

## ZWECKMÄSSIGE AENDERUNG EINIGER PHYSIKALISCHER DEMONSTRATIONSAPPARATE.

Von Dr. Peter Pfeiffer,

Assistent im physikalischen Institut.

Obwohl in der Mechanik naturwissenschaftlicher Apparate in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht wurden, so wird der Experimentator doch in den meisten Fällen an den vom Mechaniker bezogenen Apparaten zweckmässige Veränderungen vornehmen können. Im folgenden will ich einige Verbesserungen bekannt machen, die ich an den Apparaten zur Demonstration des Bodendruckes, des Mariotte-Boyle'schen Gesetzes und für die Polarisation durch Reflexion angebracht habe.

I. *Pascal's Apparät für den Bodendruck.* Zur Demonstration des Satzes von der Unabhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Form des Gefässes, also von der Unabhängigkeit der Flüssigkeitsmenge, benützt man entweder *Haldat's* oder *Pascal's* Apparät. Ersterer besteht aus einem zweiarmigen Communicationsgefässe, dessen communicierendes Rohr einerseits mit einem der drei Glasgefässe von gleicher Basis und gleicher Höhe jedoch verschiedener Form in Verbindung gebracht wird, während das andere Ende des Verbindungsrohrs mit einem vertikalen Glasrohr von geringem Durchmesser verbunden ist. Beim Versuch giesst man Quecksilber in den Apparät, bis das horizontale Verbindungsrohr gefüllt ist, und dann Wasser in das aufgeschraubte Glasrohr bis zu einer bestimmten Höhe, und markirt schliesslich den Stand des Quecksilbers im Messrohr. Wird dann ein anderes Gefäss aufgesetzt, und bis zur gleichen Höhe mit Wasser gefüllt, so steigt das Quecksilber in der Messröhre immer bis zur markirten Höhe.

Der Beweis mit dem Haldat'schen Apparät gründet sich auf

den hydrostatischen Satz für communicierende Gefässe, er ist also kein directer, und liefert kein directes Mass für die Grösse des Druckes. Das Experiment mit demselben ist aber einfach und überzeugend. Einen directen Beweis liefert das Experiment mit dem Pascal'schen Apparat, wo der hydrostatische Druck mittelst eines Wagebalkens bestimmt wird. Der eine Arm des Balkens trägt eine geschliffene Metallplatte, welche die Bodenöffnung der bekannten drei Glasgefässe wasserdicht schliesst, während auf dem zweiten Arm das Gewicht angebracht wird, welches zur Aequilibrirung der Platte und der Flüssigkeitssäule nöthig ist. Bei dem Versuch wird so viel Wasser in das aufgesetzte Gefäss gegossen, bis das Niveau desselben über der bezeichneten Höhe steht. Die Gleichheit des Druckes wird dadurch bewiesen, dass so lange Wasser aus dem Boden des Gefässes fliesst, bis das Niveau auf die bezeichnete Höhe gesunken ist. In diesem Moment schliesst die Platte den Boden des Gefässes, und das Gleichgewicht ist durch dasselbe Gewicht hergestellt.

Die Unbequemlichkeit des Ausfliessens des Wassers vor dem Eintritt des Gleichgewichtes sowie die Unsicherheit des Versuches wegen der Adhaesion, veranlassten mich zu folgender Einrichtung des Apparates (Fig. 1.). Ein passendes Gestell *A* trägt den Messingarm *BC*, an dessen Ende ein Messingringsich befindetet, in welchem ein kurzer beiderseits offener Glascylinder eingekittet ist, dessen Durchmesser gleich dem Bodendurchmesser der drei Gefässe *D*, *E*, *F* ist. Zur Messung des hydrostatischen Druckes verwende ich eine Demonstrations-Wage (von Rupprecht), auf dessen eine Schale ein Trinkglas *cb* gestellt wird, von etwas grösserem Durchmesser als der erwähnte Cylinder am Gestell *A*. Letzteres wird so aufgestellt, dass der offene Cylinder concentrisch in das Glas taucht; dann giesst man so viel Quecksilber in das Glas, dass es einige Centimeter über dem unteren Rande des Glascylinders steht, und stellt mittels Gewichte das Gleichgewicht der Wage her. Dann wird das cylindrische Gefäss mit dem geschliffenen Bodenrand auf den ebenfalls geschliffenen Messingring aufgesetzt, mittels Klemmen *a* befestigt, bis zur Marke mit Wasser gefüllt und die Wage wieder ins Gleichgewicht gebracht. Der noch leere Raum zwischen dem Trinkglas und dem Cylinder gestattet eine Herausdrehung des Wagebalkens aus der horizontalen Lage, in welche derselbe nach wenigen

Schwingungen wieder zurückkehrt, wenn nämlich die Wassersäule die frühere Höhe erreicht hat. In der Möglichkeit der freien Schwingungen des Wagebalkens um seine Gleichgewichtslage besteht das wesentliche dieser Einrichtung. Zur Fortsetzung des Versuches wird das Wasser bei dem Ausflussröhrchen  $d$  herausgelassen und ein anderes Gefäss aufgesetzt.

In Ermangelung einer Demonstrationswage kann ein ungleich-armiger Wagebalken zu dem Versuch verwendet werden. Die Einrichtung zeigt Fig. 5; der kürzere Arm des Balkens  $G$  trägt das Glas  $bc$ , dessen vertikale Bewegung durch die Arme  $k$  und  $r$  gesichert wird, während der Bodendruck durch ein Laufgewicht  $s$  equilibriert wird.

II. *Aenderung am Mariotte'schen Apparat.* Die grosse Unbequemlichkeit beim Eingiessen des Quecksilbers in die mehrere Meter hohe Manometerröhre, und die noch grössere Unbequemlichkeit wegen der an die Glaswand hartnäckig athaerirenden Luftblasen, welche das Resultat des Versuch ganz unsicher machen, waren die Veranlassung zu einer zweckmässigen Umänderung des vom Mechaniker Ferdinand Süss angefertigten Mariotte'schen Apparates des hiesigen physikalischen Instituts. Statt des kurzen Verbindungsstückes  $k$  (Fig. 2.) aus Eisen, dessen innere Bohrung das kürzere oben schliessbare Glasrohr  $n$  mit dem langen offenen Glasrohr  $m$  verbindet, wurde ein längeres Verbindungsstück aus Eisen angebracht, dessen innere Bohrung bis zu dem ebenfalls aus Eisen angefertigten cylindrischen Quecksilber-Behälter  $P$  reicht. Dieser ist mit einer Schraubenpresse versehen, mittelst der das Quecksilber durch den Verbindungskanal in  $k$  in die Röhren  $n$  und  $m$  gepresst werden kann.

Die innere Einrichtung dieser Quecksilberpresse ist aus dem vertikalen Durchschnitt Fig. 3 ersichtlich. Der obere Theil  $A$  mit einer inneren Höhe von 5 cm. wird durch Schrauben an den längeren unteren Theil luftdicht befestiget, hat oben eine Öffnung und ein Schraubengewinde, um die Presse an das Verbindungsstück  $k$  anschrauben zu können. Durch den unteren Theil  $B$ , dessen innere tiefe etwa 10 cm. beträgt, geht die Pressschraube  $C$  mit dem Kolben  $D$ , dessen Durchmesser kleiner ist, als die innere Lichte des Presscylinders. Das Quecksilber befindet sich in einem festen Lederbeutel  $ee$ , durch welchen der Raum  $A$  von unten abgeschlossen

wird, und dessen Rand zwischen den flachen Ringen von  $A$  und  $B$  durch die Schrauben festgehalten wird.

Beim Experimentiren wird der Presscylinder von  $k$  herabgeschraubt, mit Quecksilber gefüllt und dann wieder angeschraubt. Ist die kurze Glasröhre geöffnet, so steigt beim Drehen der Schraube  $C$  der Kolben im Presscylinder, und das Quecksilber in beiden Röhren gleich hoch. Sobald letzteres den Nullpunkt der Scala erreicht hat, wird das kurze Glasrohr geschlossen und die Presse weiter in Thätigkeit gesetzt, bis das Quecksilber in dem kurzen Rohr, die in der Mitte des letzteren angebrachte Marke erreicht hat. Dann liest man beide Niveauhöhen ab, und vergleicht den Druck mit dem Volumen des comprimirtten Gases. Der Versuch geschieht leicht und sicher, ohne Störung der so lästigen Luftblasen. Auch gestattet die transparente Glasscala eine Ablesung aus grösserer Entfernung. Die Drucksteigerung kann bei hinreichender Höhe des längeren Glasrohrs beträchtlich werden, da beim Anziehen der Pressschraube der Lederbeutel sich auf den Holzkolben stülpt, und letzterer das ganze Quecksilber aus  $A$  in die Manometerröhren treibt. Ausser der erwähnten Marke für das halbe Volum, befinden sich noch andere für  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{1}{4}$  des ursprünglichen Volums.

In gleicher Weise kann bei hinreichender Höhe des kürzeren Glasrohrs  $n$  der Versuch gemacht werden, wenn der Druck geringer ist, als der einer Atmosphäre.

III. *Apparat zur Polarisation des Lichtes durch Reflexion.* Zur Analysirung des durch Reflexion polarisirten Lichtes ist bei Anwendung der Projectionsmethode am zweckmässigsten ein Nicol'sches Prisma von grösserer Oeffnung. Will man das durch Spiegelung polarisirte Licht mit einem zweiten schwarzen Spiegel untersuchen, so eignet sich für Vorlesungsversuche dazu der Apparat von Duboscq, dessen polarisirender Spiegel  $B$  (Fig. 4.) um eine Axe drehbar ist, so dass der Einfallswinkel beliebig geändert und an einer Kreistheilung abgelesen werden kann. Ein zweiter um ein Kugelgelenk nach allen Richtungen drehbarer Spiegel dient zum Auffangen und Projiciren des am ersten Spiegel reflektirten Lichtes. Bei dieser Einrichtung konnte bloss der Einfallswinkel geändert werden, doch konnte man nicht Lichtintensitäts-Änderungen bei verschiedenen Neigungswinkeln der Einfallsebenen der beiden Spiegel beobachten. Will man

den Apparat auch zu diesem Zwecke benützen, so muss man das von der Lichtquelle kommende Licht früher durch einen schwarzen Spiegel polarisiren und dann mit dem Spiegel des Duboscq'schen Apparates auffangen.

Ich habe diesem Apparate zu Vorlesungsversuchen dadurch eine zweckmässigere Einrichtung gegeben, dass ich den zum Analysiren des durch Reflexion polarisirten Lichtes dienenden zweiten Spiegel  $C$  so anbrachte, dass dieser um die gemeinschaftliche Axe  $ss'$  und ausserdem um die in seiner Ebene liegende Axe  $C$  drehbar ist. An diesem Spiegel  $C$  habe ich einen viereckigen Rahmen  $DE$  in gehöriger Neigung befestigt, auf welchen eine transparente Leinwand aufgespannt ist. Dieser fängt das vom Analysator  $C$  reflektirte Licht auf, so dass beim Drehen des Analysators  $C$  um die mit den polarisirten Lichtstrahlen parallele Axe  $ss'$  das ganze Auditorium die Intensityänderungen des polarisirten Lichtes sehen kann. Der Gang der Lichtstrahlen ist aus der Figur ersichtlich. Mit Aenderung des Einfallswinkels ändert sich der Antheil des polarisirten Lichtes, welcher für Glas bei etwa  $57^\circ$  sein Maximum erreicht.

---