

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0072

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

0

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 9.

1. März 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Physiologie der Spaltöffnungen. II. Von
Prof. Dr. K. Linsbauer, Graz. (Schluß.) S. 97.
Die durchdringende radioaktive Strahlung in der
Atmosphäre. Von *Prof. Dr. Paul Ludewig,*
z. Zt. Kiel. (Schluß.) S. 101.
Besprechungen:
Hirsch, Paul, Fermentstudien. Von *H. Pringsheim,*
Berlin. S. 103.
Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:
Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des
Wetters. Das Problem der Permanenz der Ozeane

und Kontinente. Die Kohlenschätze der Erde
und ihre Erschöpfung. Studien über die Bindung
des Stickstoffs in der Kohle und im Koks. Ueber
Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen.
Sekundärstrahlen und Härtegrad. Neue geo-
metrische Methode der röntgenologischen Fremd-
körperlokalisation. Ueber die Schärfe der
Röntgenbilder und ihre Verbesserung. Ueber
scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in
einfachen Röntgenbildern. S. 104 -108.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von **Albert Einstein**

Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

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 wollen 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. 34.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

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

Bei jährlich	6	12	24	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

Soeben erschien:

Fachbücher für Ärzte Band II:

Praktische Unfall- und Invalidenbegutachtung

bei sozialer und privater Versicherung sowie in Haftpflichtfällen

Von

Dr. med. **Paul Horn**

Privatdozent für Versicherungsmedizin an der Universität Bonn
Oberarzt am Krankenhause der Barmherzigen Brüder

Preis gebunden M. 9.

Soeben erschien:

Hundert Jahre Psychiatrie

Ein Beitrag zur Geschichte menschlicher Gesittung

Von

Prof. **Emil Kraepelin**

Mit 35 Textbildern

Preis M. 2.80

Soeben erschien:

Ueber Epilepsie im Lichte der Kriegserfahrungen

Von

Privatdozent Dr. **Alfred Hauptmann**

I. Assistent der Psychiatrischen Klinik Freiburg i. B.
Stabsarzt und leitender Arzt einer Beobachtungsabteilung für Nervenranke

Preis M. 4.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

1. März 1918.

Heft 9.

Über die Physiologie der Spaltöffnungen.

Von Prof. Dr. Karl Linsbauer, Graz.

(Schluß.)

II.

Wie schon aus den grundlegenden Versuchen *H. v. Mohls* (1856) und insbesondere den überzeugenden Untersuchungen *Schwendeners* (1881) hervorgeht, beruht die Bewegungstätigkeit der Spaltöffnungen auf einem einfachen Prinzip: eine relative Zunahme der Turgeszenz, des Spannungsgrades, der Schließzellen bedingt eine Öffnung der Zentralspalte, eine Turgeszenzabnahme ihre Schließung. Diese Tatsache ist so bekannt, daß ich nicht länger dabei zu verweilen brauche. Die Frage ist nur, inwiefern Feuchtigkeit und Licht den Turgeszenzgrad der Schließzellen beeinflussen.

Daß ein Wasserverlust, wie er beim Welken eintritt, zu einer Turgorabnahme führen muß, ist von vornherein selbstverständlich, und ebenso begreiflich erscheint es, daß eine Erhöhung der Wassersättigung der Gewebe eine Zunahme des Turgors und somit eine Öffnungsbewegung bedingt. Der Mechanismus der Bewegung scheint also für diesen Fall in sehr einfacher und befriedigender Weise verständlich. Und doch müssen die Verhältnisse komplizierter liegen. Wie sich zeigt, stellt sich eine Schließungsbewegung der Stomata schon in einem Zeitpunkte ein, in dem von einem Welken der Blätter noch nicht das geringste zu bemerken ist. Die Vermutung liegt nahe, daß eben die Schließzellen für Wasserverlust wesentlich empfindlicher wären, wie die übrigen Zellen des Blattes, so daß sich bei ihnen die Turgorverminderung schon sehr frühzeitig bemerkbar macht. Dem widerspricht aber vor allem ein anatomischer Befund. Stets sehen wir die Schließzellen von einer für Wasserdampf schwer permeablen Kutikula bedeckt, die sich bis zur Zentralspalte erstreckt, oft aber sogar bis zum Eingang in die Atemhöhle oder zum inneren Hautgelenk oder noch weiter erstreckt; die Stomata sind also gegen direkte Wasserabgabe nach Möglichkeit geschützt. Es wäre auch ökologisch durchaus nicht von Vorteil, wenn die Stomata nur auf einen sie unmittelbar treffenden Turgorverlust reagieren würden. Ihre Wirksamkeit als Regulationsmechanismen kann nur dann entsprechend zur Geltung kommen, wenn die Spaltweite, genauer gesagt, die Diffusionskapazität der Spalte, im richtigen Verhältnisse steht zur Wasserverdunstung des Binnengewebes (*Mesophylls*) des Blattes. Die Wasserverdunstung, die Evaporationsgröße, des *Mesophylls* muß somit in einer Beziehung zur

Spaltweite stehen; es muß mit anderen Worten der Turgeszenzgrad der Schließzellen indirekt, von seiten des Binnengewebes her, beeinflusst werden. Auf Grund derartiger Erwägungen kam auch *Fr. Darwin* (1898) zu der Vorstellung, daß von seiten der transpirierenden Elemente ein „Reiz“ auf die Schließzellen ausgeübt wird, der diese zu einer entsprechenden Bewegung veranlaßt.

Die Wirkung des Lichtes auf den Zustand der Schließzellen bietet der Erklärung nicht geringere Schwierigkeiten, wenngleich auch in diesem Falle eine befriedigende Erklärung zunächst auf der Hand zu liegen scheint. Zu ihrem Verständnisse sei daran erinnert, daß die Schließzellen durch ihren regelmäßigen Besitz von Chlorophyll auffallen, auch in den Fällen, in denen die Oberhautzellen durchaus chlorophyllfrei befunden werden. Das konstante Auftreten von Chloroplasten macht es von vornherein sehr wahrscheinlich, daß ihnen eine besondere Rolle bei der stomatären Bewegung zufällt. *Haberlandt* hat ihnen denn auch schon in seinen Untersuchungen über das assimilatorische Gewebesystem (1882) eine „lokal-assimilatorische“ Funktion zugeschrieben. Die von ihnen unter dem Einfluß des Lichtes gebildeten Assimilate stellen die Quelle der Energie dar, welche für die Formveränderung der funktionierenden Schließzellen erforderlich ist. An anderer Stelle spricht sich der genannte Forscher noch bestimmter aus; er faßt die im Chlorophyllapparat der Schließzellen gebildete Stärke als einen Reservestoff auf, „welcher allmählich nach Bedarf“ in osmotisch wirksame Substanz umgewandelt wird. Die Produktion osmotisch wirksamer Substanz aber erhöht den Zellturgor und bedingt daher eine Öffnungsbewegung der Spaltöffnung. Im Anschluß an diese Auffassung pflegt man die Spaltöffnungsbewegungen mit der Kohlensäureassimilation in den Schließzellen in direkten Zusammenhang zu bringen (*Schellenberg* [1896], *Kohl* [1895]). Die Assimilation bedingt die Produktion osmotischer Substanz, in deren Gefolge sich eine Turgorsteigerung einstellt, die zur Öffnungsbewegung führt; die Erweiterung der Zentralspalte im Lichte findet so eine ungezwungene Erklärung. Die Spaltöffnungsbewegungen scheinen daher mechanisch durchaus aufgeheilt. Von diesem Standpunkte aus scheint es daher nur gerechtfertigt, wenn sich *Schwendener* gegen die Einreihung der Spaltöffnungsbewegungen in die Kategorie der Reizerscheinungen wendet und in ihnen nur die Folge von „gewöhnlichen Wirkungen“ des Lichtes, der Verdunstung usw. sehen will.

Gegen eine solche Auffassung sind aber in neuerer Zeit doch gewisse Bedenken laut gewor-

den. So äußert sich z. B. Jost in seinen mit Recht so hoch gewerteten Vorlesungen über Pflanzenphysiologie: „Das Chlorophyll vermag . . . unter Mitwirkung des Sonnenlichtes in der Tat osmotisch wirkende Substanzen zu erzeugen, also im Sinne einer Öffnung der Spaltöffnungen zu wirken. Ganz gewiß wirkt aber das Licht auch noch mehr indirekt, als „Reiz“ auf die Schließzellen.“ Auch bei der Schließbewegung im Dunkeln wird man an eine „Reizwirkung der Verdunkelung“ denken müssen, „denn wenn einmal im Licht osmotisch wirksame Substanzen gebildet worden sind, so können diese nach Aufhören der Beleuchtung nicht so rasch verbraucht werden, daß dadurch Spaltenschluß bedingt würde.“ Und N. Pringsheim („Reizbewegungen“ 1912) — um nur noch einen anderen Gewährsmann zu nennen — faßt die stomatären Bewegungen geradezu als nyktinastische Bewegungen auf, wie sie unter Einfluß des Beleuchtungswechsels an Blättern und Blüten unter dem Namen „Schlafbewegungen“ allgemein bekannt sind.

Eine gelegentliche Beobachtung führte auch mich dazu, den unmittelbaren Zusammenhang zwischen Kohlensäureassimilation und Öffnungsbewegung der Stomata zu bezweifeln. Ich hatte sorgfältig aus dem Boden ausgehobene Pflanzen von *Impatiens parviflora* einige Tage hindurch im Dunkelschranke in Wasser eingestellt. Obgleich die Stomata dieser Pflanze sich auf Verdunkelung hin regelmäßig und rasch schließen, waren eines Tages, wie die mikroskopische Prüfung zeigte, sämtliche Stomata der ausgewachsenen Blätter wieder weit geöffnet, so daß die Blätter infolge ihrer bedeutenden Transpiration an der Pflanze welkten. Daraus erhellt aber, daß es derzeit noch unbekanntes Bedingungskonstellationen geben muß, denen auch im Dunkeln, also bei mangelnder Kohlensäureassimilation, eine Öffnungsbewegung eintritt¹⁾.

Dieser wiederholt gemachte Befund veranlaßte mich, den Einfluß von Kohlensäureentzug genauer zu untersuchen. Nach Schellenberg (1896) vermögen sich die Spaltöffnungen in kohlensäurefreier Atmosphäre auch bei Belichtung nicht zu

öffnen. Dieser Befund wäre ein klarer Beweis für den innigen Zusammenhang zwischen Assimilation und stomatärer Öffnung. Meine zahlreichen und mehrfach variierten Versuche führten indessen gerade zum entgegengesetzten Ergebnisse. Werden spaltöffnungsführende Blattfragmente in eine wirklich kohlensäurefreie Atmosphäre gebracht, so öffnen sich die Stomata unter allen Umständen, gleichgültig, ob sie verdunkelt sind oder dem Lichte ausgesetzt werden; im Lichte wird die Öffnungsbewegung bei Kohlensäuremangel gefördert. Umgekehrt bedingt eine Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlendioxyd eine Schließung der Spaltöffnungen. Man ersieht daraus, „daß CO_2 -Anhäufung in gleicher Weise wie Verdunkelung auf die Schließbewegung hinarbeitet, während umgekehrt Belichtung und CO_2 -Entzug gleichsinnig eine Öffnung bewirken“. Jedenfalls aber geht aus diesen Beobachtungen auch hervor, daß die Öffnung der Stomata im Lichte nicht unmittelbar von der Produktion osmotischer Substanz im Chlorophyllapparate der Schließzellen infolge des Assimilationsprozesses abhängt. Infolgedessen kann aber auch die Öffnungsbewegung nicht eine „einfache Lichtwirkung“ sein, wie Schwendener wollte, es liegt vielmehr zweifellos ein komplizierter Lebensvorgang vor, den wir derzeit mechanisch nicht vollends analysieren können; solche Prozesse im lebenden Organismus aber bezeichnen wir als „Reizvorgänge“¹⁾.

Einen tieferen Einblick in den Reaktionsmechanismus verdanken wir Untersuchungen über die Inhaltsbestandteile der Schließzellen und ihre Veränderungen im Zusammenhange mit dem Spaltöffnungszustande. Manche Beobachtungen weisen schon indirekt darauf hin, daß die Beschaffenheit der Protoplasten der Schließzellen und der Chemismus des ganzen Spaltöffnungsapparates von den Zellen der Umgebung in wesentlichen Punkten abweicht. Es sei nur an die erstaunliche Widerstandsfähigkeit der Schließzellen erinnert. Hatte schon Leitgeb (1888) ge-

¹⁾ Man könnte vielleicht hier den beliebten Einwand erheben, daß die Pflanzen durch den langen Aufenthalt im Dunkeln pathologisch verändert waren, so daß man aus ihrem Verhalten nichts bezüglich der Bedingungen der Spaltöffnungsbewegungen entnehmen könne. Dagegen möchte ich an einen leider zu wenig gekannten Ausspruch von Purkinje (1823) erinnern: „Auf dem Standpunkte der reinen Naturforschung gibt es ebensowenig pathologische Zustände als es für den Botaniker ein Unkraut, für den Chemiker einen Unrat gibt. Diese Begriffe sind relativ und haben nur insofern ihre Gültigkeit, als sie der Erreichung eines gegebenen Zweckes hinderlich sind.“ — Ich konstatiere übrigens nur die Tatsache, daß unter den erwähnten Bedingungen eine Öffnung der Spalten eingetreten ist. Die nähere Ursache habe ich nicht geprüft; jedenfalls liegt mir die Vorstellung fern, daß die Öffnungsbewegung unter allen Umständen immer auf die gleiche Ursache zurückzuführen wäre. Dadurch erledigt sich auch ein von Hagen erhobener Einwand.

¹⁾ Hagen hat vor kurzem gegen diese Auffassung Stellung genommen und es bemängelt, daß ich in der Stomatärbewegung „lediglich“ einen Reizvorgang sehen will: „Die Sache verhält sich doch keineswegs so, daß durch die Reizwirkung auf das Plasma an sich schon die Bewegung ausgelöst wird.“ Natürlich nicht; es ist selbstverständlich, daß zur Ausführung jeder Bewegung eine Energiequelle vorhanden sein muß. Wenn aber diese Energie erst dann und in dem Maße frei gemacht wird, als die Zelle auf eine (äußere) Einwirkung hin dazu veranlaßt wird, dann sprechen wir eben von einem Reizvorgang. Daß die Assimilate in den Schließzellen den Energievorrat liefern, will ich durchaus nicht leugnen. Was ich bekämpfe, ist nur die Anschauung, daß die Spaltöffnungsbewegung im Lichte „lediglich“ mechanisch zu verstehen sei. Ich leugne auf Grund meiner Versuche nur einen „unmittelbaren“ Zusammenhang zwischen CO_2 -Assimilation und Öffnungsbewegung. Ich stehe überhaupt nicht, wie Hagen glaubt, in einem prinzipiellen Gegensatz zur allgemeinen Ansicht, glaube vielmehr nur, daß die Lichtwirkung auf die Stomata komplizierter ist, als gemeinhin angenommen wird.

zeigt, daß an Blättern, die bereits in Fäulnis übergegangen sind, die Stomata noch immer am Leben befunden werden, so fanden seine Beobachtungen durch erneute Untersuchungen von *Kindermann* (1902) ihre Bestätigung und Ergänzung; es zeigte sich auch eine gleiche Resistenz gegen Einwirkung von verdünnten Säuren, schädliche Dämpfe, Austrocknung und Sauerstoffentzug, was nur auf eine besondere Beschaffenheit des Protoplasten zurückgeführt werden kann. Sehr auffällig ist nach den Beobachtungen von *Homorak* die Verbreitung und Lokalisation von bestimmten Inhaltsstoffen, die auf einen besonderen Chemismus des Spaltöffnungsapparates hinweist. So treten z. B. Gerbstoffe und Anthokyane bei vielen Araceen, Polygonaceen und Sempervivumarten in ganz bestimmter Verteilung in unmittelbarer Nachbarschaft der Spaltöffnungsapparate auf; in anderen Fällen, namentlich bei den Cyperaceen (und, wie ich aus eigener Erfahrung hinzufügen kann, bei den Bromeliaceen) wieder wurde in den Nebenzellen, also in besonders gestalteten Zellen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Schließzellen, die noch zum Spaltöffnungsapparate zu rechnen sind, das konstante Vorkommen von ätherischem Öl, einem typischen Exkret, beobachtet. Welche physiologische Rolle diesen Stoffen zukommt, wissen wir freilich nicht. Immerhin ist es aber in diesem Zusammenhange von Interesse, daß eine Anthokyanbildung erfahrungsgemäß an solchen Stellen auftritt oder gefördert ist, an denen die Ableitung der Assimilate gehemmt wird (*Molisch, L. Linsbauer*). Ob wir den Gerbstoff in unserem Falle so wie die ätherischen Öle als Exkret aufzufassen haben, ist mehr als zweifelhaft; es sei jedoch daran erinnert, daß Gerbstoffe nach manchen Erfahrungen die Ableitung der Assimilate hemmen sollen¹⁾.

Kann aus solchen Beobachtungen nur indirekt auf eine gewisse Selbständigkeit und Besonderheit des Stoffwechsels der Stomata geschlossen werden, so liefern die Untersuchungen des russischen Botanikers *Iljin* einen direkten Beweis für diese Auffassung.

Iljins Untersuchungen gehen von der Bestimmung der osmotischen Druckhöhe in den Schließzellen aus. Mit Hilfe der plasmolytischen Methode wurden ganz ungewöhnlich hohe osmotische Drucke ermittelt; sie bewegten sich zumeist zwischen 90 bis 100 at, während sie im übrigen Gewebe nur etwa 20 at betragen. So hohe Drucke waren indessen nur an offenen Spaltöffnungen beobachtet. Schlossen sich die Spalten infolge Übertragens der Blätter in trockene Atmosphäre, dann sank der osmotische Druck auf dasselbe Niveau wie in den umgebenden Zellen. Es war also der Gehalt an osmotisch wirkender Substanz vermindert worden. Daraus geht aber unmittelbar

hervor, daß die Turgorabnahme, welche zum Schließen der Stomata führt, nicht direkt durch einen Wasserverlust der Schließzellen bedingt wird, daß vielmehr die Veränderung des Wassergehaltes eine Regulation des osmotischen Druckes in den Schließzellen zur Folge hat, die ihrerseits die Änderung der Spaltweite veranlaßt. So wird es auch verständlich, daß die Spaltöffnungsapparate auf Wasserverluste so empfindlich mit einer Schließbewegung reagieren, während sie doch selbst durch eine Kutikula vor direkter Transpiration ausgiebig geschützt sind. Dieser Befund ist wesentlich geeignet, unsere Auffassung der Spaltöffnungsbewegung als Reizvorgang zu stützen. Mit dieser Auffassung steht es vollkommen in Einklang, wenn der Verfasser sagt: „Ihre Regulierung kann nicht auf rein mechanische Prozesse zurückgeführt werden, welche mit dem Bau der Wandungen und der vorhandenen Wassermenge im Zusammenhang stehen. Diese Prozesse sind nur Mittel, welche die lebenden Protoplasten je nach dem Einfluß der äußeren stimulierenden Faktoren ausnutzen, wobei die letzteren den Prozeß nach der einen oder anderen Richtung lenken können.“

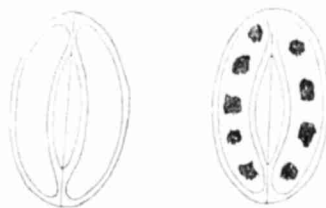


Fig. 3. Stärkenachweis mit Jodjodkali in Schließzellen bei zur Zeit der Präparation offener (links) und geschlossener (rechts) Spaltöffnung. Nach *Iljin*.

Wie kommt nun die Regulation des osmotischen Druckes zustande? Auch darauf geben *Iljins* Untersuchungen, die sich leider nur auf ein etwas geringes Material erstrecken, die gewünschte Antwort. Es ergab sich nämlich stets, daß die Schließzellen geschlossener Spaltöffnungen reichlich mit Stärke erfüllt waren, die sich durch ihre Blaufärbung mit Jodjodkali leicht nachweisen ließ, während in weit offenen Schließzellen die Reaktion auf Stärke vollkommen negativ ausfiel (s. Fig. 3). Die Stärkeabnahme verlief ganz parallel der zunehmenden Öffnung; beim Wiedereintritt der Schließbewegung wird sie dagegen wieder in kurzer Zeit regeneriert. Die Regulation des osmotischen Druckes beruht daher, wie *Iljin* schließt, auf einem enzymatischen Prozeß, auf der Wirkung der diastatischen Enzyme, welche je nach den Transpirationsverhältnissen Stärke in osmotisch wirksamen Zucker verwandeln oder umgekehrt.

Zu ganz analogen Ergebnissen gelangte *Hagem*, der hauptsächlich die Umwandlung der Kohlenhydrate in Hinblick auf den Öffnungszustand der Schließzellen in Abhängigkeit vom Beleuchtungswechsel untersuchte. Wieder zeigte sich ein

¹⁾ Über den auch sonst beobachteten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Gerbstoff und Stärkeproduktion vgl. v. *Wisselingh* in Beitr. z. Bot. Centralbl., I. Abt., 1915.

deutlicher Zusammenhang zwischen Stärkevorkommen und Spaltzustand: „Es wird durch Verzuckerung der Stärke osmotisch wirksame Substanz geliefert, die den Turgor der Schließzellen erhöht und deren Auseinanderweichen ermöglicht. Damit steht es in Einklang, daß, wie bereits Kohl fand, bei Darbietung von Diastase auf stärkeführende geschlossene Stomata eine Verzuckerung der Stärke erfolgt, die mit einer zunehmenden Öffnungsbewegung verknüpft ist. Unter natürlichen Bedingungen wird somit in Spaltöffnungen, die sich im Lichte öffnen, eine Lösung der Stärke unter Bildung osmotisch wirksamer Substanz vor sich gehen, während im verdunkelten Blatt eine Regeneration der Stärke eintritt, die zur Abnahme des osmotischen Druckes und somit zur Schließbewegung der Stomata führt.“

Wie die Turgorregulation bei saccharophyllen Pflanzen vor sich geht, d. h. bei Pflanzen, welche beim Assimilationsprozesse Zucker an Stelle von Stärke produzieren (*Allium*-Arten), bedarf noch näherer Untersuchung. Hagem fand jedenfalls auch bei geschlossenen Spalten niemals Stärke, was bei den amylophyllen Pflanzen (solchen mit „Stärkeblättern“) niemals vorkommt. Man sollte erwarten, daß hier etwa ein Disaccharid, z. B. Rohrzucker, die Stelle von Stärke vertritt. Es wäre dann in den geschlossenen Spaltöffnungen Rohrzucker zu erwarten, in den offenen dagegen ein Monosaccharid (etwa Trauben- und Fruchtzucker). Wie die Verzuckerung der Stärke, so würde auch durch die Spaltung eines Disaccharids in einfache Zuckerarten eine Zunahme der osmotischen Druckhöhe erzielt werden. Der Verfasser berichtet aber nur, stets Glukose gefunden zu haben. Ebenso fordern noch andere Beobachtungen zu weiteren Untersuchungen heraus, so z. B. das Verhalten winterharter Blätter, deren Stomata im Winter geschlossen sind, aber doch keine oder doch fast keine Stärke, sondern an deren Stelle Öl, Zucker oder Gerbstoff enthalten.

Doch kehren wir wieder zu den gewöhnlichen Stärkeblättern zurück. Für sie können wir uns jetzt ein zutreffendes Bild des Mechanismus der Bewegungsreaktion machen. Unter bestimmten Umständen (Wasserverlust des Blattes, Verdunkelung) wird Zucker zu Stärke kondensiert, der osmotische Druck nimmt demgemäß ab. Infolge des dadurch verminderten Turgors erfolgt eine Entspannung der Schließzellen, die zum Verschuß der Stomata führt. Umgekehrt veranlaßt eine gesteigerte Diastasewirkung (bei gesteigerter Wasseraufnahme oder Belichtung) eine Lösung der Stärke unter Bildung von osmotisch wirksamem Zucker. Durch die Zunahme des zentrifugalen Druckes auf die Membranen der Schließzellen wölben sich diese gegen die benachbarten Epidermiszellen vor, wodurch die Öffnungsbewegung bedingt wird.

In welcher Weise bringt nun das Licht den ganzen Mechanismus in Gang? Seine Rolle ist offenbar nicht damit erschöpft, daß es den

Chloroplasten die Assimilationstätigkeit ermöglicht. Es ist jedenfalls ganz unaufgeklärt, warum gerade im Lichte die Bildung von Stärke unterbleibt, während bei Verdunkelung sofort die Kondensation des Zuckers zu Stärke einsetzt. Die Hauptsache ist --- und gerade darin liegt die spezifische Eigenart der Schließzellen ---, daß durch die Belichtung zweifellos auch der enzymatische Prozeß beeinflusst wird, der je nach den Umständen zur Bildung oder zur Lösung der Stärke führt. Die Kohlensäureassimilation schafft lediglich das Material, das zur Regulierung des osmotischen Druckes erforderlich ist. Die Wirkung des Lichtes auf den Regulationsvorgang als solchen ist offenbar ganz anderer Art¹⁾. In das Wesen dieses Prozesses fehlt uns derzeit ein tieferer Einblick; jedenfalls können wir nicht an eine unmittelbare Einwirkung des Lichtes auf das wirksame Enzym denken.

Wie auch immer diese Wirkung sich erklären mag, jedenfalls wirkt das Licht in doppelter Weise auf die Schließzellen ein. Eine solche Doppelrolle des Lichtes ist durchaus nichts Ungewöhnliches, nur greifen die Prozesse oft so ineinander, daß es schwer hält, sie zu erkennen und im Experimente zu sondern. Um so wertvoller ist es, wenn eine derartige Analyse mit Erfolg durchgeführt werden kann. So hat kürzlich Klebs zwischen einer „phototrophischen“ und einer „photoblastischen“ Wirkung des Lichtes unterschieden, je nachdem das Licht eine ernährungsphysiologische oder formbildende Rolle spielt; dort wirkt es arbeitspeichernd, hier arbeit-leistend. In unserem Falle könnte man in ähnlicher Weise von einer „phototrophischen“ und „photoregulatorischen“ Wirkung sprechen. Daß beide Wirkungen sich im Experimente voneinander trennen lassen, geht jedenfalls aus meinen oben erwähnten Versuchen über das Verhalten der Stomata im CO₂-freien Raum hervor, bei denen eine Förderung der Öffnungsbewegung unter dem Einfluß des Lichtes trotz Ausschaltung der CO₂-Assimilation zu erkennen war. Andererseits ergab sich aber auch, daß Bedingungen geschaffen werden können, durch die bei Ausschluß der CO₂-Assimilation eine Öffnungsbewegung bewirkt wird, daß mit anderen Worten die Regulation nicht in unmittelbarer Abhängigkeit von der CO₂-Assimilation und dem Lichte überhaupt steht. Damit findet aber die Auffassung der Spaltöffnungsbewegungen als Reizbewegungen ihre wesentlichste Stütze.

¹⁾ Ohne den Gedanken näher auszuführen, möchte ich hier auf eine gewisse Analogie hinweisen, nämlich auf die in vielen Fällen beobachtete Förderung der Samenkeimung unter dem Einfluß des Lichtes. Hier erfolgt unter dem Lichteinfluß eine Mobilisierung der Reservestoffe, also bei Stärkesamen eine Verzuckerung der Stärke. — Neuestens berichtet Klebs über Farnprothallien, die einen Monat lang bei 30° C im Dunkeln gestanden hatten, ohne daß eine Auflösung der Stärke stattgefunden hätte. Das Licht wirkt in solchen Fällen im ganzen wie ein Katalysator, ein reaktionsbeschleunigendes Agens.

Literatur¹⁾.

- Marg. Erban, Über die Verteilung der Spaltöffnungen in Beziehung zur Schlafstellung der Blätter. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 34, 1917.
- Fr. Hagem, Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. Beitr. z. allgem. Bot., Bd. I, 1916.
- N. Hamorak, Beitr. zur Mikrochem. des Spaltöffnungsapparates. Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., I. Abt., Bd. 124, 1915.
- M. Heilbronn, Die Spaltöffnungen von Camellia japonica L. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 34, 1916.
- W. S. Iljin, Die Regulierung der Spaltöffnungen im Zusammenhange mit der Veränderung des osmot. Druckes. Beitr. z. bot. Centralbl. Bd. 32, I. Abt., 1914.
- W. Hermann, Die Blattbewegungen d. Murantaceen und ihre Beziehung zur Transpiration. Flora Bd. 9, 1916.
- V. Kindermann, Über auffallende Widerstandskraft der Schließzellen usw. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., I., Bd. 101, 1902.
- Klebs, Zur Entwicklungsgeschichte der Farnprothallien. II. Tl. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad., math.-nat. Kl., Abt. B. 1917.
- K. Linsbauer, Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbeugungen. Flora Bd. 9, 1916.
- R. Paulmann, Über die Anatomie des Laubblattes. Flora Bd. 107, 1914.

Die durchdringende radioaktive Strahlung in der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. P. Ludewig, z. Zt. Kiel.

(Schluß.)

Ein ganz neuer Gesichtspunkt für die Zusammensetzung und Eigenschaft der von außen kommenden Strahlung wurde gewonnen, als man dazu überging, die Stärke der Strahlung in verschiedenen Höhen über dem Erdboden zu bestimmen.

Erste orientierende Versuche ergaben allerdings kein besonders beachtenswertes Resultat. So fand Wulf (Tabelle 7) bei Messungen auf dem

Tabelle 7.

Versuche von Th. Wulf auf dem Eiffelturm (300 m).

		Zahl der Ionen
29. März . . .	am Boden	17,5
30. " . . .	auf dem Turm	16,2
31. " . . .	" " "	14,4
1. April . . .	" " "	15,0
2. " . . .	" " "	17,2
3. " . . .	am Boden	18,3

Eiffelturm in 300 m Höhe keinen großen Unterschied für die Zahl der erzeugten Ionen gegenüber den Messungen am Boden. Das wurde anders, als man die Messungen im Freiballon fortsetzte. Auch hier fand sich allerdings in Höhen bis etwa 2000 m (Tabelle 8) keine merkliche Änderung. Dagegen schien in größeren Höhen die Strah-

¹⁾ Ich führe hier nur die Literatur der letzten Jahre an, soweit sie in diesem Aufsätze Berücksichtigung fand; die frühere Literatur möge dem eingangs erwähnten Artikel von Prof. Neger im 3. Jahrg. 1915 dieser Zeitschrift entnommen werden.

Tabelle 8.

Versuche von V. F. Heß im Freiballon.
Fahrt am 7. August 1912.

Relative Höhe	Ionenzahlen, gemessen an zwei Kontrollapparaten	
0	15,8	11,2
1400	15,8	14,4
2500	17,3	12,3
3600	19,8	16,5
4700	40,7	31,8
4200	28,1	22,7
1200	(9,7)	11,5
150	11,9	10,7
0	15,0	11,6

lung stark zuzunehmen. Um dies gründlicher zu erforschen, wurden von Heß und anderen eine ganze Reihe von Freiballonhochfahrten unternommen, bei denen zum Teil an zwei Beobachtungsapparaten zur gegenseitigen Kontrolle gleichzeitige Messungen gemacht wurden. Tabelle 9

Tabelle 9.

Messung im Freiballon von W. Kohlhörster (1913).

Höhe	Ionendiff. gegen Boden	
940	- 0,13	Ionenzahl am Boden 13,2
1090	- 1,2	
1300	- 0,7	
1440	- 0,5	
2130	+ 2,1	
2500	+ 2,9	
2900	+ 6,1	
3550	+ 7,0	
3800	+ 7,7	
4300	+ 11,4	
4700	+ 14,5	
4800	+ 15,7	
5000	+ 19,2	
5200	+ 21,9	
5300	+ 23,6	
5600	+ 27,5	
5800	+ 28,2	
5900	+ 27,9	
6000	+ 28,9	
6200	+ 29,3	

enthält das Resultat einer dieser Fahrten, die bis zu einer Höhe von 6200 m führte. Die Zahlen in der Tabelle bedeuten die Ionendifferenzen gegenüber den Messungen am Boden; sie sind in den ersten 2000 m negativ, weil hier eine Abnahme der Strahlung beobachtet wurde. Dann werden sie mit zunehmender Höhe positiv und steigen bei 6200 m zu dem Werte 29,3 an. Da die absolute Ionenzahl am Boden 13,2 war, so betrug sie in dieser Höhe demnach 42,5. Auf die Schlüsse, die man aus diesen und allen früheren Messungen zu ziehen hat, wird weiter unten eingegangen sein.

Während bisher alle Versuchsergebnisse über die von außen kommende Strahlung zusammengestellt worden sind, ist es noch nötig, auch über die *Strahlung der Gefäßwände* usw. die Beobachtungsergebnisse anzufügen. Der Einfluß der Gefäßwandung ist ziemlich groß, so daß bei verschiedenen Meßinstrumenten, auch wenn sie aus demselben Material hergestellt sind, sehr verschiedene Zahlen für die in einem Kubikzentimeter pro Sekunde erzeugten Ionenmengen gefunden werden. Das rührt von der verschiedenen Stärke der Verunreinigung der Metalle her und es ist natürlich, daß bei Benutzung verschiedener Metalle als Gefäßmaterial die Zahlen ebenfalls erheblich voneinander abweichen. Allgemein gültige Werte lassen sich nicht angeben, jeder Apparat hat vielmehr eine ganz individuelle Wandungsstrahlung. Will man die äußere Strahlung messen, so ist es zweckmäßig, einen solchen Apparat zu wählen, bei welchem die Strahlung der Wände möglichst gering ist.

Auch die Messungen über den Einfluß der *Gasfüllungen* hatten kein allgemein gültiges Resultat.

II.

Die bisher mitgeteilten Versuchsergebnisse sind allein nicht imstande, ein anschauliches Bild von dem Ursprung und der Zusammensetzung der Strahlung zu geben. Es war vielmehr nötig, die *Versuchsergebnisse durch theoretische Überlegungen* zu ergänzen und zu versuchen, ob es möglich ist, die Größe der gemessenen Ionisationen auch durch Rechnungen zu erhalten.

Für die Berechnung kommen in der Hauptsache die unter 3 in Tabelle 2 genannten Anteile in Frage. Die *äußere Strahlung* besteht danach aus 4 Komponenten, und zwar erstens aus einer Strahlung der in den umgebenden *Erdschichten* vorhandenen radioaktiven Substanzen, zweitens aus einer Strahlung der in der *Atmosphäre* vorhandenen Substanzen, drittens aus einer Strahlung des radioaktiven *Belages* der Erdoberfläche, der sich aus der Atmosphäre unter dem Einfluß des Erdfeldes niederschlägt und schließlich viertens aus einer außerterrestrischen Strahlung.

Die *theoretischen Berechnungen* von *Eve, King, Heß, v. Schweidler, Kurz und Chadwick* zur Bestimmung der drei ersten der genannten Strahlungsanteile versuchen aus der Intensität der bei anderen Messungen gefundenen Werte für die Konzentration der radioaktiven Substanzen in der Erde und der Luft die Stärke der Strahlung an der Erdoberfläche zu errechnen. Sie haben ergeben, daß der Anteil der Strahlung, der *aus der festen Umgebung*, d. h. der Erde, kommt, beträchtlich ist und bis zu 10 Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde und mehr ansteigen kann. Dagegen ist der Strahlungsanteil, der *aus der Atmosphäre* selbst her-

rührt, auch wenn man neben dem Radium C die Thorprodukte berücksichtigt, nur sehr gering, und noch geringer ist der Anteil der Strahlung des radioaktiven Belags der Oberfläche.

Vergleicht man die Resultate dieser Rechnung mit den mitgeteilten Versuchsergebnissen, so lassen sich aus dem Vorhandensein der großen von unten kommenden Strahlung die Messungsergebnisse über und unter Wasser und die Ergebnisse in Steinsalzhöhlen und Bergwerken ohne weiteres erklären, wenn auch eine quantitative Kontrolle infolge der stark von einander abweichenden Versuchsergebnisse nicht möglich ist. Würde man aber annehmen, daß die Strahlung *allein vom Erdboden* kommt, so ließe sich berechnen, wie die Stärke der Strahlung mit zunehmender Höhe über dem Erdboden abnimmt; denn die Absorptionsverhältnisse der Gammastrahlen in Luft lassen sich ja durch einen Laboratoriumsversuch bestimmen. Für diese Werte ergeben sich die in

Tabelle 10.

Stärke der Strahlung in verschiedener Höhe, wenn nur der Erdboden strahlt.

Höhe	Stärke der Strahlung
0	1,00
1	0,98
10	0,83
100	0,36
1000	0,001

Tabelle 10 zusammengestellten Zahlen. Die Stärke der Strahlung, die am Erdboden gleich 1 gesetzt ist, hat in 100 m Höhe nur noch den Wert 0,36 und in 1000 m Höhe ist sie auf ein pro Mille gesunken. Die Ergebnisse der Messungen auf dem Eiffelturm und bei Ballonfahrten in Höhen bis zu 2000 m stehen mit diesen Zahlen jedoch im schärfsten Widerspruch, und es ist daher natürlich, daß vor dem sicheren Nachweis der außerterrestrischen Strahlung mehr als einmal der Versuch gemacht worden ist, nicht den Erdboden, sondern die Atmosphäre als den Hauptstrahler hinzustellen. Den Grund dafür, daß die Stärke der Strahlung in den untersten Höhenlagen nur ganz wenig abnimmt, müssen wir nach den Ergebnissen der Theorie und der Hochfahrten vielmehr darin suchen, daß *von außen auf die Erde eine Strahlung* auftritt, die sich in geringen Höhen mit der von unten aus dem Erdboden kommenden Strahlung überdeckt. Diese Strahlung wird in der Atmosphäre gleichfalls eine Absorption erleiden, sodaß die in hohen Schichten stärker ist als in erdnahen Schichten. Die quantitative Verteilung der gesamten äußeren durchdringenden Strahlung ist daher derart zu denken, daß *in der Nähe des Erdbodens hauptsächlich die Strahlung des Erdbodens in Frage kommt, während die außerterrestrische Strahlung hier bis zu einem ge-*

ringeren Teil verschwunden ist. In den Höhen bis zu 2000 m nimmt die von unten kommende Strahlung stark ab, und die von oben kommende Strahlung in dem Verhältnis zu, daß sich nur eine geringe Änderung ergibt. Darüber hinaus ist die Bodenstrahlung ganz verschwunden und es bleibt allein die außerterrestrische Strahlung (die man auch als Heßsche Strahlung bezeichnet hat) übrig. In allen Höhen überlagert sich diesem Verlauf der geringe Anteil der Strahlung der Atmosphäre selbst. Nach einer Zusammenstellung von St. Meyer und E. v. Schweidler verteilt sich der Beitrag der verschiedenen Komponenten in der Nähe des Erdbodens zahlenmäßig folgendermaßen:

Die Zahl der in der Sekunde in einem Kubikzentimeter erzeugten Ionen beträgt:	
Vom Erdboden herrührend . . .	0—15 Ionen
Aus der Atmosphäre herrührend . . .	0—0,2 „
Vom Oberflächenbelag „ . . .	0—0,01 „
Die außerterrestrische Strahlung am Boden	1,5 „
Die außerterrestrische Strahlung in 9000 m	85 „
Die außerterrestrische Strahlung an Atm. Grenze	530 „

Außerdem nennen sie für die Restionisation folgende Zahlen: Die in der Gasfüllung enthaltenen Radioelemente erzeugen 0—6, die in der Wandung enthaltenen je nach dem Gefäßmaterial 0—50 Ionen.

Bei einer Betrachtung der Zahlen ergibt sich, daß die Hauptanteile der Strahlung im wesentlichen von den Gefäßwänden, vom Boden und von der außerterrestrischen Strahlung herrühren, daß dagegen in großer Höhe die außerterrestrische Strahlung alle anderen bei weitem überwiegt.

Die Erscheinung der außerterrestrischen Strahlung enthält noch eine prinzipielle Schwierigkeit: Würde die Strahlung nämlich eine Durchdringungsfähigkeit haben, wie die härteste Gammastrahlung der auf der Erde bekannten Radioelemente, so müßte sie durch die Atmosphäre mehr absorbiert werden, als der Versuch ergibt. Man muß daher annehmen, daß sie *anderer Art ist* und zwar von einer Durchdringungsfähigkeit, die etwa 7 mal größer ist als die der Gammastrahlen des Radiums C. Sollte sich dies wirklich bestätigen, so würde für die wissenschaftliche Forschung damit eine grundsätzlich neue Erscheinung gefunden sein, deren Wichtigkeit noch nicht abzusehen ist.

Während Heß und andere die Quelle dieser Strahlung sich im Weltenraum liegend denken, hat F. Linke als Ursache den *kosmischen Staub* bezeichnet, der nach meteorologischen Beobachtungen in großer Höhe in der Atmosphäre der Erde angesammelt ist und voraussichtlich auch radioaktive Bestandteile enthält. Eine Entscheidung in der einen oder anderen Richtung ist bisher noch nicht möglich gewesen.

Besprechungen.

Hirsch, Paul, Fermentstudien. Neue Methoden zum Nachweis proteolytischer und lipolytischer Fermente mit besonderer Berücksichtigung der Abwehrfermente. Jena, Gustav Fischer, 1917. 81 S. Preis M. 2,50.

In der Einleitung gibt der Verfasser eine kurze Übersicht der Entdeckung der „Abwehrfermente“, die der tierische Organismus gegen „blutfremde“ Stoffe mobil macht. Er weist darauf hin, daß nicht nur Eiweißkörper, sondern auch Kohlehydrate und Fette, wie die diesen verwandten „Lipoidstoffe“, zur Bildung von Abwehrfermenten Veranlassung geben können. Im ersten Kapitel werden die bisher meist verwandten, von *Abderhalden* angegebenen Methoden zum Nachweis der Abwehrfermente besprochen. Es sind das:

1. die optische Methode,
2. das Dialysierverfahren in Verbindung mit der die Aminogruppe in α -Stelle zum Karboxyl durch Blaufärbung anzeigende Ninhydrinprobe,
3. der Nachweis mittels gefärbter Substrate, da der vom Eiweiß aufgenommene Färbstoff, z. B. Karmin, in den Abbauprodukten nicht mehr festgehalten wird.

Diese Methoden werden im 1. Kapitel einer Kritik unterzogen.

Im 2. Kapitel wird die „interferometrische“ Methode beschrieben. Da die Peptone lösliche Körper sind, so lösen sie sich in Serum und erhöhen dadurch die Konzentration; die Konzentrationsänderung kann durch das Interferometer gemessen werden. Die Methode stellt eine sogenannte Nullmethode dar, die erfahrungsgemäß bei den verschiedenen Beobachtern zu gleichmäßigen und genauen Resultaten führt. Die wichtigste Frage ist die Organfrage; von einem brauchbaren Organpräparat muß verlangt werden, daß es 1. trocken, 2. frei von löslichen Bestandteilen und vor allen Dingen haltbar ist. Mit Hilfe von Plazentapeptonen kann man sich z. B. für die Probe eine Eichkurve herstellen, mit deren Hilfe man dann zu einer quantitativen Messung der Wirkungsweise eines Abwehrfermentes gelangen kann. Bei allen Versuchen muß natürlich steril, vor allen Dingen mit sterilen Serumproben gearbeitet werden; eine Abnahme der Refraktion bedeutet immer eine bakterielle Verunreinigung. — Bezüglich der eingehenden apparativen Beschreibung muß auf das Original verwiesen werden. — Ferner geht aus dem Gesagten hervor, daß man diese Methoden nicht nur zum Nachweis der Abwehrfermente, sondern zur quantitativen Bestimmung jeglicher, proteolytischer Fermente pflanzlicher oder tierischer Herkunft benutzen kann.

Im 3. Kapitel beschäftigt sich der Verfasser mit den gegen die *Abderhaldenschen* Methoden erhobenen Einwänden. Vornehmlich wurde von *Michaelis* und von *Langermarck* auf die Möglichkeit einer Autolyse des Serums hingewiesen. Der Autor stellt sich auf den *Plimmerschen* Standpunkt, daß im Eiweißmolekül Anhydridringe vorhanden sind, die durch die Pepsinwirkung in lange Ketten zerfallen, welche ihrerseits durch das Trypsin weiter gespalten werden. Der Refraktionswert der ersten Phase ist zu gering, als daß er selbst mit dem Interferometer gemessen werden könnte, trotzdem mit diesem Instrument geringere Differenzen zu bestimmen sind, als mit den sonstigen Refraktometern. Dagegen tritt eine für die Messung genügend große Änderung der Dispersion ein. Diese mit dem *Pulfrichschen* Refraktometer gemessenen Werte gestatten den Beweis, daß eine Auto-

lyse des Serums im gegebenen Falle nicht in Frage kommt, während andere autolytische Vorgänge auf demselben Wege wahrnehmbar gemacht werden könnten.

Im 4. Kapitel beschäftigt sich der Verfasser mit den lipolytischen Fermenten. Da in normalen Serum lipolytische Fermente im Gegensatz zu proteolytischen stets vorhanden sind, muß hier mit quantitativen Methoden gearbeitet werden. Weit geeigneter als der Nachweis durch Leitfähigkeit ist der durch die elektrometrische Methode. Der Verfasser gibt hier eine eingehende Beschreibung der von ihm angewandten Formen. — In diesem Kapitel wurde auch die „kolorimetrische“ Methode geprüft, die es gestattet, die Verschiebung der Wasserstoffionen-Konzentration durch die Anwendung von Indikatoren verschiedener Empfindlichkeit zu messen, während im 5. Kapitel Überblicke auf die Vertiefung unserer Kenntnisse der Fermente eröffnet werden, die man mit Hilfe quantitativer Messungen erreichen kann.

Der 2. Hauptteil des Buches enthält die Versuchsprotokolle, aus denen man den Wert der angeführten Methoden erkennen kann. Das wesentlichste Ergebnis ist die Bestätigung der Abderhaldenschen Resultate, die von mancher Seite angefochten, gerade durch die Anwendung neuer und genauer Methoden am besten verteidigt werden konnten. Der Wissenschaft ist somit ein unzweifelhafter Dienst geleistet worden.

H. Pringsheim, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Ein neuer Weg zur Vorausbestimmung des Wetters. Bei der Aufstellung der amtlichen Wetterprognosen findet die sog. synoptische Methode Anwendung, d. h. gleichzeitige Beobachtungen aus einem weiten Gebiet mit einer großen Anzahl von Stationen werden einheitlich bearbeitet und zusammengestellt und liefern in ihrer Gesamtheit die *Wetterkarte*, aus welcher sich die Verteilung des Luftdrucks, Windverhältnisse, Bewölkung und Niederschlag entnehmen lassen. Das Beobachtungsgebiet des deutschen amtlichen Wetterdienstes umfaßt in Friedenszeiten das Festland von Europa, ferner England und Irland mit den besonders wichtigen Stationen an der atlantischen Küste sowie die nordatlantischen Inseln mit Island, hat aber natürlich jetzt eine entsprechende Einschränkung erfahren. Aus der zur Zeit der Beobachtung bestehenden *Wetterlage*, vor allem der Verteilung des Luftdrucks, in Verbindung mit durch Erfahrung gewonnenen Regeln für deren weitere Entwicklung wird dann auf die wahrscheinliche *Wetterlage* des kommenden Tages und damit auf das voraussichtliche Verhalten der einzelnen Wetterfaktoren geschlossen.

Einen wesentlich anderen Weg verfolgt eine Methode, die zuerst im Jahre 1914 von *Stefan Kaltenbrunner* in Linz in einer im Selbstverlag des Verfassers erschienenen Broschüre veröffentlicht wurde. *Kaltenbrunner* stellt folgende einfache Regel auf: „Auf gleiche Wetterfaktoren folgt wiederum das gleiche Wetter, d. h. war einmal ein Tag schon da, der die gleichen wichtigen Wetterfaktoren, wie Luftfeuchtigkeit, Luftdruck usw. ebenso aufwies wie der heutige Tag, so wird menschlicher Voraussicht und Wahrscheinlichkeit nach auch das Wetter des morgigen Tages wiederum das gleiche werden, wie es jenes war, welches auf die damaligen gleichen Wetterfaktoren gefolgt ist.“

Als den wichtigsten Faktor, welcher für die Gestaltung des zukünftigen Wetters maßgebend ist, betrachtete *Kaltenbrunner* in seiner ersten Veröffentlichung vor allem die relative Feuchtigkeit, dann die Windrichtung, die Lufttemperatur und ihren nächtlichen Tiefstwert, den Luftdruck und seine Änderung und das zur Zeit der Aufstellung der Prognose herrschende Wetter unter Berücksichtigung der Jahreszeit. Später setzte er anstatt der relativen Feuchtigkeit den Luftdruck und seine Änderung an die erste Stelle, nicht zuletzt, um die praktische Anwendung der Methode zu erleichtern, da das Barometer bekanntlich eine weitaus größere Verbreitung besitzt als das Hygrometer oder Psychrometer.

Daß diese statistische Methode nicht allgemein richtig sein kann, ergibt sich schon daraus, daß dem gleichen örtlichen Wetterbild sehr verschiedene allgemeine Wetterlagen zugehören können. Da indessen ein vorläufiger Versuch ermutigend ausfiel, sah sich Dr. *Rudolf Schneider* von der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien zu einer eingehenden Prüfung der Methode veranlaßt, über deren Ausfall er in der *Meteorologischen Zeitschrift* (1917, Heft 6/7) berichtet. Die Grundlagen lieferte die mehr als 30-jährige Reihe der Wiener Beobachtungen. Für die verschiedenen Stufen des Luftdrucks und Arten des um 2 Uhr nachmittags herrschenden Wetters wurden Tafeln entworfen, welche mit der Änderung des Luftdrucks seit 7 Uhr morgens und der herrschenden Windrichtung als Argumenten das Wetter entnehmen lassen, welches erfahrungsgemäß, d. h. nach den Wiener Beobachtungen, auf gleiche örtliche Wetterverhältnisse folgte, wobei die verschiedenen Wetterarten mit 6 Ziffern belegt wurden. Für Sommer und Winter wurden getrennte Tafeln angelegt. Die Prüfung erstreckte sich zunächst nur auf Bewölkung und Niederschläge und geschah in der Weise, daß je nach der Güte der Prognose 5 Klassen unterschieden wurden, welche die Treffsicherheit in Prozenten ausdrückten: 0 = ganz falsch, 25 = fast ganz falsch, 50 = halb richtig, 75 = ziemlich gut, 100 = sehr gut. Gelegentlich wurden noch Zwischenstufen eingeführt. Die Anwendung der einzelnen Stufen war genau abgegrenzt, so daß Willkürlichkeiten nach Möglichkeit ausgeschaltet wurden. Das Mittel einer großen Reihe solcher Prozentzahlen bildete dann einen Ausdruck für den Wert der Methode. Die amtlichen Prognosen wurden gleichzeitig derselben Prüfung unterworfen.

Das Ergebnis war insofern überraschend, als die *Kaltenbrunnnersche* Methode in fast allen Fällen den Sieg davontrug. In einem einzigen Monat wurde Gleichstand der Prozentzahlen erzielt. Bei der Prognose der Bewölkung erreichte die statistische Methode im Mittel aus 9 Monaten 82 % Treffer, die k. k. Zentralanstalt mit der synoptischen Methode 75 %. Die besten Ergebnisse in einzelnen Monaten waren nach *Kaltenbrunner* 88 %, nach der synoptischen Methode 85 %, die schlechtesten 77 bzw. 61 %. Ähnlich verhält es sich bei den Niederschlägen, bei welchen die statistische Methode der synoptischen um 14 %, 76 gegen 62, überlegen war, während die einzelnen Monatsergebnisse bei ersterer zwischen 68 und 82, bei letzterer zwischen 51 und 73 % schwanken, sich also allgemein etwas ungünstiger als bei der Bewölkung stellen. Erscheint somit die statistische Methode der synoptischen unbedingt überlegen, so muß doch berücksichtigt werden, daß die Gültigkeit der nach ersterer gestellten Voraussagen stets mehr oder weniger örtlich begrenzt ist, während die amtlichen Prognosen den allgemeinen Charakter der Witterung im ganzen Lande angeben und

auf örtliche Unterschiede nur in sehr beschränktem Maße Rücksicht nehmen können. Wie stark aber z. B. weite Wald- und Gebirgsgegenden gerade Bewölkung und Niederschlag beeinflussen, ist allgemein bekannt. Um auch hierüber Erfahrungen zu sammeln, ließ *Schneider* im Winter 1916/17 eine Vergleichung beider Methoden in Straßnitz in Südmähren, 100 km nordöstlich von Wien, ausführen, wobei ebenfalls die Wiener statistischen Tafeln Verwendung fanden. Auch da siegte die statistische Methode bezüglich des Niederschlags mit 12 %; bei der Bewölkung unterlag sie mit 3 %. Bei noch größerer Entfernung würde das Ergebnis wohl ungünstiger ausfallen, und wenn *Kaltenbrunner* glaubt, seine für Wien entworfenen Tafeln in ganz Mitteleuropa mit gleichem Erfolg benutzen zu können, so ist dies sicher verfehlt. Auch muß zugunsten der zweifellos wissenschaftlich besser begründeten synoptischen Methode angeführt werden, daß dieselbe während der Prüfungszeit infolge der Kriegsverhältnisse, insbesondere des Fehlens der wichtigen Beobachtungen von der nordatlantischen Küste, nicht jenen Grad von Sicherheit für ihre Prognosen beanspruchen konnte, welcher diesen in normalen Zeiten zukommt. Man wird also wohl erwarten können, daß sie imstande ist, Ergebnisse zu liefern, welche den örtlichen Voraussagen nach der statistischen Methode mindestens gleichwertig sind. Die große Bedeutung der letzteren liegt indessen darin, daß sie ermöglicht, bereits um 2 Uhr nachmittags, also vor Ausgabe der amtlichen Wetternachricht, mit einem Zeitaufwand von wenigen Minuten einen zuverlässigen Ausblick auf das Wetter des kommenden Tages zu gewinnen. Den Vorteil daraus wird besonders der Landwirt ziehen, dem, wenn er weit vom nächsten Telegraphenamt entfernt wohnt, die amtlichen Prognosen vielfach gar nicht zugänglich sind. Einige Erfahrung in Wetterdingen wird freilich immer vorausgesetzt werden müssen. Als Instrument kann ein gutes Aneroidbarometer dienen, welches mit Hilfe des Stellzeigers auch den Gang des Luftdrucks zwischen 7 Uhr morgens und 2 Uhr nachmittags leicht entnehmen läßt. Es sei darauf hingewiesen, daß das Instrument zunächst geeicht werden muß, da die meisten der gebräuchlichen Barometer ganz falsche Werte zeigen. Auch muß der Höhenunterschied gegen die Station, für welche die benutzten Tafeln gelten, berücksichtigt werden. Wer also die statistische Methode der Wettervorherbestimmung benutzen will, wird, selbst wenn ihm die nötigen Tafeln zur Verfügung stehen, der Hilfe eines Fachmanns nicht ganz entraten können. Für den amtlichen Wetterdienst endlich wird man vielleicht gute Ergebnisse erwarten können von einer Vereinigung der statistischen und der synoptischen Methode. Der Wert der ersteren kann nach den bisherigen Beobachtungen nicht mehr in Zweifel gezogen werden. Inwieweit sie die darauf gesetzten Hoffnungen rechtfertigt, muß erst die weitere Erfahrung lehren.

C. H.

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente untersucht Dr. W. *Soergel* in seinem Habilitationsvortrage, der nachträglich durch Zusätze und Anmerkungen erweitert wurde (Stuttgart 1917, E. Schweizerbart, 53 S.). Über diese Frage ist schon viel geschrieben worden, und trotzdem stehen sich die Ansichten zum Teil noch scharf gegenüber. Während die einen, besonders auch die meisten deutschen, überhaupt europäischen Geologen alte Landbrücken über breite Ozeanflächen schlagen, stehen andere, besonders die Nordamerikaner, auf dem Standpunkt, daß die großen Kontinentalsockel schon seit

den ältesten Zeiten mehr oder weniger unverändert bestanden haben. Die Entscheidung dieser Frage ist aber außerordentlich wichtig, nicht bloß für das Verständnis der Geologie und Geographie, auch die früheren Zustände des Klimas, die Heranbildung und Ausbreitung der heutigen Tier- und Pflanzenwelt stehen zu ihr in den innigsten Beziehungen. Von solchen älteren Brückenkontinenten sind besonders wichtig der nordatlantische, der Nordamerika über Grönland und Island mit Europa verband, der südatlantische zwischen Südamerika und Afrika, das Gondwanaland zwischen Afrika, Vorderindien und Australien und ein süd-pazifischer Kontinent zwischen Australien und Südamerika. An ihnen läßt sich daher das Permanenzproblem am einfachsten untersuchen.

Ganz allgemein ist nun zunächst zu betonen, daß auf dem Gebiete der heutigen Festländer den jetzigen Ozeangrundsichten zu vergleichende oder überhaupt als Tiefenablagerungen anzusprechende Gesteine fehlen. Weder für den roten Ton der größten Tiefen, noch für den weitverbreiteten Globigerinenschlamm gibt es sichere Parallelen, was beweist, daß über der Fläche der Festländer niemals ozeanische Räume gelegen haben, daß jene vielmehr gegenüber den ozeanischen Tiefen immer Hochgebiete gewesen sind, auf denen in früheren Zeiten nur relativ flache Meere standen, die meist nicht mehr als 100 bis 200 m, in seltenen Ausnahmen bis 800 m tief waren. Infolgedessen erscheint es auch unmöglich, große alte Brückenkontinente anzunehmen, da wir nicht wissen, wo sich das durch diese verdrängte Wasser hätte befinden sollen, wiewohl es nicht sicher ist, daß sich die Gesamtwassermenge der Erdoberfläche im wesentlichen unverändert erhalten hat. Auch die Entwicklung der Meeres Tierwelt spricht für eine wesentliche Permanenz der Ozeanbecken. Die fossilen marinen Faunen sind auf dem Gebiete der heutigen Kontinente wurzellos, in das sie immer wieder aus ihren eigentlichen Entwicklungsgebieten eingewandert sein müssen. Die Zwischenformen zwischen ihnen bzw. ihren Artgruppen fehlen zumeist fast völlig. So stand das Gebiet der heutigen Festländer als Wohngebiet mariner Faunen stets in Gegensatz zu den heutigen ozeanischen Räumen, was nur aus ihrer Eigenschaft als Hochgebiet begrifflich ist, als Gebiet wechselnder Hebungen und Senkungen. Der Abhang des Kontinentalsockels kann aber nicht immer so steil gewesen sein wie heute, da sonst nicht der Übergang und die Anpassung von Tiefseetieren in das Leben der Flachsee in so breiter Front hätte stattfinden können, wie wir sie in der Geschichte der Erde immer wieder beobachten können. Es muß in früheren Zeiten zwischen der Flachsee und der Tiefsee Zwischenmeere von mittlerer Tiefe gegeben haben, die heute so gut wie ganz fehlen.

Aber es gibt doch auch mancherlei Gründe, die gegen eine absolute Permanenz der Festländer und der Ozeanbecken sprechen. Besonders gewichtig scheinen diejenigen, die aus dem geologischen Bau der Festländer und Inseln, sowie aus dem Tatsachenbereich der Tiergeographie der Vergangenheit und Gegenwart gegen die Permanenztheorie hergeleitet werden. Nur für die Nordatlantis kann aber die geologische Grundlage als hinreichend gesichert angesehen werden, wenn sie sich auch kaum so weit nach Süden erstreckt hat, wie das auf paläogeographischen Karten zuweilen angegeben wird, ganz besonders nicht bis zu den Azoren. Nördlich der 1000- oder 2000-m-Stufe aber haben z. B. die Verbreitung devonischer Sandsteine in Nordengland

und Schottland nördlich von rein marinen devonischen Sedimenten, das gleichmäßige Vorkommen von Landpflanzen führenden Kohlen zwischen zwei basaltischen Lavadecken in Nordisland, den Hebriden, den Färöern, Island, der Ost- und Westküste Grönlands und in Spitzbergen jedenfalls das ehemalige Vorhandensein von Landmassen und Landzusammenhängen über Gebiete zur Voraussetzung, die heute vom Meere bedeckt sind.

Weit schwächer als für die Nordatlantis sind die Beweise geologischer Natur für ein ehemaliges Bestehen der *Südatlantis*. Sie beweisen aber nicht eindeutig die Verbindung von Südamerika mit Afrika, sondern immer nur die größere Ausdehnung beider Festländer nach dem Atlantischen Ozean hin. Nicht stärker sind die geologischen Argumente für das Bestehen eines *Gondwanakontinentes*, besonders in seiner größeren östlichen, an Australien anschließenden Hälfte. Der *südpazifische* Kontinent schließlich läßt sich geologisch nirgends stützen. Im Westen können wir nur für die festlandsnäheren Inseln einen ehemaligen Landzusammenhang mit Australien als wahrscheinlich bezeichnen. An der Ostküste des Großen Ozeans aber erklären alte große Inseln im Westen Südamerikas vollauf alle Erscheinungen, aus denen *Burckhardt* die Existenz eines großen Festlandes zwischen Australien und Südamerika hat erschließen wollen. Daß vielfach südliche Meeresfaunen von nördlichen sich unterscheiden, woraus man auf trennende Landbrücken hat schließen wollen, erklärt sich aus den Behinderungen, die ein aktives Wandern der Faunen an den Küstenschelfen entlang erfahren konnte, so durch an der Küste aufsteigende Kaltwasserströme, durch den Wechsel in der Beschaffenheit des Meeresbodens und mancherlei biologische Momente. Von größerer Bedeutung sind die Tatsachen der Tier- und Pflanzengeographie der Festländer in Vergangenheit und Gegenwart. Wenn auch nicht in voller Eindeutigkeit, so sprechen sie doch sehr stark gegen eine solche unbedingte Permanenz, wie sie z. B. der Amerikaner *Willis* vertritt. So bedarf es in dem großen Nordamerika, Europa, Asien und Afrika umfassenden Kontinentalblöcke, dessen Landflächen die Tiergeographen als arktogäisches Reich zusammenfassen, unbedingt der Annahme eines nordatlantischen Landgebietes, um die Verbreitung früherer und heutiger Faunen und Floren zu erklären. Hier hat zweifellos der ozeanische Raum auf Kosten des kontinentalen zugenommen. Das Gleiche gilt für die Gebiete, in denen an die Arktogäa Australien und Südamerika angrenzen. So muß eine breite Landbrücke über Florida und die Antillen südwärts geführt haben. Auch sonst treffen wir überall an den Rändern aller Festländer ein ähnliches Übergreifen des Meeres auf alte Kontinentalgebiete, so in den ostasiatischen Inselkränzen von den Aleuten bis zu den Philippinen, so östlich von Australien bis nach Neuseeland hinaus und zwischen Madagaskar und Vorderindien. Die Kontinentalmassen müssen also früher ausgedehnter, einheitlicher, kompakter gewesen sein. Im ganzen ist das Bild aber gegen heute wenig verändert. Einen fremden Zug erhält das Relief erst mit der Konstruktion einer Landbrücke, die aus tiergeographischen Gründen notwendig zu sein scheint und sich mit dem Hinweis auf die Lückenhaftigkeit des tiergeographischen Materials und auf die Gefahr der Trugschlüsse schwerlich abtun läßt. Diese Brücke kettete die Antarktis fester an die übrige Festlandsmasse, sie verband sie mit Australien, noch sicherer aber mit Südamerika.

Im Gebiete der heutigen Ozeane müssen aber zu allen Zeiten die großen Sammelbecken gelegen haben. Die Änderungen indessen, die sich nachweislich vollzogen haben, zeigen deutlich eine bestimmte Tendenz. Der Austausch ist ein vollkommen einseitiger, bei dem die Kontinente seit jeher nur verloren, die Ozeane nur gewonnen haben. Die Einengung, die die früheren ozeanischen Räume gegenüber den gegenwärtigen durch diese einst weitere Ausdehnung der Kontinentalblöcke erfuhren, dürfte durch die weiten Überflutungen der Kontinentalgebiete in früheren Zeiten ausgeglichen worden sein. Als zweite Tendenz ist die zunehmende Steilerstellung des Kontinentalrandes festzustellen. Aus ozeanischen Wannen, die auf flacheren kontinentalen Buckeln ausliefen, haben sich tiefere Tröge zwischen hochragenden Blöcken entwickelt. Beide Tendenzen führen zu einer schärferen Modellierung des Erdreliefs und erscheinen als Teilwirkungen eines umfassenderen Prinzips, der Kontraktion der Erde. Dabei läßt sich nicht leugnen, daß im Rahmen der übrigen, die Grundlinien ihrer Oberfläche gestaltenden Kräfte die „Tetraederisierung“ eine gewisse Bedeutung zu besitzen scheint, d. h. das Streben nach einer Anordnung der Reliefgroßformen gemäß den Elementen eines Vierflächners, dessen Ecken und Kanten den Festländern, dessen Flächen den Ozeanen entsprechen.

So deutet das, was Geologie und Paläontologie für die Entwicklung des Erdreliefs in seinen beiden großen Einheiten aussagen können, auf eine fortdauernde Verschiebung zwischen kontinentalen und ozeanischen Räumen. Und wenn die wesentlichsten Züge dieses Reliefs auch heute noch denen früherer Erdperioden sehr ähnlich sein dürften, so ist doch unverkennbar, daß die Ozeanbecken im Wachsen, die Kontinente im Schwinden begriffen sind. Wir wissen nicht, wie weit diese Entwicklung das Relief der Erde umgestalten, ob der einsinkenden Rinde die ganze Masse der kontinentalen Hochgebiete nachbrechen und das Leben der Kontinente in einer Panthalassa untergehen wird. Erkannt ist bis heute nur der Vorgang, nicht Maß und Bedeutung der ihn fördernden und einengenden Kräfte und damit nicht seine Grenzen.

Th. A.

Die Kohlenschätze der Erde und ihre Erschöpfung. Von *Gotthard Würfel*. Nach Anführung allgemein bekannter, auf die Steinkohle bezüglicher geologischer Tatsachen kommt *Würfel* auf die in der Erde lagernden Vorräte an Kohle (Anthrazit, Stein- und Braunkohle) zu sprechen und hebt hervor, daß im Laufe der Jahre die Schätzungen höher geworden sind. In der ersten Schätzung des Jahres 1846 wurden die Vorräte speziell der deutschen Kohlenfelder mit 11,1 Milliarden Tonnen angegeben, bis endlich im Jahre 1913 der Internationale Geologenkongreß in Toronto (Kanada) sie mit 423,3 Milliarden Tonnen bezifferte. *Würfel* meint, daß die Zahl eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein dürfte, da die nördliche Grenze des Kohlengebirges in Westfalen noch gar nicht bekannt ist und links des Rheins nach der holländischen Grenze durch Bohrungen immer umfangreichere Kohlenlager festgestellt werden, an denen auch Holland teil hat. Mit Bestimmtheit kann man annehmen, daß Deutschlands Kohlenschätze noch 1500 Jahre ausreichen, während sie in England in 300, höchstens 400 Jahren erschöpft sein werden¹⁾. Frankreich, den Vollbesitz seiner

¹⁾ *William Ramsay* meinte, daß die Erschöpfung schon in 175 Jahren eintreten werde. Der Ref.

Kohlengruben vorausgesetzt, wird seinen in Toronto auf 17½ Milliarden veranschlagten Kohlenvorrat schon viel früher erschöpft haben, denn er ist der 11. Teil des englischen und hochgerechnet der 25. Teil des deutschen. Bedeutende Kohlenvorräte besitzen in Europa außer Deutschland und England noch *Rußland* und *Österreich-Ungarn*, ersteres ungefähr 60, letzteres 59 Milliarden Tonnen. *Italiens* Vorräte werden auf bloß 250 Millionen Tonnen geschätzt. Als Kohlenproduzent für das europäische Wirtschaftsleben kommen nur noch in Betracht *Belgien* mit 11 Milliarden, *Spanien* mit rund 8 Milliarden, die *Niederlande* mit 4½ Milliarden und endlich *Spitzbergen* mit rund 8 Milliarden. Weit höher als der europäische Kohlenvorrat ist jener von *Asien* und *Nordamerika*. In ersterem wird er auf 1279 Milliarden, auf dem nordamerikanischen Kontinent mit 5100 Milliarden Tonnen Kohle angenommen. *China* besitzt noch annähernd 1000 Milliarden Tonnen, die *Vereinigten Staaten Nordamerikas* fast 4000 Milliarden Tonnen. Arm an Kohle ist *Ozeanien*, worunter das australische Festland und sein Inselgebiet zu verstehen ist, denn es soll nur 170 Milliarden Tonnen enthalten. Noch ärmer ist *Afrika* mit 57 und am ärmsten *Südamerika* mit 32 Milliarden Tonnen. Der Weltvorrat an Kohle wurde auf dem Geologenkongreß auf rund 7400 Milliarden Tonnen geschätzt. Unter Zugrundelegung dieser Zahl könnte man mit den gesamten Kohlenvorräten der Erde etwa 6000 Jahre auskommen, vorausgesetzt, daß der Gesamtverbrauch auf der Erde wie im Jahre 1913 jährlich rund 1,3 Milliarden Tonnen Kohle beträgt. Einer Zunahme des Verbrauches stellt die wahrscheinliche Auffindung weiterer Kohlenlagerstätten in *Asien* und *Nordamerika* gegenüber. Für jeden Fall wird im Jahre 2500 in Europa nur noch Deutschland eigene Kohlenvorräte besitzen, im Jahre 3000 jedoch ohne Kohle sein. Würfel gibt eine Anzahl sehr lehrreicher Tabellen, welchen er auch die angeführten Daten entnahm, über die verschiedenen Kohlenvorräte seiner Arbeit bei. Jede derselben gliedert die Kohle in: Anthrazit, bituminöse und magerere Steinkohle, Braunkohle. Die Tabellen wurden von ihm dem vom Geologenkongreß in Toronto 1913 herausgegebenen Werke „*The Coal Resources of the World*“, publ. by Morang & Co., Toronto, Kanada, 1913, entnommen. (Wirtschaftliches Archiv Bd. 10, 1917, Heft 4.) W.

Studien über die Bindung des Stickstoffs in der Kohle und im Koks hat Dr.-Ing. E. Terres angestellt (Journal f. Gasbeleuchtg., Bd. 59, S. 519—521). Er erörtert zunächst die Entstehung der fossilen Kohlen, namentlich im Hinblick auf den Stickstoff, dessen Gehalt in den westfälischen Kohlen nach *Bunte* 1,25 bis 1,65 % beträgt. Da das Holz, die Muttersubstanz der Steinkohlen, nie mehr als 0,10 % Stickstoff enthält, muß der Stickstoff der Steinkohle in der Hauptsache von den den Hölzern beigemengten animalischen Resten herrühren. Man hat es also wohl mit eiweißartigen Stoffen zu tun, die den Stickstoff in Form von Amidogruppen bzw. substituierten Amidogruppen enthalten. Im Torf konnten *Rau* und *Christie* in der Tat mittels der Karbylaminreaktion Amidogruppen nachweisen, jedoch nicht bei den anderen Brennstofftypen. Verfasser hat nun versucht, diesen Nachweis für die Steinkohle zu erbringen. Wie sich der Stickstoff bei der pyrogenen Zersetzung der Steinkohle auf die verschiedenen Zersetzungsprodukte verteilt, ist für eine große Zahl von Kohlenarten genau festgestellt; bekanntlich erhält man hierbei nur einen kleinen Teil des Kohlen-

stickstoffs, nämlich 10—14 %, in Form von Ammoniak neben erheblich größeren Mengen von elementarem Stickstoff, während 40—65 % des Stickstoffs, die Hauptmenge also, in sehr temperaturbeständiger Form im Koks zurückbleibt. Schon früher wurde vermutet, daß der im Gas enthaltene elementare Stickstoff ursprünglich ebenfalls in Form von Ammoniak vorhanden gewesen sei, daß dieses jedoch je nach der Vergasungstemperatur seinem Gleichgewicht entsprechend aufgespalten worden sei. Der Verfasser analysierte das während der Vergasung der Kohle sich entwickelnde Gas, berechnete aus dem Gehalt an Ammoniak, Stickstoff und Wasserstoff die Gleichgewichtskonstanten und verglich damit die von *Haab* für die entsprechende Vergasungstemperatur experimentell bestimmten Werte. Er konnte feststellen, daß die gefundenen Konstanten zwar nicht zu Beginn, wohl aber bei fortschreitender Entgasung der Kohle mit den theoretischen Konstanten sehr gut übereinstimmen. Gestützt wird die obige Annahme ferner dadurch, daß bei sehr langsamer Entgasung der Kohle bis zu 35 % des Kohlenstickstoffs als Ammoniak gewonnen werden können. Um nun in die Art der Stickstoffbindung in der Kohle einen Einblick zu gewinnen, hat Verfasser eine Reihe von wohldefinierten organischen Stoffen, wie Glykokoll, Asparagin, Eiweiß, tierischen Leim, Pyridin, Azobenzol, Hydrazobenzol, Acetonitril, Phenylisocyanat und Nitrobenzol, pyrogen zersetzt, indem er sie in stickstofffreier Atmosphäre in einem Porzellanrohr auf 700—900° erhitzte und sowohl das gebildete Ammoniak und den freien Stickstoff im Gase als auch den Stickstoffgehalt im Destillationsrückstand ermittelte. Hierbei zeigte sich, daß nur Amidogruppen und substituierte Amidogruppen fähig sind, bei der pyrogenen Zersetzung Ammoniak abzuspalten. Daraus darf man schließen, daß auch der Stickstoff der Kohle in nämlicher Weise gebunden ist und daß die Muttersubstanz eiweißartigen Charakter hat. Durch Extraktionsversuche mit feingepulverter Saarkohle wurde ferner festgestellt, daß der Extrakt einen höheren Stickstoffgehalt hat als der extrahierte Rückstand. Viel schwieriger sind analoge Untersuchungen beim Koks, da hier der Stickstoff in sehr hitzebeständiger Verbindung enthalten ist, und zwar wahrscheinlich in Form von Kohlenstoffnitriden, worauf schon *Rau* und *Christie* hingewiesen haben. Auch diese Annahme fand eine Stütze durch die Versuche des Verfassers insofern, als es ihm durch Vergasung von Koks in einem Luftstrom mit genau bekanntem Wasserdampfgehalt und unter Anwendung eines heißkalten Rohres zum Absaugen der Gase gelang, über 89 % des Gesamtstickstoffs in Ammoniak zu überführen. S.

Über Siedepunktsbestimmung im Kapillarröhrchen von F. Emich; Wiener Monatshefte für Chemie, 38. Bd., S. 219 (1917). — Während die Chemiker in der Schmelzpunktsbestimmung im Kapillarröhrchen längst eine Arbeitsweise besitzen, die weitgehenden Anforderungen entspricht, was Bequemlichkeit der Ausführung und minimalen Substanzverbrauch anbelangt, erfordern Siedepunktsbestimmungen entweder größeren Materialaufwand oder eine verhältnismäßig komplizierte Apparatur. Ersteres gilt für die Anwendung der Fraktionierköhlchen, letzteres für die den Chemikern im allgemeinen wenig bekannte Methode von *Schleiermacher-Jones*. Verfasser hat diese zweitgenannte Methode in der Weise abgeändert, daß sie gleich einer Schmelzpunktsbestimmung im Kapillarrohr ausgeführt werden kann. Man bringt die (flüssige) Substanz zu

diesem Zweck in ein fein ausgezogenes Röhrchen (Dimensionen und Abbildung im Original), schmilzt in der Nähe der Spitze zu und erhitzt am Thermometer wie bei einer Schmelzpunktsbestimmung. Da beim Verschließen des Röhrchens in dessen Spitze eine winzige Gasblase verbleibt, tritt kein Siedeverzug ein: die Blase vergrößert sich zuerst langsam, dann schnell, und man notiert jene Temperatur als Siedepunkt, bei der der emporgehobene Tropfen in gleiche Höhe mit dem Spiegel der Badflüssigkeit gelangt ist. Das Verfahren gab gute Resultate bei Äthyläther, Chloroform, Äthylalkohol, Wasser, Äthylbromid, Anilin, Äthylbenzoat, Diphenyl und Quecksilber. — Ein Nachteil der Methode besteht darin, daß sie vorläufig nur für reine Substanzen angewandt werden kann.

Autoreferat.

Sekundärstrahlen und Härtegrad. Bei der Durchdringung von Röntgenstrahlen durch einen Körper entstehen drei Arten von Sekundärstrahlen, die sekundäre Betastrahlung, die Fluoreszenzstrahlung und die Streustrahlung, von denen die erste aus einem Elektronenstrom, die beiden letzten aus transversalen Ätherschwingungen von der Natur der Röntgenstrahlen bestehen. Die von Christen früher durchgeführte Ableitung für den Begriff der Halbwertschicht war unter der Voraussetzung gemacht worden, daß die Sekundärstrahlung gering und daher zu vernachlässigen sei. Nachdem man in der letzten Zeit zu extrem harten Röntgenstrahlen übergegangen ist, darf diese Vernachlässigung nicht mehr gemacht werden. Man muß in Zukunft zwischen drei verschiedenen Arten von Halbwertschichten unterscheiden: erstens der Halbwertschicht der reinen Absorption, so wie sie bisher definiert war, zweitens der hypothetischen Halbwertschicht reiner Streuung und drittens der aus beiden kombinierten Halbwertschicht, wie sie in der Praxis immer zu berücksichtigen ist. Christen gibt jetzt¹⁾ eine ausführliche mathematische Ableitung für diese Größen und zeigt, daß mit den gebräuchlichen Strahlenmeßmethoden nur die kombinierte Halbwertschicht meßbar ist. Es wird ferner gezeigt, welchen Einfluß die Streustrahlen auf die Dosis haben und wie infolgedessen auch die Größe und die Form des mit Röntgenstrahlen durchstrahlten Volumens von Einfluß auf die Wirkung der Röntgenstrahlen sind. Die Einzelheiten dieser Überlegung werden in der grundlegenden Arbeit in mathematischer Entwicklung ausführlich dargelegt.

P. Lg.

Neue geometrische Methode der röntgenologischen Fremdkörperlokalisation. F. Schilling gibt²⁾ eine neue Methode an, mit deren Hilfe es durch eine geometrische Konstruktion möglich ist, die Lage eines Fremdkörpers zu finden. Es werden zwei Aufnahmen gemacht, und zwar aus zwei Stellungen der Antikathode, die 10 cm in horizontaler Richtung voneinander entfernt liegen. Von oben hängen auf dem Körper des Patienten zwei Metallpendel herab, die den Körper in zwei Punkten berühren. Die beiden Fußpunkte der Lote sind durch einen Metalldraht, den „Basisdraht“, miteinander verbunden. Auf der Aufnahme erscheinen die Pendel, die Fußpunkte der Pendel und der Basisdraht neben den

anderen Einzelheiten doppelt auf der Platte. Durch geometrische Verbindung entsprechender Punkte auf der Platte läßt sich ein geometrisches Bild entwickeln, aus welchem die drei räumlichen Koordinaten x, y, z , die die Lage des Fremdkörpers definieren, geometrisch bestimmt werden können.

P. Lg.

Über die Schärfe der Röntgenbilder und ihre Verbesserung. Die Unschärfe der Röntgenbilder rührt zu meist daher, daß die Röntgenstrahlen nicht nur von einem einzigen Fleck der Antikathode, sondern von einer ausgedehnten Fläche ausgehen. Regener (Münch. Med. Wochenschrift Nr. 47, S. 1518, 1917) schlägt eine Aufnahmemethode vor, mit der es gelingt, die Unschärfe des Bildes so zu vermindern, daß das Bild nach einer Richtung hin scharf wird. Dazu ist es nötig, die Röntgenröhre so zu neigen, daß die Aufnahmerichtung nicht wie gewöhnlich im Winkel von etwa 45° zur Antikathodenfläche steht, sondern daß die Strahlen streifend aus der Antikathode austreten, daß also die Richtung des abbildenden Röntgenstrahles fast in die Antikathodenebene hineinfällt. Die Röntgenstrahlen werden auch in dieser Richtung noch in genügender Stärke ausgesandt. Eine Anzahl von Reproduktionen veranschaulichen die Verbesserungen in der Güte der Abbildung. Die Photographie eines Drahtnetzes zeigt bei gewöhnlicher Strahlenrichtung eine allgemeine Unschärfe, bei der neuen Strahlenrichtung eine gute Schärfe in der einen, eine unverändert mangelhafte in der dazu senkrechten Drahterstreckung. An anderen Beispielen ist der gleiche Effekt zu sehen. Von besonderem medizinischen Interesse ist die Aufnahme eines Knochens, bei der die Längsstruktur gut herausgekommen ist.

P. Lg.

Über scheinbare Helligkeitsmaxima und -minima in einfachen Röntgenbildern. Bei Röntgenbildern, die Köhler letzthin veröffentlicht hat, zeigen sich an den Schattenrändern von Unterarmen und Füßen mit großer Deutlichkeit helle Streifen, deren Herkunft zunächst rätselhaft erscheint. Walter (Fortschritte auf dem Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. 25, S. 88, 1917) weist darauf hin, daß ähnliche Lichtstreifen auch in der Optik bekannt und von E. Mach ausführlich besprochen worden sind. Es hat sich gezeigt, daß diese Machschen Streifen auf einer optischen Täuschung beruhen. Unter bestimmten Bedingungen treten sie in jedem Falle auf. Es muß nämlich in dem Bilde nach einer Seite hin ein Gefälle, d. h. eine allmähliche Zu- oder Abnahme der Helligkeit stattfinden und an der betreffenden Stelle ein plötzlicher Sprung des Gefälles vorhanden sein. Je nach der Richtung, in der sich das Gefälle ändert, tritt ein heller oder dunkler Streifen auf und je stärker der Sprung in der Helligkeitskurve ist, desto deutlicher treten sie auf. Walter zeigt, daß dasselbe auch bei Röntgenbildern der Fall ist. Er stellte sich aus einem mit „Wenjazit“ bezeichneten hartgummähnlichen Stoff verschiedene Körper einfacher Gestalt her, machte von ihnen Röntgenaufnahmen und zeigt, daß die gleichen Gesetzmäßigkeiten auch in den Röntgenaufnahmen zu finden sind. Bezüglich der Resultate muß auf die mitgeteilten Röntgenaufnahmen verwiesen werden. Das Ergebnis zwingt also dazu, das Auftreten von derartigen Streifenbildungen in Röntgenaufnahmen mit Vorsicht zu behandeln. Sie können naturgemäß leicht zu einer falschen Diagnose führen.

P. Lg.

¹⁾ Fortschritte auf d. Geb. der Röntgenstrahlen Bd. 25, S. 55, 1917.

²⁾ Fortschritte auf d. Geb. der Röntgenstrahlen Bd. 25, S. 32, 1917.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen des technischen Denkens und der technischen Wissenschaft.

Von

Regierungsbaumeister a. D. Janssen

Privatdozent an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin.

Preis M. 1.60

Vor kurzem erschien:

Getriebelehre

Eine Theorie des Zwanglaufes und der ebenen Mechanismen.

Von

Martin Grübler

Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 202 Textfiguren

Preis M. 7.20

Vor kurzem erschien:

Technische Wärmelehre der Gase und Dämpfe

Eine Einführung für Ingenieure und Studierende

Von

Franz Seufert

Ingenieur und Oberlehrer an der Königl. höheren Maschinenbauschule in Stettin

Mit 25 Abbildungen und 5 Zahlentafeln. Preis gebunden M. 2,80.

Soeben erschienen:

Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge

Von

Ed. Donath und A. Gröger

Professoren an der k. k. Deutschen Franz Joseph-Technischen Hochschule in Brünn

Mit 7 Textfiguren

Preis M. 6.80

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Gewollte und ungewollte Schwankungen der weiblichen Fruchtbarkeit. Bedeutung des Kohabitations-termines für die Häufigkeit der Knabengeburten.

Versuch einer Theorie der willkürlichen Geschlechtsbestimmung

Von

Dr. P. W. Siegel

Privatdozent und Assistent der Universitätsfrauenklinik zu Freiburg i. Br.

Mit 33 Kurven — Preis M. 6.80

Soeben erschien:

Der Sekundenherztod

mit besonderer Berücksichtigung des Herzkammerflimmerns

Von

Professor Dr. H. E. Hering

Geheimer Medizinalrat, Direktor des Pathologisch-Physiologischen Instituts der Akademie für praktische Medizin in Cöln

Mit 3 Textfiguren — Preis M. 4.40

Soeben erschien:

Taschenbuch der praktischen Untersuchungsmethoden der Körperflüssigkeiten bei Nerven- und Geisteskrankheiten

Von Dr. **V. Kafka**

Hamburg-Friedrichsberg

Mit einem Geleitwort von Professor Dr. W. Weygandt

Mit 30 Textabbildungen. Preis gebunden M. 5.60

Soeben erschien:

PH-Tabellen

enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentwerke, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode

Von

Dr. Arvo Ylppö

Preis gebunden M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung
