

17.11.2011

BERUFSSCHULE
BBB

DIE SONNE – ENERGIE DER ZUKUNFT

Vertiefungsarbeit von Michael Peterhans und Michel Blumenstein PM08b BL bei Matias Hasler

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
1.1	Michael	3
1.2	Michel	4
2	Die Sonne	5
3	Photovoltaik – Strom aus Sonnenlicht.....	6
3.1	Aufbau und Funktionsweise der Solarzelle und eines Solarmoduls.....	6
3.2	Arten von Solarzellen	8
3.3	Aufbau einer Photovoltaikanlage	10
3.4	Recycling und Entsorgung von Photovoltaikanlagen	11
4	Solarthermie – Warmes Wasser durch die Sonne	12
4.1	Aufbau und Funktion von solarthermischen Kollektoren	12
4.2	Aufbau einer Solarthermie-Anlage.....	14
4.3	Einsatz von Solarthermie	15
5	Bewertung der Sonnenenergie	16
6	Kostendeckende Einspeisevergütung KEV	17
6.1	Anmeldeverfahren für Photovoltaikanlagen	18
6.2	Anlagekategorien und Vergütungstarife für Photovoltaikanlagen	19
7	Versuch Photovoltaikanlagekühlung mit Regenwasser	21
7.1	Erste Schritte zur Realisierung	21
7.2	Versuchsdurchführung	24
7.3	Erklärung und Auswertung.....	25
8	Interview mit Gerhard Laube	27
9	Schlusswort.....	31
10	Schlussbetrachtung	32
10.1	Michael	32
10.2	Michel	33
11	Glossar.....	34
12	Bibliografie	36
13	Anhang.....	39
13.1	Arbeitsjournal	39
13.1.1	Michael.....	39
13.1.2	Michel.....	46
13.2	Terminplan	53
13.3	Belege für den Aussenkontakt	54
13.4	Verwendungserlaubnis und Ehrlichkeitserklärung.....	55

1 Vorwort

1.1 Michael

Da ich jetzt im 4. und letzten Lehrjahr bin, beginnen nun alle Vorbereitungen für die Lehrabschlussprüfung. Das heisst nicht nur Vorbereitungen für die Prüfungen, sondern auch entscheidende Arbeiten, welche zum Lehrabschluss zählen. Zum Beispiel diese Vertiefungsarbeit, welche im Fach Allgemeinbildung eine starke Gewichtung hat. Sie wird bei uns normalerweise in Zweiergruppen erarbeitet. Somit musste ich mir auch einen Partner dafür suchen. Das Suchen hatte aber schon bald ein Ende, denn es war für mich eigentlich klar, dass ich diese Vertiefungsarbeit mit Michel Blumenstein machen werde. Viele Arbeiten und Aufträge hatten wir schon in der Schule zusammen erarbeitet und dadurch gesehen, dass wir ein gutes Team sind. Michel ist ein zuverlässiger und hilfsbereiter Mitschüler und somit der ideale Partner für mich. Ich bin zuversichtlich und optimistisch, dass wir eine sehr gute und komplette Dokumentation pünktlich abgeben werden.

Somit war die Partnerwahl absolut kein Problem. Die nächste Hürde war die Themenwahl. Eine meiner Ideen war etwas über Sonnenenergie zu schreiben, da wir auf unserem Hausdach über eine Photovoltaikanlage verfügen und ich diesem Thema mit grossem Interesse gegenüberstehe. Zudem gibt es zahlreiche Bücher und viele Informationen zum Thema im Internet. Die Anlage bietet uns sogar die Möglichkeit eine grosse Eigenleistung zu vollbringen, indem wir zum Beispiel einen Versuch starten. Mit diesen Argumenten konnte ich Michel voll und ganz überzeugen, „Die Sonne – Energie der Zukunft“, als unser VA-Thema zu wählen. Durch diese Arbeit möchten wir erfahren, wie die Stromerzeugung durch Photovoltaik erfolgt, was genau der Staat zur Förderung der Sonnenenergie tut und ob die Nutzung der Sonnenenergie überhaupt ökologisch sinnvoll ist.

(ET)

1.2 Michel

Ich bin jetzt im letzten Lehrjahr. Wie angesagt geht es gerade anfangs Semester ans Werk der Vertiefungsarbeit. Schon vor den Sommerferien hat Michael Peterhans mich gefragt, ob ich die Vertiefungsarbeit mit ihm machen würde. Ich habe schon einige Male mit ihm zusammengearbeitet. Er ist ein hilfsbereiter und sehr zuverlässiger Mitschüler. Dadurch fiel mir die Partnerwahl sehr leicht.

Die Themenwahl fiel uns am Anfang relativ schwer. Wir wussten nicht in welchem Fachbereich wir nach einem passenden Thema suchen sollten. Michael und ich wollten ein Thema auswählen, in dem wir viel Eigenleistung einbringen können. Ihm kam dann die Idee, die VA über die Sonnenenergie zu schreiben, da auf dem Dach seines Elternhauses eine Photovoltaikanlage vorhanden ist. Ich fand dieses Thema super. Wir können viel Eigenleistung einbringen. Ich selbst habe nicht sehr viel Wissen über die Sonnenenergie, aber mich interessiert das Thema, und ich bin gewillt etwas Neues zu lernen. Michael und ich hatten schon viele Ideen, was wir in die Arbeit einbringen könnten. Ich bin überzeugt, dass es eine interessante und umfangreiche Vertiefungsarbeit geben wird.

In unserer VA wollen wir folgende Fragen und Themen erarbeiten:

Aspekt Technologie

Wie funktioniert die Stromerzeugung durch Photovoltaik?

Was ist Solarthermie?

Wie hoch ist der jährliche Ertrag von Photovoltaikanlagen?

Aspekt Wirtschaft

Wie unterstützt/fördert der Staat die erneuerbare Energie der Sonne?

Wie funktioniert das KEV (kostendeckende Einspeisevergütung)?

Wie hoch sind die Kosten für eine Photovoltaikanlage? Wirtschaftlichkeit?

Aspekt Ökologie

Welche ökologischen Vorteile haben Solaranlagen?

Gibt es auch Nachteile?

Können Photovoltaikmodule recycelt werden?

(ET)

2 Die Sonne

Die Sonne ist der Haupt-Energielieferant unseres Sonnensystems, welche durch Kernfusion erzeugte Energie in Form von Teilchen als elektromagnetische Strahlung zur Erde schickt. Die durchschnittliche Intensität an der Grenze der Erdatmosphäre beträgt ca. $1'367 \text{ W/m}^2$ (die sogenannte Solarkonstante). Seit Beginn der Messung ist dieser Wert annähernd gleich geblieben, was auf einen konstanten Energiegewinn hinweisen würde. Die Bedingungen in der Erdatmosphäre hindern uns jedoch an einer Nutzung der Energie in diesem Ausmass. Ein grösserer Teil der eingestrahnten Energie wird von festen, flüssigen oder gasförmigen Schwebeteilchen in der Atmosphäre (Wolken, Staub, etc.) zurückreflektiert. Ein weiterer Teil der Energie wandelt sich bereits in der Atmosphäre in Wärme um. Der dritte Teil der Energie ist der Teil, welcher es effektiv bis auf den Erdboden schafft. Somit steht nicht der Ursprungswert von der Atmosphäre zur Verfügung, sondern ein wesentlich kleinerer Teil davon. Der Tagesdurchschnitt der weltweiten Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche beträgt nur noch ungefähr 165 W/m^2 . Dieser Wert ist abhängig von Breitengrad, Höhenlage und Witterung und kann deshalb nicht an jedem Ort auf der Erde erwartet werden.

Mit hoher Zuverlässigkeit liefert die Sonne in jedem Jahr eine Energiemenge von etwa $3,9 \cdot 10^{24} \text{ J}$, das entspricht $1,08 \cdot 10^{18} \text{ kWh}$ auf die Erdoberfläche. Das entspricht mehr als dem 7000-fachen Weltprimärenergiebedarfs der Menschheit (heute!). Obwohl 70 % der Sonneneinstrahlung auf die Ozeane fallen, bleibt trotzdem mehr als genug übrig für eine solare Energieversorgung. In der Sahara fällt so jährlich in einem $200 \text{ km} \times 200 \text{ km}$ Quadrat, so viel Energie ein, wie im Moment weltweit verbraucht wird. Somit könnte auf einer Fläche von $700 \text{ km} \times 700 \text{ km}$ in der Sahara, bei einem Wirkungsgrad von 10 %, der heutige Weltenergiebedarf vollständig solar erzeugt werden.

In der Schweiz ist die Sonneneinstrahlung nur etwa halb so stark wie in der Sahara. In der Sahara werden ca. $2000 \text{ kWh} - 2200 \text{ kWh}$ pro m^2 eingestrahlt, während die Einstrahlung in der Schweiz nur etwa halb so gross ist.

ZF: <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>

ZF: Das Solarbuch / Fakten-Argumente-Strategien / Walter Witzel, Dieter Seifried, S. 12

3 Photovoltaik – Strom aus Sonnenlicht

Solarzellen bestehen aus verschiedenen Halbleitermaterialien. Halbleiter sind Stoffe, die unter Zufuhr von Licht oder Wärme elektrisch leitfähig werden, während sie bei tiefen Temperaturen isolierend wirken. Über 95 % aller auf der Welt produzierten Solarzellen bestehen aus dem Halbleitermaterial Silizium (Si). Silizium, das zweithäufigste Element der Erdkruste, muss mittels aufwändiger Verfahren aus Sand oder Quarzgestein gewonnen werden.

3.1 Aufbau und Funktionsweise der Solarzelle und eines Solarmoduls

Eine Solarzelle besteht normalerweise aus einer ca. 0.001mm dicken n-Schicht aus Bor oder Phosphor. Diese ist in die 0.6mm p-Schicht aus Silizium eingebracht. Den Übergang zwischen der n-Schicht und der p-Schicht wird n/p-Übergang oder auch Grenzschicht genannt. Um den Strom der Solarzellen nutzen zu können, werden auf der Vorder- und Rückseite metallische Kontakte angebracht. In der Regel wird auf der Rückseite eine ganzflächige Kontaktschicht aufgegossen. Auf der Vorderseite werden dünne Kontakte in Form eines Gitters angebracht, damit die Sonne ungehindert auf die n-Schicht strahlen kann. Aus Halbleitermaterialien hergestellte Solarzellen sind grundsätzlich wie grossflächige Photodioden aufgebaut, jedoch werden sie nicht als Strahlungsdetektor, sondern als Stromquelle eingesetzt. Halbleiter erzeugen Ladungsträger (Elektronen und Löcher), wenn ihnen Energie in Form elektromagnetischer Strahlung zugeführt wird. Damit ein elektrischer Strom aus diesen Ladungen

erzeugt werden kann, muss ein internes, elektrisches Feld vorhanden sein, diese lenkt die Ladungsträger in unterschiedliche Richtungen - ein Strom entsteht. Das verlangte elektrische Feld wird mit einem p-n-Übergang erzeugt. Dieser Übergang besteht aus Bereichen mit unterschiedlicher Dotierung, p für positiv und n für negativ. Um eine weitreichende Raumladungszone

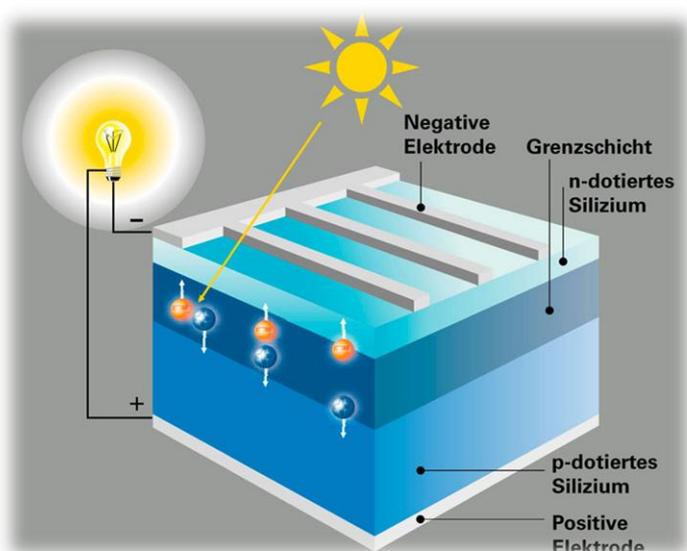


Abb. 1 Aufbau Solarzelle

zu erreichen, wird die gewöhnliche dünne Oberflächenschicht stark n-dotiert, die dicke darunter liegende Schicht wird schwach p-dotiert. Fallen nun in diese Übergangszone (Raumladungszone) Photonen ein, werden Elektronen-Loch-Paare erzeugt (Photoeffekt). Durch das elektrische Feld werden die Löcher zum darunterliegenden p-Material beschleunigt, die Elektronen werden zum n-Kontakt auf der oberliegenden sonnenzugewandten Seite beschleunigt. Ein Teil geht durch diesen Prozess in Wärme verloren, der restliche Photostrom kann direkt als elektrische Energie gebraucht werden. Bei den Standard-Zellen beträgt bei maximaler Leistung die Spannung etwa 0.5 V. Die Oberfläche der Solarzelle wird so aufgebaut, dass möglichst viel Licht in die Übergangszonen kommt. Mit einer Antireflexionsschicht wird probiert, das maximal Mögliche zu erreichen. Diese Schicht sorgt auch für die typische Farbe (bläulich bis schwarz). Nicht beschichtete Zellen fallen durch ihre silbrig-graue Oberfläche auf. Je intensiver die Beleuchtung und je großflächiger die Grenzschicht ist, desto mehr Elektronen-Loch-Paare entstehen und umso größer ist dann auch die Stromstärke, welche die Solarzelle liefern kann. Pro cm^2 beleuchteter Solarzellenfläche kann man mit einer Stromentnahme von etwa 20 mA rechnen.

Aufbau eines Solarmoduls:

- Die erste Schicht, durch welche die Sonne strahlt, bildet eine Glasscheibe. Meistens wird dazu ein 4 mm starkes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) verwendet. Diese Front-Glasscheibe ist temperatur-, schlag-, stoss- und druckfest.
- Mit 150°C auf die Solarzellen aufgeschweisst, folgt eine Kunststoffschicht aus Ethylenvinylacetat (EVA). Diese dient als wasserdichter Korrosionsschutz der Solarzellen.
- Die dritte Schicht bilden die Solarzellen. Sie sind mit Lötbandern miteinander verbunden.
- Die letzte Schicht besteht aus einer witterungsfesten Kunststoffverbundfolie aus Polyvinylfluorid (Tedlar) und Polyester.
- Um den verschiedenen Schichten weiteren Halt zu geben und die Einbausituation zu erleichtern, wird das Modul in einem Aluminiumrahmen eingefasst.

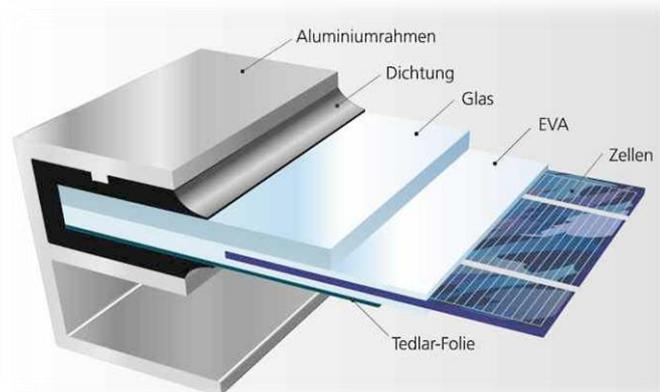


Abb. 2 Aufbau Solarmodul

3.2 Arten von Solarzellen

1. Siliziumzellen

- Dickschicht

Monokristalline Siliziumzellen (c-Si) haben in grosstechnischen Einsätzen einen Wirkungsgrad von über 20 % mit einer Leistungsdichte von 20-50 W/kg.

Die Technik gilt als ausgereift, hat aber einen grossen Nachteil: der Energieeinsatz für die Herstellung ist sehr hoch, was eine lange Energierücklaufzeit bedeutet.



Abb. 3 Monokristalline Siliziumzelle

Polykristalline Siliziumzellen (poly-Si oder mc-Si) weisen derzeit das günstigste Preis-Leistungs-Verhältnis (Stand: September 2008) auf. Im grosstechnischen Einsatz erreichen sie bereits bis zu 16 % Wirkungsgrad. Laborzellen schaffen es jedoch bis auf 18,6 %.

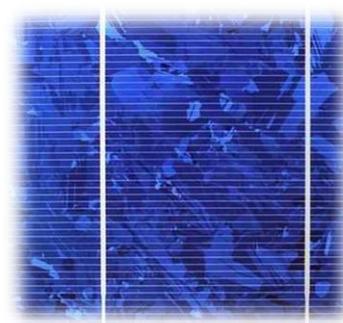


Abb. 4 Polykristalline Siliziumzelle

- Dünnschicht

Amorphes Silizium (a-Si) sind die beliebtesten Dünnschichtzellen auf dem Markt. Der Wirkungsgrad eines Moduls beträgt etwa 5 % bis 7 % mit einer Leistungsdichte bis etwa 2000 W/kg.

Kristallines Silizium wird meist in Kombination mit amorphem Silizium als Tandemzelle hergestellt und erreicht einen etwas höheren Leistungsgrad von bis zu 10 %.

Silicon Wire Array befindet sich noch im Laborstadium. Hier wird versucht Oberflächen mit dünnsten Drähten zu bestücken. Sie kann dadurch biegsam sein und benötigt nur 1 % der Siliziummenge verglichen mit handelsüblichen Solarzellen.

2. III-V-Halbleiter-Solarzellen

GaAs-Zellen erreichen einen hohen Wirkungsgrad der experimentell im Jahr 2009 bis 41,1 % war. Sie zeichnen sich durch sehr gute Beständigkeit gegen Temperaturschwankungen und Robustheit gegenüber UV-Strahlung aus. Im Vergleich zu kristallinen Siliziumzellen haben sie einen wesentlich geringeren Leistungsabfall bei Erwärmung. Wegen ihrer teuren Herstellung werden sie meist nur in der Raumfahrt eingesetzt.

3. II-VI-Halbleiter-Solarzellen

CdTe-Zellen haben als Solarzelle schon etwa 16 % Wirkungsgrad erreicht, im normalen Gebrauch etwa 10 %, jedoch ist ihr Langzeitverhalten noch nicht bekannt.

Sie finden häufig Verwendung im Dünnschichtsolarzellen-Bereich. Ihre Herstellung ist sehr günstig durch chemische Badabscheidung (CBD) oder chemische Gasphasenabscheidung (CVD).

4. I-III-VI-Halbleiter-Solarzellen

CIS-, CIGS-Solarzellen bestehen aus Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid bzw. Kupfer-Indium-Disulfid. Meist wird es in der Dünnschichtsolarzelle angewendet. CIGS erreicht als leistungsstärkste Variante im Labor bis zu 20.3 %, normalerweise beträgt der Wirkungsgrad 10-12 %.

5. Organische

Organische Solarzellen (OPV) werden entwickelt mit Werkstoffen, welche die organische Chemie liefert. Eine extrem kostengünstige Herstellung wird erwartet. Leider erreicht diese Solarzelle nur einen Wirkungsgrad von 8 % und eine kurze Lebensdauer von max. 5000h (208 Tage), wodurch das Preis-Leistungs-Verhältnis vergleichsweise schlecht ist.

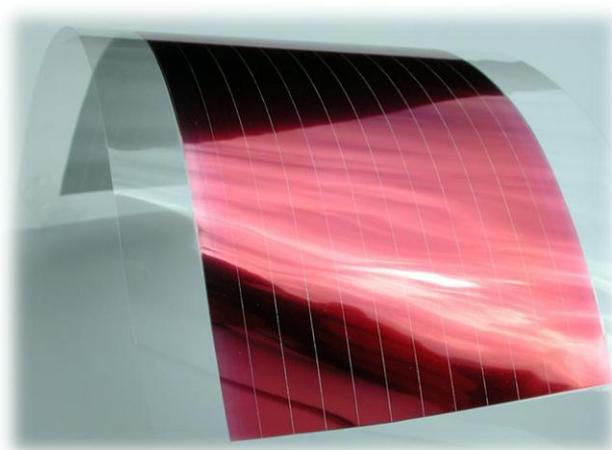


Abb. 5 Organische Solarzelle

Farbstoffzellen, auch Grätzel-Zellen genannt, nutzen zur Umwandlung von Licht in Strom organische Farbstoffe, eine der Photosynthese ähnlicher Vorgang.

Von allen organischen Zellen haben diese den besten Wirkungsgrad von über 10 %, aber eine stark begrenzte Lebensdauer.

6. Halbleiter-Elektrolyt-Zellen

Sie bestehen zum Beispiel aus einer Kupferoxid/NaCl-Lösung, sind sehr einfach herzustellen. Durch ihre begrenzte Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit jedoch mit der Zeit eher uninteressant für die Forschung.

3.3 Aufbau einer Photovoltaikanlage

Aufbau einer Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher:

Diese Variante einer Photovoltaikanlage wird eigentlich nur für einen geringen Stromverbrauch oder an Orten verwendet, die keinen Zugriff zum herkömmlichen Stromnetz verfügen. Zum Beispiel in einem Ferienhaus oder einem Schrebergarten. Die Anlage besteht aus den Solarmodulen mit Montagematerial, einem Laderegler und einem Batteriespeicher.

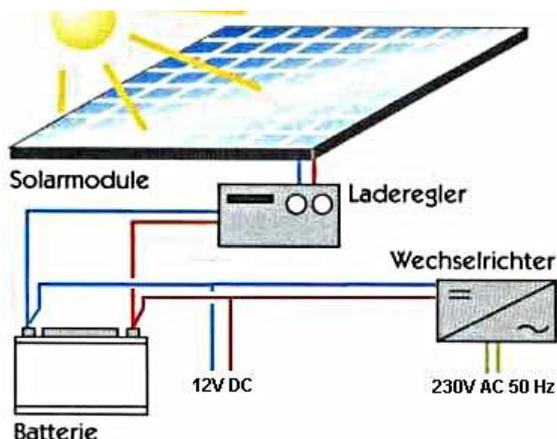


Abb. 6 Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher

Eine Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher funktioniert sehr simpel. Die Solarmodule produzieren 12V Gleichstrom. Dieser wird durch einen Batteriespeicher (Akku) gespeichert. Nun kann die Energie der Photovoltaikanlage auch genutzt werden, wenn keine Sonne vorhanden ist. Da aber die Technik der Batteriespeicher noch nicht vollständig ausgereift ist, wird diese Art meist in kleineren Massstäben verwendet.

Aufbau einer netzgebundenen Photovoltaikanlage:

Die meisten Photovoltaikanlagen sind nach diesem Prinzip aufgebaut. Auch hier braucht es nicht viele Bauteile, um den Strom aus dem Solarmodul nützen zu können. Es werden nur Solarmodule, ein Wechselrichter und ein Zählwerk, das den Bezug des benötigten Stroms und die Auslieferung des überflüssigen Stroms der Photovoltaikanlage bestimmen kann, benötigt. Der Wechselrichter dient dazu, den 12V Gleichstrom in 230V/50Hz Wechselstrom zu wandeln.

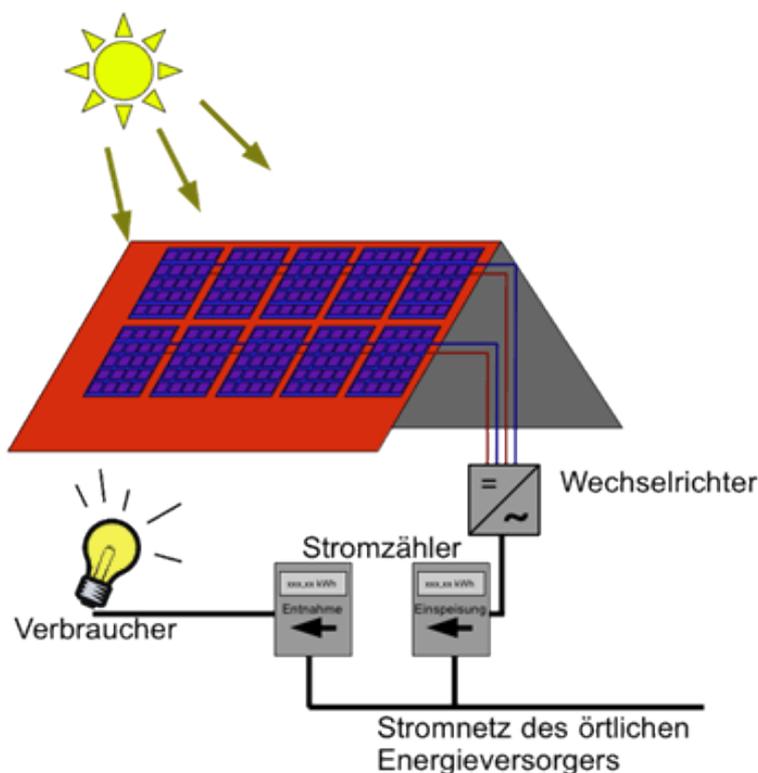


Abb. 7 Netzgebundene Photovoltaikanlage

3.4 Recycling und Entsorgung von Photovoltaikanlagen

Viele behaupten ein Solarmodul könne nicht recycelt werden. Doch dies stimmt keinesfalls. Ein Solarmodul kann bis zu 96 % recycelt werden. 2004 ging in Freiberg (D) die weltweit erste Versuchsanlage zum Recycling von kristallinen Siliziumzellen in Betrieb. Glas, Aluminium und Kunststoff können eingeschmolzen und wiederverwendet werden. Die n-Schicht wird von der p-Schicht durch ätzen abgelöst. Somit bleibt die Siliziumschicht übrig. Aus diesem können wieder neue Solarzellen hergestellt werden. Erstaunlicherweise braucht es deutlich weniger Energie, aus einem alten Solarmodul das Silizium zu recyceln, als wenn es neu hergestellt würde. Für einen qualitativ gleichwertigen Wafer aus Recycling-Silizium braucht man nur 30 % der Energie im Vergleich zu einem neuen Wafer. Recycling ist also ökologisch sinnvoll, da die Energierücklaufzeit geringer wird, das heißt, ein recyceltes Modul holt den Energieaufwand, der zur Herstellung benötigt wurde, schneller wieder auf, als ein Solarmodul aus nicht recyceltem Silizium. Problematisch ist das Recycling, wenn in den Solarzellen Stoffe wie Blei, Cadmium-Tellurid oder Silber enthalten sind.

ZF: <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle#Funktionsprinzip>

ZF: http://www.leifiphysik.de/web_ph10/umwelt-technik/16solarzelle/funktion.htm

ZF: <http://www.solaranlagen-portal.de/solarenergie-komponenten/solarmodule.html>

ZF: <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle#Materialien>

ZF: Regenerative Energie / Technik – Daten – Zahlen – Fakten / Manfred Heimann, S.83-101

ZF: <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarmodul#Recycling>

ZF: <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/solaranlage-solartechnik/solarmodule-aufbau.html>

4 Solarthermie – Warmes Wasser durch die Sonne

4.1 Aufbau und Funktion von solarthermischen Kollektoren

Flachkollektoren:

Alle Flachkollektoren im Handel bestehen aus einem Absorber aus beschichtetem Kupfer oder zunehmend auch aus Aluminium. Sie sind rechteckig, flach und sind in einem Gehäuse aus Metall oder Kunststoff untergebracht. Auf der zur sonnengeneigten Seite ist meist eine transparente Abdeckung, ein Spezialglas, damit die Sonneneinstrahlung möglichst ohne Verlust auf den Absorber strahlt. Die Rückseite hat eine Wärmedämmschicht, welche die gewonnene Wärme im Kollektor zurückhält. Die erhaltene Wärme wird durch die speziell angeordneten Kupferrohre vom Absorber abgeführt. Die Flachkollektoren zeichnen sich für ihre einfache Bauweise aus und sind darum auch der meist verwendete Kollektortyp.

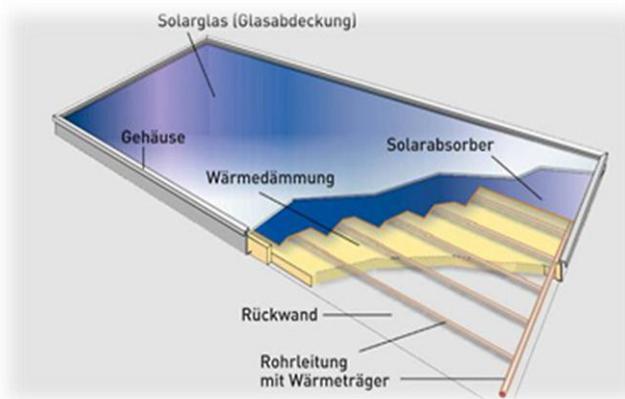


Abb. 8 Aufbau Flachkollektor

Vakuumröhrenkollektor:

Dieser Kollektor ist um ein vielfaches leistungsfähiger als die Flachkollektoren, doch auch um einiges teurer. Das Grundprinzip ist gleich wie beim flachen Kollektor. Beim Röhrenkollektor



Abb. 9 Vakuumröhrenkollektor

sind der Absorber und die Wärmeträgerflüssigkeit in einem oder in zwei ineinander geschweisste, vakuumierte Röhren gehüllt. Aufgrund des Vakuums verringert sich der Energieverlust enorm. Der Absorber kann entweder als Streifen oder umhüllend im inneren Glas vorhanden sein. Dies ist je nach Bauweise verschieden:

- Direkt durchflossene Vakuumröhren: Die Wärmeträgerflüssigkeit fließt durch ein Röhrchen unter dem Absorber. Dabei nimmt es die Wärme des Absorbers auf.
- Heat-Pipe-Vakuumröhren: Unter dem Absorberblech ist ein Wärmerohr angebracht. Dieses Rohr ist mit Wasser oder Alkohol mit Unterdruck gefüllt. Dieses verdampft, wenn der Kollektor sich erwärmt (ab ca. 25°C). Der entstehende Dampf kondensiert am oberen Ende des Wärmerohrs und wird über einen Kondensator an die Wärmeträgerflüssigkeit abgegeben. Das Kondensat fließt in das Rohr zurück. Dieser Typ muss mit einer Dachneigung von mindestens 25° montiert werden.

Luftkollektoren:

Der Aufbau und die Funktion des Kollektors ähneln den Flachkollektoren, welche mit Flüssigkeiten funktionieren. Der Unterschied ist, dass statt Flüssigkeit Luft als Wärmeträgermedium verwendet wird. Vorteil dieser Art ist, dass die Luft nicht gefriert und nicht verdunstet. Es kann zur Durchlüftung und Heizungsunterstützung des Gebäudes, zum Beispiel als Zusatz zur Wärmepumpen Heizung, verwendet werden. Die solaren Luftsysteme können in Neubauten und bestehenden Gebäuden eingebaut werden. Für die Dauernutzung des Gebäudes wird ein zusätzliches Heizsystem benötigt. Das Prinzip ist einfach: Aussenluft wird bei solarem Angebot über den Kollektor angesaugt und über ein einfaches Verteilsystem in die einzelnen Räume transportiert.

Schwimmbadabsorber:

Die zur Erwärmung von Schwimmbädern verwendeten Absorber, gleichen den Flachkollektoren. Sie werden auf ein Flach oder geneigtes Dach montiert und haben einen einfachen Aufbau. Das chlorierte Wasser fließt durch den Absorber und anschliessend direkt ins Schwimmbad. Es können je nach Bedingungen, bis zu 10°C wärmere Temperaturen erreicht werden.

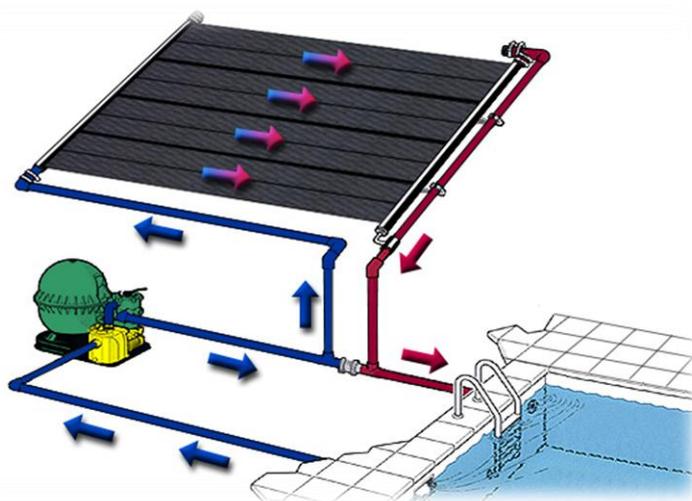


Abb. 10 Schwimmbadabsorber

Solarspeicher: Der Solarspeicher ist hochisoliert und enthält ein grosses Volumen. Dank des grossen Volumens sollte der Speicher in der Lage sein, auch an sonnenlosen Tagen warmes Wasser zu liefern. Es gibt grundsätzlich zwei Arten von Solarspeichern. Der reine Brauchwasserspeicher oder der Kombispeicher, falls noch eine Unterstützung der Raumheizung erwünscht ist.

Nachheizung: Wenn die Temperatur im Speicher wegen mangelnder Sonneneinstrahlung zu tief ist, muss nachgeholfen werden. Meist wird dafür ein Elektroheizstab oder ein spezieller elektronischer Durchlauferhitzer eingesetzt. Es kann aber hierfür jedes System eines Heizkessels, wie zum Beispiel Öl oder Gas, eingesetzt werden.

4.3 Einsatz von Solarthermie

Solarthermie ist wie die Photovoltaik vielseitig einsetzbar. Den Sonnenwärmespeicher ist in zwei verschiedenen Varianten erhältlich. Entweder nur als Warmwasserspeicher oder als Kombispeicher, um gleichzeitig das Wasser für die Heizung zu erwärmen. Wenn ein Kombispeicher vorhanden ist, wird selbstverständlich kein Heizkessel mehr benötigt. Voraussetzung ist aber, dass es genug Sonnenkollektoren auf dem Dach hat, um genug Warmwasser zu erzeugen, damit das ganze Haus geheizt werden kann.

Es ist sogar möglich, ein Haus ganz alleine nur mit Sonnenenergie ein ganzes Jahr zu heizen. Ein Beweis dazu liefert das in Oberburg BE (nähe Burgdorf) stehende Sonnenhaus. Dieses Haus „lebt“ ausschließlich von der Sonne. Damit dies möglich ist, benötigt ein Haus die richtige Ausrüstung. Das Sonnenhaus, von der Firma Jenni Energietechnik (Oberburg), besitzt eine 43m² große Fläche mit Solarzellen bzw. Solarmodulen, 84 m² Sonnenkollektoren und einen Wasserspeicher mit einem Volumen von 118 m³. Sehr wichtig sind eine gute Aussenisolation und die richtige Fensterverglasung, um nicht zu viel Wärme zu verlieren. Dieses Haus kann durch den großen Speicher, im Winter mit der im Sommer gewonnenen Wärme auskommen.

ZF: http://de.wikipedia.org/wiki/Solarthermie#Arten_von_Sonnenkollektoren

ZF: <http://www.regies-solar.de/Komponenten/komponenten.html>

ZF: Buch: Das Sonnenhaus – Jenni Energietechnik AG

5 Bewertung der Sonnenenergie

Vorteile:

- Heute weiss man, dass es Alternativlösungen braucht, da irgendwann die Rohstoffe, welche für Atomkraftwerke gebraucht werden ausgehen. Da Silizium das zweithäufigste Element in der Erdrinde ist, haben wir mit der Sonnenenergie eine gute Lösung.
- Auch das Erdöl wird uns in der Zukunft ausgehen, darum muss man auch eine Alternative zum Heizen und produzieren von warmem Wasser vor Augen halten. Die Solarthermie bietet einen guten Ersatz.
- Die Stromerzeugung mit Solarzellen ist sehr umweltschonend und es wird auch kein CO² ausgestossen. Bereits im Jahr 2009 wurde der CO²- Ausstoss um 3,6 Millionen Tonnen gesenkt. Somit wird bestätigt, dass die Solarenergie sehr klimaschonend ist, denn schliesslich entstehen bei der Solarenergie keine Treibhausgase.
- Es kommt zu keiner Freisetzung von Feinstaub, wie z. Bsp. Russpartikeln.
- Dank der Solarenergie können auch neue Arbeitsstellen geschaffen werden. In Deutschland arbeiten bereits heute 60'000 Menschen in der deutschen Solarbranche. Über 100 Unternehmen liefern Solarzellen, Module und Komponenten.

Nachteile:

- Ein grosses Problem ist, dass Solarzellen wetter-, tages-, und jahreszeitenabhängig sind. Deshalb werden grosse Solaranlagen auch nur dort platziert, wo die Sonneneinstrahlung hoch ist.
- Weil die Sonneneinstrahlung nicht immer gleich ist, gibt es Stromschwankungen. Somit ist also ohne zusätzliche Speichertechnologie keine konstante Energieversorgung möglich. Wenn der erzeugte Strom gespeichert werden muss, werden jedoch die Kosten für die Infrastruktur erhöht und es gibt auch einen Verlust des Wirkungsgrades.
- Gerade in den kalten Gebieten beziehungsweise Jahreszeiten wird am meisten Strom benötigt. Jedoch ist genau dort die Sonneneinstrahlung am geringsten.
- Leider werden bei der Herstellung bedeutende Mengen an Energie, Frischwasser und Chemikalien verwendet.
- Der Strom, der mittels Sonnenenergie hergestellt wird, ist im Vergleich zu den herkömmlichen Techniken teuer. Der Strom, der von Windkraftwerken produziert wird, ist rund 7 Rappen pro Kilowattstunde günstiger.

ZF: <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>

ZF: <http://www.solarenergie-sonnenenergie.com/Vorteile-Nachteile.html>

6 Kostendeckende Einspeisevergütung KEV

Das Parlament hat am 23. März 2007 im Zuge der Verabschiedung des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) auch das Energiegesetz (EnG) revidiert. Die durchschnittliche Jahresstromerzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien, soll laut diesem revidierten Energiegesetz, bis zum Jahr 2030 um mindestens 5400 GWh erhöht werden. Massnahmen zur Förderung der erneuerbaren Energien sowie zur Förderung der Effizienz im Elektrizitätsbereich sind in einem Paket dazu enthalten. Die Kostendeckende Einspeisevergütung KEV für Strom aus einheimischen und erneuerbaren Energien soll der Grundstein dafür sein. Zur Verfügung stehen jährlich 247 Millionen Franken, um die Differenz zwischen der Vergütung und dem Marktpreis begleichen zu können. Somit lässt sich die Energie, für die Anlagebetreiber, wirtschaftlich erzeugen.

Die kostendeckende Vergütung ist abhängig von der Technologie und der Anlagegrösse. Sie ist vorgesehen für Wasserkraft (bis 10 Megawatt MW), Photovoltaik, Windenergie, Geothermie, Biomasse und Abfälle aus Biomasse. Anhand der Kosten von Referenzanlagen pro Technologie und deren Leistungsklasse werden die Vergütungstarife für die eingespeiste Elektrizität aus erneuerbaren Energien festgelegt. Vergütet wird je nach Technologie 20 bis 25 Jahre lang. Infolge technologischer Fortschritte, welche zu erwarten sind, zunehmender Marktreife und tieferen Preisen von Anlagen, sinken die Vergütungstarife kontinuierlich. Zu diesem Zweck werden die Kosten der Referenzanlagen für verschiedene Leistungsklassen und Erzeugungsarten jährlich neu berechnet und die Vergütungstarife angepasst beziehungsweise gesenkt. Wobei diese Preissenkung nur neu angemeldete Anlagen betrifft. Für eine Anlage bleibt der zum Anmeldezeitpunkt geltende Tarif über die gesamte Vergütungsdauer gleich.

Man kann den produzierten Strom nicht als „grünen Strom“ am freien Ökostrommarkt verkaufen und gleichzeitig von der kostendeckenden Einspeisevergütung KEV profitieren. Man muss sich entscheiden.

Ab 1. Januar 2009 treten die Bestimmungen über die kostendeckende Einspeisevergütung KEV, welche in der geänderten Energieverordnung (EnV) geregelt sind, in Kraft. Das heisst ab diesem Datum wird die Einspeisevergütung erstattet und zwar für den ab diesem Zeitpunkt produzierten Strom. Alle Anlagen, die nach dem 1. Januar 2006 in Betrieb genommen, erheblich erweitert oder erneuert wurden, können von der Einspeisevergütung profitieren. Ab dem 1. Mai 2008 können solche Anlagen bei der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid AG angemeldet werden. Im Auftrag des Bundes führt Swissgrid die Abwicklung der kostendeckenden Einspeisevergütung durch. Beim nächsten Abschnitt werden die Anmeldeschritte genauer erläutert.

6.1 Anmeldeverfahren für Photovoltaikanlagen

Das Anmeldeverfahren für die kostendeckende Einspeisevergütung von Photovoltaikanlagen erfolgt in drei Schritten:

1. Anmeldung:

Die Anmeldung erfolgt schriftlich in Papierform mit dem offiziellen Anmeldeformular per Post. Die einzureichenden Unterlagen beziehungsweise die Angaben, welche die Anmeldung mindestens enthalten muss, sind in der Energieverordnung festgelegt. Insbesondere sind das: Kategorie der Anlage, Nennleistung, erwartete Stromproduktion in kWh pro Kalenderjahr, Zustimmung der Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer, geplantes Inbetriebnahmedatum, für Erneuerungen und Erweiterungen die Produktionszahlen der letzten zwei vollen Betriebsjahre vor dem 1. Januar 2006, Gesamtinvestitionskosten des Projekts, Standort der Anlage, Produzentenkategorie. Die Anmeldung wird nun von der Swissgrid auf ihre Vollständigkeit und ob die Anlage grundsätzlich durch die kostendeckende Einspeisevergütung gefördert werden kann, geprüft. Die Swissgrid informiert anschliessend den Projektanten mit einer verbindlichen Entscheidung, ob das Projekt berücksichtigt (positiver Bescheid) oder auf die Warteliste gesetzt wird (Wartelisten-Bescheid). Das Anmeldedatum (Poststempel) der kompletten und korrekten Anmeldung ist massgebend für die Berücksichtigung des Projekts für die kostendeckende Einspeisevergütung. Grosse Anlagen werden gegenüber kleinen vorgezogen, wenn die Anmeldung am gleichen Tag erfolgt. Fällt der Bescheid nun positiv aus, werden dem Antragssteller, zusätzlich mit dem Bescheid, weitere wichtige Informationen zugestellt. Mitgeteilt wird der provisorische Vergütungssatz und die Fristen für die Einreichung der Meldungen zum Projektfortschritt und der Inbetriebnahme. Diese Fristen müssen zwingend eingehalten werden. Das Projekt wird auf eine Warteliste gesetzt, wenn im Moment keine Fördermittel zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass die Anlage grundsätzlich gefördert werden kann, aber erst zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Anlage durch frei werdende Fördermittel für die kostendeckende Einspeisevergütung berücksichtigt werden kann. Automatisch stellt die Swissgrid dann einen positiven Bescheid aus. Bei einem negativen Bescheid ist das Projekt beziehungsweise die Anlage als nicht förderwürdig eingestuft worden. Dies basiert aufgrund der Vorgaben der Energieverordnung. Es besteht aber die Möglichkeit die Anlage entsprechend den Anforderungen nachzubessern und erneut anzumelden.

2. Projektfortschrittmeldung:

Nun erfolgt die Meldung des Projektfortschritts. Sie ist innert der beim positiven Bescheid festgelegten Frist bei der Swissgrid einzureichen. Der Platz bleibt für den Antragssteller so lang reserviert. Die Meldung erfolgt mit einem dafür vorgesehenen Formular und folgenden

Unterlagen, welche beigelegt werden müssen: Baubewilligung, Stellungnahme des Netzbetreibers, allfällige Änderungen, geplantes Inbetriebnahmedatum.

3. Inbetriebnahmemeldung:

Die geplante Anlage muss jetzt nach der Projektfortschrittsmeldung innerhalb der im Bescheid angegebenen Frist in Betrieb genommen werden. Anschliessend erfolgt die Meldung der Inbetriebnahme. Der Platz bleibt für den Projektanten erneut so lang reserviert. Die Meldung muss das Inbetriebnahmedatum, allfällige Änderungen und eine Abnahmeprotokoll mit detaillierter technischer Beschreibung enthalten.

Die nationale Netzgesellschaft Swissgrid widerruft den Bescheid und gibt den Platz für ein anderes Projekt frei, wenn:

1. der Projektant die Frist für die Meldung des Projektfortschritts oder der Inbetriebnahme nicht folgeleistet;
2. die Technologie gegenüber der Anmeldung ändert;
3. die Anforderungen an die erhebliche Erweiterung oder Erneuerung nicht eingehalten werden;
4. der Standort der Anlage gegenüber der Anmeldung erheblich abweicht;
5. die maximal zulässige Abweichung von 20 % überschritten wird.

6.2 Anlagekategorien und Vergütungstarife für Photovoltaikanlagen

Freistehende Anlagen:

Sie haben keine konstruktive Verbindung zu Bauten. Beispiel: Eine Anlage wird im Garten oder auf ungenutztem Land montiert.

Angebaute Anlagen:

Sie dienen ausschliesslich der Stromproduktion und sind mit Bauten oder sonstigen Infrastrukturanlagen verbunden. Diese Variante wird am häufigsten angewendet. Beispiel: Gebräuchliche Montage der Module mit Hilfe eines Befestigungssystems auf einem Ziegeldach.

Integrierte Anlagen:

Sie nehmen eine Doppelfunktion wahr und sind in Bauten integriert. Beispiel: Anstelle von Ziegeln werden direkt Photovoltaikmodule eingebaut.

Die Vergütung der Photovoltaikanlagen berechnet sich nach folgender Tabelle:

Anlagekategorie	Leistungsklasse	Vergütung (Rp./kWh)		
		Inbetriebnahme		
		bis 2009	2010	ab 2011
Freistehend	≤10 kW	65	53.3	42.7
	≤30 kW	54	44.3	39.3
	≤100 kW	51	41.8	34.3
	≤1000 kW	49	40.2	30.5
	>1000 kW	49	40.2	28.9
Angebaut	≤10 kW	75	61.5	48.3
	≤30 kW	65	53.3	46.7
	≤100 kW	62	50.8	42.2
	≤1000 kW	60	49.2	37.8
	>1000 kW	60	49.2	36.1
Integriert	≤10 kW	90	73.8	59.2
	≤30 kW	74	60.7	54.2
	≤100 kW	67	54.9	45.9
	≤1000 kW	62	50.8	41.5
	>1000 kW	62	50.8	39.1

ZF: <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/11452.pdf>

ZF: http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de&dossier_id=02166

ZF: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de>

ZF: [http://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_\(Schweiz\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_(Schweiz))

ZF: <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/re/crf.html>

ZF: <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/re/crf/photovoltaics.html>

ZF: <http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.01.de.pdf>

ZF: <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=18371>

7 Versuch Photovoltaikanlagekühlung mit Regenwasser

Bereits vor den Sommerferien wusste ich, dass ich die Vertiefungsarbeit mit Michel Blumenstein schreiben werde. Nachdem wir das Thema festgelegt hatten, überlegten wir uns, was wir für eine Eigenleistung in die Arbeit einfließen lassen könnten. Ich hatte schon gehört, dass eine Kühlung von Solarzellen zu mehr Leistung beziehungsweise einem grösseren Ertrag führt. Anschliessend recherchierte ich im Internet und wurde rasch fündig. Es bestätigte sich. Durch Kühlung (verschiedener Arten) von Solarpanels erhöht sich der Wirkungsgrad und somit die Leistung, was nachvollziehbar ist. Da wir auf unserem Hausdach über eine Photovoltaikanlage verfügen, bot sie uns natürlich die Möglichkeit, dies in der Praxis zu testen. Ich informierte sofort meinen Vater über unser Vorhaben. Er war begeistert und sagte, dass er uns unterstützen und helfen wird. Also beschlossen wir zusammen den Versuch einer Photovoltaikanlagekühlung zu starten. Wir wollten herausfinden: Ist es überhaupt möglich? Bringt es eine Mehrleistung? Wie hoch ist die Mehrleistung?

7.1 Erste Schritte zur Realisierung

Als erstes mussten wir uns die Frage stellen, welche Kühlungsvariante wenden wir an? Es gibt verschiedene Varianten, wie Kühlung durch herkömmliche Luft, Kühlung durch Lüfter, Kühlung durch Kühlrippen, Kühlung durch Wasser, etc. Wir setzten auf die Kühlungsvariante durch Wasser, da alles andere viel zu komplex und für uns nicht wirklich realisierbar wäre. Wobei zu beachten ist, dass unbedingt Regenwasser benutzt werden muss. Regenwasser enthält kein Kalk und somit entstehen keine Kalkablagerungen auf den Photovoltaikmodulen. Kalkablagerungen bewirken einen Schattenwurf und die Leistung der Anlage würde zusammenbrechen. Das passiert bei Verwendung von normalem Leitungswasser.

Grundprinzip dieser Kühlungsvariante:

In einem Behälter wird Regenwasser gesammelt. Das Wasser wird dann, bei Nutzung der Kühlung, mit Hilfe einer Förderpumpe zum Dachfirst befördert, wo es verteilt wird und auf den

Photovoltaikmodulen herunterfliesst. Durch den Kühleffekt des Regenwassers erhöht sich der Wirkungsgrad. Die Dachrinne dient nun als Sammelleitung. So gelangt das Wasser wieder in den Ursprungsbehälter und kann erneut aufs Dach gepumpt werden.

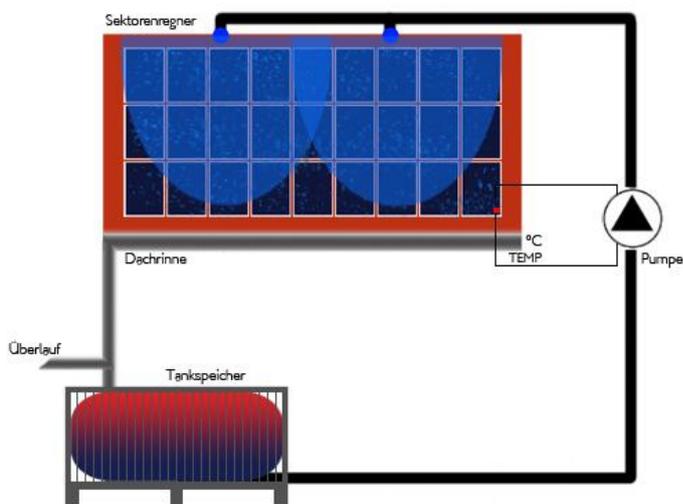


Abb. 12 Grundprinzip der Kühlungsvariante mit Wasser

Somit musste als nächstes eine geeignete Pumpe gefunden werden, um das Regenwasser bis auf die Dachspitze zu befördern. Dafür wird eine Pumpe mit etwa acht Metern Förderhöhe (Höhe Haus) benötigt. Die Pumpe sollte aber auch die Eigenschaft aufweisen, nicht allzu viel Strom zu verbrauchen. Mein Vater und ich haben zu diesem Zweck diverse Pumpen auf ihre Förderhöhen getestet. Als erstes versuchten wir unser Glück mit einer Pumpe vom Abbruch. Sie erreichte jedoch nur eine Höhe von bescheidenen vier Metern und kam deshalb nicht in Frage. Anschliessend haben wir uns zwei verschiedene Tauchpumpen vom Jumbo besorgt. Damit die Tauchpumpen immer sofort zu laufen beginnen, wenn sie eingesteckt werden, haben wir den Auslöser nach oben gebunden. Eine Pumpe vermochte das Wasser bis auf ca. zehn Meter zu fördern und somit genug hoch für unser etwa acht Meter hohes Haus. Wir waren sehr zufrieden eine geeignete Pumpe für den Versuch gefunden zu haben. Des weiteren musste eine geeignete Verteilung des Wassers herausgefunden und umgesetzt werden. Hierzu tüftelten wir (inzwischen auch Michel) einen ganzen Nachmittag herum. Erste Versuche zeigten, dass es nicht einfach ist. Problematisch erwies sich bei der Variante mit dem Schlauch die Montage auf dem Dach. Danach verwendeten wir anstelle des Gummischlauchs Aluminiumröhren. Diese liessen sich ohne Probleme auf dem Dach montieren. Auch die Bohrungen konnten ohne weiteres angebracht werden. Nach der praktischen Umsetzung der Wasserverteilung musste noch das Abflussrohr unter der Dachrinne anders montiert werden, um den Wasserkreislauf zu schliessen. Als letztes brauchte es noch den Behälter (Tankspeicher). Hierfür haben wir einen 200 Liter Container verwendet.



Abb. 13 Pumpentest mit Hilfe eines Hubstaplers



Abb. 14 Geeignete Tauchpumpe für Versuch



Abb. 15 Verteilungsvariante mit Schlauch

Der provisorische Versuchsaufbau war damit abgeschlossen und sieht folgendermassen aus:



Abb. 14 Provisorischer Versuchsaufbau

7.2 Versuchsdurchführung

Damit wir gleich einen ersten Probelauf starten konnten, haben wir im Voraus das Abflussrohr der Dachrinne anders montiert, damit sich der Container bereits mit Regenwasser füllen konnte. Gespannt und aufmerksam wagten wir einen ersten Versuch, indem wir die Pumpe einsteckten. Ob es wohl funktionieren wird? Die Antwort liess sich zum grössten Teil mit ja beantworten. Einziger Negativpunkt war der Druckabfall in der Aluminiumröhre am Ende der Leitung. Dort kam fast kein Wasser aus den Bohrungen. Ansonsten funktionierte der Kühlkreislauf einwandfrei. Das Wasser fliesst die Photovoltaikmodule herunter und wird anschliessend via Dachrinne und Abflussrohr in den Behälter zurückgeführt. Um das Problem mit dem Druckabfall in den Griff zu bekommen, montierten wir andere Röhren mit einem kleineren Innendurchmesser. Ausserdem bohrten wir die Löcher kleiner. Durch diese Änderungen erhofften wir uns, mehr Druck bis an das Ende der Leitung zu gewährleisten. Bei erneutem Testlauf bestätigte sich unsere Vermutung: Durch die Verkleinerung des Querschnitts der Leitung und der kleineren Bohrungen erhöhte sich der Druck. Nun floss auch Wasser aus den hintersten Bohrungen, wobei es immer noch einen kleinen Druckabfall gab, welcher aber nicht mehr gross zu vermeiden ist. Der Durchmesser der ersten Röhren war schlichtweg zu gross, so konnte der Druck nicht richtig aufgebaut werden. Durch die Anpassung funktioniert der Kühlkreislauf jetzt problemlos. Dadurch sind optimale Bedingungen geschaffen worden, um mit dem eigentlichen Versuch zu beginnen. Es musste lediglich auf schönes und heisses Wetter gewartet werden.



Abb. 15 Eingeschaltete Photovoltaikanlagekühlung

7.3 Erklärung und Auswertung

Wir haben das Glück, dass wir auf unserem Dach über zwei Photovoltaikfelder mit identischer Ausrichtung verfügen. Ein Feld ist mit der Kühlanlage versehen, das andere wird nicht gekühlt. Die Felder sind zwar nicht gleich gross, aber das spielt keine Rolle, denn die Messwerte können prozentual hochgerechnet werden. Somit können wir die Leistungswerte mit eingeschalteter Kühlung optimal vergleichen. Wäre nur ein Feld vorhanden, könnte nicht genau eruiert werden, ob sich die Leistung durch die Kühlung oder eine stärkere Sonneneinstrahlung erhöht.

Am 31. Juli und 1. August 2011 hatte ich insgesamt drei Versuche durchgeführt. Die Wetterbedingungen waren an diesen zwei Tagen optimal. Es herrschten etwa 30 Grad Celsius bei starkem Sonnenschein. Die Photovoltaikanlagekühlung wurde eingeschaltet und ich hab mir laufend die aktuelle Leistung der beiden Felder notiert (Feld A gekühlt, Feld B nicht gekühlt):

Versuch 1: Start 14:45 Sonntag 31. Juli 2011		
Feld A (W)	Feld B (W)	Zeit
3400	2450	14:45
3580	2430	14:48
3750	2460	14:52
3890	2525	15:12
3750	2450	15:17
3710	2400	15:22
3680	2350	15:35
3730	2380	15:45
Wasser abgestellt		
3730	2380	15:45
3550	2400	15:55
3450	2420	16:15
3430	2420	16:30
3410	2405	16:45

Versuch 2: Start 16:45 Sonntag 31. Juli 2011		
Feld A (W)	Feld B (W)	Zeit
3410	2405	16:45
3600	2410	16:50
3690	2420	16:55
3730	2430	17:00
3680	2380	17:05
3650	2430	17:20
3610	2310	17:30

Versuch 3: Start 16:10 Montag 1. August 2011		
Feld A (W)	Feld B (W)	Zeit
3300	2300	16:10
3580	2305	16:20
3630	2305	16:35
3635	2305	16:50
3570	2250	17:10
Wasser abgestellt		
3200	2200	17:30
Wasser Start		
3400	2200	17:40
3420	2190	17:50

Die Messwerte zeigen deutlich, dass durch die Kühlung der Solarpanels eine Mehrleistung zu erzielen ist. Zu erkennen ist das, wenn Feld A und Feld B verglichen werden. So bleibt die Leistung von Feld B über die ganze Versuchsdauer ungefähr konstant, lediglich kleine Unterschiede sind festzustellen, welche auf schwankende Sonneneinstrahlung zurückzuführen sind. Die Leistung von Feld A hingegen steigt kontinuierlich an. Über alle drei Versuche gesehen, errechnet sich mit den gemessenen Werten eine durchschnittliche Mehrleistung von ungefähr 300 W/h, das entspricht einer Leistungssteigerung von etwa 7 %. Um noch zu verdeutlichen, was das Wasser bewirkt, wurde die Temperatur der Photovoltaikpanels vor und während dem Kühlen gemessen. Das Wasser vermag das Modul von etwa 45 Grad Celsius auf etwa 30 Grad Celsius herunter zu kühlen. Der Kühleffekt bewirkt einen höheren Wirkungsgrad, was anschliessend zu mehr Leistung führt. Leider verbraucht die verwendete Tauchpumpe mehr Strom als durch die Kühlung gewonnen werden kann. Sie benötigt 400 W/h. Dadurch entsteht keine Win-Win-Situation. Wir haben zwar eine Mehrleistung, jedoch benötigen wir mehr Strom, um das Wasser auf das Dach zu pumpen. Wir haben bis jetzt keine Pumpe gefunden, welche das Wasser bis auf etwa acht Meter zu fördern vermag und dabei nicht mehr als 300 W/h benötigt. Wegen dem Verlustgeschäft mussten wir das Projekt einer Photovoltaikanlagekühlung vorläufig beenden.



Abb. 18 Temperatur während dem Kühlen



Abb. 19 Temperatur vor dem Kühlen

(ET)

8 Interview mit Gerhard Laube

Wir haben unser Interview mit Herrn Geri Laube geführt. Herr Laube führt das Kleinunternehmen „Laube-Solar“. Die Firma hat sich seit einiger Zeit auf Alternativenergieanlagen spezialisiert. Vor allem Solarenergie (elektrisch und thermisch), Wärmepumpen, Speicher etc. gehören dazu. Früher war das Geschäft in den Bereichen Haustechnik, Haushaltgeräte, Umbauten und Renovationen tätig. Herr Geri Laube ist gelernter Elektriker und hat vor 5 Jahren einen 2-jährigen Lehrgang als Solartechniker mit Erfolg absolviert.

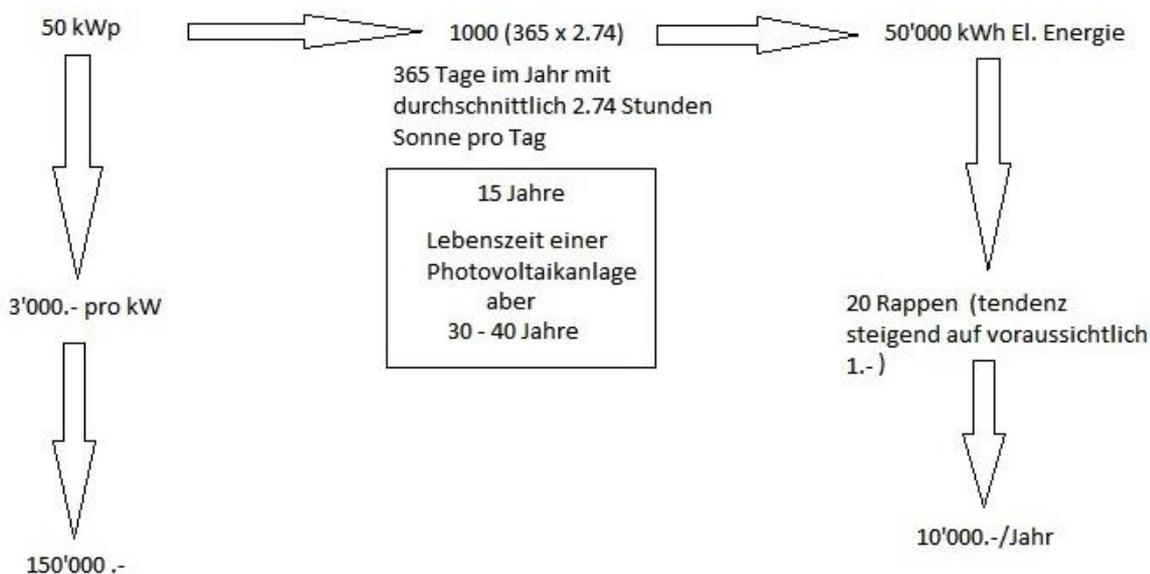
Welche ökologischen Vorteile haben Solaranlagen?

„Das Photovoltaikmodul kann man ans Sonnenlicht stellen und es erzeugt Gleichstrom. Es erzeugt keine Abfälle und kein Lärm, einfach überhaupt nichts. Also vom ökologischen her gesehen, wenn man schon immer vom Umweltschutz redet, ist das optimal. Was will man noch mehr? Man kann Energie erzeugen ohne irgendwelche Nebenwirkungen. Umweltschutztechnisch gesehen ist das natürlich etwas Sagenhaftes.“

Welche Nachteile gibt es?

„Also ein kleiner Nachteil gibt es schon, nämlich die „graue Energie“. Es handelt sich dabei um die Energie, welche gebraucht wird, um die Solarmodule herzustellen. Es ist zwar nicht meine Meinung, aber manche sagen es sehe nicht so schön aus. Ich habe grosse Freude, wenn ich auf einem Hausdach eine Solaranlage sehe.“

Lohnt es sich eine Photovoltaikanlage anzuschaffen? Ist eine Photovoltaikanlage überhaupt wirtschaftlich?



„Somit sieht man, dass eine Photovoltaikanlage sehr wirtschaftlich ist. In den nächsten Jahren, schätze ich, werden der Preis und damit auch die Wirtschaftlichkeit weiter steigen.“

Wie hoch sind die Kosten für Photovoltaikanlagen / Solarthermieanlagen?

„Photovoltaikanlagen kosten im Schnitt etwa 3'000 – 5'000 Fr. pro kWp (je nach Grösse der Anlage). Vor drei Jahren waren das noch 12'000 Fr. pro kWp. Bei einer Solarthermieanlage auf einem normalen Einfamilienhaus muss mit ca. 15'000 Fr. gerechnet werden.“

Brauche ich eine Baugenehmigung?

„Die Handhabung ist zum Teil von Gemeinde zu Gemeinde verschieden. Aber grundsätzlich braucht man eine Baugenehmigung. In Deutschland braucht es keine.“

Wo kann ich eine Photovoltaik-Anlage aufbauen (Ausrichtung)? Wie viel Platz wird benötigt?

„Von Osten über Süden bis nach Westen ist alles gut. Je näher die Ausrichtung südwärts, desto besser. Jedoch ist zu beachten, dass ein Dach mit Ausrichtung Süd nur 50 % nutzbare Fläche aufweist und es durchaus sein kann, dass ein Dach mit Ausrichtung Ost –West mit 100 % nutzbarer Fläche mehr Energie produziert. Am besten kann das Dach ausgenutzt werden, wenn ein Pultdach mit südlicher Ausrichtung vorhanden ist (Bsp. Minergiehäuser). Fachleute behaupten ein Winkel von 40° sei optimal, jedoch kann ich aus eigener Erfahrung sagen, dass zum Beispiel bei einer Neigung von 10° die Leistung nur etwa 2% abnimmt.“

Welche Art von Photovoltaikmodulen (Zellen) sollte man wählen? Warum?

„Grundsätzlich sind Mono- und Polykristalline Zellen gut. Bei einem kleinen Dach empfehle ich die teureren, aber auch leistungsstärkeren Monokristallinzellen. Auf einem grossen Dach hingegen rate ich eher die leistungsschwächeren und günstigeren Polykristallinzellen zu verwenden, da man sowieso auf genug Leistung kommt.“

Woraus besteht eine Photovoltaik-Anlage (Bauteile)?

„Sie besteht aus den Solarmodulen, einem Wechselrichter (oder mehreren), diversem Montagmaterial und einer Messeinrichtung.“

Wie viel Energie produziert eine Photovoltaik-Anlage (in unseren Breitengraden)?

„In unseren Breitengraden produziert eine Photovoltaikanlage pro kWp ca. 1000 kWh. Setzt sich zusammen aus: An 365 Tagen im Jahr scheint die Sonne pro Tag im Durchschnitt 2,74 Stunden ($2,74 \times 365 = 1000$). Es gibt Ausnahmen zum Beispiel Bad Zurzach (im Schnitt nur

900 kWh pro kWp). Meine gebauten Anlagen (im Jahr 2010 waren es 31) sind für mich gute Messstationen.“

Bei welchen Wetterbedingungen läuft die Anlage auf Maximalleistung / am besten?

„An einem sonnigen und sehr kalten Januartag läuft die Anlage auf Maximalleistung. Aus rein physikalischem Effekt. Sind die Solarmodule kalt, haben sie die beste Leistung. Zu beachten: Im Winter produziert die Anlage nie so viel wie im Sommer, weil die Sonne weniger lang scheint.“

Muss die Solarstromanlage regelmässig gereinigt werden? Hat es Auswirkungen?

„Das Reinigen der Anlage bringt fast nichts. Allerhöchstens 1 %, wenn überhaupt. Nur reinigen wenn nötig (Kontrolle).“

Welche weiteren Kosten (Folgekosten) entstehen durch den Betrieb der Anlage?

„Im Normalfall entstehen keine Folgekosten, ausser dem Wechselrichter, dieser geht in der Lebensdauer der Solaranlage einmal kaputt.“

Kann ich meinen kompletten Warmwasserbedarf durch Solarthermie abdecken?

„Im normalen Haushaltssystem kann die Solarthermie 60 % abdecken, der Rest wird elektrisch unterstützt. Es ist jedoch durchaus möglich (Beispiel Sonnenhaus Jenni, Oberburg bei Bern).“

Soll man eine Anlage versichern?

„Meiner Meinung nach nicht unbedingt nötig. In der Regel ist es sowieso automatisch in der Gebäudeversicherung inbegriffen.“

Welche Lebensdauer hat eine PV-Anlage?

„Ich sage 30-40 Jahre. Die Hersteller vermuten jedoch 50-60 Jahre.“

Wie lang sind die Garantiezeiten?

„Die Produktgarantie beträgt bis 10 Jahre. Die Hersteller geben auch eine Leistungsgarantie, welche besagt, dass die Module nach 10 Jahren noch 90 % Leistung und nach 25 Jahren noch 80 % erbringen.“

Wie werden PV-Anlagen entsorgt? Sind sie recycelbar?

„Bei diesem Thema wird viel Unsinn erzählt. Ich behaupte sogar, dass die Module nach Ablauf der Lebensdauer viel Wert haben. Das Silizium kann wiederverwendet werden und Rahmen (Alu/Kunststoff) und Glas können ebenfalls recycelt werden.“

*Ist es möglich vom Solarstrom zu „leben“ (ohne Strom von AKW's o.Ä.)?
Begründung?*

„Würde man mehr auf Sonnenenergie setzen, wäre es problemlos möglich.“

Wir haben gehört, dass Solarmodule zu Ihrer Herstellung mehr Energie benötigen, als sie jemals erzeugen können. Stimmt das?

„Früher brauchte es mehr Energie für die Herstellung als sie jemals produzieren konnten. Heute jedoch hat das Solarmodul nach 2 Jahren so viel Energie produziert, wie es für die Herstellung benötigte.“

Wir haben versucht die Interviewfragen so zu gestalten, dass uns das Interview auch als zusätzliche Informationsquelle dienen kann. Das Interview nahm mehr Zeit in Anspruch als angenommen, weil Herr Geri Laube sehr viel zu erzählen wusste. Jedoch lohnte sich die investierte Zeit, da das Interview sehr interessant und aufschlussreich war. Man merkte richtig, wie Herr Laube mit viel Freude und Leidenschaft seiner Arbeit nach geht. Er zeigte sich sehr offen und entgegenkommend, sodass er uns zum Schluss diverses Anschauungsmaterial anbot mitzunehmen. Wir haben uns sehr gefreut, dass Herr Laube seine wertvolle Zeit für uns investiert hat. Auch waren wir sehr erfreut, dass unser Interviewpartner Herr Laube auf unsere vielseitigen Fragen jeweils eine entsprechende Antwort wusste.

Fragen und Text: (ET)

Antworten: Herr Laube



Abb. 20 Michel Blumenstein, Geri Laube, Michael Peterhans

9 Schlusswort

Die Sonne liefert, als unerschöpfliche Energiequelle, mit hoher Zuverlässigkeit jährlich eine enorme Menge an Energie auf die Erdoberfläche. Diese wird aber zum jetzigen Zeitpunkt nur beschränkt genutzt, denn die eingestrahlte Energie entspricht dem 7000-fachen des Weltprimärenergiebedarfs. Die Solarenergie ist auf dem Weg, ein wichtiger Pfeiler in unserer Energieerzeugung zu werden. Wenn man heute durch ein Dorf fährt, entdeckt man schon auf vielen Dächern Photovoltaik- und Solarthermieanlagen. Die Solartechnik hat sich in den letzten Jahren stark verbreitet und weist ein enormes Wachstum auf. Die Anlagen zeichnen sich durch ihren simplen Aufbau aus. Durch die verschiedensten Arten von Solarzellen entsteht eine individuelle Nutzung. Viele Zellen sind aber noch in der Entwicklungsphase und noch nicht vollständig ausgereift. Auch in der Solarthermie hat sich in den letzten Jahren viel getan. Auch hier gibt es eine grosse Auswahl an Kollektoren, welche eine spezifische Anwendung bieten. Noch sind die Investitionskosten relativ hoch, jedoch ist anzunehmen, dass durch die steigende Nachfrage die Preise sinken. Weiter ermöglichen Förderprogramme heute schon die Führung einer wirtschaftlichen Anlage. Mit der kostendeckende Einspeisevergütung KEV ist ein guter Grundstein gelegt worden. Mit unserem durchgeführten Versuch einer Photovoltaikanlagekühlung mit Regenwasser konnte gezeigt werden, dass der Kühleffekt des Wassers eine Mehrleistung ermöglicht. Wobei wir aufgrund des zu hohen Stromverbrauchs der Pumpe ein Minusgeschäft machen.

Das Interview mit Herrn Laube zusammen hat unser Interesse und Ehrgeiz für diese Arbeit auf ein Maximum erhöht. Die im Interview erhaltenen Informationen, über die moderne und nahezu perfekte Technik der Solarenergie, brachten uns zum Staunen. Dadurch stellten wir uns auch die Frage, wie die Zukunft aussehen soll. Doch eines wissen wir bereits, der Sonne gehört die Zukunft, da sie zur nachhaltigen Energieversorgung zählt.

In erster Linie haben wir das Titelblatt mit den Informationen gemäss Leitfaden erstellt. Wir versuchten ein schlichtes, übersichtliches und trotzdem edles Layout zu erstellen. Es war uns wichtig einen passenden Slogan als Überschrift für unsere Arbeit zu wählen. Unserer Meinung nach ist uns dies mit dem Titel: „Die Sonne – Energie der Zukunft“, gelungen.

10 Schlussbetrachtung

10.1 Michael

Die Technik der Sonnenenergie fasziniert mich schon seit einigen Jahren. Umso schöner fand ich es natürlich, dass Michel und ich uns auf ein Thema einigen konnten, welches mit der Sonnenenergie zu tun hat. Folglich ist naheliegend, dass ich bereits über einige Gebiete Bescheid wusste. Ich wusste beispielsweise, was der Unterschied zwischen Photovoltaik und Solarthermie ist, wie ungefähr der Aufbau aussieht und dass es eine kostendeckende Einspeisevergütung gibt. Was sich jedoch genau in den Solarzellen beziehungsweise den Kollektoren abspielt und wie die Kostendeckende Einspeisevergütung funktioniert, war mir fremd. Dies war also eine ideale Gelegenheit mehr zu erfahren. Um erfolgreich eine Vertiefungsarbeit zu verfassen, bedarf es natürlich auch eines kompetenten Partners. Michel Blumenstein war mein Partner. Er arbeitet zuverlässig und kompromissbereit, deshalb ist er für mich der beste Partner, den ich mir aus der Klasse aussuchen konnte. Wir haben dieselben Vorstellungen von unserem Produkt und verfolgen ähnliche Ziele. Generell hatten wir kaum Schwierigkeiten, tauchten dennoch Meinungsverschiedenheiten auf, wurden diese rasch durch Kompromisse beseitigt. Die schwierigsten Teile der Arbeit waren die Informationssuche zum Thema kostendeckende Einspeisevergütung und der Beginn des Hauptteils. Die Suche nach Informationen zur KEV war lang und intensiv, bis ich wirklich etwas Gutes und Brauchbares gefunden hatte. Der Anfang des Hauptteils beanspruchte viel Zeit und Anstrengung sich zu überlegen, womit beginnt man, wohin führen die Texte und wie soll es erklärt werden, um trotzdem eine gewisse Struktur beizubehalten. Ich versuchte die Themen, wenn immer möglich, ununterbrochen zu bearbeiten. So konnte ich vermeiden, dass ich mich mehrmals ins jeweilige Thema einarbeiten musste. Der Terminplan war eine grosse Hilfe, da er mir ständig den Takt angab. Infolgedessen stimmen Terminplan und Arbeitsverlauf praktisch immer überein. Ausser gegen Ende der Dokumentation sind wir etwas in Verzug geraten, wobei dies, durch die eher früh gesetzten Termine, einkalkuliert war. Den Aussenkontakt nahmen wir relativ früh in Angriff, um bereits grundlegende Informationen zu erhalten. Das Interview mit Herr Geri Laube und unser selbstentwickelter Versuch einer Photovoltaikanlagekühlung waren zweifellos die absoluten Highlights für uns. Herr Hasler begleitete uns gut durch die Arbeit, er gab der Klasse ständig gute Tipps und unterstützte uns immer, wenn Fragen oder Unklarheiten aufgetaucht waren. Ich finde Michel und ich haben mit Freude sehr viel Zeit und Mühe in diese Arbeit gesteckt.

(ET)

10.2 Michel

Die Vertiefungsarbeit mit Michael ist nach meinen Ansichten sehr gut verlaufen. Michael und ich haben uns immer abgesprochen, was wir als nächstes tun müssen und es war jeder von uns immer auf dem neusten Stand der Dinge. Stand etwas Grösseres an, trafen wir uns, um es zusammen zu erledigen. Michael und ich waren meiner Meinung nach ein gutes Team. Da die Fachbücher nicht auf dem neusten Stand waren, war das Internet sehr gut als Quelle geeignet. Es gab verschiedene Seiten, in denen viel über die Sonnenenergie stand. Dadurch konnte man sich die nötigen Informationen heraussuchen und das Ganze gut beschreiben. Bei einigen Themen, bei denen die Aktualität keine grosse Rolle spielte, war es ein Vorteil die Informationen aus den Fachbüchern zu entnehmen. Diese waren im Grossen und Ganzen sehr gut beschrieben, was im Internet zum Teil nicht der Fall war. Wir haben die Termine meist eingehalten. Kurz vor Ende waren wir, weil Michael und ich wenig Zeit hatten, ein wenig zurückgefallen. Diese Differenz haben wir aber sehr schnell wieder aufgeholt. Ein kleines Problem hatte ich mit dem Thema über die Funktionsweise der Solarzelle. Die Funktion der Zelle geht sehr weit in die Chemie hinein. Mit unserem Wissen würde man die komplette Funktion niemals verstehen. Somit musste ich das ganze Thema so umschreiben, dass es für Laien verständlich ist. Beim Thema „Recycling von Solarmodulen“ gab es auch manche Verschiedenheiten. Es gab Quellen, die behaupten, Module seien nicht recycelbar und andere Quellen schreiben, es wäre ohne Probleme möglich die Module zu recyceln. Ich musste also herausfinden, was der Wahrheit entspricht. Herr Laube konnte mir Auskunft darüber geben.

(ET)

11 Glossar

A

Absorber Gegenstand oder Medium zur Aufnahme und Umwandlung von Strahlungsenergie.

Amorph Ein Stoff, bei dem die Atome keine geordneten Strukturen haben (unregelmäßiges Muster).

Antireflexionsschicht Schicht zur Verminderung der Reflexion, führt zu einer verbesserten Lichtausbeute.

B

Biomasse Alle durch Pflanzen und Tiere erzeugten organischen Substanzen.

C

CdTe Zellen Halbleitermaterial Cadmiumtellurid

chem. Badabscheidung Beschichtungstechnik zur Abscheidung dünner Schichten

chem. Gasphasenabscheidung Gruppe von Beschichtungsverfahren

CIS-, CIGS-Solarzellen Dünnschichttechnologie für Solarzellen

Co² CO₂ ist die Abkürzung für Kohlendioxid.

D

Dotierung Vorgang bei dem in hochreines Halbleitermaterial Fremdatome eingebaut werden.

Durchlauferhitzer Ein Apparat, der Wasser heiß macht, während es hindurch läuft.

E

Elektromag. Strahlung Welle aus elektrischen und magnetischen Feldern, z.B. Radiowellen, Mikrowellen, UV-Strahlung, etc.

Ethylenvinylacetat Polymer Kunststoff

G

GaAs Zellen Halbleitermaterial Galliumarsenid

Geothermie Bezeichnung für Erdwärme

K

Kernfusion Verschmelzung von Atomkernen

Kondensator speichert elektrische Ladungen

kristallin Gegenteil von amorph (geordnete Struktur)

L

Ladungsträger Ladungsträger können Ionen oder Elektronen sein.

Leistungsdichte Leistungseinheit auf die Masse bezogen

M

Monokristallin	Kristall mit einheitlichem homogenem Kristallgitter
----------------	---

O

Ökologisch	Als Ökologie wird die Lehre vom Haushalt der Natur bezeichnet.
------------	--

P

Photodioden	Halbleiter-Diode, die sichtbares Licht in einen elektrischen Strom umwandelt
-------------	--

Photonen	Anschaulich gesprochen sind Photonen das, woraus elektromagnetische Strahlung besteht, daher wird gelegentlich auch die Bezeichnung Lichtteilchen verwendet.
----------	--

Polykristallin	Ein Polykristall ist ein kristalliner Festkörper, der aus vielen kleinen Einzelkristallen besteht, die durch Korngrenzen voneinander getrennt werden.
----------------	---

Polyvinylfluorid	Fluorhaltiger Polymerkunststoff
------------------	---------------------------------

S

Solarkonstante	Strahlungsleistung der Sonne, die auf der Erdoberfläche senkrecht auf einen Quadratmeter trifft.
----------------	--

Strahlungsdetektor	Ein Strahlungsdetektor ist ein Bauteil zur Messung elektromagnetischer Strahlung.
--------------------	---

U

UV-Strahlung	Elektromagnetische Strahlung (Ultraviolett), deren Wellenlänge kürzer als die des sichtbaren Lichts, aber länger als die der Röntgenstrahlen ist.
--------------	---

W

Wafer	Wafer ist in der Photovoltaik die Bezeichnung für eine, kreisrunde oder quadratische, Scheibe auf der photoelektrische Beschichtungen durch verschiedene technische Verfahren hergestellt werden.
-------	---

Weltprimärenergiebedarf	Weltweit produzierte Energie, die von der Menschheit genutzt wird.
-------------------------	--

12 Bibliografie

Textquellen:

Bücher:

- Das Solarbuch / Fakten-Argumente-Strategien / Walter Witzel, Dieter Seifried
- Regenerative Energie / Technik – Daten – Zahlen – Fakten / Manfred Heimann
- Das Sonnenhaus – Jenni Energietechnik AG

Internet:

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenenergie>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle#Funktionsprinzip>
- http://www.leifiphysik.de/web_ph10/umwelt-technik/16solarzelle/funktion.htm
- <http://www.solaranlagen-portal.de/solarenergie-komponenten/solarmodule.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle#Materialien>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Solarmodul#Recycling>
- <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/solaranlage-solartechnik/solarmodule-aufbau.html>
- <http://www.regies-solar.de/Komponenten/komponenten.html>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Solarthermie#Arten_von_Sonnenkollektoren
- <http://www.solarenergie-sonnenenergie.com/Vorteile-Nachteile.html>
- <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/11452.pdf>
- http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de&dossier_id=02166
- <http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de>
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_\(Schweiz\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Kostendeckende_Einspeiseverg%C3%BCtung_(Schweiz))
- <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/re/crf.html>
- <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/re/crf/photovoltaics.html>
- <http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.01.de.pdf>
- <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=18371>
- <http://www.tec-institut.de/testberichte/6-experimente-mit-verschiedenen-kuehlungsvarianten-an-monokristallinen-standard-pv-modulen.html>

Interview:

- Montageunternehmung

Laube-Solar

Gerhard Laube

Am Bergli 3

5334 Böbikon

Tel. 056 249 10 49

Fax. 056 249 13 80

Nat. 079 355 51 79

E-Mail: info@laube-solar.ch

Böbikon, 13.09.2011

Quellen der Abbildungen:

Abb. 1 Aufbau Solarzelle	6
http://www.aet.co.at/html/photovoltaik.html	
Abb. 2 Aufbau Solarmodul	7
http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/solaranlage-solartechnik/solarmodule-aufbau.html	
Abb. 3 Monokristalline Siliziumzelle	8
http://www.directindustry.de/prod/microsol-international/monokristalline-photovoltaik-solarzellen-54440-370450.html	
Abb. 4 Polykristalline Siliziumzelle	8
http://www.thieswolfgang.eu/images/pressearchivmultikristallinezelle.jpg	
Abb. 5 Organische Solarzelle	9
http://idw-online.de/pages/de/image?id=61785&display_lang=de_DE	
Abb. 6 Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher	10
http://www.solarenergy-shop.ch/index.php?lang=DEU&page=MW_PhotovoltaiK_Inselanlage_Solar	
Abb. 7 Netzgebundene Photovoltaikanlage	10
http://www.sola-re-zukunft.de/photovoltaik.html	

Abb. 8 Aufbau Flachkollektor	12
http://www.kleinke.de/index.php?id=99	
Abb. 9 Vakuumröhrenkollektor	12
http://www.baulinks.de/webplugin/2008/1009.php4	
Abb. 10 Schwimmbadabsorber	13
http://tf-power.de/images/solarbad.jpg	
Abb. 11 Aufbau Solarthermie-Anlage	14
http://aplussolar.eu/solarthermie.html	
Abb. 12 Grundprinzip der Kühlungsvariante mit Wasser	21
http://www.pv-ertrag.com/kuehlung_pv_anlage.php	
Abb. 13 Pumpentest mit Hilfe eines Hubstaplers	22
Eigene Fotos	
Abb. 14 Geeignete Tauchpumpe für Versuch	22
Eigene Fotos	
Abb. 15 Verteilungsvariante mit Schlauch	22
Eigene Fotos	
Abb. 16 Provisorischer Versuchsaufbau	23
Eigene Fotos	
Abb. 17 Eingeschaltete Photovoltaikanlagekühlung	24
Eigene Fotos	
Abb. 18 Temperatur während dem Kühlen	26
Eigene Fotos	
Abb. 19 Temperatur vor dem Kühlen	26
Eigene Fotos	
Abb. 20 Michel Blumenstein, Geri Laube, Michael Peterhans	30
Eigene Fotos	

13 Anhang

13.1 Arbeitsjournal

13.1.1 Michael

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
18.07. ; 20.07. / 4h	Um eine Photovoltaikanlagekühlung zu realisieren, habe ich mit meinem Vater diverse Pumpen auf ihre Förderhöhen getestet. Wir haben dies auf dem Bauernhof meines Onkels mit Hilfe eines Hubstaplers gemacht.	Bei den meisten Pumpen war die Förderhöhe zu gering, sprich sie reichte nicht bis auf die Höhe unseres Hauses und kamen daher nicht infrage. Eine Pumpe jedoch vermochte das Wasser bis ganz nach oben zu fördern. Wir waren sehr zufrieden eine geeignete Pumpe für unser Versuch gefunden zu haben.
Nächster Schritt		
Geeignete Verteilung des Wassers herausfinden und umsetzen. Anschliessend Montage auf dem Dach.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
23.07. / 5h	An diesem Nachmittag haben Michel, mein Vater und ich an einer Wasserverteilung getüftelt. Nach der praktischen Umsetzung haben wir das Ganze auf dem Dach montiert und einen ersten Probelauf gestartet.	Weil man sich nur an wenigen Orten festhalten konnte, war bei der Befestigung auf dem Dach äusserste Vorsicht geboten. Der erste Probelauf erwies sich als gelungen. Nun waren wir alle gespannt auf die Messergebnisse.
Nächster Schritt		
Warten auf schönes Wetter, um die Photovoltaikanlagekühlung richtig zu testen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
31.07. ; 01.08. / 4h	Ich habe an diesen zwei Tagen bei optimalen Wetterbedingungen die Photovoltaikanlagekühlung laufen gelassen. Laufend, alle 15 Minuten, habe ich mir die aktuelle Leistung notiert und konnte so vergleichen.	Es war sehr spannend und interessant, zu sehen, wie sich die Leistung stets verändert.
Nächster Schritt		
Zusammensetzten mit Michel. Gedanken machen über Aspekte und Leitfragen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
11.08. / 3h	Michel und ich haben die Aspekte und Leitfragen fertig zusammengestellt und den Vertrag unterschrieben. In diversen Büchern, welche ich in den Ferien in der Bibliothek ausgeliehen habe, stöberten wir noch etwas herum.	Da wir in den Ferien abmachen und uns schon Gedanken über das Thema machten, fiel uns die Zusammenstellung der Aspekte und Leitfragen eher leicht.
Nächster Schritt		
Grobe Terminplanung erstellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
18.08. / 3h	In den drei zur Verfügung stehenden Schulstunden haben Michel und ich eine grobe Terminplanung erstellt. Zudem haben wir im Internet nach Informationen über Sonnenernergie gesucht.	Wir konnten die Zeit gut nutzen und kamen rasch vorwärts. Für uns beide war klar, dass wir die Termine eher etwas früher ansetzten, um bei allfälligen Schwierigkeiten doch noch genug Zeit zu haben.
Nächster Schritt		
Termin für Interview mit Geri Laube vereinbaren.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
24.08. / 10Min.	Heute habe ich Herr Laube Geri angerufen und ein Termin für das Interview vereinbart. Es findet statt: Dienstag 13. September 2011 19:00	Herr Laube Geri war am Telefon sehr freundlich und zeigte sich offen.
Nächster Schritt		
Entwurf Inhaltsverzeichnis und Titelblatt erstellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.08. / 3h	Ich habe ein Titelblatt und ein Inhaltsverzeichnisentwurf erstellt. Michel hat das gleiche gemacht. Anschliessend haben wir die Arbeiten verglichen und unsere Erfahrungen ausgetauscht. Nachdem wir uns auf das Titelblatt und Inhaltsverzeichnis geeinigt hatten, vervollständigten wir noch den Terminplan.	Ging alles rasch voran. Konnten gut über die Dokumente diskutieren und hatten sie gemeinsam verbessert und ergänzt.
Nächster Schritt		
Vorwort schreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
28.08. / 3h	An diesem Sonntag habe ich mein Vorwort geschrieben.	Ich hatte etwas länger am Vorwort, als angenommen, weil ich mit den Gedanken woanders war (Fussballspiel).
Nächster Schritt		
Interviewfragen erstellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
01.09. ; 08.09 / 5h	An diesen zwei Schultagen haben wir an den Interviewfragen gearbeitet. Zuerst hat jeweils jeder für sich Fragen notiert, welche wir dann anschliessend zusammen getragen haben. Zum Teil wurden Ergänzungen gemacht oder auch Fragen weggelassen.	Wir haben die Interviewfragen so gestaltet, dass sie auch als zusätzliche Informationsquelle dienen.
Nächster Schritt		
Interview mit Herr Laube Geri am Dienstag 13. September 2011 19:00 bei ihm Zuhause in Böbikon.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
13.09. / 3h	Heute stand das Interview auf dem Programm. Wir haben uns bei Michel in Zurzach getroffen, um uns auf das bevorstehende Interview vorzubereiten. Anschliessend haben wir zusammen die 10-minütige Fahrt nach Böbikon in Angriff genommen und dort das Interview mit Herr Laube Geri durchgeführt.	Das Interview nahm mehr Zeit in Anspruch als angenommen, weil Herr Laube Geri sehr viel zu erzählen wusste. Jedoch lohnte sich die investierte Zeit, da das Interview sehr interessant und aufschlussreich war.
Nächster Schritt		
Interviewauswertung und Vorbereitung aufs Gespräch mit Herr Hasler.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
14.09. / 1h	Ich habe alle benötigten Dokumente und Unterlagen (bis auf Michel's Arbeitsjournal) ausgedruckt und sortiert. Per Telefon haben wir die Präsentation beim Gespräch geplant.	Ich bin der Meinung, dass wir uns gut auf das Gespräch vorbereitet haben. Alle benötigten Dokumente und Unterlagen haben wir wie verlangt bereit.
Nächster Schritt		
Donnerstag 15. September 2011 Erstes Zwischengespräch mit Herr Hasler.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
15.09. / 2h	Heute hatten Michel und ich das erste Zwischengespräch mit Herrn Hasler. Danach haben wir die weiteren Schritte geplant und uns überlegt, was wir laut dem Gespräch noch verbessern müssen.	Das Zwischengespräch lief alles in allem recht gut. Unser Aufwand wurde mit einer guten Note belohnt.
Nächster Schritt		
Interview auswerten / schriftlich verfassen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
18.09. / 3h	An diesem Sonntag bin ich zu Michel nach Zurzach gefahren, um mit ihm das Interview auszuwerten. Wir taten dies, indem wir uns die Aufnahmen vom Interview anhörten und anschliessend die jeweiligen Antworten von Herr Laube notierten.	Dank den gemachten Aufnahmen vom Interview, wurde uns die Auswertung enorm erleichtert. Die Aufnahmen konnten beliebig oft wiedergegeben werden. Einzig mit der Wortwahl von Herr Laube hatten wir manchmal zu kämpfen ;)
Nächster Schritt		
Am Hauptteil wie nach Arbeitsplan beginnen. Ich werde über die Sonne zu schreiben beginnen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
22.09. / 2h	In der Schule suchte ich Informationen über die Sonne im Internet und in Büchern. Anschliessend begann ich darüber zu schreiben.	Da die letzten Zwischengespräche stattfanden, war eine gewisse Unruhe im Schulzimmer. Ich konnte mich nicht richtig konzentrieren und kam daher nicht recht vorwärts.
Nächster Schritt		
Text Thema Sonne abschliessen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.09. / 3h	Ich habe die ganzen Informationen über die Sonne durch gearbeitet und dieses Kapitel komplett geschrieben.	Es braucht relativ viel Zeit bis man sich in das Ganze hinein gedacht, verstanden und schlussendlich auch noch in eigenen Worten verfasst hat.
Nächster Schritt		
Ich nehme das Kapitel der kostendeckenden Einspeisevergütung in Angriff.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
4.10. / 2h	Ich habe im Internet noch mehr Informationen zum Thema der kostendeckenden Einspeisevergütung KEV gesucht.	Die Informationssuche nahm sehr viel Zeit in Anspruch, bis ich brauchbare Informationen gefunden hatte. Gute Informationen fand ich vor allem unter admin.ch (Bund Schweiz).
Nächster Schritt		
Text kostendeckende Einspeisevergütung KEV schreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
5.10. / 7h	Ich habe mich ausgiebig mit dem Thema der kostendeckenden Einspeisevergütung KEV befasst. Dieses Kapitel komplett geschrieben und abgeschlossen.	Ich habe mir vorgenommen, das ganze Thema der kostendeckenden Einspeisevergütung ununterbrochen sprich an einem Tag zu schreiben. Ich wollte damit vermeiden, dass ich mich mehrmals ins Thema einarbeiten muss. Meine Vermutung bestätigte sich. Ich brauchte zwar wirklich den ganzen Tag, aber es lohnt sich.
Nächster Schritt		
Letztes Kapitel (Versuch Photovoltaikanlagekühlung) in Angriff nehmen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
13.10. / 5h	Heute habe ich mich mit dem Versuch der Photovoltaikanlagekühlung auseinandergesetzt, indem ich mir überlegte, wie ich den ganzen Versuch dokumentieren soll. Anschliessend begann ich darüber zu schreiben.	Ich habe mehrere Anläufe benötigt, bis ich eine gute Einleitung aufs Papier brachte. Daher schrieb ich nicht sehr viel Text.
Nächster Schritt		
Versuch Photovoltaikanlagekühlung fertig verfassen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
14.10. / 6h	Ich habe weiter über den Versuch geschrieben und das Thema vollständig abgeschlossen.	Das Schreiben über den Versuch bereitete mir grossen Spass, da wir ihn selber ins Leben gerufen haben. Ich hatte noch alles präsent im Kopf und deshalb viel mir das Schreiben leicht. Ich kam zügig vorwärts.
Nächster Schritt		
Geschriebene Texte austauschen (mit Michel), lesen, vergleichen, verbessern, korrigieren.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
20.10. / 3h	Heute in der Schule haben wir unsere Texte gegenseitig gelesen, verbessert (falls nötig) und korrigiert.	Nahm mehr Zeit in Anspruch als vermutet. Daher hatten wir keine Zeit für weitere Schritte. Viele Flüchtigkeitsfehler waren das Ergebnis der Korrektur.
Nächster Schritt		
Treffen mit Michel 25.10. Gesamte Arbeit nochmals überprüfen sowie Vorbereitung auf Gespräch 2 am 27.10.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.10. / 3h	Bei Michel haben wir folgende Arbeiten erledigt: 1. gesamte Arbeit durchgegangen, überarbeitet, nach Leitfaden überprüft und ergänzt. 2. auf Gespräch vorbereitet.	Es war sehr aufwändig, die ganze Arbeit zu überarbeiten. Trotzdem kamen wir sehr gut voran. Die Vorbereitung auf das Gespräch ging reibungslos über die Bühne, da wir uns bereits viel Wissen über das Thema angeeignet haben.
Nächster Schritt		
27.10 Gespräch 2 mit Herrn Hasler. Arbeit korrigieren lassen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
26.09. / 10Min.	Heute Abend habe ich die Arbeit einer bekannten Lehrerin und Herrn Laube Geri per E-Mail gesendet, damit sie den Text korrigieren können.	Die Lehrerin hat den Text auf Rechtschreibfehler, Grammatik, etc. überprüft. Herr Laube beschäftigte sich mit dem Inhalt des Geschriebenen. Die Arbeit hochladen dauerte etwas lange, da sie wegen den bereits provisorisch eingefügten Bildern relativ gross ist.
Nächster Schritt		
Abwarten bis die korrigierten Versionen zurückgeschickt werden.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
27.09. / 2h	Heute haben wir das zweite Zwischengespräch mit Herrn Hasler. Anschliessend haben wir uns überlegt und Notizen gemacht, wie wir das Schlusswort gestalten sollen.	Herr Hasler war sehr zufrieden mit uns. Das Gespräch endete mit der Note 5.75.
Nächster Schritt		
Treffen mit Herr Laube Geri in Böbikon (Foto machen, Anschauungsmaterial holen, korrigierte Arbeit mit Herrn Laube besprechen). Schlusswort verfassen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
30.10. / 5h	Heute besuchten wir nochmals zusammen Herr Laube Geri. Erledigt wurde folgendes: 1. Foto gemacht mit Herrn Laube für Interview. 2. Anschauungsmaterial mitgenommen. 3. die korrigierte Arbeit mit Herrn Laube besprochen. Am Abend haben wir bei mir noch das Schlusswort verfasst.	Wir haben sehr viel Anschauungsmaterial für unsere Präsentation mitnehmen dürfen. Herr Laube war wieder sehr gesprächig und wir konnten bereits fachsimpeln miteinander. Die Schlusswortverfassung erwies sich als schwierig. Wir wussten nicht genau, wie begonnen werden soll. Das Schlusswort sollte nicht zu lang aber auch nicht zu kurz sein. Wir hatten unsere liebe Mühe damit, kamen aber schlussendlich doch noch zum Ziel.
Nächster Schritt		
In der Schule jeder individuell für sich Schlussbetrachtung schreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
03.11. / 2h	In den letzten zur Verfügung stehenden Schulstunden habe ich meine Schlussbetrachtung geschrieben.	Text ist nun komplett fertig und es geht an den Schlusspart (Layout, Bilder, Glossar, Bibliografie).
Nächster Schritt		
Wir werden am Sonntag den 06.11.2010 bei mir Zuhause die Arbeit inkl. Bilder fertig stellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
06.11. / 8h	Wir haben die gesamte Arbeit inkl. Bilder, Glossar, Bibliografie fertig gestellt und anschliessend nochmals korrigiert.	Die Bilder haben uns kleine Schwierigkeiten bereitet. Das Layout geriet ein wenig durcheinander. Aber wir konnten diese Situation gut meistern.
Nächster Schritt		
Arbeit ausdrucken inkl. Binden (3 Versionen) und auf CD speichern.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
11.11. / 2h	Ich war heute bei Claudia Schibli (bekannte Lehrerin). Sie hat uns die Arbeit gebunden.	Dank Claudia Schibli konnte die Arbeit ohne Problem gebunden werden. Das Brennen auf CD übernimmt Michel.
Nächster Schritt		
Die Arbeit (2. Version ohne Bilder) unserem Lehrer Herr Hasler per E-Mail schicken.		

13.1.2 Michel

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
23.07. / 5h	Ich war heute bei Michael zu Hause. Zusammen mit seinem Vater überlegten wir uns, was wir montieren sollten, um das Wasser gleichmässig über die Solarmodule fließen zu lassen. Nach dem Fund der geeigneten Lösung, setzten wir das Ganze in die Tat um und starteten die Anlage.	Die Montage auf dem Dach war relativ schwierig. Da man sich nur an wenigen Stellen festhalten konnte, musste man beim montieren mit beiden Händen immer auf einen guten Halt achten. Der Testlauf war erfolgreich. Mich nehmen nun die Messergebnisse wunder.
Nächster Schritt		
Jeder das eigene Vorwort schreiben, provisorisches Inhaltsverzeichnis und den Terminplan erstellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
11.08. / 2h	Michael und ich haben in der Schule den Lehrvertrag von Herrn Hasler kontrolliert und unterschreiben lassen. Unter anderem haben wir im Internet gratis Unterlagen über die Sonnenergie bestellt.	Das Thema steht jetzt fest. Nun geht es an die Arbeit.
Nächster Schritt		
Quellensuche und Vorwort schreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
18.08. / 2h	Heute haben wir in der Schule eine grobe Terminplanung erstellt und die verschiedenen Themenbereiche verteilt.	Die VA wurde jetzt im grossen und ganzen geplant. Wir wissen den Abgabetermin und haben uns die Arbeit eingeteilt.
Nächster Schritt		
Grobes Inhaltsverzeichnis erstellen und Themenbereiche einteilen. Bücher studieren.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.08. / 2h	Heute haben Michael und ich in der Schule einen ersten Entwurf des Inhaltsverzeichnisses erstellt. Zudem mussten wir schon mal erste Ansätze für das Titelblatt machen.	Wir haben nun einen grösseren Einblick in den Aufbau der VA bekommen.
Nächster Schritt		
Vorwort erstellen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
28.08. / 1h	Ich habe die zwei Bücher durchgeblättert, die wir in der Literatur angegeben haben.	Ich weiss jetzt ungefähr, über welche Themen ich schreiben werde.
Nächster Schritt		
Interviewfragen überlegen und grobes Inhaltsverzeichnis für meinen Hauptteil.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
01.09. / 2h	Heute haben wir Fragen für das Interview, das wir am 13.9.2011 haben werden, zusammengestellt.	Wir konnten viel Fragen zusammenstellen. Die Reinschrift machen wir dann Zuhause.
Nächster Schritt		
Weitere Fragen überlegen und notieren. Reinschrift Interviewfragen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
08.09. / 2.5h	Heute haben Michael und ich die Fragen, die wir auf heute notiert haben, zusammengetragen und das Interview in Reinschrift geschrieben. Auch die Reihenfolge der Fragen musste geändert werden.	Die Fragen für das Interview sind nun fertig. Nun muss ich noch ein geeignetes Aufnahmegerät suchen, um das Interview aufzunehmen. Das erleichtert uns die Auswertung.
Nächster Schritt		
Interview mit Geri Laube in Böbikon am 13.9.2011 um 19:00 Uhr.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
13.09. / 2.5h	Heute stand das Interview vor der Tür. Michael kam zuerst zu mir nach Hause um, die Interviewfragen nochmals durchzugehen und zu besprechen. Anschliessend fuhren wir nach Böbikon zu unserem Aussenkontakt Herr Geri Laube. Mit ihm führten wir das Interview durch. Anschliessend hat er uns in seiner Werkstatt ein Photovoltaikmodul und ein Solarkollektor vorgestellt und erklärt. Er gab uns noch diverse Dossiers. Nach ca. 1 1/2 Stunden verabschiedeten wir uns von ihm.	Ich fand es ein super Interview. Es verlief ohne Probleme und wir erhielten viele Informationen von Herr Laube. Ausserdem hat er uns angeboten für die Präsentation ein Photovoltaikmodul und ein Solarkollektor auszuleihen. Auch bei Problemen zum Thema Sonnenenergie könnten wir uns an ihn wenden.
Nächster Schritt		
Jeder von uns beginnt nun den Hauptteil zu verfassen. Treffen, um zusammen das Interview auszuwerten und ins Reine zu schreiben. Vorbereitung erstes Zwischengespräch.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
15.09. / 2.5h	Heute hatten wir mit unserem Lehrer Herr Hasler unser erstes Zwischengespräch. Meinen Ansichten nach verlief es sehr gut. Wir hatten alles dabei was gefordert wurde.	Ich habe alles vorgängig mit Michael am Telefon besprochen. Dadurch verlief das erste Zwischengespräch sehr gut. Nun müssen wir uns weiter an den Terminplan halten und die Texte vervollständigen.
Nächster Schritt		
Mit Michael treffen und Interview auswerten.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
18.09. / 3h	Michael kam heute zu mir nach Hause, damit wir zusammen das Interview auswerten konnten. Ich habe zuvor noch die Aufnahmen des Interviews auf meinen Laptop kopiert. Wir haben uns das ganze Interview nochmals angehört und die Antworten zusammengestellt.	Durch die Aufnahme, die wir vom Interview gemacht haben, fiel es uns sehr leicht die Antworten zusammenzustellen. Wir konnten uns die Antworten mehrere Male anhören. Ein grosser Vorteil, dass wir diese Aufnahmen gemacht haben.
Nächster Schritt		
Text über die Photovoltaik beginnen zu schreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
22.09. / 2.5h	In der Schule haben wir heute angeschaut, was jeder von uns schon über das Thema geschrieben hat. Es war noch nicht viel, aber ich hatte gute Internetseiten gefunden, in welchen ich hilfreiche Informationen entnehmen konnte.	Das einzige was wir in den nächsten paar Wochen machen müssen ist an unserem Text zu arbeiten. Den Text schreibe ich lieber zu Hause, da ich mich dort besser einrichten und konzentrieren kann.
Nächster Schritt		
Text über Photovoltaik verfassen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.09. / 2h	Heute habe ich mich an die Arbeit des Textes über die Photovoltaik gemacht. Ich habe viel erreicht.	Nach langem suchen und dichten, habe ich schlussendlich eine verständliche Erklärung zur Funktionsweise der Solarzelle verfassen können.
Nächster Schritt		
Text erarbeiten.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
29.09. / 2.5h	Ich habe mich mit Michael abgesprochen, was wir noch machen müssen. Er hat mir gezeigt was er bis jetzt über das Thema geschrieben hat. Da ich in den Herbstferien nicht viel Zeit habe muss ich vorholen.	Da ich in den Herbstferien weg bin muss ich mir ein Tag suchen, an dem ich einen grossen Teil schreiben kann.
Nächster Schritt		
Text weiterschreiben.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
03.10. / 6h	Ich habe mir in den Ferien einen Tag für die Vertiefungsarbeit reserviert. Ich konnte sehr viel Text schreiben. Mit dem Thema Photovoltaik bin ich schon fertig. Nun ist die Solarthermie an der Reihe. Auch bei diesem Thema konnte ich schon ein paar Seiten verfassen.	Es ist vorteilhaft, wenn man sich lange Zeit nimmt. Es ist viel besser ein Mal vier Stunden an der VA zu arbeiten, als zwei Mal zwei Stunden. Man ist konzentrierter und hat den "roten Faden" besser im Blickfeld.
Nächster Schritt		
Text Solarthermie erarbeiten.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
16.10. / 4h	An diesem Sonntagnachmittag konnte ich den Text über die Solarthermie fertigschreiben. Der ganze Text ist zwar noch nicht korrigiert und enthält wahrscheinlich noch einige Fehler, aber das Thema ist beendet.	Der schriftliche Teil der VA ist jetzt grösstenteils beendet. Nun geht es bald einmal an das Layout. Der nächste wichtige Termin wird das zweite Zwischengespräch sein.
Nächster Schritt		
Gesamten Text korrigieren.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
20.10. / 2.5h	Da ich Michael jetzt zwei Wochen nicht gesehen habe, hatten wir viel zu besprechen. Wir haben unsere Texte angeschaut und Kleinigkeiten abgeändert. Auch am Inhaltsverzeichnis mussten wir noch eine kleine Veränderung unterziehen. Wir verglichen unseren Stand mit dem Terminplan. Dadurch ist uns aufgefallen, dass wir ein wenig im Verzug sind. Da wir aber die Termine absichtlich früher angesetzt haben, ist dies nicht tragisch.	Nun sind wir im Endspurt angelangt. Der Rest ist noch überarbeiten und Layout erstellen. Wir müssen schauen, dass unser Stand wieder mit dem Terminplan übereinstimmt. Auch wenn wir eine gewisse Toleranz eingeplant haben. sollten wir uns an den Terminplan halten.
Nächster Schritt		
Text vollständig überarbeiten und Bilder einfügen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
22.10. / 2.5h	Ich habe heute meinen fertigen Text vollständig überarbeitet. Ich musste noch einige Fehler bereinigen und ein paar Änderungen am Inhaltsverzeichnis vornehmen. Unter anderem habe ich noch ein paar Bilder eingefügt. Die Position der Bilder jedoch ist nur ein Entwurf. Unverzüglich leitete ich die gemachten Änderungen per Mail an Michael weiter.	Nun ist der Text vollständig überarbeitet. Das einzige, was am Text noch gemacht werden muss, sind die Bilder. Die Position der Bilder ist noch nicht definitiv.
Nächster Schritt		
Mit Michael treffen und auf zweites Zwischengespräch vorbereiten.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
25.10. / 2.5h	Heute kam Michael zu mir nach Hause. Zusammen haben wir nochmals die komplette Vertiefungsarbeit durchgelesen. Danach bereiteten wir uns auf das zweite Gespräch vor. Wir bearbeiteten die Inhaltliche Zusammenfassung über das Thema und die persönlichen Erfahrungen zu den bisher vergangenen Arbeitsprozessen. Wir haben besprochen wer was mitbringen soll.	Wir haben uns auf das Gespräch am kommenden Donnerstag dem 27.10.2011 vorbereitet. Der Text ist soweit fertig. Ich erhoffe, dass das zweite Gespräch so erfolgreich wird wie das erste wird.
Nächster Schritt		
Layout, Reinschrift Glossar und Bibliographie, VA vollständig zusammenfügen.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
27.10. / 2.5h	Heute hatten Michael und ich mit unserem Lehrer Herr Hasler unser zweites Zwischengespräch. Ich hatte extra das Thema von Michael gelesen, weil ich dachte, wir müssten beide über die ganze VA Bescheid wissen. Als es ums Wissen ging, haben wir somit gepunktet. Das Gespräch verlief sehr gut.	Nach diesem sehr guten Zwischengespräch geht die Vertiefungsarbeit nun gegen Ende zu. Das komplette Layout und der Anhang muss noch bearbeitet und komplettiert werden.
Nächster Schritt		
Jeder nochmals Arbeit überarbeiten.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
03.11. / 2.5h	Wir haben telefonisch besprochen, dass jeder von uns die Arbeit nochmals genau durchliest, die Fehler korrigiert und sich Notizen zu machen, was noch zu verbessern ist. Das Ergebnis haben wir heute in der Schule angeschaut und diverse Unklarheiten gelöst.	Bis jetzt haben nur Michael und ich die Arbeit durchgelesen und nach Fehlern abgesucht. Nun müssen wir die VA noch an Drittpersonen weitergeben, um auf Nummer sicher zu gehen, dass auch wirklich alles fehlerfrei ist. Zusätzlich werden wir die Arbeit noch an Herr Laube senden.
Nächster Schritt		
Treffen mit Michael um Arbeit zu komplettieren: Layout, Glossar, Bibliografie, Bilder.		

Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
06.11. / 5.5h	Ich war heute bei Michael zu Hause. Zusammen hatten wir viel erarbeitet. Wir erstellten als erstes das Glossar. Dazu lassen wir die ganze Arbeit nochmals durch und schrieben uns die Fremdwörter heraus. Danach machten wir uns hinter die Bibliografie und die Bilder inklusiv Abbildungsverzeichnis. Zum Schluss besprachen wir das weitere Vorgehen.	Für das Glossar hatten wir länger als ich erwartet hatte. Auch das Abbildungsverzeichnis hat uns einige Zeit geraubt. Wir mussten zuerst herausfinden, wie man das ganze automatische Abbildungsverzeichnis erstellt.
Nächster Schritt		
CD brennen, VA ausdrucken und binden.		

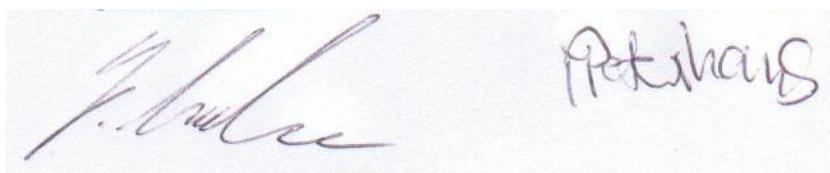
Datum / Zeit	Tätigkeiten	Reflexion
09.11. / 2h	Heute habe ich die fertige VA noch so editiert wie sie im Leitfaden vorgegeben ist und alles dazugehörige auf CD gebrannt.	Ich hatte einige Probleme, bis ich die Brenn-Software zum laufen brachte. Danach aber klappte alles einwandfrei.
Nächster Schritt		
CD der VA beilegen.		

13.2 Terminplan

Tätigkeit	Beendet bis	Wer
Vorwort individuell	28.08.11	MB/MP
Interview vereinbaren	28.08.11	MP
Inhaltsverzeichnis (Entwurf)	04.09.11	MB/MP
Titelblatt erstellt	04.09.11	MB/MP
Interviewfragen inkl. Vorbereitung	11.09.11	MB/MP
Interview	13.09.11 19:00	MB/MP
Hauptteil (fertig und Korr.)	(30.10.11)	
Interviewauswertung	18.09.11	MB/MP
Die Sonne	25.09.11	MP
Kostendeckende Einspeisevergütung KEV	02.10.11	MP
Photovoltaik	02.10.11	MB
Solarthermie	16.10.11	MB
Versuch Photovoltaikanlagekühlung	16.10.11	MP
Treffen für Komplettierung der Themen	19.10.11	MB/MP
Schlusswort	23.10.11	MB/MP
Schlussbetrachtung individuell	23.10.11	MB/MP
Korrektur	30.10.11	MB/MP
Bibliografie	06.11.11	MB/MP
Arbeitsjournal individuell	06.11.11	MB/MP
Speichern auf CD	13.11.11	MB
Ausdrucken und binden (3x)	13.11.11	MB/MP
Abgabe	17.11.11	MB/MP

13.3 Belege für den Aussenkontakt

Hiermit bestätige Ich, Gerhard Laube das Interview mit Michael Peterhans und Michel Blumenstein am Dienstag 13.09.2011 geführt zu haben.

The image shows three handwritten signatures in black ink on a light-colored background. From left to right: a cursive signature of Gerhard Laube, a signature of Michael Peterhans, and a signature of Michel Blumenstein.

Gerhard Laube

Michael Peterhans

Michel Blumenstein

Montageunternehmung

Laube-Solar

Gerhard Laube

Am Bergli 3

5334 Böbikon

Tel. 056 249 10 49

Fax. 056 249 13 80

Nat. 079 355 51 79

E-Mail: info@laube-solar.ch

13.4 Verwendungserlaubnis und Ehrlichkeitserklärung

Verwendungserlaubnis

Hiermit bestätigen wir, dass die vorliegende Arbeit als Demonstrationsbeispiel verwendet werden darf.

Bad Zurzach, 14. November 2011

Michael Peterhans

Michel Blumenstein