



## **Solarthermie (CSP)**

—

**Ist diese Technologie auch für die Schweiz relevant?**

Energie Network Lunch

Dr. Bernd Kiefer

## Agenda

Fichtner-Gruppe

Technologie CSP - Status Quo

Trends

Relevanz für die Schweiz

**Die FICHTNER-Gruppe ist ein international tätiger, unabhängiger Dienstleistungspartner für Engineering und Consulting**

**FICHTNER-Gruppe  
International**

Gründung: 1922

26 Tochter- und  
Beteiligungsunternehmen  
in über 50 Ländern

2'000 Mitarbeiter,  
davon fast 600 in  
Deutschland

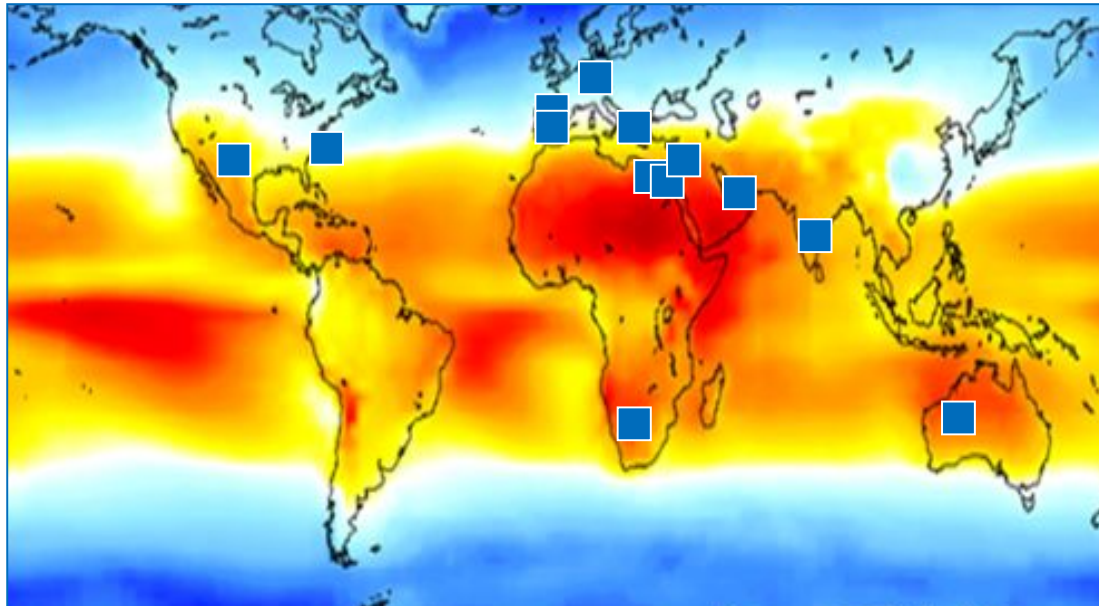


**FICHTNER  
Management  
Beratung AG**

Stuttgart, Berlin  
und Zürich  
~60 Mitarbeiter

## Fichtner blickt auf eine lange Erfahrung im Bereich CSP zurück

### Leistungsausweis der Fichtner-Gruppe im CSP-Sektor



#### Leistungen

- Machbarkeitsstudien
- Technische Due Diligences
- Finanzielle Due Diligences
- Owner's Engineering
- Lender's Engineering
- Performance Engineering
- F&E Projekte
- ...

- > 25 CSP-Projekte in 12 Ländern und 5 Kontinenten
- > 6 Mia. € totales Investment der betreuten CSP-Projekte
- Mitentwickler des Euro Trough Solar Collector
- Eigene Solar Performance Software
- Mehr als 20 Senior Engineers im Sektor CSP
- Know-how-Transfer an unsere Kunde



## Agenda

Fichtner-Gruppe

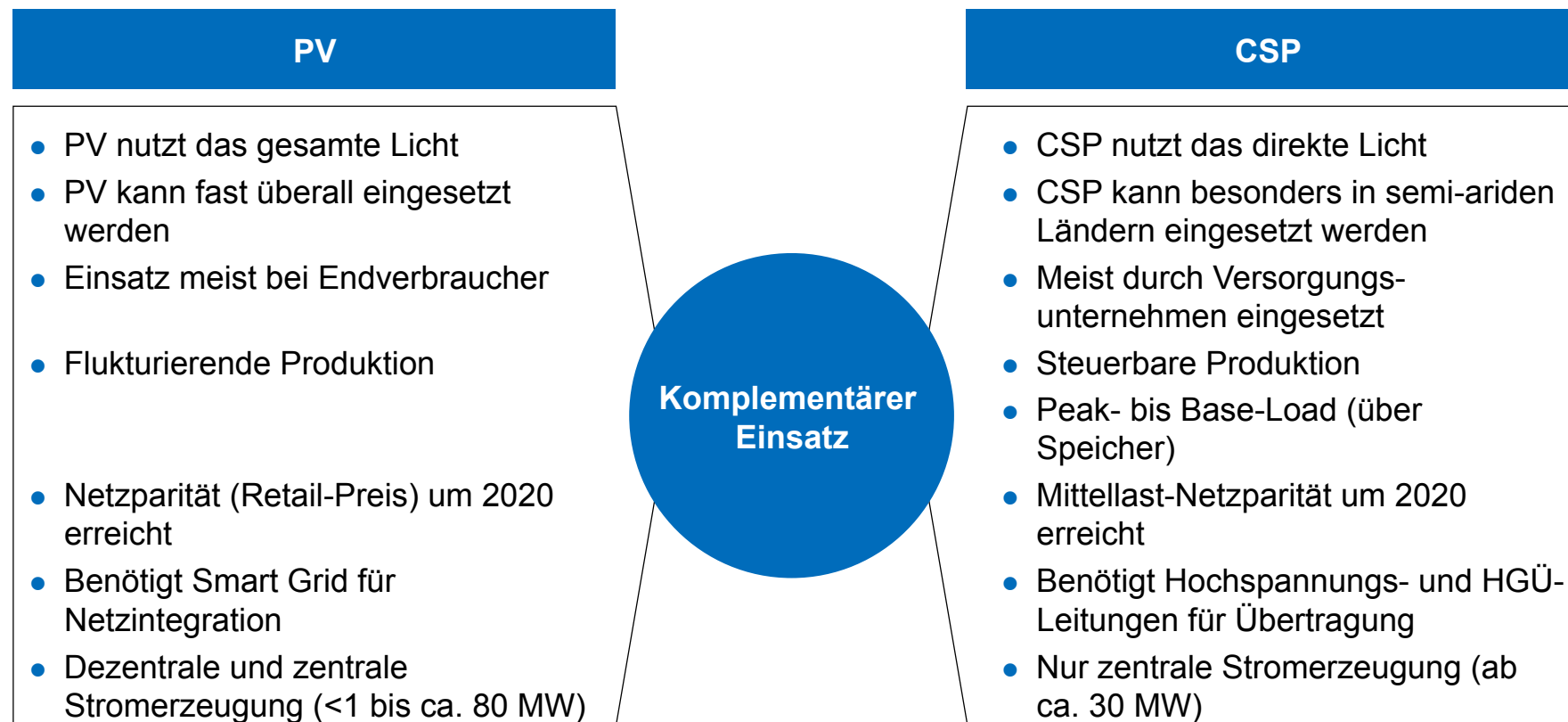
Technologie CSP - Status Quo

Trends

Relevanz für die Schweiz

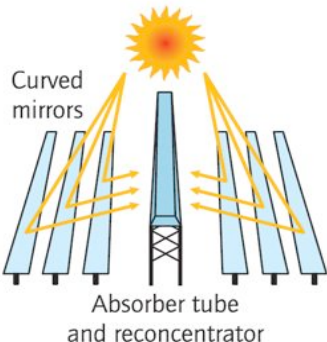
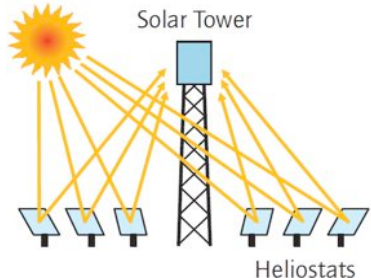
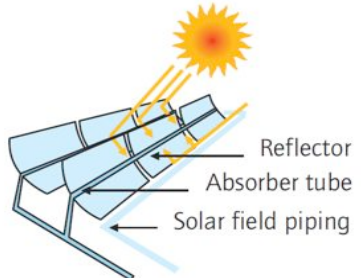
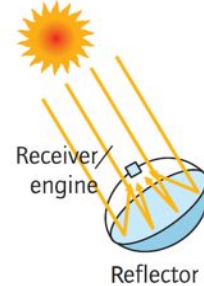
## PV und CSP unterscheiden sich bezüglich der unten angeführten Parameter stark

### Komplementarität von PV und CSP



## Vier Technologietypen haben sich bisher für den grosstechnischen Einsatz von CSP herauskristallisiert

### CSP-Technologietypen

		<i>Focus</i>	
		<i>Line focus</i> Makes tracking the sun simpler	<i>Point focus</i> Allows for higher temperatures
<i>Receiver</i>	<i>Fixed</i> Eases the transport of heat to the power block	<b>Fresnel</b> 	<b>Solarturm</b> 
	<i>Mobile</i> Collects more energy	<b>Parabolrinnen</b> 	<b>Paraboloid</b> 

## Die meisten kommerzielle Anlagen basieren auf die Parabolrinnen-Technologie

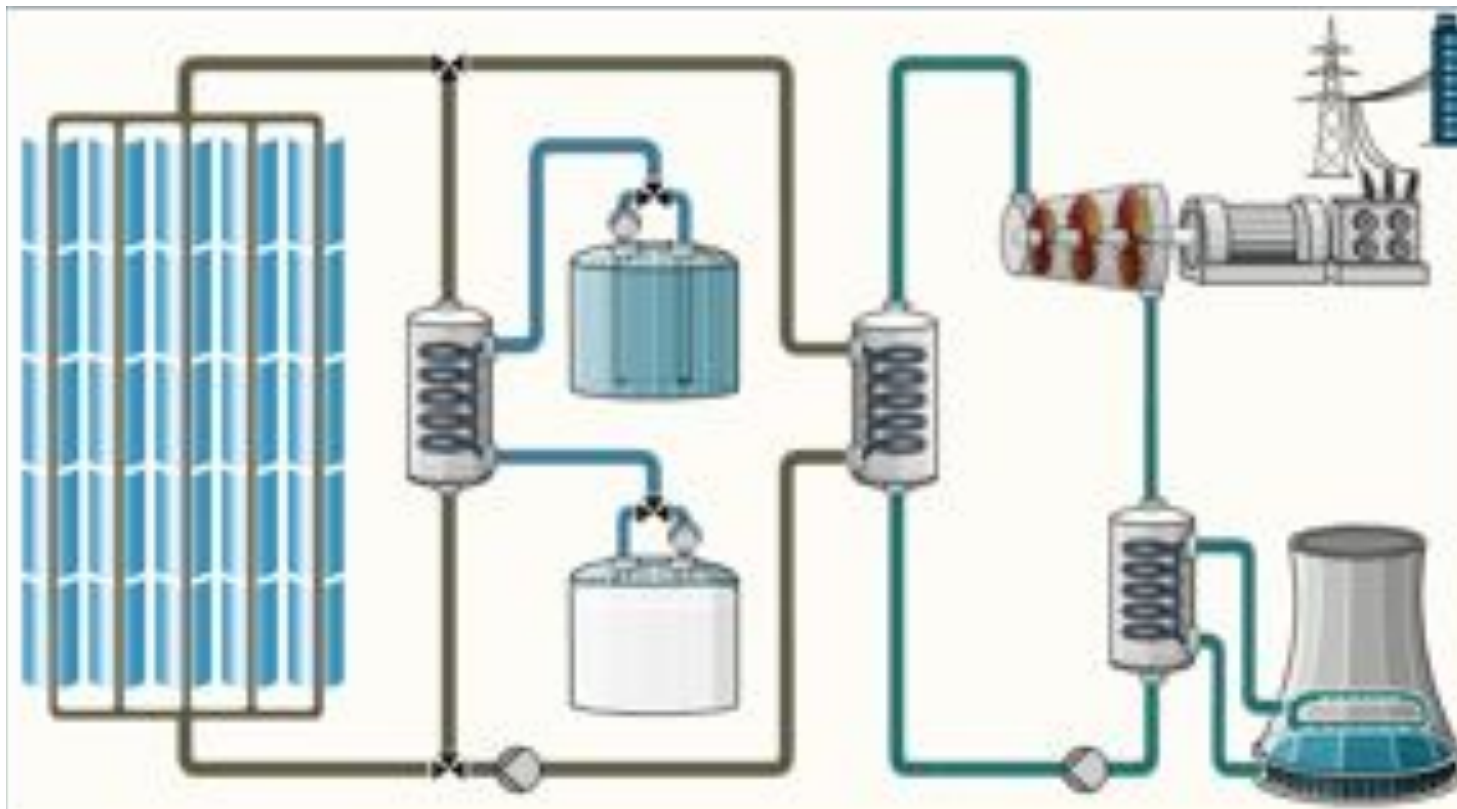
### Kennzahlen CSP-Technologien

	Realisierte Anlagenleistung [MW <sub>e</sub> ]	Anvisierte Anlagenleistung [MW <sub>e</sub> ]	Kosten System* [€/kW]	Anzahl Hersteller	Kommerzielle Anlagen
<b>Parabolrinnen</b>	80	50 – 300	3'000 – 7'000	>10	Bereits im Einsatz
<b>Fresnel</b>	5	30 - 200	3'000 – 5'000	4 – 5	Demoprojekt, erste kommerzielle Anlage in 2010
<b>Solarturm</b>	20	10 – 200	4'000 – 7'000	5 – 8	Demoprojekt, erste kommerzielle Anlage in Betrieb, zweite in Bau
<b>Paraboloid</b>	0,15	0,08 – 850	5'000 – 8'500	4 – 5	Prototypenbetrieb, Grossanlagen in den USA, Spanien und Australien geplant

\* bei Bau einer 100MW Anlage, 1€ = 1,3USD  
Quelle: Fichtner

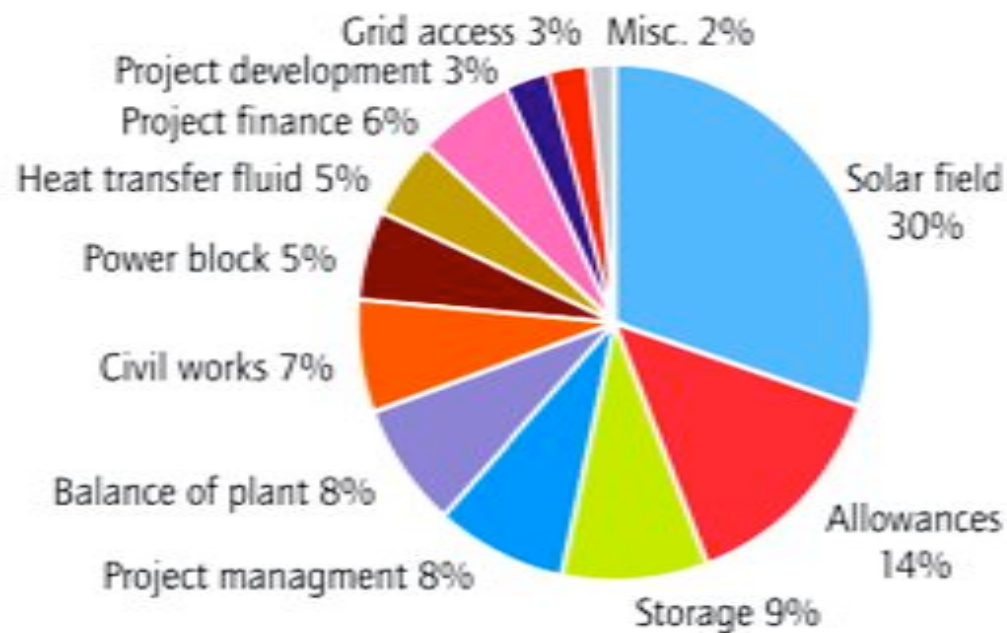
**Salzspeicher werden bereits heute für die Zwischenspeicherung der Solarenergie genutzt**

Parabolrinnen-Kraftwerk mit thermischen Speicher



**Die Investitions- und Betriebskosten sind oberhalb 50 MW-Leistung immer noch stark abhängig von der Anlagengrösse (spez. Invest.kosten: -12 % bei 100 MW / -20% bei 200 MW)**

Investitionskosten einer 50 MW Parabolrinnen-Anlage mit 7-Stunden-Speicher



Grosse Parabolrinnen-Anlage mit Speicher (oberhalb 50MW):

- CAPEX: USD 4.2 / W – USD 8.4 / W
- OPEX: (~ 40 Angestellte, USD 13 / MWh – USD 30 / MWh)

## **Der Kühlwasserbedarf ist ein Handicap der Anlagen auf Basis Parabolrinnen und Fresnel Reflektoren**

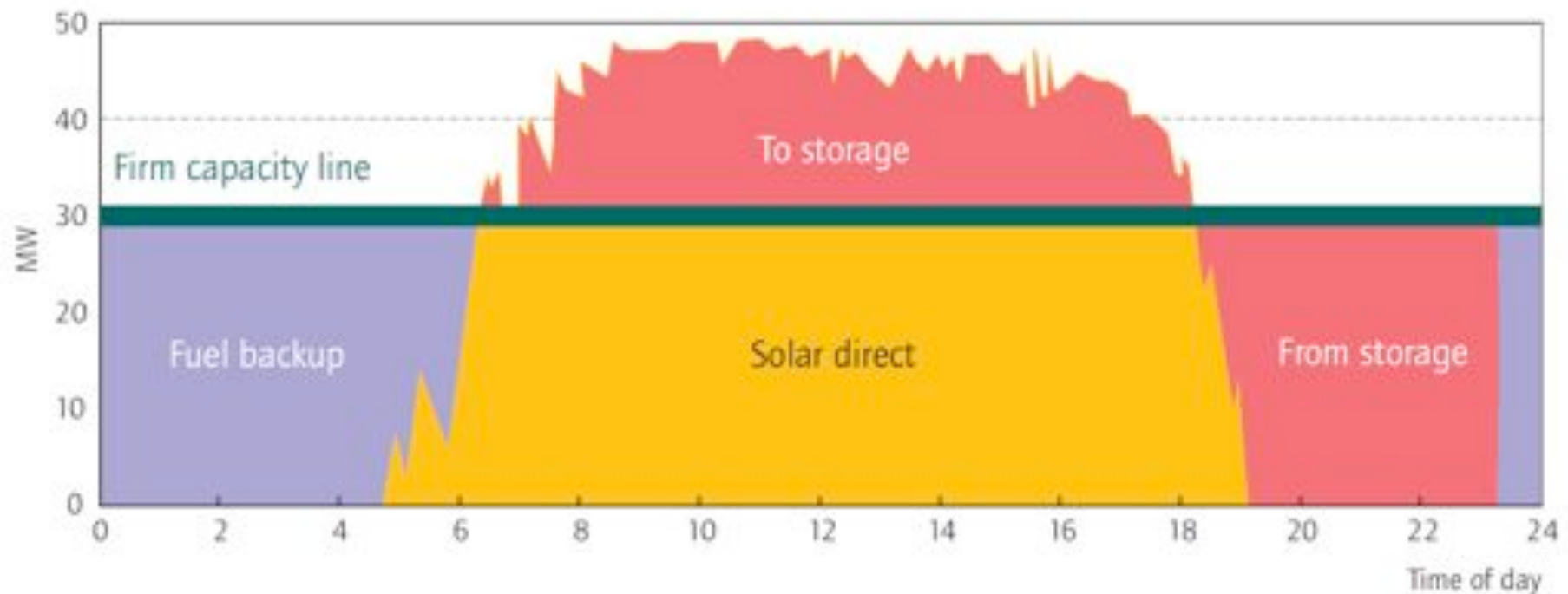
### Kühlung und Wasserbedarf

Wasserbedarf für Kühlungs- und Kondensationsprozesse ist relativ hoch:

- 3'000 l/MWh für Parabolanlagen und Fresnel Reflektoren (verglichen mit 2'000 l/MWh für Steinkohle-KW oder 800 l/MWh für GuD)
- Trockenkühlung ist bei Parabolanlagen und Fresnel Reflektoren möglich, erhöht jedoch die Investitionskosten (+10 %) und reduziert die Stromerzeugung (-7 %)
- Hybride Nass-/Trockenkühlungen sind ein Möglichkeit zur Systemoptimierung (Parabolanlagen: ~ 50 % weniger Wasser bei 1 % Effizienzverlust)
- Tower CSP benötigen weniger Wasser als Parabolspiegel und Fresnel Reflektoren. Bei Trockenkühlung ist hier der Effizienzverlust geringer
- Dishes werden durch die Umgebungsluft gekühlt und benötigen kein Kühlwasser

**CSP-Erzeugungsanlagen lassen sich mit fossiler Zufeuerung derart ergänzen, dass Bandlast erzeugt werden kann**

Hybridkraftwerk: Kombination von Speichersystemen mit Fossil-Backup



## Agenda

Fichtner-Gruppe

Technologie CSP - Status Quo

Trends

Relevanz für die Schweiz

**Die technologische Reife wird je nach Technologietyp mit unterschiedlicher zeitlicher Verzögerung erreicht werden – am schnellsten bei Parabolanlagen und Fresnel Reflektoren**

Meilensteine der Technologieentwicklung

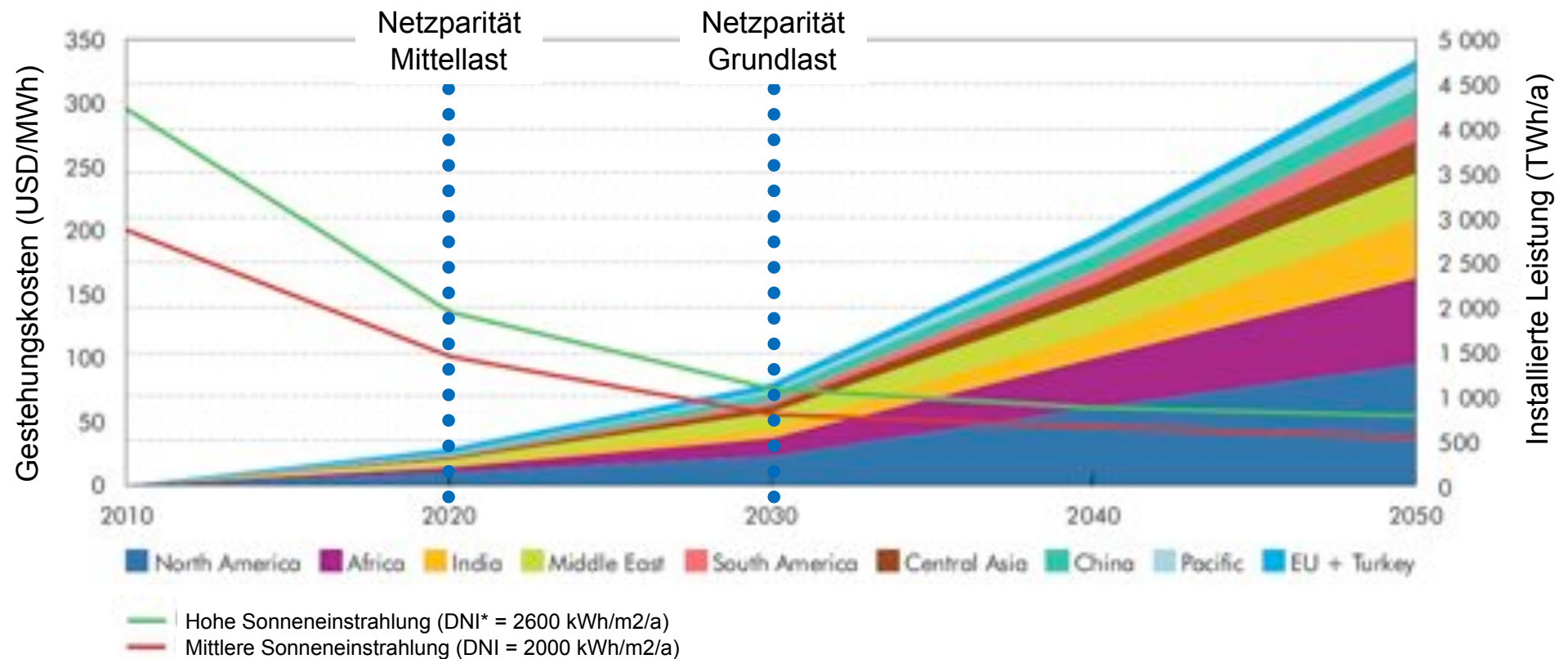
<i>IEA Milestones for technology improvements</i>	<i>Dates</i>
Demonstrate direct steam generation (DSG) in parabolic trough plants	2015 – 2020
Large-scale solar tower with molten salts as heat transfer fluids and storage	2010 – 2015
Mass-produced parabolic dishes with Stirling engines	2010 – 2015
Demonstrate three-step thermal storage for DSG solar plants	2015 – 2020
Demonstrate solar tower with supercritical steam cycle	2020 – 2030
Demonstrate solar tower with air receiver and gas turbine	2020 – 2030



- Sinkende Systemkosten: Günstigere Kollektoren und sonstige Komponenten
- Erhöhung der Betriebstemperaturen durch Ersatzwärmeübertragungsflüssigkeiten, d.h. höhere Effizienzen
- Massenproduktion
- Kompatibilität mit thermischen Speichern
- Produktion von Treibstoffen (insb. Wasserstoff) mit Hilfe von CSP

## Die besten Chancen haben gemäss IEA CSP-Anlagen in der Nähe von grossen Städten in semiariden und ariden Gebieten

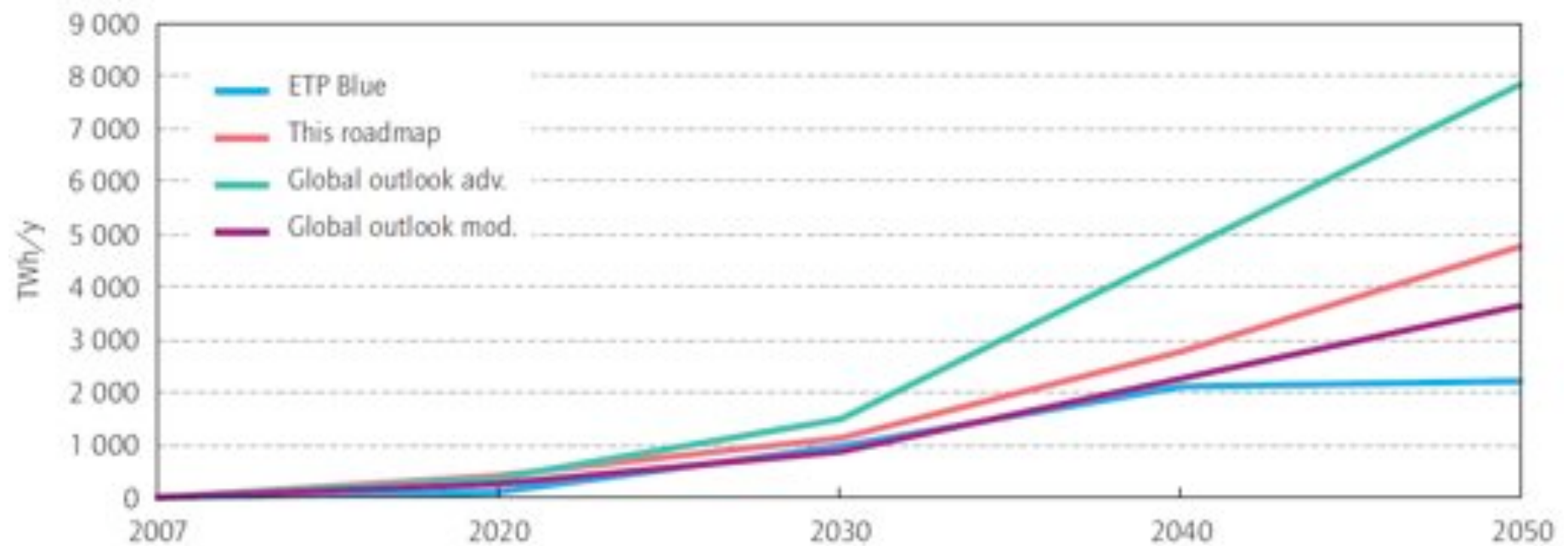
Wachstumsprognose und Entwicklung der Gestehungskosten von CSP-Anlagen



\* DNI = Direct Normal Irradiance  
Quelle: IEA Technology Roadmap CSP, 2010

**Die IEA CSP-Roadmap prognostiziert eine stetige Zunahme der jährlichen Stromproduktion: 2030: ~ 1'000 TWh/y / 2050: knapp 5'000 TWh/y**

Wachstumsprognose von CSP bis 2050 nach IEA-Szenarien (TWh/y)



## In Europa und in den USA wird überlegt, Ballungsgebiete mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) mit CSP-Strom zu versorgen

CSP Visionen in Europe-Middle East-North Africa (EUMENA) und in den USA

### DESERTEC - EUMENA



### DOE - USA



## Agenda

Fichtner-Gruppe

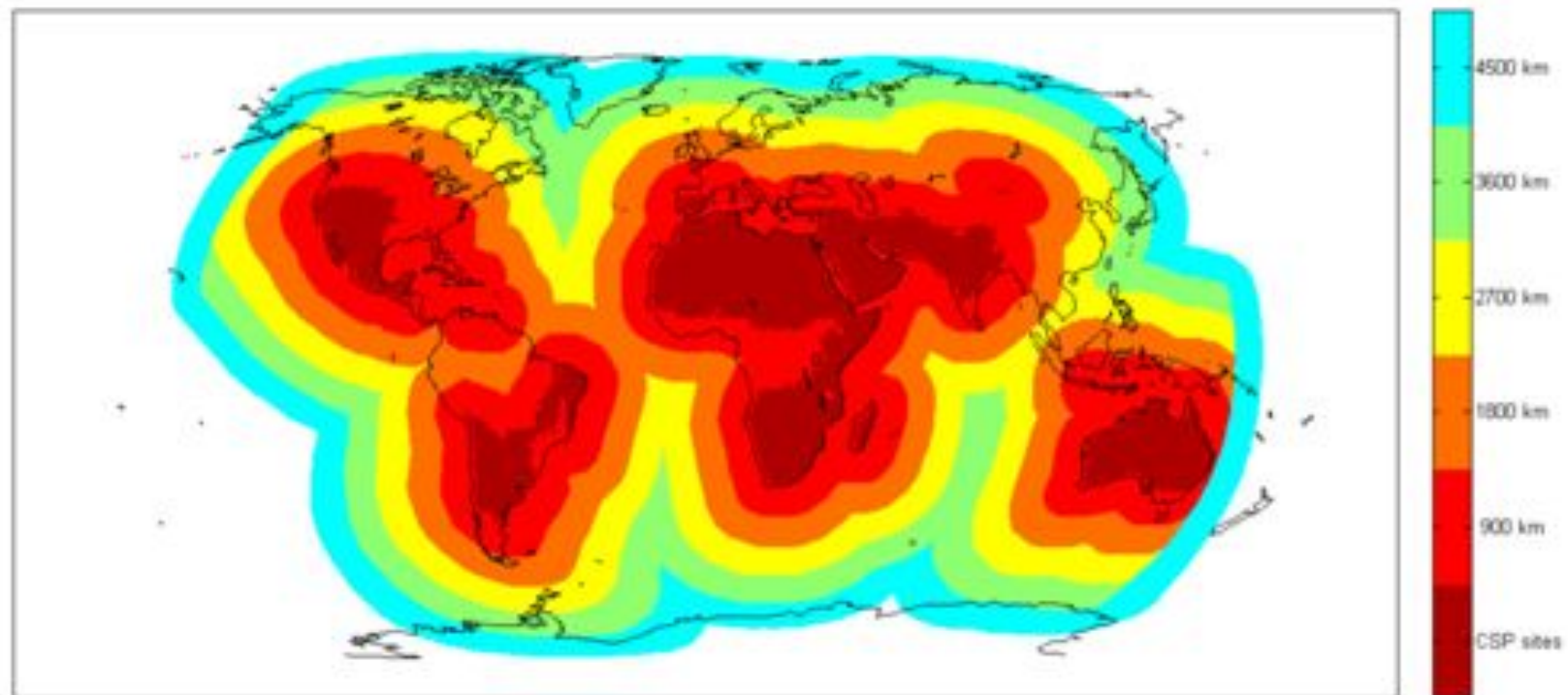
Technologie CSP - Status Quo

Trends

Relevanz für die Schweiz

**Mangels genügender Sonneneinstrahlung ist die Schweiz kaum für CSP geeignet. Sie könnte aber mit HGÜ-Leitungen gut an CSP-Gebiete angeschlossen werden**

Potenzielle CSP-Gebiete\* (dunkelrot) und angrenzende Gebiete erreichbar mit HGÜ-Leitungen



\* Potenzielle CSP-Gebiete weisen eine direkte normale Sonneneinstrahlung (DNI) grösser als 2'000 kWh/m<sup>2</sup>/a auf und sind grösser als 9'000 km<sup>2</sup>  
Quelle: Breyer & Knies, 2009 based on DNI data from DLR-ISIS (Lohmann, et al. 2006)

## Verschiedene Sektoren der Schweizer Wirtschaft sind im Sektor CSP aktiv

### CSP-Akteure in der Schweiz

#### Forschung

- Solar Chemistry Research (PSI/ETHZ/Holcim)
- Solar Resource Knowledge Management (Meteotest/UNIGE)
- Solar Technology and Advanced Applications (ETHZ/Alstom)
- Solar Energy and Water Processes (ETHZ/EAWAG)



#### Energieversorgung

- EBL/IWB bauen die erste kommerzielle Fresnel-Anlage in Spanien (30 MW)

#### Anlagenbau / Industrie

- ABB (HGÜ, Mitgründer von Desertec Industrial Initiative)
- Alstom (Power Block)
- Airlight Energy (Spiegel und Wärmespeicher)
- ...

#### Finanzbranche

- Fonds beinhalten Anteile an CSP-Unternehmen
- Private Equities investieren in CSP-Anlagen
- Projektfinanzierung

## Die Vorgaben eines allfälligen EE-Ziels aus dem bilateralen Stromvertrags werden verstärkte Investitionen Schweizer EVUs im europäischen Ausland nach sich ziehen

Quote anstatt Ausbau der KEV?

**Schweiz**

### Der Bund fasst eine Ökostrom-Quote für Grossverbraucher ins Auge

Die EU setzt die Schweiz unter Druck, die erneuerbaren Energien stärker zu fördern. Um das Ziel zu erreichen, erwägt der Bund zusätzliche Vorschriften, um die Ökostrom-Menge direkt zu steuern.

**Von Patrick Fetz, Bern**

Die Schweiz verliert mit dem Transport und Handel von Strom Milliarden. Weil das Land eng am Stromnetz der Nachbarin angeschlossen ist, können Schweizer Elektrizitätswirtschaften in Spitzenverbrauchszeiten zu hohen Preisen Strom aus Speicherkraftwerken verkaufen. Die Rolle als Stromlieferant ist auch für die Versorgungssicherheit wertvoll. Doch in Stein gemeisselt ist die komfortable Position nicht.

In der Branche und im Bundesrat ist man deshalb erleichtert, dass nach dreijährigen Verhandlungen mit der Europäischen Union (EU) ein Stromabkommen in GröÙe ist. Dieses bringt verbesserte Verhältnisse und Kostenstabilität für die Zukunft (siehe Text unten). Auch wenn Energieministerin Doro Leuthard und der zuständige EU-Kommissar Günther Verhagen sich schon bald die Hand zum Vertragsschluss reichen: Der Energie-Poker mit der EU wird weitergehen. Denn Bundesrat Bürki wünscht, dass ein Stromabkommen nur zustande kommt, wenn die Schweiz anschließend die sogenannte RES-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien annimmt. Ungenügend auf Schweizerische Verhältnisse, bedeutet die Vorgabe, dass die Schweiz 2020 ständige 11 Prozent des Energieverbrauchs mit erneuerbaren Energien decken muss – gegenwärtig beträgt der Anteil 19 Prozent.

**Wie stark steigen die Preise?**  
Das oberste Ziel der Nervosität sind die Strompreise. Die EU-Regulierung wird die Nachfrage klein ist. Für den Vergleich im Netz sind Paragawerkwerke in die Nachbarn. Die EU-Regulierung wird die Nachfrage klein ist. Für den Vergleich im Netz sind Paragawerkwerke in die Nachbarn. Die EU-Regulierung wird die Nachfrage klein ist. Für den Vergleich im Netz sind Paragawerkwerke in die Nachbarn.



Sonnenscheibe-Kreuz auf einem Hangar des Flughafen Gräf. Die Transvital-Abgabe wurde 2006 in Betrieb genommen. Foto: Marcel Trösel/Deutscher

... wie in Deutschland) -fines, sagt M...  
... eine Zünd von Bundesrat (St. Luz...  
... Die deutsche Politik... sagt n...

## Kontakt

### FICHTNER MANAGEMENT BERATUNG AG Schweiz

Weberstrasse 10  
8004 Zürich

Dr. Bernd Kiefer



Telefon +41 43 243 41 81  
Telefax +41 43 243 41 89  
Mobil +41 76 381 39 29  
e-Mail [bernd.kiefer@fmb.fichtner.ch](mailto:bernd.kiefer@fmb.fichtner.ch)  
Internet [www.fichtner.ch](http://www.fichtner.ch)

Philippe Schwarcz



Telefon +41 43 243 41 83  
Telefax +41 43 243 41 89  
Mobil +41 79 519 50 97  
e-Mail [philippe.schwarcz@fmb.fichtner.ch](mailto:philippe.schwarcz@fmb.fichtner.ch)  
Internet [www.fichtner.ch](http://www.fichtner.ch)