

**Zeitschrift:** Schweizerische pädagogische Zeitschrift

**Band:** 5 (1895)

**Heft:** 4

**Artikel:** Physikalisches Praktikum : im Anschluss an Dr. H. Wettsteins  
"Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen" :  
2. Teil

**Autor:** Gubler, Th.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-788396>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Physikalisches Praktikum

im Anschluss an Dr. H. Wettsteins „Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen“ von Th. Gubler.

### II.

#### 18. Das Beharrungsvermögen.

a) Die Körper haben das Bestreben, in der Ruhe zu verharren:

*Eine Person, die auf einem Wagen steht, der rasch in Bewegung gesetzt wird, fällt rückwärts. Die Stränge reißen, wenn die Zugtiere rasch anziehen. Ein stillstehender Wagen braucht zur Bewegung mehr Kraft als ein fahrender. Der Stiel wird im Karst befestigt, indem man auf den Stiel schlägt. Schnell explodierende Stoffe, wie Dynamit, können nicht zum Schiessen gebraucht werden.*

1. Aus einer Schicht Dominowürfel wird mit dem Messer je der unterste oder einer aus der Mitte der Säule herausgeschlagen. 10 Dominowürfel. Messer.
2. Eine Münze wird nahe am Tischrand mit dem Rande auf einen Papierstreifen gestellt, der über den Tisch vorspringt. Mit kräftigem Schlag wird der Papierstreifen weggeschlagen. Münze. Papierstreifen. Lineal.
3. Auf ein Trinkglas legt man ein Kartonstück — Postkarte — und auf dieses eine Münze. Man schnell mit dem Finger den Karton weg. Münze, Kartonblatt. Trinkglas.
4. Ein Schüler hält horizontal einen dünnen Griffel, der an zwei dünnen Fäden hängt. Schlägt man mit dem Lineal kräftig auf den Griffel, so wird er zerschlagen, ohne dass die Fäden reißen. Griffel. Dünner Faden. Lineal.
5. An ein Gewicht befestigt man einen Faden, der dasselbe gerade noch zu tragen vermag. Man hebt dasselbe zuerst langsam, dann mit einem Ruck. Gewicht. Faden.
6. Ein Gewicht wird an einem Faden aufgehängt; an dasselbe befestigt man einen zweiten Faden. Zieht man an diesem langsam abwärts, so reisst der erste Faden; zieht man mit einem Ruck, so reisst der zweite. Gewicht. Zwei Fäden.

Teller mit  
Wasser.

7. Zieht man einen Teller voll Wasser rasch auf die Seite, so fällt das Wasser auf den Tisch.

Glas mit Erbsen  
oder Schrot-  
körnern.

8. Bewegt man ein Glas, in welchem sich Erbsen oder Schrotkörner befinden, rasch abwärts, so fallen dieselben heraus. Bewegt man dasselbe rasch aufwärts und hält plötzlich an, so fallen sie oben heraus. (Letzteres Beispiel für die folg. Gruppe.)

*Alles Schlagen, Stechen, Hämmern, Feilen, Hobeln, Einrammen von Pfählen wirkt nur dadurch, dass sich die Bewegung nicht augenblicklich auf die entferntern Massen fortpflanzen kann.*

b) Ein in Bewegung begriffener Körper hat das Bestreben, in der Bewegung zu verharren.

*Wenn der fahrende Wagen plötzlich anhält, fällt man vorwärts. Vom fahrenden Wagen springt man vorwärts ab. Rasch bewegte Körper können nicht plötzlich anhalten. Der Hammer wirkt um so kräftiger, je lebhafter er geschwungen wird. Verheerende Wirkung beim Zusammenstoss von zwei Eisenbahnzügen. Sturz des Reiters vom galoppirenden Pferd, des Radfahrers vom Velo. Der durch den Reif springende Kunstreiter kommt wieder auf das Pferd zu stehen. Die Flintenkugel fliegt weiter, auch wenn der Druck der Gase nicht mehr auf dieselbe wirkt. Schwungräder erhalten den gleichmässigen Gang der Maschine. Auf dem fahrenden Dampfschiff, im fahrenden Eisenbahnwagen fällt der senkrecht emporgeworfene Körper wieder auf die Hand zurück. Der Stiel wird am Hammer befestigt, indem man denselben gegen einen festen Gegenstand schlägt.*

Pendelgestell.  
Pendel.

9. Das Pendel schwingt lange Zeit.

Kreisel oder  
Sirene m. Halter.

10. Der Kreisel dreht sich lange.

Als Kreisel benutze man die Sirene im Halter. Man fasst sie am Halter und versetzt sie in drehende Bewegung.

c) Experimentelle Erklärung der Ablenkung der Luft- und Meeresströmungen und der Flüsse infolge der Achsendrehung der Erde.

Reissbrett oder  
gr. Karton und  
Kugel.

11. Man legt ein Reissbrett so, dass seine Längskanten ungefähr von N—S verlaufen, und hebt eine der schmäleren Kanten etwas. Eine auf das Brett gelegte Kugel rollt in der N—S Linie.

Fasst man das Brett in der Mitte der nördlichen Kante, indem man es etwas hebt, und lässt man die Kugel rollen, indem man gleichzeitig die südliche Kante nach Ost bewegt, so entgleist die Kugel in westlicher Richtung, also nach rechts.

Hierauf fasst man das Brett an der südlichen Kante, hebt es etwas und dreht es um die Mitte der nördlichen Kante, unter welche man einen Gegenstand legt, nach Ost. Die losgelassene Kugel rollt östlich, d. h. wieder nach rechts.

Atlas von  
Wettstein.

12. Die Karten über Windrichtung und Meeresströmungen in Wettsteins Atlas, Blatt II werden besprochen.

## 19. Das Pendel.

Anmerkung. Die Pendel werden am vorteilhaftesten bifilar aufgehängt.

1. 2 Pendel von gleicher Länge, aber verschiedenem Gewicht werden nebeneinander aufgehängt und gleichzeitig in Schwingung versetzt. Pendelgestell.  
2 Pendel von ungl. Gewicht aber gl. Länge.  
2 Pendel.
2. Man lässt 2 Pendel von gleicher Länge in verschiedener Schwingungsweite schwingen, — der Ausschlag soll nicht über  $20^\circ$  betragen; sie schwingen gleich rasch.
3. 2 Pendel von ungleicher Länge werden in Schwingung versetzt. 2 Pendel von ungl. Länge.  
*Die kleine Glocke schlägt öfter an als die grosse. Eine kleine Person macht kleinere, aber zahlreichere Schritte als eine grosse Person. Das Pendel der Turmuhr bewegt sich langsamer als dasjenige einer Schwarzwälderuhr.*
4. Man befestigt am Pendelgestell 2 Pendel von 2 und 8 dm Länge. Das letztere schwingt 2 mal langsamer. Pendel von 2, 8 u. 18 dm Länge.  
Das Pendel von 18 dm Länge schwingt 3 mal langsamer als das erste. Man lasse die Schwingungen jedes Pendels durch eine Abteilung Schüler zählen.
5. Man hänge an das Pendelgestell ein Pendel von 994 mm Länge. Sekundenpendel.  
Damit die Pendel für die Zukunft erhalten bleiben, lege man sie in eine Federschachtel, wickle die Fäden um den untern Teil derselben und setze den Deckel auf.
6. Auf die Schwungmaschine wird ein Drahtbügel geschraubt und an demselben ein Pendel befestigt. Das Pendel wird in Bewegung gesetzt und die Maschine gedreht. Die Schwingungsebene bleibt unverändert. Schwungmaschine mit Sirene, Drahtbügel u. Pendel.  
Der Aufhängepunkt des Pendels muss genau senkrecht über der Achse der Schwungmaschine liegen. Der Ausschlag des Pendels darf nicht gross sein.  
Der Drahtbügel, der vom Schlosser leicht hergestellt werden kann, besteht aus einem Eisenstab von 30—35 cm Länge und 2,5—3 cm Breite mit einem Loch in der Mitte zum Aufschrauben auf die Sirene. Senkrecht auf dem Stab ist ein Drahtbogen aus 5 mm starkem Draht befestigt, dessen höchster Punkt etwa 60 cm hoch liegt. An dieser Stelle befindet sich ein Loch zum Befestigen des Pendels.
7. In ein Stück Karton, z. B. in  $\frac{1}{4}$  einer Postkarte, befestigt man eine Nadel so, dass sie 2—3 mm über eine Längskante vorspringt. Man stellt den Globus so auf, dass seine Achse in der Richtung der Erdachse liegt, und steckt das Rechteck zuerst am Pol, dann in mittlerer Breite, z. B. in „Zürich“, auf den Globus, so dass die Längskante in der N-S Richtung läuft. Nun dreht man den Globus langsam um seine Achse, während dem man das Rechteck immer so dreht, dass die Längskanten die N-S Richtung beibehalten. Globus. Karton mit Nadel.

## 20. Die Schwungkraft.

1. Schwingt man ein Pendel im Kreis, so bleibt die Schnur immer gestreckt; die Hand verspürt einen Zug. Pendel.

Elastische  
Schnur oder  
dünner Kaut-  
schukschlauch.

2. Wird ein Körper an einer elastischen Schnur oder einem dünnen Kautschukschlauch im Kreise geschwungen, so verlängert sie sich um so mehr, je rascher man schwingt.

*Das Wasser wird vom Schleifstein, der in rascher Drehung begriffen ist, abgeschleudert, der Kot vom Kutschenrad. Rasch sich drehende Schleifsteine und Schwungräder können zerschleudert werden. Wenn man den Kessel am Tragreif fasst, kann man ihn im Kreise schwingen, ohne dass Wasser ausfließt. Mit der Schleuder kann man Steine weiter werfen als von Hand. Wird Wasser in einem Kessel im Kreise bewegt, so steigt es an den Wänden empor, und es entsteht ein Trichter. Die Kugeln des Zentrifugalregulators entfernen sich um so mehr voneinander, je rascher die Maschine läuft. (Auch als Versuch.) Ross und Reiter, Schlittschuhläufer, Radfahrer neigen sich in Krümmungen nach innen. Eine Kutsche, die rasch um eine Ecke fährt, läuft Gefahr, nach aussen geworfen zu werden.*

Schwung-  
maschine. Glas-  
gefäss.

3. Setzt man das Glasgefäss, das die Form eines Lampenbehälters hat, auf die Schwungmaschine und giesst in dasselbe Wasser, so bildet es beim raschen Drehen einen Ring, der deutlicher wird, wenn man das Wasser färbt. Giesst man Quecksilber hinzu, so bildet dieses einen zweiten, äussern Ring.

Abplattungs-  
modell. Modell  
des Zentrifugal-  
regulators.  
Zentrifugal-  
bahn.

4. Man setzt das Abplattungsmodell auf die Maschine, ebenso das Modell des Zentrifugalregulators.

5. Eine in die Zentrifugalbahn gelegte Kugel läuft in einer senkrecht liegenden Spirale.

*Anwendung der Zentrifugalkraft in Honigschleuder, Wäschetrocknenapparat, Zentrifugenmaschine.*

## 21. Das Parallelogramm der Kräfte.

*Die Regentropfen fallen bei Windstille senkrecht, um so schiefer, je stärker der Wind weht. Der Rauch steigt bei Windstille senkrecht auf, bei Wind schiefer. Der Wasserstrahl der Brunnenröhre, der Feuerspritze, der geworfene und der abgefeuerte Körper beschreiben unter dem Einfluss der Stosskraft und der Schwerkraft Parabeln. Das Schiff fährt in schiefer Richtung über den Fluss. Im fahrenden Dampfschiff und dem fahrenden Eisenbahnzug fällt ein senkrecht emporgeworfener Körper an die Ausgangsstelle zurück.*

Diagonalappa-  
rat. Kugel an  
langer Schnur.  
(Elfenbein-  
kugel).

1. Zwei Hämmer, die so aufgehängt sind, dass die Achsen, um welche sie sich bewegen, senkrecht zu einander stehen, werden zuerst einzeln, dann gleichzeitig aus gleicher und verschiedener Höhe gegen eine an langer Schnur hangende Kugel fallen gelassen. Die Kugel schlägt die Diagonale des Kräfteparallelogramms ein.

An ein quadratisches Grundbrett mit ca. 12 cm Seite befestigt man senkrecht 2 Brettchen von ca. 30 cm Höhe, die rechtwinklig zusammenstossen. Die Eckkante wird etwas gebrochen. An diese zwei Brettchen hängt man 2 hölzerne Hämmer von gleichem Gewicht so auf, dass sie in zwei rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen pendeln können. Die Köpfe der Hämmer reichen bis zum Bruch der Kante. Damit die Hämmer nicht aneinanderschlagen können, bringt man vor den Stielen Kautschukpuffer an; an eine Holzschraube wird ein Stück

Kautschukschlauch gesteckt und diese etwas ins Brettchen eingeschraubt. Da die zur Verfügung stehenden Tische selten ganz eben sind, ist es vorteilhafter, die Hämmer gegen eine an langer Schnur hängende Kugel (Elfenbeinkugel des Zurückwerfungsapparates) schlagen zu lassen, als gegen eine auf dem Tisch frei rollende Kugel.

2. An einem Gestell befestigt man in einer Entfernung von 70—80 cm 2 Rollen von grossem Durchmesser (10—15 cm) und legt über dieselben einen Seidenfaden von ca. 2 m Länge, in dessen Mitte man einen zweiten, kurzen Faden angeknüpft hat. An die 3 Enden hängt man kleine Wagschalen, auf welche man als Gewichte gleiche Geldstücke, z. B. Zwanzigrappenstücke legt. Man konstruiert Parallelogramme, deren Seiten und Diagonalen den wirkenden Kräften entsprechen, und hält sie hinter die Fäden, so dass die seitlichen Schnüre die Richtung der Seiten haben und die senkrechte Schnur die Verlängerung der Diagonale bildet.

Parallelogramm  
der Kräfte.

Man veranschauliche z. B. folgende Verhältnisse (Die ersten beiden Zahlen geben die Teile der Seiten, die 3. diejenigen der Diagonale an): 1 : 1 : 1; 1 : 2 : 2; 2 : 3 : 4; 3 : 4 : 5; 4 : 5 : 6; 2 : 3 : 3; 2 : 4 : 5.

Rollen kann man in folgender Weise herstellen: Aus Brettchen von Zigarrenkistchen oder Laubsägeholz schneidet man Scheiben von 10—15 cm Durchmesser mit dem scharfen Messer aus. Auf beide Seiten der Scheiben leimt man Scheiben aus festem Papier mit einem 6—10 mm grössern Durchmesser, so dass sich zwischen den Papierscheiben am Umfang eine Rinne befindet. Damit die Rollen am Mittelpunkte etwas grössern Halt bekommen, leimt man zu beiden Seiten 1—3 cm<sup>2</sup> grosse Holzstücke auf. Die Öffnung für die Achse wird genau in der Mitte senkrecht auf die Fläche mit einem dünnen Bohrer gebohrt. Am Gestell werden die Rollen an Stiften befestigt, denen man die Köpfe abgefeilt hat.

## 22. Die Wurfbewegung.

*Wenn man einen Gegenstand weit werfen will, gibt man ihm eine grosse Geschwindigkeit und wirft ihn schief aufwärts. Das Absehen von Armbrust, Gewehr, Kanone wird um so höher gestellt, je weiter das Geschoss fliegen soll. Wenn das Geschoss unter einem Winkel von 45° fortgeschleudert wird, geht es am weitesten. (Visirlinie, verlängerte Rohrachse, Flugbahn.) Die Rakete beschreibt eine Parabel mit steilem absteigendem Ast.*

Mit der Druckpumpe, die zugleich als Modell der Feuerspritze dient, wird ein Wasserstrahl durch das Zimmer geschickt. Es wird gezeigt, dass das Wasser weiter getrieben wird, wenn der Strahl schief ansteigt.

Druckpumpe  
(Modell der  
Feuerspritze).

## 23. Zerlegung der Bewegungen.

*Das „Windspiel“ der Kinder dreht sich, wenn es gegen den Wind gehalten wird, oder wenn man dasselbe rasch vorwärts bewegt. Mit dem Segelschiff kann man auch in zum Wind schiefere Richtung fahren. Der Papierdrache steigt empor.*

Turbinenrad  
aus Papier.

### 1. Das Turbinenrad aus Papier dreht sich in der Luft.

Ein kreisrundes Stück Papier, starkes Schreib- oder Zeichenpapier, von 6–10 cm Durchmesser wird radial in 8 Ausschnitte zerschnitten, so dass inwendig eine Kreisscheibe von 1–2 cm Durchmesser ganz bleibt. Hierauf drückt man die Ausschnitte in gleicher Richtung schief und macht im Mittelpunkt mit einem stumpfen Bleistift eine kleine Vertiefung. Bewegt man die Vorrichtung auf der Bleistiftspitze aufwärts, so dreht sich das Rad; bewegt man abwärts, so dreht es sich in entgegengesetzter Richtung. — In der Nähe des warmen Ofens dreht sich das Rad, vom aufsteigenden Luftstrom getrieben, mit grosser Lebhaftigkeit.

Modell des  
Windmühlen-  
flügels.

### 2. Am Modell des Windmühlenflügels werden die Flügel senkrecht zur Achse gestellt. Wenn man in der Richtung der Achse gegen dieselben bläst, prallt alle Luft zurück. Stellt man die Flügel parallel zur Achse, so geht die Luft an denselben vorbei. Stellt man sie schief, so kommt ein Teil der Stosskraft der Luft zur Geltung und der Apparat dreht sich.

In einen Kork, der der Länge nach durchbohrt und um einen horizontalen Nagel drehbar ist, steckt man 6–8 dünne Drähte, an welche kleine quadratische Bleche angelötet sind. Die Bleche können beliebig schief gestellt werden.

## B. Flüssige Körper.

### 24. Kommunizierende Gefässe.

2 Glasröhren.  
Kautschuk-  
schlauch.  
2 kommuni-  
zierende Gefässe.

### 1. Zwei gleich weite Glasröhren werden mit einem Kautschukschlauch verbunden und zum Teil mit Wasser gefüllt.

### 2. Zwei ungleich weite Gefässe werden leitend verbunden. Das eine Gefäss wird allmählig geneigt.

Durch den Pfropf einer Flasche, deren Boden man abgesprengt hat, steckt man eine zweimal rechtwinklig gebogene Röhre.

Die Verbindung kann auch durch einen Kautschukschlauch hergestellt werden.

*Beispiele vor kommunizierenden Gefässen: Kaffekanne, Giesskanne, Wasserstandsrohr am Dampfkessel, Kanalwage, Wasserleitung, Grundwasser in Kellern.*

Langes Glas-  
rohr. 2mal recht-  
winklig gebogene  
Glasröhre.

### 3a) Springbrunnenversuch.

Ein langes, weites Glasrohr wird mit einem Pfropf geschlossen, durch welchen eine kurze zweimal rechtwinklig umgebogene und in eine Spitze auslaufende Glasröhre geht. Das Rohr wird mit Wasser gefüllt.

Kautschuk-  
schlauch und  
Glasröhre.

### 3b) Oder: Aus einem höher gelegenen Gefäss wird mittelst eines langen Kautschukschlauches Wasser herbeigeleitet. Im Schlauch steckt ein Glasröhrchen mit enger Öffnung.

## 25. Die Verbreitung des Druckes in einer Flüssigkeit.

*Schlägt man mit der flachen Hand auf das Wasser, so schmerzt die Hand.*

*Treibt man in eine Flasche, die ganz mit Wasser gefüllt ist, einen Pfropf, so zerspringt sie.*

Das Modell der hydraulischen Presse wird zum Teil mit Wasser gefüllt und die Kolben aufgesetzt. Die Querschnitte der Zylinder verhalten sich wie 1:4. Der grosse Kolben ist 4mal schwerer als der kleine. Sie halten sich das Gleichgewicht. Legt man auf den kleinen Kolben 50 g, auf den grossen 200 g, so ist wieder Gleichgewicht hergestellt.

Modell der hydraulischen Presse. Gewichte.

Damit die Kolben mit wenig Reibung sich bewegen, werden sie etwas gefettet.

Man vergleicht die Wege der beiden Kolben, wenn Übergewicht aufgelegt wird.

## 26. Der Bodendruck.

Da im Modell zur Demonstration des Bodendruckes zu viel Reibung vorhanden ist, als dass eine überzeugende Vorführung gemacht werden könnte, gehe man in der Erklärung von den kommunizierenden Gefässen aus.

1. Auf das engere Rohr des Modells befestigt man mit einem Stück Kautschukschlauch ein Glasrohr, oder wenn dieses weiter ist, indem man das Metallrohr mit Baumwolle umwickelt. Man setzt nacheinander das Gefäss mit senkrechten Wänden, das nach oben sich erweiternde und das sich verengernde Glasgefäss auf. Die Wassermasse im engen Rohr hält immer das Gleichgewicht.

Modell der hydraulischen Presse mit Aufsätzen. Glasrohr.

Zur Erklärung des Bodendruckes empfiehlt sich ferner der folgende, von Weinhold angeführte, im folgenden wesentlich umgestaltete Versuch:

2. In eine frische Rindsblase befestigt man mit einem starken Bindfaden ein 15–20 cm langes, starkes Glasrohr von ca. 2 cm Weite. Dieses Glasrohr wird mit einem zweiten, etwa 1,5 m langen Glasrohr von gleicher Stärke durch ein 15–20 cm langes Stück Kautschukschlauch verbunden. Die Blase legt man flach auf eine 10–15 cm hohe Erhöhung auf dem Boden des Schulzimmers (Podium, Auftritt) und befestigt das lange Rohr senkrecht an einer Sessellehne. Hart an die Erhöhung stellt man eine Dezimalwaage und legt auf die Blase ein Brett (Reissbrett, Kistendeckel) so, dass der eine Rand auf der Dezimalwaage aufliegt. Zu beiden Seiten der Blase legt man 2 Gewichtsteine oder Klötzchen, damit das Brett nicht auf der Glasröhre aufliege. Hierauf giesst man durch das lange Glasrohr Wasser, bis das Brett etwas von der Unterlage abgehoben wird. Nun lässt man einen Schüler, dessen Gewicht man bestimmt hat, von der Dezimalwaage aus sorgfältig etwa auf die Mitte des Brettes treten und giesst in das Glasrohr Wasser, bis das Brett von der Unterlage, auf die es wieder untergedrückt wurde, abgehoben wird. Mit Kreide wird am Glasrohr die Höhe des Wasserstandes angegeben und gleichzeitig bestimmt, wie viel vom Gewicht des Schülers von der Waage getragen wurde.

Rindsblase. 2 weite Glasröhren von 15 bis 20 cm und von 1,5 m Länge, 15 bis 20 cm langer, weiter Kautschukschlauch. Sessel, Schnur, Dezimalwaage, Brett.

Hebt man das Brett ab, so gibt die feuchte Stelle auf der Unterseite desselben die Grösse der gedrückten Fläche an. Berechnet man das Gewicht einer

Wassersäule mit der gedrückten Fläche als Grundfläche und der Höhe der Wassersäule im Rohr als Höhe, so kommt das Ergebnis dem Gewicht, das von der Blase getragen wurde, ziemlich nahe.

Ein Beispiel mag die Sache näher beleuchten.

Gewicht des Schülers . . . . .	45 kg.
Gewicht des Brettes . . . . .	3,5 „
Gesamtgewicht . . . . .	48,5 kg.
Druck auf die Wage während des Versuches . . . . .	5,5 „
Somit Druck auf die Blase . . . . .	43 kg.

Die gedrückte Fläche ist annähernd eine Ellipse mit den Halbachsen 9 und 13 cm und misst somit  $3,67 \text{ dm}^2$ . Die Höhe der Wassersäule im Glasrohr beträgt 12 dm. Das Gewicht einer Wassersäule mit der Grundfläche  $3,67 \text{ dm}^2$  und der Höhe von 12 dm ist 43,74 kg. Diesem Gewicht wird durch etwa  $\frac{1}{2}$  Liter Wasser das Gleichgewicht gehalten.

Eine kleine Verschiebung des Schülers hat eine ziemliche Verschiebung der Wasseroberfläche im senkrechten Glasrohr zur Folge, so dass auch hier die Produkte aus Kraft und Weg einander gleich sind.

## 27. Der Seitendruck.

*Aus einem Gefäss mit seitlicher Öffnung fliesst das Wasser mit um so grösserer Lebhaftigkeit aus, je höher der Wasserstand ist.*

*Dammbrüche.*

Segners Wasserrad wird in Betrieb gesetzt.

Segners  
Wasserrad.

Man sucht einen Kork aus, der in die weite Öffnung eines grossen Lampenzylinders passt, und feilt ihn nötigenfalls zurecht. Durch denselben bohrt man in der Mitte eine Öffnung zur Aufnahme eines 25 cm langen einerseits zugeschmolzenen, dickwandigen Glasrohrs von 1— $1\frac{1}{2}$  cm Weite, dessen freier Rand etwas umgebogen ist. Ferner bohrt man 4 Löcher zur Aufnahme von 4 Glasröhren, die inwendig etwas über den Kork vorspringen sollen, auswendig horizontal umgebogen sind und am Ende in eine rechtwinklig abgebogene kurze Spitze verlaufen, die bei allen Röhren nach der gleichen Seite gerichtet ist. Der wagrechte Teil der Röhren soll etwa 15 cm betragen. Vermittelt Siegelack werden die 5 Röhren in den Kork gekittet. Dann wird der Lampenzylinder am weiten Ende erwärmt, bis Siegelack an demselben schmilzt. Inwendig in demselben bringt man in der Breite des Korkes einen Siegelackring an und schiebt den Cylinder, so lange er warm ist, über den Kork. Die Glasröhre soll genau in der Mitte des Cylinders sein. Vielleicht wird es notwendig, den Kork auch auf der äussern Seite noch mit Siegelack zu überziehen.

In ein quadratisches Brettchen von 12—15 cm Seite befestigt man in ein Bohrloch mit Siegelack eine oben zugeschmolzene Glasröhre oder ein abgerundetes Glasstäbchen von 27—28 cm Länge und stellt die Vorrichtung auf dasselbe. Da die Reibung auf ein Minimum beschränkt ist, dreht sich das Wasserrad leicht.

## 28. Der Auftrieb.

*Stösst man einen Eimer mit dem Boden voran in den Brunnenrog, so verspürt man einen Widerstand, der um so grösser wird, je tiefer der Eimer eintaucht. Ist aber der Eimer mit Wasser gefüllt, so hört der Auftrieb auf.*

Der Druck von unten nach oben ist so gross, wie derjenige von oben nach unten.

Apparat für  
Auftrieb.  
Grosses Glasgefäss und Porzellanschale.

Man wählt einen unten möglichst glatt abgeschliffenen Lampenzylinder aus. Als Bodenplatte lässt man sich ein Stück Spiegelglas zuschneiden, dessen Durchmesser etwas grösser ist als derjenige des Zylinders. Auf die Mitte der Bodenplatte kittet man mit Siegelack einen Faden, der etwas länger ist als der Zylinder. Vermittelt des Fadens, den man durch den Zylinder zieht, wird die Platte an den Zylinder gepresst, und die Vorrichtung in ein weites Glas mit Wasser getaucht. Den Faden kann man loslassen, ohne dass die Glasplatte wegfällt. Giesst man sorgfältig Wasser in den Zylinder, so fällt sie weg, wenn das Wasser so hoch steht wie ausserhalb. Der Rand des Zylinders darf nur ganz wenig befettet werden, sonst hält die Glasplatte fest.

Da der Faden leicht losreisst, ist es besser, wenn man durch die Mitte der Bodenplatte ein kleines Loch bohrt, den Faden durchzieht und ihn vermittelt eines Knotens und etwas Siegelack befestigt.

Um Glas zu bohren, verfährt man in folgender Weise: Eine Glasfeile wird scharf dreikantig zugeschliffen. An die Stelle, wo man das Loch bohren will, bringt man einen Tropfen Terpentinöl, setzt die Feile auf und bringt sie in drehende Bewegung. Wenn das Loch bald durch das Glas geht, darf man nicht mehr stark drücken. Man kann auch von beiden Seiten gegeneinander bohren.

## 29. Das spezifische Gewicht.

*Beobachtung beim Baden an einem Stein, den man über die Wasseroberfläche emporhebt, am eigenen Körper, der vom Wasser zum grossen Teil getragen wird. Man kann im Wasser einen Menschen mit einer Hand halten. Ein Hund kann einen Ertrinkenden retten. Schiffe mit schweren Lasten schwimmen auf dem Wasser.*

### a) Bestimmung des spezifischen Gewichtes von schweren Körpern.

1. Der massive Zylinder zum Nachweis des archimedischen Prinzips wird gewogen, an den Hohlzylinder angehängt und ins Wasser getaucht. Das Niveau des Wassers steigt; der Körper verdrängt eine Wassermasse, die seinem Volumen entspricht. An der Wage wird Gleichgewicht hergestellt, indem man den Hohlzylinder vermittelt eines Stechhebers mit Wasser füllt. Der Gewichtsverlust des Zylinders ist gleich dem Gewicht des verdrängten Wassers.  $1 \text{ cm}^3$  eines Körpers verdrängt  $1 \text{ cm}^3$  Wasser und wird somit 1 g leichter. Der Gewichtsverlust in Gramm gibt den Inhalt des Körpers in  $\text{cm}^3$  an. Aus dem freien Gewicht des Körpers und dessen Inhalt wird das Gewicht von  $1 \text{ cm}^3$  desselben berechnet.

Apparat zum Nachweis des archimedischen Prinzips. Wage mit kurzer Wagschale. Grosses Glasgefäss. Stechheber.

2. Verschiedene Körper werden gewogen, an einem Faden an der kurzen Wagschale aufgehängt und ins Wasser getaucht. Ihr Gewichtsverlust wird bestimmt, ihr Rauminhalt angegeben und das Gewicht eines Kubikcentimeters berechnet.

Wage. Glasgefäss. Gusseisen. Blei. Granit. Erz etc. Faden.

3a. Dass der Gewichtsverlust nur scheinbar ist, zeigt man auf folgende Art: Auf die Wagschale stellt man ein zum Teil mit Wasser gefülltes Glas, legt daneben den Körper und stellt Gleichgewicht her. Hierauf hängt man den Körper mit einem Faden an den Wagbalken,

Wage. Glasgefäss. Schwerer Körper. Faden.

so dass er ins Wasser taucht. Das Gleichgewicht wird nicht gestört.

Oder:

ebenso.  
Retortenhalter.

3b. Der Körper wird gewogen, an die Wagschale gehängt, ins Wasser getaucht und sein Gewichtsverlust bestimmt. Hierauf wird das Glas auf die Wagschale gestellt, der Körper am Retortenhalter aufgehängt, ins Wasser getaucht und die Gewichtszunahme des letztern bestimmt. Dieselbe ist gleich der Gewichtsabnahme des Körpers.

Wenn 2 Wagen zur Verfügung stehen, können beide Versuche miteinander verbunden werden.

b) Bestimmung des spezifischen Gewichtes von im Wasser schwimmenden Körpern.

*Leichte Körper schwimmen; sie tauchen um so weniger ein, je leichter sie sind. Ein Körper, der zur Hälfte eintaucht, hat das spezifische Gewicht  $\frac{1}{2}$ , einer der nur zu  $\frac{1}{4}$  eintaucht, das spezifische Gewicht  $\frac{1}{4}$ .*

Stück Tannenholz.  
Gewichtsteins von 200 g.  
Wage. Grosses Glasgefäss.  
Faden.

4. Ein Stückchen Tannenholz, dessen Gewicht bestimmt worden ist, wird mit einem spezifisch schweren Körper, z. B. dem 200 g-Gewicht verbunden, nachdem man den Gewichtsverlust des Gewichtsteins bestimmt hat. Man bestimmt den Gewichtsverlust der beiden Körper, zieht von demselben den Gewichtsverlust des Gewichtsteins ab und hat den Gewichtsverlust und somit auch den Inhalt des Stückes Tannenholz.

c) Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

Wage. Kleines Fläschchen.  
Quecksilber.  
Schwefelsäure.  
Weingeist.  
Faden.

5. Ein Fläschchen, dessen Gewicht bestimmt worden ist, wird bis zu einer durch einen umgebundenen Nähfaden bestimmten Höhe mit Quecksilber, Schwefelsäure, Weingeist und hernach bis zur gleichen Höhe mit Wasser gefüllt und gewogen. Das Gewicht des Wassers ohne Flasche in Gramm gibt den Rauminhalt in  $cm^3$  an.

Porzellanschale.  
Quecksilber.  
Nägel oder Schlüsselchen.

6. In eine Porzellanschale wird Quecksilber gegossen. Kleine eiserne Gegenstände wie Nägel, Schrauben, Schlüsselchen schwimmen auf demselben und tauchen wenig mehr als zur Hälfte ein.

### 30. Das Schwimmen.

In Verbindung mit 29 b zu behandeln.

Porzellanschale.  
Flaches Gefäss mit Wasser.  
Glasgefäss. Öl.  
Wasserwage.

1. Eine Porzellanschale, die auf das Wasser gestellt wird, schwimmt. Wird sie der Höhe nach in Wasser gestellt, so sinkt sie unter.

2. Öl schwimmt auf dem Wasser.

3. Die Luftblase der Wasserwage befindet sich an der höchsten Stelle des Rohres.

Wasserwage.  
Reissbrett.

4. Mit Hülfe der Wasserwage wird eine horizontale Fläche hergestellt.

### 31. Das Aräometer.

1. In ein Probirgläschen bringt man so viel Schrotkörner, dass es aufrecht schwimmt. In Weingeist taucht es tiefer, in Schwefelsäure weniger tief ein als im Wasser.

2. Ein Aräometer wird in Wasser, Weingeist, Schwefelsäure, Salzlösungen verschiedener Dichtigkeit gestellt.

Anmerkung zur „Öchslischen Mostprobe“.

Die Öchslische Mostprobe gibt das spezifische Gewicht an, also an und für sich richtige Zahlen, die nicht von einer willkürlichen Annahme abgeleitet sind. Der Einfachheit halber werden an der Skala die sp. Gewichte nicht vollständig angegeben; statt 1,075 oder 1,105 steht  $75^0$ ,  $105^0$ . Die amtlich geprüften Normalwagen gehen von 1,000 sp. Gewicht bis 1,110. Jedem Grad entspricht eine gewisse Menge Traubenzucker, und da man weiss, wie viel Alkohol durch die Gärung aus Zucker entsteht, so kann man berechnen, wie viel Alkohol der Zucker liefern wird. Durch die Gärung spalten sich 100 kg Traubenzucker in 51 kg Alkohol und 49 kg Kohlensäure, die entweicht. Ziemlich genau erzeugt also der Zucker zur Hälfte seines Gewichtes Alkohol. Dividirt man die Grade von Öchsl durch 5, so erhält man den Zuckergehalt in Prozenten. So enthält z. B. ein Most von  $75^0 \frac{75}{5} = 15^0/0$  Zucker; er liefert einen Wein von  $15/2 = 7,5^0/0$  Alkohol. Die zu untersuchende Flüssigkeit soll eine Temperatur von  $15^0$  C. haben; ist der Most zu kalt, so ist das Ergebnis der Wägung zu günstig.

Anmerkung zur „Milchwage“.

Milch hat das spezifische Gewicht 1,028—1,033; Milch verschiedener Kühe gemengt 1,030—1,033. Auf der Quevenne-Müllerschen Milchwage sind der Einfachheit halber nur die letztern Zahlen angegeben. Normale, unverfälschte Marktmilch zeigt bei  $15^0$  C. 30—33<sup>0</sup>. Bei Zusatz von 10<sup>0</sup>/0 Wasser zeigt sie 27—29<sup>0</sup>, bei Zusatz von 50<sup>0</sup>/0 noch 14—17<sup>0</sup>. Hebt man nach 24 Stunden den Rahm ab, so wiegt die „blaue“ Milch  $32\frac{1}{2}$ — $36\frac{1}{2}$ <sup>0</sup>. Milch, die entrahmt und mit so viel Wasser vermischt worden ist, dass ihr Gewicht zwischen 1,030—1,033 liegt, wird an ihrem bläulichen Aussehen und daran erkannt, dass ein auf den Fingernagel gebrachter Tropfen nicht gewölbt und voll bleibt, sondern auseinander fließt.

### 32. [Die Kapillarität.

*In einem Stück Zucker, das mit einer Ecke in Wasser, Kaffee getaucht wird, steigt die Flüssigkeit rasch empor; ebenso in einem Schwamm. Fließpapier saugt die Tinte auf. Mauern, Sandhaufen, die im Wasser stehen, sind weit hinauf feucht. Wasser, das man in die Unterschale eines Blumentopfes giesst, steigt durch die lockere Erde empor. Im Docht steigt das Öl, der geschmolzene Talg empor. Holz quillt bei feuchtem Wetter auf (Fässer, Türen). Beim Sprengen von Steinen werden die eingeschlagenen Keile mit Wasser begossen. Fassdauben werden beim Krümmen auf der einen Seite benetzt, auf der andern erwärmt. Im Pflanzenkörper steigt der Saft empor. Seile werden beim Anfeuchten kürzer aber dicker. Papier wird beim Aufspannen angefeuchtet. Schuhe werden eingefettet, Töpfe glasirt. Um Zeuge wasserdicht zu machen, gibt man ihnen einen Überzug von Kautschuk. Holz, das dem Wetter ausgesetzt ist, erhält einen Anstrich.*

1. Das Wasser steigt an den Wänden des Glasgefäßes empor, so dass die Oberfläche von der Seite gesehen etwa 2 mm dick erscheint.

Probirgläschen  
mit Schrot.  
Standglas.  
Weingeist.  
Schwefelsäure.  
Aräometer.  
Standglas.  
Weingeist.  
Schwefelsäure.  
Salzlösung.

Glas mit Wasser.

Glasröhrchen.

2. Stellt man ein Glasröhrchen in Wasser, so steht dasselbe im Röhrchen um so höher, je enger es ist.

Kapillar-  
röhrchen.

3. Mehrere Kapillarröhrchen verschiedener Weite werden in Wasser oder Weingeist gestellt.

Die Kapillarröhrchen müssen 8–10 cm lang sein. Man kann sie durch eine Korkscheibe stecken, die auf der Flüssigkeit schwimmt. Meistens muss man die Röhrchen vor dem Versuch inwendig nass machen. Es geschieht dies, indem man Wasser durchsaugt. Weingeist steigt weniger hoch als Wasser, wird aber durch den kaum zu vermeidenden Staub am Emporsteigen weniger gehindert.

Quecksilber in  
Glasgefäß.  
Glasröhre.

4. Quecksilber hat in einem Glasgefäß eine konvexe Oberfläche.

Kommunizieren-  
des Gefäß für  
Quecksilber.

5. Stellt man eine Glasröhre in ein Gefäß mit Quecksilber, so steht dieses in der Röhre tiefer als im weiten Gefäß.

Ein etwa 2 cm weites und ca. 8 cm hohes Glasrohr steht mit einem engen Glasröhrchen von gleicher Höhe in Verbindung. Im engen Röhrchen steht das Quecksilber tiefer als im weiten.

Befettete Näh-  
nadel. Gefäß  
mit Wasser.

6. Eine befettete Nähadel wird vorn auf eine Essgabel gelegt und sorgfältig wagrecht auf die Wasseroberfläche gelegt; sie schwimmt.

Schwefel-  
blumen.  
Wassergefäß.

7. Auf die Wasseroberfläche werden Schwefelblumen gestreut.

*Der Wasserläufer bewegt sich auf dem Wasser wie ein Schlittschuhläufer auf dem Eis. Staub schwimmt auf dem Wasser. Luftblasen, die aus dem Wasser aufsteigen, bleiben oft unter der Oberfläche hängen.*

### 33. Die Flüssigkeiten bilden Tropfen.

*Regentropfen. Tautropfen. Wasser, das über den staubigen Boden gespritzt wird, nimmt Kugelgestalt an.*

Quecksilber.

1. Quecksilbertropfen in einem ganz flachen Gefäß oder auf dem Tisch sind kugelförmig.

Ölpapier.

2. Auf ein Blatt Ölpapier, das man z. B. erhält, wenn man geschmolzenes Stearin auf ein Blatt Papier tropfen lässt, bringt man sehr kleine Wassermengen, so viel als an einer ins Wasser getauchten Messerspitze hängen bleibt. Die Tropfen nehmen Kugelgestalt an.

### 34. Diosmose.

Glasrohr von  
etwa 7 cm Länge  
und 2 cm Weite.  
Schweinsblase.  
Pfropf mit Glas-  
rohr. Retorten-  
halter. Kupfer-  
vitriollösung.

Ein Glasrohr von etwa 7 cm Länge und 2 cm Weite, dessen einer Rand etwas umgebogen ist, wird an diesem Ende mit angefeuchteter Schweinsblase überspannt und diese auf dem Glasrohr festgebunden. Man giesst in das Rohr gesättigte Kupfervitriollösung und verschliesst es mit einem Kautschukpfropf, durch welchen eine Glasröhre geht. Die Glasröhre darf unten nicht über den Pfropf vorspringen, so dass sämtliche Luft aus dem Gefäß entweichen kann. Man stellt, oder besser, man hängt die Vorrichtung mit Hülfe des Retortenhalters in ein Gefäß mit Wasser und lässt sie einige Tage stehen.

Damit der Druck der Flüssigkeit nicht zu gross werde, biegt man mit Vorteil das Glasröhrchen wenig über dem Pfropf so um, dass der längere Schenkel nur wenig ansteigt. Unter das Ende muss man zum Auffangen der herabtropfenden Kupfervitriollösung ein Gefäss stellen.

*Beispiele von Diosmose im pflanzlichen und tierischen Körper: Aufsaugen der Nährstoffe durch die Wurzelspitzen, Saftbewegung in der Pflanze; Aufnahme des Chylus im Dünndarm, Ausscheidung von Galle, Speichel, Schweiss etc.*

## C. Luftförmige Körper.

### 35. Die Luft ist ein Körper.

*Die Luft übt auf Körper, die sich rasch durch dieselbe bewegen, einen Widerstand aus. Bewegte Luft übt auf ruhende Körper einen Stoss aus.*

1. Ein Glas wird verkehrt ins Wasser getaucht; es füllt sich nicht mit Wasser.

Grösseres Glasgefäss mit Wasser. Trinkglas. Wachskerzen auf breitem Kork.

Der Versuch kann für grössere Abteilungen sichtbar gemacht werden, wenn man auf einen breiten Kork ein kleines brennendes Wachskerzchen befestigt und das Glas darüber stülpt. Das Kerzchen scheint im Wasser zu brennen. Wenn das Glas klein ist, erlöscht es bald.

2. Ein Glastrichter mit ziemlich enger Mündung wird mittelst eines Kautschukpfropfs luftdicht auf ein Glaskölbchen gesetzt; hierauf wird Wasser in den Trichter gegossen. Das Wasser fliesst nicht, oder wenn die Mündung etwas weit ist, stossweise in das Gefäss.

Glaskölbchen mit luftdicht aufgesetztem Trichter.

*An den Gussmodellen bringt man „Windpfeifen“ an.*

3. Auf den Boden eines weiten mit Wasser gefüllten Glases stellt man einen Gewichtstein und stülpt ein Glas darüber; es entweichen aus demselben Luftblasen.

Batterieglas, Trinkglas. Gewichtstein.

### 36. Ausdehnungsvermögen der Luft.

1. In ein mit Wasser gefülltes Standglas oder eine Flasche mit nicht zu engem Hals stellt man umgekehrt ein Probirgläschen, das zum Teil mit Wasser gefüllt ist, so dass es beinahe untersinkt. Mit der flachen Hand wird das Gefäss verschlossen und auf das Wasser ein Druck ausgeübt. Es dringt etwas Wasser in das Reagenzgläschen, und es sinkt. Lässt der Druck nach, so wird das Wasser wieder verdrängt und das Gläschen steigt empor.

Standglas oder Wasserflasche. Probirgläschen.

Die Flasche kann auch mit einem Stück Kautschuk bedeckt werden, das mit einer Schnur festgebunden wird.

Am bequemsten ist es, wenn man ein dickwandiges Probirgläschen kauft, das bloss umgekehrt ins Wasser gestellt werden muss. Sollte es etwas zu schwer sein, so bindet man mit einem Faden ein abgebranntes Zündhölzchen an dasselbe. Für grössere Klassen empfiehlt es sich, ein farbiges Gläschen zu verwenden.

Standglas. Kar-  
tesianischer  
Taucher.

2. Statt des Reagenzgläschens wird der Kartesianische Taucher ins Glasgefäss gebracht.

Ist derselbe zu leicht, so bewege man ihn unter Drehen über der Wein-  
geistflamme hin und her und tauche ihn hierauf ins Wasser. Ist er zu schwer, so sauge man am Ende des Schwänzchens, wo die Öffnung ist, etwas Wasser heraus.

Heronball.

3. Durch den Pfropf eines zum Teil mit Wasser gefüllten Glasgefässes steckt man ein oben in eine Spitze ausgezogenes Glasröhrchen, das bei-  
nahe auf den Boden des Gefässes reicht. Man bläst heftig Luft durch das Röhrchen und zieht es rasch vom Munde weg.

Es ist zweckmässig, einen Heronsball für beständigen Gebrauch herzu-  
stellen. Man verwende hiezu eine grosse Medizinflasche. Der Apparat soll unter den Rezipienten der Luftpumpe gestellt werden können.

Spritzflasche.

4. Ein ununterbrochener Wasserstrahl wird erhalten, wenn man durch den Pfropf eine zweite, in stumpfem Winkel abgebogene Glasröhre gehen lässt, welche die Wasseroberfläche nicht erreicht.

Auch dieser Apparat wird mit Vorteil bleibend zusammengestellt.

Heronball.

5. Der Heronsball fliesst auch, wenn er mit beiden Händen um-  
fasst wird. Hält man ihn hierauf, wenn es draussen kalt ist, vor das Fenster, oder stellt man ihn in kaltes Wasser, so dringt die äussere Luft ein.

(Diese Beobachtung ist hier zu machen, da zum Verständnis des Baro-  
meters notwendig ist, dass der Schüler wisse, dass warme Luft einen grössern Raum einnimmt, als kalte.)

„Holunder-  
büchse“.

6. Eine starkwandige Glasröhre wird am einen Ende durch einen Pfropf verschlossen. Mit einem starken Lineal wird von der andern Seite ein gut anschliessender weicher Pfropf durchgestossen.

Um den Pfropf weich zu machen, werfe man denselben für kurze Zeit in siedendes Wasser.

### 37. Gewicht der Luft.

Fallröhre.  
Wage.

1. Die Fallröhre wird ausgepumpt, auf die Wage gelegt und Gleichgewicht hergestellt. Lässt man die Luft einströmen, so sinkt die Schale mit der Röhre.

Damit die Wage nicht zu lang einer schweren Belastung ausgesetzt ist, notire man das Gewicht der Fallröhre und lege das ganze Gewicht gleichzeitig mit der Fallröhre in die Wagschale.

Kochflasche.  
Pfropf mit aus-  
gezogener Glas-  
röhre. Wage.

2. In einem grossen Glaskolben wird etwas Wasser zum Sieden erhitzt und mit dem Erhitzen fortgeföhren, bis er wieder durchsichtig

wird. Hierauf wird er mit einem Kautschukpfropf, in welchem eine in eine geschlossene Spitze ausgezogene, luftdicht schliessende, kurze Glasröhre steckt, luftdicht verschlossen. Man hängt den Kolben mit einem Faden an die kurze Wagschale und stellt Gleichgewicht her. Dann wartet man, bis er sich abgekühlt hat und die Dämpfe sich verdichtet haben. Hierauf bricht man mit der Zange die feine Spitze der Glasröhre ab. Luft dringt ein, und die Wagschale mit dem Glas Kolben sinkt.

Weingeist-  
lampe. Retor-  
tenhalter.  
Zange.

### 38. Der Druck der Luft und das Barometer.

1. Man dreht ein Trinkglas unter Wasser um und zieht es mit dem Boden nach oben empor, so dass der Rand unter Wasser bleibt.

Wassergefäss.  
Glas.

2. Ein Trinkglas mit ebenem Rand wird mit Wasser gefüllt und ein Blatt Papier daraufgelegt. Die eine Hand fasst das Glas, die andere wird auf das Papier gelegt; hierauf wird das Glas umgekehrt und die Hand weggezogen. Will man das Glas wieder aufrichten, so hebt man es senkrecht empor, drückt mit der Hand das Papier wieder an und kehrt das Glas um.

Glas mit ebenem  
Rand.

3. Eine Glasröhre wird ins Wasser gestellt und oben mit dem Daumen verschlossen. Man kann eine Flüssigkeitssäule herausheben; zieht man aber den Daumen weg, so fällt das Wasser heraus.

Glasröhre.

4. Eine etwa 1,5 m lange, etwas weite Glasröhre wird auf der einen Seite luftdicht verkorkt und mit Wasser gefüllt. Die Mündung wird mit der flachen Hand verschlossen und die Röhre umgekehrt in ein Gefäss mit Wasser gestellt. Hebt man die Röhre aus dem Wasser empor, so fliesst das Wasser aus derselben von unten her.

Lange Glasröhre  
mit Pfropf.  
Wassergefäss.

*Aus einem gefüllten Fass fliesst kein Wein, wenn der Spund luftdicht verschliesst.*

5. Zum Füllen der Barometerröhre verwende man einen kleinen Papiertrichter. Die Röhre wird in ein grösseres Glasgefäss gestellt, um allfällig herunterfallende Quecksilbertropfen zu sammeln. Wenn die Röhre bis an einige Centimeter gefüllt ist, wird sie mit dem Daumen fest verschlossen und einigemal vorsichtig umgekehrt, damit die Luftblasen entfernt werden. Jedesmal, wenn die Blase wieder am offenen Ende angelangt ist, wird die Röhre etwas gedreht, damit alle Seiten der Wandung von der Blase abgespült werden. Ist die Röhre gefüllt, so giesst man den Rest des Quecksilbers ins Gläschen, verschliesst die Röhre mit dem Zeigfinger, kehrt sie um und taucht die Mündung ins Gläschen unter das Quecksilber. Man zieht den Finger weg, wenn die Röhre halb aufgerichtet ist, damit das Ausfliessen des Quecksilbers langsam geschehe.

(Torricellis Ver-  
such.) Gestell  
mit Barometer-  
röhre. Queck-  
silber. Batterie-  
glas. Papier-  
trichter.

6. Die Barometerröhre wird seitlich geneigt, um zu zeigen, dass der Hohlraum sich völlig mit Quecksilber füllt, somit luftleer ist. Wenn die Schule nicht im Besitz eines Barometers ist, wird die Vorrichtung für die nächsten Stunden aufbewahrt. Die Veränderungen im Stande des Quecksilbers werden abgelesen.

Glas m. Wasser.  
Torricellische  
Röhre.

7. Die gefüllte Barometer-Röhre wird samt dem Gläschen in ein grösseres Glas mit Wasser gestellt und hierauf die Mündung der Röhre über das Niveau des Quecksilbers im Gläschen gehoben. Das Quecksilber fällt und wird durch Wasser ersetzt, das die Röhre ganz ausfüllt. Hebt man das Barometerrohr aus dem Gefäss heraus, so kann man es gefüllt umhertragen, ohne dass Wasser ausfliesst. Bewegt man die Röhre rasch abwärts und hält an, so steigt eine Luftblase durch die Röhre empor.

Aneroïd-Baro-  
meter.

8. Mit einem Aneroïdbarometer besteigt man in Begleitung der Schüler eine Anhöhe und lässt das Zurückgehen des Zeigers beobachten.

Zeichnung:  
Durchschnitt  
durch die Atmo-  
sphäre.

9. Man veranschauliche durch eine Zeichnung das Verhältnis der Höhe der Bodenerhebungen und der Höhe der Atmosphäre. Durch einen stärkeren Farbenton gebe man die grössere Dichtigkeit der Luft in der Nähe der Erdoberfläche an.

Wetterkärtchen  
der meteorologi-  
schen Station.

10. Man bespreche mit den Schülern mehrere aufeinanderfolgende Wetterkärtchen der meteorologischen Station.

Die Besprechung ist um so erfolgreicher, wenn die Kärtchen die jüngste Zeit betreffen, während welcher die Schüler Barometer- und Thermometerstand, Windrichtung und Bewölkung beobachtet haben.

### 39. Das Mariottesche Gesetz.

Mariottesche  
Röhre. Queck-  
silber.

In die Mariotte'sche Röhre wird ein Tropfen Quecksilber gegossen und die Röhre geneigt, so dass der Tropfen in beiden Schenkeln gleich hoch steht. Hierauf giesst man Quecksilber nach. Die Luft ist im kurzen Schenkel auf das halbe Volumen zusammengepresst, wenn der Niveau-Unterschied der beiden Quecksilbersäulen gleich ist dem Barometerstand.

### 40. Die Luftpumpe.

a) Versuche, welche den Luftdruck nachweisen.

*Wenn man aus einem einerseits geschlossenen Röhrchen die Luft saugt, bleibt dasselbe fest an den Lippen oder der Zunge hängen.*

Luftpumpe.

1a. Der Rezipient wird teilweise entleert; er haftet fest am Teller.

Magdeburger  
Halbkugeln.

1b. Man saugt die Luft aus den Magdeburger Halbkugeln, indem man dieselben an den Mund ansetzt und zeigt, dass es einige Kraft braucht, um sie auseinanderzureissen. Hierauf werden dieselben ausgepumpt.

Wenn man Knaben an denselben reissen lässt, muss man Sorge tragen, dass weder diese noch die Kugeln Schaden leiden. Um dieses zu verhüten,

kann man die Kugeln mit dem einen Ring an eine starke Schraube anhängen und an den andern Ring ein Gewicht hängen, das nicht im Stande ist, die Kugeln auseinanderzureissen.

2. Schweinsblase wird feucht, mit einer Schnur glatt über den Ring gebunden; beim Trocknen zieht sie sich straff an. Vermag der Luftdruck nicht, sie einzudrücken, so schlage man gelinde mit einem stumpfen Körper (Messerheft) darauf. Schraubt man die untere Hälfte der Magdeburger Halbkugeln auf die Luftpumpe und legt den Ring auf diese, so wird der Knall stärker.

Ring zum  
Blasen-  
sprengen.

Es ist nicht ratsam, eine Glasscheibe einzudrücken, da die Glassplitter die Maschine beschädigen.

3. Das kleine Heberbarometer wird unter den Rezipienten gestellt. Wenn die Verdünnung weit fortgeschritten ist, kann man am Stand des Quecksilbers erkennen, ob die Maschine gut verschliesst.

Barometer-  
probe.

4a. Eine 95 cm lange Glasröhre wird 13 cm vom einen Ende rechtwinklig umgebogen. Auf den Boden stellt man senkrecht unter den Tischrand das Gefäss mit Quecksilber, stellt die Röhre in dasselbe und verbindet das umgebogene Ende durch ein etwa 5 cm langes Stück Kautschukschlauch mit dem kurzen Rohrstück der Luftpumpe, so dass die Glasröhre an der Metallröhre anliegt. Nachdem man die Luft im Rezipienten verdünnt hat, stellt man den Hahn so, dass der Rezipient und die Glasröhre in Verbindung stehen. Das Quecksilber steigt in der Röhre empor; um so höher, je grösser die Verdünnung ist.

Glasröhre. Kur-  
zer Kautschuk-  
schlauch.  
Quecksilber.

4b. Man kann auch die Röhre mit dem Zylinder der Pumpe verbinden. Wenn man den Kolben langsam emporzieht, steigt das Quecksilber nach. Bei einem zweiten Hub erreicht es beinahe die Höhe des Barometerstandes.

5. Heberversuch. Auf den Teller der Luftpumpe stellt man auf eine Unterlage von einigen Centimetern Dicke das Fläschchen mit Quecksilber und daneben auf den Teller ein Trinkglas. Der Heber wird zum Fliessen gebracht, indem man ihn in das Quecksilber taucht, die Öffnung im Knie mit dem Finger verschliesst und den Mund saugend an das offene Ende legt. Sobald der absteigende Schenkel des Hebers mit Quecksilber gefüllt ist, hört man auf zu saugen und zieht den Finger weg. Der Rezipient wird rasch darüber gestülpt und die Luft ausgepumpt. Wenn die Verdünnung genügend fortgeschritten ist, hört der Heber auf zu fließen, der Quecksilberfaden zerreisst an der höchsten Stelle. Pumpt man weiter, so sinkt das Quecksilber in beiden Schenkeln. Lässt man Luft eintreten, so wird das Quecksilber zunächst in beiden Schenkeln gehoben und fliesst dann in das Gefäss zurück.

Heber für  
Quecksilber.  
Quecksilber.  
Trinkglas.  
Holzklötzchen.

Den Heber für Quecksilber lässt man sich beim Glasbläser aus einer 0,5—1 mm weiten, starken Glasröhre herstellen. Die Glasröhre wird in der Form eines N gebogen (der absteigende Ast kann dem aufsteigenden auch parallel sein); an einem Knie wird eine kleine Öffnung angebracht. Die Länge der Schenkel richtet sich nach der Höhe des Rezipienten.

b) Versuche über die Elastizität der Luft.

Darmstück.

6. Ein teilweise mit Luft gefülltes Stück Darm, das an beiden Enden gut zugebunden ist, schwillt unter dem Rezipienten zur „Wurst“ an.

Enges Glasgefäß.  
Seifenschaum.

7. Seifenschaum in einem engen Gefäß dehnt sich aus.

Zur Erzeugung von Seifenschaum verwendet man eine an einem festen Draht sitzende Blechscheibe mit möglichst vielen ca. 3 mm weiten Löchern. Durch rasches Auf- und Abbewegen der Scheibe in dem etwa 1 cm hoch mit Seifenwasser gefüllten Glas erhält man in kurzer Zeit einen sehr konsistenten Schaum.

Glaskolben.  
Batteriegelas.

8a. Ein teilweise mit Wasser gefüllter Glaskolben wird umgekehrt in ein teilweise mit Wasser gefülltes Batteriegelas gestellt und unter den Rezipienten gebracht. Schon beim ersten Kolbenhub dehnt sich die Luft im Kolben stark aus. Lässt man Luft in den Rezipienten einströmen, so wird die Luft auf ihr früheres Volumen zusammengepresst.

8b. Pumpt man weiter, so steigen Luftblasen aus dem Glaskolben, und er füllt sich nachher fast völlig mit Wasser. Am Raum, den die Luft noch einnimmt, erkennt man den Grad der Verdünnung.

2 Glasgefäße.  
Heberröhre.

9a. 2 Glasgefäße (Medizinflaschen) werden durch eine zweimal rechtwinklig gebogene Glasröhre, die in beiden Gefässen bis auf den Boden reicht, miteinander verbunden. Durch den Hals des einen Gefässes, das zum Teil mit Wasser gefüllt ist, geht die Röhre luftdicht schliessend. Unter dem Rezipienten fließt das Wasser ins zweite Gefäß. Lässt man die Luft eintreten, so fließt es wieder zurück.

9b. Es kann auch zuerst das offene Gefäß, das etwas grösser sein sollte als das andere, mit Wasser gefüllt werden. Unter dem Rezipienten wird die Luft aus dem geschlossenen Gefäß gezogen. Wenn die Luft in den Rezipienten strömt, wird das Wasser ins zweite Gefäß gedrückt.

Héronsball.

10. Der Heronsball fließt unter dem Rezipienten.

Héronsball und  
Glasgefäß.

11. Stellt man den Heronsball umgekehrt in ein Glas mit Wasser, so entweicht unter dem Rezipienten zuerst Luft aus dem Heronsball. Wenn die Luft unter den Rezipienten strömt, entsteht im Innern des Heronsballs ein Springbrunnen. Soll derselbe schön werden, so darf die Röhre nicht tief hinunterreichen.

Ei.

12. Aus einem Ei, an welchem man am spitzen Ende ohne Verletzung der Eihaut eine Öffnung gemacht hat, dringt der Inhalt heraus.

Kartesianischer  
Taucher.

13. Der kartesianische Taucher, der untersinkt, steigt im luftleeren Raum empor.

## c) Weitere Versuche mit der Luftpumpe.

(Die folgenden Versuche werden richtiger nicht im Anschluss an die Luftpumpe, sondern bei den Kapiteln gemacht, zu welchen sie gehören.)

14. (Sieden.) Aus lauwarmem Wasser steigen bei starker Verdünnung Blasen empor, und das Wasser gerät in wallende Bewegung; der Rezipient beschlägt sich mit Wasser.

Lauwarmes  
Wasser.

15. (Verbrennung.) Eine kurze Kerze wird unter den Rezipienten gestellt. Es wird untersucht, wie lang sie brennt, wenn die Luft nicht herausgepumpt wird, und hierauf, wenn sie herausgepumpt wird.

Kerze.

Wenn der Rezipient beim ersten Versuch luftdicht aufliegt, wird er, da die Luft erwärmt wird, gehoben; man lege also ein Zündhölzchen unter den Rand desselben. Beim zweiten Versuch hebe man den Kolben im Augenblick, da man den Rezipienten aufsetzt.

16. (Verdunstungskälte.) Unter den Rezipienten bringt man eine Uhrschale mit Wasser und legt darauf eine zweite, etwas flachere Schale mit Schwefeläther. Beim raschen Auspumpen gefriert das Wasser.

2 Uhrgläser.  
Schwefeläther.

Um die Gefässe vor Wärmezuleitung zu schützen, stellt man sie auf eine Korkscheibe oder einen andern schlechten Wärmeleiter.

17. (Abkühlung durch Ausdehnung.) Unter dem Rezipienten sinkt das Thermometer um etwa 2°.

Thermometer.

18. (Fortpflanzung des Schalles im luftleeren Raum.)

Um jede leitende Verbindung des tönenden Körpers mit dem Rezipienten oder dem Teller zu vermeiden, befestigt man das Glöckchen mit Siegellack an der Wölbung des Rezipienten und bringt es durch Hin- und Herbewegen zum Anschlagen. Man beachte den Unterschied in der Schallstärke, wenn der Rezipient einfach auf den Teller aufgesetzt ist, und wenn er luftleer ist.

Glocke an  
Faden. Siegel-  
lack.

## 41. Die Heber.

Der Stechheber ist im Abschnitt „Druck der Luft“ erklärt worden.

1. Aus dem Glasrohr, das als Stechheber dient, wird die Luft gesaugt; das Wasser steigt empor. Das Glasrohr wird mit dem Daumen rasch verschlossen.

Glasrohr.

*Spiel der Kinder: Herstellen von „Wasserleitungen“ mit den Blütenschäften von Löwenzahn (Leontodon). Abladen von Wein durch Schläuche.*

2. Der Saugheber wird zum Fliessen gebracht. Wenn der längere Schenkel gehoben wird, fließt das Wasser langsamer; ist die Mündung im Niveau der Wasserfläche, so hört das Fliessen auf; hebt man höher, so fließt das Wasser zurück.

Saugheber.  
2 Glasgefässe.

Der Versuch kann mit einem Gummischlauch wiederholt werden.

3. Der selbsttätige Heber zur Erklärung der intermittirenden Quellen und des Hebers am Kühlgefäss der Gasfabrik. (Siehe Abbildung.)

Gummi-  
schlauch.  
Selbsttätiger  
Heber.

In eine Medizinflasche wird in der Nähe des Bodens ein Loch gebohrt und in dasselbe mit Kitt eine Glasröhre befestigt, die zuerst aufwärts und dann ab-

wärts gebogen ist. Das Knie befindet sich etwa in halber Höhe der Flasche, die Mündung der Röhre etwas unter dem Flaschenboden. Füllt man die Flasche, so beginnt der Heber zu fließen, wenn das Niveau der Flüssigkeit in der Höhe des Knies liegt; er fließt, bis das Ende der Röhre in der Flasche nicht mehr ins Wasser taucht.

#### 42. Saugpumpe und Druckpumpe.

*Beispiele: Ziehbrunnen, Jauchepumpe, Feuerspritze.*

Glasrohr mit gut  
schliessendem  
Kolben.

Modelle von  
Saugpumpe und  
Druckpumpe.

1. Man stelle ein Glasrohr, in dem sich ganz unten ein gut schliessender Kolben befindet, ins Wasser und ziehe den Kolben empor.

2. Die Modelle von Saug- und Druckpumpe werden in Tätigkeit gesetzt.

Setzt man auf das Steigrohr der Druckpumpe einen Pfropf mit Glasrohr, so erhält man ein Modell der Feuerspritze.

Abgestumpfter  
Konus. Koni-  
scher Ring.  
Kugel.

Klappenventile erklärt man am Deckel der Federschachtel mit Scharnier; das konische Ventil mit dem abgestumpften Konus, der in einen konischen Ring passt. Legt man in den konischen Ring eine Kugel, so lässt sich mit der Vorrichtung auch das Kugelventil erklären.

(Fortsetzung folgt.)

#### Literarisches.

**Otto Hempel.** *Das Herbarium.* Praktische Anleitung zum Sammeln, Präparieren und Konservieren von Pflanzen für ein Herbarium von wissenschaftlichem Werte; nach eigener bewährter Methode. Mit 32 Figuren. Taschenformat. In biegsamem Einbände. Mark 1. 50. Verlag von Rob. Oppenheim, Berlin. 1895.

Eine Pflanzensammlung besitzt für den Sammler und andere nur dann Wert, wenn die Präparate ihre natürliche Form und Farbe möglichst beibehalten, die verschiedenen Entwicklungsformen der Pflanzen vertreten sind, die Etiquetten neben dem Namen noch pflanzengeographische und -physiologische Beobachtungen enthalten und die Anordnung bequem und übersichtlich ist. Ohne eine zuverlässige Anleitung werden namentlich Anfänger ganz ungenügende Resultate erzielen; aber auch dem ältern Sammler sind praktische Winke sehr willkommen, und durch solche zeichnet sich die vorliegende Anleitung aus. In verschiedenen Richtungen weicht der Verfasser von den gebräuchlichen Wegen ab; so empfiehlt er als Lagen, zwischen welchen die Pflanzen gepresst werden, Stücke aus Holzwollwatte, die in Fliesspapier eingeschlagen werden; um in der Presse genügende Zirkulation der Luft zu erhalten, verwendet er Zwischenlagen aus Wellpappe; den warmen Sand, in welchem saftreiche Pflanzenteile getrocknet werden, versetzt er mit Chlorcalcium etc. Kollegen, die an Hand dieser Anleitung Schulsammlungen anlegen wollen, möchten wir empfehlen, das Format noch etwas grösser zu wählen, indem für den Unterricht grössere, weniger in Stücke zerlegte Exemplare den Vorzug verdienen.

T. G.