

## Werk

**Label:** Zeitschriftenheft

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1906

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0021](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021) | LOG\_0129

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

29. März 1906.

Nr. 13.

**Arthur L. Day und E. T. Allen:** Der Isomorphismus und die thermischen Eigenschaften der Feldspate. (Zeitschrift für physikalische Chemie 1905, Bd. 54, S. 1—54.)

Als erstes Kapitel eines weit umfassenden Planes, der das Studium der gesteinsbildenden Mineralien bei höheren Temperaturen zum Gegenstande hat und den in Angriff zu nehmen die reichen Hilfsmittel der Carnegie-Institution gestatten, berichten die Herren Day und Allen über Versuche zur Ermittlung der thermischen Eigenschaften der Feldspate, die nach den neuesten exakten Methoden der physikalischen Technik ausgeführt worden sind. Von den einfachsten Gesteinsbildnern ausgehend, sollten dann Kombinationen derselben untersucht werden und hierdurch Daten zum Verständnis der natürlichen Vorgänge bei der Differenzierung der Gesteine aus dem Magma gewonnen werden. Die nach dieser Richtung bisher von verschiedenen Seiten ausgeführten Arbeiten über Schmelz- und Erstarrungspunkte der verschiedenen Mineralien haben wegen der Mangelhaftigkeit der benutzten Methoden zu übereinstimmenden, allgemein verwertbaren Größen nicht geführt.

Der Weg, den die Verff. zur Lösung ihrer Aufgabe einschlugen, bestand in einem möglichst exakten Verfolgen der Wärmeänderungen einfacher Mineralien innerhalb weiter Temperaturgrenzen, bei denen jede Änderung der Kristallform (Umwandlungen) oder des Zustandes (Schmelzen und Erstarren) sich durch eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte Absorption oder Entwicklung von Wärme kenntlich machen mußte. Die Wärmemessungen geschahen mittels Platin-Platinrhodium-Thermoelementen, welche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt unmittelbar mit dem Normalgasthermometer verglichen waren und deren Fehlersumme weniger als 1° in dem Gebiet zwischen 250° und 1150° betrug. Der zum Schmelzen benutzte Ofen glich im wesentlichen dem in der Reichsanstalt für Schmelzpunktbestimmungen benutzten; die Erwärmung erfolgte mittels einer Spule aus Platiniridiumdraht, welche für eine konstante Temperatur von 1600° etwa 3000 Watt erforderte. Mit dem verwendeten Apparat waren die Verff. imstande, nach Belieben über jede Ofentemperatur bis 1600° zu verfügen, sie schnell und mit großer Genauigkeit einzuregulieren und für längere Zeit konstant zu halten.

Für die erste Untersuchung wurde die Reihe der

Natronkalkfeldspate und der Orthoklas gewählt, weil sie die wichtigste Gruppe der gesteinsbildenden Mineralien sind und nach Tschermarks Theorie (mit Ausnahme des Orthoklas) bloß isomorphe Mischungen von Albit und Anorthit sind. Die ersten Messungen mit natürlichem Orthoklas ergaben jedoch keine thermischen Erscheinungen, obwohl das kristallinische Pulver von 600° bis über 1400°, bis zur Umwandlung in eine zähflüssige Masse erhitzt wurde; auch die Abkühlung verlief erfolglos, die Glasmasse erstarrte ohne wieder zu kristallisieren und ohne Spur von thermischer Erscheinung. Zu ähnlichen negativen Ergebnissen führten die Messungen an einer Anzahl von natürlichen Albitproben, so daß die Verfasser sich zunächst dem Studium eines viel einfacheren Körpers zuwenden mußten.

Der zur vorläufigen Untersuchung gewählte Stoff war der gewöhnliche, wasserfreie Borax (Natriumtetraborat), dessen Wahl eine glückliche war, da er Aufschluß gab über das Verhalten der Gläser beim Schmelzen und Erstarren, sowie über die Wärmeerscheinungen bei Stoffen, die eine außerordentliche Unterkühlung aufweisen und schwer auskristallisieren. Das durch Erhitzen reiner Boraxkristalle erhaltene Glas von 2,37 Dichte wurde im elektrischen Ofen bis 800° erhitzt, bei welcher Temperatur es eine dünne Flüssigkeit bildete, und dann langsam wieder abgekühlt; aber sowohl beim Erhitzen wie beim Abkühlen war die Temperaturkurve eine ungebrochene, ohne einen bestimmten Schmelz- oder Erstarrungspunkt erkennen zu lassen; der Übergang vom festen Glase in das flüssige Glas war ein stetiger. Als man aber die Masse während des Abkühlens erschütterte, verwandelte sich dieselbe in eine kristallinische Masse von radial faseriger Struktur und 2,28 Dichte, die nun bei 747° einen wohldefinierten Schmelzpunkt zeigte. Die genauere Prüfung der Erstarrungsbedingungen lehrte, daß bei ungestörter Abkühlung die Beschickung zu einem durchsichtigen Glase allmählich erstarrte, daß aber bei Einwirkung von Erschütterungen die Masse sich einige Grade unter den Schmelzpunkt abkühlte, dann zu kristallisieren begann, wobei eine Wärmeentwicklung auftrat. Kristallisation und Wärmeentwicklung konnten durch Erschütterung sowie durch Impfen mit einem kleinen Kristallfragment auch herbeigeführt werden, wenn die Masse 180°, ja selbst wenn sie 250° unter den Schmelzpunkt abgekühlt war. Die Temperatur, bis zu der die Masse

beim Kristallisieren ansteigt, erwies sich bei den verschiedenen Versuchen nicht konstant, auch nicht zum Schmelzpunkt in einer bestimmten Beziehung stehend, und kann daher im allgemeinen nicht als physikalische Konstante angesehen werden; als unterste Temperaturgrenze, bei der Kristallisation und Wärmeentwicklung spurenweise auftraten, erwies sich etwa  $490^{\circ}$  bis  $500^{\circ}$ .

Nach diesen Befunden wandten sich die Verff. wieder den Feldspaten zu und wegen der Erfahrungen der ersten Versuche wählten sie künstlich bereitete, chemisch reine Proben. Nach dem Vorgange anderer Mineralogen bereiteten sich die Verff. aus reinen Materialien Albit (Ab) und Anorthit (An) und die folgenden Mischungen beider:  $Ab_1 An_5$ ,  $Ab_1 An_2$ ,  $Ab_1 An_1$ ,  $Ab_2 An_1$ ,  $Ab_3 An_1$ ,  $Ab_4 An_1$ ; alle wurden in völlig oder teilweise kristallinischer Form aus der Schmelze erhalten, mit Ausnahme des Albits, und die Synthesen durch Analysen kontrolliert.

Die Untersuchung des Anorthits, der sich durch seine geringe Viskosität sowie leichtes und schnelles Kristallisieren auszeichnet, bei schnellem Abkühlen ein klares Glas gab und der dem natürlichen Mineral in jeder Hinsicht entsprach, zeigte im kristallinen Zustande eine vollkommen gleichförmige Erhitzungskurve mit Ausnahme einer einzigen Unterbrechung, welche den Schmelzpunkt ( $1532^{\circ}$ ) bezeichnete. Erhitzte man Glaspulver, so erhielt man eine starke Wärmeentwicklung bei etwa  $700^{\circ}$ ; hier trat also Kristallisation ein. Der Feldspat  $Ab_1 An_5$  war dem Anorthit in der geringen Viskosität, leichten Kristallisierbarkeit und in der Unterbrechung der Erhitzungskurve beim Schmelzpunkte ähnlich, doch waren diese Kennzeichen weniger stark ausgeprägt; sein Schmelzpunkt lag bei  $1500^{\circ}$ . Nach der Abkühlung fand man am Boden des Tiegels eine kompakte Kristallmasse und darüber eine durchsichtige Glasmasse; beide Anteile zeigten aber gleiche Zusammensetzung, nur enthielten die Kristalle etwas mehr Eisen. Der Feldspat  $Ab_1 An_2$  zeigte noch die gleichen Kennzeichen wie die beiden früheren, aber noch weniger ausgesprochen; seine Zähigkeit war größer, das Schmelzen und Erstarren erfolgte langsamer, die Schmelztemperatur war  $1463^{\circ}$ .

Mit dem Feldspat  $Ab_1 An_1$  trat nun eine Schwierigkeit für die Kristallisation ein, da die Unterkühlung bestehen blieb, bis die ganze Schmelze fest wurde, obschon die Abkühlung langsam erfolgte, eine mechanische Erschütterung einwirkte, oder ein Keim eingeführt wurde; ferner verlief die Kristallisation sehr langsam (für 100 g waren einige Tage erforderlich) und die Kristalle waren immer klein. Für die Feldspate zeigte sich ganz allgemein, daß je dünnflüssiger die Schmelze, desto größer die Kristalle sind. Die Kristallisation des gepulverten, glasigen Materials setzte bei etwa  $700^{\circ}$  ein; die Schmelztemperatur des kristallinen Feldspats war  $1419^{\circ}$ . Größere Schwierigkeiten bot der Feldspat  $Ab_2 An_1$ ; er kristallisierte erst vollständig, wenn er fein gepulvert langsam erhitzt und viele Tage lang  $100^{\circ}$  bis  $200^{\circ}$  unter-

halb des Schmelzpunktes gehalten wurde; das vollkommen kristallinische Material zeigte einen ziemlich genau bestimmbaren Schmelzpunkt, der im Mittel bei  $1367^{\circ}$  lag. Bei den folgenden albitreicheren Feldspaten wirkte die Viskosität durch Zurückhalten der Kristallisation immer störender; die Bestimmung der Schmelztemperatur wurde immer schwieriger, weil diese ultraviskosen Materialien nicht bei konstanter Temperatur sondern über ein beträchtliches Temperaturintervall schmolzen. Von  $Ab_3 An_1$  gelang es nur mit großer Mühe einiges kristallinisches Material darzustellen, und daraus die unsichere Schmelztemperatur  $1340^{\circ}$  zu finden. Von  $Ab_4 An_1$  konnten jedoch nur sehr wenig Kristalle nach tagelangem Erwärmen erhalten werden; Schmelzpunkt- und Dichtebestimmungen für die Kristalle waren daher unmöglich.

Eingehend werden von den Verff. die Versuche mit dem letzten Gliede der Reihe, dem Albit, beschrieben. Die Bemühungen, reinen Albit künstlich in Kristallen zu erhalten, führten zu keinem Erfolg; die nach verschiedenen Methoden dargestellten Gläser zeigten Zusammensetzung und spezifisches Gewicht des Albits, aber für die Ermittlung der Schmelztemperatur mußten schließlich natürliche Proben von Albit und Orthoklas genommen werden. Aber auch mit diesem Material erhielt man keinen bestimmten, in der Erhitzungskurve sich bemerkbar machenden Schmelzpunkt; die sehr mühsamen Versuche zeigten vielmehr, daß der Schmelzvorgang sich über ein sehr weites Temperaturintervall erstreckte und daher weder an der Temperaturkurve sich auffallend zeigen konnte, noch eine untere oder eine obere Grenze der Schmelztemperatur festzulegen gestattete. Durch sorgfältige Messungen der Temperaturänderungen von Minute zu Minute gelang es den Verff., die über eine Strecke der Erhitzungskurve von  $1100^{\circ}$  bis zu  $1275^{\circ}$  sich ausdehnende Wärmeabsorption des schmelzenden Orthoklas durch Vergleichung mit der Kurve einer schmelzenden Glasmasse direkt nachzuweisen. Dieses merkwürdige Verhalten tritt allgemein an Verbindungen zutage, die zu ganz außergewöhnlich zähen, „hyperviskosen“ Flüssigkeiten schmelzen; man hat sich in ihnen kristallinische Stoffe vorzustellen, die weit über ihren Schmelzpunkt erhitzt, sich nur äußerst langsam in den amorphen Zustand umwandeln; den Zustand dieser „überhitzten“ Kristalle könnte man sich unter anderen auch als den von flüssigen Kristallen vorstellen.

Die Verff. machen sodann nähere Angaben über die Art, wie sie das spezifische Gewicht der untersuchten Feldspate bestimmt und sich von störenden Einflüssen befreit haben und teilen einiges über das Sintern der erhitzten Mineralpulver mit, um dann in eingehender Diskussion aus den zusammengestellten Ergebnissen einige zulässige Schlüsse abzuleiten. Hier soll aus diesem Abschnitt der Abhandlung nur ein Teil in der Ausführung der Verff. wiedergegeben werden:

„Wenn die Schmelzpunkte in ein System eingetragen werden, in dem sie die Ordinaten sind, während

die prozentuale Zusammensetzung der verschiedenen Feldspate die Abszissen bilden, entdecken wir innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Messungen bei diesen Temperaturen eine nahezu lineare Beziehung: der Schmelzpunkt ändert sich sehr nahe proportional mit der Zusammensetzung. Wir haben kein Maximum, kein Minimum, keine Kurvenverzweigung, denn aus jeder Schmelze scheidet sich die feste Phase mit derselben Zusammensetzung, wie die glasige Mutterlauge.“ „Nach diesen Erfahrungen scheint die Beziehung zwischen den Feldspaten eine einfach additive zu sein, in welcher flüssige und feste Phasen von gleicher Zusammensetzung in allen Verhältnissen der Komponenten beständig sind und sich wie eine Reihe von besonderen Feldspaten verhalten. Aber sobald wir sie mit Bezug auf die Lösungsgesetze und die Phasenregel betrachten, kann sie nicht in dieser einfachen Weise betrachtet werden.“ Die sich anschließende umfangreiche Erörterung dieses Verhältnisses muß in der Originalmitteilung nachgelesen werden; bemerkt sei nur, daß zum Schluß die große Rolle der Viskosität betont wird, welche das eigentümliche Verhalten des Albits, namentlich die Verteilung seines Schmelzpunktes über 150° und mehr erklärt.

„Wenn die spezifischen Gewichte, wie die Schmelzpunkte, als Funktion der Zusammensetzung aufgetragen werden, erscheint der Isomorphismus der Feldspate streng bestätigt. Die Kurve zeigt eine vollkommen stetige Beziehung, welche bis zum Ende zu verfolgen wir durch die erfolgreiche Herstellung chemisch reinen Albits in den Stand gesetzt waren. Der Genauigkeitsgrad ist überall ebenfalls außerordentlich hoch auf Grund der chemischen Reinheit aller Präparate und der konsequenten Anstrengung zur Erreichung vollständiger Kristallisation, auch bei den viskosen Feldspaten.“ „Die spezifischen Gewichte der Gläser wurden ebenfalls aufgetragen, um die Divergenz gegen die Linie der Kristalle nach dem Albitende der Reihe hin zu zeigen, d. h. mit wachsendem Prozentgehalt an Albit vermindert sich die Dichte des Glases mehr als diejenige der Kristalle.“ Die Schmelzpunkte und spezifischen Gewichte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Feldspate:							
An	Ab <sub>1</sub> An <sub>5</sub>	Ab <sub>1</sub> An <sub>2</sub>	Ab <sub>1</sub> An <sub>1</sub>	Ab <sub>2</sub> An <sub>1</sub>	Ab <sub>3</sub> A <sub>1</sub>	Ab	
Schmelztemperatur:							
1532°	1500°	1463°	1419°	1367°	1340°	—	
Spezifisches Gewicht der Kristalle:							
2,764	2,734	2,710	2,680	2,66	2,649	2,6	
Spezifisches Gewicht der Gläser:							
2,700	2,648	2,590	2,533	2,486	2,458	2,382	

„In der Schmelze von Albit und Orthoklas haben wir anscheinend greifbare Gewißheit einer Erscheinung, welche sowohl in Physik wie in Mineralogie ungewöhnlich ist. Mikroskopische Kristalle einer homogenen Verbindung, langsam erhitzt, zeigten sich 200 und mehr Grad über dem Punkte, bei dem Schmelzung begann, noch beständig, wobei die amorphe Schmelze von derselben Ordnung der Viskosität blieb, wie die Härte der Kristalle war. Durch sorgfältige

Beobachtung wurden auch Kurven erhalten, welche zeigten, daß die absorbierte Schmelzwärme über dieses Intervall verteilt war.

Vom experimentellen Standpunkte aus kann man schwerlich von einem Stoffe dieser Art sagen, er habe einen Schmelzpunkt, sondern er geht aus dem kristallinen in den amorphen Zustand über bei Temperaturen, welche durch bloßes Ändern des Erhitzungsverhältnisses beträchtlich verändert werden können. In mäßigen Beschickungen von Albit oder Orthoklas bei Atmosphärendruck begann das Schmelzen so niedrig, daß es nicht möglich war, auch nur annähernd eine niedrigste Temperatur für den Anfang der Zustandsänderung festzulegen. Per definitionem ist diese Minimaltemperatur, oberhalb welcher (für einen gegebenen Druck) die Schmelzung sich mehr oder weniger rasch fortsetzen wird, je nach den Bedingungen der „Schmelzpunkt“, gleichgültig, ob er festgelegt werden kann, oder nicht, soweit es das Gleichgewicht des Systems angeht; die Kristalle, welche bei höheren Temperaturen weiter existieren, scheinen eine metastabile Phase zu bilden, vielleicht vergleichbar der eines kristallinen festen Stoffes, wenn er über die Umwandlungstemperatur ohne unmittelbare Änderung der Kristallform erhitzt wird. Es ist auch wohl möglich, daß die Masse flüssig ist, sobald sie über den Schmelzpunkt erhitzt ist, daß aber die Desorientierung der Molekeln durch die Viskosität verzögert wird. Diese metastabile Stufe kann sich bei Albit und Anorthit (Orthoklas? Ref.) leicht über 200° ausdehnen und würde in dem niedrigeren Teile dieses Gebietes tagelang fortbestehen.

Wir fanden auch, daß viskose und schlecht leitende Schmelzen, welche nur nach beträchtlicher Unterkühlung erstarren, keinen konstanten Erstarrungspunkt ergaben. Der Erstarrungspunkt darf daher nicht ohne große Vorsicht als physikalische Konstante benutzt werden; er hat keine Beziehung zum Schmelzpunkt, es sei denn, daß sich Gleichgewicht herstellt, ehe die Erstarrung vollständig ist — eine Bedingung, welche nur selten statthat und in viskosen Mineralschmelzen oft nicht hervorgerufen werden kann. Darauf wird mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Erniedrigung des Erstarrungspunktes beim Studium der Lösungen und der Möglichkeit, die Methode der Gefrierpunktserniedrigung auf Minerallösungen anzuwenden — wozu schon Vogt geraten hat — die Aufmerksamkeit gerichtet.

Gelegentlich der experimentellen Arbeiten mit den Feldspaten konnten wir die Tatsache feststellen, daß es bei verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeiten keine Dichteunterschiede bei den Feldspatgläsern gibt, die größer sind als unsere Beobachtungsfehler ( $\pm 0,001$ ); ferner, daß gepulverte kristallinische Feldspate, die von Einschlüssen und Glas frei sind, auch wenn sie sehr fein sind, nicht eher sintern, als das Schmelzen beginnt; gepulverte Gläser gleicher Zusammensetzung sintern leicht bei relativ niedrigen Temperaturen (700°—900°), was in erster Linie von der Feinheit des Pulvers abhängt; ferner, daß

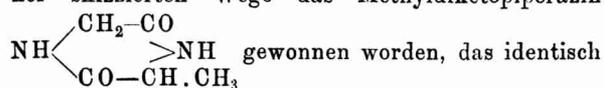
gepulverte Feldspate, wenn sie der Atmosphäre ausgesetzt werden, Feuchtigkeitsmengen von der Größenordnung der gewöhnlich in Analysen angeführten Mengen absorbieren. Es ist daher möglich, daß die Deutung der Feuchtigkeit mitunter irrtümlich gewesen ist.“

**Emil Fischer und Emil Abderhalden:** Bildung eines Dipeptids bei der Hydrolyse des Seidenfibroins. (Ber. d. deutschen chem. Ges. 1906, Jahrg. 39, S. 752—760.)

Bei dem hydrolytischen Abbau der Eiweißkörper sind bis jetzt noch keine sicheren Polypeptide, Stoffe, die durch künstliche Synthese aus den Aminosäuren aufgebaut worden sind und die das Bindeglied zwischen dem komplexen Eiweißmolekül und den letzten einfachen Spaltungsprodukten, den Aminosäuren, bilden, aufgefunden worden. Um so bedeutsamer ist die vorliegende Untersuchung, die zum ersten Male zu dem Auffinden eines wohlcharakterisierten Dipeptids, gebildet aus Glykokoll und d-Alanin, bei dem Abbau des Seidenfibroins mittels Säuren geführt hat.

Die Methode, die zur Abscheidung der Dipeptide aus Gemischen von Aminosäuren diente, beruht auf dem verschiedenen Verhalten der Ester dieser Verbindungen: die Ester der einfachen Aminosäuren sind leicht flüchtig und daher leicht zu entfernen. Weiterhin besitzen die Ester der Dipeptide die Eigenschaft, in gut kristallisierende Anhydride, in die Diketopiperazine, überzugehen, die so von den Estern der höheren Peptide getrennt werden können.

In dem in der Arbeit besprochenen Falle der Hydrolyse des Seidenfibroins mittels Schwefelsäure oder Salzsäure ist in reichlicher Menge auf dem vorher skizzierten Wege das Methyl diketopiperazin



ist mit einem synthetischen Produkt aus Glykokoll und d-Alanin. Dieses Diketopiperazin entspricht zwei Dipeptiden, nämlich sowohl dem Glycyl-d-alanin als dem d-Alanyl-glycin. Verff. glauben jedoch, daß aus dem Seidenfibroin in überwiegender Menge, wenn nicht ausschließlich, das Glycyl-d-alanin gebildet wird. In einigen Versuchen wurde nämlich das Gemisch der Spaltungsprodukte der längeren Einwirkung des Pankreassaftes — der das d-Alanyl-glycin leicht spaltet — unterworfen, und in diesen Fällen war die Menge des nachher isolierten Anhydrids nicht wesentlich geringer als in solchen, wo die Hydrolyse bloß mit Säuren bewerkstelligt wurde. Genaue Kontrollversuche haben die sekundäre synthetische Bildung des Diketopiperazins aus Glykokoll und d-Alanin völlig ausgeschlossen.

„Das Glycyl-d-alanin bietet den ersten Fall, wo die Synthese der Polypeptide zusammentrifft mit dem hydrolytischen Abbau der Proteine... Wir werden selbstverständlich dieselbe Methode anwenden, um andere Dipeptide als Spaltprodukte der Proteine aufzusuchen, und haben die feste Hoffnung, daß die weitere Ausnutzung der synthetischen Resultate auch dazu

führen wird, kompliziertere Peptide in dem bisher unentwirrbaren Gemisch, welches man Peptone und Albumosen nennt, zu entdecken.“ P. R.

**G. Haberlandt:** Bemerkungen zur Statolithentheorie. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 1905, Bd. 42, S. 321—355.)

Verf. widerlegt in dieser Schrift eine Reihe von Einwänden, die neuerdings gegen die Statolithentheorie des Geotropismus erhoben worden sind.

Bei Untersuchungen über die geotropische Induktions- oder Präsentationszeit, d. h. die zur Hervorbringung einer Reaktion erforderliche Zeitdauer des Reizes hat Fitting (1905) gefunden, daß bei intermittierender Reizung erst dann die gleiche Reaktionsintensität wie bei der kontinuierlichen Reizung erzielt wird, wenn die Einzelreizungen, mögen sie noch so kurz sein, im ganzen wenigstens ebenso lange gedauert haben wie die kontinuierliche Reizung. Die intermittierende Reizung hat also keine intensivere geotropische Wirkung als die kontinuierliche. Das ist, wie Hr. Haberlandt hervorhebt, ein sehr bedeutungsvoller Unterschied gegenüber dem Erfolg der intermittierenden heliotropischen Reizung, bei der die Präsentationszeit nach Wiesner (1882) nur ein Drittel so groß zu sein braucht als bei kontinuierlicher Beleuchtung.

Aus diesem Versuchsergebnis wird nun von Fitting gefolgert, daß die Geoperzeption durch die Ansammlung der Stärkekörner, die nach der Nemeč-Haberlandtschen Theorie als Statolithen wirksam sind, nicht intensiver werde als ohne solche Ansammlung. Denn das Ergebnis war dasselbe, auch wenn die Dauer der Einzelreizungen so kurz gewählt wurde, daß die Stärkekörnchen nicht auf die Seitenwände hinüberwandern konnten.

Hr. Haberlandt führt demgegenüber im wesentlichen folgendes aus. Bei der Fortdauer eines jeden Reizes trete allmählich eine Abschwächung der Empfindlichkeit ein. Bei intermittierender Reizung mache sich diese Abnahme wegen der kurzen Dauer der Einzelreizungen nicht oder wenig bemerkbar, bei kontinuierlicher Reizung offenbare sie sich dagegen durch Verlängerung der Präsentationszeit für die heliotropische Krümmung. Wenn bei der geotropischen Krümmung eine solche Verlängerung nicht eintrete, so bleibe nur die Annahme übrig, daß bei der kontinuierlichen geotropischen Reizung die Reizintensität zunehme, wodurch trotz der Abschwächung der Empfindlichkeit die Erregung in ihrer anfänglichen Intensität erhalten bleibe.

Die Statolithentheorie erkläre nun, wie diese Reizzunahme erfolgt. Die Stärkekörner wandern allmählich auf die unteren Teile der Zellwand, wodurch eine immer größer werdende Zahl von Stärkekörnern mit den empfindlichen Plasmahäuten in Berührung kommt und auf diese einen Druck ausübt. Der anfänglich ganz schwache Reiz wird immer stärker, und diese Zunahme der Reizintensität dauert mindestens so lange wie die Wanderzeit der Stärkekörner. Wenn

bei intermittierender Reizung die Einzelreizungen länger dauern, so daß die Stärkekörner Zeit finden, wenigstens teilweise auf die unteren Zellwände hinüberzugleiten, so ist die intermittierende Reizung gewissermaßen nichts anderes als eine in mehrere Abschnitte zerlegte kontinuierliche Reizung, und es ist dann wiederum begreiflich, daß die Präsentationszeiten ungefähr gleich groß sind.

Des weiteren wendet sich Verf. gegen den von Jost sowohl wie von Fitting gemachten Einwand, daß Reizkrümmungen auch auftreten können, wenn die Stärkekörner gleichmäßig auf allen Wänden verteilt seien, und daß die leichte Beweglichkeit der Stärkekörner und ihre Ansammlung auf den physikalisch unteren Zellwänden für die Geoperzeption daher keine Bedeutung habe. Er hebt hervor, daß die leichte Beweglichkeit der Stärkekörner im allgemeinen nur in den Zellen der Stärkescheide bzw. der sie vertretenden Zellkomplexe, in der Columella der Wurzelhaube und in der Spitze der Keimblattscheide der Gräser zu finden sei, und betont das Charakteristische und Vorteilhafte dieser Erscheinung. Wenn Jost und Fitting darauf hinweisen, daß bei Versuchen mit kleinen Zentrifugalkräften, bei der Rotation am Klinostaten mit schräg gestellter Achse und überhaupt bei allen Rotationsversuchen, die eine längere Dauer der einseitigen Schwerewirkung ausschließen und eine Ansammlung der Stärkekörner unmöglich machen, trotzdem eine erfolgreiche, zur Krümmung führende Perzeption stattfinden könne, so sei zu beachten, daß bei diesen Versuchen infolge der ganz neuen, ungewohnten Verhältnisse möglicherweise ein Stimmungswechsel eingetreten sei. Die Sensibilität des geotropischen Perzeptionsapparates könne während der Rotation so sehr gesteigert sein, daß jetzt schon ein Bruchteil der gesamten Statolithenstärke für eine in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgende Geoperzeption ausreiche. Verf. kommt zu dem Schluß, daß die Beweglichkeit und einseitige Ansammlung der Statolithenstärke zwar keine unbedingt nötige Voraussetzung für die Geoperzeption sei, daß sie aber den Perzeptionsvorgang günstig beeinflusse und das Kennzeichen einer höheren Ausbildungsstufe des Statolithenapparates sei.

Ein anderer Abschnitt der Arbeit beschäftigt sich mit den Versuchen Nolls, die hier eingehend beschrieben worden sind (Rdsch. 1905, XX, 484). Eine vom Verf. ausgeführte Nachprüfung dieser Versuche hat keine Bestätigung der von Noll über die Wirkung der „intermittierenden Gegenreizung“ gemachten Angaben erbracht.

Hr. Haberlandt experimentierte mit Keimlingen der auch von Noll verwendeten Pflanzen und zwei anderen Arten. Die Töpfe mit den Versuchspflanzen wurden in einem Topfhalter festgeklemmt, der sich an einem eisernen Stativ in der Vertikalebene drehen und in jeder beliebigen Stellung fixieren ließ. Die Keimpflanzen wurden abwechselnd in die Horizontalstellung und dann in entgegengesetzter Richtung in die Schrägabwärtsstellung ( $45^\circ$  unter der Horizontalen)

gebracht. Die jeweilige Reizdauer betrug wie in Nolls Versuchen meist 5 Minuten, die längste 16 Minuten. Die mikroskopische Untersuchung wurde gewöhnlich nach 20—30 Minuten und dann nach eingetretener geotropischer Krümmung vorgenommen. Als allgemeines Ergebnis dieser Versuche stellte sich heraus, daß bei der „intermittierenden Gegenreizung“ für die Stärkelagerung in den Statocysten während der Präsentationszeit sowohl wie nach Beginn der geotropischen Krümmung die jeweilige letzte Stellung, Horizontalstellung oder Schrägabwärtsstellung, maßgebend ist. Immer liegt am Schluß der betreffenden Reizungsphase mindestens ein Teil der vorhandenen Stärkekörner, in der Regel die Mehrzahl, den physikalisch unteren Längswänden an. Das gilt für die Horizontalstellung ebenso wie für die Schrägabwärtsstellung. Ein Teil der Körner bedeckt gewöhnlich die apikalen, in der Schrägstellung unteren Querwände, ein anderer ist zerstreut gelagert.

„Nach dem, was wir über das Verhalten der »beweglichen« Stärkekörner und ihre »Wanderzeit« wissen, ist dieses Ergebnis selbstverständlich. Ein Zeitraum von 5 Minuten, bei manchen Pflanzen schon von 2—3 Minuten, ist hinreichend, um die Mehrzahl der Stärkekörner auf die unteren Zellwände sinken zu lassen. In der Schrägabwärtsstellung des Organs gleiten die Stärkekörner zum großen Teile in den apikalen, jetzt unteren Teil der Zelle hinab und bedecken hier die Querwand sowohl wie den angrenzenden Teil der unteren Längswand. Bringt man jetzt das Organ in entgegengesetzter Richtung in die Horizontalstellung, so gleiten die Körner längs der Wände herunter und bedecken nun wieder die apikalen Partien der unteren Längswand, zum Teil auch die benachbarte Querwand. Die nächste Schrägabwärtsstellung sorgt dafür, daß die Hauptmenge der Stärkekörner im apikalen, nach abwärts gekehrten Teile der Zelle verbleibt. So findet gewissermaßen ein Oszillieren des größeren Teiles der vorhandenen Stärkemenge im apikalen Teile der Statocyste statt.

„Die Statolithentheorie fordert nicht mehr, als daß bei der intermittierenden Gegenreizung wenigstens während der Präsentationszeit in der Horizontalstellung eine Anzahl von Stärkekörnern den unteren Längswänden aufliegt, da schließlich die geotropische Krümmung im Sinne der Horizontalen erfolgt. Diese Forderung wird tatsächlich erfüllt; ja selbst nach Eintritt der geotropischen Krümmung ist die Verteilung der Stärke noch immer dieselbe. Eine allmählich sich vollziehende und dann dauernde Ansammlung aller Stärkekörner auf der Konkavseite der Krümmung, wie Noll sie behauptet, findet niemals statt.“

Endlich teilt Verf. eine Reihe neuer Schüttelversuche mit, um die Beweiskraft dieses Verfahrens zu stützen, das auf dem Gedanken ruhte, die Intensität der Reizung und dadurch auch die der Erregung müsse durch ein rascheres und kräftigeres Eindringen der Stärkekörner in die sensiblen Plasmahäute gesteigert werden (vgl. Rdsch. 1903, XVIII, 289).

Francis Darwin hat ähnliche Versuche ausgeführt und gleichfalls eine beträchtliche Verstärkung der geotropischen Krümmung infolge des Schüttelns festgestellt, zugleich auch gefunden, daß die heliotropische Reaktion dadurch keine nennenswerte Förderung erfährt. Dennoch ist von Fitting das Bedenken geltend gemacht worden, daß durch das Schütteln und Stoßen vielleicht nur das geotropische Reaktionsvermögen, nicht die Erregung gesteigert werde. Um diesen Einwand zu widerlegen, hat Herr Haberlandt weitere Versuche angestellt, indem er von folgender Überlegung ausging. Bei den früheren Versuchen lagen die Pflanzen horizontal, und das Schütteln erfolgte in vertikaler Richtung. Wenn nun durch das Schütteln nicht die Reizintensität, sondern das Reaktionsvermögen oder auch die Sensibilität gesteigert werden, so muß sich dieser Einfluß in jeder beliebigen Lage des geotropischen Organs geltend machen. Es muß also auch dann eine Beschleunigung der Krümmung eintreten, wenn die betreffenden Organe vor der Reizung in der geotropischen Gleichgewichtslage geschüttelt werden.

Demgemäß wurden die zu prüfenden Stengel oder Wurzeln zuerst in vertikaler Stellung geschüttelt und dann, zugleich mit den nicht geschüttelten Vergleichsobjekten, in horizontaler Lage ruhig aufgestellt. Hierauf wurde die Reaktionszeit bestimmt und der Verlauf der geotropischen Krümmung durch Messungen verfolgt. Gleichzeitig oder im Anschluß daran wurden Vergleichsobjekte, die in horizontaler Reizlage geschüttelt waren, in gleicher Weise dem krümmenden Einfluß der Schwerkraft unterworfen. Geprüft wurden Blütenstandachsen von *Capsella bursa pastoris* und *Rumex acetosa*, Blütenschäfte von *Taraxacum officinale*, Keimwurzeln von *Phaseolus multiflorus* und Keimblattscheiden von *Avena sativa*.

Das Gesamtergebnis dieser Versuche war: Nur die in horizontaler Stellung, d. h. in der geotropischen Reizlage geschüttelten Stengel, Wurzeln und Keimblattscheiden krümmen sich rascher; ihre Reaktionszeit wird verkürzt. Die in vertikaler Stellung, d. i. in der geotropischen Gleichgewichtslage geschüttelten Organe dagegen verhalten sich ungefähr ebenso wie die nicht geschüttelten; ihre Reaktionszeit wird nicht verkürzt.

„Aus dieser Tatsache ist mit Bestimmtheit zu folgern, daß durch das Schütteln als solches weder die Sensibilität noch das Reaktionsvermögen gesteigert wird. Wenn also beim Schütteln in horizontaler Stellung die geotropische Krümmung beschleunigt wird, so kann dies nur darauf beruhen, daß die Reizintensität eine Steigerung erfährt. Dies bedingt eine Zunahme der Erregungsintensität, und diese hat die Verkürzung der Präsentations- und der Reaktionszeit zur Folge.“ Die Ergebnisse der Schüttelversuche sind also tatsächlich eine Stütze der Statolithentheorie.

Im Schlußwort hebt Verf. gegenüber Fitting, der es für eine Schwäche der Statolithentheorie erklärt hatte, daß sie die Stärkeköerner auf die im Sinne Nolls als das Perzeptionsorgan des Protoplasmas für

Richtungsreize aufgefaßten Hautschichten des Protoplasmas drücken lasse, hervor, daß die Richtigkeit der Theorie nicht an die reizphysiologische Bedeutung der Hautschichten geknüpft sei. Sie fordere vielmehr nur „relativ feste Plasmastrukturen in den plasmatischen Wandbelegen, welche durch die auf sie hinüberwandernden und auf ihnen lastenden Stärkeköerner deformiert werden. Ob diese Strukturen auf die äußeren Hautschichten beschränkt sind oder nicht, ist für die Statolithentheorie nicht von wesentlicher Bedeutung.“

Bezüglich der Art der Beweisführung betont Verf. nachdrücklich, daß in dieser Sache nicht nur das physiologische Experiment, sondern auch die vergleichend-anatomische Methode ein gewichtiges Wort mitzureden habe. Die bei den höheren Pflanzen bisher ausnahmslos festgestellte Übereinstimmung zwischen dem örtlichen und zeitlichen Auftreten der Statolithenstärke und der Geoperzeption schließe die Annahme eines zufälligen Zusammentreffens aus.

F. M.

**H. A. Bumstead:** Die durch Röntgenstrahlen in verschiedenen Metallen hervorgebrachten Wärmewirkungen und ihre Beziehung zu der Frage nach den Änderungen im Atom. (American Journal of Science 1906, ser. 4, vol. XXI, p. 1—24.)

Die Erscheinungen der Radioaktivität, welche im Laufe der letzten Jahre, besonders gefördert durch die Untersuchungen von Rutherford, ein neues Gebiet der physikalischen Forschung erschlossen haben, führten zu der Vorstellung, daß ein bestimmter Bruchteil der radioaktiven Elemente in einem stetigen Zerfall begriffen ist, und daß die dauernde Energie-Ausstrahlung dieser Körper von diesem Atomzerfall herrühre. Dieser Vorgang scheint sich in jedem radioaktiven Körper in einer bestimmten un wandelbaren Weise abzuspielen, welche für denselben charakteristisch ist und durch äußere Umstände nicht beeinflußt wird; weder die höchsten verwendbaren Temperaturen, noch sonstige physikalische und chemische Eingriffe konnten die Geschwindigkeit ihres Schwindens verändern; der Atomzerfall entzog sich der experimentellen Kontrolle. Neben diesem nur den radioaktiven Körpern eigenen, auf Atomzerfall beruhenden Ausstrahlen von Energie kennt man die Eigenschaft aller Körper, bei der Bestrahlung mit Röntgen- oder mit Becquerelstrahlen komplizierte Sekundärstrahlen auszusenden, die teilweise wenigstens von den einwirkenden Primärstrahlen total verschieden sind; denn sie bestehen zum Teil aus negativ geladenen Korpuskeln oder Elektronen, die in den Primärstrahlen nicht vorhanden sind. Die Vermutung liegt nahe anzunehmen, daß auch hier ein Atomzerfall im Sekundärstrahler die Strahlung bedinge; und einer experimentellen Prüfung dieser Vermutung war die Untersuchung gewidmet, welche Verf. auf Anregung von J. J. Thomson im Cavendish-Laboratorium zu Cambridge ausgeführt hat.

Man ging von folgender Überlegung aus: Wenn bei der Absorption von Röntgenstrahlen kein Atomzerfall eintritt, dann wird die Erhaltung der Energie in gewöhnlicher Weise sich geltend machen; wenn hingegen einige Atome durch die Röntgenstrahlen etwa so zerfällt werden, wie Dynamit durch einen Stoß zur Explosion gelangt, dann wird die Gesamtenergie nach der Absorption der Strahlen bedeutend größer sein und dies wird sich wahrscheinlich durch die Wärme im absorbierenden Körper verraten. Nimmt man zunächst an, daß die Röntgenstrahlen wirk-

lich die Atome zersetzen, dann ist es sehr unwahrscheinlich, daß die Atome verschiedener Körper in gleicher Weise auf diese Einwirkung reagieren werden; vielmehr könne man ungleiche Wärmeentwickelungen erwarten, wenn Röntgenstrahlen in gleicher Weise von verschiedenen Substanzen absorbiert werden.

Hier setzte das Experiment ein: Bei der Einwirkung der gleichen Röntgenstrahlen auf gleiche Stücke verschiedener Substanzen wurden die von diesen infolge der Absorption erzeugten Wärmen mit einander verglichen. Zur Messung der Wärme wurde das Radiometer verwendet, bei dessen Herstellung der Verf. von dem gleichfalls in Cambridge arbeitenden Herrn Nichols unterstützt wurde. Die Flügel des ziemlich empfindlichen und handlichen Radiometers bestanden aus Aluminiumfolie, die passend an dünnen Glasstäbchen ausgespannt, an einem Mittelstabe angebracht waren, der über den Flügeln einen leichten Spiegel trug; ein kleiner am Aufhängefaden angebrachter Magnet gestattete von außen her die Einstellung des Radiometers. Die Metalle, deren Wärmewirkung untersucht werden sollte, waren auf drei Löchern einer Ebonitscheibe in je 120° Abstand in Form von gleich großen Streifen angebracht. Bisher wurden nur Blei und Zink untersucht, von denen ersteres in Streifen von 0,30 mm, das Zink in solchen von 0,82 mm Dicke verwendet wurden, weil, wie direkte Messungen ergaben, sie in diesen Dicken nahezu gleiche Absorption der Röntgenstrahlen zeigen. Das Niveau der ungleich dicken Metallstreifen zu den Radiometerflügeln wurde ganz gleich gemacht. Auf der einen Öffnung der Ebonitscheibe waren zwei Bleistreifen angebracht, auf der zweiten ein Blei- und ein Zinkstreifen und auf der dritten gleichfalls ein Blei- und ein Zinkstreifen, aber in umgekehrter Reihenfolge; die Scheibe war von außen drehbar und konnte in beliebiger Stellung festgehalten werden. Alle untersuchten Metallstreifen waren auf beiden Seiten mit Aluminiumfolie bedeckt, so daß die Oberfläche der Metalle überall die gleiche und der Wärmeverlust an der Oberfläche infolge einer Temperatursteigerung derselbe war. Auch die Ebonitscheibe war mit Aluminium bedeckt, um elektrostatische Wirkungen zu verhüten; zu gleichem Zwecke wurde in den den Apparat umschließenden Kasten etwas Radium gebracht; alle Metallstreifen waren geerdet. Ein Messingkasten, in dem die Luft getrocknet und evakuiert werden konnte, mit zwei Fenstern, einem durch Aluminium verschlossenen für den Eintritt der Röntgenstrahlen und einem Glasfenster für die Beobachtung des Spiegels mit dem Fernrohr, umschloß das Ganze. Die Röntgenrohre waren sehr groß und gaben sehr kräftige Strahlen von ziemlich gleichbleibender Stärke und Härte. Mit den Radiometerbeobachtungen gingen gleichzeitig Messungen der Absorption des Bleis und Zinks einher.

Der Ausführung der Messungen gingen sorgfältige Prüfungen des Apparates und seiner einzelnen Teile, sowie der Voraussetzungen, welche der Versuchsanstellung zugrunde gelegt waren, voraus. Eingehender noch sind die Versuchsfehler, welche die beobachteten Erscheinungen hervorrufen könnten, diskutiert und experimenteller Untersuchung unterzogen. Hier würde es zu weit führen, auch nur kurz auf diese Untersuchungen einzugehen; das Ergebnis war, daß bei faktisch gleicher Absorption der Röntgenstrahlen im Blei (79%) und im Zink (78%) etwa zweimal so viel Energie im Blei erzeugt wurde als im Zink. Dies Resultat war im wesentlichen das gleiche bei allen Versuchen, mit Strahlen verschiedener Härte, beiden Anordnungen der Streifen und verschiedener Stellung der Flügel zu den Streifen und Fenstern. Als Mittelwert der Messungen der Absorption ergab sich das Verhältnis  $Pb/Zn = 1,016$ , während das Verhältnis der Energiestrahlung 1,96 ist; bei gleicher Absorption wird also im Blei 1,93 mal so viel Wärme erzeugt als im Zink.

„Um diese Wirkung zu erklären, vermag Verf. nur eine Hypothese zu ersinnen, die nicht in mehr oder weniger direktem Widerstreit mit den experimentellen

Tatsachen ist. Diese Hypothese lautet, daß mittels der Röntgenstrahlen die Atome gewisser Elemente zertrümmert werden und daß die so frei gewordene Energie einen Teil (und vielleicht den größeren Teil) der Energie bildet, welche auftritt, wenn die Strahlen durch Materie absorbiert werden.“

**R. K. McClung:** Die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen. (Philosophical Magazine 1906, ser. 6, vol. 11, p. 131—142.)

Die für das Studium der verschiedenen, vom Radium ausgesandten Strahlen wichtige Kenntnis ihrer Absorption ist für die  $\alpha$ -Strahlen zunächst von Bragg theoretisch behandelt und das Resultat dann von diesem mit Kleeman experimentell bestätigt worden. Dabei hatte sich ergeben, daß die Absorption dieser Strahlen in der Luft der Hauptsache nach von dem Verbrauch ihrer Energie zur Ionisierung des Gases herrührt; daß diese Ionisierung ihnen nur eine kurze Strecke von der Quelle der Strahlen möglich ist, und zwar war dieses Gebiet ziemlich scharf begrenzt und von der Natur der Strahlungsquelle abhängig. Als Quellen hatten diese Physiker eine dünne Radiumschicht verwendet, aus der nicht allein neben den  $\alpha$ -Strahlen auch  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen hervorkommen müssen, sondern selbst die  $\alpha$ -Strahlen mußten verschiedene Geschwindigkeiten besitzen, je nachdem sie von der Oberfläche oder aus einer tieferen Schicht des Radiums ausgestrahlt wurden. Herr Rutherford hatte aus diesem Grunde vorgeschlagen, für die Untersuchung der  $\alpha$ -Strahlen als Quelle die radioaktive Substanz zu benutzen, welche Radiumemanation auf einem Drahte absetzt; denn wenn auch dieser Niederschlag drei Umsetzungsprodukte des Radiums enthält, nämlich  $Rd A$ ,  $B$  und  $C$ , so ist doch bekannt, daß  $A$  sehr bald nach dem Entfernen der Emanation verschwindet und  $B$  gar keine Strahlen aussendet, so daß nur das Radium  $C$  wirksam bleibt, das nur  $\alpha$ -Strahlen gibt. Weiter ist die ungemaine Düntheit der wirksamen Schicht von Vorteil, weil in ihr von einer Absorption oder Änderung der Strahlen keine Rede sein kann.

Mit diesen Strahlen hat nun der Verf. in Rutherford's Institut die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen nach der von Bragg und Kleeman benutzten Methode untersucht. In einem Metallkasten standen sich zur Prüfung der Ionisierung der eingeschlossenen Luft ein Plattenpaar gegenüber, eine mit dem Elektrometer verbundene Zinkplatte und eine 0,5 cm absteigende aus Drahtgaze, die mit dem Pol einer Akkumulatorenbatterie verbunden war. In beliebig verstellbarer Entfernung von der Gazeplatte befand sich der mit induzierter Aktivität bedeckte Kupferdraht in einer Kapsel, in der er nur durch eine kleine Öffnung nach dem Plattenpaare die  $\alpha$ -Strahlen aussenden konnte. Dem während der Messung eintretenden Schwinden der Radioaktivität wurde genügend Rechnung getragen.

Zunächst wurde die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen in Luft von Atmosphärendruck gemessen bei verschiedenen Abständen der Quelle von der Gazelektrode; die hierbei erhaltenen Kurven stimmten mit den von Bragg und Kleeman überein und zeigten wie letztere, daß mit Zunahme der Entfernung zwischen Quelle und Elektrode die Ionisierung langsam zunimmt; daß sie dann bei 4 cm Abstand schnell wächst, bei etwa 5,8 cm ein Maximum erreicht und weiterhin ungemein schnell absinkt, um bei 6,8 cm ganz zu verschwinden. Dieser Abstand stimmt sowohl mit der von Bragg und Kleeman gefundenen Grenze (6,7 cm) als auch mit derjenigen, welche Rutherford für die photographische und phosphoreszierende Wirkung der  $\alpha$ -Strahlen gemessen hatte (vgl. Rdsch. 1905, XX, 493); alle drei zeigen somit ein gleiches Verhalten und müssen in gleicher Weise erklärt werden.

Weiter wurde die Absorption der  $\alpha$ -Strahlen durch dünne Aluminiumfolie (0,00031 cm) untersucht durch Messung der Ionisierung, wenn die  $\alpha$ -Strahlen durch eine wechselnde, bestimmte Anzahl dieser Blättchen hindurch mußten. Ferner wurden die Kurven gezeich-

net, welche die  $\alpha$ -Strahlen in Luft geben, wenn in ihre Bahn verschieden dicke Aluminiumschichten gestellt werden. Alle Kurven gaben zwei charakteristische Punkte, einen für das Maximum und einen für das Aufhören der Wirkung; so z. B. bei zwei Schichten Aluminium 4,8 cm und 5,8 cm. Die Vergleichung der Absorption im Aluminium mit der in Luft führt zu dem Ergebnis, daß eine 0,00031 cm dicke Schicht Aluminium ebensoviel  $\alpha$ -Strahlen absorbiert wie 0,5 cm Luft; dies gilt sowohl für den Maximumpunkt, wie für den des Aufhörens der Wirkung.

**Marla Gräfin Linden:** 1. Die Assimilation der Kohlensäure durch die Schmetterlingspuppen. 2. Vergleich zwischen den Erscheinungen der Kohlenstoffassimilation bei den Puppen und bei den Pflanzen. 3. Die Gewichtszunahme der Puppen beruht nicht auf der Absorption von Wasser. (Comptes rendus de la Société de Biologie 1905, t. 59, p. 692—697.)

Die Verfasserin hatte beobachtet, daß Schmetterlingspuppen (*Vanessa*) einen Aufenthalt in kohlenstoffreicher Atmosphäre leicht ertragen, daß sie darin weniger von ihrem Gewicht verloren als unter normalen Umständen und in gewissen Fällen sogar schwerer wurden, während die Kohlensäure an Volumen abnahm. Um festzustellen, ob die Puppen in derselben Weise wie die Pflanzen die Kohlensäure ausnutzen können, führte Verf. dann eine große Anzahl (etwa 400) Gasanalysen aus. Sie benutzte dabei Puppen von *Papilio podalirius*, *Sphinx Euphorbiae* und *Lasio campapini*, sowie auch Raupen von *Botys urticae* und *Vanessa urticae*. Meistens kam als Atmosphäre ein Gemisch von Luft mit 5 bis 30% Kohlensäure zur Verwendung. Die Puppen blieben in der Regel 2 bis 24 Stunden in dieser Atmosphäre. Am Ende des Versuches hatte sich das ihnen zur Verfügung stehende Gasquantum fast immer verringert. In reiner atmosphärischer Luft war die Produktion an Kohlensäure durch die Puppen bei Nacht größer als bei Tage. Im Winter konnte auch, wie Beobachtungen an Puppen von *Papilio podalirius* ergaben, die Kohlensäurebildung bis zum völligen Aufhören herabgehen.

Enthielt die Atmosphäre aber Kohlensäure (wieviel, wird nicht gesagt), so beobachtete man oft eine Absorption dieses Gases, die, namentlich im Frühling, von einer Sauerstoffaushauchung begleitet war. In 113 Winterversuchen ist  $\text{CO}_2$  37 mal absorbiert worden, doch fand nur viermal O-Entwicklung statt. In 116 Frühlingversuchen trat 63 mal  $\text{CO}_2$ -Absorption und 60 mal O-Ausscheidung ein. Dieser Assimilationsvorgang fand am Tage häufiger statt als in der Nacht. In 17 Tagesversuchen absorbierten die Puppen (*P. podalirius*) 5,36 ccm  $\text{CO}_2$ , in 18 Nachtversuchen 2,50 ccm  $\text{CO}_2$ . Die Atmung war dagegen in der Nacht stärker als am Tage.

Durch Vergleichung mit den Verhältnissen bei den Pflanzen (*Brennnessel*) findet Verf., daß die Assimilations- und Atmungserscheinungen nur dem Grade nach sich unterscheiden, indem sie bei den Pflanzen intensiver seien als bei den Puppen. Während des Tages überwiegen in der Atmosphäre die Produkte des Assimilationsprozesses, während der Nacht lassen im Gegenteil die Atmungserscheinungen ihre Spuren zurück. Wie bei den Pflanzen, so sind auch für die Schmetterlingspuppen die roten und gelben Strahlen der Assimilation besonders günstig.

Für die Puppen von *P. podalirius* stellte Verf. auch eine Gewichtszunahme in kohlenstoffreicher Atmosphäre fest. Sie nahmen in ungefähr drei Monaten um etwa 25% ihres ursprünglichen Gewichtes zu, während sie unter normalen Bedingungen an Gewicht verloren. Durch elementaranalytische Untersuchungen fand Verf., daß Aufnahme von Kohlenstoff und Stickstoff stattfindet, und zieht daraus den Schluß, daß die Puppen den Kohlenstoff der Kohlensäure und den Luftstickstoff zu assimilieren vermögen. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes ist

wohl zu erwarten, daß Verf. dieses Ergebnis in einer deutschen Zeitschrift ausführlich begründet. In den vorliegenden Mitteilungen bleibt trotz reichlicher Zahlenangaben Verschiedenes unklar. F. M.

### Literarisches.

**Julius Bauschinger:** Die Bahnbestimmung der Himmelskörper. Mit 84 Figuren im Text, 653 S. (Leipzig 1906, Wilhelm Engelmann.)

Ausführliche Lehrbücher über Bahnberechnungen von Himmelskörpern gehören zu den Seltenheiten. Bis vor 30 Jahren war der Studierende außer der klassischen „*Theoria motus*“ von C. F. Gauss auf die lehrreiche „*Theoretische Astronomie*“ von W. Klinkerfues angewiesen, abgesehen von Watsons englischer *Theoretical Astronomy*. Dann erschien Th. v. Oppolzers großes Werk, das aber schon lange wieder vergriffen ist. Die Neuauflage des „*Klinkerfues*“ 1899 ist nicht ganz frei von Mängeln, und so dürfte nun das vorliegende Werk von J. Bauschinger von allen sich für Bahnbestimmung von Planeten, Kometen, Doppelsternen Interessierenden wohl aufgenommen werden. Dieses Werk legt das Hauptgewicht auf jene Rechenmethoden, die sich praktisch gut bewährt haben. Neue und oft sehr geistreiche Methoden werden zwar alljährlich veröffentlicht, allein gewöhnlich sind sie, um zu voller Geltung zu gelangen, auf absolut genaue Beobachtungen angewiesen, die nicht vorhanden sind.

Die Grundlagen einer Bahnbestimmung sind einerseits die durch Koordinaten zahlenmäßig ausgedrückten Beobachtungen, andererseits die in geeignete Formeln gebrachten Bewegungsgesetze. So geht naturgemäß dieses Lehrbuch in seinem ersten Teile nach kurzer Anführung der Hauptformeln der sphärischen Trigonometrie und ihrer Differentiale von den astronomischen Koordinaten des Äquators und der Ekliptik und den Beziehungen beider Systeme zu rechtwinkligen Koordinaten aus und gibt hier (mit Beispiel) die Formeln für die Umrechnung eines Systems in die anderen. Auch die differentiellen Korrekturen der rechtwinkligen Koordinaten für Breitstörungen sind hier zu finden, sowie die Grundformeln für Ephemeridenrechnungen. Da alle Bewegungen am Himmel Funktionen der Zeit sind, so ist ein besonderer Abschnitt der „*astronomischen Zeitrechnung*“ gewidmet: Sternzeit, mittlere Sonnenzeit, die Umwandlung beider Zeiten in einander, die Rechnung mit Jahren und die Bedeutung des besonders für Reduktionen wichtigen „*annus fictus*“ werden hier behandelt. Die fraglichen, ursprünglich empirisch entdeckten Reduktionen sind selbst später als Folgen von Bewegungen erkannt worden. Ihre Erläuterung wie die der Bewegungen der Himmelskörper setzt daher die Kenntnis der Bewegungsgesetze von Körpern überhaupt voraus. Diese Gesetze werden in dem Abschnitt über Mechanik, vom Begriff der Geschwindigkeit ausgehend, der Reihe nach abgeleitet, zuerst die Beschleunigung als Maß für „*Kraft*“, dann die Bewegungsgesetze eines starren Körpers (Trägheitsmoment), die in der Eulerschen Differentialgleichung für Rotationsbewegungen gipfeln, der Grundlage für Präzession und Nutation. Diese beiden Erscheinungen werden nach ihren Ursachen und ihrer Wirkung auf die Koordinaten und die Lagen gegebener Ebenen untersucht, die für die Berechnung dieser Wirkungen geeigneten Reduktionsformeln werden für die häufigeren Fälle abgeleitet, bezüglich seltenerer Fälle (genaue Präzessionen für sehr lange Zeiträume) wird auf das Oppolzersche Lehrbuch verwiesen. Die Konstanten für Präzession und Nutation sind nach Newcomb angenommen und auch den zum vorliegende Werke gehörenden Tafeln<sup>1)</sup> zugrunde gelegt.

<sup>1)</sup> J. Bauschinger, Tafeln zur theoretischen Astronomie, Leipzig 1901, W. Engelmann.

Eine andere wichtige Reduktion betrifft die Aberration und die Lichtzeit; wie diese Erscheinungen bei Bahnbestimmungen und bei der Berechnung der „scheinbaren“ Örter von Körpern des Sonnensystems berücksichtigt werden müssen oder können, wird mit großer Klarheit vom Verf. aus einander gesetzt, da gerade in diesem Punkte leicht Irrtümer begangen werden. Endlich wird noch gezeigt, wie die Parallaxe in Rechnung gestellt wird, wenn die Entfernung des Himmelskörpers bekannt ist und wenn sie nicht bekannt ist.

Im zweiten Teile wird die heliozentrische Bewegung betrachtet, beginnend mit der Anführung der wichtigsten Sätze aus der Geometrie der Kegelschnitte (Polargleichung derselben S. 123). Dann werden aus dem Schweregesetz die zwei ersten Keplerschen Gesetze gefolgert, wobei auch die wichtige, die Kegelschnittart bestimmende Gleichung für die Geschwindigkeit eines Planeten, Kometen usw. im gegebenen Abstand von der Sonne (S. 130) aufgestellt wird. Die Bewegungen in den drei verschiedenen Arten der Kegelschnitte werden nun im einzelnen behandelt. Für die Ellipse wird zunächst das ergänzte dritte Gesetz Keplers angeführt, hierauf werden die gegenseitigen Beziehungen zwischen wahrer, scheinbarer und mittlerer Anomalie analytisch und an Beispielen rechnerisch verwertet. Sollen die Elemente einer Ellipse ermittelt werden, so müssen drei Punkte derselben gegeben sein; es handelt sich also jetzt darum, die Beziehungen zwischen mehreren Punkten einer Ellipse und den Elementen kennen zu lernen. Das hierbei eine große Rolle spielende Verhältnis von Sektor zum zugehörigen Dreieck wird nach den Methoden von Gauss, Encke und Hansen zur analytischen Darstellung gebracht. Im Anschluß daran wird auch der besonders bei Kometenrechnungen oft gebrauchte Lambertsche Satz abgeleitet. Ferner werden die von verschiedenen Autoren stammenden Reihenausdrücke für die Verhältnisse der Dreiecksflächen mitgeteilt und begründet. Die Bewegungen in der Parabel und in der Hyperbel unterscheiden sich natürlich nur formell von der in der Ellipse. Die zur direkten Berechnung der parabolischen Anomalie aus Zeit und Parameter verwendbaren einfachen Formeln sind ebenfalls gegeben; im allgemeinen wird man sich die Rechnung durch den Gebrauch der Barkerschen oder der viel kürzeren Bauschingerschen Tafel erleichtern. Die Gleichungen für die bei den Kometen so oft vorkommenden parabelnahen Bahnen sind in einem besonderen Abschnitt aus den allgemeinen Gleichungen abgeleitet. Völlig bestimmt wird eine Bahn durch die Kenntnis der Lage ihrer Ebene gegen die Ekliptik; die diese Bahnlage ausdrückenden Formeln sind im letzten Abschnitt des zweiten Teiles niedergelegt.

Im dritten Teile werden die Beziehungen des Planetenortes und der Planetenbewegung zum Erdort und zur Erdbewegung gelehrt, also zuerst die Verbindung eines heliozentrischen Planetenortes mit dem gleichzeitigen Erdort zu einem geozentrischen Planetenort (Ephemeridenrechnung). Dabei werden auch die Formeln angeführt, mittels deren man entscheiden kann, ob eine gegebene Planetenposition in eine gegebene Bahn paßt, wie auch die einfachen Formeln, um aus der Bewegung eines solchen Körpers zwischen zwei solchen Positionen ungefähr die Bahnlage bestimmen zu können, Aufgaben, die zwecks Identifizierung vermeintlich neuer Gestirne mit altbekanntem dem Rechner sehr häufig gestellt werden. Der wichtigste Abschnitt dieses Teiles betrifft den Lambertschen Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn in ihrer Abhängigkeit vom Sonnenabstand des betreffenden Körpers (S. 230), ein Satz, auf den nach scharfer Formulierung Bruns eine besondere Methode der Bahnbestimmung gegründet hat. Dann werden noch die Eigentümlichkeiten der scheinbaren Bahnen, Recht- und Rückläufigkeit, Stillstände, Doppelpunkte und Schleifen betrachtet, ferner werden die Formeln für die Berechnung des Zodiakus einer

Bahn gegeben nebst Beispiel, das einstens A. Winnecke für den Planetoiden (31) Euphrosyne veröffentlicht hat.

Die bisher behandelten Beziehungen zwischen den Örtern und Bewegungen der Planeten usw. zu denen der Erde gestatten die Berechnung der Bahnen jener Körper. Der vierte Teil dieses Buches behandelt die ersten Bahnbestimmungen. Die Bedingung, daß die Bahnen Ebenen sein müssen, liefert verhältnismäßig einfache Gleichungen zwischen den Entfernungen von der Erde. Am bequemsten ist die Rechnung aus drei Orten nach der von Gauss stammenden und von Encke vereinfachten Form, die ausführlich abgeleitet und an einem Beispiel (Planet 534) veranschaulicht wird. Auch die Hansensche Form nebst Beispiel (Planet Eros) wird behandelt. Die für einzelne Teile der Rechnung von W. Fabritius und J. Gibbs vorgeschlagenen Änderungen sind gleichfalls angeführt. Eingehender wird die E. Weißsche Methode dargelegt, bei der die Grundgleichungen durch symmetrische Form sich auszeichnen, was in der Regel von Vorteil für die numerische Rechnung ist. Am periodischen Kometen Brooks (1889 V) zeigt der Verf. die Anwendung eines Verfahrens der Bahnbestimmung, das man einschlagen kann, wenn man schon aus einer vorangehenden Berechnung die Bahn annähernd kennt. Ein weiteres Mittel eine bessere Bahn zu finden, die empirische Variation der zu zwei Beobachtungsorten gehörenden geozentrischen Distanzen, wird auf den Planeten (482) angewandt. Diese Methode kann aber ganz irreführen, wenn jene Beobachtungen nicht genau sind. Überhaupt hängt die Sicherheit der Bahnbestimmung, wie Verf. weiterhin erörtert, viel von einer guten Auswahl der Beobachtungen ab — vorausgesetzt, daß dem Rechner überhaupt genug Beobachtungen zur Verfügung stehen, daß er wählen kann! Daß ausnahmsweise drei Beobachtungen durch mehr als eine Bahn dargestellt werden können (abgesehen von der Erdbahn, die mit geozentrischen Distanzen = 0 aus beliebigen Beobachtungen herauskommt), wird analytisch und graphisch dargetan.

Der nicht seltene Fall, daß drei Planetenörter nahe in einem größten Kreise liegen und der andere, daß der Planet nahe der Ekliptik entlang läuft, machen die Bahnbestimmung aus vier Orten nötig wegen der Unsicherheit der Berechnung aus drei Beobachtungen. Formeln nebst Beispiel (Planet 468) werden gegeben, es wird aber mit Recht bemerkt, daß man diese Methoden für stärker exzentrische Bahnen nie anwenden sollte, da sie dann bloß einen unverhältnismäßig großen Zeitaufwand beanspruchen und doch nicht mehr leisten als die Methoden aus drei Beobachtungen. Auf den Lambertschen Satz gegründete Methoden von Glauser, Laplace, Bruns werden kurz auseinandergesetzt, ebenso wird eine Methode angeführt, wie man aus den Koordinaten eines Ortes (geozentrische Entfernung einschließlich) und deren durch meist sehr umständliche Interpolation aus einer Reihe von Beobachtungen erhaltenen Änderungen die Elemente finden kann.

Die erste Berechnung einer parabolischen Bahn wird nach der Lambert-Olbersschen, durch Gauss und Encke bequemer gestalteten Methode gelehrt; ein Beispiel dazu ist für den Kometen 1896 IV gerechnet. Auch die Rechnung der „Annäherungen“ mittels Differentialformeln statt der Versuche mit der regula falsi wird angeführt. Wie man Resultate einer ersten Rechnung bei einer genaueren Wiederholung der Bahnbestimmung verwenden kann, zeigt ein Beispiel am Kometen 1896 I. Daran schließt sich die Methode der Rechnung im „Ausnahmefall“, wenn die drei Kometenorte mit dem mittleren Erdort in denselben größten Kreis fallen, was bei Rechnungen aus wenigen Tagen Zwischenzeit oft genug vorkommt. Endlich werden noch die Bestimmungen parabelnaher Ellipsen oder Hyperbeln und von Kreisbahnen behandelt und eine kurze Geschichte der Bahnbestimmungen gegeben.

Der fünfte Teil, „die Bahnverbesserung“, behandelt zunächst die Ausgleichung von Beobachtungen und die Auflösung von Bedingungsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate mit ausführlich gerechnetem Beispiel für die Aufstellung der Normalgleichungen und ihrer Auflösung unter gleichzeitiger Bestimmung der Gewichte der einzelnen Unbekannten. Daran schließt sich die Darstellung der Methoden differentieller Verbesserung der Bahnelemente nach Schönfeld und in einer zweiten Form, in der die Zahl der Unbekannten in der einen entsprechend gewählten Koordinate um zwei vermindert ist, während die anderen vier Unbekannten auf die zweite Koordinate nur mit sehr kleinen Koeffizienten einwirken. Differentielle Methoden der Verbesserung von Parabeln bzw. parabelähnlichen Ellipsen werden in mehreren Formen auseinandergesetzt, und zum Schluß wird noch eine vom Verf. selbst ausgearbeitete Methode angeführt, die Elemente durch Variation zweier Distanzen und der zu diesen gehörenden vier Beobachtungskoordinaten differentiell zu verbessern. Als Beispiel ist der Planet (434) Hungaria gewählt, allerdings mit der die Rechnung bedeutend vereinfachenden Annahme, daß die zwei zugrunde gelegten Orte völlig richtig seien, daß also statt sechs nur zwei Unbekannte zu bestimmen sind. Die Zusatzbemerkung, daß hierbei eine mehr als genügende Übereinstimmung erzielt ist, gilt auch sonst für differentielle Bahnverbesserungen, wenn die Beobachtungen nur einen kleinen Teil der ganzen Bahn umfassen und wenig zahlreich sind. Die scheinbar ausgezeichneten Bahnelemente erweisen sich nämlich fast stets, wenn der Planet später an anderer Stelle der Bahn wieder gefunden wird, als weit weniger genau, als die frühere gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung hat annehmen lassen. Deshalb sind oft Näherungsmethoden und sogar Schätzungen, die rasch ausgeführt sind, mit Rücksicht auf die große Zeitersparnis den strengen Methoden in praxi vorzuziehen.

Die durch erste Berechnung und Verbesserung ermittelten Bahnelemente genügen niemals lange zur strengen Angabe eines Planeten- oder Kometenortes, weil sie sich infolge der Störungen fortwährend ändern. Im sechsten Teile wird nach Erklärung der mechanischen Quadratur und Ableitung der Formeln für die dabei auftretenden einfachen und Doppelintegrale die Theorie der speziellen Störungen eingehend abgehandelt, und zwar als erste Methode die der „Variation der Konstanten“. Wegen formeller Unterschiede werden die Störungen planetarischer Ellipsen (mit Beispiel) und die von Kometenbahnen getrennt erledigt. Dann werden auch die Hilfsmittel zur Wahrung voller Genauigkeit bei kreisähnlichen und bei schwach geneigten Bahnen angegeben und zum Schluß noch Umformungen für Hyperbeln vorgenommen. Die zweite Methode, die der „speziellen Störungen in Polarkoordinaten“, wird vom Verf. nur für gewisse Fälle empfohlen; die Formeln für die Störungen und für den Übergang auf neue Elemente werden ausführlich abgeleitet und zusammengestellt. Dann wird noch die dritte, jetzt nur noch für kurze Zeiträume angewandte Methode der „Störungen der rechtwinkligen Koordinaten“ entwickelt und ein Beispiel dazu gerechnet. Für die Kometen besonders wichtig sind noch zwei Methoden; die eine betrifft die Störungen, die ein solcher Körper bei ganz dichtem Vorübergang an einem großen Planeten (Jupiter) erleidet, die andere zeigt eine bedeutende Abkürzung der Rechnung, wenn man die Bahn eines vom störenden Planeten weit entfernten Kometen auf den Schwerpunkt Sonne-störender Planet bezieht statt auf den Sonnenmittelpunkt. Auch die Vorschriften für die Berechnung dieser Elementenänderung werden mitgeteilt. Als Resultat der gesamten bisherigen Theorie wird noch kurz die Ableitung einer definitiven Bahn besprochen.

Nunmehr geht Verf. über zur Ermittlung der Bah-

nen von Meteoriten und Meteorschwärmen aus dem als bekannt angesehenen Radianten bei hypothetisch angenommener oder aus Periodizitäten abgeleiteter Geschwindigkeit. Ferner führt er die Gallese Methode der Flugbahnberechnung von Feuerkugeln kurz an.

Der Bestimmung von Satellitenbahnen ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Formeln eignen sich besonders für die Fälle bekannter Umlaufzeit, mäßiger Exzentrizität, kleiner Neigung gegen bekannte Ebenen, wobei zugleich der Nutzen graphischer Methoden für erste Bestimmungen von Trabantenbahnen hervorgehoben wird. Auch Differentialformeln für die Bahnverbesserung werden entwickelt.

Der letzte Abschnitt gilt dem interessanten, schon so vielseitig behandelten Problem der Bestimmung von Doppelsternbahnen, die leider wegen der Beobachtungen naturgemäß anhaftenden Ungenauigkeit den Rechner selten befriedigt. Nach Anführung allgemeiner Sätze über die Bewegungen bei Doppelsternen und Darlegung der geometrischen Beziehungen zwischen scheinbarer und wahrer Bahnellipse werden die graphischen Methoden von Zwiers und Klinkerfues, sowie die analytische Methode (die Koeffizienten der Ellipsengleichung werden durch die Bahnelemente ausgedrückt) nach Seeliger erläutert. Auch die differentielle Verbesserung einer Doppelsternbahn wird kurz behandelt. Ferner wird gezeigt, wie sich aus einer veränderlichen Eigenbewegung die Bahn des betreffenden Sternes um den Schwerpunkt des Systems berechnen läßt. Für spektroskopische Doppelsterne werden die Methoden von Lehmann-Filhés und von Schwarzschild angeführt, und zum Schluß werden noch einige Arbeiten über Berechnung einer Bahn eines Algolveränderlichen aus der Lichtkurve genannt.

Aus der vorstehenden Inhaltsangabe, deren Ausführlichkeit durch die hohe Bedeutung des neuen Werkes über Bahnbestimmung von Himmelskörpern gerechtfertigt sein dürfte, vermag der Leser zu erkennen, daß der Studierende wie der praktische Rechner sich aus dem Buche über fast alle vorkommenden Fälle Belehrung und Rat holen kann. Die allgemeinen Störungen sind freilich unberücksichtigt geblieben, indes mit Absicht, weil sie nicht direkt in Beziehung stehen zur Bahnbestimmung selbst, sondern gewissermaßen nur die fernere Zukunft eines berechneten Planeten sichern sollen und dies nur annähernd. Für die Dauer einiger Umläufe eines Planeten um die Sonne, die man etwa durch eine „definitive Bahnbestimmung“ verbinden will, erreicht man durch scharfe Berechnung spezieller Störungen eine weit höhere Genauigkeit als bei gleichem Zeitaufwand durch Berechnung allgemeiner Störungen. Noch ist zu bemerken, daß zum vorliegenden Werke als Ergänzung die vor einigen Jahren erschienene Tafelsammlung desselben Verf. gehört, auf die vom Verf. auch vielfach verwiesen worden ist (siehe oben Fußnote)

A. Berberich.

**Hermann Schubert:** Auslese aus meiner Unterrichts- und Vorlesungspraxis. Zwei Bände. 239 u. 218 S. 8°. (Leipzig 1905, G. J. Göschen.)

Der erste Band zerfällt in zehn Abschnitte: I. Elementare Berechnung der Logarithmen auf der untersten Stufe (Untersekunda.) II. Die Siebzehnteilung des Kreises. III. Die Kreisteilungsgleichungen. IV. Die Zahl der von zwei Planspiegeln entworfenen Bilder. V. Volumen des Obeliskens aus Höhe und zwei oder drei beliebig gelegten Parallelschnitten. VI. Über eine beim Aufbau des absoluten Maßsystems begangene Inkonzsequenz. VII. Elementare Ableitung sehr enger Grenzen für die Schwingungszeit eines mathematischen Pendels. VIII. Die Konstantenzahl eines Polyeders und der Eulersche Lehrsatz. IX. Einführung in die neuere Geometrie. X. Kreise und Kugeln. — Der zweite Band umfaßt nur drei Abschnitte, von denen die beiden ersten aber größere wissenschaft-

liche Abhandlungen sind: I. Ganzzahligkeit in der algebraischen Geometrie. II. Kettenbrüche und Zahlentheorie. III. Vielstellige Berechnung der Logarithmen auf höherer Stufe (Prima), aber ohne logarithmische Reihen.

Ein Gelehrter, wie Herr Schubert, der schon als Student in der Zeitschrift für Mathematik und Physik seine Betrachtungen über die 16 Berührungskugeln von vier gegebenen Kugeln veröffentlichte, der dann später durch seine gründlichen Arbeiten über die abzählende Geometrie eine wissenschaftliche Größe wurde, die in der ganzen mathematischen Welt Anerkennung fand, der ferner durch seine unermüdete literarische Tätigkeit auf den verschiedensten Gebieten der Mathematik von den „Mathematischen Mußstunden“ bis zur Organisation der „Sammlung Schubert“ eine bewundernswürdige Vielseitigkeit an den Tag gelegt hat, mußte natürlich auch als praktischer Pädagoge höchst anregend wirken. Diese Wirksamkeit war nicht bloß auf den Unterricht an der Gelehrtschule des Johanneums in Hamburg beschränkt; er hielt auch vor engeren und weiteren Kreisen in Hamburg mathematische Vorlesungen und mußte sich hierbei bemühen, mit geringen Vorkenntnissen seiner Hörer zu rechnen. Die hierbei zu leistende Geistesarbeit soll man nicht unterschätzen; es kommt darauf an, das Wesen der zu behandelnden Frage ohne gelehrtes Beiwerk klar zu erfassen und darzustellen. Jakob Steiner sagte einmal in seinen halb seminaristisch gehaltenen Vorlesungen: Wenn Sie die Sache nicht so einfach darstellen können, daß ein dummer Bauernjunge Sie versteht, dann haben Sie noch nicht die erforderliche Klarheit erreicht. Und Schellbach, dessen Verdienst es ist, sehr viele Fragen der höheren Mathematik für die Behandlung im Schulunterricht passend gestaltet zu haben, ist der unübertroffene Meister solcher Behandlung gewesen, dessen Wirken in neuester Zeit erst von denen begriffen wird, die sich ähnliche Ziele stecken.

Man muß daher Herrn Schubert dankbar sein, daß er größeren Kreisen einen Einblick in die Methoden tun läßt, deren er, der kenntnisreiche und selbständige Mathematiker, sich bedient hat, um die Aufmerksamkeit seiner Schüler und Hörer für Aufgaben zu fesseln, die sonst im Schulunterricht kaum behandelt werden. Er zeigt damit seinen Kollegen, wie sie die auf der Universität und durch weitere Studien erworbenen Kenntnisse für den Unterricht fruchtbar machen können. Durch solche frische und fröhliche Arbeit im Dienste des Berufes wirkt aber der Lehrer auf seine Schüler ein und regt sie ganz anders zur Mitarbeit an, als wenn immer nur das vorliegende Lehrbuch und die gedruckte Aufgabensammlung das A und O des Unterrichts sind.

Nicht also jedes einzelne Kapitel oder jede einzelne Betrachtung soll zur Nachahmung empfohlen werden. Wohl aber möge die Anschauung des ganzen Werkes die Anregung zu ähnlichem Tun in dem nämlichen Geiste geben!

E. Lampe.

### Akademien und gelehrte Gesellschaften.

Akademie der Wissenschaften in Berlin. Sitzung am 8. März. Herr Klein legte eine Mitteilung des Professors an der Universität Freiburg (Schweiz) Herrn Dr. H. Baumhauer vor: „Über die regelmäßige Verwachsung von Rutil und Eisenglanz.“ Während bisher allgemein angenommen wurde, daß die Verwachsung von Rutil und Eisenglanz bei dem prächtigen Vorkommen vom Cavradi in der Weise stattfindet, daß die Hauptachsen der Rutilkristalle den Zwischenachsen des Eisenglanzes parallel gehen, zeigt Verf., daß dies nicht der Fall sei, daß vielmehr die Rutilprismen mit jenen Achsenrichtungen einen, wie es scheint, konstanten spitzen Winkel (von  $2^{\circ} 10'$ ) einschließen. Infolgedessen gibt es, anstatt der bisher angenommenen drei, sechs Stellen, in welchen die Rutilite mit Eisenglanz verbunden sind. Diese Stellen lassen sich nicht genau kristallonomisch definieren, deuten aber darauf hin, daß der Rutil gleich-

sam einer doppelten Anziehung von seiten des Eisenglanzes unterliegt, infolgedessen er eine mittlere Lage einnimmt zwischen den bisher angenommenen und einer anderen, bei welcher jedesmal eine Polkante von P (III) einer Zwischenachse des Eisenglanzes parallel geht.

Königlich sächsische Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Sitzung am 5. Februar. Herr Pfeffer legt zum Abdruck in den Abhandlungen eine Arbeit von Dr. Nathansohn vor: „Über die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere.“ — Herr Rohn legt zum Abdruck in den Berichten eine Arbeit von Prof. Liebmann vor: „Über das Problem der Stabilität der Fachwerke.“

Royal Society of London. Meeting of January 18. The following Papers were read: „The Factors which Determine the Production of Intraocular Fluid.“ By E. E. Henderson and Professor E. H. Starling. — „A Critical Account of some Anomalous Conditions of the Cerebrum in the Human Foetus.“ By Dr. W. L. H. Duckworth. Communicated by Professor A. Macalister. — „A Case of Regeneration in Polychaete Worms.“ By A. T. Watson. Communicated by Professor C. S. Sherrington. — „On the Infection, Histology, and Development of the Uredo Stage in certain Uredine.“ By J. B. P. Evans. Communicated by Professor H. Marshall Ward. — „On the Synopsis in Amphibia.“ By J. E. S. Moore and Miss A. L. Embleton. Communicated by Professor J. B. Farmer. — „On the Constancy of Form among the Synaptic Gemini (Heterotype Chromosomes) in Certain Animals.“ By J. E. S. Moore and G. Arnold. Communicated by Professor J. B. Farmer. — „The Growth of the Oocyte in Antedon: a Morphological Study in the Cell Metabolism.“ By G. C. Chubb. Communicated by Professor E. H. Starling. — „Observations on the Life-History of Leucocytes.“ By C. E. Walker. Communicated by Professor C. S. Sherrington. — „A Study of the Mechanism of Carbon Assimilation in Green Plants.“ By F. L. Usher and J. H. Priestley. Communicated by Professor M. W. Travers. — „Note on the Progeny of Chestnut Thoroughbred Horses.“ By W. F. R. Weldon.

Académie des sciences de Paris. Séance du 5 mars. Berthelot: Les sous-oxydes de carbone. — G. Humbert: Sur quelques conséquences arithmétiques de la théorie des fonctions abéliennes. — J. Boussinesq: Propagation du mouvement autour d'un centre, dans un milieu élastique, homogène et isotrope: étude de l'onde produite sans changements de densité. — L. Guignard: Le Haricot à acide cyanhydrique, Phaseolus lunatus L. — Paul Sabatier et A. Mailhe: Synthèse de trois diméthylcyclohexanols secondaires. — B. Baillaud et E. Mathias: Sur la Carte magnétique des Iles Britanniques. — L. Guillaume: Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de 0 m, 16 d'ouverture) pendant le quatrième trimestre de 1905. — Luigi Bianchi: Sur la déformation des quadriques. — Serge Bernstein: Sur les singularités des solutions des équations aux dérivées partielles du type elliptique. — A. Perrot: Sur la mesure des pertes de phase par réflexions. — A. Debière: Sur les phénomènes de phosphorescence. — Oechsner de Coninck: Contribution à l'étude de l'anhydride sélénieux. — A. Duboin: Sur les iodomercurates de calcium et de strontium. — H. Pécheux: Nature de la décomposition d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre par quelques alliages de l'aluminium. — H. Baubigny: Sur le dosage de cadmium. — Ph. Landrieu: Thermochemie des hydrazones et des osazones, des dicétones- $\alpha$  et des sucres réducteurs. — Leo Vignon: Copulation benzidineaniline, diphenylbidiazaminobenzène et diphenyldisazoaminobenzène. — J. Bougault: Sur un tartrate d'antimoine. — Émile Kohn-Abrest: Etude chimique sur les graines dites Pois de Java. — E. Manceau: Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew. — L. Leger et O. Duboscq: L'évolution des

**Eccrina des Glomeris.** — J. Bounhiol: Sur le gisement huitrier naturel de la Macta (Algérie) et le régime d'écoulement de cette rivière. — Charrin et Goupil: Les ferments du placenta. — M. Lambert: Sur la durée de persistance de l'activité du coeur isolé. — A. Moutier: De l'influence de la vieillesse sur la pression artérielle. — Ph. Glangeaud: Une chaîne volcanique miocène sur le bord occidental de la Limagne. — W. Kilian et L. Gentil: Découverte de deux horizons crétacés remarquables au Maroc. — E.-A. Martel: Sur le grand cañon du Verdon (Basses-Alpes), son âge et sa formation. — Witold Broniewski adresse une Note „Sur la relation entre le changement de résistance et la dilation des solides monoatomiques“.

### Vermischtes.

Zur Messung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus auf Reisen mit der Genauigkeit, die für die Aufnahme des magnetischen Potentials eines Landes ausreichend ist, und mit der Schnelligkeit, welche die Bestimmungen an möglichst vielen Orten ermöglicht, hat Herr A. Wagner eine neue Methode angegeben, welcher folgender Gedanke zugrunde liegt: „Wenn ein um eine Vertikalachse frei beweglicher Magnet durch einen zweiten Magneten aus der ersten Gauss'schen Hauptlage abgelenkt wird, tritt *ceteris paribus* eine um so größere Ablenkung ein, je kleiner das Kraftfeld ist, welches den Magneten in der Richtung des magnetischen Meridians festhält; hebt man aber das Kraftfeld ganz auf, indem man durch ein den Magneten umgebendes Solenoid einen passend gewählten Strom schickt, so wird sich der Magnet genau in die Richtung des ablenkenden Magneten einstellen.“ Die Feldstärke im Innern des Solenoids, welche die Horizontalintensität aufhebt, also diese mißt, wird durch die Intensität des durch die Spule gesandten Stromes bestimmt. Der Beschreibung des einfachen Apparates, wie der Versuchsausführung fügt Herr Wagner einige Messungen bei, aus denen zu ersehen ist, daß mehrere auf einander folgende Messungen, zwischen denen der Apparat stets aufs neue aufgestellt wurde, Werte geliefert haben, deren Mittel nur mit einem Fehler von 0,07% behaftet waren, und daß die Zeit, welche diese Messungen beanspruchen, eine verhältnismäßig kurze ist; denn obwohl dem Verf. zur Messung der Stromstärke ein Amperemeter nicht zur Verfügung stand und er die Spannung an den Enden eines bekannten Widerstandes im Stromkreise mit der eines Normalelements vergleichen mußte, dauerten fünf Messungen inklusive jedesmaliger Aufstellung des Apparates und Ausrechnung der Resultate nur etwa vier Stunden. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1905, Bd. 114, Abt. IIa, S. 1221—1229.)

Für das Studium der Fluoreszenz ist eine der ersten Fragen, die erledigt werden muß, die, ob die Fluoreszenz eine Veränderung der Eigenschaften des fluoreszierenden Stoffes bedingt, und zwar handelt es sich hier um temporäre Veränderungen, die mit der Fluoreszenz beginnen und aufhören. Nach zwei Richtungen hin lagen Untersuchungen hierüber vor, nämlich bezüglich der elektrischen Leitfähigkeit und bezüglich des Lichtabsorptionsvermögens, und in beiden Fällen waren positive Ergebnisse gemeldet. Die geringen Werte der Änderungen und die Schwierigkeit der Versuche veranlaßten Herrn C. Camichel, diese Angaben einer experimentellen Prüfung zu unterziehen. Zunächst vermutete er, daß bei den Messungen der Widerstandsänderungen nicht die Fluoreszenz, sondern die durch die Bestrahlung hervorgerufene Temperaturänderung die Widerstandsänderung hervorbringen könnte, und die Versuche bestätigten diese Vermutung auch quantitativ; erwähnt sei, daß er die von Nichols und Merritt (Rdsch. 1905, XX, 249) angegebene Widerstandsänderung an den bezüglichen Lösungen schon durch eine Erwärmung um  $\frac{1}{2}$  Grad hervorzubringen vermochte. In gleicher Weise führten die nach verschiedenen Methoden angestellten Messungen der Lichtabsorption in Uranglas und in fluoreszierenden Lösungen zu der Erkenntnis, daß der Absorptionskoeffizient eines fluoreszierenden Körpers sich während der Fluoreszenz nicht verändert. (Journal de Physique 1905, ser. 4, tome IV, p. 873—884.)

### Personalien.

Die schwedische Akademie der Wissenschaften in Stockholm hat den Professor der Anatomie an der Universität Straßburg Dr. G. Schwalbe zum auswärtigen Mitgliede erwählt.

Die Danziger Technische Hochschule ernannte Prof. Slaby zum Ehrendoktoringenieur.

Die Akademie der Wissenschaften zu München bewilligte dem Prof. Dr. Oskar Schultze in Würzburg 500 M. zur Untersuchung der feineren Struktur der elektrischen Organe der Fische und dem Kustos des botanischen Museums in München Dr. Roß 2500 M. zur Erforschung bestimmter Wechselbeziehungen zwischen Tier- und Pflanzenwelt in den Tropen des mittleren Amerika.

Die Linnean Society hat die Herren Prof. O. Hertwig (Berlin) und Prof. H. O. Osborn (New York) zu auswärtigen Mitgliedern ernannt.

Ernannt: Privatdozent Dr. A. Bochenek zum außerordentlichen Professor der Anatomie an der Universität Krakau und Privatdozent Dr. E. Godlewski zum außerordentlichen Professor der Entwicklungsgeschichte ebenda; — der Astronom Dr. Paul Guthnick in Bothkamp zum Observator an der königl. Sternwarte in Berlin; — der Zoologe Prof. Richard S. Lull am Massachusetts State Agricultural College zum Assistenten-Professor der Paläontologie an der Yale University; — Privatdozent Dr. Albrecht Bethe, Assistent des physiologischen Instituts an der Universität Straßburg, zum Professor; — Dr. Karl Spiro, Assistent am physiologisch-chemischen Institut der Universität Straßburg, zum Professor.

Berufen: Prof. Dr. med. et phil. F. Czapek in Prag als ordentlicher Professor für Botanik an die Universität Czernowitz; — Dr. Anding, Professor an der Universität München, zum Direktor der Sternwarte in Gotha; — Dr. C. v. Wisselingh (Amsterdam) als Professor der Mathematik an die Universität Groningen.

Gestorben: Am 17. März in Baden-Baden Prof. Dr. Adolf Emmerling, Dozent der Agrikulturchemie an der Universität Kiel, 64 Jahre alt.

### Astronomische Mitteilungen.

Die Untersuchung von sieben Doppelaufnahmen der Gegend um  $\gamma$  Sagittae am Brucefernrohr zu Heidelberg durch Herrn und Frau Wolf hat zur Auffindung von 55 neuen Veränderlichen geführt, deren Lichtschwankung mindestens eine ganze, in manchen Fällen sogar mehr als vier Größenklassen beträgt.

Ferner zeigt Prof. M. Wolf die Entdeckung eines neuen Veränderlichen vom Algoltypus (30. 1906 Geminorum) an. Der Stern findet sich auf 43 Heidelberger Aufnahmen. Seine Helligkeit ist auf 39 Platten nahe 9,0. (zwischen 8,7, und 9,1.) Gr., am 3. November 1905 erschien er 10,0., und am 20. Februar 1906 gaben drei nach einander gemachte Aufnahmen die Größen 9,3, 9,5 und 10,0. Am 23. Februar konstatierte dann Herr K. Graff in Hamburg ein weiteres Minimum; er schätzt visuell den Stern etwa eine Größenklasse schwächer, also im Maximum 9,6., im Minimum 11,0. Gr. Die Periode dürfte nahe 2,94 Tage betragen. (Astron. Nachr. 170, 361 ff.)

Der von Herrn Wolf am 22. Februar entdeckte Planetoid TG war am 17. März noch rückläufig; dies ist der endgültige Beweis für seine abnorm große Entfernung. Eine sichere Bahnbestimmung ist einstweilen noch nicht möglich; indessen wird der Planet, wenn erst seine Elemente annähernd ermittelt sein werden, zweifellos auf manchen älteren Aufnahmen nachträglich aufzufinden sein, da er stets nahe der Ekliptik bleibt und diese Regionen sehr oft fotografiert sind.

Den Kometen 1905c hat Herr Morgan in Glasgow (Mo.) am Abend des 21. Februar wieder gefunden; die Abweichung gegen die Ephemeride des Herrn Wedemeyer (Rdsch. XXI, 104) war unbedeutend.

A. Berberich.

### Berichtigung.

S. 139, Sp. 2, Z. 21 v. u. lies: 1905, Bd. 23; statt 1906, Bd. 9.

Für die Redaktion verantwortlich  
Prof. Dr. W. Sklarek, Berlin W., Landgrafenstraße 7.