

Physikalische Werkaufgaben

In der folgenden Materialsammlung werden physikalische Werkaufgaben für den Unterricht in der Haupt-, Real- und Gesamtschule (Sek. I) vorgestellt. Die Aufgaben sind so ausgewählt, dass der Aufwand für Materialien, die benötigten Arbeitsgeräte und Werkzeuge gering ist. In der Regel lassen sich daher alle Aufgaben im Physikfachraum durchführen. Der Zeitaufwand für die Aufgaben liegt bei maximal einer Doppelstunde, kleinere Bastelaufgaben erfordern manchmal nur wenige Minuten.

Es ist in der Regel nicht daran gedacht, einen Gebrauchsgegenstand herzustellen, der den Schülerinnen und Schülern nach Hause mitgegeben wird. Projektaufgaben wie „Fotografieren mit einer selbstgebauten Lochkamera“, „Bau eines Radios“ u.a.m. erfordern einen höheren Zeit- und Materialaufwand und fehlen deshalb ebenfalls in dieser Aufstellung. Die vorgestellten Werkaufgaben sind besonders geeignet, um auch mit leistungsschwächeren Schülern einen motivierenden Einstieg in verschiedene Themenbereiche zu finden. Der Lehrer ist gut beraten, wenn er nicht bei allen Schulversuchen auf fertiges – und häufig auch teures – Experimentiermaterial zurückgreift. Die Herstellung und das Experimentieren mit den vorgestellten Geräten können die Lernprozesse im Physikunterricht unterstützen und positiv beeinflussen.

	Aufgabe	Thema	Jahrgang	Kosten pro Schüler/Arbeitsgruppe
1	Elektrische Bauteile auf Brettchen	Der einfache Stromkreis	5/6	ca. 6 Euro
2	Ein Ladungsprüfer	Ladungen, Elektrostatik	7/8	-
3	Spiegel aus Spiegelfolie	Spiegelbilder, Symmetrie	7/8 auch 5/6	0,20 Euro
4	Briefwaage aus einer Postkarte	Masse, Hebel,	7/8	-
5	Briefwaage	Masse, Hebel,	7/8	0,50 Euro
6.	Praxistest	Kräfte,	7/8	-
7	Toaster	Wirkungen des Stromes, Ohmsches Gesetz	7/8	1,00 Euro
8	Tauchsieder	Elektrische Energie, Wärmeenergie, Wärmewirkung des elektrischen Stromes	9/10 auch 5/6	1,00 Euro
9	Prinzip des E-Motors	Wirkungen des Stromes, Energiewandler	5/6, 9/10	
10	Einfacher E-Motor	Energiewandler, magnetische Wirkung des elektrischen Stromes	9/10 auch 5/6	1,00 Euro
11	Handyempfangsschaltung	Schwingungen und Wellen, Elektronik	9/10	0,50 Euro

Bausteine für Elektrikversuche

Für spannende Versuche zur Elektrik kannst du dir die Bausteine selber herstellen.

Du benötigst:

- zwei Lampenbausteine mit Lampenfassungen E10
- zwei Umschalter (UM - Schalter)
- einen Tastschalter (EIN – Taster)
- eine rote Leuchtdiode mit 220 Ohm-Schutzwiderstand
- einen elektronischen Summer für 3 V
- einen Elektromotor mit Halterung (z. B. Solarmotor)
- eine Batteriehalterung für zwei 1,5 Volt Mignonzellen
- 10 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen

Taster und **Schalter** kannst du dir aus Messingstreifen leicht selbst herstellen und auf Holzklötzchen montieren. Deren Maß beträgt z. B. 10 x 30 x 60 mm (Abschnitte einer Leiste aus Kiefernholz oder Sperrholzabschnitte).

Die eigentliche Schaltfunktion übernimmt ein Messingstreifen, der bereits abgewinkelt und gelocht verkauft wird. Das Bild 1 zeigt einen daraus gebauten EIN -Taster und zwei UM – Schalter).

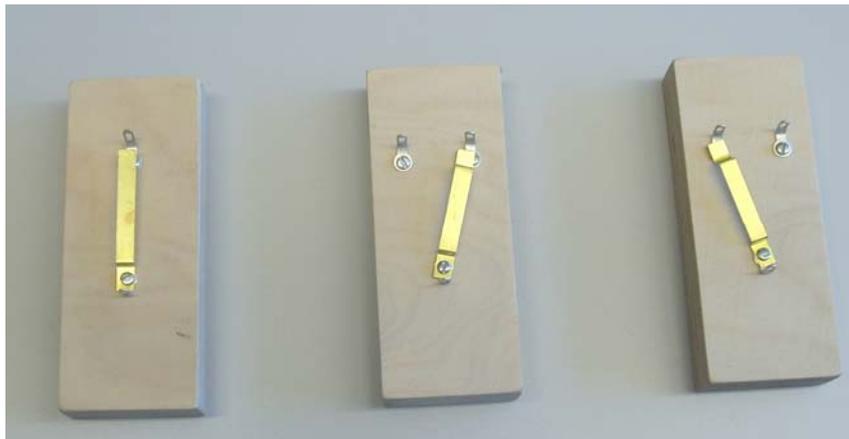
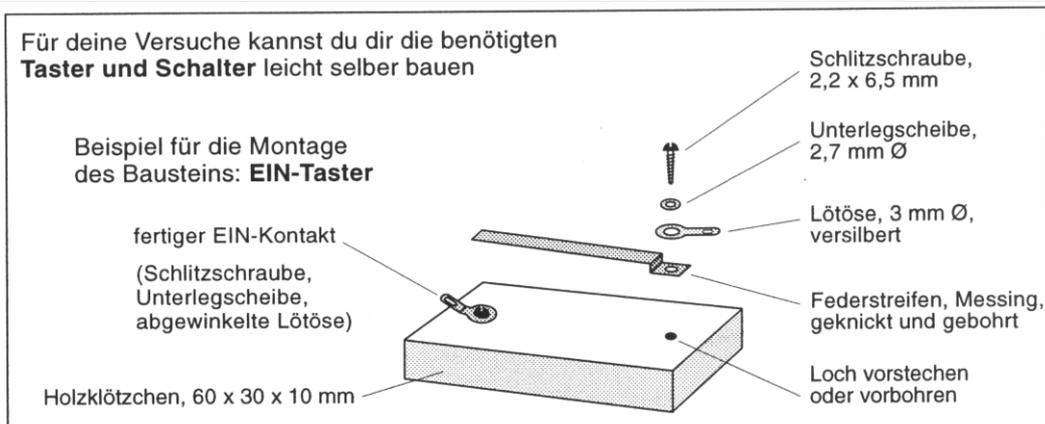


Bild 1

Der Anschluss der elektrischen Kontakte erfolgt über Lötösen (Loch 3mm). Die Löcher für die Holzschrauben (2,2 x 6,5 mm) werden zunächst mit einem Vorstecher in das Holz eingeschlagen. Unter jedem Schraubenkopf liegt später eine Unterlegscheibe (2,7 mm).



Bausteine für Elektrikversuche

Die beiden **Lampenbausteine** bestehen nur aus dem Holzbrettchen, auf das du die Lampenfassung mit zwei längeren Holzschrauben (2,2 x 12 mm) aufschraubst. Die beiden Lötösen werden mit den Schrauben festgeschraubt, die zur Fassung gehören.



Bild 2

Ganz kleine Ströme (unter 20 mA) können von einem schwach leuchtenden Glühlämpchen nicht angezeigt werden. Besser dafür geeignet ist eine **Leuchtdiode** (= LED). Eine LED leuchtet allerdings nur bei der richtigen Polung. Achte auf diese Kennzeichen:

Am Minusanschluss ist das Beinchen kürzer und der Kragen der LED abgeflacht. Eine rote LED benötigt eine Gleichspannung von nur 1,8 V.

Wird sie an Batterien (z. B. Flachbatterie 4,5 V oder ein Netzteil) angeschlossen, benötigt sie einen **Schutzwiderstand**. Montiere die LED mit ihrem Schutzwiderstand – hier 220 Ohm (Farbringe: rot - rot – braun) - in eine vierfache Lusterklemme. Damit später die Polung der LED erkennbar bleibt, markiere sie auf dem Holzbrettchen mit einem Stift.

Bausteine für Elektrikversuche

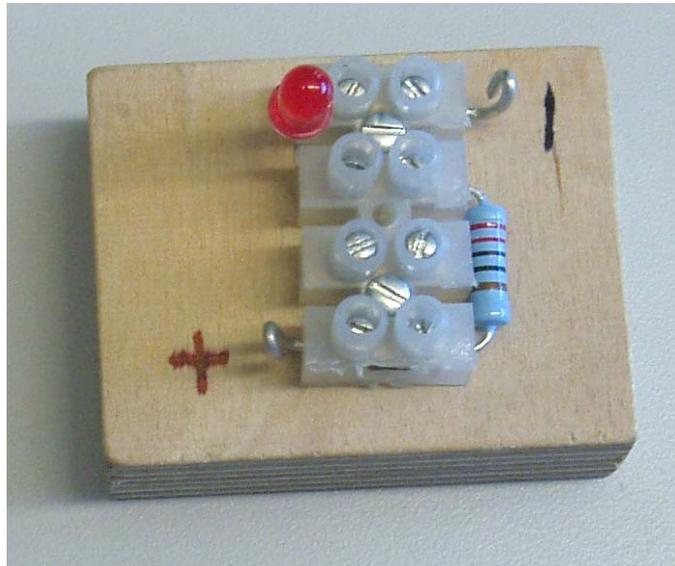


Bild 3: Leuchtdiode

Mit dem **Batteriebaustein** kannst du die Leuchtdiode und die anderen Geräte des Bausatzes betreiben. Klemme die Anschlussdrähte des Kastens zwischen den Lötösen und der Unterlegscheibe fest. Das rote Kabel markiert den Plusanschluss, das schwarze Kabel zeigt den Minuspol an. In den Batteriekasten kannst du normale 1,5 Volt Mignonzellen oder 1,2 Volt Akkus einlegen. Die beiden Batterien sind hintereinander geschaltet. Du erhältst dadurch eine Spannung von 3 Volt (2,4 Volt bei den Akkus). Die Akkus haben den Vorteil, dass du sie immer wieder aufladen kannst. **Achtung!** Die Akkus können heiß werden, wenn man beim Experimentieren einen Kurzschluss macht.

Der Batteriekasten kann aufgeklebt oder mit zwei kleinen Holzschrauben am Brett festgeschraubt werden.



Bild 4: Batteriebaustein

Bausteine für Elektrikversuche

Die Anschluss - Litzen des **Summers** bekommen zwischen Lötöse und Unterlegscheibe eine einfache Quetschverbindung. Auch beim Summer muss man auf die Polung achten.

Der **Motor** wird in einer Halterung montiert. Damit man sehen kann, ob er sich dreht, kannst du eine kleine Pappscheibe auf die Achse stecken.

Der Motor kommt mit wenig Strom aus und läuft schon bei einer geringen Spannung an. Du kannst ihn deshalb auch mit einer Solarbatterie betreiben. Wird bei einem Gleichstrommotor die Polung vertauscht, läuft er in die andere Richtung.

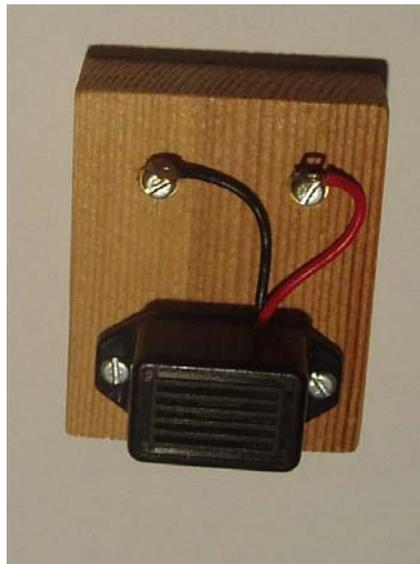


Bild 5: Summer für 3 V

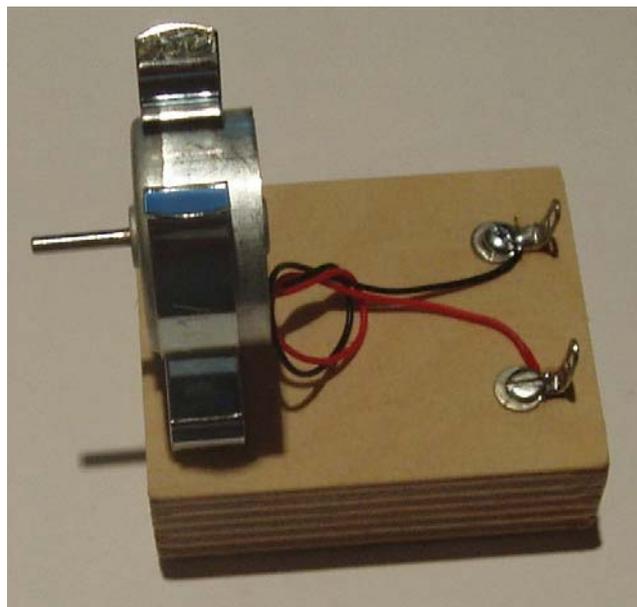


Bild 6: Solarmotor

Bausteine für Elektrikversuche

Material- und Beschaffungsliste:

Die Bezeichnungen, Bestellnummern und Preise beziehen sich auf die Firma

Traudl Riess KG
St. Georgen Straße 6
95463 Bindlach
Tel: 09208 9119
www.traudl-riess.de

Gegenstand	Katalogbezeichnung	Bestellnummer	Preis
Motor	Solar-Motor RF 300	06.065.0	1,45
Motorhalterung	Befestigungsklammer RE 280	06.022.0	0,25
Lüsterklemmen	12-fach Lüsterklemmleiste, Loch 2,7	19.415.0	0,46
LED	Leuchtdiode, rot, 5mm	19.060.1	0,08
Widerstand	Widerstand, 220 Ohm ¼ Watt	18.085.0	0,03
Batteriehalter	Batteriekasten, 2 x Mignonzellen	19.150.0	0,25
Messingzungen	Federstreifen	19.046.5	2,85/50St.
Unterlegscheiben	Beilagscheiben	21.017.0	1,95/1000St.
Summer	Minisummer, 3V	19.002.0	1,35
Lötfahnen	Lötfahnen, 3mm Bohrung	19.099.6	1,40/100St.
Lämpchen	Lämpchen E 10 3,8V/0,07A	19.054.0	0,18
Fassung E10	Ilu - Fassung	19.075.0	0,33
Batterien	Mignonzellen	19.028.0	0,32
Messstrippen	Messstrippen	19.032.1	2,60/10St.

Im Baumarkt zu beschaffen:

Zylinderkopfschrauben 2,2 X 10 – 12mm
 Holz, z.B. Sperrholz 20mm o.ä., Kiefernleisten,

Ein Ladungsprüfer

Wenn man einen Plastikamm oder einen Luftballon reibt, wird er aufgeladen. Ob eine statische Ladung vorliegt und wie diese Ladung wandert, kann man mit einfachen Mitteln prüfen.

Material

- einen langen Nagel (z. B. 70mm lang)
- ein hohes Glas (z. B. Marmeladenglas)
- ein Kunststoffdeckel (z.B. von einer Kaffeedose) oder ein Bierdeckel
- dünne Aluminiumfolie
- Schere
- Nähgarn
- Klebeband oder selbstklebende Klebepunkte (8 mm)

Bauanleitung

1. Drücke den Nagel mit 2/3 seiner Länge durch die Mitte des Kunststoffdeckels (bzw. des Bierdeckels)
2. Knote ein Stück Nähgarn (ca. 12 cm) in der Nähe der Nagelspitze fest. Links und rechts soll der Faden gleich lang sein.
3. Schneide zwei kleine Streifen Aluminiumfolie aus und klebe sie an die Fadenenden. Am einfachsten geht dies mit kleinen Klebepunkten. Man legt den Faden auf den Aluminiumstreifen und klebt den Klebepunkt darüber (linke Abbildung)
4. Lege den Kunststoffdeckel auf die Glasöffnung, so dass die Fäden hineinhängen. Damit ist der Ladungsprüfer fertig (Abbildung).

Du kannst die Bauanleitung bei 2.abwandeln und den Zeiger aus einem dünnen Alustreifen ausschneiden, diese in der Mitte falten und mit einem Klebepunkt an der Nagelspitze festkleben (siehe rechte Abbildung)



Ein Ladungsprüfer

So sieht ein fertiger Ladungsprüfer aus. Das Glas hat übrigens die Aufgabe, die Zeiger vor Luftzug zu schützen. Der Physiker nennt dies Gerät auch Elektroskop.

Es wurde bereits 1787 von A. Bennet erfunden und diente dazu elektrische Aufladungen nachzuweisen. Bei elektrischen Aufladungen können sehr hohe Spannungen entstehen, die sich manchmal in kleinen Blitzen entladen können. Das merkt man z.B., wenn man in einem Zimmer mit Teppichboden einen Türgriff aus Metall anfasst. Die Spannung, die man dabei fühlt, kann einige tausend Volt betragen. Sie ist aber ungefährlich, weil die Stromstärke sehr gering ist. Unser Spannungsmesser kann solche Spannungen anzeigen. Er reagiert etwa bei Spannungen von 500 V an aufwärts. Eine solche Spannung kannst du leicht selbst erzeugen.

Aufgaben

- Reibe eine Kunststoffolie mit einem Wollappen und berühre mit der Folie den Nagel. Notiere deine Beobachtung. Wiederhole den Versuch mit einem Luftballon.
- Fahre mit einem Kunststoffkamm mehrmals durch dein Haar – es muss aber trocken sein – und berühre mit dem Kamm den Nagel. Notiere wiederum deine Beobachtung.
- Wie kann das Elektroskop wieder entladen werden?



Das Spiegelpuzzle (1)

Material: aufstellbarer Taschenspiegel oder ein Stück Spiegelfolie (ca. 10cm x 5cm) zum Aufstellen

Aufgaben

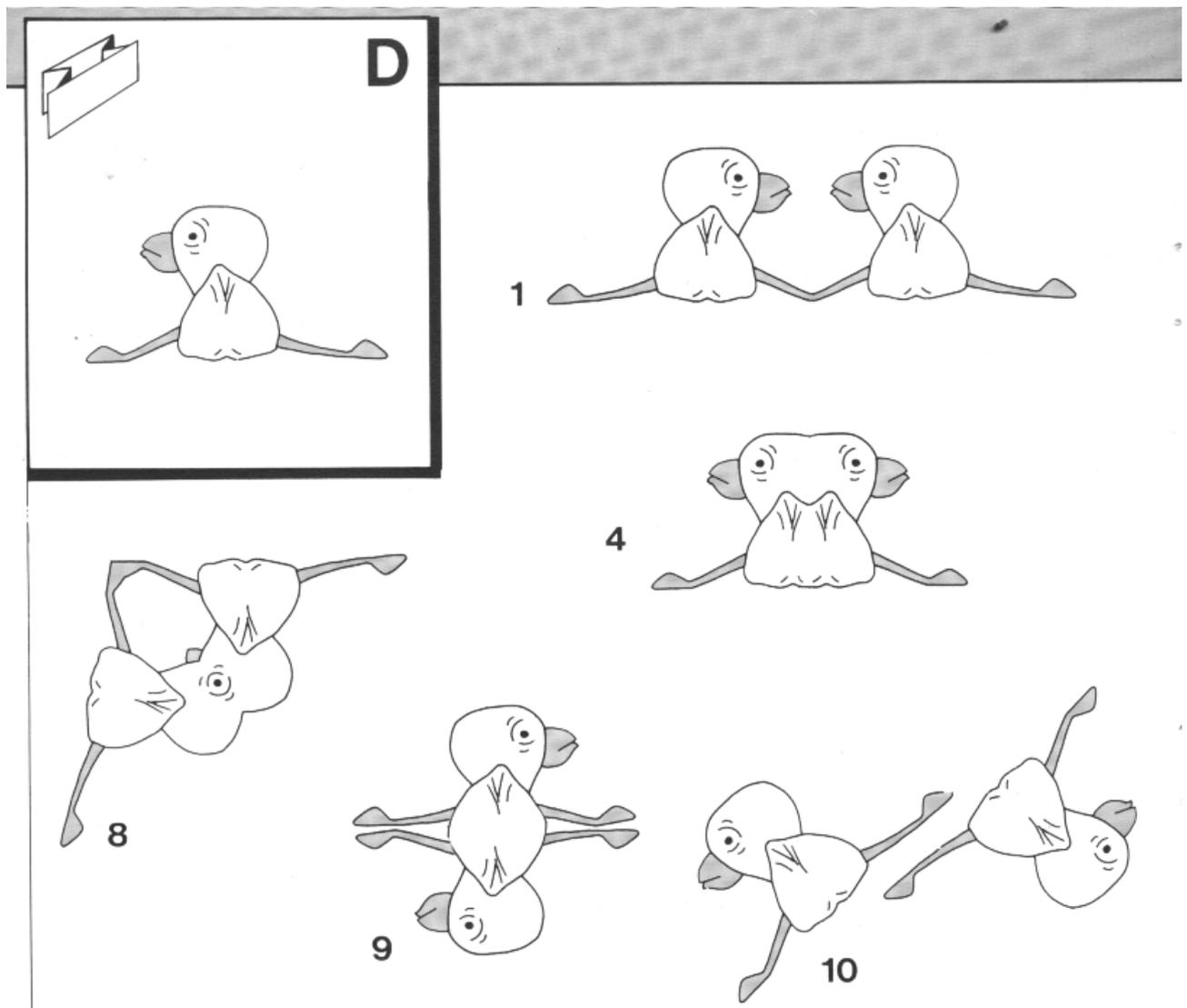
Setze den Spiegel auf die Experimentierfläche D und verschiebe ihn so, dass die Figuren 1 – 12 sichtbar werden. Aber Achtung, nicht alle Puzzlefiguren sind möglich!

a) Kreuze die Nummern der Figuren an, die du für möglich hältst.

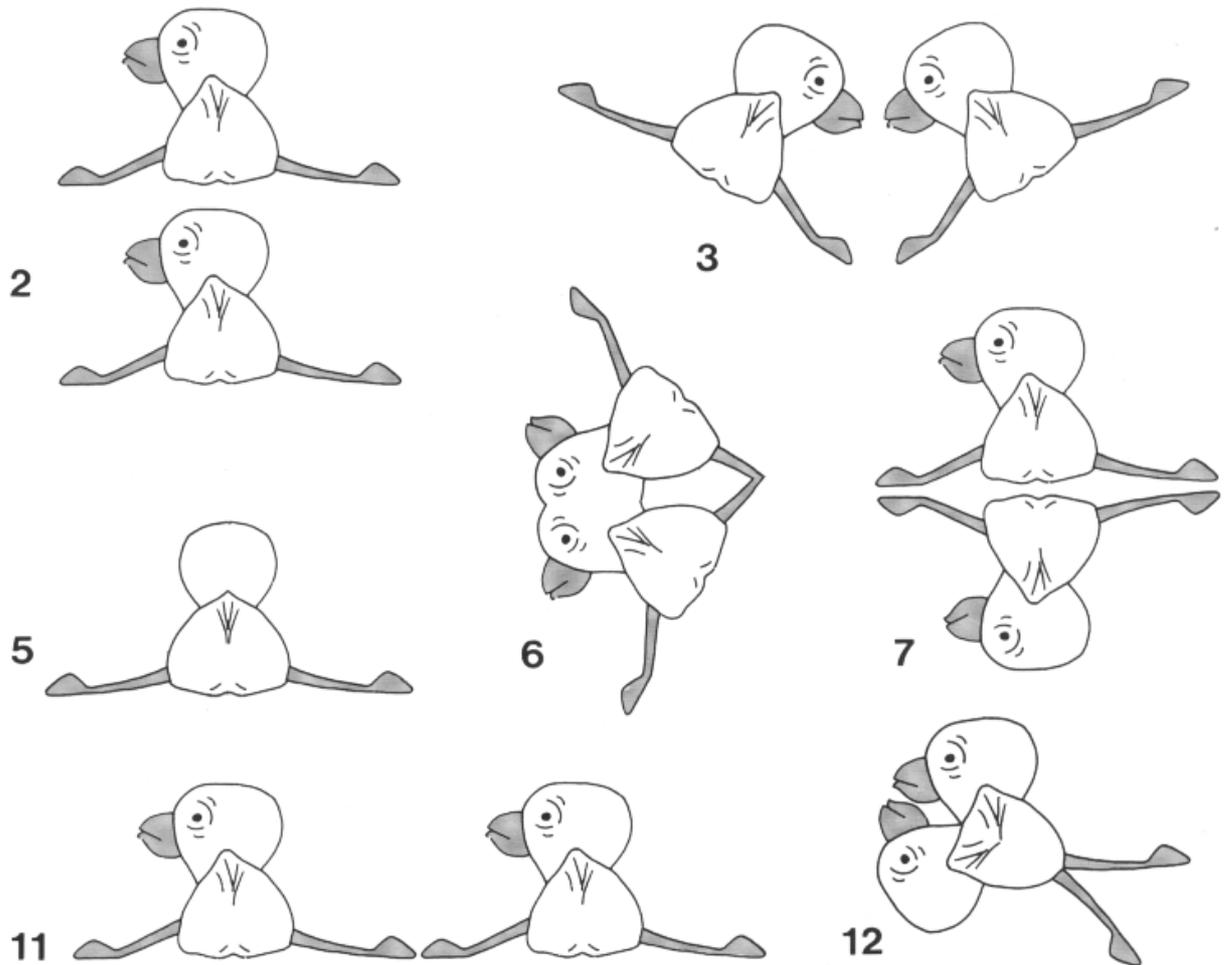
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

b) Kreuze die Nummern der Figuren an, die du tatsächlich gelöst hast.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

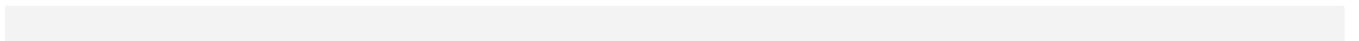


Das Spiegelpuzzle (2)



Zusatzaufgabe

- Woran kann man schon vor dem Ausprobieren erkennen, ob eine Figur möglich ist?



Wir basteln eine Briefwaage

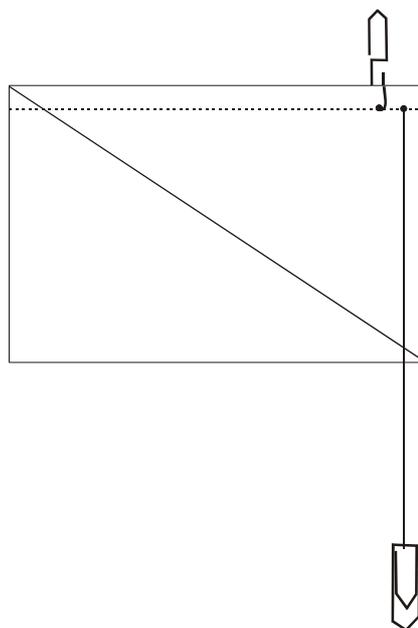
Mit einer Postkarte kann man bestimmen, ob ein Standardbrief das vorgeschriebene Gewicht von 20 g einhält. Wie das funktioniert, kannst du mit der kleinen Bastelaufgabe herausfinden.

Material:

- eine Postkarte, Ansichtskarte oder große Karteikarte
- 2 Büroklammern
- eine Stopfnadel
- ein Stück Zwirn (ca. 40 cm)
- Lineal
- Labor- oder Briefwaage
- Standardbrief (20g)

Arbeitsanweisung

- Stich mit der Nadel zwei Löcher in die rechte obere Seite der Karte (Abbildung).
- Knote den Zwirnsfaden an der einen Büroklammer fest, fädle den Faden durch das rechte Loch und sichere ihn mit einem dicken Knoten vor dem Rausrutschen.
- Biege die zweite Klammer zu einem Haken auf. Hake sie durch das linke Loch. Die Klammer dient zum Aufhängen der Karte.
- Zeichne eine Diagonale auf die Karte.
- Wiege auf der Laborwaage einen Briefumschlag und fülle ihn mit Papier, bis er genau 20g wiegt.
- Halte die Briefwaage an der Büroklammer und markiere die Stelle, an der der Faden die Diagonale kreuzt (Nullmarke).
- Klemme den Standardbrief in der Büroklammer ein, und markiere wieder die Stelle an der der Faden jetzt die Diagonale kreuzt.

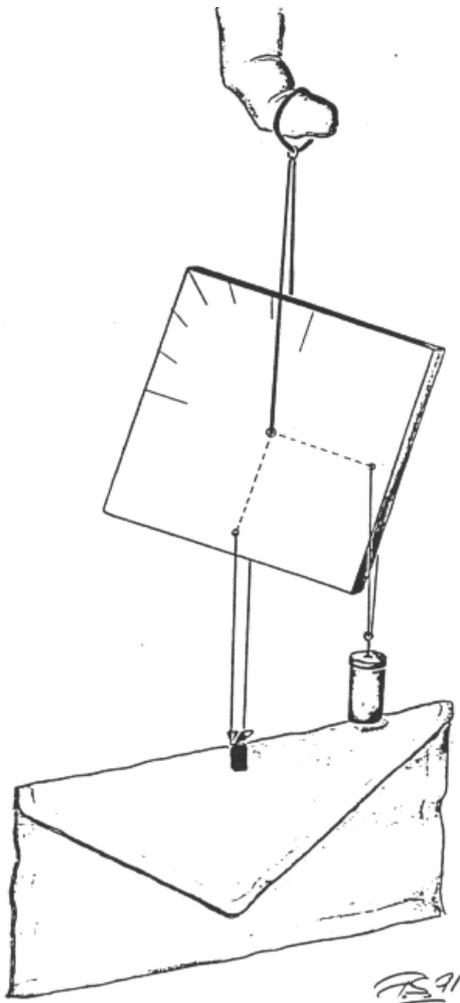


Eine Briefwaage zum Nulltarif

Alles, was Ihr zum Bau dieser Waage benötigt, findet Ihr im Haushalt!
Vom leichten Brief bis zum Päckchen wiegt sie alles mit zuverlässiger Genauigkeit und passt dabei in fast jede Tasche.

Material

- quadratische Platte (10 – 12 cm Kantenlänge) aus Holz, Blech oder Plastik
- glatter Faden, ca. 2m, z.B. Teflonband, starker Zwirn
- eine Tüte oder Dose (z.B. Dose für Fotofilme), gefüllt mit Metallabfällen
- ein Untersetzer für Blumentöpfe aus Kunststoff als Waagschale
- ein Stück Millimeterpapier
- eventuell Metallring oder kleines Dübelholz als Aufhängung



Skizze der Briefwaage

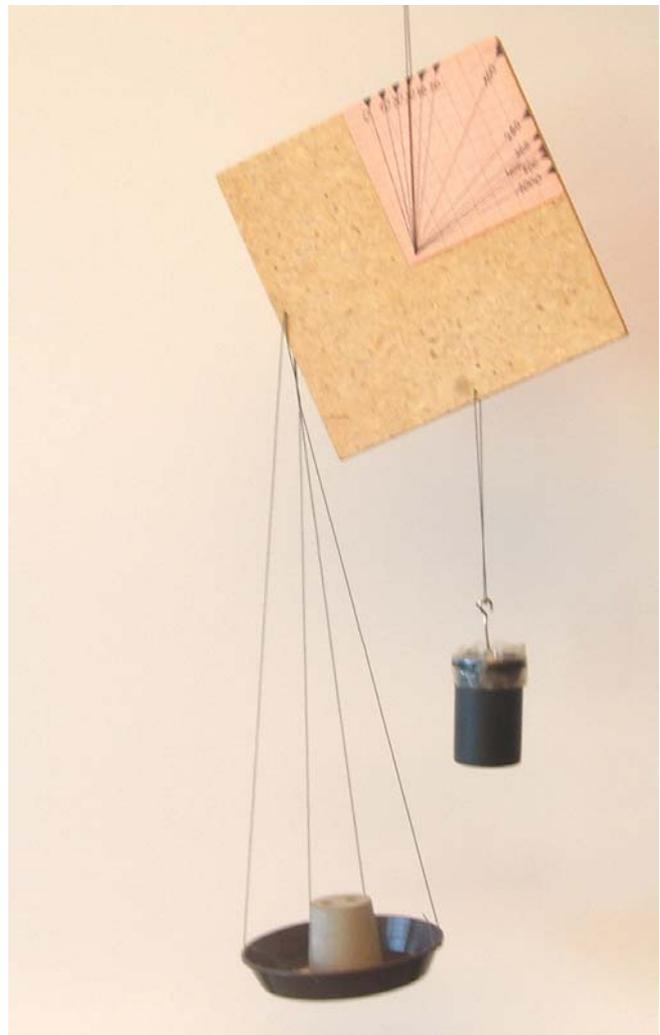


Foto der Briefwaage mit Waagschale

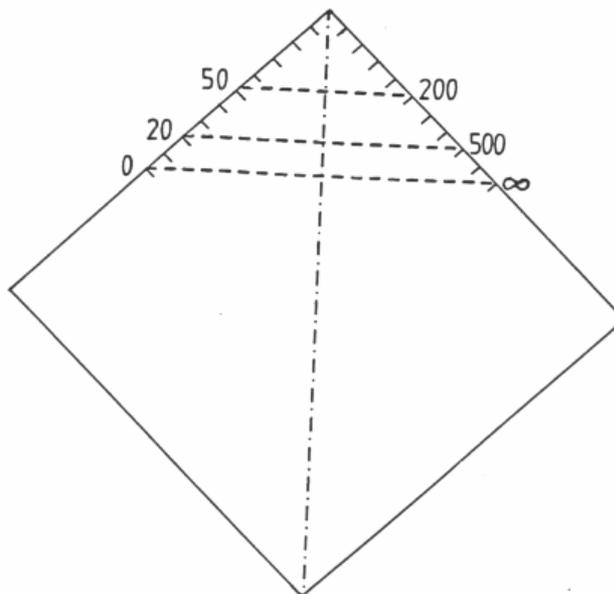
Eine Briefwaage zum Nulltarif

Bauanleitung

- Die Platte wird mit drei Bohrungen versehen: Eine genau in der Mitte, die anderen beiden gleich weit von den benachbarten Seitenmitten entfernt. (Siehe die Skizze auf der 1. Seite.)
- An dem einen Loch wird mit Hilfe von vier Fäden die Waagschale angebracht. In die Waagschale drückt man mit einem Vorstecher vier kleine Löcher, um die Fäden anknoten zu können. Sollen mit der Waage nur Briefe gewogen werden, reicht es, wenn man nur einen Faden mit anhängender Büroklammer befestigt.
- An dem zweiten Loch wird mit einem kürzeren Faden das Vergleichsgewicht angehängt. Das ist hier eine Filmdose, die exakt auf 100g aufgefüllt wird. Durch den Deckel der Dose steckt man ein Drahtstück oder eine aufgebogene Büroklammer als Aufhängung und klebt dann den Deckel mit Klebeband fest.
- Durch das mittlere Loch wird ein längerer Faden gezogen und an den Enden zusammengeknotet. Damit der Faden nicht zu dicht am Brett anliegt, kann er noch durch die zwei Bohrungen eines kleinen Stückes Dübelholz gefädelt werden. Es dient dann als Abstandshalter.
- Das Millimeterpapier wird auf dem Brett festgeklebt (siehe Foto)

Einteilung der Ableseskala

Auf die Waagschale werden nacheinander Gewichte mit zunehmender Masse gelegt (10g, 20g, ..., 100g, 200g, 500g) und an der oberen Kante jeweils die Lage des Fadens markiert. Die Skala erstreckt sich über zwei in einer Ecke zusammenlaufende Kanten. Bis zur 100g Marke an der Ecke ist sie linear. Die geometrischen Eigenschaften ergeben sich aus der folgenden Skizze.



Man erhält einen kleineren oder größeren Messbereich, wenn man die Vergleichsmasse verkleinert, bzw. vergrößert.

Praxistest: Dehnung eines Gummibands (1)

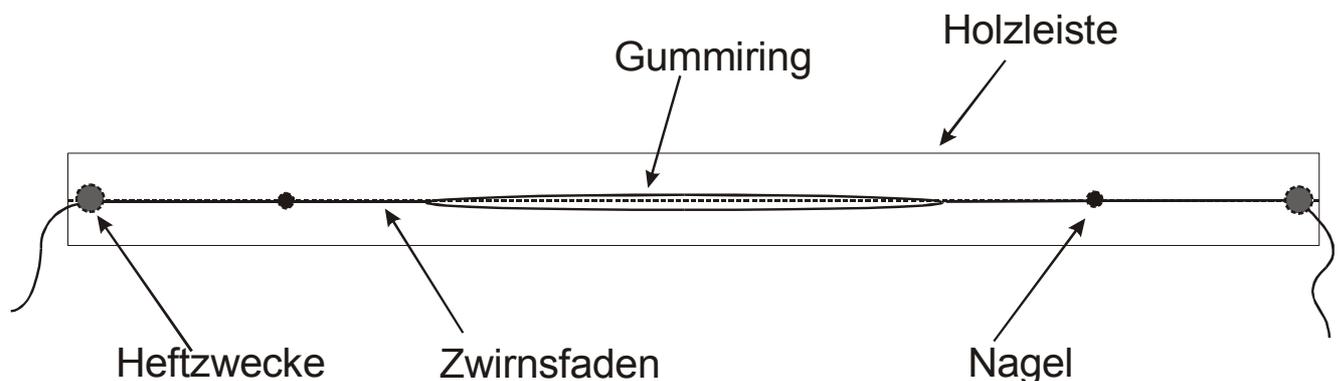
Bei der folgenden Aufgabe geht es darum, ein einfaches Versuchsgerät selbst herzustellen, damit eine Messung durchzuführen und diese grafisch auszuwerten.

Material

- eine Holzleiste, ca. 350 x 20 x 10 mm
- 2 Heftzwecken
- 1 Gummiring
- 2 kleine Nägel
- ca. 50 cm Zwirn
- Schere, kleiner Hammer, Bleistift, Lineal
- mehrere Hakengewichte (50g, 20g, 10g)
- ein Blatt Millimeterpapier

Herstellung des Versuchsgerätes

1. Zeichne einen Bleistiftstrich über die ganze Länge der Holzleiste. Der Strich soll in der Mitte sein.
2. Schlage die beiden Nägel jeweils im Abstand von 6 cm zu den Enden in die Leiste, aber nur so tief, dass sie gerade fest sitzen.
3. Knote zwei Zwirnsfäden an den Gummiring. Wickle den Zwirnsfaden jeweils um die beiden Nägel, so dass der Gummiring leicht vorgespannt ist. Klemme Anfang und Ende mit Hilfe von zwei Heftzwecken an den Enden der Leiste fest.
4. Vergleiche deinen Aufbau mit der Skizze oder dem Muster auf dem Lehrertisch.

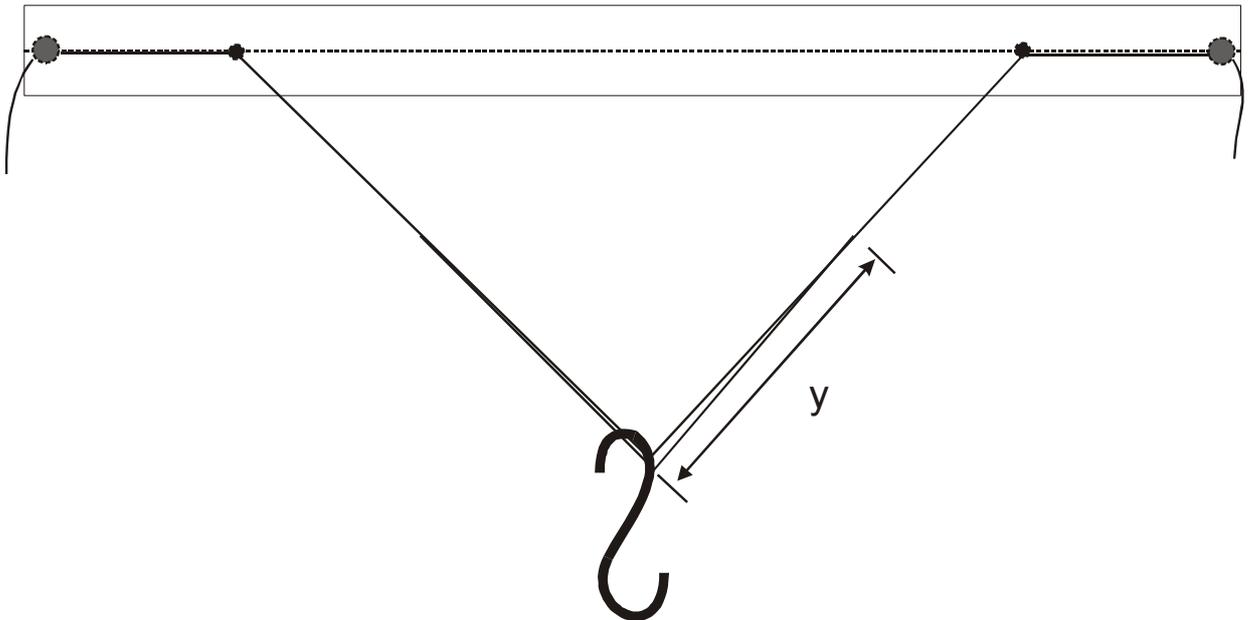


Praxistest: Dehnung eines Gummibands (2)

Aufgaben

Auf dem Experimentierbrett befindet sich ein Gummiband, das zwischen den beiden Nägeln befestigt ist.

- Miss den genauen Abstand s zwischen den Nägeln und notiere ihn.
- Hänge ein 50g- Hakengewicht in die Mitte des Gummibands und miss die Dehnung y an der tiefsten Stelle. Was mit y gemeint ist, kannst du aus der Skizze entnehmen.
- Miss und notiere die Länge d des Haltefadens vom Gummiring bis zum Nagel.
- Wiederhole die Messung indem du die Masse m des Hakengewichts schrittweise vergrößerst. Bei jeder Messung soll die Masse m des Hakengewichts und die Dehnung y des Gummibands notiert werden. (Ein Wert für y sollte größer als 120mm sein!)
- Zeichne ein Schaubild mit den Wertepaaren für y und m . Die Schaulinie ist eine Kurve.
- Ermittle zeichnerisch die Masse m , die das Band um 100 mm dehnt.



Bau eines Toasters (1)

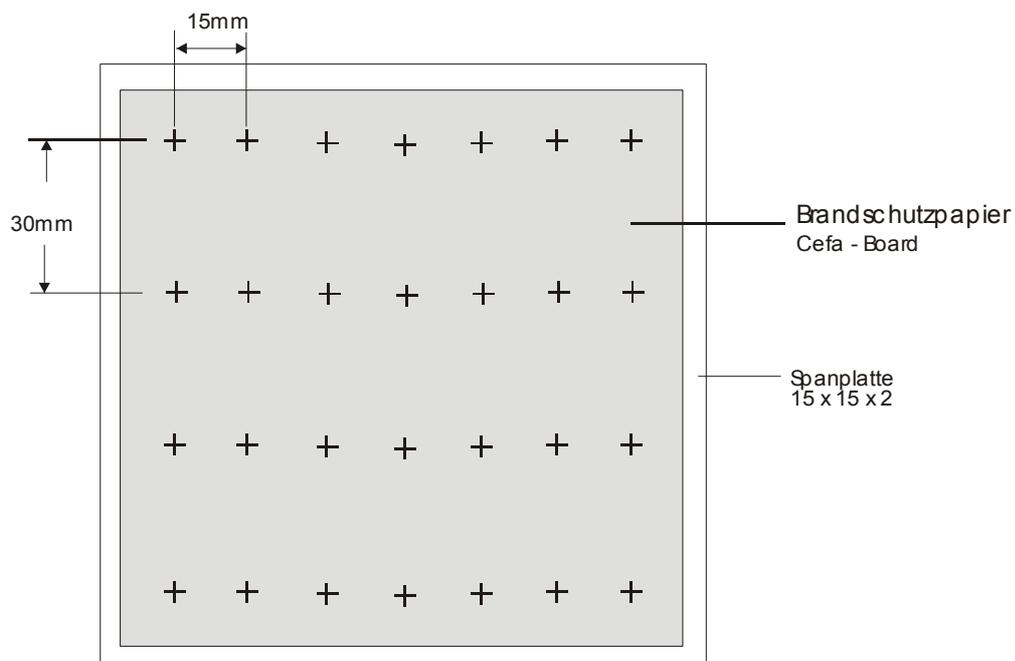
Du kannst dir einen Toaster selbst herstellen. Er röstet die Brotscheibe nur von einer Seite. Du musst sie deshalb nach einigen Minuten umdrehen, damit auch die andere Seite geröstet wird. **Der Toaster funktioniert nur mit dem Schultrafo (25V~) und darf nicht an das Stromnetz angeschlossen werden.**

Materialliste und Werkzeug

Spanplatte oder Weichholzbrett (15cm x 15cm x 2cm), Brandschutzpapier (ca. 15cm x 15cm x 0,2cm), 28 Nägel (l = 30mm), 6 Nägel (l = 40mm), Heizdraht (Konstantan 0,4mm \varnothing , ca. 1,20m lang), Holzkleber (z.B. Ponal), kleiner Hammer, Vorstecher, Cuttermesser, Holzleiste (h = 2cm) zum Ausrichten und zur Höhenkontrolle der Nägel, Kneifzange

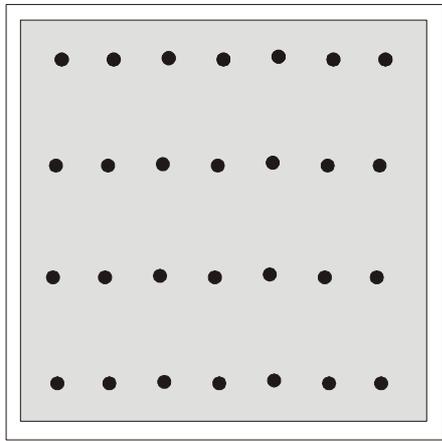
Bauanleitung

1. Brandschutzpapier mit dem Cuttermesser zurechtschneiden und auf die Holzplatte kleben. Mit Bleistift die Positionen für die 28 Nägel auf dem Brandschutzpapier markieren und mit einem Vorstecher korknieten. Es werden 4 Reihen mit 7 Nägeln benötigt: Abstand der Nägel 15mm, Abstand der Reihen 30mm. (Abbildung 1)



2. 28 Nägel (Länge l = 30mm) vorsichtig einschlagen. Die Nägel sollen 20mm aus dem Holz herausragen. Höhe und Ausrichtung mit einem kurzen Stück Holzleiste (h = 20mm) kontrollieren (Abbildung 2)
3. Den Heizdraht (ca. 100cm Konstantan 0,4mm \varnothing) straff an den Nägeln befestigen (um jeden Nagel einmal wickeln, nur am Anfang und am Ende einen einfachen Knoten verwenden!)(Abbildung 3)

Bau eines Toasters (2)



Seitenansicht

Abbildung 2

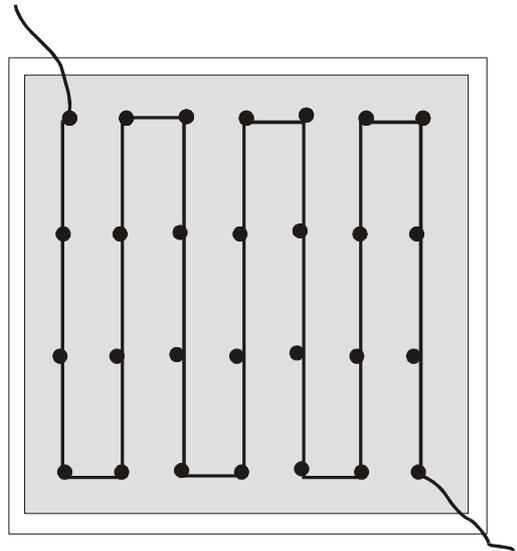
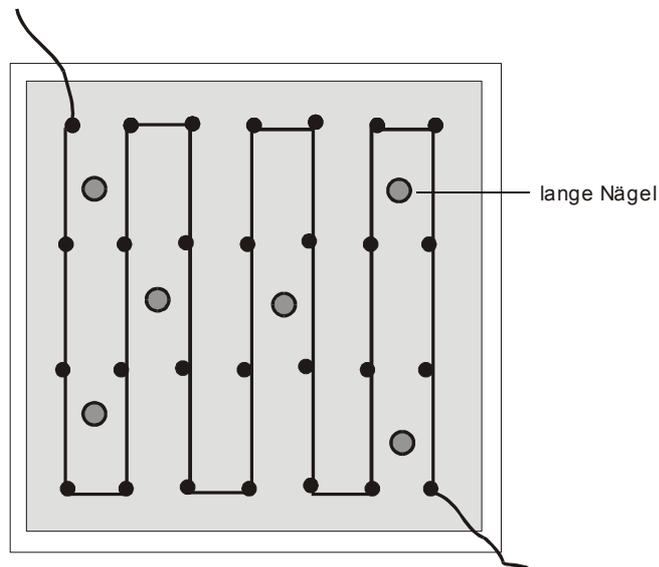


Abbildung 3

4. An 6 Stellen längere Nägel ($l = 40\text{mm}$) so weit einschlagen, dass sie 25mm aus dem Holz herausragen. Auf diese Nägel wird die Brotscheibe gelegt. (Abbildung 4)



Jetzt ist der Toaster fertig und kann ausprobiert werden!

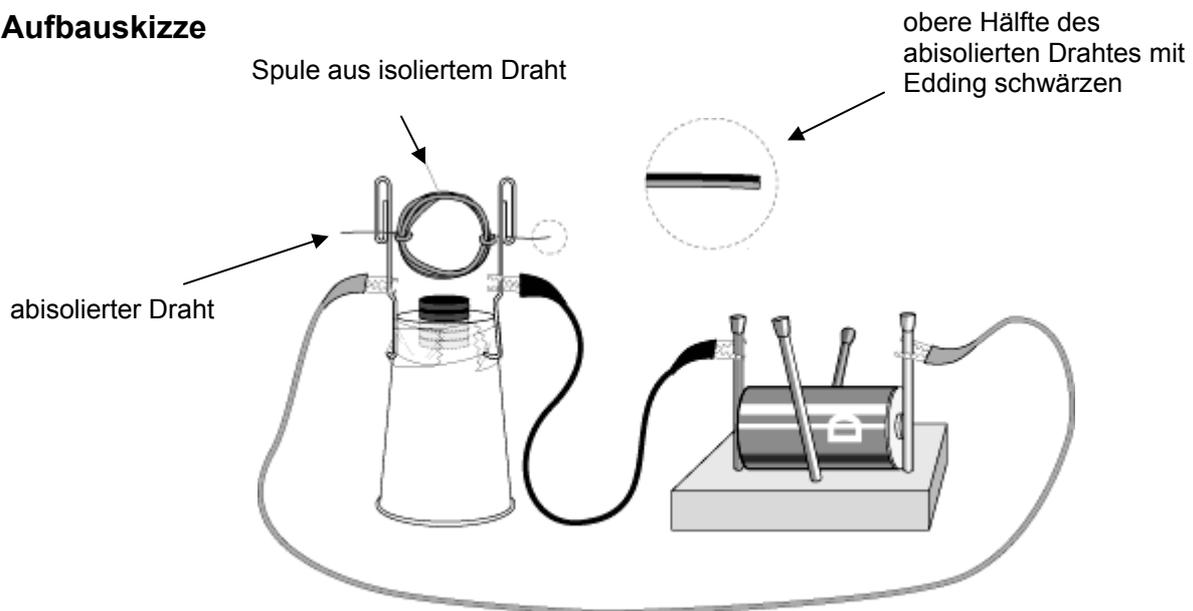
Der einfachste E-Motor, selbstgebaut (1)

Eine Kupferdrahtspule wird zu einem Elektromagneten, wenn sie an eine Stromquelle angeschlossen wird. Der Elektromagnet reagiert auf einen Dauermagneten, der unter der Spule platziert wird. Die Spule dreht sich, wenn sie einmal angestoßen wird. Der einfachste Elektromotor ist fertig!

Material:

- mehrere kleine Scheibenmagnete oder ein starker Neodym- Magnet
- 2 große, blanke Büroklammern
- ein Becher aus Plastik oder Pappe, z.B. Joghurtbecher
- ca. 60 cm Kupferdraht, entweder isoliert oder Kupferlackdraht, keine Litze,
- Tesakrepp oder anderes Klebeband
- 1,5 Volt Monozelle, 4,5 Volt – Flachbatterie oder Trafo für Gleichstrom (ca. 4 Volt)
- 2 Experimentierkabel mit Krokoklemmen
- Abisolierzange, Seitenschneider, Schere, kleiner Hammer
- schwarzer Markierungsstift (z.B. Edding) permanent
- eventuell Batteriehalterung (kleines Holzbrett und 4 Nägel)
- feines Schleifpapier, wenn Kupferlackdraht verwendet wird
- Rundholzabschnitte, z.B. von einem Besenstiel

Aufbauskitze



Aufbauhinweise

- Stelle aus dem Kupferdraht eine Spule her. Wickle den Draht dazu fünf mal eng um das Rundholz. Schlinge die Drahtenden zweimal auf der rechten und linken Seite der Spule um die Wicklungen, damit die Spule nicht auseinander fällt. Auf beiden Seiten der Spule sollten etwa 5 cm Draht überstehen, der Rest kann abgeschnitten werden.
- Entferne bei beiden Spulenenden die Isolierung. Hinweis: Die Kunststoffisolierung wird mit einer Abisolierzange abgezogen, bei Kupferlackdraht muss der unsichtbare Lack mit Sandpapier abgeschliffen werden. Färbe **nur die Oberseite** des einen Spulenanschlusses mit Edding schwarz ein (siehe Abbildung).

Der einfachste E-Motor, selbstgebaut (2)

Fortsetzung Aufbauhinweise

- Drehe den Becher um und setze 2 Scheibenmagnete in die Mitte des Bodens. Befestige zwei weitere Magnete in dem Becher, genau unter den anderen Magneten. Dadurch wird erreicht, dass sich die Magnete gegenseitig halten und nicht so leicht verrutschen.
- Biege die beiden Büroklammern jeweils an einem Ende auf und hänge die Spule in die Halterung, die von den Büroklammern gebildet wird. Befestige die Spulenhalterung mit der eingehängten Spule mit Klebestreifen an dem Becher. Dabei soll zwischen der Spule und dem Magneten nur ein Zwischenraum von 1 – 2 mm bleiben.
- Die Spule und die Halterung müssen vorsichtig ausgerichtet und eventuell zurechtgebogen werden, damit die Spule sich gleichmäßig drehen kann und möglichst nicht in der Halterung hin und her rutscht. Überstehender Draht kann noch abgeschnitten werden.
- Schließe die Stromquelle mit Hilfe der beiden Experimentierkabel an die Büroklammern an und stoße die Spule an. Wenn sie nicht weiterläuft, muss meistens die Ausrichtung der Spule in der Halterung korrigiert werden. Wichtig ist auch, dass die Spulenden immer einen guten Kontakt in der Halterung haben, wenn sich die Spule dreht.

Wie funktioniert es?

Nimm an, dass die Dauermagnete mit ihren Nordpolen zur Spule zeigen. Die Spule ist ein Elektromagnet, der ebenfalls einen Nord- und Südpol besitzt. Der Nordpol des Dauermagneten wird den Nordpol der Spule abstoßen, den Südpol aber anziehen. Sobald der Südpol der Spule sich direkt über dem Nordpol des Dauermagneten befindet, würde die Bewegung zur Ruhe kommen. Jeder kleine Stoß gegen die Spule würde sie lediglich an dieser Position etwas ruckeln lassen.

Weil wir jedoch die eine Hälfte des Anschlusses der Spule durch die Farbe des Eddings isoliert haben, fließt der Spulenstrom nur während einer halben Umdrehung. Wenn jetzt der Südpol der Spule dem Nordpol des Dauermagneten nahe kommt, wird durch die Farbschicht der Strom abgeschaltet. Der Schwung der Bewegung lässt aber die Spule die halbe Umdrehung weiterrotieren. Wenn dann der Strom wieder einsetzt, wird die Spule von den magnetischen Kräften wieder in die gleiche Drehrichtung gezogen. Sie dreht sich gleichmäßig.

Nachweis der Regelung der Sendeleistung eines Handys

Geräte und Hilfsmittel:

1. 2 Handys, möglichst aus verschiedenen Netzen, bzw. verschiedene Fabrikate
2. Germaniumdiode, z.B. AA 118 auf Platine mit Anschlussstiften
3. 3 Lüsterklemmen, kleines Holzbrettchen, Holzschraube
4. Drehspulmessinstrument, Messbereich 100 mV- oder 60mV-
5. zwei kurze Verbindungsleitungen mit Krokodilklemmen, $l \approx 10\text{cm}$
6. große Keksdose aus Metall mit Deckel, z. B. $d \approx 20\text{cm}$
7. ein Stück Pappe zum Auslegen des Dosenbodens

Aufbau mit Lötarbeit:

Die Diode wird zwischen zwei Leiterbahnen einer Lochstreifenplatine gelötet. Mit versilbertem Schaltdraht ($d = 1\text{mm}$) lötet man zwei ca. 4cm lange Drahtstücke auf die Leiterbahnen, die man wie einen Dipol ausrichtet. In das Ende der Leiterbahnen presst man jeweils einen Lötstift. (Abb. 1)

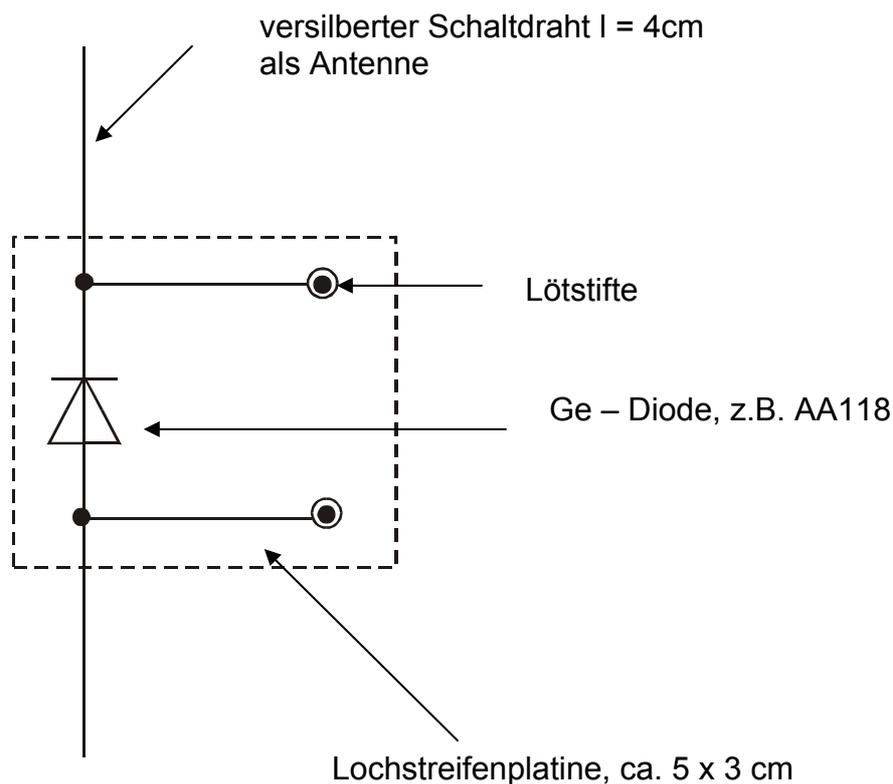


Abbildung 1

Aufbau mit Lüsterklemmen:

Man schraubt drei Lüsterklemmen auf ein kleines Holzbrettchen. Die Diode wird zwischen der ersten und dritten Lüsterklemme eingeklemmt. Zwei Drahtstücke ($l = 4\text{cm}$) aus versilbertem Schmelzdraht dienen als Antenne. Die Anschlussdrähte der Diode werden nicht gekürzt. Sie dienen als Anschluss für die Verbindungsleitungen mit Krokodilklemmen.

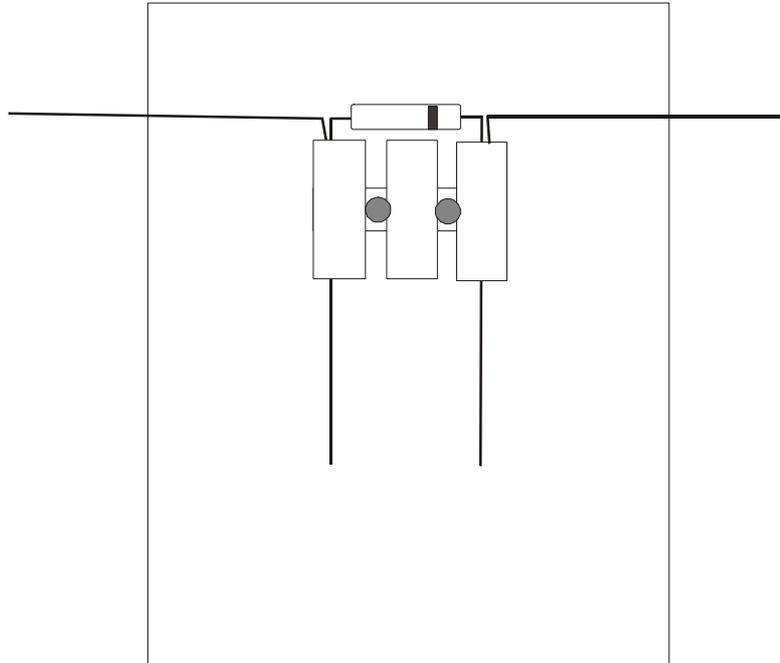


Abbildung 2

Die Verbindungsleitungen mit Krokodilklemmen klemmt man an die beiden Anschlussstifte bzw. Anschlussdrähte und verbindet so die Empfangsschaltung mit dem Messgerät. Das Handy wird direkt neben die Empfangsschaltung gelegt (Abb. 3).

Handy-Antenne und die Antenne der Empfangsschaltung sollten sich auf gleicher Höhe befinden und in einem Abstand von ca. 3 cm parallel angeordnet sein.

Die Keksdose wird in der Seitenwand durchbohrt, so dass die Anschlussleitungen zur Empfangsschaltung hindurchgeführt werden können. Auf den Boden der Dose legt man ein Stück Pappe, um eine Berührung der leitenden Teile der Schaltung mit dem metallischen Boden zu verhindern.

Versuch 1: Am Handy wird eine Telefonnummer des Festnetzes gewählt. Dabei sollte man vorher durch Absprache sicherstellen, dass das Gespräch nicht angenommen wird. Der Spannungsmesser zeigt während des Wählvorgangs und des Verbindungsaufbaus eine Spannung von 10 bis 20 mV an. Der Zeiger des Messinstruments vibriert unmerklich und pulsiert dabei gelegentlich zwischen den genannten Spannungswerten. Wird das Gespräch abgebrochen, geht die Anzeige auf Null zurück. Wird der Versuch mit einem anderen Handy wiederholt, stellen sich andere Spannungswerte ein. Sie bleiben aber in der genannten Größenordnung.

Versuch 2: Das Handy und die Empfangsschaltung werden in die Keksdose gelegt. Dabei werden beide Geräte genauso ausgerichtet wie bei der ersten Messung (Abb. 3). Das Handy

wird eingeschaltet und wieder wird eine Nummer im Festnetz angewählt. Sobald die Nummer eingetippt wurde, verschließt man die Keksdose mit dem Deckel. Der Spannungsmesser zeigt zunächst wieder etwa 10 bis 20 mV an, die augenblicklich auf bis zu 100 mV ansteigen. Manchmal nimmt die Spannung schrittweise bis zu einem Höchstwert zu. Erst wenn der Verbindungsversuch abgebrochen wird, sinkt die Spannung nahezu auf Null ab.

Erklärungen:

Das Handy ist ein Sender, der elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich in den Raum abstrahlt. Die Frequenz der Wellen hängt dabei von dem Netz ab. Ein E-Netz Handy sendet und empfängt z.B. im Bereich um 1800 MHz, ein D-Netz Handy im Bereich um 900 MHz. Die Empfangsschaltung ist im Prinzip ein sehr einfacher Detektor für Mikrowellen. Die Diode richtet die hochfrequenten Wechselströme in der Antenne gleich. Die Leiterbahnen der Platine bilden den Kondensator eines Schwingkreises, der hier grob auf die Sendefrequenz abgestimmt ist. Das Messgerät zeigt die Spannung am Kondensator an.

Die gemessene Spannung lässt nur eine sehr grobe Aussage über die vom Handy abgestrahlte Energie zu.

Mit Versuch 2 lässt sich anschaulich darstellen, warum man möglichst nicht bei schlechten Empfangsbedingungen telefonieren sollte:

Für jedes Telefonat muss das Handy eine Verbindung zu seiner Basisstation herstellen. Die dafür nötige Sendeleistung richtet sich nach den örtlichen Empfangsverhältnissen. Befindet sich das Handy in einem geschlossenen Raum oder ist es sogar von leitfähigen Materialien, z.B. Metallfolien, Metallgitternetzen, oder von metallisch bedampfter Wärmeschutzverglasung umgeben, wird die HF-Strahlung vollständig oder teilweise abgeschirmt. In diesem Fall ist sowohl mit sehr schlechtem Empfang, als auch mit einer hohen Sendeleistung zu rechnen. Das Handy versucht nämlich seine Sendeleistung auf den Maximalwert zu steigern, um eine Verbindung aufzubauen und zu halten. Erst wenn dies nicht gelingt, wird der Verbindungsaufbau abgebrochen.

Ergänzende Hinweise:

Bei einem Telefonat befindet sich der Kopf in unmittelbarer Nähe zum Sender – der Handy Antenne. Hierbei kommt es zu einer Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Felder, die durch die sogenannte *spezifische Absorptionsrate (SAR)*, einem Maß für den auf die Gewebemasse bezogenen Leistungsumsatz (W/kg), quantifiziert wird. Zum Schutz der Verbraucher gilt in Deutschland für den Kopf als Obergrenze ein Wert von 2W/kg. Handys, die einen SAR-Wert von 0,6W/kg nicht überschreiten, gelten als besonders strahlungsarm.

Von praktischer Bedeutung ist besonders die automatische Regelung der Sendeleistung durch das Handy. Sie führt dazu, dass z.B. ein D-Netz Handy, statt mit der maximalen Ausgangsleistung von 2 Watt pro Sendeimpuls, bei einer guten Verbindung nur mit 0,05 Watt sendet.

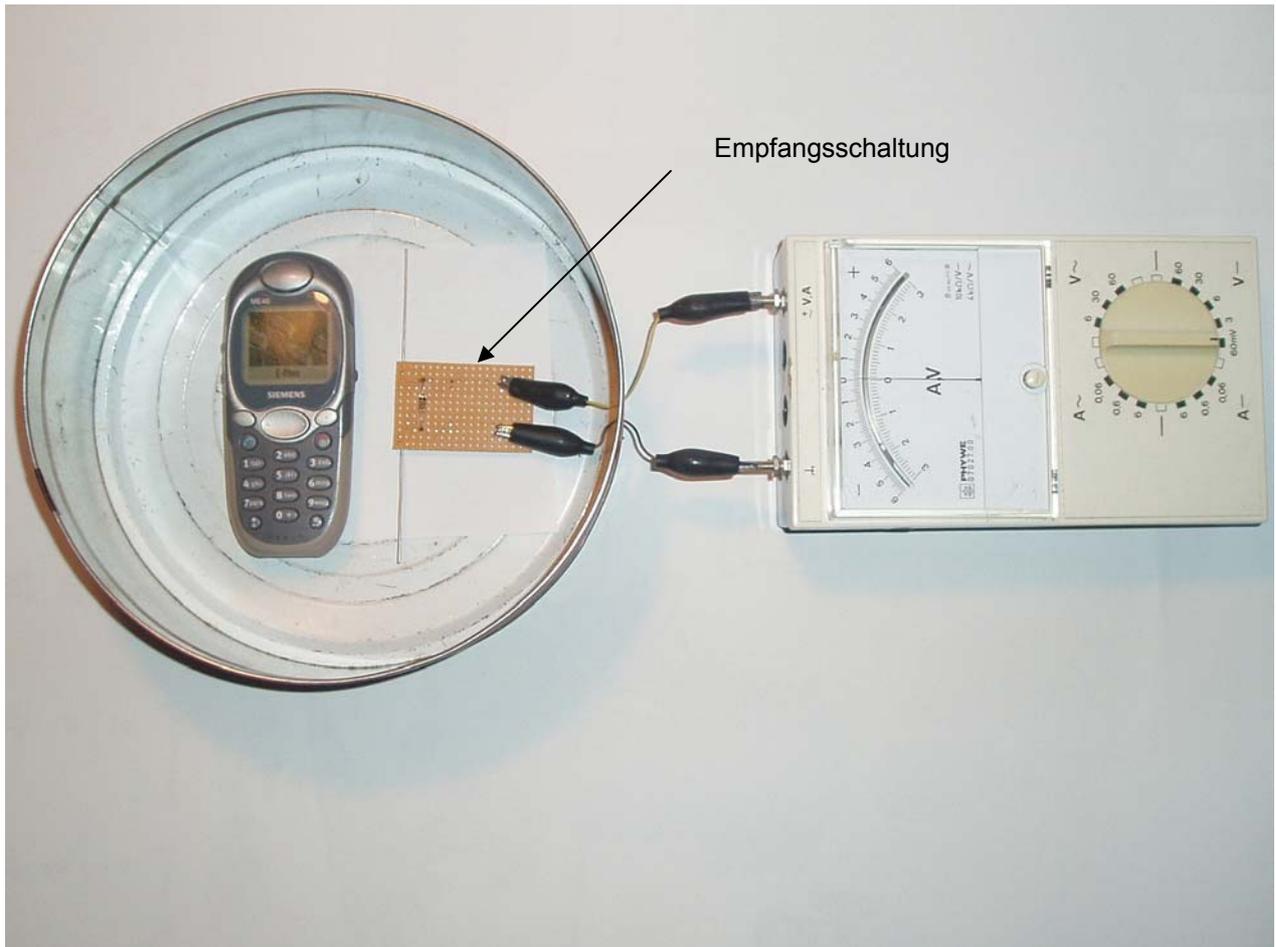


Abbildung 3: Versuchsaufbau (Deckel der Keksdose nicht im Bild)