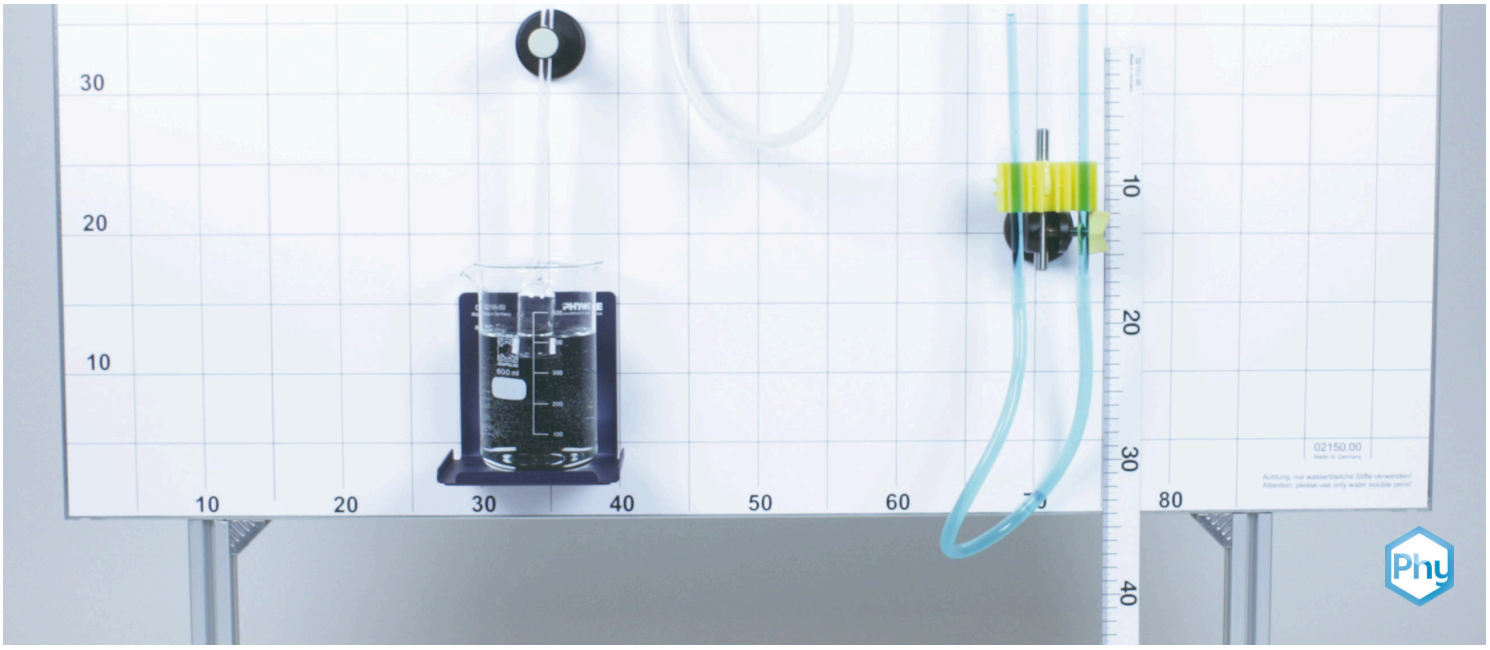
Hydrostatischer Druck



Physik > Mechanik > Mechanik der Flüssigkeiten & Gase

Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	-	10 Minuten	20 Minuten

This content can also be found online at:

http://localhost:1337/c/641d9294d017e90002637058

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE

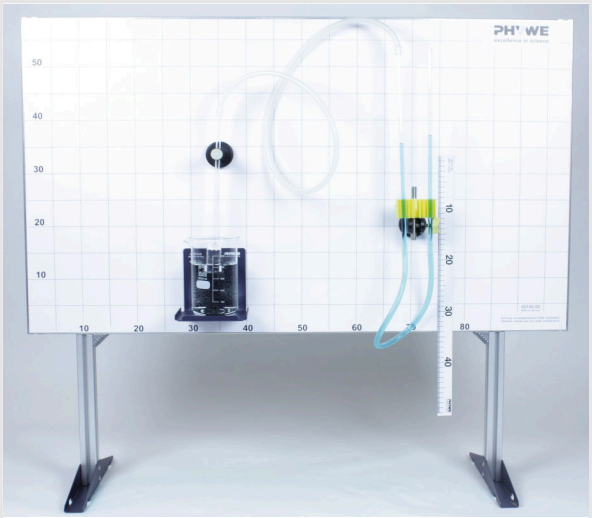


Abb. 1: Versuchsaufbau

Der hydrostatische Druck ist der Druck innerhalb eines ruhenden Fluids, welcher aufgrund von Gravitationswechselwirkung zwischen den Fluidteilchen und der Erde entsteht. Der Begriff wird nicht nur für Wasser, sondern auch für andere Flüssigkeiten und sogar Gase verwendet.

Alle Taucher werden den Begriff "hydrostatischer Druck" schon kennen. Der Körper des Tauchers wird während eines Tauchgangs immer schwerer, je tiefer er ins Wasser geht. Selbst bei einer eher geringen Tauchtiefe von nur einem Meter macht sich der hydrostatische Druck in den Ohren schon bemerkbar. Deshalb können Menschen nicht unbegrenzt tief tauchen.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen

Die Schüler sollten Kenntnisse über den hydrostatischen Druck haben. Es ist auch wichtig, das "Pascalsche Gesetz" zu kennen.

Prinzip

Es soll demonstriert werden, dass der hydrostatische Druck von der Eintauchtiefe h und von der Dichte ρ einer Flüssigkeit abhängt und welcher Zusammenhang zwischen dem Druck p und den Größen h und ρ besteht.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel

Die Schüler sollen den hydrostatischen Druck verstehen. Den Schülern sollen bei diesem Experiment exemplarisch die Zusammenhänge zwischen den Druck p und den Größen h und ρ gezeigt werden.

Aufgaben

Die Aufgabe dieses Versuches besteht darin, den Zusammenhang zwischen dem Druck p und den Größen h und ρ zu finden.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE

Hydrostatischer Druck ist der Druck innerhalb eines ruhenden Fluids, der aufgrund der Gravitationswechselwirkung zwischen den Fluidteilchen und der Erde entsteht.

Hydrostatischer Druck besitzt innerhalb eines Fluids in allen Richtungen denselben Betrag, und wirkt immer senkrecht auf jede Fläche, die im Kontakt mit dem Fluid steht.

Hier geht es um das "Pascalsche Gesetz". Nach dem Pascalschen Gesetz kann man den hydrostatischen Druck für ein Fluid mit konstanter Dichte im homogenen Schwerefeld wie folgt berechnen:

$p(h) = \rho \cdot g \cdot h + p_0$

$\rho =$ Dicht, $g =$ Schwerebeschleunigung, $h =$ Höhe des Flüssigkeitsspiegels über dem betrachteten Punkt, $p_0 =$ Druck an der Flüssigkeitsoberfläche, $p(h) =$ hydrostatischer Druck in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Muffe auf Haftmagnet	02151-01	1
3	Haken auf Haftmagnet	02151-03	1
4	Klemmhalter, d = 0..13 mm, auf Haftmagnet	02151-07	1
5	Maßstab für Demo-Tafel	02153-00	1
6	Zeiger für Demo-Tafel, 4 Stück	02154-01	1
7	Stellfläche, magnethaftend	02155-00	1
8	Tauchsonde	02632-00	1
9	U-Rohr-Manometer	03090-00	1
10	Becherglas, Boro, hohe Form, 600 ml	46029-00	1
11	Silikonschlauch, Innen-d = 7 mm, lfd. m	39296-00	1
12	Trichter, Kunststoff (PP), Oben-d = 50 mm	36890-00	1
13	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
14	Mikrospatellöffel, Stahl, l = 150	33393-00	1
15	Patentblau-V, 25 ml	48376-05	1
16	Glycerin, 250 ml	30084-25	3
17	Labor-Marker, abwaschbar, schwarz	46402-01	1
18	Schraubzwinge	02014-01	2

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE

Aufbau und Durchführung

Aufbau (1/2)

PHYWE

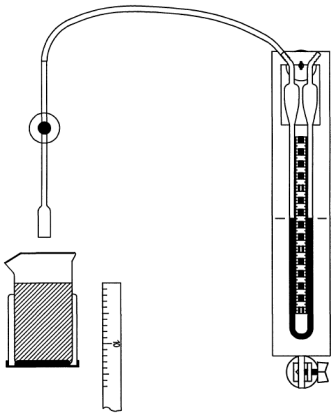


Abb. 2

- Setze das U-Rohr-Manometer mit Hilfe der Muffe auf die Demo-Tafel auf und sichere es zusätzlich mit dem Haken auf dem Haftmagneten.
- Stecke ein Stück Silikonschlauch von ca. 50 cm Länge auf den linken Schenkel des Manometers.
- Färbe das Wasser im Becher ein und gieße es vorsichtig mit Hilfe des Trichters (zur Vermeidung großer Luftblasen) durch den Schlauch in das U-Rohr etwa zur Hälfte.
- Wenn noch Luftblasen im Schlauch oder im Manometer sind, drücke den Schlauch zusammen, um sie zu entfernen.
- Bringe die Stellfläche neben dem Manometer am unteren Rand der Tafel an.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (2/2)

PHYWE

- Setze den Klemmhalter oberhalb der Stellfläche auf und klemme die Tauchsonde ein.
- Schiebe das freie Ende des Schlauches auf das Rohr der Tauchsonde.
- Verwende einen Folienstift, um die Höhe der Wassersäulen (Unterkante der Menisken) am U-Rohr zu markieren (s. Abb. 2)

Durchführung (1/2)

PHYWE

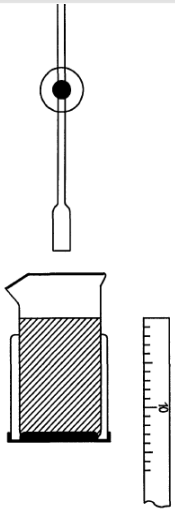


Abb. 3

- Setze das Becherglas mit etwa 600 ml Wasser auf die Stellfläche auf.
- Senke den Klemmhalter mit der Tauchsonde ab, bis der Rand der Glocke etwa 2 cm unterhalb des Wasserspiegels steht.
- Bringe den Maßstab neben dem Becherglas an die Tafel und demonstriere mit einem Zeiger die Eintauchtiefe.
- Verwende zur exakten Messung der Eintauchtiefe h ein geeignetes durchsichtiges Lineal; beachte dabei, dass h der Abstand der Unterkante der Menisken des Wassers im Becherglas und des Wassers am unteren Rand der Tauchsonde ist.
- Messe am Manometer die Höhendifferenz h_M zwischen den Unterkanten der Menisken der Wassersäulen.
- Notiere die Messwerte in Tabelle 1.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (2/2)

- Senke die Tauchsonde nach Lösen der Klemme des Klemmhalters schrittweise weiter ab, z. B. jeweils um etwa 2 cm.
- Messe jeweils h und h_M und trage die Messwerte ein.
- Fülle anstelle des Wassers zunächst Spiritus und danach Glycerin in das Becherglas ein und ermittle für Wasser jeweils eine Reihe von Messwerten für h und h_M und notiere die Ergebnisse in Tabelle 2 und 3.

Beobachtungen (1/3)

PHYWE

Die Tabelle zeigt ein der ersten Spalte die Höhe der Sonde im Wasser in cm an, in Spalte zwei die Höhendifferenz der Sonde im Wasser in cm, und in Zeile drei den Quotienten aus Höhe der Sonde geteilt durch Höhendifferenz der Sonde.

h / cm	h_m/cm	h_m/h
2,0	2,1	1,05
4,3	4,4	1,02
6,8	6,7	0,99
8,7	8,8	1,01
11,5	11,5	1,00

Tab. 1 : Wasser

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Beobachtungen (2/3)

PHYWE

Die Tabelle zeigt ein der ersten Spalte die Höhe der Sonde im Spiritus in cm an, in Spalte zwei die Höhendifferenz der Sonde im Spiritus in cm, und in Zeile drei den Quotienten aus Höhe der Sonde geteilt durch Höhendifferenz der Sonde.

h / cm	h_m/cm	h_m/h
2,9	2,4	0,83
5,5	4,6	0,84
7,7	6,5	0,84
10,2	8,6	0,84
12,4	10,6	0,85

Tab. 2 : Spiritus

Beobachtungen (3/3)

PHYWE

Die Tabelle zeigt ein der ersten Spalte die Höhe der Sonde im Glycerin in cm an, in Spalte zwei die Höhendifferenz der Sonde im Glycerin in cm, und in Zeile drei den Quotienten aus Höhe der Sonde geteilt durch Höhendifferenz der Sonde.

h / cm	h_m/cm	h_m/h
2,4	3,0	1,25
4,7	5,6	1,19
7,1	8,6	1,21
9,8	11,8	1,20
12,2	14,8	1,21

Tab. 3: Glycerin

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Auswertung (1/3)

PHYWE excellence in science

In einem gemeinsamen Koordinatensystem werden die Werte für h_M in Abhängigkeit von h für Wasser, Spiritus und Glycerin dargestellt (Abb. 4). Es ergeben sich drei Geraden durch den Koordinatenursprung, die unterschiedliche Anstiege haben: Für Glycerin ist der Anstieg am größten, für Spiritus am kleinsten.

Für jede Flüssigkeit gilt:

$h_M \sim h$ oder $h_M/h = konstant.$

Das wird durch die Berechnung der Quotienten erhärtet (vgl. Tabelle 1-3,3. Spalte).

h_M ist ein Maß für den Druck p, der hydrostatischer Druck oder Schweredruck genannt wird. Somit ergibt der Versuch: $p \sim h$

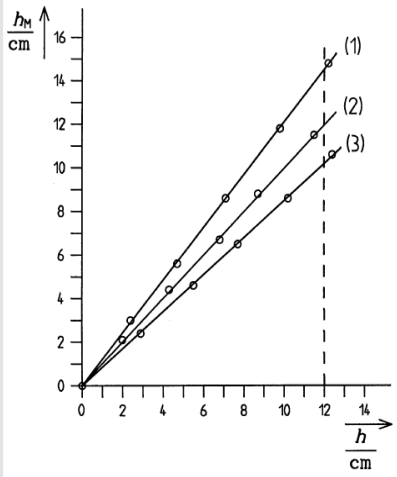


Abb. 4: (1) Glycerin, (2) Wasser, (3) Spiritus

Auswertung (2/3)

PHYWE

Stoff	h / cm	$\frac{\rho}{g/cm^3}$	h_M/cm	$\frac{h_M/\rho}{cm^4/g}$
Wasser	12	1,00	12,0	12,0
Spiritus	12	0,85	10,2	12,0
Glycerin	12	1,20	14,5	12,1

Tab. 4

d. h., der hydrostatische Druck ist der Tauchtiefe der Sonde proportional. Oder: Der hydrostatische Druck p, der in einer Flüssigkeit in der Tiefe h herrscht, ist proportional zur Höhe h der Flüssigkeitssäule, die den hydrostatischen Druck in der Tiefe h hervorruft. Aus den Tabellen 1-3 ist zu entnehmen, dass der Mittelwert von für Wasser 1,01, für Spiritus 0,84 und für Glycerin 1,21 beträgt. Diese Werte entsprechen im Rahmen der Messgenauigkeit den Zahlenwerten für die Dichten der Stoffe in g/cm^3:
$\rho_W = 1,00 g/cm^3$, $\rho_S p = 0,85 g/cm^3$, und $\rho_G l = 1,20 g/cm^3$.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Auswertung (3/3)

Dass gilt $p \sim \rho$, kann wie folgt nachgewiesen werden: Aus der graphischen Darstellung in Abb. 4 entnimmt man für eine bestimmte Eintauchtiefe h die Werte für h_M und stellt diese in Abhängigkeit von den Tabellenwerten für P graphisch dar (vgl. Tabelle 4 und Abb. 5). Man erhält eine Gerade durch den Koordinatenursprung bzw. einen konstanten Quotienten h_M/ρ. Es gilt somit: $p \sim \rho$

d. h., der hydrostatische Druck ist der Dichte der Flüssigkeit proportional. Insgesamt folgt aus $p \sim h$ und $p \sim \rho$: $p \sim \rho \cdot h$

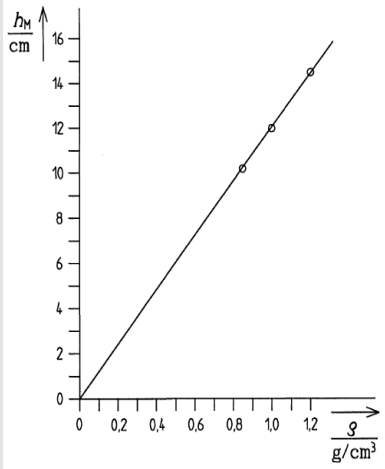


Abb. 5

Anmerkungen

Es empfiehlt sich, das Manometer bereits vor dem Unterricht mit gefärbtem Wasser zu versehen. Der Schweredruck oder hydrostatische Druck in der Tiefe h einer Flüssigkeit wird durch die Gewichtskraft F_G der Flüssigkeitssäule hervorgerufen, die sich über einer Fläche A befindet. Nach der Definitionsgleichung für den Druck, $p = F/A$, gilt für den hydrostatischen Druck:

$p = F_G/A = m \cdot g/A = \rho \cdot V \cdot g/A$

und wegen $V = A \cdot h$ folgt:

$p = \rho \cdot g \cdot h$ mit $g = 9,81 m/s^2$.

Der hydrostatische Druck in der Tiefe h ist nicht von der Gefäßform abhängig und wirkt nach allen Richtungen gleich stark.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de