Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Band: 69 (1924)

Heft: 35

Anhang: Zur Praxis der Volksschule : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, August 1924, Nr. 6

Autor: Weiss, Rud. / Meierhofer, Eugen

ZUR PRAXIS DER VOLKSSCHULE

Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung

August Nr. 6 1924

Schülerübungen zur Einführung in das Wesen der Senkwagen (Aräometer).

Wohl in keinem Fache bieten sich dem Lehrer der Sekundarschulstufe so viele hübsche Gelegenheiten zu angewandtem Rechnen wie gerade im Fache der Physik. Freilich muß man sich die Mühe nehmen, den Problemen, die einer elementaren mathematischen Behandlung zugänglich sind, ein wenig nachzugehen; die Literatur hat hier nicht besonders viel aufzuweisen, und wo sie etwas bringt, verwendet sie meist schon in der Herleitung die allgemeinen Zahlzeichen. Wir müssen (der Stufe Rechnung tragend!) in den allermeisten Fällen vom speziellen Zahlenproblem ausgehen, daran das allgemeine Problem anschließen und das Ergebnis in Worte einkleiden (Gesetz!). Oft nötigt uns sogar der Stand einer Klasse, auf das allgemeine Problem ganz zu verzichten. Das Gesetz wird dann einfach aus dem speziellen Zahlenproblem herausgelesen und zur «Beruhigung» experimentell bestätigt. Das ist wohl keine Sünde! Die Hauptsache bleibt dabei die Anwendung mathematischer Wahrheiten auf Vorgänge des täglichen Lebens. Daß zu dieser Anwendung auch noch ausgiebige Übung hinzutritt, ist um so erfreulicher, als sich die auszuführenden Rechnungen «naturnotwendig» aus dem physikalischen Problem ergeben und darum auch gerne in Angriff genommen werden.

Eine Schwierigkeit stellt sich allerdings bei quantitativer Behandlung der verschiedenen Probleme immer ein: der mathematische Unterricht bleibt bei der gegenwärtigen Stoffanordnung in ganz unverantwortlicher Weise hinter den Bedürfnissen des Physikunterrichtes zurück. Da machen sich immer noch die beiden Kapitel ber Flächenverwandlung und Flächenteilung in nichtsnutziger Weise breit und dehnen sich gerne bis in das II. Schulquartal hinein aus. Die beiden Kapitel in Ehren! Sie enthalten eine Reihe von Problemen, für die sich Schüler und Lehrer erwärmen können. Aber sie gehören nicht zu den Steinen, ohne die das stolze Gebäude der Mathematik zusammenstürzt. Hier heißt es beschneiden! Flächenberechnung und Körperberechnung sollen im Herbst so gefördert sein, daß die quantitative Behandlung physikalischer Probleme ungehindert vorwärts schreiten kann. Wenn dann allenfalls die Formeln für die Berechnung von Kreisfläche und Zylindervolumen einfach mitgeteilt werden müßten, weil der Geometrieunterricht trotz bestem Willen diese Probleme noch nicht angeschnitten hat, so ist das wiederum kein Unglück. Das Verständnis dafür, was ein Volumen ist, und dafür, daß auch einem Zylinder ein ganzes bestimmtes Volumen zukommt, das nach einem «ehernen Gesetz» zu berechnen ist, wird ja vorhanden sein, und das genügt vorläufig. Auch im Leben folgen sich die Ereignisse nicht immer nach dem ABC!

Die hier nun folgenden Darlegungen über Schülerübungen zur Einführung in das Verständnis des Aräometers wollen weniger die technische Seite der Übungen berücksichtigen als vielmehr die stoffliche. Dabei schien an einigen Stellen ausführlichere Darlegung geboten. Der Stoff scheint etwas ausgedehnt, wird sich aber bei gründlicher mathematischer Vorarbeit, die eben in den Geometrie- und Rechenstunden zu erledigen ist, innert nützlicher Frist bewältigen lassen. Nicht unwesentlich erschien es, zu zeigen, daß mit den Übungen Demonstrationen des Lehrers und theoretische Erörterungen innig zu verweben sind.

Unsere Übungen über spezifische Gewichte beginnen natürlich mit Untersuchungen an festen Körpern. Wir teilen diese ein in solche, deren Volumen durch Ausmessung und nachherige Berechnung gefunden wird (Buchenholzprisma, Eisenzylinder) und solche, deren Volumen der Berechnung unzugänglich ist (Bleistück, Kalkstein, Korkstück). Die Volumenbestimmung erfolgt hier auf Grund des Gesetzes vom scheinbaren Gewichtsverlust eines Körpers im Wasser. Das nachstehende Beispiel läßt das Verfahren und das Gesetz, auf das es sich stützt, leicht erkennen.

Kalkstein.

1. Gewicht des Kalksteins in der Luft	157,9 g
2. „ „ „ im Wasser	98,9 g
3. Scheinbarer Gewichtsverlust im Wasser	59,0 g
4. Volumen des Kalksteins	59,0 cm³

$$59\ \text{cm}^3\ \text{Kalkstein}\quad 157{,}9\ \text{g}$$
$$1\ \text{cm}^3\ \text{„}\quad \frac{157{,}9\ \text{g}}{59} = 2{,}67\ \text{g}$$

1 cm³ Kalkstein wiegt 2,7 g.

Anschließend folgen die Bestimmungen der spez. Gewichte von Flüssigkeiten. Die einfachste und durchsichtigste Methode besteht in der Füllung eines geeichten Fläschchens mit der zu untersuchenden Flüssigkeit (Maßfläschchen von 100 cm³). Untersucht werden Brennsprit, Schwefelsäure (Vorsicht!), 25%ige Kochsalzlösung und Wasser. Bei der zweiten Methode verwenden wir ganz gewöhnliche Fläschchen (alte Tuschfläschchen!) Der Gang ist aus folgendem Schema ersichtlich:

Quecksilber:

1. Gewicht des Fläschchens (leer)	29,2 g
2. „ „ „ mit Wasser gef.	46,6 g
3. „ „ Wassers allein	17,4 g
4. Rauminhalt des Fläschchens	17,4 cm³
5. Gewicht des Fläschch. samt Quecksilber	265,8 g
5. „ „ Hg allein	236,6 g

$$17{,}4\ \text{cm}^3\ \text{Hg}\quad 236{,}6\ \text{g}$$
$$1{,}0\ \text{cm}^3\ \text{Hg}\quad \frac{236{,}6\ \text{g}}{17{,}4} = 13{,}6\ \text{g}$$

Das spezifische Gewicht von Quecksilber ist 13,6 g.

Nach der gleichen Methode finden wir für Brennsprit 0,83, für Äther 0,72.

Am Beispiel des Äthers, dessen spez. Gewicht nun bekannt ist, wird gezeigt, daß das Gesetz vom scheinbaren Gewichtsverlust eines Körpers in Wasser viel allgemeinerer Natur ist. Die merkwürdige Tatsache des Leichterwerdens eines Körpers beim Eintauchen in Wasser reizt ja ohnehin zu einer Untersuchung darüber, wie andere Flüssigkeiten sich verhalten. Wir verwenden als Tauchkörper den Eisenzylinder, den wir schon für die Untersuchung im Wasser gebraucht haben. Jede von den 8 Schülergruppen erhält wieder den gleichen Eisenzylinder. Gewicht und Rauminhalt sind bekannt und werden notiert.

Rauminhalt	8,9 cm³
Gewicht	69,0 g

Nun wird der Eisenzylinder in ein mit Äther gefülltes Becherglas getaucht und an der kurzen Wagschale hangend abermals gewogen. Sein Gewicht ist scheinbar geringer geworden, es beträgt nur noch 62,6 g. Der scheinbare Gewichtsverlust ist somit 6,4 g. Daraufhin werden die Ergebnisse aller Gruppen an die Wandtafel geschrieben und die zugehörigen Rauminhalte daneben gesetzt:

	Der scheinbare Gewichtsverlust	Rauminhalt
1. Gruppe	6,40 g	8,9 cm³
2. „	6,36 g	8,8 cm³
3. „	8,32 g	11,56 cm³
4. „	8,56 g	11,84 cm³
5. „	7,60 g	10,62 cm³
6. „	8,09 g	11,11 cm³
7. „	9,01 g	12,54 cm³
8. „	8,45 g	11,84 cm³

Die Schüler erinnern sich an die entsprechende Tabelle für Wasser, wobei ihnen auffällt, daß in der Äthertabelle zwischen den Zahlen der beiden Kolonnen scheinbar kein innerer Zusammenhang besteht, während bei der früher aufgezeichneten Tabelle die Maßzahlen für Rauminhalt und Gewichtsverlust genau (oder wenigstens auf $^1/_{10}$ genau) übereinstimmten. Steckt vielleicht trotz der scheinbaren Regellosigkeit ein Gesetz darin? Berechnen wir einmal die Gewichte der durch die einzelnen Eisenzylinder verdrängten Äthermengen.

				Gewicht der verdrängten Äthermenge	Scheinbarer Gewichtsverlust
Nr. 1	8,9 cm³	8,9 -mal 0,72 g	=	6,41	6,40
„ 2	8,8 cm³	8,8 -mal 0,72 g	=	6,33	6,36
„ 3	11,56 cm³	11,56-mal 0,72 g	=	8,32	8,32
„ 4	11·84 cm³	11,64-mal 0,72 g	=	8,53	8,56
„ 5	10,62 cm³	10,62-mal 0,72 g	=	7,65	7,60

So tritt das Gesetz in Erscheinung; die Schüler versuchen es zu formulieren und nach einigen Verbesserungen nimmt es folgende Gestalt an:

Der scheinbare Gewichtsverlust, den ein Körper beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erfährt, ist gleich dem Gewicht der vom Körper verdrängten Flüssigkeit.

Wie man auf Grund des soeben gefundenen Gesetzes das spez. Gewicht von Brennsprit bestimmt, zeigt das folgende Schema:

1.	Volumen des Eisenzylinders	8,9	cm³
2.	Gewicht „ „ in der Luft	69,0	g
3.	„ „ „ im Brennsprit	61,61	g
4.	Scheinbarer Gewichtsverlust des Eisenzylinders	7,39	g
5.	Gewicht des verdrängten Sprites (= Gewichtsverl.)	7,39	g
6.	Rauminhalt des verdrängten Sprites	8,9	cm³

8,9 cm³ Brennsprit wiegen 7,39 g
1,0 cm³ „ wiegt ?

7,3 | 9 : 8,9 | = 0,83 *Antwort:*

1 cm³ Brennsprit wiegt 0,83 g.

Nachdem durch diese ersten Versuche die Schüler mit dem Begriff des spez. Gewichtes und mit der Bedeutung des Ausdruckes «scheinbarer Gewichtsverlust» vertraut geworden sind, verlohnt es sich nunmehr, die Übungen auf kurze Zeit zu unterbrechen und nach einem kurzen Rückblick 2 oder 3 Lektionen (vielleicht unter Verwendung einer Geometriestunde!) darauf zu verwenden, dem ursächlichen Zusammenhang in der Erscheinung des scheinbaren Gewichtsverlustes etwas nachzugehen. Wir pflegen an dieser Stelle ein Experiment zu machen, allerdings eines in Gedanken; denn eine «Verwandlung», die im Verlauf des Experimentes auftritt, macht seine wirkliche Ausführung unmöglich. Der Gang der Gedanken ist etwa folgender:

Ein schwerer prismatischer Körper aus Messing wird unter Wasser getaucht und mittels einer Schnur festgehalten. (Hier veranschaulichen wir noch gegenständlich!) Was wird geschehen, wenn wir die Schnur durchschneiden? Was würde geschehen, wenn der am Faden hangende Messingkörper sich plötzlich in ein Holzstück verwandeln würde? (Im ersten Fall wird der Körper sinken, im zweiten Fall emporsteigen.) Nun ist aber noch ein dritter Fall denkbar! Wir könnten uns den Messingkörper in einen solchen umgewandelt denken, der weder sinken noch steigen würde. Welcher Stoff hätte wohl diese Eigenschaft? Wohl Wasser selber! Wir denken uns also das Messingprisma an der Schnur durch ein der Form nach genau gleich beschaffenes aus Wasser ersetzt. Was wird dann geschehen? Die Schüler werden einmütig darauf bestehen, daß nichts geschehe, daß das Wasserprisma genau an der Stelle verbleibe, wo vorher das Messingprisma war. Die Frage aber, woher sie dies so bestimmt wüßten oder gar die Aufforderung, den Beweis für die Richtigkeit ihrer Aussage zu erbringen, macht sie etwas bescheidener. Außer der Bemerkung, man könne das überhaupt nicht beweisen, weil das Experiment ja unausführbar sei, ist dann meist nichts aus ihnen herauszubringen. Nun wird man sie auffordern, sich doch einmal zu denken, daß das Wasserprima sinken werde. Dann muß anderes Wasser an seine Stelle treten; dieses aber würde sich genau so verhalten wie das Wasser, welches vorher da war; es würde sich also im Gefäß eine Strömung einstellen, die andauert; mit andern Worten, wir hätten ein Perpetuum mobile vor uns. Die Annahme also, der Wasserkörper würde sinken (und auch die gegenteilige Annahme), führt uns auf eine Bewegung, die mit unserer täglichen Erfahrung in Widerspruch steht; darum ist sie, als unrichtig, zu verwerfen. Wir nehmen deshalb die von den Schülern gleich zu Anfang mitgeteilte Behauptung als richtig an und schließen auch daran unsere Betrachtungen, um zu sehen, ob die sich ergebenden Schlüsse mit der Erfahrung übereinstimmen.

Das Wasserprisma bleibt an seiner Stelle! Das kann es aber doch nur dann tun, wenn ein von unten her gegen seine Grundfläche gerichteter Druck es trägt. Ja noch mehr. Dieser Druck muß auch den auf der Deckfläche unseres Wasserprismas P sitzenden, ebenfalls prismatischen Wasserkörper K tragen (siehe Fig. 1). Aus den in der Zeichnung (Grund- und Aufriß) angenommenen Dimensionen ergeben sich folgende Gewichte:

Wasserprisma I:

l	=	5,0 cm
b	=	2,0 cm
h	=	13,0 cm
Rauminhalt	=	130,0 cm³
Gewicht	=	130,0 g

Wasserkörper K:

l	=	5,0 cm
b	=	2,0 cm
h	=	9,0 cm
Rauminhalt	=	90,0 cm³
Gewicht	=	90,0 g

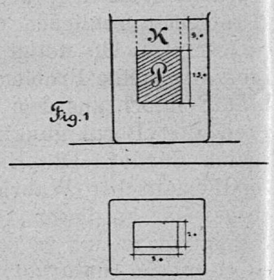


Fig. 1

Der gesamte auf der Grundfläche G von P lastende Druck beträgt somit 130 g + 90 g = 220 g; ebenso groß muß demnach der von unten her senkrecht gegen die Grundfläche gerichtete Druck sein. Wir wollen ihn den Aufdruck nennen. Er verhindert das Versinken des Wasserprismas (P + K), macht es also gleichsam gewichtlos. Das könnten wir auch so ausdrücken:

Wasser verliert in Wasser scheinbar sein ganzes Gewicht.

Denken wir uns nun, es würde das Wasserprisma P (5 · 2 · 13) seine stoffliche Natur verändern und wieder in das Messingprisma von früher übergehen. Dann wird dadurch der von unten her wirkende Aufdruck offenbar in keiner Weise beeinflußt; er beträgt nach wie vor 220 g; davon sind 90 g erforderlich zum Tragen des Wasserkörpers K (5 · 2 · 9), während die verbleibenden 130 g das Gewicht des Messingprismas *scheinbar vermindern.* Diesen Teil des Aufdruckes nennt man nun den Auftrieb des Messingprismas. Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß dieser Auftrieb in keiner Weise vom eingetauchten Material, sondern einzig vom Gewicht des durch den Tauchkörper (Messingkörper!) verdrängten Wassers abhängig ist. Das Ergebnis unseres Gedankenexperimentes ist folgendes:

Auftrieb	=	Gewicht des verdrängten Wassers	=	dem scheinbaren Gewichtsverlust
130 g	=	130 g	=	130 g.

Diese Folgerungen aus der Annahme «das Wasserprisma bleibt» stimmen also aufs schönste mit den bereits durch die früheren Experimente bestätigten Gesetzen überein. Wir merken uns das wichtige Gesetz am leichtesten in der folgenden, vielleicht etwas unwissenschaftlichen Form:

Das durch den eingetauchten Körper von seinem Platz verdrängte Wasser ist bestrebt, mit seiner ganzen Kraft (eben seinem Gewicht) den Eindringling wieder hinauszudrücken.

Hier schließen wir nun das letzte Kapitel, nämlich die Bestimmung der spez. Gewichte von Flüssigkeiten mit Hilfe von Aräometern, an. Das Gesetz vom Auftrieb (Archimed. Prinzip) läßt sich durch ein paar einfache Hinweise ohne weiteres auf schwimmende Körper übertragen; denn es ist klar, daß das genannte Gesetz auch dann gültig ist, wenn der prismatische Tauchkörper gerade nur so tief eingetaucht wird, daß seine Deckfläche in das Wasserniveau fällt. In diesem Fall sind

Aufdruck und Auftrieb identisch, weil der Wasserkörper K (siehe Fig. 1) über dem Prisma verschwunden ist. Wenn nun gar der Tauchkörper nur zum Teil unter das Wasserniveau kommen soll und überdies der Körper schwimmen muß, dann fällt für den Auftrieb eben nur das durch den untergetauchten Teil des Körpers verdrängte Wasser in Betracht, und es muß dessen Gewicht (also auch der Auftrieb!) gleich dem Gewicht des Tauchkörpers sein. Daraus ergibt sich das Gesetz für schwimmende Körper:

Ein Körper schwimmt, wenn die von ihm verdrängte Wassermenge gerade so schwer ist, wie er selber.

Dieses Gesetz experimentell zu bestätigen, ist nun unsere

1. Aufgabe. a) *Material:* Probierglas ($d = 16$ mm, $h = 200$ mm), Meßzylinder für 250 cm³ mit Einteilung von 2 zu 2 cm³, Schrotkörner, Wage mit Gewichtssatz, Becherglas ($h = 200$ mm), etwas Watte.

b) *Ausführung:* 1. Das Probierglas wird mit so viel Schrotkörnern beschwert (Watte darauf), daß es im Wasser frei schwimmend senkrecht steht.

2. Das gut abgetrocknete Probierglas wird genau gewogen (21,2 g).

3. Der Meßzylinder wird bis zum Teilstrich 200 mit Wasser gefüllt und hernach die Proberöhre sorgfältig eingesetzt.

4. Wenn das Probierglas schwimmt, wird der neue Wasserstand abgelesen.

Neuer Stand	221 cm³
Früherer Stand	200 cm³
Unterschied	21 cm³

Der eingetauchte Teil des Schwimmers verdrängt also 21 cm³ Wasser, somit ist der Auftrieb 21 g, was mit dem Gewicht des Schwimmers von 21,2 g in guter Annäherung übereinstimmt.

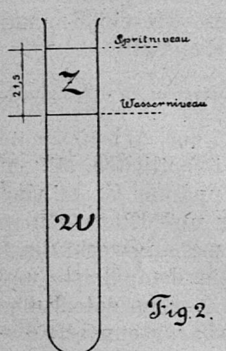
Nun hält man den Schwimmer mit der einen Hand fest und wirft 2 Gewichtsteine von je 2 g von oben in den Schwimmer. Beim Loslassen sinkt der Schwimmer etwas ein, während das Wasserniveau um zwei Teilstriche steigt (4 cm³). Abermals 2 Gewichte von 2 g hinein! (Gleiche Feststellung.)

Neues Gewicht des Schwimmers	29,2 g
Verdrängte Wassermenge	29 g

Das Gesetz ist bestätigt.

Aufgabe 2. In dieser Übung wird gezeigt, daß das soeben bestätigte Gesetz nicht nur für Wasser, sondern für alle Flüssigkeiten gilt. Wir verwenden Brennsprit ($s = 0{,}83$ g) und denselben Schwimmer wie vorher (Gewicht 21,2 g). In das Probierglas bringen wir noch einen Streifen mm-Papier und markieren daran durch einen Querstrich genau die Stelle, bis zu welcher der Schwimmer im Wasser einsinkt. Nun tauchen wir ihn in ein mit Brennsprit gefülltes Becherglas und merken uns durch Abzählen der mm-Strecken vom Querstrich aus die Stelle, bis zu der unser Schwimmer nunmehr eintaucht. Da Brennsprit leichter ist als Wasser, ist das Probierglas ordentlich tiefer eingesunken und verdrängt nun ein größeres Volumen Sprit als vorher Wasser (Wasservolumen = 21,2 cm³). Die Volumenzunahme Z (siehe Fig. 2) läßt sich aus dem Schwimmerdurchmesser und der am mm-Papier abgelesenen Höhe h leicht berechnen.

Volumen von Z.



$$\left.\begin{aligned} d &= 16{,}0 \text{ mm} \\ d^2 &= 256{,}0 \text{ mm}^2 \\ Q &= 201{,}0 \text{ mm}^2 \\ h &= 21{,}5 \text{ mm}^2 \end{aligned}\right\} \text{also Volumen} = 4322 \text{ mm}^2 = 4{,}3 \text{ cm}^3$$

Bezeichnen wir das durch den Schwimmer verdrängte Wasservolumen mit W, so ist das gesamte Volumen Sprit, welches der Schwimmer verdrängt, gleich $W + Z$, also gleich $21{,}2 + 4{,}3 = 25{,}5$ cm³.

Fig. 2.

Das Gewicht dieses vom Schwimmer verdrängten Sprites muß nun nach dem Gesetz über schwimmende Körper gleich dem Gewicht des Schwimmers (21,2 g) sein. Schauen wir zu:

25,5 cm³ Brennsprit wiegen $25{,}5 \cdot 0{,}83$ g $= 21{,}17$ g.

Also Bestätigung!

Wie man nun mit Hilfe des Schwimmers von bekanntem Gewicht das spez. Gewicht irgend einer unbekannten Flüssigkeit bestimmt, ist nach dem Vorausgegangenen leicht verständlich: Die Maßzahl G des Schwimmergewichtes gibt einerseits das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit, anderseits die Maßzahl W des Wasservolumens; Z läßt sich berechnen, also ist das verdrängte Flüssigkeitsvolumen $V = W + Z$.

$$\begin{array}{llll} (W + Z) \text{ cm}^3 & \text{Flüssigkeit wiegen} & G & \text{Gramm} \\ 1 \text{ cm}^3 & \text{„ wiegt} & \dfrac{G}{W + Z} & \text{„} \end{array}$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt, welche bei einer Bestimmung des spez. Gewichtes von Äther durch 8 Schülergruppen gefunden worden sind. Läßt man eine solche Tabelle während der Arbeit der Schüler an der Wandtafel erstehen, dann darf man des nachhaltigen Eindruckes sicher sein, den das Erscheinen der untersten Zahlenreihe (spez. Gew. = 0,72) bei den Schülern hervorruft.

Text	Bezeichnung	Nummer der Schülergruppe								Maßeinheit
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
Gewicht d. Schwimmers = Gewicht d. verdrängten Fl.	G	25,5	23,7	24,4	25,7	25,1	23,8	23,6	22,9	g
Wasservolumen .	W	25,5	23,7	24,4	25,7	25,1	23,8	23,6	22,9	cm³
Durchmesser . .	d	15,7	15,5	15,4	16,1	15,8	15,0	15,5	15,0	mm
Querschnitt . .	Q	194	189	186	204	196	177	189	177	mm²
Höhe von Z. . .	h	50	48	50	50	49	50	46	48	mm
Volumen . . .	Z	9,7	9,1	9,3	10,2	9,6	8,9	8,7	8,5	cm³
Volumen des verdrängten Äthers	W+Z	35,2	32,8	33,7	35,9	34,7	32,7	32,3	31,4	cm³
Spezifisch. Gewicht des Äthers	$\frac{G}{W+Z}$	0,72	0,72	0,72	0,73	0,72	0,73	0,73	0,73	g

Für die nachfolgenden Untersuchungen verwenden wir einen Schwimmer, der sich nur noch wenig von der technischen Form des Aräometers unterscheidet (Quecksilberkugel unten, bauchige Erweiterung in der Mitte und oben ein dünnes Glasrohr von etwa 7 mm Durchmesser). Dem Instrument fehlt also nur die Skala; diese in roher Annäherung herzustellen ist der Zweck der nun noch folgenden Übungen. Jede Gruppe erhält einen schmalen Streifen Zeichnungspapier, der nahe am obern Ende mit einem Querstrich versehen ist. Dieser Streifen wird nun in das Aräometer hineingestoßen. Dann setzt man das Instrument in einen mit Wasser gefüllten Standzylinder und verschiebt den Papierstreifen so lange, bis der Querstrich in das Wasserniveau fällt; damit ist auf dem Skalenpapier bereits die Stelle, die dem spez. Gewicht 1,00 entspricht, festgelegt. Nun handelt es sich darum, für weitere Punkte des Skalenpapiers die Gewichtszahlen anzugeben! Beginnen wir mit dem Punkt 1,2. Er liegt offenbar unterhalb Punkt 1,00; denn in einer Flüssigkeit (z. B. einer Kochsalzlösung), die schwerer ist als Wasser, sinkt der Schwimmer weniger tief ein! Die Aufgabe ist nun die, die Höhe h des zylindrischen Stückes Z zu bestimmen (s. Fig. 3). Der Durchmesser der Skalenröhre sei 7,5 mm, der Querschnitt also 44,2 mm², das Gewicht des Aräometers 15,1 g, also sein Wasservolumen W 15,1 cm³.

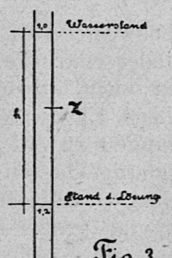


Fig. 3

Bezeichnen wir ferner das Volumen der verdrängten Salzlösung von 1,2 g spez. Gewicht mit V, dann gilt die Beziehung

$$W - Z = V$$

Nun wiegen die V cm³ Lösung gerade so viel wie der Schwimmer; also gilt die weitere Gleichung:

$$1{,}2 \cdot V = 15{,}1$$

woraus folgt $V = 15{,}1 : 1{,}2 = 12{,}6$ cm³

Daraus finden wir: $Z = W - V = 15{,}1 - 12{,}6 = 2{,}5$ cm³

Endlich ergibt sich aus dem Rauminhalt von Z in mm³ und dem Querschnitt von Z in mm² die Höhe h durch folgende Rechnung:

$$h = 2500 : 44{,}2 = 56{,}6 \text{ mm}.$$

Der Skalenstrich «1,2» ist also 56½ mm unter dem Skalenstrich «1,00» zu setzen!

Nun zum Skalenstrich «1,1». Selbst die besten Schüler werden ohne Bedenken behaupten, er gehöre genau in die Mitte zwischen 1,00 und 1,10. Aber die Nachprüfung durch eine Rechnung, die der eben vorausgegangenen gleich ist, zeitigt ein anderes Ergebnis. Sehen wir zu:

$$1{,}1 \cdot V = 15{,}1$$
$$V = 15{,}1 : 1{,}1 = 13{,}7 \text{ cm}^3$$
$$41$$
$$8$$
$$Z = W - V = 15{,}1 - 13{,}7 = 1{,}4 \text{ cm}^3 = 1400 \text{ mm}^3$$
$$\text{Höhe } h = 1400 : 44{,}2 = 31{,}7 \text{ mm} \underset{\circ}{=} 31^1/_2 \text{ mm}.$$

Der Punkt 1,1 ist also 31½ mm unter den Skalenstrich 1,00 zu setzen, während er nach der Angabe der Schüler nur 28 mm tief gekommen wäre. Die weitere Ausführung der Skala darf der Initiative einzelner Schüler überlassen werden. Die in der folgenden Stunde vorzunehmende Vergleichung der von den Schülergruppen geeichten Instrumente mit «richtigen Aräometern» ergibt eine hübsche Übereinstimmung!

Den Abschluß bilden ein paar Untersuchungen mit dem fertigen Instrument, wobei eine Serie von Salzlösungen verschiedener prozentualer Zusammensetzung zur Verwendung kommen. Es werden 2 oder 3 Tage vor der Übung Salzlösungen von 10%, 12%, 14% usw. bis 26% hergestellt. Dann werden in der Physikstunde die 9 Zylinder mit den Lösungen von Gruppe zu Gruppe gegeben. Jede Gruppe notiert sich die den einzelnen Prozentsätzen entsprechenden spez. Gewichte. Eine graphische Darstellung zeigt dann den sehr einfachen Zusammenhang zwischen Prozentsatz und spez. Gewicht. (Es empfiehlt sich, die spez. Gewichte am Aräometer auf 3 Dezimalen genau abzulesen, dann für jede Ablesung das Klassenmittel berechnen zu lassen, und erst diese Mittelwerte für die graphische Darstellung zu verwenden.)

Eine derartige Behandlung eines physikalischen Vorganges hat vor allem den Vorteil, das Wesen des Vorganges in viel überzeugenderer Weise darzutun als eine rein quantitative. Außerdem wird durch dieses Vorgehen der mathematische Unterricht in äußerst fruchtbringender Art angeregt, indem sich ihm zahlreiche Probleme geradezu aufdrängen. Solche aus der «Praxis» herausgewachsenen Aufgaben beeinflussen aber das Wollen des Schülers in ganz anderer Weise, als die Aufgaben des Buches, die deswegen gelöst werden müssen, weil man eines schönen Tages die Seite 95 fertig hat und infolgedessen zur Seite 96 kommt. Von den Problemen, die uns begegnet sind, ein andermal! *Rud. Weiß.*

Freudiges, selbständiges Rechnen.

Die Bahn frei für die Begabten! Ein beachtenswerter Ruf. Und doch, wenn man mitten drin steht in der Kinderschar, die Augen der vorwärtsstrebenden Schüler leuchten sieht, aber auch auf die hilfesuchenden Blicke der schwächern Elemente achtet, wird es einem schwer, nur obigem Verlangen zu entsprechen. — Vorschläge, die Schüler nach Begabungsklassen zu trennen, mögen theoretisch vorzüglich aussehen, praktisch aber, vor allem auf der Volksschulstufe, ohne viel größere Nachteile zu zeitigen, als wir sie jetzt schon haben, nicht durchführbar sein. Oft gleicht eine neue Theorie einem lockenden Blumenhain, und wenn man hinkommt, ist's eine wirre, undurchdringbare Dornenhecke; während der oft verschmähte, mit Arbeit gepflasterte Weg der Praxis zum guten Ziele führt, hinüberleitet zum Leben der Wirklichkeit. Trotzdem wäre es nicht von Vorteil, wenn wir das alte Rößlein, ohne weitere Umschau, auf dem bisherigen Pfade weiter treiben würden und so viel gutes Wissen unbeachtet ließen.

Auch aus den Büchern unserer «Praktiker» kann immer noch so viel herausgeholt werden, daß das Verlangen nach «Neuem» gut bei ihnen gestillt werden kann. *Mir ist es so ergangen im Rechnen.* Trotz den anerkennenden Worten von «Besuchern» schaute ich recht oft unzufrieden auf die Jahresleistungen meiner 4.—8.-Kläßler; vor allem glaubte ich den Extremen vorn und hinten am Schulwagen etwas wenig gedient zu haben. Verschiedene Beobachtungen während des Unterrichtes und spätere Anregungen durch einen Vortrag und Vorführungen über «Der Neubau des Rechenunterrichts» leiteten mich auf die Pfade, die zur Ausgleichung voriger Mängel führen werden. —

Ich versuche nun *die schwächern Schüler* durch mein *Gruppenrechnen* zu fördern. 2—5 Schüler, denen mindestens ein guter Rechner beigegeben wird, bilden eine Gruppe. Jede Gruppe löst ähnliche mündliche und schriftliche Rechungsbeispiele, wie die früher besprochenen, an einer Tabelle. (Ein Schüler rechnet, die andern beobachten usf.) Event. Fehler werden klassenweise als «Mutterbeispiele» gelöst.

Einen fast *unbegrenzten «Schöpfungskreis»*, für Schul- und Hausaufgaben, erhalten die Schüler, vor allem die *vorwärtsstrebenden und schaffensfreudigen unter ihnen*, durch folgende Aufgabenstellung:

1. *Leichteres Verfahren: Einkleiden* (Geschichtchen machen) der schwierigeren, benannten Rechnungsbeispiele des Buches durch die Schüler, indem sie «Erlebtes» miteinbeziehen.
2. *Für die Fortgeschrittenen: Bildung* von eigenen eingekleideten Rechnungsbeispielen (Geschichtchen) aus dem Erfahrungskreis der Schüler. Vollständige Freiheit im Suchen und Gestalten.

Zu diesem Arbeiten stelle ich allen Schülern besondere Blättchen zur Verfügung. Bei der Durchsicht notiere ich mir event. Fehler. Sie liefern mir wieder Stoff zu weitern Besprechungen in der Sprach- und Rechnungsstunde.

Seit ich solche Übungen mache, lieben die Schüler die Rechnungsstunden mehr denn früher. Statt event. freie Zeit in «störender» Weise auszunützen, füllen nun die Schüler Blättchen um Blättchen mit Rechnungen aus dem täglichen Leben. Sie suchen und fragen nach neuen Stoffen und betätigen sich durch die Bildung von solchen Rechengeschichtchen in sprachlicher und rechnerischer Hinsicht. Die Rechnungen, die so gelöst werden, sind oft schwerer, als die Beispiele des Buches. Jeder Schüler paßt eben die Aufgaben seinem Auffassungsvermögen an. Wie schon erwähnt, fußen meine Durchführungen auf den jetzigen Lehrmitteln, und ich darf freudig gestehen, daß gerade unser «Stöcklin» trefflich angeordnet ist, um im obigen Sinne förderlich schaffen zu können. Ich weiß zwar, daß durch solches Rechnen dem Lehrer vermehrte Arbeiten entstehen; aber das sind Arbeiten besonderer Art, bei denen uns zufriedene Kinderherzen entgegenschlagen und durch die die sonst «aufregenden» Rechnungsstunden zu Stunden stillen, freudigen Schaffens werden.

Eugen Meierhofer, Otelfingen.

Was Schwärmerei und Idealismus von einander scheidet, das ist die Klarheit des Erkennens und die Festigkeit des Willens. Idealismus ist keine Gefühlsschwelgerei. Der rechte Idealismus ist sich seines Zieles bewußt und verfolgt es mit Unerbittlichkeit. Die Idee, der er auf Grund unbeirrten Nachdenkens Treue zugeschworen hat, hält er fest wie ein Banner, das er im Kampfe des Lebens nicht preisgeben will.

A. v. Pestalozza,
Der Idealismus in den Erziehungsbestrebungen der Neuzeit.)

Es handelt sich darum, den Gedanken der Arbeitsschule mit dem denkbar geringsten Aufwand von öffentlichen Mitteln — d. h. von Geldbewilligungen des Staates und der Gemeinden — in die Tat umzusetzen. Lehrer, Schüler und Eltern sollen aus sich heraus und in freudigem Interesse an werktätiger Erziehungsarbeit die Mittel aufbringen, die dem Geist und Sinn der Erziehung durch Arbeit dienen . . . Eine solche Erweiterung des Schulbetriebs ist nur ausführbar, wenn alle Beteiligten einmütig zusammenwirken und wenn es gelingt, die Kreise des Erwerbslebens, die der Schule nahestehen, zur Bereitstellung von Werkstoff und Werkzeug und zur technischen Beratung geneigt zu machen. (*Semrau*, Werktätige Arbeit in der Schule «Allg. D. Lehrer-Ztg.» vom 5. Aug. 1921.)