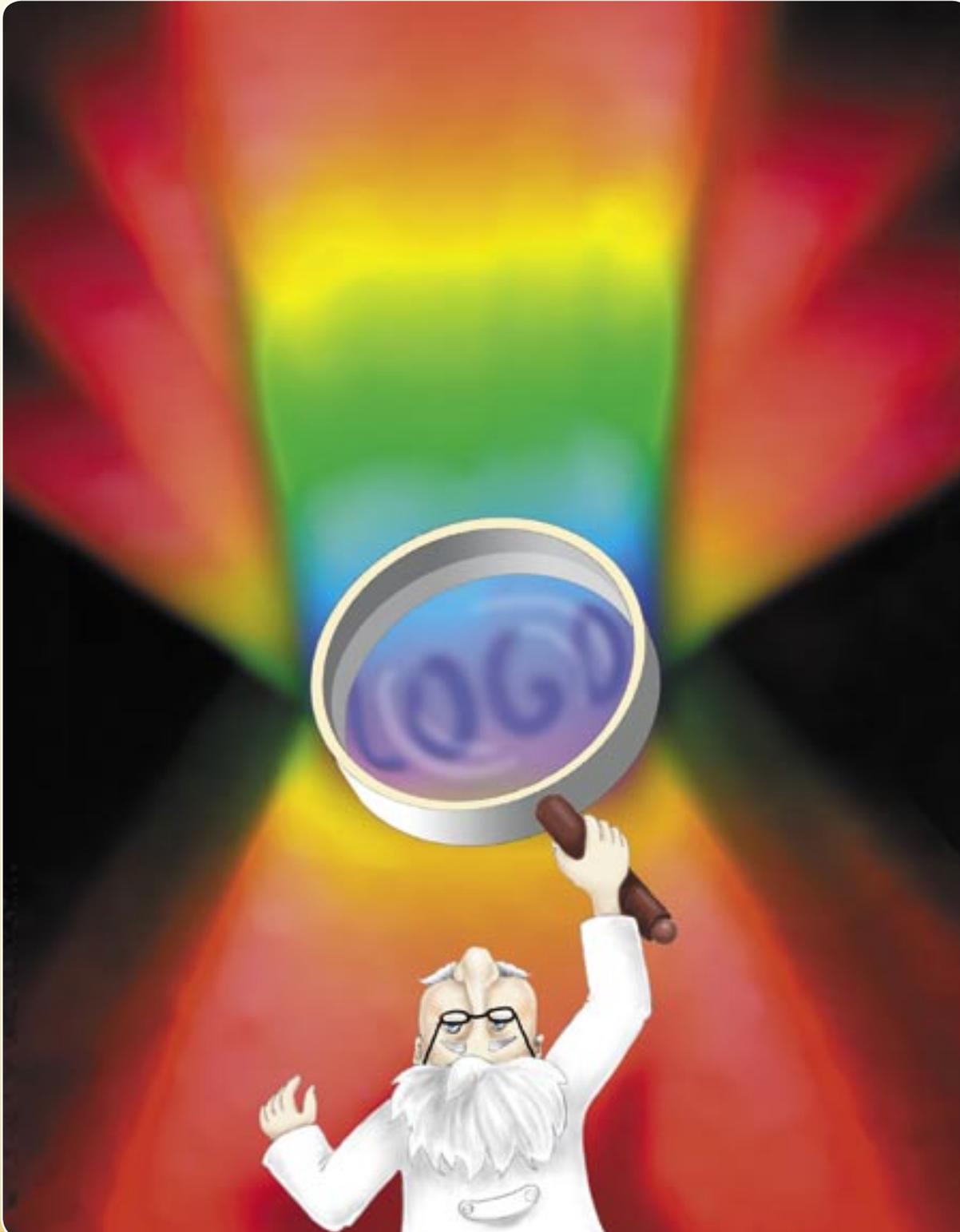


Wunderwelt des Lichts

Experimente und Bauanleitungen für Kinder



INHALT

- 2 Einleitung
- 3 Was Licht ist und was es kann
- 7 Batterien, Glühlämpchen, Transistoren und mehr
- Bauanleitungen:**
- 11 Strom durch Licht – Bau eines Solar-Hub-schraubers
- 12 Wir bauen eine Warnleuchte
- 14 Steuern mit Licht – was Fotowiderstände können
- 15 Wir bauen einen Schubladenwächter
- 16 Die JugendTechnikSchule in Berlin und ihre Angebote

„Mache die Dinge so einfach wie möglich – aber nicht einfacher!“

Albert Einstein

EINLEITUNG

Wunderwelt des Lichts



Was ist denn schon Wunderbares am Licht? Das gibt es doch gratis – von der Sonne, wenn es heller Tag ist. Im Dunkeln geht unser Griff zum Lichtschalter – und es wird hell im Zimmer. Draußen leuchten die Straßenlaternen. Ja, und wenn wir mal im tiefen Wald von der hereinbrechenden Nacht überrascht werden, hilft uns die Taschenlampe weiter – der Halogenstrahler im Miniformat. Was – ausgerechnet die haben wir vergessen? Da kann uns wirklich nur noch der Mond leuchten – hoffentlich hält er sich nicht gerade hinter den Wolken versteckt. Dann allerdings ist guter Rat teuer.

Wir alle brauchen das Licht, das aus vielen unterschiedlichen Quellen zu uns kommt. Dass ohne die Sonne nichts „laufen“ würde auf der Erde, weiß ja wohl jeder – aber auch „künstliches“ Licht ist aus unserem Alltag nicht wegzudenken. Wo man auch hinschaut, überall ist elektrisches Licht zu sehen, leuchten Displays, flimmern Fernseh- oder Computerbildschirme, öffnen und schließen sich lichtschranken-gesteuerte Türen wie von allein und beim „Knipsen“ mit einer Digitalka-

mera kann man das eingefangene Bild sofort bestaunen.

Also doch eine Wunderwelt? Ja und nein, denn wer nach dem „Warum“ fragt, erhält Antworten, die nichts mit Zauberei zu tun haben. Diese Antworten gibt die Physik. Es waren Physiker, die die zunächst rätselhaften Effekte untersuchten, so lange, bis sie eine Erklärung gefunden hatten, die auch die Techniker zufrieden stellte.

Die Aufdeckung der Zusammenhänge und Hintergründe, die zur Umwandlung eines optischen Bildes in elektrische Signale führen – wie es z.B. bei einer Digitalkamera der Fall ist – des so genannten fotoelektrischen Effekts, erfolgte durch Albert Einstein. Für seine Erklärung dieses Effekts hat er 1921 den Nobelpreis bekommen – so wichtig und grundlegend neu waren die Ergebnisse seines genialen Denkens. In diesem KON TE XIS-Arbeitsheft machen wir einen Ausflug in die Welt des Lichts – lernen, was „Licht“ eigentlich ist und werden beim Experimentieren dessen Eigenschaften erkennen. Danach beschäftigen wir uns mit den wichtigsten elektronischen Bauteilen und erfahren

etwas über Reißzwecken-Technologie sowie Löttechnik. Diese beiden Verfahren bilden die Grundlagen für unsere weitere Praxis. Wir basteln mit elektronischen Bauelementen, die Licht erzeugen oder in Strom umwandeln. Elektronische „Augen“ – Fotowiderstände genannt – sehen die Lichtstrahlen. Mit ihnen werden wir ebenfalls experimentieren, damit der AHA-Effekt schneller kommt als bei der blanken Theorie. Außerdem macht praktische Arbeit viel Spaß. Den wünschen wir allen, die die Vorschläge und Schaltungen dieser Ausgabe als Grundlage für eigenes Schaffen nutzen.

Alle, die auf der Suche nach Ideen und Ansätzen für Arbeitsgemeinschaften, Projektgruppen oder Wettbewerbsbeiträge, wie z.B. für „Schüler experimentieren“, sind, wollen wir mit unserem Arbeitsheft ermutigen. Die Beiträge sollen eine Anregung sein für gründliches Nachdenken und Lust auf das Lösen technischer und naturwissenschaftlicher Probleme machen.

Viel Spaß beim Entdecken wünscht das Team der JugendTechnikSchule

Kopieren – auch so ein Wunder des Lichts – für den Gebrauch in Schulen und Kinderfreizeiteinrichtungen ist auch bei diesem Heft ausdrücklich erwünscht.



Was Licht ist und was es kann

Die wohl bekannteste und wichtigste Lichtquelle ist unsere Sonne. Ohne sie wäre kein Leben auf der Erde möglich. Sie sendet weißes Licht aus, das über die ungeheuer große Entfernung von 149,6 Mio. Kilometern zu uns kommt. Dafür braucht es nur etwa 8 Minuten. Es gibt keine höhere Geschwindigkeit als diese „Lichtgeschwindigkeit“.

Zusammengesetztes Licht

Das Licht, das unsere Augen sehen können, setzt sich aus einem Gemisch von Farben zusammen.

Mit dem Sonnenlicht kommen aber auch ultraviolette und infrarote Strahlen zu uns, die unser Auge nicht wahrnehmen kann. Dazwischen liegen alle uns bekannten Farben.

Bild 1: Farbspektrum des Lichts



Aus Bild 1 wird das ganze Spektrum des Lichts ersichtlich. Wir können es sehr schön beim Regenbogen beobachten. Dabei muss während eines Regens die Sonne scheinen und wir müssen sie im Rücken haben.



Was passiert dabei? Die weißen Lichtstrahlen werden von den vielen Millionen Wassertropfen wie in einer Linse gebrochen, siehe Bild 2. Auf jeden einzelnen Regentropfen fällt ein Lichtbündel des Sonnenlichts. Dabei wird ein Teil dieses Lichtes reflektiert, der andere durch Brechung im Tropfen in seine Spektralfarben

(rot, orange, gelb, grün, blau, violett) zerlegt. Unser Auge sieht ein großes spektrales Band am Himmel. Der Regenbogen ist entstanden.

Der künstliche Regenbogen

Kann man einen Regenbogen auch künstlich erzeugen? Man kann! Ein kleiner Versuch wird uns das beweisen. Benötigt werden dafür nur eine CD, eine Taschenlampe und eine weiße Wand in einem möglichst dunklen Raum. Die CD legen wir mit der Unterseite nach oben auf einen Tisch. Den Strahl der Taschenlampe richten wir dann schräg von hinten auf die silberne Scheibe. Mit ein wenig Geduld erhalten wir dann genau das gleiche Spektrum wie es Bild 3 zeigt. Die feinen Rillen auf der Oberfläche der CD brechen das Licht der Taschenlampe sehr wirkungsvoll, so dass man eine wunderbare Aufspaltung in ein Farbspektrum erhält.

Auch im Freien lässt sich mit etwas

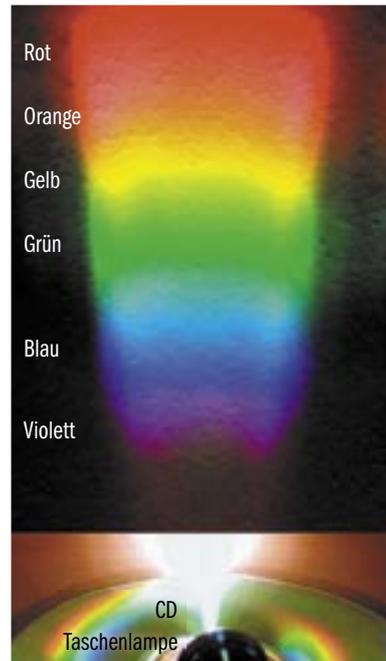


Bild 3: Willst du ein solches Farbspektrum an der Wand sichtbar machen? Dazu brauchst du nur eine CD und eine Taschenlampe.

Geduld ein kleiner Regenbogen erzeugen. Es wird dazu nur ein Gartenschlauch mit Sprühkopf benötigt. Der Wasserstrahl ist schräg nach oben zu richten. Wenn wir dann den richtigen Blickwinkel – natürlich mit der Sonne im Rücken – haben, können wir das bunte Spektralband sehen und sogar fotografieren.

Kleiner Tipp: Sollten auf eurer Party einmal passende Untersetzer für Gläser fehlen, könnt ihr ersatzweise CDs – es müssen ja nicht gerade die Scheiben mit euren Lieblingshits sein – dafür benutzen. Durch deren lichtbrechende Wirkung ergeben sich bei wechselnden Beleuchtungen immer neue faszinierende Farbspiele. Diese tragen mit Sicherheit zum Gelingen der Party bei.

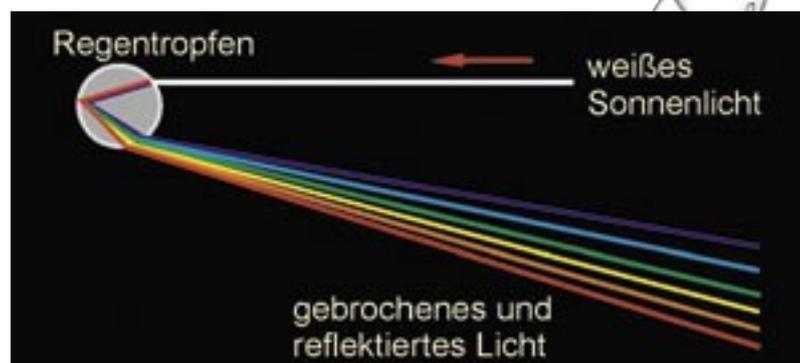


Bild 2: Im Regentropfen wird das Licht gebrochen und reflektiert.

DAS KLEINE LEXIKON

Absorption

Dieser Begriff geht auf das lateinische Wort „absorbere“ zurück und bedeutet „Aufsaugen“. Geht eine Strahlung, z.B. das Licht, durch Materie wird sie „aufgesaugt“, d.h. verringert und zum Teil in Wärme umgewandelt. Fallen Sonnenstrahlen z.B. auf schwarzes Papier, werden sie absorbiert und das Papier erwärmt sich sehr schnell.

Additive Farbmischung

Wenn drei Taschenlampen auf ein und dieselbe Fläche gehalten werden, so wird diese Fläche heller beleuchtet, als wenn sie nur von einer Lampe angestrahlt würde. Das Licht addiert sich. Setzt man vor jede dieser Lampen ein Farbfilter (rot, grün, blau) und schafft eine Regelungsmöglichkeit für die Helligkeit der Lampen, so kann man damit Millionen von Farbedrücken erzeugen.



TEIL 1

DAS KLEINE LEXIKON

Bildpixel

Ein Pixel ist ein winziger Farbpunkt, der zusammen mit vielen Millionen anderer ein Bild ergibt.

Brennpunkt

Das ist der Sammelpunkt, in dem sich die Strahlen eines optischen Systems treffen, z.B. einer Linse. Er wird auch Fokus genannt, das dazu gehörende Verb heißt fokussieren.

Dichte

Die optische Dichte eines Stoffes gibt an, wie stark dieser Stoff das Licht am Durchdringen hindert.

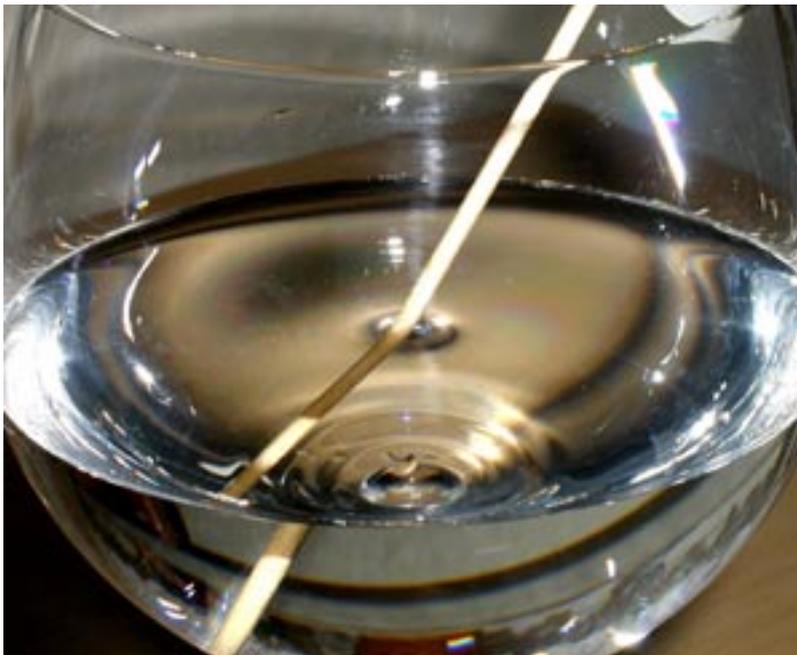


Bild 4: Eine optische Täuschung: Der Trinkhalm ist natürlich gerade! Der „Knick“ entsteht durch die Lichtbrechung im Wasserglas.

dessen Geschwindigkeit. Dadurch erhalten wir einen Brechungseffekt, der um so stärker ist, je unterschiedlicher die optischen Dichten sind. So bekommen wir den Eindruck, dass unser Trinkhalm geknickt ist. Den gleichen Effekt kann man auch beobachten, wenn anstelle des Trinkhalms ein Laserpointer benutzt wird und man den scharf gebündelten Strahl in das Wasserglas richtet.

Lichtbündelung

Dieser Versuch zeigt uns, wie gut man Licht bündeln kann. Vielleicht hat der eine oder andere schon einmal ein solches Experiment unternommen. Wir brauchen dazu eine Lupe oder Linse, Sonnenlicht und ein Stück Papier.

Wenn wir – wie im **Bild 5** gezeigt – das Blatt Papier in die Sonne halten und den Abstand der Linse

Mein Merksatz:

Licht, das auf Wasser, Glas oder ähnliches trifft, wird gebrochen und reflektiert. Die Reflexion (das Zurückstrahlen) kann man leicht mit einem Taschenspiegel und einer Taschenlampe ausprobieren. Je nach Einfallswinkel des Lichts wird der Strahl unterschiedlich reflektiert. Beide Winkel sind gleich: der Einfallswinkel und der Ausfallswinkel

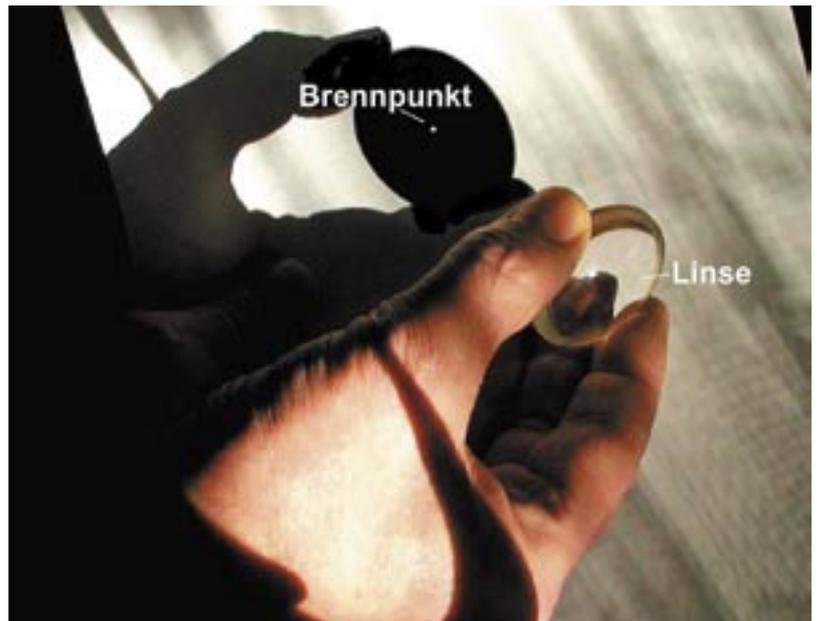


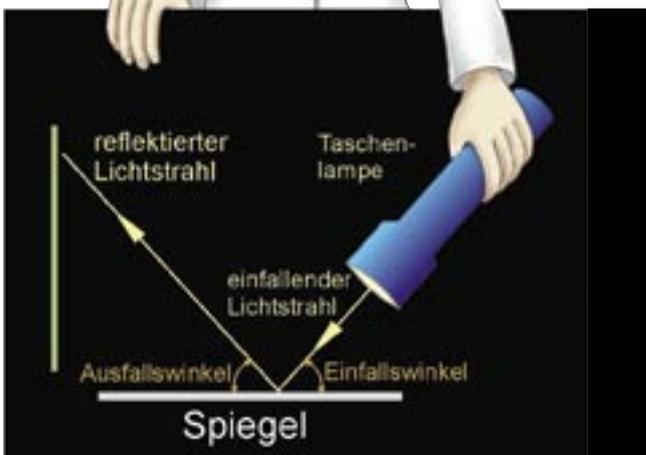
Bild 5: Hier siehst du, wie Sonnenstrahlen durch eine Linse gebündelt werden.

Die Lichtbrechung im Wasserglas

Um die Lichtbrechung nachzuweisen, genügt ein einfacher Versuch. Dazu benötigen wir ein Glas Wasser und einen Trinkhalm. Wird dieser schräg in das Glas gestellt, kann man sehen, dass der Trinkhalm unter der Wasseroberfläche einen deutlichen Knick zeigt, obwohl er ja eigentlich gerade ist. Was ist passiert? (**Bild 4**) Wenn Licht von einem durchsichtigen Medium (z.B. Wasser, Glas oder Luft) in ein anderes klares Medium übergeht, ändert sich durch die unterschiedliche Dichte der Stoffe

zum Blatt ändern, können wir den Strahlengang beeinflussen. Bei einer guten Linse ist es möglich, die Lichtstrahlen sehr scharf zu bündeln. Sie laufen in einem Punkt zusammen, der Brennpunkt heißt. Der trägt seinen Namen zu Recht, denn die in diesem Punkt entstehende Hitze kann zu einem Brandloch im Papier führen bzw. sogar das ganze Blatt anzünden.

Also Vorsicht bei der Ausführung dieses Versuches. Wird an Stelle des Papiers die Hand genommen, kann man den Brennpunkt auch selbst auf der Haut spüren. Aber bitte auch hier Vorsicht!



Wie kommt diese Lichtbündelung zustande?

Betrachten wir **Bild 6**. Darauf ist die Seitenansicht einer Sammellinse zu sehen. Auch unsere Lupe ist eine Sammellinse. Sie besitzt auf beiden Seiten nach außen gekrümmte Oberflächen. Dadurch ist sie von der Kante bis zur Mitte unterschiedlich dick, so dass die Lichtstrahlen immer anders gebrochen werden. Parallel einfallende Lichtstrahlen werden hinter der Linse im Brennpunkt zusammengeführt. Genau das ist mit den Sonnenstrahlen in unserem Versuch passiert. Übrigens, nicht wenige Waldbrände sind schon wegen achtlos weggeworfener Glasflaschen entstanden, deren Scherben wie eine Linse wirkten. Im Brennpunkt braucht sich dann nur noch leicht entzündbares Material wie z.B. ausgedorrtes Gras zu befinden und die Auslösung des Feuers ist nur noch eine Frage der Zeit.

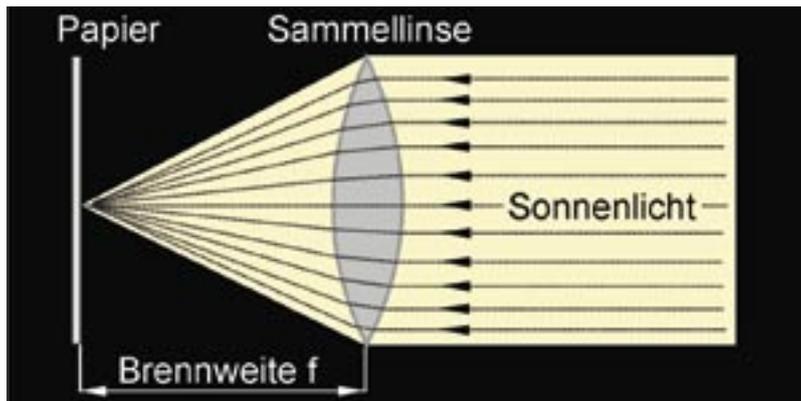


Bild 6: Prinzip der Lichtbündelung mit einer Sammellinse

Linsen werden auch in der Fotografie eingesetzt. Sie sind in Objektiven zu finden, um Abbildungen zu vergrößern oder zu verkleinern. Man benutzt sie in Ferngläsern und in Teleskopen zur Himmelsbetrachtung. Brillen haben ebenfalls Linsen.



Kleine Farbenkunde

Wir unternehmen einen kleinen Ausflug in die Welt der Farben und lernen, wie sich diese zusammensetzen. Ohne dieses Wissen gäbe es kein Farbfernsehen und Maler würden beim Mischen eines gewünschten Farbtones wohl öfters mal den falschen treffen.

Mischfarben aus dem Tuschkasten

Jeder von uns hat bestimmt schon einmal mit einem Tuschkasten oder Plakatfarben gemalt und dabei festgestellt, dass die Farben miteinander mischbar sind. So erhält man zum Beispiel aus einer Mischung von Blau und Gelb einen Grünton oder kann aus Blau und Rot ein Violett herstellen. Wir erhalten eine Mischfarbe, die – auf weißes Papier aufgetragen – den charakteristischen

Farbton ergibt. Allerdings geht das nicht mit jedem gewünschten Farbton. Für unsere Hautfarbe benötigen wir noch Deckweiß, um den Farbton heller zu machen.

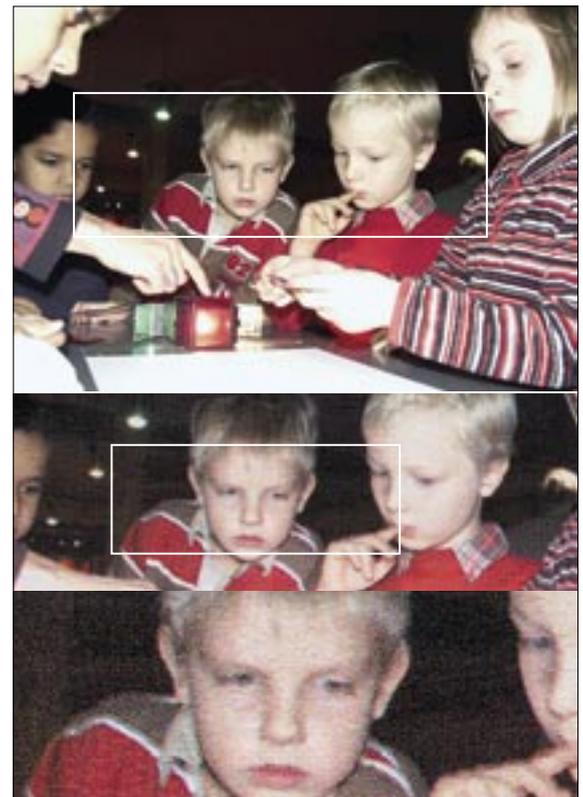
Die gedruckten Farben

Beim Farbdruck funktioniert das Aufhellen so: Da sich ein gedrucktes Foto aus vielen kleinen Bildpunkten zusammensetzt, müssen bei hellen Tönen die Farbpunkte kleiner gedruckt werden, damit das Gehirn mehr Weiß addieren kann und das Auge so eine hellere Farbe sieht. Die Grundfarben sind in **Bild 7** (Seite 6) dargestellt. Aus ihnen kann jede Druckerei ein Farbfoto drucken. Alle Farben übereinander gedruckt ergeben dann Schwarz. Nehmt eine starke Lupe und schaut euch einmal ein farbiges Foto in einer Zeitschrift näher an! Es wird so ähnlich aussehen wie auf dem Foto unten rechts.

Wie funktioniert das Farbfernsehen?

Beim Farbfernsehen werden die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau benötigt. Der Hintergrund – die Bildschirmfläche – ist dunkel. Die Farben, die man braucht, werden mit Elektronenstrahlen zum Leuchten gebracht. Hierzu sind im Inneren der Bildröhre unzählige rote, grüne und blaue Farbpunkte aufgetragen. Sie beginnen erst dann zu leuchten, wenn sie von einem Elektronenstrahl getroffen werden. Jeder der Elektronenstrahlen wird auf einen Farbpunkt gelenkt. Je stärker dieser Strahl ist, desto heller leuchtet der Farbpunkt. Will man zum Beispiel Gelb haben, so müssen die roten und grünen Farbpunkte leuchten. Wie würde das wohl mit dem Tuschkasten aussehen? Irgendwie entstünde aus diesen beiden Farben ein bräunlicher Ton. Probiert es ruhig einmal aus. Ihr könnt auch mit einer Lupe nahe an den Bildschirm gehen und euch die winzigen Farbpunkte ansehen. Mit einem kleinen Wassertropfen auf dem Bildschirm kann man das auch mit bloßem Auge erkennen. Wenn alle drei Farben zugleich leuchten, erscheint unserem Auge die Fläche als Weiß.

Bild 8 (Seite 6) zeigt, wie aus den drei Grundfarben beim Farbfernsehen sämtliche Farbtöne erzeugt werden.



DAS KLEINE LEXIKON

Farbspektrum

Wird weißes Licht durch ein Glasprisma geleitet, wird es in seine Spektralfarben aufgefächert. Es entsteht das charakteristische Farbspektrum: rot, orange, gelb, grün, blau, violett.

Komplementärfarbe

Das Wort „komplementär“ hat seinen Ursprung im Lateinischen, es heißt „ergänzend“. Auf dem Farbkreis liegen die Komplementärfarben stets genau gegenüber (siehe Bild 9 S. 6).

Licht

Licht ist der Teil der elektromagnetischen Strahlung, der vom menschlichen Auge wahrgenommen werden kann. Das sichtbare Spektrum reicht von violetten bis zu roten Farbtönen.

Lichtbrechung

Änderung der Richtung von Lichtstrahlen beim Übergang von einem durchsichtigen Medium in ein anderes durch Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit.

TEIL 1

DAS KLEINE LEXIKON

Linse

Optisch wirksames Bauelement aus Glas oder Kunststoff mit zwei lichtbrechenden Flächen. Es gibt Sammell- und Zerstreuungslinsen. Linsen werden vielseitig eingesetzt, z.B. in Brillen, Ferngläsern und Fotoapparaten.

Medium

In der Optik werden lichtdurchlässige Stoffe wie z. B. Luft, Glas, Wasser, Diamanten als Medien bezeichnet. Genaue Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Licht in unterschiedlichen Medien unterschiedlich schnell ausbreitet: je dichter das Medium, desto geringer die Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Reflexion

Das Zurückwerfen von Strahlung, z.B. Licht, beim Auftreffen auf eine Fläche bzw. einen Gegenstand.

Rezeptoren

Sinneszellen, die für physikalische oder chemische Reize (z.B. Druck, Licht usw.) empfindlich sind und diese an das Gehirn weiterleiten. Rezeptoren werden auch als biologische Sensoren bezeichnet.

Irren ist menschlich

Zum Abschluss folgt ein kleines Experiment, das beweist, dass unser Gehirn die Farben zusammensetzt und sich dabei auch irren kann. Wir benötigen zwei Blätter weißes und ein rotes Blatt Papier. Auf dem roten Blatt zeichnen wir einen Kreis. Als Schablone lässt sich z.B. ein Marmeladenglas verwenden. Die Kreisfläche wird ausgeschnitten und in die Mitte des einen weißen Blattes geklebt.

Im Abstand von etwa 30 cm halten wir nun das Blatt vor die Augen und schauen konzentriert auf den farbigen Kreis. 30 Sekunden reichen dafür aus. Dann nehmen wir schnell das weiße Blatt und schauen darauf.

Habt ihr es bemerkt? Wenn ihr vorher lange genug auf die rote Kreisfläche geguckt habt, werdet ihr im ersten Augenblick auf dem weißen

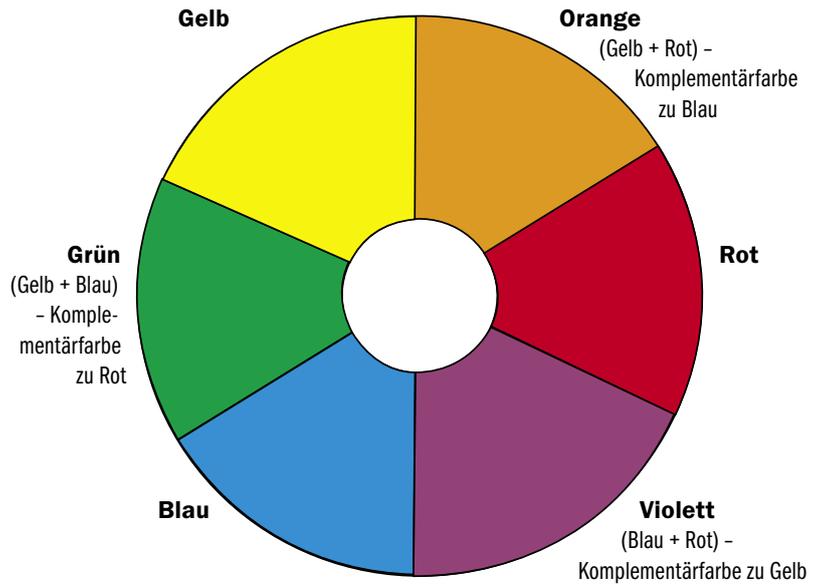


Bild 7: Farbkreis mit den Grund- und ihren Komplementärfarben

Papier einen grünen Fleck sehen, der langsam verschwindet. Was ist passiert? Das Gehirn hat

von sich aus die Komplementärfarbe Grün gebildet, weil die Sensoren im Auge – genannt Rezeptoren – durch das intensive Anschauen überreizt wurden.

Auf dem Farbkreis im Bild 7 könnt ihr die Komplementärfarben sehen. Die stehen sich jeweils gegenüber.

Natürlich können wir den Versuch auch mit anderen farbigen Punkten machen. Wären sie grün, würden wir auf dem leeren weißen Blatt kurzzeitig einen roten Kreis sehen,

*Mein Merksatz:
Beim Farbfernsehen werden in unserem Gehirn rote, grüne und blaue Lichtpunkte addiert. Dadurch entstehen ganz andere Mischfarben als bei Pinselfarben. Die gleiche Mischung wie beim Fernsehen erhält man auch, wenn man im Dunkeln mit drei Taschenlampen – rot, grün und blau leuchtend – eine weiße Wand anstrahlt und die Farben dabei ineinander übergehen lässt.*

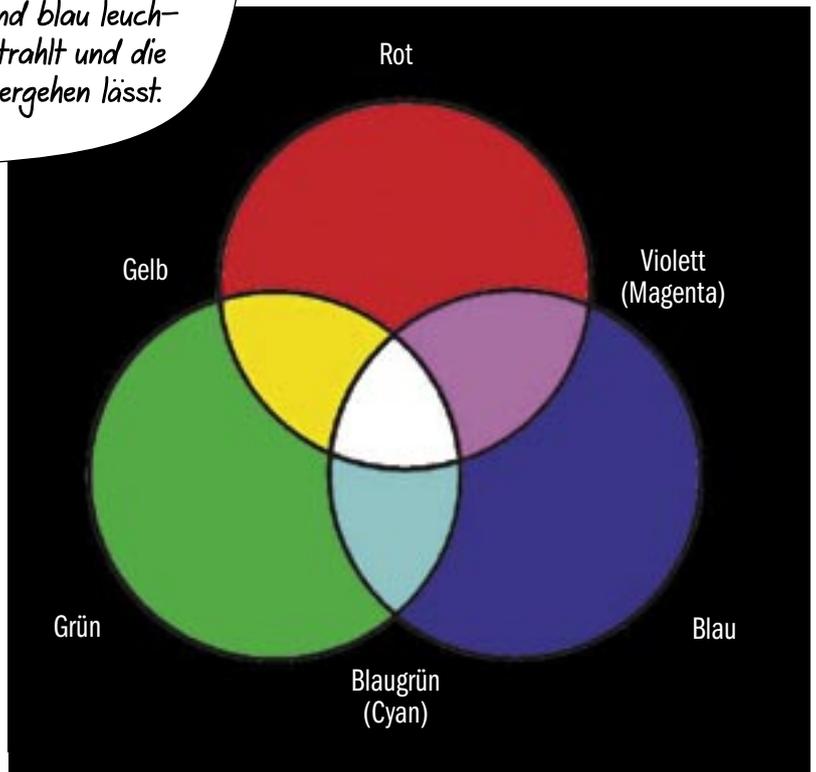


Bild 8: Prinzip der Farbmischung beim Farbfernsehen

Batterien, Glühlämpchen, Transistoren und mehr

DAS KLEINE LEXIKON

Elektrische Ladung

Alle elektrischen Erscheinungen lassen sich auf die Ladung zurückführen. Die elektrische Ladung wird von Elektronen und Protonen getragen. Elektronen tragen negative Ladungen, Protonen positive. Zwischen Körpern mit unterschiedlicher elektrischer Ladung wirken Anziehungskräfte, zwischen Körpern mit gleicher Ladung Abstoßungskräfte. Die Einheit der elektrischen Ladung ist das Coulomb (C). Damit wird der französische Physiker Charles Agustin de Coulomb (1736 - 1806) geehrt.

Für die folgenden Experimente brauchen wir elektronische Bauelemente, die durch Löten miteinander verbunden werden. Deshalb wollen wir die wichtigsten kennen lernen und auch etwas über die Löttechnik erfahren. Da ohne Energie nichts „läuft“, beginnen wir mit den Batterien, aus denen wir die für unsere Versuche erforderliche Energie holen werden.

Jeder von euch hatte bestimmt schon einmal eine Batterie in den Händen. Diese Primärzellen – ein fachlich genauerer Ausdruck für Batterien – gibt es in verschiedenen Ausführungen. Am häufigsten sind die kleinen runden Mignon-Batterien, die Spannungen von 1,5 Volt (kurz: V) liefern. Ziemlich oft wird auch die 9-V-Block-Batterie verwendet, deren höhere Spannung den Aufbau von Schaltungen mit geringerem Stromverbrauch ermöglicht. Dadurch wird die Batterie nicht so schnell leer, was gut für die Umwelt ist.

Sehen wir uns Batterien an, so fällt auf: Sie haben immer zwei Anschlüsse, die mit Plus und Minus bezeichnet sind. Wird an die Batteriekontakte ein Glühlämpchen angeschlossen, so beginnt es zu leuchten – ein Zeichen dafür, dass Strom fließt. Wie funktioniert das?

Die Batterie ist ein elektrochemisches Element, an dessen beiden Anschlüssen unterschiedliche elektrische Ladungen gebildet werden. Verbindet man die Batterie mit dem Lämpchen, wie im **Bild 1** links, so haben die Ladungen das Bestreben, sich auszugleichen. Es fließt ein Strom – so lange, bis das Lämpchen herausgeschraubt wird oder die Batterie „leer“ ist. Im **Bild 1** rechts sind die elektrischen Schaltzeichen zu sehen. Werden Lämpchen und Batterie miteinander verbunden, bilden sie einen Stromkreis. Die schwarzen Linien stellen die Verbindungsdrähte dar. Der Stromkreis wird vereinfacht durch einen Stromlaufplan dargestellt. Dazu dienen die Schaltzeichen. Das ist einfacher, als jedes Mal „richtige“ Lampen oder Batterien zu zeichnen.

se wurde bei der Herstellung des Glühlämpchens „herausgepumpt“. So verbrennt die Glühwendel nur, wenn die angeschlossene Spannung für das Lämpchen zu hoch ist, also wenn wir z.B. ein 3,5-V-Lämpchen an eine 9-V-Batterie anschließen würden.

Widerstände

Wenn die Spannung für das Lämpchen zu hoch ist, brauchen wir ein Bauelement, das uns hilft, das Durchbrennen des Lämpchens zu verhindern. Es heißt Widerstand und leitet den Strom schlechter als ein gewöhnlicher Draht. Seine Aufgabe besteht u.a. darin, die Spannung an einem (Strom-)Verbraucher – z.B. unserem Glühlämpchen – herabzusetzen. Das schafft der Widerstand, indem er selbst einen Teil der Spannung „übernimmt“. Wir müssen ihn dazu nur zwischen die Batterie und das Lämpchen schalten. **Bild 2** zeigt uns den Schaltplan dafür.

Leere Batterien gehören nicht in den Müll, da sie Stoffe enthalten, die die Umwelt belasten. Deshalb immer zum Recycling bringen. Jedes Geschäft, das Batterien verkauft, nimmt auch leere entgegen.

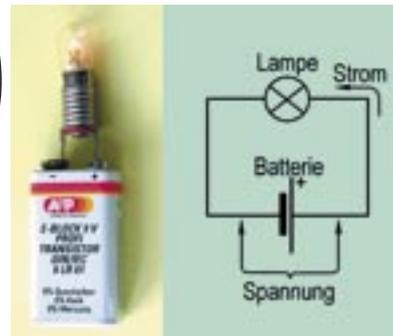


Bild 1: Prinzip eines einfachen Stromkreises, rechts das elektrische Schaltbild

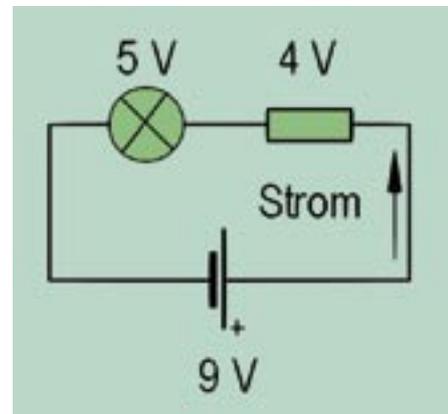
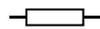


Bild 2: Stromkreis mit Widerstand, um die Spannung an der Lampe zu verringern

Im **Bild 2** ist ein Widerstand eingezeichnet. Er sieht so aus:  Er liegt zwischen der Batterie (+) und der Lampe (-⊗-).

Glühlämpchen

Wieso strahlt das Glühlämpchen eigentlich Licht aus, wenn wir es mit der Batterie verbinden? Im Inneren des Lämpchens befindet sich eine kleine Drahtspirale – sie heißt Glühwendel. Der Strom fließt durch diese Glühwendel und bringt sie zur „Weißglut“. Dabei entsteht nicht nur Licht, sondern auch Wärme. Eigentlich müsste die Glühwendel sogar verbrennen. Das kann sie aber nicht, weil im Glaskolben des Lämpchens keine Luft mehr vorhanden ist. Die-



Mein Merksatz:
Je höher der Widerstandswert, desto geringer der Strom, der durch den Widerstand fließt und um so höher die über dem Widerstand abfallende Spannung.

TEIL 2

DAS KLEINE LEXIKON

Elektrische Spannung

Zwischen zwei Punkten mit unterschiedlicher elektrischer Ladung besteht eine elektrische Spannung. Diese Spannung strebt nach Ausgleich. Sie ist die Ursache für den elektrischen Strom, der in einem geschlossenen Stromkreis fließt. Die Einheit der Spannung ist das Volt (V). Damit wird der italienische Wissenschaftler Alessandro Volta (1745 - 1827) geehrt.

Elektrischer Strom

Der Fluss von Ladungsträgern wird elektrischer Strom genannt. Die Einheit des Stromes ist das Ampere (A). Damit wird der französische Wissenschaftler André Marie Ampere (1775 - 1836) geehrt.

Die Widerstände bestehen meist aus einem Keramikrohr, auf dem eine Kohleschicht aufgedampft ist. Je nach Schichtdicke besitzen sie unterschiedliche Widerstandswerte. Die Maßeinheit für den elektrischen Widerstand heißt Ohm, als Symbol dient der griechische Buchstabe Omega (Ω). Mit dieser Bezeichnung wird der deutsche Physiker Georg Simon Ohm geehrt, der von 1789 bis 1854 lebte. 1000 Ohm sind 1 Kiloohm ($k\Omega$), genauso wie 1000 Gramm 1 Kilogramm sind.

Die meisten Widerstände sind sehr klein. So klein, dass man Zahlen darauf nicht lesen könnte. Wie soll man den Widerstand in Ohm angeben? Ganz einfach: mit farbigen Ringen. Bild 3 zeigt die Farbring-Tabelle. Die ersten beiden Ringe geben den Zahlenwert an, der dritte die Anzahl der Nullen. Widerstände sind je nach Baugröße für unterschiedlich starke Ströme bzw. Spannungen ausgelegt. Deshalb ist auch deren Leistungsangabe in W (Watt) sehr wichtig.

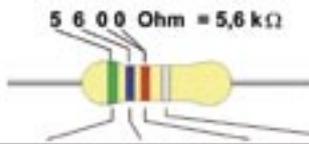
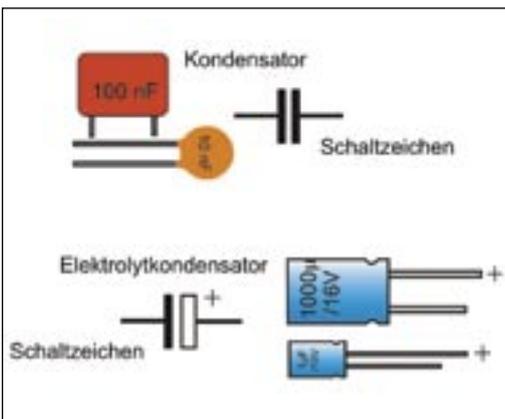


Bild 3: Farbring-Tabelle für handelsübliche Widerstände

Farbe	1. Ring Ziffer 1	2. Ring Ziffer 2	3. Ring Anzahl der Nullen (Multiplikator)	4. Ring Toleranz
schwarz	—	0	—	
braun	1	1	1	
rot	2	2	2	
orange	3	3	3	
gelb	4	4	4	
grün	5	5	5	
blau	6	6	6	
violett	7	7	7	
grau	8	8	8	
weiß	9	9	9	
silber				$\pm 10\%$
gold				$\pm 5\%$

Bild 4: Bauformen und Schaltzeichen von Kondensatoren



Um elektronische Schaltungen aufzubauen, sind weitere Bauelemente notwendig. Die wichtigsten lernt ihr im folgenden kennen:

Kondensatoren

Die einfachsten Kondensatoren bestehen aus zwei gegenüber liegenden Metallplatten, zwischen denen sich Luft oder ein anderer Stoff befindet, der den elektrischen Strom nicht leitet. Dieser Stoff heißt Dielektrikum (sprich: Di-Elektrikum). Legt man an die Kondensatorplatten eine Gleichspannung an, so laden sie sich auf und wirken als Ladungsspeicher. Je größer die Fläche dieser Platten ist, desto mehr Ladungen können sie speichern. Ein Kondensator wird deshalb manchmal auch als „Elektronensparbüchse“ bezeichnet. Das Speichervermögen des Kondensators heißt Kapazität. Sie wird in Farad (F) angegeben, zu Ehren des englischen Wissenschaftlers Michael Faraday, der von 1791 bis 1867 lebte. Da die Einheit „Farad“ sehr groß ist, werden meist kleinere Einheiten wie z.B. „Mikrofarad“ (μF) – das ist der millionste Teil eines „Farad“ – verwendet. Wenn man die Spannung vom Kondensator trennt und die Platten mit einem Draht kurzschließt, entlädt er sich wieder.

Bild 4 zeigt zwei unterschiedliche Kondensatorbauformen: Links ist ein gewöhnlicher Kondensator zu sehen, rechts ein Elektrolytkondensator, auch kurz als Elko bezeichnet. Der Elko kann durch seine Aufbauweise wesentlich mehr Ladungen aufnehmen und speichern, da eine zusätzliche Substanz eingebracht wurde, die Elektrolyt heißt.

Außer der Kapazität des Kondensators ist auch dessen Spannungsfestigkeit von Bedeutung. Bei Elektrolytkondensatoren wird sie stets mit angegeben. Zum Beispiel bedeutet die Angabe „100/16“, dass der Elko eine Kapazität von 100 μF besitzt und für eine maximale Spannung von 16 V ausgelegt ist. Bei den gewöhnlichen Kondensatoren ist meist nur die Kapazität aufgedruckt.

Fotowiderstände (LDR)

Es gibt Widerstände, die ihre Wirkung unter dem Einfluss von Licht verändern. Fällt viel Licht auf sie, dann verringert sich ihr elektrischer Widerstand. Im Dunkeln ist er sehr hoch. Solche Widerstände nennt man Fotowiderstände. Diese werden in vielen technischen Anlagen und Geräten genutzt. Alarm- und Überwachungsanlagen, automatische Rolltreppe- und Fahrstuhlsteuerungen sind nur einige Beispiele. Wir setzen einen Fotowiderstand u.a. im „Schubladenwächter“ auf S. 15 ein. Zu den „elektronischen Augen“ gehören auch Fotodioden, Fototransistoren und Fotoelemente.

Die „elektronischen Augen“ funktionieren auf der Grundlage des photoelektrischen Effekts, dessen Theorie mein großes Vorbild Albert Einstein vor hundert Jahren erarbeitet hat. Dafür hat er den Nobelpreis bekommen!

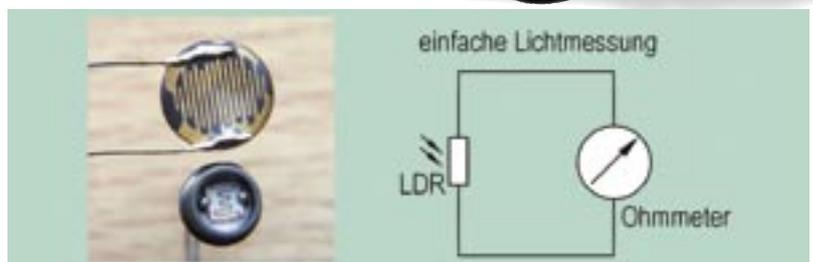


Bild 5: Bauform und Schaltzeichen eines Fotowiderstandes

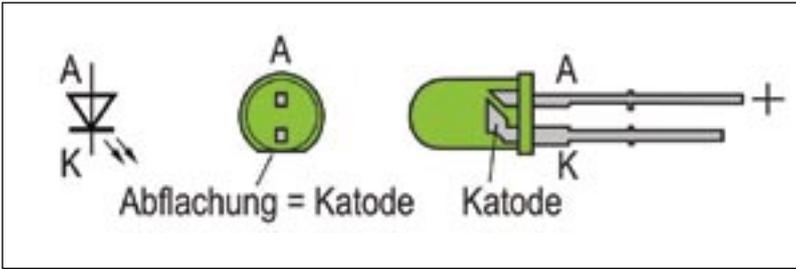


Bild 6: Schaltzeichen, Anschlussbelegung und Bauform einer Lichtemitterdiode

Lichtemitterdioden (LED)

Lichtemitterdioden (sprich: Licht-Emitter-Dioden) sind Halbleiterbauelemente, die beim Anlegen einer elektrischen Spannung einfarbiges Licht aussenden. Damit unterscheiden sie sich von den Glühlampen, deren Licht alle Farben des Spektrums enthält. Wir können diesen Unterschied sehr schön sichtbar machen, indem wir das Licht einer Lichtemitterdiode und eines Glühlämpchens durch ein Glasprisma leiten. Die vom Glühlämpchen ausgehende Strahlung wird in die Farben des Regenbogens zerlegt, bei der LED bleibt dieser Effekt aus. Die Farbe des Lichtes, das eine Lichtemitterdiode aussendet, hängt von den für ihren Aufbau verwendeten Materialien ab. Es gibt rot-, orange-, gelb-, grün- und blau leuchtende Lichtemitterdioden. Selbst „weiße“ LED kann man kaufen. Bei ihrer Herstellung wird jedoch ein technischer Trick angewandt, denn wie wir bereits wissen, ist weißes Licht nicht einfarbig und kann damit eigentlich nicht von einer Lichtemitterdiode erzeugt werden. LED ersetzen in vielen technischen Geräten die herkömmlichen Glühlämpchen, weil sie viel weniger Energie benötigen und eine höhere Lebensdauer haben. Auch wir setzen in einigen Experimenten Lichtemitterdioden ein.

Transistoren

Ohne diese Bauelemente würde in der modernen Elektronik fast gar nichts „laufen“. Sie gehören zur Gruppe der Halbleiter. Transistoren werden milliardenfach verwendet, allein in einem modernen Computer versehen sie in Dutzenden von integrierten Schaltkreisen zuverlässig ihren Dienst. Auch in HiFi-Anlagen und Fernsehgeräten sind sie unverzichtbar.

Transistoren haben drei Anschlussbeinchen, diese heißen „Emitter“ (E), „Basis (B) und „Kollektor“ (C).

Beim Einbau in die Schaltung dürfen wir die Anschlüsse nicht verwechseln, sonst könnten die Bauelemente kaputt gehen. Transistoren haben „Verstärkereigenschaften“. Ein an der Basis ankommender kleiner Strom steuert einen großen Strom, der zwischen Emitter und Kollektor fließt.

Moderne Schaltungen werden mit Transistoren unterschiedlichen Typs aufgebaut: mit npn-Transistoren und pnp-Transistoren. Das ermöglicht energiesparende Lösungen. Beim Schaltzeichen des pnp-Transistors zeigt der Stromrichtungspfeil des Emitters (E) zur Basis (B), beim npn-Transistor weist der Pfeil von der Basis weg.

Solarzellen

Ob auf Hausdächern, in Taschenrechnern oder im Sonnenkraftwerk – die flachen Gebilde in Dunkelblau oder Grau gibt es überall zu sehen. Sie wandeln die Energie des Sonnenlichtes in Elektroenergie um. Aus jeder Solarzelle kann man eine Spannung von etwa einem halben Volt entnehmen. Da das nicht gerade sehr viel ist, werden die Solarzellen zu Modulen zusammen geschaltet. Das ist genau so wie bei Batterien. Wenn man die in Reihe schaltet, erhöht sich deren Spannung, schaltet man sie parallel, kann mehr Strom entnommen werden. Solarzellen sind ebenfalls Halbleiterbauelemente. Unser Solar-Hubschrauber auf Seite 11 bezieht seine Energie aus einem kleinen Solarmodul. Deshalb kann er nur bei Sonne oder hellem Lampenlicht „starten“.



Meine Merksätze:

Beim Anschluss von Lichtemitterdioden ist auf die richtige Polung zu achten. Bei den meisten LED ist das längere Anschlussbeinchen der positive Anschluss - die Anode. Da LED zum Leuchten viel weniger Strom als Glühlämpchen benötigen, müssen sie stets zusammen mit einem Widerstand in den Stromkreis geschaltet werden.

Halbleiter nennt man Stoffe, die den elektrischen Strom weder gut leiten (wie Metalle) noch vollständig isolieren (wie z.B. Plastik, Porzellan oder Glas). Aus Halbleitermaterialien wie z.B. Silizium werden viele elektronische Bauelemente gefertigt. Die Mikroelektronik wäre ohne die genaue Kenntnis der Halbleiter und deren Funktionsweise undenkbar. Auch den Discman oder den Laptop gäbe es nicht.

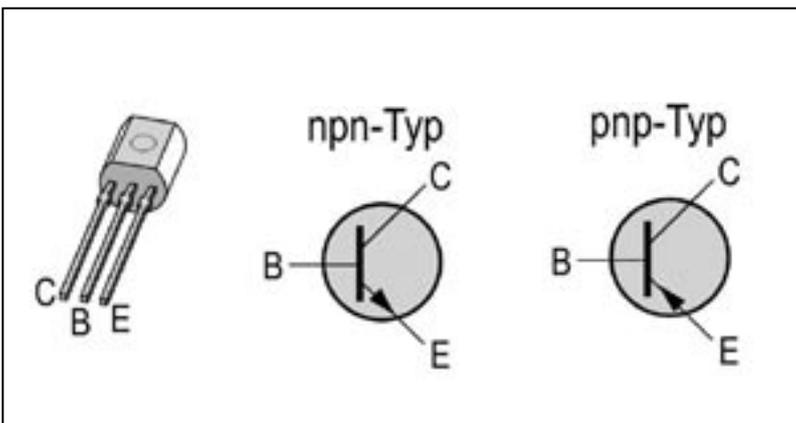


Bild 7: Übliche Bauform eines Transistors, rechts die Schaltbilder für den npn-Transistor und den pnp-Transistor

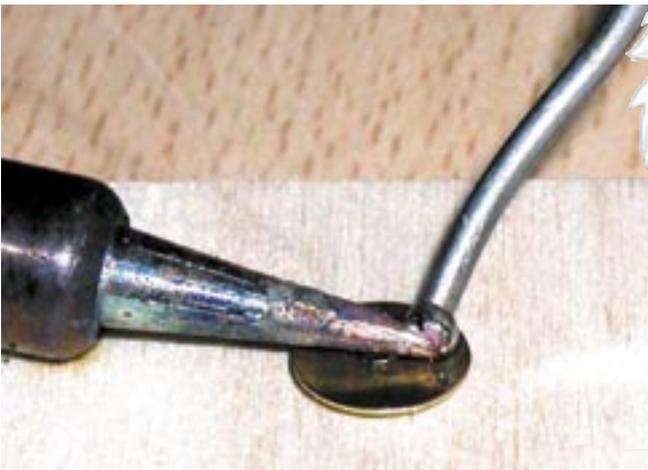
TEIL 2



Bild 8: Jetzt können wir wichtige Bauteile der Elektronik und wissen, wozu sie da sind. Um damit funktionsfähige Schaltungen aufzubauen, müssen deren Anschlüsse haltbar miteinander verbunden werden. Das geschieht durch Lötens auf mit Reißzwecken bestückten Holzbrettchen. Die Reißzwecken sind die Träger der Bauteile und bilden Stützpunkte, die wir dann mit Drähten elektrisch miteinander verbinden. Wir sollten deshalb einen LötKolben mit sicherem Ständer, eine Flachzange sowie einen Seitenschneider zur Hand haben. Dazu kommen noch LötZinn und dünner blanker Draht für die Verbindungsleitungen. Da wir gesund bleiben möchten, benutzen wir bleifreies LötZinn. Damit arbeitet es sich zwar nicht ganz so gut wie mit bleihaltigem Zinn, weil aber Bleidämpfe sehr ungesund sind, ist bleifreies LötZinn die bessere Alternative.

Bild 8 zeigt, wie man einen LötKolben richtig benutzt.

Bild 10: So sollte die LötKolbenspitze aufgesetzt und das Zinn herangeführt werden.



Jetzt wird's heiß – das „1 x 1“ des Lötens

Beim Lötvorgang werden Metalle mit Hilfe eines geschmolzenen Lots – in unserem Fall bleifreies LötZinn – miteinander verbunden. Die Spitze des LötKolbens erreicht eine Maximaltemperatur zwischen 350 und 400 °C. Damit das bleifreie LötZinn gut schmelzen kann, genügt aber bereits eine Temperatur von 280 °C. Bei einer Lötstation kann diese

Temperatur meist genau eingestellt werden. Im LötZinn befindet sich eine Ader aus Baumharz (Kolophonium), das als Flussmittel dient. Damit erreichen wir, dass sich das Zinn besser mit den Anschlüssen der Bauelemente und den Schaltdrähten verbindet.

Als erstes müssen wir das Verzinnen von Reißzwecken üben. **Bild 9** verdeutlicht diesen Vorgang: Wir nehmen den LötKolben wie einen Bleistift in die Hand. Die heiße Spitze des LötKolbens wird möglichst flach auf die Reißzwecke aufgelegt, um eine gute Wärmeübertragung zu erreichen (Schritt 1). Wir warten etwa drei bis vier Sekunden und berühren mit dem LötZinn die Spitze so lange, bis dieses flüssig wird (Schritt 2). Nun wird so viel Zinn auf die Reißzwecke aufgetragen, wie für den Überzug der gesamten Fläche benötigt wird (Schritt 3). Wir verteilen das Zinn, indem die LötKolbenspitze unter leichtem Druck auf der Reißzwecke hin und her bewegt wird, bis die gesamte Oberfläche mit einer glänzend silbrigen Schicht überzogen ist. Das Foto (**Bild 10**) zeigt diesen Arbeitsgang im Detail. Mit der Zeit bekommt man das richtige Gefühl dafür und Übung macht auch hier den Meister.

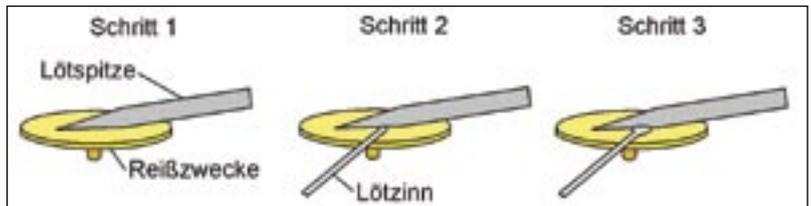


Bild 9: Vorgang beim Verzinnen von Reißzwecken



Mein Merksatz: Beim Lötens haben wir es mit großer Hitze zu tun! Niemals den LötKolben einfach so ablegen oder unachtsam damit umgehen. Verbrennungen schmerzen sehr und versengte Tischplatten oder Kleidungsstücke werden euch kein Lob einbringen. Auch die Reißzwecken werden sehr heiß und nach dem Verzinnen hält die Hitze dort noch eine Weile an. Ihr solltet in jedem Fall vorsichtig sein, um euch nicht zu verbrennen. Und wenn es doch einmal passiert ist, hilft sofortiges Kühlen mit kaltem Wasser.

Strom durch Licht – Bau eines Solar-Hubschraubers

Ein Propeller-Motor, der sich ohne Treibstoff oder Batterie dreht? Geht das? Unser Solar-Hubschrauber beweist es. Damit die Rotoren in Bewegung versetzt werden, sind (Sonnens-)Licht und ein Bauteil mit dem Namen Solarmodul notwendig.

Im **Bild 1** rechts sehen wir ein Mini-Solarmodul. Viele große Solarmodule sind mit Akkumulatoren gekoppelt. Das macht man besonders an Orten, wo es keinen Strom aus dem Netz gibt. Am Tag geben die Module Spannung ab und laden die Akkus auf, nachts oder bei schlechtem Wetter hat man dann deren Strom zur Verfügung. Seit vielen Jahren werden zum Beispiel Satelliten im Weltraum so betrieben.

Der Versandhandel (z.B. die Firma Opitec Hobbyfix) bietet ein breites Sortiment an Mini-Solarmodulen und einige Motore an, die bereits bei geringen Spannungen laufen. Sie bilden die Grundlage für den Bau unseres Solar-Hubschraubers. Zwar wird unser Hubschrauber nicht fliegen können, aber sein großer Rotor wird sich drehen. Und das ohne Batterien, nur vom Licht angetrieben. Ein super Blickfang in eurem Zimmer.

So geht's:

1. Schritt: Wir übertragen die Umriss der Hubschrauberzelle auf ein Holzbrettchen (Kohlepapier verwenden, oder Rand mit Bleistift nachzeichnen). Danach sägen wir die Zelle mit der Laubsäge aus

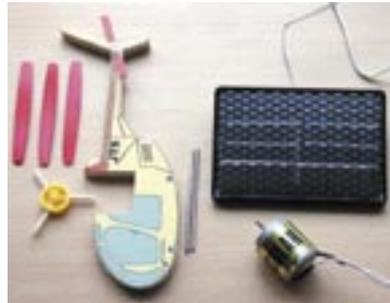


Bild 1: Die Hauptteile zum Aufbau

und glätten die Kanten mit Sandpapier.

2. Schritt: Nun ist die farbige Vorlage der Hubschrauberzelle mit der Schere auszuschneiden und mit einem Klebestift auf das Holzbrettchen zu kleben. Mit einem 2-mm-Bohrer werden anschließend die beiden Löcher für die Aufnahme der Kufenstützen gebohrt.

3. Schritt: Aus zwei Drahtstücken von 2 mm Durchmesser werden die beiden Kufenstützen angefertigt. Die Abmessungen sind der Zeichnung (siehe Kopiervorlage) zu entnehmen. Die Biegekanten werden mit einem Stift markiert. Nun ist mit einer Flachzange jeweils eine Seite der Kufenstützen zu biegen und in die 2-mm-Löcher der Hubschrauberzelle zu stecken. Danach ist die andere Seite zu biegen. Die Zeichnung zeigt, wie das gemacht werden muss.

4. Schritt: Jetzt werden die beiden Kufen angefertigt. Dazu ist eine Holzleiste (10 mm x 5 mm x 140 mm) bei 70 mm mit der Laubsäge zu trennen. Dann runden wir die Vorderkanten der beiden Leistenstücke mit Sandpapier ab und

bohren die Löcher für die Aufnahme der Kufenstützen (siehe Kopiervorlage) mit einem 2-mm-Bohrer. Nun sind die Stützen so in die Löcher zu stecken, dass die Hubschrauberzelle fest stehen kann. Sollte alles zu locker sein, können wir mit etwas Kleber nachfixieren.

5. Schritt: Von einem Rundholz sägen wir ein 5 mm dickes Stück ab und bohren möglichst genau in der Mitte ein Loch für die Motorachse. Danach sind auf der Seitenfläche drei Löcher in gleichen Abständen zu bohren (siehe Kopiervorlage). Dort werden drei Streichhölzer eingeklebt, die etwa 15 mm überstehen sollen.

6. Schritt: Nun fertigen wir die drei Rotorblätter an, deren Abmessungen wir von der Kopiervorlage auf ein Stück Pappe übertragen. Die sauber ausgeschnittenen Rotorblätter kleben wir danach an die Streichhölzer.

7. Schritt: Jetzt ist nur noch die Zuleitung vom Solarmodul zum Motor an die Kontakte zu löten und einem Funktionstest steht nichts mehr im Wege. Falls keine Sonne scheint, hilft eine Halogenlampe. Wir müssen allerdings ziemlich nahe an die Lampe herangehen, damit sich die Motorachse dreht.

8. Schritt: Nun setzen wir den Motor ein. Dazu wird er genau plaziert und mit Heißkleber angeklebt. Zum Schluss ist der kleine Heckrotor auf Pappe zu bringen, auszuschneiden und aufzukleben. Mit dem Aufsetzen des Rotors auf die Achse ist unsere Arbeit beendet.

MATERIAL

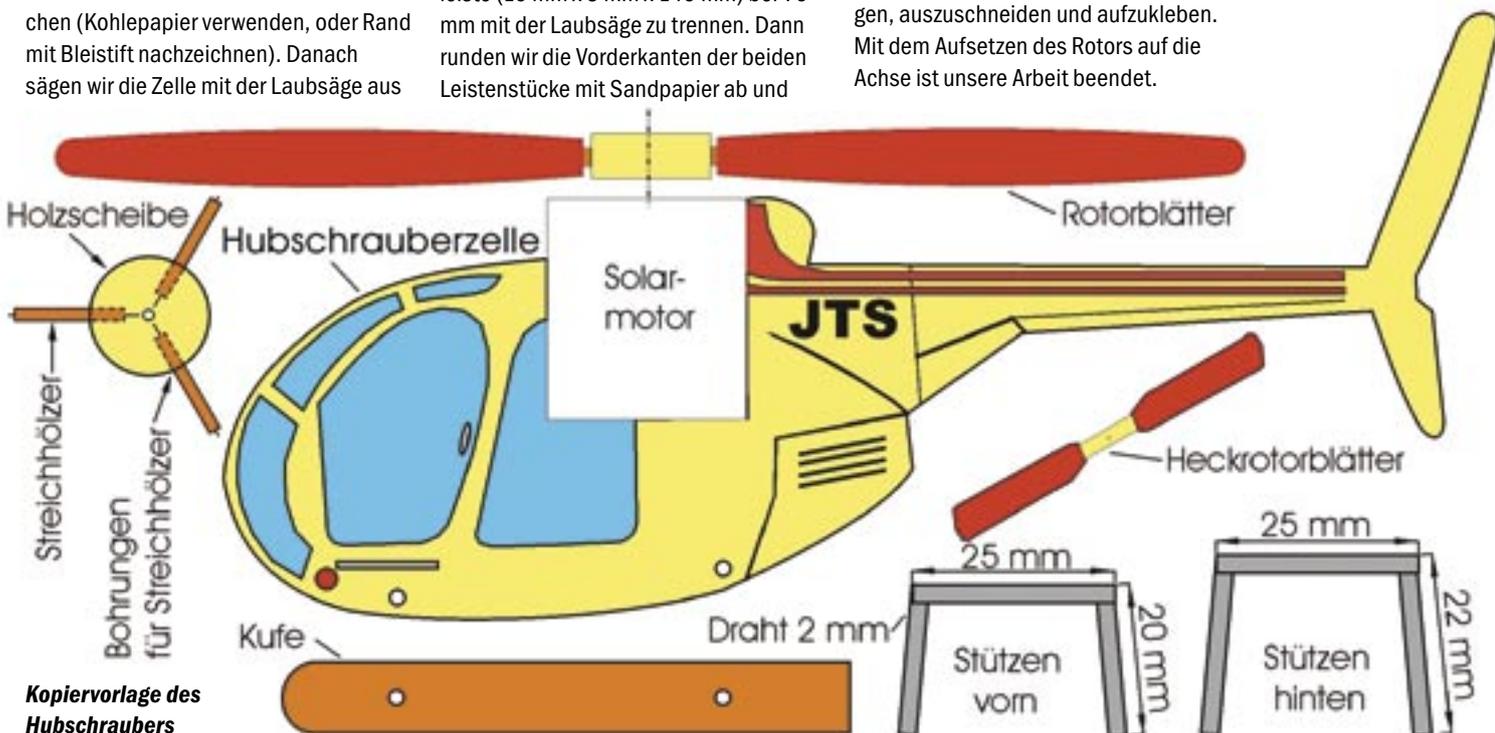
- 1 gekapseltes Solarmodul, etwa 400 mA
- 1 Solarmotor, etwa 100 mA
- isolierte Doppellitze, etwa 1 mA lang
- 1 Holzbrettchen, etwa 170 mm x 100 mm x 5 mm
- 1 Rundholz, etwa 17 mm Durchmesser
- 1 Leiste, etwa 10 mm x 5 mm x 140 mm
- Aluminium- oder Kupferdraht, 2 mm Durchmesser, etwa 200 mm
- Streichhölzer, Lötzinn, Klebestift, Sandpapier, Bleistift, Klebstoff, farbige Pappe

WERKZEUG

- Laubsäge, Bohrmaschine
- Heißklebepistole mit Sticks, Flachzange, Bohrer 2 mm, LötKolben, Schere



Der fertige Solar-Hubschrauber



Kopiervorlage des Hubschraubers

BAUANLEITUNG

Wir bauen eine Warnleuchte – mit Glühlampe ...

MATERIAL

- 1 Holzbrettchen
65 mm x 35 mm,
etwa 8 mm dick
- 2 Holzbrettchen
45 mm x 15 mm,
etwa 3 mm dick
- 2 vermessigte Reißzwecken
- 1 Glühlampe E 10,
7 V/0,3 A o.ä.
- 1 Lampenfassung E 10 mit
Lötflächen
- 1 9-V-Blockbatterie
- 1 Batterieclip
- 1 Miniaturschalter
- Lötzinn
- Klebstoff
- Schalt draht mit etwa
0,5 mm Durchmesser

WERKZEUG

- Heißklebepistole mit
Klebestick,
- Löt kolben, kleiner Hammer,
Seitenschneider,
kleine Säge für den
Zuschnitt der Brettchen

Schauen wir einmal auf das **Bild 1**. Es zeigt den Stromlaufplan der Eigenbau-Warnleuchte. Zwei elektrische Symbole sind uns schon bekannt, das für das Glühlämpchen (⊗) und das für die Batterie (⊖|⊕). Dazu gesellt hat sich ein drittes – für den Schalter – mit dem man das Licht aus- oder einschalten kann.

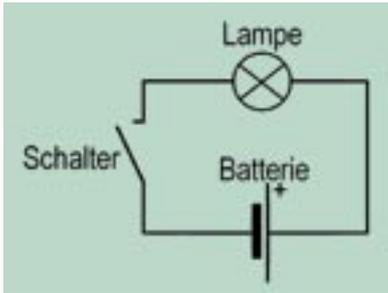


Bild 1: Schaltung der Warnleuchte

Alle Teile liegen in Reihe und bilden zusammen einen geschlossenen Stromkreis, da die Bauteile untereinander mit Drähten verbunden sind. Schließen wir den Schalter, so kann der Strom von einem Pol der Batterie durch Draht, Schalter und Glühlämpchen zum anderen fließen. Das Lämpchen leuchtet und zwar so lange, bis der Schalter wieder geöffnet wird – oder die Batterie leer ist.

Die Bauelemente und Einzelteile, die wir brauchen, sind in **Bild 2** zu erkennen. Die kleinen Brettchen lassen sich gut mit einer Laub- oder Mini-Universalsäge herstellen. Die Elektronikbauteile sowie die erforderlichen Werkzeuge gibt es im Fachhandel (z.B. bei Conrad Electronic). Mitunter hilft aber auch Vaters Bastelkiste weiter. Eine geeignete Unterlage zum Basteln lässt sich sicherlich finden. Ohne sie sollten wir nicht beginnen, falls nicht ein Werk Tisch zur Verfügung steht.



Bild 2: Die wichtigsten Teile, die zum Aufbau nötig sind.

So geht's:

1. Schritt: Zuerst schlagen wir die beiden Reißzwecken entsprechend **Bild 3** in das große Brett. Ihr Abstand sollte etwa 4 mm betragen.



Bild 3: Das Grundbrett mit Reißzwecken und aufgeklebten Seitenteilen

2. Schritt: Wir verzinnen die Reißzwecken und kleben das eine Seitenteil wie im Bild 3 hochkant an. Diese Teile halten die Batterie in ihrer Position. Bevor wir das zweite Teil ankleben, legen wir deshalb die Batterie an das bereits festgeklebte Teil. So hat man den exakten Abstand.



Bild 4: Hier sind der Schalter eingeklebt, die Fassung aufgelötet und ein Anschlussdraht angelötet worden.

3. Schritt: Nun muss der Miniaturschalter wie im **Bild 4** aufgeklebt werden. Aber Vorsicht, dass kein Kleber in das Innere des Schalters fließt! Wenn dieser fixiert ist, wird eine Drahtverbindung von einem Schalterkontakt zur daneben liegenden Reißzwecke durch Löten hergestellt. Da die Anschlüsse sehr klein sind, darf man nicht zu viel Zinn nehmen. Ist das gelungen, kann die Lampenfassung auf beide Reißzwecken aufgelötet werden.

4. Schritt: Was jetzt noch fehlt, ist der Batterieclip. Ein Anschluss ist an einen Schalterkontakt, der andere an die Reißzwecke zu löten, die nicht mit dem Schalter verbunden ist. **Bild 5** zeigt das

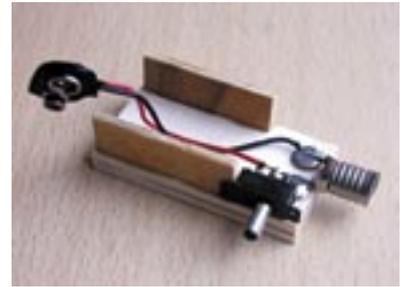


Bild 5: Der Batterieclip ist angeschlossen.

ganz deutlich. Wir brauchen nur noch die Lampe einzuschrauben, die Batterie anzuklemmen, den Schalter zu schließen und unsere Arbeit hat sich gelohnt: Die Lampe leuchtet. Sollte das nicht der Fall sein, müssen wir alles noch einmal kontrollieren.



Bild 6: So sieht die fertige Warnleuchte aus.

Wer möchte, kann sich eine Hülle aus Pappe basteln und der Warnleuchte nach seinem Geschmack ein interessantes Outfit geben.



Unsere Leuchte hat einen Nachteil, der nicht verschwiegen werden soll. Das Glühlämpchen strahlt zwar recht hell, verbraucht aber ganz schön viel Strom. Die Batterie ist bald leer. Es gibt eine modernere Lösung, die wir auf der nächsten Seite vorstellen.

... und mit Lichtemitterdiode (LED)

Seit vielen Jahren werden bereits Lichtemitterdioden (LED) hergestellt, die ziemlich hell sind und viel weniger Strom als die kleinste Glühlampe verbrauchen. Außerdem haben sie noch andere Vorteile. Sie geben kaum Wärme ab und gehen nicht so schnell kaputt. Deshalb ist es ganz logisch, dass auch wir unsere Warnleuchte auf den Stand der Technik bringen. Die Farbe der Lichtemitterdiode können wir nach unseren Wünschen wählen. Die Superhellen gibt es in allen gängigen LED-Farben (rot, gelb, grün und blau) aber auch als weiße Ausführung.

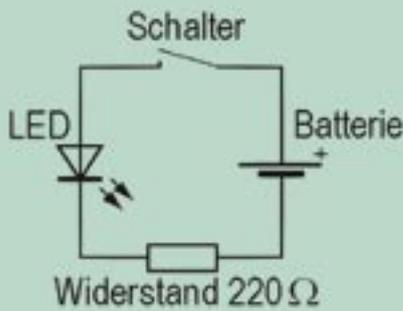


Bild 7: Schaltung der LED-Warnleuchte

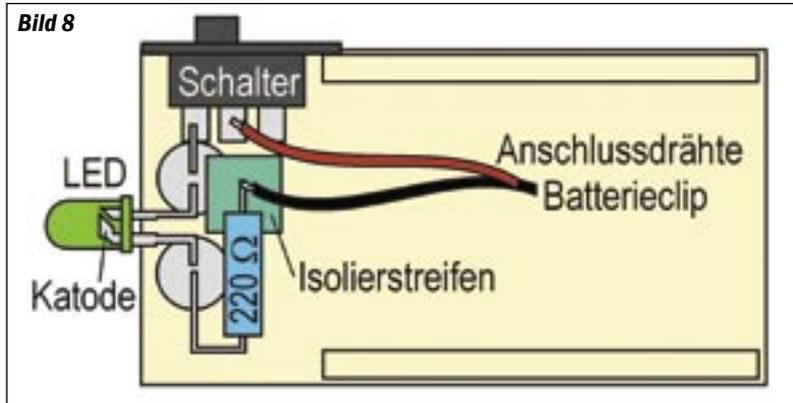
Als erstes schauen wir uns den Stromlaufplan in **Bild 7** an. Vergleichen wir mit Bild 1 S. 12, so fällt auf, dass ein Widerstand dazu gekommen ist und die Lichtemitterdiode die Stelle des Glühlämpchens einnimmt. Wir wissen, dass über einem Widerstand eine bestimmte Spannung abfällt. Diese Funktion wird in unserer Schaltung benötigt, denn die Lichtemitterdiode darf nur maximal 3 V bekommen. Da unsere Batterie eine Spannung von 9 V hat, müssen demzufolge 6 V über dem Widerstand abfallen. Der Wert von 220 Ω ist dafür berechnet worden.

WICHTIG:

Die Lichtemitterdiode lässt den Strom nur in einer Richtung durch. Deshalb muss sie auch richtig gepolt eingelötet werden. Bei Verpolung geht die LED zwar nicht gleich kaputt, sie leuchtet aber auch nicht.

Wenn man sich aber an Bild 8 hält, kann nichts schief gehen.

Bild 8



MATERIAL

- Die Leuchte von S. 12 ohne Fassung und Glühlampe
- 1 superhelle Lichtemitterdiode, 5 mm
- 1 Widerstand, etwa 220 Ω, 0,25 W

Bild 8: Bestückungsplan der Warnleuchte mit Lichtemitterdiode

So geht's:

1. Schritt: Zuerst müssen wir die Leuchte von Seite 12 verändern. Dazu werden die Lampenfassung und der schwarze Batterieanschluss abgelötet. Jetzt kann die Lichtemitterdiode angeschlossen werden. Wir knicken deren Anschlussbeinchen vorsichtig zur Seite ab. (siehe **Bild 9**). Beim Einlöten ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten.

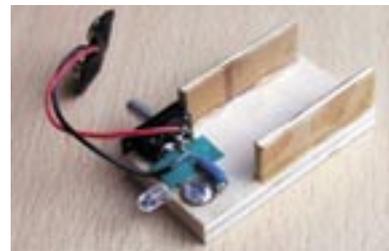


Bild 11: Fertig aufgebaute LED-Leuchte, Teile aber noch nicht mit Kleber fixiert.

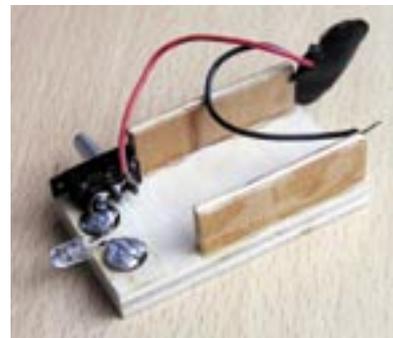


Bild 9: Hier ist die LED schon eingelötet.

2. Schritt: Die Anschlüsse des Widerstandes werden mit einem Seitenschneider gekürzt und anschließend umgebogen. Ein Anschluss ist auf die Reißzwecke zu löten (siehe **Bild 10**).

3. Schritt: Der schwarze Batterieanschluss ist an den zweiten Anschluss des Widerstandes zu löten. Damit es keinen Kurzschluss gibt, klemmen wir ein Stück Isolierstreifen zwischen die darunter liegende Reißzwecke und den Widerstandsanschluss. Bevor wir das Ganze mit Heißkleber fixieren, sollte alles noch einmal kontrolliert werden. Alles muss genauso aussehen wie im **Bild 11**. Nun schließen wir die Batterie für eine Funktionsprobe an. Leuchtet die LED, wie es **Bild 12** zeigt, haben wir alles richtig gemacht und es kann mit Kleber fixiert werden.

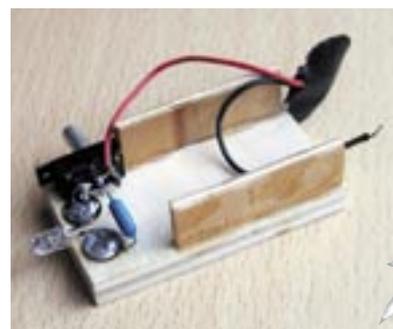


Bild 10: So ist der Widerstand auf die Platte zu löten.

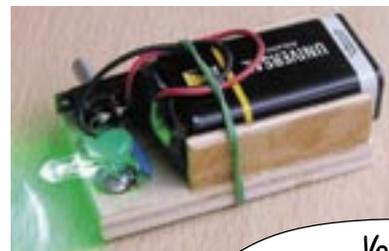


Bild 12: Warnleuchte mit superheller grüner Lichtemitterdiode



Vorsicht beim Umgang mit superhellen Lichtemitterdioden. Wer direkt in den Lichtstrahl sieht, kann sich die Augen schädigen. Die LED-Warnleuchte bitte auch nicht direkt auf die Augen anderer Personen richten!

BAUANLEITUNG 4

MATERIAL

- 1 Holzbrett etwa 100 mm x 80 mm x 8 mm
- 12 Reißzwecken mit Metallkopf
- 2 npn-Siliziumtransistoren T1, T2, z.B. BC 547A
- 1 Fotowiderstand
- 1 Lichtemitterdiode
- 1 Universaldiode 1 N 4148
- 1 Widerstand 330 Ω
- 1 Widerstand 390 Ω
- 1 Widerstand 1 kΩ
- 1 Einstellwiderstand 100 kΩ
- 1 9-V-Blockbatterie
- 1 Batterieclip
- Schaltdraht mit etwa 0,5 mm Durchmesser und Lötzinn

Steuern mit Licht – was Fotowiderstände können

Wenn es draußen dunkel wird, gehen automatisch die Straßenlaternen an. Es sind fotoelektrische Bauelemente, die diese Funktion auslösen. Dazu gehört der Fotowiderstand, mit dem wir eine interessante Schaltung aufbauen wollen – den Dämmerungsschalter.

Bild 1 zeigt den Stromlaufplan eines einfachen Dämmerungsschalters. Zwei Bauelemente sind für uns neu. Das eine – mit **P1** gekennzeichnet – ist ein Einstellwiderstand. Bild 2 zeigt dessen Bauform und Schaltbild. Der Mittelanschluss ermöglicht die Einstellung des gewünschten Widerstandswertes. Das andere Bauelement ist eine Universaldiode. Bild 3 gibt deren Schaltsymbol und eine übliche Bauform an.

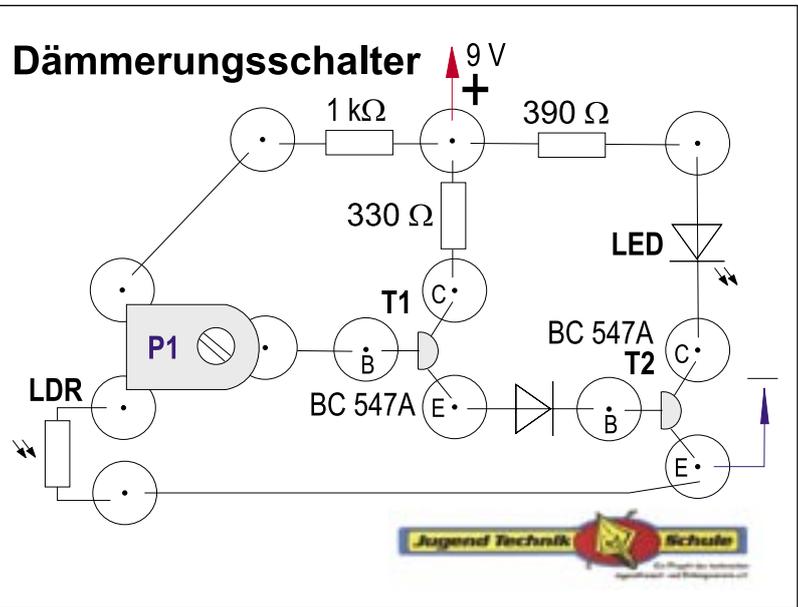


Bild 1: Stromlaufplan und Kopiervorlage des Dämmerungsschalters

Mit dem Einstellwiderstand **P1** können wir die gewünschte Helligkeitsschwelle einstellen. So lässt sich z.B. ein Nachtlicht aufbauen. In diesem Fall ist der Einsatz eines Steckernetzteils von Vorteil, der auch erfolgen sollte, wenn anstelle der Lichtemitterdiode ein Glühlämpchen verwendet werden soll. Beim Lämpchen kann der Vorwiderstand, der in Reihe mit der Lichtemitterdiode liegt, entfallen.

Bei den Transistoren helfen die Halbkreise auf der Bestückungszeichnung. Genauso müssen sie auch – von oben gesehen – aufgelötet werden.

5. Schritt: Nun löten wir die Lichtemitterdiode ein. Hier muss die Polarität beachtet werden, aber wenn wir bei der LED-Warnleuchte aufgepasst haben, ist das kein Problem. Zum Schluss kommt der Batterieclip an die Reihe, der rote Anschluss ist die Plusleitung.

So geht's:

- 1. Schritt:** Wir kopieren die Vorlage (Bild 1) mit der Größe 100 mm x 80 mm und kleben sie mit einem Klebestift auf ein etwa 8 mm dickes Holzbrett. Dabei müssen wir beachten: Das Holzbrett sollte in Länge/Breite einige Millimeter größer als die Vorlage sein.
- 2. Schritt:** Alle Reißzwecken mit einem kleinen Hammer in die mit einem Kreis markierten Stellen einschlagen. Die Reißzwecken als spätere Bauelementeträger anschließend mit dem LötKolben verzinnen.
- 3. Schritt:** Mit blankem Schaltdraht werden nun die direkten Verbindungen gelötet. Das sind alle schwarzen durchgehenden Linien auf der Zeichnung, hier genau zwei.
- 4. Schritt:** Jetzt werden die Bauelemente auf die Reißzwecken gelötet. Zuerst die drei Festwiderstände, dann folgen der Einstellwiderstand, die Diode, die beiden Transistoren und der Fotowiderstand

Haben wir alles richtig angeschlossen, sollte die Schaltung auf Anhieb funktionieren. **P1** wird mit einem Schraubendreher so eingestellt, dass die LED bei Tageslicht gerade erlischt. Wird der Fotowiderstand abgedeckt, muss die Lichtemitterdiode hell leuchten.

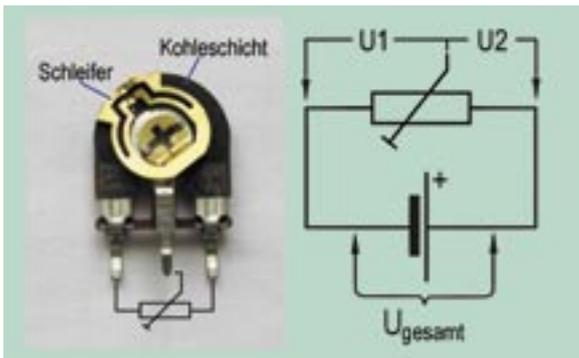


Bild 2: Bauform und Schaltsymbol eines Einstellwiderstandes, Schaltungsbeispiel rechts



Bild 3: Schaltsymbol und Bauform einer Diode

Der Dämmerungsschalter funktioniert so:

Je größer die Helligkeit am Fotowiderstand (**LDR**) wird, desto weniger positive Spannung bekommt die Basis des Transistors **T1**. Da aber mindestens 0,7 V erforderlich sind, damit **T1** leitend wird, bleibt dieser bei großer Helligkeit am Fotowiderstand ausgeschaltet. Erst wenn es dunkler wird, schaltet er sich ein. Über die Universaldiode gelangt dann auch ausreichend Spannung an die Basis von **T2**. Dieser schaltet sich ebenfalls ein – und die Lichtemitterdiode beginnt zu leuchten.

WERKZEUGE

- LötKolben
- Seitenschneider
- Abisolier- und Flachzange
- kleiner Schraubendreher
- Hammer

Wir bauen einen Schubladenwächter

Unser aufwändigstes Bauprojekt ist eine Alarmanlage, die auf Licht reagiert. Damit lassen sich z.B. Schränke und Koffer, aber auch euer persönliches Geheimfach sichern. Wenn ihr die gut getarnte Alarmanlage „scharf geschaltet“ habt, ertönt immer genau dann ein lauter Warnton, wenn neugierige Mitmenschen wissen möchten, was für Geheimnisse und Schätze ihr habt oder gar etwas mitnehmen wollen, das ihnen gar nicht gehört.

Wie funktioniert die Schaltung?

Die Schaltung zeigt **Bild 1**. Zur Steuerung dient ein lichtabhängiger Sensor – in unserem Fall ein Fotowiderstand. Er überwacht den Helligkeitsgrad der Umgebung. Der Schubladenwächter arbeitet als komplementäre Schaltung. Der wesentliche Vorteil von Komplementärschaltungen liegt in der sehr geringen Ruhestromaufnahme. Sie beträgt in unserer Schaltung etwa 100 µA. Damit kann die Alarmanlage mit einer Batterie betrieben werden. Der niedrige Stromverbrauch im „Bereitschaftszustand“ resultiert aus der Tatsache, dass alle drei Transistoren „ausgeschaltet“, der Fachmann sagt „gesperrt“, sind.

Bei Dunkelheit ist der Fotowiderstand sehr hochohmig und der Spannungsabfall über die Widerstände R1 und R2 ist zu gering, um die Einschaltspannung der Basis-Emitter-Strecke von npn-Transistor **T1** zu erreichen. Da **T1** sperrt, sind die komplementären pnp-Transistoren **T2** und **T3** auch gesperrt.

Fällt Licht – z.B. beim Öffnen der gesicherten Schublade – auf den Fotowiderstand, wird dieser niederohmig. Die Spannung an der Basis von **T1** steigt und dieser schaltet sich ein, er „steuert durch“. Es fließt ein Basisstrom. Dieser relativ geringe Strom löst einen hohen Kollektorstrom in Transistor **T1** aus. Dieser Strom fließt als Basisstrom durch den Transistor **T2**, der sich ebenfalls einschaltet. Der Basisstrom für **T3** wird freigegeben. Damit kann **T3** sich ebenfalls einschalten. Dieser Transistor ist der eigentliche „Lastschalter“. In unserer Schaltung schaltet er den Piezosummer ein,

dessen kräftiges Signal unbefugte „Schubladenöffner“ garantiert vertreibt.

So geht's:

Schritt 1: Wir kopieren die Vorlage (**Bild 1**) mit der Größe 100 mm x 100 mm und kleben sie auf ein etwa 8 mm dickes Holzbrett. Das Holzbrett sollte in Länge/Breite etwas größer als das Schaltbild sein.

Schritt 2: Alle Reißzwecken werden mit einem kleinen Hammer in die mit einem schwarzen Kreis markierten Stellen eingeschlagen und anschließend mit dem LötKolben gut verzinnt. Danach kleben wir den Miniaturschalter auf die markierte Stelle

Schritt 3: Mit blankem Schaltdraht werden die direkten Verbindungen hergestellt. Das sind alle schwarzen durchgehenden Linien auf der Zeichnung. Wir beachten die blaue Linie. Diese Leitung kreuzt sich mit einer schwarzen. Deshalb muss sie mit einem Stück Isolierschlauch überzogen werden, sonst gibt es einen Kurzschluss.

Schritt 4: Jetzt löten wir alle Bauelemente der Reihe nach auf die Reißzwecken. Zuerst die Widerstände, dann die Dioden, zum Schluss die Transistoren und den Fotowiderstand (**LDR**). Die Anschlüsse der Dioden dürfen nicht vertauscht werden. Das gilt auch für die Transistoren.

Schritt 5: Nun wird der Piezosummer angelötet und aufgeklebt. Auch hier muss die Polarität beachtet werden. Der rote Anschlussdraht ist der Plus-Anschluss. Zum Schluss kommt der Batterieclip an die Reihe, der rote Anschluss ist wieder die Plusleitung.

Wer möchte, kann auf die Rückseite der Alarmanlage noch ein geheimnisvolles Bild kleben.

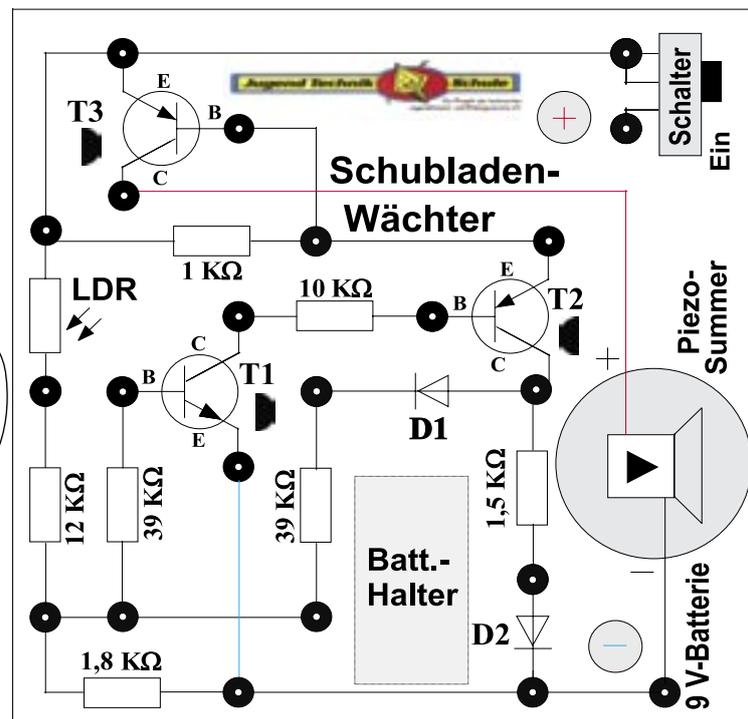


Nach Anschluss der Batterie und Betätigung des Schalters ist die Schaltung betriebsbereit. Der Piezosummer beginnt sofort laut zu piepsen. Wird der Fotowiderstand mit einer Kappe abgedeckt, hört der Lärm augenblicklich auf. Die Schaltung geht in den stromsparenden „Bereitschaftszustand“ über. Damit ihr als stolze Besitzer der Alarmanlage nicht selbst vom lauten Alarmsignal „genervt“ werdet, wenn ihr das gesicherte Objekt öffnet, sollte der Schalter außerhalb an einer unauffälligen Stelle angebracht sein. So könnt ihr den Alarm ausschalten, bevor ihr das Geheimfach öffnet. Vergesst aber bloß nicht, den Alarm wieder einzuschalten, sonst nützt euch euer Eigenbau-High-Tech-Produkt gar nichts.



Komplett bestückte Platte

Bild 1: Stromlaufplan und Kopiervorlage



MATERIAL

- 1 Holzbrett etwa 100 mm x 100 mm x 8 mm
- 22 Reißzwecken mit Metallkopf
- 1 npn-Siliziumtransistor T1, z.B. BC 547A
- 2 pnp-Siliziumtransistoren T2, T3, z.B. BC 557A
- 1 Fotowiderstand
- 1 Piezosummer
- 2 Universaldioden, 1 N 4148
- 1 Widerstand 1 kΩ
- 1 Widerstand 1,5 kΩ
- 1 Widerstand 1,8 kΩ
- 1 Widerstand 10 kΩ
- 1 Widerstand 12 kΩ
- 2 Widerstände 39 kΩ
- 1 9-V-Blockbatterie
- 1 Miniaturschalter
- 1 Batterieclip, evtl. eine Plastikröhre zur Batteriehalterung
- Schalt Draht mit etwa 0,5 mm Durchmesser, Isolierschlauch und Lötzinn

WERKZEUG

- LötKolben, Heißblebepistole
- Seitenschneider, Hammer
- Abisolier- und Flachzange

INFO

Wo Lernen zum Freizeitvergnügen wird

Jugend Technik Schule
Ein Projekt des technischen
Jugendfreizeit- und Bildungsvereins e.V.

Die JugendTechnikSchule in Berlin und ihre Angebote

INFO

JugendTechnikSchule

An der Wuhlheide 197
12459 Berlin
Tel. (030) 53 07 13 45
Fax (030) 53 53 458
post@jugendtechnikschule.de

**Die aktuellen Angebote
findet man im Internet:**

www.jugendtechnikschule.de

Kann Lernen ein Vergnügen sein? Dass so etwas möglich ist, zeigt die JugendTechnikSchule des tjfbv e.V. Jahr für Jahr kommen immer mehr Jugendliche in diese Einrichtung, die in ihrer Freizeit den Geheimnissen von Naturwissenschaft und Technik auf die Spur kommen wollen.

Das pädagogische Konzept des Trägers, anknüpfend an die natürliche kindliche Neugier in spielerischer Form unter Einbezug aller fünf Sinne nachhaltige Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, trägt reiche Früchte.

Das Konzept der JugendTechnikSchule

Die JugendTechnikSchule bietet mit ihren Angeboten eine Ergänzung zur schulischen Wissensvermittlung.

Dieses Konzept, bewährt sich seit mehr als fünf Jahren in der Praxis. Ausgehend von der Lebenswelt der Zielgruppe wurde ein mehrstufiges Kurssystem - be-

stehend aus Orientierungs-, Grund- und Aufbaukursen - entwickelt, in dem Kinder und Jugendliche beim praktischen Tun Erfahrungen sammeln, Wissen erwerben, moderne Technik anwenden und in ihrer Funktion verstehen können. Nicht die trockene mathematische Formel steht im Vordergrund, sondern die Fähigkeit zur qualitativen Erfassung und Bewertung von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen und deren Nutzung in der Technik. Die positive Kettenreaktion: Die Kursteilnehmer(innen) ergänzen ihr theoretisches Schulwissen durch praktische Betätigung. Dadurch wird dieses Wissen gefestigt, es ist nachhaltiger abrufbar. Handwerkliche Arbeiten fördern Konzentrationsfähigkeit und Feinmotorik. Selbst gebaute Geräte und Anlagen lassen stolz empfinden und heben das Selbstwertgefühl. Durch die Arbeit in Projektteams werden Schlüsselqualifikationen wie Kommunikations- und Kritikfähigkeit, Toleranz- und Integrationsvermögen erworben. Im Endresultat stellen sich bei der überwiegenden Zahl der Kinder und Jugendlichen signifikante Verbesserungen ihrer schulischen Leistungen ein, Selbstständigkeit und Eigenverantwortung werden gestärkt - eine gute Ausgangsbasis für Bewerbungen um Ausbildungsplätze und Studiengänge.

Es ist nun einmal so: Was Spaß macht, wird lieber getan, wirkt länger nach und weckt Lust auf mehr. In der JugendTechnikSchule ist es gelungen, eine solche



Atmosphäre in Bezug auf technisch-naturwissenschaftliche Themen und Sachverhalte zu schaffen, dass eine unabhängige Quelle von einer „Werkstatt für künftige Nobelpreisträger“ spricht. Diese Bezeichnung enthält einen realistischen Kern: Die JugendTechnikSchule bietet mit ihren modernen Ausstattungen und Experimentiermöglichkeiten - vor allem aber durch Kompetenz und Einfühlungsvermögen der pädagogischen und technischen Mitarbeiter(innen) - optimale Bedingungen für die Entdeckung von Talenten und Entfaltung von Begabungen. Dabei geht es nicht um einseitige Eliteförderung - jedes wissbegierige Kind, jeder interessierte Jugendliche aus Berlin hat eine prinzipielle Chance zur Mitarbeit. Wer den Alltag in der JugendTechnikSchule erlebt und gesehen hat, mit wie viel Begeisterung die Kinder und Jugendlichen nach neuen Erkenntnissen streben, wird bestätigen, dass der eingeschlagene Weg zum Erfolg führt.

Erste Schritte in die Elektronik - mit der Reißzweckentechnologie

INFO

Die Reißzweckentechnologie ist nur im KON TE XIS-Online-Shop erhältlich:
www.kontexis.de

Dr. paed. Ingo Goltz
Die Reißzweckentechnologie
tjfbv e.V., 58 Seiten
Schutzgebühr 10 €

Das Einsteigerbuch von Dr. Ingo Goltz hat schon Tausenden Kindern und Jugendlichen den Weg in die faszinierende Welt der Elektronik geöffnet. Von Kursleitern, Multiplikatoren, Lehrerinnen und Lehrern wird es gleichermaßen geschätzt, denn es stellt acht nachbausichere Projekte - vom einfachen Blinkgeber bis zum Rundfunkempfänger - in allen Details vor. Übersichtliche und unkomplizierte Schaltungen, einfache Layouts, ausführliche Beschreibungen einschließlich Materiallisten und Hinweisen auf die hauptsächlichsten Feh-



lerquellen machen das mit Spiralbindung ausgestattete Werk zu einem unverzichtbaren Arbeitsmittel für die tägliche Praxis der technisch-naturwissenschaftlichen Kinder- und Jugendarbeit. Kopierfähige Schaltungsunterlagen im Maßstab 1 : 1 sind ein weiterer Vorteil des Buches. Alle vorgestellten Schaltungsprojekte durchliefen einen harten Praxistest - in Kursen und Schülerarbeitsgemeinschaften wurden ursprüngliche Schwachstellen aufgedeckt und beseitigt, bevor das Buch in den Druck ging. Davon profitieren die Leser.

Impressum

Herausgeber: Technischer Jugendfreizeit- und Bildungsverein (tjfbv) e.V.,
Geschäftsstelle: Grundschule am Brandenburger Tor, Wilhelmstraße 52, 10117 Berlin
Tel. (030) 979 91 30, Fax (030) 97 99 13 22, kontakt@kontexis.de
Redaktion: Thomas Hänsgen (V.i.S.d.P.), Jörg Wernicke, Sieghard Scheffczyk, Dr. Carmen Kunstmann
Grundschuldidaktische Beratung: Christian Hoenecke
Layout/Grafik: Journalisten&GrafikBüro am Comeniusplatz, Gabriele Lattke, Tel.: (030) 279 37 68 | Druck: Druckerei THIEME, Meißen
KON TE XIS wird gefördert vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend und dem Europäischen Sozialfonds (ESF).

