

# Kartesianischer Taucher

**MATERIAL**

Nicht geriffelte Plastikflasche bis oben hin mit Wasser gefüllt  
 1 Einmalpipette  
 1 Mutter

**AUFBAU**

Einmalpipetten zwei cm unterhalb des Kopfes abschneiden. Mutter auf den Pipettenhals fädeln. Die Mutter sollte so klein sein, dass sie gerade so auf den Pipettenhals passt und nicht herunterfällt.

**SKIZZE/BILD**



**DURCHFÜHRUNG**

Der Taucher wird in die volle Flasche gegeben und diese wird verschraubt.

**BEOBACHTUNG**

Drückt man die Flasche zusammen, sinkt der Taucher; lässt man die Flasche los, taucht er auf.

**SKIZZE/BILD**



**AUFBAU VARIANTE**

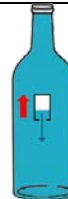
Wie 2. Um den Pipettenhals wird zusätzlich das eine Ende der Büroklammer gewickelt. Bei einer Pipette lässt man das andere Ende der Büroklammer in einem Haken enden. Das Ende der zweiten Büroklammer wickelt man ebenfalls um den Hals, so dass eine Schlaufe entsteht. Die Büroklammern ineinander haken, so dass die Schlaufe unten am Haken hängt.

**TIPP**

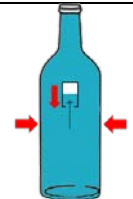
Bleibt der Taucher auf dem Boden der Flasche hängen, ist das Gewicht zu schwer. Manchmal hilft es, ein wenig gegen die Flasche zu klopfen. Sonst muss das Gewicht reduziert werden.



Ein Körper schwimmt, wenn die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft ist.



Ein Körper sinkt, wenn die Auftriebskraft kleiner als die Gewichtskraft ist. Er schwebt, wenn die Auftriebskraft genau gleich der Gewichtskraft ist.



Ein Körper steigt, wenn die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft ist.

**ERKLÄRUNG**

Durch das Zusammendrücken der Flasche wird Wasser in den Hohlraum des Tauchers gepresst. Dadurch wird er schwerer und sinkt. Lässt man die Flasche los, wird das Wasser wieder herausgedrückt. Das Gewicht wird geringer und der Taucher steigt auf.

**ANWENDUNG**

Auch das Tauchen eines U-Bootes funktioniert so. Für eine Tauchfahrt erhöhen sie ihre Dichte, indem Ballasttanks mit Wasser geflutet werden. Wird ihre Masse größer als das Wasser, das sie verdrängen, sinken sie unter die Wasseroberfläche. Das nennt man statisches Tauchen. Wenn während der Tauchfahrt die gesamte Masse gleich der des verdrängten Wassers ist, schweben sie gemäß dem Archimedischen Prinzip.

**ERKLÄRUNG KOMPLEX**

Hier kommt es auf den Vergleich von Gewichtskräften (nach unten gerichtet und von der Masse abhängig) und der Auftriebskraft (nach oben gerichtet und vom Volumen abhängig) an. Der Auftrieb ist immer gleich, weil die Form des Tauchers gleich bleibt. Die Gewichtskraft des Tauchers an sich (Strohalm, Büroklammer, Knetmasse, bzw. Pipette mit Mutter und Luftblase) ist auch immer gleich. Wenn der Druck steigt (Flasche wird zusammengedrückt) kommt noch ein bisschen Wasser in den Taucher welches zur Gewichtskraft hinzugezählt werden muss. Warum? Durch Drücken auf die Flasche wird der Druck im Innern der Flasche erhöht. Wasser kann man aber nicht komprimieren. Der Druck überträgt sich über das Wasser auf die Luft im Taucher. Luft kann man komprimieren und so wird diese im Taucher enthaltene Luft zusammengedrückt. Ihr Volumen nimmt also ab, während das Gewicht der eingeschlossenen Luft und das Gewicht der Figur gleichbleiben. Lässt der Druck nach, vergrößert sich die Luftblase wieder und weniger Wasser im Taucher sorgt für weniger Gewichtskraft. Ist die Gesamtgewichtskraft – also alle vier Kräfte zusammen – kleiner als der Auftrieb, steigt der Taucher. Ist sie größer als der Auftrieb, sinkt der Taucher. Bei Gleichheit schwebt der Taucher an Ort und Stelle.


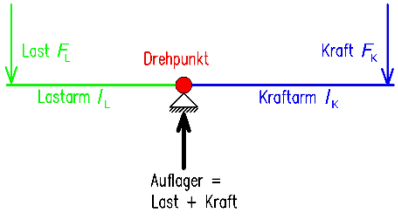
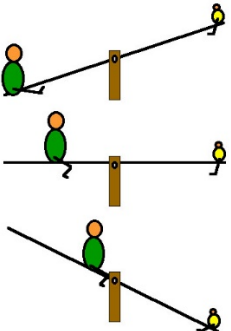
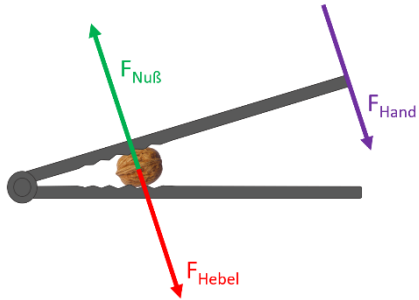

**SPANNENDES ZUSATZWISSEN „SCHWIMMBLASE“**

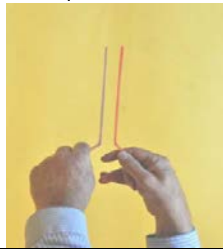
Ein Kartesianischer Taucher funktioniert wie die Schwimmblase bei Knochenfischen. Mit ihr kann der Fisch sein spezifische Gewicht dem des umgebenden Wassers angleichen, so dass er im Wasser schweben kann. Die Schwimmblase wird bei einigen Tieren durch Schlucken von Luft, die über den Darm in die Schwimmblase gelangt, gefüllt. Andere füllen sie über die Blutgefäße, die das Gas gelöst transportieren. Die Entleerung der Schwimmblase kann bei einigen Tieren über eine Verbindung von Schwimmblase und Kiemendarm erfolgen. Andere haben einen stark durchbluteten Bereich in der Schwimmblase, um Gas zurück in die Blutbahn zu resorbieren.

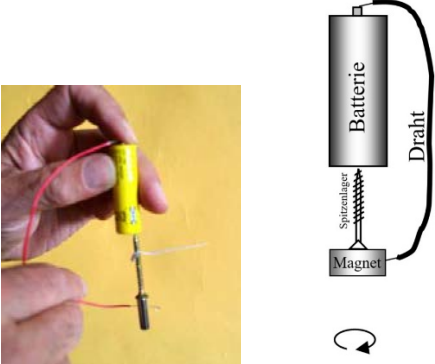
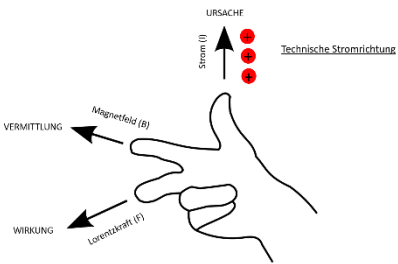
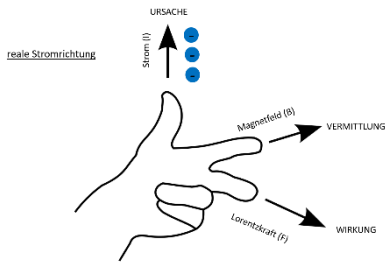
**FORMEL  
 ARCHIMEDISCHES PRINZIP**


$$F_{\text{Auftrieb}} = F_{\text{Gewicht des verdrängten Fluids}} \cdot g$$


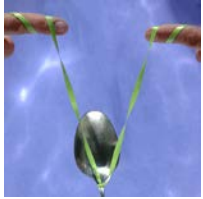
Der griechische Gelehrte Archimedes formulierte vor über 2000 Jahren: Der statische Auftrieb eines Körpers in einem Medium ist genauso groß wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums. Das gilt in allen Flüssigkeiten und Gasen. Schiffe verdrängen Wasser und erhalten dadurch Auftrieb. Ballone werden mit einem Gas gefüllt, dessen Dichte geringer ist als die der umgebenden Luft (z.B. Helium). Bei Heißluftballons wird die Luftfüllung mit Gasbrennern erwärmt, wodurch ihre Dichte abnimmt.

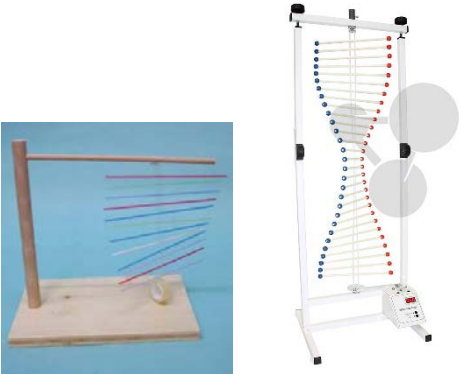
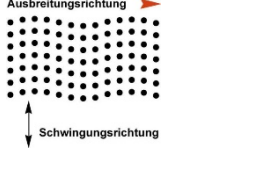
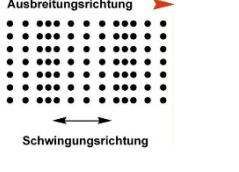
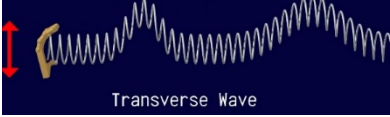
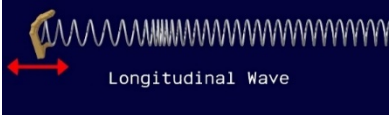
das starke Zündholz		
<b>MATERIAL</b> Zündholz oder Zahnstocher	<b>DURCHFÜHRUNG</b> Versuche, ein Zündholz mehrfach auseinander zu brechen.	<b>SKIZZE/BILD</b> 
<b>BEOBACHTUNG</b> Je öfter das Hölzchen gebrochen wird, umso schwieriger wird das Zerbrechen.	<b>SCHLAGWORTE</b> Hebel, Kraftwandler, Drehmoment, Kniehebel  <b>LINKS</b> Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a>	
<b>ERKLÄRUNG EINFACH</b> Die Hebelarme werden immer kürzer. Ein Hebel ist in der Physik etwas, dass die Kraft ändert. Dazu gehört immer ein starrer Körper – hier unser Zündholz – und ein Drehpunkt, der in diesem Fall dort ist, wo wir das Zündholz durchbrechen möchten. Also je kürzer der Hebel desto mehr Kraft muss ich aufbringen.		<b>MERKSATZ</b> Gewaltig ist der Nina Kraft, wenn sie mit Verlängerung schafft.
<b>ANWENDUNG</b> Eine Wippe ist eine Form von Hebel. Durch wechselseitiges Anlegen einer Kraft kann sie hin- und herwippen. 	Ein Nussknacker ist ein einseitiger Doppelhebel. 	Nageleisen nutzen das Hebegesetz, um mit wenig Kraft auf einem langen Weg Nägel zu entfernen 
<b>ERKLÄRUNG KOMPLEX</b> Ein Hebel ist ein mechanischer Kraftwandler aus einem starren Körper der um einen Drehpunkt drehbar ist. Die mathematische Beschreibung wird als Hebelgesetz bezeichnet und wurde bereits in der Antike durch Archimedes formuliert.		

<b>verliebte Strohhalme</b>		
<b>MATERIAL</b> 2 Strohhalme mit Knick Wolltuch/Mikrofasertuch/Wollmütze	<b>AUFBAU</b> Nimm zwei Strohhalme, knicke sie und reibe sie mit einem Tuch ab!	<b>SKIZZE/BILD</b> 
<b>DURCHFÜHRUNG</b> Nimm die Strohhalme an den kurzen Enden und versuche, sie parallel zu halten!  <b>BEOBACHTUNG</b> Die beiden Strohhalme stoßen sich ab.	<b>ACHTUNG</b> Durch Reibung entstandene Ladungen können zu elektrostatischen Entladungen führen, die elektronische Geräte und Bauteile beschädigen können. Funkenentladungen können leicht entzündliche Stoffe in der direkten Umgebung entflammen. Problematisch ist das vor allem an Tankstellen und in Bäckereien (Mehlstaubexplosion).  Wenn man die Luftfeuchtigkeit erhöht, die Luft ionisiert oder alle Teile, Werkzeuge und den Menschen erdet, kann nichts mehr passieren.	<b>SCHLAGWORTE</b> Reibungselektrizität, Berührungselektrizität, Kontaktelektrizität, Kontaktpotenzial, Berührungsspannung, ESD  <b>LINKS</b> Immer einen Besuch wert <b>WWW.PHYSIKUSSE.DE</b>
<b>ERKLÄRUNG EINFACH</b> Die Ladung eines Objekts hängt von der Anzahl gleicher Ladungsträger (Elektronen) ab.  Vorher sind die Strohhalme neutral geladen – sie haben gleich viele positive und negative Ladungsträger. Um die Strohhalme einseitig zu laden, muss die Anzahl der Elektronen geändert werden. Wenn der Strohhalme an der Wolle gerieben wird, verliert er ein paar Elektronen an das Wolltuch. Die elektrische Ladung des Strohhalms ändert sich von neutral zu positiv.	<b>BEISPIELE</b> Wenn man Styropor zerrupft bleiben Styroporkügelchen sehr hartnäckig an den Händen kleben.  Beim Kämmen von frisch gewaschenem, trockenem Haar stehen die Haare ab.  Bei völliger Dunkelheit (z.B. bei Stromausfall) können mit dem Überden-Kopf-Ausziehen eines Pullovers so viel Funken erzeugt werden, dass die nähere Umgebung blitzlichtartig gerade so stark beleuchtet wird, dass ein Orientieren ermöglicht wird. Zunehmend sind Textilien jedoch so leitfähig ausgerüstet, dass dieses Funkenziehen reduziert wird.	
<b>ERKLÄRUNG KOMPLEX</b> Es handelt sich um einen energetisch günstigen Übergang von Elektronen zwischen zwei sich berührenden Stoffen infolge der Verschiedenheit der Austrittsarbeit. Es gehen solange Elektronen über, bis die sich dadurch aufbauende Potenzialdifferenz (Berührungsspannung) den Energiegewinn wettmacht. Die Reibung sorgt hierbei für eine effektive Ausprägung der Berührungselektrizität. Für Berührungselektrizität sind nur molekulare Abstände erforderlich. Durch Reiben wird für deutlich größere Bereiche der Oberfläche vorübergehend eine hinreichende Annäherung der Stoffe erreicht. Für den eigentlichen Effekt der Ladungstrennung zwischen den unterschiedlichen Materialien spielt der Vorgang der Reibung allerdings keine Rolle.		

einfacher Elektromotor		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>1,5 V Batterie 20 cm dünner Draht Spanplattenschraube 4 x 35 mm 1 Scheibenmagnet</p> <p>optional kleines Stück Papier</p>	<p><b>AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Nimm in eine Hand eine 1,5 V Batterie und halte mit dem Zeigefinger ein abisoliertes Ende des Drahtes an einen Pol der Batterie. Am anderen Pol der Batterie wird die Spitze einer Schraube, an der ein Magnet haftet, angebracht. Nun wird das andere Ende des am Ende abisolierten Drahtes zum Magneten geführt.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Bei der Berührung des Drahtes mit der Seite des Magneten beginnt sich die Schraube mit dem Magneten zu drehen.</p>	<p><b>SCHLAGWÖRTE</b> Elektromotor, Lorentzkraft, Drehmoment</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>	
<p><b>ERKLÄRUNG EINFACH</b></p> <p>Der scheibenförmige Magnet hängt durch die Schraube als Spitzenlager leicht drehbar und elektrisch leitend unter dem Minus-Pol der Batterie. Der Draht verbindet den Plus-Pol mit der Seite des Magneten, wodurch ein starker Kurzschlussstrom entsteht. Der aus Schraube und Magnet bestehende Rotor erfüllt zwei wesentliche physikalische Funktionen: Zum einen stellt er eines der für einen Elektromotor nötigen Magnetfelder bereit, zum anderen leitet er den Strom von dem einen Pol der Batterie über den Draht zum anderen Pol zurück. Hier wird elektrische Energie in mechanische Energie umwandelt.</p>		
<p><b>LORENTZKRAFT</b></p> <p>Die horizontal bewegten Elektronen im vertikalen Magnetfeld erfahren eine Lorentzkraft, die den Magneten und die Schraube in eine schnelle Drehung versetzen. Der sehr hohe Strom, der von der Batterie durch das Kabel und den Magneten über die Schraube zurück zur Batterie fließt, muss das Magnetfeld des Zylindermagneten passieren. Dabei wird eine Lorentz-Kraft auf den Strom ausgeübt, die idealerweise zu einer Ablenkung senkrecht zur Strom- und zur Feldlinienrichtung des Magneten führt. Als Reaktion auf die Ablenkung des Stromes tritt eine Gegenkraft auf. Die führt zu einem Drehmoment, das den Zylindermagneten in Rotation versetzt.</p> <p>Die Lorentzkraft ist die Kraft, die eine Ladung in einem magnetischen Feld erfährt. Ein Magnetfeld übt Kraft auf bewegte Ladungen aus, während ein elektrisches Feld auf bewegte und unbewegte Ladungen gleichermaßen wirkt.</p>		
<p><b>Rechte-Hand-Regel oder Drei-Finger-Regel</b></p>  <p>Merke: die rechte Hand ist die positive Hand Meistens Quatsch, denn die Protonen sind in Feststoffen fest verankert und bewegen sich nicht.</p>	<p><b>„Ich bin Franz“</b></p> <p>Die Anfangsbuchstaben lauten IBF. Der Daumen steht dabei für den Strom I und zeigt die Stromrichtung an. Der Zeigefinger stellt das Magnetfeld B dar und weist in die Magnetfeldrichtung. Der Mittelfinger zeigt die Richtung der Lorentzkraft F an, die auf den Leiter wirkt.</p> <p>Was man hier an der Abbildung nicht gut erkennen kann: wenn man die Hand vor den Körper hält zeigt der Daumen nach oben, der Zeigefinger nach rechts/links und der Mittelfinger zum Körper hin. Das Magnetfeld und die Stromrichtung stehen senkrecht zueinander und die Lorentzkraft steht senkrecht zu beiden.</p>	<p><b>Linke-Hand-Regel oder Drei-Finger-Regel</b></p>  <p>Merke: die linke Hand ist die negative Hand (ist in vielen Kulturen wirklich so!) Aber das ist die reale Stromrichtung, denn es bewegen sich ja tatsächlich meist nur die Elektronen.</p>

<b>Beugung am Seidentuch</b>			
<b>MATERIAL</b> Seidentuch Kerze oder Teelicht Laserpointer	<b>AUFBAU</b> Kerze anzünden und einige Meter weit wegstellen		<b>SKIZZE/BILD</b> 
<b>DURCHFÜHRUNG</b> Man beobachtet die Kerze durch ein Seidentuch.  <b>VARIANTE</b> Man kann die Kerze auch durch lange Haare betrachten.	<b>BEOBACHTUNG</b> Durch die Beugung am Spalt oder Gitter (Textilstruktur des Seidentuchs) erscheinen mehrere Flammen links und rechts. Die mittlere Flamme wird auseinandergezogen, die „Nebenflammen“ erscheinen farbig (außen rot, innen blau). Je enger der Spalt, umso deutlicher der Effekt. Dies erreicht man z.B. durch Schräghalten des Seidentuches (Verändern der Gitterkonstante).	<b>SCHLAGWORTE</b> Beugung, Diffraktion, Gitterkonstante, Wellenoptik, Huygens, Fresnel, Spikes  <b>LINKS</b> Immer einen Besuch wert <b>WWW.PHYSIKUSSE.DE</b>	
Mit einem Laserpointer kann man durch das Seidentuch an die Decke, bzw. Wand leuchten. Beobachte dann was passiert, wenn man das Tuch in eine Richtung kippt.			
<b>ERKLÄRUNG EINFACH</b> Beugung ist die Ablenkung von Wellen an einem Hindernis. Durch Beugung kann sich eine Welle, z.B. Licht dorthin ausbreiten, wo sie auf geradem Weg durch das Hindernis versperrt wären.		<b>GITTERKONSTANTE</b> Die Gitterkonstante ist der Abstand zwischen zwei benachbarten Öffnungen der Gitterstruktur. Bei dem Seidentuch ist das ungefähr das Doppelte der Fadendicke denn die Lücke zwischen den Fäden ist ungefähr auch eine Fadendicke breit.	
<b>ERKLÄRUNG KOMPLEX</b>  Beugung, oder auch Diffraktion, ist die bei einer Wellenbewegung auftretende Abweichung von der ursprünglichen Richtung der Wellennormalen, die nicht durch Brechung, Reflexion oder Streuung hervorgerufen wird, sondern durch im Weg stehende Hindernisse (z.B. Beugungsspalt, Blende, Kante usw.) oder Dichteänderungen des Mediums (z.B. Erdatmosphäre). Sie ist stets mit Interferenz verbunden. Durch Beugung gelangt auch in ursprünglich von der Strahlung abgeschirmte Gebiete Energie.  Qualitativ lassen sich Beugungserscheinungen auf Grund des Huygensschen Prinzips der Elementarwellen verstehen: Jeder Punkt einer Wellenfläche wird als Ausgangspunkt einer Elementarwelle angesehen. Die Überlagerung aller dieser Elementarwellen ergibt die neue Wellenfront, die i.A. mit der alten identisch ist. Ist jedoch ein Hindernis im Weg, finden die Elementarwellen am Rand des Hindernisses keine Partialwellen, mit denen sie interferieren können. Daher breiten sie sich dort als Kugelwellen aus und gelangen so in den Raum hinter dem Hindernis. Die Intensität dieser Beugungswelle (entstanden aus der Interferenz der beteiligten Elementarwellen) ist stark richtungsabhängig, so daß ein sog. Beugungsmuster entsteht. Das Beugungsmuster und das beugenden Objekt ähneln sich normalerweise nicht. Aber bei symmetrischen Objekten kann ein symmetrisches Beugungsmuster entstehen.  Spikes (Stachel) werden auch Lichtkreuze genannt. Das sind Beugungsstrukturen, die auf manchen Fotografien zu sehen sind. Spikes sind häufig auf astronomischen Fotos zu sehen. Sie entstehen durch Beugung an der meist kreuzförmigen Aufhängung des Fangspiegels im Fernrohr, während die kreisförmige Fernrohrapertur für die kleinen kreisförmigen Beugungsscheibchen verantwortlich ist. Obwohl die Beugungsscheibchen gleich groß sind, erscheinen aufgrund von Überstrahlungen helle Sterne größer. Während Spikes in der Astronomie unerwünscht sind, sich aber nicht vermeiden lassen, nutzt sie die Fotografie als künstlerisches Gestaltungsmittel. Längliche Furchen auf einem Kamerafilter verleihen Spitzlichtern ein sternförmiges Aussehen.			

Kleiderbügelglocke		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>Metall-Kleiderbügel Zwirn oder andere Schnur</p>	<p><b>AUFBAU</b></p> <p>Binde die Schnüre rechts und links am geraden Teil des Kleiderbügels fest. Die beiden Enden der Schnur wickelt man ein paar mal um je einen Zeigefinger. Man beugt sich vor und steckt die beiden Fingerspitzen in die Ohren. Beuge dich leicht nach vorne, so dass der Kleiderbügel frei schwingt.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Jetzt klopft der Partner mit dem Stift auf den Kleiderbügel. Wenn Du alleine bist, kannst Du den Kleiderbügel auch gegen einen Stuhl oder Tisch schwingen lassen.</p>	<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Man hört über die Fingel einen deutlichen, glockenartigen Ton. Nimmt man die Finger aus den Ohren heraus, hört man den Ton nicht.</p>	<p><b>SCHLAGWORTE</b></p> <p>Schall, Vibration, Klang, Klangkörper</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>Immer einen Besuch wert <b>WWW.PHYSIKUSSE.DE</b></p>
<p><b>ERKLÄRUNG EINFACH</b></p> <p>Das menschliche Gehör kann Schall und Vibrationen in Form von Tönen, Klängen oder Geräuschen wahrnehmen. Diese gelangen normalerweise über die Luft an unser Ohr. Da aber die „leichte“ Luft nur schwer eine massige Haut (Trommelfell) und Gehörknöchelchen anstuppsen kann, hören wir selbst große Luftbewegungen nur sehr leise. Durch die Schnur wird die Schwingung des Kleiderbügels direkt an die Knochen im Ohr übertragen, wenn die Finger die Schnur fest mit dem Ohr verbinden. Dadurch hören wir einen sehr viel lautereren Ton!</p>		
<p><b>VARIANTE</b></p> <p>mit Löffel und Geschenkband</p> 	<p>Hat man einen kleinen Löffel, so ist der Ton höher, bei einem größeren Löffel tiefer.</p> <p>Der durch Körper übertragene Schall ist für den Menschen, vor allem bei tiefen Frequenzen, auch gut zu fühlen.</p> <p><b>ZUSATZWISSEN</b></p> <p>Der Erfinder Thomas Edison (1847–1931) war schwerhörig. Damit er trotzdem auch leise Töne auf dem von ihm erfundenen Phonografen – einem Vorläufer des Plattenspielers – hören konnte, legte er seine Zähne auf das Holz des Gehäuses. Er selber sagte, dass er sogar in das Holz hineingebissen habe. Dasselbe tat er, wenn jemand in seinem Haus Klavier spielte.</p> <p>Musiker halten sich mitunter eine Stimmgabel an den Kopf, um den Kammerton besser zu hören.</p>	

Wellenmaschine			
<b>MATERIAL</b> Tesa-Streifen Strohhalm Stativ aus einer Platte und 2 Stangen, aus Holz, Metall oder Plastikrohr kleine Schrauben Reiszwecke	<b>AUFBAU</b> Nachdem ein stabiles Stativ gebaut ist befestigt man am freien Ende der Querstange einen Tesastreifen. Der muss senkrecht bis zum Boden des Stativs reichen und wahlweise auf diesem mit einer Reiszwecke festgepinnt werden oder frei baumeln können.  Auf den senkrecht hängenden Tesa-Streifen werden im Abstand von ca. 1 cm Strohhalm mittig aufgeklebt. An den Enden der Strohhalm fixiert man kleine Schrauben für ein größeres Trägheitsmoment.	<b>SKIZZE/BILD</b> 	
<b>DURCHFÜHRUNG</b> Den unteren Strohhalm mit dem Finger auslenken und loslassen.	<b>BEOBACHTUNG</b> Mit dem Aufbau lassen sich alle wichtigen Wellenphänomene demonstrieren.	<b>SCHLAGWORTE</b> Welle, Reflexion, transversal, longitudinal, Interferenz  <b>LINKS</b> Longitudinal and Transverse Waves von Animations for Physics and Astronomy auf YouTube Welle, Reflexion von Wellen (am festen und losen Ende) von SimplePhysics auf Youtube  Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a>	
<b>ERKLÄRUNG EINFACH</b> Durch Bewegen der Halme lässt sich die Ausbreitung einer Welle zeigen. Dies ist ein einfaches Modell einer Wellenmaschine. Es können wandernde Wellen (sowohl transversal als auch longitudinal), Wellenreflexion und stehende Wellen dargestellt werden.			
<b>ERKLÄRUNG KOMPLEX</b> Eine Welle ist eine Schwingung, die von untereinander verbundenen Teilchen hintereinander ausgeführt wird. Es gibt eine Nulllinie auf der die Teilchen im Ruhezustand liegen. Das Maximum und das Minimum sind die größtmöglichen Auslenkungen. Wenn eine Strohhalmseite nach vorne gezogen wird, zieht es die folgenden Strohhalm mit. Dabei kommt es zu einer Zeitverzögerung zwischen den einzelnen Halmen. So entsteht eine Welle. Eine Welle ist eine Folge von Schwingungen. Von unten nach oben ist die Ausbreitungsrichtung. Wellenlänge ist die Strecke zwischen zwei gleichen Schwingern. Frequenz ist die Anzahl der ganzen Schwingungen, die ein Teilchen in einer Sekunde durchführt.			
<b>TRANSVERSALWELLE</b>  Wenn die Schwingungsrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht nennt man das Transversalwelle.		<b>LONGITUDINALWELLE</b>  Eine Longitudinalwelle (Längswelle) schwingt in Ausbreitungsrichtung.	
<b>BEISPIEL SLINKY</b> 			
<b>REFLEXION VON WELLEN AM FESTEN UND AM LOSEN ENDE (PHASENSPRUNG)</b>  Das tolle an dieser gebastelten Konstruktion ist, dass man die Reflexion der Welle durch Festpinnen oder Lösen des Tesastreifens ändern kann. bei einer losen Welle wird diese ohne Phasensprung reflektiert, das heißt sie kommt so zurück wie sie hin gelaufen ist. Bei einer Welle mit festem Ende kann dieses nicht mitschwingen. Es kommt zu einem Phasensprung. Der Phasensprung ist ein physikalischer Vorgang, bei dem sich die Phase einer Welle abrupt ändert. Und zwar genau um $\pi$ . Bei einem festen Ende müssen alle Wellen immer so gegeneinander laufen, dass sie sich im Endpunkt auslöschen. Phasensprünge sind für Interferenzphänomene unterschiedlichster Wellenarten von Bedeutung, insbesondere für die Bildung von stehenden Wellen in geschlossenen Räumen.			

# temperaturempfindliches Papier

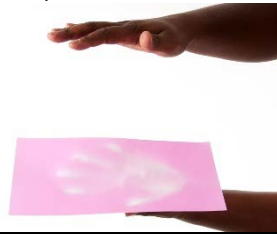
**MATERIAL**

Temperaturempfindliches Papier

**DURCHFÜHRUNG**

Man berühre das Papier mit der Hand, wickle es um warme Gegenstände und lasse es wieder abkühlen.

**SKIZZE/BILD**



**ERKLÄRUNG KOMPLEX**

Als Thermochromie bezeichnet man die Eigenschaft bestimmter Substanzen, bei Temperaturänderung die Farbe zu ändern. Dieser Vorgang ist hier reversibel, d. h. nach dem Abkühlen nehmen sie wieder ihre ursprüngliche Farbe an. Grund für diese Farbveränderungen sind Änderungen der Molekül- oder Kristallstruktur.

Thermochromie ist bei organischen Verbindungen häufiger anzutreffen. Derartige chromophore organische Verbindungen, die auch thermochromes Verhalten zeigen, wechseln bei Temperaturänderung ihren Molekülzustand.

Bei diesem Papier ist die Farbe bei niedrigeren Temperaturen sichtbar und bei höheren verblasst sie. Wärme verursacht eine endotherme Reaktion. Kälte verursacht eine exotherme Reaktion.

**VARIANTE**

Das Papier wird mit großen Buchstaben oder Zahlen auf der Rückseite (weisse Seite) bedruckt. Dann hält man es mit der bedruckten Seite in die Sonne

**BEOBACHTUNG**

Die Buchstaben/Zahlen werden auf der Rückseite sichtbar. Die weisse Färbung zeigt, dass dort die meiste Hitze entstanden ist.

**SCHLAGWORTE**

Endotherm, exotherm, thermochrom

**LINKS**

Immer einen Besuch wert [WWW.PHYSIKUSSE.DE](http://WWW.PHYSIKUSSE.DE)

Licht trifft mit all seinen Farben auf zum Beispiel ein Stück Stoff. Alle Farben bis auf rot werden absorbiert und in Wärme umgewandelt. Nur die roten Anteile des Lichts werden reflektiert. Dann treffen sie auf unser Auge und das sieht den Stoff dann rot. Man merkt dem Stoff jetzt nicht unbedingt an, dass er ständig warm ist nur weil Licht in Wärme umgewandelt wird. Das ist minimal. Aber ihr kennt das, wenn wir ein krasses Beispiel nehmen schon: wenn ihr im Sommer in der Sonne steht ist es in einem schwarzen T-Shirt schlechter auszuhalten als in einem weißen. Schwarz und weiss sind halt sehr krass. Weiss reflektiert alle Farben. Rot, gelb, blau. Alles. Da nichts in Wärme umgewandelt wird, scheint weisser Stoff kühl zu sein. Schwarzer Stoff absorbiert alle Farben und wandelt ebene auch alles in Wärme um. Das ist minimal, aber im Sommer, wenn viel Licht auftrifft, wird es dann eben doch unangenehm. Und genauso geht es hier mit der schwarzen Schrift auf weissem Grund.

**ANWENDUNG**

Anwendungsgebiet ist die Verpackungstechnik. Lebensmittelverpackungen können so beispielsweise eine Unterbrechung der Kühlkette oder eine Lagerung bei falschen Temperaturen auf dem Etikett anzeigen und somit den Verbraucher über die Qualität des Produktes informieren.

Zaubertassen verändern je nach Füllstand des (heißen) Getränks ein aufgetragenes Motiv.

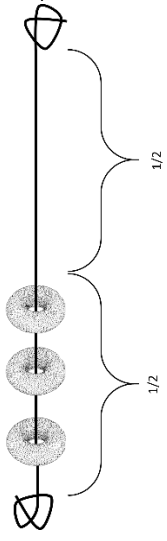
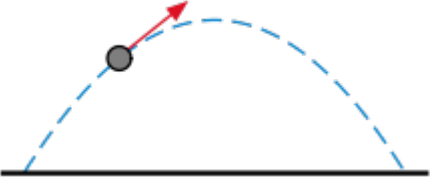
Aquarienthermometer, die als Thermofolie außen auf die Glasscheibe des Beckens geklebt werden.

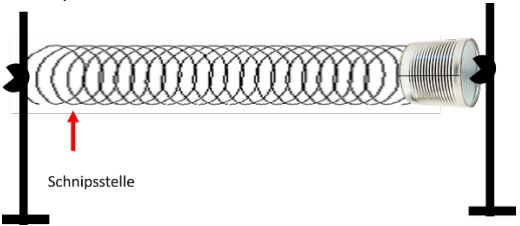
Stimmungsringe haben in Quarz versiegelte thermochrome Kristalle. Die mit der Körpertemperatur wechselnde Farbe soll angeblich die jeweilige Gemütslage anzeigen.

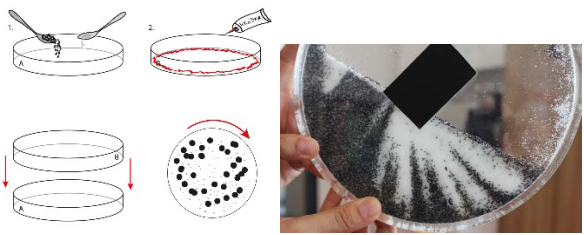
Fieberthermometer mit thermochromen Feldern




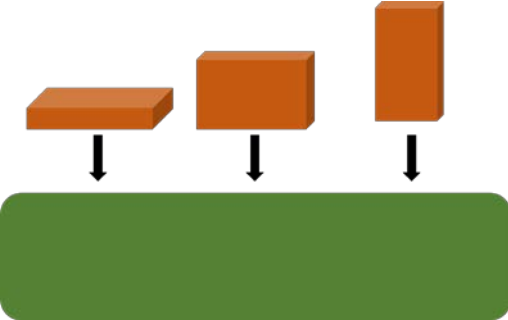
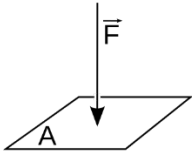



Magnete in der Schwerelosigkeit			
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>3 Magnete Holz-, Metallstab oder Draht (aber nicht aus Eisen!!!)</p>	<p><b>AUFBAU</b></p> <p>Die Magnete werden auf den Spieß aufgefädelt, so dass sie sich abstoßen. Sie sollten dabei nur maximal die Hälfte des Drahtes belegen.</p>		<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Der Stab wird in hohem Bogen geworfen (und bitte wieder aufgefangen, damit er nicht kaputt geht!)</p>	<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Die Magnete fliegen auseinander.</p>	<p><b>SCHLAGWORTE</b> Schwerelosigkeit, Parabelflug</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>	
<p><b>ERKLÄRUNG EINFACH</b></p> <p>Jeder Körper auf einer Wurfparabel ist ohne weitere Krafteinwirkung schwerelos. (Sofern wir die Luftreibung vernachlässigen)</p> 		<p>Eigentlich besteht die Flugbahn aus zwei Teilbewegungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. In horizontaler Richtung bleibt die Geschwindigkeit fast konstant.</li> <li>2. In vertikaler Richtung gibt es einmal eine Anfangsgeschwindigkeit nach oben und dann wegen der Gravitation eine nach unten gerichtete konstante Beschleunigung.</li> </ol> <p>Beide Teilbewegungen zusammen ergeben dann das Bild, das wir aus der Mathematik als Parabel kennen.</p> <p>Fazit: „Ein Körper der sich in einem gleichförmigen Gravitationsfeld ohne Einwirkung anderer Kräfte bewegt, folgt einer parabelförmigen Flugbahn.“</p>	
<p>Bei sogenannten Parabelflügen gleicht man die Luftreibung eines Flugzeugs durch den Schub der Triebwerke bzw. geeignete Flugmanöver exakt aus und erreicht so für einige Sekunden Schwerelosigkeit.</p> <p>Beim Einleiten des Steigfluges, sowie beim Abfangen des Sturzfluges, herrscht im Flugzeug nahezu doppelte Schwere, zusammengesetzt aus der Gravitation und der dabei etwa ebenso starken Trägheitskraft. Dies wird auch als Hyperschwerkraft bezeichnet.</p>		<p>In der Praxis werden meist 5 bis 30 Parabeln hintereinander geflogen. Was macht das mit dem Fluggast? Durch die Beschleunigung und die Steiflüge senden Augen und Gleichgewichtsorgane Informationen an das Gehirn, die inhaltlich nicht zusammenpassen. Einige Menschen reagieren auf die schnellen Schwerkraftwechsel bei einem Parabelflug mit Übelkeit oder Brechreiz. Daher werden vor einem solchen Flug Antikotzmittel (Antiemetika) verabreicht. Wegen der unangenehmen Symptome bei vielen Teilnehmern tragen die Flugzeuge, mit denen solche Flüge durchgeführt werden, auch gelegentlich den Spitznamen „Kotzbomber“. Die US-Raumfahrtbehörde NASA nennt ihre für Parabelflüge verwendete KC-135 „Vomit Comet“, also Kotzkomet. Die meisten Teilnehmer empfinden die Schwerelosigkeit allerdings als angenehm, weswegen solche Flüge auch sehr beliebt sind.</p>	

Pew-pew-Maschine		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>2 Stative Slinky aus Metall Leere Konservendose oder Becher</p>	<p><b>AUFBAU</b></p> <p>Das eine Ende des Slinky wird an einer Stativstange befestigt. Eine Windung des anderen Endes wird in ein Loch im Boden einer Konservendose gedreht. Die Dose wird ebenfalls an einer Stativstange befestigt. Der Slinky sollte locker gespannt (nicht maximal) sein.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Man schnipst mit zwei Fingern an einer Windung oder schlägt mit einem Löffel o.ä. dagegen, so dass eine Transversalwelle entsteht</p>	<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Der Slinky erzeugt den Sound einer Laserkanone</p>	<p><b>SCHLAGWORTE</b></p> <p>Star wars sound, laser sound, slinky</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>YouTube How to create laser sounds with a slinky spring von edutrade All you need is a Slinky von Nerdist</p> <p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>
<p><b>ERKLÄRUNG EINFACH</b></p> <p>Aufgrund der Dispersion (Ausbreitung, Zerstreuung) durchlaufen den Slinky Wellen mit verschiedenen Frequenzen. Hochfrequente Wellen laufen schnell, niederfrequente langsam von der Schnipsstelle bis zum anderen Ende. Wenn man nun einen Verstärker (Amplifier) in Form einer Dose anbringt, kann man zunächst den hohen Ton und direkt anschließend den tieferen Ton hören. Und das hört sich wie eine Laserkanone an.</p>		

<h1 style="margin: 0;">Petrischalen mit Mohn und Salz</h1>		
<b>MATERIAL</b>  Petrischale Mohn Salz	<b>AUFBAU</b>  Das Gemisch besteht zur Hälfte aus Kochsalz und Mohn und wird in den unteren Teil der Petrischale gegeben. In den Deckel wird Kleber/Silikon gegeben und dann auf das Unterteil geklebt.	<b>SKIZZE/BILD</b>  
<b>BEOBACHTUNG</b>  Wenn man die Petrischale langsam dreht entmischen sich Mohn und Salz	<b>ERKLÄRUNG</b>  In diesem Experiment wird gezeigt, wie sich ein Gemisch aus granularen Materialien unterschiedlicher Dichte entmischen kann.  Die Physik der granularen Materie beruht auf mechanischen, und bei genügend kleinen Körnern, elektrostatischen Wechselwirkungen.	<b>SCHLAGWORTE</b> Musterbildung, Strukturbildung, granulare Materie, Paranus-Effekt  <b>LINKS</b>  Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a>
<b>ERKLÄRUNG EINFACH</b>  Dieses Phänomen ist extrem komplex und längst noch nicht en Detail verstanden. Aber wir können und vorstellen, dass gleichartige Partikel z.B. auf Grund von statischer Elektrizität leicht „aneinanderpappt“ und sich so bereiche mit überwiegend Salz bzw. andere Bereiche mit überwiegend Mohn bilden. Damit diese Bereiche entstehen können, muss eine Bewegung erzeugt werden (Drehen). Damit sie eine sichtbare Größe annehmen, muss diese Bewegung langsam sein, sonst können die kleinen „Klebkkräfte“ keinen größeren Klumpen bilden.		
<b>DER PARANUSS-EFFEKT ODER: WARUM LIEGEN DIE ROSINEN IN DER MÜSLISCHACHTEL IMMER OBEN?</b>  Der Paranus-Effekt tritt in gemischten granularen Medien auf. Dabei finden sich nach mehrfachem Rütteln an einer Packung, die Partikel verschiedener Größen enthält, die größten oben. Öffnet man eine Packung Müsli so liegen die größten Nüsse oder andere Teile meist oben drauf. Da die dicksten Stücke im Müsli in den USA oft Paranüsse sind, wird dieses Phänomen auch als Paranus-Effekt bezeichnet.  Es handelt sich um eine Entmischung (Segregation). Ursache für die Entmischung ist eine rüttelnde Bewegung, z.B. durch Transport der Packung Müsli. Durch die rüttelnde Bewegung entstehen kurzzeitig Hohlräume, in die bevorzugt die kleineren Bestandteile des Müslis rutschen. Die größeren passen nicht hinein, so dass sie nach oben „wandern“, je länger man schüttelt. Zumindest ist das oft so. Aber die Segregation ist nicht so einfach und Forscher verzweifeln immer noch daran. Denn die genauen Wege der Nüsse hängen von ihrer Dichte, Form und Oberflächenbeschaffenheit sowie der äußeren Bewegung ab. Auch die Form des Behälters spielt eine zentrale Rolle, denn der wichtigste Mechanismus ist hier die Reibung - und zwar insbesondere mit den Behälterwänden. So kann es auch sein, dass die dicken Nüsse unten liegen. Man spricht dann vom umgekehrten Paranus-Effekt.  Der Paranus-Effekt spielt nicht nur bei Müsli eine Rolle, sondern ist für die Dynamik aller granularen Medien und somit etwa in der Geophysik und Geotechnik in Bezug auf sandige und kiesige Böden von Bedeutung.		
Der Paranus-Effekt ist zum Beispiel bei Misch- und Entmischverfahren wie der Herstellung von Medikamenten, zum Sortieren von Körnern oder in der Lebensmittelproduktion wichtig. Bauern ärgern sich oft darüber, dass sie im Sommer erst mühsam das Feld von großen Gesteinbrocken gesäubert haben... und schwupps nach dem nächsten Winter liegen wieder dicke Brocken oben auf dem Feld und beschädigen die Traktoren. Sehr ärgerlich!		

Glockenstab		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>Holz oder Plastikstab ca 40 - 50cm, Durchmesser 2,5cm Schnur Fünf Glöckchen, am besten verschiedene Farben</p>	<p><b>AUFBAU</b></p> <p>An einem Stab hängen in gleichmäßigen Abständen fünf Messingglocken.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Man hält den Stab mit ausgestrecktem Arm in einer Hand und bittet einen Zuschauer, eine der Glocken zu bestimmen. Man lässt die Glocken schwingen. Wenn man nun die richtige Frequenz trifft, schwingt nur eine Glocke weiter, im besten Fall die vom Zuschauer genannte. Das erfordert ein wenig Übung Man kann die jeweilige Glocke vorwärts aber auch im Kreis schwingen lassen.</p>		<p><b>SCHLAGWORTE</b> Burmese bells, Resonanz, Eigenfrequenz</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>
<p><b>ERKLÄRUNG</b></p> <p>Ein Pendel ist ein Körper, der an einer Achse oder einem Punkt außerhalb seines Massenmittelpunktes drehbar gelagert ist um seine eigene Ruheposition schwingen kann. Seine einfachste Ausführung ist das Fadenpendel, das aus einem an einem Faden aufgehängten Gewicht besteht.</p> <p>Bringt man ein Pendel aus seiner vertikalen Ruhelage, schwingt es unter dem Einfluss der Schwerkraft zurück und wird symmetrisch zwischen den Scheitelpunkten um die Ruheposition herum weiterschwingen bis die Reibungskräfte die Bewegung zum Stillstand bringen.</p> <p>Hier haben wir fünf Pendel. Einziger Unterschied ist die Fadenlänge, aber genau das ist physikalisch wichtige Größe bei einem Pendel.</p> <p>Je nach Frequenz schwingen die Pendel mit, deren Eigenfrequenz gerade getroffen wurde.</p> <p>Die Resonanz wird ausgenutzt, um eine bestimmte Frequenz herauszufiltern und zu verstärken. Die im Resonanzfall anwachsenden Ausschläge entstehen dadurch, dass das System bei jeder Schwingung erneut Energie aufnimmt und speichert.</p>		

Druckverteilung auf Steckmasse		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>Nassteckmasse Holzklötzchen ca 7 x 4 x 2 cm und andere Größen</p>	<p><b>AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Drücke das Holzklötzchen nacheinander in verschiedenen Positionen mit der gleichen Kraft auf einen Nassesteckschwamm.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Man kann das Holzklötzchen viel leichter und weiter in die Steckmasse drücken, wenn die Auflagefläche klein ist. Je größer, desto schwerer geht es.</p>		<p><b>SCHLAGWORTE</b> Druck, Pascal</p> <p><b>LINKS</b></p>
<p><b>ERKLÄRUNG EINFACH</b></p> <p>Druck ist das Ergebnis von einer Kraft, die senkrecht auf eine Fläche einwirkt.</p> <p>Der auf eine Fläche wirkende Druck ist umso größer je größer die auf die Fläche wirkende Kraft ist. Meine Kraft mit der ich drücke bleibt aber immer gleich. Also gilt auch, dass der Druck umso größer wird, je kleiner die Fläche ist.</p>		<p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>
<p><b>DRUCK</b></p> <p>Formelzeichen p Einheit: 1 Pascal</p> <p>Ein Pascal (1 Pa) ist die Abkürzung für die Einheit ein Newton je Quadratmeter. Benannt ist die Einheit nach dem französischen Mathematiker und Physiker BLAISE PASCAL.</p> <p>Druck kann in Flüssigkeiten und in Gasen auftreten. Auch feste Körper können auf andere Körper Druck ausüben.</p> <p>Der Druck kann mithilfe von Druckmessers oder Manometern gemessen werden.</p>		 <p>Hier steht die Kraft F senkrecht auf der Fläche A</p> <p>Der Druck auf einen Körper ist positiv, wenn die Kraft zum Körper hin gerichtet ist, ein negativer Druck entspricht einem Zug.</p>
<p>Der Druck auf einer ebenen Fläche lässt sich mathematisch als Quotient <math>p = \frac{F}{A}</math> schreiben.</p>		
<p><b>ZUSATZWISSEN</b></p> <p>In Europa bekannt wurden Fakire durch das Fakirbrett respektive Fakirbett, eine Liegestatt aus großen Zimmermannsnägeln. Das große Erstaunen der Bevölkerung, wenn sich der Fakir ohne Verletzung von diesem „Bett“ erhob, ist allerdings auf ein einfaches physikalisches Prinzip zurückzuführen, wonach sich die Gesamtgewichtskraft relativ gleichmäßig auf sehr viele Nägel verteilt und eine Wunde daher nahezu ausgeschlossen ist, falls genügend Nägel vorhanden sind und das Gewicht des Fakirs niedrig genug ist.</p>		

<h1>Magnetische Alufolienrolle</h1>		
<p><b>MATERIAL</b></p> <p>Rolle Alufolie Magnet Durchmesser ca 20mm Eventuell Kissen zum Auffangen</p>	<p><b>AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG</b></p> <p>Lasse eine Magnetkugel durch eine senkrecht gehaltene Aufolienrolle fallen.</p>	<p><b>SKIZZE/BILD</b></p> 
<p><b>BEOBACHTUNG</b></p> <p>Die Kugel braucht viel länger, als man eigentlich meinen sollte.</p>	<p><b>ERKLÄRUNG KURZ</b></p> <p>Durch die Bewegung des Magneten werden im Aluminiumrohr Wirbelströme induziert, deren Magnetfeld die Bewegung des Magneten bremsen.</p>	<p><b>SCHLAGWORTE</b></p> <p>Wirbelstrom, Lenzsche Regel, Induktion</p> <p><b>LINKS</b></p> <p>Immer einen Besuch wert <a href="http://WWW.PHYSIKUSSE.DE">WWW.PHYSIKUSSE.DE</a></p>
<p><b>ERKLÄRUNG KOMPLEX</b></p> <p>Eine Magnetkugel wird durch eine senkrecht gehaltene Rolle mit Haushalt-Alufolie hindurchfallen gelassen. Die Alurolle hat einen Innendurchmesser von ca. 25 mm und ist somit so groß, dass sie die magnetische Kugel mechanisch nicht behindert und damit nicht bremsst. Die Länge der Alurolle ist ca 300 mm. Nach den Gesetzen des freien Falls (<math>s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2</math> wobei s der Weg, g die Erdbeschleunigung und t die Zeit symbolisiert) ergibt sich für die Zeit, die die Kugel im freien Fall für die Strecke von 0.3m benötigt ca. 0.24s. Die Reibungskräfte der Luft kann man vernachlässigen.</p> <p>Im Experiment zeigt sich aber, dass die Kugel 1.3 s und somit mehr als die 5-fache Zeit braucht.</p> <p>Die Aluminiumfolie bestehend aus quasi reinem Aluminium ist nicht ferromagnetisch. Dies können wir leicht prüfen, indem wir testen, ob die Folie vom Neodymmagneten angezogen wird. Dies ist in der Tat nicht der Fall. Die Aluminiumfolie ist aber sehr wohl elektrisch leitend, was wir mit einem Ohm-Meter beweisen können.</p> <p>Das sich durch die Bewegung der Magnetkugel örtlich verändernde Magnetfeld erzeugt in dem elektrischen Leiter Alufolie gemäß des Induktionsgesetzes einen elektrischen Strom. Genaugenommen handelt es sich um Wirbelströme, die kreisförmig durch das Aluminium laufen.</p> <p>Wirbelstrom nennt man einen Strom, der in einem ausgedehnten elektrischen Leiter in einem sich zeitlich ändernden Magnetfeld oder in einem bewegten Leiter in einem zeitlich konstanten, dafür räumlich inhomogenen Magnetfeld induziert wird. Der Name wurde gewählt, weil die Induktionsstromlinien wie Wirbel in sich geschlossen sind. Wirbelströme erzeugen ihrerseits ein Magnetfeld, das gemäß der Lenzschen Regel der Änderung des Feldes entgegenwirkt und damit stets bremsend wirkt!</p> <p>Da die Wirbelströme und damit das entgegengesetzte Magnetfeld umso stärker ist, je schneller die Magnetkugel fällt, ergibt sich nach kurzer Zeit eine konstante Fallgeschwindigkeit, ganz im Gegensatz zu freien Fall, bei dem der fallende Körper stetig schneller wird.</p> <p>Nach dem gleichen Prinzip funktionieren Wirbelstrombremsen in Fahrzeugen wie Bussen oder Zügen. Die sind super, weil praktisch verschleissfrei.</p>		