

Einfache Praktikumsversuche mit Einmalartikeln aus dem medizinischen Bereich

Christian UCKE (Techn. Univ. München, Physikdepartment E 20, 85747 Garching)

Mit Artikeln aus dem medizinisch-biologischen Bereich (Einmalspritzen, -kanülen, -schläuchen, -hähnen) und weiterem, einfachen Zubehör lassen sich motivierende physikalische Praktikumsversuche für Studenten mit Nebenfach Physik aufbauen. Als Beispiel werden ein Versuch zur Luftdruckbestimmung (Boyle-Mariottesches Gesetz) und ein Versuch zur Viskositätsbestimmung von Wasser und Luft gezeigt. Diese Versuche sind seit über 15 Jahren im physikalischen Praktikum für Medizin- und Biologiestudenten im Einsatz und haben sich dabei bewährt.

1 Boyle-Mariottesches Gesetz

Dieser einfache Versuch eignet sich sehr gut als einführender Versuch zu einem physikalischen Praktikum. Insbesondere bei Medizin- und Biologiestudenten ist die bei dem Versuch verwendete Spritze ein motivierender Anknüpfungspunkt für spätere Verrichtungen. Da er billig ist [1], kann man ihn leicht mehrfach aufbauen, so daß alle Studenten den gleichen Versuch zu Beginn durchführen können.

Die luftgefüllte und endseitig dicht verschlossene Spritze wird mit Gewichten bis zu 80N belastet. Aus Gewicht G und Querschnitt A der Spritze kann der in der Spritze herrschende Überdruck $p_{\text{ü}}$ berechnet werden. Das Volumen V in Abhängigkeit vom Gewicht G wird abgelesen. Der Überdruck $p_{\text{ü}}$ wird gegen den Kehrwert des Volumens $1/V$ grafisch aufgetragen. Aus dem Schnittpunkt der visuell durch die Meßpunkte gelegten Ausgleichsgeraden mit der Ordinate ergibt sich der momentane Luftdruck p (Abb.2).

Die Schwierigkeiten der Studenten liegen nicht in der sehr einfachen Physik, sondern in der Art der übersichtlichen Protokollführung inklusive eines verständlichen Deutsch, des Abschätzens von möglichen Fehlerquellen, der grafischen Auftragung von Meßwerten, sowie in einfachsten Rechenfertigkeiten (Umrechnung von Einheiten z.B. cm^2 in m^2 ; Fläche des Kreises; Dreisatz bei linearer Interpolation).

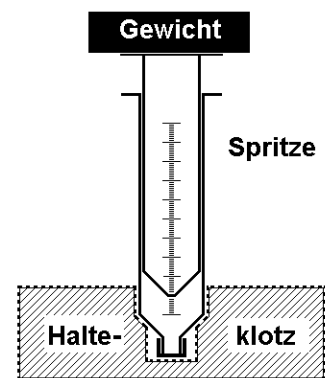


Abb.1: Versuchsaufbau beim Boyle-Mariotteschen Gesetz

Ausdrücklich sollen mit diesem Versuch auch 'soziale' Aspekte realisiert werden. Etwa 20 bis 30 Studenten machen den Versuch gemeinsam in einem großen Raum. Sie sitzen mit ihren Versuchsanordnungen nebeneinander. Sie werden explizit aufgefordert, sich untereinander zu unterhalten und zu orientieren. Die Praktikumsbetreuer sind angehalten, nicht nur passiv dazusitzen und auf Fragen zu warten, sondern von sich aus freundlich fragend und helfend den Studenten zur Seite zu stehen. Insbesondere wird auch die bei den als Praktikumsbetreuer eingesetzten Physikern immer wieder anzumerkende und beklagte Arroganz gegenüber Studenten mit Nebenfach Physik thematisiert und nach Möglichkeit abgebaut.

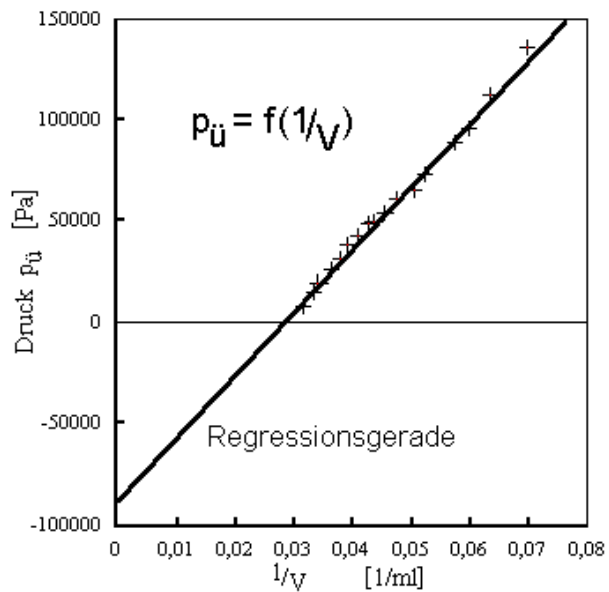


Abb.2: Auftragung von Meßwerten mit Regressionsgerade

2 Bestimmung der Viskosität

2.1 Überschlagsversuch

Auf eine Spritze wird eine Kanüle ungefähr bekannten Innendurchmessers ($d = 2 \cdot r$) und Länge l aufgesetzt. 5ml Wasser ($=V$) von Zimmertemperatur werden mit voller Kraft durchgedrückt und die dafür benötigte Zeit t gemessen. Der mit dem Kolben der Spritze ausgeübte Druck Δp wird mit Hilfe des Boyle-Mariotteschen Gesetzes bei endseitig verschlossener und luftgefüllter Spritze bestimmt. Mit Hilfe des Hagen-Poiseuilleschen Gesetzes kann die Zähigkeit des Wassers h berechnet werden:

$$h = \frac{p \cdot r^4 \cdot \Delta p \cdot t}{8 \cdot l \cdot V}$$

Beispiele (von Studenten gemessen): $\Delta p \gg 1,1 \text{hPa}$; Temperatur ca. 20°C

Außendurchmesser (mm)	Innendurchmesser (mm)	Innenradius r (mm)	Länge l (cm)	Zeit t (s)	Viskosität η (mPas)	Reynoldszahl Re
0,4	0,2	0,1	2,3	42,2	1,6	380
0,5	0,25	0,125	2,0	20,6	2,1	610
0,55	0,275	0,138	2,8	8,3	0,9	1380
0,6	0,3	0,15	3,5	6,5	0,8	1640
0,7	0,35	0,175	3,3	4,2	1,0	2170

Die Ergebnisse weichen bis über 100% vom wahren Wert ab. Für einen derartig groben und schnellen Übersichtsversuch sind sie aber doch sehr gut.

Den Studenten macht dieser Versuchsteil Spaß. Sie strengen sich durchaus an, so kräftig wie möglich zu drücken. Und sie bemerken dabei schnell, daß ihre Kräfte beim Drücken nachlassen, d.h. eine Fehlerquelle. Das ist häufig Anlaß, auch nach anderen Unsicherheiten zu suchen. Mit dieser Art der Versuchsdurchführung wird Abschreiben aus früheren Protokollen zugleich minimiert. Die Studenten interessieren sich wirklich für ihre eigenen Resultate.

2.2 Etwas genaueres Kapillarviskosimeter

Ein mit Wasser gefüllter Behälter hängt in einer Höhe h und ist mit einem Schlauch mit einer Kanüle verbunden. Der wirksame Druck ist $\Delta p = \rho \cdot g \cdot h$. Das in einer bestimmten Zeit t durch die Kanüle fließende Wasservolumen V wird gemessen. Der Innendurchmesser d und die Länge l der Kanüle werden mit einem Meßmikroskop bestimmt. Daraus ergibt sich gemäß dem Hagen-Poiseuilleschen Gesetz die Viskosität η .

Beispiel:

$h = 100\text{cm}$; $\Delta p = 9810\text{Pa}$; $V = 10\text{ml}$;
 $t = 200\text{s}$; $r = 0,127\text{mm}$; $l = 20,0\text{mm}$; $T \approx 20^\circ\text{C}$
ergibt $\eta = 1,00\text{ mPas}$

Meßtechnisch günstiger wird für mehrere Höhen das Volumen gemessen, der Druck gegen den Volumenstrom grafisch aufgetragen und aus der Steigung der Ausgleichsgeraden die Zähigkeit bestimmt. Verschiedene Kanülen ergeben Geraden mit verschiedener Steigung.

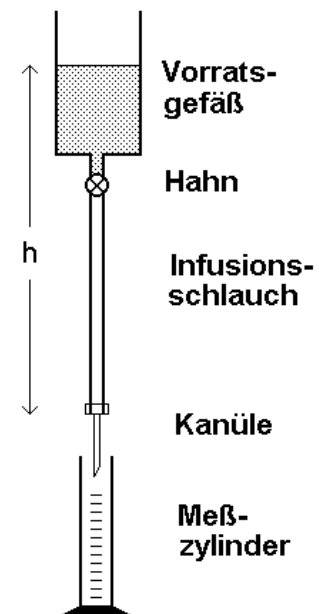


Abb.3: Versuchsaufbau zur Messung der Viskosität

Literatur:

- [1] Erhältlich für DM 22.- bei GRS-Lehrgeräte, 88142 Wasserburg/B.
- [2] Ucke, C.: Freihandversuche mit Einmalspritzen, -schläuchen und -kanülen, Physik und Didaktik 2, 1985 (118-126)