



Basics of Electrical Power Generation

Photovoltaik



Stand: 2010
1 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

GE Global Research
Freisinger Landstrasse 50
85748 Garching
kontakt@reg-energien.de

Inhalte

1. Prinzip
2. Technik
3. Verschattung

Stand: 2010
2 / 23

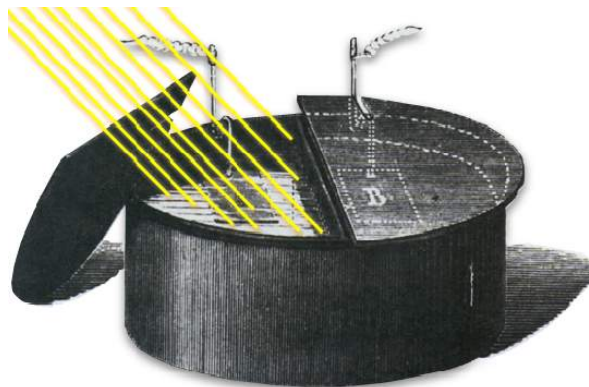
Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Prinzip

Erste Zelle von Becquerel

Er stellte 1839 fest, dass ein galvanisches Element welches Solarstrahlung ausgesetzt wird, Strom erzeugt.

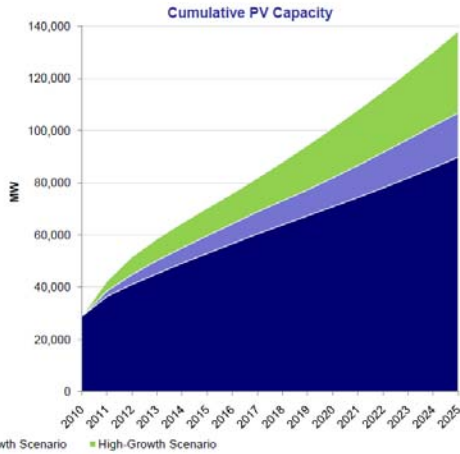
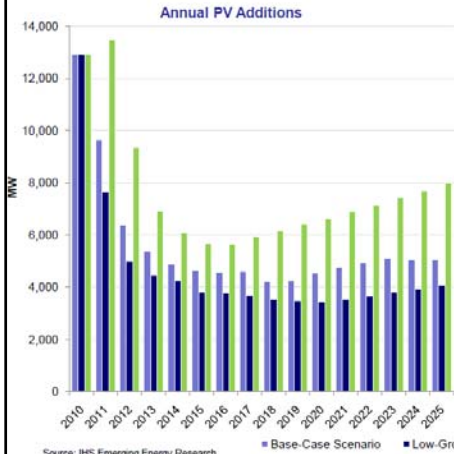
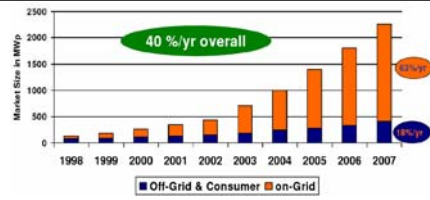
PV ist direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie durch Solarzellen (PV-Zellen)



Stand: 2010
4 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

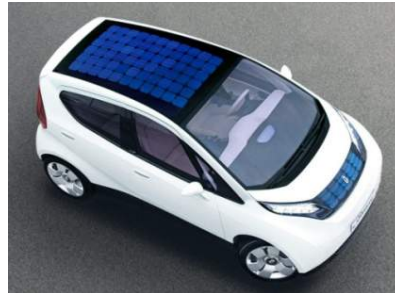
Marktentwicklung



Source: IHS Emerging Energy Research
Stand: 2010
5 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Beispiele Photovoltaik



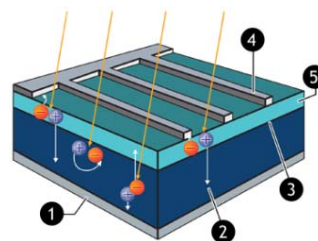
Stand: 2010
6 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Technik

Funktionsprinzip Solarzelle (PV-Zelle)

- Solarzellen aus Halbleitermaterialien sind im Prinzip großflächige Dioden
- Solarzelle bestehen aus zwei unterschiedlich dotierten Halbleitern (z.B. Si, oder GaAs, CdTe, CIS..)
- An der Grenzschicht entsteht ein elektrisches Feld
- In diesem Feld erfolgt die Trennung der durch das Sonnenlicht freigesetzten Ladungen
- Kontakte auf Vorder- und Rückseite dienen zur Stromentnahme



- ① Positive Elektrode
- ② p-dotiertes Silizium
- ③ Grenzschicht
- ④ Negative Elektrode
- ⑤ n-dotiertes Silizium

Zellentypen

- Gliederung in drei Hauptkategorien
- Monokristallin:
 - Höchster Wirkungsgrad
 - Teure Herstellung
 - Über ein Drittel der Solarzellen sind monokristallin
- Polykristallin:
 - Kostengünstigere Herstellung gegenüber monokristallinen Zellen
 - Etwas geringerer Wirkungsgrad
- Dünnschicht:
 - Um das Hundertfache dünner als mono- und polykristalline Zellen
 - Günstiger in der Herstellung
 - Weniger anfällig für Verschattung
 - Geringerer Wirkungsgrad als kristalline Zellen

Stand: 2010
9 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Beispiele Modultypen



Polykristallines Modul



Monokristallines Modul



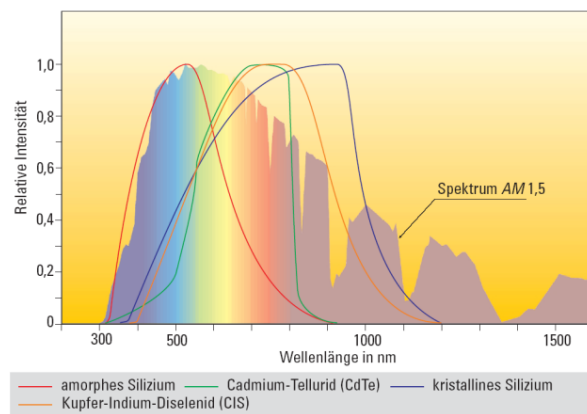
Dünnschicht Modul

Stand: 2010
10 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Empfindlichkeit

- Auf welche Wellenlängen des Lichtspektrums die Zellen ansprechen hängt von ihrem Material ab
- Deutliche Unterschiede sind erkennbar

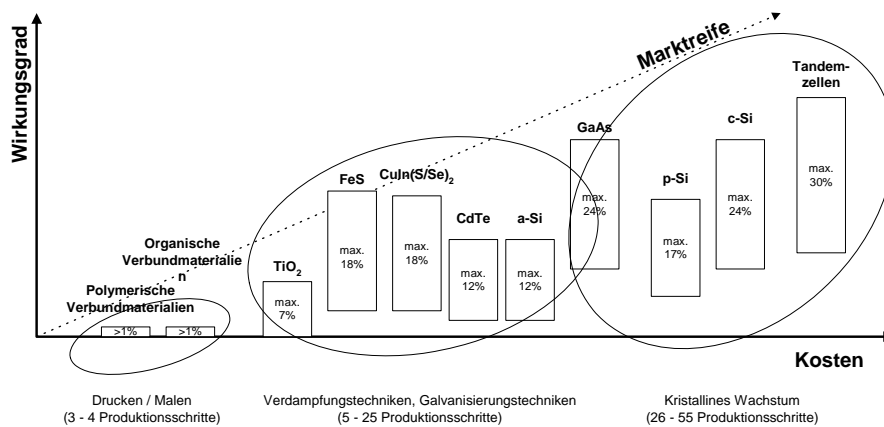


Stand: 2010
11 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Zellentechnologie

- Kosten und Wirkungsgrad sind abhängig von Technologie und Material
- Ziel: gutes Verhältnis von Wirkungsgrad und Kosten

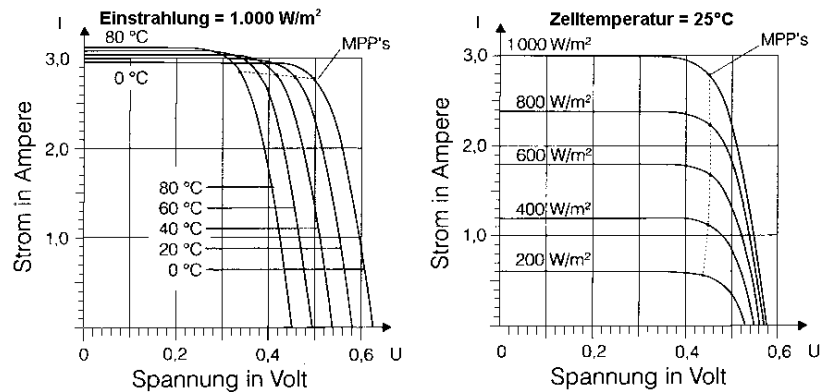


Stand: 2010
12 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Kennlinie eine PV Zelle / Modul

- Die U/I-Kennlinie ergibt sich durch Variation des Lastwiderstandes
- Ziel ist es, den Verbraucher im Maximum Power Point (MPP) zu betreiben

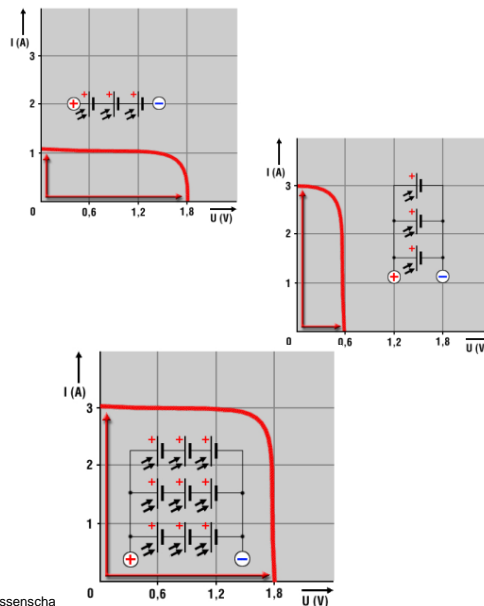


Stand: 2010
13 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Verschaltung von PV Zellen / Module

- Reihenschaltung:
Strom: konstant
Spannung: steigt
- Parallelschaltung:
Strom: steigt
Spannung: konstant
- Bei größeren Anlagen werden Reihenschaltungen (sog. Strings) parallel zusammengeschaltet

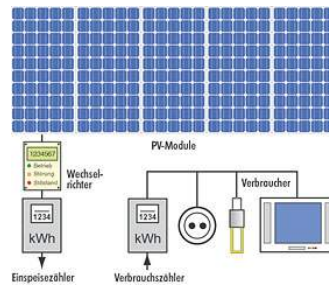


Stand: 2010
14 / 23

Umweltwissensch

Solargenerator

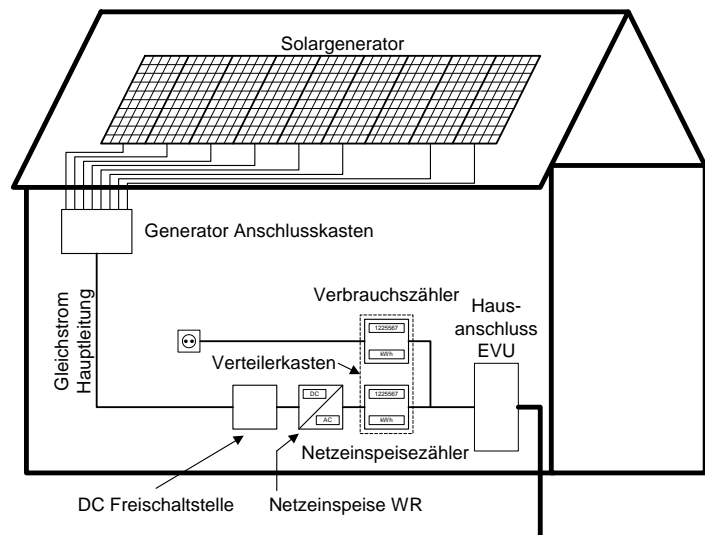
- Durch Verschaltung von Module erhält man einen Solargenerator
- Unter einem Solargenerator versteht man die Gesamtheit aller Module für eine Photovoltaikanlage



Stand: 2010
15 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Netzgekoppeltes System

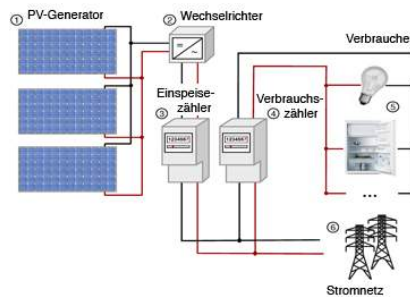
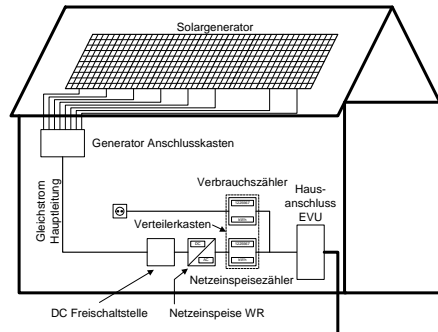


Stand: 2010
16 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Netzgekoppeltes System

- **PV-Generator:**
Umwandlung von Sonnenenergie in Gleichstrom
- **Wechselrichter:**
Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom
- **Einspeisezähler:**
Erfassung der abgeführten Ener
- **Verbrauchszähler:**
Bisheriger Stromzähler bleibt unverändert
- **Öffentliches Stromnetz:**
Gleiche Netzinfrastruktur für Einspeisung und Bezug von Energie



Stand: 2010
17 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Beispiele Systemkomponenten



DC-Schaltkasten zur Verschaltung der Module



Wechselrichter



Stromzähler
links Verbrauch
rechts Einspeisung



Hausanschluss

Stand: 2010
18 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Systeme



19 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Verschattung

- Verschattung bzw. Teilverschattung von Solarmodulen führt zu einer starken Einbuße bei der Stromgewinnung
- Bereits bei kleinräumiger Verschattung sinkt die Stromgewinnung aller in Reihe geschalteten Solarmodule
- Der Aufstellungsort sollten im Vorfeld auf Verschattung geprüft werden



Stand: 2010
20 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Winter - Schnee



Stand: 2010
21 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Inselsystem

- Nicht jedes PV-System ist an das öffentliche Stromnetz angeschlossen
- Die erzeugte Energie wird sofort verbraucht oder in Batterien gespeichert



Stand: 2010
22 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Zusammenfassung

- Photovoltaik: Direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie durch Solarzellen
- Sonnenstrahlung auf einen p-n-Übergang im Halbleitermaterial führt zu Ladungstrennung → Spannung
- Zelltypen: monokristallin, polykristallin, dünnschicht
- Verschaltung in Reihe (Strings) und anschließend parallel
- Unter einem Solargenerator versteht man die Gesamtheit aller Module für eine Photovoltaikanlage
- Netzgekoppelte Systeme und Inselssysteme
- Starkes Wachstum im Photovoltaikmarkt
- Verschattung vermeiden, da sonst Minderleistung

Stand: 2010
23 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer

Frei

Stand: 2010
24 / 23

Umweltwissenschaften, Oliver Mayer