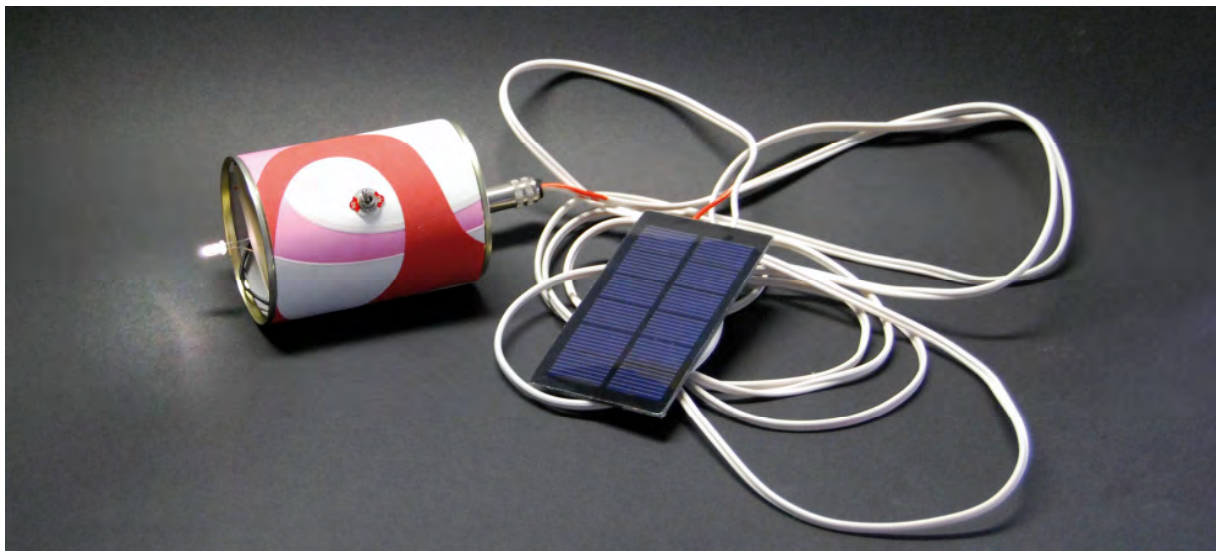




Die supersparsame wiederaufladbare LED-Solar-Leuchte

Ein Bausatz der JugendTechnikSchule für junge Techniker ab 12 Jahren



Du möchtest das „Leuchtmittel der Zukunft“ – die LED – näher kennenlernen, ihre Eigenschaften und technischen Parameter mit denen der „guten alten“ Glühlampe vergleichen? Kein Problem – ein Bausatz von KON TE XIS macht's möglich! Wer diese Anleitung aufmerksam liest und sich beim Löten und Montieren nicht allzu ungeschickt anstellt, der ist nach wenigen Stunden stolzer Besitzer einer wiederaufladbaren LED-Solar-Leuchte, deren Ökobilanz vorbildlich ist, denn diese Leuchte nutzt die Kraft des „Energieförderanten Nummer 1“ - der Sonne -, wie schon aus ihrem Namen hervorgeht

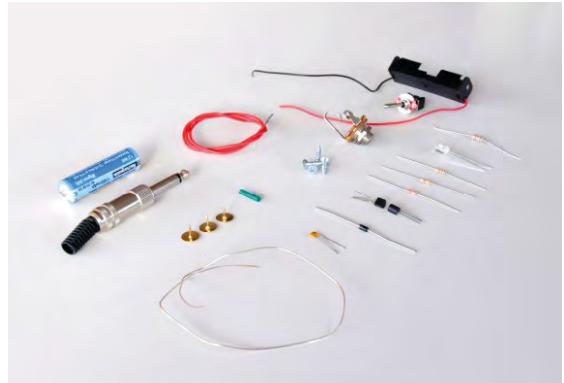
LEDs (**L**umineszenz**d**ioden) gelten als sparsam im Energiebedarf und langlebig. In allen möglichen Farben, Größen und Formen haben sie die Welt erobert. Durch ständige Neuentwicklungen werden sie immer leistungsfähiger. Es gibt bereits sehr viele Einsatzfelder für LEDs, der große Durchbruch als Nachfolger von Glüh- und Energiesparlampe steht aber noch bevor. Diesbezüglich gibt es noch viel zu tun für Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker. Experimente mit LEDs sind spannend, machen Spaß und sind wegen der geringen Spannungen und Ströme ungefährlich. Einen wichtigen Sicherheitshinweis gilt es aber unbedingt zu beachten:

Schau nie direkt von vorn in den gebündelten LED-Lichtstrahl (auch nicht für kurze Zeit), deine Augen würden sonst erheblichen Schaden nehmen, weil unweigerlich Verbrennungen auf der Netzhaut entstehen!

Obwohl LEDs an sich schon relativ sparsam im Stromverbrauch sind – das ist ja der Hauptgrund, dafür, dass sie den „Stromfresser“ Glühlampe ersetzen sollen -, geht es noch besser. Du kannst mit

diesem Bausatz den Wirkungsgrad und damit die Öko-Effizienz deiner Selbstbau-Lampe nochmals erhöhen. Wenn du sorgfältig weiter liest, erfährst du schon bald, wie das funktioniert.

Viele mobile elektrisch betriebene Geräte sind inzwischen mit einer pfiffigen Stromversorgungsschaltung ausgestattet, die auch in dieser LED-Leuchte zum Einsatz kommen soll: ein Spannungswandler. Dieser sorgt dafür, dass aus einer geringen Spannung - z. B. den 1,2 Volt, die aus einem kleinen NiMH-Akku entnommen werden können – eine Spannung wird, die hoch genug ist, um eine LED zum Leuchten zu bringen. Der optimale Wirkungsgrad deiner fertig gebauten LED-Lampe hängt nicht zuletzt auch von deiner technischen Neugier und deinem Ehrgeiz ab. Willst du das Äußerste aus deiner Lampe herausholen, heißt es fleißig experimentieren. Der Aufwand lohnt sich in jedem Fall – nicht nur, weil damit die Helligkeit der Lampe erhöht werden kann, sondern weil man sich beim Experimentieren Eigenschaften aneignet, die für Forscher, Erfinder und Entdecker sehr wichtig sind: Ausdauer und Beharrlichkeit sowie die Fähigkeit, nicht gleich aufzugeben, auch wenn's an der einen oder anderen Stelle mal „hakt“!



Was gebraucht wird:

Materialien

Für die Lampe mit Schaltwandler:

- 12 Reißnägeln
- 1 Transistor BC 547 C o. ä.
- 1 Transistor BC337-40
- 1 Kondensator, Kapazität 1,2 nF bis 4,7 nF
- 1 Widerstand, 22 k Ω
- 1 Widerstand, 330 Ω - 680 Ω
- 1 Widerstand, 10 k Ω
- 1 Induktionsspule (Kupferlackdraht-Spule mit Ferritkern Marke „Eigenbau“ oder käufliche Festinduktivität),
Induktivität: 200 μ H bis 2,5 mH,
Gleichstromwiderstand \leq 20 Ω
- 1 Batteriehalterung, Größe: AA Mignon LR6 mit Anschlusslitzen
- 1 NiMH-Akku, Größe: AA Mignon, Typ: sofort einsatzbereit - „ready to use“ (weil vorgeladen)
- 1 LED, \varnothing 5 mm, Farbe: weiß, 3,2 - 3,6 V, 20 – 30 mA, 4000 - 18000 mcd (aber auch andere Farben und Ausführungen sind möglich - siehe Text)
- 1 Holzbrettchen, 8 mm x 70 mm x 80 mm
- 1 Kippschalter, 1 x UM mit rundem Befestigungsgewinde und Schraubmutter
- 1 Konservendose, z. B. von Kidney-Bohnen als Lampengehäuse, Durchmesser: 73 mm
- 4 Spanplattenschrauben 3,0 x 16 mm

- ca. 25 cm isolierter verzinnter Schallitzen-Draht, Farbe rot
- ca. 15 cm isolierter verzinnter Schallitzen-Draht, Farbe schwarz
- wasserfeste Farben und Pinsel zum Verzieren des Dosengehäuses
- Für den Solarladeteil:
- 1 Solarmodul, 3 Volt/ 250 mA, 0,75 W, z.B. Conrad, Best.Nr.110456
- 1 Schottky-Diode, Typ: 1 N 5817 oder SB 130 o. ä.
- 1 Klinkenbuchse, 6,3 mm, mono
- 1 Klinkenstecker, 6,3 mm, mono
- 2 m zweiadriges Litzenkabel, Leiterquerschnitt: \geq 0,5 mm

Werkzeuge/Messgeräte:

- Schraubendreher
- Prickelnadel
- Heißklebepistole
- Bohrmaschine
- LötKolben, Lötzinn
- Seitenschneider
- Flachzange
- Multimeter

Bevor es losgehen kann:

Schau dir vor Beginn der Arbeiten die Bauelemente des Bausatzes gut an und suche deren Position auf dem Aufbauschema des Grundbretts. Die meisten Bauelemente finden dort ihren Platz. Achte auch darauf, dass nichts verloren geht oder durcheinander gerät. Nachdem du dir einen guten Überblick über das gesamte zum Bau dieser Leuchte notwendige Material verschafft hast, kann es losgehen.

Und so wird's gemacht

1. Der Aufbau des Schaltwandlers mit der LED

Drücke zuerst die beiliegenden Reißnägel an den gekennzeichneten Stellen in der Schaltung auf dem Grundbrett ein.




Verzinne alle Reißnägel mit dem heißen LötKolben, bis sie schön silbern glänzen. Sie sind Kontakt-Stützpunkte und Träger der Bauelemente in einem. Verbinde die Reißnägel, zwischen denen auf dem Aufbauschema ein Strich aufgezeichnet ist, durch Anlöten eines in der Länge angepassten Schalt-drahtes. Dadurch wird eine leitende Verbindung (Leitung) hergestellt.

Achtung: Die beiden Leitungen, die sich im Aufbauschema kreuzen, haben keine leitende Verbindung zueinander. Deshalb ist ein Strich grün gezeichnet. Eine dieser Leitungen ist als isolierter Draht auszuführen oder mit Isolierschlauch aus Kunststoff zu überziehen, sonst gibt es einen Kurzschluss und unsere schöne Schaltung kann nicht funktionieren.

Im nächsten Schritt lötest du die Bauelemente mit ihren Anschlüssen auf die Reißnägel - genau an die Stellen, die im Aufbauschema angegeben sind.

Begonnen wird mit den Widerständen, die untereinander nicht verwechselt werden dürfen. Wenn das geschafft ist, kommt die Induktionsspule an die Reihe. Sie kann, je nach Bauart, den Widerständen auch zum Verwechseln ähnlich sehen – also bitte genau hinschauen!

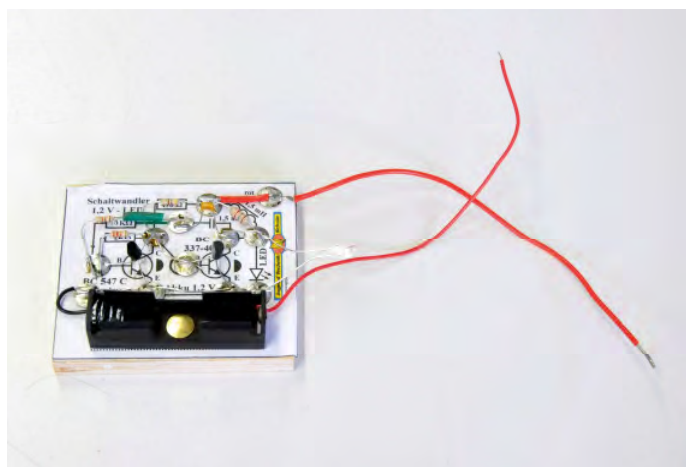
Danach wird der Kondensator angelötet. Nun kommen die Transistoren und die LED an die Reihe, die beide zur Kategorie der Halbleiter- Bauelemente gehören. Bei deren Montage ist besondere Aufmerksamkeit geboten, denn ihre Anschlüsse dürfen nicht verwechselt werden.

Bei den Transistoren zeigt die flache Seite des Gehäuses nach links (Symbol: ) Wenn du das beachtest, kann nichts schief gehen. Die beiden Transistoren sehen zwar gleich aus, sind aber in ihrer Leistungsfähigkeit unterschiedlich (erkennbar an der unterschiedlichen Typenbezeichnung **BC 547C** und **BC 337-40**). Deshalb ist es ganz wichtig, dass sie nicht vertauscht werden.

Schließlich ist die LED an der Reihe. Wie alle Dioden, hat sie eine Kathode und eine Anode. Die Kathode ist bei unserer LED an dem kürzeren Anschlussdraht erkennbar. Er wird an die Stelle gelötet, an der sich beim Diodensymbol der Querstrich befindet, auf den der dreieckige Pfeil „piekt“.

Den (noch leeren) Akku-Halter kannst du auf der vorgesehenen Position mit einem Reißnagel befestigen und zusätzlich mit Heißkleber festkleben, damit er sich nicht mehr verdrehen oder lösen kann.

Bevor du das Solarladeteil baust und den Einbau des nun fertigen Grundbretts in das Dosengehäuse vornimmst, machst du einen einfachen Test, ob der Schaltwandler funktioniert und die LED leuchtet.



Dazu setzt du den vorgeladenen Akku in die Akkuhalterung ein (richtige Polung beachten!) und hältst den abisolierten Teil des roten Anschlusskabels (Pluspol) an die rot markierte Stelle, das schwarze Anschlusskabel (Minuspole) an die schwarz markierte Stelle auf der Grundplatte.

Wenn nun die LED leuchtet, war die Montage der LED-Lampe erfolgreich.

Bleibt sie hingegen dunkel, heißt es auf Fehlersuche gehen. Diese gelingt am

besten, wenn du die einzelnen Schritte dieser Bauanleitung noch einmal „nachvollziehst“. Dann findest du sicher auch den Fehler. Falls nicht, so bitte einen sachkundigen Erwachsenen – z. B. deinen Physiklehrer – um Hilfe.

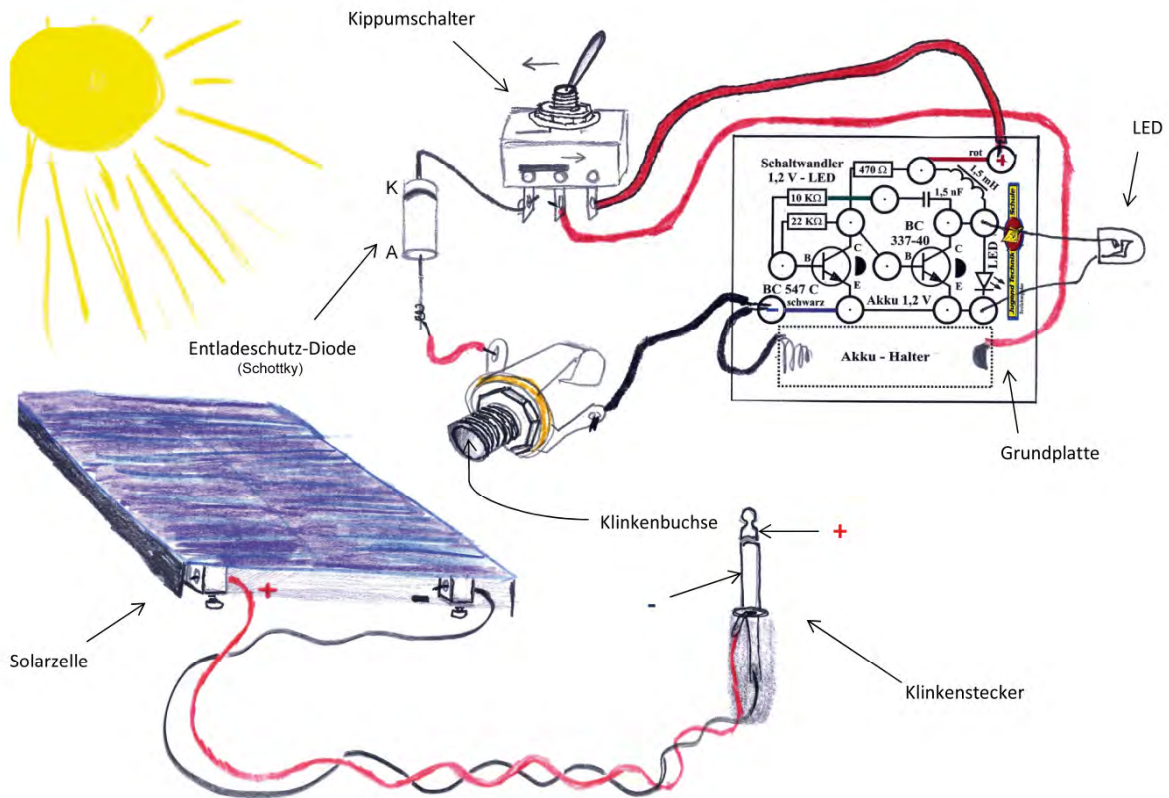
Noch ein Tipp: Den Akku solltest du bei der Fehlersuche zunächst wieder aus der Akku-Halterung nehmen.



2. Der Aufbau des Solarladers

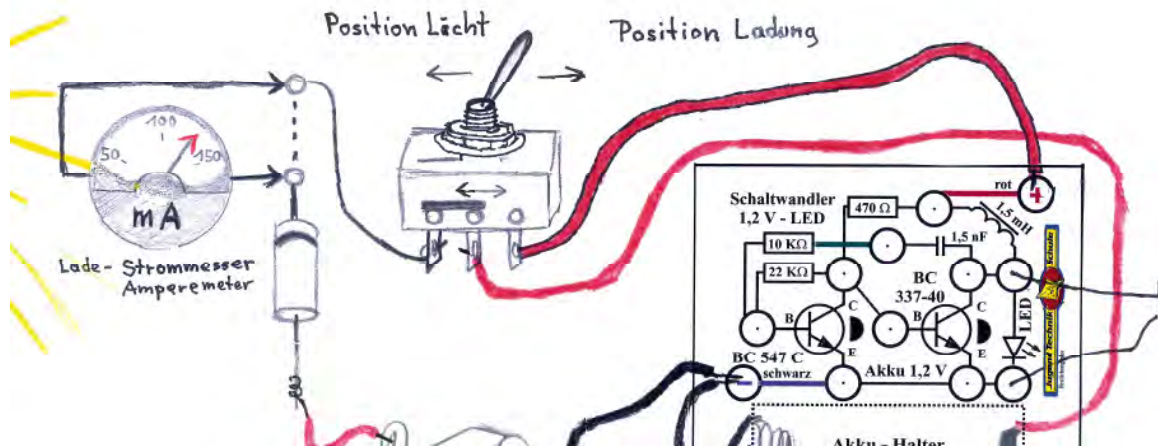
Die beiden Pole der Solarzelle werden mit dem zweiadrigen Kabel verbunden. Die anderen Enden des Kabels werden sorgfältig mit den beiden Kontakten des Klinkensteckers verlötet. Achte hierbei auf die richtige Polung! Vergiss bitte auch nicht, vor dem Verlöten des Kabels dieses durch die aufschraubbare Steckerhülse des Klinkensteckers zu fädeln, denn danach ist das nicht mehr möglich.

Bevor du die fertig bestückte Grundplatte in das Dosen-Gehäuse einbauen kannst, müssen der Lade-/Licht-Umschalter, die Ladekabel-Buchse mit der Entladeschutz-Diode und die Lampen-Grundplatte miteinander verbunden werden. Schau dir die nachfolgende Zeichnung gut an:



An den Ladekabel-Buchsenkontakt, den die äußere Spitze des Klinkensteckers berührt, wird ein Ende eines kurzen roten Kabelstücks angelötet. An dessen anderem Ende wird eine Schottky-Diode – dieses spezielle Bauelement trägt den Namen seines Erfinders - mit ihrem Anodenanschluss (A) ebenfalls durch Löten befestigt. Der Kathodenanschluss der Schottky-Diode (K) bleibt zunächst frei. Dieser Anschluss wird später mit dem linken Kontakt des Kipp-Umschalters verbunden. Der mittlere Kontakt des Kipp- Umschalters ist mit dem roten Kabel des Akku-Halters auf der Grundplatte zu verbinden. Der rechte Kontakt des Schalters wird - ebenfalls mit rotem Kabel - mit dem Reißnagel verlötet, der auf der Grundplatte mit + (für Pluspol) gekennzeichnet ist. Das schwarze Kabel der Akku- Halterung verbindest du mit dem Reißnagel auf der Grundplatte, der mit – (für Minuspol) markiert ist. Von hier lötest du noch ein schwarzes Kabel zum zweiten Kontakt der Ladekabel-Buchse, den die hintere Hülse des eingesteckten Ladesteckers berührt.

Du kannst die Funktion des Solarladers testen, indem du eine Ladestrommessung vornimmst. Dazu werden der Akku in die Halterung (bitte richtige Polung beachten) geklemmt und der Hebel des Kipp-Umschalters nach rechts gestellt. Nun befindet sich der Schalter in Aufladestellung.



Die Skizze zeigt dir, wo der Strommesser – am besten ein Digitalmultimeter, das es preiswert im Fachhandel zu kaufen gibt - angeschlossen wird. In Abhängigkeit von der Intensität des Tageslichts und dem Winkel direkter Sonneneinstrahlung auf die angeschlossene Solarzelle sollte ein Strom zwischen 50 mA und 140 mA messbar sein. Ist das der Fall, kannst du mit hoher Sicherheit davon ausgehen, dass der Akku während der hellen Tageszeit ausreichend geladen wird. War die Messung des Ladestroms erfolgreich, verlötetest du den Kathodenanschluss der Schottky-Diode mit dem linken Kontakt des Kipp-Umschalters und deine Schaltung ist komplett. Die Schottky-Diode verhindert eine Entladung des Akkus über das Solarmodul bei Dunkelheit. Sie lässt den Strom nur in einer Richtung fließen und wirkt wie ein Ventil.

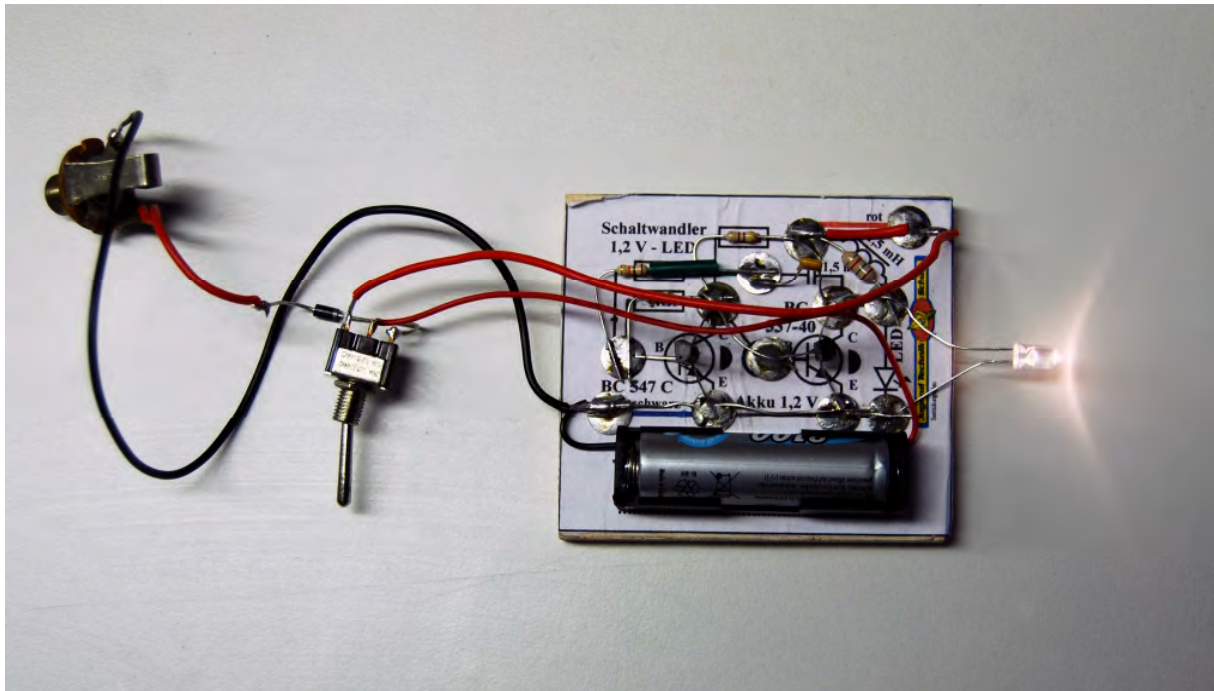
3. Das Gehäuse



Damit die LED-Solar-Leuchte so richtig schön wird, braucht sie noch ein Gehäuse. Dieses kannst du leicht aus einer leeren Blechdose herstellen. In den Boden der Dose - zum Rand hin - bohrst du zunächst ein Loch mit 9 mm Durchmesser für die Ladestecker-Buchse, in die Mitte der Seitenwand ein Loch mit 6 mm Durchmesser für den Kipp-Umschalter. Jeweils zwei Löcher im Durchmesser von 2 mm und in einem Abstand von ca. 4 cm zueinander werden noch genau sich gegenüberliegend in die Dosenwand gebohrt (zu beiden Seiten im rechten Winkel zum Schalterloch). Sie dienen der Befestigung der LED- Grundplatte, deren Kante in etwa mit dem offenen Dosenrand abschließen soll. Die LED „guckt“ später dann etwas aus der Dose heraus.

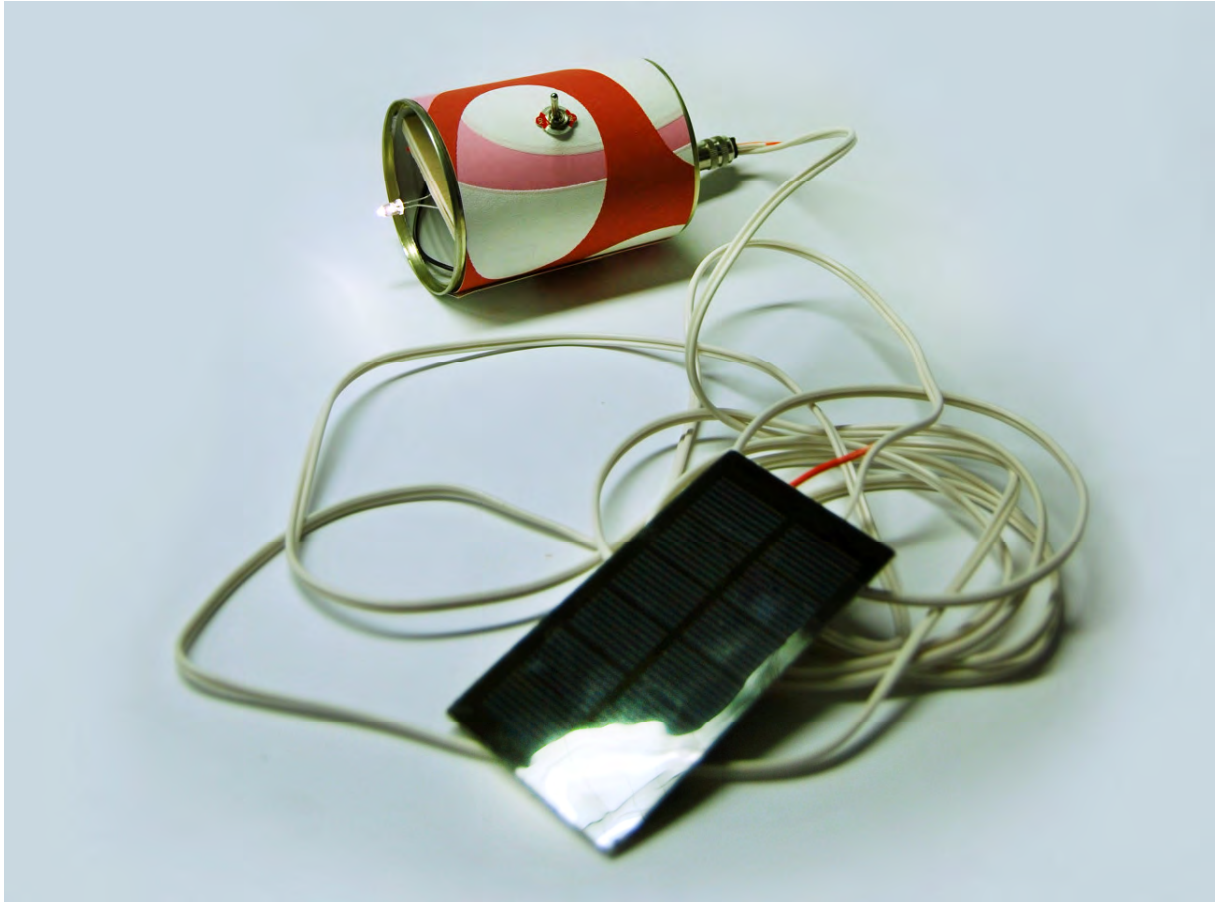
4. Der Zusammenbau

Durch das große Loch im Dosenboden steckst du nun von innen vorsichtig das Schraubgewinde der Buchse und verschraubst diese fest mit Unterlegscheibe und Überwurfmutter. In das 6-mm-Loch wird von der Dosen-Innenseite der Kipp-Umschalter gesteckt und mit seinem Schraubgewinde ebenfalls fest montiert. Wenn vorher die Kabel und die Schottky-Diode an den jeweiligen Kontakten gut verlötet worden sind, sollte sich diese nach der Montage nicht gelöst haben. Ist das jedoch der Fall, haben wir es mit „kalten“ Lötstellen zu tun. Da hilft nur sorgfältiges Nachlöten. Sollte die LED jetzt leuchten, wird der Hebel des Kipp-Umschalters in die andere Position gebracht. Nun wird die LED ausgehen. Der Schalter steht jetzt in der Position „Laden“.



Abschließend wird die Grundplatte vorsichtig und exakt in die Dose geschoben - so, dass sie die zwei auf jeder Dosenseite gebohrten Löcher genau verdeckt. Die Seiten der Grundplatte können nun durch die Dosenlöcher hindurch mit einer spitzen Prickernadel vorgebohrt und anschließend mit den Spanplattenschrauben festgeschraubt werden. Die fertige Lampe sollte noch einmal getestet werden.

Wenn alles funktioniert, kann die Dose noch dekoriert werden.



Gratulation – jetzt ist es geschafft und du bist stolzer Besitzer einer innovativen LED-Solar-Leuchte Marke „Eigenbau“

5. Erklärung und Funktion

Wie die Bezeichnung „Schaltwandler“ bereits verrät, wird bei dieser Konstruktion die Spannung durch eine spezielle Schaltung „umgewandelt“. In unserem Fall wird aus einer niedrigen Spannung eine höhere gemacht. Die kleine Spule übernimmt bei diesem Vorgang die Aufgabe eines magnetischen Energiespeichers. Jede Ausschaltphase bewirkt in ihr eine Induktionsspannung, die noch zur Akkuspannung hinzukommt und damit die LED zum Leuchten bringt. Würde an die weiße LED der Akku direkt angeschlossen werden, könnte die LED nicht leuchten, weil die 1,2 V Spannung, die der Akku liefert, nicht ausreichen würde, denn die weiße LED braucht mehr als 3 V Spannung. Setzt du für die Spule eine kräftigere mit dickerem Draht und einem größerem Ferritkern ein, kann noch mehr Energie gespeichert und die Helligkeit der LED somit erhöht werden. Die LED leuchtet übrigens sogar noch (wenn auch nicht mehr ganz so hell), wenn die Akkuspannung unter 0,9 V gesunken ist, was man eigentlich vermeiden sollte. Solche Akkus gelten normalerweise als „leer“ und damit unbrauchbar. Dank des Schaltwandlers leisten sie ihren Dienst aber noch eine ganze Weile weiter. Deine Lampe funktioniert natürlich auch mit einer 1,5 V-Batterie.

Harald Weis, Sieghard Scheffczyk