

Perspektiven für Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel

- Beitrag der deutschen Industrie und Forschung -

Prof. Dr. B. Hoffschmidt
FH Aachen

Frühjahrstagung der DPG
Hamburg, 03.03.09



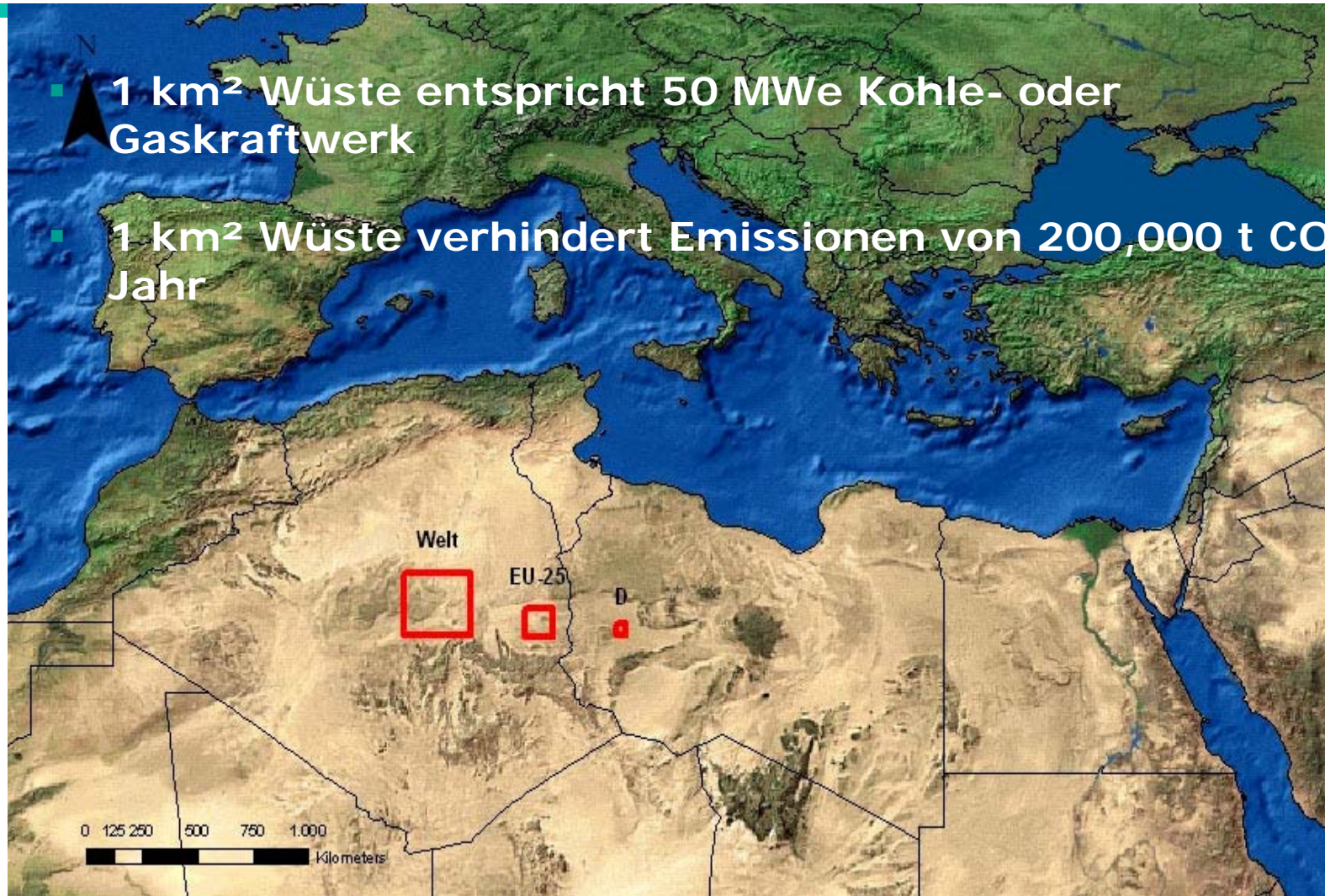
Solarthermische Kraftwerke

- Potenzial
- Technologie
- Markt
- Projekte
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- Sonnengürtel / Nord – Afrika

Solarthermische Kraftwerke

- **Potenzial**
- Technologie
- Markt
- Projekte
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- Nord-Afrika / Algerien

Potenzial



Quelle: DLR

Solarthermische Kraftwerke

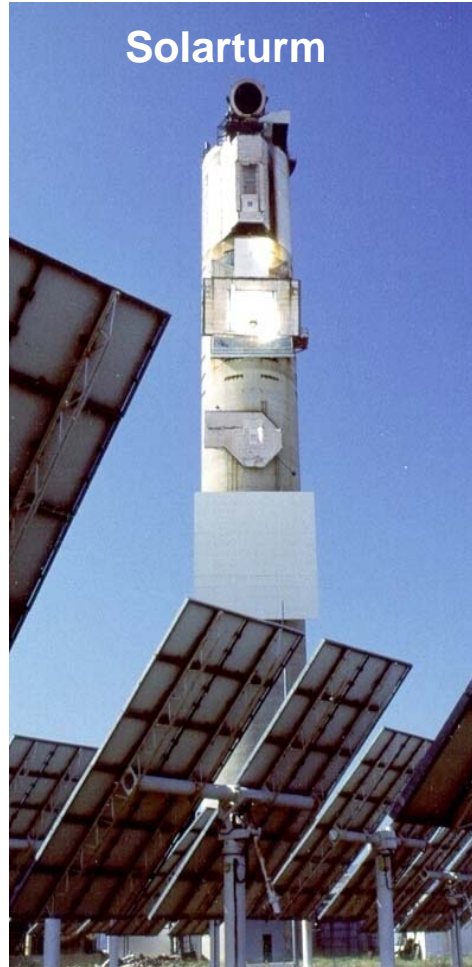
- Potenzial
- **Technologie**
- Markt
- Projekte
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- Sonnengürtel / Nord – Afrika

Technologie

Parabolrinne



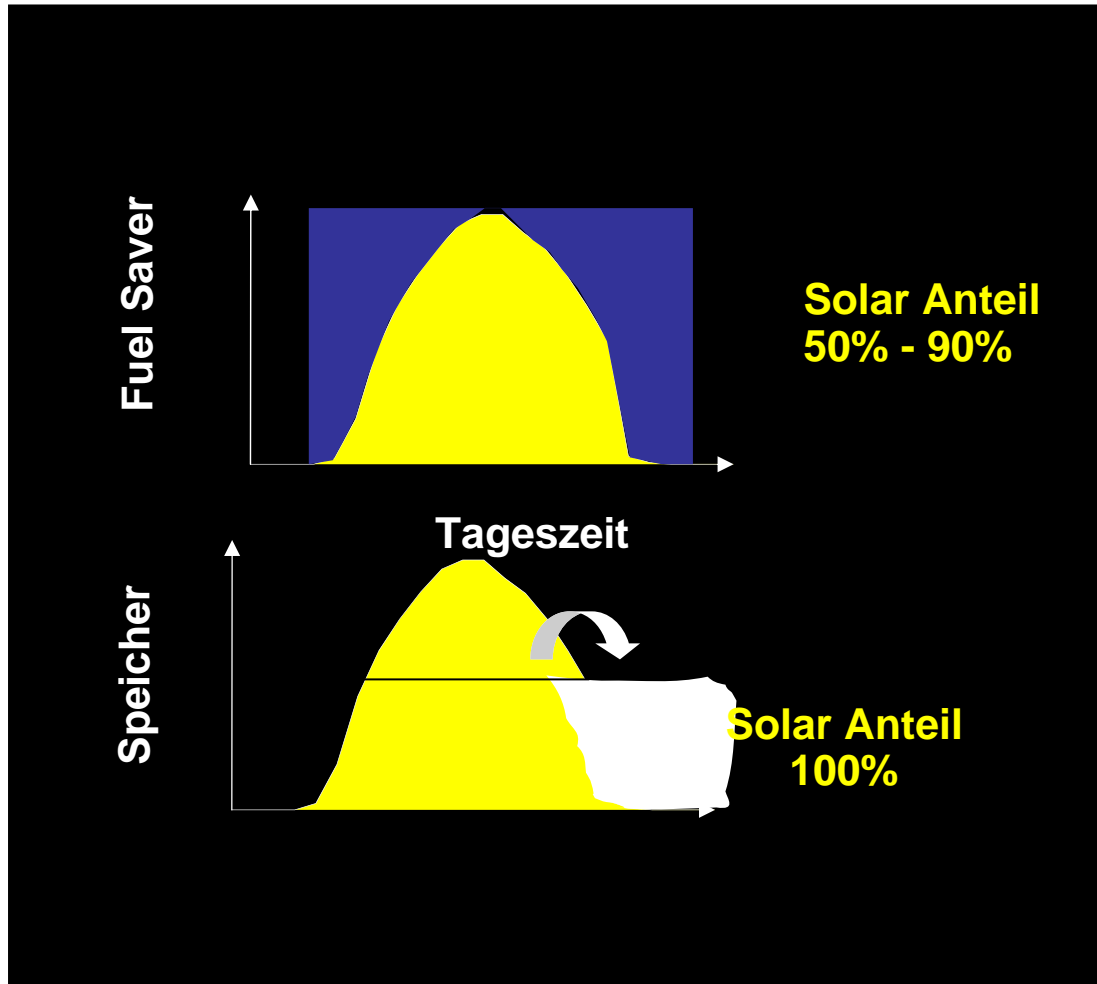
Solarturm



Linear Fresnel



Technologie



Großtechnische netzgekoppelte Stromerzeugung

Energieübertragung im MW - Maßstab

Stromerzeugung heute
900 GWh pro Jahr

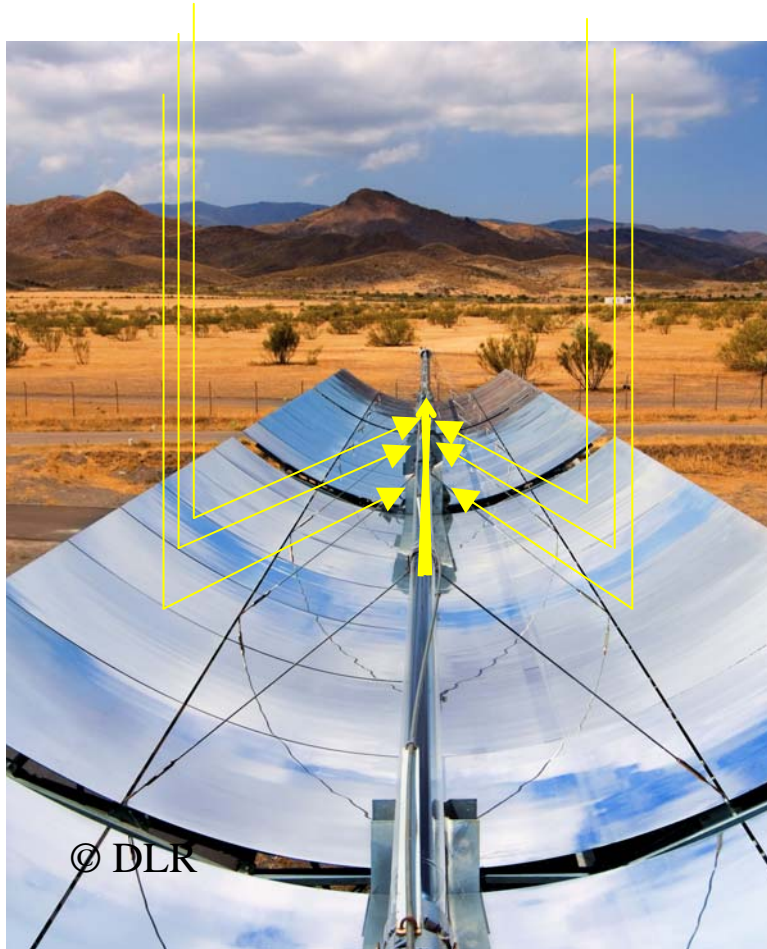
Nutzt nur Direktstrahlung

Liefert Strom nach Bedarf
durch Hybridisierung oder
Energiespeicher

Deutsche Unternehmen
etabliert im Markt

Technologie - Rinnensystem

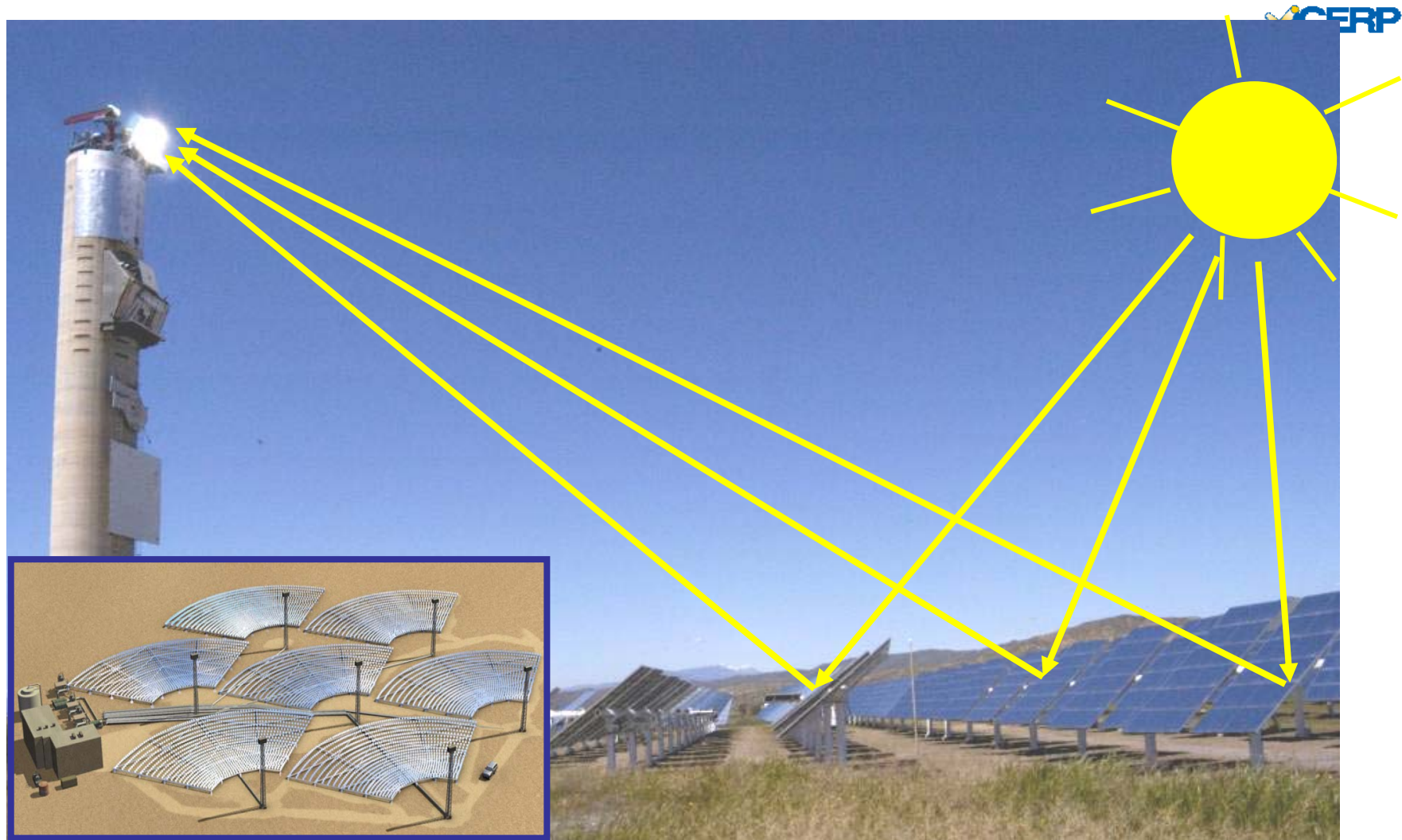
Parabolrinne



Linear Fresnel



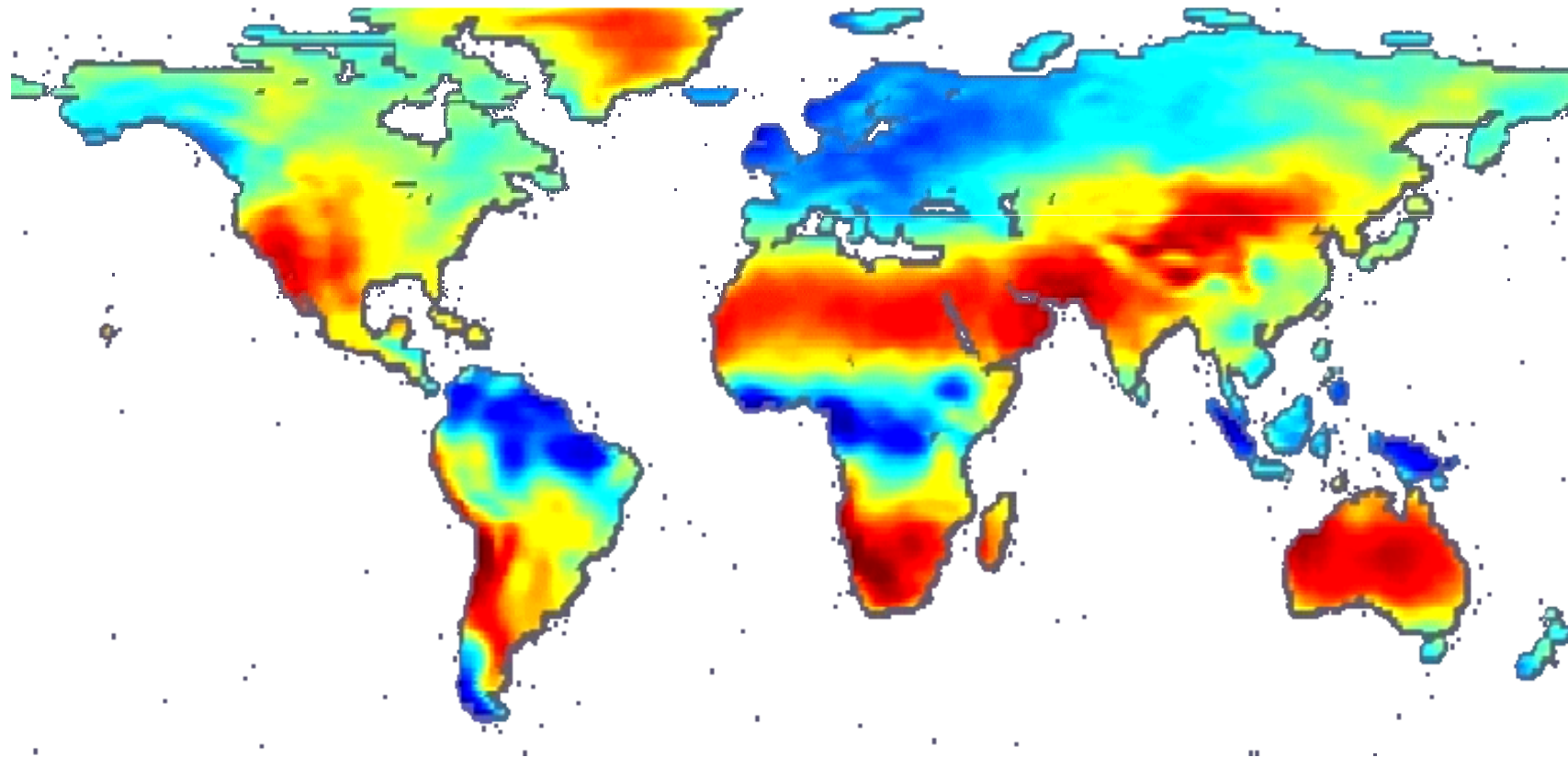
Technologie - Turmsystem



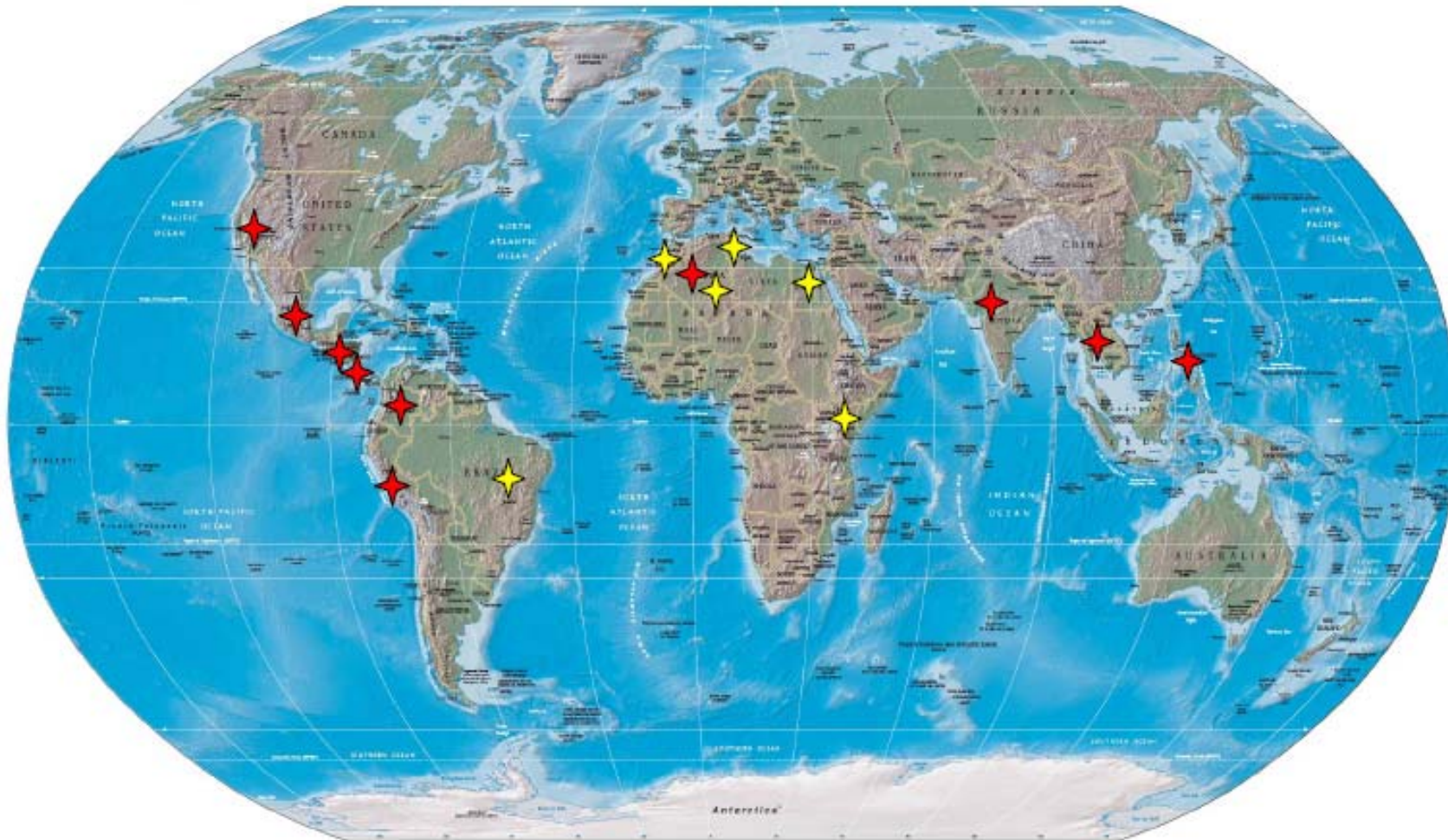
Solarthermische Kraftwerke

- Potenzial
- Technologie
- **Markt**
- Projekte
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- Sonnengürtel / Nord – Afrika

Sonnengürtel der Erde

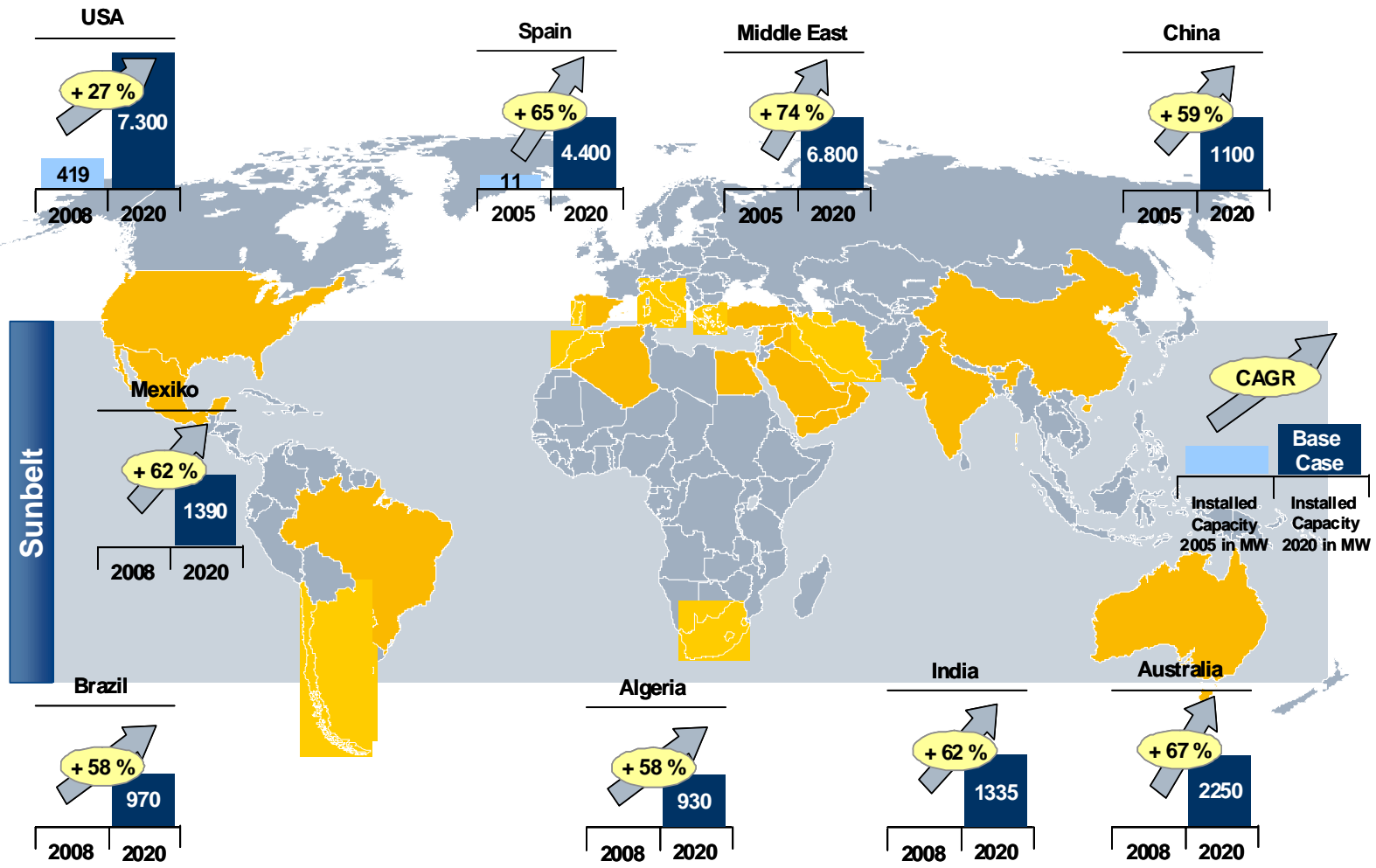


Markt



Quelle: Lahmeyer International

Markt



Source: BCG Analyses, Sarasin "Solarenergie 2006", Greenpeace

Quelle: MAN Ferrostaal AG

Vorhersagen der Marktentwicklung

➤ **bis 2010 min. 2.000 MW**

(Greenpeace & EREC, 2007; Sarasin Solar Study 2006)

➤ **bis 2020 min. 20.000 MW**

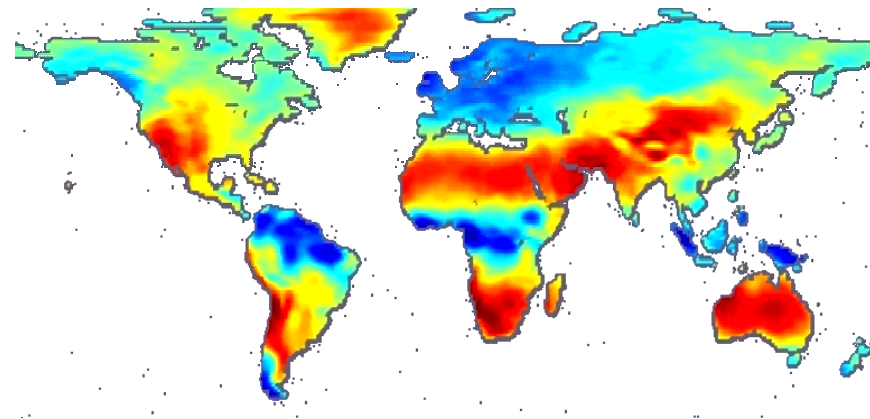
(International Energy Agency IEA; US Department of Energy; Greenpeace & EREC; Greenpeace/ESTIA/IEA SolarPACES)

➤ **bis 2030 138.000 MW**

(Greenpeace & EREC, 2007)

➤ **bis 2040 267.000 MW**

(Greenpeace & EREC, 2007)



Quelle: MAN Solar Millennium

Solarthermische Kraftwerke

- Potenzial
- Technologie
- Markt
- **Projekte**
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- Sonnengürtel / Nord – Afrika

Projekte – Andasol I, II, III

ANDASOL I, II

- jeweils 50 MW Parabolrinnen Kraftwerk mit Salzschnmelze als Speichermedium für 7 Stunden Vollastberieb ohne Sonne
- größtes Solarkraftwerk der Welt



ANDASOL III

- 50 MW Parabolrinnen Kraftwerk mit Salzschnmelze als Speichermedium für 7 Stunden Vollastberieb ohne Sonne
- EPC durch MAN Ferrostaal
- Betreiber Solarmillennium



Projekte – Spanien

POWER PLANT	LOCALIZATION	FINAL	POWER	PROMOTER
Andasol 1	Granada	2008	50	ACS-Cobra, S. Millenium
Andasol 2	Granada	2009	50	ACS-Cobra, S. Millenium
Discos Stirling	Sevilla	2008	0,08	Abengoa
Iberdrola Puertollano	Ciudad Real	2008	50	Iberdrola, IDAE
La Risca	Badajoz	2009	50	Acciona
PS20	Sevilla	2008	20	Abengoa
Solnova 1	Sevilla	2009	50	Abengoa
Other Technologies	Various	2009	50	Various

TOTAL 2008: 120 MW
TOTAL 2009: 200 MW

Quelle: IDAE.

Projekte – Spanien

POWER PLANT	LOCALIZATION	FINAL	POWER	PROMOTER
ASTE 1 A	Ciudad Real	2010	50	Aries Ingeniería
ASTE 1 B	Ciudad Real	2010	50	Aries Ingeniería
Extresol 1	Badajoz	2010	50	ACS-Cobra
Extresol 2	Badajoz	2010	50	ACS-Cobra
Gemasolar	Sevilla	2010	17	Sener, Masdar
La Dehesa	Badajoz	2010	50	SAMCA
La Florida	Badajoz	2010	50	SAMCA
Lebrija I	Sevilla	2010	50	Valoriza
Majadas	Cáceres	2010	50	Acciona
Manchasol 1	Ciudad Real	2010	50	ACS-Cobra
Palma del Río I	Córdoba	2010	50	Acciona
Palma del Río II	Córdoba	2010	50	Acciona
Saucedilla	Cáceres	2010	50	Albiosa
Solnova 3	Sevilla	2010	50	Abengoa
Solnova 4	Sevilla	2010	50	Abengoa
Other Technologies	Various	2010	150	Various

TOTAL 2010: 867 MW

Quelle: IDAE.

Projekte – Spanien

POWER PLANT	LOCALIZATION	FINAL	POWER	PROMOTER
Andasol 3	Granada	2011	50	Solar Millenium
Extresol 3	Badajoz	2011	50	ACS-Cobra
Helioenergy I	Sevilla	2011	50	Abengoa
Helioenergy II	Sevilla	2011	50	Abengoa
Iberecoica Solar Badajoz	Badajoz	2011	50	Iberecoica Solar
Iberecoica Solar Medellín	Badajoz	2011	50	Iberecoica Solar
Iberecoica Solar Olivenza	Badajoz	2011	50	Iberecoica Solar
Iberecoica Solar Santa Amalia	Badajoz	2011	50	Iberecoica Solar
Iberecoica Solar Valdetorres	Badajoz	2011	50	Iberecoica Solar
IBERSOL Almansa	Albacete	2011	50	Iberdrola
IBERSOL Manzanares	Ciudad Real	2011	50	Iberdrola
IBERSOL Oropesa	Toledo	2011	50	Iberdrola
Lebrija II	Sevilla	2011	50	Valoriza
Planta Termosolar de Morón	Sevilla	2011	50	Prosolar
Otras tecnologías	Varias	2011	150	Varios

TOTAL 2011: 850 MW

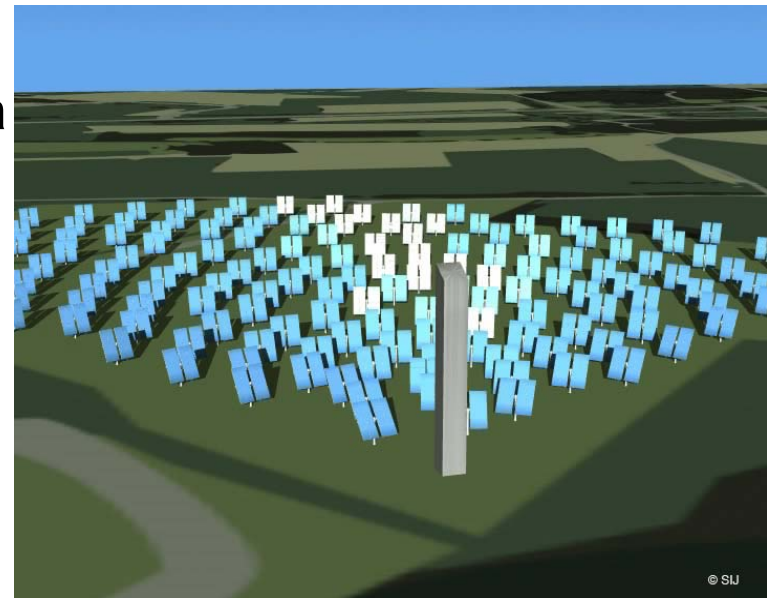
Quelle: IDAE.

Projekte – SW-USA

- 1 MW Parabolrinne/ORC in Arizona (APS, Acciona) in Betrieb
- 64 MW Parabolrinne in Nevada (Nevada Power, Acciona) in Betrieb
- 500 (option to 850 MW) Dish Stirling geplant in Süd-CA
- 300 (option to 900 MW) Dish Stirling geplant in Süd-CA
- 553MW Parabolrinne (PG&E, Solel, July 2007)
- 177 MW Linear Fresnel Kollektor (AUSRA, PG&E, Nov 2007)
- 280 MW Parabolrinne mit Speicher (Abengoa, APS, Feb. 2008)
- 250 MW Arizona PS Consortium, Ausschreibung Dez. 2007
- 250 MW Parabolrinne (FPL Energy, AFC filed)
- 900 MW Turmsystem (BrightSource, PG&E, April 2008)
- 245 MW Turmsystem (EP Elect., eSolar, June 2008)

Projekt – Solarturm Jülich

- Ort Jülich / D
- Solarstrahlung DNI 850 W/m² a
- Heliostatfeld 18.000 m²
- Heliostate 2150
- Turmhöhe 60 m
- Landnutzung ca. 18 ha
- Leistung 1500 kW peak
- Receiverfront-temperatur bis 900 °C
- Erhitzte Luft 680 °C
- Speichergröße 1 h



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich

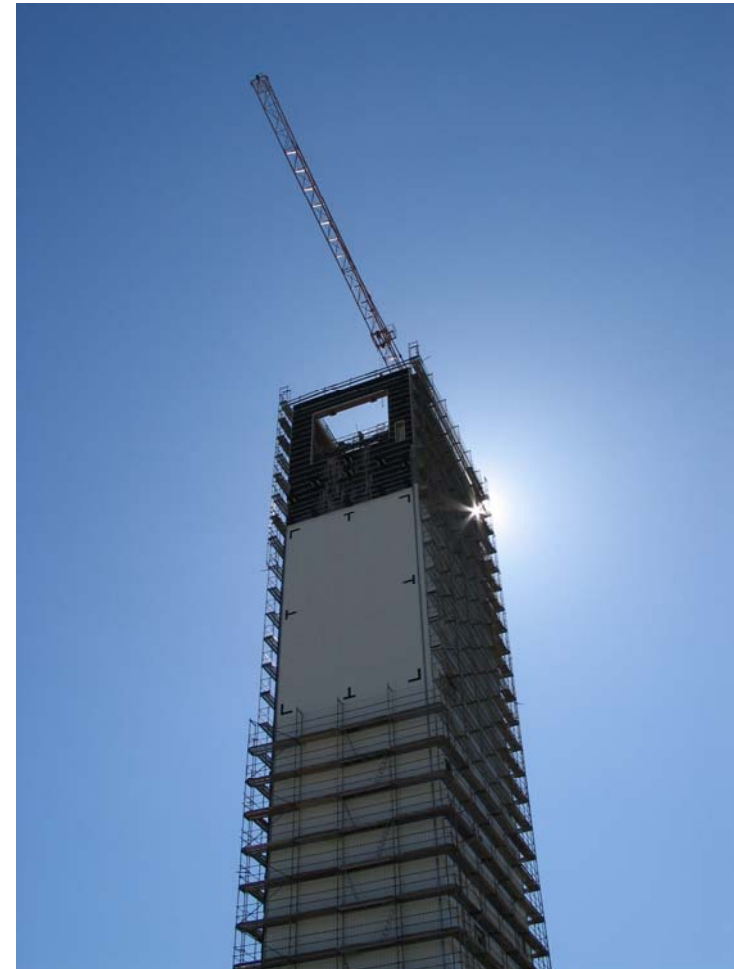


Projekt – Solarturm Jülich



- **Betreiber: Stadtwerke Jülich**
- **Forschungspartner: Solar-Institut Jülich und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
- **Generalunternehmer: Kraftanlagen München**

Projekt – Solarturm Jülich



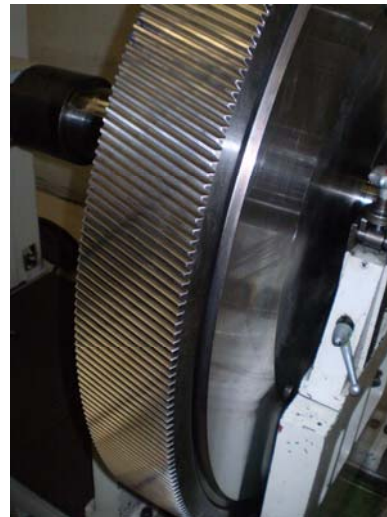
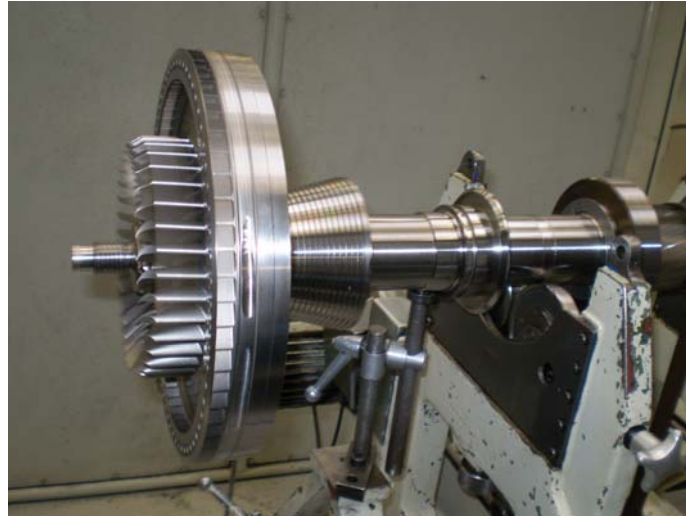
Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich



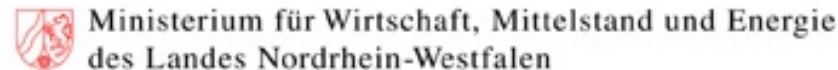
Projekt – Solarturm Jülich



Projekt – Solarturm Jülich

Pilotanlage - Projektförderung

- **Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie NRW**



- **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**



- **Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie**

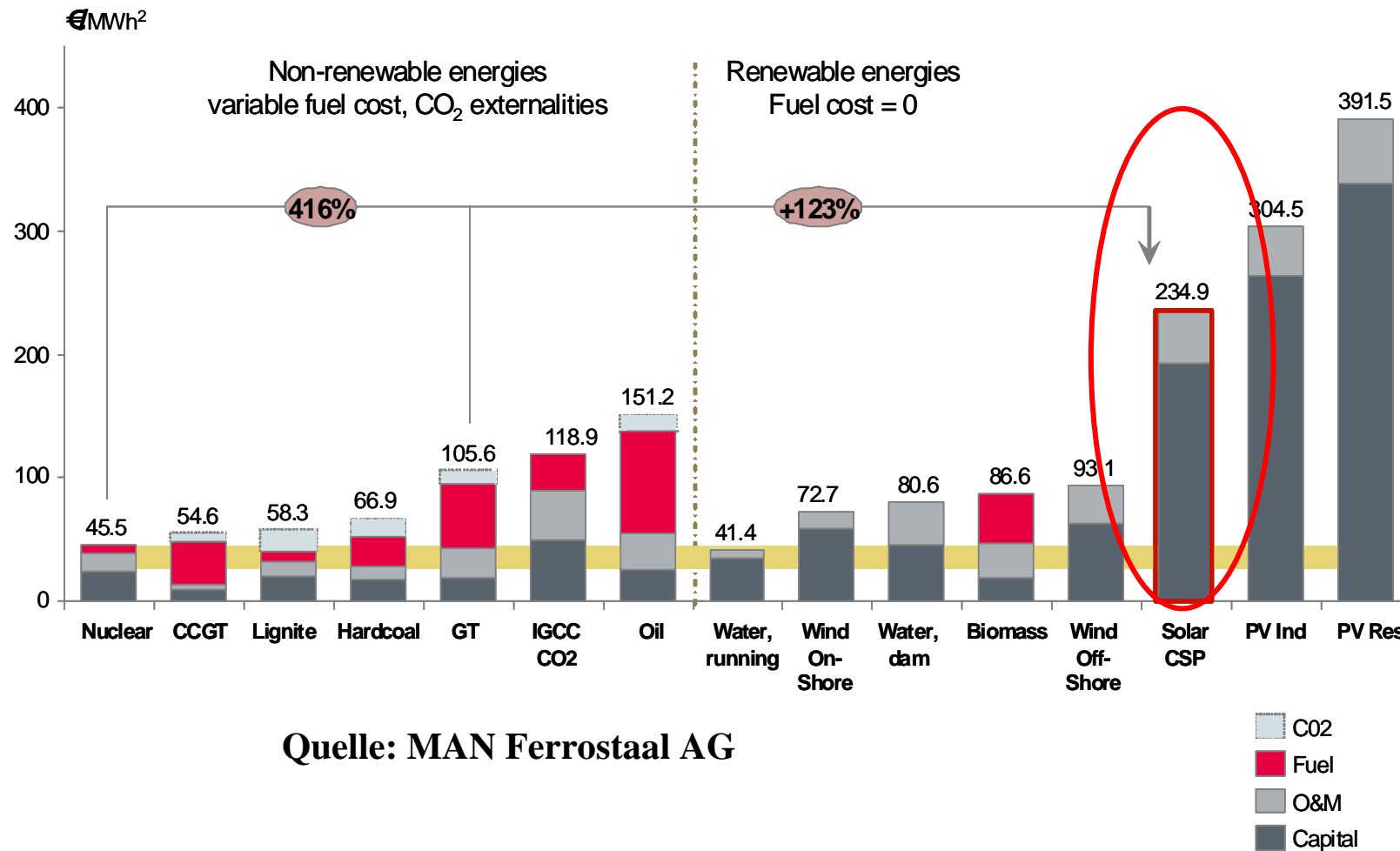
[Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie](#)



Solarthermische Kraftwerke

- Potenzial
- Technologie
- Markt
- Projekte
- **Ziele – Forschung und Entwicklung**
- Nord-Afrika / Algerien

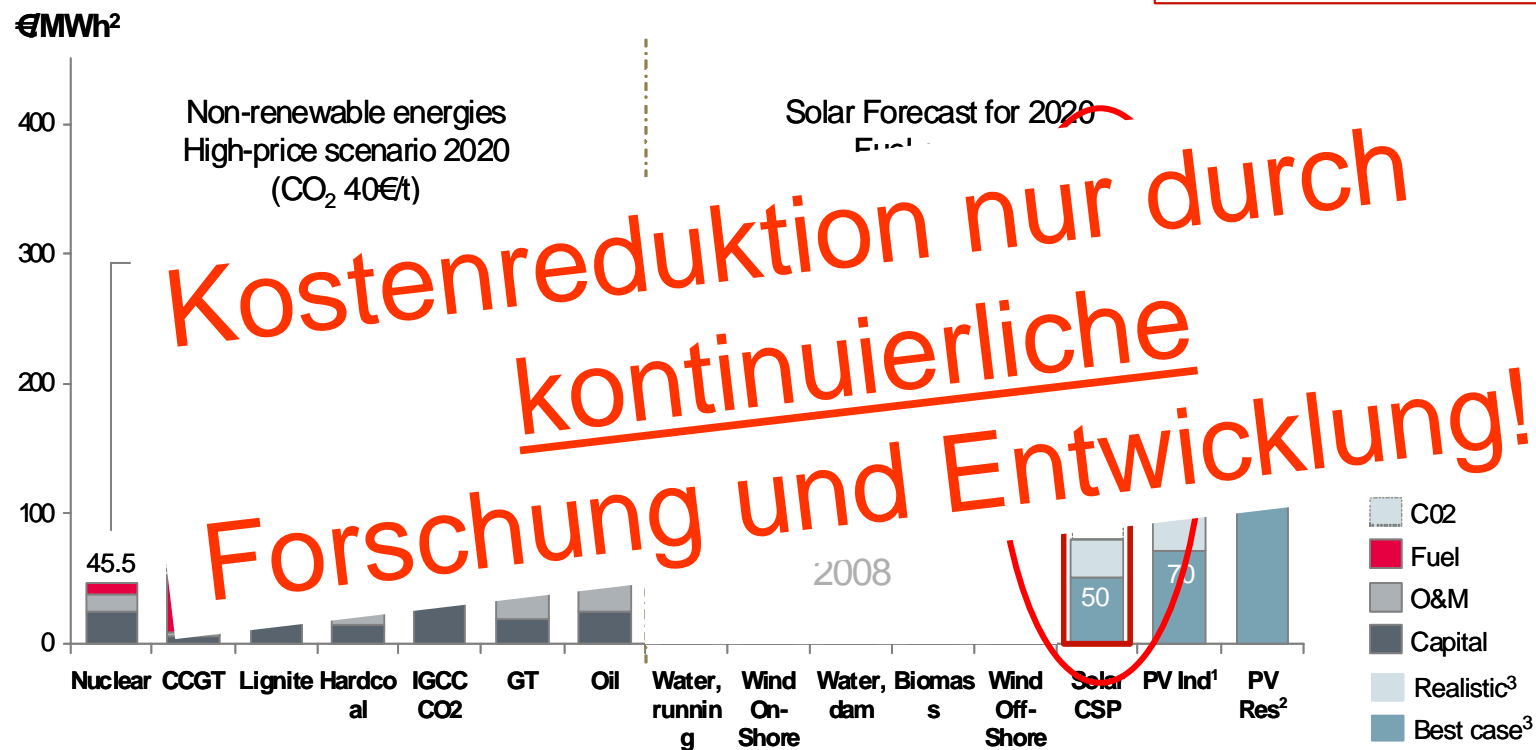
Ziele – F&E



Quelle: MAN Ferrostaal AG

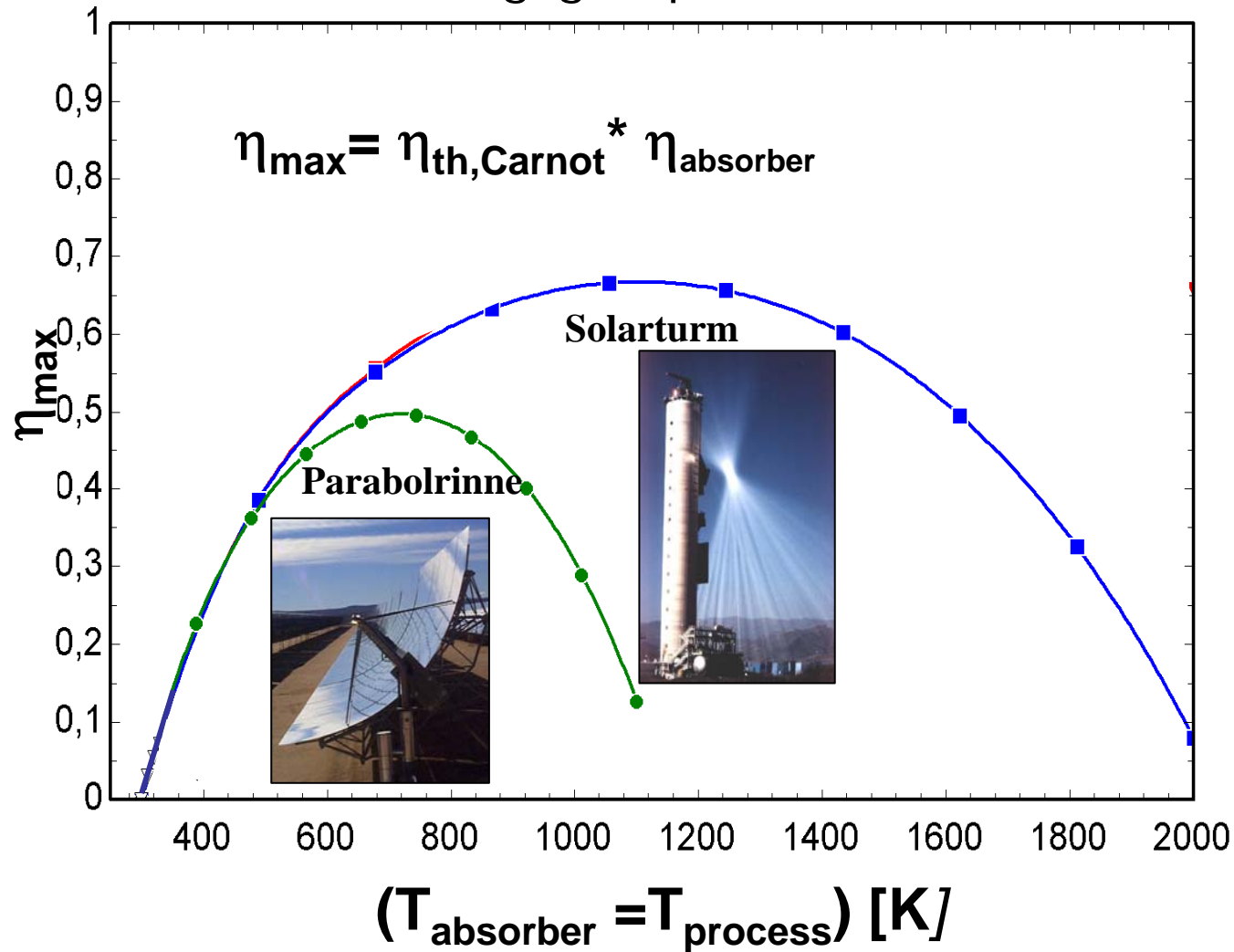
Ziele – F&E

Preliminary



Quelle: MAN Ferrostaal AG

Wirkungsgradpotenziale



Ziele – F&E



Forschungsplattform

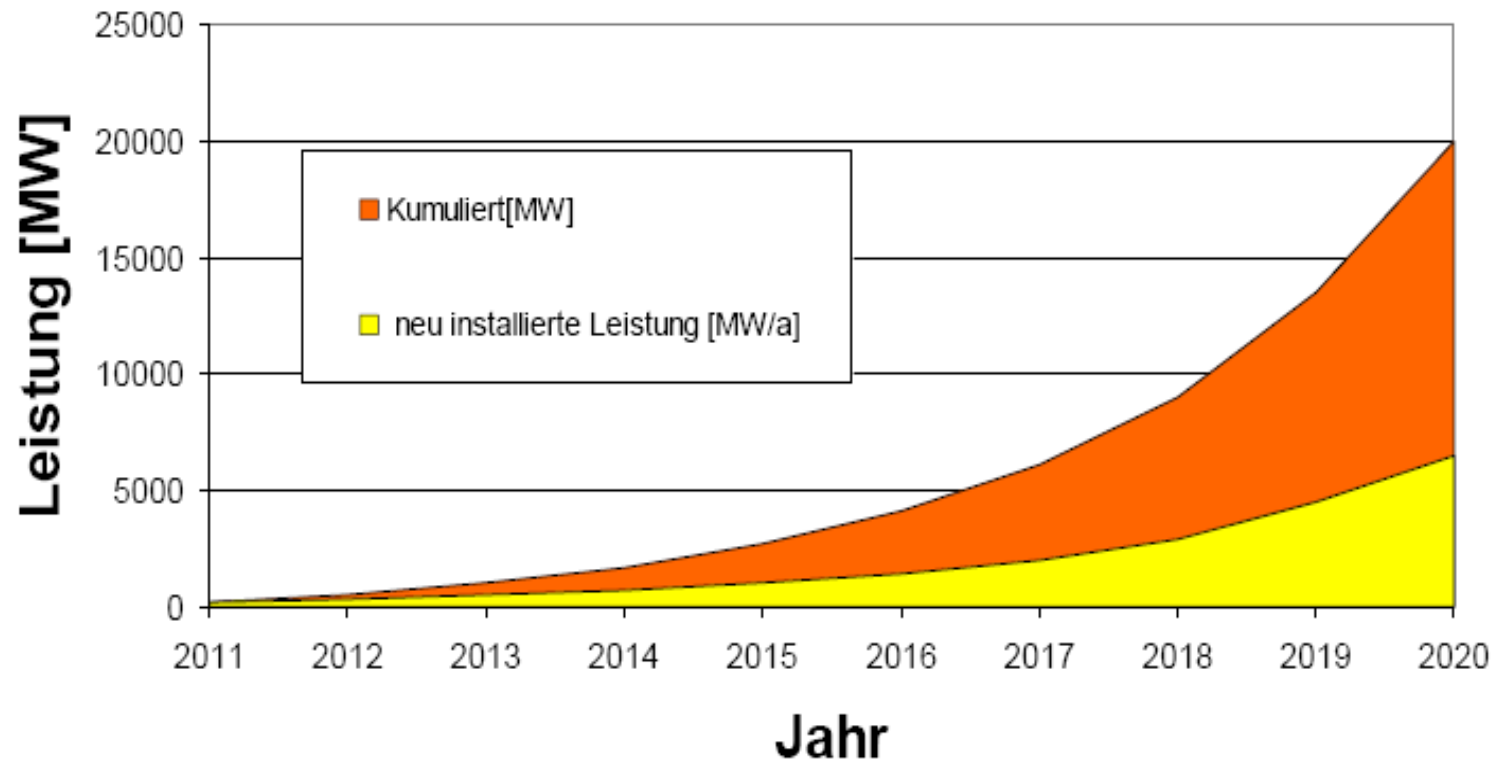
Ziele – F&E

- Automatisierung des Betriebs
- Materialeinsparung
- kostengünstige Speichertechnologien
- Erhöhung der mittleren Kreislauftemperaturen
- Hybridisierung als Gas- und Dampfturbinenprozess
- Entwicklung und Erprobung eines rein solar betriebenen Gas- und Dampfturbinenprozess
- Direkte Erzeugung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen wie Methanol oder Wasserstoff

Solarthermische Kraftwerke

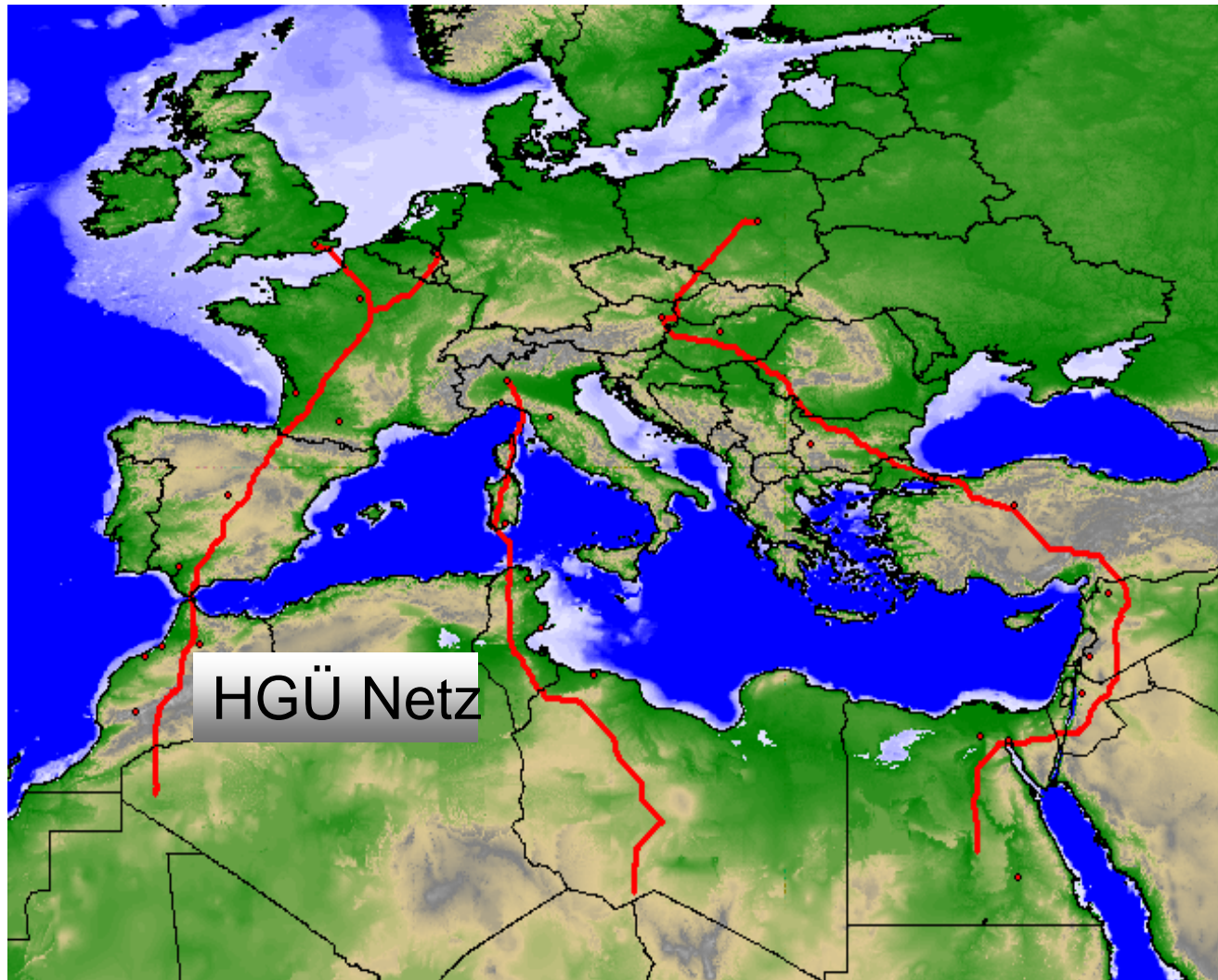
- Potenzial
- Technologie
- Markt
- Projekte
- Ziele – Forschung und Entwicklung
- **Sonnengürtel / Nord – Afrika**

Ausbau Solarthermischer Kraftwerke Mittelmeerraum gemäß ESTELA



Quelle: ESTELA

Sonnengürtel / Nord – Afrika Mittelinitiative der EU



Quelle: DLR

ESTELA:

- Ist es möglich 20GW solarthermische Kraftwerke in nordafrikanischen Staaten zu bauen?

Ja, die Technologie ist kommerziell verfügbar und überdies wird solch ein Plan die industrielle Entwicklung der Region fördern, weil viele Komponenten dort erzeugt werden können.

Quelle: ESTELA

ESTELA:

- Ist es möglich einen großen Teil der in Nord-Afrika produzierten Elektrizität nach Europa zu transportieren?

Ja, denn diese Technologie wird in vielen Off-Shore Projekten in Europa benutzt und man erwartet eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Preise und der Leistungsfähigkeit.



ESTELA:

- Kann ein Finanzierungsmodell gefunden werden, dass die Nord-Afrika-Pläne der EU mit einem geringen Anteil an öffentlicher Unterstützung beginnen lässt?

Ja, es gibt erprobte Modelle aus anderen Industrien, die auf den geringen Stromgestehungskosten nach Abschreibung der Anlagen basieren.

Quelle: ESTELA

Sonnengürtel / Nord – Afrika Mittelinitiative der EU



- Export der Solarturm Technologie aus Jülich nach Algerien
- Ziele:
 - Bau einer 2 - 4 fach größeren Anlage als in Jülich (mit bis zu 5MWel) in Algerien
 - Kombination mit einem Zentrum für regenerative Energien (solares Kühlen, solare Prozesswärme, passive Solarenergienutzung, solare Meerwasserentsalzung und -aufbereitung, Geothermie, Windenergie)
 - Nutzung der Anlage zu Ausbildungszwecken (Einbindung der algerischen Universitäten)



Zusammenfassung

- Industrie in Deutschland an technologischer Spitzenposition auf dem Gebiet der solarthermischen Kraftwerke
- Dauerhaft Spitzenposition nur durch kontinuierliche Weiterentwicklung im Verbund von Industrie und Forschung
- Solarthermisches Versuchskraftwerk in Jülich-Basis für kontinuierliche Weiterentwicklung (langfristig Methanol- und Wasserstoffherzeugung)
- Absatzgebiete der Technologie in den Sonnenregionen der Erde,
- Nord-Afrika – langfristiges Zielgebiet für Europa