

# Solar-Leuchte

## Licht ohne Leitung

Von Karel Walraven

**Mit Sonnenenergie betriebene Gartenleuchten sind gegenwärtig zu Spottpreisen im Handel, der Selbstbau wäre sicher teurer. Wir haben uns gefragt, was sich im Leuchten-Gehäuse verbirgt und wie der niedrige Preis zustande kommt. Um hinter das Geheimnis zu kommen, haben wir ein Exemplar auseinander genommen.**

Von außen betrachtet konnten wir an der solar-betriebenen Leuchte bis auf die Solarzellen auf der Oberseite (**Bild 1**) keine Auffälligkeit entdecken. Nach Demontage des Gehäuses fanden wir die Schaltung vor, die in **Bild 2** skizziert ist. Das Solar-Panel besteht bei näherer Betrachtung aus acht in Reihe geschalteten Solarzellen. Die Spannung beträgt bei genügend starkem Lichteinfall und ohne Last  $8 \cdot 0,45 \text{ V} = 3,6 \text{ V}$ . Um die beiden über eine Schottky-Diode parallel geschalteten NiMH-Akku-Zellen aufladen zu können, muss die Solarzellen-Spannung höher als die Akku-Spannung von 2,8 V und die an der Schottky-Diode abfallende Spannung von 0,3 V sein. Die etwas höhere Solarzellen-Spannung sorgt auch dafür, dass der Akku bei weniger intensivem Sonnenlicht mit vermindertem Ladestrom geladen werden kann.



Der Ladekreis ist denkbar einfach aufgebaut, eine Regelung ist nicht vorhanden. Sie ist absolut entbehrlich, weil sich Solarzellen wie Stromquellen verhalten. Die von den Solarzellen abgegebene Spannung passt sich von selbst an die Akku-Ladespannung an. Auch bei stärkster Sonnen-Einstrahlung fließen nur etwa 50 mA, so dass der Akku nicht überladen werden kann. Einzige Voraussetzung ist eine genügend hohe Akku-Kapazität, sie muss hier mindestens 500 mAh betragen.

Die übrige Schaltung hat die Funktionen eines Lichtdetektors und Spannungswandlers. LDR R2 schaltet über T1 den mit T2 und T3 aufgebauten Spannungswandler bei Lichteinfall ab. Die Rückführung über R4 bewirkt eine Hysterese des Schaltverhaltens; sie verhindert, dass die Lampe in der Dämmerung blinkt.

Der Spannungswandler arbeitet wie folgt: Über R3 fließt Strom in die Basis von T2, so dass T2 leitet. T3 leitet ebenfalls, weil über R5 Strom in seine Basis fließt. Der Strom durch Induktivität L1 steigt an, bis die Sättigungsgrenze von T3 erreicht ist. Der Spannungsabfall an T3 nimmt zu, seine Kollektor-Spannung wird höher. Die Verschiebung in positive Richtung bewirkt über C1, dass T2 sperrt. Die Folge ist, dass der Basisstrom von T3 gegen Null geht und T3 vollständig in den Sperrzustand gesteuert wird. Dieser Effekt verstärkt sich selbst, so dass der Schaltvorgang sehr kurz ist. Das Kippen des Wandlers in den entgegen gesetzten Zustand läuft auf umgekehrte Weise ab. Die Induktivität hat die Tendenz, den Strom aufrecht zu erhalten. Da der Strom nicht mehr über T3 fließen kann, muss er über LED D2 fließen. Ähnlich

wie die Solarzelle passt die Induktivität ihre Spannung an die erforderliche LED-Spannung an. Deshalb ist hier gleichgültig, ob die LED eine rote, grüne oder gelbe LED ist (ca. 2 V), oder ob eine blaue oder weiße LED (ca. 3,5 V) zum Einsatz kommt.

Die Schaltfrequenz des Wandlers beträgt mit den angegebenen Komponenten-Werten ca. 80 kHz. Die Induktivität hat die äußere Form eines größeren Widerstands. Wenn man ihren Wert herabsetzt, fließt ein höherer Strom, und umgekehrt. Der Wandler ist mit einem PNP- und einem NPN-Transistor aufgebaut. Dadurch ist die Stromaufnahme in ausgeschaltetem Zustand während des Tages tatsächlich Null. Beide Wandler-Transistoren sperren und leiten immer zu gleichen Zeiten. Schaltungstechnisch wäre es auch möglich, einen Wandler mit zwei NPN- oder PNP-Transistoren zu realisieren. In diesem Fall würde immer ein Transistor leiten, so dass der Strom niemals Null sein könnte. Der Einsatz komplementärer Transistoren lässt darauf schließen, dass der Schaltungsentwickler mit Überlegung vorgegangen ist!

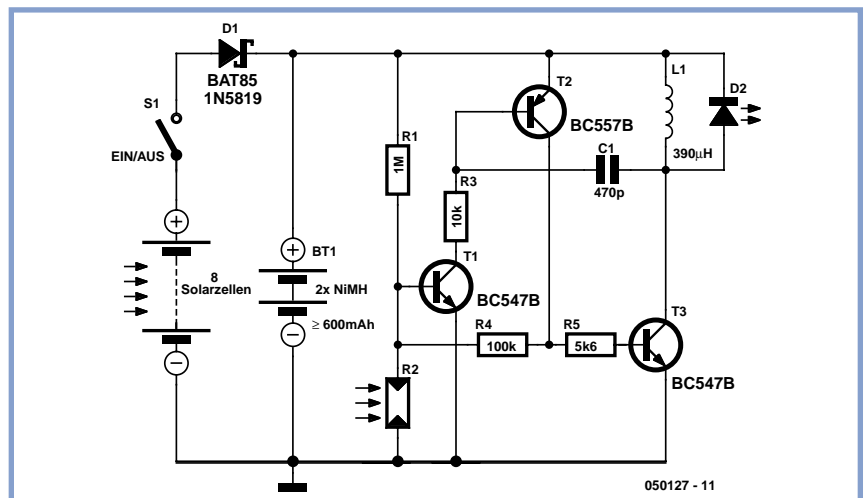
Schottky-Diode D1 soll verhindern, dass sich der Akku bei wenig Tageslicht rückwärts über die Solarzellen entlädt. Verglichen mit einfachen Dioden verursachen Schottky-Dioden in Durchlass-Richtung weniger Spannungsabfall. Im Dunkeln würde der Rückwärts-Strom über die Solarzellen ohne Schottky-Diode etwa 1 mA betragen. Im Verhältnis zu den vom Wandler aufgenommenen 22 mA wäre dieser Entladestrom gering. Der Einsatz einer Schottky-Diode aus diesem Grund ist eigentlich nicht notwendig. Bei entladenen Akku (Akku-Spannung ca. 0,6 V) wäre der Rückwärts-Strom durch die Solarzellen vernachlässigbar niedrig. Auch hier besteht kein Grund, eine Schottky-Diode zwischen Solarzellen und Akku zu schalten.

Die beiden Akku-Zellen dürfen möglichst niemals vollständig entladen werden. Der Wandler schaltet bei etwa 0,6 V ab, seine Stromaufnahme geht dann auf Null zurück. Den NiMH-Akku-Zellen ist das Entladen bis herab auf 0,6 V allerdings weniger zuträglich. Die meisten Hersteller geben für *eine einzelne* NiMH-Zelle als zulässige Endspannung 1 V an. Vermutlich ist der Schaltungsentwickler davon ausgegangen, dass der Akku während des Tages mindestens so weit geladen wird, dass er die folgende Nacht (12 h · 22 mA = 264 mAh) mit Sicherheit übersteht.

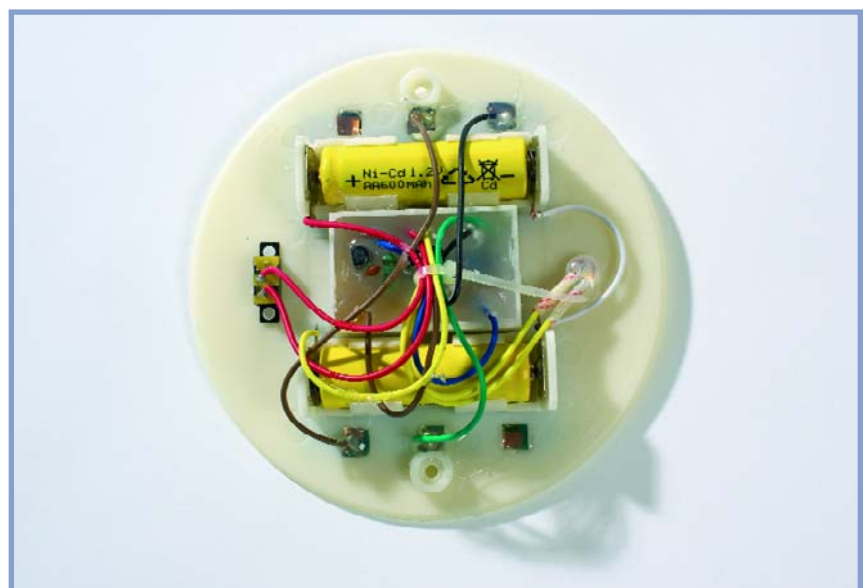
(050127)gd



**Bild 1.** Das Solar-Paneel auf der Leuchten-Oberseite besteht aus zwei mal vier Zellen.



**Bild 2.** Die Schaltung ist eine Kombination aus Lichtdetektor und Spannungswandler.



**Bild 3.** So ist die Elektronik in der Solar-Leuchte untergebracht.