

PHOTOVOLTAIK- ANLAGE

2017



BBZ Biel

Klasse Eli2014b

28.03.2017

ÜVA 2017 von

Mushkolaj Leutrim

Dagne Tesfahun

Kidane Filmon

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1 Unser Themensuche	2
1.2 Unsere Ziele	2

2. Hauptteil

2.1 Eignung abklären	2
2.1.1 Baubewilligung mit Gemeinde	3
2.1.2 Was muss bei Modulen beachtet werden	3
2.2 Bau eines Modelhaus	4
2.3 Was wird für eine Photovoltaikanlage benötigt	5
2.4 Module, Wechselrichter und Solarstrom Speicher	
2.4.1 Module	6
2.4.1.2 Module als Beispiel	6
2.4.1.3 Die Platzierung der Module	7
2.4.2 Wechselrichter	8
2.4.2.1 Beispiele von Wechselrichtern	9
2.4.3 Speicher	10
2.4.3.1 Beispiele von Solarspeicher	11
2.5 Dimensionierung	12
2.6 Offerte	13
2.6.1 Erstellung einer Offerte	13
2.6.2 Zuständigkeit	14

3. Schlusswort 15

4. Quellenverzeichnis 16

4.1 Text	16
4.2. Bilder	16

1. Einleitung

1.1 Themensuche

Bei der Themensuche wollten wir von Anfang an irgendwas mit Solarenergie machen. Wir hatten aber grosse Mühe da wir uns nicht entscheiden könnten was genau wir mit Solarenergie machen sollen. Wir hatten viele Ideen letztendlich kamen wir auf die Idee eine PV Anlage für ein Haus zu planen, dazu bauen wir ein Modelhaus als Muster damit wir die Funktion der PV Anlage besser zeigen können.

Das Energie Problem beschäftigt uns viel. Und unser Projekt passt gut zu den Myclimate Planungsvorgaben. Darum haben wir uns dafür entschieden, eine Photovoltaikanlage zu planen und damit einen Beitrag zur Umwelt leisten.

1.2 Unser Ziele

Wir möchten eine Photovoltaikanlage planen, die 10 kWp (Kilowatt-Peaks) produziert. Dazu werden wir ein Modelhaus als Muster bauen und damit auch erklären wie eine Photovoltaikanlage funktioniert. Wir werden uns Kenntnisse erarbeiten wie die Planung einer Photovoltaikanlage umzusetzen ist. Wir werden auch eine Befragung mit einem Fachmann ausführen und uns viele Kenntnisse über PV-Anlage erarbeiten.

2

2. Hauptteil

2.1 Eignungen abklären

Das eidg. Raumplanungsgesetz (RPG) regelt die Bewilligungspraxis für Solaranlagen in Bau- und Landwirtschaftszonen, für „genügend angepasste“ Solaranlagen ist die Bewilligungspflicht weggefallen.

2.1.1 Baubewilligung mit Gemeinde

RPG Art. 18a Solaranlagen (neu seit 1.5.2014)

1 In Bau- und in Landwirtschaftszonen bedürfen auf Dächern genügend angepasste Solaranlagen keiner Baubewilligung nach Artikel 22 Absatz 1. Solche Vorhaben sind lediglich der zuständigen Behörde zu melden.

2 Das kantonale Recht kann:

- a. bestimmte, ästhetisch wenig empfindliche Typen von Bauzonen festlegen, in denen auch andere Solaranlagen ohne Baubewilligung erstellt werden können;
- b. in klar umschriebenen Typen von Schutzzonen eine Baubewilligungspflicht vorsehen.

3 Solaranlagen auf Kultur- und Naturdenkmälern von kantonaler oder nationaler Bedeutung bedürfen stets einer Baubewilligung. Sie dürfen solche Denkmäler nicht wesentlich beeinträchtigen.

4 Ansonsten gehen die Interessen an der Nutzung der Solarenergie auf bestehenden oder neuen Bauten den ästhetischen Anliegen grundsätzlich vor.

Die Umsetzung dieses Gesetzesartikels wird in der eidg. Raumplanungsverordnung (RPV) in den Artikeln 32a und 32b geregelt.

2.1.2 Was muss bei Modulen beachtet werden?

3

Es gibt Module die günstig sind, jedoch meist weniger Leistung haben und unter schlechten Arbeitsverhältnissen produziert werden. Dazu kommt das Abfälle illegal entsorgt werden. Das heisst die „giftige Brühe“, die bei der Produktion anfällt, läuft in den nächsten Fluss. Damit ist der Klimaschutz der unterstützt werden sollte, ein Widerspruch an sich, da die Umwelt zerstört wird. Deswegen sollten solche Produkte nicht unterstützt werden.

Viele Firmen in der Schweiz unterstützen solche Produkte auch nicht. Normale Module variieren in der Leistung je nach Größe des Moduls und natürlich der Marke. Es muss entschieden werden, wie viel Leistung erzeugt werden will. Module mit besserer Leistung sind schnell unverhältnismäßig teurer. Das Gute an der vielfältigen Auswahl sind die vielen verschiedenen Dimensionen. Denn um Flächen optimal nutzen können, muss mit den Dimensionen solange jongliert werden, bis die Flächen gut ausgenutzt sind.

Was beachtet werden muss sind die Schneelasten. Sie werden oft vergessen. Normalerweise halten die Module nur 240 kg aus.- die stärkere Version verträgt 540 kg.

Deswegen wird die Wahl der Module stark eingegrenzt. Die Module mit höherer Traglast kosten dementsprechend mehr. Aus den Referenzkosten der KEV geht hervor, dass eine angebaute Anlage unter 10 KW Leistung 4036 CHF pro leistendes Kilowatt kostet. Eine Anlage die 5.KW leistet, kostet nach KEV im Schnitt 20,180 CHF das sind jedoch Durchschnittskosten.

Billige chinesische Produkte und teure Schweizer Fabrikate sind darin eingerechnet. Hierbei handelt es sich um Ideal Anlagen mit einem Wechselrichter. Die Anlage die bei uns geplant wird, sollte voraussichtlich 6-7 Wechselrichter benötigen.

2.2 Modelhause

Wir kamen auf die Idee ein Modelhaus zu bauen in dem wir im Internet recherchierten wie ein Photovoltaikanlage funktioniert. Da bekamen wir die Idee selbst ein Modelhaus zu bauen und damit können wir es praktisch besser präsentieren.

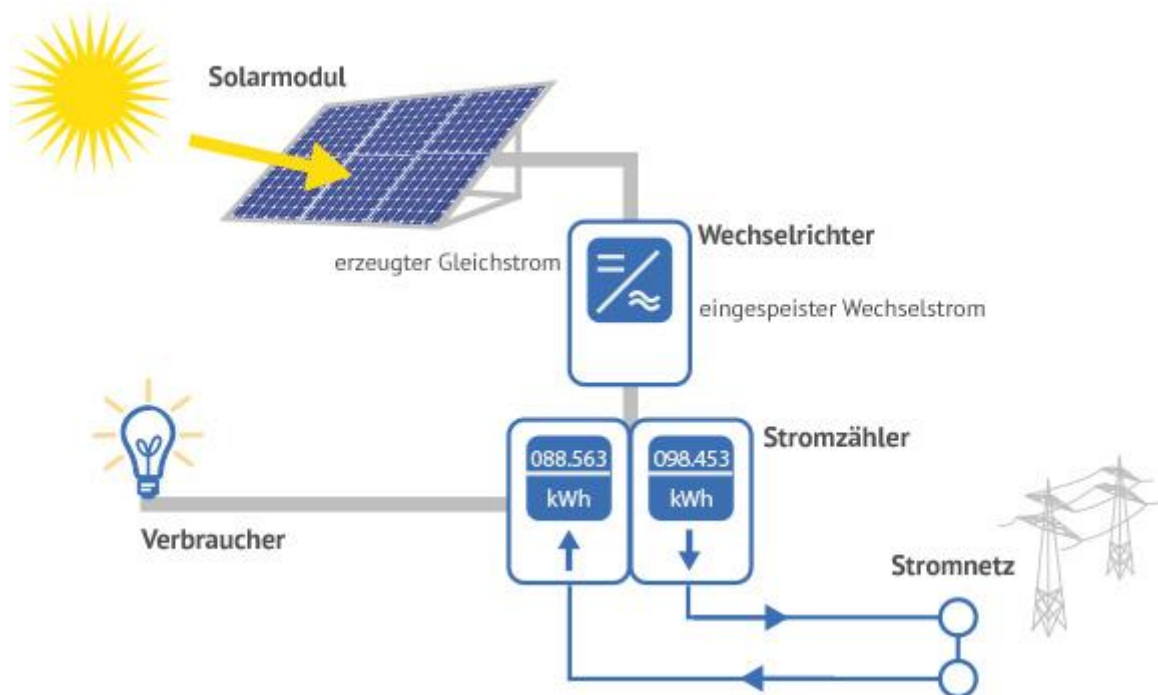
Wir haben ein Muster für Einfamilienhaus aus Holz gebaut. Als erstes haben wir Holz und Sekundenkleber gekauft. Für das Modelhaus zu bauen haben wir ca. 4-5 Stunden gebraucht, weil das zuschneiden, kleben und schleifen des Holzes viel Zeit benötigte.



4



2.3. WAS WIRD FÜR EINE PHOTOVOLTAIK ANLAGE BENÖTIGT?



1. Die Solarzellen/Module auf dem Dach
2. Der Wechselrichter, damit der Strom eingespeist werden kann
3. Der Einspeise-Stromzähler
4. Hinzu kommt der Anschluss ans öffentliche Netz.

Die KEV unterstützt, indem sie pro erzeugtem Kilowatt einen bestimmten Betrag bezahlt. Dieser unterscheidet sich in der Höhe unter den verschiedenen Anlage Typen: Freistehende, angebaute (dies ist unser Fall) und integrierte Anlagen. Und ebenso in der Leistung der Anlage. Der Betrag der für uns zutrifft, ist mit der Leistung unter 10 Kilowatt in der angebauten Rubrik.

2.4. Module, Wechselrichter und Solarstrom Speicher

2.4.1 Module

2.4.1.1 Module als Beispiel

Hersteller: Kyocera
Modell: Kyocera KD245GH-2YU
Leistung: 245 Wp
Belastbarkeit: 5.400 N/m²
Grösse Modul (L × B × H): 1662 x 990 x 46 mm
Gewicht: 21 Kg
Garantie der Leistung: 20 Jahre
Preis: 991 CHF



Hersteller: Kyocera
Modell: Kyocera KD190GH-2YU
Leistung: 190 Wp
Belastbarkeit: 5.400 N/m²
Grösse Modul (L × B × H): 1338 x 990 x 46 mm
Gewicht: 16 Kg
Garantie der Leistung: 20 Jahre
Preis: 762 CHF



Hersteller: Sanyo (Panasonic)
Modell: HIT-N235SE10
Leistung: 240 Wp
Belastbarkeit: 5.400 N/m²
Grösse Modul (L × B × H): 1580 x 798 x 35 mm Gewicht: 15 kg
Garantie der Leistung: 25 Jahre
Preis: 1092 CHF



Die Angaben stammen von der IWS AG in Bauma.

Alle Werte wurden in Standard-Test-Bedingungen herausgefunden. Bei diesem Test herrscht eine Strahlungsleistung von 1000 W/m² und einer Zelltemperatur von 25 °C

2.4.1.3 Die Platzierung der Module



Unser grösstes Problem ist die verwinkelte Dachsituation. Eine Photovoltaikanlage wird normalerweise in einem Stück montiert, oder zumindest zusammenhängend. Dies ist bei uns nicht möglich. Denn wenn nur ein kleiner Teil der Anlage schattiert wird, blockiert dies das gesamte Photovoltaikfeld. Zudem muss der Strom mehrmals durch einen Flaschenhals durch, denn alle Module sind aneinander gekoppelt. Ist nur ein Teil beschattet, fliesst dort nur noch wenig Strom, was dazu führt das diese Stelle die gesamte Anlage blockiert. Das bedeutet für uns, wir müssen die Anlagenteile voneinander trennen. Dies hat den Nachteil, wie bereits erwähnt, dass für jedes Feld einen eigenen Wechselrichter benötigt wird, was die Anlage verteuert. Ein Wechselrichter wird benötigt um Gleichstrom, der von den Panels kommt, in Wechselstrom umzuwandeln. Dieser Wechselstrom kann dann ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Unterkonstruktion befestigt ist. Dort wird der Schneerutsch gestoppt und aufgefangen. Insgesamt ist es schwierig zu sagen, wo genau die Panels montiert werden können. Dazu wird notwendig sein, das Haus in einem Computer Zeichenprogramm (CAD) zeichnen zu lassen und dann die Daten über Google Earth meteorologisch berechnen zu lassen. Was wiederum ein Experte tun muss.

2.4.2 Wechselrichter

Der Wechselrichter auch Inverter genannt ein wichtiger Bestandteil einer Photovoltaikanlage. Photovoltaikmodule erzeugen Gleichstrom. Die meisten elektrischen Verbraucher benötigen jedoch Wechselstrom. Der Wechselrichter übernimmt die Aufgabe, den gewonnenen Strom nutzbar zu machen. Gute Wechselrichter stellen über Funktionen wie dem Maximum Power Point Tracking sicher, dass der Gesamtwirkungsgrad der Anlage möglichst hoch ist.

Er wandelt den Gleichstrom in Wechselstrom (AC, engl. alternating current), immer häufiger auch 3-phasigem Wechselstrom um, der auch Drehstrom genannt wird und sich für höhere Leistungsbereiche eignet.

Hierzu existieren auf dem Markt mittlerweile eine Vielzahl Wechselrichter, die sich nicht nur in ihrer Funktionsweise, sondern auch in ihrer Nennleistung unterscheiden: jeder Wechselrichter hat einen bestimmten Leistungsbereich. Vor allem die AC und DC Nennleistung sind für die Funktionsweise vom Spannungswandler von Belang.

Verwendungsarten von Wechselrichtern nach Verbrauchsart

Inselwechselrichter: Hier wird der Strom aus einer Photovoltaikanlage zur dezentralen Versorgung von handelsüblichen Geräten mit Wechselstrom, insbesondere bei autonomen, nicht ans öffentliche Netz angeschlossenen Anlagen, gespeist.

Netzgekoppelte Wechselrichter: Dient zur Einspeisung der Photovoltaikanlagenenergie ins öffentliche Netz. Hier wird eine passende sinusförmige, mit dem Netz synchronisierte Ausgangsspannung gefordert.

Arten von Wechselrichter nach Anlagenart

Grundsätzlich hat der Wechselrichter in PV-Anlagen die Aufgabe, den vom PV-Generator gelieferten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umzuwandeln und ihn ins Netz einzuspeisen.

Dabei unterscheidet man:

Modulwechselrichter

String/Multistringwechselrichter

Zentralwechselrichter

Für welchen Typ man sich entscheidet, hängt vor allem vom angestrebten Leistungsbereich und vom Systemdesign der PV-Anlage ab.

2.4.2.1 Beispiele von Wechselrichter

Hersteller: SMA

Typ: Sunny Triptower

Preis: ca. 3500 CHF



9

Hersteller: Tesla

Typ : Solar edge Store edge Sesti-S1

Preis : ca. 1000 CHF



2.4.3 Solar Speicher

Vorgehensweise:

Zuerst schaut die Speicher-Steuerung, ob der erzeugte Strom momentan im Haushalt verbraucht werden kann, z.B. für den Kühlschrank. Ein Batteriespeicher für Solarstrom- auch genannt

Photovoltaikspeicher, funktioniert

wie ein Akku. Er speichert

überschüssigen Solarstrom, damit

sie ihn dann brauchen können,

wenn sie ihn benötigen. Abends,

wenn überall Licht brennt, um die Unterhaltungselektronik für Feierabendstimmung sorgt.

Nachts wenn Geschirrspüler und Waschmaschine laufen.



Dabei wird die Speicherkapazität von Photovoltaik Strom Speichern in der Regel so ausgelegt, dass der Haushalt möglichst vom Abend bis zum nächsten Morgen, wenn die Photovoltaikanlage wieder Strom produziert, mit Strom aus dem Speicher versorgt werden kann. Ist die Batterie vorzeitig leer oder entsteht zwischendurch eine hohe Spitzenlast im Haushalt wird zusätzlich auf Netzstrom zurückgegriffen.

Ziel:

Ziel beim PV Strom speichern ist es, möglichst viel selbst erzeugten Strom von der PV Anlage auch selbst zu verbrauchen. Damit ist aber noch nichts darüber gesagt, inwieweit sich der Haushalt autark mit selbst produzierten Strom versorgen kann - was meist der idealistische Beweggrund für einen Solarstromspeicher ist. Den Grad der Selbstversorgung gibt der sog. Autarkiegrad an. Ein Wert, den man jedoch in keinem Datenblatt finden wird. Inwieweit sich ein Haushalt durch Solarstrom speichern autark versorgen kann, hängt von der Planung und Auslegung der Photovoltaikanlage in Verbindung mit dem Speicher anhand des Lastprofils des Haushalts ab, die in jedem Fall ein kompetenter Solarturm vornehmen sollte.

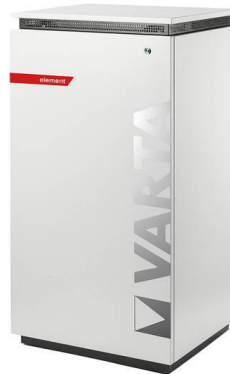
2.4.3.1 Beispiele von Solarstromspeicher

Hersteller : Varta

Typ: Varta Element

Farbe: Weiss

Kapazität: 2,9 – 6,9 kWh



Hersteller: Tesla

Typ: Tesla Powerwall

Farbe : Weiss

Kapazität: 6,4 kWh



Hersteller: Solarwatt

Typ: myReserve 500

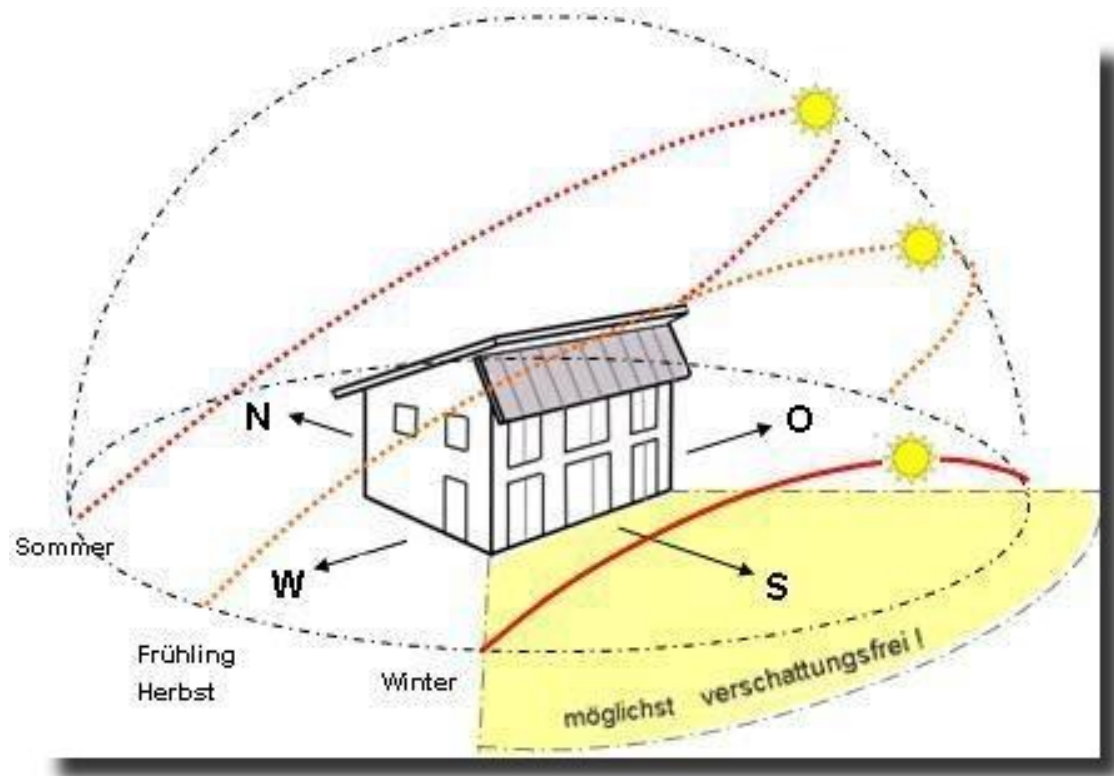
Farbe: Schwarz

Kapazität: 4,4 kWh



2.5 Dimensionierung

Ein ganz wesentlicher Punkt bei der Planung der Photovoltaikanlage betrifft natürlich deren Größe bzw. Leistung. Dabei geht es letztlich um die Eigenverbrauchsoptimierung: In den meisten Fällen soll entsprechend dem jährlichen Verbrauch so viel Solarstrom produziert werden, so dass mit einer Batterieerweiterung ein möglichst hoher Autarkiegrad erreicht werden kann.



12

So kann man die auf einem Schrägdach maximal installierbare Leistung also mit folgenden Informationen berechnen:

Größe der zur Verfügung stehenden Montagefläche

Anzahl der Module

Leistung der Module für ein Flachdach muss aufgrund gegenseitiger Verschattung der Modulreihen mit einem Abschlag von mindestens 50 % gerechnet werden.

2.6 Offerte

2.6.1 Erstellung einer Offerte?

Die Offerte einer Photovoltaik Anlage ist eigentlich eine einfache Angelegenheit, solange ein „0815“ (Standard) Haus zu berechnen ist, welches ein Satteldach hat. Bei uns wird die Anlage einer Leistung von 10 KWP haben, dann wird der Betrag einfach hochgerechnet. Angebaute Anlagen unter 10 kW= 4.036 CHF pro kW, das ergibt hochgerechnet 40'360 CHF für eine Anlage. Je nach Firma ist es aber billiger oder auch teurer.

Anlagengrösse (Beispiel)	Vergütungssätze 2014 [Rp./kWh]	Vergütungssätze 2015 [Rp./kWh] (Veränderung in Prozent)	Referenzpreis (Investitionskosten) 2015 [CHF/kWp]
30 kW	26.4	20.7 (-22%)	1850
50 kW	24.6	19.7 (-20%)	-
100 kW	23.3	19.0 (-18%)	1700
200 kW	22.3	18.4 (-17%)	-
500 kW	21.7	18.0 (-17%)	-
1000 kW	21.5	17.9 (-17%)	1650
3000 kW	19.9	17.9 (-10%)	1650

Zuständigkeiten

Photovoltaik-Anlagenplanung

Am Beispiel einer dachintegrierten Anlage.

		Bauherrschaft	Architekt	Elektro- oder Photovoltaik-Planer	Lieferanten (Module/WR)	Photovoltaik-Installateur	Elektriker	Baumeister	Dachdecker	Spengler	Metal-/Fassadenbauer
Strategische Planung und Vorstudien (Phase 1 + 2)	Beratung und Vorstudie(n), z.B. Baustatik, Netzkapazität	✓	•	•		▼	▼		▼		▼
Projektierung (Phase 3)	Vorprojekt, Baugesuch, Anschlussgesuch, Planvorlage	✓	•	•		▼	▼		▼		▼
	Bauprojekt		•	•		▼	▼		▼		▼
Ausschreibung (Phase 4)	Offertausschreibung			•							
	Offertbearbeitung	✓	•		▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Realisierung (Phase 5)	Planung, Fachbauleitung		•	•		▼	▼	▼	▼	▼	▼
	Aufträge erteilen, Verträge erstellen	✓	•	•		▼	▼	▼	▼	▼	▼
	Dichtigkeitsschicht aufbringen								✓		
	Unterkonstruktion aufbauen								✓		✓
	Integrationssystem aufbauen					✓			✓		✓
	Durchführungen erstellen							✓	✓		
	DC-Verkabelung bis WR erstellen					✓	✓				
	Module einsetzen und verdrahten (ohne Elektroanschluss)				✓	✓	✓		✓		
	Stringsplanung kontrollieren					✓	✓				
	Potenzialausgleich/Blitzschutz erstellen					✓	✓				
	Dachrandanschlüsse erstellen							✓	✓	✓	✓
	WR montieren und anschliessen				✓	✓	✓				
	AC-Verkabelung erstellen						✓				
	Funktionstest			•		✓	✓				
	Inbetriebnahme, Abschluss	✓	•	•		✓	✓				
Bewirtschaftung (Phase 6)	Wartung und Unterhalt					✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Überwachung / Erfolgskontrolle	✓		•		✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ Zuständigkeit

• mit Planer

▼ ohne Planer/Architekt

3. Schlusswort

Wir haben daraus gelernt, dass es nicht einfach ein PV Anlage zu planen. Beispiel Offerte und Baubewilligung. Es braucht Detailpläne wie die Anlage aussieht. Wie die Anlage bei uns aussehen kann, könnten wir nur herausfinden wenn wir wissen wo die Module platziert werden müssen. Dafür muss ein Experte das Haus in das CAD-Zeichenprogramm übertragen. Dies lohnt sich erst, wenn man weiss ob die Anlage bewilligt wird. Somit schliesst sich der Kreis. Zusammenfassend können wir sagen, Es gibt viele verschiedene Montagemöglichkeiten.

Wichtig ist es, schnell eine gute Firma zu finden, mit der sich zusammenarbeiten lässt. Dafür braucht es etlichen Zeitaufwand an Internetrecherche. Mit der Solar Firma bespricht man die Machbarkeit. Erstellt eine Skizze mit möglichen Standorten der Solaranlage. Zudem wird Kontakt mit der Gemeinde aufgenommen und angefragt, ob eine Umsetzung möglich ist und wenn ja, welche Bewilligung dazu benötigt wird. Dann kann mit der Firma in die VA konkrete Planungsphase gegangen werden.

Diese erstellt die Kostenberechnung, sagt welche Module benötigt werden und was für ein Montagesystem verwendet werden sollte. Danach werden die nötigen Formulare für die Bewilligung zusammengestellt und schlussendlich eingereicht. Ist das Projekt bewilligt, sollte die Anlage bei der Kostendeckenden-Einspeise Vergütung (KEV) angemeldet werden. Selbst wenn diese eine riesige Warteliste hat. Dach wird die Anlage bei den örtlichen Stromversorgern angemeldet und ein Anschlussgesuch eingereicht.

Gleichzeitig wird auch eine Zwischenmeldung bei der KEV über Swissgrid eingereicht. Nun wird der Termin zur Anlagemontage festgelegt und dieser Termin in der Installationsanzeige der örtlichen Stromversorger angezeigt. Ist dies bewilligt, kommt das EKZ um den Einspeise Stromzähler einzubauen und die Anlageabnahmekontrolle durchzuführen, wenn die Anlage in die Schwachstromanlage Verordnung fällt. Zuletzt führen sie die Beglaubigung durch, diese wird dann der KEV zugesandt (über Swissgrid). Jetzt ist die Anlage eingerichtet und produziert Strom, der ins öffentliche fliesst und die Energiewende unterstützt!

4. Quellenverzeichniss

4.1 Texte

- Mündliche Informationen von Möri Urs (GLB Seeland)
- Bewilligungen:
<http://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/baubewilligung/>
http://www.bernmittelland.ch/de/newsletter/archiv/032012/09_Energieberatung.php
- **Module:**
<http://www.solaranlage.eu/photovoltaik/photovoltaikanlage>
<http://www.rechnerphotovoltaik.de/pv/photovoltaik/solarzellen/>

16

4.2 Bilder

https://prezi.com/j-jfe_gklbay/leuchtdioden-und-solarzellen/
<https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/anlage/wechselrichter>
<https://www.bse-usv-technik.de/Solarstromspeicher-Sonnenschein-at-home-48V-16-kWh>

Dankeschön

An Möri Urs von GLB Seeland für die Fachliche Beratung und an Nicolas Ramser für die tolle Unterstützung.

Diese Zwei Personen haben uns sehr viel geholfen, Sie also Herr Ramser gab uns die Möglichkeit mit einem Solar-Ingenieur zu reden Und Herr Möri dass er Zeit genommen um uns alle zu ermöglichen.