken nahe, zwischen der *Hemmung der Zellatmung*, wie sie unter der Wirkung dieser Stoffe erfolgt¹, und der Erscheinung der *gesteigerten Proteolyse*, beispielsweise in den bösartigen Geschwülsten, *Zusammenhänge* zu suchen. Es wird zu prüfen sein, ob es auch im Organismus, z. B. in den Tumoren, die nämlichen Stoffe sind, die den normalen Atmungsstoffwechsel herabsetzen und die zugleich für die Aktivierung der Proteolyse verantwortlich sind. Besser noch als die Annahme einer Schädigung durch die anaerobiontisch gebildete Milchsäure² könnte die Vorstellung einer spezifischen Aktivierung des Eiweißumsatzes für die ungewöhnliche Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Zellentartung eine Erklärung bieten. Mit der Untersuchung dieser Frage werden wir uns beschäftigen.

Prag, Institut für Biochemie der Deutschen Technischen Hochschule, den 22. Dezember 1928.

E. WALDSCHMIDT-LEITZ, I. J. BEK und J. KAHN.

Neue Suprakonduktoren.

In der letzten Tagung der British Association in Glasgow habe ich berichtet über Arbeiten von mir zusammen mit den Herren Prof. VAN AUBEL, Gent, und J. VOOGD, Leiden, welche im Kryogenen Institut Leiden im Gange sind.

Nach meiner Auffassung hängt die Suprakonduktivität der Metalle nicht nur mit der Elektronenkonfiguration im Atom zusammen, sondern vielleicht auch mit dem Atomgewicht und mit der Nullpunktsenergie (s. W. J. DE HAAS, J. de Physique 9, 9 [1928]).

In diesem Zusammenhang möchten die nachfolgenden neuesten Untersuchungen von Interesse sein. In der letzten Zeit haben wir außer den reinen Metallen Kombinationen von zwei Metallen auf ihre Suprakonduktivität untersucht. An erster Stelle Kombinationen von je einem supraleitenden Metalle mit einem nicht supraleitenden und zwar: Kupfer, Silber und Antimon mit dem supraleitenden Zinn, Wismut mit dem supraleitenden Thallium.

Die Kombinationen von Antimon mit Zinn und von Wismut mit Thallium werden suprakonduktiv. Der Widerstand von Ag_3Sn nimmt von etwa $3,4^\circ$ abs. bis

¹ Vgl. O. WARBURG, Katalytische Wirkungen der lebendigen Substanz. Berlin: Julius Springer 1928.

² Vgl. R. BIERICH, Z. physiol. Chem. 155, 245 (1926).

¹ E. WALDSCHMIDT-LEITZ und W. DEUTSCH, Z. physiol. Chem. 167, 285 (1927).

² R. WILLSTÄTTER und E. BAMANN zufolge R. WILLSTÄTTER, Untersuchungen über Enzyme, Berlin: Julius Springer 1928, S. 1756, und zwar S. 1758.

³ Zuzufolge E. WALDSCHMIDT-LEITZ und H. FINKELSCHERER; s. H. FINKELSCHERER, München: Inaugural-Dissertation 1928.

⁴ Nach noch unveröffentlichten Versuchen von E. WALDSCHMIDT-LEITZ und Th. DORFMÜLLER.

⁵ S. G. HEDIN und S. ROWLAND, Z. physiol. Chem. 32, 341, 531 (1901); S. G. HEDIN, J. of Physiol. 30, 155 (1904); Biochemic. J. 2, 112 (1906/1907); J. of biol. Chem. 54, 177 (1922).

⁶ a. a. O.

⁷ a. a. O.

⁸ Z. physiol. Chem. 179, 41 (1928).

1,3° abs. fortwährend ab ohne jedoch supraleitend zu werden¹. Vielleicht bildet diese Kombination einen Übergangsfall, denn die Kombination von Kupfer mit Zinn wird nicht supraleitend.

Ferner hatte ich den Eindruck, daß auch Kombinationen von zwei nicht supraleitenden Metallen einen Suprakonduktor bilden können.

Zuerst mögen die Atomgewichte der betrachteten Metalle folgen:

Cu Ag Sn Sb Au Hg Tl Pb Bi
63,57 107,88 118,7 120,2 197,2 200,6 204,0 207,2 208

Ich wählte das Eutektikum von Gold und Wismut, welche nach dem Atomgewicht gerade unter- und oberhalb der Gruppe der schweren Suprakonduktoren liegen. (Die Zahlen der Elektronen in den äußeren Ringen betragen für Au, Hg, Tl, Pb, Bi resp. 1, 2, 3, 4, 5).

Und wieder zusammen mit Herrn VAN AUBEL, der die Präparate angefertigt hat und mit Herrn VOOGD habe ich die Widerstand-Temperaturkurve bestimmt.

Die Kombination Gold-Wismut wird in der Tat supraleitend.

Die Widerstandsabnahme ist ganz enorm. Während bei ungefähr 2,2° abs. der Widerstand noch etwa 0,7 von seinem Zimmertemperaturwert hat, ist er 1/20° niedriger ganz verschwunden.

Das Niveau von dem der Widerstand sehr steil fällt, liegt etwa 350 mal höher als bei dem „klassischen“ Suprakonduktor Hg und etwa 1000 mal höher als bei dem klassischen Suprakonduktor Sn.

Natürlich besteht die Möglichkeit, daß die Supraleitung eine sehr viel allgemeinere Eigenschaft ist als bis jetzt angenommen wurde.

Bei 1,5° abs. jedoch sind weder Au noch Bi supraleitend.

Leiden, Kryogenes Institut, den 26. Dezember 1928.
W. J. DE HAAS.

Über die Berechnung der Potentiale der Halogenionen aus ihrer Ultraviolettabsorption in wässriger Lösung.

Wie in meinem Vortrag auf der Bunsentagung in München 1928 (Z. Elektrochem. 34, 501) gezeigt wurde und in einer Arbeit von J. FRANCK und mir (Z. physik. Chem. 139, 22) näher ausgeführt wird, kann man die Absorptionsspektren der Halogenionen in wässriger Lösung als Elektronenaffinitätsspektren deuten. Gegenüber dem Elektronenaffinitätsspektrum in Gasform besteht ein Unterschied, der durch die Solvatationsarbeit des Ions und einige andere Korrekturen bedingt ist.

Diese Zerlegung in Atom und Elektron durch das Licht kann nun in Parallele gesetzt werden zu der Zerlegung, die ein Halogenion im elektrischen Feld bei der Elektrolyse erfährt. Bei der Elektrolyse wird das Jodion bei Erreichen der Abscheidungsspannung P in J₂ gelöst verwandelt, ebenso Bromion und Chlorion. Der bei der Zerlegung durch das Licht nötige Energieaufwand E wird, wie ein durch Formel I angedeuteter Kreisprozeß zeigt, bei der Elektrolyse vermindert um die Hälfte der Dissoziationsarbeit D/2 des Jodmoleküls und einen Betrag gleich der Differenz zwischen Lösungswärme L_A des Jodatoms und halber Lösungswärme des Jodmoleküls L_M/2. Das gleiche gilt für Brom und Chlor. Ferner müßte noch die Elektronen-

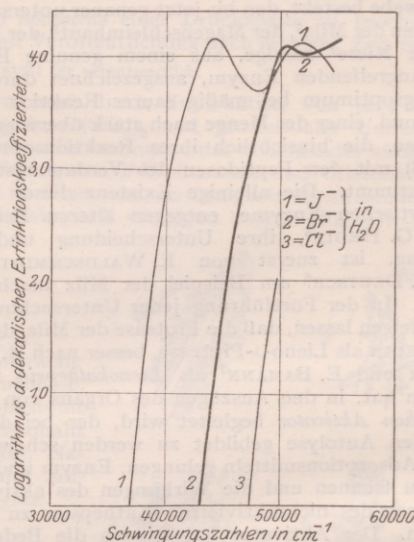
¹ Bei „klassischen“ Suprakonduktoren fällt der Widerstand innerhalb eines Temperaturintervalles von 1/30 bis 1/50° von meßbar auf unmeßbar.

austrittsarbeit A berücksichtigt werden, die aber für die verschiedenen Halogene gleich ist. Zu P ist noch der Abstand vom absoluten Potential a hinzuzuzählen.

$$I. \quad E + L_A - D/2 - L_M/2 + A = P + a.$$

Die Größenordnung von L_M/2 ist für die Halogenmoleküle 2–5 kcal. In derselben Größenordnung sind zweifellos die Größen L_A, so daß man in erster Annäherung L_A – L_M/2 vernachlässigen kann. Die Differenz für zwei Halogene ist also:

$$II. \quad \overbrace{E_{Cl} - D_{Cl}/2 - E_{Br} + D_{Br}/2}^{A_1} = \overbrace{P_{Cl} - P_{Br}}^{A_2}.$$



Absorption der Halogenionen in wässriger Lösung.

Für E wird man den Beginn der Absorptionsbande an der langwelligen Seite setzen. Dieser Beginn ist nicht scharf definiert. Da aber, wie die nebenstehende Figur zeigt, die logarithmischen Extinktionskurven in ihrem Anstieg weitgehend parallel laufen, kann man statt des Beginns Durchschnitte in beliebiger Höhe nehmen. (Die Messungen wurden mit Herrn Dr. E. LEDERLE ausgeführt.) Die sich so ergebenden Differenzen stimmen in befriedigender Weise mit den Potentialdifferenzen überein.

	A ₁	A ₂ *
Cl ⁻ – Br ⁻	0,26 Volt	0,28 Volt
Br ⁻ – J ⁻	0,54 Volt	0,54 Volt

Die Potentiale der Halogenionen sind temperaturabhängig. Die Temperaturabhängigkeit der Absorption vom Jodion stimmt nun ebenfalls in Sinn und Größenordnung mit der des Potentials überein. Die ausführlichen Messungen, ferner die Diskussion der Korrekturen und die Beziehungen zum absoluten Potential sollen an anderer Stelle gegeben werden.

Erlangen, den 26. Dezember 1928. G. SCHEIBE.

Die Bandenspektren des Lanthanoxyds.

Es wurde das Bandenspektrum des Lanthans mit großer Dispersion (3 und 6 Met. Konkavgitter) im Bereiche λ 9000 bis λ 3500 AE., photographiert und

* Werte aus den Tabellen von LANDOLT-BÖRNSTEIN-ROTH-SCHEEL.

ausgemessen (die Aufnahmen oberhalb λ 7800 übernahm Frl. QUERBACH). Bisher konnten in dem untersuchten Spektralbereich *sieben* Bandensysteme bei λ 4372, λ 4418, λ 5600, λ 7380, λ 7403, λ 7877, λ 7910 festgestellt und eingeordnet werden, die sämtlich dem Oxyd zuzuschreiben sind. Ihre Kantenformeln lauten:

1. 4372 $\nu = 22864,8 + (804,5n' - 1,8 n'^2) - (824,5n'' - 2,0 n''^2)$
2. 4418 $\nu = 22625,8 + (800,0n' - 1,8 n'^2) - (824,5n'' - 3,0 n''^2)$
3. 5600 $\nu = 17844,4 + (730,7n' - 2,15 n'^2) - (814,1n'' - 2,20 n''^2)$
4. 7380 $\nu = 13547,0 + (748,1n' - 1,96 n'^2) - (805,1n'' - 1,87 n''^2)$
5. 7403 $\nu = 13504,0 + (758,4n' - 2,2 n'^2) - (814,4n'' - 2,18 n''^2)$
6. 7877 $\nu = 12691,4 + (743,7n' - 1,8 n'^2) - (800,0n'' - 1,8 n''^2)$
7. 7910 $\nu = 12638,4 + (759,8n' - 2,22 n'^2) - (814,4n'' - 2,18 n''^2)$

Die Systeme 3, 5 und 7 haben gemeinsamen Endzustand, ebenso 1 und 2, die Endzustände von 4 und 6 scheinen die Anfangszustände von 1 und 2 zu sein. Ein Spektrum, das die Systeme 1, 2, 4 und 6 mit den Systemen 3, 5 und 7 verknüpft, konnte bisher noch nicht aufgefunden werden. Es wird im Ultraviolett erwartet. Sämtliche Banden sind nach Rot abschattiert.

Bonn, Physikalisches Institut, den 28. Dezember 1928.
R. MECKE.

Molekel oder Molekül?

Die Anwendung der Methoden der Quantenmechanik auf *Molekular*probleme ist durch BORN, HUND, HEITLER, LONDON u. a. in den Vordergrund der Diskussion gerückt worden. Trotz verschiedener Auf-

fassungen über die Bedeutung der den Berechnungen zugrunde liegenden Funktionen kann eine weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse festgestellt werden. Um so seltsamer berührt es, daß sich die Physiker über eine Nebensache nicht einigen können, nämlich über die Frage, ob man *Molekeln* oder *Moleküle* sagen soll. Nimmt man z. B. das Heft 11—12 des Bandes 51 (1928) der Z. Physik zur Hand, so beginnt es mit einer Abhandlung von HUND, „Zur Deutung der *Molekelspektren*“, HEITLER aber benutzt in einer Arbeit über die Wechselwirkung von Atomen (S. 805) ausschließlich das Wort *Molekül*. Auch LESSHEIM (S. 828) schreibt über die „Quantentheorie der *Molekülbildung*“. WIGNER und WITMER (S. 859) berichten zwar „Über die Struktur zweiatomiger *Molekelspektren*“, brauchen aber in der Abhandlung die Worte *Molekülspektren* und *Molekelspektren* nebeneinander.

Nun lassen sich Gründe für beide Ausdrücke anführen. Die Molekel ist eine analoge Wortbildung wie die Partikel oder die Matrikel. Das Molekül andererseits ist sächlich wie das Elektron, das Atom, das Proton, das Quant; es stimmt ferner mit den Bezeichnungen in anderen Sprachen, z. B. dem Englischen, Französischen, Italienischen besser überein. Die Chemiker bedienen sich stets des Wortes *Molekül* (s. BEILSTEIN, Handbuch, NERNST, Theoret. Chemie). Wäre es nicht möglich, daß sich auch die Physiker hierauf stillschweigend einigen?

Besprechungen.

RABINOWITSCH, E., *Die Edelgase*. Abeggs Handbuch der anorganischen Chemie, IV. Bd., 3. Abteilung, 1. Teil. Leipzig: S. Hirzel 1928. XII, 522 S., 50 Abbild. und 232 Tabellen im Text. Preis geh. RM 45.—, geb. RM 48.—.

Seit langen Jahren erscheinen die beiden Handbücher der anorganischen Chemie, „Gmelin“ und „Abegg“, nebeneinander, und man hat sich daran gewöhnt, nicht von beiden dieselben Vorzüge zu erwarten. Vom Gmelin verlangt man in erster Linie Vollständigkeit, von der Behandlung derselben chemischen Elemente im Abegg dagegen kritische Bearbeitung des Materials. Mit besonderer Freude können wir aber heute auf einen Band hinweisen, der beide Vorzüge in sich vereinigt; es ist der Band „Edelgase“, der soeben als erster Teil der achten Gruppe des periodischen Systems im Rahmen des gegenwärtig von I. KOPPEL herausgegebenen ABEGGschen Handbuches erschienen ist.

Fünf Seiten des Buches, die Anwendungen der Edelgase in der Elektrotechnik betreffend, sind von F. SCHROETER beigezeichnet und geben auf geringem Raum eine schlagwortartig knappe Übersicht. Das gesamte übrige Material stammt von einem einzigen Autor, E. RABINOWITSCH, der damit eine schon rein dem Umfang nach bedeutende Leistung vollbracht hat; denn die Art, wie der Stoff kritisch gesichtet und aus den Arbeiten immer das Wesentliche exzerpiert ist, macht es sofort deutlich, daß der Autor in der weit überwiegenden Zahl der Fälle bis zum Studium der Originalarbeiten vorgedrungen ist und sich nicht mit der Einsichtnahme in Referate begnügt hat. Das so selbständig gesammelte Material ist in einer zweckmäßigen und originellen Weise disponiert, bei der bereits die Vertrautheit des Autors mit den modernen physikalischen Begriffsbildungen zur Geltung kommt. Die Hauptabschnitte tragen die Überschriften: Vorkommen, Darstellung und Anwendung der Edelgase; Kerneigenschaften der Edelgase; Atomare Eigenschaften der Edelgase; Mole-

kulare Eigenschaften der Edelgase. Als ein Beispiel, wie hübsch sich in dieses Schema die Untergruppen einfügen, sei die weitere Unterteilung von Abschnitt 3 (Atomare Eigenschaften) hierher gesetzt: Spektrale Eigenschaften der Edelgase; Chemische Eigenschaften der Edelgase und ihre Stellung im periodischen System; Edelgasatome im elektrischen und magnetischen Feld; Edelgasatome und Lichtwellen; Edelgasatome und Corpuscularstrahlen; Elektrische Entladungen in Edelgasen. Es sei erwähnt, daß der Besprechung der spektralen Eigenschaften der einzelnen Edelgase eine allgemeine „Einleitung“ vorausgeht, die eine sehr klare, fast lehrbuchartige Erläuterung der Grundlagen der heutigen physikalischen Spektraltheorie, insbesondere der Methoden zur Ermittlung der Spektraltermine, enthält, so daß das Buch nicht nur zum Nachschlagen von Wellenlängen und Termsystemen, sondern auch zum Studium verwendet werden kann.

Außer dem Inhaltsverzeichnis am Beginn des Buches, welches die Einteilung und logische Gliederung des Stoffes erkennen läßt, sind noch zwei andere Behelfe zur Orientierung vorhanden, die die Handlichkeit und Verwendbarkeit des Buches weiter erhöhen. Am Schluß befindet sich zunächst ein systematisch geordnetes Literaturverzeichnis, das in Reihenfolge und Überschriften der einzelnen Abschnitte der Anordnung des Stoffes im Text des Buches folgt und daher eine übersichtliche und praktisch vollständige Bibliographie aller das Gebiet der Edelgase betreffenden Arbeiten darstellt. Auf dieses Literaturverzeichnis folgt dann noch ein alphabetisches Sachregister, das gerade in seiner relativen Kürze ein neuer Beweis dafür ist, wie gut das gesamte Material geordnet ist; bei vielen Bänden anorganischer Handbücher wäre es hoffnungslos, ein solches Inhaltsverzeichnis der diffusen Materie zusammenstellen zu wollen.

Auf den Inhalt des Buches im einzelnen einzugehen, übrigt sich. Es sei bloß betont, daß der Referent sich

durch zahlreiche Stichproben nicht nur von der Vollständigkeit des Materials überzeugt hat, sondern auch von der kritischen und sachverständigen Diskussion, die der Autor gegenüber noch nicht abgerundeten, strittigen oder gar unwahrscheinlichen Ergebnissen in Anwendung zu bringen weiß.

Gar vielerlei Eigenschaften müssen zusammenkommen, um ein Werk so aus einem Guß entstehen zu lassen: Übung im Auffinden der Literatur, vielseitige Sprachkenntnisse, rasche Auffassungsgabe, physikalische und chemische Fachkenntnisse, kritischer Blick, und — nicht zum wenigsten — literarische Begabung. Wir stehen nicht an zu erklären, daß wir unter den zahlreichen in den letzten Jahren vom Gmelin und vom Abegg herausgebrachten Bänden dem vorliegenden den Preis zuerkennen. F. PANETH, Berlin.

POLLACK, V., **Die Beweglichkeit bindiger und nicht bindiger Materialien.** Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre, Band 2. Halle: W. Knapp 1925. IV, 139 S. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 9.80.

Der Verfasser behandelt ein Gebiet, das für Theorie und Praxis gleich wichtig, bisher aber stark vernachlässigt ist. Systematisch bemüht sich in gleicher Richtung bisher nur die Forschungen von ATTERBERG und TERZAGHI. Mit dem meist üblichen, aber wenig befriedigenden *subjektiven* Anblicken und Abschätzen und allenfalls noch chemischen Analysieren rutschverdächtiger Bodenschichten ist wenig getan. Es müssen zweckentsprechende *objektive* physikalische Verfahren ergründet werden, die imstande sind, die wichtigsten Fragen der inneren Oberflächen-Bodenbeweglichkeit zahlenmäßig, also physikalisch-mathematisch zu fassen. Dabei sind zu berücksichtigen Porenvolumen, Konsistenzgrenzen nach Wassergehalt (Schrumpf-, Ausroll-, Fließgrenze, Plastizitätszahl), Festigkeit, Feinheit, Materialklassifizierung u. a. m.

Nichtbindige, sandige Böden bestehen vorwiegend aus derben, unnachgiebigen Körnern, bindige hingegen (lehmige, tonige) vorwiegend aus biegsamen Mineral-schuppen. Sämtliche physikalische Eigenschaften bindiger Böden sind durch 4 Faktoren zu erklären: Oberflächenspannung des eingeschlossenen Wassers, Zunahme der Viscosität des Wassers in sehr engen Capillaren und Reibung und Schuppenform der feinsten Bodenteilchen. Schrumpfen und Schwellen unterscheiden sich nicht von den durch Druck bedingten Formänderungen und lassen sich durch die Oberflächenspannung des Capillarwassers erklären. Sie tritt in allen pulverigen durchfeuchteten Massen ohne Unterschied von Korngröße und -form auf, doch ist ihre mechanische Wirkung in den Sanden zufolge kleiner Berührungszahlen in der Raumeinheit und Kleinheit capillarer Steighöhe praktisch zu vernachlässigen, während sie in kolloidschlammreichen Massen deutlich hervortritt. *Somit besteht zwischen bindigen und nichtbindigen Materialien nur ein gradueller Unterschied.*

Die Oberflächenspannung des Capillarwassers in kolloidschlammreichen Böden stellt eine Naturkraft dar, die imstande ist, Drucke von mehr als 200 Atm. auszuüben. Sie verdichtet locker abgelagerte Sedimente und bringt den Boden in einen Spannungszustand, welcher sich nach Ausschaltung des Capillardruckes durch Überflutung des Bodens in einer elastischen Ausdehnung desselben: dem Schwellen oder Quellen äußert. Örtliche Schrumpfung durch Wärme oder örtliche Beseitigung des Capillardruckes bedingen im Boden Sekundärspannungen, die viel bedeutender als die durch Eigengewicht hervorgerufenen Beanspruchungen sind und nach TERZAGHI vielfach für

das Auftreten von Einschnittsrutschungen verantwortlich erscheinen (S. 118/19). Möglicherweise kommen noch weitere Ursachen dazu, deren Erforschung in den allerersten Anfängen steht.

Der Verfasser bringt auf Grund des Schrifttums und eigenen jahrelanger Arbeiten brauchbare, mathematisch festgelegte Abgrenzungen für in Mitteleuropa häufige Verwitterungsreste, Löss, Tuffe, Schwimmsand, Muren usw. Zahlreiche Analysen und Diagramme, Berücksichtigung der Praxis für Flach- und Tiefbau, Anregungen zu Naturbeobachtungen und Experimenten verschaffen dem verdienstvollen Buch Berücksichtigung in weiten naturwissenschaftlich und technisch interessierten Kreisen. J. L. WILSER, Freiburg i. Br.
STACH, E., **Kohlenpetrographisches Praktikum.** Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika, Bd. 14. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. 196 S. und 64 Abbild. 16 × 24 cm. Preis RM 10.80.

Das Erscheinen dieses kleinen Büchleins kann warm begrüßt werden, da es durchaus geeignet ist, die bisher noch wenig verbreitete petrographische Untersuchung der Kohlen zu fördern. Wie Verf. mit Recht betont, hat eine solche Untersuchung auch bedeutendes praktisches Interesse. Erstens gibt sie, in viel größerem Maße, als eine Pauschalanalyse, Anhaltspunkte für die Verwertung der einzelnen Kohlensorten. Zweitens zeigt sich schon heute, daß die in den Flözen enthaltenen Pflanzensporen sehr verschieden sind, so daß sich hierauf vielleicht eine Flözidentifizierung gründen läßt. Ferner kann die petrographische Untersuchung über die Aufbereitung, die Verkokbarkeit, die Eignung zur Verflüssigung wertvolle Aufschlüsse geben. Es ist daher außerordentlich wertvoll, daß in dem STACHschen Büchlein heute eine Anleitung vorliegt, welche die bisher ausgearbeiteten Methoden zusammenfaßt und die mit ihnen bei den einzelnen Kohlenarten gemachten Erfahrungen eingehend bespricht.

Eine ausführliche Wiedergabe des Inhalts ist natürlich an dieser Stelle nicht möglich; nur die Gliederung des Buches sei kurz genannt.

Zunächst bespricht STACH kurz die makroskopischen Merkmale (Absonderung, Schieferung usw.) und die Voruntersuchung mit dem Aufbereitungsmikroskop.

Wesentlich eingehender werden dann die mikroskopischen Methoden behandelt. Die Untersuchung des nach dem Glühen zurückbleibenden Aschenskelettes liefert wertvolle Aufschlüsse über die Primärsubstanz der Kohle. Durch Auslaugung (Maceration) mit Chromsäure, Salpetersäure u. a. können die widerstandsfähigen Bestandteile (kutinierte Zellwände, Cuticulae usw.) isoliert werden. Ebenso wichtig sind die Dünnschliffmethoden, die neben der Herstellung sehr dünner Platten auch die Durchsichtigmachung der Kohle durch chemische Behandlung erstreben. Die verschiedene Struktur der Mattkohlen, der Faserkohlen und Glanzkohlen kommt hierbei sehr deutlich zum Vorschein. Ein besonderes Kapitel ist der mikrochemischen Untersuchung — dem Nachweis von anorganischen Bestandteilen, von Lignin, Cellulose, Cutin, Wachs, Harz usw. gewidmet. Sehr eingehend werden dann die neuerdings in der Metallographie so bedeutsam gewordenen Untersuchungen im auffallenden Licht behandelt, die sich bei sinnemäßiger Übertragung auch in der Kohlenpetrographie bewähren. Es folgt ein Kapitel, welches die praktischen Erfahrungen bei der Mikrophotographie der Kohlenpräparate zusammenstellt.

Im zweiten Teil des Buches werden die petrographischen Erfahrungen bei der Untersuchung einzelner Kohlensorten besprochen. Zuerst wird mit zahlreichen Bildern der Unterschied der drei Hauptbestand-

teile der Steinkohle — Glanzkohle (Vitrit), Mattkohle (Durit), Faserkohle (Fusit) erläutert; es folgen die Dünnschliff- und Anschliffbilder von Anthrazit, Streifenkohle, Cannelkohle, Boghead, Braunkohle usw. Zum

Schluß werden die Unterschiede von Steinkohle, Braunkohle und Torf behandelt.

Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich.

S. v. BUBNOFF, Breslau.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 17. Oktober berichtete Professor K. GRIPP, Hamburg, unter Vorführung von Lichtbildern über **Spitzbergen auf Grund eigener Reisen**, die in den Jahren 1925 und 1927 unternommen waren, um durch Studien in heute vereisten Gebieten zu einem besseren Verständnis des norddeutschen Glazialdiluviums zu gelangen. Zahlreiche Gletscher der Ost- und Westküste wurden auf einem gecharterten Fangschiff daraufhin untersucht.

Als die Expedition am 10. Juni 1927 vor dem Eisfjord anlangte, war das offene Meer zwar eisfrei, der innere Teil des Green Harbours aber trug noch eine geschlossene Eisdecke, so daß *an* dieser gelandet werden mußte. Hier liegt die nach dem Weltkrieg mit einem Kostenaufwand von etwa 30 Millionen Mark eingerichtete holländische Kohlengrube Barentsburg, welche zwei Flötze bester Kohle von 0,7 und 0,8 m Mächtigkeit abbaut. Die Flötze streichen in 160 m Höhe zu Tage aus, fallen landeinwärts aber bald bis unter das Meeresniveau und verlaufen dann auf viele Kilometer horizontal. Die mittlere Jahrestemperatur ist außen -6° , in den Stollen -4° bis 0° , so daß der Abbau im gefrorenen Gestein erfolgen kann. Weitere günstige Bedingungen sind, daß kein Versatz der Stollen nötig ist und auch auf eventuelle Bodensenkungen keine Rücksicht genommen zu werden braucht, weil das Gebiet unbewohnt ist. So wird es den Bergarbeitern möglich, in einer Schicht durchschnittlich etwa 2,5 Tonnen Kohlen zu fördern, während bei uns 0,8 bis 0,9 Tonnen die Regel sind. Trotz dieser Leichtigkeit des Abbaues ist die Kohlenproduktion in Spitzbergen wegen des Sinkens der Kohlenpreise jetzt unrentabel und die Grube wurde daher vor längerer Zeit stillgelegt. Die beiden norwegischen Kohlenbergwerke in Advent- und Kings-Bai können ihren Betrieb zur Zeit auch nur mit staatlicher Hilfe aufrechterhalten. Die schwedische Grube im Bellsund brennt bereits seit mehreren Jahren, ohne daß es bisher gelungen ist, das Feuer zu löschen. Der Vortragende berichtete weiter von der Schneeschmelze. Auffallend war, daß Bäche ihr Bett häufig durch mitgespülte Schneemassen verbauten, dann in und unter dem Schnee weiter flossen, bis es ihnen von neuem gelang, frei an der Oberfläche zu fließen. Das Gletschereis war oberflächlich vielfach durch Kryokonitlöcher zermürbt, die bei 20–50 cm Tiefe mit Wasser gefüllt waren und am Boden Gesteinsstaub enthielten, durch dessen Einschmelzen unter der Wirkung der Sonnenstrahlen sie entstanden sind.

Der Eidem-Gletscher, der in einer Front von 5 km Breite am Vorlandsend endet, überläuft einen Gebirgsbuckel. An dessen Leeseite bricht das Eis in gewaltigen Brüchen herunter und taut dabei stärker auf, so daß ein Defizit von Eis in Gestalt eines unterhalb des Abbruchs gelegenen Sees entsteht. An der Grenze von Eidem- und Venern-Gletscher fließt ein Schmelzbach zunächst auf, später im Eise und hat hier drei Kanäle in zwei Etagen übereinander entstehen lassen.

Der Van Miyen-Bai ist die Axel-Insel quer vorgelagert, so daß sie nur schmale Wasserstraßen zu beiden Seiten frei läßt, in welchen die Gezeitenströme große Geschwindigkeiten erreichen.

Im Hintergrunde der Ekman-Bai liegt die Cora-Insel vor einem Wattenmeer, das zugleich die riesige

Sandr-Fläche darstellt, welche dem Holmström-Gletscher vorgelagert ist. Zwischen dem Watt und dem Gletscher liegen 30 Staumoränenwälle, welche von einem 75 m breiten, durch die Ablagerungen des Old Red rot gefärbten Fluß, dem einzigen Schmelzwasserlauf des großen Gletschersystems, durchbrochen werden. In einem Schmelzwassersee wurde ein plötzliches Aufbrodeln beobachtet, durch welches das Wasser unter starkem Geräusch mehrere Meter hoch emporgestrudelt wurde und anschließend die obersten Lagen des Gletschereises schwimmend wurden. Später lief der Schmelzsee aus.

In der Van Keulen-Bucht, an der acht Gletscher enden, erhebt sich die Außenkante des Penck-Gletschers bis zu einer Wand von 100 m Höhe. Hier sind die Abscherungsflächen besonders deutlich erkennbar, an denen die einzelnen Eispakete übereinander hingeleiten. Besonders interessant sind ferner die bis zu 12 m hohen Zinnen und Mauern aus Lehm, die auf dem Eise des Nathorst-Gletschers stehen und aus dem tonigen Grundmoränenmaterial gebildet werden, das aus den Spalten im Eise ausgetaut ist. Hier sah man offenbar eine kuppige Grundmoränenlandschaft in der Entstehung.

In der Recherche-Bai hat sich der Gletscher, welcher zur Zeit der französischen Expedition unter GAIMARD 1837–1838 seine Bucht ganz ausfüllte, seitdem weit zurückgezogen.

Nach Abschluß dieser Untersuchungen an der Westküste wandte sich der Vortragende der Ostküste zu. Der in seinen Eisverhältnissen so überaus veränderliche Storfjord, welcher das Hauptland Spitzbergens von der Barents- und Edge-Insel trennt, erwies sich ausnahmsweise als völlig eisfrei. In der Agardh-Bucht ist der Ivory-Gletscher durch eine 12 km lange, unwegsame, sumpfige, mit Tümpeln durchsetzte Tundra von dem Meere getrennt. Hier wurde ein fossilreiches Konglomerat aus Phosphoriten, die dem unteren Jura angehören, entdeckt und ferner Schädel von Stegocephalen und primitiven Sauriern aus der Trias gefunden. In der Dunér-Bai wiesen die freiliegenden Juraschichten keine Spur von Pflanzenwuchs auf, was nur dadurch zu erklären ist, daß die Flächen jahrelang völlig von Schnee bedeckt gewesen sind, der erst im letzten warmen Sommer abgeschmolzen war. Vor dem Usher-Gletscher der Mohn-Bai entdeckte man eine schwefelwasserstoffhaltige Quelle, ein Beweis, daß deren Wasser lange in dem Untergrund zirkuliert hatte, der Boden unter dem Gletscher also nicht gefroren sein kann. Am Hayes-Gletscher fand der Vortragende alles eisfrei, was FILCHNER und PHILIPP 1910 ganz zugefroren angetroffen hatten. Eigentümlich waren hier einige auf dem Gletscher fließende Bäche mit treppenförmigem Bett, in denen im Zwischenraum von 8 Sekunden stoßweise Wasserschwallen abflossen.

Von dem Negri-Gletscher, dem zweitgrößten Gletscher Spitzbergens, konnte man das Chydenius-Gebirge, die höchste Erhebung Spitzbergens, sehen. Vor dem Gletscher lagen etwa 100 zum Teil riesige Tafelberge.

Ein Abstecher nach der Barents-Insel zeigte dieselbe als ein selten ödes Land. Seitdem HEUGLIN 1870 die Insel besuchte, ist der Duckwitz-Gletscher 7 km weit vorgestoßen und hat sich über mehrere kleine Inseln

ausgebreitet. Auf der Edge-Insel wurde nur Trias mit Dolerit gefunden.

Dem Norden von Westspitzbergen wurde in der Magdalena-Bai ein Besuch abgestattet. Hier ist die Landschaft im Gegensatz zu den Karbon, Trias, Jura und Tertiärtafelgebieten des Südens im wesentlichen aus kristallinen Gesteinen aufgebaut.

An zahlreichen Küstenstrecken findet sich Treibholz in großen Mengen, das aus der Taiga Sibiriens stammt, von den Flüssen ins Eismeer transportiert und dann, den Meeresströmungen folgend, von Norden her angeschwemmt wird. Skelette des Weißwales lagen an einem Fangplatz zu Tausenden herum. Das 3–4 m lange Tier wird in Netzen gefangen um seiner Haut willen, die zu Leder verarbeitet wird. Der früher in hoher Blüte stehende Großwalfang hat erheblich nachgelassen; im Jahre 1914 sind die letzten Walkochereien in Spitzbergen eingegangen. 1926 wurden 30, 1927

45 Wale gefangen. Dies sind zu wenig, um den Fangrentabel zu machen. Walknochen werden gelegentlich von armen norwegischen Schiffen an den Küsten gesammelt und an Düngerefabriken verkauft. Das in Spitzbergen heimische, aber durch die Jagd dezimierte und daher heute nur noch selten vorkommende Ren ist kleiner als das europäische und asiatische. Dem Eis- und Blaufuchs wird gegenwärtig, wo der Bedarf der Fuchsfarmen an diesen Tieren groß ist, auch im Sommer nachgestellt. 20 Fangleute etwa überwintern im Lande, um den wertvollen Winterpelz jener Tiere zu erlangen.

Die Gefahr des Ausrottens besteht nicht bei dem Eisbär, der als Wandertier auf den Eisschollen lebt. Bei zwei geschossenen Bären ergab die Untersuchung des Mageninhalts, daß sie nur Kraut gefressen hatten, offenbar hatten sie in dem eisfreien Fjord keine Seehunde mehr schlagen können. O. BASCHIN.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Elektrostatik in der Biochemie. Theoretischer und praktischer Kurs in Basel. In den Räumen der physiologisch-chemischen Anstalt in Basel fand in den Tagen vom 8. bis 12. Oktober v. J. ein Kurs statt, abgehalten von einer Arbeitsgemeinschaft Prager Forscher, die im Interesse der für die Biologie so überaus bedeutungsvollen neuartigen Ideen von R. KELLER über elektrische Hochspannungen in den vitalen Gebilden sich zusammengefunden haben und die nach der Seite der exakten Physik durch FÜRTHS Inspirationen eine erweiterte Basis erhalten haben. Der Einberufer dieses Kurses SPIRO hielt einen gedankenreichen Einleitungsvortrag, in welchem er die allgemeinen Beziehungen zwischen Elektrizitätslehre und Biologie mit betonter Hervorhebung der Fülle modernster Aufschlüsse entwickelte und Ausblicke von einer Weite eröffnete, die selbst den kundigen Zuhörern neue Einsichten in die Bedeutung der Elektrostatik schenkte. KELLER selbst entwickelte in zündender Weise seine Ideenwelt über die Elektrostatik als Arbeitsgebiet in der Biologie und Physiologie, skizzierte die wesentlichen Probleme und gab als recht überzeugendes Spezialbeispiel einen Vortrag über die elective Vitalfärbung, die von ihm in Methodik und Ergebnissen als elektrostatische Phänomenologie des lebendigen Organismus geschildert wurde. In einer Reihe von glänzenden Vorträgen wußte R. FÜRTH die Gesamtheit der physikalischen Grundlagen der neuen Lehre und die von ihm ausgebildete ebenso scharfsinnige wie exakte Methodik zu schildern. In seiner Behandlung der elektrischen Potentiale, der Dielektrizitätskonstante, der Dispersität und Teilchengröße, sowie in der elektrischen Charakteristik von Lösungen, Farbstoffen und Biokolloiden gab er ein allgemein als Kunstwerk anerkanntes Bild eines erheblichen Teiles modernster Elektrizitätslehre, bei aller Tiefe und Schärfe stets angepaßt dem auf Anschaulichkeit eingestellten Bedürfnis der Biologen. Geradezu unermüdet, packend in der Darstellung, und selbst das rein Technische durch Ideen meisternd, verstand GICKLHORN zahlreiche, recht eigentlich biologische Anwendungen der neuen Elektrostatiklehre darzulegen, beispielsweise den Mikromanipulator und seine Handhabung bei elektrometrischen Messungen, die Auswertung der Ergebnisse der Untersuchung der Dielektrizitätskonstante an biologischen Objekten, die mikrochemische und färbereische Analyse und die Ausnutzung der Vitalfärbung für das funktionelle Geschehen. UMRATH erklärte eingehend die Messungen mit dem Qua-

dranten und Binantenelektrometer sowie mit dem Röhrenpotentiometer und die Messung von Zell- und Organpotentialen. FISCHER brachte in seinem klaren Vortrag über Vitalfärbung und gerichtete Permeabilität am Auge und am Zentralnervensystem der Wirbeltiere ein sehr gutes Beispiel für die praktische Anwendbarkeit der neuen Auffassungen in einem spezifisch biologischen Beispiel. In ähnlicher Weise wußte PEKAREK den farbenanalytischen Nachweis von Organfunktionen an Pflanzen im Sinne der neuen Lehre heranzuziehen. LEUTHARDT brachte ein ausgezeichnetes Übersichtsreferat über das biologisch so wichtige Thema der pH -Bestimmungen, wertvoll besonders durch die vielen neuen theoretischen und praktischen Neuerwerbungen aus der Basler physiologisch-chemischen Anstalt.

An den Kurs schloß sich zunächst ein gut organisiertes Practicum, in welchem die Teilnehmer all die neuen Apparate genau vorgeführt bekamen und mit denen sie selbst manipulieren konnten. Sodann schloß die Tagung, die von zahlreichen Teilnehmern der verschiedensten medizinischen Fächer, von Botanikern, Zoologen und Chemikern aus einer großen Anzahl von Ländern besucht war, mit einer äußerst angeregten Diskussion. Es kam auch einige Kritik dabei zutage, so über die Möglichkeit nur durch Vitalfärbung rein funktionelle Fragen zu entscheiden, so dann über die Schwierigkeit darüber Klarheit zu gewinnen, was innerhalb einer lebendigen Zelle oder in einem lebendigen Gewebe wirklich lebendig und was trotz des physiologischen Zustandes darin unbelebt sei, und drittens wurde an die Notwendigkeit erinnert, nicht bloß Hochspannungen statischer Natur, sondern auch solche dynamischer zu messen. Aber alles dies trat zurück vor dem Gefühl der Dankbarkeit für die Fülle der Belehrung und Anregungen, welche die vorbildliche Prager Arbeitsgemeinschaft in aufopferungsvoller Weise gespendet hatte. LEON ASHER.

Strahlungsklimatologische Untersuchungen im deutschen Nordseegebiet. I. Im Juli 1926 wurde in den Jadestädten die „Gesellschaft zur Förderung der Klimaforschung im Nordseegebiet“ gegründet, deren erster Bericht jetzt erschienen ist¹. Nach den Aus-

¹ *Berichte des strahlungsklimatologischen Stationsnetzes im Deutschen Nordseegebiet.* Herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft zur Förderung der Klimaforschung im Nordseegebiet von Dr. P. A. GALBAS, Wilhelmshaven-Rüstringen. 51 S., 27 Abb. und 2 Tafeln.

fürungen ihres Vorsitzenden, des Landeshauptmanns der Provinz Hannover, Dr. von CAMPE, ist ihr Zweck: 1. Unterstützung der Arbeiten des Strahlungsklimatologischen Stationsnetzes im Deutschen Nordseegebiet, 2. Veranstaltung wissenschaftlicher Sitzungen, 3. Pflege der wissenschaftlichen Beziehungen zu verwandten Körperschaften, z. B. zur „Balneologischen Gesellschaft“. Die Mittel zur Unterstützung der Forschungsarbeiten werden durch die Ortsgruppen aufgebracht, denen außer Einzelmitgliedern vor allem korporative Mitglieder, Ortsbehörden, Kinderheime und andere Stellen angehören, die Interesse an der Förderung dieser Forschungen im Dienst der Volkshygiene haben. Die Gesellschaft, die z. B. bei den Reedereien großes Entgegenkommen gefunden hat, hofft auf Unterstützung ihrer Bestrebungen durch Staat und Reich, da sie im Sinne des deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose arbeitet.

II. Die einzelnen Ortsgruppen der Gesellschaft auf den Nordseeinseln und an den Küstenorten führten, ohne daß ein hauptamtlicher Beobachter angestellt wurde, die Einrichtung bzw. den Ausbau der bereits vorhandenen Stationen durch. In seinem einleitenden Bericht: „Das strahlungsklimatologische Stationsnetz im Deutschen Nordseegebiet (Geschichtliche Entwicklung, Ziel, Berichte)“ geht GALBAS aus von den von DORNO im Jahre 1912 in der Z. f. Baln. veröffentlichten „Vorschlägen zum systematischen Studium des Licht- und Luftklimas der den deutschen Arzt interessierenden Orte“. Auf Grund dieser Anregungen wurden im Auftrage der Zentralstelle für Balneologie in den Jahren 1914/15 von KÄHLER in Kolberg die ersten systematischen Messungen in Deutschland durchgeführt (zusammengefaßt in den „Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie“, November 1920). In der Kriegs- und ersten Nachkriegszeit schwand das Interesse wieder fast vollständig. Nur in Davos nahmen durch DORNOS rastlose Tätigkeit die Messungen und Registrierungen ihren Fortgang und entwickelten sich stetig weiter. Von DORNO angeregt und unterstützt, wurden auch an anderen Orten der Schweiz Beobachtungen ausgeführt, so von SÜRING in Agra bei Lugano (veröffentlicht 1924 in der Meteorologischen Zeitschrift) und in Arosa von GÖTZ. Nach dem Kriege setzten dann auch Messungen im deutschen Mittelgebirge ein. So hat BAUR etwa ein Jahr hindurch in St. Blasien im Schwarzwald beobachtet. Die vollständigsten und längsten Reihen verdanken wir dem Taunusobservatorium des Meteorologisch-geophysikalischen Instituts in Frankfurt a. M., Direktor LINKE, wo GALBAS einer der ersten Beobachter war.

Seit April 1925 hat GALBAS in den Jadestädten Messungen der Sonnenstrahlung ausgeführt. Bald kamen weitere Stationen auf den Nordseeinseln hinzu, über die in diesen „Berichten“ und in den folgenden berichtet werden soll. Die Stationen verfügen zumeist über die Instrumente, die ein mit diesen Fragen beauftragter Ausschuß des „Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose“ auf der „Nordwestdeutschen Tagung für Tuberkulose“ in Hamburg im September 1927 vorgeschlagen hat. Das sind außer den wichtigsten meteorologischen Meßapparaten, wie Thermo-, Hygro-, Barograph, Regenschirm, Sonnenscheinautograph und Windmesser, für die Strahlungsmessungen: Aktinometer für die Gesamtstrahlung der Sonne, Cadmiumzelle für die ultraviolette Strahlung, Pyranometer von ÅNGSTRÖM für die Himmelsstrahlung, sowie HILLSche Katathermometer für die physiologische Abkühlungsgröße. Dazu kommen noch einzelne Kaliumzellen für die blauviolette Sonnen- und Himmelsstrahlung, EDER-HECHTSche Graukeilphotometer für

die Tageshelligkeit, sowie zu Eichungen ein ÅNGSTRÖMSches Pyrheliometer und ein Frigorimeter von DORNO-THILENIUS.

III. Der vorliegende erste Bericht verfolgt zunächst den Zweck, „die nichtinformierten Kreise über die Grundbegriffe der strahlungsklimatologischen Forschung und über das bisher gesammelte Material zu informieren“. Daher bringt er als ersten wissenschaftlichen Beitrag den Vortrag, den LINKE im September 1927 in Hamburg auf der Tagung der „Gesellschaft für Lichtforschung“ gehalten hat: „Die Sonnen- und Himmelsstrahlung“. Es ist, wie LINKE selbst sagt, ein Versuch, die verwickelten Strahlungsvorgänge in unserer Atmosphäre synthetisch darzustellen. Ausgangspunkt ist daher die exterrestrische Sonnenstrahlung, von der LINKE über die Idealatmosphäre ohne Dunst und Wasserdampf zu der wirklichen, mehr oder weniger getrübbten Atmosphäre gelangt. Bei der Besprechung der Meßmethoden scheinen mir das ÅNGSTRÖM-Pyrheliometer und MICHELSON-Aktonimeter zu schlecht wegzukommen, das EDER-HECHT-Graukeilphotometer lehnt LINKE ganz ab. Betont wird mit Recht die Wichtigkeit mechanischer Registrierungen und der spektralen Trennung der Strahlung. Hingewiesen wird auch auf die Bedeutung des Studiums der Himmelsstrahlung und des Himmelslichts an den Stationen in der Niederung, wo diese Strahlenarten viel stärker sind als im sonnenreichen Hochgebirge.

IV. Dann bringt GALBAS eine „Klimatographie der Nordsee“, im wesentlichen ein Tabellenauszug aus dem vom Preußischen Meteorologischen Institut herausgegebenen „Klimaatlas von Deutschland“ mit erläuterndem Text. Die 15 Klimatabellen über Lufttemperatur, Wind, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Sonnenschein, Niederschläge und Gewitter sind als Nachschlagewerk für den Arzt gedacht. Sie umfassen außer den eigentlichen Nordseestationen auch die westlichen Ostseestationen und zum Vergleich 2 Binnenlandstationen, Aachen oder Köln-Bonn und Berlin-Potsdam. Die Nordseeorte sind in drei Gruppen geordnet, reines Seeklima (Helgoland), mittleres Seeklima (die meisten Inseln außer Föhr) und Küstenklima (mit Föhr). Besonders wird die Eintrittszeit des ersten und letzten Frostes besprochen, die ein anschauliches Bild von dem milden Klima der Nordsee gibt. Ferner bringt GALBAS aus einem kürzlich erschienenen Seewarteatlas 6 Karten über Temperatur und Salzgehalt der Meeresoberfläche in verschiedenen Monaten.

Am Schluß werden die Vorschläge von DORNO und VAN OORDT wiedergegeben, die dazu dienen sollen, den Arzt rasch über das für ihn Wesentliche des Klimas zu unterrichten. Es handelt sich in der Hauptsache um die Messung der Abkühlungsgröße und ihre Darstellung in spezifisch-medizinischen Klimogrammen.

V. Es folgt ein Aufsatz von HOELPER, Aachen: „Über die ultraviolette Sonnenstrahlung“. Das Wesentliche über Extinktion und Absorption der kurzen Wellenlängen des Sonnenlichts wird besprochen, zusammen mit den Meßergebnissen, vor allem aus DORNOS und HOELPERS eigenen Registrierungen. DOBSON deutet bekanntlich die Schwankungen als Änderungen des Ozongehaltes der Atmosphäre in großer Höhe, während HOELPER sie durch die Durchlässigkeitsänderungen der unteren Atmosphärenschichten, vor allem durch wechselnden Dunstgehalt erklären will. HOELPER empfiehlt eine genaue Untersuchung des kurzwelligen Spektrums, das ja nach den Messungen von HAUSSER und VAHLE nur in einem recht eng begrenzten Wellenbereich biologische Wirkungen ausübt, für die Seeküste und die Nordseeinseln.

VI. Als erste eigentlichen Messungen aus dem Nordseegebiet folgen dann: „Strahlungsmessungen in Verbindung mit allgemein-meteorologischen Beobachtungen während der Hochsaison 1927 als Beitrag zur medizinischen Klimatologie Helgolands“ von MOESE, Breslau. Sie sind in erster Linie als Beitrag gedacht für ein wichtiges Ziel der strahlungsklimatologischen Forschung: Untersuchung der Durchlässigkeit der Atmosphäre für die Sonnenstrahlung in Abhängigkeit von der Wetterlage. Außer Beobachtungen mit dem ASSMANN-Psychrometer und HILLSchem Katathermometer wurden auf der Düne etwa vier Wochen hindurch im August und September Messungen der Sonnenstrahlung mit dem MICHELSON-Aktinometer ausgeführt. Es werden an der Hand genauer Wetterkarten die Eigentümlichkeiten der Strahlung besprochen. Bei Einbruch typischer Polarluft traten stets die größten Werte der Sonnenstrahlung auf.

Beachtenswert sind fünf gute Wolkenaufnahmen.

VII. Als medizinischer Beitrag beschließt die Berichte ein Aufsatz von BRACHER, Norderney: „Über Veränderungen des roten Blutbildes im Nordseeklima“. Es wurde festgestellt, daß der Hämoglobingehalt bei Kindern nach mehrwöchentlichem Aufenthalt auf Norderney deutlich zunahm, bei tuberkulösen Kindern allerdings erst etwa vom 30. Tage an. Wind und Seebäder, die den Stoffwechsel steigern, wirken dabei erheblich mit. Man kann also mit Recht das Seeklima als einen energischen Regenerator des Blutes bezeichnen.

VIII. Am Schluß wird unter „Stationsbeschreibungen“ die Meßstation Norderney mit Hilfe von 4 Abbildungen, darunter 2 Luftbildern, erläutert. K. KÄHLER.

Die Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, die von Prof. R. v. MISES geleitet, soeben ihren achten Jahrgang abgeschlossen hat, weist in ihrem letzten mehr als 30 Bogen starken Band wieder eine Reihe von naturwissenschaftlich wertvollen Arbeiten auf. Im Vordergrund des Interesses in der technischen Mechanik steht seit einer Reihe von Jahren die Ausdehnung der Mechanik fester Körper auf diejenigen Erscheinungen, die sich nicht im Rahmen der Elastizitätstheorie erklären lassen. In einem längeren Aufsatz bespricht L. PRANDTL ein Modell, das die kinetische Theorie des festen Körpers veranschaulichen soll. Es gelingt ihm, mit Hilfe einer sehr einfachen Vorstellung, ein zutreffendes Bild der elastischen Hysterisis zu gewinnen, wobei allerdings von Zeitwirkungen abgesehen wird. In ganz anderer Richtung liegt die Arbeit von R. v. MISES über die plastische Formveränderung von Krystallen. Hier wird eine vor längerer Zeit von demselben Verfasser für den isotropen Körper entwickelte Auffassung, die ganz im Rahmen der klassischen Mechanik gelegen ist, auf Einkrystalle ausgedehnt und neueren Experimentaluntersuchungen gegenübergestellt. W. JENNE gibt in seiner Berliner Dissertation nähere Ausführungen zu den dreidimensionalen Problemen der Plastizitätstheorie isotroper Körper. Mehrere Aufsätze der Zeitschrift beschäftigen sich mit Einzelfragen der klassischen Elastizitätslehre, darunter eine Arbeit von F. H. VAN DEN DUNGEN, Brüssel, über die Biegungsschwingungen einer Welle. Experimentelle Forschungen zur Hydromechanik bringen die aus dem KÁRMÁNSchen Institut in Aachen stammenden Arbeiten von FRITSCH und HANSEN über den Einfluß der Wandrauigkeit auf

die Geschwindigkeitsverteilung im Rohr und über die Verhältnisse in der Umgebung einer eingetauchten Platte. Mehr in das Gebiet der Geophysik greift A. VITOLS, Riga, mit einigen Bemerkungen über den Versickerungsprozeß des Wassers auf der Erdoberfläche über. Die Flugtechnik vertreten BETZ und PETERSON, Göttingen, mit einer Studie über die Theorie der Flugzeugquerruder (Verwindung), die Thermodynamik F. BERGER und F. NUSSBAUM mit der Besprechung von Wärmeleitungsproblemen und W. SCHEIDLER mit einer mathematischen Theorie der Wärmespeicher. — Ein ganz anderes, von der Zeitschrift ständig gepflegtes Arbeitsgebiet, das sie ebenfalls mit den Interessen der Naturwissenschaftler verknüpft, ist das der angewandten Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. v. BEHR und J. WEINBERG setzen eine Diskussion über die sog. WEINBERGsche Schwistermethode fort. Von einem Aufsatz von H. POLLACZEK-GEIRINGER über die POISSONSCHE Verteilung, ist den Lesern der „Naturwissenschaften“ der von den mathematischen Ableitungen losgelöste Inhalt durch die Veröffentlichung der Verfasserin in den Heften 43 u. 44 bekannt.

In geringerem Umfang als in früheren Jahren, wohl des starken Andranges von Originalarbeiten wegen, sind Referate aus anderen Zeitschriften vertreten. Um so mehr muß man es begrüßen, daß gerade die in Deutschland schwer zugänglichen russischen Arbeiten aus der Hydro- und Aeromechanik wieder besprochen werden. Einen nicht ganz geringen Teil der Zeitschrift nehmen die sorgfältig redigierten Buchbesprechungen ein, die das gesamte Interessengebiet der Zeitschrift umfassen und auch den wichtigeren Erscheinungen der physikalischen Literatur Aufmerksamkeit widmen.

Proportionsstudien an sporttreibenden Männern und Frauen mit besonderer Berücksichtigung der Körpergröße. (FRITZ BACH, Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 2: Zeitschr. f. Konstitutionslehre 13, H. 2, S. 219—240. 1927.) An Hand des bei dem Münchner Turnfest gewonnenen reichen Materials versucht Verf. die von ihm in einer früheren Arbeit aufgestellten Sporttypen des Turners und Mehrkämpfers näher zu differenzieren. Hierbei sind unter Mehrkämpfern Sportleute zu verstehen, die, aus dem Turnen hervorgegangen, hauptsächlich auf Kurzstreckenlauf, Sprung- und Wurfübungen trainiert haben. Die Unterschiede der Körpermaße sind bei den beiden Gruppen folgende: Bei den Männern ist bei den Mehrkämpfern bei gleicher Körpergröße das Körpergewicht durchschnittlich 2,5 kg größer als bei den Turnern. Die Mehrkämpfer zeichnen sich ferner durch eine größere Beckenbreite, größeren Brustumfang und größeren Bauchumfang aus, während die Turner die Mehrkämpfer in der Schulterbreite und der Stammlänge übertreffen. Bei den Frauen zeigen sich im allgemeinen dieselben Verhältnisse, nur daß hier die Mehrkämpferinnen auch noch eine größere Schulterbreite als die Turnerinnen besitzen. Hinsichtlich der Extremitäten haben die Mehrkämpfer eine größere Bein- und Armlänge als die Turner aufzuweisen; ebenso übertreffen die Mehrkämpfer die Turner im Oberschenkelumfang, während der Oberarmumfang bei den Männern bei beiden Gruppen etwa gleich ist, bei den Frauen aber die Turnerinnen stärkere Arme besitzen als die Mehrkämpferinnen. (Ber. über die wiss. Biol. 6, 371. 1928.) HERBST.