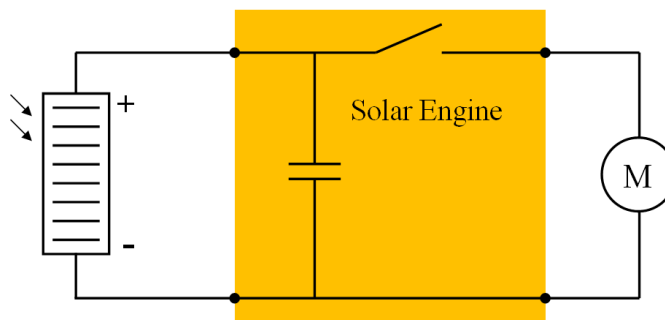


Wird ein Motor an eine Solarzelle angeschlossen, so läuft der Motor meist nur, wenn die Solarzelle direkt von der Sonne beschienen wird. Wird die Solarzelle ohne direkte Einstrahlung nur auf den blauen Himmel ausgerichtet, reicht die Leistung der Solarzelle nicht aus, um den Motor am Laufen zu halten, und noch schwieriger ist es, dass der Motor anläuft. Ganz zu schweigen bei grauem Himmel. Eine Lösung des Problems besteht darin, mit der Solarzelle einen Kondensator (Goldcap) aufzuladen und dann bei ausreichender Aufladung den Motor zuzuschalten. Ist dann die Spannung des Kondensators so weit gesunken, dass sie für den Motor nicht mehr ausreicht, muss der Schalter wieder geöffnet werden, damit sich der Kondensator wieder aufladen kann. Dann kann das Spiel von vorne beginnen. Ein Kondensator und eine geeignete Schaltung, die dieses leistet (Motor zu- und abschalten in Abhängigkeit vom Ladungszustand des Kondensators) nennt man „Solar Engine“.



Es gibt viele Schaltungen, die dies leisten,

vgl. z.B. [costaricabeam](http://costaricabeam.solarbotics.net/Circuits/SolarEngines_Main.htm) (http://costaricabeam.solarbotics.net/Circuits/SolarEngines_Main.htm)

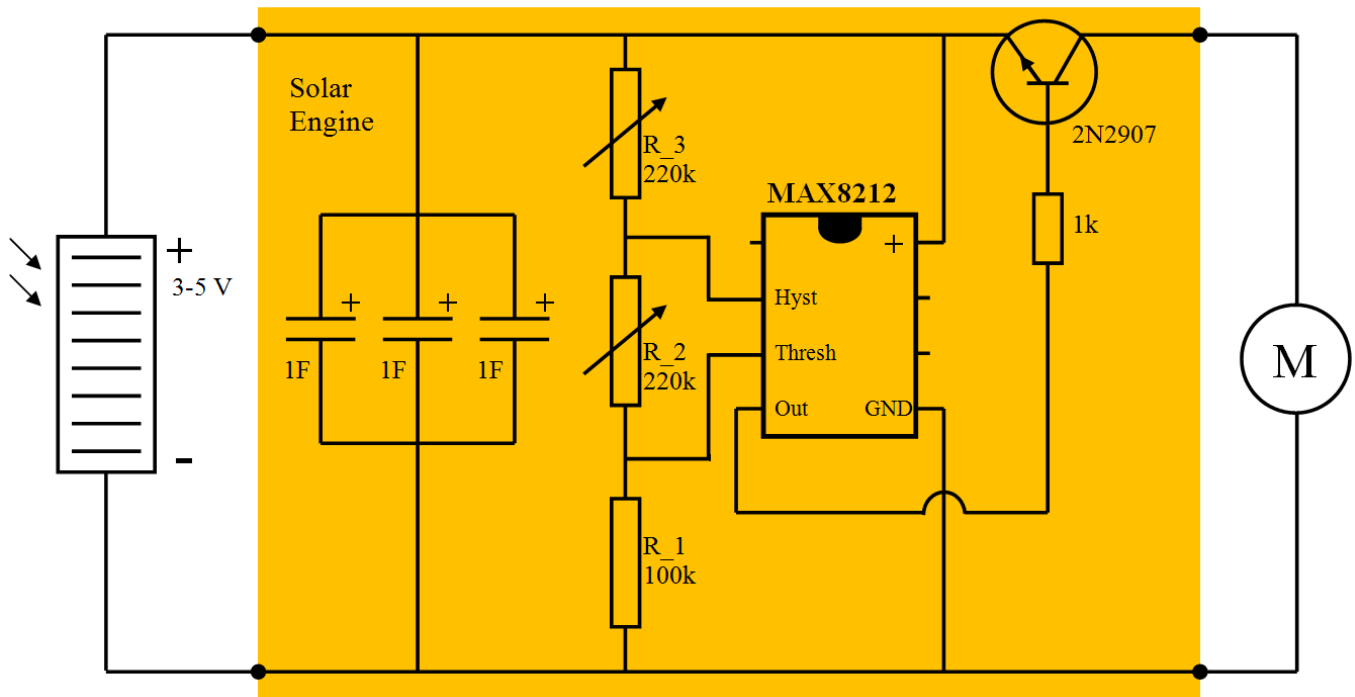
Doch häufig sind die Bauteile nur in den USA erhältlich,

vgl. z.B. bei [solarbotics](http://www.solarbotics.com/) (<http://www.solarbotics.com/>).

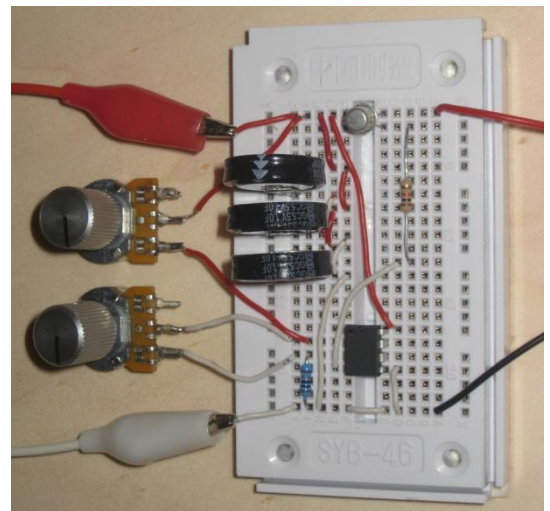
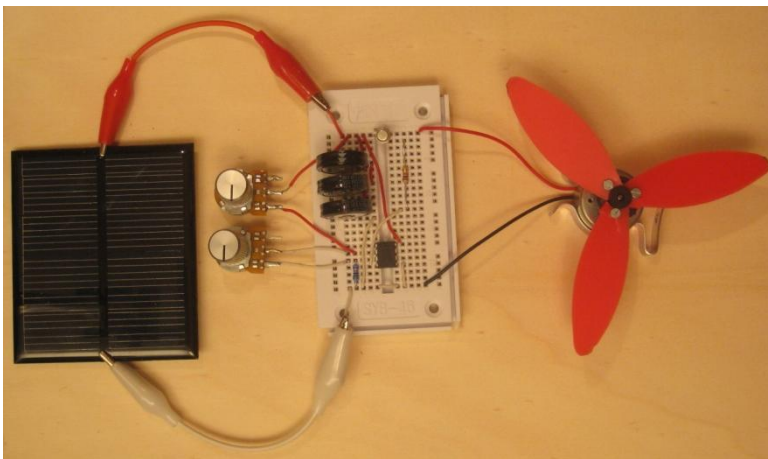
Die hier vorgestellte Schaltung enthält Bauteile, die in Deutschland erhältlich sind (Reichelt, Conrad, Opitex, ebay) und die es ermöglicht, mit zwei Potentiometern einzustellen, bei welcher Kondensatorspannung (U_{high}) der Motor zugeschaltet wird und bei welcher Spannung (U_{low}) der Motor wieder abgeschaltet wird.

Das zentrale Bauteil, der Spannungsdetektor MAX8212, ist bei Reichelt erhältlich. Er überwacht die Spannung bei einer Stromaufnahme von nur etwa $5\mu\text{A}$.

Die Schaltung:



Ein möglicher Aufbau auf einem Steckbrett:



Wegen des Innenwiderstandes sollte man drei Goldcaps parallel verwenden (oder besser: siehe Anmerkung vom 5.8.2011).

Die Bauteile:

- 1 Solarzelle (3-5V) (z.B. 5V,150mA bei ebay)
- 1 Motor z.B. RF 300 (z.B. mit 3-Blatt-Luftschraube) (z.B. bei Opitec)
- 3 Goldcaps (1F; 5,5V) (z.B. bei ebay)
- 1 IC MAX8212 (bei Reichelt)
- 2 Potentiometer R_2 und R_3 (je 220k)
- 1 Widerstand R_1 (100k)
- 1 Widerstand (1k)
- 1 PNP-Transistor 2N2907
- 1 Steckbrett

Anmerkung vom 5.8.2011:

Viel besser als die topf-förmigen Goldcaps sind die länglichen Goldcaps von Panasonic. Sie haben einen viel kleineren Innenwiderstand.



Mögliche Typen: AL, HW, HZ oder NA, siehe auch die Datenblätter! Der interne Widerstand sollte nicht größer als 1 Ohm sein. Wenn U_{high} kleiner als 2,5 V genügt, reicht ein Goldcap 2,5V/1F/AL, bei höherem U_{high} werden zwei solche Caps in Reihe geschaltet (erhältlich z.B. bei Conrad).

Die untere Schwellenspannung U_{low} berechnet sich durch: $U_{Low} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 1,15V + 1,15V$.

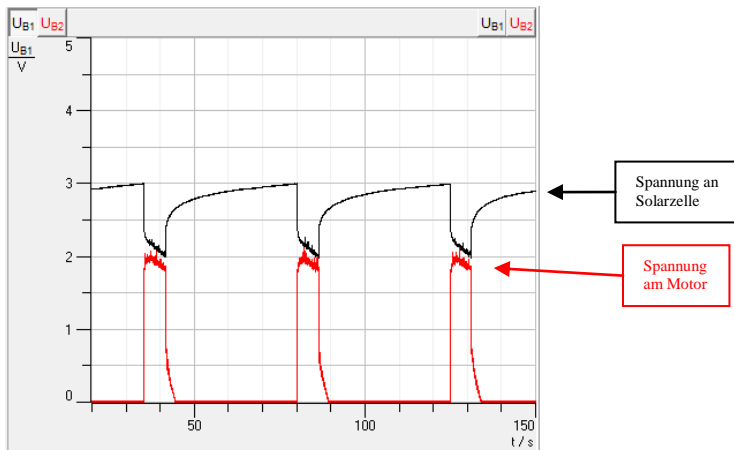
Sie lässt sich also von 1,15V bis etwa 3,7V variieren.

Die obere Schwellenspannung U_{high} ergibt sich als Summe von U_{low} und ΔU , also: $U_{high} = U_{low} + \Delta U$,

mit: $\Delta U = \frac{R_3}{R_1} \cdot 1,15V$.

ΔU lässt sich also von 0V bis etwa 2,5V variieren.

Man darf ΔU nicht zu klein wählen (mind. etwa 0,75V), da die Goldcaps einen recht hohen Innenwiderstand besitzen und die Spannung an den Goldcaps beim Zuschalten des Motors deshalb stark absinkt.



Das Cassidy-Diagramm zeigt einen typischen Spannungsverlauf.

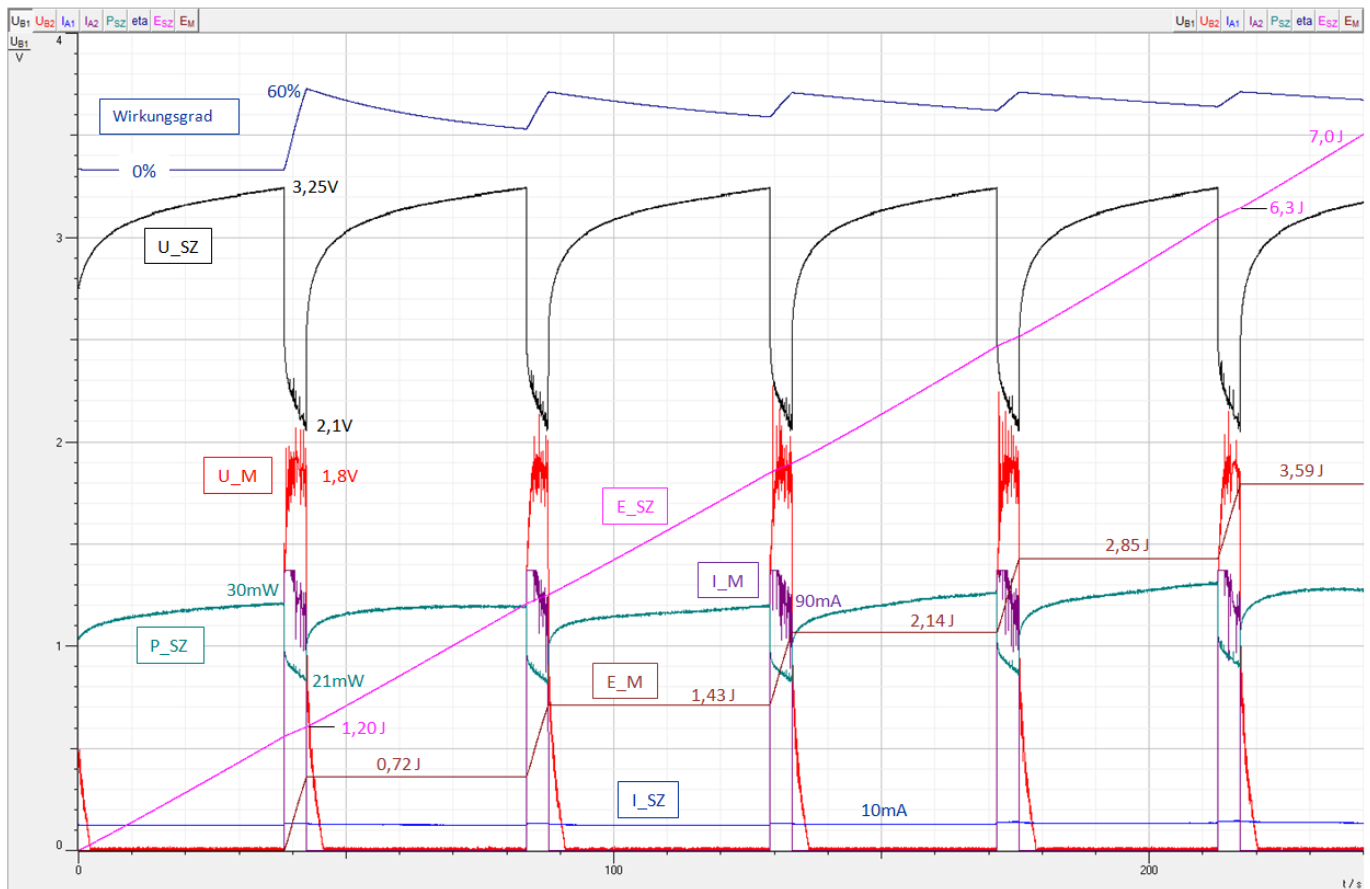
U_{low} ist hier 2V, ΔU ist 1V, also $U_{high} = 3V$.

Die Kondensatoren werden bei dieser Einstellung etwa 38s lang aufgeladen, dann läuft der Motor etwa 6s lang.

Es zeigt sich: Die Spannung an den Goldcaps sinkt beim Anschalten des Motors sofort stark ab (hoher Innenwiderstand der Goldcaps)

Hier ein weiteres Beispiel:

- Licht: grauer Himmel
- Solarzelle: 5V, 150mA
- drei topf-förmige Goldcaps (1F; 5,5V)
- Motor: RF 300 mit Drei-Blatt-Luftschraube

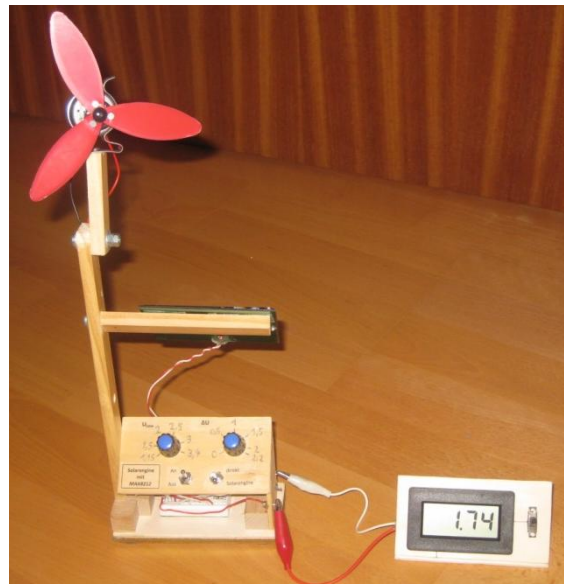
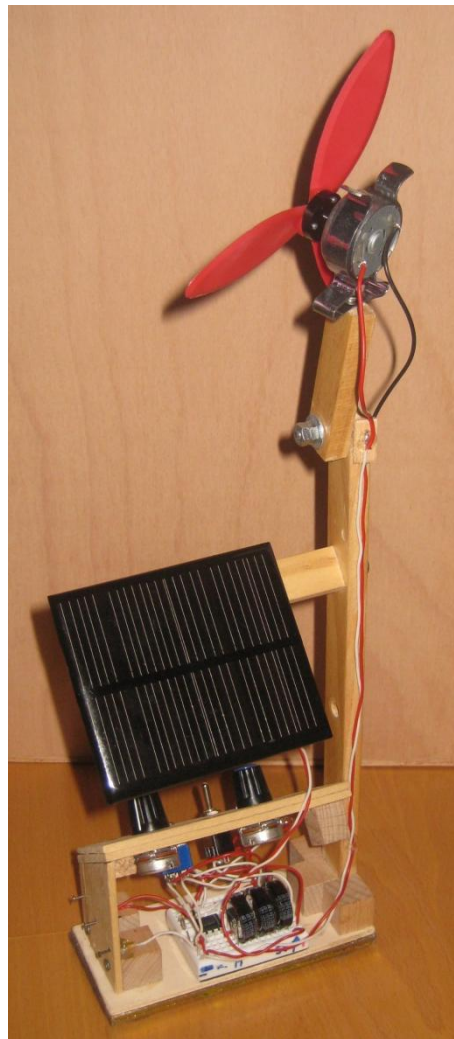
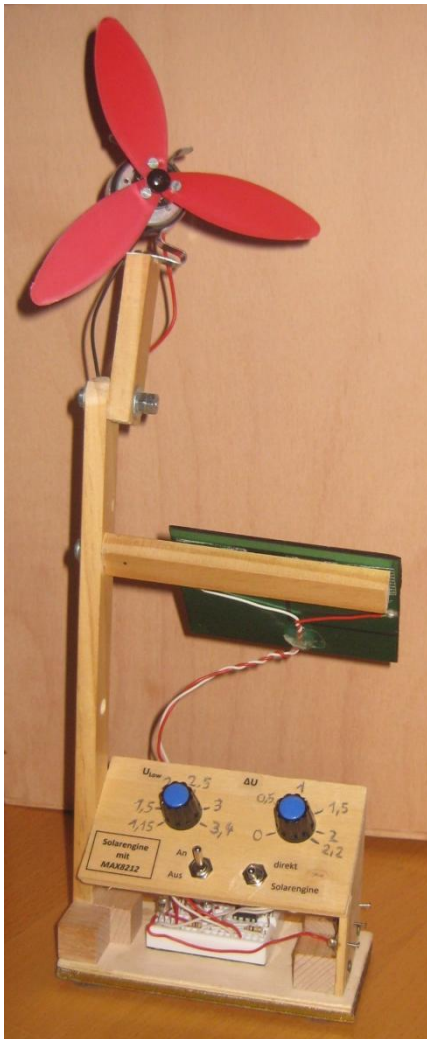


Die Spannung an der Solarzelle schwankt hier zwischen 2,1V und 3,25V. Ein Zyklus dauert etwa 45s, davon etwa 41s Aufladezeit und etwa 4s Motorlaufzeit.

Die Stromstärke durch die Solarzelle beträgt recht konstant 10mA, die Leistung der Solarzelle liegt im Bereich von 20 - 30mW.

Pro Zyklus liefert die Solarzelle etwa 1,2 J elektrische Energie an die Kondensatoren, der Motor nimmt pro Zyklus etwa 0,72J elektrische Energie auf. Der Wirkungsgrad der Schaltung beträgt also etwa 60%.

Anwendungsbeispiel: Tisch-Ventilator



Quellen und Links:

- Solarbotics PM3-Modul (<http://www.solarbotics.com/assets/datasheets/bep-pm3-v2.pdf>)
- Datenblatt von MAX8212 (<http://www.solarbotics.com/assets/datasheets/max8212.pdf>)
- deutsche Seite zu Solar Engines (<http://www.wendeling.net/beam/engine.html>)
- Info zu Goldcaps (http://www.panasonic.com/industrial/components/pdf/goldcap_tech-guide_052505.pdf)