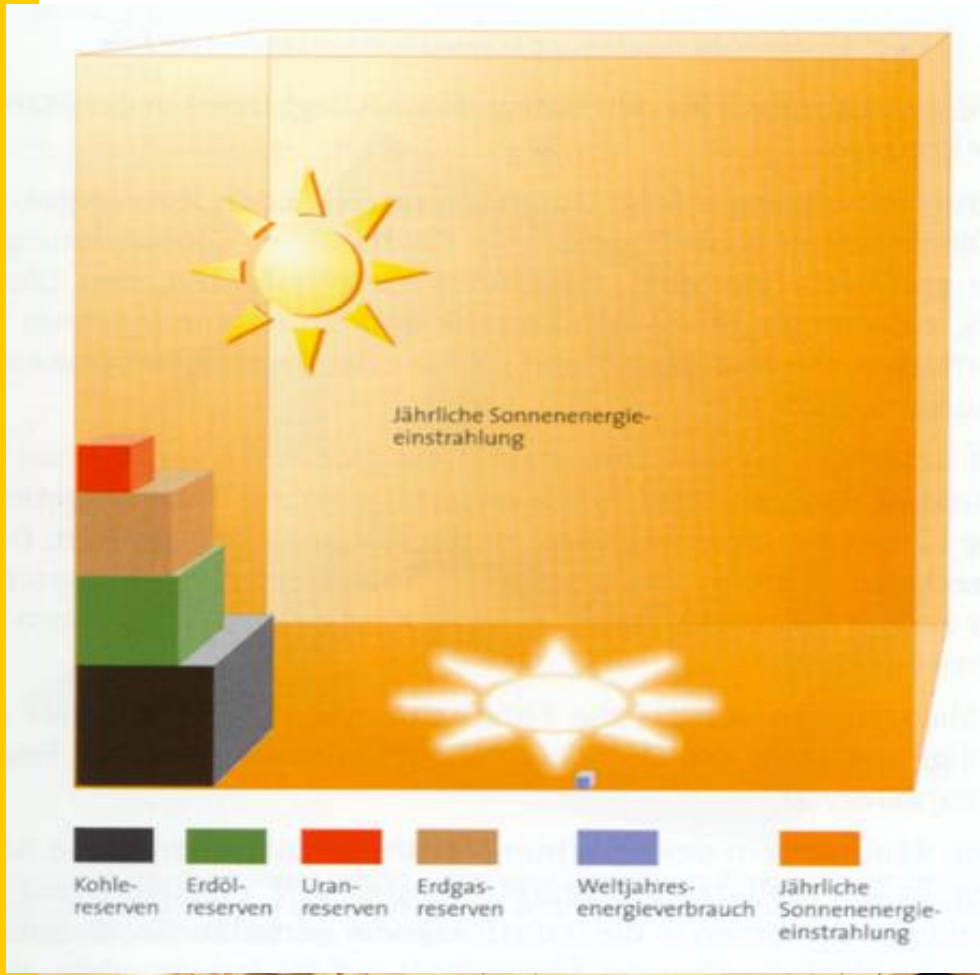
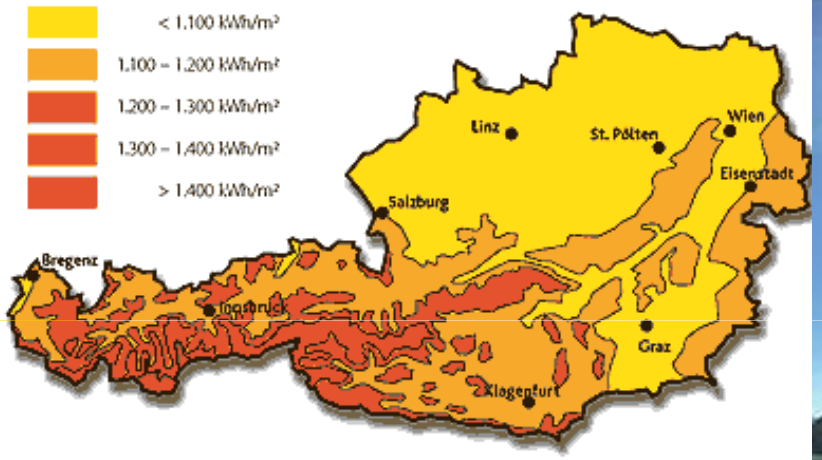
Lach dir die Sonne an
Photovoltaicanlagen - PV

DI Ralf Roggenbauer, BSc, MES
“Energieberatung“ NÖ

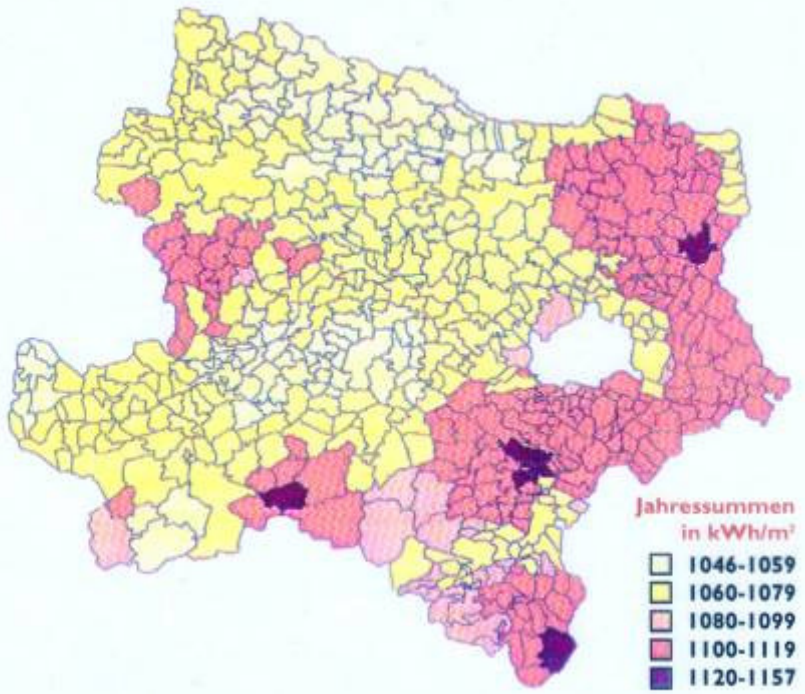
Energiequellen auf unserem Planeten



Die Sonne schickt uns in 3 Stunden soviel Energie, wie die gesamte Menschheit in einem Jahr verbraucht.

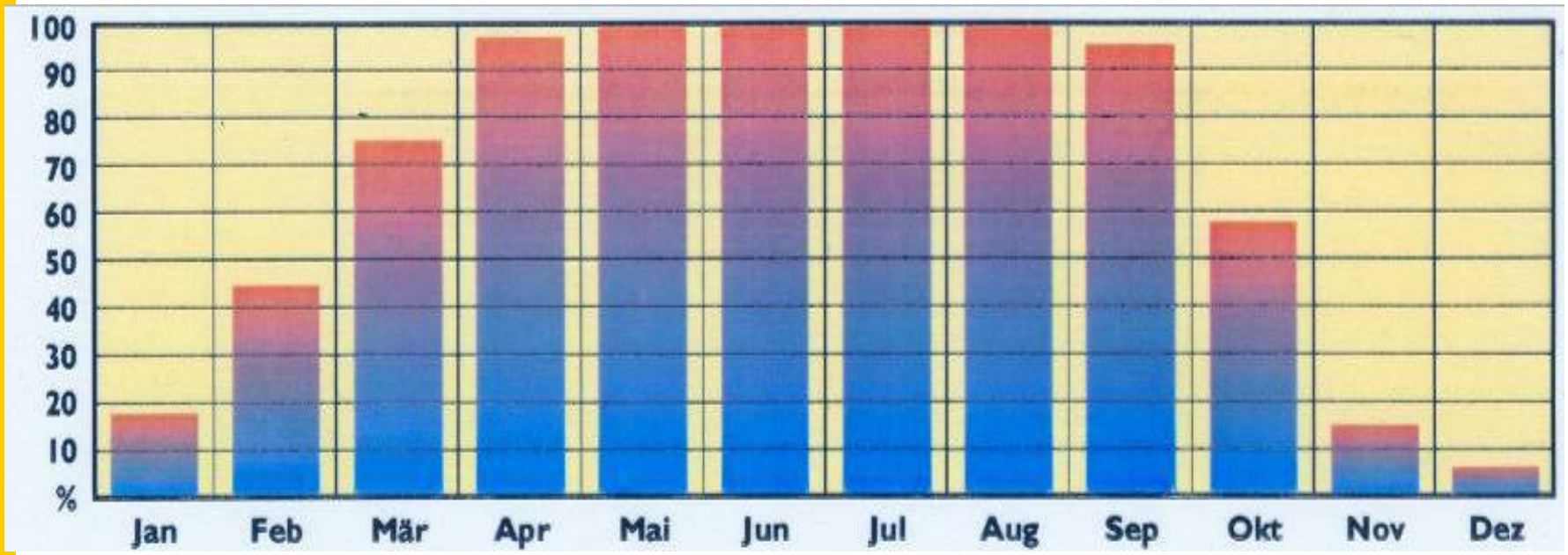


Globalstrahlung auf die horizontale Ebene:

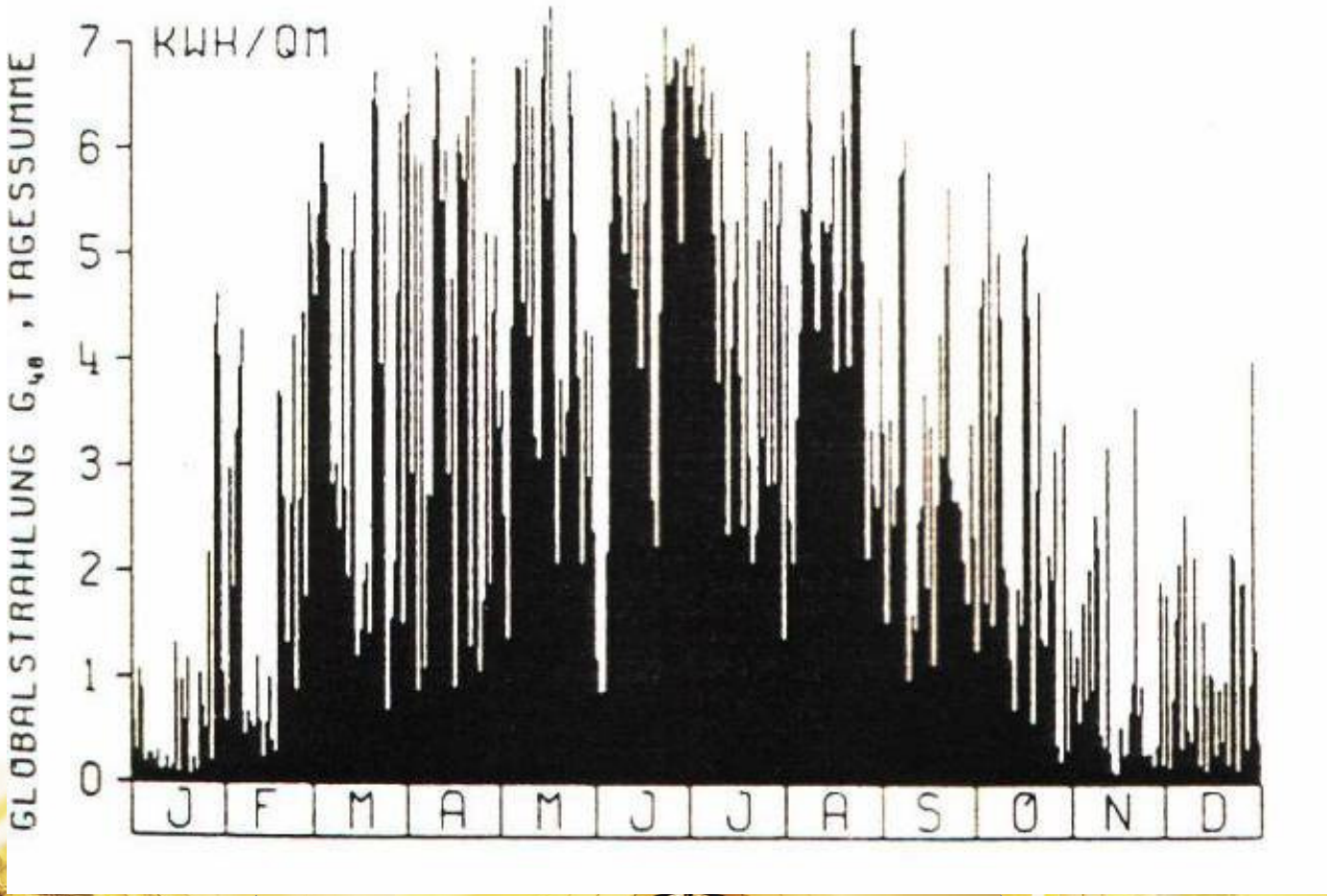


Quelle: NÖ Energiebericht 1995

Wann wieviel Sonne scheint



Solarenergieangebot – sehr hohe tägliche Schwankungen



Strom von der Sonne

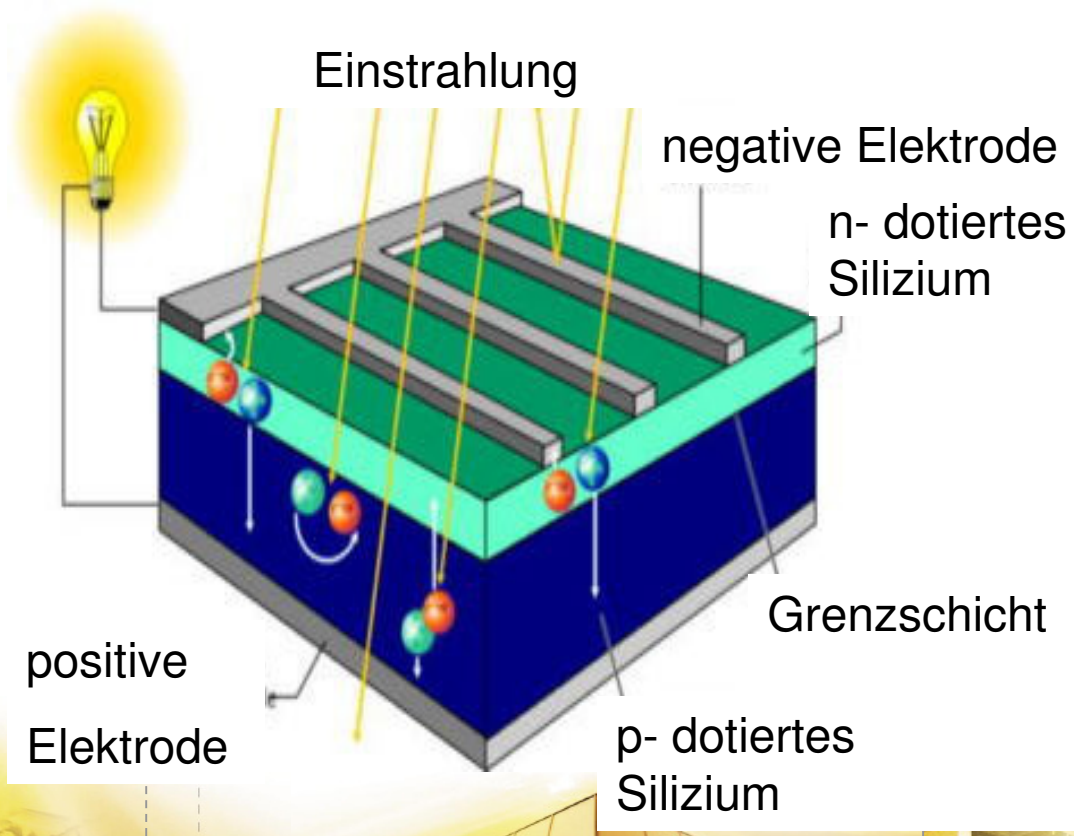
- Wie funktioniert Photovoltaik?
- Welche Photovoltaikanlagen gibt es?
- Was gilt es zu beachten?
- Wieviel produziert eine Anlage?

Begriffe

- Solarzelle (Wirkungsgrad)
- Solarmodul (Leistung)
- Anlagenleistung (Kilowatt Peak)
- Jahresertrag (Kilowattstunden)

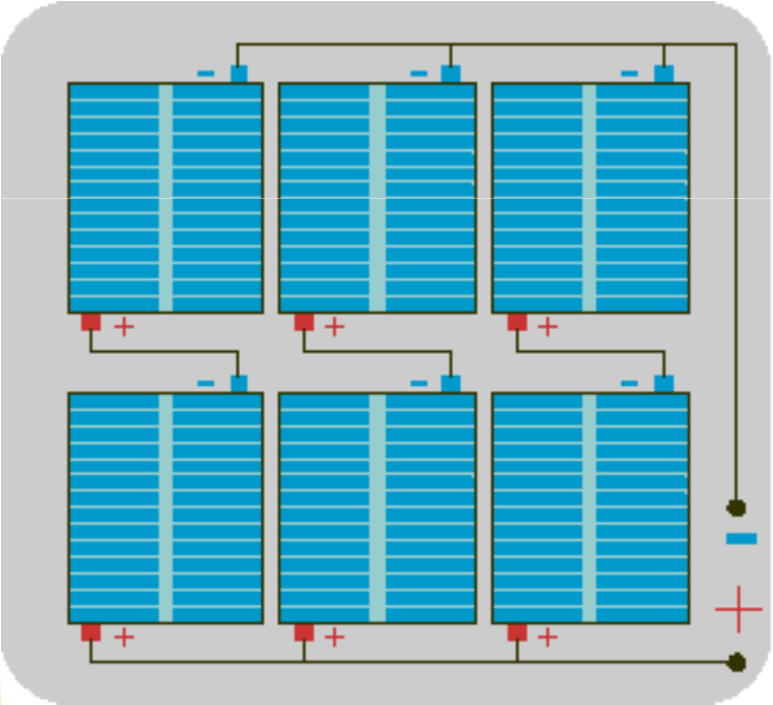
Wie funktioniert Photovoltaik?

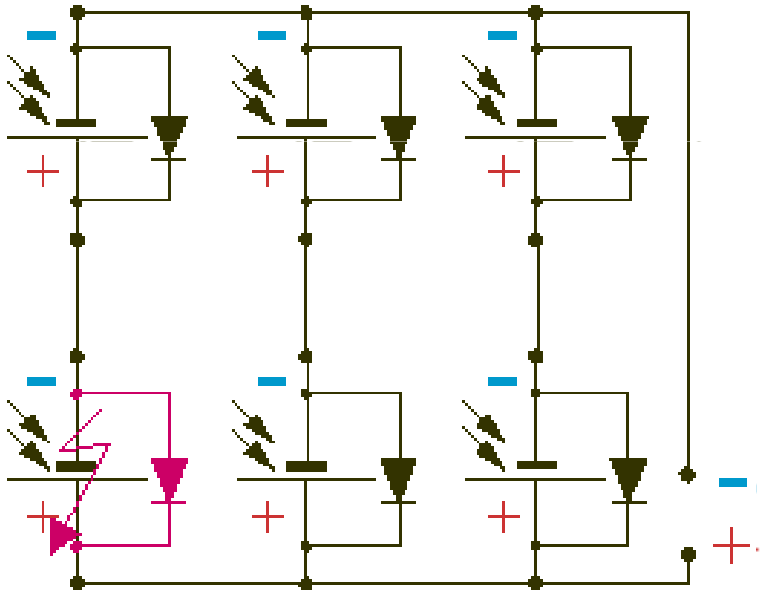
Photovoltaik wandelt Sonnenlicht direkt in Strom



Solarmodul

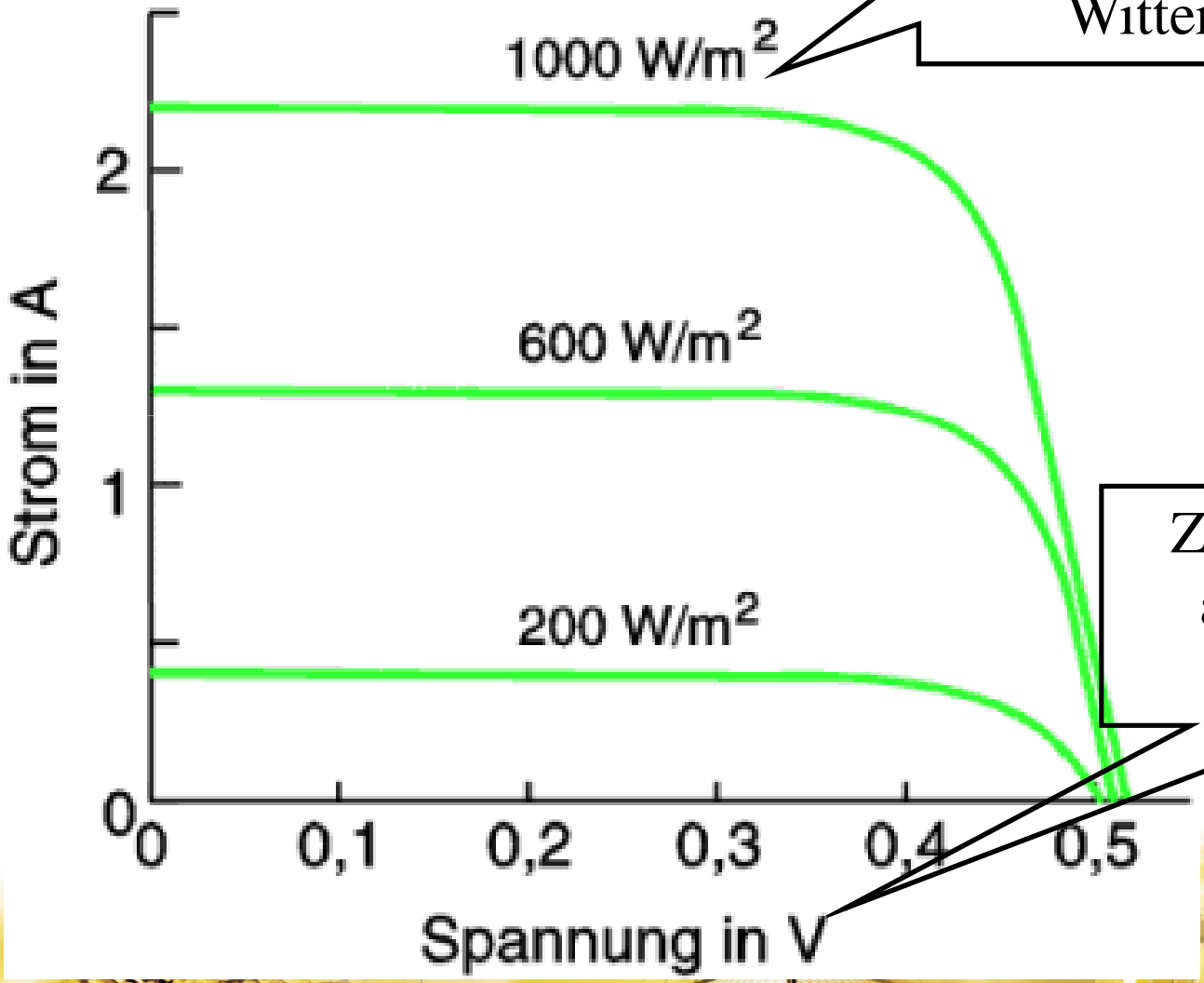
- Mehrere Solarzellen werden miteinander verschaltet





Schaltbild

Kennlinie einer Solarzelle



Einstrahlung, abhängig von der Witterung

Zellenspannung, abhängig vom Material

Arten von Solarzellen

- **Monokristalline Siliziumzellen**
  - + Hoher Wirkungsgrad (14-17%)
  - – Hohe Kosten
- **Polykristalline Siliziumzellen**
  - + geringere Kosten
  - – Geringerer Wirkungsgrad
- **Dünnschichtzellen**
  - – Amorphes Silizium: einfache Montage, geringe Kosten, flexibel im Einsatz, hoher Platzbedarf
  - – Hybrid HIT Zellen: günstiges Verhalten bei hohen Temperaturen, hohe Energieausbeute (18% Wirkungsgrad)

Photovoltaik:

- Häufigst verwendet: Mono- und polykristalline Module
- Dünnschichtmodule jedoch stark im kommen
- direkte Umwandlung des Sonnenlichtes in elektrische Energie
- kein Staub, keine Abgase, kein Lärm
- geringe Wartungsaufwände

Welche Photovoltaikanlagen gibt es?

- **Inselanlagen**

  Für: Schrebergarten, unversorgte Gebiete

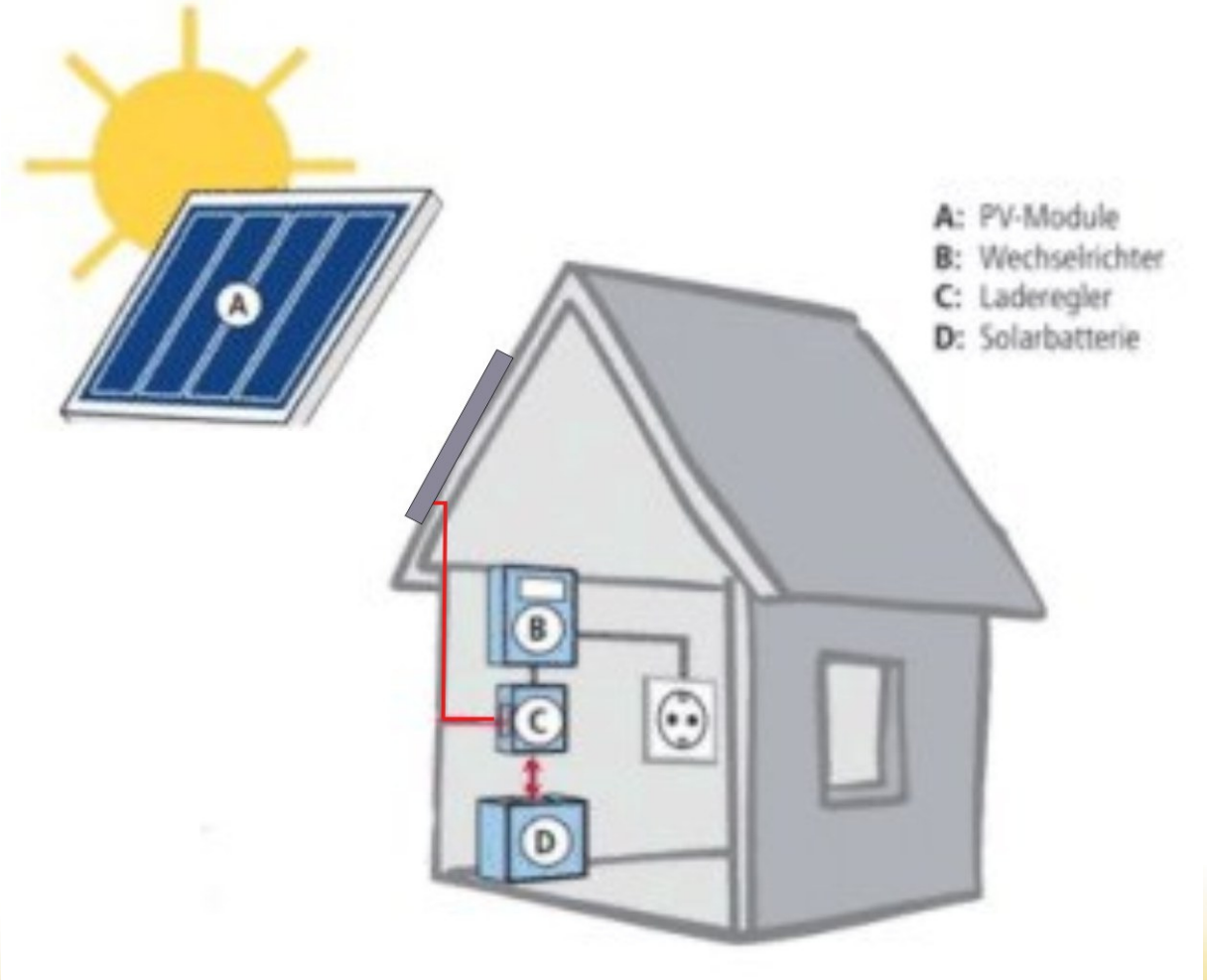
  Kleinanwendungen (Solarzaun, Boot)

- **Netzgekoppelte Anlagen**

  Einspeisung in öffentliche Stromnetz

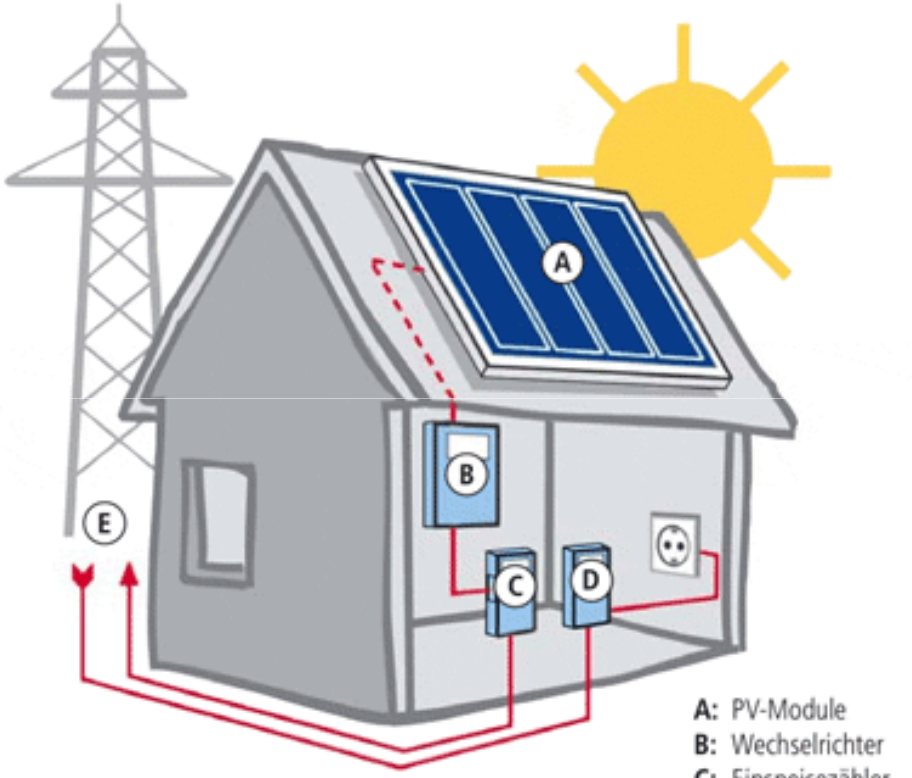
Inselanlage

Module
Akkumulatoren
Laderegler
Wechselrichter



Netzgekoppelte Anlage

Module
Wechselrichter
Einspeisezähler

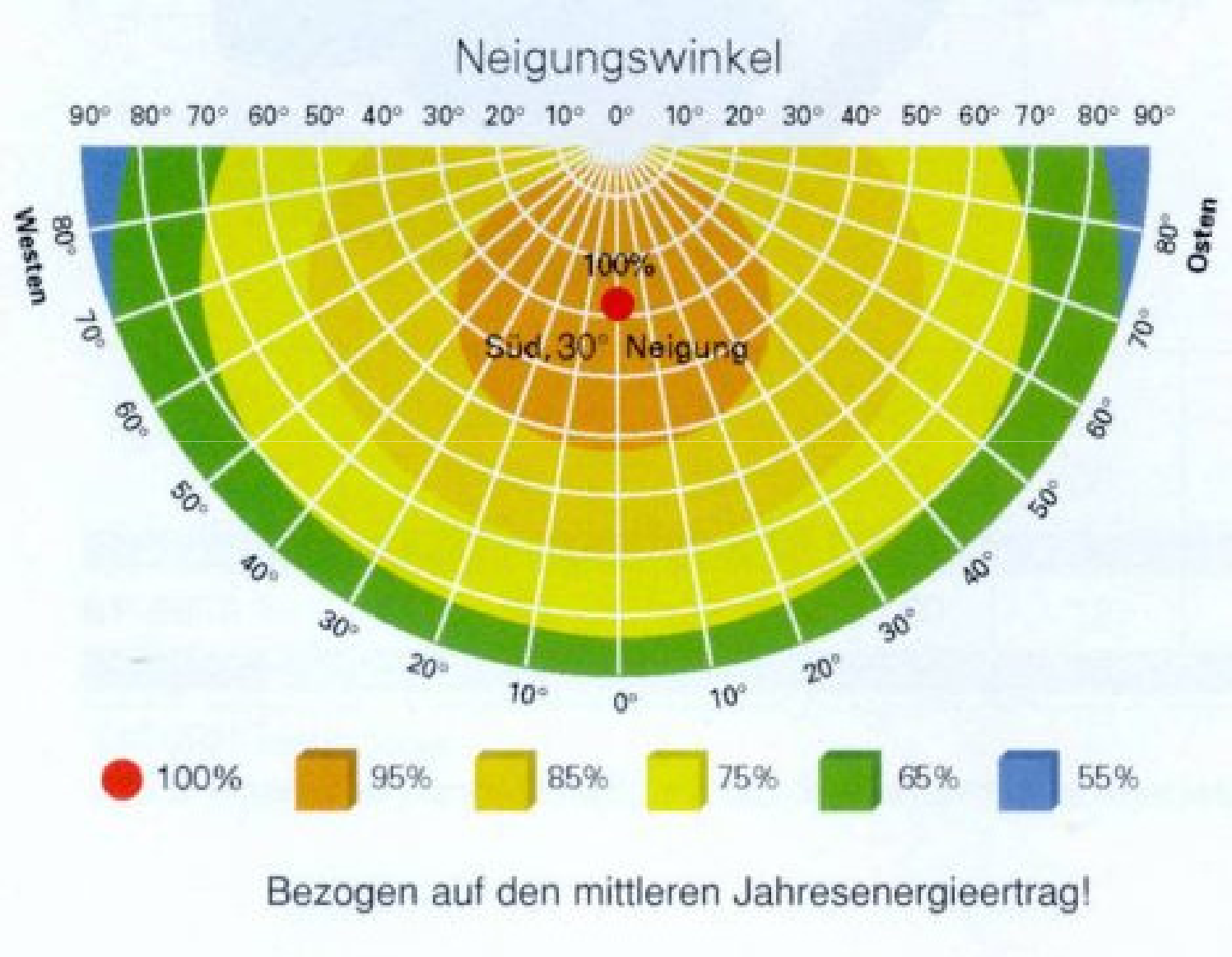


A: PV-Module
B: Wechselrichter
C: Einspeisezähler
D: Bezugszähler
E: öffentliches Netz

Darauf kommt es an:

- Moduleigenschaften
- Qualität von Komponenten:
  Zertifizierung, Prüfnormen und -berichte
- Sorgfältige Planung, konz. Fachbetriebe
  Referenzprojekte
- Verschattung
- Ausrichtung und Neigung

Ausrichtung

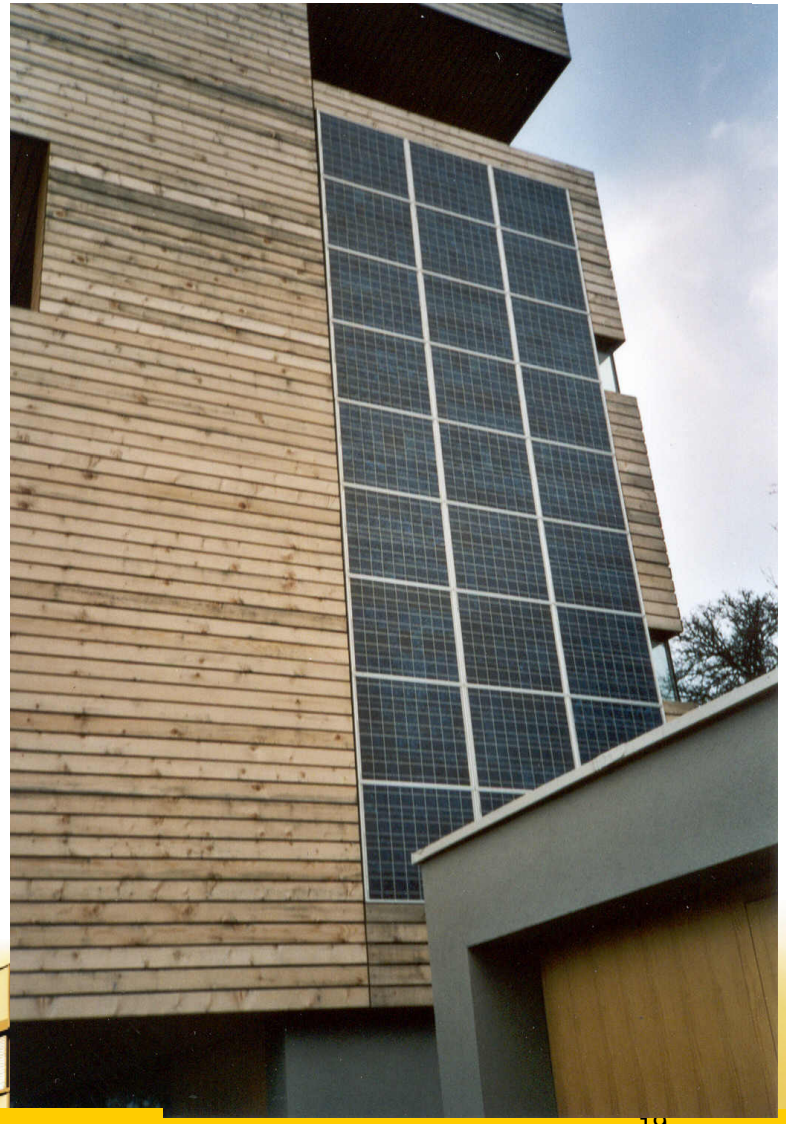


Montage

Auf-Dach Montage mit Dachhaken

Montage

Fassadenintegration



Montage

Aufgeständerte Montage (Flachdach)

Arten von Photovoltaikanlagen

- Inselanlagen
- Netzgekoppelte Anlagen

Berechnung einer Inselanlage

- **Energieverbrauch:**
  - Wieviel soll abgedeckt werden?
- **Solarakkus:**
  - Wie lange soll gespeichert werden?
  - Wie ist der Wirkungsgrad des Akkus?
  - Wie viele Akkus müssen bereitstehen?
- **Solarmodule:**
  - Wie groß muss die Fläche sein?
  - Wann soll Energie bereitgestellt werden?
  - Wie können die Module montiert werden?

Berechnung einer netzgekoppelten Anlage

- 8m^2 kristalline Module leisten 1 kWp

- Ertrag ca. 900 kWh pro kWp bei Dachmontage
  ca. 600 kWh pro kWp bei Fassadenmontage

- in unserer Gegend ca. 1.000 kWh/kWp.a, d.h. eine 4 bis 5 kWp Anlage produziert den Jahresbedarf eines durchschnittlichen Haushaltes

- bei 30 Jahren Laufzeit
  ca. 27.000kWh oder ihr Strombedarf von ca. 7 Jahren

Was ist zu beachten?

- **Standort** (Einstrahlung, Neigung, Ausrichtung, Verschattung)
- **Qualität von Komponenten**
  - Zertifizierung, Prüfnormen und –berichte
  - Solarbatterien: Ladewirkungsgrad (85%)
    geringe Selbstentladung (<3% im Monat)
- **Sorgfältige Planung**
  - konz. Fachbetriebe, Referenzprojekte
  - 2-3 Anbote einholen und vergleichen
  - Bei Neubau Leerverrohrung einplanen
- **Sorgfältige Ausführung**
  - Module: gute Hinterlüftung
  - Netzwechselrichter mit passendem Schutz
  - Elektrik durch konz. Fachbetrieb

Wann rechnet sich die Anlage?

- Investitionskosten
- Ertrag
- Stromverbrauch
- Fördermodell
- Einspeisetarif

11 - 27 Jahre !

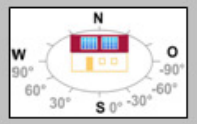
Photovoltaik: Wirtschaftlichkeit:Beispiel

1. Allgemeine Eingaben

Ort des Gebäudes: **Bruck an der Leitha**
PLZ: 2460

Einstrahlung (horizontale Fläche): 1120,0 kWh/m²a
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 1251,8 kWh/m²a

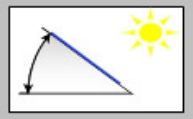
Ausrichtung:



Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (zB.: -45° = SO)

15 °

Aufstellung:



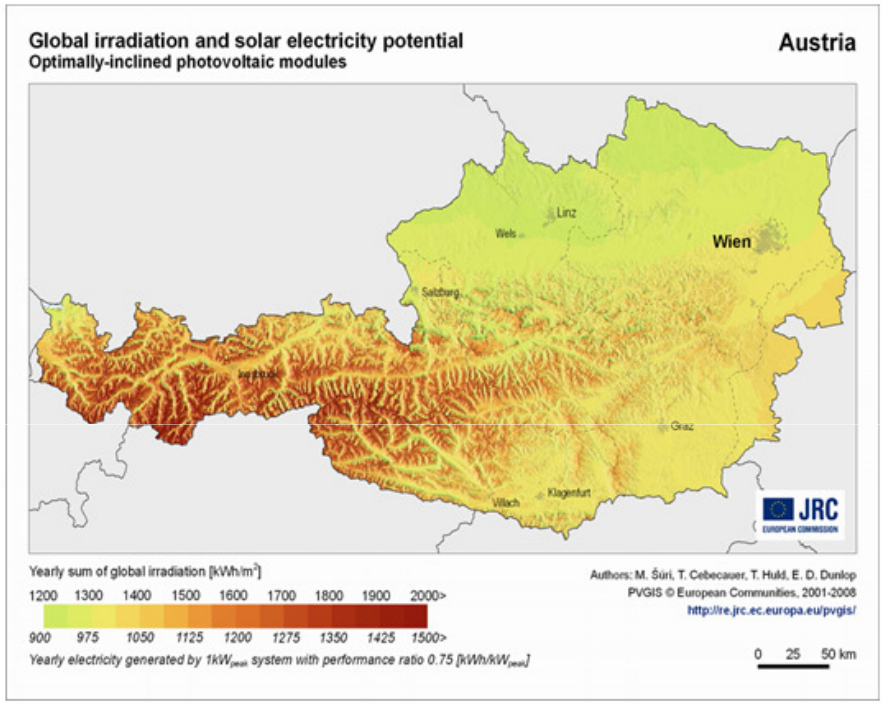
Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)

30 °

Randbedingungen: Es kommt in keinster Weise zu einer Verschattung der Anlage!
Die Anlage ist hinterlüftet!

2. Technische Rahmenbedingungen

Größe der Anlage:	Anlagenleistung:	4,00	[kWp]
	Gesamtfläche:	27,22	[m²]
	Gesamtwirkungsgrad:	13,92	[%]
	Systemnutzungsgrad:	11,83	[%]
	Anzahl der Module:	17	[Module]
Moduldaten:	Fläche:	1,5990	[m²/Modul]
	Nennleistung:	0,235	[kWp/Modul]
	Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen):	14,5	[%]
Wechselrichterdaten:	europ. Wirkungsgrad:	96,0	[%]



Photovoltaik: Wirtschaftlichkeit: Beispiel

3. Förderungen für Niederösterreich

Anlagengröße		Landesförderung		Bundesförderung	
		Investition		Investition	Tarif
<= 5	kWp	50	%	-	-
> 5 - 20	kWp	-		-	0,3800 €
> 20	kWp	-		-	0,2998 €

Information:
Landesförderung 50% der Investitionskosten bis max. 12.000 €

Gewünschte Vergütung: Überschusseinspeisung

Angaben zur Überschusseinspeisung

Angabe des Strom-Eigenverbrauches:	30	[%]
Einspeisung in das öffentliche Netz:	70	[%]
Strompreis der aktuell bezogen wird:	0,18	[€/kWh]
Vergütung bei Überschusseinspeisung:	0,10	[€/kWh]
Errechnete Vergütung:	**0,124**	**[€/kWh]**

4. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Investitionskosten:

Spezifische Kosten pro kWp:	4.500	[€/kWp]
Kosten der Anlage (inkl. MWSt.):	18.000	[€]
- Investitionsförderung des Landes:	9.000	[€]
- sonstige Förderung (Bund, Gemeinde):		[€]
Investitionskosten:	**9.000**	**[€]**

Laufende Kosten:

Wechselrichtertausch im 13. Jahr:	1.300	[€]
Laufende Kosten (Wartung, Versicherung):	0	[%]
Ertragsminderung (Degradation) pro Jahr:	0,1	[%]

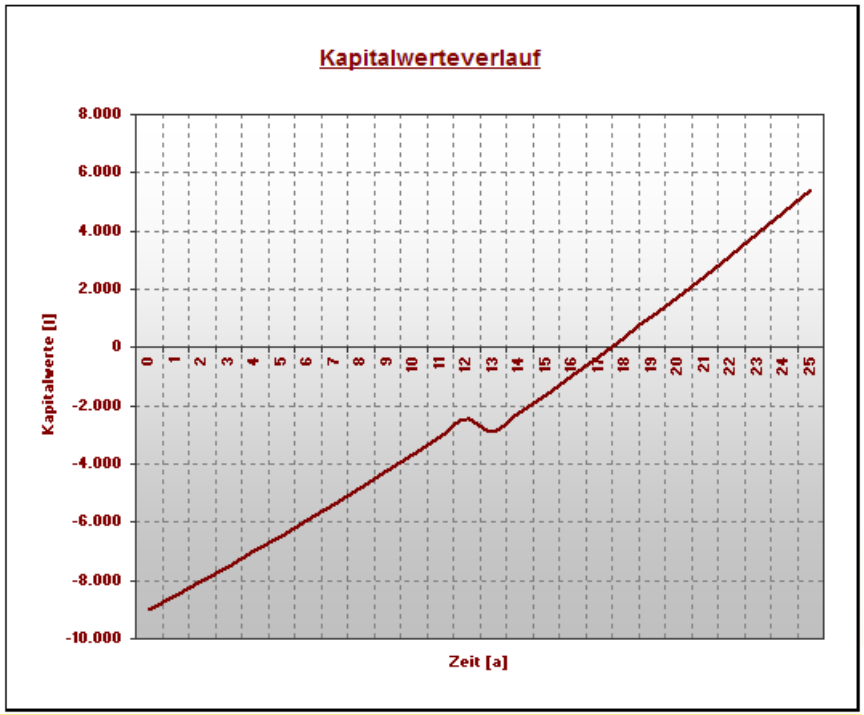
Entwicklung:

Inflationsrate/Jahr:	2	[%]
Aktueller Strompreis:	0,18	[€/kWh]
Aktuelle Vergütung für Einspeiser (EVU):	0,1	[€/kWh]
Strompreissteigerung/Jahr:	4	[%]
Kalkulationszinssatz:	2	[%]

5. Zusammenfassung

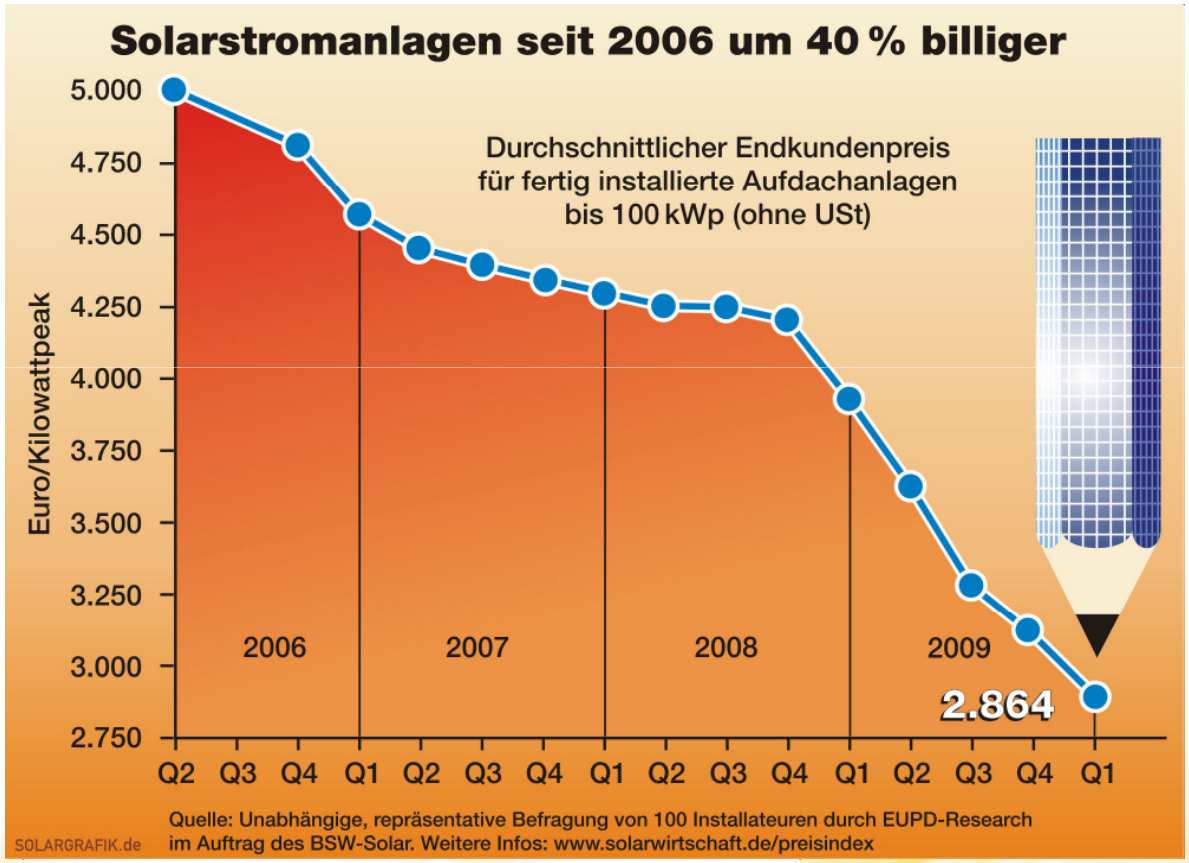
Spezifischer Energieertrag:	**1.007,8**	**[kWh/kWp]**
Gesamter Energieertrag:	**4.031,1**	**[kWh/a]**
Investitionskosten:	**9.000**	**[€]**
Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	**5.412**	**[€]**
Amortisationsdauer:	**18**	**[Jahre]**
Energieertrag nach 25 Jahren:	**99.578**	**[kWh]**
CO_2-Einsparungen:	**44.810**	**[kg CO_2]**

Jährliche Rendite: 2,5%



Photovoltaik: Preis einer PV-Anlage

Preise in den letzten Jahren stark gesunken



Richtwert: 4.000,-- bis 4.500 €/kWh je Anlage (brutto, ohne Bauarbeiten)

Unbedingt mehrere Ar[illegible]

Photovoltaik: Förderungen

Land Niederösterreich

Anlagen bis 5 kWp: Investitionsförderung (Wohnbauförderung)

50%, max. 12.000 € (bis 31.12.2010)

Anlagen größer 5 kWp

- nach Ökostromgesetz (fixer Tarif je eingespeiste kWh, 13 Jahre
- Anlagen 5-20 kWp: 38 ct/kWh
- Anlagen > 20 kWp: 33 ct/kWp
- Fördertopf mit 2 Mio. Euro begrenzt, Wartezeit derzeit ca. 2 Jahre

Gemeindeförderungen: ?

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!!!

DI Ralf Roggenbauer, BSc, MES

“Energieberatung“ NÖ