

„Ewiges Lichtlein“ mit Solarzelle

Alfred H. Gitter

10. März 2023

In der folgenden Schaltung (Abb. 1) leuchtet eine Leuchtdiode ständig, um bei Dunkelheit eine zwar sehr kleine, aber beständige Lichtquelle zu haben.

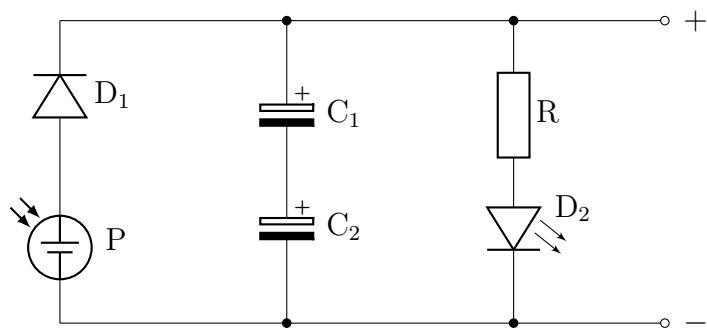


Abbildung 1: Schaltplan für das „Ewige Licht“ mit Solarmodul

Die benötigte elektrische Energie wird durch eine Solarzelle erzeugt und in Superkondensatoren gespeichert. Damit leuchtet die LED auch bei längerer Dunkelheit (das heißt für mindestens 20 Stunden ohne Licht). Allerdings ist der Lichtstrom sehr gering.

Für die Energiegewinnung genügt auch im Winter die Beleuchtung der Solarzelle für wenige Stunden pro Tag bei schwachem Tageslicht. Abgesehen von dieser Beleuchtung wird auf eine Steuerung von außen verzichtet. Aufgrund des sehr geringen Lichtstroms ist die Schaltung nur in Notfällen, wie einem längeren Stromausfall, sinnvoll. Dann aber ist etwas Licht ohne Batterien und Einschaltknopf sofort verfügbar.

Die von mir verwendeten Bauteile sind in Tabelle 1 aufgeführt.

P	6 V	Solarmodul 6150 EC (Pollin), 6 Volt, 150 mA, 60 mm × 120 mm
D ₁	1N4448	Schnelle Schaltdiode, I_F max. 300 mA, $I_R(20\text{ V}) \leq 25\text{ nA}$
C ₁	5 F	Superkondensator, max. 6 V DC, Kapazität nur ungefähr
C ₂	5 F	Superkondensator, gleicher Typ wie C ₁
R	47 kΩ	Widerstand zur Strombegrenzung für die LED
D ₂	NSPW500GS-K1	weiße LED von Nichia

Tabelle 1: Bauteile für das „Ewige Lichtlein“ mit Solarmodul

Eine Solarzelle (P) nimmt Energie auf, welche auf eine Reihenschaltung zweier Superkondensatoren (C_1 und C_2) übertragen wird.

Bei der Wahl der Superkondensatoren sollte berücksichtigt werden, dass Alterung zu einer Abnahme der Kapazität führt. Die Alterung nimmt mit steigender Spannung zu.

Die Reihenschaltung sorgt dafür, dass die Superkondensatoren deutlich unterhalb ihrer maximalen Spannung betrieben werden. Eine Diode (D_1) verhindert die Entladung des Energiespeichers im Dunkeln, wenn die Spannung der Solarzelle sinkt. Der Diodentyp ist nicht wichtig, aber der Leckstrom (reverse current) sollte niedrig sein.

Die Spannung U_{SC} des Energiespeichers kann zu Prüfzwecken an Ausgangsbuchsen mit einem Voltmeter gemessen werden. Damit wird die gespeicherte Energie

$$E = \int_0^{U_{SC}} Q \, dU = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_{SC}^2 ,$$

was zum Beispiel bei einer Spannungsänderung von 3,2 V auf 2,5 V bei einer Kapazität von 5 F eine Energieabgabe von insgesamt etwa 10 J bedeutet.

Der Energiespeicher wird über einen Widerstand $R = 46,8 \text{ k}\Omega$ in Reihe mit einer Leuchtdiode (D_2 , LED) entladen. Der Widerstand ist so groß gewählt, dass die Energieabgabe zu Beginn der Dunkelperiode gering bleibt und die LED während der ganzen Nacht leuchtet. Allerdings betrug der gemessene Strom bei einer Spannung von zum Beispiel $U_{SC} = 3,89 \text{ V}$ nur $I = 29 \mu\text{A}$ und der Spannungsabfall an der LED war $U_{LED} = 2,44 \text{ V}$. Da die Lichtstärke der LED proportional zum Strom ist, kann man die LED auch mit sehr kleinen Strömen betreiben und erhält dann ein sehr schwaches Orientierungslicht.

Die LED leuchtet auch tagsüber, aber die entnommene Leistung ist, verglichen mit der Solarzellenleistung bei Tageslicht, gering. Eine Steuerelektronik, welche die LED nur nachts leuchten ließe, würde bei Dunkelheit, wenn es entscheidend ist, mehr Energie kosten.

Da die Alterung der Superkondensatoren mit der Temperatur zunimmt, sollte man direkte Sonnenbestrahlung zumindest im Sommer vermeiden. Wenn man die Kapazität des Energiespeichers vergrößert und einen kleineren Vorwiderstand einsetzt, kann die entnommene Leistung und damit die Lichtstärke erhöht werden. Eventuell lohnt sich dann eine Steuerelektronik. Es gibt auch schon etwas effizientere LEDs.