© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

M. PETER METTENLEITER
HELMUT J.M. ROTTLER

MECHANIK 1

ARBEITSHEFT

4., unveränderte Auflage

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Verfasser:	M. Peter Mettenleiter 85276 Pfaffenhofen und Helmut J.M. Rottler 86633 Neuburg
Zeichnungen:	Marco Jurešić
Gestaltung und Satz:	MEKRUPHY GMBH Schlehenhag 19 85276 Pfaffenhofen Tel.: 08441 / 84449 Fax: 08441 / 71494 E-Mail: info@mekruphy.com Internet: www.mekruphy.com © 2009 MEKRUPHY GMBH
Druck:	Humbach & Nemazal Offsetdruck GmbH Ingolstädter Straße 102 85276 Pfaffenhofen

Dieses Arbeitsheft und alle darin enthaltenen Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede gesetzlich nicht zugelassene Nutzung (z. B. Verwertung durch Vervielfältigung oder Verbreitung) ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung der MEKRUPHY GMBH unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für die öffentliche Zugänglichmachung im Sinne des § 52a UrhG. Schulen haben hiervon abweichend das Recht zur Vervielfältigung durch Fotokopieren, jedoch ausschließlich in einem für den jeweiligen Unterrichtsgebrauch erforderlichen Umfang.

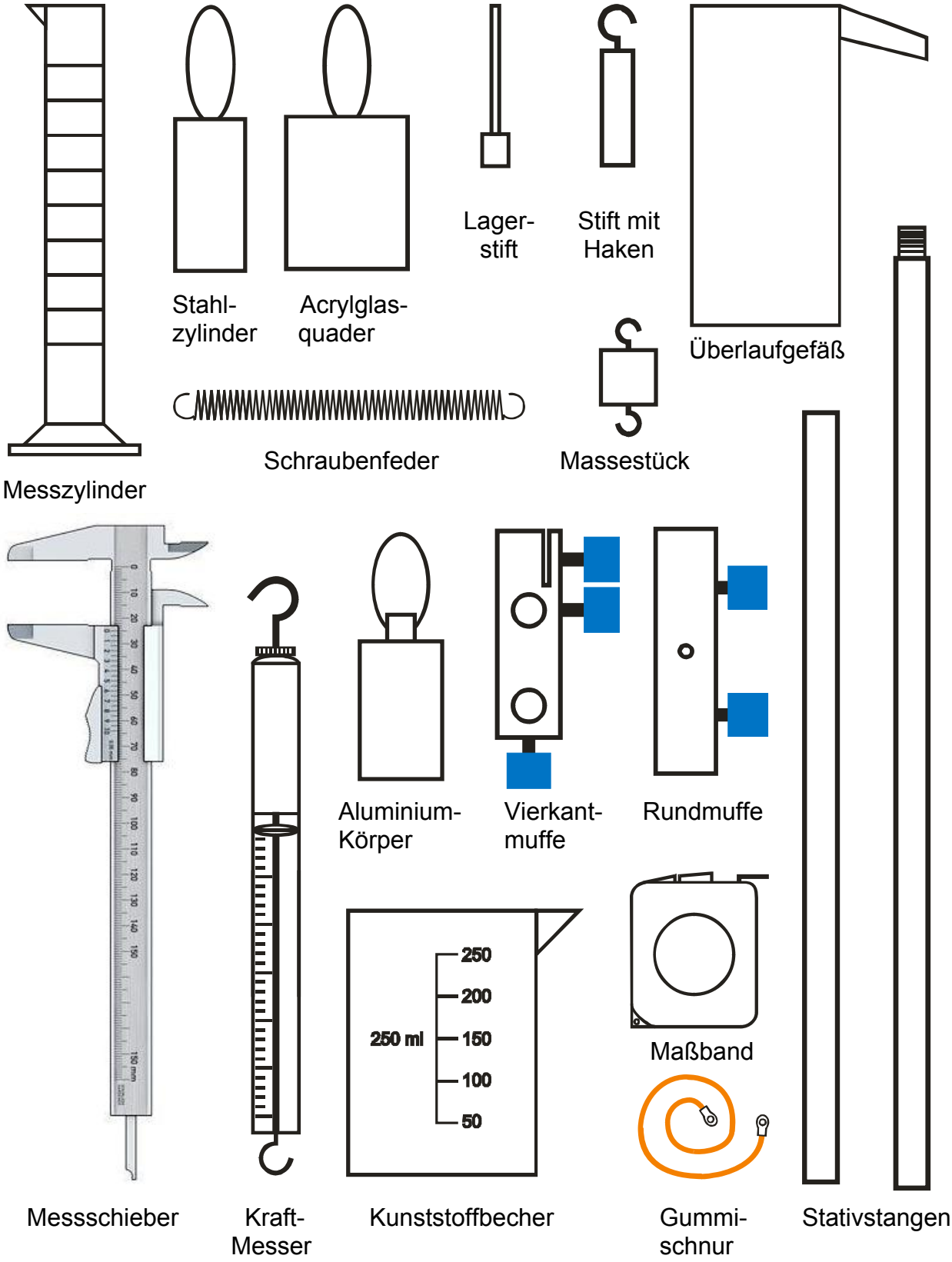
Die im vorliegenden Arbeitsheft enthaltenen Experimentieranleitungen wurden mit größter Sorgfalt für die Arbeit mit den entsprechenden Experimentiersätzen der MEKRUPHY GMBH entwickelt. Abweichungen von den Anleitungen können sowohl zur Beschädigung oder Zerstörung der Experimentiergeräte oder anderer Gegenstände als auch zu Personenschäden führen. Die MEKRUPHY GMBH haftet daher nicht für Schäden, die durch Abweichung von der Experimentieranleitung entstehen. Beim Experimentieren sind stets die jeweils geltenden Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht einzuhalten.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Geräteübersicht 4
Vorwort 5
Wir machen Physik 6
Längenmessung 8
Volumenbestimmung von festen Körpern 12
Dichtebestimmung von festen Stoffen 14
Dichtebestimmung von Flüssigkeiten 16
Kraft und Verlängerung bei der Gummischnur 18
Kraft und Verlängerung bei der Schraubenfeder 21
Bestimmung des Ortsfaktors 24
Der zweiseitige Hebel 26
Der Schwerpunkt 29
Der einseitige Hebel 31
Der Auftrieb in Wasser 34
Dichtebestimmung mit der Auftriebsmethode 36
Kraft und Gegenkraft beim Auftrieb 38
Anhang: Geltende Ziffern in der Physik 40

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm



© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Alle Wissenschaft beginnt damit,
dass sich jemand über Alltägliches
und Selbstverständliches wundert.

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

die Mechanik bildet die Grundlage der Physik. Sie macht Dich mit vielen interessanten Sachverhalten und Begriffen dieser Naturwissenschaft bekannt. Der Experimentiersatz MECHANIK 1 will Dir helfen, die Physik durch eigene Experimente besser zu verstehen. Dabei wirst Du viel Unerwartetes erleben können. Die dazu erforderlichen Geräte sind auf Seite 4 dieses Arbeitsheftes abgebildet und bezeichnet.

Damit die Experimente nicht nur Dir, sondern auch Deinen Mitschülerinnen und Mitschülern, die nach Dir arbeiten, immer ohne Probleme gelingen, solltest Du die folgenden Punkte stets genau beachten:

(1) Lies die betreffenden Anleitungen vor Versuchsbeginn immer genau durch.

(2) Arbeite immer nur mit den Geräten, die für den betreffenden Versuch vorgesehen sind.

(3) Nimm die Geräte erst aus dem Kasten, wenn Du sie benötigst, und lege sie nach Gebrauch sofort wieder in den Kasten zurück.

(4) Behandle die Geräte schonend. Auf keinen Fall darfst Du die Schraubenfeder, die Gummischnur und den Kraftmesser stärker belasten als in der Versuchsanleitung angegeben.

(5) Wische am Ende der Versuche alle mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten in Berührung gekommenen Gegenstände mit Papierhandtüchern trocken.

Wir wünschen Dir nun viel Freude und Erfolg beim Experimentieren!

An dieser Stelle bedanken wir uns sehr herzlich bei allen Damen und Herren sowie allen Schülerinnen und Schülern, die bei der Erprobung des Experimentiersatzes und der Versuche mitgewirkt haben.

M. Peter Mettenleiter
Helmut J.M. Rottler

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Wir machen Physik M 1 - 1

Einführung:

Physik ist eine Naturwissenschaft wie die Biologie und die Chemie. Während sich die Biologie hauptsächlich mit der lebenden Natur beschäftigt, interessiert sich die Chemie mehr für die Zusammensetzung komplexer Stoffe (Analyse) und die Herstellung neuer Stoffe durch Verbindung zweier oder mehrerer Ausgangsstoffe (Synthese). Was aber tut die Physik? Die Antwort auf diese Frage will Dir der folgende Versuch geben.

Geräte:

Alle Geräte des Experimentierkastens

Durchführung:

- Nimm die Geräte, deren Bezeichnungen Du auf Seite 4 findest, aus dem Kasten und ordne sie in drei Gruppen.

  Beispiel: Hätten die Geräte unterschiedliche Temperatur, so könntest Du sie in heiße, kalte und (lau-) warme Geräte einteilen. Oder Du könntest sie nach der Farbe unterscheiden: schwarze, blanke und „andere“.

- Überlege Dir die Gruppeneinteilung, trage sie in die erste Zeile der Tabelle ein und schreibe die Geräte in die entsprechenden Spalten.

Tabelle:

1.	2.	3.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auswertung:

Wie auch immer Du Deine Einteilung gewählt hast, ob nach Gewicht (leicht – mittel – schwer), nach Material (Metall – Glas – Kunststoff) oder Funktion (Messgerät – Behälter – Hilfsmittel), Du hast mit diesem Versuch bereits Physik gemacht, denn Du hast Gegenstände - in der Physik nennen wir sie „Körper“ - nach Merkmalen oder Erscheinungsformen untersucht. Später kommen noch Vorgänge, ihre Ursachen und Gesetzmäßigkeiten dazu. Du wirst sehen: Physik ist ein faszinierendes Fach.

Und außerdem: Deine Nachbargruppe hat möglicherweise eine andere Gruppeneinteilung gefunden. Wenn ihr logisch eingeteilt habt, sind beide Sortierungen richtig. Auch das ist bezeichnend für die Physik, denn in dieser Naturwissenschaft kann man Sachverhalte oder Erscheinungen von verschiedenen Standpunkten - in der Physik sprechen wir von verschiedenen „Bezugssystemen“ - aus betrachten, wobei jede Betrachtungsweise richtig ist. Es ist dann meistens eine Frage der Zweckmäßigkeit, für welche man sich entscheidet. Das kann sehr spannend sein!

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Einführung:

In der Physik kann man nur Begriffe verwenden, die messbar sind. Solche messbaren Begriffe nennt man *physikalische Größen.* Die einfachste von ihnen ist die Länge, wobei in der Physik auch Entfernungen als Längen bezeichnet werden. Zur Messung einer physikalischen Größe benötigt man immer eine *Einheit* und ein *Messgerät*. Die Einheit der Länge ist 1 Meter (= 1 m).

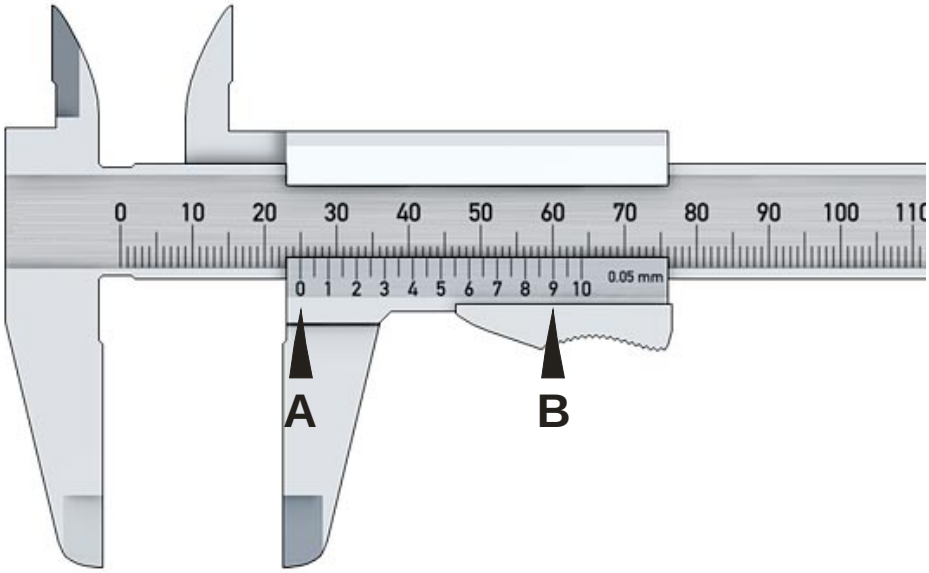
Die moderne Technik stellt hohe Anforderungen an die Längenmessung. Es genügt beispielsweise nicht, den Durchmesser von Bohrungen in einem Werkstück nur auf Millimeter genau anzugeben, sondern mindestens auf Zehntelmillimeter genau. Ein einfaches Gerät, mit dessen Hilfe man so genau messen kann, ist der Messschieber, auch Schiebelehre oder Schublehre genannt.

Jeder Messschieber besitzt einen sogenannten *Nonius*. Er wurde von Pierre Vernier 1631 erfunden und ist offensichtlich fälschlicherweise nach dem Portugiesen Pedro Nuñez (lateinisch: Nonius) benannt, der im 16. Jahrhundert gelebt hat.

Der folgende Versuch soll Dir helfen, mit dem Messschieber richtig umzugehen. Arbeite bitte so genau wie möglich, weil Deine Ergebnisse für einen späteren Versuch noch benötigt werden. Wenn es Dich interessiert, wie der Nonius funktioniert, erkundige Dich im Internet oder in der Bibliothek.

Geräte:

1 Messschieber
1 Stahlzylinder
1 Rundmuffe
1 Acrylglasquader
1 Aluminiumkörper
1 Rollbandmaß



© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Durchführung:

I

- Um die Länge des Acrylglasquaders zu messen, klemme diesen Körper mit seiner Längsseite zwischen die beiden Backen des Messschiebers, wie es die Abbildung auf Seite 8 zeigt:
- Lies den Zahlenwert für die ganzen Millimeter links von der Marke A ab (vgl. Abbildung auf Seite 8).
- Suche diejenige Marke der Noniusskala, die genau mit einer Marke der Hauptskala zusammentrifft (Marke B). Sie gibt die Zehntelmillimeter an.
- Trage den vollständigen Messwert in die Tabelle 1 ein.
- Bestimme auf die gleiche Weise die Breite und die Dicke des Quaders.

Tabelle 1:

Acrylglasquader		
Länge in cm	Breite in cm	Dicke in cm
Volumen in cm^3 :		

II

- Miss auf die gleiche Weise den Durchmesser und die Höhe des Stahlzylinders und trage die Messwerte in die Tabelle 2 ein.

Tabelle 2:

Stahlzylinder	
Durchmesser in cm	Höhe in cm
Volumen in cm^3 :	

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

III

Den Aluminiumkörper kannst Du Dir aus zwei einzelnen Zylindern zusammengesetzt denken.

- Miss zuerst den Durchmesser und die Höhe des großen Zylinders sowie den Durchmesser des kleinen Zylinders und trage diese drei Messwerte in die Tabelle 3 ein.
- Bestimme dann die Höhe des kleinen Zylinders mit dem Tiefenmesser des Messschiebers, den Du hier abgebildet siehst. Die Ablesung erfolgt wie üblich.

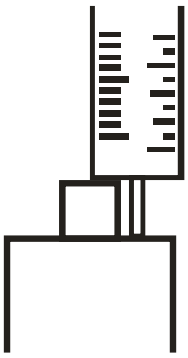


Tabelle 3: **Aluminiumkörper**

Großer Zylinder		Kleiner Zylinder	
Durchmesser in cm	Höhe in cm	Durchmesser in cm	Höhe in cm
Volumen in cm^3:		Volumen in cm^3:	
Gesamtvolumen in cm^3:			

IV

Der Messschieber kann noch mehr: Er kann auch Innenmaße ermitteln. Wenn Dich das interessiert und Du noch Zeit hast, nimm die Rundmuffe und führe folgende Messungen mit dem Innenmesser des Messschiebers durch:

- Miss den Durchmesser der axialen Bohrung und den der kleinen Querbohrung und trage Deine Messwerte in die Tabelle 4 ein.
- Versuche anschließend, einige Messungen mit dem Rollmaßband auszuführen. Bei welcher Art der Messung stellen sich die größten Schwierigkeiten im Vergleich zur Messung mit dem Messschieber ein?

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Tabelle 4:

Rundmuffe	
Axiale Bohrung	Querbohrung
Durchmesser in cm	Durchmesser in cm

Auswertung:

(1) Berechne das Volumen des Acrylglasquaders in cm^3 und trage Dein Ergebnis in die letzte Zeile der Tabelle 1 ein.
Beachte: 1 cm^3 = 1000 mm^3
Beachte außerdem die Vereinbarung über die Anzahl der geltenden Ziffern (vgl. Anhang auf Seite 37)

(2) Berechne das Volumen des Stahlzylinders in cm^3 und trage Dein Ergebnis in die letzte Zeile der Tabelle 2 ein.

Das Volumen eines Zylinders berechnet sich nach der Formel:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot h,$$

wobei r den Radius und l die Länge des Zylinders bedeuten und π die sogenannte Kreiszahl darstellt, für die Du den gerundeten Zahlenwert 3,14 einsetzen darfst.

(3) Berechne das Gesamtvolumen des Aluminiumkörpers in cm^3 und trage Dein Ergebnis in die letzte Zeile der Tabelle 3 ein. Wir werden alle drei Ergebnisse im nächsten Experiment benötigen.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Volumenbestimmung von festen Körpern M 1 - 3

Einführung:

Im vorangegangenen Versuch hast Du das Volumen einiger Körper mit Hilfe von Längenmessungen bestimmt. Dies ist aber nur bei geometrisch einfach geformten Körpern möglich. Der folgende Versuch zeigt Dir, wie man das Volumen von Körpern messen kann, auch dann, wenn sie völlig unregelmäßige Formen haben. Gleichzeitig kannst Du Deine früheren Ergebnisse überprüfen.

Geräte:

1 Überlaufgefäß
1 Messzylinder
1 Kunststoffbecher

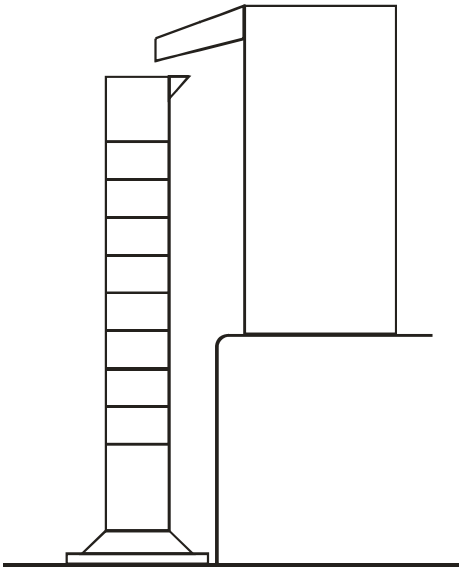
1 Aluminiumkörper
1 Stahlzylinder
1 Acrylglasquader

außerdem:

1 Bleistift
Papierhandtücher

Aufbau:

- Fasse den Einsatz des Experimentierkastens an den beiden Griffen und hebe ihn mitsamt den Geräten heraus.
- Drehe den Kasten um, stelle das Überlaufgefäß darauf und platziere den Messzylinder unter die Auslaufrinne, wie dies die Abbildung zeigt.
- Hole Dir mit dem Kunststoffbecher Wasser und fülle das Überlaufgefäß so weit wie möglich. Schütte in den Messzylinder gelaufenes Wasser in den Kunststoffbecher zurück.



Durchführung:

I

- Führe den Bleistift durch die Schlinge des Acrylglasquaders, tauche den Körper vorsichtig in das Überlaufgefäß und lass den Bleistift auf den Rändern des Gefäßes aufliegen.
- Lies das Volumen des in den Messzylinder übergelaufenen Wassers ab und trage den Wert als Volumen des Acrylglasquaders in die Tabelle ein.
  Beachte: 1 ml = 1 cm^3.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

II

- Nimm den Acrylglasquader aus dem Überlaufgefäß und wische ihn mit einem Papierhandtuch trocken.
- Fülle das Überlaufgefäß wieder so weit wie möglich mit Wasser auf und schütte das in den Messzylinder geflossene Wasser in den Kunststoffbecher zurück.
- Führe den in **I** beschriebenen Versuch für den Stahlzylinder und anschließend für den Aluminiumkörper durch.
- Wische am Schluss alle benützten Gegenstände trocken.

Tabelle:

	Volumen in cm^3
Acrylglasquader	
Stahlzylinder	
Aluminiumkörper	

Auswertung:

(1) Vergleiche die Messwerte mit Deinen Ergebnissen von Versuch M 1 - 2. Wie erklärst Du Dir die Abweichungen?

_____

_____

_____

(2) Welche Messmethode ist Deiner Meinung nach genauer? Versuche Deine Antwort zu begründen.

_____

_____

_____

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Dichtebestimmung von festen Stoffen M 1 - 4

Einführung:

Über die Frage, was schwerer ist, 1 kg Stahl oder 1 kg Styropor, wirst Du wahrscheinlich lächeln. Auf die Frage aber, ob 1 m^3 Stahl oder 1 m^3 Styropor schwerer ist, wirst Du sicher eine eindeutige Antwort parat haben. Offensichtlich ist die Materie im Stahl dichter gepackt als im Styropor. Als Maß für diese „Dichte“ dient das Verhältnis der Masse zum Volumen eines Körpers aus dem betreffenden Stoff.
Im folgenden Versuch sollst Du die Dichte von Acrylglas, Stahl und Aluminium bestimmen. Arbeite bitte vor allem beim Acrylglas sehr genau, da sich der zugehörige Wert nicht in den Lehrbüchern finden lässt. Bei Stahl und Aluminium kannst Du durch Vergleich mit den Lehrbuchtabellen überprüfen, wie genau Du experimentiert hast.

Geräte:

1 Acrylglasquader
1 Aluminiumkörper
1 Stahlzylinder

außerdem: 1 Waage, z.B. DIGI 2000

Durchführung:

- Stelle die Waage auf eine waagrechte Unterlage und schalte sie ein.
- Warte bis die Nullanzeige erscheint, stelle dann den Acrylglasquader in die Mitte des Wägetellers.
- Lies den Wert für die Masse des Quaders ab und trage ihn in die Tabelle ein.
- Warte, wenn Du den Acrylglasquader weggenommen hast, erst wieder die Nullanzeige ab, bevor Du den Stahlzylinder auf den Wägeteller stellst.
- Bestimme die Masse des Stahlzylinders und wiederhole den Versuch für den Aluminiumkörper.

Tabelle:

	Masse in g	Volumen in cm^3	Dichte in .....
Acrylglas			
Stahl			
Aluminium			

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auswertung:

(1) Übertrage die Messwerte für das Volumen der drei Körper von Seite 13 in die dritte Spalte der Tabelle.

(2) Dividiere für jeden Körper die Masse durch das Volumen und trage die Ergebnisse unter Beachtung der Anzahl geltender Ziffern in die vierte Spalte der Tabelle ein. Vergiss dabei nicht, die richtige Einheit hinter die berechneten Werte der Dichte zu schreiben.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Dichtebestimmung von Flüssigkeiten M 1 - 5

Einführung:

Weißt du, ob 1 Liter Cola schwerer oder leichter als 1 Liter Wasser ist? Mit dem folgenden Versuch kannst Du diese Frage einfach beantworten. Wie bei festen Stoffen bestimmt man die Dichte von Flüssigkeiten normalerweise in zwei Schritten: Man misst das Volumen und die Masse. Während die Volumenbestimmung mit dem Messzylinder problemlos vor sich geht, tritt bei der Bestimmung der Masse die Schwierigkeit auf, dass man die Flüssigkeit nicht ohne Gefäß wiegen kann.
Überlege zunächst, *bevor* Du weiterliest, wie man hier vorgehen könnte.

Geräte:

1 Messzylinder

außerdem:
1 Waage, z.B. DIGI 2000
1 Flasche Cola
Papierhandtücher

Durchführung:

- Wiege den leeren Messzylinder so genau wie möglich und trage Deinen Messwert in die Tabelle ein.
- Nimm den Messzylinder von der Waage, gieße vorsichtig (!) Cola hinein, lies das entsprechende Volumen ab und trage auch diesen Messwert in die Tabelle ein.
- Bestimme die Gesamtmasse aus Messzylinder und Flüssigkeit und trage diesen Wert in die Tabelle ein.
- Schütte die Cola aus dem Messzylinder in den Ausguss (nicht trinken!), spüle den Messzylinder gründlich aus und wische ihn mit Papierhandtüchern trocken.

Tabelle:

Masse des leeren Messzylinders in g	
Volumen der Cola im Messzylinder in cm^3	
Gesamtmasse (Messzylinder und Cola) in g	
Masse der Cola in g	
Dichte von Cola in g/cm^3	

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auswertung:

(1) Berechne zunächst die Masse der Cola im Messzylinder und trage Dein Ergebnis in die vierte Zeile der Tabelle ein.

(2) Berechne die Dichte von Cola. Beachte dabei, dass die Einheiten 1 ml und 1 cm^3 identisch sind. Trage Dein Ergebnis in die Tabelle ein.

(3) Wenn Du Cola und Mineralwasser mischen willst, würdest Du zuerst die Cola oder zuerst das Mineralwasser in das Glas geben? Begründe Deine Antwort.

_____

_____

_____

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Kraft und Verlängerung bei der Gummischnur M 1 - 6

Einführung:

Die Kraft ist eine der interessantesten physikalischen Größen, und so sollst Du in den folgenden beiden Versuchen herausfinden, wie Kräfte messbar gemacht werden können. Die Wirkung von Kräften kann man unter anderem daran erkennen, dass sie Körper verformen können. Dabei zeigt die Erfahrung, dass solche Verformungen an ein und demselben Körper um so größer sind, je stärker die einwirkenden Kräfte sind. Im Grunde könnte man also Kräfte an ihrem Verformungsvermögen messen. Die Frage ist nur, ob die doppelte Kraft auch die doppelte Verformung bewirkt, die dreifache Kraft die dreifache Verformung usw. Dies müssen wir untersuchen.
Als Einheit der Kraft dient uns in diesem Versuch das Gewicht eines 50 g - Massestückes. Zwei, drei, vier, fünf solcher Massestücke haben dann die doppelte, dreifache, vierfache, fünffache Gewichtskraft.

Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde
1 Stativstange ohne Gewinde
1 Vierkantmuffe
1 Rundmuffe

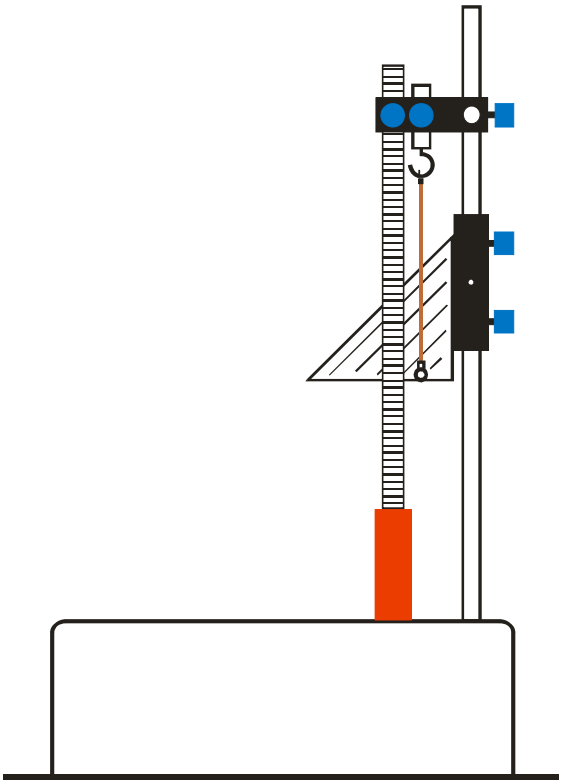
außerdem:

4 Massestücke 50 g
1 Maßband
1 Gummischnur
1 Stift mit Haken

1 Geodreieck

Aufbau:

- Nimm den Einsatz mitsamt den Geräten aus dem Experimentierkasten und drehe den Kasten um.
- Schraube in die Buchse des Kastenbodens die Stativstange mit Gewinde und verlängere sie mit Hilfe der Rundmuffe und der zweiten Stativstange.
- Befestige oben die Vierkantmuffe so, dass sie sich über dem Kasten befindet, und montiere den Stift mit Haken wie in der Abbildung.
- Nimm die Gummischnur aus der Dose und hänge sie an den Haken.
- Führe das Maßband an seinem oberen Ende durch den Schlitz der Vierkantmuffe und stelle es parallel zu den Stativstangen auf.



© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Kraft und Verlängerung bei der Gummischnur M 1 - 6

Durchführung:

I

- Stelle mit Hilfe des Geodreiecks fest, an welcher Marke des Maßbandes sich das untere Ende der Gummischnur befindet. Gegebenenfalls musst Du die Gummischnur etwas gerade ziehen, jedoch auf keinen Fall dehnen.
- Diese Marke gilt im Folgenden als *Nullmarke*. Trage ihren Wert in das stark umrandete Feld in Tabelle 1 ein.
- Hänge nun ein erstes Massestück an die Gummischnur, bestimme wieder die Lage des unteren Gummischnurendes und trage auch diesen Wert in die Tabelle 1 ein.
- Wiederhole den Versuch für zwei, drei und vier Massestücke. Beachte unbedingt: Nimm am Ende dieses Versuchsteils die Massestücke noch nicht ab!

Tabelle 1: **Verlängerung bei Belastung**

Anzahl der angehängten Massestücke	0	1	2	3	4
Lage des unteren Gummischnurendes in cm					
Verlängerung Δs der Gummischnur in cm					

II

- Übertrage den letzten Messwert, also die Position des unteren Gummischnurendes bei 4 angehängten Massestücken in die erste Spalte der Tabelle 2.
- Nimm vorsichtig immer nur ein Massestück ab und trage jeweils die entsprechende Position des unteren Gummischnurendes in die Tabelle 2 ein.

Tabelle 2: **Verlängerung bei Entlastung**

Anzahl der angehängten Massestücke	4	3	2	1	0
Lage des unteren Gummischnurendes in cm					
Verlängerung Δs der Gummischnur in cm					

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auswertung:

(1) Berechne für jede Spalte der beiden Tabellen die Verlängerung Δs der Gummischnur in Abhängigkeit von der Anzahl der angehängten Massestücke. Dabei musst Du aber *immer von der Nullmarke in dem stark umrandeten Feld* der Tabelle 1 aus rechnen, auch bei den Werten in Tabelle 2.

(2) Trage Deine Werte für Δs in das Diagramm ein. Verwende für die Belastung (Tabelle 1) und die Entlastung (Tabelle 2) der Gummischnur verschiedene Farben.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Kraft und Verlängerung bei der Schraubenfeder M 1 - 7

Einführung:

Wie der Versuch M 1 – 6 zeigt, eignet sich die Gummischnur nicht besonders gut für einen idealen Kraftmesser. Im folgenden Versuch kannst Du herausfinden, ob die Schraubenfeder dafür tauglicher ist.

Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde
1 Stativstange ohne Gewinde
1 Vierkantmuffe
1 Rundmuffe

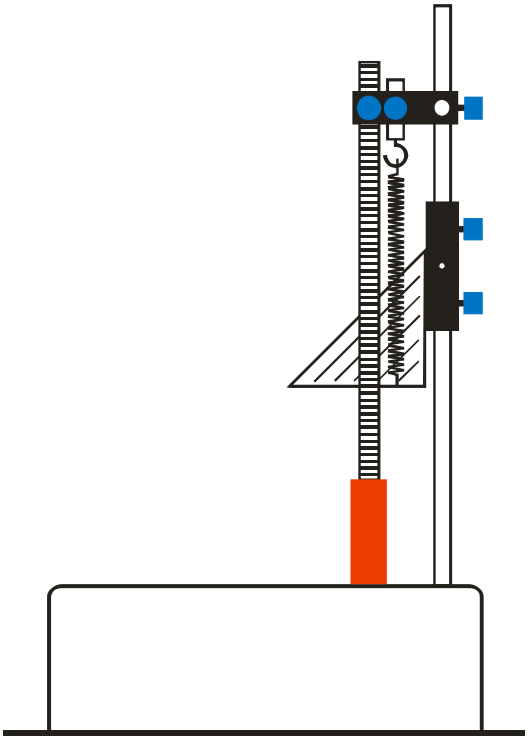
außerdem:

4 Massestücke 50 g
1 Maßband
1 Schraubenfeder
1 Stift mit Haken

1 Geodreieck

Aufbau:

- Nimm den Einsatz mitsamt den Geräten aus dem Experimentierkasten und drehe den Kasten um.
- Schraube in die Buchse des Kastenbodens die Stativstange mit Gewinde und verlängere sie mit Hilfe der Rundmuffe und der zweiten Stativstange.
- Befestige oben die Vierkantmuffe so, dass sie sich über dem Kasten befindet, und montiere den Stift mit Haken wie in der Abbildung. Hänge die Schraubenfeder daran.
- Führe das Maßband an seinem oberen Ende durch den Schlitz der Vierkantmuffe und stelle es parallel zu den Stativstangen auf.



Durchführung:

I

- Stelle mit Hilfe des Geodreiecks fest, an welcher Marke des Maßbandes sich das untere Ende der Schraubenfeder befindet. Dabei ist es sinnvoll, die Öse der Schraubenfeder mitzurechnen.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

- Diese Marke gilt im Folgenden als *Nullmarke*. Trage ihren Wert in das stark umrandete Feld in Tabelle 1 ein.
- Hänge nun das erste Massestück an die Schraubenfeder und bestimme wieder die Position des unteren Schraubenfederendes. Trage auch diesen Wert in die Tabelle 1 ein.
- Wiederhole den Versuch für zwei, drei und vier Massestücke. Vorsicht: Nimm am Schluss die Massestücke noch nicht ab!

Tabelle 1: **(Verlängerung bei Belastung)**

Anzahl der angehängten Massestücke	0	1	2	3	4
Position des unteren Schraubenfederendes					
Verlängerung Δs der Schraubenfeder in cm					

II

- Übertrage den letzten Messwert, also die Position des unteren Schraubenfederendes bei 4 angehängten Massestücken in die erste Spalte der Tabelle 2.
- Nimm vorsichtig immer nur ein Massestück ab und trage jeweils die entsprechende Position des unteren Schraubenfederendes in die Tabelle 2 ein.

Tabelle 2: **(Verlängerung bei Entlastung)**

Anzahl der angehängten Massestücke	4	3	2	1	0
Position des unteren Schraubenfederendes					
Verlängerung Δs der Schraubenfeder in cm					

Auswertung:

(1) Berechne für jede Spalte der beiden Tabellen die Verlängerung Δs der Schrau-

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

benfeder in Abhängigkeit von der Anzahl der angehängten Massestücke. Dabei musst Du aber *immer von der Nullmarke in dem stark umrandeten Feld* der Tabelle 1 aus rechnen, auch bei den Werten in Tabelle 2.

(2) Trage Deine Werte für Δs in das Diagramm ein.

(3) Dividiere in Tabelle 1 jeweils die Anzahl der angehängten Massestücke durch die entsprechende Verlängerung Δs und trage Deine Ergebnisse in die letzte Zeile der Tabelle 1 ein. Was fällt Dir auf?

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Bestimmung des Ortsfaktors M 1 - 8

Einführung:

Während die Masse eines Körpers nur von diesem allein abhängt, wird sein Gewicht noch zusätzlich vom jeweiligen Ort beeinflusst, an dem sich der Körper gerade befindet. Beispielsweise beträgt das Gewicht eines Körpers auf dem Mond nur etwa den sechsten Teil seines Gewichts auf der Erde. Aber auch auf der Erde ist sein Gewicht nicht überall gleich: Es ist am Nordpol größer als am Äquator.

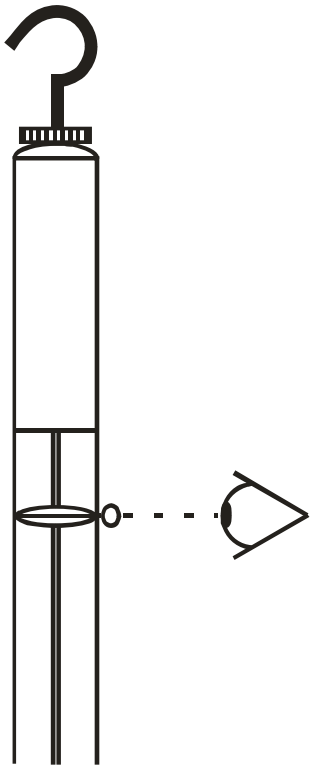
Unter dem Ortsfaktor versteht man das Verhältnis des Gewichtes eines Körpers zu seiner Masse. Er wird mit *g* bezeichnet. Im folgenden Versuch kannst Du den Ortsfaktor an Deinem Schulort bestimmen.

Geräte:

1 Acrylglasquader
1 Aluminiumkörper
1 Stahlzylinder
1 Kraftmesser

Durchführung:

- Halte den Kraftmesser in Augenhöhe und überprüfe die Nulleinstellung: Der rote Messteller muss sich genau auf der 0-Marke befinden. Notfalls musst Du die Rändelschraube etwas lösen und den Haken nach unten oder oben schrauben. Vergiss nicht, anschließend die Rändelschraube wieder festzudrehen.
- Hänge der Reihe nach die drei Körper an den Kraftmesser und lies jeweils die Gewichtskraft ab. Beachte dabei, dass jeder kleine Teilstrich 0,02 N bedeutet.
- Trage Deine Messwerte in die Tabelle ein.



© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Bestimmung des Ortsfaktors M 1 - 8

Tabelle:

	Gewicht in N	Masse in kg	
Acrylglasquader			
Stahlzylinder			
Aluminiumkörper			

Auswertung:

(1) Nimm Deine Messwerte für die Massen der drei Körper von Seite 14, rechne sie in kg um und trage sie in die Tabelle ein.

(2) Berechne jeweils den Ortsfaktor unter Berücksichtigung der Anzahl geltender Ziffern und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.

(3) Bilde aus den drei errechneten Werten für den Ortsfaktor den Mittelwert:

$g_{Schulort}$ =

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Der zweiseitige Hebel M 1 - 9

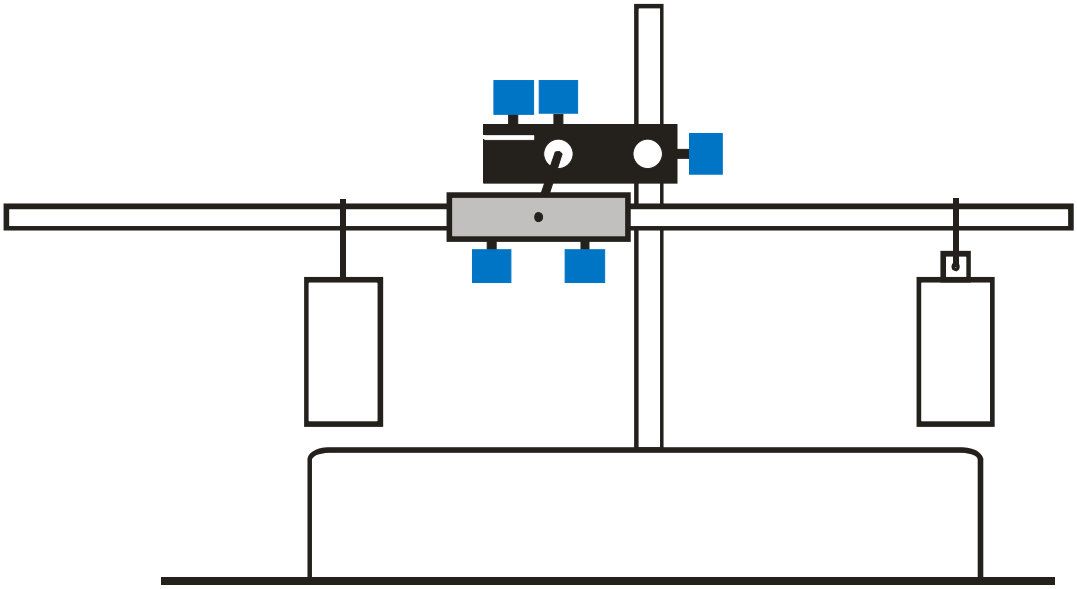
Einführung:

Hast Du Dich schon einmal gewundert, dass ein Vater mit seinem Kind auf einer Wippe schaukeln kann, obwohl der Vater doch sehr viel schwerer ist als das Kind? Der folgende Versuch will Dir die Lösung dieses Rätsels verraten. Es tritt immer dann auf, wenn ein *Hebel* beteiligt ist. Dabei verstehen wir unter einem Hebel einfach einen um eine feste Achse drehbaren Körper. In unserem Versuch werden wir als Hebel die Rundmuffe verwenden, die wir mit zwei Stativstangen verlängern.

Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde
2 Stativstangen ohne Gewinde
1 Lagerstift
1 Aluminiumkörper
1 Acrylglasquader
1 Vierkantmuffe
1 Rundmuffe
1 Maßband
1 Stahlzylinder

Aufbau:



- Nimm den Einsatz mitsamt den Geräten aus dem Experimentierkasten und stülpe den Kasten um.
- Schraube die lange Stativstange in die Buchse des Kastenbodens und montiere die Vierkantmuffe und den Lagerstift, wie es die Abbildung zeigt.
- Befestige die beiden kurzen Stativstangen in der Rundmuffe und schiebe diese Hebelanordnung durch die Mittelbohrung auf den Lagerstift.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

- Sollte die Hebelstange nicht genau im Gleichgewicht bleiben, so musst Du eine der beiden Stativstangen etwas weiter oder weniger weit in die Rundmuffe schieben.

Durchführung:

- Hänge an jeden „Arm“ des Hebels einen Metallkörper und verschiebe einen der beiden so lange, bis die Hebelstange wieder in waagrechter Lage bleibt.
- Halte die Hebelstange dann vorsichtig fest und miss die Entfernungen zwischen der Drehachse und den Aufhängepunkten der beiden Körper. Zum besseren Ablesen kannst Du Dir auch eine Bleistiftmarke an der Rundmuffe anbringen.
- Trage Deine Messwerte in die Tabelle ein.
- Wiederhole den Versuch, wobei Du auf der Seite des Aluminiumkörpers auch noch den Acrylglaskörper anhängst und Du zwischen diesen drei Körpern Gleichgewicht herstellst.

Tabellen:

	Hebelarm	Gewicht	
Stahlzylinder			
Aluminiumkörper			

	Hebelarm	Gewicht	
Stahlzylinder			
Aluminiumkörper			
Acrylglasquader			

Auswertung:

(1) Übertrage die Messdaten für das Gewicht der drei Körper von Seite 25 in die Tabellen.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

(2) Versuche in der freibleibenden Spalte der oberen Tabelle die Messwerte für den Hebelarm und das Gewicht so miteinander zu verknüpfen, dass Du für beide Körper nahezu das gleiche Ergebnis erhältst. Die entsprechende Größe nennt man *Drehmoment*.

(3) Berechne das Drehmoment auch für die Körper in der unteren Tabelle. Wie musst Du hier vorgehen, damit Du eine Übereinstimmung Deiner Werte bekommst?

(4) Versuche, das Ergebnis dieses Experiments in Worte zu fassen:

Am zweiseitigen Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn _____

_____

_____

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Der Schwerpunkt M 1 - 10

Einführung:

Ein fester Körper verhält sich oft so, als ob seine gesamte Masse in einem einzigen Punkt vereinigt wäre. Dieser Punkt heißt *Massenmittelpunkt* oder *Schwerpunkt.*
Hängt man einen Körper drehbar auf, so versucht er immer diejenige Lage einzunehmen, in der sein Schwerpunkt am tiefsten liegt. Hat er diese Lage erreicht, so befindet sich der Schwerpunkt senkrecht unter dem Aufhängepunkt. Davon können wir im folgenden Versuch profitieren.

Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde
1 Stativstange ohne Gewinde
1 Vierkantmuffe
2 Massestücke

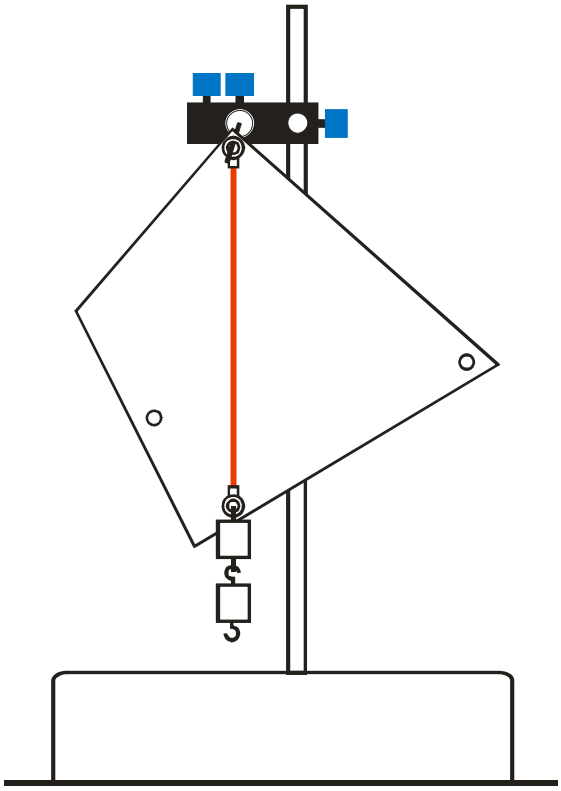
1 Lagerstift
1 Gummischnur
1 Rundmuffe

außerdem:
1 Lineal (mindestens 30 cm)
1 Locher

1 Stück Karton DIN A 4
1 Schere
1 Bleistift

Aufbau:

- Nimm den Einsatz mitsamt den Geräten aus dem Experimentierkasten und drehe den Kasten um. Schraube die lange Stativstange in die Buchse des Kastenbodens und verlängere sie mit Hilfe der Rundmuffe und der zweiten Stativstange.
- Montiere die Vierkantmuffe und den Lagerstift wie in der Abbildung.
- Schneide Dir aus dem Karton einen unregelmäßig geformten Körper und versieh ihn an drei weit auseinanderliegenden Stellen mit je einem Loch; verwende hierzu den Locher.



Durchführung:

- Hänge den Karton in einem der drei Löcher an den Lagerstift. Lenke ihn anschließend etwas aus, so dass er frei hin und her schwingen kann.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

- Hänge, wenn der Karton zur Ruhe gekommen ist, die Gummischnur vorsichtig an den Stift und dehne sie mit den Massestücken.
- Markiere Dir mit Bleistift auf dem Karton möglichst weit unten eine Stelle, die Dir den senkrechten Verlauf der Gummischnur anzeigt.
- Nimm die Gummischnur und den Karton ab. Zeichne mit Bleistift und Lineal die Verbindungsgerade durch die Bleistiftmarke und die Mitte des betreffenden Aufhängepunktes. Diese Gerade heißt *Schwerlinie.*
- Wiederhole den Versuch für die beiden anderen Aufhängepunkte.

Auswertung:

Wenn Du genau experimentiert und gezeichnet hast, verlaufen die drei Schwerlinien durch einen gemeinsamen Punkt, eben den Schwerpunkt.

- Nimm Deinen Bleistift und versuche den Karton im Schwerpunkt auf der Bleistiftspitze zu balancieren. Mit etwas Geduld schaffst Du es!

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Der einseitige Hebel M 1 - 11

Einführung:

Wenn Du beim zweiseitigen Hebel in Versuch M1 – 9 eine der beiden kurzen Stativstangen wegnimmst, erhältst Du einen *einseitigen* Hebel. Diese Bezeichnung drückt aus, dass Kräfte nur auf einer Seite von der Drehachse aus angreifen können. Im Gegensatz zum zweiseitigen Hebel kann der einseitige Hebel nicht ohne zusätzliche Kraft von außen ins Gleichgewicht gebracht werden. Du wirst also beim einseitigen Hebel immer die Gewichtskraft der Hebelstange berücksichtigen müssen. Dagegen brauchst Du die Gewichtskraft der Rundmuffe nicht zu beachten, weil sich deren Hälften wie beim zweiseitigen Hebel im Gleichgewicht halten.

Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde	1 Vierkantmuffe
1 Stativstange ohne Gewinde	1 Rundmuffe
1 Lagerstift	1 Maßband
1 Kraftmesser	1 Gummischnur in Dose
1 Aluminiumkörper	1 Acrylglaskörper
zusätzlich:	1 Waage, z.B. DIGI 2000

Aufbau und Durchführung:

I

- Bestimme die Länge und die Masse der Stativstange ohne Gewinde und trage die Messwerte in die Tabelle 1 ein.
- Berechne die Gewichtskraft der Stativstange mit Hilfe des Ortsfaktors g = 9,8 N/kg auf eine Dezimale genau und trage auch diesen Wert in die Tabelle 1 ein.

Tabelle 1:

Länge l in cm	Masse m in g	Gewichtskraft G in N	Gesamtlänge l_0 in cm

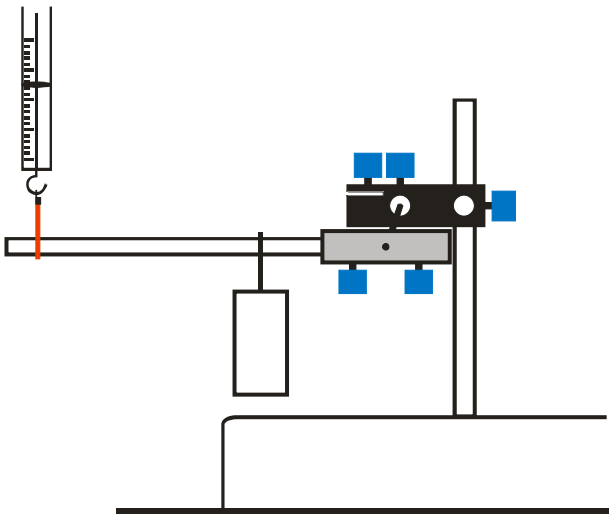
II

- Baue den Versuch wie auf Seite 32 abgebildet auf.
- Halte den Kraftmesser in Augenhöhe und korrigiere notfalls die Nullstellung.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

- Miss die Entfernung zwischen dem äußeren Ende der Stativstange und der Drehachse und trage den Messwert unter Gesamtlänge l_0 in die Tabelle 1 ein.
- Halte die Stativstange möglichst weit außen mit Hilfe der Gummischnur und dem Kraftmesser horizontal. Miss die Entfernung zwischen der Drehachse und der Gummischnur als Hebelarm *a* und lies den angezeigten Kraftbetrag *F* ab. Trage beide Messwerte in die Tabelle 2 ein.



- Wiederhole den Versuch für eine andere Position der Gummischnur.

Tabelle 2:

	Hebelarm *a* in cm	Kraft *F* in N	
Kraftmesser 1			
Kraftmesser 2			
Hebelstange			

III

- Bestimme das Gewicht des Aluminiumkörpers und trage den Wert unter *F* in die Tabelle 3 ein.
- Hänge den Aluminiumkörper möglichst in der Nähe der Rundmuffe an die Stativstange und bringe die Hebelstange wieder mit Hilfe der Gummischnur und dem Kraftmesser in horizontale Lage.
- Miss die Hebelarme für den Aluminiumkörper und den Kraftmesser und trage die Werte in die Tabelle 3 ein. Schreibe auch den abgelesenen Kraftbetrag in die Tabelle ein.
- Falls es Dich interessiert: Bestimme das Gewicht des Acrylglasquaders, hänge ihn zusätzlich an die Hebelstange und trage alle Messwerte in die Tabelle 4 ein.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Tabelle 3:

	Hebelarm *a* in cm	Kraft *F* in N	
Aluminiumkörper			
Kraftmesser			
Hebelstange			

Tabelle 4:

	Hebelarm *a* in cm	Kraft *F* in N	
Acrylglasquader			
Aluminiumkörper			
Kraftmesser			
Hebelstange			

Auswertung:

(1) Du kannst davon ausgehen, dass sich der Schwerpunkt der Stativstange in deren Mitte befindet. Berechne seinen Hebelarm als Differenz aus der Gesamtlänge l_0 und der halben Stativstangenlänge und trage das Ergebnis in die Tabellen ein.

(2) Berechne für jede Zeile das Drehmoment auf eine Dezimale gerundet und trage die Ergebnisse in die letzte Spalte der Tabellen ein.

(3) Versuche, die Drehmomente zu vergleichen oder so zu kombinieren, dass Du hieraus eine Gesetzmäßigkeit für den einseitigen Hebel ablesen kannst. Fasse diese Gesetzmäßigkeit anschließend in Worte:

_____

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Der Auftrieb in Wasser M 1 - 12

Einführung:

Hast Du das schon einmal im Schwimmbad erlebt: Wenn Du aus dem Wasser steigst, fühlst Du Dich schwerer als zuvor im Wasser? Der folgende Versuch will Dir zeigen, dass dies keine Täuschung ist.

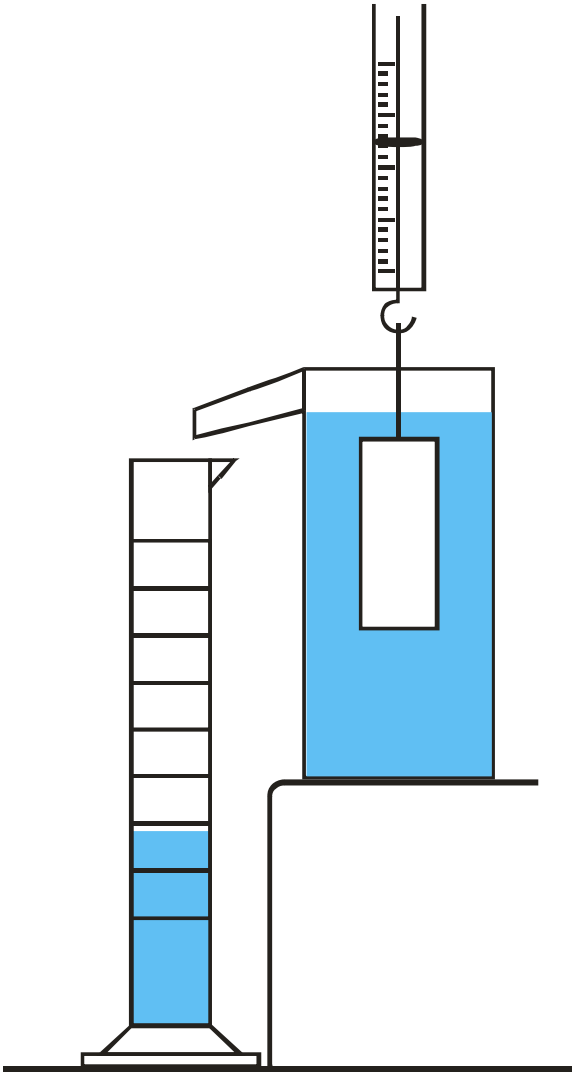
Geräte:

1 Kunststoffbecher
1 Messzylinder
1 Acrylglasquader
1 Aluminiumkörper
1 Überlaufgefäß
1 Kraftmesser
1 Stahlzylinder

außerdem: Papierhandtücher

Aufbau:

- Fasse den Einsatz des Experimentierkastens an den beiden Griffen und hebe ihn mitsamt den Geräten heraus.
- Drehe den Kasten um, stelle das Überlaufgefäß darauf und postiere den Messzylinder genau unter die Auslaufrinne, wie es die Abbildung zeigt.
- Hole Dir mit dem Kunststoffbecher Wasser und fülle das Überlaufgefäß so weit wie möglich. Gib das in den Messzylinder gelaufene Wasser in den Kunststoffbecher zurück.



Durchführung:

- Halte den Kraftmesser in Augenhöhe und überprüfe seine Nulleinstellung.
- Hänge den Acrylglasquader an den Kraftmesser, tauche ihn dann so weit in das Überlaufgefäß, dass er ganz mit Wasser bedeckt ist, jedoch nicht den Gefäßboden berührt.
- Lies das Gewicht des Acrylglasquaders in Wasser ab und trage Deinen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Messwert in die Tabelle ein.

- Wiederhole den Versuch für den Stahlzylinder und den Aluminiumkörper.
- Wische am Schluss alle benützten Gegenstände trocken.

Tabelle:

	Acrylglasquader	Stahlzylinder	Aluminiumkörper
Gewicht in Wasser			
Gewicht in Luft			
Gewichtsverlust			
Verdrängtes Wasservolumen			
Gewicht des verdrängten Wassers			

Auswertung:

(1) Übertrage das Gewicht der drei Körper in Luft von Seite 25 und das jeweils von ihnen verdrängte Wasservolumen von Seite 13 in die Tabelle.

(2) Berechne jeweils den Gewichtsverlust der drei Körper im Wasser und trage Deine Ergebnisse in die Tabelle ein.

(3) Berechne mit Hilfe der Dichte von Wasser und dem Ortsfaktor das Gewicht des von den drei Körpern jeweils verdrängten Wassers und schreibe auch diese Werte in die Tabelle.

(4) Vergleiche die dritte mit der fünften Zeile der Tabelle. Was fällt Dir auf? Formuliere Deine Vermutung in einem Satz:

_____

_____

_____

_____

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Dichtebestimmung mit der Auftriebsmethode M 1 - 13

Einführung:

Normalerweise bestimmt man die Dichte von Flüssigkeiten mit der Waage und dem Messzylinder, wie wir es in Versuch M 1 – 5 durchgeführt haben. Mitunter ist diese Methode aber nicht möglich, sei es, dass Messzylinder oder Waage nicht vorhanden sind, sei es, dass die Flüssigkeit nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten abgefüllt werden kann wie beispielsweise Heizöl aus dem Tank.
Mit Deinen Kenntnissen über den Auftrieb lässt sich die Dichte von Flüssigkeiten auch ganz einfach mit einem Kraftmesser und einem Körper bekannten Volumens bestimmen. Die Flüssigkeitsmenge muss dabei nicht bekannt sein. Wenn wir im folgenden Versuch die Flüssigkeitsmenge vorgeben, so nur aus dem Grund, dass der Körper vollständig in die Flüssigkeit eintaucht, aber keine Flüssigkeit überläuft.

Geräte:

1 Kraftmesser
1 Kunststoffbecher
1 Stahlzylinder

außerdem:
1 Flasche Weinessig
Papierhandtücher

Durchführung:

- Lass Dir von Deiner Lehrkraft 200 ml Weinessig in den Kunststoffbecher geben.
- Überprüfe die Nullstellung des Kraftmessers und korrigiere sie notfalls.
- Hänge den Stahlzylinder an den Kraftmesser und tauche ihn vorsichtig in den Essig, bis der Zylinder ganz bedeckt ist, jedoch nicht auf dem Boden des Kunststoffbechers aufsteht. Lies das angezeigte Gewicht ab und trage den Wert in die Tabelle ein.
- Gib den Essig in das Vorratsgefäß Deiner Lehrkraft zurück, spüle Kunststoffbecher und Stahlzylinder gut mit Wasser ab und wische sie mit den Papierhandtüchern trocken.

Tabelle:

	Stahlzylinder
Gewicht in Essig	
Gewicht in Luft	
Gewichtsverlust	
Verdrängtes Volumen	
Dichte von Essig	

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Auswertung:

(1) Übertrage das Gewicht des Stahlzylinders in Luft von Seite 25 in die Tabelle.

(2) Berechne den Gewichtsverlust im Essig.

(3) Übertrage das Volumen des Stahlzylinders von Seite 13 in die Tabelle.

(4) Berechne die Dichte von Weinessig mit dem Ansatz:

Gewichtsverlust = $\text{Volumen}_{\text{Körper}} \cdot \text{Dichte}_{\text{Flüssigkeit}} \cdot \text{Ortsfaktor}$

$$\Delta G = V_{Körper} \cdot \rho_{Essig} \cdot g$$

und trage Dein Ergebnis in die Tabelle ein.

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Kraft und Gegenkraft beim Auftrieb M 1 - 14

Einführung:

Der Auftrieb hat etwas Faszinierendes, auch wenn wir uns sein Zustandekommen erklären können. Mit dem folgenden Versuch kannst Du noch ein weiteres Geheimnis des Auftriebs lüften.
Bei der Durchführung des Versuchs verwenden wir die Digitalwaage. Das hat einen Nachteil: Sie funktioniert wünschenswerterweise wie ein Kraftmesser, liefert jedoch mit Hilfe des Ortsfaktors die Anzeige in Gramm. Diese Massenangabe müssen wir bei unserem Versuch wieder zurückrechnen.

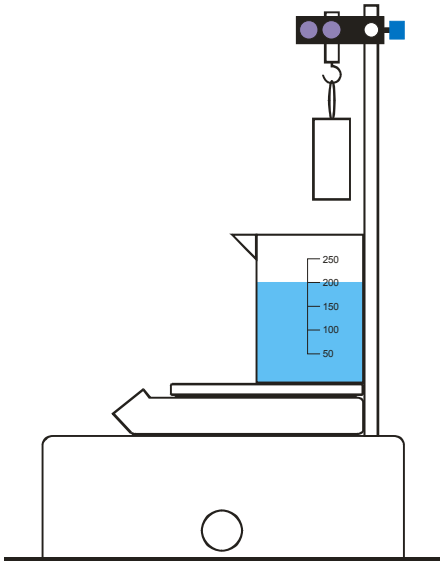
Geräte:

1 Stativstange mit Gewinde
1 Stift mit Haken
1 Stahlzylinder
1 Vierkantmuffe
1 Kunststoffbecher

außerdem:
1 Waage, z.B. DIGI 2000
Papierhandtücher

Aufbau:

- Nimm den Einsatz mitsamt den Geräten aus dem Experimentierkasten und drehe den Kasten um.
- Schraube die Stativstange in die Buchse des Kastenbodens und montiere die Vierkantmuffe und den Stift mit Haken wie in der Abbildung.
- Hänge den Stahlzylinder an den Haken und stelle die Waage so auf den Kastenboden, dass sie mit ihrem Sockel an die Stativstange stößt.



Durchführung:

- Fülle 200 ml Wasser in den Kunststoffbecher und schalte die Waage ein.
- Warte die Nullanzeige ab und stelle den Kunststoffbecher auf den Wiegeteller. Lies die angezeigte Masse ab, trage den Wert in die Tabelle ein und schalte die Waage aus.
- Beantworte die folgenden Fragen schriftlich, bevor Du weiter experimentierst. Scheue Dich dabei nicht, dies mit Tinte zu tun, auch wenn sich die Antwort als falsch herausstellen sollte oder Du Dir nicht ganz sicher bist. Dies ist für die Physik

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

sehr wichtig: Oftmals haben Physiker Theorien entwickelt, die später durch das Experiment widerlegt wurden. Aber nur so konnten sie den richtigen Weg finden und weiter verfolgen.

1. Frage: Wie wird sich die Anzeige der Waage verändern, wenn Du die Vierkantmuffe absenkst, so dass der Stahlzylinder ganz in das Wasser eintaucht, aber nicht auf dem Kunststoffbecherboden aufsteht?

☐ sie bleibt unverändert ☐ sie wird kleiner ☐ sie wird größer

2. Frage: Falls sich die Anzeige der Waage verändert, um welchen Betrag wird sie es tun?

_____

_____

- Nimm den Kunststoffbecher vom Wiegeteller, schalte die Waage ein, warte die Nullanzeige ab und stelle den Kunststoffbecher wieder auf die Waage.
- Senke die Vierkantmuffe so weit ab, dass der Stahlzylinder ganz in das Wasser eintaucht, jedoch nicht auf dem Boden aufsteht. Lies den angezeigten Wert ab und trage ihn in die Tabelle ein.
- Wische am Schluss den Kunststoffbecher und den Stahlzylinder trocken.

Tabelle:

Masse von Kunststoffbecher und Wasser	
Angezeigte Masse bei eingetauchtem Stahlzylinder	
Massendifferenz	
Entsprechende Gewichtskraftdifferenz	

Auswertung:

Vergleiche Dein Ergebnis in der vorletzten Zeile mit Messwerten, die Du auf Seite 32 gewonnen hast, und trage den entsprechenden Wert in die letzte Zeile der Tabelle ein. Formuliere Deine Vermutung in einem Satz:

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen a. d. Ilm

Anhang: Geltende Ziffern in der Physik

Zahlenangaben sagen in der Physik etwas Anderes aus als in der Mathematik. Während beispielsweise in der Mathematik 19,9 m und 19,900 m völlig gleichwertige Angaben sind, ist dies in der Physik nicht der Fall: 19,9 m bedeutet in der Physik, dass die betreffende Länge auf Dezimeter genau angegeben ist, bei 19,900 m ist die Angabe auf Millimeter genau. Daher gilt zunächst:

In der Physik dürfen Endnullen nicht einfach weggelassen oder hinzugefügt werden!

Jeder physikalische Messwert ist mit Fehlern behaftet, die vom jeweiligen Messgerät und der Ablesung abhängen, aber auch von Zufälligkeiten, wie z.B. von der gerade während der Messung herrschenden Temperatur. Daher geht man in der Physik davon aus, dass bei Messwerten die letzte Ziffer unsicher bzw. gerundet ist, während die übrigen Ziffern als sicher gelten. Die Anzahl der sicheren Ziffern plus die eine unsichere Ziffer ergeben zusammen die *Anzahl der geltenden Ziffern.*

Beispiel:

Messwert	Anzahl der geltenden Ziffern	Genauigkeit
1,47 m	3	auf cm
15,859 kg	5	auf g
27,07 s	4	auf cs

Gehen mehrere Messwerte in eine Rechnung ein bzw. multipliziert oder dividiert man physikalische Messwerte, so kann das Ergebnis nur mit so vielen geltenden Ziffern angegeben werden wie der Messwert mit der kleinsten Anzahl geltender Ziffern hat.

Beispiel:

Die Länge einer Quadratseite wird mit dem Messschieber zu 23,11 cm ermittelt. Das bedeutet, dass der tatsächliche Wert zwischen 23,105 cm und 23,114 cm liegt. Will man nun den Flächeninhalt des Quadrats durch Rechnung ermitteln, so ist es nicht sinnvoll, ihn mit 534,0721 cm^2 anzugeben, da der wirkliche Wert zwischen 533,841025 cm^2 und 534,256996 cm^2 schwankt und man daher keine genauere Angabe über seinen tatsächlichen Wert machen kann als dass er in der Nähe von 534,1 cm^2 (4 geltende Ziffern) liegt.

Wechselt man bei einer Größe die Einheit, so darf sich dadurch die Anzahl der geltenden Ziffern nicht ändern.

Beispiel: $42\ m \neq 4200\ cm$, aber: $42\ m = 42 \cdot 10^2\ cm$

© 2009 MEKRUPHY GMBH, Pfaffenhofen