

Nachlaufsteuerung für Solarzellen

*Patrick Giger
Rehburgstrasse 3
9000 St. Gallen
Klasse 3a
flade Klosterschulhaus*

Abgabetermin: 25. Mai 2009

Coach: Robert Landolt

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort / Einleitung	Seite 2
2. Hauptteil	Seite 3
2.1. Das Prinzip einer Solarzelle	Seite 3
2.2. Die Funktion meiner Nachlaufsteuerung	Seite 4
2.3. Bedienung	Seite 5
2.3.1. Einrichten der Nachlaufsteuerung	Seite 5
2.3.2. Betriebsmodi	Seite 6
2.4. Weiteres / Zukünftige Ideen	Seite 6
3. Zusammenfassung und Reflexion	Seite 7
4. Quellenverzeichnis	Seite 8
5. Anhang	Seite 9
5.1. Projektjournal	Seite 9
5.2. Wochenplan	Seite 10
5.3. Pläne	Seite 11
5.4. Quellen	Seite 12

1. Vorwort / Einleitung

Ich habe dieses Projekt gewählt, weil mich die Solarzellen faszinieren. Aus Sonnenlicht Strom produzieren zu können, ist sehr raffiniert. Natürlich wird nie gleich viel Strom von einer Solarzelle produziert, denn die Sonne scheint nicht immer im gleichen Winkel auf die Zelle. Oh ja, es kommt auch auf den Einfallswinkel drauf an. Am besten ist es, wenn die Sonnenstrahlen genau 90° auf die Zelle auftreffen. Mit diesen Gedanken habe ich meine Leitfrage zusammengestellt: „Wie hole ich am meisten Solarenergie?“

Nun, ich musste etwas machen, dass der Sonne nachlief. Diese Nachlaufsteuerung muss so die Sonne verfolgen, dass die Solarzellen immer 90° zu den Sonnenstrahlen sind. Doch wie mache ich das? Und wie sollte das ganze Aussehen am Schluss? Sollte ich eine oder mehrere Zellen in Serie schalten? Oder Parallel? Wer ist der Verbraucher, der gewonnenen Solarenergie?

Diese vielen Fragen habe ich mir gestellt, trotzdem wollte ich dieses Projekt machen. Diese Arbeit war auch ein bisschen Berufsbezogen, ich werde halt Elektroniker. Ich mag die Elektronik und das war auch noch der andere Hauptgrund warum ich dieses Projekt wählte. Natürlich musste mir mein Vater da und dort etwas helfen.

2. Hauptteil

2.1. Das Prinzip einer Solarzelle

Bei den Solarzellen unterscheiden wir von drei Typen: Monokristalline, Polykristalline und Amorphe. Eine monokristalline Solarzelle besteht aus, wie der Name schon sagt, einem Siliziumkristall. Diese Zellen sind die besten, denn ihr Wirkungsgrad beträgt 18%. Monokristalline Zellen sind daher sehr teuer. Die Polykristalline Zellen haben keine einkristalline Siliziumscheiben, sondern Siliziumscheibe, die aus mehreren Kristallen bestehen. Diese sieht man, wenn man eine solche Zelle ins Licht hält (Bild). Polykristalline Solarzellen weisen einen Wirkungsgrad von ca. 10-14% auf, daher sind diese Zellen nicht so teuer wie die Monokristallinen. Doch jetzt kommen wir zu den billigsten: Amorphe. Diese haben eine dünne nicht-kristalline Siliziumschicht. Der Wirkungsgrad solcher Zellen beträgt 6%. Man kann diesen Wirkungsgrad auch verbessern, indem man mehrere Schichten übereinander legt (Tandem- und Tripelzellen). Diese Verbesserung kann den Wirkungsgrad um 6% verbessern.

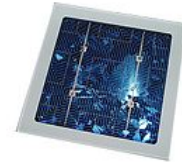


Bild:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>

Ich habe Monokristalline Zellen gekauft für mein Projekt und darum möchte ich euch diese Zellen etwas näher bringen. Im Grunde genommen sind alle Zellen praktisch gleich aufgebaut, nur die Siliziumschicht ist je nach Zelle anders.

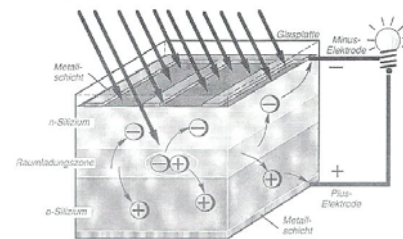


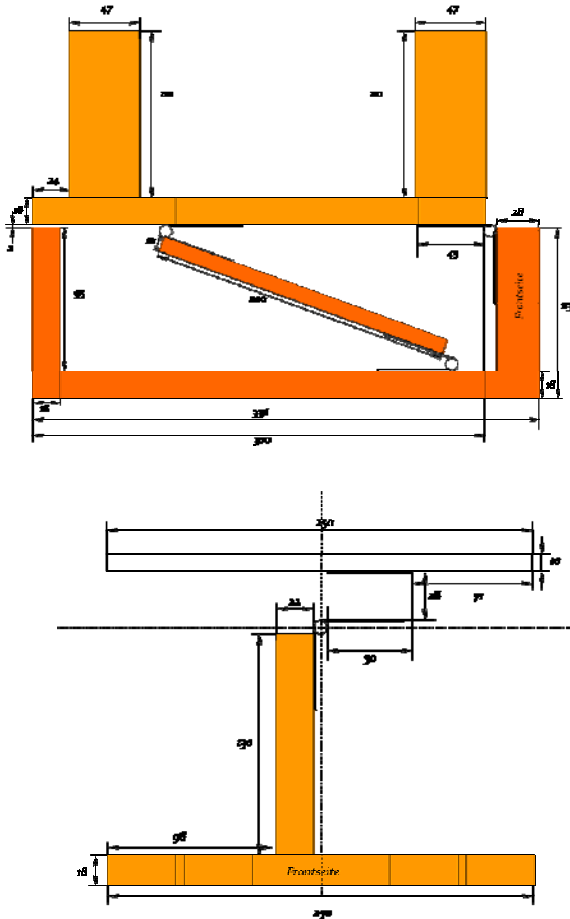
Bild: Markus Aepli, S.9

Die Solarzelle besteht aus drei Schichten. Oben ist die n-Siliziumschicht, der Minuspol (n für negativ). Unten ist die p-Siliziumschicht, der Pluspol (p für positiv). Zuoberst und zuunterst ist je eine Metallschicht. Diese ist dafür da, damit man die Zelle überhaupt anschliessen kann. Die Funktion einer solchen Solarzelle lässt sich ganz einfach erklären: Lichtteilchen (Photonen) vom Sonnenlicht dringt durch die obere dünne Schicht ein. Die Photonen regen so die Elektronen an, die Schicht zu wechseln. Diese Elektronen wandern in die andere Schicht und Elektronen die in Bewegung sind bezeichnen wir als Strom. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, wandern die Elektronen durch Drähte und Litzen zum Verbraucher.

Solarzellen können theoretisch nie ablaufen. Hersteller garantieren bis zu 25 Jahre Leistungsgarantie. Nachteil bei der Solarzelle ist die Erwärmung. Wird die Solarzelle um 1°C erwärmt, hat man einen Verlust von 0,5%. Das heisst: Solarzelle wenn möglich kühlen. Da wir jetzt wissen, dass hohe Hitze der Solarzelle schadet (evtl. zerstört), sollte man auch beim Befestigen der Solarzelle mit Lötzinn und LötKolben Vorsicht walten. Man muss aufpassen wie ein Heftchenmacher, dass man den LötKolben nicht zu lange auf der Solarplatte hält. Ich rede da aus Erfahrung! Der LötKolben wird bis zu 300°C heiss. Man sollte alles zuerst Vorverzinnen und dann abkühlen lassen. Noch etwas: Man kann die Solarzelle in Serie oder Parallel schalten. Wer mehr Spannung braucht schaltet sie am besten in Serie und wer mehr Strom braucht macht eine Parallelschaltung.

2.2. Die Funktion meiner Nachlaufsteuerung

Dieses Projekt war nicht ganz einfach. Zuerst musste ich mir Ideen sammeln, die ich anschliessend auswerten konnte. Die beste Idee wurde natürlich ausgewählt und so sah das ganze dann aus (Originalpläne sind im Anhang):



Mein Projekt wurde in drei Teile eingeteilt: Gehäuse, Kippplatte und Solarplatte. Links sehen wir die Darstellung vom Gehäuse und der Kippplatte. Um es auseinander zuhalten sind die verschiedenen Teile farbig gekennzeichnet:

Gehäuse: Orange
Kippplatte: Hellorange
Solarplatte: Weiss

Genau diese Farben habe ich auch benutzt, um die einzelnen Teile in der Praxis so anzumalen.

Nun zum wesentlichen: Im Gehäuse ist ein Hohlraum. Da drin sind zwei Buchenholz-latten, die die Kippplatte in Schiefelage halten können. Diese Funktion dient dazu, um unseren Breitengrad zu korrigieren, denn wir leben ja nicht genau am Äquator. In diesem Hohlraum kommt auch die ganze Elektronik rein. Ich habe auch einen kleinen Schalttisch installiert, der für die manuelle Steuerung da ist.

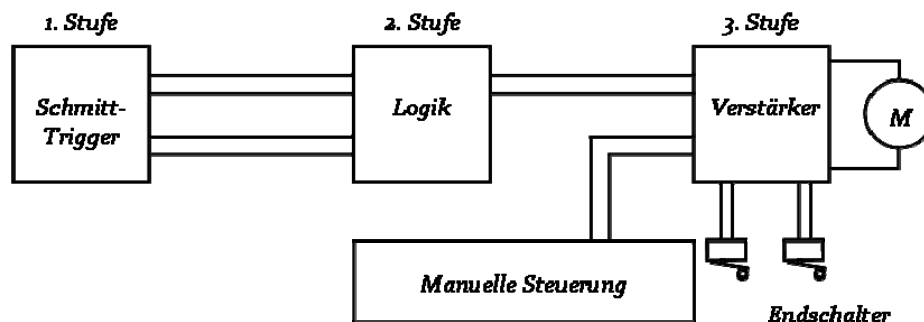
Die Solarplatte sollte auch kippen, diesmal aber nicht den Breitengraden nach, sondern den Längengraden, besser gesagt der Sonne nach. Auf der Solarplatte befinden sich zwölf 76 mm x 46 mm Solarzellen. Wie schon erwähnt, bekommt man am meisten Solarenergie, indem die Zellen genau 90° zu den Sonnenstrahlen stehen oder liegen. Also musste ich mir überlegen, was ich als Sensor nehme. Der Fototransistor erwies sich dabei als sehr nützlich. Er sieht ähnlich aus wie eine Leuchtdiode, aber er leuchtet nicht, sondern hat einen eingebauten Chip, der auf Licht reagiert. Fällt viel Licht auf den Chip lässt er mehr Strom durch. Bekommt er jedoch wenig Licht, blockiert er teilweise den Stromfluss in Abhängigkeit zur Lichtstärke. So, nun muss ich den Schmitt-Trigger zwischen den Fototransistoren und dem Motor einsetzen und verbinden. Der Schmitt-Trigger macht aus dem ungenauen Signal der Fototransistoren ein klares Schaltsignal. Das ist sehr nützlich, denn der Motor muss einschaltet oder ausgeschaltet werden.

An der Solarplatte werden 2 Fototransistoren angebracht. Ich nenne sie: Sensor A und Sensor B. Sensor A wird frei in der Luft sein, Sensor B wird jedoch in einem Kästchen eingebaut. Sensor A ist dafür da, die allgemeinen Lichtverhältnisse zu erkennen. Sensor B sagt, ob die Solarplatte 90° über der Sonne steht oder nicht, darum ist er auch auf dem Boden eines Kästchen drin, das einen Schatten auf den Fototransistor wirft, wenn die Solarplatte nicht rechtwinklig zur Sonne ist. Die Solarplatte kann nur eine

180° Drehung machen. An beiden Anschläge sind zwei Endschalter angebracht. Der eine Anschlag ist die Morgenposition. Wenn dieser Endschalter betätigt wird, stoppt das Ganze. Der andere Anschlag ist die Abendposition. Wird dieser Endschalter betätigt, polt sich der Motor automatisch um und geht zurück zur Morgenposition. Also, ich mache 3 Beispiele:

Sensor A	Sensor B	Reaktion (Solarplatte)
Dunkelheit	Dunkelheit	Die Platte dreht sich bis zur Morgenposition und bleibt stehen.
Sonnenlicht	Dunkelheit	Die Platte dreht sich und sucht die Sonne. Den der Sensor A registriert Licht, also muss Sensor B auch Licht finden.
Sonnenlicht	Sonnenlicht	Die Platte bleibt stehen.

Der ganze Elektronik-Aufbau basiert auf drei Stufen. Die erste Stufe ist der Schmitt-Trigger, der aus dem unklaren Signal ein klares Signal macht. Die zweite Stufe ist die Logik. Dieser Teil macht das was ich oben (Tabelle) beschrieben habe. Der letzte Teil ist der Verstärker. Diese Stufe verstärkt den Strom, damit der Motor betrieben werden kann. Das ganze sieht dann so aus:



2.3. Bedienung

2.3.1. Einrichten der Nachlaufsteuerung

Wir wissen alle, dass die Sonne im Osten aufgeht und die Nachlaufsteuerung funktioniert nur mit Licht bzw. Sonnenlicht. Also müssen wir die Nachlaufsteuerung, wenn es in der Morgenposition ist, nach Osten ausrichten, sprich: die dicke Frontseite des Gehäuses schaut nach Norden. Nun ist die Solarplatte ausgerichtet. Jetzt kommt die Kippplatte dran. Diese müssen wir um 47° 25' in Schiefelage bringen, damit wir die Breitengrade korrigieren.

Jetzt ist die Nachlaufsteuerung gerichtet und kann am Strom angesteckt werden. Auf dem Schalttisch befinden sich Steckbuchsen. Da kann man etwas einstecken. Es geht aber nur mit Verbrauchern, die Gleichstrom benötigen und nicht Wechsel-

strom. Der Strom, den die Verbraucher benötigen, kommt von den Solarzellen, oben auf der Solarplatte. Man könnte zum Beispiel einen Elektromotoren anschliessen, doch es gibt noch vieles mehr was man anschliessen könnte.

2.3.2. Betriebsmodi

Wir unterscheiden zwischen zwei Betriebsmodi: Automatisch oder Manuell. Wenn die Nachlaufsteuerung automatisch abläuft, funktioniert sie so, wie oben, im 2.2 beschrieben. Oben, auch im 2.2, erwähnte ich den Schalttisch im Gehäuse. Der ist zuständig für die manuelle Steuerung. Auf diesem Schalttisch habe ich einen Hebel, der zwischen „Manuell“ und „Automatik“ schalten kann.

2.4. Weiteres / Zukünftige Ideen

Ich habe mir auch schon überlegt, ob man die Kippplatte auch automatisch bewegen könnte. Bei den Steckbuchsen gibt es nicht nur Gleichstrom, sondern auch Wechselstrom. Man könnte die Stromstärke mithilfe eines Potentiometers verstellen. Die ganze Nachlaufsteuerung wäre Wasserdicht und funktioniert auch wenn es bewölkt ist, denn jetzt funktioniert es nur bei Licht oder kein Licht. Wenn es mal bewölkt wäre, würde nichts passieren. Doch all diese Ideen und Gedanken führen zu weit für das jetzige Projekt und für meine jetzige Stufe. Schon bei diesem Projekt war ich ein bisschen unter Zeitdruck, obwohl ich schon im Voraus angefangen habe daran zu arbeiten.

Ich bin schon zufrieden, was ich jetzt geleistet habe mit meiner Kenntnis über die Elektronik. Später, wenn ich bei der Telsonic AG bin und gezielt Elektronik werde, kann ich ja die Nachlaufsteuerung verbessern mit diesen Punkten, die ich oben genannt habe.

3. Zusammenfassung und Reflexion

Mein Ziel war es, ein Gerät zu konstruieren, das der Sonne nachlaufen kann. Ich habe auf dieses Gerät Solarzellen installiert, damit diese Bewegung überhaupt etwas bringt. Der erzeugte Strom kann von vier Steckdosen beziehen, die ich an meinem Schalttisch angebracht habe. Das Gerät kann anhand den Fototransistoren merken, dass die Solarplatte 90° über der Sonne steht. Wenn dies nicht der Fall ist dreht sich die Solarplatte weiter bis sie über der Sonne ist. Zuständig für die ganze Bewegung, ist der Elektromotor. Damit auch die Breitengrade korrigiert werden, braucht es die Kippplatte. Wenn ich jetzt ehrlich bin, hat mir mein Vater bei der Elektronik sehr viel geholfen. Die holzgemachte Konstruktion hatte ich fast alleine gemacht, nur beim Kleben musste mir mein Vater helfen. Wie schon erwähnt, war ich bei diesem Projekt unter Zeitdruck. Die Solarzellen waren nicht gut, so musste ich neue bestellen doch diese kamen erst am Mittwoch (27.5.2009). Das war ein bisschen spät. Doch ich bestellte sie trotzdem. Ich hatte ja alles schon vorbereitet, so dass ich die Solarzellen nur noch anmachen und löten musste.



Oben habe ich noch gemotzt wegen den Solarzellen, die nicht gut waren, denn ich habe bei diesem Projekt erfahren, dass Rohzellen nicht geeignet sind. Nicht zum testen und auch nicht zum Basteln. Man sollte am besten nur Solarzellen kaufen, die schon in einem Gehäuse oder Gekapselt sind. Diese Rohzellen sind 0,3 mm dick und das ist zu dünn. Man muss die Zelle nur falsch anschauen und schon zerbricht sie. Auf dem Bild sieht man eine zerbrochene Zelle. Man kann sie schon noch brauchen, aber es ist nicht mehr so schön. So eine Zelle kostete mir 23.- Fr.. Drei solcher Zellen sind mir schon kaputt gegangen, weil ich sie falsch gehalten habe. Nie an einer Ecke halten, sondern immer grossflächig. Ich musste alle Solarzellen, die ich schon angebracht hatte, entfernen und durch andere, nicht rohe, Zellen austauschen. Das ist einfach mein Rat, kauft nie Rohzellen!

Da habe ich noch etwas zu motzen: Die Stützen, die im Gehäuse sind damit man die Kippplatte bewegen kann, sollten besser grossflächig angemacht werden. Jetzt, in diesem Zustand, verkanten sich die Stützen gerne und das ist nicht ganz im Sinne des Erfinders. Beim nächsten Mal muss ich mir da etwas Besseres überlegen.

4. Quellenverzeichnis

Natürlich habe ich nicht alles einfach so gewusst. Ich musste schon in Büchern nachschlagen und im Internet nachschauen. Ich habe mir alle meine nützlichen Quellen aufgelistet:

Buch: Markus Aepli, S.8 - 11; Buch im Anhang

Internet: <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>; Ausdruck im Anhang

5. Anhang

5.1. Projektjournal

5.2. Wochenplan

5.3. Pläne

5.4. Quellen

Buch: Markus Aepli, S.8 - 11

Internet: <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>