

Photothermie



Inhaltsverzeichnis

1. Private Nutzung

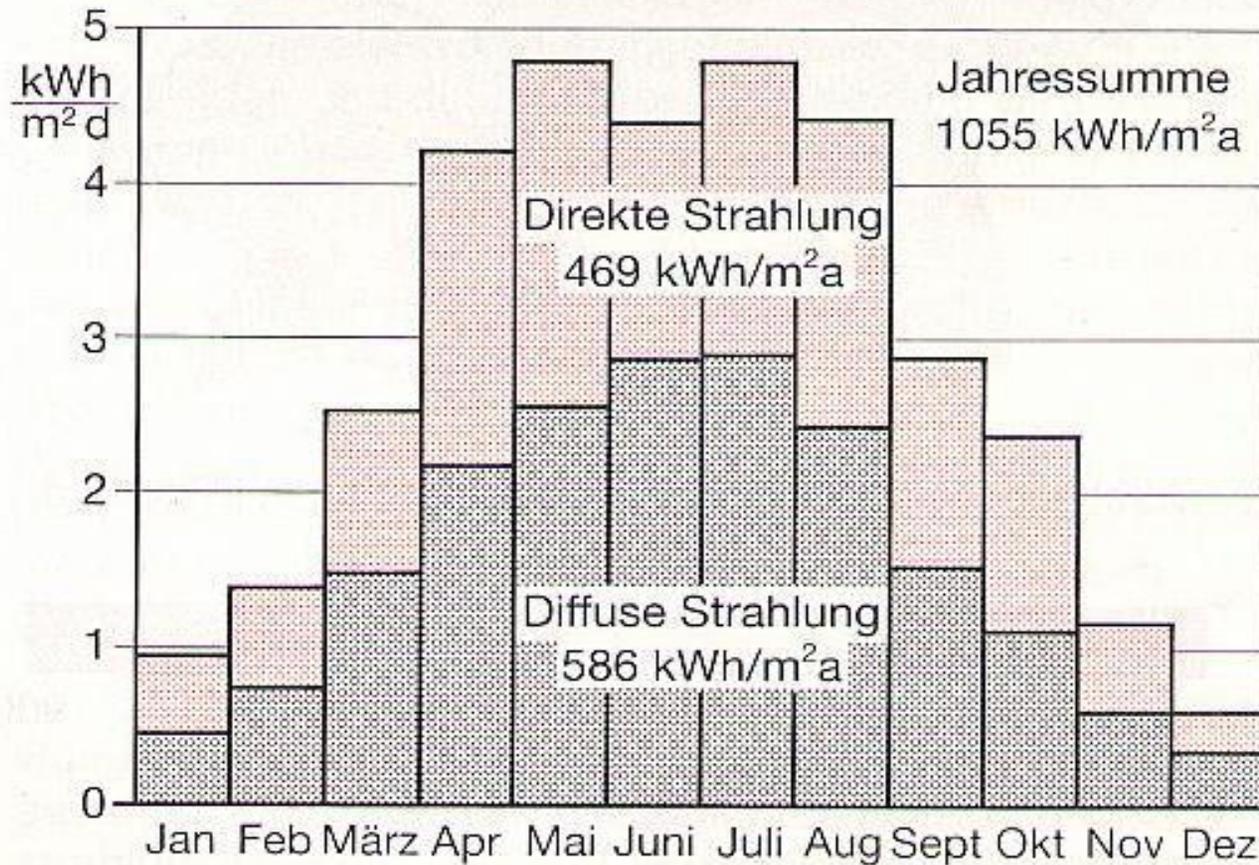
- Sonneneinstrahlung
- Systeme
- Kollektoren
- Kurzzeitspeicher
- Energiebilanz
- Nahwärmesysteme
- Prognose

2. Industrielle Nutzung

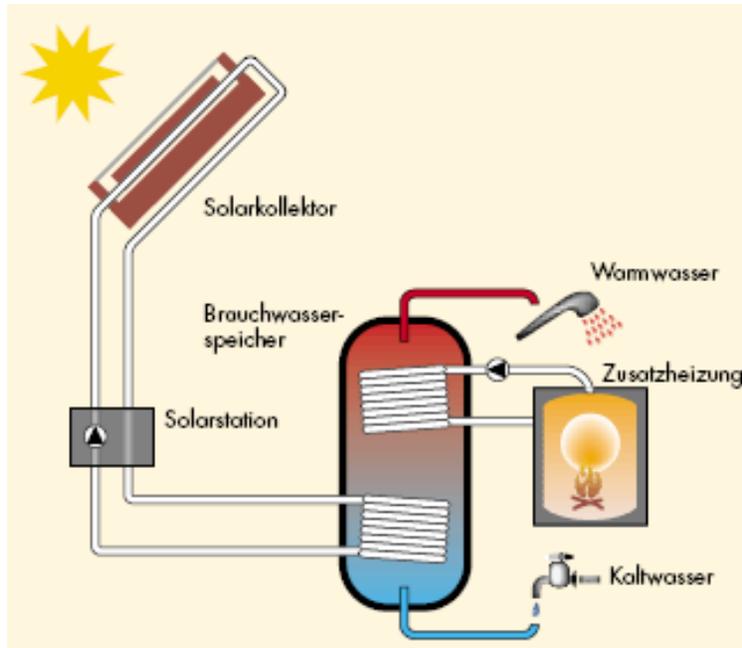
- Solarthermische Kraftwerke
- Simulationsprogramm
- Prognose

Private Nutzung

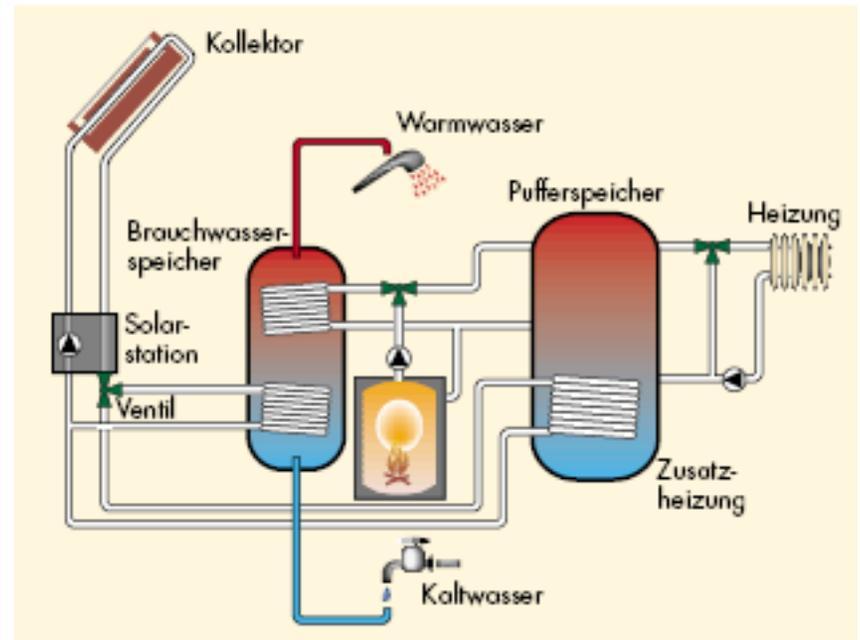
Sonneneinstrahlung in Deutschland



Private Nutzung



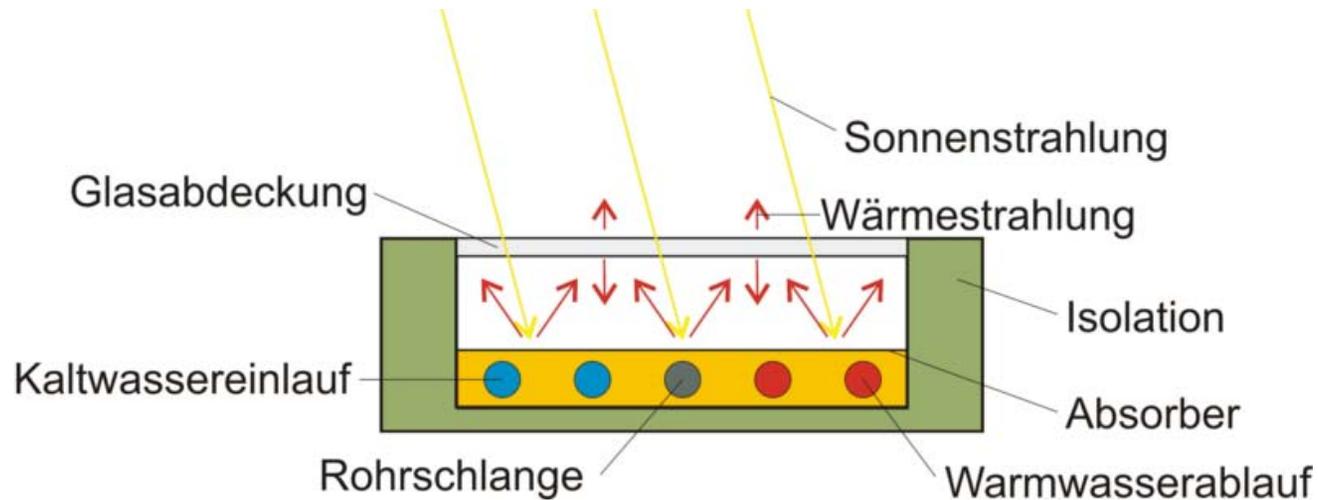
**Zweikreissystem zur
Warmwasserbereitung**



**Kombinierte Raum-
Warmwasserheizung**

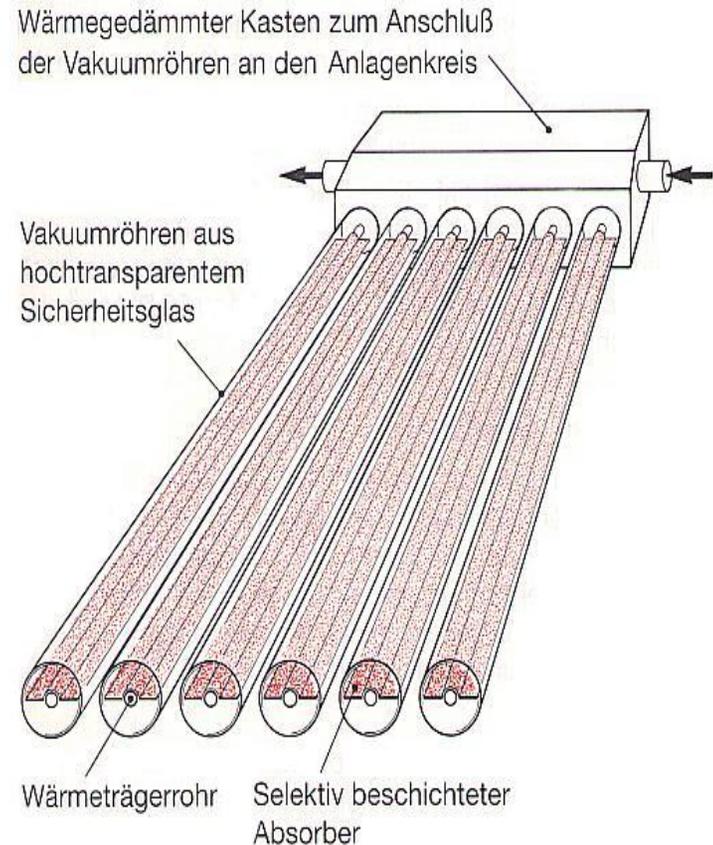
Flachkollektor

- Ca. 450kWh pro m² im Jahr
- Wirkungsgrad: 60% (bis 50°C)



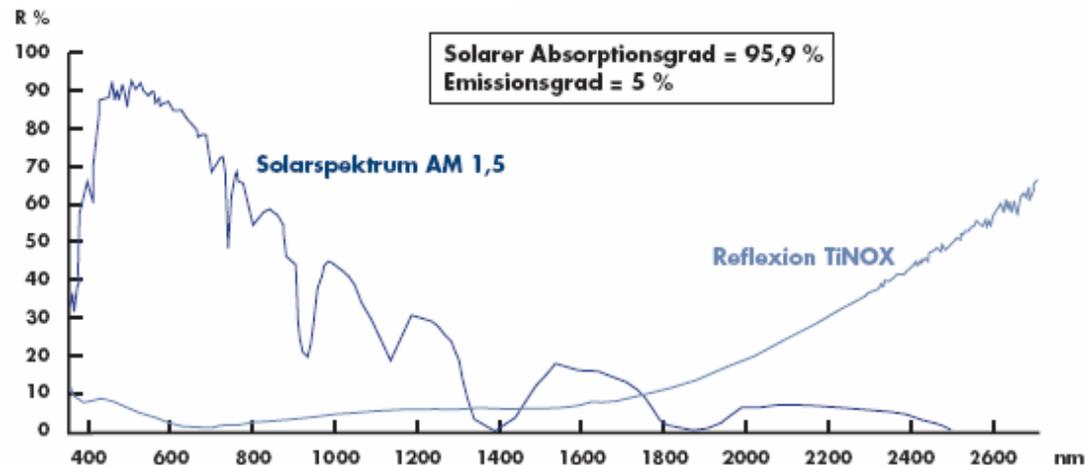
Vakuump Kollektor

- Ca. 600kWh/m²a
- Höhere Temperaturen
- Wirkungsgrad: 75%



Kollektor

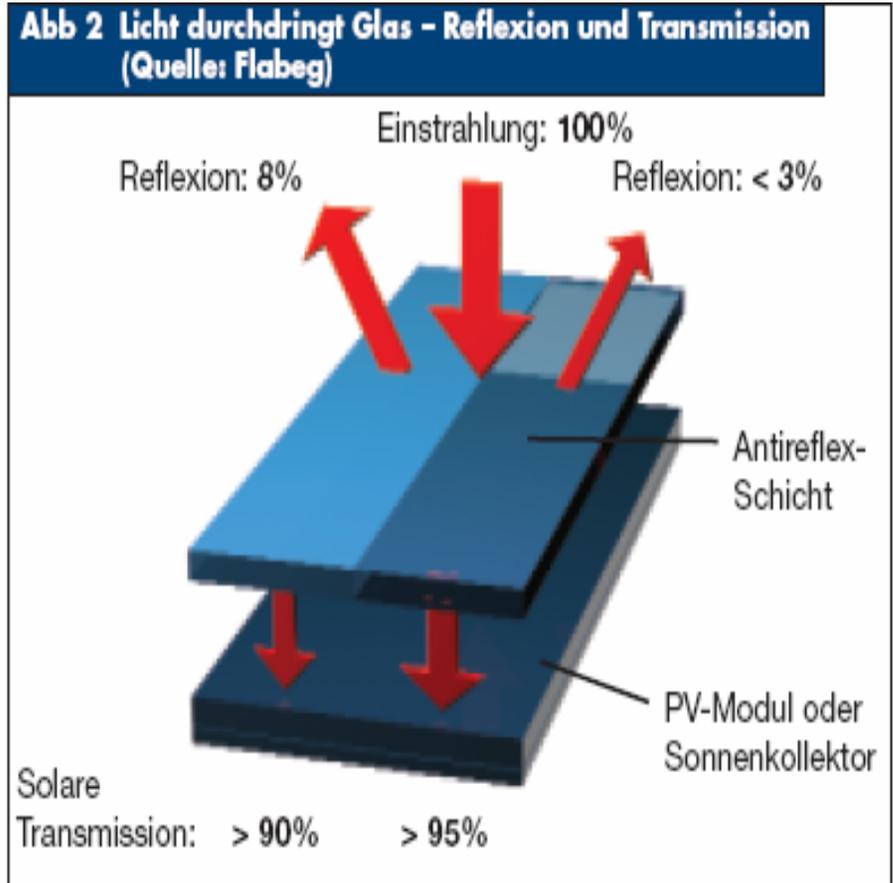
- **Absorberbeschichtung:**
 - Hochvakuum Verdampfungsanlagen:
Titan-Nitrit-Oxid
 - Herstellungsenergie: 1kWh/m²



Kollektor

- **Kollektorabdeckung**

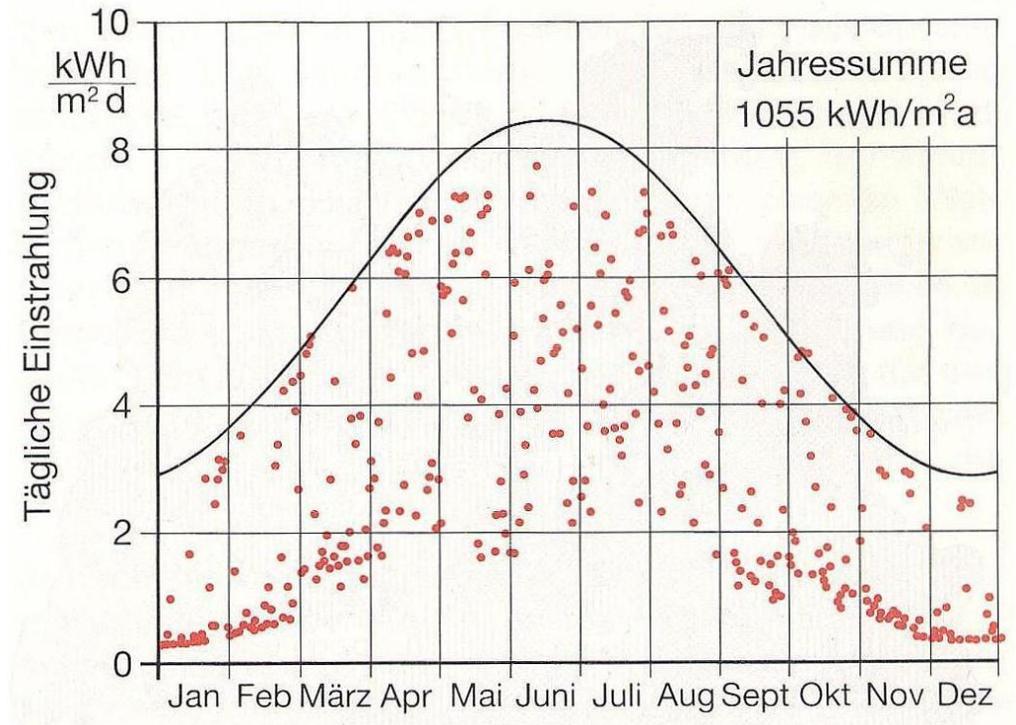
- Seit 2002
Antireflexschicht auf
dem Markt
(400-2500nm)
- Siliziumdioxid-Sol
Beschichtung
- 15% mehr
Wärmeertrag
- Kosten: 220€ pro m²



Private Nutzung

- **Kurzzeitspeicher**

- Typ. 400l
- Bis 94°C Dauertemperatur
- Wärmeverlust bei 60°C zu 20°C: **3K pro 24Std.**

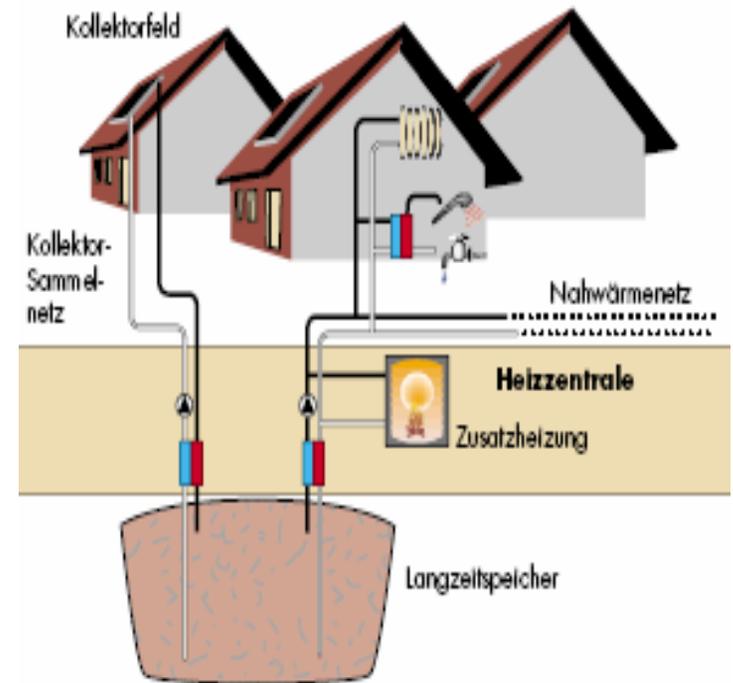


Private Nutzung

- **Energiebilanz:**
 - Beispiel Warmwasseranlage:
 - 6m² Flachkollektoren + Anlage = 3000kWh
 - 5m² Vakuumkollektor + Anlage = 2000kWh
 - Solare Erträge: 200 - 890 kWh pro Jahr
 - **0,6-2,8 Jahre positive Bilanz**
- Kostenbeispiel für 4 Personenhaushalt mit 200l pro Tag : 3500-5000€
- Förderung: 105-135€ pro m²

Private Nutzung

- **Nahwärmesysteme:**
 - Investitionskosten halb so groß bei Kurzzeitspeichern
 - Mit Langzeitspeichern sinken Wärmeenergiekosten auf 0,13€ pro kWh (Kleinanlage: 0,30€ pro kWh)



Prognose

Kleinanlagen:

- Flächennutzungskonflikt mit Photovoltaik
- Als Ergänzung anwendbar
- **50-70%** Energieersparnis für **Warmwasser**
- **20-30%** Energieersparnis für **Heizung und Warmwasser**

Nahwärmesysteme:

- Wirtschaftlicher als Kleinanlagen
- Geeignet für Neubausiedlungen, Bürokomplexe,...

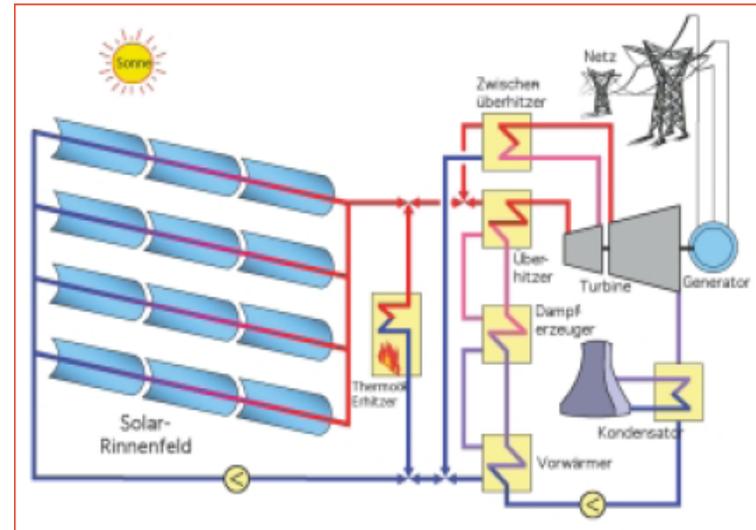
Solarthermische Kraftwerke

– Parabolrinnenkollektor:

- Absorberrohr in evakuierter Glashülle
- Spezielles Thermoöl auf **400°C** erhitzt
- Über Wärmetauscher zur Wasserdampfturbine
- **Wirkungsgrad: 14%**
- Anwendung: Südkalifornien insgesamt 354MW (**0,13\$ pro kWh**)
- **Konstante Leistung mit Wärmespeicher möglich**



DISS - Plataforma Solar de Almería 1,7MWth



Solarthermische Kraftwerke

– Solarturmkraftwerke:

- Bis zu 1000 computergesteuerte Spiegel
- Absorber: **1000°C**
 - a) Luft (Gasturbine)
 - b) flüssiges Salz + Wärmetauscher
- **Konstante Leistung mit Wärmespeicher möglich**
- Höherer Wirkungsgrad, aber höhere Stromerzeugungskosten als bei Parabolrinnenkraftwerken



Solarthermische Kraftwerke

– Dish/Stirling Systeme:

- Hohlspiegel zweiachsig nachgeführt
- Stirlingmotor + Generator
- D=9m: **10kW**
- Deutlich höhere Entstehungskosten
- Wirkungsgrad: **30%**
- **Konstante Leistung durch Wärmespeicher möglich**
- Prototypen in USA, Spanien, Saudi Arabien



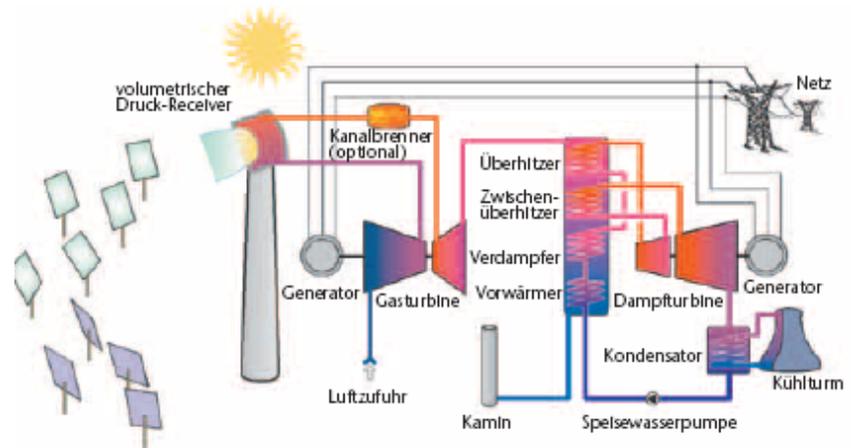
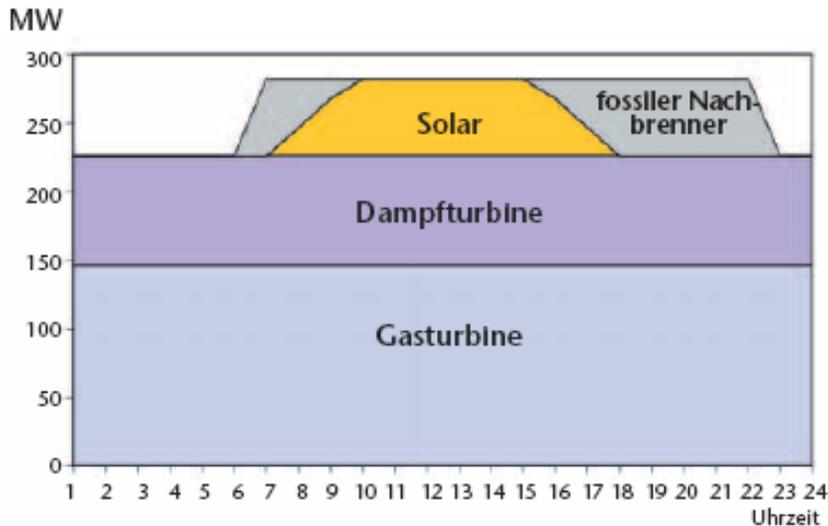
Hybride Solarkraftwerke

Vorteile

- Rel. konstante Leistung
- Weniger Anfahrverluste
- Günstigere Stromentstehungskosten

Nachteile

- Abhängig von Preisen der fossilen Brennstoffe bzw. Biogas
- evtl. nicht CO₂ frei



Solarthermische Kraftwerke

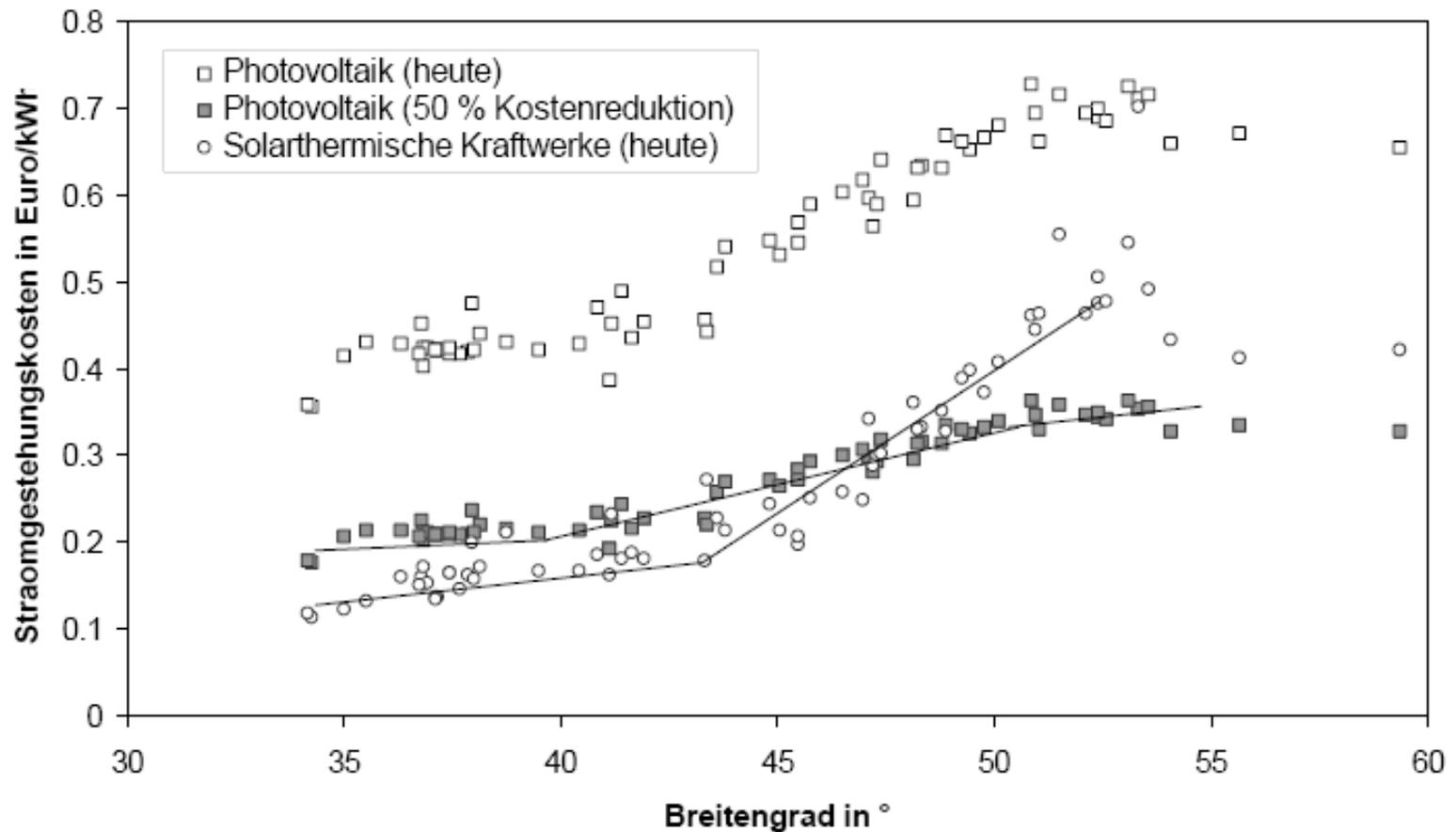
- **Aufwindkraftwerk:**
 - Nutzt Erwärmung von Luft unter Glas/Plastikdach
 - Geringe technische Anforderungen
 - Sehr geringer Wirkungsgrad (**2%**)
 - Für 30MW notwendig: 3,8mill.m², 750m Turm



Spanien, 50kW , 200m Turm

Solarthermische Kraftwerke

- Simulationsprogramm „greenius“ (DLR)



Solarthermische Kraftwerke

- **Prognose (nach Öl-Peak):**
 - Parabolrinnen- und Turmkraftwerke heute schon fast Wettbewerbsfähig
 - Dish/Stirling Systeme relativ kostspielig- für abgelegene Orte sinnvoll?
 - Aufwindkraftwerke höchstens in Wüsten möglich da genug Fläche vorhanden
 - Für Deutschland unrentabel (3x teurer als Spanien), günstiger Stromimport möglich (Übertragungskosten 0,02€/kWh 1000km)

Quellen:

- Buch: May, M. ; *Graue Energie*
- BINE Informationsdienst
- www.wikipedia.de
- Plataforma Solar de Almeria (Versuchsanlage in Spanien)
- www.volker-quaschning.de (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit