

## Optimierte Energienutzung auf Industriedächern

### Zusammenfassung:

Wir haben uns gemeinsam zwei Beispieldächer in zwei verschiedenen Kantonen vorgenommen, auf denen man eine Photovoltaikanlage installieren könnte. Bei unserem Projekt geht es jetzt darum herauszufinden, wie viel die Besitzer dieser Dächer investieren müssten, um eine solche Anlage zur Stromgewinnung zu bauen und ob am Schluss auch etwas verdient werden kann. Es wird auch der Unterschied der Beiträge der zwei verschiedenen Kantone aufgezeigt.

### Tatsächlich erwirtschaftete Energie in kWh pro Jahr:

Halle in Zürich: ca. 48'690 kWh

Scheune in Zug: ca. 27'000 kWh

**Wettbewerbs-Kategorie:** Innovations- oder Planungsprojekt

**Beruf:** Land- und Baumaschinenmechaniker

**Lehrjahr:** 3. Lehrjahr

**Projekt-Team:** Reto Hausheer, Simon Baltensperger

**Name der Schule oder des Betriebs:** Berufsbildungsschule Winterthur

**Name der Lehrperson oder der Berufsbildnerin/des Berufsbildners:**

D. de Veer, J. Manser

**Inhaltsverzeichnis**

**1. Vorwort..... 3**

1.1. Ausgangslage / Motivation.....3

**2. Ideensuche / Projektdefinition..... 4**

2.1. Methoden der Ideensuche: .....4

2.2. Zielsetzung: .....4

2.3. Umsetzbarkeit: .....4

**3. Projektplanung ..... 5**

3.1. Die wichtigsten Meilensteine.....5

3.2. detaillierter Aufgabenplan .....5

**4. Konkrete Umsetzung..... 6**

**5. Berechnung/ Investition..... 7**

5.1. Kosten einer Photovoltaikanlage.....7

5.2. Ertrag aus einer Photovoltaikanlage.....8

5.3. Schlussrechnung .....9

**6. Rückblick/ Erkenntnisse/ Perspektiven ..... 10**

**7. Quellenverzeichnis ..... 11**

7.1. Internetquellen:.....11

7.2. Abbildungsverzeichnis: .....11

**8. Anhang ..... 11**

## 1. Vorwort

### 1.1. Ausgangslage / Motivation

Die Welt ist im Wandel: Klimaforscher sagen schon seit einiger Zeit, dass ein Umdenken geschehen muss. Unsere Welt, so wie wir sie kennen, ist in Gefahr. Die Erde wird immer wärmer, Gletscher schmelzen, sowie auch das ewige Eis. Naturkatastrophen häufen sich, die Meeresspiegel steigen und das Essen wird für die Ärmsten der Welt immer knapper.

Andere behaupten, dass das alles Humbug ist, aber Tatsache ist, dass wir von der konventionellen Energiegewinnung weg kommen müssen, vor allem weil sie Ressourcen verschlingt, die wir selbst nicht besitzen. Energie zu sparen ist die andere Massnahme, die Ressourcenverschwendung einzudämmen.

Bei Solaranlagen braucht es nur die Ressourcen zum Bau einer Anlage, im Betrieb ist sie dann auch emissionsfrei und leistet so einen Beitrag zum Klimaschutz.

Wir werden in der vorgegebenen Zeit sicherlich keine Solaranlage bauen, jedoch zeigen wir unseren Eltern und Vorgesetzten so wirksam auf, was sich daraus ergeben kann.

Wir wollen Besitzern von grossen Dächern aufzeigen, dass wenn die Dächer mit Photovoltaikanlagen ausgerüstet werden, nicht nur dem Klima und Energieproblem geholfen wird, sondern je nach Ausführung durchaus auch ein wirtschaftlicher Nutzen aus der Sache gezogen werden kann.

## **2. Ideensuche / Projektdefinition**

### **2.1. Methoden der Ideensuche:**

Das wohl Schwierigste an diesem Projekt war, herauszufinden, was wir machen wollen. Die Ideen, die wir in unserem Team sammelten, reichten von skurrilen Heizungsarten über selbst aufgerüstete Maschinen bis hin zu wirkungsvollem Strom sparen.

### **2.2. Zielsetzung:**

Wir wollen mit diesem Projekt aufzeigen, was für ein riesiges Energiepotenzial auf den Industriedächern vorhanden ist, wie man es am besten nutzen kann und welche Mittel dafür nötig sind. Die Photovoltaikanlagen die bereits bestehen, können ja nicht einfach nur Kosten verursachen; wir zeigen auf, wie diese gewinnbringend eingesetzt werden.

### **2.3. Umsetzbarkeit:**

Viele Ideen scheiterten daran, dass niemand wirklich Interesse daran haben würde. Wir wollten etwas auf die Beine stellen, was auch tatsächlich einen Nutzen haben könnte. Da die meisten Vorschläge aber schlicht und einfach für uns nicht umsetzbar sind, haben wir uns für ein Planungsprojekt entschieden. Dabei stützen wir uns nicht nur auf das Internet. Es gibt bereits heute spezialisierte Firmen, die Solaranlagen gewinnbringend verkaufen. Mit Hilfe von diesen Anbietern, sollte es möglich sein, eine solide Gleichung aufzustellen

### 3. Projektplanung

Unser Ziel ist es Gebäudebesitzer (darunter unsere Familien und Arbeitgeber) auf eine sinnvolle Investition aufmerksam zu machen.

Dabei braucht es zuerst eine solide Recherche und vertrauensvolle Daten über Photovoltaikanlagen. Da das Internet in solchen Sachen eher weniger genau ist und ein zu grosses und unrealistisches Spektrum bietet, bitten wir gleich bei den Herstellern um Hilfe. Als nächstes werden zuverlässige Informationen über die Subventionierung und Entschädigung durch den Bund und die Kantone gebraucht. Diese holen wir auch am besten bei der Quelle. Für weitere Informationen steht uns dann noch das Weltweite Netz zur Verfügung.

Da es "nur" ein Planungsprojekt ist, sind wir nicht auf die Hilfe oder Unterstützung von den eigentlichen Besitzern der Dächer angewiesen und so auch nicht abhängig von Drittpersonen. Auch grössere Kosten fallen so aus, die wir sowieso nicht gut übernehmen könnten. So sind wir auch nicht auf Sponsoren oder Gönner angewiesen. Das erspart uns wiederum wertvolle Zeit.

In der nachstehenden Auflistung ist unser Zeitplan festgehalten. Uns kommt es natürlich sehr entgegen, dass wir auch Unterrichtszeit von der Lehrperson zur Verfügung gestellt bekommen.

#### 3.1. Die wichtigsten Meilensteine

Was?	Termin
Informationen beschaffen	Mo. 20.02.12
Informationen auswerten	Mo. 20.03.12
Informationen bearbeiten	Mo. 27.03.12
Informationen zusammenfassen	Mo. 05.03.12

#### 3.2. detaillierter Aufgabenplan

Was?	Wer?	Bis wann?
Grundkenntnisse Photovoltaik	Beide	Mo. 20.03.12
Auswahl Dächer	Beide	Mo. 20.03.12
Firmen anfragen	Beide	Mo. 20.03.12
Offerte einholen	Reto	Di. 21.03.12
Leistung berechnen	Simon	Di. 21.03.12
Eintragen ins Journal	Beide	Mi. 14.03.12
Endkontrolle Journal	Beide	Sa./So. 17./18.03.12
Abgabetermin Schule	Beide	Mo. 19.03.12

#### 4. Konkrete Umsetzung

Da unser Projekt ein Planungsprojekt ist, können wir es nicht in dieser Zeitspanne verwirklichen.

Aus diesem Grund haben wir ein Foto so präpariert wie es in Zukunft aussehen könnte.



1.Abb. Hallen Projekt Zürich



2.Abb. Remisen Projekt Zug

## 5. Berechnung/ Investition

### 5.1. Kosten einer Photovoltaikanlage

	Material PV	m <sup>2</sup> Dach- fläche	Modul m <sup>2</sup>	Stk.	Stk. Preis SFr.	Total in SFr.
<b>Halle ZH</b>	Modul CNPV-250	480	1.6	290	452	131'080
<b>Remisen ZG</b>	Modul CNPV-250	194	1.6	119	452	53'811
	Kostal Piko 10.1			1	3218 je	6437
	Kostal Piko 8.3			2	2759 je	2759
	Kabel& Stecker			1	611 je	611
	Solar-Log Datenlogger 500 (Wieless)			1	859 je	859
	<b>Unterkonstruktion</b>					
<b>Halle</b>				290	90	26'100
<b>Remisen</b>				119	90	10'710
	<b>Montage</b>					
<b>Halle</b>				290	80	23'200
<b>Remisen</b>				119	80	9'520
	<b>Elektroinstallationen</b>					
	Arbeit			1	je	5'500
<b>Halle</b>						196'546
	Mst.					15'723
	<b>Total</b>					<b><u>212'269</u></b>
<b>Remisen</b>						90'207
	Mst.					7'216
	<b>Total</b>					<b><u>97'423</u></b>

## 5.2. Ertrag aus einer Photovoltaikanlage

### Subventionen

Von Kanton zu Kanton gibt es Unterschiede in Sachen Vergütung einer Photovoltaikanlage. Im Kanton Zürich wurden die Beiträge gestrichen und auf das Bundesförderprogramm beschränkt. Im Kanton Zug ist es von Gemeinde zu Gemeinde etwas unterschiedlich. In Steinhausen werden die Anlagen wie folgt gefördert: 1'500 Fr./kWp, maximal aber 30'000 Fr. Die Beispielanlage auf dem Remisen Dach hat eine Leistung von 29.75 kWp, wird also mit dem Maximalbetrag gefördert.

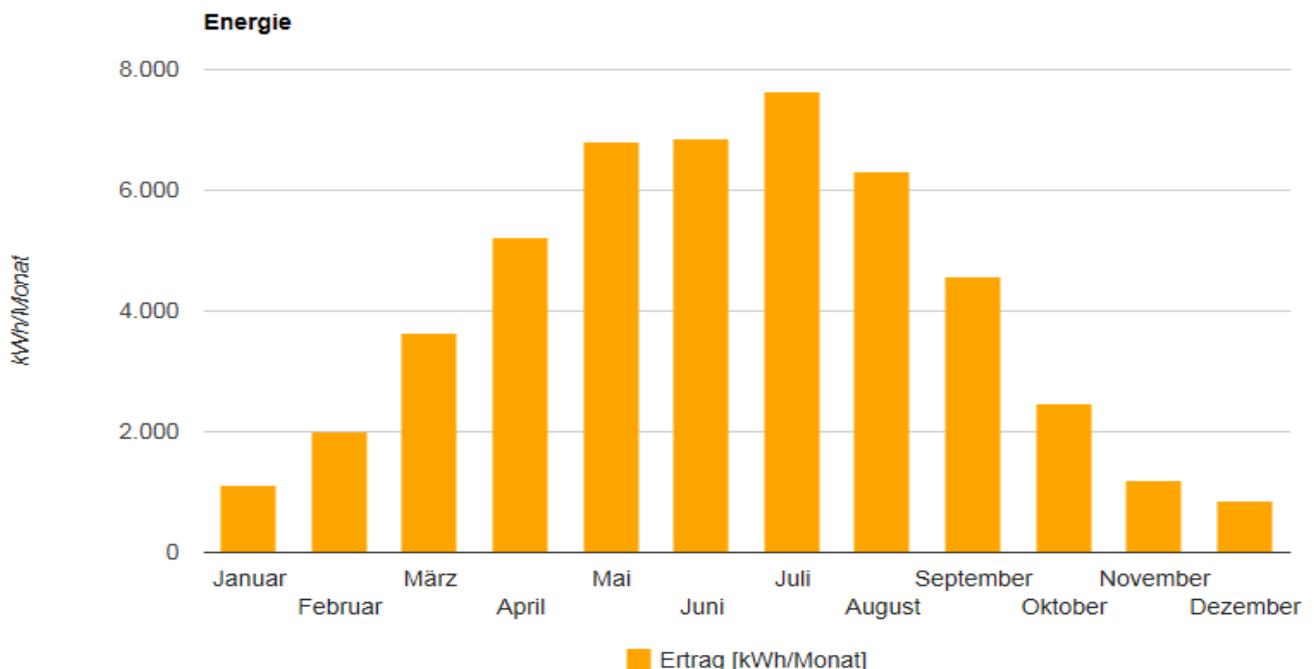
### Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)

Das KEV ist ein Schweizer Förderprogramm, das Windkraftwerke, Kleinwasserkraftwerke, Biomassenanlagen, Photovoltaikanlagen oder auch Anlagen die auf Geothermik basieren unterstützt und fördert, indem es den Preis pro kWh erhöht.

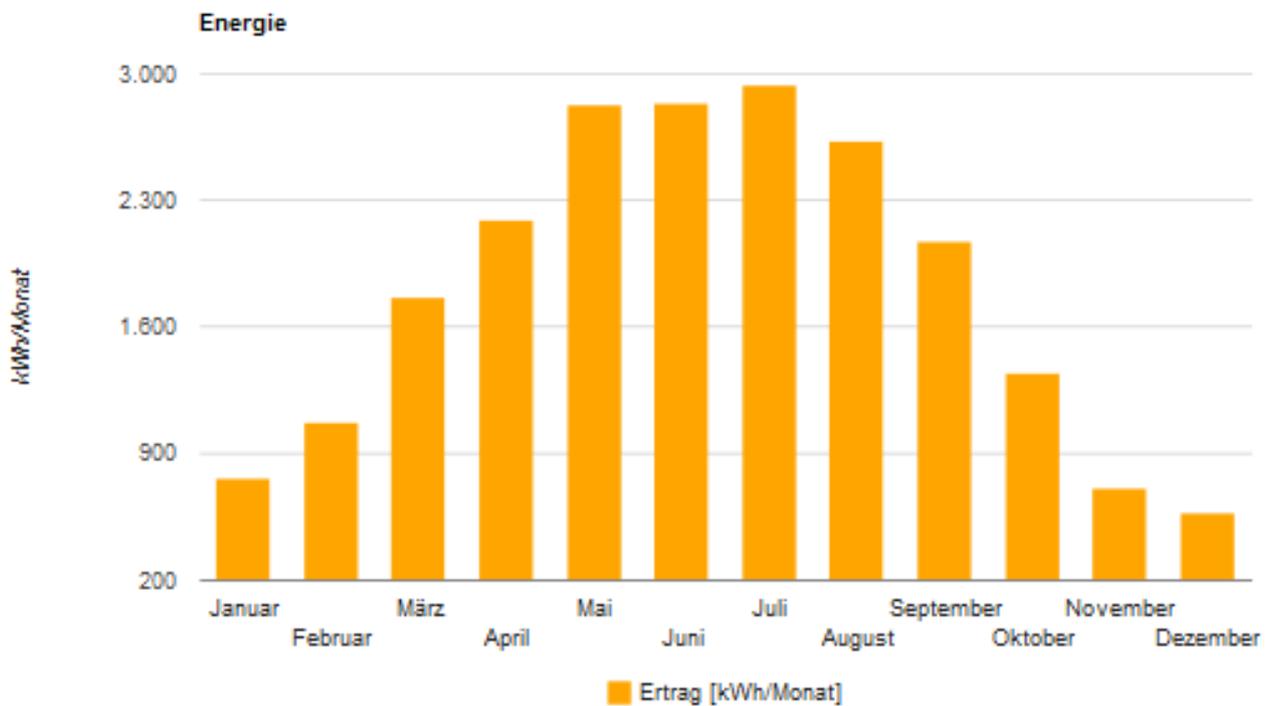
Laut der Website [Swissgrid.ch](http://Swissgrid.ch) können wir für unsere Anlagen eine Entschädigung von 0.30Fr/kWh bis fast 0.39 Fr/kWh erwarten. In den nachfolgenden Berechnungen haben wir mit 0.307 Fr/kWh gerechnet.

Eine Photovoltaikanlage hat eine Lebensdauer von 25 Jahren. Um ins KEV zu kommen, existiert eine Warteliste von 4 Jahren. Das bedeutet, während 21 Jahren kann der KEV Tarif bezogen werden.

### Monatsauslastungen



3. Abb. Prognosen Zürich



4. Abb. Prognosen Zug

### 5.3. Schlussrechnung

	Prognose Halle Zürich	Prognose Halle Zug
<b>Strom im Jahr</b>	48'689 kWh/Jahr	21'722 kWh/Jahr
<b>Einnahmen durch KEV</b>	14'948 Fr/Jahr	6'669 Fr/Jahr
<b>Subventionen</b>	keine	Einmalig 30'000 Fr.
<b>21 Jahre KEV-Mitglied</b>	313'908 Fr	140'049 Fr
<b>Plus Subventionen</b>	313'908 Fr	170'049 Fr
<b>Minus Investition= Reingewinn</b>	101'639 Fr	72'626 Fr

Diese Zahlen lassen sich jetzt recht euphorisch lesen. In der Rechnung nicht inbegriffen sind jedoch die Reinigung, Bewilligungskosten und eventuell anfallende Störungen oder Ähnliches.

## 6. Rückblick/ Erkenntnisse/ Perspektiven

Wir konnten trotz anfänglichen Schwierigkeiten den Zeitplan gut einhalten. Bis zum Schluss ging alles gut auf.

Die Umsetzung gelang uns in etwa so wie wir uns das vorgestellt haben. Kleinere Schwierigkeiten konnten uns nicht so leicht vom Kurs abbringen.

Anfangs sah es so aus, als ob wir uns da ein leichtes Projekt vorgenommen haben, da man im Internet eine Menge sogenannter Solarrechner findet. Doch wie sich herausstellte, waren diese Rechner nicht gerade auf unser Vorhaben zugeschnitten.

Was uns dann aber weiter half, waren die Infos der Solarfirmen oder von Firmen die Solaranlagen aufbauen.

Eine andere Schwierigkeit war die Subventionen für Solaranlagen herauszufinden, denn diese sind nicht nur von Kanton zu Kanton unterschiedlich, sondern zum Teil auch von Gemeinde zu Gemeinde. Da einen Überblick zu erhalten war und ist nicht ganz einfach, vor allem da man auf widersprüchliche Informationen stiess.

Das Gute ist aber, dass eine Photovoltaikanlage nicht nur eine Menge Geld verschlingt, sondern auch durchaus etwas abwirft. Dies aber auch nur durch die kräftige Unterstützung der Behörden.

Ob nun eine Photovoltaik Anlage auf einem der Dächer zu Stande kommt, liegt leider nicht mehr in unserer Macht, aber wir konnten immer hin aufzeigen, dass es sich lohnen würde.

Wir haben die Erfahrung gemacht, dass wenn man direkt mit den zuständigen Personen Kontakt aufnimmt, das Ziel viel schneller erreicht werden kann, als wenn man die ganz Arbeit aus dem Internet zusammenstellen will.

## 7. Quellenverzeichnis

### 7.1. Internetquellen:

<http://pvcalc.meteotest.ch/>

<http://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home.html>

<http://www.tresolar.ch/2301.html>

### 7.2. Abbildungsverzeichnis:

Titelbild: [http://www.branding.de/wp-content/uploads/2010/11/Fotolia\\_3897042\\_L1.jpeg](http://www.branding.de/wp-content/uploads/2010/11/Fotolia_3897042_L1.jpeg)

1.Abb. Hallen Projekt Zürich: <http://maps.google.ch/maps?hl=de&tab=wl>

2.Abb. Remisen Projekt Zug: <http://maps.google.ch/maps?hl=de&tab=wl>

3. Abb. Prognosen Zürich: <http://pvcalc.meteotest.ch/>

4. Abb. Prognosen Zug: <http://pvcalc.meteotest.ch/>

Solarmodul in den Bildern: [http://img.directindustry.de/images\\_di/photo-g/polykristallines-photovoltaik-modul-367490.jpg](http://img.directindustry.de/images_di/photo-g/polykristallines-photovoltaik-modul-367490.jpg)

## 8. Anhang

- Broschüre des im Projekt verwendeten Solarmoduls

## High Performance 60 Cell Poly crystalline 156x156mm Solar Photovoltaic Module

Model Number: CNPV-225P to CNPV-250P / Power Range: 225Wp to 250Wp

### Typical Electrical Characteristics

Model Number	UOM	Standard PV Modules			Premium PV Modules		
		CNPV-225P	CNPV-230P	CNPV-235P	CNPV-240P	CNPV-245P	CNPV-250P
Rated Maximum Power-Pmax	Wp	225	230	235	240	245	250
Power Tolerance	%	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3
Maximum Power Voltage-Vmp	V	30.1	30.3	30.5	30.8	31.0	31.2
Maximum Power Current-Imp	A	7.50	7.60	7.70	7.80	7.90	8.00
Open Circuit Voltage-Voc	V	37.0	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6
Short Circuit Current-Isc	A	8.10	8.20	8.30	8.40	8.50	8.55
Maximum System Voltage-VDC	V	1000					
Encapsulated Solar Cell Efficiency- $\eta_c$	%	15.4	15.8	16.1	16.4	16.8	17.1
Module Efficiency- $\eta_m$	%	13.7	14.1	14.4	14.7	15.0	15.3
Solar Cell and Configuration		60 cells(156x156mm/6"x6") in a 6x10 matrix connected in series					
Solar Cell Technology & Size	mm	Poly Crystalline 156x156mm(6"x6")					
Cable Type,Diameter		4mm <sup>2</sup> (12AWG), TÜV Certified					
Type of Connector		IP67,Type IV					
Junction Box		IP65, 1000VDC, Certified TÜV&UL Certified					
Number of Bypass Diodes & Type		3Nos. Schottky by-pass diodes					
Maximum Series Fuse Rating	A	20					
Temperature coefficient of Power	%/°C	- 0.40%/°C(-0.22%/°F)					
Temperature coefficient of Voc	%/°C	- 0.30%/°C(-0.17%/°F)					
Temperature coefficient of Isc	%/°C	0.05%/°C(0.028%/°F)					
Nominal Operating Cell Temperature-NOCT	°C	45± 2°C(113±3.6°F)					
Standard Test Conditions	STC	STC:AM=1.5, 1000W/m <sup>2</sup> , Cells Temperature 25°C(77°F)					
Operating Temperature	°C	-40→+85°C(-40→+185°F)					
Product Certifications		IEC61215, IEC61730, UL1703&CE					

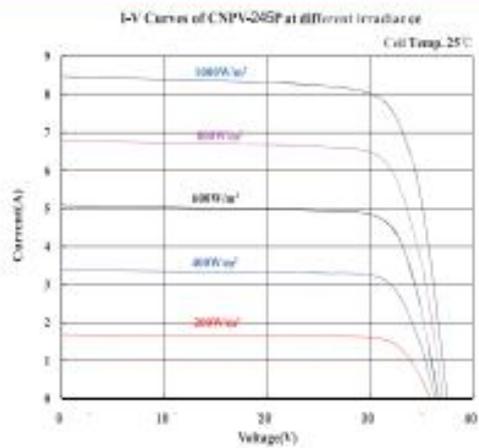
### Mechanical & Packaging Characteristics

Dimensions AxBxC	mm	1650x992x40mm(64.96"x39.06"x1.57")
Installation Hole Dimensions ExF	mm	990x941mm(38.98"x37.05")
Cable Length G	mm	1200mm(47.24")
Weight	Kg	20Kg(44lb)
Number of Draining Holes in Frame		8
Construction		Superstrate:High transmission 3.2mm tempered low iron glass;Substrate:White Back Sheet; Encapsulant: Fast Cure EVA
Frame		Clear anodized aluminium alloy type 6063T5; Color:silver
Packing Configuration and Quantity per Pallet		24 pcs per carton and one carton per pallet
Container Loading Capacity		624 pcs per 40 ft high cubic container

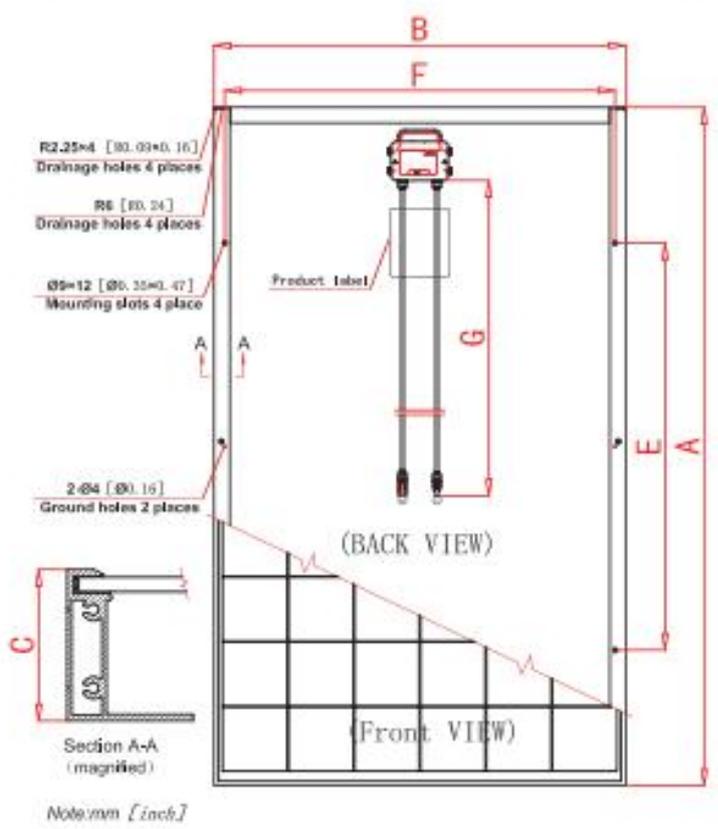


High Performance Poly Crystalline SPV Module

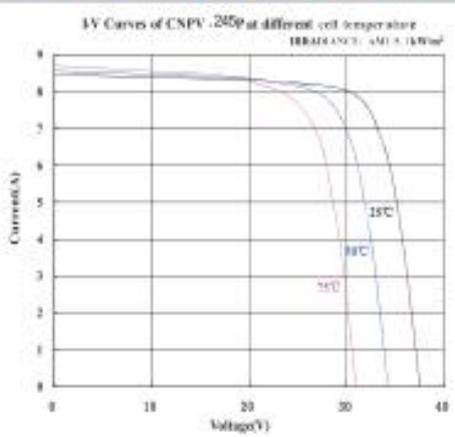
**C I-V Characteristics at Different Irradiance**



**C Dimensional Characteristics**



**C I-V Characteristics at Different Temperature**



Note: This publication summarizes product warranty and specifications, which are subject to change without notice. Additional information may be found on our website: [www.cnpv-power.com](http://www.cnpv-power.com)

**SALIENT FEATURE**

- 3% Positive Tolerance
- ARC Glass
- 70% Fill Factor
- Triple Busbar
- Larger Diameter
- Cell & Module Matching
- Smart Junction Box
- 100% Electro Luminescence
- Unique Frame
- Mechanical Strength-8000 Pa
- International Bankability
- Degradation Resistance
- 10 years Workmanship Warranty
- 25 years True Linear Warranty

**CERTIFICATIONS**

