REALSCHULE

TRAINING

MEHR ERFAHREN

Grundwissen

Physik 7./8. Klasse

Für alle Wahlpflichtfächergruppen

STARK

Inhalt

* Diese Teilkapitel sind für dich nur wichtig, wenn du in der Wahlpflichtfächergruppe I bist. Ansonsten kannst du diese Teilkapitel auslassen.

Optik

Akustik

Astronomie

Autor: Lorenz K. Schröfl

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses Buch umfasst den gesamten **Lernstoff der 7. und der 8. Klasse** der **Realschule** in allen Wahlpflichtfächergruppen (I, II und III a/b). Es hilft dir, dich auf Leistungsnachweise in der Schule vorzubereiten, dein Können zu festigen und Wissenslücken zu schließen.
Das Übungsbuch ist folgendermaßen aufgebaut, sodass ein **selbständiges Arbeiten** einfach möglich ist:

- In den Theoriekapiteln werden **alle Themen des Lehrplans** erklärt und verständlich dargestellt.
- In den **Merkkästen** wird das Wichtigste knapp und einprägsam zusammengefasst.
- Anhand von **Beispielen** und deren Lösung wird der Stoff veranschaulicht und dargestellt. Hier kannst du sehen, wie das Gelernte häufig abgefragt wird. Auch die Herangehensweise an Aufgaben wird ausführlich aufgezeigt.
- Zahlreiche **Übungsaufgaben** zu jedem Kapitel bieten dir die Möglichkeit, den Unterrichtsstoff selbst einzuüben. Damit kannst du testen, ob du den gelernten Stoff anwenden kannst. In Kapiteln, die für alle Wahlpflichtfächergruppen bestimmt sind, kann es einzelne Aufgaben oder Teilaufgaben geben, die nur für Schüler der Wahlpflichtfächergruppe I wichtig sind. Diese Aufgaben sind mit dem Symbol * gekennzeichnet.
- Zu jeder Aufgabe gibt es am Ende des Buchs eine **ausführlich vorgerechnete Lösung**. Damit kannst du überprüfen, ob deine Lösung richtig ist.
- Einige Kapitel sind nur für Schüler der Wahlpflichtfächergruppe I wichtig. Deren Überschriften sind jeweils mit dem Symbol * gekennzeichnet.
- Dieses Zeichen verweist auf eine externe **Simulation** oder Anwendung im Internet. Die Link-Seite des Stark Verlags zu diesem Trainingsbuch ist unter der Adresse **www.stark-verlag.de/physik/91433** zu finden.

Ich wünsche dir gute Fortschritte beim Arbeiten mit diesem Buch und viel Erfolg in der Physik.

L. K. Schröfl

Lorenz K. Schröfl

Grundlagen der Mechanik

1 Physikalische Größen und Einheiten; Länge

Aus dem Alltag kennst du bereits Angaben wie 1,5 m oder 20,5 °C. Dabei handelt es sich um Größenwerte. Diese bestehen aus einem Zahlenwert und einer Einheit. Wozu dienen diese Größenwerte? Man kann mit ihnen die Welt um uns herum genauer als mit Worten beschreiben.

Mit **physikalischen Größen** lassen sich Eigenschaften, Zustände oder Vorgänge quantitativ (d. h. mit Zahlenwerten) beschreiben.
Für jede physikalische Größe gibt es ein international festgelegtes **Formelzeichen** und eine international festgelegte **Einheit** – die SI-Einheit. (Abkürzung SI von frz. „système international d'unités“)

Die **Länge** ist eine physikalische Größe. Damit können die **Ausdehnung** von Objekten und **Abstände** angegeben werden.

Die Länge ist eine **Basisgröße**, da sie auf keine andere Größe zurückgeführt werden kann.
Für die Länge werden das Formelzeichen $\boldsymbol{\ell}$ und die Einheit **1 m** (1 Meter) verwendet.
Schreibweise: $[\ell] = 1$ m (sprich: „Die Einheit der Länge ℓ ist 1 Meter.“)

Einheiten wie mm und km sind dir ebenso bekannte Einheiten der Länge. Bei den Buchstaben vor der Einheit m handelt es sich um sogenannte **SI-Präfixe** (Vorsätze für Maßeinheiten). Damit lassen sich Zehnerpotenzen vereinfacht ausdrücken. Die folgenden Präfixe solltest du kennen:

Giga:	1 **G** $= 10^9$	**Mega:**	1 **M** $= 10^6$	**Kilo:**	1 **k** $= 10^3$
Dezi:	1 **d** $= 10^{-1}$	**Zenti:**	1 **c** $= 10^{-2}$	**Milli:**	1 **m** $= 10^{-3}$
Mikro:	1 **μ** $= 10^{-6}$	**Nano:**	1 **n** $= 10^{-9}$		

Hinweis 1: Bei der Länge werden die Präfixe „Giga“ und „Mega“ nicht verwendet.

Hinweis 2: Bei Präfixen in Verbindung mit höheren Potenzen ist Vorsicht geboten. So ist z. B. mit 1 dm^2 eigentlich $1\,(\text{dm})^2 = 1 \cdot (10^{-1}\ \text{m})^2 = 10^{-2}\ \text{m}^2$ gemeint.

Beispiel

Ein Holzbalken wird gemessen. Das Ergebnis ist 2,58 m. Es setzt sich aus einem Zahlenwert und einer Einheit zusammen.

> Das Ergebnis einer Messung ist ein **Größenwert**. Ein Größenwert ist ein bestimmter Wert einer physikalischen Größe.
> Er setzt sich aus einem **Zahlenwert** (auch Maßzahl genannt) und einer **Einheit** zusammen. Der Zahlenwert stellt einen Vergleichsfaktor zur Einheit dar.

An dem folgenden Beispiel sind die Begriffe im Zusammenhang erklärt:

physikalische Größe (Formelzeichen)

$$\ell = \overbrace{\underbrace{12{,}3}_{\text{Zahlenwert}}\ \underbrace{\text{cm}}_{\text{Einheit}}}^{\text{Größenwert}}$$

Bei jedem Größenwert handelt es sich tatsächlich um ein Produkt aus Zahlenwert und Einheit. Unter der Länge 12,3 cm versteht man also das 12,3-Fache der Einheit 1 cm.

Längenmessung und Längenmessgeräte

Für eine **Längenmessung** werden eine **Längenmaßeinheit** (z. B. 1 Meter) und eine **Messvorschrift** benötigt. Die Messung geschieht durch einen direkten Vergleich mit der Längenmaßeinheit. Man erhält dadurch einen Vergleichsfaktor.

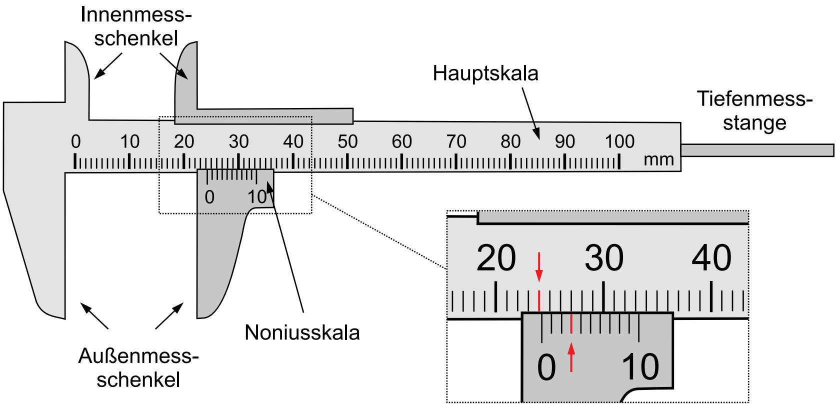
Wird die Messung einer Länge mit einem Längenmessgerät durchgeführt, so spricht man von einer direkten Messung. Das ist auf Längen zwischen ca. 1 ∝m und ca. 1 km anwendbar.

Es gibt zahlreiche Längenmessgeräte. Diese unterscheiden sich in ihrem **Messbereich** (kleinst- und größtmöglicher Messwert) und ihrer **Messgenauigkeit** (kleinster Abstand auf der Skala). Die Messgenauigkeit wird durch die Skalierung bestimmt. In der folgenden Tabelle findest du einen Überblick:

Messgerät	Messgenauigkeit	Messbereich
Mikrometerschraube	0,01 mm	0,01 mm bis 25,00 mm
Messschieber	0,1 mm	0,1 mm bis 150,0 mm
Geodreieck	1 mm	1 mm bis 140 mm
30-cm-Lineal	1 mm	1 mm bis 300 mm
Meterstab (2 m)	1 mm	1 mm bis 2 000 mm
Kilometerzähler (Kfz)	1 km	1 km bis 999 999 km

Messschieber

Der Messschieber ist ein bewährtes Vermessungswerkzeug in Industrie und Handwerk. Die Messgenauigkeit beträgt 0,1 mm.



Die Verwendung des Messschiebers läuft folgendermaßen ab:

- Das auszumessende Objekt wird mit dem Messschieber erfasst.
- Es wird derjenige Strich auf der Hauptskala gesucht, der direkt vor dem Nullstrich auf der Noniusskala liegt. Der dazugehörige Wert liefert die Länge in ganzen Millimetern (hier: 24), jedoch ohne Nachkommastelle.
- Die Nachkommastelle wird auf der Noniusskala abgelesen, indem man den mit der oberen Skala übereinstimmenden Strich sucht (hier: 3).
- An die Länge in ganzen Millimetern wird die Nachkommastelle gesetzt (hier: 24,3 mm).

Mit dem Messschieber sind diese Messungen durchführbar:

- Außenmessung (mit Außenmessschenkeln)
- Innenmessung (mit Innenmessschenkeln)
- Tiefenmessung (Tiefenmessstange)

Gültige Ziffern und Messabweichungen

Größenwerte sind keine exakten Angaben. Durch die begrenzte Anzahl an Ziffern des Zahlenwerts wird die Genauigkeit des Größenwerts ausgedrückt. Beispielsweise wurde der Wert 1,50 m auf Zentimeter genau gemessen und darf nicht mit 1,5 m oder 1,500 m gleichgesetzt werden. (In der Mathematik macht das hingegen keinen Unterschied, da man hier nur von exakten Messwerten ausgeht.)

> Die Ziffern, aus denen der Zahlenwert eines Größenwertes besteht, werden **gültige Ziffern** (oder auch geltende Ziffern) genannt. Damit wird die Genauigkeit des Messergebnisses ausgedrückt. Führende Nullen (auch vorangestellte Nullen genannt) zählen nicht zu den gültigen Ziffern.

Bei den gültigen Ziffern wird zwischen **sicheren Ziffern** und **unsicheren Ziffern** unterschieden. In den meisten Fällen ist nur die letzte Ziffer unsicher.

$$\ell = \overbrace{\underbrace{12,}_{\text{sichere Ziffern}}\underbrace{3}_{\text{unsichere Ziffer}}}^{\text{gültige Ziffern}}\ \text{cm}$$

Die Länge 12,3 cm wurde auf Millimeter genau gemessen und darf z. B. nicht mit 12,30 cm gleichgesetzt werden.

Beispiel

Gib die Anzahl der gültigen Ziffern an.

a) 1,5 cm
b) 5 kg
c) 0,00456 g
d) $7{,}514 \cdot 10^5\ \text{m}^3$

Lösung:

a) 1,5 cm hat 2 gültige Ziffern.

b) 5 kg hat 1 gültige Ziffer.

c) 0,00456 g hat 3 gültige Ziffern. (Führende Nullen zählen nicht dazu.)

d) $7{,}541 \cdot 10^5\ \text{m}^3$ hat 4 gültige Ziffern.

Rechnen mit gültigen Ziffern

Beim Umrechnen in eine andere Einheit bleibt die Anzahl der gültigen Ziffern erhalten.

Beispiel

Rechne in die angegebene Einheit um.

a) 18 dm in m
b) 500 m in km
c) 1,5 km in m

Lösung:

a) 18 dm = 1,8 m

b) 500 m = 0,500 km

c) $1{,}5\ \text{km} = 1{,}5 \cdot 10^3\ \text{m}$

Lösung:
Geg.: $\Delta h = 8{,}0$ cm; $p_2 = 1\,020$ hPa; $\rho_F = 1{,}0\ \frac{kg}{dm^3}$; $g = 9{,}81\ \frac{N}{kg}$
Ges.: p_1

Druckdifferenz Δp

$\Delta p = \rho_F \cdot g \cdot \Delta h$

$\Delta p = 1{,}0\ \frac{kg}{dm^3} \cdot 9{,}81\ \frac{N}{kg} \cdot 8{,}0\ cm$ $(1\ cm = 10^{-2}\ m;\ 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3)$

$\Delta p = 1{,}0\ \frac{kg}{10^{-3}\ m^3} \cdot 9{,}81\ \frac{N}{kg} \cdot 8{,}0 \cdot 10^{-2}\ m$ 2 gültige Ziffern [TR: 784,8]

$\Delta p = 7{,}8 \cdot 10^2\ \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{N}{kg} \cdot m$

$\Delta p = 7{,}8 \cdot 10^2\ \frac{N}{m^2}$

$\Delta p = 7{,}8 \cdot 10^2\ Pa$

$\Delta p = 7{,}8\ hPa$

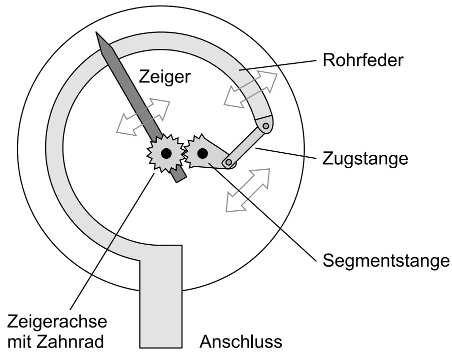
Druck p_1

$p_1 = p_2 + \Delta p$

$p_1 = 1\,020\ hPa + 7{,}8\ hPa$ 0 gültige Nachkommastellen [TR: 1 027,8]

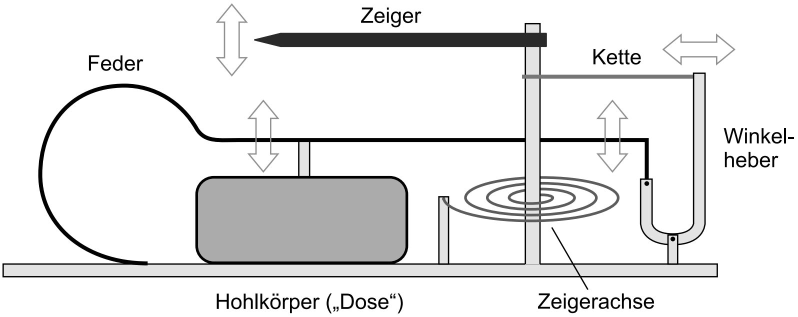
$p_1 = 1\,028\ hPa$

Das **Rohrfedermanometer** ist die gebräuchlichste Form von mechanischen Druckmessgeräten und wird z. B. bei Reifendruckmessern oder bei Druckminderern (an Gasflaschen) verwendet.



Funktionsweise:
Ein Rohrfedermanometer besteht aus einer Rohrfeder, die grundsätzlich mit einer Rollpfeife vergleichbar ist: Wird der Druck im Inneren erhöht, neigt die Rohrfeder dazu, sich geringfügig zu entrollen.
Diese Bewegung wird durch eine Zugstange und Zahnräder auf einen Zeiger übertragen. Dieser Zeiger wird damit auf bestimmte Weise ausgerichtet, sodass ein Druckwert auf der Skala abgelesen werden kann.

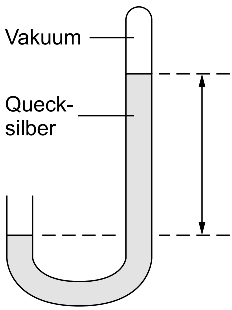
Ein **Dosenbarometer** wird typischerweise in Haushaltsbarometern zur Messung des Luftdrucks verwendet.



Funktionsweise:
Bei einem bestimmten Luftdruck gibt es eine bestimmte Verformung des Hohlkörpers. (Bei einem höheren Druck ist der Hohlkörper verdichtet.) Diese Verformung wird mit einer Feder, einem Winkelheber und einer Kette auf eine Spiralfeder übertragen. Der Zeiger wird damit auf bestimmte Weise ausgerichtet, sodass ein Druckwert auf der Skala abgelesen werden kann.

104 Bei einem Flüssigkeitsmanometer wird Ethanol verwendet. Der gemessene Höhenunterschied beträgt 27 cm. Wie groß ist der Druck des auszumessenden Gases, wenn der Vergleichsdruck 950 hPa beträgt? $(\rho_E = 0{,}79\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3})$

105 Das Flüssigkeitsmanometer lässt sich so umbauen, wie in der Skizze zu sehen ist. Damit kann es zum Beispiel direkt für die Messung des Luftdrucks verwendet werden.



a) Erkläre, warum dadurch die Berechnung des Luftdrucks vereinfacht wird.

b) Trotz der Giftigkeit von Quecksilber (Hg) wird diese Flüssigkeit häufiger verwendet als Wasser. Gib hierfür eine Begründung an.
$(\rho_{Hg} = 13{,}55\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3})$

c) Berechne die Höhe der Quecksilbersäule in mm, wenn ein Druck von 1 013 hPa herrscht.

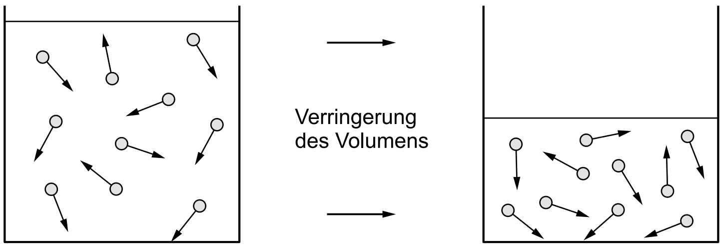
✳ 21 Gesetz von Boyle-Mariotte

Aus dem Alltag ist dir der Zusammenhang zwischen den Größen Druck und Volumen bekannt. Wirkt man mit einer Kraft auf einen luftgefüllten Ball (z. B. einen Fußball) ein und verringert damit das Volumen, so erhöht sich dadurch der Druck. Das kann man durch eine größere Gegenkraft wahrnehmen.

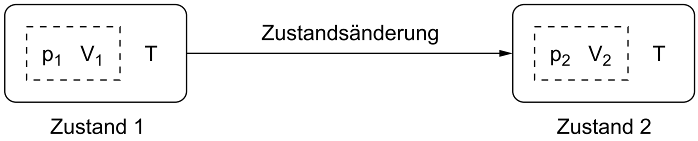
Untersucht man bei einer abgeschlossenen Gasmenge den Zusammenhang zwischen Volumen und Druck, so kommt man zu folgendem Ergebnis:
Je größer der Druck ist, desto kleiner ist das Volumen.

Der **Druck p** eines Gases ist bei konstanter Temperatur **indirekt proportional** zum **Volumen V**. Es gilt:
$p \sim \frac{1}{V} \quad \Rightarrow \quad p \cdot V = \text{const.}$

Wie lässt sich der Zusammenhang für ein Gas erklären?
In einem abgeschlossenen Gasvolumen ist eine bestimmte Anzahl Teilchen mit einer bestimmten mittleren Geschwindigkeit enthalten. Wird das Volumen verringert, steigt die Teilchenanzahl pro Volumeneinheit. Es können mehr Teilchen pro Sekunde auf ein Flächenstück einer Begrenzungsfläche (z. B. 1 cm^2) schlagen. Die Kraft F pro Flächenstück A nimmt durch das häufigere Auftreffen der Teilchen zu – und damit auch der Druck p.



Die Änderung einer Größe entspricht einer **Zustandsänderung**. Ein Zustand 1 (mit p_1 und V_1) geht in einen anderen Zustand 2 (mit p_2 und V_2) über. Die Temperatur T bleibt dabei gleich.



Da bei einer Zustandsänderung $p \cdot V = \text{const.}$ gilt, können die den beiden Zuständen entsprechenden Produkte gleichgesetzt werden. Man erhält so eine Formel für die Zustandsänderung.

> Mit dem **Gesetz von Boyle-Mariotte** kann eine Zustandsänderung von Gasen beschrieben werden:
> $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$
> Da sich die Temperatur nicht ändert, spricht man von einer **isothermen Zustandsänderung**.

Hinweis: Die Formel $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ muss stets nach einer Variablen aufgelöst werden. Nach welcher, ist abhängig davon, welche Größe gesucht ist.

Beispiel

In einer Versuchsapparatur steht Luft mit dem Volumen 120 cm^3 unter einem Druck von 2,0 bar. Dann wird das Volumen auf 200 cm^3 erhöht.
Berechne den neuen Druck.

Lösung:
Geg.: $V_1 = 120\ cm^3$; $p_1 = 2{,}0\ bar$; $V_2 = 200\ cm^3$
Ges.: p_2

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad \Rightarrow \quad p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2}$$

$$p_2 = \frac{2{,}0\ bar \cdot 120\ cm^3}{200\ cm^3}$$

2 gültige Ziffern [TR: 1,2]

$$p_2 = 1{,}2\ \frac{bar \cdot cm^3}{cm^3}$$

$$p_2 = 1{,}2\ bar$$

106 a) Erläutere, was man unter einer isothermen Zustandsänderung versteht.
b) Schreibe das Gesetz von Boyle-Mariotte auf.
c) Forme das Gesetz nach jeder der vier Größen um.

107 Eine Sauerstoffflasche beinhaltet ein Gasvolumen von 2,00 Litern, das unter einem Druck von 200 Bar steht. Berechne, wie viele Liter Gas bei einem Druck von 1,00 Bar vorliegen. (Voraussetzung: Die Temperatur ist konstant.)

c) Geg.: $p = 26\ \text{kPa};\ A_2 = 1{,}0\ \text{dm}^2$
Ges.: F_2

$$p = \frac{F_2}{A_2} \quad \Rightarrow \quad F_2 = p \cdot A_2$$

$$F_2 = 26\ \text{kPa} \cdot 1{,}0\ \text{dm}^2 \qquad (1\ \text{dm}^2 = 10^{-2}\ \text{m}^2)$$

$$F_2 = 26 \cdot 10^3\ \text{Pa} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m}^2$$

$$F_2 = 26 \cdot 10^3\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m}^2 \qquad \text{2 gültige Ziffern [TR: 260]}$$

$$F_2 = 2{,}6 \cdot 10^2\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2$$

$$F_2 = 2{,}6 \cdot 10^2\ \text{N}$$

d) Als Bauteile werden eine Pumpe und Ventile verwendet.

95
- Wird das Bremspedal gedrückt, wird eine Kraft auf den Druckkolben ausgeübt.
- Es entsteht ein Druck in der Bremsflüssigkeit.
- Der Druck bewirkt eine Kraft auf den Bremskolben.
- Der Bremskolben drückt die Bremsbeläge gegen die Bremsscheibe. Das Fahrzeug wird aufgrund der Reibung verlangsamt.

96 a) Numerische Auswertung:

h in cm	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
p in mbar	4,9	9,8	14,8	19,6	24,3	29,4
$\frac{p}{h}$ **in** $\frac{\text{mbar}}{\text{cm}}$	0,98	0,98	0,987	0,980	0,972	0,980

Die Quotientenwerte von $\frac{p}{h}$ sind fast gleich.
$\Rightarrow$ Es liegt eine direkte Proportionalität zwischen p und h vor ($p \sim h$).

* b) Die Füllhöhe ist in allen Röhren gleich. Die Folgerung ist, dass der Schweredruck in Wasser nur von der Füllhöhe abhängig ist, nicht jedoch von der Form des Gefäßes und von der Füllmenge.

* c) Der Schweredruck hängt nicht nur von der Eintauchtiefe ab, sondern auch von der Dichte der Flüssigkeit und dem Ortsfaktor.

97 a) Der Schweredruck des Wassers wird mit zunehmender Eintauchtiefe größer. Deshalb muss der Staudamm unten dicker sein.

b) In der Tiefe 20 m beträgt der Schweredruck 2,0 bar. Der Gesamtdruck setzt sich aus dem Schweredruck des Wassers und dem Luftdruck zusammen und beträgt somit insgesamt 2,0 bar + 1,0 bar = 3,0 bar.

* c) Geg.: $h = 10\text{ m};\ \rho = 1{,}0\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3};\ g = 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}$
Ges.: p_S

$p_S = \rho \cdot g \cdot h$

$p_S = 1{,}0\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10\text{ m}$

$p_S = 1{,}0\,\frac{\text{kg}}{10^{-3}\text{ m}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10\text{ m}$ 2 gültige Ziffern [TR: 98 100]

$p_S = 9{,}8 \cdot 10^4\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \text{m}$

$p_S = 9{,}8 \cdot 10^4\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$p_S = 0{,}98 \cdot 10^5\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$p_S = 0{,}98\text{ bar}$

Die Faustformel ist (annähernd) gültig.

98 a) Durch die Höhendifferenz zum Hochbehälter sorgt der Schweredruck des Wassers für den Druck in den Hauswasserleitungen.

b) Je höher die Position in einem Haus ist, desto geringer ist die Höhendifferenz zu dem Wasserstand im Hochbehälter. Damit herrscht ein geringerer Schweredruck des Wassers.

* c) Geg.: $p = 4{,}0\text{ bar};\ \rho = 1{,}0\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3};\ g = 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}$
Ges.: h

$p = \rho \cdot g \cdot h \quad \Rightarrow \quad h = \frac{p}{\rho \cdot g}$

$h = \dfrac{4{,}0\text{ bar}}{1{,}0\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}}$ $(1\text{ dm}^3 = 10^{-3}\text{ m}^3;\ 1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa})$

$h = \dfrac{4{,}0 \cdot 10^5\text{ Pa}}{1{,}0\,\frac{\text{kg}}{10^{-3}\text{ m}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}}$ 2 gültige Ziffern [TR: 40,7...]

$h = 41\,\dfrac{\text{Pa}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$ $h = 41\,\dfrac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$

$h = 41\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{N}}$ $h = 41\text{ m}$