



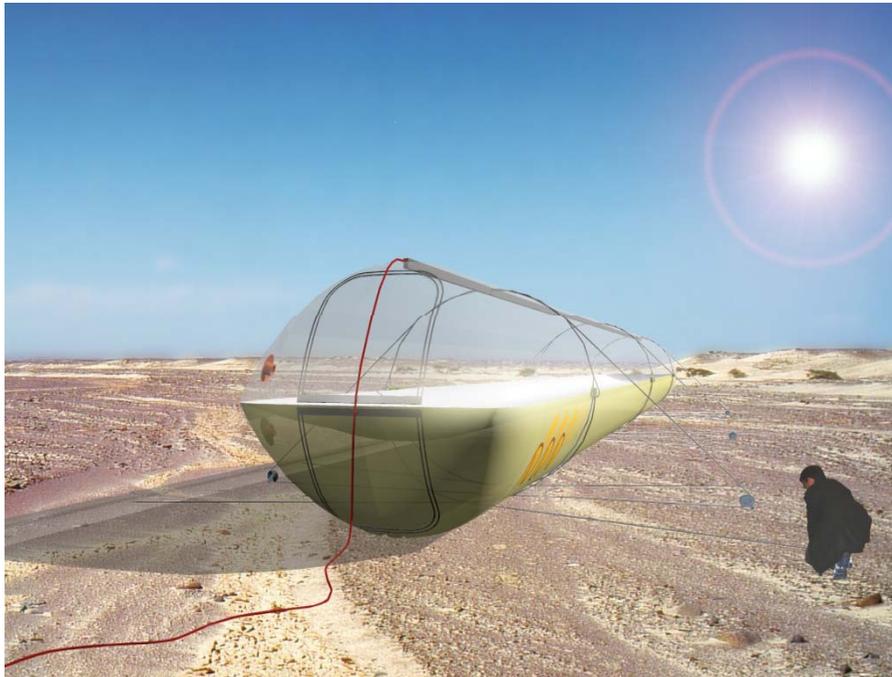
INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK UND
THERMODYNAMIK
Institute for Energy Systems and Thermodynamics

Vergleich von konventionellen Solarkraftwerken mit einem innovativen pneumatischen Konzentrator

Proj. Ass. Dipl. Ing. (FH) Michael Hartl
11. Symposium Energieinnovationen
10.- 12. Februar 2010

Inhalt

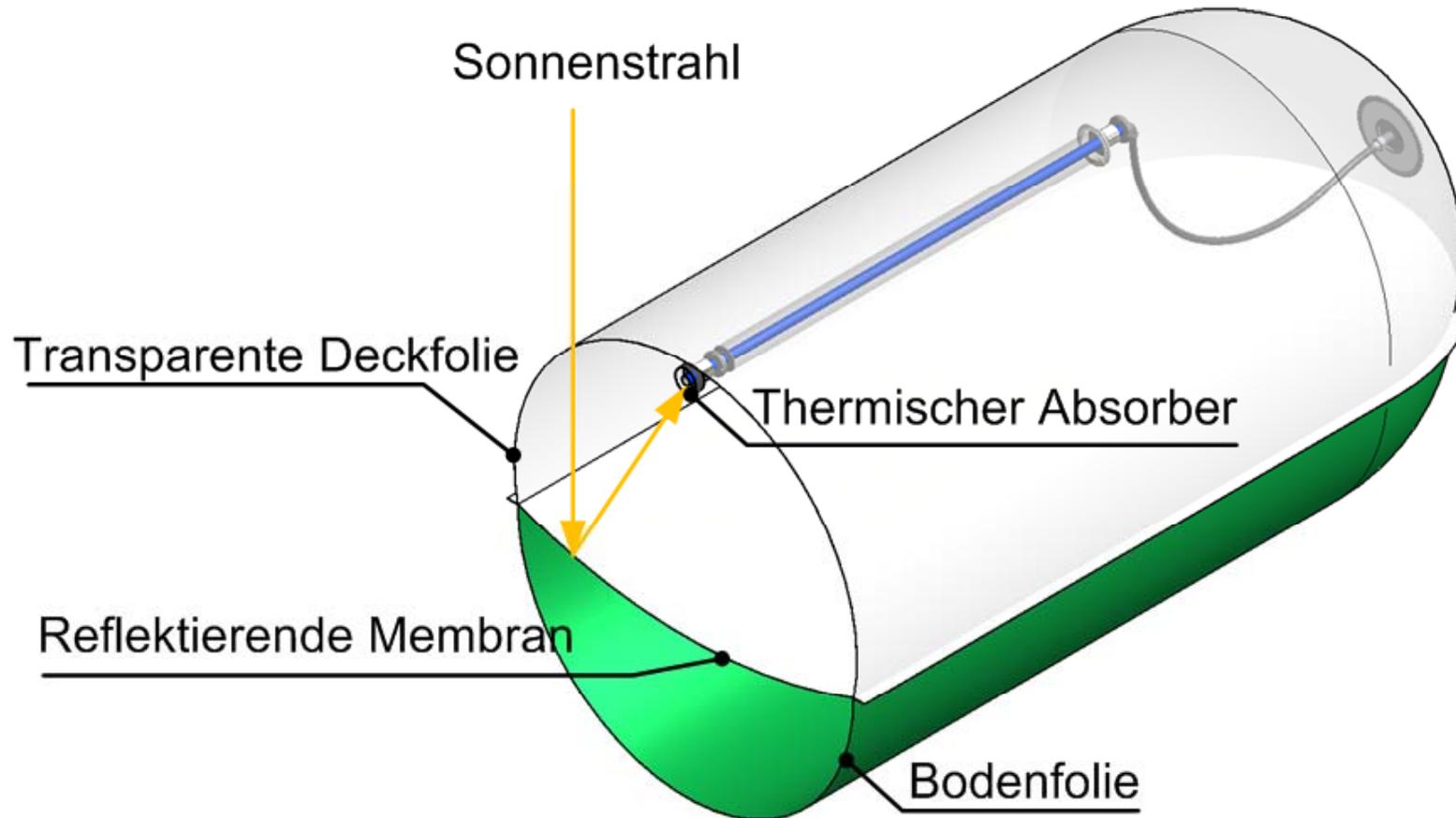
- Pneumatisch vorgespannte Solarkonzentratoren (PPC: pneumatic prestressed concentrator)
- Ertragsberechnung
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

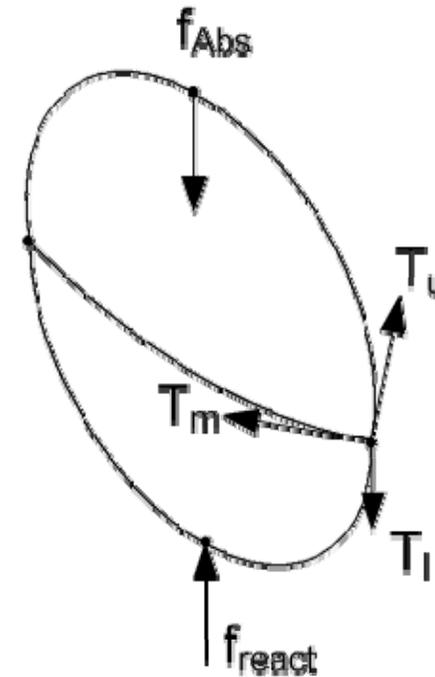
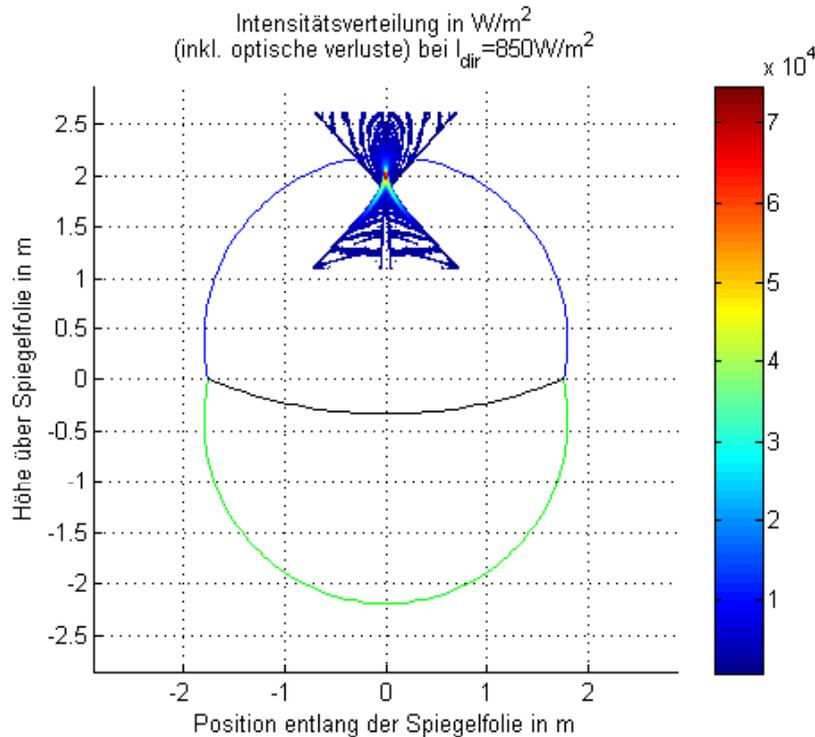


Pneumatisch
vorgespannter
Solarkonzentrator
(PPC)

Konventioneller
Parabolrinnen-
Solarkonzentrator
(PTC)





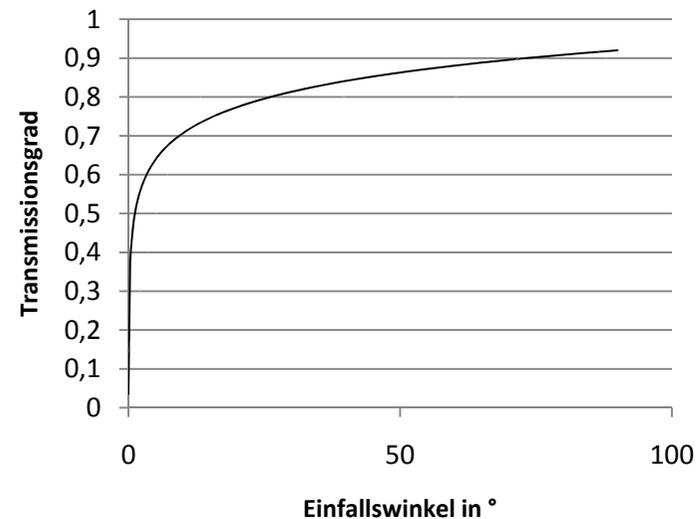
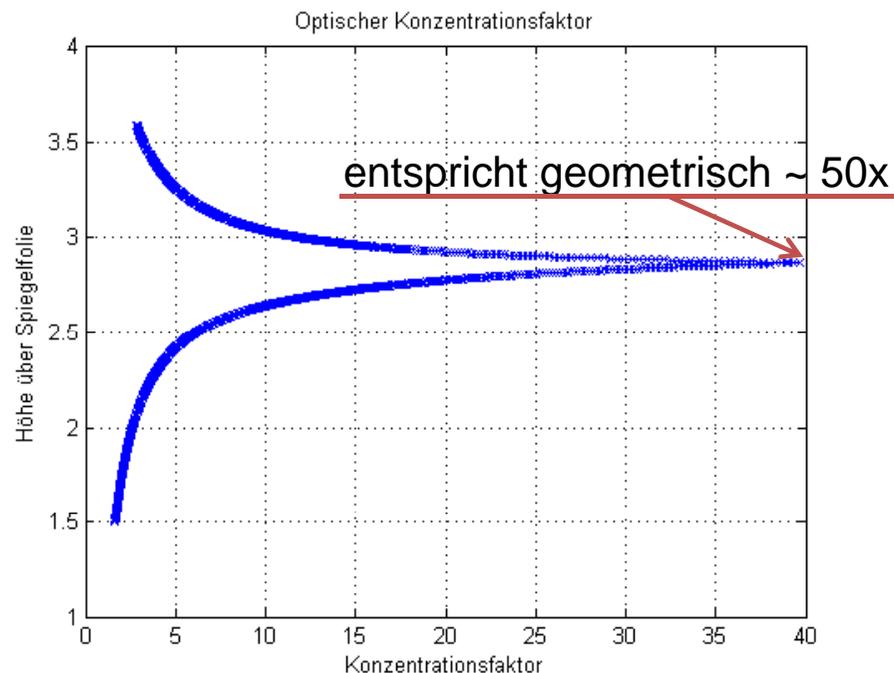


Nichtlineares, implizites mechanisches GGW mit $T = T(p, r(p))$ muss für Betriebszustand gelten und bestimmt den Radius der reflektierenden Membran und die Absorberposition \rightarrow Formfindung

Optischer Konzentrationsfaktor:

$$C_o = \frac{1}{A_{Abs}} \int_{Abs} I_{Abs} dA_{Abs} \bigg/ I_{dir}$$

- Winkelabweichung durch Aberration der Sonnenstrahlung ($\pm 0.25^\circ$)
- Winkelabhängiger Transmissionsgrad an der Deckfolie
- Reflexionsgrad an der Spiegelmembran
- Transmissionsgrad am Absorberhüllrohr



Nutzbare thermische Leistung:

$$\dot{Q}_{field} = \dot{Q}_{inc} - \dot{Q}_{loss}$$

- Am Absorber eingestrahlte Leistung:

$$\dot{Q}_{inc} = \eta_{opt,0} \cdot \eta_{shadow} \cdot \eta_{endloss} \cdot K \cdot Cl \cdot x_{field} \cdot A_{field} \cdot DNI$$

- Thermische Verlustleistung:

$$\dot{Q}_{loss} = \left((b_1 \cdot \Delta T + b_2 \cdot \Delta T^2) \cdot \frac{D_{Aperture,PTC}}{D_{Aperture,PPC}} + \dot{q}_{pipeloss} \right) \cdot A_{field}$$

- Abschattungsverluste:

$$\eta_{shadow} = 1 - \left(1 - \frac{RW}{D_{Aperture} \cdot \left(\frac{\cos(\gamma)}{\tan(90^\circ - \phi)} \right)} \right) \cdot \left(1 - \frac{RW \cdot D_{Aperture} \cdot \frac{\sin(\gamma)}{\tan(90^\circ - \phi)}}{D_{Aperture} \cdot \left(\frac{\cos(\gamma)}{\tan(90^\circ - \phi)} \right)^{l_{Coll}}} \right)$$

- Reihenendverluste:

$$\eta_{endloss} = 1 - \frac{l_{focal} \cdot \tan(\theta)}{l_{coll}}$$

- Winkelfaktor (IAM)

- Kosinusverluste

} Abhängig vom Einfallswinkel

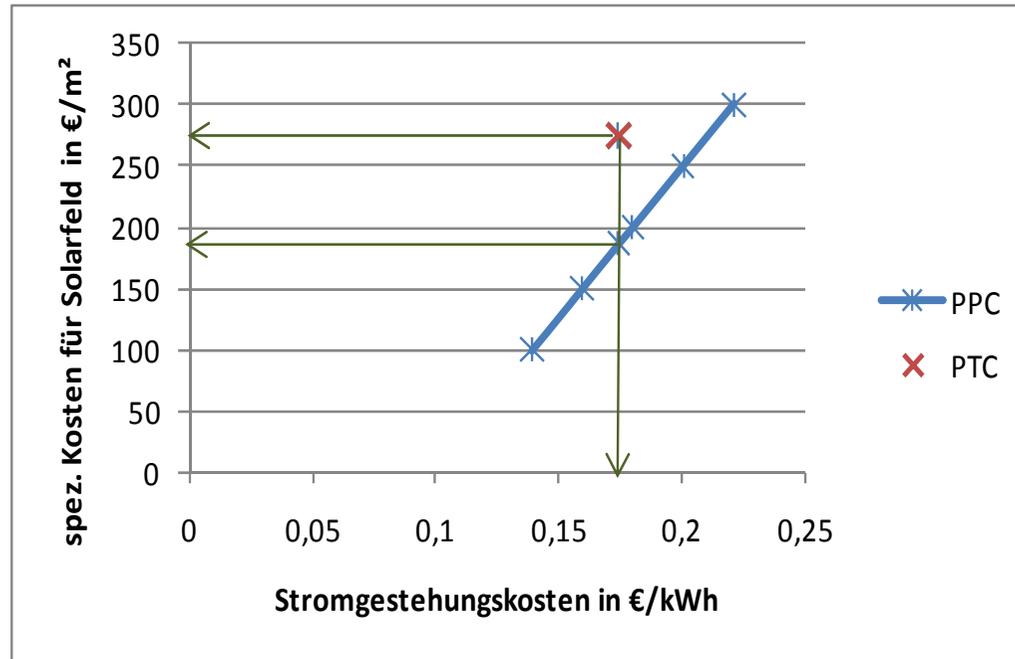
Bezeichnung	Symbol	Einheit	PTC	PPC
Standort			Barstow, Kalifornien, USA	
Aperturfläche des Solarfeldes		m ²	225000	249500
Aperturweite eines Kollektors		m	5,77	3,56
Maximale optische Effizienz		-	0,75	0,734
Spez. Leistungsbedarf von Hilfsaggregaten im Solarfeld		kW/m ²	0,006	0,008
Spez. Leistungsbedarf von Hilfsaggregaten im Kraftwerksblock		kW/m ²	0,030	0,030
Spez. therm. Verluste der Verrohrung		kW/m ²	0,01	0,016
Elektrische Nennleistung des Kraftwerksblocks		kW _{el}	50000	50000
Nettowirkungsgrad des Kraftwerkblocks		-	0,385	0,385
Jährliche Revisionskosten (% von Investitionskosten)		%/a	1	1 bis 5 (variabel)
Spez. Kosten für Solarfeld		€/m ²	275	variabel (Diskussion)
Spez. Kosten für Kraftwerksblock		€/kW _{el}	800	800
Jährliche Versicherungskosten (% von Investitionskosten)		%/a	1	1
Amortisationsdauer		a	25	25
Diskontrate		%	8	8

Aus Energiebilanz am Standort Barstow, CA, USA

	Einheit	PTC	PPC
Q_{field}	GWh	306	274
$W_{\text{electr,net}}$	GWh	92	81

Ertrag aus PTC und PPC bei gleichem Kraftwerksblock unterschiedlich, da unterschiedliche therm. Verluste und damit unterschiedlicher Ertrag bzw. Dumping bei geringer Einstrahlung

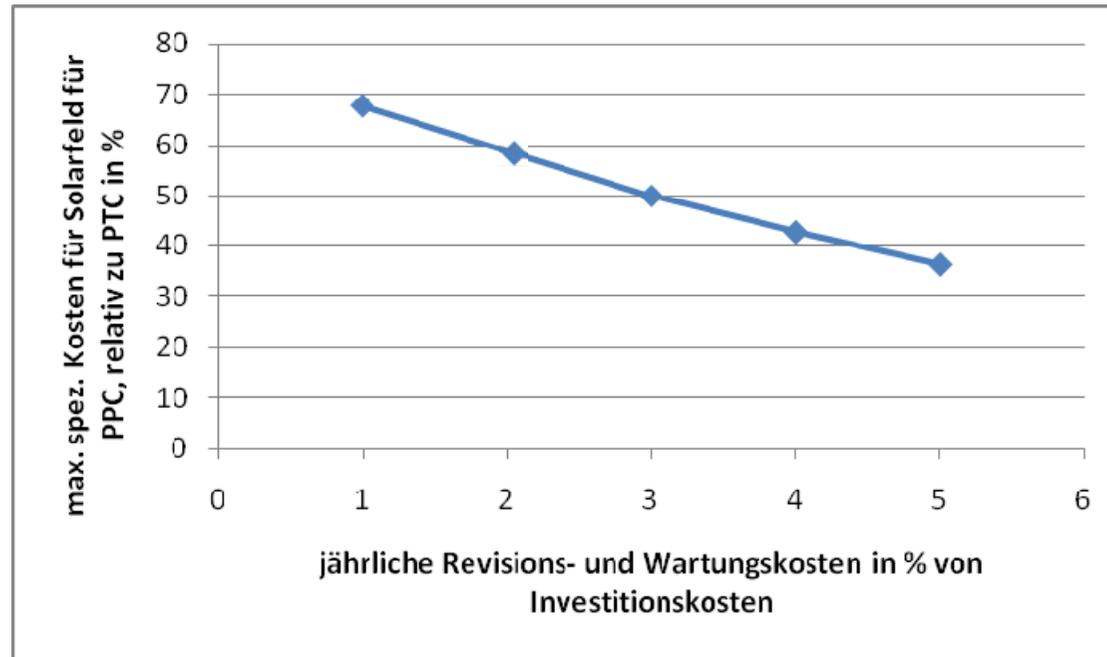
Alle Randbedingungen gleich gewählt:



PPC darf bei der Investition *max. 68%* von PTC kosten, um Kostengleichheit bei Stromgestehung zu erreichen. Linear Fresnell Kraftwerke *max. 55%*¹.

¹ DLR

Variation der jährlichen Wartungskosten:



PPC darf bei der Investition *max. 68%*, bei gleichen Wartungskosten, bis *max. 35%*, bei 5 fachen jährlichen Wartungs- und Revisionskosten der Investitionskosten von PTC betragen.

- Potential für wirtschaftlichen Betrieb von PPCs vorhanden, da Kostensenkung durch Verwendung von günstigeren Materialien erwartet werden darf
- Betriebserfahrung /-kosten noch nicht vorhanden, bis jetzt nur Betrieb von einfachen Versuchsträgern
→ Demoanlage ist finanziert und wird gerade geplant
- Signifikantester Faktor zur Erhöhung des Ertrages ist die Reduzierung der thermischen Verluste am Absorber durch Erhöhung des Konzentrationsfaktors mittels Sekundäroptik



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Proj.Ass. Dipl. Ing. (FH) Michael Hartl
TU Wien
Institut für Energietechnik und Thermodynamik
michal.hartl@tuwien.ac.at