

# Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVII. Jahrgang.

Fünftes Heft.

September 1904.

## Das Parallelogramm der Bewegungen, das Parallelogramm der Kräfte und der Projektionssatz.

Von

Prof. E. Grimsehl in Hamburg.

Zur Demonstration des Parallelogramms der Bewegungen habe ich den folgenden Apparat konstruiert, welcher gestattet, die Zusammensetzung von zwei oder auch von mehreren gleichzeitig oder nacheinander erfolgenden Bewegungen darzustellen.

Der Apparat (Fig. 1—4) besteht aus einem unter  $45^\circ$  gegen die horizontale Tischplatte pultartig aufzustellenden Brett von 70 cm Länge und 35 cm Breite. Die untere Kante des Brettes ist mit einer  $1\frac{1}{2}$  cm breiten und 1 cm hohen Holzleiste versehen, auf deren vorderer, also dem Beschauer zugewandter Fläche eine weithin sichtbare Zentimeterteilung, bei der die Zehner- und Fünferstriche besonders bezeichnet sind, angebracht ist. Diese Leiste dient gleichzeitig als Maßstab und als Führungsschiene für eine Reihe von Glasplatten, die längs einer oder mehrerer Kanten ebenfalls mit einer in Ölfarbe gemalten Zentimeterteilung versehen sind. Außerdem ist ungefähr in der Mitte der einen Kante jeder Glasplatte eine sichtbare Marke (*M*, Fig. 4) angebracht, die sich bei der Verschiebung der Glasplatte auf dem Grundbrette längs der auf der Leiste angebrachten Teilung bewegt. Auf dem Grundbrett wird ein Blatt Papier (ein halber Bogen Zeichenpapier) mittels zweier Heftzwecken befestigt. Fig. 1 zeigt den Apparat mit einer darauf liegenden Glasplatte von 30 cm Länge und 10 cm Breite, die an der oberen Kante eine Zentimeterteilung trägt; Fig. 2 zeigt denselben Apparat mit zwei derartigen Glasplatten. In Fig. 3 ist der Apparat mit einer großen, dreieckigen Glasplatte versehen, bei der die beiden seitlichen Kanten gegen die Grundkante unter den Winkeln  $45^\circ$  und  $60^\circ$  geneigt sind. Fig. 4 zeigt die Benutzung einer großen, rechteckigen Platte, bei der außer der oberen Kante auch die eine vertikale Kante mit Zentimeterteilung versehen ist. Außerdem ist noch eine dreieckige Platte, ähnlich wie in Fig. 3, aber mit den Winkeln von  $30^\circ$  und  $90^\circ$  an der Grundkante vorhanden. Die schmalen, rechteckigen Platten dienen dazu, die Zusammensetzung zweier oder dreier Bewegungen, die in derselben oder in entgegengesetzter Richtung erfolgen, zu veranschaulichen, während die großen Glasplatten für die Zusammensetzung zweier Bewegungen, die einen Winkel einschließen, bestimmt sind. Bei der Zusammensetzung mehrerer Bewegungen wird die eine Bewegung durch die Verschiebung der Marke auf der Glasplatte gegen die Führungsleiste bewirkt, die andere Bewegung wird dargestellt durch die Bewegung einer Bleistiftspitze längs der einen mit Teilung versehenen Kante derselben Glasplatte.

1. Zusammensetzung von gleich- oder entgegengesetzt gerichteten Bewegungen (Fig. 1). Man legt die eine schmale, rechteckige Platte mit der mit Marke versehenen Kante auf das Grundbrett an die Führungsleiste so an, daß die Marke mit einem durch einen aufgesetzten Reißbrettstift kenntlich gemachten Zehnerstriche der Führungsleiste zusammenfällt, und hält die Bleistiftspitze an einen Zehner-

strich der an der oberen Kante der Glasplatte angebrachten Teilung. Verschiebt man dann die Glasplatte, während die Bleistiftspitze immer an demselben Punkte

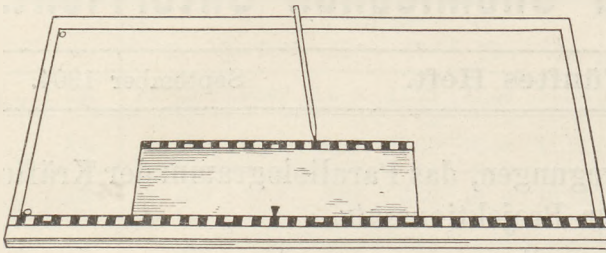


Fig. 1.

der oberen Teilung bleibt, so führt der Bleistift die Bewegung der Glasplatte aus (Bewegung I). Nun geht man mit der Glasplatte in die Anfangsstellung zurück und bewegt den Bleistift (oder Farbstift) längs der Teilung auf der Glasplatte, führt also eine Bewegung relativ zur Glasplatte aus (Bewegung II). Dann führt

man beide Bewegungen in beliebiger Reihenfolge nacheinander und endlich gleichzeitig aus. Man erhält so die aus den beiden Teilbewegungen resultierende Bewegung, die gleich der Summe oder Differenz der Einzelbewegungen ist.

Zur Zusammensetzung von drei Bewegungen (Fig. 2) wird die obere Kante der

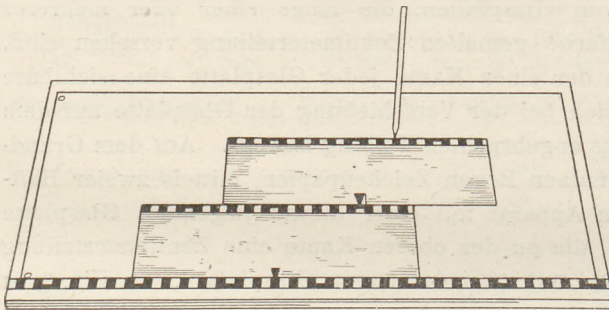


Fig. 2.

einen schmalen, rechteckigen Glasplatte als Führungsleiste der zweiten schmalen Glasplatte benutzt. Man hat dann die Bewegung der ersten Glasplatte relativ zum Grundbrett, die Bewegung der zweiten Glasplatte relativ zur ersten und die Bewegung des Bleistifts relativ zur zweiten Glasplatte. Die Unabhängigkeit des erreichten

Ortes von der Reihenfolge und von der Ungleichzeitigkeit oder Gleichzeitigkeit der Einzelbewegungen läßt sich mit beliebiger Variation darstellen. Auch der Begriff der Relativität der Bewegungen kommt hierbei sehr gut zur Darstellung. Wenn man z. B. den Bleistift festhält und die Glasplatte verschiebt, so führt der Bleistift, trotzdem er relativ zum Brette in Ruhe bleibt, eine Bewegung relativ zur Glasplatte aus, welche der

Bewegung der Glasplatte selbst gleich groß und entgegengesetzt gerichtet ist.

2. Zusammensetzung von Bewegungen, die einen Winkel einschließen. Es wird eine der großen Glasplatten auf das Grundbrett gelegt und mit einer Marke längs der Führungsleiste verschoben (Bewegung I), dann wird ein Bleistift längs der einen mit Maßstab versehenen Kante der Glasplatte bewegt (Bewegung II).

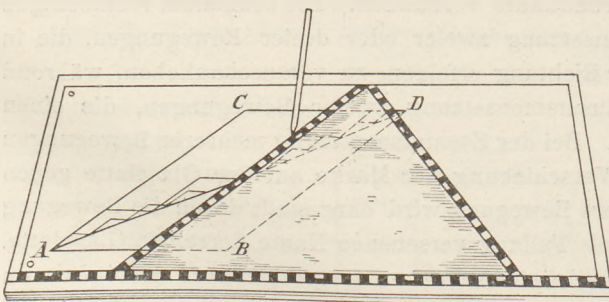


Fig. 3.

Bewegt man beispielsweise nach Fig. 3 die dreieckige Glasplatte mit den Winkeln  $60^\circ$  und  $45^\circ$  längs der Führungsleiste um 20 cm, so gibt der mit der Glasplatte an unveränderter Stelle derselben gehaltene Bleistift gleichzeitig auch die Bewegung  $AB$  dieses Punktes an. Bewegt man nun den Bleistift längs der geteilten

Kante der Glasplatte um 30 cm, so entsteht die Linie  $BD$ , welche die zweite Bewegung darstellt. Der durch beide Bewegungen erreichte Ort ist der Punkt  $D$ . Jetzt geht man mit Glasplatte und Bleistift in die Anfangsstellung wieder zurück und bewegt zuerst den Bleistift längs der Glasplatte um 30 cm ( $AC$ ) und dann die Glasplatte bei festgehaltenem Bleistift um 20 cm ( $CD$ ); man erlangt so denselben Ort  $D$ , wie bei der ersten Aufeinanderfolge der Bewegungen. Darauf führt man beide Bewegungen so aus, daß erst der Bleistift um 3 cm, die Glasplatte um 2 cm, dann wieder der Bleistift um 3 cm und dann die Glasplatte um 2 cm bewegt wird. So fährt man fort, bis man die ganze erste Bewegung von 30 cm und die ganze zweite Bewegung von 20 cm ausgeführt hat. Die Bahn ist durch eine von  $A$  bis  $D$  gehende Zickzacklinie angegeben. Man kann nun weiter schließen, daß diese Zickzacklinie in die Diagonale übergeht, wenn die einzelnen Abschnitte der Einzelbewegungen in eine sehr große Zahl gleicher Teile geteilt werden. Hieraus folgt, daß bei Gleichzeitigkeit beider Bewegungen, bei denen die in den einzelnen Punkten herrschenden Teilgeschwindigkeiten einander proportional sind, die resultierende Bahn die Diagonale des Parallelogramms ist. Ebenso erkennt man, daß, wenn diese Proportionalität der einzelnen Geschwindigkeiten nicht vorhanden ist, die Bahn krummlinig werden muß. Bei dieser Art der Demonstration kommt besonders gut zum Ausdruck, daß das Gesetz vom Parallelogramm der Bewegungen eigentlich aus zwei Teilen besteht; daß nämlich erstens der erreichte Ort ( $D$ ) unabhängig ist von der Reihenfolge der Einzelbewegungen; daß zweitens die Bewegung in der Bahn der Diagonale des Parallelogramms nur bei Proportionalität der Teilgeschwindigkeiten in den einzelnen Punkten der Bahn stattfinden wird<sup>1)</sup>.

3. Zusammensetzung einer gleichförmigen Bewegung mit einer ungleichförmigen Bewegung. Der wagerechte Wurf. Es wird die große rechteckige Platte auf das Grundbrett gelegt (Fig. 4) und längs der Führungsleiste gleichförmig verschoben, während der

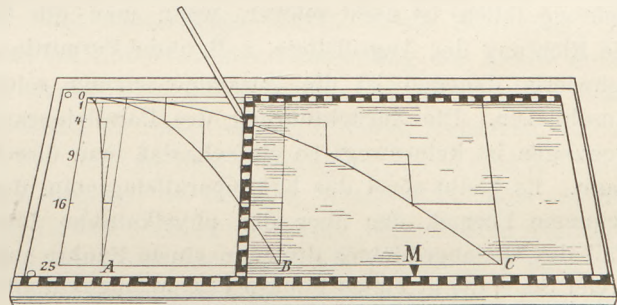


Fig. 4.

bleistift an einem der oberen Teilpunkte der vertikalen, geteilten Kante festgehalten wird. Der Bleistift gibt nun die Bewegung eines horizontal geworfenen Körpers an, der nur der Trägheit folgt. Bewegt man gleichzeitig den Bleistift längs der vertikalen Kante nach unten, so ergibt sich die aus den beiden Seitenbewegungen folgende resultierende Bewegung. Erfolgt diese vertikale Abwärtsbewegung nach den Fallgesetzen, so entsteht die Bahn des wagerechten Wurfs, Fig. 4 deutet die Entstehung der Wurfbahn an. Die horizontale Wurfgeschwindigkeit sei durch die Bewegung von 10 cm in der Sekunde dargestellt, während der durch den Fall in der ersten Sekunde zurückgelegte Weg durch 1 cm dargestellt wird. Diese Verhältnisse stellen im verkleinerten Maßstabe (1:500) die horizontale Wurfbahn mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 50 m dar. Man bewegt die Glasplatte mit festgehaltenem Bleistift 10 cm längs der Führungsleiste und verschiebt dann den Bleistift um 1 cm nach unten. Darauf wird wieder die Glasplatte

<sup>1)</sup> Anmerkung der Redaktion. Man vergl. hierzu O. REICHEL, ds. Zeitschr. II 268.

um 10 cm, der Bleistift aber um 3 cm (Weg in der zweiten Sekunde) verschoben. In derselben Weise wird für die dritte Sekunde erst die horizontale Komponente 10 cm, dann die vertikale Komponente 5 cm, ferner entsprechend 10 cm und 7 cm, endlich 10 cm und 9 cm durch die entsprechenden Bewegungen zur Darstellung gebracht. Die jedesmal nach Ausführung der beiden Seitenbewegungen erreichten Orte des Bleistifts zeichnen die Orte auf, wo sich der wagrecht geworfene Körper nach 1, 2, 3, 4, 5 Sekunden befindet. Es ist leicht, aus diesen einzelnen Punkten die Wurfbahn zu konstruieren.

Man macht nun dieselbe Zeichnung für eine andere Anfangsgeschwindigkeit von beispielsweise 5 cm und findet, daß die Bahn des Körpers anfangs wesentlich stärker gekrümmt ist, daß aber der Körper zur selben Zeit auf der unteren Kante des Brettes ankommen muß, wie bei der ersten Bewegung, nur liegt der erreichte Ort gerade um die Hälfte weniger entfernt wie im ersten Falle. Der Versuch läßt sich mit anderen Geschwindigkeiten wiederholen. In Fig. 4 sind die beiden angedeuteten Versuche und ein Versuch mit der horizontalen Geschwindigkeit von 1 cm ausgeführt.

Will man auch den schiefen Wurf darstellen, so tut man am besten, das ganze Brett schräg zu stellen und eine der dreieckigen Glasplatten zu benutzen, bei der dann die geteilte Kante vertikal (natürlich ohne Rücksicht auf die pultartige Neigung des Brettes) zu stehen kommt. Es ist aber darauf aufmerksam zu machen, daß man durch allzu vielseitige Benutzung des Apparates dem Unterricht auch schaden kann. Darum würde ich es vorziehen, die weitere Behandlung des Wurfes am geworfenen Körper selbst vorzunehmen. (Man vergleiche S. 265.)

4. Zusammensetzung der Kräfte. Die Zusammensetzung von Kräften, die an demselben Punkte eines Körpers in gleicher oder entgegengesetzter Richtung angreifen, ist leicht verständlich zu machen. Auch die Zusammensetzung solcher Kräfte, die dieselbe Angriffslinie haben, bei denen also die Angriffspunkte in die Kraft-richtung fallen, ist nicht schwer, wenn man die Verlegung des Angriffspunktes in die Richtung der Angriffslinie, z. B. unter Vermittlung eines Seiles, klar gemacht hat. Schwierig dagegen ist die Zusammensetzung solcher Kräfte, welche einen Winkel einschließen. Die Zurückführung des Parallelogramms der Kräfte auf das der Bewegungen ist keineswegs so einfach, daß man dieselbe nur mit einigen Worten abtun kann. Es bleibt sonst das Kräfteparallelogramm den Schülern gar zu leicht nur eine bequeme Formel, der aber der physikalische Inhalt fehlt. Man kann zwar den Fall des Gleichgewichtes dreier in einem Punkte angreifender Kräfte unter Benutzung dreier Seile, die in einem Punkte zusammengeknüpft sind, in bekannter Weise zeigen, indem man zwei dieser Seile über Rollen führt und an den Enden belastet, während man das dritte Ende direkt belastet. An einem prinzipiellen Mangel leidet aber dieser Versuch, an einem anderen die daraus gezogene Schlußfolgerung. Wir lassen drei Kräfte wirken; aber es mag die Frage gestattet sein, worauf wirken sie? Es fehlt vollständig der Körper, an dem eine der Kräfte oder alle ihre Wirkung äußern könnten. Jedenfalls ist der Knoten nicht der von den Kräften beeinflusste Körper, denn sonst müßte er, wenn das Gleichgewicht gestört würde, mit einer unendlich großen Beschleunigung bewegt werden, da seine Masse unendlich klein ist. Vielmehr wirkt jedes einzelne Gewicht bewegend auf die Masse des Gewichtsstückes, weshalb auch bei Störung des Gleichgewichtes jedes Gewichtsstück mit der Schwerebeschleunigung fällt.

Diesem prinzipiellen Mangel des Versuchs könnte dadurch abgeholfen werden, daß man die drei zusammengeknüpften Fäden an einem Körper befestigte, der sich

auf horizontaler Ebene möglichst reibungslos bewegen könnte, und daß man alle drei Fäden horizontal führt, doch verliert hier die Versuchsanordnung viel an Übersichtlichkeit und Einfachheit. Der Grund, weshalb das Fehlen eines solchen, von den Kräften beeinflussten Körpers das Resultat der daraus gezogenen Schlußfolgerungen nicht falsch macht, liegt darin, daß in dem Knoten durch die in demselben auftretenden Spannungen die Wirkungen der Kräfte völlig aufgehoben werden. Es ist das durch die elastischen Kräfte erzeugte Gleichgewicht der eigentliche Kernpunkt der Versuchsanordnung.

Sehen wir nun einmal von diesem prinzipiellen Mangel des Versuches ab, so kann man aus diesem Versuch nur auf die Gleichgewichtsbedingung dreier Kräfte schließen, der man dann allerdings auch die Formulierung geben kann, daß drei Kräfte sich dann das Gleichgewicht halten, wenn jede von ihnen der nach dem Parallelogrammgesetz konstruierten oder gebildeten Resultierenden der beiden anderen gleich groß und entgegengesetzt gerichtet ist. Aber aus diesem Versuche folgt für den Fall, daß nur zwei Kräfte unter einem Winkel auf einen Körper wirken, absolut nichts mehr, als daß kein Gleichgewicht herrschen kann. Die Schwierigkeit des Problems der Zusammensetzung zweier unter einem Winkel wirkender Bewegungen scheint mir darin zu liegen, daß man gleich eine Doppelaufgabe lösen will, nämlich die Frage erstens nach der Richtung der Resultierenden, also der Bahn des Körpers, und zweitens nach der Größe der Resultierenden. Trennt man die Aufgabe in diese zwei Teile, so wird die Lösung leichter verständlich und die Lösung hat für den Schüler zwingende Beweiskraft.

Lassen wir einmal alle auf der Erde stattfindenden mechanischen Vorgänge an unserem geistigen Auge vorüberziehen, so kommen wir zu dem merkwürdigen Resultat, daß außer der Fall- und Wurfbewegung alle Bewegungen des Körpers auf gezwungener Bahn vor sich gehen. Deshalb glaube ich, daß auch dem Schüler die Bewegungen auf gezwungener Bahn näher liegen, als die freie Bewegung. Ist dieses aber der Fall, so muß man im Unterricht der Behandlung der Kräfte damit anfangen, zu untersuchen: Wann sind Kräfte, die auf einen auf gezwungener Bahn beweglichen Körper wirken, äquivalent? In verschiedenen früheren Aufsätzen, zuletzt noch in einem Aufsatz über „Die mechanische Kraftübertragung durch schiefe Ebene, Keil und Schraube“ im laufenden Jahrgange ds. Zeitschr., S. 129—135, habe ich der Äquivalenzbedingung den mit dem Namen Projektionssatz bezeichneten Ausdruck gegeben, daß zwei Kräfte, die unter einem Winkel gegen die gezwungene Bahn auf einen in dieser Bahn bewegten Körper wirken, dann äquivalent sind, wenn ihre Projektionen auf die Bahn des Körpers gleich sind. Diesen Satz habe ich früher aus dem Parallelogrammgesetz abgeleitet. Wenn ich aber heute den Plan verfolge, diesen Satz an die Spitze zu stellen, um dann später hieraus das Parallelogrammgesetz abzuleiten, so bedarf der Projektionssatz einer vom Parallelogrammgesetz unabhängigen Herleitung oder eines experimentellen Nachweises.

Diesem Zwecke dient der in Fig. 5 abgebildete Apparat<sup>2)</sup>. Der Apparat besteht aus einem eisernen Rahmengestell von ca. 60 cm Höhe und Breite, dessen obere horizontale Querleiste aus einem Stück Flacheisen besteht, auf welchem eine durch eine Schraube feststellbare Hülse mit angesetzter leichtbeweglicher Rolle befestigt ist. Zwischen der oberen und der unteren Querleiste ist eine aus zwei Stahlstäben

<sup>2)</sup> Der Apparat ist von mir schon am 24. Mai in der Pflingstversammlung des „Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“ in Halle a. S. vorgeführt.

hergestellte Schiene in der Nähe der einen vertikalen Säule des Stativs vertikal befestigt. Neben dieser Doppelschiene befindet sich, an der vertikalen Säule angebracht, ein Zentimetermaßstab, dessen Teilung am oberen Ende anfängt. An der Schiene gleitet ein in Fig. 6 besonders abgebildeter Wagen mit möglichst wenig Reibung mittels zweier Rollen entlang. In der Mitte zwischen den Berührungspunkten der Rollen mit den Schienen ist ein Haken angebracht, der als Angriffspunkt der Kräfte dient. An dem Wagen hängt eine Wagschale vertikal herab, welche dort, wo die Schienen hindurchgehen, mit einem genügend weiten, rechteckigen Loche versehen ist, damit dieselbe nicht an die Schienen anstößt und dadurch die Reibung unnötig vermehrt. An dem zwischen den beiden Rollen befestigten Haken ist ein dünner Stahldraht<sup>3)</sup> befestigt, der über die am oberen Querbalken befestigte Rolle geführt ist und am anderen Ende einen Haken zum Anhängen von Scheibengewichten trägt. Der

Wagen hat das Gewicht von genau 100 g, während jedes einzelne Scheibengewicht 50 g wiegt.

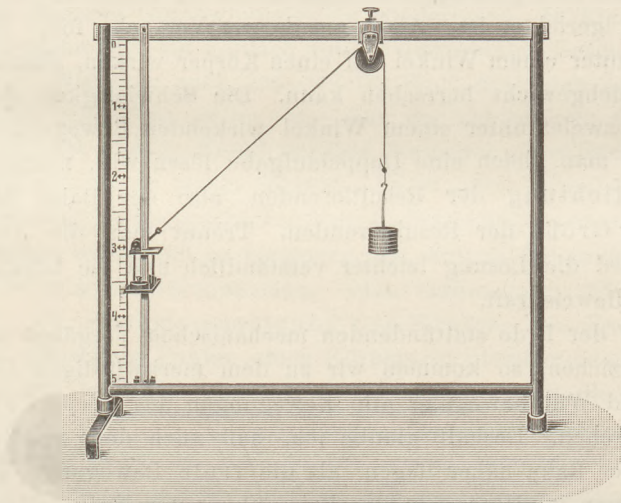


Fig. 5.

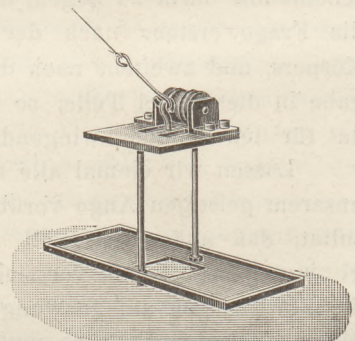


Fig. 6.

Hängt man nun zur Ausführung eines Versuchs an das freie Ende des Stahldrahtes ein Gewicht von beispielsweise 200 g, so wird das Gewicht den Wagen bis zu einer bestimmten Stelle der Schiene in die Höhe heben. Durch Klopfen an dem Stativ kann man die noch durch die Reibung verursachte Unsicherheit der Einstellung vollständig beseitigen, sodaß bei Wiederholung des Versuchs die Einstellung des Wagens bis auf Millimeter genau dieselbe ist. Mißt man nun mit einem Maßstabe die Entfernung vom Haken am Wagen bis zum Berührungspunkt des Stahldrahtes mit der Rolle und liest man ebenso an der vertikalen Teilung die vertikale Entfernung des Hakens von der Querleiste ab (wovon man noch den Abstand des Berührungspunktes des Stahldrahtes mit der Rolle vom oberen Querbalken zu subtrahieren hat), so ergibt sich genau die Proportion, daß das Gewicht der Scheibengewichte sich zum Gewicht des Wagens verhält, wie die Länge des Stahldrahtes zur vertikal an den Schienen gemessenen Länge. Es ist also die Kraft, die den Wagen in der Richtung der Schiene bewegt, dargestellt durch die Projektion der unter einem Winkel gegen die Bahn wirkenden Kraft auf die Bahn. Die Wiederholung desselben Versuchs unter Benutzung anderer Scheibengewichte und daraus sich er-

<sup>3)</sup> Die Anwendung eines dünnen Stahldrahtes anstatt einer Schnur ist vielfach sehr bequem. Insbesondere empfehle ich einen solchen Draht bei der Atwoodschen Bewegungsmaschine.

gebender anderer Neigungen der Angriffslinie der Kraft zur Bahn ergibt stets dasselbe Resultat. Besonders instruktiv werden die Versuche dann, wenn man die Rolle am oberen Querbalken so verschiebt, daß der Wagen stets bis zu derselben Stelle der Schiene gehoben wird, da dann die Projektion der Kraft, abgelesen auf dem Maßstabe, immer dieselbe ist, und da man dann nur zu konstatieren hat, daß die den Wagen hebenden Kräfte direkt den am Stahldrahte abgemessenen Längen proportional sind.

Man kann nun denselben Nachweis noch mit beliebigem Gewichte des Wagens führen, indem man auf die am Wagen hängende Wagschale beliebige Gewichtsstücke aufsetzt. Aus allen diesen Versuchen, die überaus anschaulich sind, ergibt sich das experimentelle Resultat, daß alle diejenigen unter einem Winkel gegen die Bahn eines Körpers wirkenden Kräfte äquivalent sind, deren Projektion auf die Bahn dieselbe ist. Hiermit ist aber der experimentelle Nachweis der Richtigkeit des „Projektionssatzes“ geliefert.

Die Zusammensetzung mehrerer Kräfte, die gleichzeitig in beliebigen Richtungen auf einen zwangsläufig bewegten Körper wirken, geschieht einfach dadurch, daß man die Projektionen der einzelnen Kräfte addiert.

5. Zusammensetzung zweier Kräfte, die auf einen frei beweglichen Körper wirken (Parallelogramm der Kräfte). Unter Zugrundelegung des Projektionssatzes ist die Zusammensetzung mehrerer Kräfte, die auf einen frei beweglichen Körper unter beliebigen Winkeln wirken, ebenfalls leicht, wenn man vorher die Bahn, die der frei bewegliche Körper unter Einwirkung der Kräfte einschlägt, bestimmt hat, denn man kann dann auch diese, von dem frei beweglichen Körper beschriebene Bahn ebenso behandeln, als ob sie zwangsläufig wäre.

Es möge  $K$  (Fig. 7) ein frei beweglicher Körper sein, an dem die beiden Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  wirken. Es soll zuerst die Richtung und dann die Größe der resultierenden Kraft bestimmt werden. Zu dem Zwecke zieht man die vorläufig beliebige Gerade  $KC$ , welche innerhalb des von  $P_1$  und  $P_2$  gebildeten Winkelraumes liegt und mit den Krafrichtungen die Winkel  $CKP_1 = \alpha_1$  und  $CKP_2 = \alpha_2$  einschließt. Ferner errichtet man auf  $KC$  die durch den Angriffspunkt der Kräfte gehende (gestrichelt gezeichnete) Senkrechte  $MN$ . Dann trägt man auf den Krafrichtungen von  $P_1$  und  $P_2$  Strecken  $KA$  und  $KB$  ab, welche die Größen der Kräfte darstellen sollen. Nehmen wir einstweilen an, der Körper  $K$  wäre nur längs dieser Bahn  $MN$  beweglich, so werden die längs dieser Bahn wirkenden, den Kräften  $P_1$  und  $P_2$  äquivalenten Kräfte durch die Projektionen  $KD$  und  $KE$  der

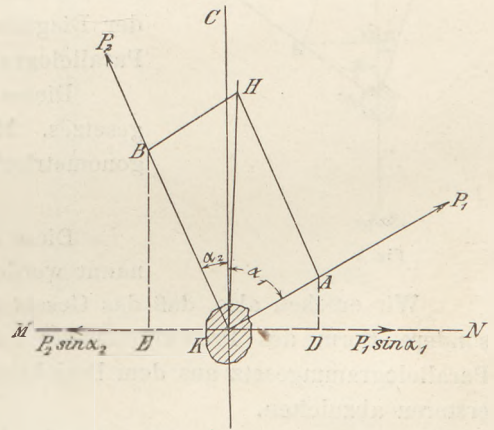


Fig. 7.

Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  auf die Bahn  $MN$  dargestellt. Die Bedingung dafür, daß der Körper  $K$  auf der Bahn  $MN$  keine Bewegung ausführt, läßt sich also durch die Bedingung  $KD = KE$  ausdrücken. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, so heißt das, daß die beiden Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  auch bei einer freien Bewegung des Körpers keine Bewegung in dieser Bahn bewirken, folglich kann eine Bewegung nur in der zu  $MN$  senkrechten Richtung  $KC$  erfolgen. Die Bedingungsgleichung  $KD = KE$  kann auch in der Form

$$P_1 \cdot \sin \alpha_1 = P_2 \cdot \sin \alpha_2$$

geschrieben werden. Diese Gleichung enthält demnach die Bedingung für die Bahn des Körpers, der unter dem Einflusse der Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  frei beweglich ist. Daher will ich diese Gleichung kurz die Bahngleichung nennen.

Man kann die Bahngleichung auch leicht in der Form darstellen, wie es das Parallelogrammgesetz vorschreibt. Zieht man nämlich  $BH \parallel KA$  und  $AH \parallel KB$ , so ergibt sich sofort aus den geometrischen Eigenschaften des Parallelogramms  $KAHB$  oder des Dreiecks  $KAH$

$P_1 : P_2 = KA : KB = KA : AH = \sin KHA : \sin HKA = \sin HKB : \sin HKA$ ,  
also

$$P_1 : P_2 = \sin HKB : \sin HKA.$$

Vergleicht man hiermit die als Proportion geschriebene Bahngleichung

$$P_1 : P_2 = \sin \alpha_2 : \sin \alpha_1,$$

so ergibt sich die Folgerung, daß die Richtung von  $KC$  mit der von  $KH$  zusammenfällt, d. h. also: Der frei bewegliche Körper  $K$  bewegt sich unter dem Einflusse der beiden Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  auf der Diagonale des aus den beiden Kräften konstruierten Parallelogramms. Dieses ist der erste Teil des Parallelogrammgesetzes.

Um die Größe der Resultierenden von  $P_1$  und  $P_2$  zu finden, kann man jetzt auch die Bahn  $KH$  als zwangsläufig auffassen, da ja senkrecht zu dieser Bahn keine Bewegungskomponente auftritt. Man hat zur Bildung der Resultierenden die beiden

Projektionen der Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  auf diese Bahn einfach zu addieren. Fällt man (Fig. 8, wo  $P_2$  statt  $P$  zu setzen ist) die Lote  $AG$  und  $BF$ , so ist  $KG$  die Projektion von  $P_1$  und  $KF$  die Projektion von  $P_2$  auf die Bahn, also ist die Resultierende  $R = KG + KF$ . Aus der Kongruenz der Dreiecke  $KGA$  und  $BFH$  folgt noch, daß  $GK = FH$  ist, also wird auch  $R = FH + KF = KH$ . Das Ergebnis ist, daß die Größe der Resultierenden durch die Länge der Diagonale des aus den beiden Kräften gebildeten Parallelogramms dargestellt wird.

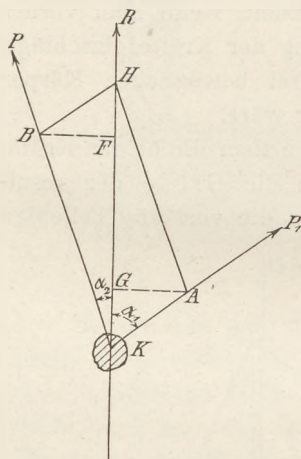
Dieses ist der zweite Teil des Parallelogrammgesetzes. Man kann auch die Resultierende einfach trigonometrisch ausrechnen. Es ergibt sich unmittelbar

$$R = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2.$$

Diese Gleichung möge die Größengleichung genannt werden.

Wir ersehen also, daß das Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte nur eine besondere Form des Projektionssatzes darstellt, sodaß es ebenso gut möglich ist, das Parallelogrammgesetz aus dem Projektionssatz, wie umgekehrt den letzteren aus dem ersteren abzuleiten.

Wenn ich hier für den von mir eingeschlagenen Weg meine Stimme erhebe, so bewegen mich dazu in erster Linie pädagogische Gründe. Ich finde, daß bei dieser Herleitung die Zweiteilung des Parallelogrammgesetzes besser zum Ausdruck kommt, als bei dem gebräuchlichen Wege. Man erkennt ferner, daß im Falle einer vorgeschriebenen Bahn die Forderung der Bahngleichung in Wegfall kommt und nur die Größengleichung übrig bleibt. Endlich aber, und das ist auch ein nicht zu unterschätzendes Moment, ist dieselbe Entwicklung auch für mehr als zwei Kräfte unmittelbar zu verallgemeinern.



Bahn

Fig. 8.



6. Zusammensetzung mehrerer auf einen frei beweglichen Körper wirkender Kräfte. Es mögen auf den frei beweglichen Körper  $K$  (Fig. 9) die Kräfte  $P_1, P_2 \dots P_5$  wirken. Es wird gefragt nach der Bewegungsrichtung und nach der Größe der Resultierenden. Ziehen wir von  $K$  aus die vorläufig willkürlich gezeichnete Bahn  $KB$  und bezeichnen wir die Winkel, die  $P_1, P_2 \dots P_5$  mit der Bahnrichtung  $KB$  einschließen, mit  $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_5$ , wobei jedoch die Winkel, die entgegen gesetzt dem Uhrzeigersinne, wie gebräuchlich, als positiv, die im Uhrzeigersinne gerechneten Winkel als negativ in Rechnung gebracht werden, so ergibt sich sofort durch Verallgemeinerung der Überlegung, die wir bei zwei Kräften gemacht haben, als

$$\text{Bahngleichung: } P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 + \dots + P_5 \sin \alpha_5 = 0,$$

$$\text{Größengleichung: } R = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2 + \dots + P_5 \cos \alpha_5,$$

oder ganz allgemein

$$\text{Bahngleichung: } \sum P \sin \alpha = 0,$$

$$\text{Größengleichung: } R = \sum P \cos \alpha.$$

7. Die Wurfbahn. Ich habe schon oben (S. 260) darauf hingewiesen, daß es empfehlenswert ist, die Wurfbahn am geworfenen Körper zu studieren. Es fehlte meines Wissens nur bisher an einer brauchbaren Versuchsanordnung, welche in einfacher Weise die Komponenten der Wurfbahn aufzusuchen gestattete. In einem früheren Aufsatz (ds. Zeitschr. XVI, S. 136) habe ich die Beschreibung der Eureka-pistole gegeben, die zur Ableitung des Kraft- und Massenbegriffs dient. Dieselbe Pistole liefert uns bei passender Wahl des Geschosses eine Wurfbahn, die zur Analyse derselben vorzüglich geeignet ist. Man hat nur noch eine mit einer vertikalen

Teilung versehene Scheibe nötig, gegen welche das Wurfgeschloß geschleudert werden muß, um sofort die Koordinaten der Wurfbahn für jeden beliebigen Punkt und auch für jede beliebige Elevation der Pistole zu bestimmen.

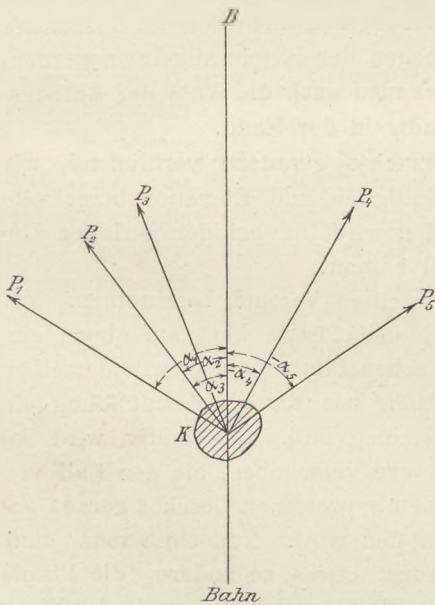


Fig. 9.

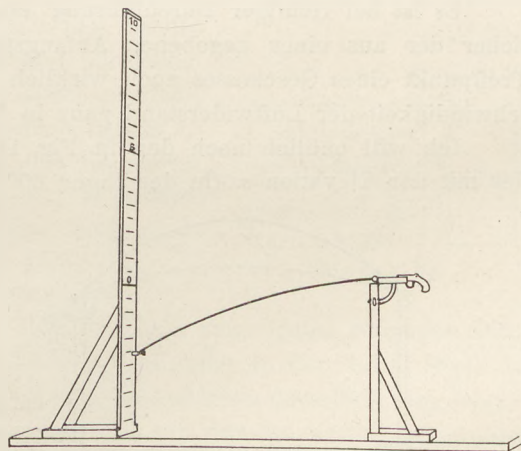


Fig. 10.

In Fig. 10 ist die ganze Versuchsanordnung mit der vertikalen Scheibe abgebildet. Es ist hier der wagerechte Wurf dargestellt. In Betreff der Beschreibung der Pistole muß ich auf den früheren Aufsatz (XVI 136) verweisen. Die Scheibe ist ein vertikal aufgestelltes Brett von ca. 160 cm Höhe und 20 cm Breite. Das Brett ist auf der Vorderseite matt schwarz angestrichen, damit man mit Kreide darauf zeichnen und dann die Schrift wieder abwischen kann. Das Brett trägt auf der

Vorderseite eine weithin sichtbare Einteilung in halbe Dezimeter, deren Nullpunkt genau in der Höhe (54,5 cm) der Pistolenmündung liegt. Wird die Pistole wagerecht gerichtet und abgeschossen (z. B. geladen mit einem Geschoß von 50 g Masse), so fällt das Geschoß in einer bestimmten Entfernung (bei obigem Geschoß 121 cm) von dem Gestell der Pistole auf der Tischplatte nieder, woraus sich (wie *XVI 140* angegeben) die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses zu 363 cm berechnet. Wir wollen nun die Scheibe so aufstellen, daß das wagerecht abgeschossene Geschoß die Scheibe in einer Höhe von 49 cm trifft. Das geschah bei dem dieser Beschreibung zu grunde gelegten Versuch, als die Scheibe 115 cm von dem Pistolengestell entfernt stand. Man teilt nun die Entfernung zwischen Pistole und Scheibe in 7 gleiche Teile (hier also jeder 16,4 cm). Nachdem man diese Einteilung auf dem Tische mit Kreide angegeben hat, stellt man die Scheibe in den einzelnen Teilpunkten auf und schießt jedesmal wieder mit wagerecht gerichteter Pistole nach der Scheibe. Es ergibt sich dann genau das Resultat, daß die vom Nullpunkte der Scheibe abwärts gerechnete Ordinate der Wurfbahn dem Quadrate der Abszisse proportional ist. Wählt man die Anordnung, wie eben angegeben, so ergeben sich genau die Quadratzahlen für die Ordinaten. Aber auch bei anderer Einteilung der Abszisse ist sofort ersichtlich, daß die Ordinate dem Quadrate der Abszisse proportional ist. Man kann jetzt auch sofort berechnen, wo man die Scheibe aufzustellen hat, damit sie mit wagerechtem Wurf an einer bestimmten Stelle getroffen wird. Stellt man die Pistole auf den Tisch, die Scheibe aber davor auf die Erde, so kann man auch für größere Fallhöhen und Wurfweiten die Richtigkeit der abgeleiteten Gesetzmäßigkeit nachweisen.

In ähnlicher Weise kann man auch die Kurve für den schiefen Wurf analysieren, da man aus dem horizontalen Wurf die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses bestimmt hat. Die Elevation kann an dem Kreisbogen der Pistole abgelesen werden.

Durch Änderung der Masse des Geschosses hat man auch die Wahl der Anfangsgeschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen vollständig in der Hand.

Es ist bei richtiger Durchführung eines Versuches geradezu verblüffend, wie sicher der aus einer gegebenen Anfangsgeschwindigkeit und Elevation berechnete Treffpunkt eines Geschosses auch wirklich getroffen wird, da bei der geringen Geschwindigkeit der Luftwiderstand ganz in Wegfall kommt.

Ich will endlich noch den in Fig. 11 dargestellten Versuch beschreiben. Vor der mit der Elevation  $\alpha$  (in der Figur  $60^\circ$ ) gerichteten Pistole liegt auf einem einfachen Stativ von genau derselben

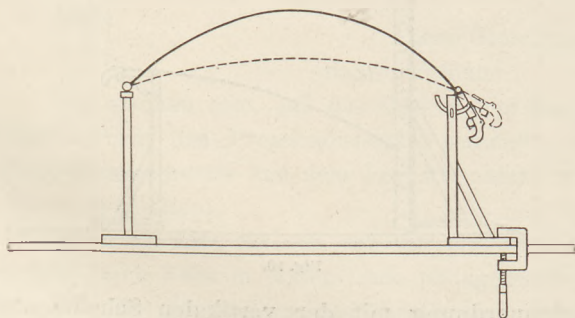


Fig. 11.

Stativ von genau derselben Höhe wie die Pistolenmündung ein kleiner Ball. Das Stativ wird solange verschoben, bis der Ball von dem geworfenen Geschoß gerade getroffen wird. Nun stellt man, ohne sonst etwas zu ändern, die Pistole in die Elevation  $90 - \alpha$  (in der Figur  $30^\circ$ , gestrichelt gezeichnet) und schießt das Geschoß wieder ab. Der Satz, daß die in wagerechter Richtung gemessene Wurfweite bei den Elevationen  $\alpha$  und  $90 - \alpha$  dieselbe ist, findet hier eine treffende Bestätigung.

Auch die Tatsache, daß die maximale horizontale Wurfweite bei einer Elevation von  $45^\circ$  erreicht ist, ist durch den Versuch zu erweisen. Es würde zu weit führen,

wollte ich die für den Wurf wichtigen, mit der Pistole und der Scheibe ausführbaren Versuche alle im einzelnen beschreiben. Nur das mag hervorgehoben werden, daß jede Frage, die sich auf den Wurf bezieht, hier praktisch gelöst werden kann<sup>4</sup>).

## Ein Fallapparat mit Pendelnonius.

Von

Prof. Dr. Eb. Gieseler.

(Mitteilung aus dem physikal. Institut der landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf.)

Der im folgenden beschriebene Apparat ermöglicht es, schnell und übersichtlich so viele Versuche über den freien Fall anzustellen, als nötig sind, um darzutun, daß die durchfallenen Höhen den Quadraten der Fallzeiten proportional sind und daß in der ersten Sekunde 490,5 cm durchfallen werden.

Über dem eisernen Untersatz *a* Fig. 1a wird ein Bogen aus Rundstahl befestigt und an dessen höchstem Punkte ein etwa 25 cm langes Pendel *A* von genau 0,5 Sekunde Schwingungsdauer angebracht.

Daneben steht auf einem andern Untersatz der aus 2 quadratischen oben verbundenen Stahlstangen bestehende Fallständer *d* von 110 cm Höhe. Es handelt sich nun darum, den oben anzuhängenden eisernen Fallkörper *F* so mit dem Pendel *A* zu verbinden, daß beide durch den Beobachter zugleich losgelassen werden können, damit sie ihre fallende Bewegung genau gleichzeitig beginnen.

Zu dem Ende wird der Fallkörper *F* mit seinem Haken an eine ihm entsprechende nur 0,25 mm breite Brücke gehängt die zwei ebenso dünne und höchstens 2 mm breite Stahlfedern verbindet. Diese sitzen an dem Verbindungsstück eines die Säule umfassenden Hebels *h*. Seine Drehachse ruht in der Säule. Der eine Hebelarm wird durch den angehängten Fallkörper und außerdem durch die Spiralfeder *s* nach unten gezogen, doch wird er in seiner höchsten Stellung festgehalten durch den am andern Hebelarm ziehenden straff gespannten Faden *f*.

Der Faden *f* wird um einen in den beiden Armen einer Gabel ruhenden Stift *g* geleitet, dann durch die Öse *i* und schließlich um die unten an der linken Säule des Pendels befindliche Klemmschraube gelegt und durch Andrehen derselben festgehalten. Der durch die Öse *i* geleitete straffe Faden zieht den mit der Öse verbundenen durch die Säule gehenden Stift nach rechts. Da nun das andere Ende dieses Stiftes durch ein längliches Loch der rechtwinklig gebogenen Uhrfeder *k* geht und hinter derselben mit einer Öse abschließt, so zieht er den nach links federnden Schenkel fest gegen die Säule. Der andere Schenkel hat am Ende ein längliches Loch und in dieses wird

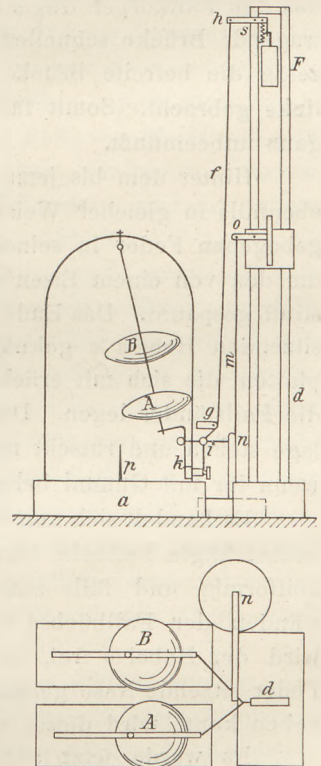


Fig. 1a u. 1b.

<sup>4</sup>) Die Apparate werden jetzt von meinem eigenen Mechaniker angefertigt. Derselbe liefert auch nach auswärts auf Bestellung durch mich die Apparate, welche dann von mir vor der Versendung auf ihre zuverlässige Brauchbarkeit geprüft werden.

E. Grimsell.

das untere, einen dünnen Zylinder bildende Ende der Pendelstange gesteckt. Letzteres wird auf diese Art in seiner höchsten Lage festgehalten und verursacht durch sein Gewicht genügend Reibung, um den nach unten federnden Schenkel der Stahlfeder  $k$  in der gezwungenen Lage zu halten.

Sollen Pendel und Gewicht gleichzeitig losgelassen werden, so zieht der Beobachter den Stift  $g$  aus der ihn haltenden Gabel und macht dadurch den Faden schlaff. Dann springt die rechtwinkelig gebogene Stahlfeder  $k$  nach links, macht den Weg für das Pendel frei, und nun folgt auch das am Pendel befindliche Ende der Feder seiner Federung nach unten und verläßt die Bahn des unteren Endes der Pendelstange. Das Pendel beginnt ohne jeden Anstoß sein Fallen, weil die haltende Stütze schneller fortgezogen wird, als das Pendel folgt. In gleicher Weise wird auch der Fallkörper frei. Sowie nämlich der Faden locker wird, zieht die Spiralfeder  $s$  das den Fallkörper tragende Hebelende so schnell nach unten, daß die seinen Haken tragende Brücke schneller niedergeht, als der Fallkörper folgt. Dadurch wird gleichzeitig die befreite Brücke durch die Federung der sie tragenden Stahlbänder nach links gebracht. Somit fällt der aus einem Stück Flacheisen hergestellte Fallkörper ganz unbeeinflußt.

Hinter dem bis jetzt behandelten Pendel  $A$  steht ein ihm ganz gleiches  $B$ , das ebenfalls in gleicher Weise durch einen straffen Faden  $m$  vermöge einer rechtwinkelig gebogenen Feder in seiner höchsten Lage rechts gehalten wird. Der Faden  $m$  wird um den von einem Eisenfuß getragenen Stift  $n$  geleitet und durch Verschieben von  $n$  straff gespannt. Das Ende des Fadens  $n$  ist an das linke Ende des an der Fallbüchse sitzenden Hebels  $o$  geknüpft. Die Fallbüchse besteht aus zwei viereckigen Eisenplatten, die sich mit erheblicher durch vier Schrauben regulierbarer Reibung gegen die Fallständer legen. Deshalb bleibt die Fallbüchse in jeder ihr gegebenen Höhenlage stehen und rutscht nur etwas nach unten, zur Abschwächung der Stoßwirkungen, wenn ihr mit Gummi belegter Boden vom Fallkörper getroffen wird.

Es handelt sich nun darum, daß der Fallkörper das Pendel  $B$  auslöst, wenn er die beabsichtigte Fallhöhe zurückgelegt hat. Deshalb ist das untere Ende des Fallkörpers keilförmig und fällt zwischen zwei oben auseinander gebogene an den Seitenwänden der Fallbüchse befestigte Federn, und biegt diese auseinander. Dadurch wird der Hebel  $o$  frei, weil seine Bewegung nicht mehr durch eine an der einen Feder sitzende Nase gehemmt wird. Sobald der Hebel dem Zuge des Fadens  $m$  nachgeben kann, wird dieser schlaff und löst das Pendel  $B$ .

Es werde jetzt angenommen, der Apparat sei durch Aufhängen der beiden Pendel und des Fallkörpers zur Beobachtung vorbereitet. Die Fallbüchse sei so eingestellt, daß die bis zur Auslösung des Pendels  $B$  zu durchfallende Höhe genau 1,23 cm beträgt.

Der Beobachter beginnt den Versuch, indem er den Stift  $i$  aus seiner Gabel zieht. Dadurch fangen der Fallkörper  $F$  und das Pendel  $A$  gleichzeitig an zu fallen. Zum Durchfallen von 1,23 cm gehört gerade  $\frac{1}{20}$  Sekunde, mithin wird Pendel  $B$  gerade um ein zwanzigstel Sekunde später losgelassen als Pendel  $A$ . Nun ist Pendel  $B$  durch Verstellen der Schrauben, die seine Linse halten, auf eine wirksame Länge von rund 16 cm gebracht und gebraucht zu einer halben Schwingung genau  $\frac{1}{20}$  Sekunde weniger Zeit als  $A$ .

Demnach werden beide Pendel genau gleichzeitig durch ihre Mittellagen gehen. Diese nach Borda sehr genau zu beobachtende Tatsache beweist, daß die in  $\frac{1}{20}$  Sekunde durchfallene Höhe 1,23 cm beträgt.

Der nächste Versuch wird vorbereitet, wie folgt: Das linke Ende des Hebels  $o$  wird gehoben, bis das rechte unter die Nase der Feder einschnappt, und die Fallbüchse so eingestellt, daß seine Befreiung erfolgt, sobald der Fallkörper 9 mal 1,23 oder 11,1 cm durchfallen hat. Dann wird der Faden  $m$  durch Verschieben des Stiftes  $n$  straff gemacht und dabei die rechtwinklig gebogene Feder des Pendels  $B$  gegen ihre Säule gedrückt und Pendel  $B$  eingehängt. Nun zieht man auch den Faden  $f$  zurecht, macht ihn durch Einschieben des Stiftes in die Gabel straff, hängt das Pendel  $A$  ein und auch den Fallkörper an seinen Haken.

Die zweite Beobachtung wird wie die erste durch Ziehen des Stiftes  $i$  eingeleitet. Es wird darauf der Fallkörper den eingestellten Fallraum in  $\frac{3}{20}$  Sek. durchlaufen. Um eben so viel später beginnt das zweite Pendel seine Bewegung, als das erste, erreicht dieses also erst nach drei halben Schwingungen in der Mittellage, oder zur Zeit des zweiten Durchganges von  $A$  durch dieselbe. Die Wahrnehmung dieses Zusammentreffens lehrt, daß ein frei fallender Körper in  $\frac{3}{20}$  Sek. 11,1 cm durchfällt.

In dieser Weise fortfahrend wird man nach einander die Fallhöhen auf 25, 49; u. s. w. mal 1,23 cm einstellen oder auf beziehlich 30,1; 60,1; u. s. w. cm. Es ergibt sich dann, daß die Pendel gleichzeitig und in gleicher Richtung die Mittellagen durchlaufen, wenn Pendel  $A$  beziehlich zum dritten-, vierten-, fünften- u. s. w. mal dort eintrifft. Die entsprechenden Fallzeiten werden in Sekunden erhalten, indem man beziehlich 3, 4 u. s. w. mal 0,1 nimmt und davon je  $\frac{1}{20}$  abzieht.

Das gleichzeitige Eintreffen der Pendel in ihren Mittellagen kann auf verschiedene Art beobachtet werden. Genügt eine anschauliche Genauigkeit, so stellt man die in der Figur 1a angedeuteten beiden Stifte  $p$  so unter die Pendel, daß ihre Spitzen deren Mittellagen bezeichnen. Soll die Beobachtung erleichtert werden, so stellt man hinter die Pendel, in deren Mittelebene eine Lichtquelle, z. B. einen flachen Fledermausbrenner, sodaß in der Mittellage die Pendelstangen sich deckende Schatten auf einen zwischen sie und die Zuschauer gestellten Schirm aus genähter Leinwand werfen, und verdunkelt das Zimmer, bis diese Schatten deutlich erscheinen.

Will man die Anwendung der Elektrizität gestatten, so läßt man durch jedes Pendel, wenn es die Mittellage durchläuft, einen Kontakt schließen und richtet den Stromkreis so ein, daß er auch eine elektrische Glocke enthält, die nur dann ertönt, wenn beide Pendel gleichzeitig ihre Kontakte schließen.

Um längere Zeit genau beobachten zu können, ohne zu zählen, schaltet man außerdem einen Morsetelegraphen in die Stromleitung, der für die Kontaktschlüsse jedes Pendels einen Punkt macht. Die Punkte treffen dann zeitweise zusammen.

Bisher ist der Gebrauch der beiden Pendel so beschrieben, wie er bei Übungen oder Vorlesungen mit sehr beschränkter Zeit zweckmäßig erscheint. Will man aber überhaupt kleine Zeiträume sehr genau messen, (also beispielsweise die zum Durchfallen beliebig eingestellter Fallhöhen gebrauchte Zeit, die Geschwindigkeit eines Geschosses, oder die Zeit, welche ein Beobachter gebraucht, um einen erhaltenen Befehl auszuführen z. B. das zweite Pendel zu lösen, wenn er sieht, daß ein anderer das erste löst u. s. w.), dann stimmt man das zweite Pendel so ab, daß seine Schwingungszeit nur um  $\frac{1}{100}$  oder  $\frac{1}{1000}$  Sek. von der des ersten verschieden ist.

Bei den Beobachtungen zählt man mit 1 beginnend, wie oft das erste Pendel durch die Mittellage geht, und hört auf, sobald es mit dem zweiten bei gleichgerichteter Bewegung zur nämlichen Zeit die Mittellage passiert. Ist dann die ganze zu beobachtende Zeit nicht länger als 0,5 Sek., und hat man bis  $n$  gezählt, so beträgt dieselbe beziehlich bei den drei erwähnten Bestimmungen  $n$  mal 0,1;  $n$  mal 0,01;

$n$  mal 0,001 weniger  $\frac{1}{20}$ ;  $\frac{1}{200}$ ;  $\frac{1}{2000}$ . — Beobachtet man mit Glockenzeichen, so darf man bei feineren Einstellungen nicht aufhören zu zählen, wenn die Glocke zum erstenmal ertönt, da meistens eine Anzahl Zeichen nach einander ertönen, von denen das mittlere gilt

Der Apparat ist nach meiner Zeichnung in der von der Akademie abhängigen Werkstätte gefertigt. Von derselben können ihn Lehranstalten für 50 M. durch meine Vermittlung beziehen.

## Über den Zeifsschen Veranten und die Möglichkeit des Räumlichsehens mit einem Auge.

Von

Walter Stahlberg in Steglitz.

Ein Stereoskop für das einäugige Sehen kann man das von der Firma C. Zeiß unter dem Namen Verant (von verus nach Analogie mit Sextant gebildet) in den Handel gebrachte Instrument nennen. Photographien, die mit einer kurzen Brennweite aufgenommen sind — und das sind heutigen Tages die allermeisten Landschaftsaufnahmen, die uns zu Augen kommen — erscheinen bei der Betrachtung durch einen passenden Veranten in voller Plastik. Neben dem Genuß, den solches Beschauen an sich gewährt, gibt es uns auch Veranlassung, unsere schulmäßige Auffassung vom stereoskopischen Sehen in etwas zu berichtigen<sup>1)</sup>. Und dieser Umstand verleiht dem Instrument im Rahmen des physikalischen Unterrichts besonderes Interesse und besonderen Wert.

Bekanntlich haben wir beim einäugigen Sehen unmittelbar durch den Bau unseres Auges nur ein Mittel zur Tiefenwahrnehmung gegeben, nämlich die Verschiedenheit der Akkommodation für Gegenstände verschiedener Entfernung. Aber dieses Mittel der Akkommodation steht nur für nahe Entfernungen zur Verfügung und bleibt auch da ein wenig zuverlässiges. So kommt es, daß wir von der Unvollkommenheit des einäugigen Sehens in Betreff der Tiefenwahrnehmung sprechen und annehmen, daß ein ordentliches Körpersehen eigentlich doch nur durch die Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder beim zweiäugigen Sehen möglich wird. Zwar können wir jeden Augenblick durch Schließen des einen Auges beobachten, daß wir auch so im großen ganzen eine ganz brauchbare Tiefenwahrnehmung haben und die Gegenstände in unserem Gesichtsfeld keineswegs wie in eine Fläche zusammengedrückt sehen; und deshalb wird denn auch neben den physiologischen Grundlagen des Körperlichsehens von der psychologischen, von der Tiefendeutung durch die bekannten, hier nicht näher aufzuführenden unbewußten Schlüsse gesprochen. Aber die Bedeutung der Vorstellungsmomente für die Auffassung räumlicher Gliederung wird im allgemeinen doch verhältnismäßig gering angeschlagen. In wie hohem Maße sie unterschätzt wird, zeigt uns der geradezu überraschend plastische Eindruck, den unser eines Auge von einer Photographie gewinnt, wenn wir sie durch den passenden Veranten ansehen.

Wie kommt dieser Eindruck zu stande? Nur daher, daß bei Anwendung des Veranten für unser Auge die gleichen Bedingungen gegenüber der Photographie geschaffen werden, unter denen es beim Anblick der Objekte selbst steht. Gehen wir zunächst auf diese etwas näher ein.

Der Ausschnitt der Wirklichkeit, auf den wir unser Auge richten — wir sprechen nunmehr ausschließlich vom einäugigen Sehen — kann mit ruhendem, oder mit bewegtem Auge betrachtet werden. Das gibt einen wesentlichen Unterschied für die Art der Beur-

<sup>1)</sup> Man vergleiche die ausgezeichnete Abhandlung „Das Sehen“ von M. v. Rohr in Winkelmanns Handb. d. Phys. 2. Aufl. Bd. VI. S. 270 ff. Leipzig 1904, und den interessanten Vortrag von E. v. Wandersleb: „Die von M. v. Rohr gegebene Theorie des Veranten, eines Apparates zur richtigen Betrachtung von Photographien. Ber. d. Dtsch. phys. Ges. 1904 S. 44 ff.

teilung der scheinbaren Größe und für die Auffassung der Perspektive überhaupt. Das ruhende Auge wirkt genau wie der photographische Apparat. Jeder Objektpunkt, der auf der Netzhaut abgebildet wird, wird abgebildet durch das von der Pupille begrenzte Bündel. Die Schwerlinien aller dieser Bündel gehen durch die Mitte der Eintrittspupille hindurch. Diese muß daher als das Zentrum der Perspektive aufgefaßt werden. Den verschiedenen Winkeln für die scheinbare Größe der Objekte entsprechen in bekannter Weise die Winkel für die scheinbare Größe der Bilder auf der Netzhaut; nach der Verschiedenheit dieser Winkel kann also ein Urteil über die Größe und Entfernung der Objekte gewonnen werden. — So das ruhende Auge beim sogen. indirekten Sehen, wobei nur die gerade angesehene Stelle des Gesichtsfeldes deutlich auf dem gelben Fleck wahrgenommen wird, während der größte Teil des Gesichtsfeldes in der wenig eindrucksvollen Wahrnehmung durch den übrigen Teil der Netzhaut erscheint; so also das Auge bei einem Sehen, in dem bewandert zu sein eine ganz besondere, keineswegs leicht zu erwerbende Selbstzucht des Betreffenden voraussetzt. Diese Verhältnisse können offenbar für unsere räumliche Auffassung der Wirklichkeit nicht in Frage kommen.

Eben wegen der Undeutlichkeit unseres indirekten Sehens wandert das Auge beim Betrachten der Wirklichkeit fortdauernd über das Sehfeld hin und her. Dabei bringt es nacheinander einzelne Stellen des Blickfeldes scharf und deutlich auf dem gelben Fleck zur Wahrnehmung und schafft auf diese Weise die physiologische Grundlage, auf der sich uns das Bild des betrachteten Wirklichkeitsausschnittes aufbaut — ein hochkompliziertes Gebilde unserer Psyche, ein Mosaikbild gewissermaßen, zu dem die einzelnen Wahrnehmungen mittels des gelben Flecks die einzelnen Steine und die daneben mittels des indirekten Sehens erworbenen Eindrücke die verbindende Grundmasse liefern, in die jene eingelegt werden, während das Muster nach den Auffassungen hergestellt wird, die wir von den Muskelbewegungen unseres Auges beim Überblicken der Wirklichkeit gewonnen haben. Das Wesentliche für unsere räumliche Auffassung bleibt daher die Bewegung des Auges. Die Winkel für die scheinbare Größe der Objekte sind durch die Winkel gegeben, um die wir den Augapfel drehen, wenn wir die Objekte mit unserm Blick durchmessen. Für die Abbildung der einzelnen Wirklichkeitspunkte im Auge kommen bestimmend diejenigen Bündel in Frage, die in die Pupille des gerade auf sie gerichteten Auges eintreten; der Punkt aber, in dem sich die Schwerlinien aller dieser Bündel schneiden, ist das Drehungszentrum des Auges. Von diesem Drehungszentrum, das, beiläufig bemerkt, 10,5 mm hinter der Pupille liegt, wird daher die Perspektive beherrscht.

Von einer unmittelbaren Abbildung können wir beim natürlichen Sehen, auf das allein sich alle Erörterungen über die räumliche Auffassung der Wirklichkeit gründen müssen, somit nur noch in übertragene-m Sinne reden. Wollen wir auch hier den Vergleich mit dem photographischen Apparat benutzen, so müssen wir mit M. v. Rohr an Stelle des bewegten natürlichen Auges „ein hypothetisches ruhendes Auge setzen, dessen Pupille mit dem

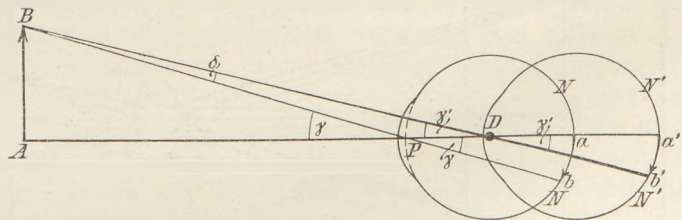


Fig. 1.

Drehungszentrum jenes zusammenfällt, dessen Netzhaut überall mit der maximalen Unterscheidungs-fähigkeit der unsrigen begabt ist, und dessen orthoskopisches Projektionssystem die Abbildung auch weit seitlich gelegener Punkte mit ausreichender Schärfe leistet“.

Die Raumauffassungen der beiden Augen, des ruhenden beim indirekten Sehen und des bewegten beim direkten Sehen, sind somit keineswegs gleich. Mittels einer in den Maß-Verhältnissen stark fehlerhaften Schemafigur (s. Fig. 1) wird sich der Unterschied am einfachsten darstellen.  $AB$  sei der angesehene Gegenstand,  $P$  die Mitte der Eintrittspupille des ruhenden Auges,  $ab$  das Bild des Gegenstandes auf seiner Netzhaut  $NN$ ; dann ist  $\gamma$  der Winkel für

die scheinbare Größe des Objekts. Das natürliche Auge würde sich nun, um über den Gegenstand hinzublicken, drehen; sein Drehungspunkt sei in der Figur  $D$ . Dann würde sich die Eintrittspupille  $P$  dabei auf dem punktierten Kreisbogen hin- und herbewegen;  $DA$  und  $DB$  würden die Blicklinien nach den beiden Endpunkten des Gegenstandes sein und ihr Winkel  $\gamma'$  würde das Maß für seine scheinbare Größe abgeben. Wenn wir auf der Netzhaut  $N'N'$  des oben definierten hypothetischen Auges das Bild des Gegenstandes konstruieren wollten, so müßten wir  $D$  als die Mitte seiner Eintrittspupille ansehen und  $a'b'$  würde das Bild auf seiner Netzhaut sein. Der Winkel, durch den die scheinbare Größe der Gegenstände bestimmt wird, hat daher beim direkten und indirekten Sehen eine ganz verschiedene physiologische Bedeutung; für Gegenstände endlicher Entfernung auch noch eine verschiedene Größe. Die Differenz beider Winkel ist in der Figur mit  $\delta$  bezeichnet. Wie wenig das indirekte Sehen bei der räumlichen Auffassung der Wirklichkeit entscheidet, ergibt sich schon daraus, daß wir diesen Unterschied niemals bemerken. Aus der Figur ist auch unmittelbar klar, daß für die Auffassung der Perspektive beim ruhenden Auge Punkt  $P$  das Zentrum ist, in dem sich die Sehlinien schneiden, während die Blicklinien des bewegten Auges von dem Punkt  $D$  als dem Zentrum seiner Perspektive ausgehen.

Die Aufgabe, die der Verant leistet, ist nun, wie schon gesagt, im wesentlichen die, unser Auge der Photographie gegenüber in dieselbe Lage zu bringen, die es der Wirklichkeit gegenüber gehabt hätte, wenn es selbst an der Stelle der Kamera hätte stehen können. Zum genaueren Verständnis müssen wir kurz auf das Wesen der photographischen Abbildung eingehen.

Die Abbildung der Wirklichkeit auf der photographischen Platte ist keine Abbildung im optischen Sinne. Denn nehmen wir, wie es bei besseren Apparaten heute der Fall ist, das abbildende System ohne Astigmatismus, ohne Verzeichnung und ohne Krümmung des Bildfeldes an, so würde das ebene Bild auf der Mattscheibe des Apparates im optischen Sinne Punkt für Punkt wieder nur einem ebenen Bilde zugeordnet sein können. Die Ebene dieses Bildes im Objektraum würde senkrecht zur Achse, also parallel zur Mattscheibe liegen und von der Achse in dem Punkte durchstoßen werden, auf den eingestellt worden ist. Man nennt zweckmäßig die Ebenen dieser beiden konjugierten Bilder Mattscheibenebene (M-E) und Einstellungsebene (E-E). — Der photographischen Aufnahme liegt aber im allgemeinen

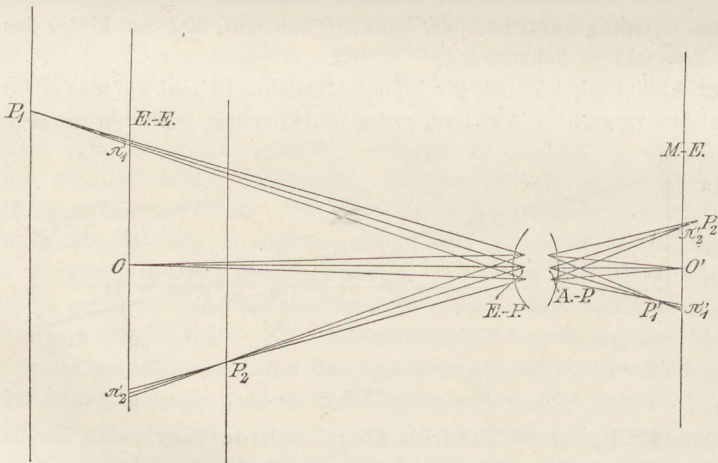


Fig. 2.

der Wunsch zu grunde, auf der M-E nicht das Bild der E-E, sondern das eines Raumgebildes zu erhalten, so zwar, daß Punkt für Punkt das Bild auf der M-E den Punkten dieses Raumgebildes entsprechen soll. Dieser Wunsch ist natürlich, streng genommen, gar nicht zu erfüllen. Wir bekommen vielmehr auf der Platte für alle Punkte, die nicht in der E-E liegen, die sogenannten Zerstreungskreise; denn die

bilderzeugenden Büschel für die Punkte vor oder hinter der E-E haben im Bildraum ihren Scheitel entsprechend hinter oder vor der M-E. Die Figur 2 gibt diese Verhältnisse unmittelbar verständlich wieder. Die Punkte  $P_1, O, P_2$  eines räumlichen Objekts werden in  $P_1', O'$  und  $P_2'$  optisch abgebildet. Von diesen Punkten liegt aber nur  $O'$  auf der M-E. Für  $P_1'$  und  $P_2'$  erscheinen auf der M-E die Zerstreungskreise  $\pi_1'$  und  $\pi_2'$ , und wir sehen nun auch



unmittelbar, wie jedem solchen Zerstreuungskreis auf der M-E eine bestimmte Schnittfigur ( $\pi_1$  und  $\pi_2$ ) auf der E-E zugeordnet ist; in ihnen schneidet eben die E-E die abbildenden Bündel des Objektraumes selbst oder ihre Rückverlängerungen. Bei der scharfen Einstellung des photographischen Bildes werden bekanntlich die Zerstreuungskreise  $\pi'$  durch hinreichende Verkleinerung der Blende auf eine Mindestgröße herabgedrückt, bei der sie die Deutlichkeit des Bildes auf der Platte nicht mehr beeinträchtigen.

Die Abbildung des räumlichen Objekts auf der Mattscheibe ist somit keine Abbildung im optischen Sinne, sondern kann nur als eine Projektion der Punkte des räumlichen Objektes auf die Ebene der Mattscheibe aufgefaßt werden, die durch die Hauptstrahlen der bilderzeugenden Bündel erfolgt, wie das Fig. 3 für 5 Punkte eines räumlichen Objektes noch übersichtlicher darstellt. Die Hauptstrahlen haben als Zentrum ihres Kegels auf der Objektseite den Mittelpunkt  $EP$  der Eintrittspupille, auf der Bildseite den Mittelpunkt der Austrittspupille,  $AP$ . Dies sind daher die Punkte, die die Perspektive der Projektion des Raumgebildes beherrschen. Das Wesentlichste ist nun dabei, daß man, ohne irgend eine Änderung des Bildes auf der Mattscheibe zu bewirken, für das Raumgebilde (die 4 Pfeilspitzen und Punkt  $O$ ) die Projektionsfigur  $O_1 O_2 O_3 O_4$  setzen könnte, die das projizierende Bündel der Hauptstrahlen von ihm auf der E-E entwirft.

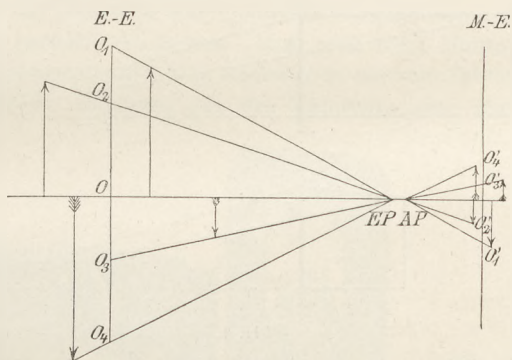


Fig. 3.

Aus dieser Darstellung geht ohne weiteres hervor: wenn das Auge ein in der photographischen Aufnahme abgebildetes Raumobjekt in derselben räumlichen Perspektive sehen soll, die eben diese Aufnahme beherrscht, so muß es an dem Ort der Eintrittspupille stehen, und zwar so, daß sein Drehungszentrum mit dem Mittelpunkt dieser Eintrittspupille zusammenfällt. Weiter ist klar, daß für dieses Auge dann das aufgenommene Raumgebilde unmittelbar ersetzt werden könnte durch dessen Projektionsfigur auf der E-E. Wenn die Punkte dieser Projektionsfigur nicht nur geometrisch, sondern auch in ihren physikalischen Eigenschaften der Farbe und Helligkeit den betreffenden Punkten des räumlichen Objekts vollkommen entsprechen, so wäre der Eindruck, den das Auge von der ebenen Projektionsfigur gewinnen würde, genau derselbe wie sein Eindruck von der räumlichen Wirklichkeit selber. Diese Gleichheit des Eindrucks würde auch erhalten bleiben, wenn wir irgend eine der Projektionsfigur ähnliche ebene Figur in der zugehörigen ähnlichen Lage dem Auge darbieten würden; d. h. so, daß die Hauptstrahlen immer entsprechende Punkte dieser ähnlichen Figuren durchstoßen. Danach müßte derselbe Eindruck auch erreicht werden, wenn die jener Projektionsfigur vollkommen ähnliche Abbildung auf der Mattscheibe des Apparates in richtiger Lage in den Strahlenkegel der Objektseite gebracht und so dem Auge in dem erforderlichen Abstände dargeboten werden könnte. Setzen wir nun endlich, was ja möglich ist, statt der Mattscheibe die Positivkopie des photographischen Negativs an diese Stelle, so fehlen ihm zwar die richtigen Farben- und Helligkeitsverhältnisse, aber die ganze perspektivische Anordnung, die scheinbare Größe der Objekte ist unverändert, und so müßte auch jetzt ein richtiger räumlicher Eindruck erhalten werden.

Die Entfernung, aus der ein solches photographisches Positivbild betrachtet werden müßte, ist, wenn wir den gewöhnlichen Fall, den für Landschaftsaufnahmen, voraussetzen, gleich der äquivalenten Brennweite. Daß daher so häufig den Photographien, die mit Apparaten kurzer Brennweite, etwa von 11 cm, aufgenommen sind, tadelnd eine falsche Perspektive nachgesagt wird, beruht auf Unkenntnis der Verhältnisse. Man sieht bei normalem Auge solche Photographien eben aus einer unzulässig großen Entfernung an, eben aus der Entfernung des deutlichen Sehens, die 25 cm beträgt. Fig. 4 zeigt uns an einem Würfel die

Wirkung eines zu weiten Abstandes des Auges vom Projektionsbild. Das Auge ist in  $P$  in der Verlängerung einer Grundkante gedacht, in der Figur ist nur die vordere, der Blickrichtung parallele Seitenfläche dargestellt. Wenn  $A, C, B$  Punkte eines Projektionsbildes des Würfels auf der vorderen vertikalen Würfelkante sind, das bei dem Augenabstand  $AP$  der oberen Figur eine richtige räumliche Vorstellung vom Würfel entstehen läßt, so würden

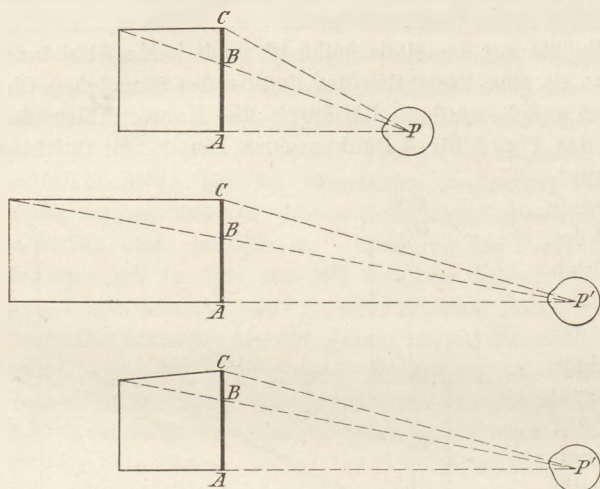


Fig. 4.

den beiden untern Figuren in bekannter Weise die Fälle eines zu großen Augenabstandes  $AP'$  dargestellt sein, wo das Projektionsbild einmal einen Körper von zu großer Tiefe bei richtiger Auffassung der Höhe und das andre Mal bei richtiger Tiefenschätzung einen Körper von zu geringer Höhe im Hintergrunde oder, was dasselbe ist, zu großer Höhe im Vordergrunde vortäuscht. Beide Fälle treten bei Photographien kleiner Brennweite bekanntlich störend auf. Man denke z. B. nur an die zu großen Füße der dem Apparat entgegengestreckten Beine, oder an die Erscheinung

der Häuserreihen einer Straße, die auf den Apparat gerade zulief.

Aber an dieser „falschen Perspektive“ ist nur der Umstand schuld, daß wir die Bilder aus zu großer Entfernung betrachten. Der richtige Augenabstand ist eben viel kleiner und je nach dem Objektabstand bei der Aufnahme verschieden zu bemessen, in dem häufigen Fall der Fernaufnahme in dem oben angezogenen Beispiel beträgt er nur 11 cm. Und dabei muß nach unsern Auseinandersetzungen über das Sehen des natürlichen Auges sogar der Drehungspunkt des Auges diesen Abstand haben, somit dürfte der freie Augenabstand noch nicht einmal 10 cm sein.

Manche Kurzsichtige können den geforderten Standpunkt mit ihrem Auge einnehmen. Sie haben, was die Perspektive anbetrifft, dann den richtigen Eindruck von der Photographie, nur die Sehschärfe ist für sie ungewöhnlich groß, und auch die Akkommodationsanstrengung ist geändert. Für das unbewaffnete normale Auge aber bleibt die große Fülle von Photographien mit kurzen Brennweiten immer ein Anschauungsgegenstand, dem gegenüber es niemals den richtigen Standpunkt einnehmen kann, die es daher auch niemals voll auszuwerten vermag. Wie ist dem abzuhelfen? Sehr einfach dadurch, daß von den Negativen, die mit kurzer Brennweite aufgenommen sind, vergrößerte Positive angefertigt werden, bei denen das Zentrum für die Perspektive in dem Abstände des deutlichen Sehens zu liegen kommt.

Aber dieses Mittel ist praktisch recht wenig bequem. Dazu kommt außer einem Punkt, auf den später noch hingewiesen werden soll, noch eins, was uns den vollen perspektivischen Eindruck für gewöhnlich auch dann noch nicht zu stande kommen ließe. Wir sind ja nun einmal gewöhnt, solche Photographien mit beiden Augen anzusehen, und dabei streitet der durch das zweiäugige Sehen aufs schärfste sich aufdrängende Eindruck von der Flächenhaftigkeit des Bildes gegen den Eindruck der Räumlichkeit, den die Abbildung an sich auf ein Auge machen könnte. Nichtsdestoweniger benutzt auch der Verant dieses Mittel; aber in eigenartiger Weise. Er ersetzt die wirkliche Vergrößerung durch ein virtuelles vergrößertes Bild der Photographie und schließt das zweite Auge durchaus unauffällig von der Betrachtung aus. Der wesentliche Bestandteil des Verantens ist daher eine vergrößernde Linse.

Nach dem oben Angeführten ist ohne weiteres klar, welche eigenartigen Bedingungen für die Verantlinse zu stellen sind. Die Linse sollte von einer Photographie, die in ihrer

vorderen Brennebene liegt, ein entfernt liegendes, verzeichnungsfreies Bild geben, das unter demselben Winkel erscheint, unter dem es vom Objektiv aufgenommen wurde; ihr Gesichtsfeld müßte also ebensoweit brauchbar sein, wie das benutzte Gesichtsfeld des aufnehmenden Objektivs. Ferner sollte das System frei von Farbenfehlern und Astigmatismus sein und keine Krümmung des Bildfeldes besitzen. Endlich sollte noch — diese Forderung ist zuerst von A. Gullstrand in Upsala aufgestellt worden — der Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen so weit hinter der dem Auge zugekehrten Linsenfläche liegen, daß das Drehungszentrum des Auges in eben diesen Punkt gebracht werden kann. — Alle diese Bedingungen auf einmal sind bisher noch an kein System gestellt worden, und so hat die Verantlinse neu berechnet werden müssen. Bei der Berechnung, die Herr v. Rohr ausgeführt hat, ergab sich, daß eine Krümmung des Gesichtsfeldes nicht ganz zu vermeiden ist. Es kehrt der Linse seine hohle Seite zu, und das hat zur Folge, daß die Randteile der virtuellen Vergrößerung nicht auch im Unendlichen, sondern etwas näher gerückt erscheinen. Man muß beim Hindurchsehen also die Akkommodation für die Randteile schaffen, was Beobachter bis zum mittleren Lebensalter unbewußt leisten, während ältere Personen für die Randteile eine andere Einstellung des Objektes vornehmen müßten. Im übrigen sind die Bedingungen von der Verantlinse erfüllt. Fig. 5 gibt ein Diagramm des Systems mit dem Strahlengange.

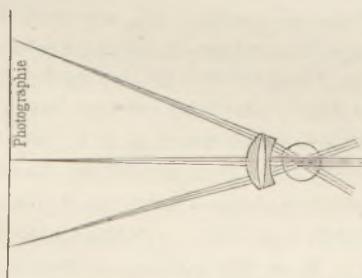


Fig. 5.

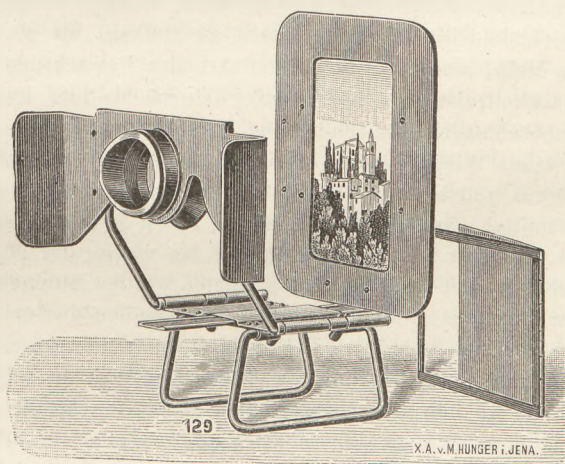


Fig. 6.

Nach allem, was voraufgegangen, erhellt von selbst, daß die Verantlinse jedesmal dieselbe Brennweite haben sollte, wie das aufnehmende Objektiv. Praktische Erprobungen haben aber ergeben, daß Abweichungen bis zu 15% die räumliche Wirkung der Photographie nicht verändern. Dadurch wird es möglich, mit einer Linse von 11 cm die Aufnahmen mit etwa 9—13 cm Brennweite und mit einer von 15 cm die Aufnahmen mit 13 bis 17 cm Brennweite zu völlig befriedigender Plastik zu bekommen. Aber auch wenn die Brennweite verhältnismäßig zu klein wird, sodaß also tatsächlich die Perspektive gefälscht wird — der Vordergrund der Aufnahme erscheint natürlich dann, umgekehrt wie bei dem in Fig. 4 dargestellten Fall, zu klein — so ist der plastische Eindruck zwar nicht mehr ganz naturgetreu, aber er bleibt dennoch ein sehr gefälliger; unter Umständen wird er bei Landschaften sogar besonders angenehm empfunden.

Die praktische Anwendung der Verantlinse erfordert, daß das Auge mit seinem Drehungszentrum durchaus genau an der Kreuzungsstelle der Hauptstrahlen liegt. Diese Bedingung ist für einen ungeübten Beobachter nicht ganz leicht zu erfüllen. Deshalb ist am Verant vor der Linse eine ringförmige Augenmuschel angebracht, die dem Auge das Auffinden und Innehalten der richtigen Stellung leicht macht. Für Kurzsichtige und Weitsichtige sind periskopische Brillengläser vorgesehen, die in die Augenmuschel eingelegt werden können. Dadurch tritt für sie begreiflicherweise die Verzeichnung auf, die das Brillenglas bedingt, aber mit dieser Verzeichnung ist ja für die Brillenträger auch das Bild der Wirklichkeit selbst für gewöhnlich verknüpft, und deswegen abstrahieren sie leicht davon.

Auf die Einzelheiten des Apparates hier näher einzugehen, liegt nicht in der Absicht des Aufsatzes. Es genüge, hier eine Abbildung aus der Preisliste der Firma C. Zeiß herzusetzen. (Fig. 6.) Das halb aufgeklappte Blechrähmchen neben dem Veranten ist für das Fassen unaufgezogener Photographien bestimmt. Die Figur zeigt das Instrument, wie es mit seinen beiden parallel gestellten Rundstabbügeln auf einem Tische steht. Wenn man es in der Hand hält, so greifen die vier Finger durch die beiden Bügel hindurch und schließen sie, von vorn gesehen, zu der Form eines V zusammen. Dabei ist zu beachten, daß das Instrument stets so gehalten werden sollte, daß seine Achse zum Horizont ebenso geneigt ist, wie es die Achse des photographischen Objektivs bei der Aufnahme war. Die Augenschale ist in der Figur für die Beobachtung mit dem linken Auge gestellt; durch Drehung um  $180^\circ$  wird sie in die Stellung für das rechte Auge gebracht, wo dann die Nase in den hier verdeckten zweiten Einschnitt des Blendschirms gehört.

Wer den Veranten zum ersten Mal benutzt und so zum ersten Mal eine Photographie vom richtigen Standpunkt ansieht, wo jeder Gegenstand auf dem Bilde unter dem richtigen Schinkel gesehen wird, der wird aufs höchste überrascht sein von der Plastik des photographischen Bildes und wird es tatsächlich als einen Genuß empfinden, das Auge über das Gesichtsfeld hin wandern lassen zu können, als ob er vor der Wirklichkeit selber stünde. Das Mehr, was man bei dieser Art der Betrachtung aus einer photographischen Aufnahme herausholt, ist ganz bedeutend. Ich möchte hier nur eine wichtige Seite hervorheben; der wissenschaftliche Reisende und Forscher, der sich seine Bilder selber aufnimmt, bekommt bei einer Wiederdurchsicht seiner Photographiensammlung mit dem Veranten ein viel lebhafteres und charakteristischeres Erinnerungsbild dessen, was er gesehen hat, als ohne dies Hilfsmittel. Zudem kommt gerade er oft genug in die Lage, Aufnahmen machen zu müssen, von denen er im voraus weiß, daß sie wegen der „falschen Perspektive“ ein schlechtes Bild geben werden. Solche Photographien werden nunmehr bei der Betrachtung mit dem Veranten eine durchaus naturgetreue Plastik gewinnen<sup>1)</sup>. Geradezu erstaunlich wirkt es z. B., wie das böse Stürzen der Linien bei Architekturaufnahmen mit schräg nach oben gerichteter Kamera im Veranten verschwindet und das Bauwerk in seiner vollkommenen Plastik erscheint, als ob man an ihm selber emporsähe. Und manche Bilder, denen man unter gewöhnlichen Umständen überhaupt keine Plastik abgewinnt — ich denke z. B. an die Aufnahme einer weit hin ausgedehnten flachen Brandungsterrasse, die ich durch den Veranten gesehen habe — manche Bilder bekommen gewissermaßen bei dieser Betrachtung überhaupt erst eine Tiefe, sodaß der anschauliche Wert des Bildes geradezu dadurch erst geschaffen wird; bei Meeresaufnahmen und Aufnahmen weiter Landflächen wird es ebenso gehen.

Und das alles kommt mit nur einem Auge, ohne die Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder zu stande! Sicher ein interessantes Ergebnis. Aber noch mehr! Der Verant hat mit überraschendem Erfolge die interessanten Versuche wieder aufnehmen lassen, beiden Augen identische Abbildungen vorzulegen. Und siehe da: bei Landschaftsaufnahmen ohne nahen Vordergrund wurden die geringen Unterschiede in den Netzhautbildern nicht vermißt; vielmehr erhielt der Beobachter, wie Herr Dr. v. Rohr und Herr Dr. v. Wandersleb übereinstimmend berichten, einen durchaus naturwahren Eindruck von der landschaftlichen Plastik. Daß auch hier, unter Verhältnissen, die den Bedingungen zweiäugigen Sehens, wenn auch bei der Ausschaltung des nächsten Vordergrundes nicht stark, so doch ganz entschieden widersprechen, eine durchaus brauchbare Auffassung von der räumlichen Gliederung zu stande kommt, das beweist — nichts gegen die Bedeutung des zweiäugigen Sehens für die Gewinnung des körperlichen Eindrucks der Wirklichkeit, wohl aber, daß diese Bedeutung nicht überschätzt werden soll, und daß die Bedeutung der Vorstellungsmomente, die durch unbewußte Schlüsse zur Tiefendeutung führen, nicht unterschätzt werden darf. Damit ist aber auch dem einen Auge die volle Möglichkeit räumlichen Sehens gesichert. Vor allem aber bleibt festzuhalten, daß das naturgemäß sich bewegende Auge erst durch

<sup>1)</sup> Die Firma Zeiß hat eine zweckmäßige Auswahl von Photographien zusammengestellt, an denen sich die Wirkung des Veranten gut zeigen läßt.

seine Muskelbewegungen im Zusammenhang mit den optischen Eindrücken, die es aufnimmt, die Grundlage für das Zustandekommen der Vorstellung von der räumlichen Anordnung der Wirklichkeit liefert. Die damit sich aufdrängende Analogie des im Raume gleichsam herum tastenden Auges mit der zur Orientierung bewegten Gliedmaße ist sicher auch für die Frage nach den wesentlichen Grundlagen unserer Raumvorstellung überhaupt von besonderem Interesse.

Daß sich die übertriebene Wertschätzung des zweiäugigen Sehens, gewissermaßen als des Räumlichsehens an sich, ausbilden konnte, dazu hat ohne Zweifel wohl in erster Linie die Erfindung des zweiäugigen Stereoskops beigetragen. Daneben sicher aber auch die Tatsache, daß ein wirklich korrektes Ansehen eines perspektivisch richtigen Bildes mit einem Auge ohne besondere Vorkehrungsmaßregeln kaum jemals zu stande kommt, auch wenn die Brennweite des Aufnahmeobjektivs es zuläßt oder eine zweckmäßige Vergrößerung einer Photographie mit kurzer Brennweite vorliegt. Denn ohne besondere Festlegung des richtigen Standpunktes für das betrachtende Auge kann man das Auge eben gar nicht andauernd an der richtigen Stelle festhalten, um es zur Auffassung der wahren Plastik in aller Ruhe über das Bild hin schweifen zu lassen; und ohne eine Ausschaltung des zweiten Auges, die ebenso wenig stört wie die beim Veranten, kommt man immer wieder, wie schon oben gesagt, in Widerstreit mit dem Eindruck der Flächenhaftigkeit des Bildes, der durch das zweiäugige Sehen erzeugt wird. Man mache nur einmal den Versuch mit einer ausreichend vergrößerten Landschaftsphotographie, suche sich den richtigen Standpunkt für das eine Auge auf und lege ihn fest, und das Bild dazu; man wird auch hier, wie beim Veranten, überrascht davon sein, wie man sich dann in die Plastik des Bildes hineinsieht. Und dann versuche man bei freihändiger und freizügiger Behandlung desselben Blattes denselben Eindruck zu gewinnen und zu erhalten; es ist außerordentlich viel schwerer.

Der Eindruck der Plastik, der ohne Apparat, nur durch gegenseitiges Festlegen von Bild und Augenpunkt bei längerem Schauen allmählich immer mehr und schließlich zwingend zu stande kommt, steht ganz entschieden hinter dem Eindruck zurück, den man durch den Veranten bekommt; ich möchte nicht sagen an Plastik, an der Güte der räumlichen Auffassung des Bildes, wohl aber an Aufdringlichkeit der plastischen Wirkung. Ich halte es für wahrscheinlich, daß hier psychische Nebenwirkungen vorliegen, die mit der Raumanschauung an sich nichts zu tun haben, vielmehr ins Gebiet der Kontrastwirkungen gehören, indem durch die Benutzung des Apparates die Aufmerksamkeit auf das angeschaute Raumbild in ganz besonderer Weise konzentriert und vor allem auch von der das Raumbild umgebenden körperlichen Wirklichkeit abgezogen wird. Das sind Wirkungen, die man wohl berechtigt ist, mit der Wirkung der Fassung eines Gemäldes im Rahmen zu vergleichen, oder mit der Betrachtung eines Gemäldes durch die hohle Hand oder endlich mit der des Ausschneidens eines Stückes aus der räumlichen Wirklichkeit selber, wie es uns gelegentlich durch enge Fensteröffnungen und ähnliche Durchsichten geboten wird. Auch hier können wir uns oft dem besonderen Reiz solcher Perspektiven nicht entziehen.

Indessen mit diesen Fragen kommen wir schon über die rein physikalische und physiologische Seite des Problems hinaus. Doch bin ich überzeugt, daß neben der sachlichen Bedeutung des Instrumentes selber gerade die Möglichkeit eines sich daran anschließenden Ausblickes auf anziehende Probleme der menschlichen Psychologie und auch der Erkenntnislehre dem Veranten neben dem Stereoskop eine bevorzugte Stellung im physikalischen Unterricht geben sollte und auch geben wird.

## Zur Theorie des Schenkelhebers.

Von

C. Steinbrinck in Lippstadt.

1. Hr. A. WEINHOLD hat seiner interessanten Mitteilung über „Vakuumheber und Überheber“ im Maiheft dieser Ztschr. (S. 152 und 153) eine kurze Nachschrift beigefügt, um zum Ausdruck zu bringen, daß er der von mir in der bot. Ztschr. Flora (1904, Heft 2, S. 129 ff.)

vertretenen Auffassung über die Mechanik des Schenkelhebers durchaus nicht beitreten könne. Hierbei charakterisiert WEINHOLD meinen Standpunkt in Kürze dahin, daß für mich „beim Fließen des Hebers der Luftdruck Nebensache, die Kohäsion der Flüssigkeit die Hauptsache“ sei. Ich fürchte nun, daß sich der Leser aus diesen Worten ein unrichtiges Bild von meiner Heberauffassung bilden wird; sie scheinen mir den Kern der Kontroverse nicht zu treffen, da es sich hinsichtlich des Luftdruckes nicht um die Unterscheidung zwischen Haupt- und Nebensache, sondern um die zwischen statischer und dynamischer Mitwirkung desselben handelt. Ein kurzer Passus S. 132 der erwähnten Abhandlung dürfte darüber allein für sich schon genügenden Aufschluß geben. Dort heißt es nämlich: „Unter gewöhnlichen Umständen spielt der Luftdruck beim Heber ebenfalls eine große Rolle, aber nur eine statische, insofern er die Form des Flüssigkeitsfadens erhält, sein Zerreißen hindert. Eine hebende oder treibende, dynamische Bedeutung kommt ihm aber nicht zu“. Von befreundeter Seite bin ich nachträglich auf die Darstellung des Hebers in WARBURGS „Lehrb. d. Experimentalphysik für Studierende“ aufmerksam gemacht worden. Auch dieses schreibt dem Luftdruck beim Heber nur eine statische Rolle zu, und zwar fast mit denselben Worten wie ich: „Der Heber beruht daher auf dem Luftdruck nur insofern, als dieser das Zerreißen des Wassers verhindert“ (7. Aufl. 1903, S. 69).

WARBURGS Lehrbuch ist aber auch das einzige mir bekannt gewordene, das diesen Standpunkt vertritt. In der Flora habe ich bereits eine Reihe von Autoren zitiert, die mit aller Bestimmtheit die entgegengesetzte Ansicht aussprechen, daß der Luftdruck nämlich die treibende Kraft sei. Hier sei aus dem „Lehrbuch der Experimentalphysik“ von BERLINER (1903, S. 239) noch eine Stelle angeführt, auf die mich Herr Prof. BEHRENDSEN in Göttingen aufmerksam gemacht hat, und in der die landläufige Anschauung besonders scharf detailliert ist. Sie lautet mit einigen in Klammern gesetzten erläuternden Zusätzen meinerseits folgendermaßen: „Dadurch, daß der bei  $c$  (d. h. am Gipfel des aufsteigenden Heberschenkels) herrschende Überdruck das zwischen  $c$  und  $d$  (im Verbindungsstück der Schenkel) befindliche Wasser von  $c$  wegschiebt, ist bei  $c$  die Vorbedingung für die Bildung eines leeren Raumes geschaffen. Aber in demselben Moment, in dem das Wasser seine Bewegung von  $c$  weg beginnt, der leere Raum sich also zu bilden beginnt, befördert der auf  $a$  (am Fuße des kürzeren Heberschenkels) wirkende Atmosphärendruck durch das Rohr  $a$  (den kürzeren Heberast) das Wasser in den bei  $c$  freiwerdenden Raum hinein“.

2. Durch die Gegenüberstellung der letzten Zitate scheint mir die Streitfrage nun schärfer als durch WEINHOLDS Worte präzisiert zu sein. In der „Flora“ hatte ich mich bemüht, den Gegensatz der neueren zur älteren Anschauung kurz durch das Schlagwort zu formulieren, der Heber sei kein Luftdruckapparat, sondern ein Kohäsions- oder Binnendrucksmechanismus; denn der Luftdruck sei zu seinem Betriebe nicht unbedingt erforderlich, der ununterbrochene Zusammenhang des Flüssigkeitsfadens jedoch unentbehrlich. Dieser Punkt ist es nun, der WEINHOLDS Widerspruch besonders hervorgerufen hat. Er führt an, daß die Einschaltung von Luft zwischen die Flüssigkeit unter Umständen das Fließen des Hebers durchaus nicht sistiere.

Die Tatsache, die WEINHOLD hierbei vermutlich im Auge hat, ist durchaus nicht zu bestreiten. In einer Abhandlung: „*Contribution à la théorie du siphon*“ (*Bullet. de l'acad. roy. de Belgique, 3. série, XVII No. 1*) hat VAN DER MENSBRUGGHE bereits 1899 einen Apparat abgebildet, der WEINHOLDS Auffassung entsprechen dürfte und hier in Fig. 1 wiedergegeben ist. Er ist wohl aus der Abbildung genügend verständlich.

Sobald man die untere Öffnung  $u$  des oben erweiterten und z. T. mit Wasser gefüllten Rohres  $A$  freigibt, erzeugt die fallende Wassersäule hinter sich einen luftverdünnten Raum, saugt also das Wasser aus dem Gefäße  $B$  durch das U-Rohr  $v$  herüber. Und dieses Ausfließen dauert wie beim Heber bis zur Entleerung von  $B$  fort, trotzdem der obere Raum von  $A$  größtenteils wasserfrei bleibt. — Stellt dieser Apparat aber auch wirklich einen Heber dar? Ich würde ihn eher mit einer Bunsenschen oder Sprengelschen Luftpumpe, beispielsweise mit der einfachen Laboratoriumsvorrichtung vergleichen, bei der man ein rascheres Filtrieren

lediglich durch Verlängerung des Trichterrohres erzielt; nur daß bei diesem Schnellfilter die angesogene Flüssigkeit durch das Papier, bei VAN DER MENSBRUGGHES Apparat durch die heberartig gebogene Röhre  $v$  wandert. Der charakteristische Unterschied des Hebers von dem Apparat der Fig. 1 ist der, daß bei dem letzteren ein stetig saugender luftverdünnter Raum tatsächlich vorhanden ist, während BERLINER denselben in dem oben erwähnten Zitat in den Heber nur theoretisch hineinzukonstruieren sucht.

Vielleicht hat aber WEINHOLD bei seiner Bemerkung weniger den Apparat Fig. 1 als solche Fälle im Sinne, wie sie durch die  $\Omega$ -förmigen Glasröhren der Fig. 2 veranschaulicht sind. Diese Röhren sind flüssigkeitserfüllt bis auf je eine Luftblase  $l$ .

WEINHOLD hat nun darin Recht, daß aus allen diesen Röhren die Flüssigkeit nach rechts vollständig ausfließen würde, vorausgesetzt, 1. daß die Flüssigkeitssäule rechts länger ist als die Summe der Flüssigkeitshöhen im linken Aste, und vorausgesetzt, 2. daß der Luftdruck ausreicht, um die Flüssigkeit links hoch genug zu heben. Aber auch jede dieser Anordnungen würde ich als Ganzes nicht als wahre Heber anerkennen. In Fig. 2

A, C und D z. B. würde ich den Heber erst von  $c$  an nach rechts über  $d$  hinaus bis  $e$  hin rechnen. Durch das Herabsinken des Flüssigkeitsfadens  $cde$  wird erst die Luftverdünnung geschaffen, infolge deren die Säule  $ab$  unterhalb des Luftquantums  $l$  durch den Atmosphärendruck aufwärts befördert wird. Den Vorgang in diesen Röhren würde ich daher nicht mit dem Heberprozeß selbst, sondern eher mit dem Ansaugprozeß in Parallele stellen, der beim Heber mit dem Munde oder der Wasserluftpumpe und dergl. gewöhnlich erst vollzogen werden muß, ehe die eigentliche Funktion des Hebers beginnen kann.

3. Wie man aber auch die skizzierten Anordnungen klassifizieren mag, immerhin wird man die Erklärung des Fließens im vollständig gefüllten Heber nicht von solchen Spezial- oder Ausnahmefällen abhängig machen dürfen, bei denen die Bedingungen tatsächlich ganz anders liegen. Man wird doch erst fragen müssen: Was vermag denn ein ununterbrochener Flüssigkeitsfaden an und für sich ohne äußere Hilfe, namentlich seitens des Luftdruckes zu leisten? Ist Berliners oben zitierte Auffassung, die auf die Vorstellung unendlich kleiner in der bewegten Flüssigkeit stets neu entstehender und stets durch den Luftdruck wieder beseitigter Vakua hinausläuft, wirklich notwendig? Die Bedeutung der letzten Weinholdschen Versuche erblicke ich darin, daß sie im Anschluß an ältere Experimente in dieser Beziehung Auskunft geben. Einige solcher Versuche sind in meiner Flora-Abhandlung besprochen. Hier sei nun die weitere Auseinandersetzung an einen Versuch angeknüpft, der wiederum von VAN DER MENSBRUGGHE herrührt und 1899 in den *Bull. de l'acad. royale de Belgique* in einer Mitteilung „*Sur les conditions générales de l'équilibre dans les vases communicants*“ S. 651 abgebildet ist. Unsere Fig. 3 ist darnach kopiert.

Der Genter Forscher füllte ein Heberrohr zuerst mit ausgekochtem Wasser, tauchte das kürzere Ende in ein Gefäß mit Quecksilber und ließ dann durch Abfließen eines Quantums Wasser aus dem längeren Schenkel ein gleiches Volum Quecksilber in den kürzeren eintreten. Wenn die offenen Heberenden, wie aus der Fig. ersichtlich ist, auf einige cm umgebogen waren und der Durchmesser der Heberöhre im Lichten das Maß von 3—4 mm nicht überschritt, so konnte van der Mensbrugge nun den Heber (wie in der Fig. dargestellt) frei aufhängen, ohne daß die Flüssigkeit herauslief. Man wird zunächst vermuten, daß der Luftdruck sie zurückgehalten habe. Darum umgab v. d. Mensbrugge das Rohr mit einem Rezi-

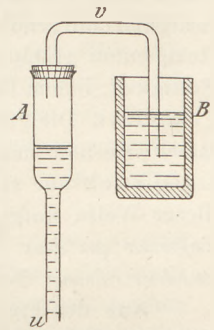


Fig. 1.

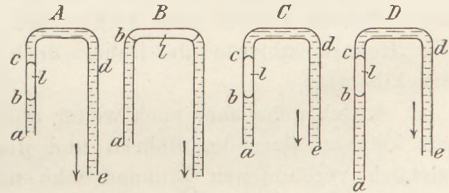


Fig. 2.

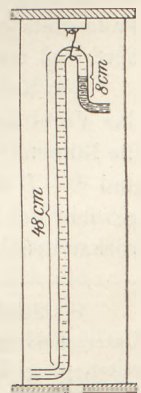


Fig. 3.

pienten, aus dem er die Luft auspumpte, bis der Druck innerhalb desselben, einschließlich des Dampfdruckes, in cm Wasser gemessen, nicht einmal mehr  $\frac{1}{4}$  der Heberlänge ausmachte. Dennoch fiel die Flüssigkeit nicht herab; sie wurde also nur durch den inneren Zusammenhang ihrer Teilchen getragen. Ist es nun denkbar, daß diese Kohäsions- und Adhäsionsfestigkeit aufgehoben und zerstört werden sollte, wenn der Luft der freie Zutritt zu dem Rezipienten gestattet wird? Man sollte meinen, durch die Anwesenheit der Luft werde diese Festigkeit, indem Dampfbildung, Freiwerden von Luft u. s. w. vermieden ist, nur noch mehr gesichert. Die Flüssigkeit hat es also umsoweniger nötig, sich vom Luftdruck festhalten zu lassen; sie hält sich auch jetzt noch in sich selbst, ihr Zusammenhang ist durch den Luftdruck nur stabiler geworden<sup>1)</sup>. Auch VAN DER MENSBRUGGHE hat seinen Versuch in dieser Weise aufgefaßt, denn er äußert sich hierüber (S. 562): „*Cette expérience nous permet d'affirmer que deux colonnes l'une et l'autre à un état de traction peuvent aussi bien se faire équilibre que deux colonnes dans un état de compression*“.

Aus der Fig. 3 können wir nun auch leicht die Verhältnisse beim fließenden Heber ableiten. Die Tatsache, daß das Quecksilber des rechten Heberschenkels trotz seines hohen spez. Gewichtes nicht zurücksinkt, beweist das Vorhandensein eines seinem Gewicht entsprechenden Zuges im Wasser des längeren Schenkels. Denken wir uns das Quecksilber rechts durch das gleiche Volum Wasser ersetzt, so wäre dieses nicht im stande, jenem Zuge das Gleichgewicht zu halten, der ganze flüssige Faden müßte sich wie ein biegsames schweres Seil nach links abwärts senken und aus einem rechts untergestellten Wasserbehälter infolge der Kohäsion Wasser nach sich ziehen. — Nach diesen Auseinandersetzungen scheint mir die „Kohäsionstheorie“ des Hebers doch mindestens ebenso berechtigt zu sein wie die „Luftdrucktheorie“.

4. Ich gehe aber noch weiter und möchte nunmehr durch einen Vergleich des Hebers mit kommunizierenden Röhren und durch eine Analyse der im Innern der Flüssigkeiten wirklich vorhandenen Binnendrucke nachweisen, daß die Kohäsionstheorie aus logischen Gründen den Vorzug verdient.

a) Vergewenwärtigen wir uns die Binnendruckverhältnisse zunächst an einem gewöhnlichen aufrechten U-Rohr, dessen Schenkel aber ungleich lange Säulen derselben Flüssigkeit von den Höhen  $h$  und  $H$  enthalten mögen. Dann herrscht am Grunde der längeren Säule der Binnendruck  $L + D + O + H$ , wenn  $L$ ,  $D$ ,  $O$  bezw. den Luft-, Dampf- und Oberflächen-(Normal-)Druck, in cm der Flüssigkeit gemessen, bedeuten. Am Grunde der kürzeren Säule ist der innere Druck  $L + D + O + h$ . Die rechnerische Differenz  $H - h$  dieser lokalen Innendrucke, die auch physikalisch als Übergewicht der längeren Flüssigkeitssäule in die Erscheinung tritt, bedingt den Ausgleich der Niveauunterschiede, den das Gesetz der kommunizierenden Röhren konstatiert. Meines Wissens wird der Niveauequalisierung in diesem Falle stets auf jene Gewichtsdifferenz der Schenkellängen zurückgeführt; ich habe nie gehört, daß man als treibende Kraft hierbei den Luftdruck in Anspruch genommen hätte.

b) Kehren wir aber dasselbe Rohr mit seinen ungleichen Säulen nunmehr um, sodaß das Verbindungsstück der Schenkel nach oben kommt, so ändern in den Ausdrücken für die Binnendrucke nur  $H$  und  $h$  ihr Vorzeichen, diese Drucke werden nämlich  $L + D + O - H$  und  $L + D + O - h$ . Ihre Differenz bleibt somit  $H - h$  und wird wie vorher durch das Übergewicht des längeren Armes repräsentiert; nur daß dieses jetzt ziehend wirkt, während es vorher drückte. Die Bedingung, daß wieder beim Gleichgewicht  $H - h = 0$  sein muß, liefert

<sup>1)</sup> Seitdem ich aus verschiedenen Zuschriften entnommen habe, wie viel Schwierigkeit die Unterscheidung zwischen der statischen und dynamischen Beteiligung des Atmosphärendruckes bereitet, pflege ich dieselbe meinen Schülern in drastischer Weise dadurch zu demonstrieren, daß ich einen mit Quecksilber gefüllten und an den Enden mit Glasstäbchen verschlossenen Gummischlauch mit einem kurzen Ende in ein schräg aufwärts gehaltenes Rohr einführe und dieses Stück, durch das Gewicht des längeren gezogen, aus dem Rohre wieder herausgleiten lasse. Wie hierbei der Gummischlauch, so hält beim Heber unter gewöhnlichen Umständen der Luftdruck die Flüssigkeit zusammen.



jetzt das Hebergesetz: der Heber fließt, solange ein Niveauunterschied vorhanden ist. Ist es nun nicht eine Willkür und Inkonsequenz, diesmal aus den beim Binnendruck beteiligten Größen nur den Luftdruck herauszugreifen und ihm allein das Hebergesetz aufzubürden? Warum macht man denn nicht den Oberflächendruck, der doch den atmosphärischen tausende Male übertrifft, in gleicher Weise verantwortlich? Doch wohl darum, weil sich seine Wirkungen, als von allen Seiten nach innen gerichtet, gegenseitig aufheben. Aber sind die Beiträge  $L$  des atmosphärischen Druckes, die tatsächlich nur auf die freien Enden des Hebers bezw., wenn diese beide eingetaucht sind, auf die Flüssigkeitsoberfläche der Behälter entfallen, nicht auch gleich und entgegengesetzt gerichtet, sodaß sie ebenso wie die Größe  $O$  hinsichtlich der Bewegungsrichtung außer Betracht fallen?

c) Da diese Blätter vornehmlich dem Unterrichte gewidmet sind, so sei es gestattet anzuführen, wie ich dem Schüler, für den der Begriff des Oberflächendrucks lange Zeit etwas Fremdartiges behält, die Druckverhältnisse beim Heber durch die Fig. 4 klar zu machen suche. Sie stellt ein Schema ähnlich dem einer hydraulischen Presse dar, bei der aber das Verbindungsrohr der beiden Zylinder heberartig aufwärts gebogen ist. Der Schüler soll während der folgenden Überlegung von dem Vorhandensein des Oberflächendrucks der Flüssigkeiten abstrahieren und sich dessen Wirkung dadurch ersetzt denken, daß die Kolben beiderseits mit Gewichten belastet sind, die etwa einen Druck von 10000 Atmosphären repräsentieren. Es wird gefragt, ob die Kolben

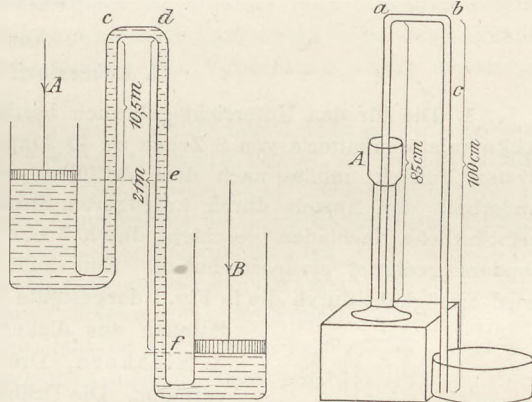


Fig. 4.

Fig. 5.

in der gezeichneten Stellung im Gleichgewicht sein könnten, falls die Reibung unberücksichtigt bleiben dürfte. Bei den der Fig. beigefügten Maßen  $h = 10,5$  und  $H = 21$  beträgt dann der Binnendruck bei  $c$   $(10\,000 + 1 - 1) = 10\,000$  Atm., bei  $d$  dagegen  $(10\,000 + 1 - 2) = 9999$  Atmosphären. Es existiert also eine Triebkraft im Betrage von einer Atmosphäre, die den rechten Kolben zu heben strebt. Sie rührt, da die „äußeren“ Kräfte rechts und links sich das Gleichgewicht halten, wiederum lediglich her von dem Übergewicht der 10,5 m hohen Wassersäule  $ef$ , deren Zug infolge der Kohäsion nach links übertragen wird und das Wasser von dort nach rechts so lange hinüberbefördert, bis die Reibung Einhalt tut. Analog liegen aber die Verhältnisse beim Heber, nur daß der Kolbendruck dabei durch den Oberflächendruck ersetzt, infolgedessen also die Reibung minimal und der vollständige Nivauausgleich ermöglicht ist.

d) Nach der Luftdrucktheorie soll die treibende Kraft beim Heber  $L - h$ , die zu überwindende Gegenkraft  $L - H$  sein. Hiernach könnte die Triebkraft die maximale Höhe  $L - h$  nicht übersteigen. Haben nun schon WEINHOLDS Versuche am Vakuum- und am Überheber erwiesen, daß diese Ansicht korrekturbedürftig ist, so läßt sich dieser Nachweis auch mit dem gewöhnlichen Quecksilberheber führen, wenn man das Abfallrohr desselben so lang wählt, daß es die barometrische Höhe erheblich überschreitet (s. Fig. 5). Ein solcher Heber fließt anfangs ruhig, bis der Flüssigkeitsspiegel in  $A$  so weit gesunken ist, daß sich die Steighöhe im linken Heberaste einigermaßen der barometrischen Höhe nähert. Nun tritt plötzlich oben in der Heberflüssigkeit, z. B. in der Nähe von  $a$ , ein Riß ein, der aber sofort durch den Luftdruck geschlossen wird; dies wiederholt sich oftmals; jedoch werden die Pausen zwischen dem Entstehen des Risses und seinem Schließen länger. Es tritt immer deutlicher hervor, daß der Kohäsionszug  $H - h$  des Übergewichtes auf seiten der fallenden Quecksilbersäule diese rascher hinabreißt, als der mit wachsender Steighöhe abnehmende Luftdruckrest  $L - h$  die Flüssigkeit von links her nachzudrücken vermag. Die Erscheinungen sind also zuletzt folgende. Nach dem Entstehen des Risses fällt das längere Stück des

Quecksilberfadens mit beschleunigter Geschwindigkeit abwärts. Sein oberes Ende kommt aber bald in der barometrischen Höhe bei  $c$  zur Ruhe. Während dessen hat sich das andere abgerissene Stück des Quecksilberfadens nur langsam vorwärts bewegt. Wenn sein vorderes Ende den Punkt  $b$  erreicht hat, beschleunigt sich diese Vorwärtsbewegung wieder; dasselbe prallt daher unter knatterndem Geräusch auf die Kuppe des unteren Fadens und stellt die Kontinuität des Ganzen wieder her. Der Heber fließt aber nur kurze Zeit weiter und das Spiel wiederholt sich so lange, bis der Luftdruck das Quecksilber nicht mehr bis über  $b$  hinaus zu bringen vermag, d. h. bis die barometrische Steighöhe erreicht ist. — Unter Anlehnung an die alte Anschauung würde man diese Erscheinungen darauf zurückführen, daß sich die sonst hemmende Wirkung von  $L - H$ , weil diese Größe negativ geworden ist, jetzt in eine fördernde verwandelt hat, die man sich doch wohl nur als Kohäsionszug der über die Barometerhöhe überschießenden Zentimeter Quecksilber vorstellen kann. — Die von mir benutzten Heberrohre hatten eine lichte Weite von 2—3 mm. Das vorzeitige Reißen des Quecksilberfadens ist nicht zu verwundern, da die Biegungen bei  $a$  und  $b$  wahrscheinlich Strudel verursachen und die Röhrenwandung von Luft nicht vorher befreit worden war<sup>1)</sup>.

## Hilfsapparate für den Gebrauch einer kleineren Akkumulatoren- batterie.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

1. Die für den Unterrichtsgebrauch bestimmte, in einem Abzugsschrank befindliche Akkumulatorenbatterie von 8 Zellen zu 40 Ampèrestunden Kapazität (nach dem bewährten System Pollack) mußte nach dem Auffüllen der Schwefelsäure von 1,17 spez. Gew. zuerst außerhalb der Anstalt durch kräftigeren Strom geladen werden. Das 3—4 mal im Jahre erforderliche Nachladen geschieht durch 3 Groveelemente, die sich für diesen Zweck besonders geeignet erwiesen haben. Eine äußerst bequeme Verbindung der Elementenpole wird ermöglicht durch die in Fig. 1 dargestellte Befestigung der Platinplatten in einem

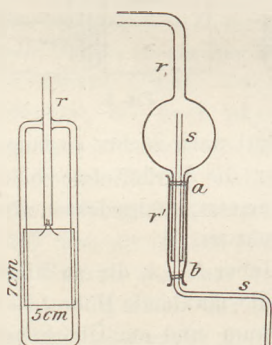


Fig. 1.

Fig. 2.

Rahmen aus dicken Glasstäben, dessen Ausführung die Firma A. Eichhorn, Dresden, Annenstraße 52 vorzüglich und billig vornahm. Die Drähte der Platten sind in den kräftigen Röhren  $r$  eingeschmolzen, in die man etwas Quecksilber gießt und die an den Zinken festgelöteten oder -geschraubten dicken Leitungsdrähte einsenkt. Nach Gebrauch der Elemente empfindet man angenehm, daß die Platten nach einfachem Abspülen jeden Geruch verlieren und beim Aufbewahren wenig Platz einnehmen. Mit 3 dieser Groveelemente werden je 4 parallel geschaltete Zellen geladen. Die Flüssigkeiten und eventuell die Zinke sind für Ladung der 8 Zellen einmal zu erneuern nach der vorzüglichen Anweisung von FR. C. G. MÜLLER (*d. Zeitschr. XI 125*). Mit Quecksilber zum Amalgamieren treibe man ein wenig Verschwendung;

halbe Zinkzylinder konnten nach gelindem Zusammendrücken mit Vorteil bis in die Mitte des neuen Zylinders vorgeschoben werden, wenn sie daselbst festen Sitz und Kontakt hatten.

<sup>1)</sup> Der bekannten Glashütte von Emil Gundelach zu Gehlberg i. Thür. ist es unter meiner Mitwirkung gelungen, Weinholds Quecksilber-Apparat (l. c. S. 152) Fig. 1 derart zu vervollkommen, daß in ihm der Vakuum- und der Überheber gewissermaßen vereinigt und derselbe zudem für den Bahntransport erheblich tauglicher geworden ist. Weinholds Apparat ist nämlich in seiner ursprünglichen Form wegen Bruchgefahr kaum versendbar. — Der Apparat ist insofern auch ein Überheber geworden, als die Steighöhe des Quecksilbers auch im luftleeren Raum die barometrische Grenze von 76 cm weit überschreitet. Dieser stets ohne weiteres gebrauchsfertige und zuverlässig arbeitende „Vakuum-Überheber“ ist von Gundelach, auf poliertem Holzbrett stabil montiert, zum Preise von 15 Mark zu beziehen.

2. Den Ladungszustand der Zellen soll man durch Messung der Säuredichte kontrollieren. Die Entnahme einer Probe aus der kleinen Öffnung der Ebonitgefäße gelingt auch bei schwer zugänglichen Zellen zuverlässig mit der in Fig. 2 dargestellten Pipette. Mit der nach oben führenden gebogenen Röhre  $r$  verbindet man zum Saugen und Blasen einen längeren Schlauch, den man in den Mund nimmt. Durch die untere Röhre  $r'$  ragt eine etwas engere Röhre  $s$  bis oberhalb der Mitte der Pipettenkugel hinein und wird in dieser Stellung durch ein Schlauchstück von etwas größerer Weite und etwa 8 cm Länge festgehalten. Der Schlauch ist bei  $a$  und  $b$  geschnürt, doch so, daß man durch Auseinanderziehen von  $r$  und  $s$  zum Entleeren der Pipette die Mündung der letzteren Röhre leicht bis unter die Kugel bringen kann. Die nur wenig verengte untere Öffnung der zweimal rechtwinklig gebogenen Röhre  $s$  ist so gelegen, daß man beim Hineinhalten in die Zellenöffnung bei richtiger Füllung der Zellen 1–2 cm unter die Flüssigkeitsoberfläche reicht. Nach einem Vorversuche des Ansaugens von Akkumulatorensäure aus einem Becherglase merkt man sich ein für allemal ungefähr die Zeit des Saugens, bis die Kugel teilweise gefüllt ist. Nach dem Ansaugen bläst man dann die in  $s$  befindliche Säure langsam in die Zelle zurück. Die Pipette wird hierauf in ein winziges Becherglas entleert oder das unten erwähnte Pyknometer direkt mit der Säure gefüllt. Über das Zurückbringen der Säureprobe ist wohl nichts weiter hinzuzufügen. Die kleine Menge zwischen  $r'$  und  $s$  zurückgebliebener Flüssigkeit hat auf die Dichtebestimmung nur einen ganz verschwindenden Einfluß. Beim Aufbewahren der Pipette dunstet der kleine Säurerest auch nicht wesentlich ein, sodaß man den Schlauch keineswegs nach Monaten zu erneuern hat, sondern die Vorrichtung sofort wieder gebrauchen kann.

3. Zur Dichtebestimmung der aus der Pipette in ein Bechergläschen gebrachten Säure benutzte ich zuerst mit Vorteil die 1 ccm-Pipette (s. Ostwald, *Handb. für phys.-chem. Mess.*, 1. Aufl. S. 102) nebst einem Gegengewicht für leere Pipette samt Unterlage, wobei das Grammgewicht direkt die Dichte angibt. Noch bequemer ist die Verwendung eines Pyknometer-Aräometers, das man sich selbst herstellen kann. Der Apparat ist auch im Unterrichte zur Übung im physikalischen Denken und zu Schülerversuchen verwendbar. Fig. 3 zeigt ihn in 2 Ausführungen.  $p$  ist die Kugel einer Pipette von etwa 50 ccm. Das untere Rohr ist auf 8, das obere auf 3 cm gekürzt. Letzteres ist gerade abgeschnitten und mit einem recht dünnwandigen Rohre von 6–7 mm Durchmesser und 20–30 cm Länge durch Anschmelzen oder einfach und in ganz haltbarer Weise durch Siegellack verbunden. Der dünnwandigen Röhre wegen (Gewicht etwa 7 g bei 25 cm Länge) wird man sich wohl meistens besonders bemühen müssen; andernfalls kann man die Röhre etwas weiter und kürzer machen, indem man sie nach dem Bescheren mit Quecksilber bis zum aufrechten Schwimmen in Wasser verkürzt. Läßt sich zwecks Einsiegeln die Röhre nicht in das Pipettenrohr einschieben, so kann man auch letzteres durch Ausziehen etwas enger machen, abschneiden und nun seinerseits in der anderen Röhre einsiegeln. Am ausgezogenen und zugeschmolzenen unteren Rohr der Pipette biegt man die Spitze zum Häkchen  $h$  empor und bläst eine Erweiterung bei  $q$  zurecht. An das Häkchen wird mittels dünnen Drahtes ein gewöhnliches Pyknometer angehängt, dessen Gehalt an reinem Wasser man sorgfältig festgestellt hat ( $z$  gr). Man gießt nun von oben so viel Quecksilber aus einer feinen Pipette in das Aräometer, bis dieses beim Schwimmen etwa bis  $b$  einsinkt. Als Skale schiebt man einen zurechtgebogenen Streifen Millimeterpapier von 10 bis 15 mm Breite mit verstärkten cm-Strichen und Zahlen bis an die Stelle des Einsinkens vor (Anfangspunkt der Skale). Würde nun das Pyknometer anstatt mit reinem Wasser, mit einer Flüssigkeit von 1,2 spez. Gew. gefüllt an das Aräometer gehängt, so würde das Meßrohr um einen erheblichen Betrag tiefer einsinken, den man findet, indem man in das offene Meßrohr einen Draht einschiebt, dessen Gewicht gleich  $0,2 z$  ist. Man wägt einen solchen,

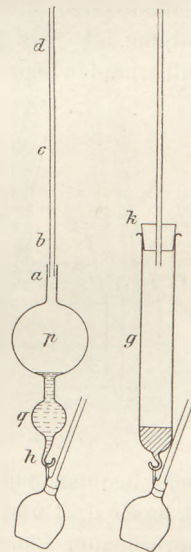


Fig. 3.

sowie einen halb so schweren, dünneren Draht genau ab, legt das untere Ende nötigenfalls nach oben zurück dicht an das andere, sodaß man die Drähte bis tief in die Pipettenkugel einschieben kann, ohne daß sie oben erheblich herausragen. Man stellt nun die Millimeterzahl des Einsinkens des Meßrohres bei Belastung durch  $0,1z$  und  $0,2z$  fest und hat für eine anzufertigende Tabelle die Einsinktiefen bei Beschickung des Pyknometers mit Flüssigkeiten vom spez. Gew. 1,2 und 1,1. Wenn das Meßrohr nicht größere Kaliberfehler hat, sind die beiden Millimeterzahlen annähernd im Verhältnis 2:1 und weitere Bestimmungen unnötig. Die beim Gebrauche des Pykno-Aräometers zu benutzende Tabelle liefert am bequemsten ein Streifen Millimeterpapier, auf den man die beiden erwähnten Eintauchtiefen einträgt, worauf man die Abstände (bei meinen Apparaten durchschnittlich 150 und 75 mm) in je 20 gleiche Teile teilt. Bei Herstellung der Skale und beim Gebrauche des Apparates unterlasse man nicht, nach einem tieferen Einsinken des Meßrohres etwaige größere adhärierende Wassertropfen vor dem Ablesen bei weniger tiefem Einsinken zu entfernen. Die Genauigkeit ist etwa 0,002.

Bezüglich der rechts in der Fig. 3 dargestellten Ausführung sei erwähnt, daß das Reagensglas eine Weite von etwa 18 mm hat und durch einen mit Paraffin gedichteten Kork oder einen durch Abschneiden auf die halbe der gewöhnlichen Länge gebrachten Gummistopfen zu verschließen ist. Man braucht hierzu einen besonders hohen Aräometerzylinder, der vielleicht nicht überall zu haben ist. Die erstere Form ist nicht länger als große Aräometer sind.

Stellt man sich Beschwerungskörper (aus Blei) her, die im Wasser so schwer wie der schwerere der oben benutzten Drähte in Luft sind, so kann man den Meßbereich des dann mit weniger Quecksilber zu füllenden Pykno-Aräometers um eine und mehrere gleiche Stufen nach oben (z. B. 1,25—1,50) und unten verschieben. Ein solches Universalinstrument<sup>1)</sup> ist für Unterrichtszwecke bereits von mir hergestellt.

4. Bezüglich der Schaltungsweise der 8 Zellen ist vielleicht gestattet, hinzuzufügen, daß man durch Kombination von Federpachytropen, die auf jedem der beiden, je 4 Zellen enthaltenden Kästen angebracht sind, mit einem Quecksilberpachytropen dem Gebrauchsstrome fast jede gerade Voltzahl Spannung von 2—16 Volt geben kann. Das mit 4 Quecksilbernäpfen versehene Pachytropenbrett überbrückt die in 10 cm Abstand befindlichen Zell-

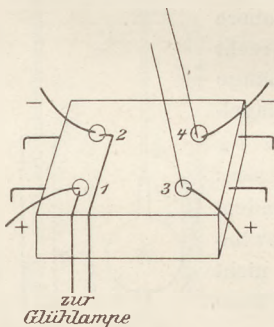


Fig. 4.

kästen, indem es auf jedem derselben mit 2 Drahthaken  $h$  (Fig. 4) ruht. An die Näpfe 1 und 2 sind dauernd die Pole der 4 zelligen Batterie links, an 3 und 4 diejenigen rechts angeschlossen. 1 und 2 sind ferner dauernd durch zwei zunächst nach unten führende Drähte mit der Glühlampe des Spiegelgalvanometers verbunden; in diese Leitung ist natürlich ein Steckkontakt eingeschaltet. Die Zuleitung nach den beiden Klemmen an der Wand, die mit der Tischleitung verbunden werden können, geschieht durch zwei von der Decke des Schränkchens herabführende Drähte  $a$  und  $b$ . Diese ebenfalls dicken, wohlisolierten Drähte sind mit einigen spiraligen Windungen versehen, sodaß sie das Bestreben haben, ihr Ende nach unten zu drücken. Sie lassen sich daher

sehr bequem und sicher in die Näpfe 1, 2 oder 3, 4 oder 1, 4 einfügen. Zur Verbindung 2, 3, sowie 1, 3 und 2, 4 für Hintereinander- und Nebenschaltung dienen 3 Drahtbügel von entsprechender Länge. In der Gebrauchsleitung  $a$  befindet sich dicht unter den Klemmen an der Wand des Abzuges ein kleiner Kurbelrheostat für 1, 2,5 und 5  $\Omega$ , den man sich aus Konstantandraht und einem billigen Kurbelschalter leicht herstellen kann. Um Mißbräuchen mit dem Strome in einem leicht zugänglichen Lehrzimmer vorzubeugen, gewöhnt man sich daran, jedesmal nach Gebrauch die Leisten aus den Federpachytropen zu nehmen.

<sup>1)</sup> Dasselbe ist mit weiteren Verbesserungen und einer 0,001 übertreffenden Genauigkeit für den Anwendungsbereich des spez. Gewichts von 0,6 bis 2,0 vom phys.-chem. Institut des Herrn Dr. Göckel in Berlin W., Königgrätzerstr. 19 zu beziehen.

## Kleine Mitteilungen.

### Der Vogtherrsche Fixsternzeiger.

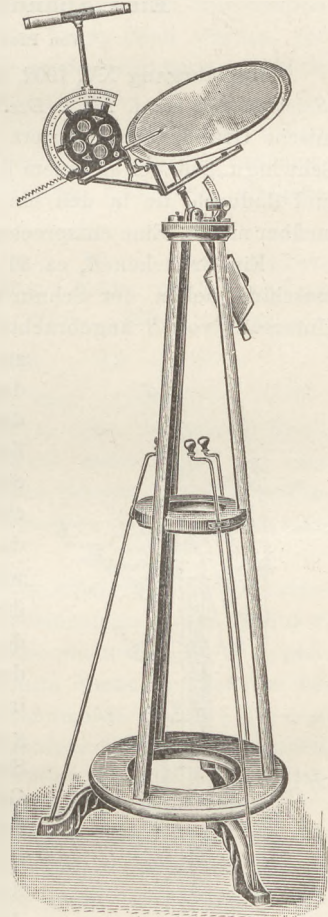
Von Prof. Dr. **Ernst Hartwig**, Direktor der Reimis-Sternwarte zu Bamberg.

Der Unterrichtsstoff der mathematischen Geographie kann dem Interesse der Schüler beträchtlich näher gebracht werden, wenn diese auf eine einfache, anschauliche Weise mit dem Fixsternhimmel, der Orientierung an ihm in den verschiedenen Jahreszeiten, mit dem Sonnenlauf u. s. w. vertraut gemacht werden. Dazu eignet sich in vorzüglicher Weise der VOGTHERRSche Fixsternzeiger oder Führer durch den Fixsternhimmel, ein bequem im Freien aufzustellender, nach dem Meridian und der geographischen Breite des Beobachtungsortes zu richtender Apparat, der es ermöglicht, zunächst jeden am Himmel sichtbaren Stern dem Namen nach sofort kennen zu lernen und umgekehrt jeden dem Namen nach bekannten Stern spielend leicht am Himmel aufzufinden, also auch über alle Sternbilder den Beobachter sich selbst ohne jede fremde Hilfe zu unterrichten.

Beim Gebrauch am Tage veranschaulicht er unmittelbar die augenblickliche Stellung der Sonne unter den Sternbildern mit Angabe ihrer Rektaszension und Deklination, gibt den Ort des Horizonts, wo sie an dem Beobachtungstage und sonst an jedem beliebigen Tage im Jahre auf- oder untergeht, und zugleich auch die zugehörige Zeit an; er läßt daher sehr einfach die Größe des Tagbogens finden und bringt überhaupt den täglichen Lauf der Sonne in Bezug auf den Horizont des Beobachters, besonders auch die Tiefe der Sonne unter dem Horizont in den verschiedenen Jahreszeiten, die Entstehung der kurzen hellen Sommernächte und der langen dunklen Winternächte zur Veranschaulichung. Ebenso wie für den Ort des Beobachters lassen sich diese Verhältnisse in der einfachsten Weise für jede geographische Breite darstellen, so die gegen den Horizont senkrecht stehende tägliche Bahn der Gestirne am Äquator und die zum Horizont parallele am Pol, dann die unveränderliche Lage des Pols für jede geographische Breite.

Die Konstruktion des Apparats ist eine Umgestaltung des von dem gleichen Erfinder herrührenden und in der Zeitschrift „Humboldt“ (Jahrg. 5, Heft 9), sowie in der Zeitschrift für Instrumentenkunde (1886, S. 361) beschriebenen Apparates, bei dem jetzt statt des Globus eine ebene Sternkarte von stereographischer Polarprojektion benützt ist. Diese Karte ist von dem Erfinder für das Äquinoktium 1900 angelegt und entspricht also für die Koordinatenangaben des Apparates genau der Gegenwart, während sie für seinen eigentlichen Gebrauch wohl ein Jahrhundert lang von unveränderlichem Werte bleibt.

Ist der Apparat für den Ort des Beobachters orientiert, d. h. seine Umdrehungsachse der Erdachse parallel gestellt, was mit Hilfe von Bussole und Dosenlibelle, die über dem Dreifuß in bequemer Lage für die Augen angebracht sind, sehr rasch und leicht erreicht wird, und ist dann ein Index auf das am Rande der Sternkarte verzeichnete Datum des Beobachtungstages gebracht und derselbe Index in gemeinsamer Drehung mit der Sternkarte auf die Beobachtungszeit des außen liegenden Kreises eingestellt, dann hat der Beobachter nur das Visierröhrchen auf den Stern am Himmel zu richten, um seinen Namen von der Spitze des Zeigers auf der Sternkarte angegeben zu erhalten, oder nur die Spitze des Zeigers



auf den gewünschten Stern der Karte zu bringen, um beim Durchblick durch das Visier-  
röhrchen denselben am Himmel zu sehen.

Der Apparat wird von der unter der Direktion des Herrn Professors Böttcher stehenden  
Großherzoglich Sächsischen Fachschule und Lehrwerkstatt in Ilmenau unter Kontrolle des  
durch seine astronomische Tätigkeit auf dem Gebiete der veränderlichen Sterne bestbekanntesten  
Lehrers dieser Schule Herrn Fr. Schwab angefertigt und mit Gebrauchsanweisung zum Preise  
von 160 M geliefert.

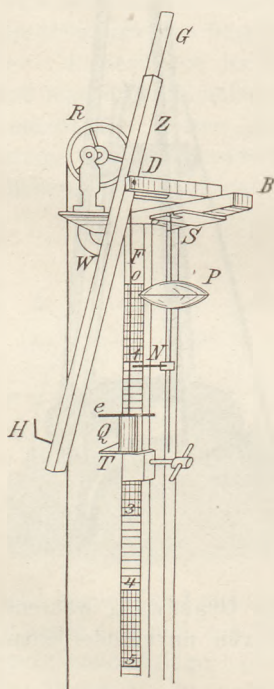
Der Erfinder des Apparats, Georg Vogtherr in Bamberg, ist nach langen Leiden am  
29. März 1904 gestorben und hat nur noch die Freude gehabt, die ersten Bestellungen zu  
erfahren.

### Eine Abänderung an der Atwoodschen Fallmaschine.

Von Prof. Dr. B. Wolff in Stuttgart (Kgl. Baugewerkschule).

Im Jahrgang XV, 1902, S. 97 dieser Zeitschrift ist nach einer amerikanischen Zeitschrift  
(*School-Science vol. I. Nr. 7, Dec. 1901*) über einen Apparat zu Demonstrationen für das dyna-  
mische Grundgesetz referiert. Die Anordnung besteht darin, daß ein Pendel von bekannter  
Schwingungsdauer an einem Körper (Wagen), während dieser sich bewegt, Striche aufzeichnet  
und dadurch die in den einzelnen Zeitteilen von dem Wagen zurückgelegten Wege direkt  
meßbar macht. Eine entsprechende Vorrichtung läßt sich auch an jeder Fallmaschine anbringen:

Ein Brettchen *B*, ca. 30 cm lang und 5 cm breit, wird oben an dem Gestell der Fall-  
maschine neben der Schnurrolle *R* durch die Schraubzwingen *W* festgeschraubt. Auf der  
Unterseite von *B* angebrachte Anschlagstifte ermöglichen rasch die richtige Stellung von *B*



zu finden. Ein Pendel *P* von bekannter einfacher Schwingungs-  
dauer ( $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{2}$  sec., in der Fig.  $\frac{1}{3}$  sec.) hängt in der Schneide *S*,  
deren Richtung mit dem Faden *F* in einer Ebene liegen muß. Ein  
Zeiger *Z* mit dem Drehpunkt *D* kann sich in der Schwingungs-  
ebene des Pendels bewegen und ist durch das Gegengewicht *G*  
eben im labilen Gleichgewicht. *Z* hält vor Beginn der Bewegung  
durch den Drahtfortsatz *H* den Teller *T*, auf welchen das Ge-  
wicht *Q* mit dem Übergewicht *e* gestellt ist. (In der Fig. ist *Z*  
der Übersichtlichkeit halber schon auf die Seite gedreht.) Um  
die Bewegung der Gewichte einzuleiten, stößt der Pendelkörper  
den Zeiger auf die Seite, wonach *Z* wegen des Gegengewichts  
in seitlicher Stellung liegen bleibt. An der Pendelstange ist  
genau senkrecht zu der Schwingungsebene des Pendels ein mit  
Stempelfarbe getränkter Haarpinsel *N* angebracht. Während die  
Gewichte mit dem Faden *F* sich bewegen, führt das Pendel  
Schwingungen aus und bringt beim Durchgang durch seine  
Gleichgewichtslage auf dem Faden *F* Marken an. Somit ist es  
dem Experimentierenden durch einen einzigen Versuch möglich,  
die in den einzelnen Zeitabschnitten zurückgelegten Wege direkt  
messen zu können.

Für die Versuche sind noch folgende Punkte zu beachten:  
Das Pendel mit Pinsel ist zur Ebene von Schneide und Faden  
symmetrisch anzubringen. Eine unrichtige Anordnung ist daran  
zu bemerken, daß sich die Beschleunigung für aufeinander folgende Zeitteile abwechselnd  
zu groß, bzw. zu klein ergeben würde. Ferner ist die Zeigerstellung derart zu wählen,  
daß der Beginn der Bewegung der Gewichte möglichst genau mit dem Anbringen des  
ersten Pinselstriches auf *F*, d. h. dem Beginn der Zeitrechnung, zusammenfällt. Dies läßt  
sich am einfachsten durch den Versuch erreichen:  $Q_1 - Q_2$  bedeute das Übergewicht, *M*  
die bewegte Gesamtmasse, *R* die Bewegungswiderstände (Reibung) und  $p_1$  die dabei  
erhaltene Beschleunigung, so hat man:  $Q_1 - Q_2 - R = M \cdot p_1$ . Man nehme nun von dem

kleineren Gewicht  $Q_2$  den Teil  $q$  weg und füge ihn zu dem größeren  $Q_1$  hinzu, so ergibt sich unter der Annahme, daß die Reibung in beiden Fällen dieselbe bleibt:  $(Q_1 + q) - (Q_2 - q) - R = M \cdot p_2$  und durch Subtraktion:  $2q = M(p_2 - p_1)$ . Bezeichnet man mit  $c$  einen konstanten Fehlerfaktor für die Beschleunigung infolge von unrichtiger Stellung des Zeigers gegenüber der Gleichgewichtslage des Pendels, so hat man  $2q = M(p_2 - p_1) \cdot c$  oder  $c = 2q : M(p_2 - p_1)$ .  $M$  sei durch Rechnung bekannt, so ist der Zeiger mit dem Drahtfortsatz  $H$  richtig angebracht, wenn  $c = 1$  wird (vergl. unten). Da die Schwingungen des Pendels das Stativ der Fallmaschine samt Faden und Gewichten auch in Schwingungen versetzen, so ist es zu empfehlen, das Gestell mit der Wand fest zu verstreben oder das Pendel von der Fallmaschine getrennt aufzuhängen. Die Marken an dem weißen Faden sind auf eine größere Entfernung nicht deutlich sichtbar, daher kann man statt des Fadens ein breiteres Band benutzen, wobei jedoch wegen seines Gewichtes auch unten an den sich bewegenden Gewichten entsprechende Bandstücke anzubringen sind. Faden bzw. Band werden vor einer Skale ausgespannt, die Marken durch aufgesetzte Reiter noch mehr hervorgehoben und die in den einzelnen Zeitabschnitten zurückgelegten Wege abgelesen.

Als Beispiel diene eine Versuchsreihe: Gewichte je 245 g, Übergewicht  $Q_1 - Q_2 = 12$  g, die auf den Umfang der Schnurrolle reduzierte Masse unter Berücksichtigung der Friktionsräder 24 g, daher die bewegte Gesamtmasse = 526 g. Das Pendel hatte eine einfache Schwingungsdauer von  $\frac{1}{3}$  Sekunde:

Zeit:	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{6}{3}$	$\frac{7}{3}$	$\frac{8}{3}$	$\frac{9}{3}$	$\frac{10}{3}$	$\frac{11}{3}$	$\frac{12}{3}$ Sek.
Marke:	0	1,1	4,6	10,5	18,6	29,1	42,1	57,2	74,5	94,3	116,9	141,7	168,7 cm
Weg:		1,1	3,5	5,9	8,1	10,5	13	15,1	17,3	19,8	22,6	24,8	27 cm
$\frac{p}{9}$ :		2,4	2,4	2,2	2,4	2,5	2,1	2,2	2,5	2,8	2,2	2,2	cm

Bei dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung erhält man im Mittel für die Beschleunigung  $p : 9 = 2,36$  cm oder  $p = 21,24$  cm. Theoretisch, d. h. ohne Berücksichtigung der Bewegungswiderstände hätte man:  $p = 12 \cdot 981 : 526 = 22,40$  cm; daher ergibt sich hier bei Anwendung von Friktionsrädern für die zur Überwindung der Gesamtbewegungswiderstände nötige Kraft  $R = 526(22,40 - 21,24) : 981 = 0,64$  g. In derselben Weise verfährt man bei andern Massen und Übergewichten.

Ist die Zeigerstellung einmal richtig, so kann man eine entsprechende Versuchsanordnung auch dazu benützen, um bei sich drehenden Maschinenteilen vom Radius  $r$ , Riemenscheiben, Seiltrommeln, Schwungrädern etc., das Trägheitsmoment  $J = m' \cdot r^2$  experimentell zu bestimmen, wobei  $m'$  die auf den Radius  $r$  reduzierte Masse der Scheibe bedeutet. Diese ist in dem oben benützten Ausdruck für die Gesamtmasse  $M = 2q : (p_2 - p_1)$  enthalten. Allerdings wird dabei, wie bei Kohn (vgl. Zivilingenieur 1890), angenommen, daß bei der Bestimmung von  $p_1$  und  $p_2$  die Reibung in beiden Fällen dieselbe sei, was tatsächlich nicht genau zutrifft (vgl. auch Autenrieth, Technische Mechanik 1900, S. 378).

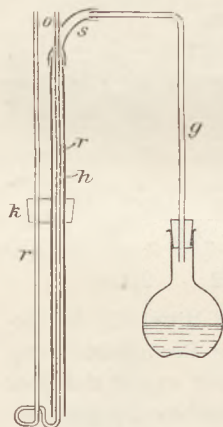
Zusatz. Um bei der oben erwähnten Wagenanordnung richtige Werte für die Beschleunigung zu erhalten, ist es nötig, daß die oberste Kante des Wagens, auf welcher die Marken durch das Pendel angebracht werden, immer genau durch die Gleichgewichtslage des Pendels hindurch geht. Dies ist aber bei Verwendung von Glasplatten als Laufbahn nicht immer mit Sicherheit möglich. Daher verwende ich 3 Schienen aus Messingstangen, die mit ihrem einen Ende auf einem Brett befestigt sind, mit dem andern aber in Vierkanteisen einzeln eingelassen sind. Durch Flügelschrauben kann jede Schiene für sich den Längenänderungen infolge von Temperaturwechsel entsprechend gespannt werden. Senkrecht über der mittleren hängt das Pendel. Der Wagen geht auf diesen Schienen mit 3 Rädchen, deren Achsen auf Friktionsrädchen aufliegen, und die Achsen dieser laufen in Spitzen aus. Daher sind bei einem Gesamtgewicht des 2 m langen Wagens von ca. 1500 g bei horizontaler Lage der Laufbahn zur Überwindung der Reibung nur ca. 3 g nötig, was einem Reibungskoeffizienten  $\frac{1}{500}$  entspricht. Die richtige Zeigerstellung wird ähnlich wie oben durch Versuche bestimmt.

## Messung der Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten.

Von **H. Rebenstorff** in Dresden.

Ziemlich schnell kann man die Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten annähernd messen, wenn man sich einige Apparate nach Art des in der Figur gezeichneten vorrichtet, dessen innere Röhre  $r$  die zu untersuchende Flüssigkeit (Quecksilber, Wasser, Petroleum) enthält. Die eigenartige Umbiegung von  $r$  verhindert eine stärkere Erwärmung des in der Luft befindlichen Schenkels durch Konvektion und Leitung, wenn durch das Heizrohr  $h$  mittels des Schlauches  $s$  Dampf geleitet wird. Die Schenkel von  $r$ , die samt  $h$  durch den Kork  $k$  gesteckt sind, im Abstände einiger cm nebeneinander sehen. Mittels des Korkes wird der Apparat in einer größeren Stativklemme festgehalten.

Der Schlauch wird bei  $o$  mit einer heißen Nadel angestochen und der in den Schlauch gesteckte Schenkel von  $r$  durch die Öffnung etwas nach außen geschoben; erst dann wird der Schlauch auf  $h$  gestreift. Das Einbringen der Flüssigkeit geschieht bei annähernd waagrechter Lage des Apparates mittels zweier auf die Enden von  $r$  gestreifter Schläuche durch Ansaugen. Vor dem Einfüllen des Quecksilbers ist die Röhre mit Salpetersäure und dest. Wasser so zu reinigen, daß keine Luftblasen zurückbleiben. Das Petroleum wird mit Alkana, das Wasser mit Indigolösung gefärbt und, zur Vermeidung des Siedens infolge der in einem engen Heizrohr leicht etwas ansteigenden Dampftemperatur, erst nach längerem Abkochen in das wohlgereinigte Rohr gebracht. Benutzt man ein Heizrohr  $h$ , das nur wenig weiter als  $r$  ist, so tut man gut, statt reinen Wassers eine 3 prozentige Salzlösung zu verwenden, deren Wärmeausdehnung nur in niederen Temperaturen etwas größer ist. Mittels einer Kapillaren gibt man den Flüssigkeitssäulen der Apparate gleiche Längen.



Beim Gebrauche wird das freie Schlauchende an ein von einem Kolben mit siedendem Wasser emporführendes Glasrohr angeschlossen. Das aus  $h$  reichlich herabrinnende Kondenswasser nimmt eine untergestellte Schale auf. Ein rechteckiges Stück Karton, das man von oben über die Umbiegung von  $r$  schiebt, hindert die Erwärmung des äußeren Schenkels durch den aufsteigenden Dampf.

Mittels des Vertikalmaßstabes nach Weinhold (*Demonstrationen*, 3. Aufl., S. 39) wurde die Längenzunahme der 630 mm langen Flüssigkeitssäulen von Quecksilber, Wasser und Petroleum bei Erwärmung von  $16 - 100^\circ$  gleich 9, 25,6 und 52 mm gefunden. Die Ausdehnungskoeffizienten von Quecksilber und Petroleum ergeben sich daraus gleich 0,00017, bzw. 0,00098. Die Volumzunahme des Wassers beträgt für die Volumeinheit 0,0407 gegenüber 0,0422 der Tabelle von Kohlrausch (*Prakt. Phys.*, 9. Aufl., S. 575). Im Anschluß an die einzeln 2–3 Minuten dauernden Messungen läßt man die Korrektur wegen Querschnittszunahme des erhitzten Schenkels von  $r$  berechnen (0,5 mm). Für Quecksilber ergibt die korrigierte Zunahme 9,5 mm den Ausdehnungskoeffizienten zu 0,00018. Bei den anderen Flüssigkeiten käme noch die kleine Abnahme der kapillaren Steighöhe mit der Temperatur in Betracht; über ihre Erwähnung im Unterricht kann man verschiedener Ansicht sein. Nach Anleitung des in Heft 4 (S. 223) beschriebenen Versuches wurde an einem mit der benutzten Röhre gleichweiten U-Röhrchen die ebenfalls positive Korrektur 0,3 mm bestimmt. Die Zunahme der Volumeinheit Wasser nach obigem Versuch wird durch beide Korrekturen auf 0,042 erhöht.

Die Aufbewahrung der Apparate geschieht nach Einschieben von kleinen Wattepföpfchen in die Öffnungen von  $r$  durch Aufhängen an festgeknoteten Bindfäden.

## Ein Vorlesungsversuch für die Bestimmung der Wellenlänge des Lichts.

Von Prof. **H. Haga** in Groningen.

Durch diese Mitteilung möchte ich die Leser dieser Zeitschrift aufmerksam machen auf das in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 22, 1902, S. 275 von Winkelmann beschriebene



Abbesche Doppelprisma, da dieses ein sehr bequemes Mittel bietet, um die Wellenlänge des Lichtes in der Vorlesung zu bestimmen<sup>1)</sup>).

Winkelmann berechnet a. a. O. den genauen Wert der beim Apparate erhaltenen Wegdifferenz; für obengenannten Zweck genügt aber ein angenäherter Wert  $\Delta$ , für den, wie leicht zu beweisen, bei kleinen Werten von  $a$  und  $x$  und großem Wert von  $A$  die Gleichung gilt:

$$\Delta = L_1 P - L_2 P = x \frac{a}{A}.$$

Hierin sind  $L_1$  und  $L_2$  die beim Doppelprisma entstehenden virtuellen Bilder des Spaltes,  $A$  die Entfernung des Spaltes vom Schirm. Ist  $P$  der erste dunkle Interferenzstreifen von der Mitte aus, so ist  $\Delta = \frac{1}{2} \lambda$ , und es kommt darauf an,  $A$ ,  $x$  und  $a$  zu bestimmen. Auf dem Schirme entsteht beim Versuch eine Reihe Interferenzstreifen, und ohne Mühe kann mittels einer Millimeterteilung die mittlere Entfernung der Streifen bestimmt werden; so fand ich bei  $A = 535$  cm die Entfernung der Mitte eines hellen Streifens bis zur Mitte des zehnten 34 mm; also war  $x = \frac{1}{18} \times 34 \text{ mm} = 1,90 \text{ mm}$ . Zur Bestimmung von  $a$  wurde eine achromatische Linse ( $f \pm 35$  cm) zwischen dem Doppelprisma und dem Schirm aufgestellt, sodaß möglichst scharfe Bilder der beiden virtuellen Spaltbilder entstanden; die Entfernung dieser Bilder betrug 9,5 mm. Jetzt wurde der Spalt verbreitert und eine Millimeterteilung auf Glas in den Spalt gehalten, sodaß — nach Entfernung des Prismas — die Teilung auf dem Schirm vergrößert projiziert wurde: 1 mm war auf dem Schirm 13,4 mm.

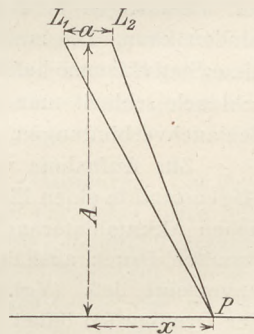


Fig. 1.

Es war also  $a = \frac{9,5}{13,4} = 0,71 \text{ mm}$ .

Aus diesen Daten findet man:

$$\Delta = \frac{1}{2} \lambda = 1,90 \frac{0,71}{5350} = 0,25 \mu, \text{ also } \lambda = 0,5 \mu.$$

Wie sich aus obenerwähnten Zahlen ergibt, sind die Interferenzstreifen nicht gut aus großer Entfernung zu sehen; sehr gut eignet sich hierzu die von Winkelmann a. a. O. angegebene Art, aber nicht weniger deutlich ist folgende Weise: Ein sehr gut ebener Schirm,

<sup>1)</sup> *Ann. der Redaktion.* Das Abbesche Doppelprisma ist eine Modifikation des Fresnelschen, bei dem der Winkel an der stumpfen Kante nur wenig von  $180^\circ$  abweichen darf. Die Schwierigkeit, bei dieser Neigung noch eine scharf geradlinige Kante und ebene Flächen herzustellen, umgeht man nach Abbe, wenn man das Prisma mit der stumpfen Kante nicht an Luft, sondern an eine Flüssigkeit (Benzol) grenzen läßt. Der Winkel darf in diesem Fall um mehrere Grad von  $180^\circ$  abweichen, und es hat dann keine Schwierigkeit mehr, die Flächen eben und die Kante gerade zu erhalten; auch wird es dadurch bei passender Wahl der Flüssigkeit und des Glases möglich, farblose oder fast farblose Interferenzstreifen zu erzeugen. Der Apparat wird von der Firma Carl Zeiß in Jena hergestellt. Der stumpfen Kante des Prismas wird eine planparallele Glasplatte gegenübergestellt und der Raum zwischen beiden mit Benzol gefüllt. Die nebenstehende Figur veranschaulicht in horizontalem Schnitt die Anordnung für die objektive Darstellung: der Spalt  $S$  wird durch elektrisches Licht beleuchtet, das Prisma wird im Abstand 18 cm so aufgestellt, daß seine Kante dem Spalt genau parallel ist. Die Interferenzstreifen werden auf einem Spiegel aufgefangen, der 8 m vom Prisma entfernt ist, und von da auf einen matten Glasschirm geworfen, wo sie im durchgehenden Licht sehr hell erscheinen. Der Abstand zweier benachbarter Streifen ist etwa 1 cm; das erste dunkle Streifenpaar ist fast schwarz, die folgenden zeigen Färbung. Durch Drehung des Spiegels um eine vertikale Achse lassen sich die Streifen allen Zuhörern deutlich zeigen.

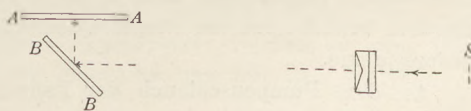


Fig. 2.

z. B. eine an einer Seite mit weißem Papier beklebte Spiegelglasscheibe ( $24 \times 30$  cm), wird vertikal aufgestellt, sodaß ihre Ebene ganz schräg von den Strahlen getroffen wird. Steht eine elektrische Bogenlampe zur Verfügung, die von einem Strome von 15 Ampère gespeist wird, so kann man in einer Entfernung von 6 m vom Schirme die Interferenzerscheinung noch sehr deutlich sehen.

### Für die Praxis.

Prüfung von Gefäßen auf Druckfestigkeit. Von H. Rebenstorff in Dresden. Eine Hochdruckwasserleitung gestattet, diese Prüfung in sehr bequemer Weise vorzunehmen. Unterhalb des Haupthahns der Tischleitung befinden sich wohl überall mindestens zwei Hähne zur Wasserentnahme mittels fest angeschlossener Druckschläuche. Den einen der letzteren läßt man durch kurzes Öffnen des Hahnes voll Wasser laufen und schiebt in seine Öffnung eine starkwandige, am anderen Ende zugeschmolzene Glasröhre (Barometerrohr) mit wulstartigen Verdickungen, sodaß man über diesen den Druckschlauch sehr fest aufbinden kann. Die zunächst mit Luft von Atmosphärendruck erfüllte Röhre wird senkrecht in einer Stativklemme befestigt und ein Vertikalmaßstab daneben gestellt. An den anderen Druckschlauch schließt man, natürlich ebenfalls unter gehörigem Verschnüren von Korken und Schlauchverbindungen, das zuvor mit Wasser gefüllte zu prüfende Gefäß an.

Zur Aufnahme von Wasser und Gefäßscherben im Fall des Platzens stellt man den Gegenstand in einen Eimer; kleinere Gefäße kann man ohne weitere Fährlichkeiten in einem hohen Akkumulatoren- oder zerspringen lassen. Volle Gewähr, daß ein Glasgefäß den angewandten Druck aushält, hat man erst, wenn dieser verschiedene Stunden lang das Gefäß unversehrt ließ. (Vgl. z. B. O. Lehmann, *Ann. der Physik*, Bd. 7, S. 1, 1902.) Zur Ausführung der Druckprobe öffnet man bei geschlossenem Haupthahn die beiden Tischhähne ein wenig und stellt nun den Druck durch genügend oft wiederholtes kurzes Öffnen des Haupthahns her. Den jeweiligen Druck bestimmt man aus dem Volumen der Luft in der Meßröhre nach dem Mariotteschen Gesetz. Einen stundenlang wirkenden Druck, der beliebig kleiner als der maximale Wasserdruck ist, erhält man, wenn man die Schraube, die den einen Schlauch mit dem Tischhahn verbindet, so weit lüftet, daß Wasser langsam in einen untergestellten Eimer tropft, und den Haupthahn so einstellt, daß der Druck konstant bleibt. Öfteres Nachsehen ist unbedingt nötig.

Veranschaulichung der Kapazität. Von E. Grimsehl in Hamburg. Um den Begriff der elektrostatischen Kapazität der Definition gemäß, daß die Kapazität eines Leiters die Elektrizitätsmenge ist, die denselben auf ein bestimmtes Potential (Eins) bringt, oder die das Potential um einen bestimmten Wert (Eins) erhöht, zu veranschaulichen, benutze ich mehrere Glasflaschen, von denen zwei das Volumen von einem Liter, einige andere ein größeres vorher oder nachher bestimmtes Volumen haben, und die mit doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen sind, in die je ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr gesteckt ist. Außerdem brauche ich ein offenes Quecksilbermanometer und eine Fahrradpumpe als Kompressionspumpe.

An dem Pumpenschlauch der Fahrradpumpe muß das an dem Schlauche des Fahrrades befindliche Ventil, das man leicht aus einem alten Fahrradschlauche herausnehmen kann oder beim Fahrradhändler für wenige Pfennige kaufen kann, angeschlossen werden, denn erst unter Zwischenschaltung dieses Ventils kann die Fahrradpumpe als Kompressionspumpe benutzt werden.

Nun verbindet man das eine im Gummistopfen der 1-Literflasche steckende Glasrohr mit dem offenen Quecksilbermanometer, das andere mit der Fahrradpumpe. Bewegt man dann den Pumpenkolben einmal auf und ab, so wird eine ganz bestimmte Luftmenge in die Literflasche befördert, und der Luftdruck in der Flasche erhält einen am Manometer ablesbaren Wert von beispielsweise 5 cm Überdruck (der sich natürlich nach der Größe der

benutzten Pumpe richtet). Macht man denselben Versuch mit der zweiten Literflasche, so ergibt sich bei einmaligem Pumpenhube derselbe Wert des Überdruckes. Nun verbindet man beide Flaschen mit einander mit Benutzung des einen Glasrohrs durch einen Gummischlauch und schließt an die beiden noch freien Glasrohre das Manometer und die Fahrradpumpe an. Um denselben Überdruck wie vorhin zu erreichen, muß man die Pumpe jetzt zweimal auf- und abbewegen. Es ist also die doppelte Luftmenge erforderlich um 2 Litern Luft dieselbe Druckvermehrung zu erteilen, wie einem Liter.

Macht man endlich denselben Versuch mit den größeren Flaschen, so kann man aus der Anzahl der Pumpenzüge, die zur Hervorbringung desselben Druckes erforderlich sind, das Volumen der Flaschen bestimmen. Bemerkt mag nur noch sein, daß man die Kompression nicht zu rasch ausführen darf, oder aber die Ablesung des Manometers erst dann ausführen darf, wenn die Luft, die ja durch die Kompression erwärmt wurde, sich wieder auf Zimmertemperatur abgekühlt hat, doch geschieht dies schon innerhalb einer Minute.

Meiner Meinung nach ist dieser Versuch zur Veranschaulichung der elektrostatischen Kapazität besser geeignet, als der Versuch mit verschiedenen weiten Glaszylindern, die mit Wasser gefüllt werden, erstens weil man, wie bei der elektrischen Ladung mittels des Elektroskops, auch hier den Druckzustand der Luft nur an dem Manometer ablesen kann, und weil ferner das betreffende Volumen hier stets in seiner ganzen Größe beteiligt ist.

---

Induktion in parallelen Leitern. Von E. Grimsehl in Hamburg. Um den Nachweis der Induktion in einem Leiter zu führen, wenn in einem parallelen Leiter ein elektrischer Strom geschlossen und geöffnet wird, kann man sehr gut die doppelten Leitungsschnüre verwenden, wie sie z. B. bei elektrischen Beleuchtungsanlagen verwandt werden. Man benutzt zu dem Zwecke den einen Leiter der Schnüre als primären Leiter, der mit der Stromquelle und einem Ausschalter verbunden wird, während die Enden des zweiten Leiters mit den Klemmen eines Galvanometers verbunden werden. So gelingt es leicht, die gegenseitige Induktion von parallelen Leitern mit einem gewöhnlichen Vertikalgalvanometer zu demonstrieren, wenn man Leiterschnüre von etwa 10 m Länge verwendet.

Es ist wünschenswert, daß auch bei dieser Art der gegenseitigen Induktion die Mitwirkung der magnetischen Kraftlinien als Überträger der Induktionswirkung hervorgehoben werden. Wenn man den Schülern das Magnetfeld eines linearen Leiters gezeigt hat, so bietet das auch gar keine Schwierigkeit. Durch eine sehr einfache Modifikation des Versuchs läßt sich die wichtige Rolle des magnetischen Feldes auch bei dieser Induktion vorführen. Man braucht nämlich nur den Doppelleiter ganz oder zum Teil durch ein eisernes Gasrohr zu ziehen, und man erhält dann eine bedeutende Vergrößerung der Induktionswirkung. Das Eisenrohr schließt sich dem magnetischen Felde des linearen Leiters vollkommen an, die Kraftlinienzahl wird wegen der großen Permeabilität des Eisens wesentlich vergrößert.

Ich benutze zwei ( $\frac{3}{8}$  zöllige) Gasrohre von je 3 m Länge und ziehe die Leiterschnur durch das eine Gasrohr hin und durch das andere zurück, dann können die Gasrohre auf die Erde gelegt werden, und die noch verfügbaren Leiterenden reichen bis zum Tische hinauf, um die Verbindung mit der Stromquelle einerseits und mit dem Galvanometer andererseits zu bewirken.

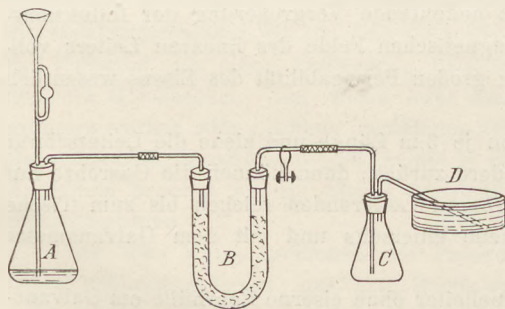
Als ich bei einem Versuche mit dem Doppelleiter ohne eiserne Rohrhülle am Galvanometer einen Ausschlag von 5 Skalenteilen erhalten hatte, bekam ich mit der Gasrohrhülle einen solchen von 15 Skalenteilen.

Interessant ist auch noch, daß man die gegenseitige Induktion der Leiter ohne Hülle durch Nebeneinanderlegen der Hin- und Rückleitung fast völlig beseitigen kann; wenn man aber die beiden mit Rohrhülle umgebenen Leiter unmittelbar nebeneinander legt, so findet keinerlei Schwächung der Induktionswirkung statt, da die Gasrohre einen vollständigen magnetischen Schutz gegeneinander ausüben.

Darstellung des Azetylsilbers. Von F. Küspert in Nürnberg. Brandstätter empfiehlt in dieser Zeitschrift (*X 140*) zur Darstellung von Azetylsilber in kleinem Maßstabe die Einwirkung von Calciumkarbid auf eine mäßig konzentrierte Silbernitratlösung. Die Reaktion liefert jedoch kein reines Azetylsilber. Außerdem kann hierdurch die Meinung erweckt werden, als handle es sich um eine „doppelte Umsetzung“ zwischen salpetersaurem Silber und Karbid nach der Formelgleichung:  $CaC_2 + 2AgNO_3 = Ca(NO_3)_2 + C_2Ag_2$ . Dies dürfte nicht zulässig sein, da zunächst wohl das Calciumkarbid mit dem Lösungswasser Azetylen liefert. Dieses Gas wirkt an sich schon auf Silbernitrat ein; aber seine Wirkung wird wesentlich unterstützt durch die Wegnahme der Salpetersäure seitens des aus dem Calciumkarbid stammenden Calciumhydroxydes.

Daß tatsächlich Azetylen als Säure fungieren kann, insofern, als es aus der Lösung des salpetersauren Silbers Salpetersäure abscheidet, ist bereits von Chavastelon gefunden worden (*Compt. rend. 125, 245* und *Chem. Zentralblatt 1897, II 540*). Auf die Reaktion  $C_2H_2 + 2AgNO_3 \rightleftharpoons C_2Ag_2 + 2HNO_3$  wollte jener sogar eine Bestimmungsmethode für Azetylen gründen, indem die nach seiner Formulierung  $C_2H_2 + 3AgNO_3 = C_2Ag_2 \cdot AgNO_3 + 2HNO_3$  freigemachte Salpetersäuremenge (angeblich  $\frac{2}{3}$  der im Silbernitrat vorhandenen) durch Titrierung mit Natron ermittelt werden sollte. Dies ist jedoch nach meinen Versuchen (*Dissert. 1898*) ganz unmöglich, da man bei jedem Versuch andere Werte bekommt, bezw. die Menge der abgeschiedenen Säure zwischen  $\frac{3}{4}$  und  $\frac{4}{5}$  von der abscheidbaren beträgt. Jedenfalls sind diese Tatsachen ein Beweis, daß es ein leichtes ist, die Säurewirkung des Azetylens zu zeigen, und daß es notwendig ist, im Unterricht auf die Leichtigkeit hinzuweisen, mit der die Bildung des explosiven Azetylsilbers erfolgt. Im übrigen ist von verschiedenen Forschern die Leitfähigkeit von wäßrigen Azetylenlösungen gemessen und an den allerdings äußerst geringen Werten seine schwache Säurenatur erwiesen worden. (*Dammer. Handb. anorg. Chem. IV (1902) S. 359.*)

Ein Absorptionsversuch mit Ammoniak. Von A. Stroman in Friedberg (Hessen). Man schichtet in einem Kolben (*A*) gepulverten Salmiak und gepulverten gebrannten Kalk, verschließt mittels eines Korkes, in den ein Sicherheitstrichter und eine rechtwinklig gebogene Glasröhre eingesetzt sind, und verbindet letztere mit einer Trockenröhre (*B*), die mit Stückchen von gebranntem Kalk gefüllt ist. Von dieser führt eine Glasröhre auf den Boden eines dünnwandigen Kөлбchens (*C*) mittels eines Korkes, in den außerdem eine etwas schräg abwärts gebogene Glasröhre eingefügt ist, deren zu einer stumpfen Spitze ausgezogenes Ende in eine Schale (*D*) mit kaltem Wasser taucht. Alle Verbindungen müssen dicht schließen.



Dann schüttelt man den Inhalt des Kolbens *A* gut durcheinander und gießt durch den Trichter mehrfach ganz geringe Wassermengen. Man erzielt dadurch eine so starke Ammoniakentwicklung, daß die Luft rasch aus dem ganzen Apparate ausgetrieben wird. Wenn dies erreicht ist, wartet man, bis die Entwicklung des Ammoniaks aufhört, sodaß das Wasser zurückzusteigen droht, und verschließt durch eine bereit gehaltene Klemme den Schlauch zwischen *B* und *C*. Sobald

Wasser in das Kөлбchen *C* eindringt, was erst nach einiger Zeit geschieht, wird das Gas so plötzlich absorbiert, daß der Atmosphärendruck das Kөлбchen zertrümmert, da das Wasser durch die verengerte Glasröhre nicht schnell genug nachströmen kann. Die Splitter bleiben auf einem Häufchen liegen, ein Beweis, daß nicht etwa eine Explosion erfolgt ist. Der Versuch ist infolgedessen ungefährlich. Trotzdem wird man eine Glasscheibe vorstellen.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Ein Augenmodell.** Von E. GRIMSEHL. Der Hauptteil des Modells (Fig. 1) ist eine hohle Glaskugel von ungefähr 12 cm Durchmesser, die in ihrem vorderen Teile mit einer stärker gekrümmten Auswölbung versehen ist. Der obere Teil der Glaskugel ist abgesprengt und der Rand abgeschliffen. Auf diese Weise ist ein hohles, oben offenes Gefäß gebildet, das dem eigentlichen Augapfel mit der sich nach vorn daran anschließenden Cornea entspricht. Der vordere Teil des Augapfels ist mit Ausschluß der Cornea außen zuerst mit schwarzer und dann mit weißer Ölfarbe angestrichen, sodaß die Innenseite des Farbanstrichs der Pigmentschicht des Auges entsprechend schwarz, die Außenseite der Lederhaut entsprechend weiß gefärbt ist. Der hintere Teil, also der der Cornea gerade gegenüberliegende Teil des Augapfels, ist außen mattiert zur Aufnahme des erzeugten reellen Bildes und entspricht demnach der Netzhaut des Auges. Der mittlere Teil des Augapfels ist durchsichtig gelassen, sodaß man von der Seite in das Augenuere hineinsehen kann.

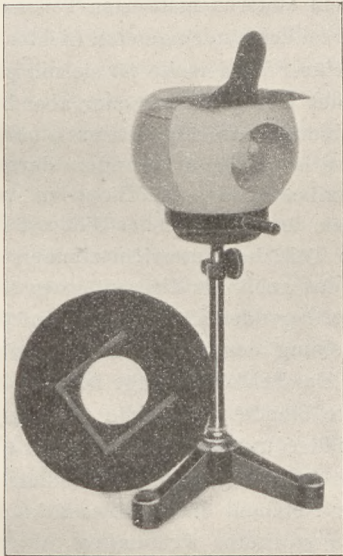


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

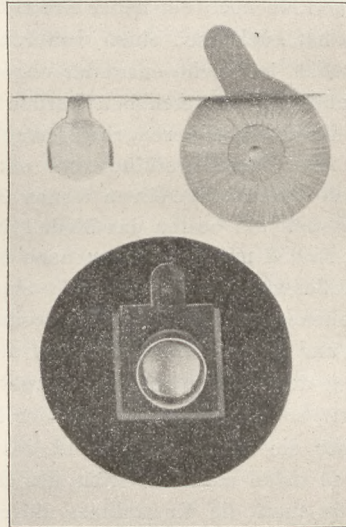


Fig. 4.

In den Augapfel wird von oben die Iris eingesetzt, d. h. eine der gefärbten Iris entsprechend bemalte Blechscheibe, hinter welche eine enge und eine weite, ebenfalls der Iris entsprechend bemalte Blende durch einfaches Drehen eines aus dem Augapfel herausragenden Blechstreifens gesetzt werden kann, um die Pupillenöffnung nach Bedarf groß oder klein zu wählen. Die Iris (Fig. 2) ruht mittels eines am oberen Rande derselben angebrachten Ansatzes auf dem oberen Rande der Öffnung des Augapfels, ist also leicht nach vorn oder hinten zu verschieben oder auch ganz aus dem Augapfel herauszunehmen. Die Krystalllinse wird durch eine Konvexlinse von 4 cm Durchmesser und + 12 Dioptrien dargestellt. Diese ist in einer federnden Fassung angebracht, die ebenfalls mit einem angenieteten Blechansatz auf dem oberen Rande der Öffnung des Augapfels ruht. Fig. 3 zeigt diese Linse mit Fassung besonders abgebildet. Man kann auch diese Linse bequem verschieben, ganz herausnehmen oder durch eine andere Linse von demselben Durchmesser und von anderer Brennweite ersetzen.

Der Augapfel wird mit Wasser gefüllt und die Iris, sowie die Krystalllinse werden eingesetzt. Man hat nun ein Augenmodell, bei dem die auch im natürlichen Auge vorhandenen drei brechenden Flächen, nämlich die Corneafäche und die beiden Flächen der

Krystalllinse vorhanden sind. Der Raum zwischen Cornea und Iris entspricht der vorderen Augenkammer, der Raum hinter der Iris dem Glaskörper. Die Versuche, für die drei brechenden Medien des Auges, nämlich die wäßrige Flüssigkeit, die Krystalllinse und den Glaskörper auch im Modell drei verschiedene Substanzen mit den den wirklichen Verhältnissen entsprechenden Brechungsexponenten zu benutzen, hat der Verfasser aufgegeben, da die mit dieser Anordnung verbundenen konstruktiven Schwierigkeiten nicht dem hierdurch erzielten Vorteil entsprachen. Besonders wurde dann die leichte Auswechselbarkeit von Iris und Krystalllinse unmöglich, wenn man nicht noch in das Innere des Auges eine die beiden Augenkammern trennende Glasplatte einsetzen wollte, die dem wahren Sachverhalte doch noch weniger entsprach.

Das mit Iris und Krystalllinse versehene Augenmodell ruht auf dem dazu gehörigen Schalenstativ (Fig. 1) lose auf, damit man es auf demselben nach allen Seiten drehen kann. An dem Schalenstativ sieht man noch einen kurzen horizontalen Ansatz, welcher zum Aufsetzen der neben dem Stativ liegenden, hier abgenommenen Blende dient. Diese Blende ist nötig, weil bei der Belichtung des Auges von vorn immer noch Licht durch den durchsichtig gelassenen Teil des Augapfels eindringt. Wenn man die Blende fortläßt oder die aufgesetzte Blende zur Seite dreht, so erscheint auf dem hinteren matten Teil neben dem eigentlichen Bilde noch ein heller Kreis, der von dem seitlich eindringenden Lichte herrührt. Die Blende hat auch noch einen weiteren Zweck. An ihrer Vorderseite ist sie mit passenden Nuten versehen, in welche entweder engere Blenden oder farbige Gläser oder aber besonders eine Linsenfassung eingeschoben werden kann. Die Blende mit eingesetzter Linsenfassung und darin durch einen Sprengring festgehaltener Linse ist in Fig. 4 besonders dargestellt.

Das mit Wasser gefüllte und mit der Konvexlinse von + 12 Dioptrien versehene Augenmodell erzeugt von einem fernen Gegenstand ein deutliches reelles Bild auf der Netzhaut. Man stellt am besten das Modell im dunkleren Teil des Unterrichtszimmers auf und richtet das Modell mit der Cornea nach einem durch das geöffnete Klassenfenster sichtbaren Teil der Außenwelt, also z. B. nach einem gegenüberliegenden Hause. Das auf der Netzhaut entstehende umgekehrte Bild verändert bei Drehung des Auges nach der Seite und nach oben und unten seinen Platz auf der Netzhaut. Das Sehfeld beträgt fast 90°, wie man bei Drehung des Modells erkennt. Dreht man nun die Blende so, daß die enge Pupille vor die Iris tritt, so wird das Bild auf der Netzhaut dunkler und schärfer. [Nachträglich hat der Verfasser die matte Hinterwand des Modells mit einer eingezähten Millimeterskala versehen lassen, sodaß man die Größe des Bildes auf der Netzhaut direkt ablesen kann.]

Ersetzt man die Krystalllinse durch eine Linse stärkerer Krümmung, so wird das Bild des fernen Gegenstandes unscharf, während das Bild eines näheren Objektes, z. B. des Fensterkreuzes, scharf wird. Soll das Bild des fernen Hauses wieder scharf werden, so muß man dem Auge eine Brille, d. h. eine schwache Konkavlinse vorsetzen. In derselben Weise, wie eben ein kurzsichtiges Auge, kann man ein übersichtiges Auge durch Vertauschung der Krystalllinse mit einer Linse schwächerer Krümmung herstellen und dann durch eine Konvexlinse korrigieren. Die hierbei auftretende Verkleinerung, bzw. Vergrößerung des Netzhautbildes ist gut zu beobachten. Die Anwendung der Lupe zur Vergrößerung des Netzhautbildes, indem man den Gegenstand nähert und gleichzeitig eine Konvexlinse vorsetzt, um die zu stark divergenten Strahlen weniger divergent zu machen, kann ebenfalls dargestellt werden, ebenso eine Staroperation und der Ersatz der Linse durch eine vor das Auge gebrachte Konvexlinse. Daß man auch vor dem Augenmodell eine Linsenkombination von der Art der Mikroskope oder Fernrohre anbringen kann, möge nur angedeutet werden.

Allerdings ist die Krümmung der Cornea durch Glasbläserarbeit entstanden, nicht durch optischen Schliff. Das hat natürlich zur Folge, daß die auf der Netzhaut entstehenden Bilder nicht die Schärfe haben, die man bei Anwendung photographischer Objektive erlangt.

Trotzdem dürfte das beschriebene Augenmodell ein willkommenes Unterrichtsmittel sein. Es wird durch die Firma A. Krüß in Hamburg, Adolfsbrücke, hergestellt und in den Handel gebracht.

**Einfache Versuche über Wärmeabsorption** beschreibt STECHER in *Natur und Schule* 3, 100: 1904. Er benutzt dabei zwei weithalsige Glasflaschen (200 cm<sup>3</sup>). Die eine umwickelte er gleichmäßig und lückenlos mit schwarzem und die andere mit weißem baumwollenen Zwirn oder Garn und klebte die Enden der Fäden fest. Beide Flaschen und eine dritte ebenso große nicht umhüllte füllte er bis zu gleicher Höhe mit recht kaltem Wasser, stellte sie hinter geschlossene Fenster in die Sonne und maß viertelstündlich die Wassertemperaturen. Er fand, daß die Temperatur binnen drei Stunden (1903 Februar 7 mittags 12<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>) bei dem schwarzumhüllten Gefäß von 9 auf 38° C., bei dem nichtumwickelten von 9 auf 32° C. und bei dem weißumhüllten von 9 auf 29° C. stieg. Das Gefälle der Wärmezunahme verringerte sich mit der Zeit. — Ferner fand er, daß sich zwei Flaschen, die eine schwarz und die andere weiß umwickelt, die er gleichzeitig in dem Schattenraum des geheizten Zimmers, dessen Luftwärme 19—23° C. betrug, aufgestellt hatte, von 9 auf 22½° C. erwärmten. Der Verfasser zieht daraus den Schluß: „Die Farbe wirkt lediglich auf leuchtende Wärmestrahlen, dunkle werden von Schwarz und Weiß in ganz gleicher Weise aufgenommen.“ Diese verschwommen abgefaßte Folgerung ist unzulässig. — Außerdem füllte STECHER anscheinend (das Versuchsverfahren ist nicht deutlich angegeben) drei weitere Flaschen, eine ohne Umwicklung, die andere mit weißer und die dritte mit schwarzer Hülle, voll Wasser von 94° C. und beobachtete, daß sie sich in 2 Stunden 15 Minuten auf 24½°, 25° und 25° abkühlten, daraus schließt er, daß bei der Ausstrahlung der Körperwärme die Farbe der Umhüllung ohne Einfluß sei, und erklärt die etwas stärkere Abkühlung der nicht umwickelten Flasche durch die wärmeschützende Wirkung der Garnhülle. Auch dieser Versuch ist nicht einwandfrei; es wird hier wohl der Einfluß der weißen und schwarzen Farbe durch Wirkungen anderer Umstände überdeckt. — An dem „hitzefreien“ Nachmittag des 3. September 1903, 12<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> bis 2<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, stellte STECHER Flaschen, die er mit weißem, leuchtend rotem, hellsaftgrünem und schwarzem Garn umwickelt hatte in die Sonne; er fand, wie zu erwarten war, daß bezüglich des Absorptionsvermögens das Rot dem Weiß, das Grün aber dem Schwarz näher steht. Doch ist bei diesem Versuch der Einfluß der chemischen Zusammensetzung der Farbstoffe nicht in Betracht gezogen. — STECHER hat Zwecke des biologischen Unterrichts im Auge, er will das Vorkommen der schwarzen Farbe bei Tieren und Pflanzen näher erörtern. Dafür dürften seine Versuche vielleicht ausreichen, zur Beantwortung rein physikalischer Fragen sind sie nicht besonders geeignet. Die langen Versuchsdauern summieren die störenden Wirkungen einiger Nebenerscheinungen erheblich; auch bilden bei derartigen Versuchen Luftströmungen, wie sie besonders an den nur selten gut schließenden Fenstern stattfinden, Fehlerquellen, die sorgfältig vermieden werden müssen.

H.-M.

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Die Farbe der Seen.** Von O. Frh. v. u. z. AUFSESS (*Ann. d. Physik* 13, 678; 1904). Um die Ursache der verschiedenen Färbung der Seen zu erforschen, unternahm der Verf. quantitative Untersuchungen über die Lichtabsorption ihres Wassers. Dazu diente ein Spektrophotometer nach F. F. Martens. Die Beobachtungen im Freien wurden möglichst an wolkenlosen, windstillen Tagen von flachen Boten aus angestellt. Zur Bestimmung der Sichttiefe und Abgrenzung einer Wasserschicht von bestimmter Dicke wurde eine weiße kreisförmige Scheibe von 1 m Durchmesser in den See hinabgelassen. Ein geschwärztes Rohr aus Zinkblech diente dazu, um den Reflex der Wasseroberfläche zu eliminieren. Im Laboratorium wurde das Wasser in einer 5½ m langen, 6 m breiten horizontalen Röhre untersucht; als Lichtquelle diente dabei eine Nernstlampe. Zum Vergleich diente „optisch leeres“ Wasser, das durch zweimalige Destillation von Leitungswasser über Kalilauge und übermangansaurem Kali gewonnen wurde. Das Absorptionsspektrum dieses reinen Wassers zeigte starke Absorption im Rot bis zu 620  $\mu\mu$  und einen charakteristischen Absorptionsstreifen zwischen 620 und 610  $\mu\mu$ ; dann nahm die Absorption rasch ab und hörte gegen das blaue Ende fast ganz auf. Die Farbenzusammensetzung eines Sees zeigte sich als konstant, unabhängig von einer Trübung und Veränderung der Sichttiefe. Ein Einfluß der Temperatur auf die Farbe war

nicht nachweisbar; dagegen haben Farbe und Sichttiefe Einfluß auf die Temperatur des Wassers, indem Wasser, das die roten Strahlen stärker absorbiert, sich schneller erwärmt. Da Trübung des Wassers, ebenso ein Niederschlag aller suspendierten Teilchen durch Zinkchlorid keine Änderung der Farbenzusammensetzung hervorruft, so kann die Wasserfarbe nicht als Farbe eines trüben Mediums aufgefaßt werden. Auch stimmte die Absorption von Wasser, das künstlich mit Mastix getrübt war, nicht mit der des natürlichen Wassers überein. Die Wasserfarbe kann daher nur darauf beruhen, daß verschiedene Substanzen, die dem Wasser auf irgend einem Wege zugeführt werden, darin gelöst sind. Solche Substanzen sind: 1. Kalk in seinen verschiedenen Arten und 2. organische, humöse Stoffe. Der Verf. fand, daß Kalkwasser eine ausgesprochene grünliche Farbe hat, Wasser, das durch Gartenerde filtriert war, also organische Stoffe gelöst enthielt, gelblich-grün war. Die chemische Analyse zeigte, daß die Alpenseen, Walchensee und Genfersee, einen großen Kalkgehalt, dagegen einen geringen Gehalt an organischen Substanzen besitzen; sie sind dementsprechend blau, bezw. blaugrün. Dagegen haben Kochensee und Würmsee viel mehr organische Substanzen in Lösung, zeigen daher größere Absorption in Blau, die Farbe ist gelblich-grün. Die Absorptionskurven für Staffel- und Arbersee ähneln schon ganz denen durch Gartenerde filtrierten Wassers. Man kann so in der Farbe deutlich den chemischen Gehalt des Wassers an den beiden Substanzen verfolgen. Die Farbe jedes Sees ist hiernach eine Eigenfarbe, beruhend auf der Eigenschaft des reinen Wassers, die aber modifiziert wird durch die von den geologischen Verhältnissen der Umgebung bedingten gelösten Stoffe. Der Verf. unterscheidet vier Gruppen von Seen: 1. Blaue Seen, keine Absorption von Blau (Achensee); 2. Grüne Seen, schwache Absorption von Blau (Walchensee); 3. Gelblich-grüne Seen, starke Absorption von Blau (Kochensee); 4. Gelbe oder braune Seen, vollständige Absorption von Blau (Staffelsee). Schk.

**Anwendung der Thermosäule im Ultraviolett.** Von A. PFLÜGER (*Ann. der Physik* 13, 890; 1904). Schon Snow, sowie Hagen und Rubens haben in einigen ultravioletten Gebieten des Kohlebogens Wärmewirkungen wahrgenommen, die aber nur gering waren und zum Teil durch diffuse Strahlung größerer Wellenlänge überdeckt wurden. Dagegen fand PFLÜGER in dem Entladungsfunken zwischen Metallelektroden Wärmewirkungen der ultravioletten Strahlung, die bei einer Rubensschen Thermosäule Galvanometerausschläge von ungeahnter Größe hervorriefen. Die im äußersten Ultraviolett liegenden starken Linien des Magnesiums, Kadmiums, Zinks, Aluminiums, Zinns, Nickels, Kobalts, Eisens riefen bei mäßiger Empfindlichkeit der Versuchsanordnung Ausschläge von Hunderten, ja Tausenden von Skalenteilen hervor. Bei allen Metallen, mit Ausnahme des Magnesiums und des Eisens, lag das Gebiet stärkster Wirksamkeit unterhalb der Wellenlänge  $260 \mu\mu$ , wo die Empfindlichkeit der photographischen Platte bereits sehr gering ist. So erfordert die Linie  $199,9 \mu\mu$  des Kupfers mittels Rowland-Gitter eine mehrstündige Exposition, die Linie  $190 \mu\mu$  des Zinns, die von Schumann auf seinen gelatinösen freien Platten nachgewiesen wurde, kam auf Gitterphotographien nicht mehr zum Vorschein; bei beiden Linien gab die Thermosäule erhebliche Ausschläge. Zur Funkenerzeugung genügte ein gewöhnlicher Deprezscher Unterbrecher: man zündet den Funken für jede Messung neu an und beobachtet den ersten Ausschlag. So konnte der Verf. die Energieverteilung im Funkenspektrum messen und alle photometrischen Messungen im Ultraviolett mit größter Genauigkeit ausführen. Da Quarz schon bei  $200 \mu\mu$  stark absorbiert, wurden Prisma und Linsen des Spektrometers aus Flußspat hergestellt. Die Funkenstrecke befand sich dicht vor dem Kollimatorsplatt, die Thermosäule dicht hinter einem Spalt, der in der Brennebene des Fernrohrobjectivs lag. Die günstigste Funkenlänge war etwa 2 mm. Von großem Vorteil war die Einschließung der Thermosäule in ein Vakuumgefäß. Der Verf. gibt eine tabellarische Übersicht über die Energieverteilung in den Funkenspektren der Metalle. Daraus ergibt sich z. B., daß die Liniengruppe 186 des Aluminiums die stärkste seines ganzen Spektrums ist. Die starken Ausschläge deuten auf ein Maximum der Energiestrahlung der Funken im Ultraviolett; ein zweites Maximum findet sich im Ultrarot. Mittels Einschaltung absorbierender Schirme, durch die einzelne Strahlenpartien ab-



geblendet wurden, konnten die auf die einzelnen Spektralgebiete fallenden Energiemengen als Prozentteile der Gesamtstrahlung bestimmt werden. Die Gesamtenergie der Funkenstrahlung wurde ferner zu  $\frac{1}{100}$  bis  $\frac{1}{30}$  der Energie einer Hefnerlampe in 1 m Entfernung bestimmt.

Um auch die von Schumann beobachteten Strahlen, deren Wellenlänge unterhalb  $180 \mu\mu$  liegt, mit der Thermosäule nachweisen zu können, wurden wegen der starken Absorption dieser Strahlen durch die Luft die Aluminiumelektroden, sowie die Thermosäule in je eine mit einer Flußspatplatte bedeckte, mit Wasserstoff gefüllte Röhre eingeschlossen. Befand sich zwischen den beiden Flußspatplatten ein Luftzwischenraum von 3 mm, so war der Galvanometerausschlag geringer, als wenn die beiden Platten unmittelbar aufeinander lagen, oder wenn der Zwischenraum auch mit Wasserstoff gefüllt war. Es ergab sich daraus eine erhebliche Wärmewirkung der Schumannstrahlen, die bis zu 24 Proz. der Gesamtstrahlung kamen. Genauere Messungen mit dem Schumannschen Vakuumspektrographen wurden noch nicht ausgeführt.

Schk.

### 3. Geschichte und Erkenntnistheorie.

**Physikalischer Dogmatismus.** Von Dr. FRITZ WALTHER. *Progr.-Abh. des Kgl. Französischen Gymnasiums zu Berlin, Ostern 1904. Pr.-No. 58.* Die Physik muß immer wieder auf die Grundlagen ihres Wissens zurückgehn und erstens die Entstehung ihrer Erkenntnisse, zweitens ihren Bereich und ihre Anwendbarkeit untersuchen, sonst verfällt sie in Dogmatismus. Diesem Ausspruch des Verfassers ist gewiß zuzustimmen, und grade in dieser Zeitschrift ist von Anfang ihres Bestehens an die gleiche Forderung, insbesondere im Hinblick auf den Unterricht, vertreten worden. Der Verfasser versteht jedoch die Forderung in einem Sinne, den wir nicht mehr als berechtigt anerkennen können. Er verlangt von der Physik, daß sie nicht nur die Entstehung ihrer Erkenntnisse, sondern auch den Ursprung der Grundbegriffe untersuche; zuvörderst also müsse die Physik sich mit den Begriffen Raum und Zeit beschäftigen und sie einer eingehenden Prüfung unterwerfen. Diese Aufgabe aber geht den Physiker ebenso wenig an, wie die Frage nach der Realität der Außenwelt und nach dem Verhältnis unserer Vorstellungen zu den Dingen an sich. Es heißt die Grenzen der physikalischen Forschung verkennen, wenn man ihr solche Probleme zuweist. Die Physik hat vielmehr das Recht, sich auf den Boden des „naiven Realismus“ zu stellen, sie darf mit Raum, Zeit und Bewegung als gegebenen Begriffen arbeiten. So haben es auch alle großen Physiker von Galilei und Newton bis auf Helmholtz gehalten. Dadurch verlieren die Resultate der Physik nichts an Sicherheit; der Vorwurf, daß sie auf diese Weise nichts „Absolutes“ finden könne, ist gegenstandslos, denn die Physik ist am wenigsten von allen Wissenschaften dazu geneigt, ihre Ergebnisse für „absolut“ auszugeben; noch weniger angebracht ist es, der Physik zuzuschreiben, sie müsse eingestehen, daß ihre Ergebnisse Unbewiesenes, Unbeweisbares enthalten, und daß auch sie ohne Glauben nicht auszukommen vermöge. Denn es handelt sich in der Physik, soweit es ihre Grundlagen betrifft, nicht um beweisbare oder nicht beweisbare Sätze, sondern um Tatsachen der Wahrnehmung; Wahrnehmungen aber werden gemacht, nicht bewiesen und auch nicht — geglaubt! Und weiterhin handelt es sich um Vorstellungen, die den Tatsachen angepaßt sind und demnach die Tatsachen mehr oder weniger genau darzustellen vermögen. Von Dogmatismus ist in alledem nichts zu entdecken.

Etwas anders steht es mit dem Begriff Substanz, den der Verfasser danach behandelt. Dieser Begriff gehört nicht zu dem Wahrnehmungsinhalt, er ist ein Denkmittel, das der Verstand sich geschaffen hat. So sagt auch der Verfasser: „Richtig verstanden, als Substrat von Erscheinungen, hat der Stoff volle Existenzberechtigung in der Naturwissenschaft, ja er ist sogar notwendig, da er eine sonst recht fühlbare Lücke im Denkprozeß ausfüllt.“ Auch dem imponierbaren Äther gesteht er „physikalische Existenz im phänomenalen Sinne des Wortes“ zu, ebensogut wie „den materiellen Atomen, die auch noch niemand gesehen oder gewogen hat“. Dagegen bekämpft er eine vermeintliche Neigung der Physik, die Materie als ewig und unveränderlich zu bezeichnen; wir möchten dagegen behaupten, daß solche Neigungen

der Physik fern liegen, und wo sie etwa sich gezeigt haben (wie bei Helmholtz), aus dem philosophischen Gebiet eingeschleppt sein dürften. Seit Locke und Hume, und unter den Physikern neuerdings namentlich Mach, auch an diesem Begriff ihre aufklärende Kritik geübt haben, wird nicht leicht ein Physiker den Substanzbegriff „absolut“ nehmen. Vollends geschieht der Physik Unrecht, wenn ihr in die Schuhe geschoben wird, daß sie physikalische Gesetze kritiklos auf das geistige Leben ausdehne. Man zeige uns ein Physikbuch, in dem das geschehen wäre. In der Regel sind es Nichtphysiker (wie Häckel), die solchen Mißbrauch mit der Physik treiben. Ein Übergriff eines einzelnen Physiklers aber, und wenn er den Namen Boltzmann trägt, kann und darf nicht der Physik angerechnet werden. Mehr Berechtigung hat die Verwahrung des Verfassers gegen Ostwalds Substanzialisierung der Energie. Hier trifft sein Einspruch mit den Angriffen zusammen, die Höfler in seiner Abhandlung „Zur gegenwärtigen Naturphilosophie“ gegen Ostwalds Auffassung richtet.

Beim Begriff der Kausalität findet der Verfasser, daß alle Schwierigkeiten verschwinden, wenn man sich die Kantische Auffassung der Kausalität als apriorischer Denkform aneignet. Wir können das nicht unterschreiben. Die Physik hat nicht nötig, sich um den apriorischen Charakter des Ursachbegriffs zu kümmern. Statt erkenntnistheoretischen Problemen nachzugehen, über die selbst unter den Philosophen keine Einigkeit besteht, darf die Physik den Kausalbegriff als ein Denkmittel zur Erfassung des Zusammenhanges der Erscheinungen benutzen, ohne zu verkennen, daß die Nötigung zur Anwendung dieses Begriffes nicht im Subjekt, sondern in dem gegebenen Material der Wahrnehmung liegt. Aus dem letzteren Grunde wird auch dem Kraftbegriff „phänomenale Realität“ in demselben Sinne wie der Substanz beizulegen sein. Wir können auch, was immer die neuere „phänomenologische“ Richtung in der Physik dagegen sagen mag, den Kraftbegriff für die vollständige Beschreibung der Erscheinungen nicht entbehren. Dem Kraftbegriff aber eine höhere Dignität zuzuschreiben und die Kraft als etwas ebenso Reales wie das Bewußtsein zu betrachten, dürfte sich so leicht, wie der Verfasser meint, nicht rechtfertigen lassen. Es wäre der ärgste „Dogmatismus“, wenn eine Philosophie der Physik für solche Thesen Glauben heischte, ohne an den Kraftbegriff alle die strengen Maße der „unmittelbaren Evidenz der inneren Wahrnehmung“ gelegt zu haben, die zur erkenntnistheoretischen Dignität der Bewußtseinstatsachen notwendig und ausreichend sind.

Mit seltsamen Scheltworten wendet sich der Verfasser gegen die „öde Gesetzesgerechtigkeit“, den „Dogmatismus der physikalischen Formel“. Er wirft der Physik vor, daß sie sich des empirisch-hypothetischen Ursprungs ihrer Erkenntnisse schäme und die deduktive Behandlung bevorzuge, um in der vornehmen Gesellschaft der älteren Schwestern, der Geisteswissenschaften, Aufnahme zu finden. Wie schief und einseitig ist das doch! Und daß die Hypothese ein „unentbehrliches Rüstzeug“ der Physik ist, ist von der Physik selbst niemals verkannt worden. Auch Newtons *hypotheses non fingo* darf nicht dagegen angeführt werden, denn das Wort ist hier in anderem Sinne gemeint. Andererseits ist der Gebrauch von Hypothesen in der Physik kein Grund gegen die Sicherheit unserer physikalischen Erkenntnis. Daß ein Stein, den ich loslasse, morgen ebenso wie heute zur Erde fallen wird, ist freilich eine induktive Wahrheit und insofern hypothetisch, als vorausgesetzt werden muß, daß die Welt und die in ihr bestehenden Gesetze sich bis morgen nicht ändern werden. Dieser Vorbehalt aber beeinträchtigt nicht die Sicherheit unserer Erwartung, sondern schließt nur die apodiktische Form der Schlußfolgerung aus. Der Verfasser wird zu seiner Anzweiflung auch weniger durch physikalische, als durch außernaturwissenschaftliche, ja überhaupt außernaturwissenschaftliche Beweggründe veranlaßt. Er will, nach der Kantschen Ausdrucksweise, das Wissen aufheben, um für den Glauben Platz zu bekommen, das ist von jeher ein gefährliches Mittel gewesen; nur Unkenntnis oder Verblendung können die Sicherheit unseres Erfahrungswissens in Frage stellen; der recht verstandene Glaube bedarf eines solchen Kunststückes nicht<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Man vergl. hierzu den schönen Vortrag von Kurd Laßwitz über „Religion und Naturwissenschaft“ (Leipzig, B. Elischer Nachf.).

Vollends ablehnend wird sich die Physik verhalten müssen gegen die Forderung des Verfassers, daß sie auch das teleologische Moment berücksichtigen müsse (falls „berücksichtigen“ mehr heißt, als „nicht von vornherein und unbesehen ablehnen“). Vor allem gilt hier noch immer Newtons altes Wort: *principia philosophiae naturalis non praeter necessitatem esse multiplicanda!* Und auch wer dem Zweckbegriff auf biologischem und anthropologischem Gebiet seine volle Bedeutung zuerkennt, wird doch entsprechend dem, was die historische Entwicklung uns als das Wesen der Physik zeigt, die Zweckbetrachtung von ihr ferngehalten wissen wollen. Denn das Wesen der Physik besteht in der kausalen Erklärung des natürlichen Geschehens auf dem Gebiet der unbelebten Natur (und der belebten, soweit sie nachweislich demselben Gesetze folgt, z. B. beim freien Fall lebender wie lebloser Körper). Wie irreführend das teleologische Prinzip sein kann, beweist der Verfasser selbst durch ein von ihm angeführtes Beispiel: „Wenn beim Gefrieren des Wassers soviel Wasserkalorien frei, beim Verdampfen andererseits soviel verbraucht werden, daß die weitere Umwandlung erheblich gehemmt wird, so sieht das doch ganz so aus, als ob die Natur rapide Umschläge verhüten, das Bestehende begünstigen wolle.“ Denselben Eindruck sollen auch die Induktionsströme hervorbringen. Hier sind jedoch die Gegeninstanzen außer acht gelassen, wie die labilen Gleichgewichtszustände vor gewissen Wetterumschlägen, die hohen Spannungen vor Gewittern, die hohen Druckkräfte, die dem Ausbruch von Vulkanen und Erdbeben vorausgehen u. a. m. Auch Prinzipien wie das der kleinsten Wirkung und das des kleinsten Zwanges können den „orthodoxen“ Physiker nicht bekehren, denn sie sind nicht aus teleologischem Bedürfnis entsprungen, sondern vielmehr Ergebnisse der rein kausalen Betrachtung; diese Sätze sind nichts als ein Ausdruck dafür, daß auf dem Gebiet der physikalischen Erscheinungen nur das Notwendige geschieht, oder daß keine größeren Veränderungen eintreten, als wie die vorhandenen Kräfte erfordern.

Etwas ganz anderes ist es, wenn man außerhalb der Physik — auch als Physiker — dem Gedanken nachgeht, daß die Welt auf die Möglichkeit organischen Lebens angelegt ist und daß gewisse Tatsachen damit im Einklang zu stehen scheinen. Hier werden nicht Zwecke in die Natur hineingetragen, sondern es wird innerhalb der kausalen Verknüpfung selbst eine Art planmäßigen Zusammenhanges erblickt. Dies betrifft aber bereits den Anfang aller Dinge und geht über alle wissenschaftliche Forschung hinaus.

Wir haben nur einige Hauptpunkte aus dem Inhalt der Abhandlung herausheben können. Wollte man das Geflecht von richtigen und von irrigen Behauptungen entwirren, so wäre wohl eine Reihe von Programmabhandlungen nötig. P.

**Ein Zusammentreffen von Berzelius mit Goethe.** In dem neuesten Heft (VII) der KAHLBAUMSchen „*Monographien aus der Geschichte der Chemie*“ finden sich die sehr inhaltreichen „Selbstbiographischen Aufzeichnungen“, die Jakob Berzelius seiner Zeit der schwedischen Akademie der Wissenschaften statutengemäß einreichte und die jetzt im Auftrage derselben von H. G. Söderbaum herausgegeben und von Emilie Wöhler und KAHLBAUM übersetzt bezw. bearbeitet worden sind. Aus diesen Aufzeichnungen darf ein Zusammentreffen, das Berzelius 1821 mit Goethe in Karlsbad hatte, auf ein besonderes Interesse rechnen. Berzelius hatte sich wegen eines periodischen Kopfschmerzes nach Karlsbad zur Kur begeben und war dort u. a. auch mit dem Naturforscher Grafen Caspar Sternberg zusammengekommen, der ihn nach Eger begleitete, wo sich „der berühmte Dichter und Naturforscher Baron von Goethe“ damals aufhielt. Doch wir wollen Berzelius, der vom Grafen Sternberg Goethe vorgestellt wurde, möglichst selbst berichten lassen. Goethe „empfang mich mit einer Miene und Gebärde, als sei er von der neuen Bekanntschaft nicht gerade sehr entzückt, auch sprach er kein Wort mit mir. Doch ich war schon zufrieden, daß mir Gelegenheit geboten war, den durch Verdienste jeder Art so ausgezeichneten Mann auch nur gesehen zu haben. Er lud uns zum Mittagessen, das frühzeitig eingenommen wurde, ein. Während desselben wurde beschlossen, am Nachmittag einen Spaziergang nach dem Kammerbühl zu machen. Dies ist ein erloschener Vulkan, jedoch so kleinen Umfangs, daß man in ein paar Minuten vom Fuß zur Spitze gelangen kann. Hier kam ich nun ins Gespräch mit Goethe.

Er hatte einige Jahre vorher eine kleine Broschüre über den Vulkan herausgegeben, in der er darzutun versuchte, daß es sich um einen vulkanischen Ausbruch von Asche und Rapilli, aber ohne Krater- und Lavabildung, der unter Wasser stattgefunden hatte, handle.“ Durch Wegebauten waren die Lagerstätten durchschnitten und zeigten horizontale Schichten verschieden gefärbten Steingrießes. „Goethe fragte mich hier, ob das nicht deutlich zeige, daß die Eruption unter Wasser stattgefunden habe.“ Berzelius ließ sich nicht merken, daß er von Goethes vorgefaßter Meinung wußte, und erwiderte nur, daß es wohl den Anschein habe, daß aber die gleiche Schichtung auch entstanden sein würde, falls der Steingrieß aus der Luft niedergefallen wäre. Eine Vertiefung an der Spitze des Vulkans wurde von Goethe für eine künstliche Ausgrabung gehalten, hergestellt, um bei Landpartien als Kochgelegenheit zu dienen. „Aber diese Vertiefung war von länglicher Gestalt und auf der einen Seite von einem viel höheren Rand umgeben als auf der anderen. Nach den Erfahrungen, die ich in der Auvergne und in Vivarais beim Studium der vielen dortigen Vulkane gesammelt hatte, suchte ich Goethe zu überzeugen, daß einmal die Vertiefung ein wirklicher Krater sei, und dann, daß die Eruption sich bei einem heftigen Sturme ereignet haben müsse, wobei sich das Ausgeworfene an der Leeseite, die deshalb höher und ersichtlich verlängert sei, angesammelt habe.“ Berzelius folgerte weiter, daß der Krater dicht unter der Spitze des kleinen Berges an der Seite, von der her der Wind geblasen hatte, liegen müsse und daß dort auch die Lavaströme zu suchen seien. „Der 70jährige Naturforscher hörte mir aufmerksam zu, doch bemerkte er, als ich geschlossen hatte, daß hier kein Mensch Lava finden würde.“ Berzelius gab zu, daß es allerdings den Anschein habe, daß aber jetzt, wo die Stelle festgestellt sei, wenigstens danach gesucht werden müßte. Goethe rief nun seinen Bedienten, der auf den geologischen Exkursionen des alten Herrn stets einen großen Hammer und eine Hacke mitführen mußte.“ Dieser räumte Moos und die Grasnarbe weg und stieß dann auf ein Gestein, von dem ich ihn ein Stück abschlagen ließ. An der Bruchfläche fand sich ein Olivin. Das war nun deutlich Lava. — Goethe war über den Fund ganz entzückt und ganz besonders noch darüber, wie man a priori dazu gekommen war. Er erklärte, daß er seine Überzeugung jetzt ändere, und machte Sternberg den Vorschlag, einen Durchstich des Vulkans der Tiefe nach vorzunehmen, womit sie im folgenden Sommer beginnen wollten.“ Die Absicht Berzelius', am andern Tage nach Karlsbad zurückzukehren, wurde aufgegeben, da Goethe ihn nötigte, noch einen Tag zu verweilen. In den Morgenstunden des nächsten Tages besuchten Berzelius und Graf Sternberg die Steinbrüche von Haßlau, von wo sie Goethe ein paar schöne Mineralstufen mitbrachten, die er mit Vergnügen annahm. Goethe zeigte dann die auf seinen Exkursionen gesammelten Mineralien. „Über den Namen eines der vorgezeigten Mineralien waren wir nicht einerlei Meinung, und da Goethe mir nicht glauben wollte, schlug ich ihm vor, die Frage mit dem Lötrohr zu entscheiden. Er sagte, daß er die Anwendung dieses Instrumentes nicht recht kenne, aber gern Versuche damit sehen wolle. Ich bewohnte ein Zimmer in dem gleichen Gasthaus, und so holte ich meinen Apparat, den ich auf Reisen immer mit mir führe, herauf. Goethe war von der genauen Auskunft, die das Instrument gab, so eingenommen, daß ich eine Menge der von ihm gesammelten Sachen mit dem Lötrohr prüfen mußte.“ Goethe hatte eine Vorliebe für titanhaltige Mineralien und eine reiche Sammlung aus verschiedenen Fundorten zusammengebracht; „als ich ihm zeigte, wie leicht man durch eine schöne Reaktion, Titan mit dem Lötrohr nachweisen kann [Titansäure gibt, mit Phosphorsalz im Reduktionsfeuer behandelt, eine amethystfarbene, bei Gegenwart von etwas Eisenoxyd blutrote Perle. d. Ref.], beklagte er es bitterlich, daß seine Jahre ihn hinderten, sich im Gebrauch des Instrumentes auszubilden.“ Es wurde dunkel, ehe sich Goethe an den Lötrohrversuchen satt gesehen hatte, und noch am andern Morgen vor der Abreise mußte ihm Berzelius einige Mineralien untersuchen.

O.

#### 4. Unterricht und Methode.

Zur Einführung der Grundbegriffe der Mechanik. Von H. KLEINFETER (*Ztschr. f. d. Real-  
schulwesen* XXIX, Heft 6, 1904). Der Verfasser stellt die „didaktische Forderung“, daß Begriffe

„erst dann eingeführt werden, wenn die Tatsachen, zu deren kürzerer Beschreibung, d. h. Erklärung, sie dienen sollen, dem Schüler bereits bekannt geworden sind“, und wendet sie diesmal auf „die mechanischen Grundbegriffe Kraft, Arbeit und Energie“ an. Er läßt die Statik der Dynamik vorangehen, „weil die Dynamik den statischen Begriff der Kraft nicht entbehren kann (zum mindesten wird das niemand im Unterrichte versuchen)“. Noch andere Gründe für diese Anordnung und den Lehrgang der Statik selbst hat der Verfasser in einer früheren Arbeit gegeben, über die in dieser Zeitschr. XVI 362 berichtet worden ist. Diesmal schildert der Verfasser, wie und warum auf die Statik die Kinematik<sup>1)</sup>, auf diese die Dynamik (Kraft und Masse), zuletzt die Energetik (Arbeit und Energie) folgen sollen. Da z. B. einerseits aus der Statik bekannt ist, daß „die Bewegungskomponente der Schwere“, andererseits aus der Kinematik, daß die Beschleunigung proportional der Neigung ( $h/l$ ) ist, so „ist die Kraft dieselbe“ bei halber Neigung und doppeltem Gewicht. „Für den Lehrer entsteht nun die Frage, wie man von da zu dem neuen Begriff der Masse kommt.“ „Stünde uns eine hinreichend genaue Federwage zur Verfügung, so wären Versuche mit dieser an verschiedenen Stellen der Erde imstande, die Entscheidung herbeizuführen. Es scheint aber nicht, daß ein dahingehendes experimentum crucis auch nur versucht worden ist.“ Die theoretische Möglichkeit des Verfahrens „beruht darauf, daß bei demselben Kraft und Masse vollständig getrennt sind. Die Kraft wird hier rein statisch, ohne Bezugnahme auf ihre dynamische Wirkung, gemessen. Es ist nun klar, daß der Gegensatz hierzu, die Messung der Masse, unabhängig von der Kraft sein muß“. Dies ist . . . geschehen durch Machs Definition der Masse. . . . „Ist man so weit gekommen, Masse und Gewicht als zwei getrennte Eigenschaften der Materie zu unterscheiden, und zwar die Masse als konstante, das Gewicht als veränderliche Eigenschaft zu erkennen, dann ist auch die Grundlage zur Einführung des absoluten Maßsystems gegeben. . . . Die Beziehung zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung läßt sich durch die zusammengesetzte Regel detri (Schlußrechnung) gewinnen. . . . Die beiden Seiten der Gleichung  $p = m\gamma$  erhalten . . . jede für sich eine eigene direkte physikalische Bedeutung, links steht die *vis impressa*, rechts die *vis inertiae*.“

Ich hoffe und wünsche, durch die angeführten, zwar gekürzten aber sonst unveränderten Sätze das Wesentlichste aus dem Gedankengange des Verfassers unparteiisch dargestellt zu haben. Da mir aber Herr KLEINPETER die Ehre erweist, sich wiederholt auf einzelne meiner Auffassungen zu berufen, anderen entgegenzutreten, so muß ich nun auch hierzu Stellung nehmen. Ich spreche hier nicht weiter von der großen Freude, die mir Herrn Ks. Eintreten für meinen Lehrgang der Phoronomie, den ersten Abschnitt der Mechanik in meiner ‚Naturlehre‘, bereitet hat. Wenn Herr K. im Gegensatz hierzu die Einführung der Prinzipien der Dynamik (Newtons *leges motus*) an der Spitze des zweiten Abschnitts dogmatisch findet, so wird sich, hoffe ich, dieser Eindruck völlig beheben, sobald die sehr viel ausführlichere Darstellung in der großen Ausgabe meines Buches (‚Physik‘) vorliegen wird<sup>3)</sup>. Für heute nur soviel, daß es mir darum zu tun war, nach dem streng induktiven Gang in der Phoronomie (§§ 1—13) dem Schüler auch eine Probe von dem deduktiven Gang zu geben, den sich die Mechanik erlauben darf, wenn sie sich die induktiven Grundlagen hierfür erarbeitet hat. Wie eine solche empirische Grundlage der Mechanik aussehen kann, oder soll, oder muß — dafür bleiben verschiedene Wege offen, und natürlich kann je ein Buch nur je einen geben, verschiedene Darsteller aber sehr verschiedene.

<sup>1)</sup> Warum nicht lieber Phoronomie? vgl. die für bzw. gegen beide Bezeichnungen sprechenden Gründe in meinen Studien z. gegenw. Philosophie der Mechanik, S. 19.

<sup>2)</sup> Da der Verf. hier die Anmerkung einfügt „die Versuche mit der Jollyschen Wage dürften demnach die einzigen experimentellen Belege für die Veränderlichkeit des Gewichts geliefert haben“ — so sei darauf aufmerksam gemacht, daß er hier nicht die Jollysche Federwage, sondern die Hebelwage mit den in verschiedenen Tiefen angehängten Gewichtskörpern meinen dürfte.

<sup>3)</sup> Der Text der seit 18. Juni 1903 für die österreichischen Schulen approbierten ‚Naturlehre‘ (400 S.) ist dem längst abgeschlossenen der ‚Physik‘ (954 S.) entnommen und die Veröffentlichung der letzteren hauptsächlich durch die Verlagshandlung so lange verzögert.

Trotz dieser meiner aufrichtig liberalen Überzeugung davon, daß man in der Mechanik nach mehreren Façons anfangen und enden kann, glaube ich doch, daß es objektive Gründe gegen das Voranstellen der Statik vor die Phoronomie, die Kinetik und die Energetik gibt. Hier nur ein auffälligster Grund. Schon eine Kraft erzeugt die kinetische Wirkung (nämlich Beschleunigung); zur statischen Wirkung (Spannung) bedarf es mindestens zweier Kräfte. Aus diesen und den übrigen Gründen (die ein tieferes Eingehen auf die gar nicht einfachen Bedingungen für das Auftreten von mechanischen Spannungen überhaupt erheischen würden — z. B. daß solche überhaupt nur an Punktsystemen entgegen den „Molekularkräften“ physikalisch möglich sind und demnach in der Mechanik des Punkts nur durch einen einstweilen noch ungeklärt bleibenden Grenzübergang vorläufig eingeführt werden können) dürfte Herrn KLEINPETERS Ausgehenwollen von der Statik nicht nur „heute unmodern“, sondern für eine systematische Darstellung auf immer unmöglich sein und bleiben. Eben eine logisch einwurfsfreie Anordnung strebt aber der Verfasser diesmal an, und für die Oberstufe ist sie auch Bedürfnis, sodaß Machs Lehrgang für die Unterstufe nichts dagegen beweist, wie ihn denn auch Mach selbst für seine Oberstufe in der von mir eingehaltenen Weise gegeben hat. Übrigens scheinen sich auch dem Verfasser objektive Gründe gegen sein Beginnen mit der Statik, spezieller ein Ausgehen vom statischen Kraftmaß, aufgedrängt zu haben. Heißt es doch S. 334, „damit erscheinen die Begriffe Kraft und Masse ausreichend definiert. Zu ihrer Anwendung [nur zur Anwendung — und warum zu dieser, wenn nicht schon zur Grundlegung?] ist jedoch eine vollkommen klare Einsicht in die Natur der Bewegungsgesetze . . . Newtons erforderlich“.

Vielleicht ist mir aber auch noch eine allgemeinere Bemerkung hier gestattet. Mit einiger Verwunderung lese ich zahlreiche einzelne Stellen, die zwar im Einklange mit der von mir vertretenen Grundlegung der Mechanik und Erkenntnistheorie stehen, aber unvereinbar sind mit der durch Herrn KLEINPETER sonst so unbedingt verfochtenen Lehre Machs. Auch dafür nur einige Proben. „Unter diesem Gesichtspunkte (daß „jedem Körper zwei Eigenschaften, das Gewicht und die Trägheit, d. i. Beharrungswiderstand gegen die Änderung seiner Geschwindigkeit“ zukommen, was ja nach obigem auch Herr K. zugibt) ist die Höflersche Definition: „Die Masse eines Körpers ist die nach dem Beharrungswiderstande gemessene Menge der Materie“ nicht zu verachten und jedenfalls viel besser als die ganz (?) haltlose Newtons oder das in älteren Lehrbüchern übliche stillschweigende Hinweggleiten über diesen Punkt“ . . . „Demgegenüber ist also die Hervorhebung der Tatsache, daß die Masse nichts andres als ein Maß des Trägheitswiderstandes bedeuten kann, ein Fortschritt zu nennen. Aber das allein genügt offenbar nicht“ u. s. w.

Ein anderes: „Die Zugrundelegung der Machschen Definition [der Masse] scheint mir nun auch für den Unterricht durchaus notwendig und unvermeidbar. Als Demonstrationsmittel dürfte sich am besten der Höflersche Schienenapparat eignen.“ Die hier von Herrn K. angeführte und vertretene Definition lautet: „Körper von gleicher Masse nennen wir solche, welche, aufeinander wirkend, sich gleiche entgegengesetzte Beschleunigungen erteilen.“ „Nehmen wir den Vergleichskörper  $A$  als Einheit an, so schreiben wir jenem Körper die Masse  $m$  zu, welcher  $A$  das  $m$ -fache der Beschleunigung erteilt, die er in Gegenwirkung von  $A$  erhält.“ Hier muß jeder, der Machs unversöhnlichen Kampf gegen die Begriffe Ursache und Wirkung kennt, bei den Wörtern „aufeinander wirkend“ stutzen; nicht minder bei „Beschleunigung erteilt“ — denn in dem Wort „erteilen“ steckt für jeden in logischer Analyse Geübten ebenfalls wieder der Begriff des Einwirkens. Aber nicht nur *implicite*, sondern auch *explicite* fängt Herr K. an, sich mit den Begriffen Ursache und Wirkung zu befreunden. „Ursache und Wirkung bezeichnen eben nur ein Begriffsverhältnis, in dem zwei bereits bekannte Begriffe zu einander stehen, keineswegs aber können wir durch die Ursache oder durch die Wirkung allein einen neuen Begriff definieren.“ Das ist zwar insofern nicht ganz genau, als Ursache und Wirkung nicht selbst das Begriffsverhältnis sind, sondern nur die Glieder eines solchen (wogegen wir für das Verhältnis selbst die Wörter „verursachen“ und „bewirken“ haben). Jedenfalls ist aber von dem, was hier Herr K.

über Ursache und über das Verhältnis dieses Begriffes zu dem der Kraft sagt, nur mehr ein Schritt zur endgültig korrekten Definition: Kraft ist Teilursache u. s. w. (worüber ich schon in meiner Logik, dann in meinen Studien z. Phil. d. Mechanik, und neuestens im Sonderheft 2 „Zur gegenwärtigen Naturphilosophie“ das Nötige gesagt habe, und worauf ich demnächst in einem weiteren Sonderheft in einer den Bedürfnissen der Physik und des physikalischen Unterrichts angepaßten systematischen Darstellung zurückzukommen hoffe). Daß nun Herr K. meinen Schienenapparat (d. Ztschr. VII 276) am besten geeignet findet, an ihm die Machsche Massendefinition zu demonstrieren, begrüße ich natürlich ebenfalls dankbar, muß aber hinzufügen, daß sich hieran auch ganz von selbst die eigentümliche Schwäche, nämlich Unvollständigkeit, der Machschen Massendefinition mit demonstriert. Ich spanne zwischen die zwei, z. B. auf 200 und 600 Gramm belasteten Wägelchen eine Spiralfeder und durch diese, genauer durch die in der Spiralfeder beim Auseinanderziehen der Wagen geweckte elastische Kraft erhalten die Wagen Beschleunigungen im Verhältnis 3:1. Denn ließe ich etwa das Wägelchen von 600 g durch eine Kraft von 1000 Dyn ziehen und das von 200 g durch 100 Dyn, so erhielte nun die größere Masse immer noch die größere Beschleunigung. Allgemeiner gesagt, erst wenn ich weiß, daß beide Massen derselben Kraft (genauer: gleichen Kräften) unterliegen, kann ich aus den Beschleunigungen auf die Massen schließen. Es ist und bleibt also der Kraftbegriff dem Massenbegriff gegenüber primär, welcher Sachverhalt freilich durch den Primat der Masse im absoluten System leicht verdunkelt wird.

Doch auch abgesehen und unabhängig von solchen mehr in die Tiefe gehenden Fragen, über die wohl noch lange gestritten werden wird, sehen wir Herrn K. nunmehr Thesen vertreten, die dem Aufbau der Mechanik Machs stracks entgegen sind. „Die beiden Seiten der Gleichung  $p = m\gamma$  erhalten jede für sich eine eigene direkte physikalische Bedeutung.“ Niemand kann diesen Satz lebhafter begrüßen als ich. Aber wie verträgt es sich mit der These, die Mach an einer hervorragenden Stelle seiner Mechanik verkündet: „Kraft ist nur ein anderer Name für Beschleunigung.“ Freilich heißt es dann auch wieder in Machs Oberstufe: Kraft ist entweder Zug oder Druck, wie auch Herr K. (S. 336) sagt und hinzufügt, „daß es sich stets um einen gegenseitigen Spannungszustand handelt“. Auf die „mechanische Spannung“ als das dritte Grundphänomen der Mechanik (neben Raum und Zeit und den aus diesen abgeleiteten Größen Geschwindigkeit, Beschleunigung u. s. w.) habe ich in meiner ‚Psychischen Arbeit‘ (1894) hingewiesen und konnte mich damals nur auf sehr wenige Bundes- und Überzeugungsgenossen, z. B. Max Planck, berufen. Herr Professor Mach hat noch 1898 im Gespräch mit mir eine solche Einführung der Spannung als eines Elementes neben der Beschleunigung ausdrücklich abgelehnt. Ein um so erwarteterer, natürlich aber auch wertvollerer Bundesgenosse ist mir nun Herr Kleinpeter in dieser meiner Lieblingsüberzeugung, ohne die ich seit 30 Jahren die Gleichung  $p = m\gamma$  und mit ihr die ganze Dynamik weder mir noch anderen verständlich machen kann. Auch daß Herr K. die Stellung billigt, die ich der Energetik (Erklärung mechanischer Erscheinungen mittelst der Begriffe Arbeit und Energie) hinter der Dynamik (Erklärung derselben Erscheinungen mittelst der Begriffe Kraft und Masse) anweise, wogegen Mach die Beschreibung der Erscheinungen mittelst der Gleichungen  $p = m\gamma$  und  $ps = \frac{1}{2} m v^2$  ausdrücklich für ganz gleichwertige, arithmetische Formgebungen erklärt, begrüße ich als eine weitere Annäherung an meine Auffassungen. Und so darf ich es denn auch viel allgemeiner als ein neues Zeichen für das unermüdlige Streben unseres Verfassers, voraussetzungslos auf dem Wege der Wahrheit vorwärts zu schreiten, aufrichtig rühmen, daß seine nur vierzehn Seiten umfassende Schrift ein merkwürdiges Dokument zu dem Satze geworden ist: *Amicus — Plato, sed magis amica veritas.*

A. Höfler.

**Ableitung eines Satzes über die Lichtbrechung.** In dem 1903 erschienenen 2. Heft des *Cours de Physique* von ÉMILE BOUANT findet sich gelegentlich der Behandlung der Minimalablenkung beim Prisma die folgende geometrische Ableitung des Satzes, daß beim Übergang aus einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium die Änderung des Einfallswinkels

winkels stets größer als die Änderung des Brechungswinkels ist. In der bekannten Huygen-  
schen Konstruktionsfigur ist  $AJ$  (s. Fig.) der einfallende,  $JA'$  der gebrochene Strahl. Man  
findet  $A'$ , indem man um  $J$  einen Kreis mit dem Radius 1 ( $= JB$ ) und einen zweiten mit dem  
Radius  $n$  ( $= JA'$ ) konstruiert,  $AJ$  bis zum Schnittpunkt  $B$  verlängert, von  $B$  auf die Grenz-  
ebene ( $L$ ) beider Mittel das Lot  $BC$  fällt und dieses bis zum Schnittpunkt  $A'$  verlängert.  
Die Ablenkung des Strahles ist durch den Winkel  $\delta = i - r$  gegeben. Zieht man von  $A'$   
die Tangente  $A'T$  an den Einheitskreis und verbindet  $T$  mit  $J$ , so hat man im rechtwinkligen  
Dreieck  $JTA'$

$$TA'^2 = n^2 - 1;$$

andrerseits ist, wenn  $B'$  der Schnittpunkt der Verlängerung von  $A'C$  mit dem Einheitskreise  
ist, nach dem Tangensatz

$$TA'^2 = A'B \cdot A'B',$$

woraus

$$A'B \cdot A'B' = n^2 - 1$$

also

$$A'B = \frac{n^2 - 1}{A'B'}.$$

Wächst nun der Winkel  $i$ , so wird, wie  
aus der in 1) angegebenen Konstruktion folgt  
 $A'B'$  kleiner, und damit, wie (bei der Kon-  
stanz von  $n^2 - 1$ ) aus der letzten Gleichung  
hervorgeht  $A'B$  größer.

Bei dem größeren Einfallswinkel  $i'$  sei  
die Ablenkung  $i' - r' = \delta'$ . In dem Dreieck  
 $JA'B$  und in dem entsprechenden Dreieck für

den Einfallswinkel  $i'$  sind  $JA'$  und  $JB$  sowie die entsprechenden beiden Seiten des neuen  
Dreiecks bezüglich gleich, während die dritten Seiten ungleich sind. Da der dritten, im  
zweiten Dreieck größeren, Seite der größere Winkel gegenüber liegen muß, ist  $\delta' > \delta$ , also  
muß  $i' - r' > i - r$  oder  $i' - i > r' - r$  sein.

*A. Dankwort.*

**Die Einführung des chemischen Unterrichts in die deutschen Mittelschulen.** Von  
E. BINDER<sup>1)</sup>. Der Verfasser behandelt historisch und z. T. statistisch die allmähliche Ein-  
führung des chemischen Unterrichts in die höheren Schulen, und zwar vornehmlich im  
Königreich Sachsen; eine Geschichte der inneren Entwicklung des chemischen Unterrichts  
selbst zu geben — zu welcher Annahme der Titel der Schrift verleiten könnte — ist weniger  
beabsichtigt. Mit großer Sorgfalt wird dargelegt, mit welchen Schwierigkeiten die Ein-  
führung des chemischen Unterrichts in Sachsen zu kämpfen hatte. Besonders durch Liebigs  
Aufreten war das allgemeine Interesse für die Chemie wachgerufen. Um der naturwissen-  
schaftlichen Strömung Rechnung zu tragen, legte die sächsische Regierung 1834 dem Land-  
tage einen Gesetzentwurf zur Organisation der Gelehrtenschulen — also im wesentlichen  
der Gymnasien — vor, in welchem besonders Erweiterungen in der Mathematik und den  
Naturwissenschaften vorgesehen waren. Die vom Landtag gewählte Deputation verhielt  
sich jedoch ablehnend, und die Regierung zog den Entwurf zurück. Die Frage des natur-  
wissenschaftlichen Unterrichts kam indessen nicht zur Ruhe. Im Jahre 1846 regte sich die  
Regierung wieder, indem sie die philosophische Fakultät in Leipzig, die drei naturwissen-  
schaftlichen Gesellschaften zu Dresden und einzelne Fachgelehrte um Gutachten anging.  
Von diesen Gutachten, auf die der Verfasser näher eingeht, erscheint besonders das der  
Gesellschaft „Isis“ hervorhebenswert. Es findet sich darin u. a. der Satz: „Der naturwissen-  
schaftliche Unterricht tritt als das notwendige Supplement der sprachlich-historischen Studien  
und somit als die andere gleichberechtigte Seite aller wahrhaft allgemeinen

<sup>1)</sup> „Sammlung naturwissenschaftlich-pädagogischer Abhandlungen“, Heft 4: „Beiträge zur Ent-  
wicklungsgeschichte des chemischen Unterrichts an deutschen Mittelschulen“ von Dr. Erich Binder  
in Dresden. Leipzig, B. G. Teubner. 35 S. M 0,80.



Menschenbildung ein und führt den jugendlichen Geist durch Kenntnis der Dinge außer uns zur richtigen Würdigung unserer Stellung zur belebten und unbelebten Welt, durch Kenntnis der Lebens- und Weltgesetze zu einer gesunden Lebens- und Weltanschauung, durch Welterkenntnis zur Selbsterkenntnis“. — Diese Kennzeichnung ist noch heut von vollgültigem Wert, wenn es gilt, die Sache des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu fördern und die prinzipielle Frage nach dem erziehlischen Wert der naturwissenschaftlichen Bildung zur Entscheidung zu bringen. Im Anschluß an dieses Gutachten wird hinsichtlich der Chemie ausdrücklich verlangt, daß diese als selbständiges Fach zu behandeln sei, und als Lehrziel für das Gymnasium und die sechsklassige Realschule aufgestellt, daß „der Abiturient die anorganische Chemie und die Hauptsachen der organischen beherrsche“. Was die weiteren Gutachten betrifft, so ist charakteristisch — und findet sein Analogon in der späteren preußischen Schulkonferenz der 80er Jahre — daß die Fakultät sich dem naturwissenschaftlichen Unterricht gegenüber ganz lau verhält, ja daß das Votum eines Geheimen Medizinalrates sich prinzipiell gegen die Einführung jedes „realen“ Unterrichts in die „Spiritualschule“ ausspricht. So verlief denn auch diese Bewegung ergebnislos. Die fernere Entwicklung des chemischen Unterrichts verfolgt der Verfasser an dem Beispiel einer bestimmten Schule und zwar des jetzigen Annen-Realgymnasiums zu Dresden. Hier erscheint die Chemie zuerst in Verknüpfung mit der Physik. Als selbständiges und zugleich obligatorisches Fach tritt sie erst 1854 auf und zwar in II und I mit je zwei Stunden. Die Veranlassung hierzu war aber eine äußerliche. Die Schule erhielt nämlich die Berechtigung, für den Staatsforstdienst, d. h. für die Akademie in Tharandt vorzubereiten, und seitens der Forstakademie wurde diese chemische Vorbereitung verlangt. Im Regulativ von 1860 wurde vor allem die „Realschule“ näher definiert und deren Lehrziel bestimmt, wobei auf die Chemie 2 Std. in II (anorganische Chemie) und 3 Std. in I (Fortsetzung der anorganischen Chemie und organische Verbindungen) entfielen. Sehr bemerkenswert ist aber die Bestimmung über die chemisch-praktischen Arbeiten; diese „sind auf den Realschulen ganz in Wegfall zu bringen und den Fachschulen vorzubehalten“. Das Regulativ vom Jahre 1870 brachte die Annäherung an die preußischen Verhältnisse, insbesondere die Scheidung der Realschule in die beiden Gattungen 1. und 2. Ordnung. Je zwei wöchentliche Stunden wurden in O II und U I für die anorganische und in O I für die organische Chemie festgesetzt. Das Jahr 1884 endlich ist das Geburtsjahr der sächsischen „Realgymnasien“, in denen, unter ausdrücklichem Wegfall der organischen Chemie, nur je zwei Stunden der oberen drei Jahrespensen der Chemie eingeräumt sind. Was schließlich das Gymnasium betrifft, so ist nach der Lehrordnung von 1893 „gegenwärtig ein halbes Jahr in O III alles, was man auf den Chemieunterricht verwendet“.

Übergehend zu den preußischen Anstalten, erinnert der Verf. daran, wie bis zum Jahre 1812 am Gymnasium die Möglichkeit vorhanden gewesen war, die Schüler zu gunsten einer mehr naturwissenschaftlichen Bildung vom Griechischen zu dispensieren, und daß, als diese Dispensation aufhörte, besonders die rheinischen Städte zu dem Auskunftsmittel griffen, Realanstalten zu gründen, um ihren Söhnen eine für praktisch-gewerbliche Zwecke angemessenere Bildung zu geben. Bereits die zwanziger Jahre brachten eine ansehnliche Zahl dieser Schulen. Hier fand, z. T. unter dem Einfluß A. v. Humboldts und Liebig's, die Chemie viel früher Eingang als an den sächsischen Realschulen. Als Beispiel wählt der Verf. das Düsseldorfer Realgymnasium. Der Lehrplan von 1842 zeigt für II und I je dreistündigen Unterricht, dem noch in O III ein zweistündiger Unterricht in der Mineralogie vorausging. Als Leitfaden wurde das Handbuch von Wöhler benutzt. Im Gegensatz zu Sachsen steht auch das frühzeitige Auftreten des praktischen Unterrichts. Nach dem Programm von 1847 hatten die Übungen zum Gegenstand: Die chemischen Operationen; Darstellung und Prüfung der Reagenzien, sowie deren Verhalten zu den übrigen Körpern. Als Handbuch diente die Anleitung zur qualitativen Analyse von Fresenius. Bemerkenswert ist, daß auch die organische Chemie eifrig gepflegt wurde, die aber bei der späteren Umwandlung in ein Realgymnasium plötzlich aus dem Lehrplan verschwand. Die nachfolgenden fortgesetzten

Schmälerungen des chemischen Unterrichts, die zu dem jetzigen beklagenswerten Zustand führten, sind noch so sehr in aller Gedächtnis, daß hierüber nicht weiter berichtet zu werden braucht. Nicht unerwähnt dürfen ein paar auf Preußen bezügliche Irrtümer bleiben. Zunächst läuft das Schuljahr in Preußen nicht „im allgemeinen von Michaelis zu Michaelis“ (S. 25). Auf S. 28 heißt es, daß der praktische Unterricht nicht mehr an allen Realgymnasien zu finden ist, „er fehlt z. B. an den Berliner Realgymnasien“ — ein Satz, der auf völliger Unkenntnis der Verhältnisse beruht.

Von den außerpreußischen Lehranstalten, die sich fast alle den preußischen Verhältnissen allmählich anpaßten, wird noch besonders hervorgehoben, wie in Hessen, wo Liebig seinen ersten Wirkungskreis hatte, der naturwissenschaftliche Unterricht eine Pflegstätte fand. Erfrischend wirkt das Wort Liebig's: „Aus unseren Schulen für Naturwissenschaft, mag man sie Gewerbe- oder Realschulen nennen, wird sich eine neue, eine kräftigere Nation entwickeln, kräftiger an Verstand und Geist, fähiger und empfänglicher für alles, was wahrhaft groß und fruchtbringend ist“. — Zum Schluß geht der Verf. noch auf einige Lehrbücher ein, z. B. Lorscheid und Arendt, doch bilden diese Ausführungen, besonders da, wo es sich um die Würdigung der methodischen Richtung handelt, den bei weitem schwächeren Teil der Schrift, die im übrigen der Beachtung empfohlen sei. O.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Lichttelephonie und Lichttelegraphie.** Die heute bereits sehr ausgebildete und in regelrechtem praktischen Gebrauche befindliche „drahtlose Telegraphie“ mittels elektrischer Wellen leidet an dem (für militärische Zwecke recht unangenehmen) Übelstand, daß das Absenden eines Telegramms nicht unbemerkt geschehen kann, da die Wellen alle mit Apparaten versehenen Stationen in der Nähe beeinflussen. Man hatte nun bereits seit Gauss in der „Heliographie“ eine „drahtlose“ Telegraphiemethode, indem man das konzentrierte Sonnenlicht nach einer bestimmten Richtung spiegelte und durch Blenden es rhythmisch in kurzen oder längeren Blinken dem Beobachter in der Spiegelungsrichtung sichtbar werden ließ; diese Methode war zwar ziemlich geheim, d. h. das Telegraphieren von Unberufenen nicht ohne weiteres zu bemerken, ihre Anwendung aber auf die sonnigen Tage beschränkt. Eine Verbesserung war die Einführung geeigneter Lichtquellen für den nächtlichen Gebrauch in Gestalt von Lampen in leicht bewegbaren Gehäusen, dabei war aber das deutlich bemerkbare Strahlenbündel an der Sendestation wieder störend, und der dadurch veranlaßte Übelstand, daß an dem Aufflammen und Wiederverschwinden dieses Strahlenbündels sofort erkennbar war, ob telegraphiert wurde oder nicht, wurde noch schlimmer, als man die meilenweit sichtbare Strahlenbündel gebenden elektrischen Scheinwerfer (d. Zeitschr. XVII 176, Fig. 2, 1904), die zu diesem Zweck mit eigenen Abblende- und Jalousieblenden, versehen waren, zur nächtlichen Lichttelegraphie verwandte. Im Jahre 1878 begann nun Graham Bell, später in Verbindung mit Tainter, sehr eingehende Versuche zur Herstellung möglichst empfindlicher Selenzellen; er probierte eine große Zahl ganz verschiedener Formen durch und kam dann, nachdem er gefunden, daß eine solche Selenzelle auch ziemlich schnellen Lichtschwankungen zu folgen vermag, auf den Gedanken, beim Heliographen gewissermaßen an Stelle der Morsezeichen ergebenden vollständigen Verdunkelungen durch mit der Hand bewegte Blenden, dem Auge nicht merkbare den Schallschwingungen der gesprochenen Worte entsprechende Helligkeitsschwankungen zu setzen, indem er ein Sprachrohr mit einer Membran verschloß, welche ein kleines, das durch Linsen oder Spiegel konzentriertes Licht einer sehr starken Lichtquelle, wie z. B. einer Bogenlampe in die Ferne sendendes Spiegelchen trug, und an der Empfangsstation die ankommenden Strahlen mittels eines großen Parabolspiegels auf der Selenzelle sammelte, deren Widerstandsschwankungen mittels eines Telephons abgehört werden konnten. (v. Urbanitzky, Die Elektrizität im Dienste der Menschheit, Hartleben, 1883, S. 971–975; Ruhmer, Das Selen, Berlin, Harrwitz, 1902, S. 31–33; Righi & Dessau, Die Telegraphie ohne Draht, Braunschweig, Vieweg 1903, S. 444–451.) Den Genannten gelang die Übertragung bis auf 213 m; sie selber aber wie auch namentlich

Mercadier, sahen dann aber von einer Lichtwirkung ab und benutzten reine Wärmewirkungen, die betreffenden Apparate werden als „Radiophone“ bezeichnet.

Kamen bei der eben beschriebenen Einrichtung besonders die sichtbaren Lichtstrahlen zur Geltung, und wurde das Telegrammgeheimnis dadurch gewahrt, daß die Lichtschwingungen zu schnell und zu schwach waren, um mit dem Auge wahrgenommen werden zu können, so kann man andererseits auch daran denken, das System des „Morsens“ beizubehalten, also von der Telephonie zur Telegraphie zurückzukehren, indem man die „Verdunkelung“ unter Anwendung eines geeigneten Absorptionsmittels auf die Strahlen zu beschränken sucht, die dem Auge unsichtbar sind, sodaß dem letzteren also das der Übermittlung dienende Strahlenbündel vollkommen gleichbleibend erscheint; es bleibe dann nur noch übrig, die geeigneten, auf diese unsichtbaren Strahlen ansprechenden Empfangsapparate zu erfinden. Dieses Problem sollte die „Telegraphie durch ultraviolette Strahlen“ von Zickler 1898 (d. Zeitschr. XII 43) lösen; die unsichtbaren eigentlichen Telegraphierstrahlen sind die ultravioletten, ihre Verdunkelung bewirkt man durch Vorschieben einer die Helligkeit des austretenden Lichtbündels nicht sichtbar beeinflussenden Glasplatte, die Empfangsvorrichtung besteht in einer mit einer Geißleröhre in Reihe geschalteten Herzschen Funkenstrecke, deren — Pol ultraviolett empfindlich ist. Durch Anwendung eines Telegraphenrelais oder einer Zehnderschen Röhre lassen sich die Zeichen in Morschrift übertragen; Zickler ist es gelungen, in der beschriebenen Weise mittels eines Schuckertscheinwerfers von 80 cm Spiegeldurchmesser bei 20 cm Brennweite und 60 Ampère bis auf 1300 m zu telegraphieren.

Es hat dann zunächst Simon mit Erfolg die photophonischen Versuche wieder aufgenommen (Fig. 1, vgl. d. Ztschr. XIV 300), besondere Fortschritte hat aber namentlich E. RUHMER erzielt. Die Erscheinungen der sprechenden Bogenlampe erlauben in weit vollkommenerer Weise die Tonschwingungen auf das Lichtbündel zu übertragen, weil man sie unmittelbar auf die Lichtquelle übermittelt,

die, in einen Scheinwerfer eingebaut, beliebig stark gemacht werden kann; als Empfangsapparat blieb aber nach wie vor nur die Selenzelle brauchbar und weitere Fortschritte waren daher nur durch Verbesserungen der Selenzellen zu erhoffen.

E. RUHMER stellte nun auf Grund eingehender Untersuchungen Zellen her, die fortschreitend immer größere Unterschiede zwischen Dunkel- und Hellwiderstand (bei Beleuchtung durch 16 HK-Glühlampe aus unmittelbarer Nähe) zeigten, von Hellwiderstand

=  $\frac{1}{10}$ , bis  $\frac{1}{80}$ , ja  $\frac{1}{100}$  des Dunkelwiderstandes; dann gelang es ihm, die Trägheit der Zellen, bestehend in dem nur langsamen Zurückgehen des Widerstandes auf den Anfangswert beim Zurückversetzen ins Dunkle, sehr erheblich zu vermindern, endlich gab er den Zellen noch eine geeignetere Form, indem er sie zylindrisch machte und sie in eine ausgepumpte Glasröhre einschloß. Die ersten größeren Versuche zur Lichttelephonie mit den so verbesserten Hilfsmitteln wurden vom 4. + 25. Juli 1902 gelegentlich der Motorbootausstellung auf dem Wannsee bei Berlin angestellt. Der Sender in Gestalt eines Torpedobootscheinwerfers mit Glasparabolspiegel von 35 cm Durchmesser befand sich an Bord des Akkumulatorenbootes „Germania“, der Empfangsapparat an Land; es wurde am 25. Juli bei dicker, nebliger Luft eine Entfernung von rund 7 km erreicht (Pfaueninsel—Kaiser-Wilhelm-Turm) (E. RUHMER, das Selen, S. 49 + 51). Im folgenden Jahre fanden dann vom 25. + 28. Mai seitens der Kaiserlich Deutschen Marine im Verein mit E. Ruhmer und den Siemens-Schuckert-Werken größere Versuche zu Kiel an Bord S.M.S.S. „Neptun“ und „Nympe“ statt. Zum Geben dienten die gewöhnlichen Bordscheinwerfer mit 90 cm Spiegeldurchmesser, deren Lampen jedoch nur mit 3 + 10 Amp. betrieben wurden und dementsprechend mit dünneren Kohlen versehen waren; während auf „Neptun“ eine Akkumulatorenbatterie als Stromquelle diente, wurde auf „Nympe“

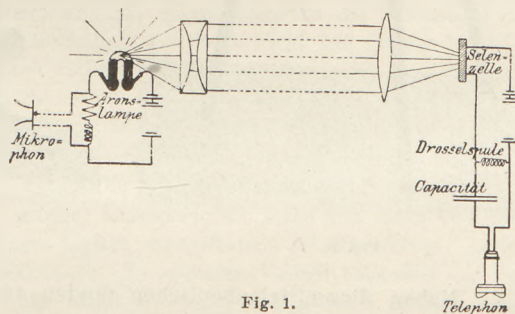


Fig. 1.

der Maschinenstrom von 110 Volt benutzt, was Einfügung einer Drosselspule in die Zuleitung und Schluß des Sprechkreises durch einen Kondensator von 20 Mikrofaraad erforderte. Eine Verständigung war auf weit über 10 km möglich, ja sogar bei Anwendung von Doppelstreuern mit großer Streuung noch bei 15 km. Den benutzten Empfangsapparat stellt Fig. 2 dar, einen Sender für kleinere Entfernungen mit 32 cm Spiraldurchmesser Fig. 3. In Fig. 2 ist in dem Spiegel die auf einem Sockel im Brennpunkte angeordnete Vakuumselenzelle sichtbar; Fig. 3 zeigt einen Scheinwerfer von 32 cm Öffnung mit gewöhnlicher Horizontalbogenlampe, links daneben auf Stativ das Mikrophon nebst kleinem Regulierwiderstand, außerdem im Kasten vorn den zur Übertragung der Schwingungen auf den Lampenkreis dienenden Transformator und dahinter die Mikrophonbatterie.

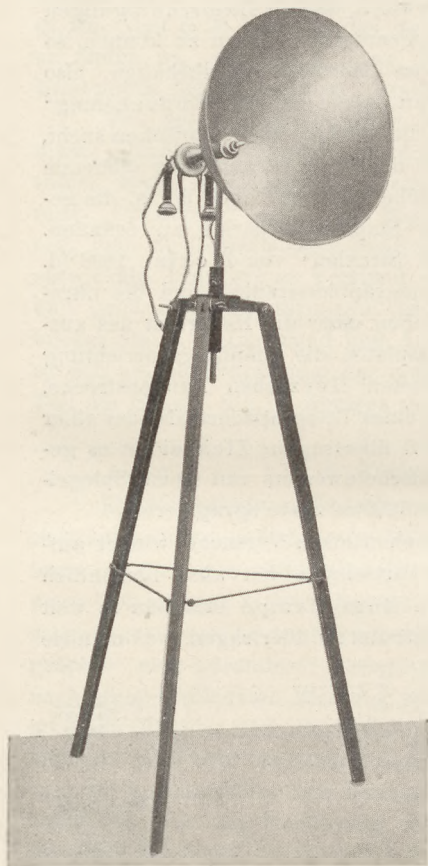


Fig. 2.

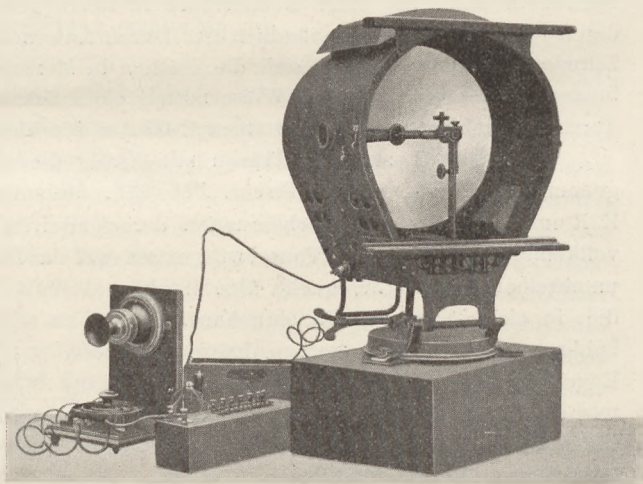


Fig. 3.

Neben diesen telephonischen fanden auch lichttelegraphische Versuche statt, bei denen in der Weise verfahren wird, daß statt des Sprechstromes dem Bogenstrom ein durch Motorunterbrecher erzeugter unterbrochener Gleichstrom oder ein Wechselstrom aufgelagert wird, den ein Morsetaster nach Bedarf zu unterdrücken gestattet; im Telephon des Empfängers ist dann ein kurz oder länger dauerndes Summen zu hören, die Verständigung ist gut und deutlich. Da bei dieser telephonischen Telegraphie die Schwankungen sehr kräftig gemacht werden können, so ist a priori die Tragweite viel größer als für Sprachübermittlung; RÜHMER hält die Anwendbarkeit bis auf 60+100 km bei klarer Luft, d. h. soweit die Scheinwerfer reichen, für wahrscheinlich und ist dabei, zwei große Stationen in 50 km gegenseitigem Abstände einzurichten. Es kommen jetzt auch bei den Empfangsapparaten Glasparaboloide von 90 cm Durchmesser zur Anwendung, die erheblich andere Vorkehrungen erfordern, als die früher benutzten leichten Metallspiegel; ein anderer wichtiger Fortschritt besteht darin, daß, nachdem die bezüglichen Laboratoriumsversuche gelungen sind, E. RÜHMER jetzt dem Empfänger einen gewöhnlichen Morseapparat beifügt, der die zunächst auftretenden Summertöne in Punkt-Strich-Schrift übersetzt. Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß mit der definitiven Einführung der zuletzt beschriebenen Änderung, wenn die glatte Verständigung auf die angegebenen großen Entfernungen gelingt, das Problem der Lichttelegraphie seine Lösung gefunden hat.

W. Biegon von Czudnochowski.

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Das Leben im Weltall.** Von Dr. Ludwig Zehnder, a. o. Professor der Physik an der Universität München. Mit einer Tafel. Tübingen u. Leipzig, J. C. B. Mohr, 1904. 125 S. M 2,50.

Die Schrift ist ein kurzer Abriß dessen, was der Verfasser bereits vor einigen Jahren in drei starken Bänden über die Entstehung des Lebens aus mechanischen Grundlagen veröffentlicht hat. Der erste Satz „die Welt lebt und der Mensch lebt in ihr“ klingt an die Fechnersche Naturauffassung an, doch hat der Inhalt des Buches mit Fechner wenig gemein; es ist ein mit großer Phantasie und vielem Scharfsinn durchgeführtes System der Welterklärung auf atomistischer Grundlage, das aber an den entscheidenden Stellen, bei der einheitlichen Konstitution der Organismen und bei dem Ursprung der Empfindung, versagt. Interessant ist die Erdichtung eines submikroskopischen Zwischenreichs zwischen der anorganischen und der organischen Natur, aus „Fistellen“, d. h. aus ringförmigen Komplexen trapezförmiger Moleküle aufgebaut. Der Verfasser meint sogar die Unterschiede der organischen und anorganischen Körper in dem feinsten Ausbau aus Atomen „festgestellt“ zu haben; als ob eine, wenn auch in sich widerspruchslose Gedankenschöpfung je als eine Konstatierung im Sinne der Naturforschung gelten könnte. Das Buch schließt mit kosmologischen Phantasien, in die eine Hypothese über die Kometenschweife und eine solche über die Sonnenflecken eingeflochten sind. Anfechtbar ist u. a. auch der Schlußsatz des Buches: „Der ewige Kreislauf allein genügt dem Gesetz von der Erhaltung der Energie“.

P.

**Grundlinien der anorganischen Chemie.** Von WILHELM OSTWALD. Zweite verbesserte Auflage. Mit 176 Textfiguren. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1904. XX und 808 S. geb. M 16,—.

Die erste Auflage des Buches ist in d. Zeitschr. (XIV 114) eingehend gewürdigt worden; auch die neue Auflage verdient die aufmerksamste Beachtung aller in der Chemie Unterrichtenden. Eine eigentliche Umarbeitung hat nur in den einleitenden Paragraphen stattgefunden, hier zeigt sich der Verfasser als denkender, über die Grenzen seiner Fachwissenschaft hinausschauender Naturforscher. Scharfe Unterscheidungen wie die von Körpern und Stoffen, Eigenschaften und Zuständen sind für die Grundlegung der Chemie als Wissenschaft unumgänglich; fragwürdiger ist die Aufstellung des „Grundgesetzes“, daß nämlich die chemischen Eigenschaften der Stoffe nicht wie die der lebenden Naturkörper wandelbar, sondern für einen jeden Stoff völlig bestimmt sind. Dies „Eigenschaftsgesetz“ kleidet der Verfasser (S. 12) in die Form: „Wenn zwei Stoffe in einigen wenigen Eigenschaften vollkommen übereinstimmen, so stimmen sie auch in Bezug auf alle anderen Eigenschaften überein“. Doch scheint diese Fassung wenig glücklich, weil sie die Form einer unvollkommenen Induktion annimmt. Der Sinn des „Gesetzes“ ist doch vielmehr der: Die Stoffe sind so bestimmt charakterisiert, daß in der Regel wenige Eigenschaften (oft eine einzige) hinreichen, um einen von ihnen von allen anderen zu unterscheiden. Hierauf, nicht auf einem logisch mangelhaften Schlußverfahren, beruht die Brauchbarkeit der sogenannten chemischen Reaktionen. Im weiteren Verlauf behandelt der Verfasser auch die Begriffe Arbeit und Energie; auch hier bleibt er, ebenso wie in der 2. Auflage seiner Naturphilosophie, die „bestimmten Gründe“ schuldig, aus denen in der Arbeitsgleichung  $A = kmv^2$  der Faktor  $k = 1/2$  gesetzt wird (vgl. d. Ztschr. XV 236). Der experimentelle Nachweis der Gleichheit von Arbeit und lebendiger Kraft wird übrigens besser als mit der Fallmaschine mit Grimsehls schönem Wurfapparat (d. Zeitschr. XVI 135) geliefert.

Aus dem speziell chemischen Teil sei nur noch erwähnt, daß der Verfasser überraschender Weise — und ganz ohne Not — der „Elektrolyse des Wassers“ einen Paragraphen widmet, in dem von der Zerlegung des Wassers durch den elektrischen Strom in Wasserstoff und Sauerstoff die Rede ist — während man im elementaren Unterricht mehr und mehr diese Betrachtungsweise des Vorgangs als unwissenschaftlich fallen läßt.

P.

**Jahrbuch der Chemie.** Bericht über die wichtigsten Fortschritte der reinen und angewandten Chemie. Herausgegeben von Richard Meyer, Braunschweig. XIII. Jahrgang 1903. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1904. Geb. M 15.

Ein erneuter Hinweis auf das bewährte und verbreitete Jahrbuch kann im wesentlichen nur den Zweck haben, diejenigen, die dieser wichtigen und ungemein zweckmäßigen literarischen Erscheinung noch nicht näher getreten sind, eindringlichst darauf aufmerksam zu machen. Der neue Jahrgang bietet bereits eine Übersicht über die gesamten Fortschritte des vorigen Jahres, — eine Leistung, die nur durch die bewährte Arbeitsteilung ermöglicht ist; er enthält aber keine bloße chronologische Aufzählung der erschienenen Arbeiten mit kurzer, trockner Inhaltsangabe; es sind vielmehr die Arbeiten miteinander in Beziehung gesetzt, es hat eine gewisse Durcharbeitung stattgefunden. Von dem

reichen Inhalt des Bandes in Kürze ein Bild zu geben, ist unmöglich. Als Beispiele der behandelten Themata seien herausgegriffen die Berichte über die Katalyse, die Elektronentheorie, die Edelgase, die Katatypie. Insbesondere finden sich auch alle Arbeiten über neuere Bestimmungen von Konstanten — z. B. der Verbrennungswärme des Wasserstoffs (durch Mixer, zu beiläufig 33 993 Kal.), der Dichte des Chlors, des Schmelzpunktes des Fluors (durch Moissan und Dewar zu  $-223^{\circ}$ ), des Entflammungspunktes des Schwefels in Sauerstoff (durch Moissan zu  $282^{\circ}$ ) und in Luft (zu  $363^{\circ}$ ) berücksichtigt —, sodaß auch in dieser Hinsicht eine unmittelbare Verwertung des Buches für den Unterricht stattfinden kann. Erwähnt sei noch, daß nach dem Ausscheiden von Prof. W. Küster aus dem Mitarbeiterkreis Prof. G. Bodländer für die Berichterstattung in der physikalischen Chemie gewonnen wurde. Die Anschaffung des bei der enormen Reichhaltigkeit durchaus wohlfeil zu nennenden Buches ist aufs wärmste zu empfehlen.

O.

**Lehrbuch der physikalischen Chemie** für technische Chemiker und zum Gebrauche an technischen Hochschulen und Bergakademien von Hanns von Jüptner, o. Prof. an der k. k. technischen Hochschule in Wien. I. Teil. Materie und Energie. Mit 21 Abbildungen. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1904, 194 u. VI S. Ungeb. M 4.

Das Buch stellt mit seinen zu erwartenden Fortsetzungen eine Einleitung zu einem Lehrbuch der chemischen Technologie dar, dessen Bearbeitung der Verf. übernommen hat. (So ist auch Nernsts großes Lehrbuch aus einem einleitenden Abschnitt von Dammers Handbuch der anorganischen Chemie entstanden.) Ein Zeichen, wie viel Anregung und Nutzen die benachbarten Spezialwissenschaften aus der modernen Entwicklung der physikalischen Chemie gezogen haben!

Die für den Techniker und Hütteningenieur wichtigsten Tatsachen und Anschauungen — chemisches Gleichgewicht und seine Verschiebung, Reaktionsgeschwindigkeiten und ihre Beeinflussung — sind in diesem ersten Teil noch nicht enthalten, sodaß ein abschließendes Urteil erst nach dem Erscheinen der Fortsetzungen gefällt werden kann. In diesem ersten Teil finden sich neben klaren und präzisen Abschnitten andere, in denen eine Fülle von technisch ganz unwichtigem Material angehäuft ist, aber wichtige Tatsachen übergangen sind. So findet man die spezifischen Wärmen einer Unzahl von Elementen und Verbindungen in seitenlanger Aufzählung, das Dulong-Petitsche und das Kopp-Neumannsche Gesetz werden aber nicht erwähnt! Der kurze Abschnitt über die verschiedenen Kalorien ist inkorrekt in der Angabe von Zahlen und Namen (Thomson statt Thomsen, Schuller und Wartha statt Bunsen etc.). Die Definition des „mechanischen Wärmeäquivalentes“ wäre bei der Behandlung der verschiedenen Energieformen nützlicher gewesen als die ständige Zerlegung in Intensitäts- und Kapazitätsgrößen! Die von van der Waals in die Zustandsgleichung eingeführte Größe  $a$  soll die Wirkung der Oberflächenspannung darstellen! Andere Abschnitte, wie der vom zweiten Hauptsatz und der von den Lösungen handelnde sind knapp und gut. Im Texte finden sich an verschiedenen Stellen große — fast zu inhaltsreiche — Tabellen, die das Buch zu einem nützlichen Nachschlagewerk machen.

W. Roth.

**Einführung in die physikalische Chemie** von Dr. James Walker, Professor der Chemie an der Universität Dundee. Nach der zweiten Auflage des Originals unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt und herausgegeben von Dr. H. v. Steinwehr, Assistent bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1904. X und 428 S. geh. M 6; geb. M 7.

Die „einführenden“ Lehrbücher sind bei der heutigen Ausdehnung der physikalischen Chemie ein wirkliches Bedürfnis geworden. Ein Student oder ein älterer Fachgenosse, der gezwungen ist, die „moderne“ physikalisch-chemische Schulung durch Selbststudium zu gewinnen, dürfte für den Anfang selbst aus einem so vortrefflichen Lehrbuche wie dem Nernstschen nicht den vollen Vorteil ziehen können. Die Einführungswerke müssen den Boden präparieren, an Bekanntes anknüpfend den Zusammenhang zwischen den alten Lehren und den neuen Anschauungen entwickeln, die Vorteile, die die neue Anschauungsweise bei Laboratoriums-, Schreibtisch- und namentlich Lehrarbeit bietet, ins rechte Licht setzen. Bei der Abfassung solcher Werke kommt es fast mehr auf das „Wie“ als auf das „Was“, mehr auf die Methode als auf die Einzelheiten an. Das vorliegende Buch zeugt auf jeder Zeile von dem praktisch-pädagogischen Geschick des Verfassers; es umgeht all die Klippen, die die summarische Behandlung eines großen Gebietes mit sich bringt. Der Verf. ist ein Schüler Ostwalds, folgt aber seinem Lehrer in der einseitigen Bevorzugung energetischer Betrachtungsweisen, der Polemik gegen die Atomtheorie und dergl. nicht. Die kurzen Abschnitte über „Atomistik und Atomgewichte“ und „das periodische System“ sind vorzüglich. Zur Orientierung ist am Schlusse jedes Kapitels auf einige leicht zugängliche „standardworks“ hingewiesen. Die „Phasenregel“, die

immer mehr in den Vordergrund der Diskussion rückt, ist knapp und klar und in den Hauptpunkten vollständig behandelt worden. Auch über abseits liegende oder strittige Gebiete, wie die flüssigen Krystalle oder die volumetrischen Arbeiten J. Traubes, findet man Auskunft. Wo Schwierigkeiten vorliegen, wie bei dem Dissoziationsgleichgewicht starker Elektrolyte, wird nichts beschönigt, aber auch keine Pseudoerklärung gegeben. Die mathematische Behandlungsweise ist im Hauptteil vollständig elementar; anhangsweise ist eine strenger mathematische Diskussion der beiden Hauptsätze und der in verdünnten Lösungen vorliegenden Verhältnisse gegeben.

Die Ausstattung des Buches und die flüssige, geschmackvolle Übersetzung verdienen alles Lob; da das Buch überall Anklang gefunden hat (Ref. kann seine Vortrefflichkeit aus eigener Lehrerfahrung bestätigen), ist eine neue Auflage in nicht zu ferner Zeit zu erwarten. Für diese ist ein Kapitel über galvanische Ketten, Konzentrationselemente, Einzelpotentiale etc., das bisher auffallenderweise fehlt, in Aussicht genommen. Es wäre erwünscht, daß dann die Leitvermögen der Elektrolyte in reziproken Ohms angegeben werden, während jetzt im Hauptteil Siemens-Einheiten verwendet sind und die CGS-Einheiten nur in einer Nachbemerkung figurieren. *W. Roth.*

**Der angehende und praktische Elektrochemiker nach der elektrolytischen Dissoziations-  
theorie** bearbeitet von Peter Gerdes. Mit 94 Abbildungen. Leipzig, Arthur Felix. X und 314 S. M 7,50; gebunden M 8,50.

Das Buch ist klarer und besser, als man nach dem — überraschenden Titel erwarten könnte. Es sei Lehrern, die sich an mäßig dotierten Anstalten für elektrochemisches Arbeiten einrichten wollen und auf primitivere, mehr oder weniger selbst angefertigte Apparate angewiesen sind, bestens empfohlen. Das Buch zerfällt in drei Teile: Im ersten werden die notwendigen theoretischen Vorkenntnisse aus der Physik und Chemie und ihren Grenzgebieten elementar, fast populär abgeleitet. Die Reihenfolge ist an manchen Stellen etwas bunt. Zwei Punkte glaubt der Ref. beanstanden zu müssen: Auf S. 82 wird das verschiedenartige Abscheiden des Cu bei verschiedener Stromdichte damit erklärt, daß bei großer Stromdichte die Dissoziation des  $\text{Cu SO}_4$  nach anderen Schematen (z. B.  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{SO}_3 + \text{SO}_4$  oder noch komplizierter) vor sich gehen soll als bei geringer Stromdichte, wo nur Cu und  $\text{SO}_4$  entsteht! Diese Erklärung dürfte unzulässig sein. Auf S. 109 führt Verf. leider die Nullpunktskalorie statt der allgemein angenommenen 15°-Kalorie ein; erstere ist nur ungenau zu bestimmen. Sonst richtet sich der Verf. streng nach den neusten Abmachungen, was Maßeinheiten, Bezeichnungen und Abkürzungen betrifft. Der zweite Teil des Buches gibt mannigfaltige, praktische Ratschläge zur Einrichtung und Selbstanfertigung von Apparaten; er dürfte das Beste im Buche sein. Im dritten Teil sind Demonstrationsversuche, Eichungen von Instrumenten und präparative Arbeiten aus der anorganischen und organischen Chemie angegeben, die instruktiv sind und sich mit einfachen Mitteln anstellen lassen. Bei den Präparaten hätte der Ref. gern noch  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  oder eine andere Verbindung gesehen, die ihre Entstehung in der stufenweisen Dissoziation ternärer Elektrolyte hat. — Gute, einfache Abbildungen, Bücherhinweise, Angaben von Preisen und empfehlenswerten Bezugsquellen, praktische Tabellen und ein gutes Register machen das Buch zu einem empfehlenswerten Hilfsmittel bei elektrochemischer Arbeit. *W. Roth.*

**Alfred Werners Theorie des Kohlenstoffatoms und die Stereochemie der karbozyklischen  
Verbindungen.** Von Dr. Ernst Bloch. Mit 48 Figuren im Text und 3 Tafeln. Wien und Leipzig, Carl Fromme, 1903. IV und 88 S. M 3,—.

Während manche Chemiker, wie Ostwald, bemüht sind, sich von der Atomtheorie gänzlich zu emanzipieren, sind andere an der Arbeit, die letzte Konsequenz dieser Theorie, die Lehre von der Lagerung der Atome im Raume, auszubauen und den neueren Forschungsergebnissen der organischen Chemiker anzupassen. So der Verf. dieses kleinen Buches. Auch Bloch geht, wie Ostwald, von erkenntnistheoretischen Betrachtungen aus und beide berufen sich auf denselben Gewährsmann, Mach! Im Interesse der Ökonomie des Denkens geht Bloch konservativ vor und sucht, unter steter Bezugnahme auf chemische und physikalische Daten, die vorhandenen struktur- und stereochemischen Anschauungen so wenig wie möglich umzuändern. Er findet in dem von Werner vorgeschlagenen Modell des Kohlenstoffatoms und im Ausbau der Wernerschen Valenzlehre die geeignetsten Hilfsmittel. Für Werner ist das Kohlenstoffatom nicht mehr das van't Hoff'sche Tetraeder mit den durch die 4 Ecken dargestellten Valenzen, sondern eine Kugel, auf deren Oberfläche sich die Affinitäten ihrer Größe nach abzeichnen; die Größe der Affinität wechselt je nach der Natur des gebundenen Atoms oder Radikals. Bei vier verschiedenen Addenden, also bei einem „asymmetrischen“ Kohlenstoffatom, ist die Größe aller vier „Bindungsflächen“ verschieden, ihre Verteilung also unsymmetrisch. Die Wernersche Darstellungsweise erlaubt, alle Nuancen in der Stabilität der Verbindungen, tauto-

mere Umwandlungen u. s. w. viel besser zu erklären, d. h. zu beschreiben als die starrere Darstellungsart van 't Hoff's. Bloch entwickelt Werners Theorie unter vorsichtiger Kritik der anderen Anschauungen weiter und wendet sie auf die organischen Verbindungen mit geschlossener Kohlenstoffkette an. Die Darstellung der Streitfragen und ihrer verschiedenen Lösungen ist so klar und dabei kurz, daß das Buch auch Fernerstehenden ein gutes Bild von dem jetzigen Stande der theoretischen Fragen in der organischen Chemie gibt. Und das ist nicht ganz leicht. Der Führer auf dem Gebiete der Atomgewichtsbestimmung, der alte Stas in Brüssel, urteilte Ende der 70er Jahre über die damalige organische Chemie mürrisch: *ce n'est plus de chimie, c'est de l'architecture, ça*. Beim Durchlesen des vorliegenden Buches möchte man glauben, daß manche Gebiete der jetzigen organischen Chemie mehr *stéréométrie* oder *stéréographie* als *chimie* seien. Aber gerade auch wegen dieser Vielseitigkeit sei das Buch als Wegweiser in diesen, für die meisten Leser der Zeitschr. wohl etwas entlegenen Gebieten der organischen Chemie bestens empfohlen.

W. Roth.

**Radium.** Eine allgemeinverständliche Beschreibung. Von Spiridon Grujitsch. Mit 6 Figuren. Berlin, Reinhold Kühn, 1904. 24 S. M 0,50.

Der Vorzug dieser Abhandlung vor den früher besprochenen ist die kurze, knappe und dabei sehr übersichtliche Darstellung. In der Einleitung sind auch die Kathoden- und Röntgenstrahlen behandelt. Die kleine Schrift eignet sich auch als Leitfaden für Vorträge und ist bei ihrem geringen Preise wohl geeignet, die Kenntnis der radioaktiven Phänomene weiteren Kreisen zu übermitteln.

**Radium** und andere radioaktive Substanzen. Unter besonderer Benutzung eines vom Elektro-Ingenieur W. J. Hammer, New York, vor dem American Institute of Electrical Engineers und der American Electrochemical Society am 17. April 1903 gehaltenen Vortrages bearbeitet und mit zahlreichen Ergänzungen sowie einer ausführlichen Literaturübersicht versehen von Ernst Ruhmer. Berlin, Verlag der Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“ (F. & M. Harrwitz), 1904. 51 S. M 2,50.

Diese Schrift gibt eine allgemeinverständliche, kurze Darstellung der radioaktiven Erscheinungen und ist besonders Laien, die sich über dieses Gebiet orientieren wollen, zu empfehlen. Die Einleitung behandelt auch die zum Verständnis des Folgenden notwendigen Erscheinungen der Phosphoreszenz und Fluoreszenz. Sehr verdienstlich ist die allein 23 Seiten umfassende Literaturübersicht; dieselbe dürfte ziemlich vollständig sein und ist daher für den Fachmann von außerordentlichem Werte.

**Das Radium.** Seine Darstellung und seine Eigenschaften. Von Dr. Jacques Danne, Privatassistenten des Herrn Professor Pierre Curie. Mit einem Vorwort von Charles Lauth, Direktor der Hochschule für angewandte Physik und Chemie zu Paris. Mit zahlreichen Figuren. Autorisierte Ausgabe. Leipzig, Veit & Comp., 1904. 84 S. M 2,40.

Der Verf. ist zugleich einer der bedeutendsten Mitarbeiter Curies, mit dem vereint er zahlreiche Arbeiten in den Comptes rendus veröffentlichte. Die Abhandlung ist auf Veranlassung Curies geschrieben und von ihm durchgesehen; sie bildet ein Seitenstück zu der Abhandlung der Frau Curie über die radioaktiven Substanzen (d. Zeitschr. XVII 181). Doch ist hier mit größerer Ausführlichkeit auf das Radium eingegangen, während die andern radioaktiven Stoffe nur in der geschichtlichen Übersicht kurz berührt werden. Besonders eingehend sind Herstellung und chemische Eigenschaften der Radiumsalze behandelt. In der Literaturübersicht sind die wichtigsten Arbeiten angegeben, ohne daß darin wohl Vollständigkeit angestrebt wurde.

Schk.

**Praktische Übungen zur Einführung in die Chemie.** Von Alexander Smith, Prof. d. Chem. an der Univ. Chicago. Nach einer vom Verf. besorgten Umarbeitung der 2. amerikanischen Aufl. ins Deutsche übertragen von Prof. F. Haber und Dr. M. Stöcker. Karlsruhe, G. Braun, 1904. VIII und 159 S. Geb. u. durchschossen M 3,60.

Das Erscheinen der Übersetzung des Smithschen Buches ist die Frucht einer Reise, die der Herausgeber F. Haber in den Vereinigten Staaten im Dienste der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie gemacht hat. Derselbe hat an den dortigen Hochschulen das im vorliegenden Buche niedergelegte Verfahren kennen und schätzen gelernt. Das Smithsche Buch gibt uns ein Bild, wie in Amerika der erste praktische chemische Unterricht an den Hochschulen gehandhabt wird. Das Verfahren ist ein wesentlich anderes als das bei uns übliche. Während sonst die Amerikaner die Vorzüge unseres Unterrichtsverfahrens, wie es für die fortgeschrittenen Studierenden der Chemie ausgebildet ist, unumwunden anerkennen und nachahmen — der Verfasser des Buches ist selbst in Deutschland vorgebildet —, weichen sie in dem praktischen Anfangsunterricht absichtlich von uns ab. Ist es bei uns üblich, in den ersten Laboratoriumsübungen den Studierenden möglichst



bald, gewöhnlich von Anfang an, in die Analyse einzuführen, so wird dort der praktisch Arbeitende — nachdem er sich zunächst in der Handhabung der Gerätschaften, im Wägen und Messen u. a. geübt hat — vor außerordentlich anziehende, seinem Interesse vorerst mehr entsprechende Aufgaben gestellt. Er verbrennt Eisenpulver in Sauerstoff, er lernt praktisch die verschiedenen Bildungsweisen dieses Gases kennen, dasselbe wägen und zu weiteren Oxydationsversuchen verwenden; er ermittelt das Verbindungsgewicht eines Metalles, stellt nach experimenteller Prüfung chemische Formeln und Umsatzgleichungen auf, verfolgt messend einen Fall zum Gesetz der multiplen Proportionen (in einem sehr hübschen quantitativen Versuch werden Kupferoxydul und Kupferoxyd in zwei getrennten Porzellanschiffchen gleichzeitig durch Wasserstoff reduziert); er mißt Säurestärken, scheidet den Sauerstoff aus der Luft ab, untersucht katalytische Wirkungen u. v. a.

Solcher Unterricht ist in gewissem Sinne eine praktische Rekapitulation der chemischen Vorlesung, und es unterliegt keinem Zweifel, daß der Studierende die vielen ihm dort neu entgegen tretenden Erscheinungen leichter und sicherer erfaßt, wenn ihm Gelegenheit gegeben ist, ihnen durch eigne Tätigkeit näher zu treten. Auch entspricht ein solches Arbeiten viel mehr den Neigungen des Anfängers als die zuerst mit mannigfachen Schwierigkeiten verknüpfte analytische Tätigkeit. Zudem bedeutet die amerikanische Einführung nicht einmal einen Zeitverlust, denn der Erfolg zeigt, daß die auf diese Weise Vorgebildeten das erste Ziel, die Beherrschung der qualitativen Analyse, in derselben Zeit (nach etwa zwei Semestern) erreichen wie bei uns.

Eine charakteristische Seite des Smithschen Buches liegt noch darin, daß es bereits mehrfach der modernen physikalischen Chemie Rechnung trägt. Es wird mit Recht der Standpunkt vertreten, daß die physikalische Chemie zwar nicht im ersten Studienjahre zu lehren sei, daß aber gewisse Grundanschauungen derselben, wie das Massenwirkungsgesetz, schon gleich von Anfang an einzuprägen seien. Mit dem Maß von chemisch-physikalischen Anschauungen, das hier geboten wird, kann man sich nur einverstanden erklären, und die Art, wie diese auf experimentellem Wege gewonnen werden, verdient alles Lob. — In illustrativer Hinsicht ist zu bemerken, daß den eingestreuten Figuren — die allerdings vielfach nur klein sind — jedwede Bezeichnung fehlt. Es ist dies aus verschiedenen Gründen nicht zu billigen, doch können wir auf diese Gründe hier nicht näher eingehen. Nicht verschwiegen darf werden, daß sich das Fehlen eines Registers störend bemerkbar macht, zumal auch das Inhaltsverzeichnis nur knapp ist.

Der chemische Unterricht unserer höheren Lehranstalten (insbesondere der Realgymnasien und Oberrealschulen) kann in mehrfacher Hinsicht von dem Buch Vorteil ziehen. Einmal sind einige Versuchsanordnungen unmittelbar für den Klassenunterricht zu verwenden, ferner kann eine größere Anzahl der späteren Aufgaben in den praktischen Übungen, auch wenn diese wesentlich nur analytische Ziele verfolgen, verwertet werden; dem Interesse der künftigen Chemielehrer würde sehr gedient sein, wenn die gekennzeichnete Methode der Ausbildung sich auch auf unseren Hochschulen einbürgerte. Vor allem aber kann das Buch eine starke Anregung geben, die Frage nach der besten Gestaltung der Laboratoriumsübungen auf den Mittelschulen von neuem in Erwägung zu ziehen. Ist es richtig, daß hier die Schüler fast ausschließlich mit analytischen Aufgaben beschäftigt werden? Halten wir Umschau, ob irgendwo bereits anders verfahren wird, so kommen wir gerade vom Standpunkt des chemischen Mittelschulunterrichts aus zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß wir in der Grundidee des Smithschen Buches nicht einmal etwas spezifisch Amerikanisches oder gänzlich Neues erblicken können. Denn an einzelnen deutschen Mittelschulen ist ein analoges Verfahren bereits seit längerer Zeit in Gebrauch. Beispielsweise in dem für die praktischen Schullaboratoriumsübungen bestimmten „Chemischen Praktikum“ von Dr. E. Dennert (Godesberg), das jetzt gerade in 2. Aufl. erscheint, ist mutatis mutandis dieselbe Methode durchgeführt. Die technischen Schwierigkeiten, die mit einer allgemeineren Durchführung der Methode verknüpft sind — besonders hinsichtlich der Vermehrung der Apparate und der Reagentien — dürfen nicht verkannt werden; immerhin beweist aber das genannte Beispiel, daß sie sich überwinden lassen.

Jedenfalls haben die Übersetzer des Smithschen Buches eine dankenswerte Arbeit geleistet, zumal den deutschen Hochschulen; der Übersetzung selbst ist der fremdsprachliche Ursprung nicht anzumerken.

**Das chemische Praktikum.** Ein kurzer Leitfaden für Schule und Selbstunterricht. Von Dr. E. Dennert, Oberl. am ev. Pädagogium zu Godesberg. 2. umgearbeitete und stark vermehrte Aufl. Hamburg u. Leipzig, L. Voß, 1903.

Die Eigentümlichkeit des bereits bei seinem ersten Erscheinen hier angezeigten Buches (*d. Zeitschr.* XI 150) besteht darin, daß es nicht von vornherein auf die qualitative Analyse hinarbeitet, sondern zuerst eine größere Anzahl Übungen enthält, die sich in ausgesprochener Weise an

die Unterrichtsstunden anlehnen. Es ist also die von A. I. Smith in seinem oben angezeigten Buche befolgte und in den amerikanischen Hochschulen zur Anwendung kommende Methode hier bereits in nuce vorhanden. Trotz des verschiedenen Ursprungs beider Bücher stimmen sogar gewisse Wendungen in den begründenden Vorworten fast wörtlich überein. Der die genannten Übungen enthaltende propädeutische Kursus ist hauptsächlich für U. II, z. T. auch O. II bestimmt; ein Teil der dortigen Aufgaben wird sich aber in etwas erweiterter Form, auch dort, wo die Übungen erst in der Prima beginnen, mit Vorteil in den Gang einfügen lassen. Erwünscht wäre, daß die Aufgaben noch durchgängiger genaue Angaben bezüglich der anzuwendenden Mengen enthielten; manchmal fehlen diese Angaben ganz, z. B. in Aufgabe 57: „Mische Schwefel und Zinkstaub zu gleichen Teilen“ u. s. w.; wenn hier nur mäßige, und nicht ganz kleine, Mengen genommen werden, so kann ein einziger Versuch den ganzen Laboratoriumsraum mit einer stattlichen Wolke erfüllen. Zuweilen könnten die neueren experimentellen Fortschritte zumal in dem propädeutischen Kursus noch stärker benutzt sein. Ein Register sowie ein Inhaltsverzeichnis fehlen. In der neuen Auflage sind einige weniger zweckmäßige Aufgaben weggelassen, dafür 49 neue aufgenommen worden. Das eigenartige Buch sei der Beachtung von neuem empfohlen. O.

**Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.** Herausgegeben von Professor Dr. Felix B. Ahrens. VII. Band. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1902. (12 Hefte M 12, einzeln M 1,20).

Aus dem vorliegenden Bande der bewährten Sammlung dürften für unsere Fachgenossen besonders die Vorträge „Über radioaktive Substanzen und deren Strahlen von Dr. F. Giesel in Braunschweig“ und „Chemische Affinität und Energieprinzip von Dr. Joseph Siegrist, Zürich“ von Wert sein. Herr Giesel, der auf Grund seiner bekannten eigenen Untersuchungen von den Entdeckern der radioaktiven Stoffe, dem Ehepaar Curie, mehrfach abweicht, kommt in seiner sehr belehrenden Zusammenstellung zu dem Schlusse, daß die „Selbsterzeugung der Strahlen“, die von den radioaktiven Substanzen ausgehen, zur Zeit „ein vollkommenes Rätsel“ ist, daß aber vielleicht „die Versuche der künstlichen Aktivierung von Elster und Geitel und die Elektronentheorie den Schlüssel zur Lösung des Rätsels“ geben werden. Auch Herr Siegrist bringt einen reichen Inhalt in klarer Darstellung; jedoch läßt seine Abhandlung Literaturnachweise, mehrfach sogar die Angabe der wichtigsten Werke vermissen; bedauerlich ist auch, daß hier der verdienstvolle Thermochemiker Julius Thomsen stets Thomson geschrieben wird. Unter den übrigen Abhandlungen des Bandes seien noch folgende hervorgehoben: „Die Entwicklungsgeschichte der künstlichen organischen Farbstoffe von Professor Dr. R. Nietzki, Basel“ und „Die Preisbewegung von Chemikalien seit dem Jahre 1861 von Dr. Karl Grauer, Reutlingen“. Beide sind nicht nur in chemischer, sondern auch in kulturhistorischer Hinsicht höchst interessant. J. Schiff.

**30 Übungs-Aufgaben als erste Anleitung zur quantitativen Analyse.** Von Dr. P. Weselsky, weil. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, und Dr. R. Benedikt, weil. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. 3. Auflage, neu bearbeitet von Dr. Georg Vortmann, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1902. 39 S.

Das Büchlein gibt kurz und klar die notwendige Anleitung zur Ausführung einfacher quantitativer Analysen. Gute Abbildungen geben über die Zusammenstellung der Apparate Auskunft. Die zu untersuchenden Stoffe — Salze, Legierungen, verdünnte Säuren und Mineralien — sind mit Geschick ausgewählt und können sehr wohl, wie beabsichtigt, im Laufe eines Semesters durchgearbeitet werden. Von vornherein finden Gewichts- und Maßanalyse in gleicher Weise Berücksichtigung. Die Nomenklatur läßt Einheitlichkeit vermissen, so werden die Salze bald in der jetzt üblichen Art (Kobaltsulfat, Calciumkarbonat), bald in der älteren Weise (salpetersaures Silberoxyd, schwefelsaurer Baryt) benannt. Diese Ausstellung kann jedoch nicht hindern, das Büchlein als eine gute Vorschule für das Studium der quantitativen Analyse anzuerkennen. J. Schiff.

**Hilfsbuch zur Ausführung chemischer Arbeiten** für Chemiker, Pharmazeuten und Mediziner. Von Dr. Hugo Schwanert, ord. Professor der Chemie an der Universität Greifswald. 4. umgearbeitete Auflage. Mit vier eingedruckten Abbildungen und zwei farbigen Spektraltafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1902. XVIII und 412 S. M 8, geb. M 9.

Das bekannte, aus langjähriger Lehrerfahrung hervorgegangene, für Praktikanten wie fertige Analytiker bestimmte Buch des im vorigen Jahre verstorbenen Greifswalder Chemikers bringt nicht nur die qualitative und quantitative anorganische Analyse, sondern auch zahlreiche und geschickt ausgewählte Beispiele der analytischen Untersuchung organischer Stoffe sowie einiges über Darstellung

und Prüfung anorganischer wie organischer Präparate, um schließlich die wichtigsten Methoden der Nahrungsmitteluntersuchung sowie der gerichtlichen und physiologischen Chemie zu lehren. Die Elementaranalyse ist ausgeschlossen. In der vorliegenden Neubearbeitung sind die Fortschritte auf dem Gebiete der analytischen Chemie gewissenhaft berücksichtigt worden; eine Beeinflussung durch die neuere physikalische Richtung ist jedoch nicht wahrnehmbar. Auffallend ist im Gegensatz zu der sonstigen Sorgfalt, daß die Begriffe Mineral und Gestein einige Male verwechselt werden und daher von der Kristallform von Gesteinen (S. 67) gesprochen wird. Das Buch unterscheidet sich von vielen anderen mit ähnlicher Bestimmung durch lobenswerte Klarheit der Darstellung und vor allem dadurch, daß fast sämtliche Vorgänge durch Reaktionsgleichungen erklärt werden. Aus diesem Grunde sowie wegen der großen Reichhaltigkeit seines Inhalts verdient es auch über die Kreise der praktischen Chemiker hinaus Beachtung.

*J. Schiff.*

**Grundrifs der Physik** für Lehrerseminare, höhere Mädchenschulen und verwandte Lehranstalten. Von Heinrich Langer. Mit 495 Abbild. u. 4 Porträts. Leipzig, G. Freytag, 1903. 400 S. Geb. M 4,50.

Obgleich an physikalischen Lehrbüchern, die ähnliche Zwecke verfolgen wie das vorliegende, kein Mangel ist, erscheint uns der neue „Grundriß“ doch existenzberechtigt. Die einzelnen Disziplinen sind gleichmäßig mit Sorgfalt und Geschick behandelt, die Auseinandersetzungen und die Lehrsätze zeigen fast durchgängig Einfachheit und Klarheit; auch die Figuren sind instruktiv gehalten und unterstützen den einheitlichen Eindruck des Ganzen. Gemäß den Zielen, die sich das Lehrbuch gestellt hat, ist die mathematische Behandlung ziemlich zurückgetreten; in einzelnen Abschnitten, zumal der Optik, könnte sie aber doch stärker als Hilfsmittel des Verständnisses herangezogen sein. Das Buch erscheint geeignet, der Physik aus den Kreisen, für welche es bestimmt ist, neue Freunde zuzuführen. Ein auffallender Mangel jedoch, der den Gebrauch des Buches für manche Anstalten nahezu in Frage stellen wird, ist das gänzliche Fehlen eines Registers.

*O.*

## Versammlungen und Vereine.

### Naturwissenschaftlicher Ferienkursus zu Göttingen

(vom 11.—23. April 1904).

In dem Kursus hatten sich 22 Teilnehmer eingefunden, je 6 aus der Rheinprovinz und Westfalen, je 4 aus Hessen-Nassau und Hannover und 2 aus Bremen.

Es wurden folgende Vorträge gehalten: Geh. Rat Prof. F. Klein (6 Std.) über den Unterricht in der Elementarmathematik mit Berücksichtigung der neueren Entwicklung im Auslande, Differential- und Integralrechnung auf der Schule; Prof. Schilling, Anwendungen der darstellenden Geometrie insbesondere in der Photogrammetrie (6 Std.); Prof. Schwarzschild, praktische Astronomie mit elementaren Hilfsmitteln (4 Std.); Geh. Rat Prof. Riecke, Grundlagen der Elektrizitätslehre mit Beziehung auf die neueste Entwicklung (mit Demonstrationen aus den Gebieten der Kathoden- und Becquerelstrahlen) (6 Std.); Dr. Bose, über Kurse in physikalischer Handfertigkeit (an einem Nachmittage).

Der Inhalt dieser Vorträge wird in einem Bande unter dem Titel: „Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen“ demnächst gesammelt erscheinen, der außerdem noch Teile der Kursusvorlesungen von Dr. J. Stark über moderne Strom- und Spannungsmesser und von Prof. O. Behrendsen über einige den Unterricht in der Physik und Chemie an höheren Schulen betreffende Fragen enthalten wird.

Außerdem trug Prof. O. Behrendsen (4 Std.) vor über den Projektionsapparat und seine Anwendung beim Unterricht in der Optik. Er bespricht und demonstriert die Konstruktion einfacher für den Unterricht geeigneter Projektionsapparate, ihre optischen Einrichtungen und die zweckmäßigste Beleuchtungsart. Dann gibt er als Beispiele für die Verwendung des Projektionsapparates im Unterricht eine objektive Darstellung der verschiedenen Fehler positiver Linsen, die Umkehrung der Natriumlinie, das Wärmespektrum (mit Benutzung einer Rubensschen Thermosäule und eines Schirmes aus Sidotblende, durch den die ultraroten Teile des Spektrums sichtbar gemacht werden können) und die wichtigsten Erscheinungen der Polarisation und Doppelbrechung, die noch durch Modelle erläutert werden.

Prof. Simon behandelte (2 Std.) elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie in ähnlichem Umfange wie in dem Ferienkursus 1902 (vergl. d. Z. XV 389), indem er noch die neuesten wissenschaftlichen und technischen Resultate berücksichtigte und vielfach neue Demonstrationsmethoden benutzte.

Dann trug derselbe (2 Std.) über Strahlungsgesetze und Beleuchtungstechnik vor. Die Lumineszenzstrahlung z. B. bei der Hewitt- oder der Ebertschen Lampe hat einen größeren Nutzeffekt

(bis zu 25%) als die Temperaturstrahlung, ist aber praktisch nur für besondere Zwecke zu verwerten. Die Grundlage für eine Verbesserung der die Temperaturstrahlung benutzenden Beleuchtung bilden die Strahlungsgesetze. Diese, die für den absolut schwarzen Körper von Kirchhoff, Boltzmann, W. Wien und Planck theoretisch abgeleitet sind und für deren experimentelle Bestätigung und Ausdehnung auf „graue“ Körper die Messungsmethoden und Apparate demonstriert werden, ergeben, daß der Nutzeffekt um so größer wird, je höher die Temperatur ist, daß eine weitere Verbesserung aber noch möglich ist durch Benutzung der selektiven Strahlung. Als Beispiel werden benutzt die Bogenlampe, die Nernst-, Bremer-, Osmiumlampe und das Elektrolytbogenlicht.

Dr. J. Stark las (4 Std.) über Spitzen-, Glimm- und Bogenstrom. Für den Mechanismus dieser Strömungen werden 3 Gesichtspunkte aufgestellt: 1. die Ionenhypothese, 2. der Konvektionsstrom, 3. die Ionisierung durch Ionenstoß. Nach ihnen wird das Zustandekommen der 3 genannten Strömungsarten, die Vorgänge und der Spannungsabfall in den einzelnen Teilen des Stromes und die Elektrodenspannung erklärt. Wesentlich ist dabei der Unterschied zwischen selbständigen Strömen, die ihre Ionen sich selbst schaffen und deshalb eine untere Grenze der Spannung haben, und unselfständigen Strömen, bei denen die Ionisation eine andere Quelle hat z. B. Temperatursteigerung, ultraviolette, Röntgen- oder Becquerelstrahlen. Der Vortragende erläutert das durch zahlreiche Experimente, bei denen er auch auf die Natur der Röntgenstrahlen, die Gasspektren und die Funkenentladungen eingeht. Bei den Gasspektren zeigt er vor allem in einem an einer Hewitt-Lampe angesetzten Rohr mit besonderen Elektroden die Glimmentladung mit Schichtung im Quecksilberdampf, die das bis jetzt nur wenig sicher beobachtete Bandenspektrum des Quecksilberdampfes zeigt.

Prof. Wiechert sprach (4 Std.) über Neues aus der Meteorologie. Er gab einen Überblick über die neueren Anschauungen, die Methoden und Resultate der Beobachtungen über atmosphärische Strömungen, die Wolken, ihre Formen und ihre Höhe, Cyklone, Passate, die periodischen Phänomene und die Wetterprognose.

An den Nachmittagen, die frei von Vorlesungen waren, waren den Teilnehmern die Universitätsinstitute zur Besichtigung und zur Ausführung von Versuchen und anderen Arbeiten geöffnet.

Götting.

### Ferienkurs an der Universität Würzburg im Juli 1904.

In der Zeit vom 15. Juli bis 21. Juli fand an der Universität Würzburg ein Ferienkurs für Lehrer der Mathematik und Physik an den humanistischen und technischen Mittelschulen Bayerns statt, wozu sich über 50 Teilnehmer eingefunden hatten.

Folgende Vorlesungen wurden abgehalten: Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. PRYM: Über die Riemansche Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen. — Herr Prof. Dr. ROST: Über die verschiedenen Methoden zur Begründung der Nicht-Euklidischen Geometrie. — Herr Prof. Dr. WIEN: Über Spektren und über Wechselströme; Besichtigung des physikalischen Instituts. — Herr Prof. Dr. CANTOR: Über die Theorie der Verbrennungsmotoren. — Herr Prof. Dr. KRAUS: Über die Einführung fremder Pflanzen in Europa mit Demonstrationen im botanischen Garten. — Herr Prof. Dr. BOVERI: Über die Methoden zur mikroskopischen Demonstration kleiner lebender Tiere. — Herr Prof. Dr. BECKENKAMP: Über die Geologie des Rheintales; Vorführung von Dünnschliffen; Besichtigung des mineralogischen und paläontologischen Instituts. — Herr Prof. Dr. MEDICUS: Über Zementfabrikation. — Herr Prof. Dr. TAFEL und Herr Prof. Dr. MANCHOT: Über die Erzeugung hoher Temperaturen mit Demonstrationen; Besichtigung des chemischen Instituts. — Herr Prof. Dr. REGEL: Über Südpolarforschung.

Am Samstag, den 16. Juli fand unter Führung des Herrn Prof. Dr. MEDICUS ein Ausflug nach Karlstadt a. M. zur Besichtigung des dortigen bekannten Zementwerkes statt, und am 20. Juli vereinigten eine improvisierte Abschiedsfeier die Herrn Dozenten und Teilnehmer an dem Ferienkurs zu anregendem Gedankenaustausch.

Adami.

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Thomsons Replenisher als Elektromotor.

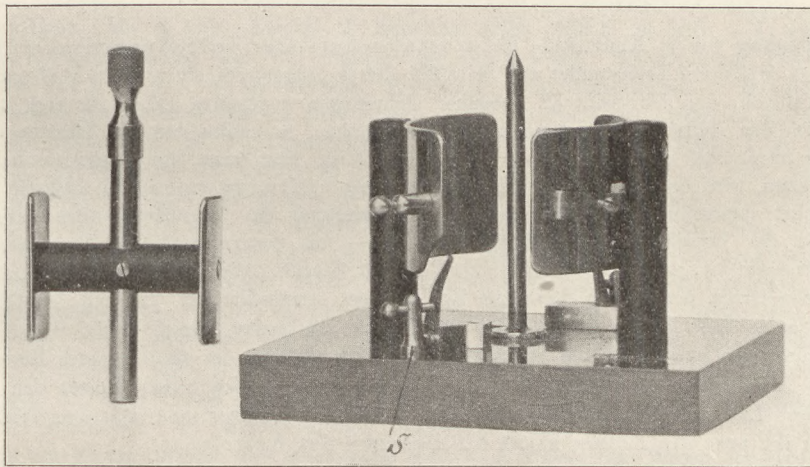
Angefertigt von der Nederlandsche Instrumentenfabriek (Directeur Dr. N. G. van Huffel) in Utrecht.

Der Replenisher von Thomson (Lord Kelvin) besteht bekanntlich aus zwei festen und zwei drehbaren Sektoren und vier kleinen Federn. Zwei dieser Federn sind an den festen Sektoren befestigt, die zwei anderen sind miteinander verbunden auf das Fußstück des Apparates solcherweise

aufgesetzt, daß sie neben den festen Sektoren stehen. In der Figur sind der feste und der bewegliche Teil getrennt voneinander dargestellt. Die zwei drehbaren Sektoren sind an einem Ebonit-Querstück befestigt, das mit einer vertikalen drehbaren Achse verbunden ist, und stehen nicht genau kreisförmig, sondern die vertikalen Ränder sind ein wenig einwärts gebogen, sodaß die drehbaren Sektoren bei der Umdrehung die Federn bloß mit den Spitzen berühren.

Die drehbaren Sektoren empfangen nun jedesmal in dem Augenblick, wo sie durch das eine System von Federn verbunden sind, durch Induktion eine Ladung von den festen Sektoren, welche man sich vom Anfang auf ein sehr niedriges Potential geladen denkt. Dreht man dann diese Sektoren weiter, so teilen sie den festen Sektoren ihre Ladung mit und steigern also deren Potential. Dreht man den Replenisher in entgegengesetzter Richtung, so verringert man allmählich das Potential der festen Sektoren.

Ich habe nun dieses kleine Instrument so genau konstruiert, daß, wenn man die vier Federn so weit zurückbiegt, daß sie die Sektoren bei deren drehender Bewegung gerade nicht berühren, und man die Pole einer kleinen Influenzmaschine mit den festen Sektoren verbindet, die Achse mit den drehbaren Sektoren in Bewegung kommt und sich bald mit einer Geschwindigkeit von 15 Umdrehungen per Sekunde dreht, bei einer Potentialdifferenz von 15000 Volt an den Polen der Influenzmaschine. Die Federn sind mittels kleiner Stellschrauben (*S*) regulierbar eingerichtet, sodaß sie, wenn der Replenisher als Motor laufen soll, gerade soviel als nötig zurückgestellt werden können.



Da alle Teile des Instruments mit großer Sorgfalt isoliert sind, dürfte der Replenisher ein willkommenes Instrument für den Unterricht sein, nicht nur als Motor, in welcher neuen Funktion er sehr an Wert gewonnen hat, sondern auch als eine sehr einfache Demonstrations-Influenzmaschine und als gleichmäßiger Variator von bestimmten Ladungen.

Das Instrument wird geliefert von der Niederländischen Instrumentenfabrik in Utrecht für M 45.  
Utrecht, März 1904.

*Dr. N. G. van Huffel.*

**Beiträge zur Experimentalphysik.** Unter diesem Titel hat die Firma **W. J. Rohrbecks Nachfolger** in Wien (I, Kärntner Str. 59) eine eingehende Beschreibung neuerer, nach Entwürfen von Prof. HANS HARTL ausgeführter physikalischer Unterrichtsapparate herausgegeben. Die Schrift umfaßt 89 Seiten und ist mit 1 Tafel und 86 in den Text gesetzten Abbildungen versehen. Die Apparate sind zum großen Teil schon einzeln in Zeitschriften bekannt gemacht worden, außer dieser Zeitschrift namentlich auch in den Vierteljahresberichten des Wiener Vereins z. F. d. phys. u. chem. Unterrichts, in der „Mittelschule“ und der Zeitschrift für das Realschulwesen. Der größere Teil der beschriebenen Apparate gehört der Mechanik an, dazu kommt die optische Scheibe mit den Nebenapparaten, der Apparat für krummlinigen Strahlengang, ein Rezipient für Glühversuche im luftleeren und luftgefüllten Raum, ein Stromwender und neue „Batteriewähler“ (Pachytrope), ein Demonstrationsschaltbrett für Versuche mit verzweigten Leitungen, ein Modell der Wheatstoneschen Brücke. Die Apparate sind vom Erfinder wiederholt in öffentlichen Vorträgen, u. a. am Wiener Mittelschultag 1903, unter großem Beifall vorgeführt worden.

## Korrespondenz.

**Erwiderung.** Herr B. von CZUDNOCHOWSKI nennt in seinen Bemerkungen (*Heft 4, S. 222*), betreffend meine Mitteilung über das Spektrum der Bremerkohlen, gar nicht das Orange, und hat es auch in seiner Zeichnung des auf einem Glasschirm erhaltenen Projektionsbildes nicht angedeutet. In meinem Fall war diese Farbe immer als ein sehr helles Band neben zwei roten in der Projektion deutlich zu sehen; das Wort „Linie“ in meiner Mitteilung hätte ich allerdings in „Linien-Gruppe“ umgebessert, falls ich eine Druckprobe davon erhalten hätte. Ich vermute, daß die Kohlen, welche ich benutzte, nicht von derselben Zusammensetzung sind, als Herr B. von C. anwandte, obgleich ein sehr intensiv gelb gefärbtes Licht sich zeigte. Im Spektroskop beobachtete ich trotzdem nur ein mattes, schmales, gelbes Band zwischen orange und hellgrünen Streifen, sehr deutlich aber auch Bänder im Blau und Violett. Ich habe dies als einen Demonstrationsversuch empfehlen wollen dafür, daß eine Lichtquelle eine bestimmte Farbe sehr stark besitzen kann, obwohl die entsprechenden Strahlen nur in sehr sparsamer Menge im Projektionsspektrum vorhanden sind.

Etwas Ähnliches kommt auch beim Quecksilbervakuumlicht vor, das einen hellweißen Eindruck macht, (bleich, bläulich grün, nach von Recklingshausen) und doch keine roten Strahlen enthält. Warum in diesen Fällen von einem Mischungseffekt nicht die Rede sein darf, wodurch doch der Gesamteindruck der farbigen Strahlen im Auge schließlich entstehen muß, ist mir nicht verständlich.

*L. Bleekrode in Haag.*

**Entgegnung** von H. KUHAHL. Hydrostatischer oder hydrodynamischer Auftrieb?

Herr G. HEINRICH beanstandet auf Seite 221 dieses Jahrganges einen Versuch über den hydrostatischen Auftrieb, den ich Seite 32 desselben Jahrganges angegeben habe. Er sagt „würde der Trichter durch den Auftrieb des ruhenden Wassers gehoben, so müßte der den Trichter schließende Finger einen Druck nach oben spüren, was nicht der Fall ist. Erst wenn das Wasser aus dem Trichter ausströmen kann, wird er gehoben; wir haben es hier mit hydrodynamischem Auftrieb zu tun“.

Zunächst verwechselt Herr Heinrich die Vorbereitung des Versuches — das Aufsaugen des Wassers und das Verschließen der oberen Öffnung — mit dem eigentlichen Versuche. Daß ein Auftrieb vorhanden ist, gibt ja Herr Heinrich zu; er beachtet aber nicht, daß der Luftdruck im Innern um den Druck der ganzen Steighöhe des Wassers vermindert ist, und daß der äußere Überdruck auf dem Trichter lastet. Der Auftrieb des Wassers im Innern erreicht nicht diese Größe, weil für jeden Punkt der Innenwand die wirksame Druckhöhe geringer ist als die ganze Niveaudifferenz des Wassers innen und außen. Sobald aber die Röhre oben geöffnet wird, gleicht sich der innere und der äußere Luftdruck aus, der Auftrieb tritt allein in Wirksamkeit und hebt den Trichter. Das Ausfließen ist erst die Folge, nicht die Ursache des Auftriebes.

Um noch deutlicher zu werden, wollen wir den Versuch etwas abändern. Man nehme einen Trichter mit möglichst ebenem Rande und eine Schale mit ebenem Boden und lege auf diesen Boden eine Gummiplatte, die größer ist als der Rand des Trichters; dann verfähre man ganz so wie bei dem angefochtenen Versuche. Man lockere aber nur den oberen Verschluss, sodaß die äußere Luft eindringen kann, ohne daß der Finger entfernt wird; dann wird man sofort den Druck des Trichters nach oben spüren und einige Kraft anwenden müssen, um das Anheben des Trichters und das Ausfließen des Wassers unter dem unteren Trichterrande zu verhindern. Hier kann wohl niemand den hydrostatischen Auftrieb leugnen, denn das Wasser fließt ja gar nicht. Und liegen die hydrostatischen Verhältnisse hier nicht genau so wie bei dem angefochtenen Versuche in dem Momente, in dem der Finger von der oberen Öffnung entfernt wird?

Herr Heinrich hat die Änderung des Luftdrucks nicht in Betracht gezogen. Wer daran Anstoß nimmt, kann dieselbe leicht vermeiden. Man drückt den leeren Trichter gegen die Gummiplatte und füllt ihn von oben mit Wasser, ohne überhaupt die obere Öffnung beim Versuche zu schließen. Die Wirkung bleibt dieselbe wie vorher. Nebenbei bemerkt war es diese Form des Versuches, von der ich seiner Zeit ausgegangen bin. Ich meine, jetzt muß jeder überzeugt sein, daß hier ganz allein die Wirkung des hydrostatischen Auftriebes vorliegt. Was aber Herr Heinrich unter hydrodynamischem Auftrieb verstanden wissen will, das ist mir völlig unklar.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

Die **Fortschritte der Physik** im Jahre 1903, dargestellt von der deutschen physikalischen Gesellschaft. 59. Jahrg. II. Abt.: Elektrizität und Magnetismus, Optik des gesamten Spektrums,

Wärme, redig. von **Karl Scheel**. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 675 S. M 26. — **J. Friek**, Physikalische Technik oder Anleitung zu Experimentalvorträgen, sowie zur Selbstherstellung einfacher Demonstrationsapparate. 3. Aufl. von O. Lehmann in 2 Bd. I. Bd. I. Abt. Mit 2003 Abb. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 630 S. M 16, geb. M 18. — **Ostwalds Klassiker**. Nr. 144. J. Keplers Dioptrik, 114 S. M 2. — Nr. 145. A. Kekulé, Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs. 89 S. M 1,40. W. Engelmann, Leipzig. — **J. Schubert**, Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Mit 9 Tafeln. Berlin, Jul. Springer, 1904. 30 S. — **A. Stöhr**, Zur Philosophie des Uratoms und des energetischen Weltbildes. Mit 17 Fig. Leipzig, F. Deuticke. 130 S. M 3,50. — **H. Ebert**, Anleitung zum Glasblasen. Mit 68 Fig. 3. Aufl. Leipzig, J. A. Barth, 1904. 120 S. M 2,40, geb. M 3. — **L. Weber**, Wind und Wetter. (Aus Natur und Geisteswelt, 55. Bändch.) B. G. Teubner, Leipzig. 126 S. M 1,25. — **Chr. Scherling**, Grundriß der Experimentalphysik, bearb. von H. Rühlmann. 6. Aufl. Mit 242 Abb. Leipzig, H. Haessel, 1904. 267 S. — **J. Kleiber** u. **H. Scheffler**, Elementar-Physik mit Chemie für die Unterstufe wissenschaftlicher Anstalten. Mit vielen Fig. München, R. Oldenbourg, 1904. 227 S. M 2,50. — **Richard Meyer**, Jahrbuch der Chemie. XIII. Jahrgang 1903. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 600 S. M 14, in Leinw. geb. M 15. — **G. W. A. Kahlbaum**, Monographien aus der Geschichte der Chemie. VIII. Heft: J. v. Liebig und Friedr. Mohr in ihren Briefen 1834—1870. Von G. W. A. Kahlbaum. Mit 2 Bildnissen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1904. 274 S. M 8, geb. M 9,30. — **H. v. Jüptner**, Lehrbuch der physikalischen Chemie. II. Teil, Chemisches Gleichgewicht und Reaktionsgeschwindigkeit. 1. Hälfte, Homogene Systeme. Mit 6 Abb. Leipzig, F. Deuticke, 1904. 162 S. M 3,50. — **C. Engler** und **J. Weißberg**, Kritische Studien über die Vorgänge der Autoxydation. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 204 S. M 6. — **C. A. Bischoff**, Materialien der Stereochemie. I. Bd. 1894—1898. Mit systematischem Inhaltsverzeichnis für 1894—1902. 840 S. II. Bd. 1899—1902, mit alphabetischem Sachregister für 1894—1902. 977 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 2 Bd. zus. M. 90. — **O. Ohmann**, Leitfaden für den Unterricht in der Chemie und Mineralogie. 3. Aufl. Mit 126 Fig. Berlin, Winckelmann & Söhne. 162 S. geb. M 2,20. — **G. Pizzighelli**, Anleitung zur Photographie. Mit 222 Abb. 12. Aufl. Halle a. S., W. Knapp. 413 S. M 4. — **H. Müller**, Anleitung zur Momentphotographie. W. Knapp, Halle a. S. 80 S. M 1. — **C. Vogel**, Taschenbuch der praktischen Photographie. 3. Aufl. Bearb. v. P. Hanneke. Berlin, G. Schmidt, 1904. 329 S. — **F. Loescher**, Leitfaden der Landschaftsphotographie. 2. Aufl. Berlin, G. Schmidt, 1904. 184 S. — **W. Nernst** und **A. Schönflies**, Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften. Mit 69 Fig. 4. Aufl. München, R. Oldenbourg, 1904. 370 S. M 11. — **C. Rohrbach**, Vierstellige logarithmisch-trigonometrische Tafeln. IV. Aufl. Gotha, Thienemann, 1904. 36 S. M 0,80. — **W. B. von Czudnochowski**, Das elektrische Bogenlicht. Mit 14 Abb. I. Lief. Leipzig, S. Hirzel, 1904. 98 S. — Zwanglose Abh. aus d. Gebiete der Elektrotherapie und Radiologie: Heft I: **J. Stark**, Das Wesen der Kathoden- und Röntgenstrahlen. 29 S. M. 0,80. Heft II: **F. Frankenhäuser**, Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen. Leipzig, J. A. Barth, 1904. 50 S. M. 1,20. — **O. Schmidt**, Metalloide, 155 S.; **G. Rauter**, Anorganische chemische Industrie, 3 Bändch. Sammlung Göschen. 1904. à M 0,80. — **Carus Sterne**, Werden und Vergehen, 6. Aufl. bearb. v. W. Bölsche. Berlin, Gebr. Bornträger. Lief. 1 u. 2. à M 0,50. — **F. Treubert**, Die Sonne als Ursache der hohen Temperatur in den Tiefen der Erde u. s. w. München, M. Kellerer. 63 S. M 0,80. — **E. Hänzel**, Die Empfindungen als Abbildungen des Hirnstoffs. Leipzig, R. Uhlig. 31 S. M 0,50. — **H. Beck**, Recht, Wirtschaft und Technik. Dresden, Böhmert, 1904. 42 S. M. 0,80. — **F. Paulsen**, Die höheren Schulen Deutschlands und ihr Lehrerstand. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 31 S. M 0,50. — **Fr. Kretzschmar**, Politische Pädagogik für Preußen. II. Teil: Unterrichtsfächer. Leipzig, P. Schimmelwitz. M 2.

**Sonderabdrücke:** Zur Klimatologie von Mecklenburg. Zwei Abhandlungen von L. Matthiessen. und Adolf ter Cock. S.-A. Publik. d. astron.-meteor. Observ. zu Rostock, II. Jahrg. 1904. — Über die Färbung gebrannter Röntgenröhren von Dr. B. Walter. S.-A. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen Bd. VII. — Große oder kleine Röntgenapparate, von J. Rosenthal. S.-A. w. v. Bd. VII. — Über elektrotechnische Maßsysteme, von F. Emde. S.-A. Elektrot. Z. 1904, Heft 21. — Über die physikalischen Prinzipien der Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen, von Dr. H. Siedentopf. S.-A. Berl. klin. Wochenschr. 1904, Nr. 32. — Beschreibung der Einrichtungen zur Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen, von Carl Zeiß in Jena, 1904, nebst Preisverzeichnis. — Preisverzeichnis von Clausen und van Bronk in Berlin über Selenzellen, sprechendes Licht und Licht-telephonie, 8 S.

### Himmelserscheinungen im Oktober und November 1904.

♃ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond, 0<sup>h</sup> = Mitternacht.

		Oktober						November						
		1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30
♀	AR	11 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	11.49	12.17	12.48	13.20	13.51	14.22	14.53	15.24	15.56	16.28	17. 1	17.34
	D	+ 5 <sup>o</sup>	+ 3 <sup>o</sup>	+ 0 <sup>o</sup>	- 3 <sup>o</sup>	- 7 <sup>o</sup>	- 10 <sup>o</sup>	- 14 <sup>o</sup>	- 17 <sup>o</sup>	- 19 <sup>o</sup>	- 22 <sup>o</sup>	- 24 <sup>o</sup>	- 25 <sup>o</sup>	- 26 <sup>o</sup>
♀	AR	13 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	14.19	14.42	15. 7	15.32	15.57	16.23	16.49	17.16	17.43	18.10	18.37	19. 3
	D	- 11	- 14	- 16	- 18	- 20	- 21	- 23	- 24	- 24	- 25	- 25	- 25	- 25
☉	AR	12 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	12.47	13. 5	13.24	13.43	14. 2	14.21	14.41	15. 1	15.21	15.42	16. 3	16.24
	D	- 3	- 5	- 7	- 9	- 11	- 12	- 14	- 16	- 17	- 18	- 20	- 21	- 22
♂	AR	10 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	10.22	10.34	10.45	10.57	11. 8	11.19	11.30	11.41	11.52	12. 3	12.14	12.24
	D	+ 13	+ 12	+ 11	+ 9	+ 8	+ 7	+ 6	+ 5	+ 4	+ 3	+ 1	+ 0	- 1
♃	AR	1 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>		1.39		1.34		1.29		1.25		1.21		1.18
	D	+ 9		+ 9		+ 8		+ 8		+ 7		+ 7		+ 7
♄	AR	21 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>							21.10					
	D	- 18							- 18					
☉	Aufg.	6 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup>	6.10	6.19	6.28	6.37	6.46	6.56	7.5	7.14	7.23	7.32	7.41	7.49
	Unterg.	17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	17.25	17.13	17. 2	16.52	16.41	16.31	16.22	16.13	16. 5	15.59	15.53	15.49
☾	Aufg.	21 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	2. 6	8.54	13.46	16. 3	18.11	22.34	3.44	10. 0	13.21	15.15	18.20	—
	Unterg.	12 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	16.13	18.49	22.57	3. 6	8.28	13. 2	15.40	18.49	23.50	4. 5	9.25	12.48
Sternzeit im mittl. Mittg.		12 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	12.58.43	13.18.26	13.38. 9	13.57.51	14.17.34	14.37.17	14.57. 0	15.16.42	15.36.25	15.56. 8	16.15.51	16.35.34
Zeitgl.		- 10 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	- 11.47	- 13. 9	- 14.19	- 15.16	- 15.56	- 16.18	- 16.20	- 16. 1	- 15.20	- 14.20	- 12.59	- 11.19

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Letztes Viertel	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond
	Okt. 2, 14 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	Okt. 9, 6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	Okt. 16, 6 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	Okt. 24, 11 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>
	Nov. 1, 0 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	Nov. 7, 16 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	Nov. 15, 1 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	Nov. 23, 4 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Oktober	anfangs morgens sichtbar, von der Mitte des Monats ab unsichtbar	als Abendstern zuletzt 1/2 Stunde lang sichtbar	morgens 2 bis 2 1/2 Stunden lang sichtbar	die ganze Nacht sichtbar. Opposition am 18.	abends zuletzt noch 5 1/4 Std. lang sichtbar
im November	unsichtbar	die Dauer der Sichtbarkeit des Abendsterns wächst auf 1 3/4 Std.	zuletzt bereits 4 3/4 Std. lang vor Beginn der Dämmerung sichtbar	bis gegen Morgen sichtbar	die Sichtbarkeitsdauer nimmt bis auf 4 Stunden ab

Phänomene der Jupitermonde	Okt. 4	23 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup>	I E.	Okt. 23	18 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup>	III A.	Nov. 6	22 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup>	II A.
		5 20 19 34	II E.		29 20 48 54	I A.		14 19 8 33	I A.
		6 18 25 48	I E.		30 19 47 11	II A.		21 21 4 8	I A.
		12 22 54 38	II E.		22 54 24	III A.		28 22 59 48	I A.
		13 20 20 40	I E.	Nov. 5	22 44 16	I A.		30 17 28 46	I A.
		22 18 53 39	I A.						

**Veränderliche Sterne:**

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
Okt. 1	20 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	λ Tauri-Min.	Okt. 19	23 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>	Algol-Min.	Nov. 11	21 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	Algol-Min.
4	21 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Min.	22	19 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	Algol-Min.	14	18 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	Algol-Min.
5	19 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	λ Tauri-Min.	23		R Lyrae-Max.	16		R Lyrae-Min.
7	23 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.	29	20 <sup>h</sup>	δ Cephei-Max.	18	22 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.
9	22 <sup>h</sup>	ζ Gemin.-Max.	Nov. 2	19 <sup>h</sup>	δ Cephei-Min.			

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.