

Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log611

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 51.

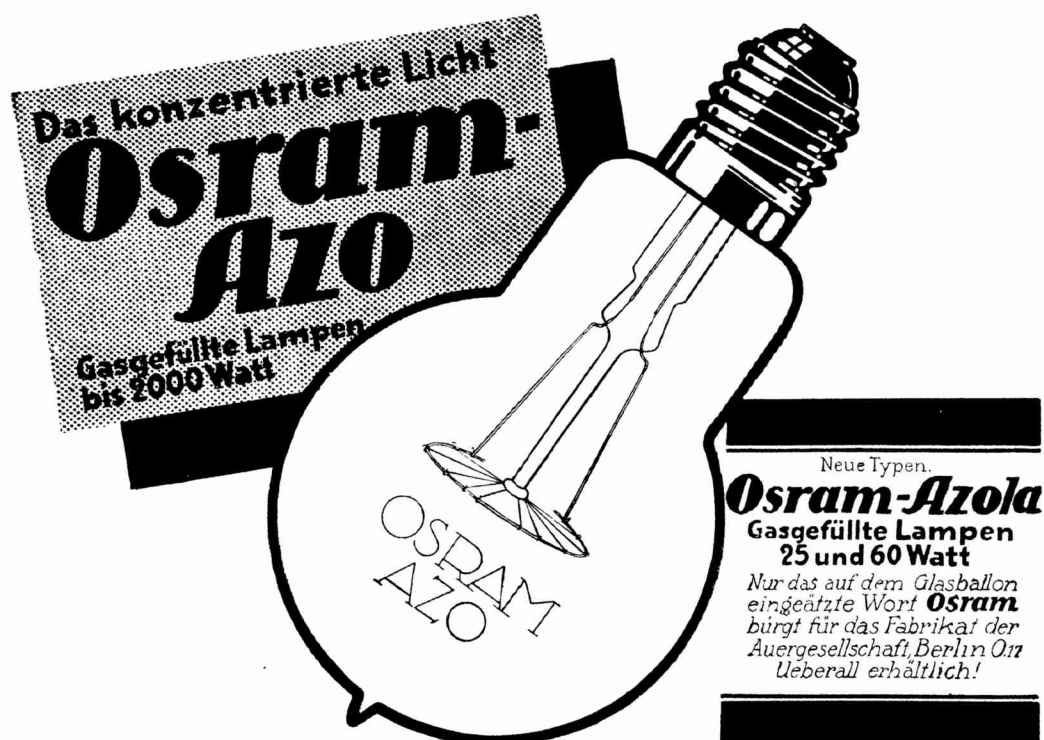
21. Dezember 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Struktur des Windes. Von *Privatdozent Dr. R. Seeliger, Berlin-Charlottenburg.* S. 749.
Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Landeskundliche Forschungen in Polen. S. 756.
Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie:

Die sekundären Geschlechtsmerkmale. Weiteres zur Vitaminfrage. Gibt es lebenswichtige Pyridinverbindungen. Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur Vitaminfrage. S. 757—760.



Das konzentrierte Licht
OSRAM-AZO
Gasgefüllte Lampen
bis 2000 Watt

Neue Typen.
Osram-Azola
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt
Nur das auf dem Glasballon
eingestanzte Wort **OSRAM**
bürgt für das Fabrikat der
Auer-Gesellschaft, Berlin O 17
Überall erhältlich!

Kgl. Bibliothek 2 L 13

IX 11

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto: Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Arzneipflanzen-Merkblätter des K. Gesundheitsamts

bearbeitet in Gemeinschaft mit
der Deutschen Pharmazeutischen



dem Arzneipflanzen-Ausschuß
Gesellschaft Berlin-Dahlem.

1. Allgemeine Sammelregeln — 2. Bärentraubenblätter — 3. Herbstzeitlosensamen —
4. Bitterkleeblätter — 5. Arnikablüten — 6. Huflattichblätter — 7. Kamillen —
8. Löwenzahn — 9. Wildes Stiefmütterchen — 10. Kalmuswurzel — 11. Schafgarbe — 12. Ehrenpreis — 13. Stechapfelblätter — 14. Tausendgüldenkraut —
15. Quendel — 16. Hauhechelwurzel — 17. Wollblumen — 18. Rainfarn —
19. Eisenhut (Akonit) -Knollen — 20. Malvenblüten und -blätter — 21. Wermutkraut — 22. Tollkirschenblätter — 23. Fingerhutblätter — 24. Bilsenkrautblätter —
25. Wacholderbeeren — 26. Bibernellwurzel — 27. Schachtelhalm — 28. Isländisches Moos — 29. Steinkleeblatt — 30. Bärlappsporen — 31. Katzenpfötchenblüten —
32. Blätter und Blüten zur Teebereitung.

Preis jedes Merkblattes 10 Pf. (einschließlich Porto und Verpackung 15 Pf.); 20 Exempl.
eines Merkblattes M. 1.20, 100 Exempl. eines Merkblattes M. 4.— (zuzügl. Porto).

Buchausgabe aller 32 Merkblätter
auf besserem Papier in festem Umschlag. **Preis M. 1.80.**

Die lange Dauer des Weltkrieges zwingt uns, wie auf manchen anderen Gebieten so auch auf dem der Beschaffung der Heilpflanzen, uns vom Ausland unabhängig zu machen und für eine Reihe der wichtigsten Arzneimittel die reichen Bestände von einheimischen Arzneipflanzen für die Versorgung unseres Volkes heranzuziehen.

Die Herbeischaffung der großen für die Darstellung der Arzneimittel erforderlichen Pflanzenmengen ist jedoch nur dann in genügendem Maße gesichert, wenn die mit der Kenntnis der Pflanzen vertrauten Kreise, Apotheker vor allem, tätig dabei mitwirken.

Im Hinblick auf die Notwendigkeit, die Versorgung unseres Volkes mit Arzneimitteln sicherzustellen, ist es dringend erwünscht, auf eine Verbreitung der Merkblätter über Arzneipflanzen in weitestem Umfang hinzuwirken und besonders die Verteilung der Merkblätter in Stadt und Land, in Schule und Haus zu fördern. Nur wenn auch in kleinen und kleinsten Gemeinden das Verständnis für die Wichtigkeit dieser Frage geweckt wird, ist eine ausreichende Beschaffung von Arzneikräutern gewährleistet. Es erwächst hier den Apothekern, Ärzten, den Landpfarrern und den Lehrern an Volks-, Mittel- und höheren Schulen eine wichtige und dankenswerte Aufgabe.

Für die das Sammeln der Pflanzen Überwachenden ist die Ausgabe in Buchform auf besserem Papier bestimmt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

21. Dezember 1917.

Heft 51.

Die Struktur des Windes

Von Privatdozent Dr. R. Seeliger,
Berlin-Charlottenburg.

Für den naiven Beobachter ist der Wind, die Strömung der Luft in der freien Atmosphäre, gekennzeichnet durch zwei Bestimmungsstücke, durch seine Geschwindigkeit und seine Richtung, und diese beiden sind es denn auch, welche man in der gesamten älteren meteorologischen Literatur allein erwähnt findet und welche in dem Beobachtungsmaterial der zahlreichen Wetterwarten aufgezeichnet sind. Erst in neuester Zeit ist man darauf aufmerksam geworden, daß die Strömung der Luft im Winde in Wirklichkeit ein äußerst komplizierter Vorgang ist, der erschöpfend erst durch eine Reihe intimerer Eigenschaften beschrieben werden kann: Der Vektor der Windgeschwindigkeit liegt nicht für längere Zeit fest im Raum, sondern er schwankt nach Größe und Richtung dauernd um Mittelwerte. Diese Schwankungen nun bezeichnet man heute zusammenfassend als Struktur oder Textur des Windes, wohl auch als Böigkeit, Windunruhe oder Turbulenz (in englischen Arbeiten als gustiness oder internal work, in französischen als irrégularités). Man ist zu dieser Erkenntnis, wie gesagt, erst verhältnismäßig spät gelangt; während die Windstruktur noch vor etwa 10 Jahren sich nur gelegentlich, gewissermaßen als Kuriosum erwähnt findet, ist ihr Studium heute zu einem wichtigen und beachtenswerten Kapitel der Aerologie geworden, dessen Bedeutung namentlich auch für die Flugtechnik nicht mehr unterschätzt werden kann. Daß es sich nun hier um Vorgänge handelt, deren Untersuchung experimentell wie theoretisch auch dem reinen Physiker eine Reihe höchst reizvoller und interessanter Probleme zu lösen gibt, möchte ich im Folgenden zeigen und zugleich eine kurze Übersicht über das bisher Erreichte geben.

§ 1. Die Beobachtungsmethoden.

Bei aufmerksamer Beobachtung bemerkt man bereits ohne besondere Apparate, lediglich durch eine gefühlsmäßige Abschätzung (etwa durch den Winddruck gegen das Gesicht oder durch die Gehörwahrnehmungen, welche beim Vorbeistreichen des Windes an den Ohrmuscheln entstehen), die ständigen und rasch aufeinanderfolgenden Schwankungen der Windgeschwindigkeit, und ebenso kann man an jeder guten Windfahne die dauernden Schwankungen der Wind-

richtung erkennen. Zu einer über diese bloße Konstatierung der Struktur des Windes hinausgehenden quantitativen Analyse benötigt man nun naturgemäß besondere Apparate und zum Teil völlig neue Untersuchungsmethoden. Dank dem Interesse, welches die Technik an diesen Untersuchungen hat, sind nun bereits eine Anzahl derartiger Apparate (sogenannte Böenschreiber) ersonnen und ausgeführt worden¹⁾, die auch mehr oder minder gut ihren Zweck erfüllen, nämlich die Geschwindigkeits- und Richtungsschwankungen fortlaufend zu registrieren. Das gemeinsame allen zugrunde liegende Prinzip ist, den Winddruck auf einen Körper als Funktion der Zeit aufzuzeichnen oder genauer, eine Arbeit des Winddruckes p zu transformieren in die kinetische Energie T eines bewegten mechanischen Systems, nämlich des Schreib- oder Zeigerwerkes, welches die Aufzeichnungen bewerkstelligt. Aus dieser Sachlage kann man nun bereits ohne im einzelnen auf die recht komplizierte und noch wenig entwickelte Theorie der Böenschreiber eingehen zu müssen, gewisse generelle Überlegungen ableiten, die zu einer sachlichen Bewertung des Beobachtungsmaterials unerlässlich sind. Es handelt sich nämlich wie man ohne weiteres erkennt dabei um die Beantwortung der folgenden beiden Fragen: 1. in welcher Weise hängt der zur Wirkung kommende Winddruck p ab von der am Beobachtungsort herrschenden Windgeschwindigkeit v , und 2. in welcher Weise wird der zeitliche Verlauf von p durch die Transformation im Apparat verzerrt. Weiß man über diese beiden Punkte Bescheid, so kann man aus den erhaltenen Aufzeichnungen durch eine mehr oder minder komplizierte Reduktion die gesuchten zeitlichen Veränderungen von v erhalten. Leider liegen nun die Verhältnisse in den meisten Fällen so, daß man keine der beiden obigen Fragen in Strenge beantworten kann oder daß die genannte Reduktion eine für die Praxis zu komplizierte Form annehmen würde; andererseits wird man aber nicht vergessen dürfen, daß die Erfüllung der Forderung, den Vektor v in allen Einzelheiten als Funktion der Zeit kennen zu lernen, den idealen und für viele Zwecke nicht einmal erstrebenswerten Grenzfall des Erreichbaren darstellt, und daß sich auch ohnedem bei vorsichtiger Interpretation des Beobachtungsmaterials bereits recht wertvolle Schlüsse ziehen lassen.

Die bis jetzt im Gebrauch befindlichen Böenschreiber benutzen nun entweder den Winddruck direkt dazu, um materielle Systeme in Bewegung zu setzen (als Typ die Oslersche Druckplatte und das Robinsonsche Schalenkreuz), oder sie nehmen

den hydrodynamischen Druck im bewegten Luftstrom in der seit langem bekannten Weise durch geeignete Staugeräte auf und messen ihn manometrisch im eigentlichen Registrierapparat (als Typ der Böenschreiber von *Fueß* und das Pitot-Tube-Anemometer von *Dines*). In beiden Fällen läßt sich der Zusammenhang zwischen p und T — siehe oben, Frage 2 — wenigstens prinzipiell angeben aus bekannten Sätzen der Mechanik über die erzwungene Bewegung träger und gedämpfter Systeme unter der Wirkung einer aufgeprägten zeitlich variablen Kraft. Durch Benutzung von Systemen mit genügend kleiner Masse, mit aperiodischer Dämpfung und mit genügend großer Eigenfrequenz — drei Forderungen, auf deren Erfüllung bei den wenigsten Konstruktionstypen genügend Wert gelegt ist — läßt sich die Verzerrung der Druckaufzeichnung in erträglichen Grenzen halten. Schwieriger und umständlicher ist nun die Beantwortung der ersten der oben formulierten Fragen nach dem Zusammenhang zwischen p und v . Da v ein Vektor ist, lassen sich seine zeitlichen Variationen natürlich nur beschreiben durch die Bahn, welche der Endpunkt des Vektorstrahles im Raum beschreibt, praktisch also durch die simultane Aufzeichnung seiner drei Komponenten oder dreier äquivalenter Größen. Der Winddruck auf eine Fläche (und Analoges gilt für den von einem Staugerät aufgenommenen Druck) hängt nun aber in recht komplizierter und theoretisch noch nicht vollständig faßbarer Weise ab von der Neigung des Geschwindigkeitsvektors gegen die Flächennormale bzw. gegen eine Symmetrieachse des Staugerätes, ist aber im übrigen proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit. Daraus ergibt sich unmittelbar, daß man im allgemeinen nicht in der Lage sein wird, in einfacher Weise durch eine Analyse der Drucke die zeitliche Änderung des Geschwindigkeitsvektors zu untersuchen. Erst durch drei simultane Aufnahmen mit drei nach verschiedenen festen Richtungen im Raum orientierten Apparaten würde man nach einer mühsamen Reduktion das Gewünschte erhalten. Man hat sich in der Praxis über diese Schwierigkeiten einigermaßen hinweggeholfen entweder durch die Verwendung von Staugeräten mit relativ einfachen Neigungseigenschaften oder häufiger dadurch, daß man die Geschwindigkeits- und die Richtungsschwankungen gesondert registrierte. Die letzteren durch eine mit Registriervorrichtung versehene Windfahne, die ersteren durch Staugeräte, welche ebenfalls mit einer Windfahne verbunden und so stets in die Richtung des Windes gestellt werden. Implizite ist natürlich dabei das Problem von vornherein von dem allgemeinen dreidimensionalen auf ein zweidimensionales reduziert und angenommen, daß die Windrichtung wesentlich in einer Ebene, nämlich in der horizontalen, verläuft. Die Windfahne gibt dann die Richtung der Geschwindigkeit in der zu ihrer Drehachse senkrechten Ebene, das Staugerät zeigt Drucke

an, welche jeweils proportional sind dem Quadrat des absoluten Wertes der Geschwindigkeit.

Es würde hier zu weit führen, die Theorie der Böenschreiber²⁾ und die verschiedenen, zum Teil sehr hübsch erdachten Konstruktionen im einzelnen zu verfolgen. Man wird aber bereits aus den gegebenen Ausführungen erkennen, daß es hier gar vielerlei zu beachten gibt und daß man an Hand sorgfältiger Überlegungen verhältnismäßig einfach zu Untersuchungsmethoden kommen kann, welche auch strengeren Anforderungen genügen; Sache der ausführenden Konstrukteure wird es dann sein, sich hier die vom Physiker gegebenen Richtlinien zunutze zu machen. Es sind nun in letzter Zeit zwei Methoden ausgearbeitet und auch bereits in der Praxis verwendet worden, welche nicht nur viele der eben besprochenen Schwierigkeiten vermeiden, sondern auch auf prinzipiell anderen Grundlagen beruhen; auf diese müssen wir deshalb noch kurz eingehen. Während die bisher besprochenen Methoden letzten Endes alle auf der Messung eines Druckes beruhten, kann man auch versuchen, direkt die im Winde transportierte Luftmenge zu messen. Am einfachsten geschieht dies nun, indem man die abkühlende Wirkung des Luftstromes auf einen elektrisch geheizten (dünnen) Draht zu Hilfe nimmt und die Temperatur des Drahtes etwa aus seinem Widerstand bestimmt. Dieses Prinzip haben *Gerdien* und *Holm* ihrem Anemokinographen zugrunde gelegt³⁾, und es ist ihnen in der Tat gelungen, die mannigfachen praktischen Schwierigkeiten zu überwinden und einen Apparat zu schaffen, welcher allen Anforderungen nicht nur der Praxis, sondern auch der wissenschaftlichen Erforschung der Windstruktur genügen dürfte. Die zweite der genannten Methoden rührt von *Barkow* her und beruht auf einem wiederum anderen und neuen Gedanken. Mit Thermoelementen von sehr kleiner Kapazität konnte *Barkow*⁴⁾ im Winde dauernde kleine Temperaturschwankungen (Amplitude von der Größenordnung $0,1^\circ$) feststellen und so der bisher betrachteten „mechanischen“ Struktur eine „thermische“ an die Seite stellen. Das interessante, mit dieser thermischen Struktur wohl zusammenhängende Phänomen der astronomischen und terrestrischen Scintillation können wir hier leider nur erwähnen und auf die diesbezügliche Literatur hinweisen⁵⁾. Zum Schluß möchte ich endlich noch auf ein neues, von *Galitzin*⁶⁾ in Vorschlag gebrachtes Prinzip der Druckmessung hinweisen, das vielleicht geeignet ist, manche der oben genannten Schwierigkeiten zu vermeiden. Es beruht auf der Erregung piezoelektrischer Ladungen in Kristallen und würde — sollte eine Steigerung der Empfindlichkeit bis zu dem für unsere Zwecke notwendigen Maß möglich sein — alle Schwierigkeiten beseitigen, welche aus der mechanischen Trägheit der bisher benutzten Anordnungen entspringen. Denn an Stelle der dynamischen Methode wäre damit eine statische

getreten, bei welcher alle Massenverschiebungen in der Tat praktisch ausgeschaltet sind.

Die bisher besprochenen Methoden sind nun alle nur anwendbar, solange man Gelegenheit hat, die erforderliche Apparatur stabil aufzustellen, d. h. sie sind beschränkt auf Untersuchungen am Erdboden oder in den untersten Schichten der Atmosphäre, soweit diese von einem festen Standpunkt aus erreichbar sind. Sieht man ab von Beobachtungen auf Bergobservatorien, in denen die Nähe beträchtlicher fester Massen und Flächen die Strömungsverhältnisse jedenfalls wesentlich gegen die in der freien Atmosphäre herrschenden verändert, so ist man also beschränkt auf die relativ geringen Höhen, welche auf Türmen und Gerüsten zugänglich sind. Wenn sich nun hier auch manche wertvollen Resultate ergeben haben (wie sie etwa *Dines* auf seiner Station Pyrtan Hill auf einem 30 m hohen Turm oder verschiedene Beobachter auf dem schlanken Eiffelturm erhalten haben), und wenn auch die luftigen Gittermasten der Stationen für drahtlose Telegraphie geradezu ideale Beobachtungspunkte abzugeben versprechen, so wird man naturgemäß doch wünschen, in größere Höhen frei vordringen zu können. Die hier in Betracht kommenden Methoden sind nun leider noch wenig ausgebaut und beschränken sich auf noch recht rohe und summarische Verfahren, nämlich auf die Mitnahme von Kontaktanemometern durch Drachen⁷⁾ (wohl der beste und allein exakte Resultate liefernde Weg), auf die trigonometrische Verfolgung der Bewegung frei steigender oder gefesselter kleiner Ballons (sogen. Piloten) und auf einen Vorschlag von *Dines*, die zeitlichen Änderungen des Gesamtwinddruckes auf einen Drachen durch dynamometrische Messungen der Spannung des Haltedrahtes zu ermitteln.

§ 2. Die Beobachtungsergebnisse⁸⁾.

Ehe wir nun zu einer kurzen Besprechung des Beobachtungsmaterials übergehen, müssen wir den Begriff der Windstruktur etwas genauer fassen, da wir bisher stets nur generell von Richtungs- und Geschwindigkeitsschwankungen gesprochen haben. Die genauere Analyse hat nämlich nicht nur gezeigt, daß es eine große Mannigfaltigkeit der Form dieser Schwankungen gibt, sondern daß sich diese in gewisse Typen einordnen lassen und daß von diesen Typen eine ganz bestimmte im engeren Sinne als Struktur des Windes in dem hier stets gemeinten Sinn zu bezeichnen ist. Natürlich gibt es in der Natur zwischen diesen einzelnen Typen alle möglichen Übergänge und Superpositionen, so daß man schematisierend dieselben erst voneinander trennen muß; eine solche Trennung erweist sich jedoch als sachlich begründet und über einen bloßen Formalismus hinausgehend, wenn man zugleich die meteorologischen Verhältnisse berücksichtigt, unter denen die einzelnen Typen in möglichst reiner Form

auftreten. Wir wollen uns im Folgenden an *Dines* anschließen, der in recht klarer Weise, gestützt auf ein großes Beobachtungsmaterial, drei derartige typische Formen unterscheidet, nämlich die folgenden: 1. die gewöhnliche Böigkeit des stetigen Windes (ordinary gustiness), rasche Variationen der Geschwindigkeit des Windes bei praktisch konstanter oder nur langsam veränderlicher mittlerer Geschwindigkeit. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Windstößen sind von der Größenordnung einer Sekunde. 2. Periodische oder unregelmäßige Änderungen (Periodic or spasmodic variations), die in Intervallen von mehreren Minuten bis zu einigen Stunden aufeinander folgen und ihre Entstehung dem Vorüberziehen von Teildepressionen zu verdanken scheinen. 3. Die isolierten Böen (isolatic squalls), die seit langem in der Meteorologie als Begleiterscheinung von Unwettern aller Art bekannt sind. Im wesentlichen zu derselben Einteilung ist übrigens kürzlich auch *Robitzsch*⁹⁾ gelegentlich einer statistischen Bearbeitung der Lindenberg Messungen gekommen; insbesondere scheinen mir hier auch die Strukturtypen der zweiten Art, die *Robitzsch* in weiterer Spezialisierung in „Windstufen“ und „Periodizitäten“ unterteilt und näher studiert hat, dynamisch interessant zu sein. Da nun die Typen der dritten und wohl auch der zweiten Art an gewisse charakteristische „Wetterlagen“ gebunden sind, wollen wir sie zusammenfassend als meteorologische Böen bezeichnen und ihnen den Typus der ersten Art (bei *Robitzsch* als „normal böiger“ Wind bezeichnet) gegenüberstellen, der nicht nur in speziellen Fällen auftritt, sondern stets zu beobachten ist, wenn Luftmassen strömen, und sich so als eine allgemeine Eigenschaft des Windes, eben als dessen Struktur, dokumentiert. Die Aufgabe der näheren Untersuchung ist es, zu ermitteln, ob und in welchem Maß auch hier die meteorologischen Verhältnisse hineinspielen oder zu einer Erklärung herangezogen werden müssen, oder ob es sich lediglich um eine sozusagen physikalische Eigenschaft strömender Luft handelt. Parallel mit derartigen genetischen Fragen muß natürlich das Studium der Eigenschaften der Struktur an sich gehen, so daß sich von selbst die Gesichtspunkte zur Besprechung des Beobachtungsmaterials ergeben.

Was zunächst die Form der Schwankungen anlangt, so liegen hierüber im einzelnen etwa im Sinne einer harmonischen Analyse noch keine Resultate vor; es würden sich hier auch in besonders starkem Maß die oben besprochenen Unvollkommenheiten der bisher benutzten Böenschreiber bemerkbar machen. Der einzige Apparat, welcher in dieser Richtung brauchbare Resultate liefern könnte, ist der Anemokinograph von *Gerdien* und *Holm*, für den jedoch noch keinerlei Resultate veröffentlicht worden sind und dessen allgemeiner Verwendung der hohe Preis hemmend im Wege stehen dürfte. Soweit sich das aus

einigen mir von den genannten Herren freundlichst überlassenen Diagrammen ersehen läßt, scheinen irgendwelche Gesetzmäßigkeiten im zeitlichen Ablauf der Schwankungen wenn überhaupt so jedenfalls nur recht versteckt vorhanden zu sein. Das einzige, was sich generell hier bis jetzt sagen läßt ist einmal, daß die Amplitude und die Dauer der Schwankungen im Mittel für längere Zeit, oft für mehrere Stunden, bemerkenswert konstant bleibt, ein Verhalten, das insbesondere für die thermische Struktur auch *Barkow* hervorhebt. Ein zweiter Punkt ist, daß zwischen den Richtungs- und den gleichzeitigen Geschwindigkeitsschwankungen kein engerer Zusammenhang zu bestehen scheint. An manchen Tagen sind große prozentuelle Amplituden der Geschwindigkeit von nur kleinen Richtungsänderungen begleitet, während an anderen gerade das Umgekehrte der Fall ist; eine ähnliche Unabhängigkeit hat *Barkow* auch zwischen der mechanischen und der thermischen Struktur festgestellt. Ein drittes Resultat endlich betrifft den Zusammenhang zwischen der mittleren Windgeschwindigkeit und der Größe der Amplituden. Sowohl die der Richtung wie die der Geschwindigkeit nehmen zu mit zunehmender mittlerer Geschwindigkeit. Die Richtungsschwankungen scheinen bei größeren Windstärken langsamer zuzunehmen und einem Maximum (im Mittel etwa 60 %) zuzustreben, während die Geschwindigkeitsamplituden praktisch linear anwachsen nach dem numerischen Gesetz: mittlere Amplitude = $0,5 \times$ mittlere Geschwindigkeit. Diese namentlich in quantitativer Beziehung noch recht dürftigen Angaben sind nun inzwischen in wichtigen Punkten ergänzt und erweitert worden durch die Resultate der bereits erwähnten Arbeit von *Robitzsch*. *Robitzsch* hat die zweijährigen Aufzeichnungen des neuen Lindenberger Strukturmeßgerätes (eines zwölf-schaligen Robinsonkreuzes von bemerkenswert geringer Masse mit kontinuierlicher Federregistrierung) statistisch bearbeitet und eine Reihe quantitativer Gesetzmäßigkeiten ableiten können, deren Mitteilung in extenso hier jedoch aus militärischen Gründen leider unterbleiben muß. Es handelt sich dabei um vornehmlich für die Aeronautik wichtige Folgerungen aus dem allgemeinen Resultat der Untersuchung, nämlich aus der Ableitung eines allgemeinen Verteilungsgesetzes der Extremwerte, dessen Kenntnis für spätere theoretische Überlegungen von Bedeutung sein wird. Eine andere Folgerung hatten wir — wie noch bemerkt sei — bereits oben in dem (Integral-) Gesetz für die mittlere Schwankungsamplitude kennen gelernt, wobei ich dahingestellt lassen möchte, ob das (noch unpublizierte) Lindenberger Material hier zu genau demselben quantitativen Zusammenhang führt, wie die oben benutzten und vermutlich mit etwas trägeren Instrumenten (Anemokinograph und hydrodynamischer Böenschreiber) angestellten Messungen.

Ähnlich, wie für die Schwankungen in der Horizontalebene, auf welche allein sich diese Angaben beziehen, dürften sich auch die Schwankungen der Vertikalkomponente verhalten¹⁰⁾, wenngleich hierüber eingehende Untersuchungen noch fehlen; daß aber auch in den bodennahen Schichten der Atmosphäre eine merkliche Vertikalströmung existiert, ist mehrfach festgestellt, ebenso daß sie denen der Horizontal-komponente ganz analoge Struktur zeigt. Allerdings handelt es sich dabei nur um vergleichsweise kleine Schwankungen, da die Neigung des Windes gegen die Erdoberfläche im Mittel nur um wenige Grade hin und her pendelt und nur in vereinzelt Fällen etwa 20° erreicht. Noch gar nicht untersucht ist leider, worauf ich zum Schluß noch hinweisen möchte, die wichtige Frage nach der „räumlichen“ Struktur des Windes, d. h. nach dem Grade der zeitlichen Übereinstimmung der Struktur an verschiedenen Punkten. Einige orientierende Versuche haben gezeigt, daß jedenfalls schon in zwei Punkten im gegenseitigen Abstand von 100 m (senkrecht zur mittleren Windrichtung gemessen) die zeitlichen Strukturen kaum mehr Ähnlichkeiten zeigen.

Wenn nun trotz vieler Lücken, wie wir soeben sahen, immerhin einiges Material für die bodennahen Schichten beigebracht worden ist, liegt die Erforschung der Strukturverhältnisse in den höheren Schichten noch recht im argen. Definiert man die Struktur entsprechend den noch wenig entwickelten Untersuchungsmethoden für größere Höhen summarisch durch den sogen. „Böigkeitsfaktor“, d. h. durch das Verhältnis der mittleren Amplitude zur mittleren Windgeschwindigkeit, so lassen sich die vorliegenden Ergebnisse dahin zusammenfassen, daß dieser Faktor erst rasch, dann langsamer abnimmt und schließlich nahezu konstant zu werden scheint. In 70 m Höhe über dem Erdboden hat er noch etwa 70 % des Wertes in 10 m Höhe, nimmt dann bis etwa 800 m weiter ab auf etwa 30 % und scheint diesen Wert bis zu den untersuchten größten Höhen von rund 1200 m zu behalten. Es wäre natürlich zur theoretischen Beurteilung der ganzen Strukturfrage von großer Wichtigkeit, auch über die Verhältnisse in noch erheblich größeren Höhen wenigstens Anhaltspunkte zu haben oder wenigstens zu wissen, ob der Wind dort überhaupt strukturiert ist oder nicht, und unter diesen Umständen wird auch der geringste Hinweis willkommen sein müssen. Gelegentliche Beobachtungen im Freiballon oder im Flugzeug, Unregelmäßigkeiten in der Bewegung von Pilotballons und die wirbelige Struktur mancher Wolken mögen in dieser Richtung deuten, ebenso wie die wenig angenehmen Gefühle bei den sogenannten Schaukelfahrten im Flugzeug oder im Luftschiff; doch alles dies läßt schwer entscheiden, ob dabei die eigentliche Struktur des Windes in dem oben festgelegten Sinn in Frage kommt. Aufschluß darüber kann uns aber vielleicht eine Tatsache zunächst scheinbar ganz

anderer Art geben, auf welche wir deshalb kurz eingehen müssen. Es ist bekannt, daß manche Vögel, wie z. B. der Mauersegler, die Möwe, die Raubvögel der Alpen und in besonders schöner Weise der Kondor der südamerikanischen Küstengebirge, sich lange in derselben Höhe schwebend halten können ohne einen einzigen Flügelschlag zu tun. Diese Art des Fliegens, die man als Segelflug bezeichnet, bietet nun bei näherem Zusehen großes Interesse, welches über das eines rein ornithologischen Problems erheblich hinausgeht; es mag der Hinweis genügen, daß ein Mann wie *Rayleigh* eine Beschäftigung mit dieser Frage der Mühe wert gehalten hat und daß man noch heute von einer Einsicht in den Mechanismus des Segelfluges weit entfernt ist. Eine Theorie, die von *Langley* herrührt und insbesondere von *Lanchester* weiter ausgebaut worden ist¹¹⁾ sieht nun die Energiequelle für den Segelflug eben in der Struktur des Windes und nimmt an, daß der segelnde Vogel — analog etwa dem bekannten gaskinetischen Dämon *Maxwells* — imstande ist, aus den über den Mittelwert hinausgehenden Pulsationen des Windes Energie zu entnehmen. Sollte diese Annahme richtig sein, so würden wir in der Tat schließen können, daß der Wind auch noch in den großen Höhen, in denen z. B. der Adler oder Kondor seine Kreise zieht, strukturiert ist.

Wir haben uns bisher lediglich mit den Eigenschaften der Windstruktur beschäftigt und wollen nun dazu übergehen, nach den Ursachen dieser Erscheinung, also insbesondere nach genetischen Zusammenhängen mit meteorologischen Faktoren zu suchen. Zunächst ist hierzu zu bemerken, daß die Struktur *et. par.* ohne Zweifel abhängt von der Wahl des Beobachtungsortes; diese Abhängigkeit läßt sich dahin charakterisieren, daß bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit und tunlichster Gleichartigkeit der meteorologischen Verhältnisse die Amplitude der Richtungs- und Geschwindigkeitsschwankungen auf der Leeseite von Hindernissen jeder Art (Unebenheiten des Terrains, Bäume, Häuser usw.) größer ist als auf der Luvseite. In besonders instruktiver Form ist dies z. B. zu erkennen aus den schönen Anemographendiagrammen, welche *Dines* von Gibraltar mitgeteilt hat und welche aufs deutlichste den Einfluß des mächtigen Felsblockes dieser Festung zeigen. Von größerer Tragweite als diese an sich plausiblen Feststellungen sind nun naturgemäß Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen der Struktur und den eigentlichen meteorologischen Faktoren. Trägt man graphisch für einen Beobachtungsort die mittlere Windgeschwindigkeit als Abszisse, die mittleren Schwankungen als Ordinaten (gemittelt etwa über eine Zeit von jeweils 10 Minuten) auf, so erhält man, wie wir bereits wissen, im Mittel eine Gerade unter etwa 30° Neigung; um diese ausgeglichene Kurve gruppieren sich die einzelnen Beobachtungswerte mit einer gewissen Streuung, welche zum Teil den bei

verschiedenen Windrichtungen verschiedenen Einfluß der Umgebung repräsentiert, zum Teil aber anderen noch unbekannten Ursachen zuzuschreiben ist. Die mittlere Amplitude für eine bestimmte Windrichtung ist also eine Funktion nicht nur der mittleren Geschwindigkeiten v sondern auch gewisser anderer Größen K_v , welche den Zustand der Atmosphäre zur Zeit der Beobachtung definieren, d. h. eigentlich meteorologischen Charakters sind. Als erste Erkenntnis ist nun zu erwähnen, daß die Größen K_v offenbar nicht die gewöhnlichen meteorologischen Elemente Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck sind; wenn dies auch sicherlich von verschiedenen Seiten konstatiert worden sein dürfte, darf ich mich hier in Ermangelung mir bekannter Literaturstellen auf eine eigene Bearbeitung der über fast zwei Jahre reichenden Aufzeichnungen des Böenschreibers zu Hannover berufen, welche keinerlei derartigen Einfluß erkennen ließen. Die Struktur des Windes ist also nicht oder nicht allein bestimmt durch die physikalischen Konstanten der im Winde bewegten Luftmassen, sondern sie muß noch abhängen von anderen weniger einfachen Faktoren. Einige von diesen, wenn auch wohl nicht alle, aufzufinden, ist nun *Bar-kow* gelungen¹²⁾. Seine systematische Bearbeitung der Aufzeichnungen des Potsdamer Kinemographen und der dortigen registrierenden Windfahne ergab eine deutliche Abhängigkeit der Größe der Richtungs- und Geschwindigkeitsamplituden von der Tageszeit und der Bewölkung, welche sich dann übersetzen ließ in eine solche von der Intensität der Sonnenstrahlung und insbesondere der vertikalen Temperaturverteilung in den untersten Luftschichten. Zusammenfassend ergab sich endlich, daß von maßgebender Bedeutung für die Windstruktur das Auftreten vertikaler Luftströmungen ist. Daß es sich dabei um eine hinreichende Ursache handelt, scheint durch diese Untersuchungen sichergestellt zu sein, dagegen ist es eine noch offene Frage, ob auch um eine notwendige oder um die einzige. Wie man bald erkennt, ist die Struktur des Windes eben eine außerordentlich variable Größe, welche sicher nicht nur von den Verhältnissen am Beobachtungsort abhängt; ein eingehender Vergleich von Strukturmessungen und der Resultate simultaner Drachenaufstiege würde z. B. sicherlich Zusammenhänge solcher Art ergeben, wie ich das aus einigen dahin deutenden eigenen Beobachtungen annehme. In demselben Sinn weisen jedenfalls auch die interessanten Beziehungen zwischen der Struktur des Windes und zwischen der inneren Reibung der Atmosphäre, auf die kürzlich *Bar-kow* hingewiesen hat.

§ 3. Theoretische Betrachtungen¹³⁾.

Ehe wir nun zu theoretischen Betrachtungen über die Windstruktur übergehen, mögen einige generelle Bemerkungen Platz finden, die zur richtigen Bewertung des folgenden dienlich sein wer-

den. Der gasförmige Zustand der Atmosphäre bedingt bekanntlich, daß die Strömungsverhältnisse in derselben in Strenge nur gegeben sind durch die hydrodynamischen Differentialgleichungen in deren allgemeinsten Form, also nur unter Berücksichtigung der Kompressibilität und der Reibungsglieder; damit ist für den Kenner der hydrodynamischen Literatur ohne weiteres die Gesamtheit der einer theoretischen Untersuchung entgegenstehenden Schwierigkeiten gekennzeichnet. Diese für eine strenge mathematische Behandlung der Dynamik der Atmosphäre — wie man ohne Übertreibung wohl sagen darf — hoffnungslose Sachlage läßt sich nun zwar durch gewisse physikalisch berechnete Vereinfachungen erheblich günstiger gestalten, so daß es in der Tat vielfach gelingt, durch Näherungsmethoden weiter zu kommen; teils versagen diese Methoden aber gerade in unserem Fall, teils führen sie immer noch zu derartigen Komplikationen, daß die wirkliche Anwendung derselben kaum mehr lohnen dürfte. Wir wollen uns deshalb von vornherein der speziellen uns hier interessierenden Fragestellung anpassen und zusehen, welche Aufschlüsse wir aus einer sinngemäßen Benutzung anderwärts gesammelter Erfahrungen erhalten können, nicht etwa um eine mathematische Theorie aufzubauen, sondern um zu einem physikalischen Verständnis der Windstruktur zu kommen. Wir benötigen dazu zunächst natürlich eine Präzisierung der Aufgabe, die wir, um den Anschluß an bereits Bekanntes zu gewinnen und die Verhältnisse möglichst übersichtlich zu gestalten, tunlichst im Sinne der theoretischen Hydrodynamik vornehmen. Von diesem Standpunkt aus ist die Windstruktur zu charakterisieren als eine Superposition kurzperiodischer Schwankungen über eine mittlere laminare Strömung und die Aufgabe als eine Erklärung von deren Entstehung aus physikalisch plausiblen oder anderweitig bekannten Ansätzen für die wirkenden Kräfte, für die Anfangs- und für die räumlichen Grenzbedingungen. Die Anfangsbedingungen sind zu betrachten als gegebene, d. h. auf bekannte Vorgänge in der Atmosphäre zurückführbare Störungen, die Grenzbedingungen als gegeben durch die Form und Lage aller in Betracht kommenden festen Grenzflächen und bekannte statische oder quasistationäre Struktureigenschaften der Atmosphäre. Als wirkende äußere Kräfte kommen eigentlich in Betracht die Schwerkraft und die ablenkende Kraft der Erdrotation; eine einfache Überlegung zeigt aber, daß wir ohne Schaden für das physikalisch Wesentliche die letztere überhaupt vernachlässigen, die erstere in die Entstehungsursache der oben genannten Störungen mit einbeziehen dürfen; mit anderen Worten, wir können die uns interessierenden Vorgänge als kräftefrei verlaufend ansehen und erreichen so natürlich eine ganz bedeutende Vereinfachung und Übersichtlichkeit. Endlich mag noch erwähnt werden, daß die hydrodynamischen Grundlagen selbst bedeutend verein-

facht werden können durch die Vernachlässigung der Kompressibilität; man kann leicht zeigen, daß die Atmosphäre hinsichtlich der Geometrie der in ihr verlaufenden Strömungen praktisch als inkompressibel zu betrachten ist für die in der Natur auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen läßt sich nun verhältnismäßig kurz das wenige zusammenfassen, das sich über die Entstehung der Windstruktur bisher aussagen läßt, das aber immerhin einen Einblick in den Mechanismus derselben gibt. Zunächst erkennt man ohne weiteres aus der Kontinuitätsgleichung, daß die Form der Strömungslinien im Winde eine außerordentlich komplizierte sein muß; der Wind besteht gewissermaßen aus einem engen Netzwerk von Diskontinuitätsflächen und von Wirbeln, welche bei der Aufrollung und Zerstörung jener sich bilden müssen. Dies geht auch hervor aus den hohen Werten für den Koeffizienten der inneren Reibung, welche sich in den hydrodynamischen Gleichungen für die mittlere Bewegung direkt aus gewissen Beobachtungsdaten ergeben haben und welche nur zu erklären sind, wenn man in den bekannten Integralausdrücken für die dissipierte Energie die Summe der in der Volumeinheit enthaltenen Rotationen sehr groß annimmt. Weiterhin folgt aus der Kontinuitätsgleichung, daß Schwankungen der Richtung oder der Geschwindigkeit allein nicht auftreten können, sondern daß Schwankungen der einen Art stets solche der anderen Art bedingen; es ist ein Hinweis auf diesen Punkt vielleicht nicht unnötig im Hinblick auf falsche Vorstellungen, die ich wiederholt gefunden habe, und die z. B. als mögliches Geschwindigkeitsfeld im Winde eine laminare Strömung mit räumlich variabler Geschwindigkeit nach Art ebener Expansionswellen annehmen.

Wenn wir nun im Sinne des eben entwickelten Programms als eine der Ursachen der Windstruktur primäre Störungen ansehen, so erhebt sich zuerst natürlich die Frage, wie sich solche Störungen in der Atmosphäre fortpflanzen, d. h. ob die räumliche und zeitliche Dämpfung derselben nicht zu groß ist, um auch noch die Wirkung entfernterer Störungsherde am Orte der Beobachtung merklich sein zu lassen. Man erkennt die Berechtigung einer solchen Frage, wenn man bedenkt, daß maßgebend für die Dämpfung nicht der sehr kleine Reibungskoeffizient μ der Luft ist, sondern der sogen. kinematische Reibungskoeffizient ν (= dem Verhältnis von μ zur Dichte) und daß dieser etwa 14-mal so groß ist als für Wasser. Einen ersten Anhalt gibt uns nun hier die Durchrechnung einfacher, mathematisch diskutabler Spezialfälle, so z. B. die Fortpflanzung und zeitliche Dämpfung periodischer Bewegungen oder allgemeiner durch Fouriersche Superposition die irgend einer Anfangsstörung, oder die Analyse des Eindringens der Winkelgeschwindigkeit in das Innere einer laminaren Strömung bei der Auflösung einer Diskontinuitätsfläche; man findet

beim Studium dieser Vorgänge in günstigen Fällen Dämpfungszeiten, die oft nach vielen Minuten zählen und Dämpfungsstrecken von der Größenordnung mehrerer hundert Meter. Bei der Anwendung solcher Resultate auf die hier interessierenden Fragen ist nun aber stets zu bedenken, daß die Verhältnisse in der Atmosphäre immerhin wesentlich anders liegen als in den im Interesse der mathematischen Lösbarkeit meist stark idealisierten und vereinfachten Beispielen und daß gerade hier, wie eben meist bei einem Versuch praktischer Anwendung, der Gegensatz zwischen der mathematischen Hydrodynamik und der rauen Wirklichkeit sich in recht bedenklicher Weise fühlbar machen wird. Zu einer direkten, so zu sagen bildhaften Vorstellung der tatsächlichen komplizierten Strömungsvorgänge kann man nun aber bis zu einem gewissen Grade gelangen, wenn man an die analogen Erscheinungen in strömendem Wasser anknüpft, wo alle diese Vorgänge dem Auge sichtbar sind; die Brücke von diesen zu jenen bilden die bekannten Sätze über mechanische Ähnlichkeit, die unter der oben gemachten Voraussetzung der kräftefreien Bewegung unmittelbar anzuwenden sind und in unserem Fall auszusagen, daß das Produkt aus Geschwindigkeit und linearer Dimension für Luft etwa 14-mal so groß ist als für Wasser. Transformieren wir nach dieser Vorschrift die Vorgänge in einem Fluß mit Hindernissen auf die Vorgänge im Windstrom, so erkennen wir, daß Störungen von plausibler Größenordnung noch in Kilometerentfernung von ihrem Entstehungsort durchaus merkbare Beiträge zur Windstruktur liefern werden.

Damit ist unmittelbar der Übergang zum zweiten Teil der Problemstellung, nämlich zur Frage nach der Natur jener primären Störungen gegeben, und wir können, um gleich bei der angezogenen Analogie mit strömenden Wassermassen zu bleiben, an erster Stelle die Strömungsherde in den mannigfachen festen Hindernissen erkennen, die dem Winde entgegenstehen, mögen dies nun Bäume, Häuser und Berge oder die sanften, stets vorhandenen Ungleichmäßigkeiten der Erdoberfläche sein; zugleich wird so die früher erwähnte Abnahme der Windunruhe mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche verständlich. Dazu kommen nun weitere Störungsursachen in den unregelmäßig aufsteigenden Luftströmungen, wie sie bei einem Wechsel der Bodenbeschaffenheit (wie in dem jedem Flieger bekannten Beispiel des sandigen von Wiesen und Wäldern umgebenen Flugplatzes) infolge der Sonnenbestrahlung, in Wolkenschatten und in vielen anderen Fällen auftreten. Eine dritte Ursache endlich werden wir in dem „schäumenden“ Überstürzen der Helmholtzschen Luftwogen zu sehen haben, und diese wird namentlich in den höheren Luftschichten ohne Zweifel eine wesentliche Rolle spielen.

Wir haben damit zugleich eine neue, von den bisher besprochenen Störungen prinzipiell ver-

schiedene Ursache der Windstruktur berührt, nämlich die Luftwogen überhaupt. Es scheinen mir Luftwogen und wogenähnliche Strömungen in der Atmosphäre viel häufiger aufzutreten als man gewöhnlich annimmt und vor allem scheinen diese, wegen der Grenzbedingungen an der Erdoberfläche mit abnehmender Höhe mehr und mehr in ein lineares Pulsieren übergehend, bis dicht an den Boden herabzureichen; es mag genügen, hier an die bekannte und häufige Erscheinung der wogenden Kornfelder zu erinnern. Mit einer solchen Wogenbewegung hängen des weiteren zusammen die Geschwindigkeitsschwankungen, welche z. B. in einem stationären Strom mit wellenförmigen Stromlinien bei vertikalem Geschwindigkeitsgradienten auftreten. Nach den klassischen Ansätzen von *Helmholtz* ist nun eine Wogenbewegung allerdings nur zu erwarten an der gemeinsamen Grenze verschieden dichter Luftschichten. Demgegenüber würde der Wogenbildung eine viel umfassendere Rolle bei der Entstehung der Windstruktur zuzuteilen sein, wenn man — unter Berücksichtigung dissipativer Glieder in den Bewegungsgleichungen — die Bedingungen zur Ausbildung wogenähnlicher Strömungen allgemein als gegeben ansieht an der Grenze frei beweglicher Luftschichten und solcher, welche durch Hindernisse an freier Strömung gehindert, also träger sind. Derartige Verhältnisse liegen vor generell über allen festen Begrenzungen mit nicht glatter Oberfläche, besonders ausgeprägt über Wäldern und den Häusermassen der Städte oder in kleinerem Maßstabe über Wiesen, dichtbewachsenen Feldern, unruhigen Wasserflächen u. dgl., also jedenfalls über fast allen Teilen der Erdoberfläche.

Wenn nun hier auch nicht mehr als die kurze Skizzierung einer theoretischen Deutung gegeben werden konnte und insbesondere jede mathematische und quantitative Durchführung unterbleiben mußte, so wird das Gesagte wie ich hoffe doch bereits dazu dienen können, den hydrodynamischen Mechanismus der Windstruktur verständlich zu machen. Das Problem löst sich aus seiner unübersichtlichen und anfangs verwirrenden Vielfältigkeit auf in eine Reihe von anschaulichen Teilproblemen und ermöglicht ein physikalisches Verständnis und bis zu einem gewissen Grade sogar eine analytische Behandlung. Darin liegt sicherlich ein großer Vorteil gegenüber einem in letzter Zeit vorgeschlagenen Deutungsversuch¹⁴⁾, welcher in der Windstruktur das vollkommene Analogon zu der sogenannten turbulenten Strömung der theoretischen Hydrodynamik sieht und, wie ich glauben möchte, im Grunde nicht mehr leistet, als daß er für „Struktur“ des Windes ein anderes Wort setzt. Die eigentliche Schwierigkeit wird dadurch nicht umgangen, sondern sie wird nur hinübergeschoben auf ein anderes Gebiet, das selbst das dunkelste und trotz aller Bemühungen noch immer rätselhafteste der Hydrodynamik ist, die Lösung wird gegeben durch eine Analogie mit

einer selbst noch unerklärten Erscheinung. Der hydrodynamische Begriff der Turbulenz ist außerdem ein sehr viel engerer als der hier gebrauchte; er deckt sich mit diesem zwar hinsichtlich der geometrischen Verhältnisse (Gegensatz zwischen laminarer Strömung und kompliziertem wirbeligen Stromlinienverlauf), nicht aber hinsichtlich der genetischen. In der Hydrodynamik ist die turbulente Strömung eine zweite Strömungsmöglichkeit, deren Stabilität lediglich durch reine Dimensionalverhältnisse bestimmt zu sein scheint, während in der „Turbulenz“ des Windes, wie wir sahen, ein sicherlich beträchtlicher Anteil äußeren Ursachen ganz bestimmter Art zuzuschreiben ist. Demgemäß ist die Problemstellung eine wesentlich andere und gerade die Erforschung dieser Ursachen steht im Vordergrund des Interesses.

§ 4. Literaturnachweise.

¹⁾ Eine große Anzahl derartiger Böenschreiber findet man beschrieben in den Patentschriften und Gebrauchsmusterschutzakten. Von brauchbaren modernen Konstruktionen sind heute in Deutschland wohl nur der Apparat von *Fueß* (Steglitz [Preisliste F 3]) und der ähnlich gebaute Apparat der Hamburger Präzisionstechnischen Werkstätten (nach *Steffens-Hedde*) in Gebrauch, in England die sogenannten Pressure Tube Anemometer, deren Vervollkommen namentlich *Dines* sich angenommen hat. (Rep. Met. Council 1893.)

²⁾ Die Theorie der Böenschreiber habe ich zusammen mit *E. Bräuer* in einer ausführlichen Publikation behandelt (erscheint Met. Ztsch. Jan. 1918); dort auch Angabe der wichtigsten Literatur.

³⁾ *Gerdien* und *Holm*. Phys. Ztschr. 14, S. 1161; 1913. Jahrbuch der wiss. Ges. f. Flugtechnik 2, S. 67, 1913/14.

⁴⁾ Die schönen und wichtigen Untersuchungen von *Barkow* sind zu finden in Met. Ztschr. 32, S. 97, 1915 und Ann. d. Hydrographie 45, Heft 1, 1917.

⁵⁾ Die gesamte ältere Literatur und seine grundlegenden eigenen Arbeiten hat *K. Exner* in einer Monographie (Leipzig 1891) besprochen; neuere Literatur bei *Pernstner*, Meteorologische Optik.

⁶⁾ *Galitzin*, Compt. rend. 161, S. 281, 304, 1915.

⁷⁾ *Idrac*, Compt. rend. 159, S. 198, 1914.

⁸⁾ In Betracht kommen hier und für das Folgende in erster Linie die Reports on windstructure (größtenteils von *Dines*) in Aeronautics 1909/12.

⁹⁾ Die noch unveröffentlichte Arbeit von *Robitzsch* soll im Jahrbuch (1917) des Lindenberger aerologischen Observatoriums erscheinen. Durch eine freundliche Mitteilung des Autors ist mir dieselbe im Auszug bekannt geworden.

¹⁰⁾ *P. Ludwig*. Phys. Ztschr. 12, 5, 1162, 1911.

¹¹⁾ Literatur und ausführliche Darstellung bei *Lanchester*, Aerodynamik, Bd. II.

¹²⁾ Die Untersuchung von *Barkow* (Veröffentl. des Preuß. Met. Instituts 1912, S. 58) ist meines Wissens die einzige, welche diese Fragen eingehender behandelt.

¹³⁾ Arbeiten, welche sich speziell mit der Hydrodynamik der Windstruktur beschäftigen, sind mir nicht bekannt. Für die Theorie der Reibung in der Atmosphäre kommen von neuesten Arbeiten in erster Linie die Untersuchungen der Bjerknesschen Schule in Betracht (neueste Literatur in dem vorzüglichen Buch von *Exner*, Dynamische Meteorologie [1917]). Hinsichtlich der eigentlichen hydrodynamischen Fragen ist ein Hinweis auf das allbekannte Lehrbuch von *Lamb* fast überflüssig; eine kurze, aber besonders anschauliche und mehr physikalische Darstellung findet man bei *Lanchester*, Aerodynamik, Bd. I.

¹⁴⁾ *A. Wegener*, Met. Ztschr. 29, S. 49, 1912.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung vom 3. November hielt Herr Dr. *E. Wunderlich* (Warschau) einen Vortrag mit Lichtbildern über **Landeskundliche Forschungen in Polen**.

Der Vortragende gab als Einleitung eine Übersicht über Entstehung und Wirksamkeit der auf Veranlassung des Generalgouverneurs von *Beseler* gegründeten „Landeskundlichen Kommission beim Generalgouvernement Warschau“. Diese Kommission hat den Zweck, so rasch als möglich eine wissenschaftliche Bearbeitung und Erforschung Polens durchzuführen und die Kenntnis der zurzeit besetzten Gebiete im Interesse der deutschen Behörden, der wissenschaftlichen Welt und des größeren an Land und Leuten interessierten Publikums zu beleben und zu vertiefen. Die Ergebnisse ihrer bisherigen Studien hat die Kommission in dem kürzlich erschienenen „Handbuch von Polen“ veröffentlicht, zu dem General von *Beseler* ein Geleitwort geschrieben hat. Es ist die erste annähernd vollständige allgemeine Landeskunde von Polen, denn trotz aller vorzüglichen Einzelstudien und Vorarbeiten hat die polnische Literatur nichts gleiches aufzuweisen. Die Kommission ist im Begriff, als Ergänzung zum Handbuch verschiedene Serien von Schriften unter dem Titel „Beiträge zur polnischen Landeskunde“ herauszugeben, von denen die erste, ein für weitere Kreise berechneter „Geographischer Bilderatlas“, schon erschienen. Ein bibliographischer Leitfaden ist in der Ausführung begriffen, und man beabsichtigt, in diesen Schriften die bei den einzelnen Zweigen der deutschen Verwaltung geleisteten Arbeiten aller Art, soweit sie landeskundliche Interessen berühren, als Denkmal der deutschen Tätigkeit in Polen der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Besonders wertvoll sind endlich die Bemühungen der Kommission, die künftige Organisation der polnischen landeskundlichen Forschungen zu fördern. Die Kommission unterbreitete dem polnischen Kultusministerium die Anregung zur Errichtung eines Landesamtes nach Art des bei uns in Württemberg bereits gut bewährten Statistischen Landesamtes, dessen verschiedenen Abteilungen künftig die Durchführung der gesamten landeskundlichen Arbeiten in Polen unterliegen soll. Es sollen also die meteorologischen, geologischen, hydrographischen usw. Anstalten keine Sonderexistenzen führen, vielmehr diesem Polnischen Landesamt unterstellt werden, wodurch, wie man hofft, eine planmäßige Zusammenfassung der Einzeldisziplinen erzielt wird.

Sodann gab der Vortragende eine Übersicht über die einzelnen Landschaften „Kongresspolens“, das rund 127 000 qkm umfaßt. Der Aufbau des Landes zeigt im Grundzug eine nicht sehr breite Mulde, die mittelpolnische Niederung, die im Norden und Süden von höheren Schwellen umrahmt wird. Auffällig ist, wie sich im orographischen Bild Polens der typische Bau von Nord- und Mitteleuropa wiederholt. Hier wie dort grenzt ein diluviales Flachland südlich an eine ältere Mittelgebirgsschwelle, eine Ähnlichkeit, die tief in der Entwicklungsgeschichte beider Länder begründet ist. Im ganzen besitzt Polen ein außerordentlich flaches Relief; die absoluten Höhen halten sich innerhalb der engen Grenzen von 50 bis 600 m. Weit aus die Hauptmasse des Landes liegt jedoch nur zwischen 100 und 300 m Höhe. Das sogenannte Polnische Mittelgebirge mit der höchsten Erhebung des Landes erreicht nur in vereinzelten Rücken 500 bis 600 m Höhe, hat aber als Ganzes nur geringe Ausdehnung. Andererseits ist die eigentliche Niederung, d. h. das Land

unter 100 m Höhe, ausschließlich auf das Weichsel-tal beschränkt. Der orographische Bau ergibt eine Gliederung des Landes in drei Hauptgebiete: Die südpolnische Mittelgebirgsschwelle, die mittelpolnische Niederung und das nordpolnisch-baltische Hügelland.

Wichtiger als die orographische Gliederung des Landes ist die morphogenetische. Schon die Zusammensetzung des Bodens lehrt, daß das ganze nördliche Polen etwa bis zu den Tälern von Pilica und Wieprz ein einheitliches Aufschüttungsgebiet des diluvialen nordeuropäischen Inlandeises ist, wo die älteren Gesteine im Landschaftsbilde nirgends eine bedeutendere Rolle spielen. So hängt Nordpolen aufs engste mit den benachbarten Teilen von Deutschland und Rußland zusammen und bildet gemeinsam mit diesen beiden Ländern einen Teil der großen nordeuropäischen Flachlandszone, die sich rings um die Ostsee legt. Südpolen dagegen ist zwar auch vom diluvialen Inlandeis in seinem ganzen Umfang bedeckt gewesen, aber die Ablagerungen des Eises erreichen hier nur geringe Mächtigkeit, und die festen Gesteine und mit ihnen ein älteres, prädiluviales Relief beherrschen das Landschaftsbild in allen seinen wesentlichen Zügen. Die natürliche Grenze dieser beiden Teile bildet der Rand des polnischen Flachlandes gegen das Hügel- und Bergland der südlichen Mittelgebirgsschwelle. Wenn auch, wie überall in der Natur, Übergänge zwischen beiden Gebieten vorhanden sind, so überrascht doch vielfach der plötzliche Wechsel des Landschaftsbildes.

Auch in dem Gewässernetz kommt die Dreiteilung des Landes zum Ausdruck, indem die Flüsse von Norden wie von Süden einander parallel der polnischen Niederung zustreben, in der als große Sammelader die untere Weichsel westwärts fließt. Es wiederholt sich die Erscheinung, die schon Oder, Elbe und Weser zeigen, daß in jedem dieser Stromsysteme die großen Nebenflüsse stets von rechts in den Unterlauf des Hauptstromes einmünden. Bug und Narew sind dafür die besten Beispiele.

In Südpolen bestand fast das ganze heutige Landschaftsbild schon vor der Eiszeit und das präglaziale Relief trägt nur eine verhältnismäßig dünne Decke von Diluvium, so daß Terrainschwellen auch meist aufgewölbten Rücken des Unterbaues entsprechen. Nordpolen dagegen ist eine Schöpfung des nordischen Inlandeises, das von Skandinavien her über die Ostsee nach Süden vordrang. Es häufte den Gesteinschutt, den es von den Hochgebirgen Skandinaviens her mit sich führte, über das Land, Meter auf Meter, bis die alte präglaziale Oberfläche unter einer dicken Decke von Glazialschutt begraben lag und eine völlig neue Oberfläche entstanden war; das ist das heutige Nordpolen. Während des Eisrückzuges haben dann die Flüsse das Land zerschnitten, und so zerfällt es heute auf Grund der durchgehenden, vielfach stauseeartig erweiterten Talungen in eine Reihe einzelner Platten von verschiedener Form und Größe. Das sind die natürlichen Einheiten von Nordpolen. Und zwar erzeugt der eigentümliche Charakter des Flußnetzes, die eigenartige Kombination von S-N und O-W gerichteten Talstücken eine gewisse gitterförmige Struktur des Landes und bestimmt die gegenseitige Lage und Anordnung der Platten. So zerfällt das nordpolnische Hügelland in die Płocksker, die Ostrower und die Suwałkier Platte, die mittelpolnische Niederung in die Kalischer, die Kutnoer, die Warschau-Lodzer, die Łukower und die Radomer Platte.

Klimatisch läßt sich das Land in 4 Unterbezirke teilen: 1. Das polnische Weichselgebiet, das durch

eine gleichmäßige Temperaturverteilung ausgezeichnet ist; 2. der zum Odergebiet gehörende Teil Westpolens, in dem sich der Einfluß des ozeanischen Klimas bemerkbar macht; 3. das südwestpolnische Hügelland, mit tiefen, der Höhenlage entsprechenden Temperaturen; 4. das südpolnische Hügelland, das sich durch hohe Temperaturen auszeichnet. Im Handbuch von Polen wird diese Wärme auf den föhnartigen Charakter der von Süden her über die Karpaten wehenden Winde zurückgeführt (S. 142).

Die größten Niederschlagsmengen (bis etwa 800 mm) weist das polnische Mittelgebirge auf, die geringsten die Weichselniederung, in welcher die Jahressumme stellenweise unter 500 mm sinkt, was neben der tiefen Lage auch auf den Regenschatten des Mittelgebirges zurückzuführen ist.

In seinem Pflanzenkleide tritt das höher gelegene Südpolen in scharfen Gegensatz zu Mittelpolen und dieses wieder zu den Landschaften am Baltischen Höhenrücken. Vom tiergeographischen Standpunkt lassen sich die drei Zonen des nordpolnischen Hügellandes, der mittelpolnischen Ebene und des südpolnischen Hügellandes unterscheiden, die sich jedoch trotz der gleichen Bezeichnung nicht ganz mit der geomorphologischen Gliederung decken.

Von dem Kulturzustand der Bevölkerung entrollte der Vortragende ein trübes Bild. Der monotone Charakter der polnischen Kleinstädte, die Vernachlässigung der Wasserstraßen, der Mangel an Kais und Ladevorrichtungen in den Weichselstädten und das tiefe Bildungsniveau des Volkes (61 % Analphabeten) wurden durch zahlreiche Beispiele veranschaulicht.

Der Verkehr zwischen Deutschland und Rußland auf dem Wasserwege würde durch den Ausbau eines umfangreichen Kanalnetzes ganz erheblich gesteigert werden können. Bis jetzt aber ist der 430 km lange Augustowskikanal, der eine Verbindung der Weichsel durch den Narew und Bobr mit dem Njemen herstellt, der einzige längere Kanal Kongreßpolens, der aber im wesentlichen nur dem Flößverkehr zugute kommt.

O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten der Biologie.

Die sekundären Geschlechtsmerkmale. In den Lehrbüchern der Zoologie findet man den Begriff der sekundären Geschlechtsmerkmale dahin erläutert, daß als solche die somatischen und psychischen Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern einer zweigeschlechtlichen Organismenart zu verstehen sind, soweit dieselben nicht die in den Keimdrüsen selbst liegenden primären Geschlechtsmerkmale betreffen. Wir finden solche bei wirbellosen Tieren, Wirbeltieren und dem Menschen. Besonders ausgesprochen sind die körperlichen Unterschiede in Größe und Färbung, namentlich bei den Insekten und Vögeln, und bisweilen so groß, daß wir Männchen und Weibchen nicht als zur selben Art gehörig erkennen würden, wenn uns nicht die Entwicklung eines Bessern belehrte. Dies gilt z. B. von verschiedenen Spinnern mit ungeflügelten Weibchen, Cirripeden mit Zwergmännchen usw. Wie wir aus Versuchen der neuesten Zeit wissen, ist nicht, wie man früher glaubte, das Intaktssein der zugehörigen Keimdrüse für das Vorhandensein der sekundären Merkmale nötig; letztere können entweder mit der Keimdrüse homolog sein, also ein Tier mit Eierstock weibliche und ein solches mit Hoden männliche Charaktere an sich haben; es können aber auch im Versuch die zur Keim-

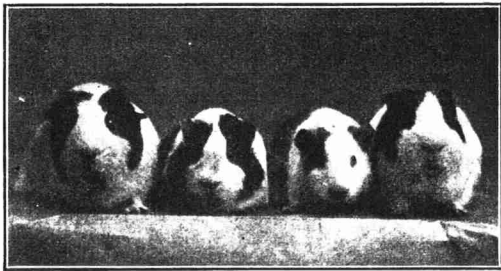
drüse heterologen Merkmale auftreten, woraus mit Sicherheit hervorgeht, daß die sekundären Geschlechtsmerkmale nicht von den primären abhängig sind. Es ist vielmehr das nur lokal zur Keimdrüse in Beziehung stehende interstitielle Gewebe, das sie bedingt. Dasselbe bildet eine endokrine Drüse, d. h. eine Drüse ohne Ausführungsgang; ihr Produkt stellt ein Hormon dar, welches dem Säftestrom beigemischt in ganz entlegenen Körperteilen zur Wirkung kommt, hier also die Entstehung der sekundären Merkmale veranlaßt. Entdeckt wurde das interstitielle Gewebe von *F. Leydig* 1850 im Testikel des Molches, später bei zahlreichen andern Wirbeltieren und beim Menschen. Im männlichen Geschlecht grenzt es sich deutlich von der Umgebung ab, während das erst viel später durch *Sertoli* bekanntgewordene interstitielle Gewebe des Ovariums unter den Zellen des Stromas mehr zerstreut liegt. Da das Interstitium erst mit dem Eintreten der Geschlechtsreife zur

der, sowohl normale als kastrierte, durch robustere Formen, Körpergröße, rauhere Behaarung usw., Hypermaskulierung (Fig. 1).

In beiden Fällen ergab sich bei der Untersuchung mikroskopischer Schnittpräparate, daß das Interstitium der überpflanzten Keimdrüse reichlich gewuchert war.

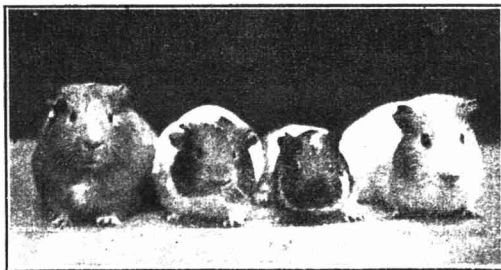
Demselben Forscher gelang es, durch Überpflanzung der heterologen Keimdrüse auf ein bereits sekundär geschlechtlich differenziertes Tier Zwitter zu erzeugen. Durch die genannten Untersuchungen erhalten wir einen Einblick in die Ursachen der nicht allzu selten vorkommenden konträren Sexualempfindungen beim Menschen. Sie beruhen offenbar somatisch auf dem Vorhandensein heterologen interstitiellen Gewebes, dessen Quantität natürlich den weitgehendsten Schwankungen unterliegt.

Die sekundären Geschlechtscharaktere sind hauptsächlich auf das männliche Geschlecht beschränkt. Lassen wir sie Revue passieren, so fällt uns zuerst auf, daß es fast stets solche sind, welche das betreffende Individuum ansehnlicher erscheinen lassen. Derartige Geschlechtsmerkmale sind die prächtigere Färbung der tropischen ornithopteren Papilioarten des Kiefernspinners (Nachtpfauenaugen, Nagelfleck usw.), die zackigen Kiefer der Blatthornkäfer, der Kamm des Molches, die grüne Farbe der Zauneidechse, das glänzende Gefieder der männlichen Hühnervögel, das bunte Federkleid der Weibervögel, das Geweih der Cerviden usw. Offenbar hat bei dieser Deutung der Anthropomorphismus eine verhängnisvolle Rolle gespielt. Alles, was imponierte, wurde flugs als männlicher Geschlechtscharakter proklamiert, doch steht diese Auffassung bisweilen nachweislich mit den Tatsachen in unvereinbarem Widerspruch. So wissen wir z. B., daß ein einfaches Spießgeweih des Edelhirsches eine viel wirksamere Waffe im Kampf mit den Rivalen darstellt als das imponierender aussehende verästelte Geweih. Es verleiht offenbar seinem Träger „Mörder“ eine Überlegenheit gegenüber den übrigen Platzhirschen, die weiblichen Tiere aber lassen alle auffallenden Merkmale vermissen. Diese würden auch hier der Erfüllung der Aufgabe des weiblichen Geschlechts, welche ja in der Brutpflege besteht, mindestens hinderlich sein. Ein bunt gefärbter Falter oder Vogel würde von den Feinden leichter entdeckt, ein langer Schweif würde bei den Vögeln hinderlich sein, ja bei Höhlenbrütern oft geradezu zu den Unmöglichkeiten gehören. Das Vorhandensein genannter Eigenschaften nur bei den männlichen Tieren hat offenbar zur Bezeichnung „männliche Sexualcharaktere“ Veranlassung gegeben; sie hängen aber nur insofern mit dem Geschlecht zusammen, als sie den weiblichen Tieren fehlen. Daß sie nur indirekt mit dem Geschlecht etwas zu tun haben, erhellt daraus, daß die männlichen Charaktere nach Entfernung des Eierstocks bzw. nach dem physiologischen Aufhören seiner Funktion auch bei den weiblichen Tieren zur Entwicklung kommen. Es kann dies entweder durch Kastration eintreten oder im Normalen geschehen durch Sterilwerden im höheren Alter. Im Versuch wurde durch *Pézar* nach Kastration einer Henne das Auftreten der Hahnenfedrigkeit beobachtet; auch die sonst dem Hahne eigenen Schienenspornen kamen zur Entwicklung. In die zweite Reihe des Auftretens männlicher Sexualcharaktere bei Weibchen gehört das Geweih unfruchtbar gewordener alter Rehe. Daß die sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale bei den Weibchen zur Zeit der Pubertät nicht zur Entfaltung kommen, beruht offenbar darauf, daß das weibliche Interstitium ein heterologes Hormon liefert. Sie



Maskulierte Schwester Kastrierte Schwester Normale Schwester Normaler Bruder

Fig. 1. Maskulierungsserie.



Kastrierter Bruder Normale jungfr. Schwester Feminierter Bruder Normaler Bruder

Fig. 2. Feminisierungsserie.

vollen Ausbildung gekommen ist, bezeichnet man ein aus ihm bestehendes Gebilde als Pubertätsdrüse. Im physiologischen Laboratorium der Universität Wien (Pubertätsdrüse und Zwitterbildung, *E. Steinach*, Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 42. Band, 3. Heft, 1916) wurde eine Reihe von Versuchen gemacht, aus denen sich zweifellos diese Bedeutung des Interstitiums ergibt. Es wurden junge Meerschweinchen kastriert und die Keimdrüse des andern Geschlechts transplantiert und zum Anwachsen gebracht. Die ursprünglich männlichen Tiere zeigten nun die Merkmale des Weibchens, gracilere Körperform, leichteres Skelett und schwächere Muskulatur, feinere Behaarung, stärkere Entwicklung der Milchdrüsen usw., Hyperfeminisierung (Fig. 2).

Die ursprünglich weiblichen Tiere, denen Hodengewebe implantiert worden war, übertrafen ihre Brü-

sind also richtiger als Artmerkmale zu bezeichnen. Sekundäre Geschlechtsmerkmale dürfen nur solche heißen, welche mit der Geschlechtsfunktion in direkter Beziehung stehen; es wird dies z. B. der Hectocotylus der männlichen Argonauta, der hectocotylisierte Arm der Sepia, das erste Tarsalglied von Dyticus, der umgestaltete Fuß von Spinnen usw. Die Sexualcharaktere der Weibchen sind zwar größtenteils negativer Art, insofern sie in dem Fehlen der männlichen Eigenschaften bestehen, doch auch bei ihnen werden zweifellos echte Sexualcharaktere getroffen, d. h., wie oben gesagt, Eigentümlichkeiten, welche nur beim Vorhandensein einer funktionierenden Keimdrüse, hier also eines Eierstocks, zur Anwendung kommen können; solche wären z. B. die Nidamentaldrüsen der Kopffüßler, die Wachsdrüsen der Bienen, die Hauttasche neotropischer Hytiden, der Lege- stachel der Geradflügler, der Legebohrer der Gallwespen usw. Eine im Tierreich weit verbreitete Eigentümlichkeit der weiblichen Tiere ist ihre überlegene Körpergröße bei gewissen Gruppen, z. B. bei den Würmern, wo die weibliche Bonellia viridis bis 1 m mißt gegenüber dem nur 1 mm langen Männchen. Daß die weiblichen Raubvögel bedeutend größer sind als die Männchen, erklärt sich aus einem entsprechenden Grund, das Material für die Eier zu produzieren bzw. die Nahrung für die Jungen herbeizuschaffen; bei den Raubvögeln besteht ja dieselbe im Fleisch von andern Tieren, welche überwältigt werden müssen. Aus dem Gesagten erhellt, daß die Art im männlichen Geschlecht ihren Höhepunkt erreicht. Selbst der entschiedenste Frauenfreund unter den Zoologen könnte ehrlicherweise den weiblichen Tieren, z. B. den weiblichen Ornithopteren und Papilien usw., nicht das Prädikat „das schöne Geschlecht“ zuerkennen. Faßt man die sekundären Geschlechtsmerkmale als *Artmerkmale* auf, so erheben sich zahlreiche, zum Teil experimentell lösbare Fragen. Zuerst ist festzustellen, ob wir überhaupt einen *Sexualcharakter* vor uns haben; die Frage erübrigt sich nur dann, wenn die betreffende Eigenschaft lediglich in Zusammenhang mit der Fortpflanzung einen Sinn haben kann, wie der Hektocotylus des Argonautamännchens und der Legebohrer der weiblichen Schlupfwespe. In der Mehrzahl der Fälle aber, so namentlich denen verschiedenartiger Färbung, bleibt sie offen. Ihre Beantwortung kann immer nur einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen; der Versuch allein wird entscheiden und beruht auf der Entfernung der Keimdrüse entweder durch Kastration oder, wo dies unmöglich ist, durch Vernichtung ihrer Funktionsfähigkeit mit Röntgenbestrahlung. Es bleibt dann aber immer noch die Schwierigkeit bestehen, welche darin liegt, daß man annehmen muß, der Eingriff habe rechtzeitig stattgefunden. Wie Versuche mit Kastrationen gezeigt haben, kann die Bestimmung der sekundären Geschlechtsmerkmale schon sehr frühzeitig, vom Ei ab, festgelegt sein. Ist indessen die Antwort auf die Frage nach der Natur eines Geschlechtsmerkmals positiv ausgefallen, so bleibt es übrig, zu bestimmen, bis zu welchem Grad im männlichen Geschlecht eine Art-eigenschaft vorliegt und von wo ab die Wirkung des homologen, fördernd wirkenden Interstitiums. Beim Weibchen sehen wir uns vor die Frage gestellt, inwieweit ihre Abschwächung den Hormonen des heterologen Interstitiums zuzuschreiben ist. Beidemal würde eine Ausschaltung des Interstitiums ohne gleichzeitige Kastration nötig sein, was aber vorläufig nicht möglich ist.

L. Kathariner, Freiburg i. d. Schweiz.

Weiteres zur Vitaminfrage (s. *Naturwissenschaften* 1916, S. 701). Nachdem die Versuche, die Beri-Beri heilenden Stoffe zu isolieren, gescheitert sind, und man für diese vorschnell als *Vitamine* bezeichneten Dinge keinerlei bestimmtes chemisches Merkmal anzugeben vermag, wird dieser Begriff der Vitamine immer mehr eine abgekürzte Bezeichnung für gewisse Extrakte und deren spezifische Heilwirkung gegenüber der experimentellen Polyneuritis durch einseitige, ungenügende Ernährung. Man spricht daher jetzt besser von vitaminer Wirkung oder nach Oseki und Hofmeister von den accessorischen Nährstoffen. Auch letztere Bezeichnung ist nach dem gegenwärtigen Stand des Problems nicht exakt, da man nicht mit Sicherheit angeben kann, ob es sich tatsächlich um besondere Substanzen handelt. Jedenfalls ist die Aminnatur der sogenannten Vitamine noch völlig unsicher. Vitamin ist sonach bis auf weiteres ein provisorischer Begriff, gleichwertig jenen Begriffen, wie sie die Immunitätslehre in den letzten Jahren in großer Zahl für nicht faßbare, nur durch ihre Wirkung charakterisierte und unterscheidbare, vorläufig als besondere Stoffe angenommene Agentien aufgestellt hat. Die meisten Arbeiten, die die Vitaminfrage berühren, und es sind recht zahlreiche Untersuchungen wieder aus letzter Zeit zu verzeichnen, bewegen sich nicht mehr auf chemischem, sondern auf ernährungsphysiologischem Boden. Daneben sind natürliche, wie synthetische Verbindungen auf ihre vitamin- und antineuritische Wirksamkeit untersucht worden.

Gibt es lebenswichtige Pyridinverbindungen? Die Versuche C. Funks zur Isolierung der Vitamine sind in Amerika von Voegtlin und von Williams mit mehreren Mitarbeitern ohne Erfolg fortgeführt worden. Die schon von Suzuki und Funk in der Reiskleie und in der Hefe aufgefundene Nikotinsäure, deren Unwirksamkeit übrigens sichergestellt ist, lud zur Prüfung anderer Pyridinkarbonsäuren und Pyridinbasen auf ihre antineuritische Wirkung bei krankem Geflügel ein. Es wurde eine geringe Besserung, eine gewisse, aber beschränkte Verlängerung der Lebensdauer, besonders bei Verwendung von Nikotinsäuremethylester beobachtet. Offenbar schienen den Untersuchern aber diese Erfolge sehr unbefriedigend, denn nur so dürfte es sich erklären, daß sie diesen mühsamen aber systematischen Weg verließen, um ihr Glück mit Kondensationsprodukten dieser Pyridinderivate zu versuchen, mit Verbindungen unbekannter Konstitution, welche dann bessere Heilwirkungen gezeigt haben sollen. Bei der Prüfung der Wirkung von Oxypyridinen beobachtete Williams die folgenden recht merkwürdigen Erscheinungen. So wie die rohen Vitaminpräparate gegen Temperaturerhöhung, längeres Lagern, Umkristallisationsversuche usw. sich sehr unbeständig erwiesen, insofern sie hierbei ihre antineuritische Kraft einbüßten, ebenso verloren Oxypyridine, die ursprünglich ziemlich ausgesprochene vitamin-eigenschaften gezeigt hatten, dieselben nach kurzem Aufbewahren zum Teil oder völlig. Für das α -Oxypyridin wurde dann ermittelt, daß es sich um eine Umlagerung der in drei isomeren Formen erhältlichen Verbindung handelt, von denen nur die eine Ketoform antineuritisch wirksam befunden wurde. Auf einer ähnlichen Isomerisationserscheinung, die auch bei anderen Oxypyridinen gefunden wurde, soll nun auch das eigentümliche Verhalten der Vitamine beruhen. Tatsächlich erhielten nun Williams und Seidell aus autolyzierter Hefe ein Präparat in Kristallform, das im frischen Zustande vitamin-eigenschaften aufwies, bei Reinigungsversuchen diese Eigenschaften zwar verlor, durch gewisse Operationen aber, wie Behandeln mit

Säuren, wiedergewann. Die gereinigte Substanz, welche also nach Ansicht der Untersucher ebenfalls in isomeren Formen auftritt, erwies sich aber nicht als Pyridinderivat, sondern als das längst bekannte Adenin. Voegtlin und White konnten übrigens bei einer Nachprüfung eine solche Umwandlung des unwirksamen Adenins in antineuritisch-wirksame Formen nicht bestätigen. Es haben also auch diese Forschungen das Dunkel, das über der Natur der Vitamine liegt, keineswegs aufzuheben vermocht. Es hat sich auch kein Fingerzeig ergeben, daß die Vitaminwirkung tatsächlich etwas mit dem Auftreten von Pyridinverbindungen zu tun habe. Vermögen auch viele Pflanzen einfache oder kompliziert gebaute Pyridinabkömmlinge zu bilden, so ist doch nach wie vor kein Fall bekannt, daß solche Verbindungen als wesentliche Bestandteile höhermolekularer Plasmabestandteile oder als lebenswichtige einfache freie Verbindungen im Pflanzen- oder Tierkörper nachzuweisen wären.

Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur Vitaminfrage¹⁾. Funk und seine Mitarbeiter erhielten bei Versuchen mit Hefe als alleiniger Stickstoffquelle beim Menschen kein Stickstoffgleichgewicht. Die Hefe wurde auch schlecht verwertet und erschien zum Teil unverändert in den Fäces. Sie erwies sich auch, worauf bereits Salomon aufmerksam gemacht hatte, infolge ihres hohen Gehaltes an Purinverbindungen als Ursache vermehrter Harnsäurebildung. Die gleiche Menge Stickstoff, die in Form von Kartoffeln völlig für die Ernährung ausreichte, erwies sich in Form von Hefe als ungenügend. Ähnliche Resultate wurden auch bei Stoffwechselversuchen mit poliertem Reis und mit Weißbrot beim Menschen erhalten. Auch der Zusatz von Vitaminen vermochte kein Stickstoffgleichgewicht herbeizuführen. Hefe, die zwar das Wachstum von Ratten fördert, erweist sich doch auch für diese Tiere bei längeren Versuchsperioden als ein ungünstiges Nahrungsmittel. Die das Wachstum fördernde Substanz, die in der hydrolysierten Hefe angenommen wird, findet sich in der gleichen Fraktion, wie die Beri-Beri heilenden Vitamine, doch verschwindet auch hier bei weiterer Fraktionierung und Reinigung die wirksame Substanz bis auf Spuren. Funk und Macallum nehmen daher an, daß auch die „Wachstumsvitamine“ bei den zu ihrer Isolierung nötigen Operationen zerstört werden. Untersuchungen von Cooper, die die Beziehungen der Vita-

mine zu den Lipoiden betreffen, zeigen, daß die Hirnphosphatide, auch Cerebroside und Cholesterin keine antineuritische Wirkung besitzen. Wohl konnten vitamine Lipide aus Herzmuskel gewonnen werden, doch soll die wirksame Substanz von den Lipoiden bloß adsorbiert sein. Die schädliche Wirkung lipidfreier Nahrung soll daher nicht direkt auf dem Mangel an Lipoiden beruhen, sondern auf dem Umstand, daß bei der Extraktion der Lipide auch die Vitamine entfernt würden. Dagegen hat Stepp weitere experimentelle Belege dafür beigebracht, daß die Lipide selbst unentbehrliche Bestandteile der Nahrung seien, ohne welche jedes Leben unmöglich werde. Von den Vitaminen unterscheiden sich die Lipide nach Stepp dadurch, daß die ersteren auch bei parenteraler Einverleibung als Heilmittel der Beri-Beri wirksam sind, während die parenterale Zuführung der Lipide ihr Fehlen in der Nahrung nicht zu ersetzen vermag. Gegen die Behauptung Uhlmanns, daß die Vitamine gleichzeitig Sekretine seien, wendet Bickel ein, daß die Vitamine zwar sekretionserregende Eigenschaften aufweisen, daß aber umgekehrt die Sekretine nicht vitamine Wirkungen entfalten und somit beide Gruppen nicht gleichwertig seien. Daß recht verschiedene Faktoren für das Auftreten skorbut- und Beri-Beri-artiger Krankheiten maßgebend sein müssen, zeigen auch Ernährungsversuche mit ausschließlicher Hafer- oder Maiskost. Letztere Versuche sind besonders wegen der Pellagrafrage von hohem Interesse. Nach Funk dürfte die Erkrankung von Kaninchen bei ausschließlicher Haferkost wahrscheinlich auf Acidosis beruhen, da wohl Natriumbicarbonat, nicht aber die Vitaminpräparate heilend wirkten. Bei Meerschweinchen blieb dagegen unter gleichen Umständen auch Bicarbonat ohne Erfolg, wogegen Ratten mit unerhitztem Hafer sehr lange am Leben erhalten werden können. Das Wachstum junger Ratten wird allerdings bei alleiniger Haferkost sehr verlangsamt. Mit solchen Befunden stimmen auch die Ergebnisse von Osborne und Mendel sowie von Drummond überein, die für das Wachstum von Ratten außer den gewöhnlichen isolierten Nährstoffen noch sowohl fett- als wasserlösliche Nebenstoffe als unbedingt erforderlich finden. Nach Baglioni gehen Meerschweinchen bei bloßer Maisnahrung bald an Mädismus zugrunde, ohne daß deshalb ein Mangel des Mais an bisher noch unbekannten Nährstoffen angenommen werden müsse. Die Beschaffenheit des Futters genüge zur Erklärung. Es kommt der geringe Wassergehalt dieses Futters in Betracht, der geringe Gehalt an Rohfaser, der die Kotabsonderung erschwere. Die Nahrung ist zu wenig voluminös, es tritt Acidosis ein usw. McCollum, Simmonds und Pitz sind den Ursachen nachgegangen, die das Maiskorn für das Wachstum von Ratten ungenügend machen. Es zeigte sich, daß der Mais zu arm an gewissen fettlöslichen Bestandteilen sei. Nach Suarez dürfte das Auftreten der Pellagra außer mit der photodynamischen Wirkung des Zeochins, jenes schön himmelblau fluoreszierenden Körpers, dessen Isolierung und charakteristische Merkmale beschrieben werden, auch mit dem Mangel an akzessorischen oder vitaminen Stoffen zusammenhängen. Nach Clementi ist die zuerst von Funk ausgesprochene Ansicht, daß auch die menschliche Pellagra durch das Fehlen der Vitamine bedingt sei, nicht zutreffend. Clementi hat Tiere durch viele Monate mit gekochter Polenta als einziger Nahrung am Leben erhalten können, ja sogar mittels Maismehls Tauben zu heilen vermocht, die durch ausschließliche Reisfütterung erkrankt waren.

Georg Trier, Zürich.

¹⁾ Zu den Mitteilungen über die Vitaminfrage sind die folgenden Arbeiten benützt:

- R. R. Williams, Journ. of Biolog. Chem. 25, 437 (1915).
 R. R. Williams und Seidell, Journ. of Biolog. Chem. 26, 431 (1915).
 R. R. Williams, The Philippine Journ. of Science A. 11, 49 (1916).
 C. Voegtlin, Journ. Washington Acad. of Science 6, 575 (1916).
 C. Voegtlin und G. F. White, Journ. Pharm. Therap. 9, 155 (1916).
 C. Funk, Journ. of Biolog. Chem. 25, 409 (1915).
 C. Funk und Mitarbeiter, Journ. of Biolog. Chem. 27, 1, 51, 63, 173 (1916).
 Cooper, Biochem. Journ. 8, 347 (1914).
 W. Stepp, Zeitschr. f. Biologie 66, 365 (1916).
 A. Bickel, Berl. klin. Wochenschr. 54, 552 (1916).
 Baglioni, Atti. Real. Accad. dei Lincei (5) 24, I, 1158, II, 213, 254 (1916).
 Mc. Collum, Simmonds und Pitz, Journ. of Biolog. Chem. 28, 153 (1916).
 Suarez, Biochem. Zeitschr. 77, 17 (1916).
 Clementi, Arch. Farmac. speriment. 21, 441 (1916).

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren. — Preis M. 2.80.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort. — Einleitung.

Unsere Nahrungsstoffe: I. Die organischen Nahrungsstoffe. II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Nahrungskanals für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Einfluß des Appetits der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Der Zellstoffwechsel.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel am Darmkanal.

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Vor kurzem erschien:

System der Ernährung

von

Dr. Clemens Freiherr von Pirquet,

o. ö. Professor für Kinderheilkunde und Vorstand der Universitäts-Kinderklinik in Wien

Erster Teil

Mit 3 Tafeln und 17 Abbildungen. — Preis M. 8.—

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Übersicht.

Die Milch als Nahrungseinheit.

Nahrungsbrennstoffe.

Nahrungsbaustoffe.

Sitzhöhe und Körpergewicht.

Sitzhöhe und Darmfläche.

Körpergewicht und Darmfläche.

Ernährung nach der Darmfläche.

Tafel zur Ernährung des Menschen.

Tafeln für den Einkauf von Nahrungsbrennstoff und Nahrungseiweiß.

Literaturverzeichnis.

Sachverzeichnis.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Festgeschenke aus dem Verlag von Julius Springer

Werner Siemens

Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl seiner Briefe

Aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages

herausgegeben von

Conrad Matschoß

Zwei Bände. Preis gebunden M. 20.—

Lebenserinnerungen

von

Werner von Siemens

Mit dem Bildnis des Verfassers

Wohlfeile Volksausgabe. Zehnte Auflage. In Leinwand gebunden Preis M. 2.40

Geschenkausgabe. Dritte Auflage. (Vierter unveränd. Abdruck). In Halbleder gebunden Preis M. 7.—

Lebendige Kräfte

Sieben Vorträge aus dem Gebiete der Technik

Von

Max Eyth

Zweite Auflage

Mit Textabbildungen — Preis gebunden M. 5.—

Emil Rathenau

und das Werden der Großwirtschaft

Von

A. Riedler

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Preis M. 5.—; gebunden M. 6.—

Einführung in die Chemie

Ein Lehr- und Experimentierbuch

Von

Rudolf Ochs

Mit 218 Textfiguren und einer Spektraltafel — In Leinwand gebunden Preis M. 6.—

Ingenieurtechnik im Altertum

Von

Curt Merckel

Mit 261 Abbildungen und einer Karte. Preis gebunden M. 20.—

Gebundene Bücher z. Zt. mit 10⁰/₀ Zuschlag für Einbandmehrkosten