

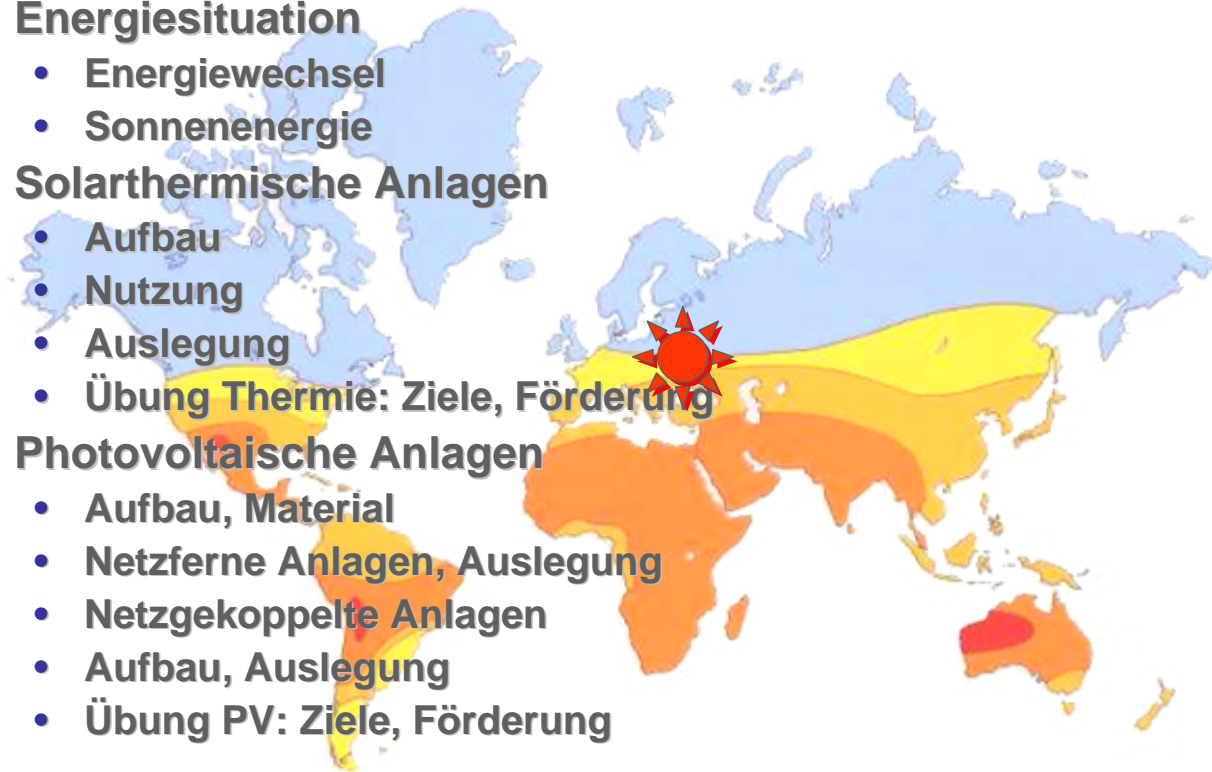
Solar-Technologie

Dipl.-Ing. Heinz-Wolfgang Böhnke, Jork
www.TECHNOSOL.de



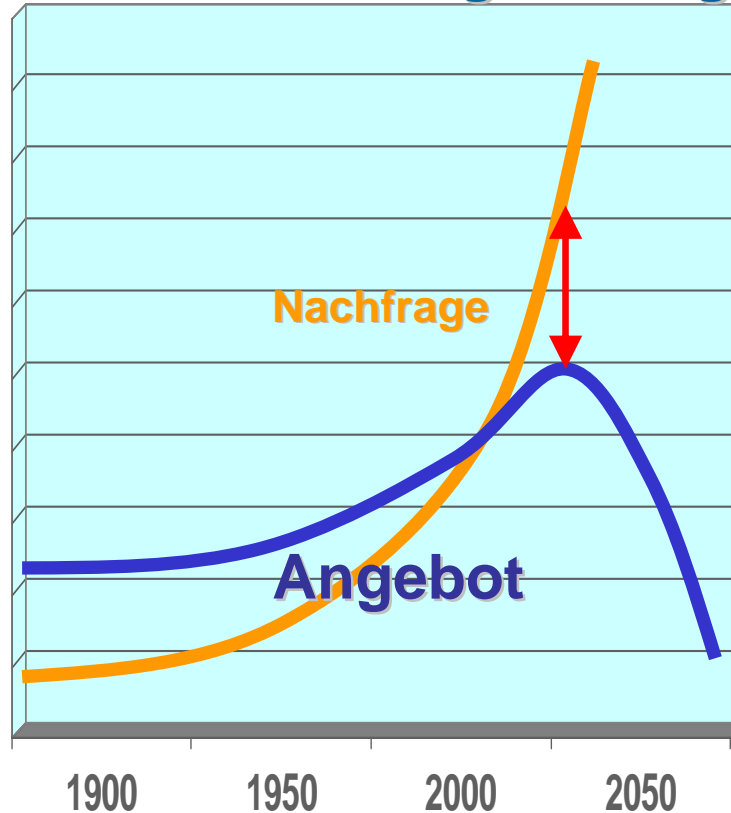
Agenda

- **Energiesituation**
 - Energiewechsel
 - Sonnenenergie
- **Solarthermische Anlagen**
 - Aufbau
 - Nutzung
 - Auslegung
 - Übung Thermie: Ziele, Förderung
- **Photovoltaische Anlagen**
 - Aufbau, Material
 - Netzferne Anlagen, Auslegung
 - Netzgekoppelte Anlagen
 - Aufbau, Auslegung
 - Übung PV: Ziele, Förderung



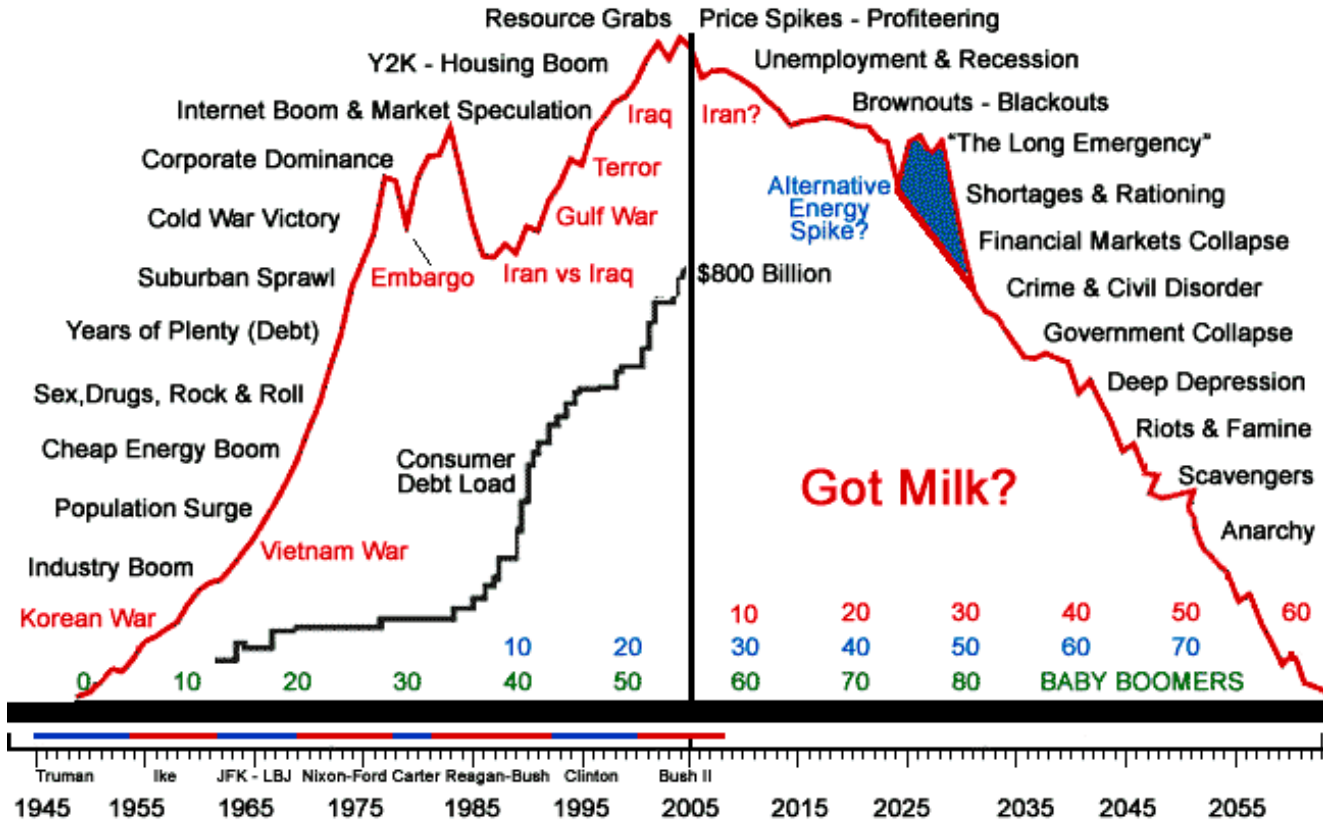
Eskalation

Oil Peak = Energie-Mangel

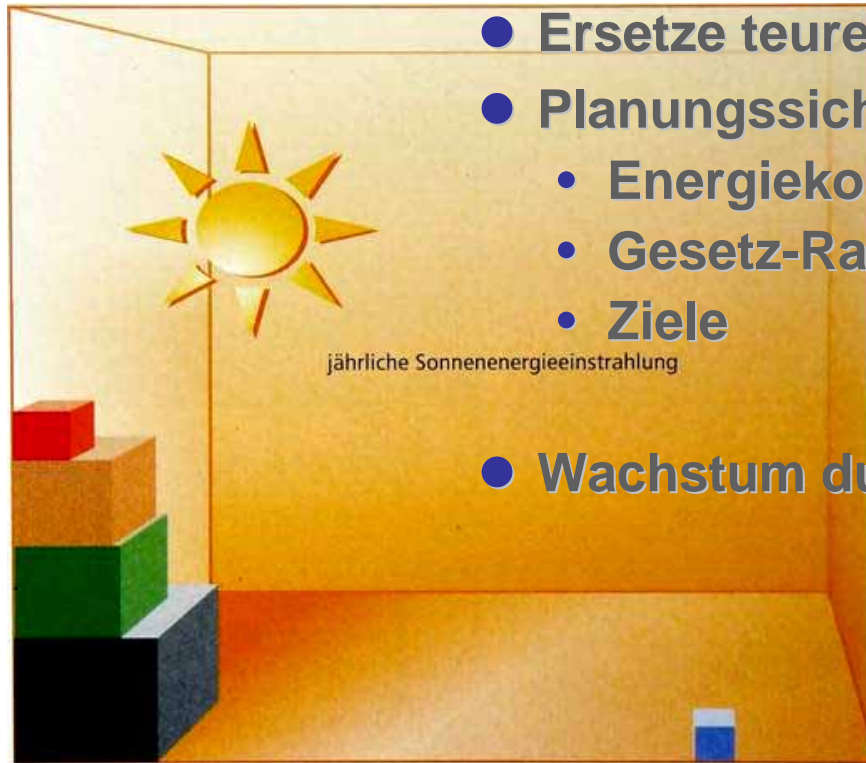


- Rasanter Verbrauch
- Preisanstieg
- Umverteilung mit allen Konsequenzen
- Effizienz
- Alternativen
- Rationierung

Folgen ?



Wechsel



- Ersetze teure Energie durch Wissen
- Planungssicherheit
 - Energiekonzept
 - Gesetz-Rahmen
 - Ziele
- Wachstum durch Dezentralisierung



Uran



Erdgas



Erdöl



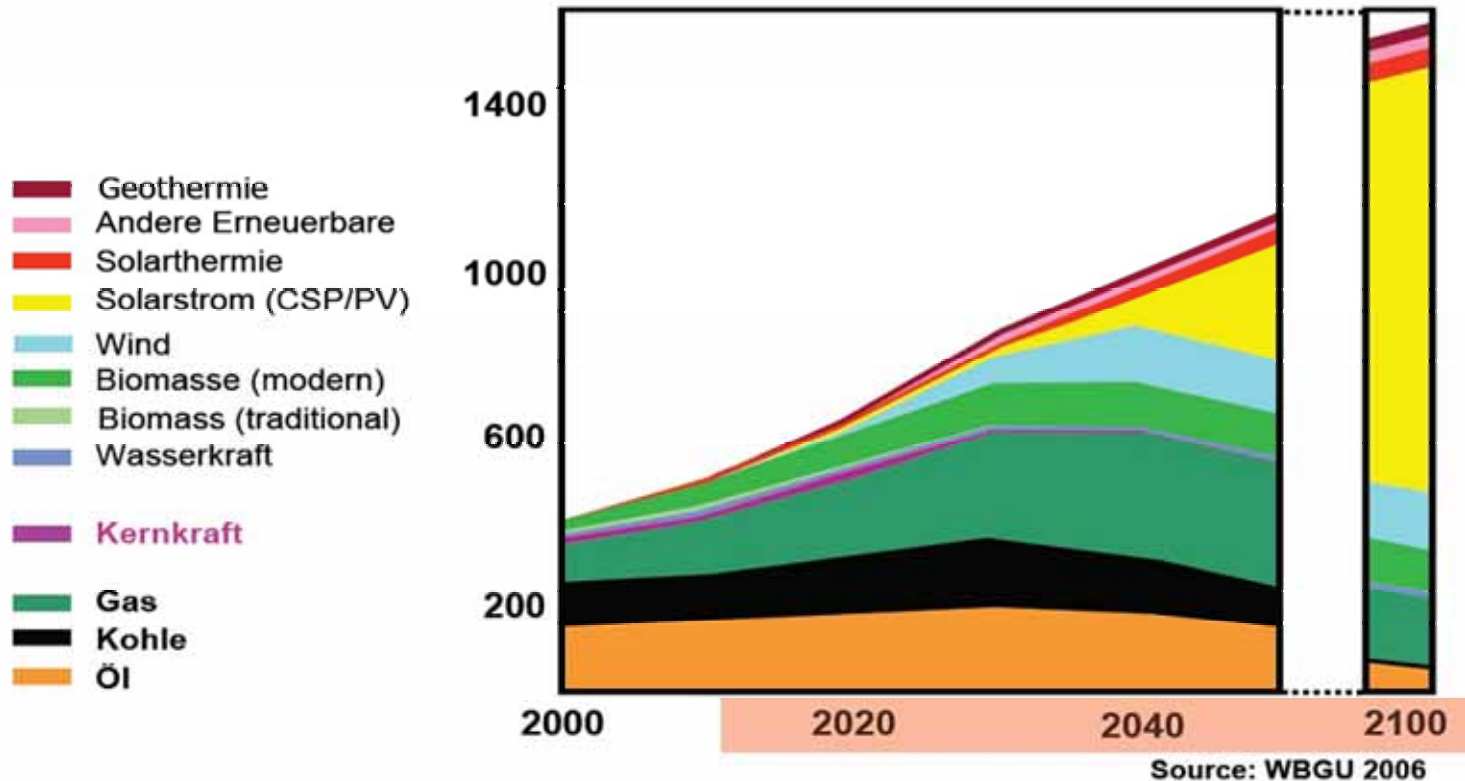
Kohle



Jährlicher Welt-
energieverbrauch

Energie Mix im Wandel

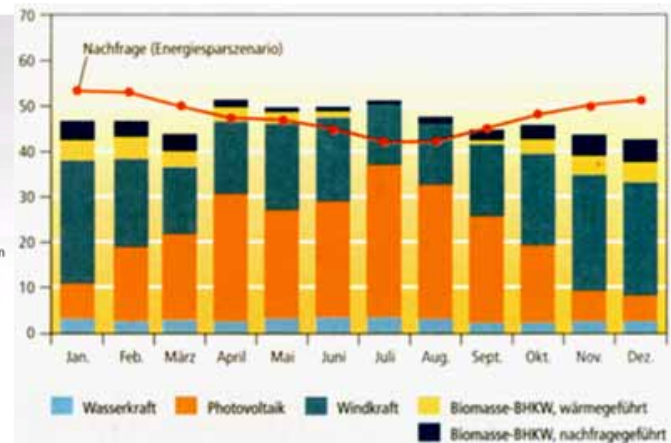
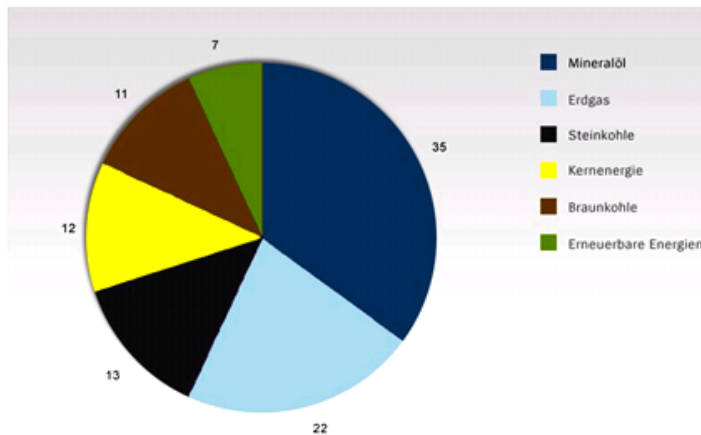
In den nächsten 50 Jahren verdoppelt sich der Energiebedarf
Erneuerbare Energie ist die einzige verfügbare Lösung





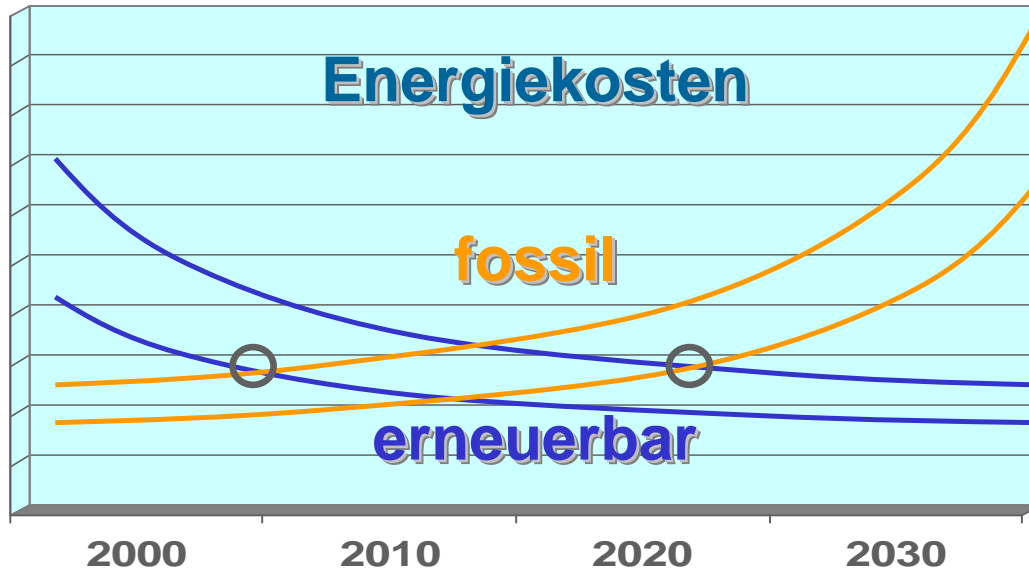
- Erneuerbare Energie ist dringend nötig
Ausschließliche Versorgung ist möglich
- Energetische Rücklaufzeit 3-6 Jahre
- Finanzielle Rücklaufzeit 9-12 Jahre
- Recyclingfreundlich

Primärenergieverbrauch in Deutschland 2008
in Prozent



Chancen

Kosten-Parität schafft Chancen



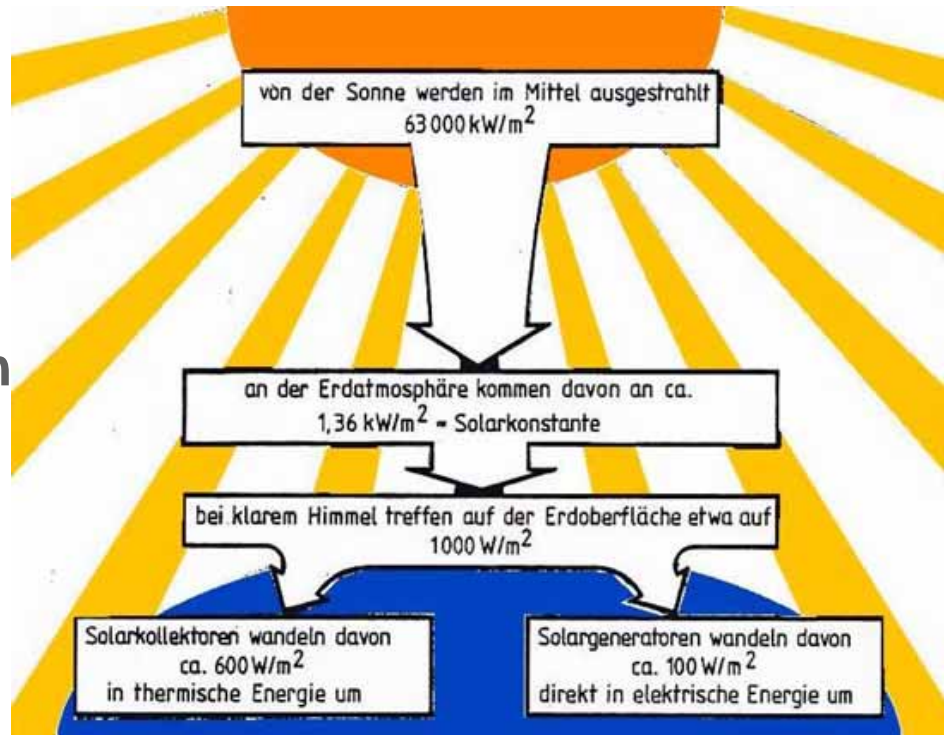
Wirtschaftliche EE
Anwendung

Früh:
Low RE > High FE

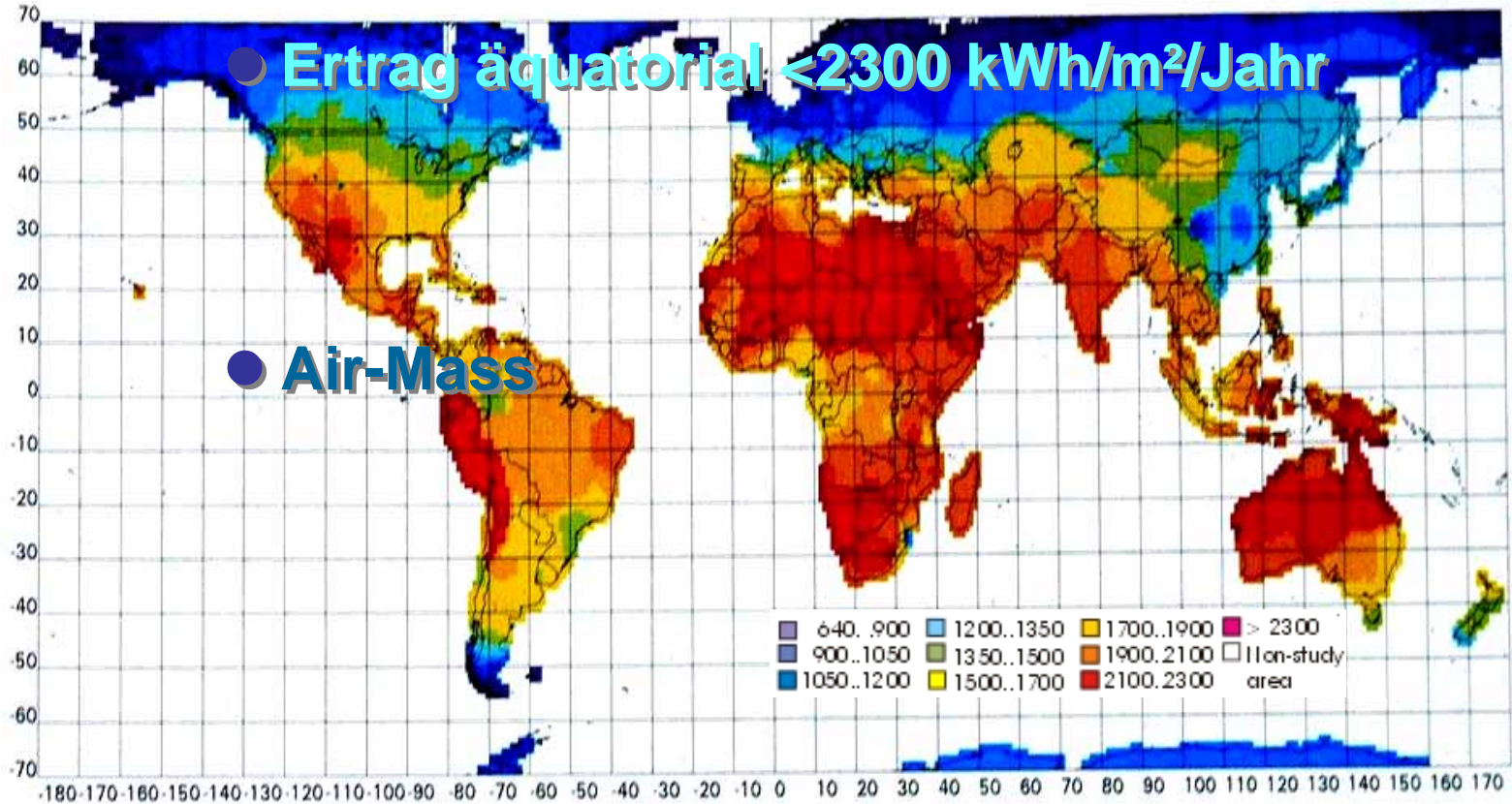
Schließlich:
High RE > Low FE

Energie Solar Angebot

- **Solarkollektoren**
wandeln
Wärmestrahlung
in Wärme
- **Solargeneratoren**
wandeln
Lichtenergie
in elektr. Strom



Energie Solar Ernte

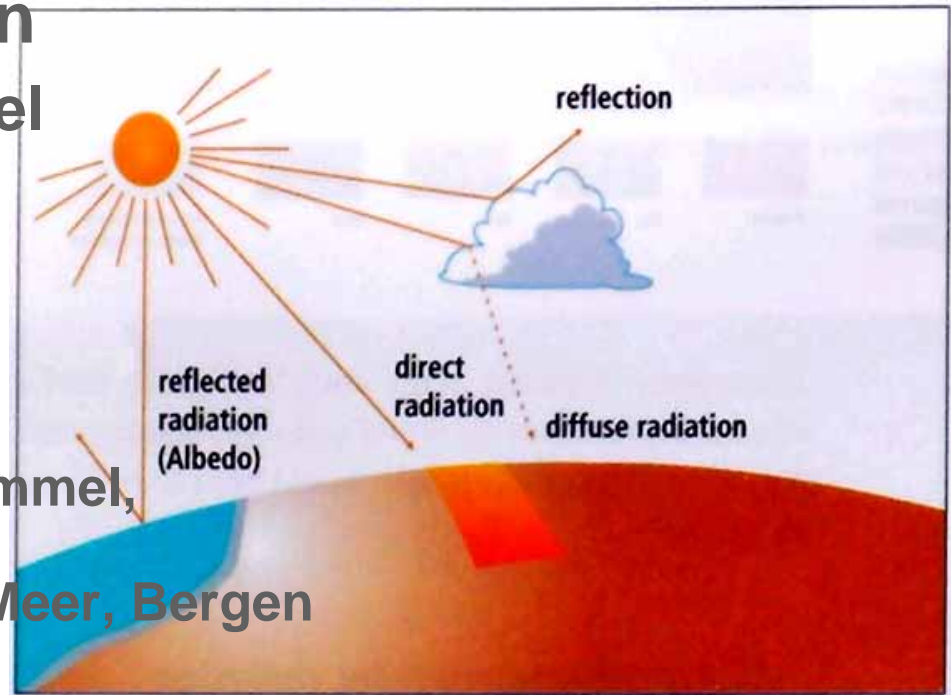


Energie Einstrahlung

Einstrahlung=Irradiation

hängt ab von

- Sonnen-Winkel
- Atmosphäre
- Reflektion
- Optimum:
klarer blauer Himmel,
weisse Wolken,
Reflektion von Meer, Bergen



Energie Strahlung

● Globalstrahlung [kWh/m²/d]

Direkt
Diffus
Reflektion

● Berechenbar (geringe Varianz)

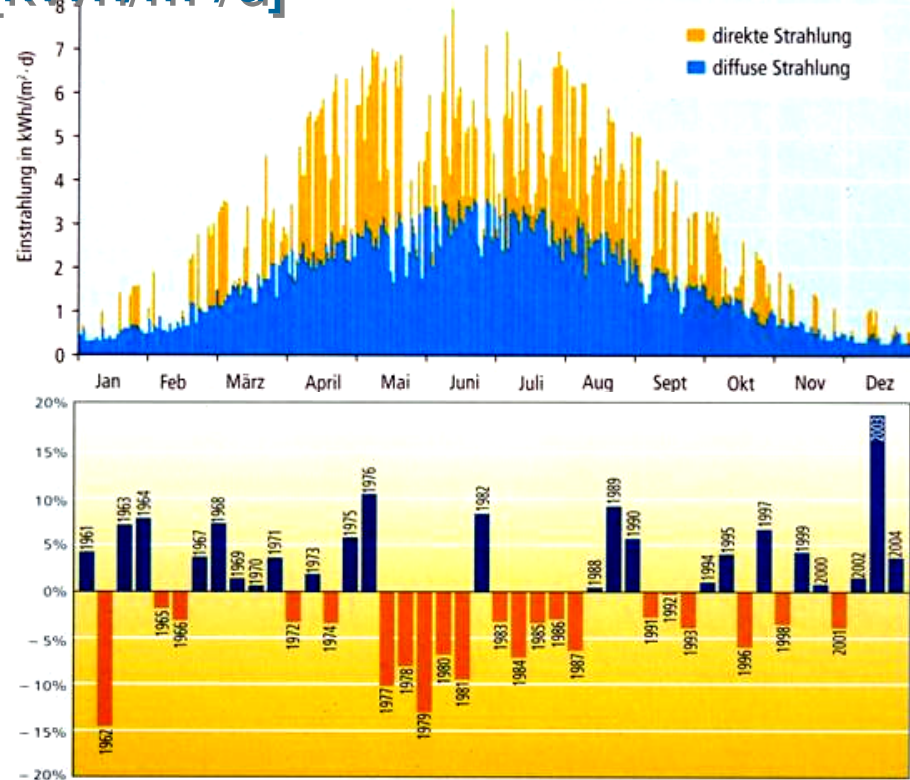
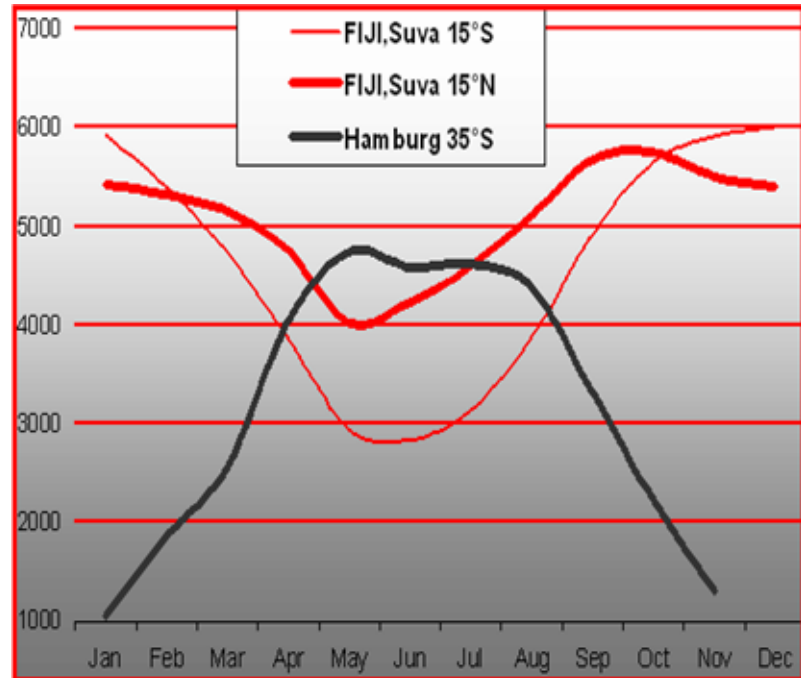


Bild 2-27: Globalstrahlung auf die Horizontale in Berlin seit 1961
Abweichung vom langjährigen Mittelwert der Globalstrahlung [Daten: FU Berlin-Dahlem, DWD]

Jahresprofil

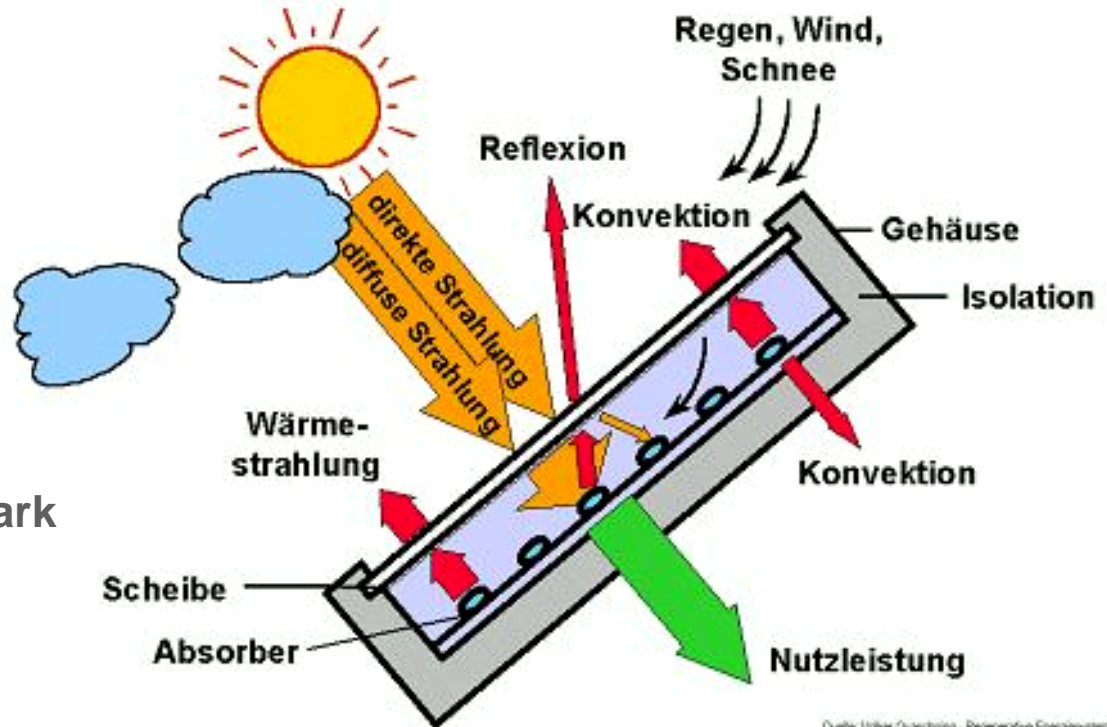
- Tagesernte 4 kWh/m²/d überall möglich
- Jahresernte äquatorial gleichmäßiger, höher (Fiji 1900 / Hamburg 900 kWh/m²/a)
- Neigung, Temperatur, Klarheit beeinflussen



Sonnenwärme:
Kollektorfunktion

● Solarkollektor

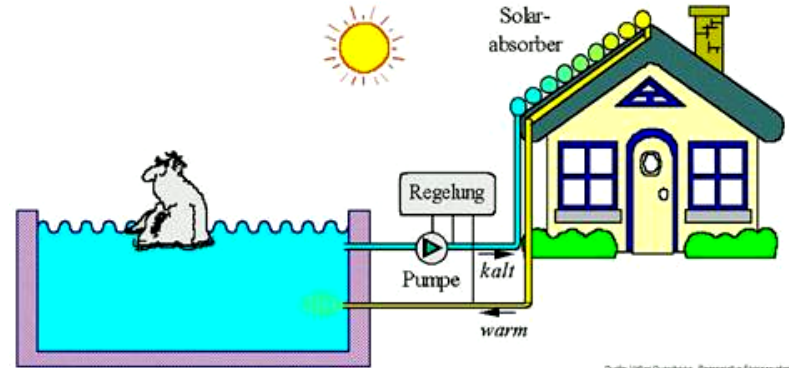
● Solar Keymark



Quelle: Viktor Guasching - Regenerative Energiesysteme

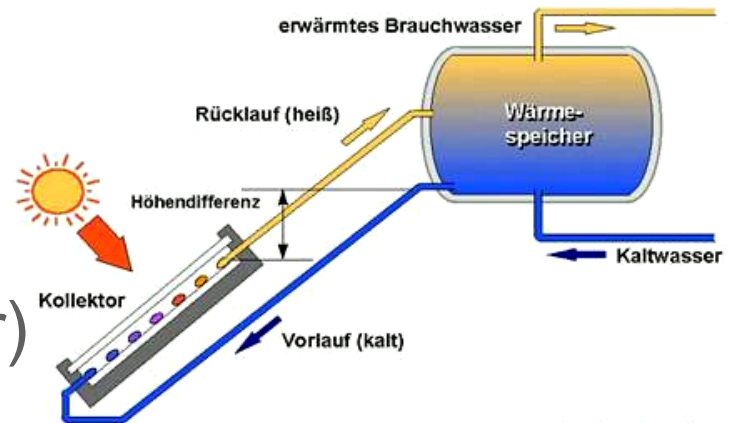
Sonnenwärme:
Bauarten

- **Offen**
(Schwimmbad)



Quelle: Völkler-Quaschnig - Regenerative Energiesysteme

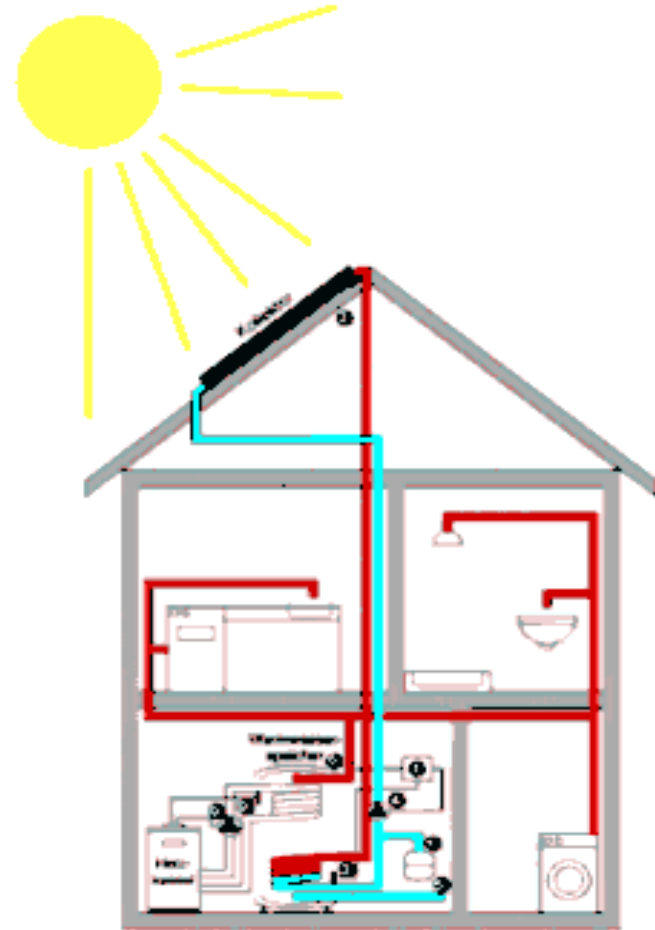
- **Thermosyphon**
(Schwerkraft,
Speicherkollektor)



Quelle: Völkler-Quaschnig - Regenerative Energiesysteme

Sonnenwärme:
Komponenten

- Solarkollektor
- Montagestruktur
- Pufferspeicher
- Steuergruppe

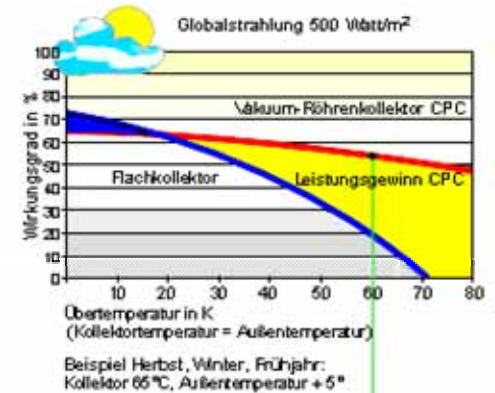
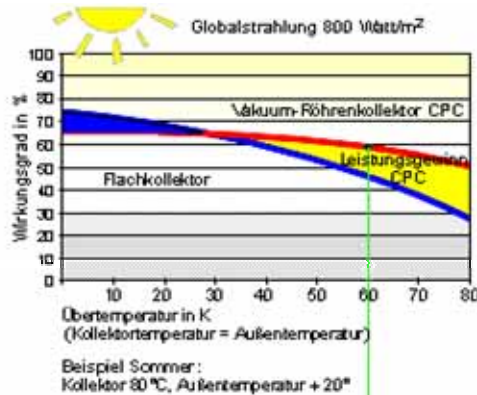


Sonnenwärme:
Röhrenkollektor

● Bauart

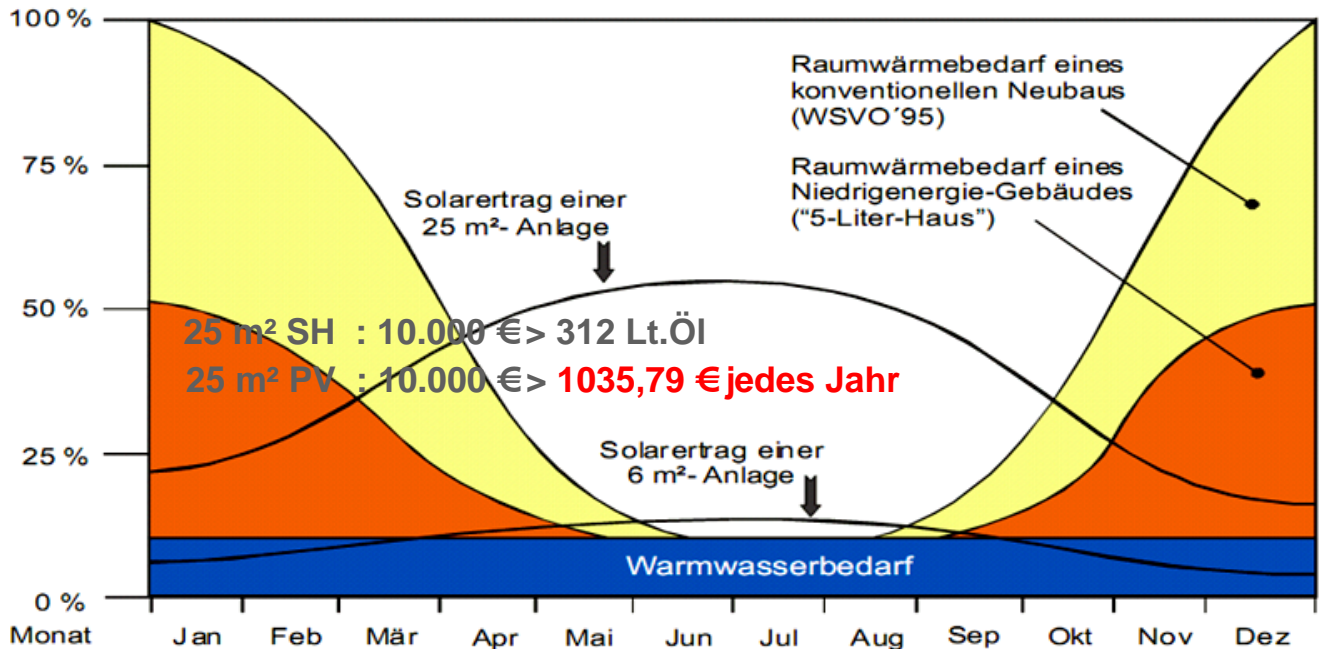


● Wirkungsgrad



Nutzbarer Ertrag

- Thermie verliert Sommerüberschüsse
- PV nutzt besonders Sommereinstrahlung



Nutzungen

- **Trocknung**
- **Entsalzung**
- **Kühlung**
- **Prozeßwärme**

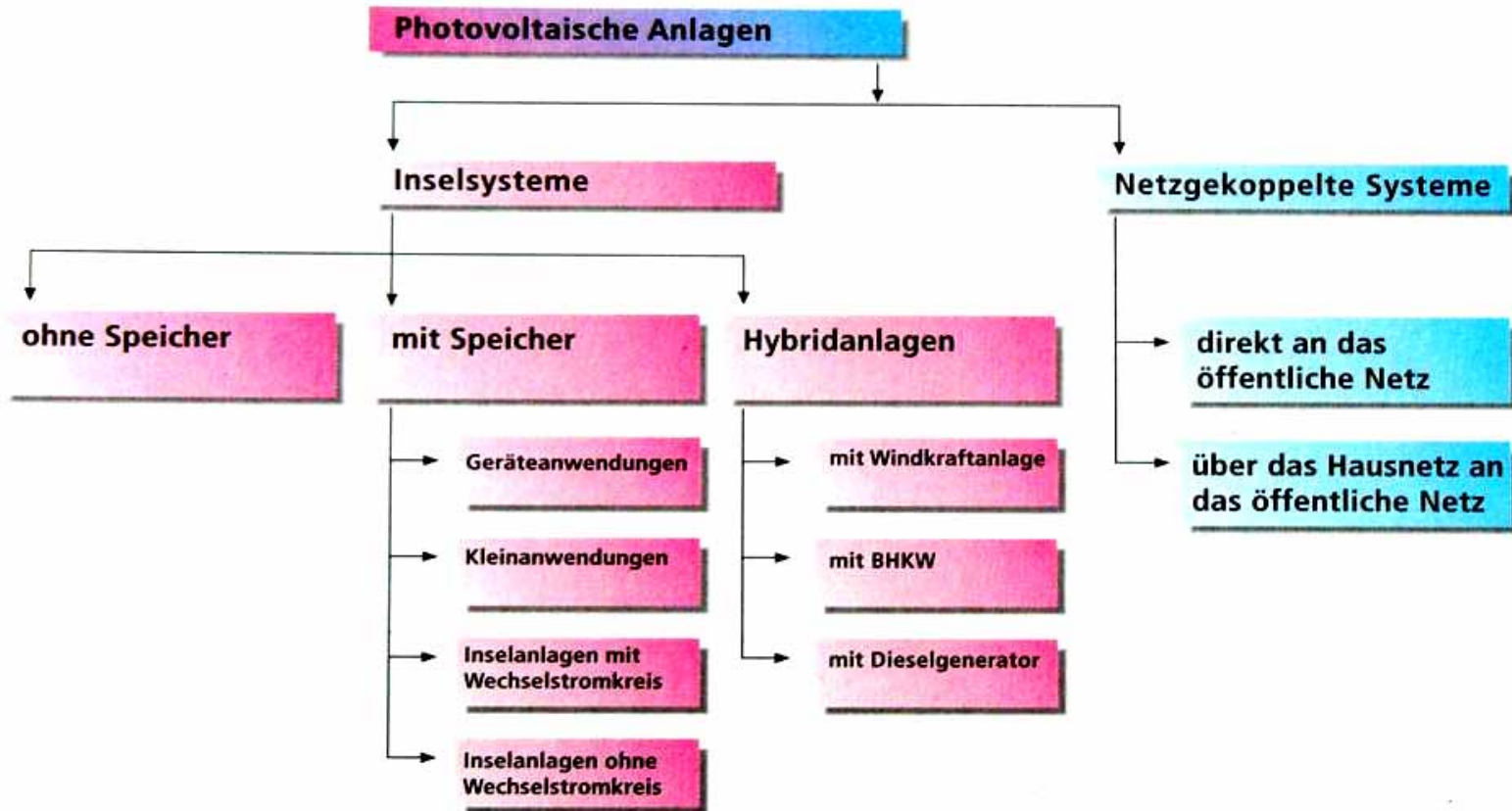


Nutzungen

- **Stromerzeugung**
Concentrating Solar Plant



Photovoltaik Systeme

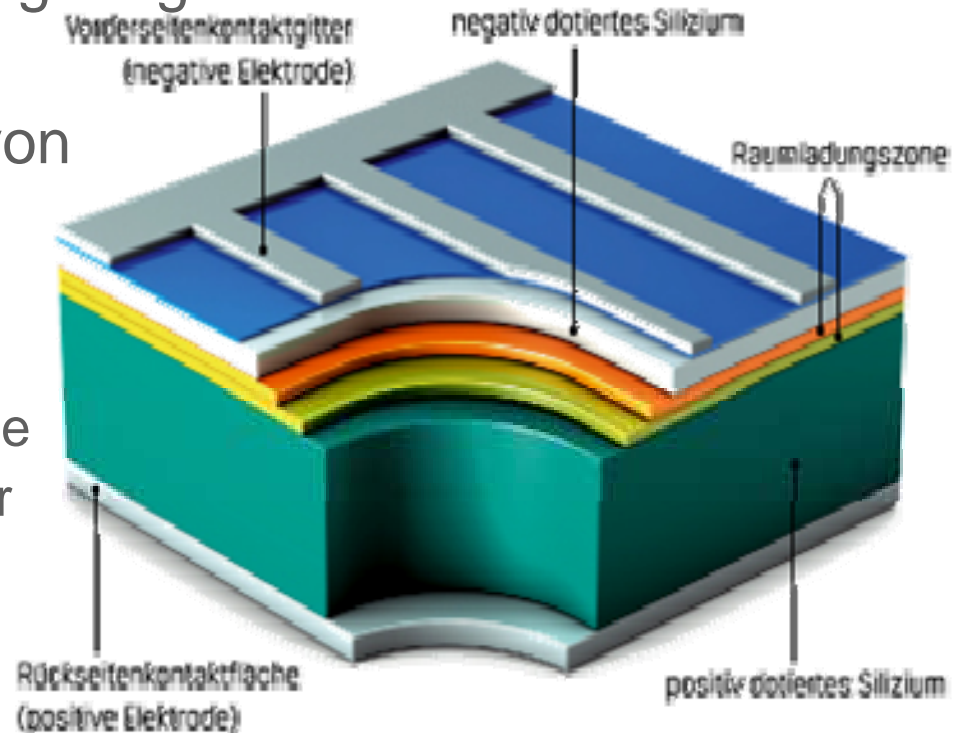


Photovoltaischer Effekt

- **Lichtenergie**
trennt Ladungsträger im Halbleiter

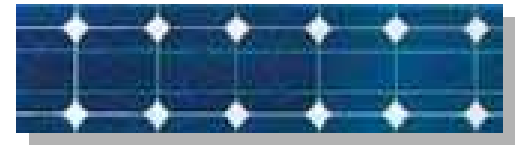
- **Abhängig von**

- Material
- Dicke
- Lichtstärke
- Wellenlänge
- Temperatur

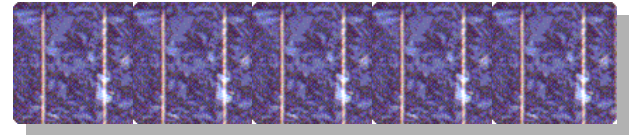


Zellenmaterial

- **Monokristallin** 110-160 W/m²



- **Polykristallin** 100-140 W/m²



- **Dünnschicht** 60-105 W/m²

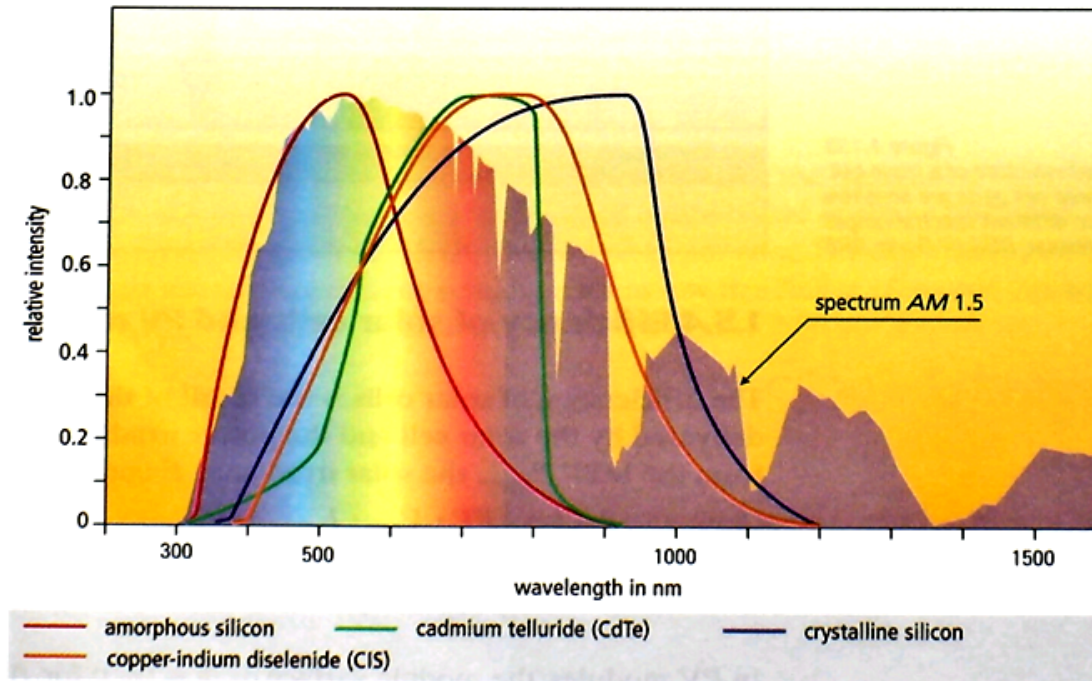


- **Amorph-Si** 40-80 W/m²



Empfindlichkeit

- Spektrale Empfindlichkeit von Solarzellen



Material

Kristalline Solarzelle

- Guter Ertrag bei Direktstrahlung
- Eignet sich für Aufständerung
- Rationelle Montage
- Wechselrichter
 - Trafolos
 - günstig
 - Zentral



Material

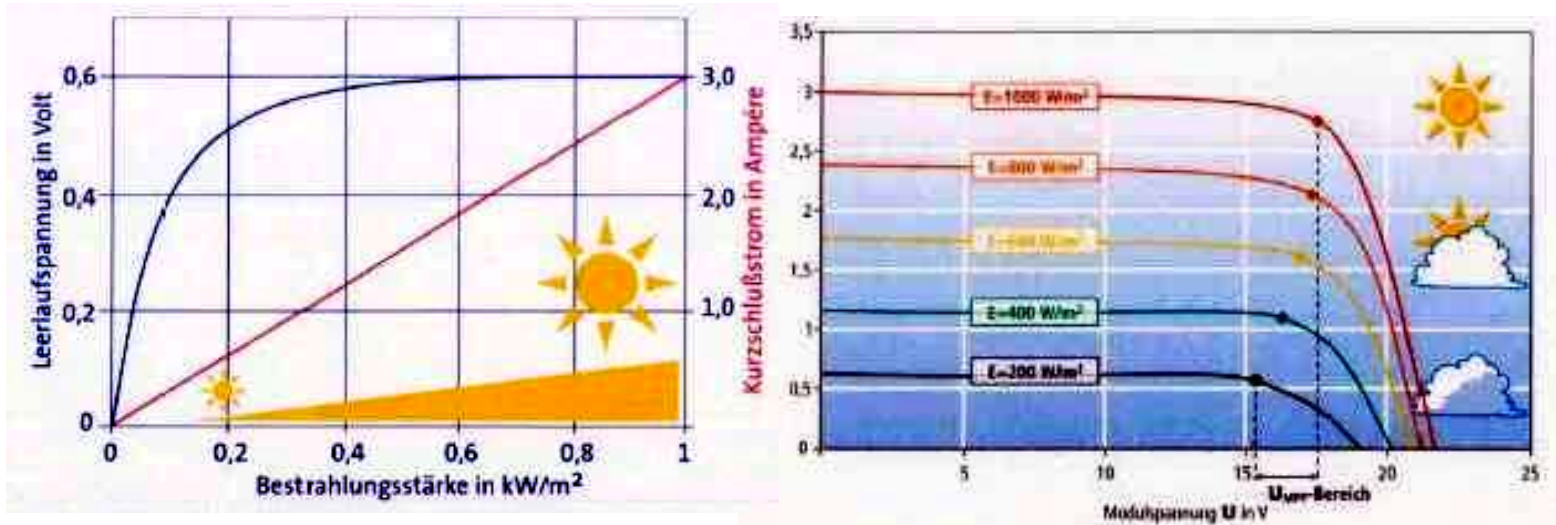
Dünnschicht-Solarzelle

- **Günstig bei schwieriger Dachlage, großer Fläche**
- **Attraktiver Preis**
- **Mehr Montageaufwand**
- **Wechselrichter**
 - **Trafo (HF)**
 - **Galv.Trennung**
 - **MIX (Staffel)**



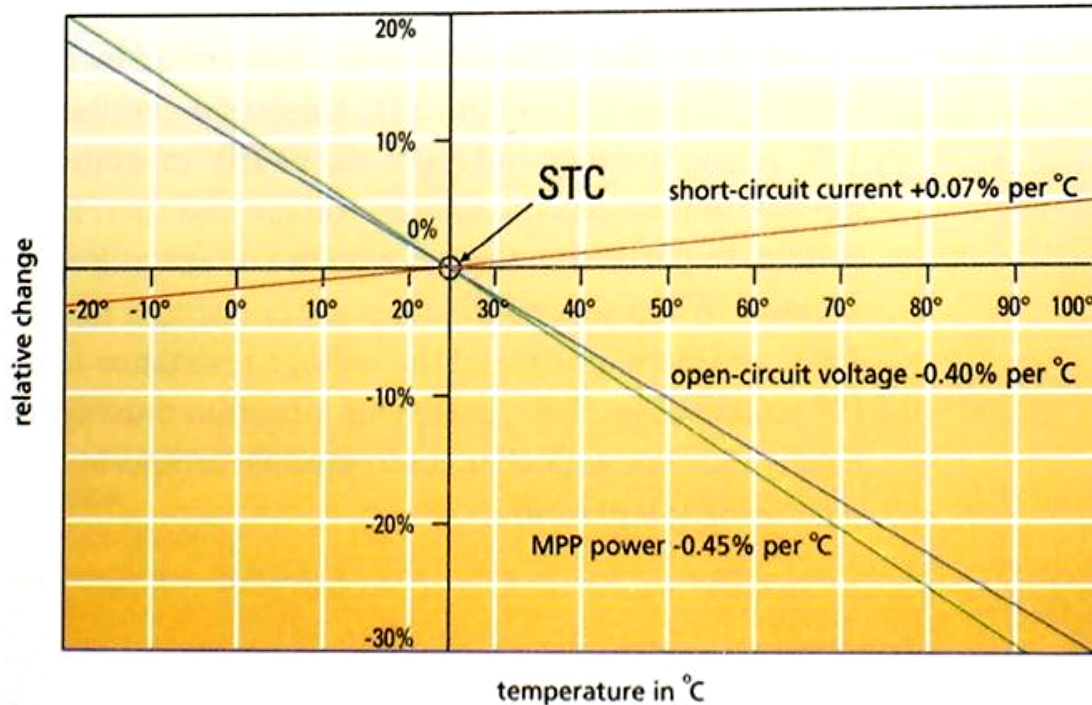
Kennlinie

- Strom/Spannung der Solarzelle über Einstrahlung



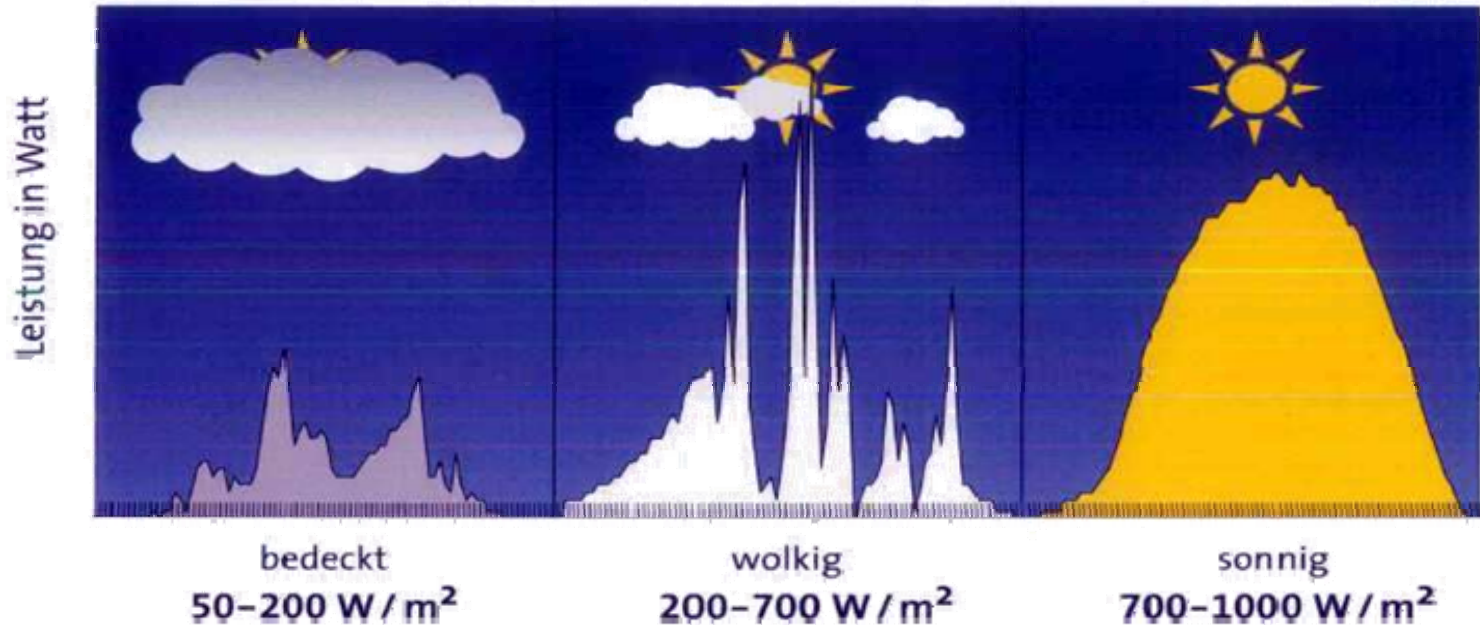
Kennlinie

- Temperatureffekt der Solarzellen



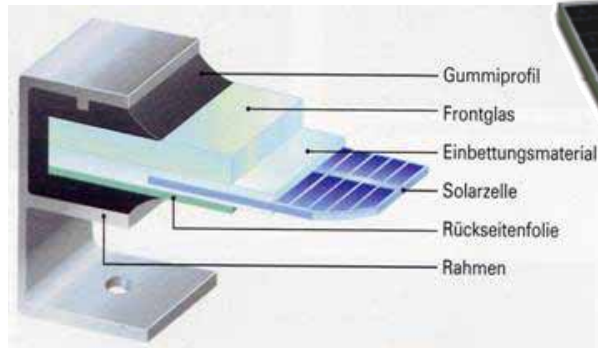
Ertrag

- Variation der Bestrahlungsstärke



PV-Aufbau

- von der Zelle
- zum Modul



- zum Generator



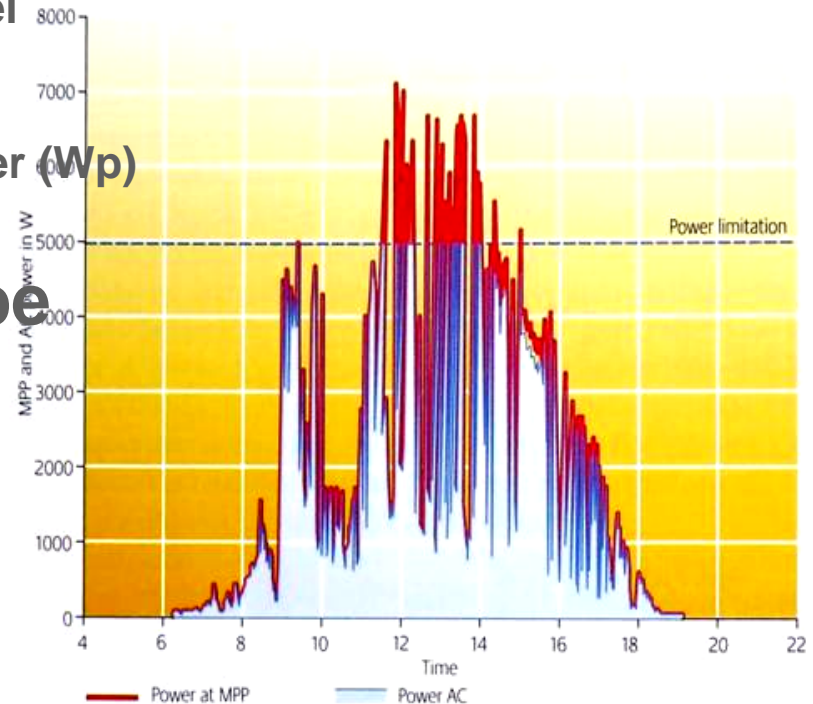
Generator
Entwurf

Solar Generator

- Module in serie/parallel ergeben gewünschte Spannung/Strom
- Kenngröße Peak-Power (Wp)
- Produziert nicht stetig

Leistungsabgabe abhängig von

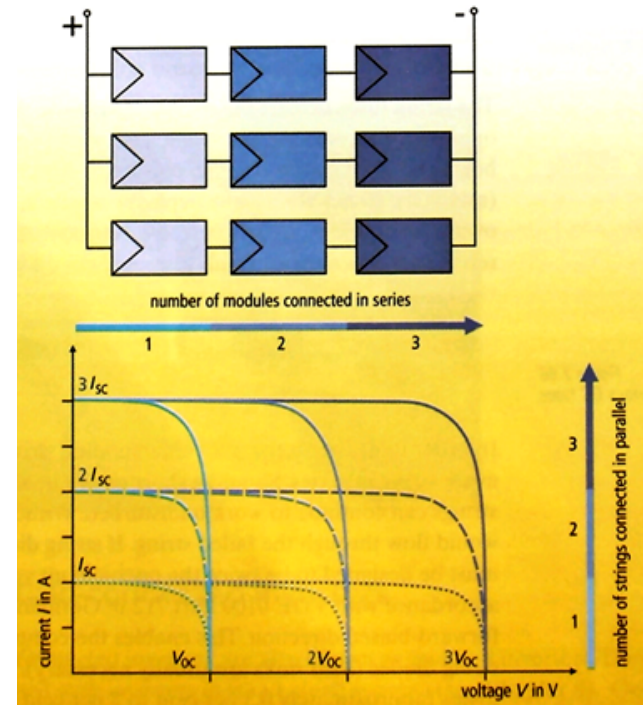
- Wetter (Einstrahlung, Temperatur)
- Neigung
- Beschattung
- Matching



Generator Verschaltung

Solar Generator

- Module in Serie (STRING) bestimmen
Betriebsspannung
(Obergrenze Modul/Wandler)
- Nur passende Module in Serie
- Parallele Strings bestimmen
den maximalstrom (Grenze
Wandler)
- Nur ähnliche Strings parallel
- Polarität beachten

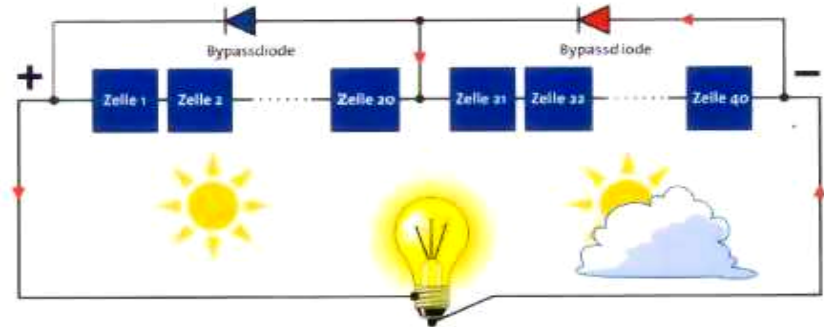


Modul
Verschaltung

ACHTUNG

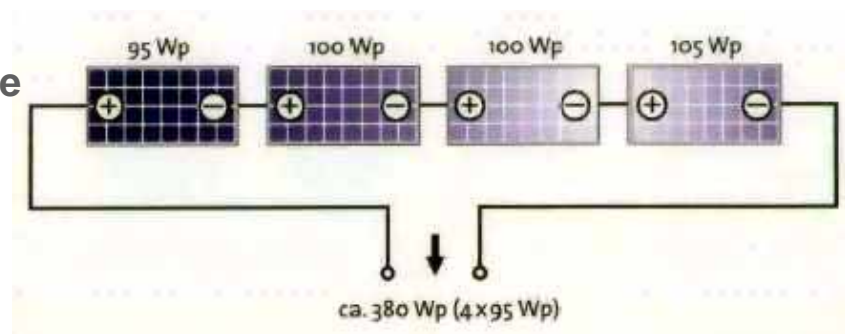
- **Modul:**
Serienschaltung Zellen

- Hot-Spot
- Bypass



- **Generator:**
Serienschaltung Module

- Verschattung
- Matching

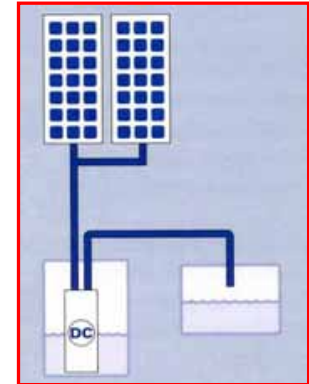
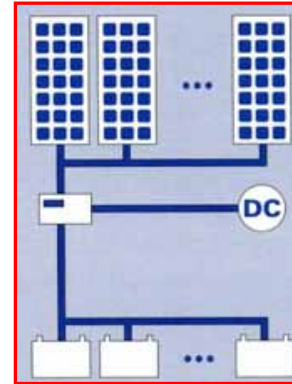
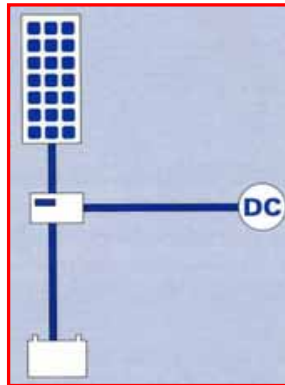




Photovoltaik Systeme

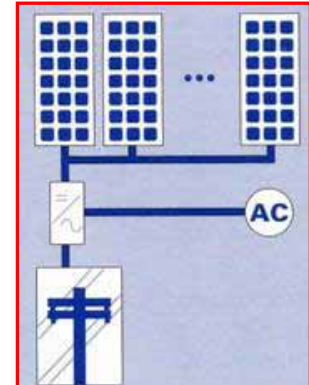
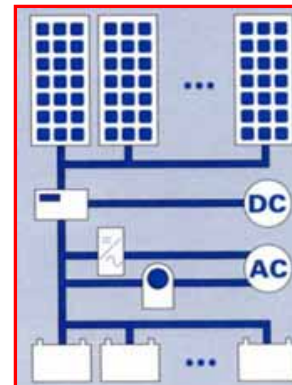
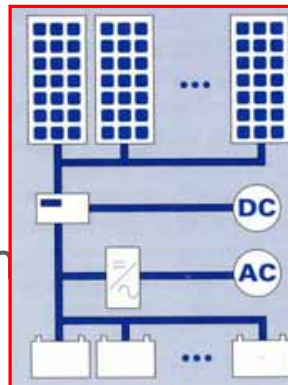
- **DC Systeme:**

- SHS klein
- SHS plus
- PV Pumpe



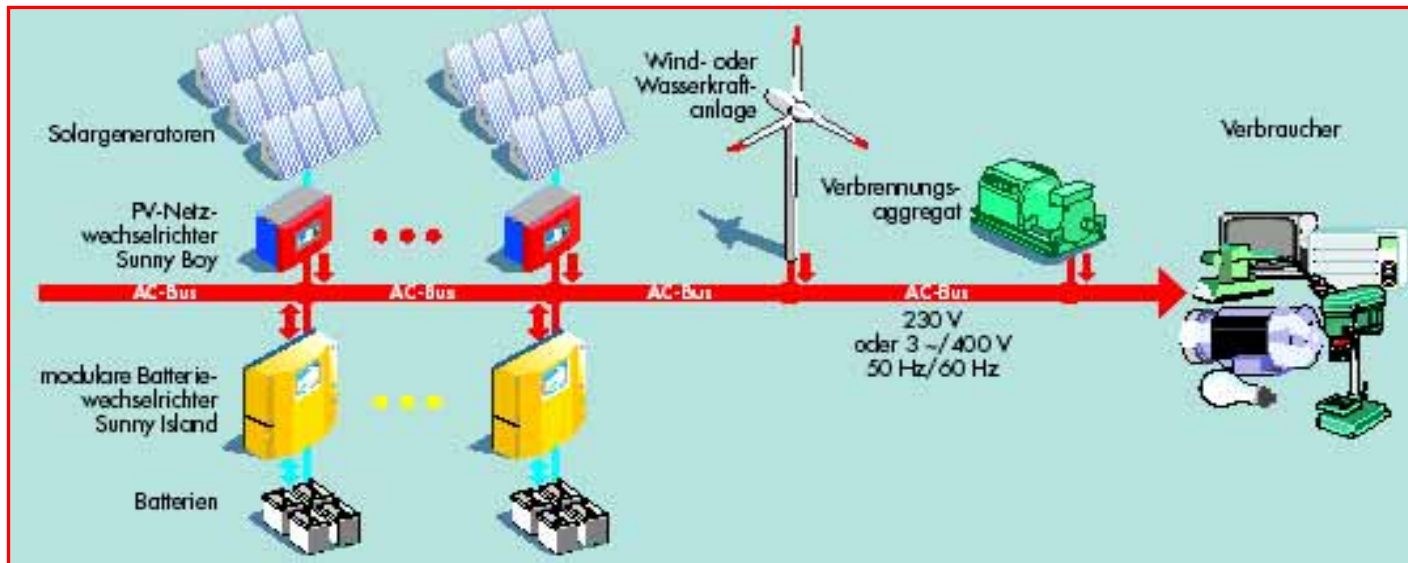
- **AC Systeme:**

- SHS+AC
- Hybrid System
- Netzkopplung



Photovoltaik Mini-Grid

- Erweiterbar (1- bis 3-Phasen, parallel)
- Optimale Batterielebensdauer durch intelligentes Lade- Last- und Netz-Management
- Komfortable Diagnose (Wartung, Fernüberwachung)





Photovoltaik Mini-Grid AC-Bus

- Bi-direktionale Wandler
- Besser als öfftl. Netz
- Modulare Kombination von PV / Wind / Dieselgenerator
- Einfache Auslegung durch Kopplung aller Komponenten im eigenen AC Bus
- Ausbau vom Einzelhaus zur Dorfversorgung (3 to 100 kW)





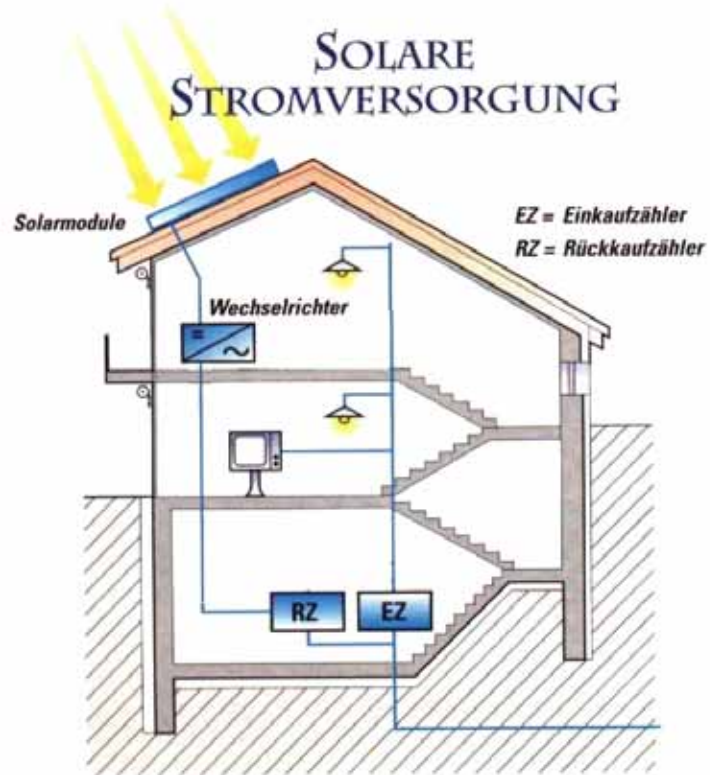
Photovoltaik
Mini-Grid Hybride

Vorteile PV Hybrid-Systeme:

- **Spitzenlast** (saisonale Stärkung)
- **Unabhängigkeit**
(bei Treibstoffmangel, Ausfall von Netz oder Generator)
- **Sicherheit** (Backup, Lastspitzen, Autonomie)
- **Netzstützung** (bei Spannungseinbrüchen,
Lastschwankungen)

PV-Netz Komponenten

- Solarmodule
- Montagestruktur
- Wechselrichter
- Einspeisezähler



PV-Netz Auslegung

- **Dimensionierung Generator**
 - Verfügbare Fläche
 - Geeignete Fläche
 - Kundenwunsch
- **Dimensionierung Wechselrichter**
 - Generatorleistung
 - Stringlänge
- **Dimensionierung Komponenten**
 - Halterung
 - Leitungen
 - Anschlußkasten
 - Zählerkasten
- **Kostenkalkulation**



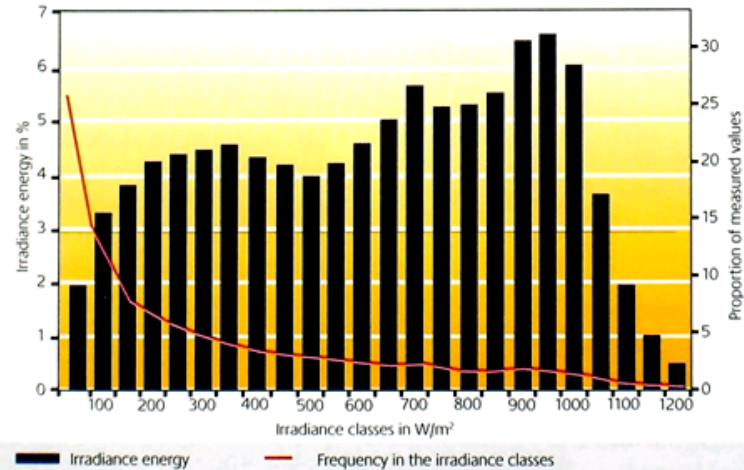


PV-Netz
Wandler

- **Aufgabe Netz-Wechselrichter**
 - Wandelt PV-DC in Netz-AC
 - Schützt Generator und Netz
 - Maximaler Wirkungsgrad



Häufigkeit
Eingangsleistung





PV-Netz Wandler

- **Parameter**
 - Wirkungsgrad
 - MPP-Tracking
 - Leistungsbereich
 - Spannungsbereich
 - Maximalspannung
 - Instrumente
 - Netzsicherheit
 - Garantie



PV-Netz Dachlage

- **Aufdach**



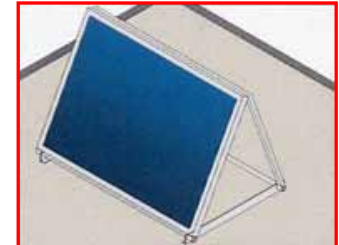
- **Fassade**



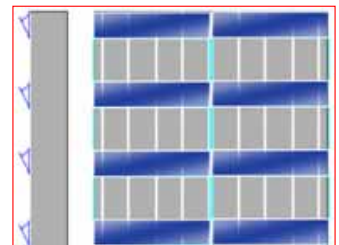
100 qm Dachfläche bringen

	Leistung	Ertrag	Kosten	Wert
	kWp	kWh / kWp	€/kWp	Wh / €
Aufdach S/35° kristallin	14,2	869	3000	290
Aufdach S/35° Dünnschicht	10,4	937	2650	354
Aufdach O/10° Dünnschicht	10,4	799	2650	301
Aufdach O/10° kristallin	14,2	725	3000	242
Aufständerung O/W kristallin	7	876	3200	273
Fassade kristallin	14	600	3800	158

- **Aufständerung**

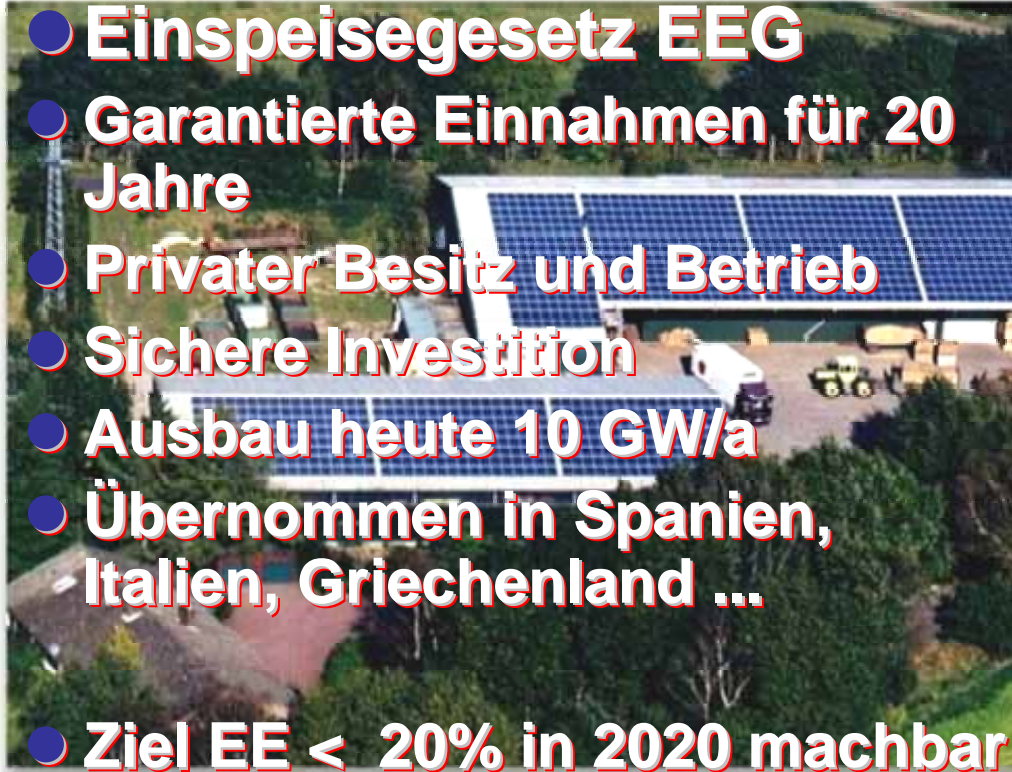


- **Ost/West Dach**





PV-Netz
Förderung

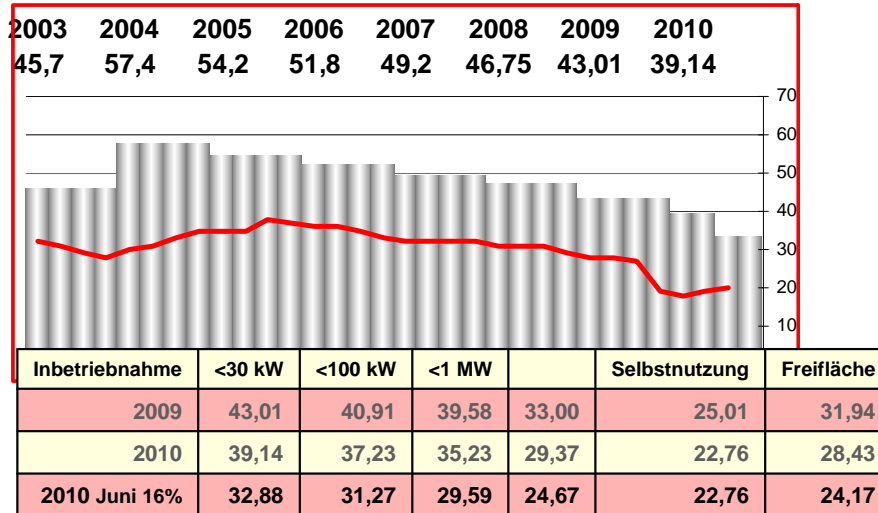
- 
- **Einspeisegesetz EEG**
 - **Garantierte Einnahmen für 20 Jahre**
 - **Privater Besitz und Betrieb**
 - **Sichere Investition**
 - **Ausbau heute 10 GW/a**
 - **Übernommen in Spanien, Italien, Griechenland ...**
 - **Ziel EE < 20% in 2020 machbar**



PV-Netz

Förderung : EEG

- Umlagefinanzierung – **keine** Staatssubvention
- Einspeise-Vergütungen gestaffelt nach Leistung
- Tarifsenkung. Ab 2009 7-11%, nach Zubau
- Festpreis für 20+ Jahre = Planungssicherheit
- Bonus Selbstnutzung / Fassade entfällt / Freifläche weg



- Finanzierungen
- KfW „Erneuerbare Energien“ eff. ab 4%
- Hausbank 3,75%
- Eigenkapital
- Beteiligungsanlagen



Alternativen Förderung

- **Steuervorteil** (zB Abschreibungen)
- **Net metering** (nur Überschuss wird verkauft)
- **Quota** (Investoren kaufen Lizenzen)
- **Vergleich unterschiedlicher EE Versorgungen :**

Anwendung	Netz	Energie	Battery	Subsidy	Service	Metering
SHS	no	medium	klein	ja	Betreiber	kein
MiniGrid, einzel	yes	medium	medium	nein	Nutzer	kein
MiniGrid, Dorf	yes	mehr	groß	ja	Betreiber	alle
Netzanschluss	yes	alles	keine	keine	Nutzer	einfach