



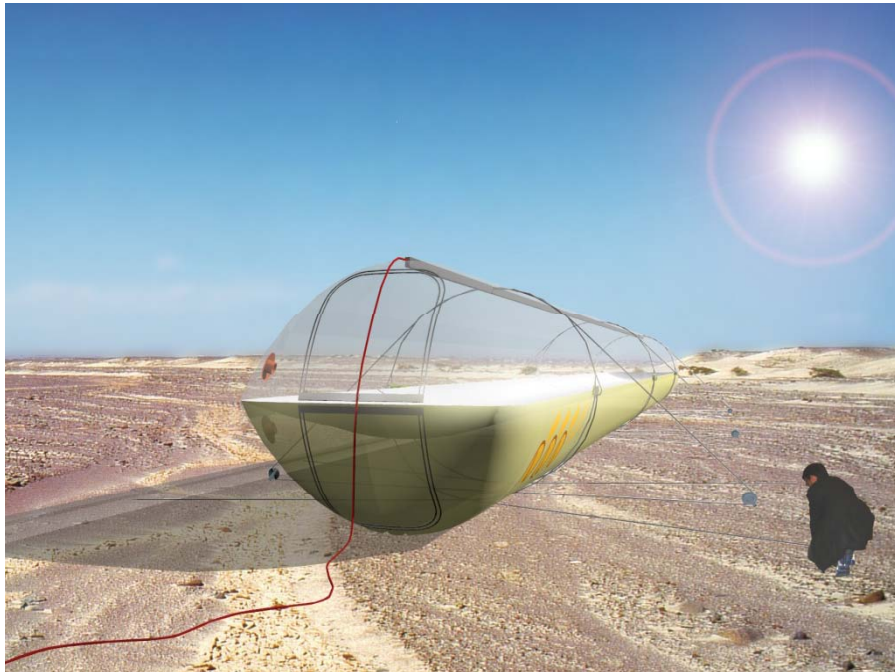
INSTITUT FÜR  
ENERGIETECHNIK UND  
THERMODYNAMIK  
Institute for Energy Systems and Thermodynamics

# Vergleich von konventionellen Solarkraftwerken mit einem innovativen pneumatischen Konzentrator

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

# Inhalt

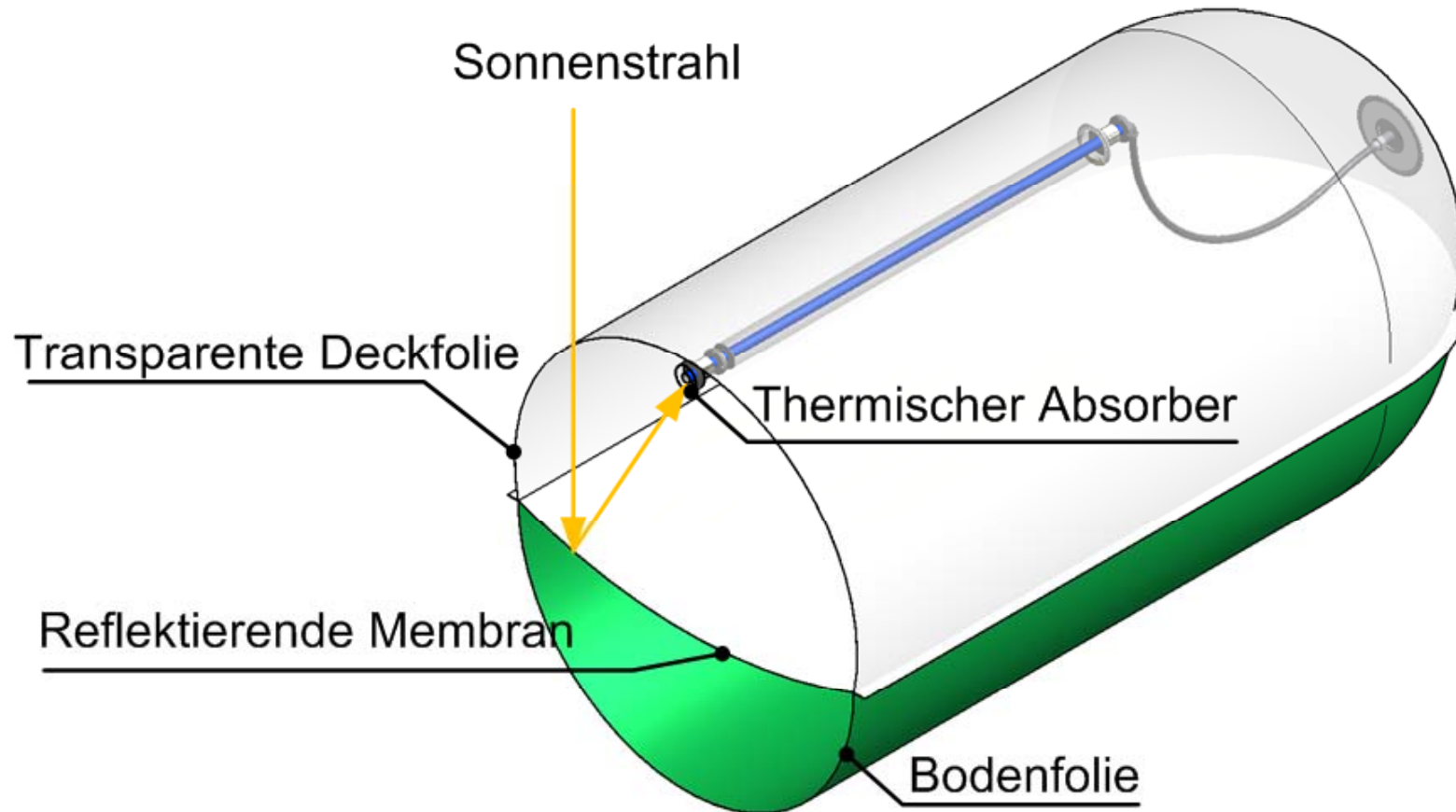
- Pneumatisch vorgespannte Solarkonzentratoren (PPC: pneumatic prestressed concentrator)
- Ertragsberechnung
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

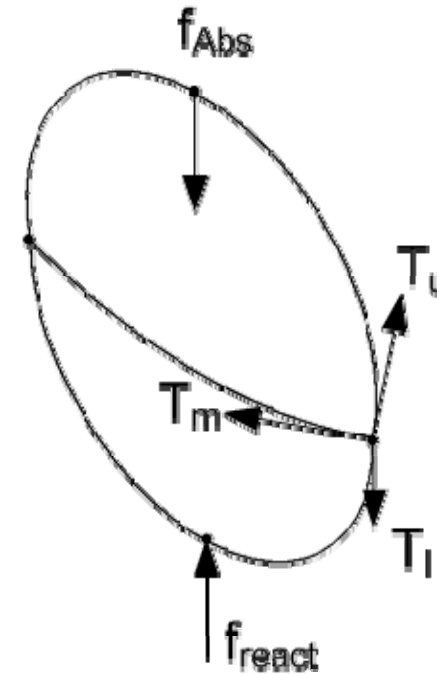
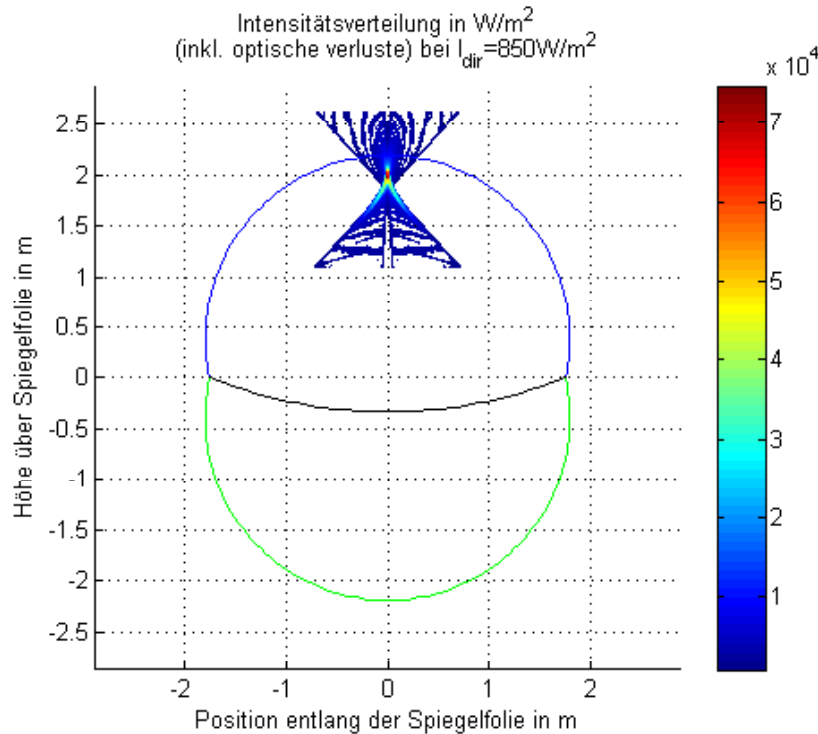


Pneumatisch  
vorgespannter  
Solarkonzentrator  
(PPC)

Konventioneller  
Parabolrinnen-  
Solarkonzentrator  
(PTC)





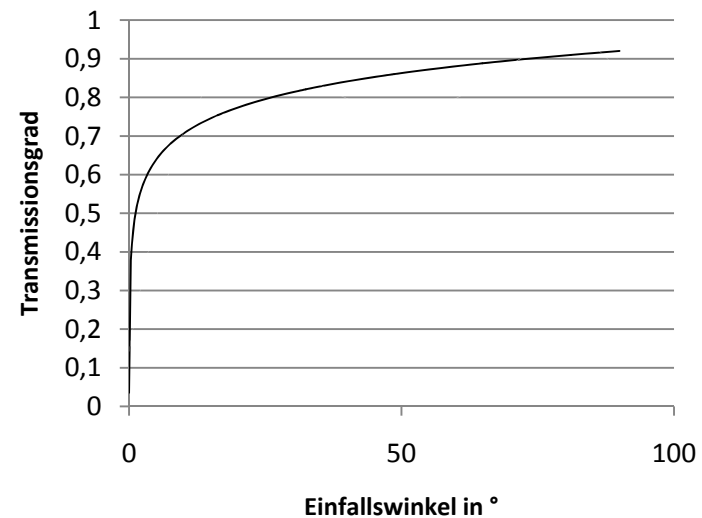
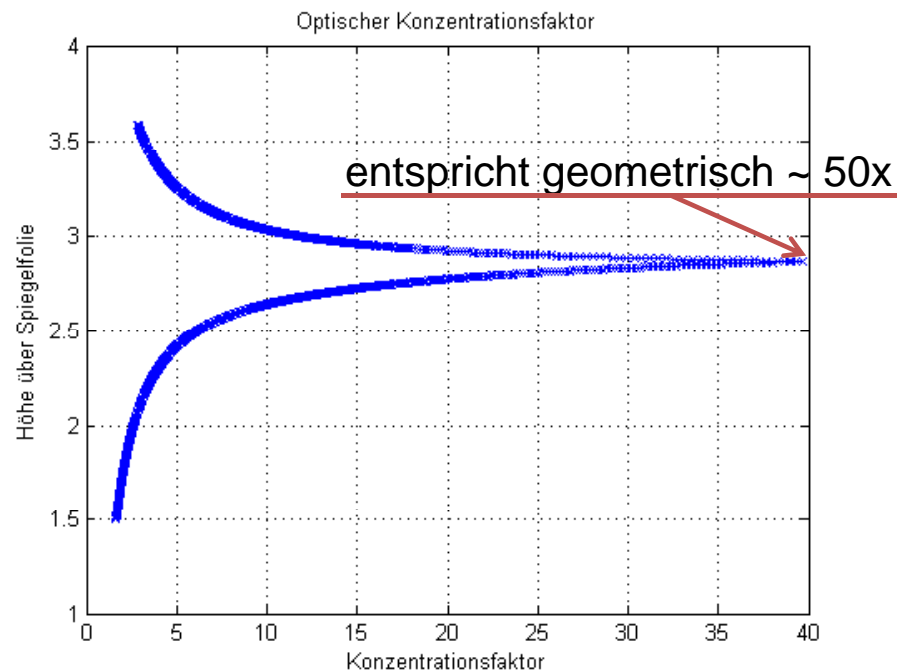


Nichtlineares, implizites mechanisches GGW mit  $T = T(p, r(p))$  muss für Betriebszustand gelten und bestimmt den Radius der reflektierenden Membran und die Absorberposition  $\rightarrow$  Formfindung

Optischer Konzentrationsfaktor:

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

- 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



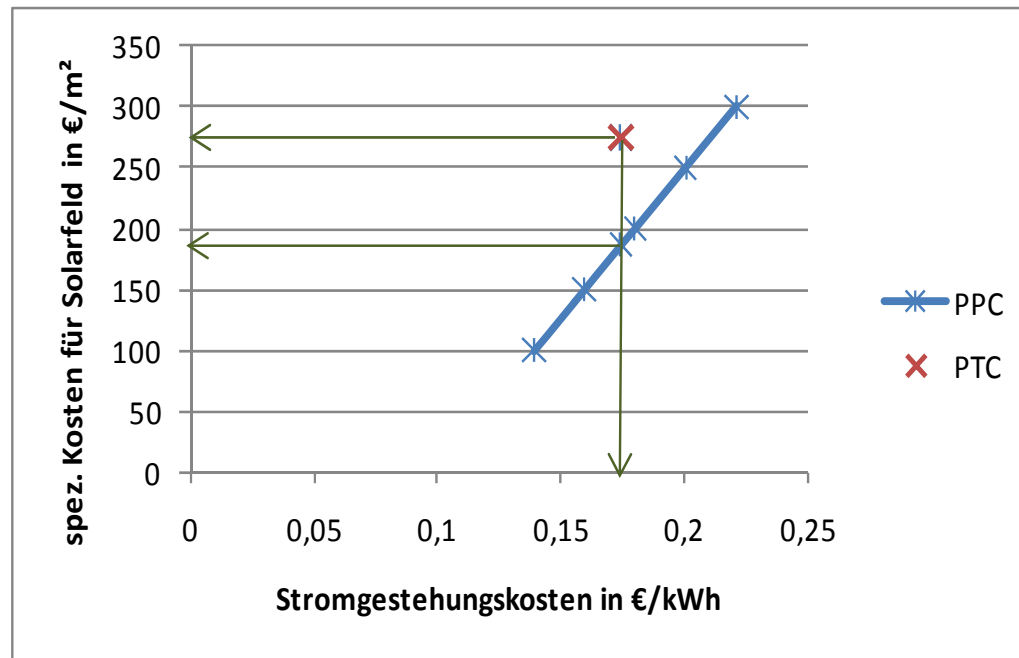
Bezeichnung	Symbol	Einheit	PTC	PPC
Standort			Barstow, Kalifornien, USA	
Aperturfläche des Solarfeldes		m <sup>2</sup>	225000	249500
Aperturweite eines Kollektors		m	5,77	3,56
Maximale optische Effizienz		-	0,75	0,734
Spez. Leistungsbedarf von Hilfsaggregaten im Solarfeld		kW/m <sup>2</sup>	0,006	0,008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

Aus Energiebilanz am Standort Barstow, CA, USA

	<b>Einheit</b>	<b>PTC</b>	<b>PPC</b>
$Q_{\text{field}}$	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

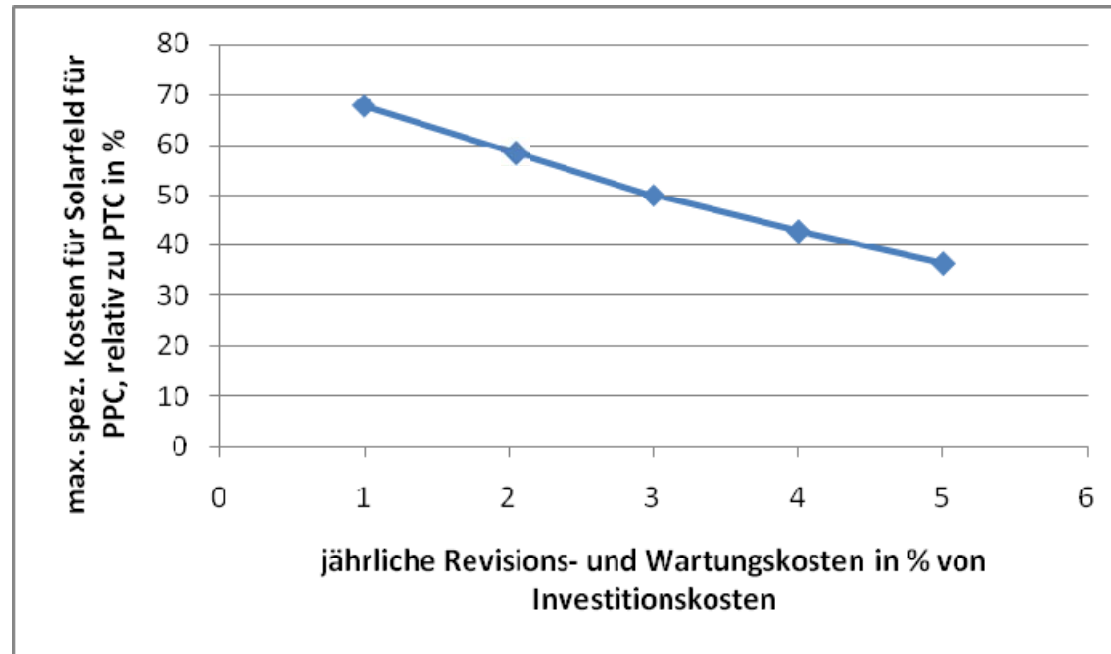
Alle Randbedingungen gleich gewählt:



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

<sup>1</sup> 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](mailto:michal.hartl@tuwien.ac.at)