



DESERTEC – Strom aus der Wüste?

Franz Trieb

Mainz, 29.10.2009



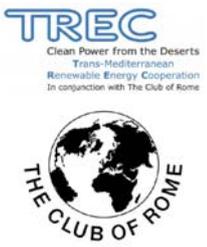
LB BW

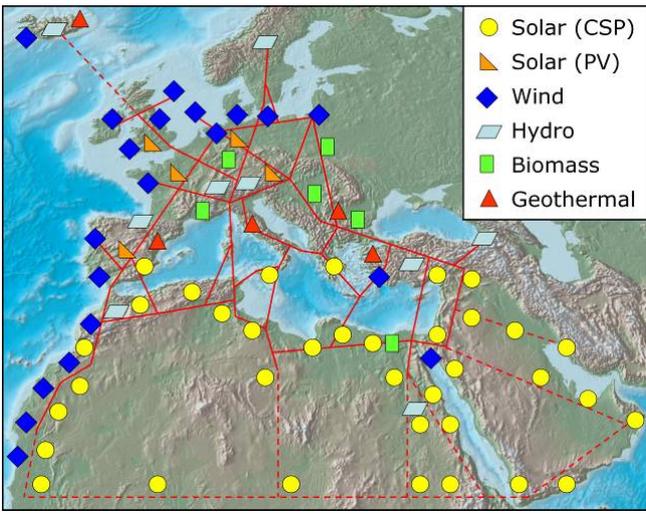
Saubere Luft. Made in Germany.



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

HGÜ-Stromautobahnen verbinden die ergiebigsten Produktionsstandorte mit den größten Verbrauchszentren







Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

<http://www.desertec.org>

Folie 2

Studien



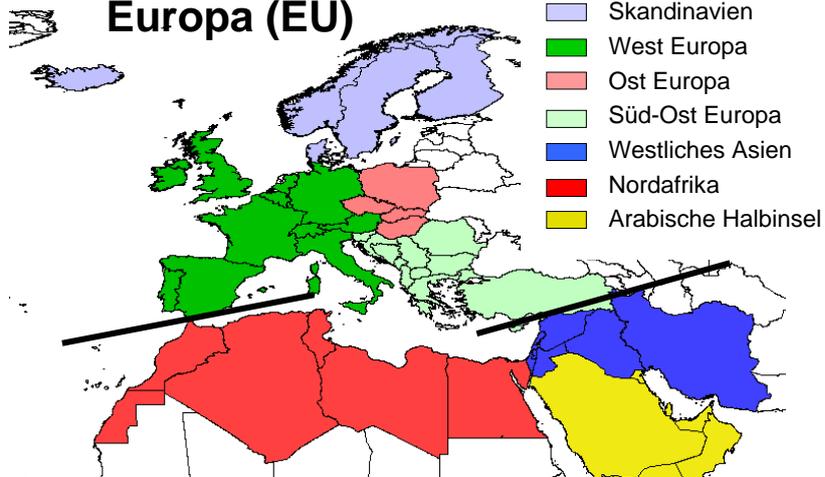
Ermittlung der erneuerbaren Energiepotentiale für die nachhaltige Produktion von Elektrizität und Trinkwasser in 50 Ländern Europas, Nordafrikas und des Mittleren Ostens unter Berücksichtigung der Option solarthermischer Kraftwerke.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Insgesamt 50 Länder untersucht

Europa (EU)



Middle East & North Africa (MENA)

Technologie-Portfolio für die Stromversorgung:

- ✓ Kohle, Braunkohle
 - ✓ Erdöl, Erdgas
 - ✓ Kernspaltung, Kernfusion
 - ✓ **Wasserkraft**
 - ✓ **Biomasse**
 - ✓ **Solarthermische Kraftwerke**
 - ✓ **Geothermie (Hot Dry Rock)**
 - ✓ Windenergie
 - ✓ Photovoltaik
 - ✓ Wellen / Gezeiten
- }

Ideal gespeicherte Primärenergie

}

Speicherbare Primärenergie

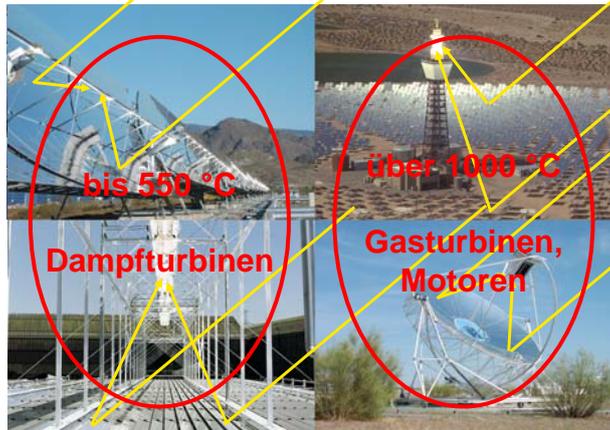
}

Fluktuierende Primärenergie

Konzentrierende Sonnenkollektoren

Parabolrinne (PSA)

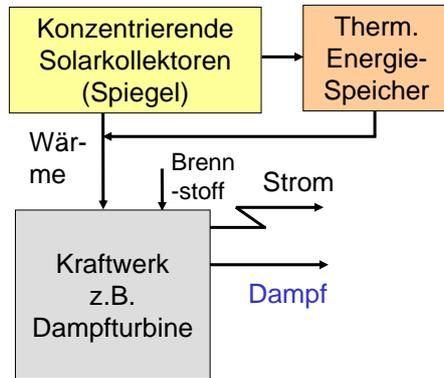
Solarturm (SNL)



Linear Fresnel (MAN/SPG)

Dish-Stirling (SBP)

Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



- ✓ Sonnenenergie ersetzt Brennstoff
- ✓ Sekundenreserve
- ✓ Regelleistung nach Bedarf
- ✓ Kraft-Wärme-Kopplung für Wasserentsalzung, Kälte, Fernwärme, Industrie

Solar Electricity Generating System - SEGS, Kalifornien, USA (354 MW, am Netz seit 1985)



Nevada Solar One, Las Vegas, USA (64 MW, 2007)



 Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.acciona-energia.com

Folie 9

**Solucar, Sevilla, Spanien
(10 MW + 20 MW, 2007 & 2009)**



 Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.solucar.es

Folie 10

**ANDASOL 1, Guadix, Spanien
(50 MW, 7 h Speicher, 2009)**



**NOVATEC
Linear Fresnel
2 MW, Puerto
Errado, Spanien**

**Produktions-
automaten**

**Direkt-
verdampfung**

Trockenkühlung

Putzroboter



Energiespeicher

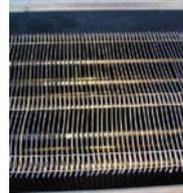
Molten Salt



Beton



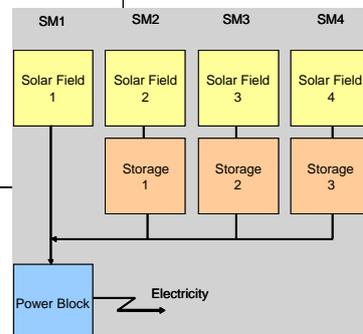
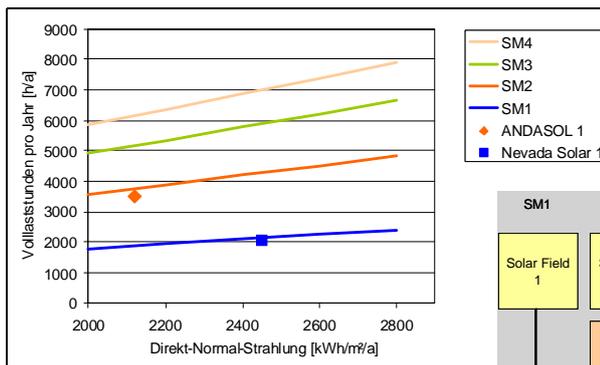
Phasenwechsel



Wasser-/Dampfspeicher

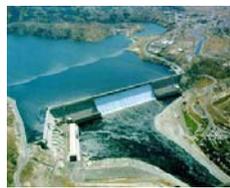


Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Auslastung



SM = Solar Multiple
 1 Solarfeld = 6000 m²/MW
 1 Speicher = 6 h Volllast

Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen



Photovoltaik



Windkraft



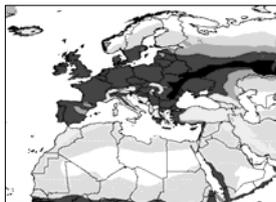
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/36983/35338/>

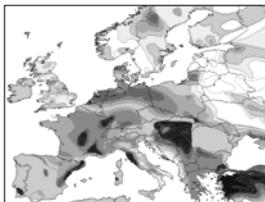
Folie 15

Erneuerbare Energiepotenziale in Europa, Mittlerer Osten, Nordafrika

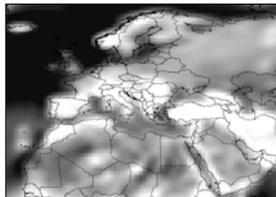
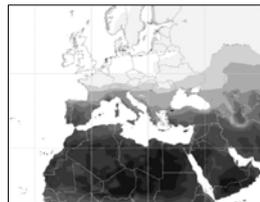
Biomasse (0-1)



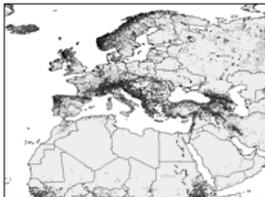
Geothermie (0-1)



Solar (10-250)



Windkraft (5-50)



Wasserkraft (0-50)



Stromertrag
in GWh/km²/a

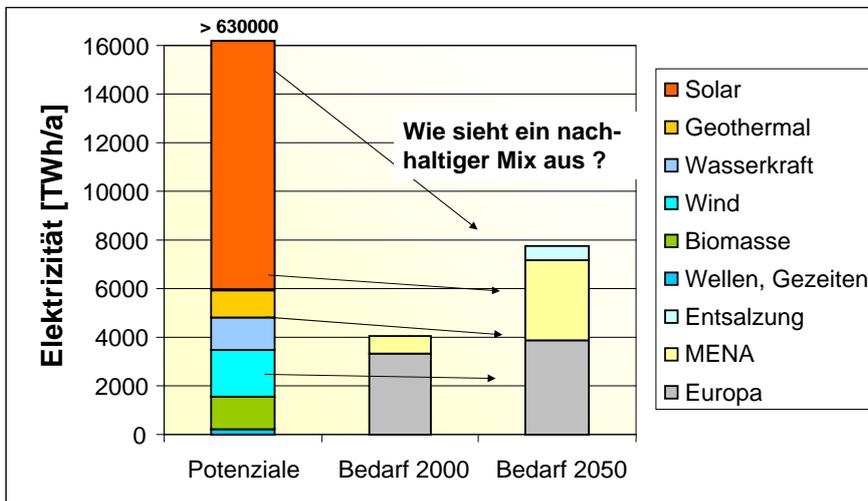


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/med-csp

Folie 16

Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EUMENA



Nachhaltigkeitskriterien für die Stromversorgung:

✓ Sicher

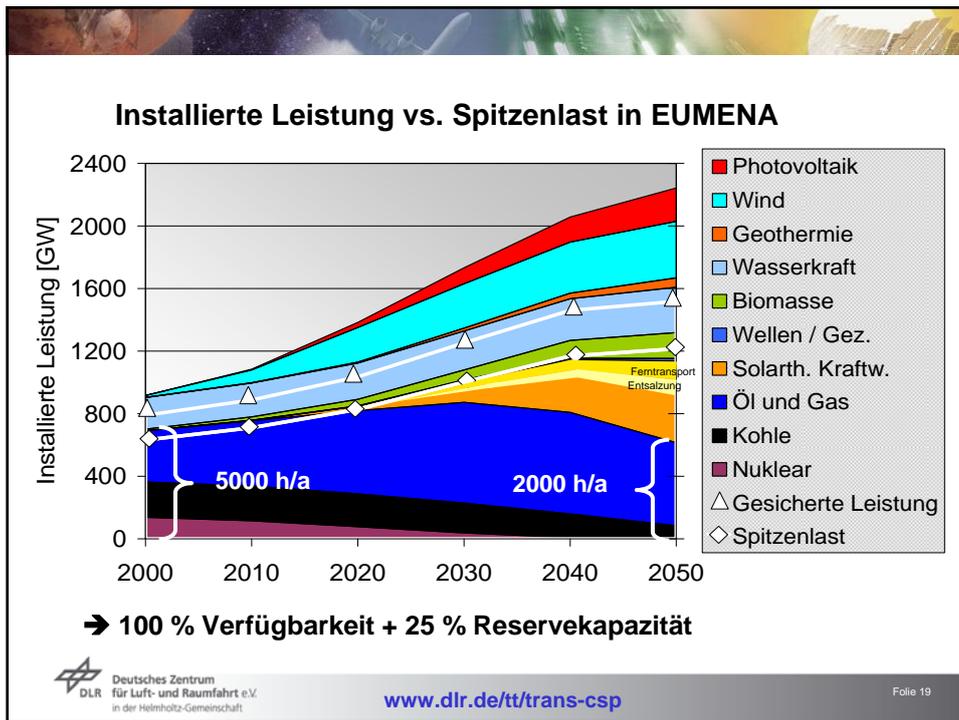
- diversifizierte und redundante Quellen
- elektrische Leistung nach Bedarf
- nachhaltig verfügbare Ressourcen
- sichtbare und zeitnah ausbaubare Technologie

✓ Kostengünstig

- niedrige Kosten
- keine langfristigen Subventionen

✓ Kompatibel

- geringe Emissionen
- Klimaschutz
- geringe Risiken
- fairer Zugang



HGÜ-Leitungen in China

Spannung: ± 800.000 Volt
 Leistung: 6400 Megawatt
 Länge: 2070 km
 Quelle: Wasserkraft

HGÜ Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
 HVDC High-Voltage-Direct-Current Transmission



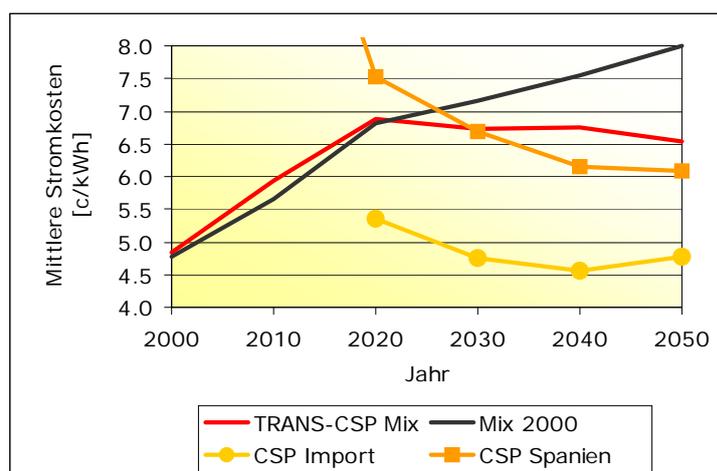


Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft
<http://www.abb.com>
<http://www.siemens.com>
Folie 20

Was wird sich technisch ändern?

1. Die mittlere Auslastung fossiler Kraftwerke sinkt von heute etwa 5000 h/a auf unter 2000 h/a, mit entsprechend weniger Emissionen. Es werden gut regelbare Spitzenlastkraftwerke, keine schlecht regelbaren Grundlastkraftwerke gebraucht.
2. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) wird zunehmend zum Ferntransport erneuerbarer Quellen in die Ballungszentren eingesetzt.

Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien

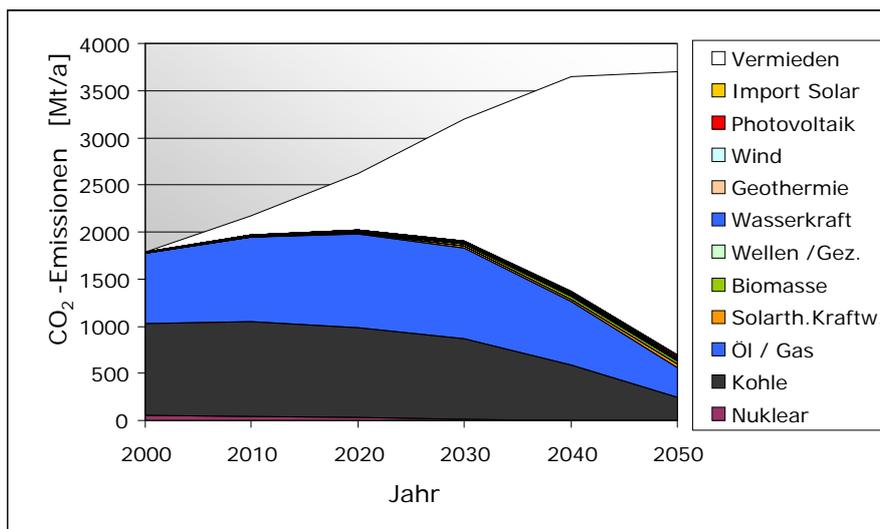


Werte in €₂₀₀₀ (real), Brennstoffpreise IEA 2005, ab 2020 CCS

Was wird sich ökonomisch ändern?

1. Nach anfänglicher Förderung wird der Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu einer Stabilisierung der Energiepreise und zur Entlastung der öffentlichen und privaten Haushalte führen.
2. Solarstromimporte aus der Wüste werden eine bezahlbare und gut regelbare Komponente der Stromversorgung.

Reduktion der CO₂ Emissionen aus der Stromerzeugung auf 0.5 t/cap/a



Was wird sich ökologisch ändern?

1. Klimagase u. a. Emissionen werden im Stromsektor trotz Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum bis 2050 auf etwa 38% gegenüber 2000 reduziert.
2. Der gesamte erneuerbare Kraftwerkspark wird etwa 1% der Landflächen in Anspruch nehmen.
(zum Vergleich: europäisches Verkehrsnetz: 1,2%).



Energie,
Wasser,
Nahrung,
Arbeit und
Einkommen

für weitere
300 Mio.
Menschen
in MENA ?

Was muss sich politisch ändern?

1. Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energieträger ersetzt den zunehmenden Kampf um begrenzte Energieträger.
2. Die Umsetzung dieses Prinzips tritt in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik.
3. Geeignete Rahmenbedingungen für Investitionen in die Erschließung erneuerbarer Energiequellen müssen weltweit geschaffen werden.



Vielen Dank!

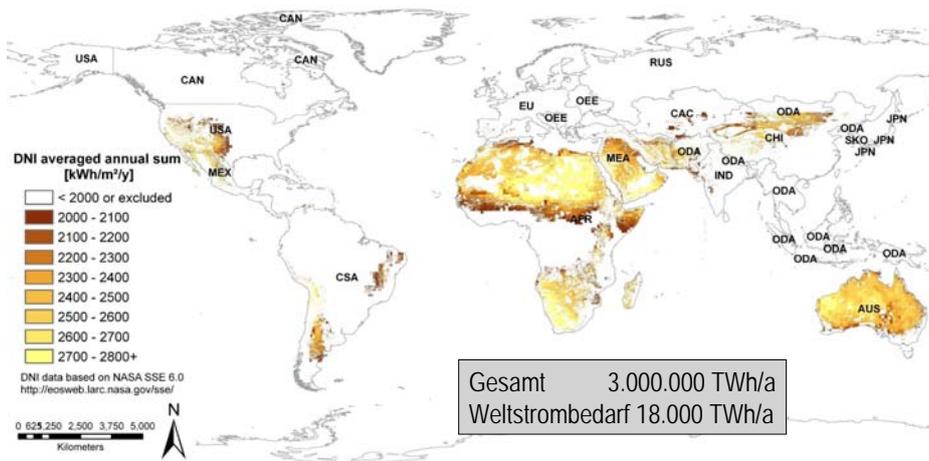
 Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/csp-resources

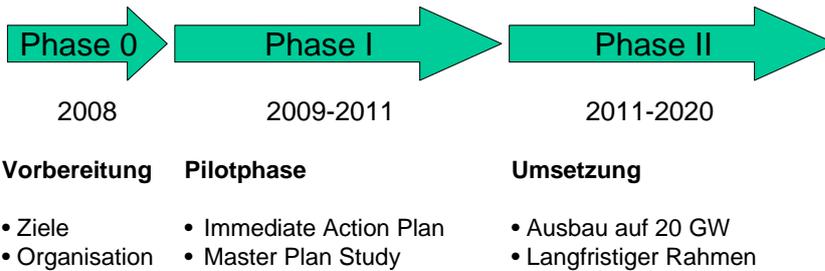
Folie 28

Hintergrundinformation

Weltpotenzial solarthermische Kraftwerke



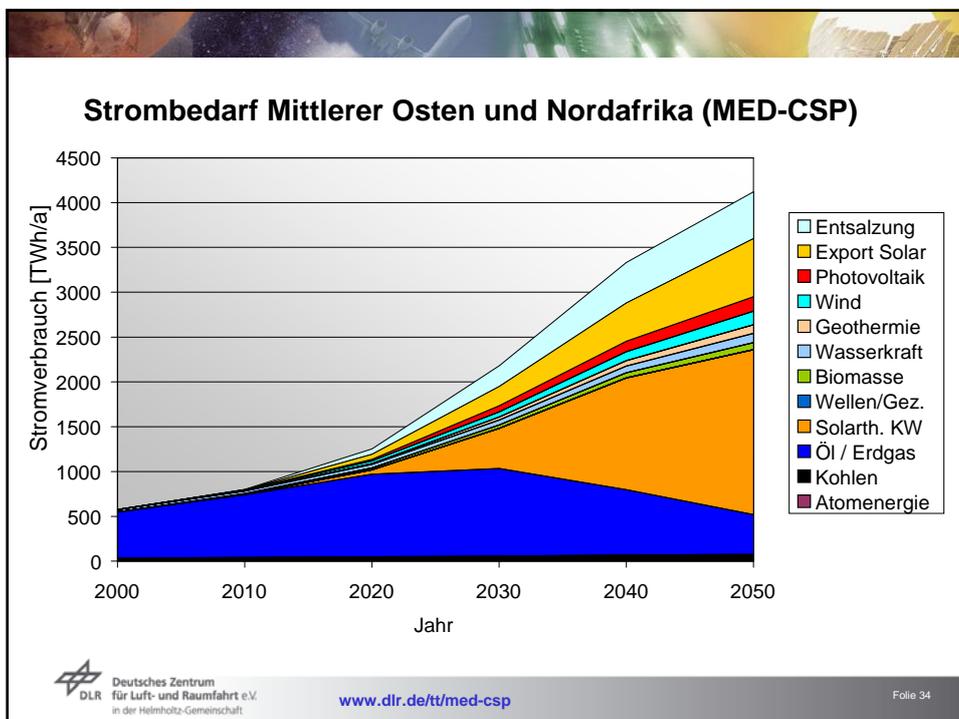
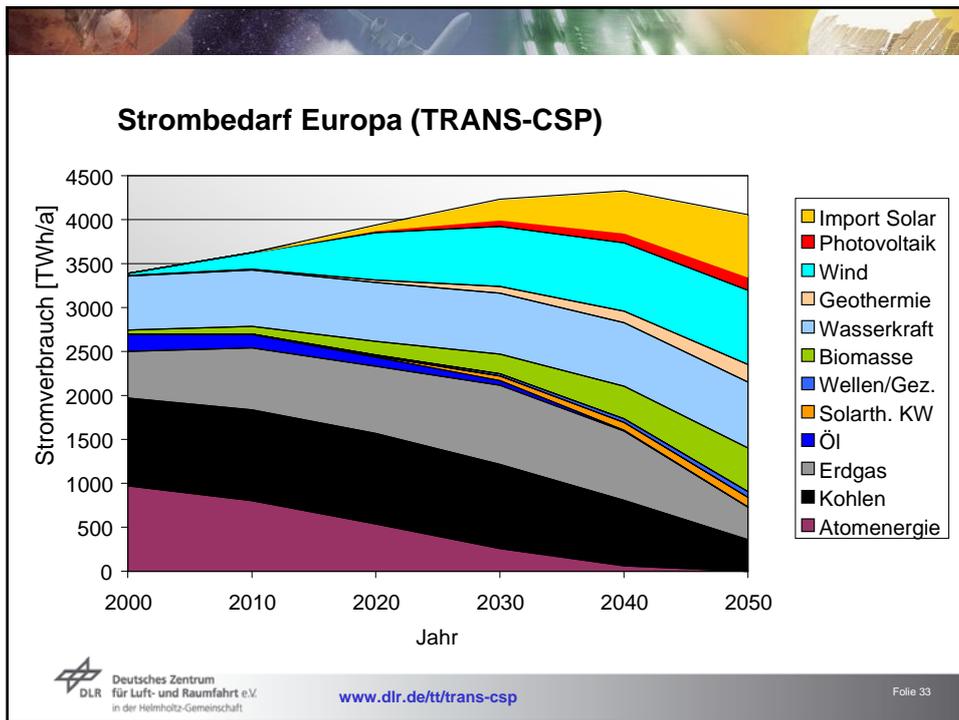
Union for the Mediterranean (UfM) Mediterranean Solar Plan (MSP)



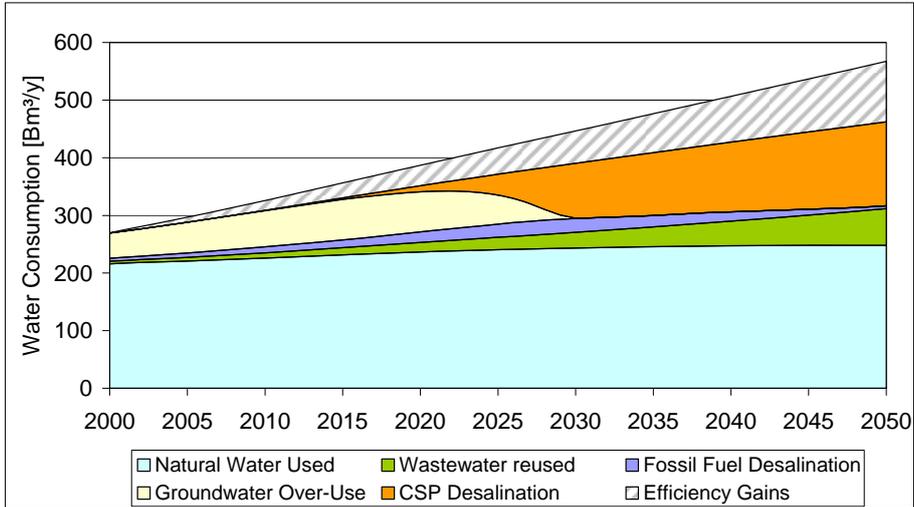
Total EU-MENA HVDC Interconnection 2020 – 2050 *

Year		2020	2030	2040	2050
Lines x Capacity GW		4 x 2.5	16 x 2.5	28 x 2.5	40 x 2.5
Transfer TWh/y		60	230	470	700
Capacity Factor		0.60	0.67	0.75	0.80
Turnover Billion €/y		3.8	12.5	24	35
Land Area km x km	CSP	15 x 15	30 x 30	40 x 40	50 x 50
	HVDC	3100 x 0.1	3600 x 0.4	3600 x 0.7	3600 x 1.0
Investment Billion €	CSP	42	134	245	350
	HVDC	5	16	31	45
Elec. Cost €/kWh	CSP	0.050	0.045	0.040	0.040
	HVDC	0.014	0.010	0.010	0.010

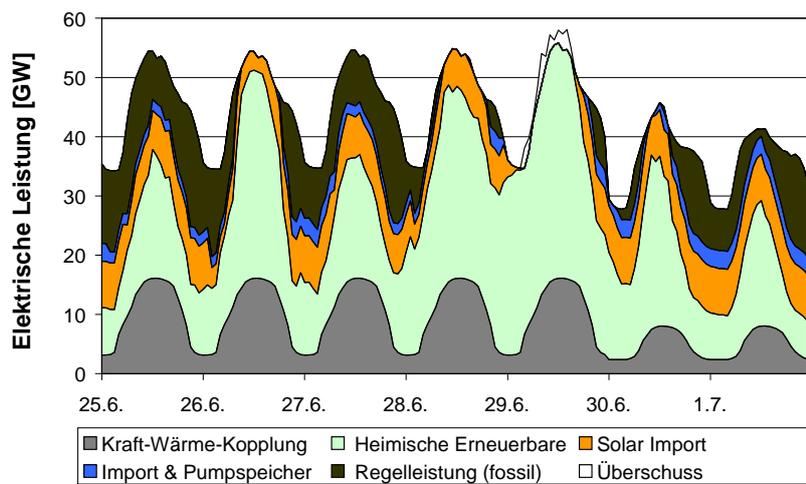
* All countries analysed in TRANS-CSP



AQUA-CSP Scenario for Middle East & North Africa

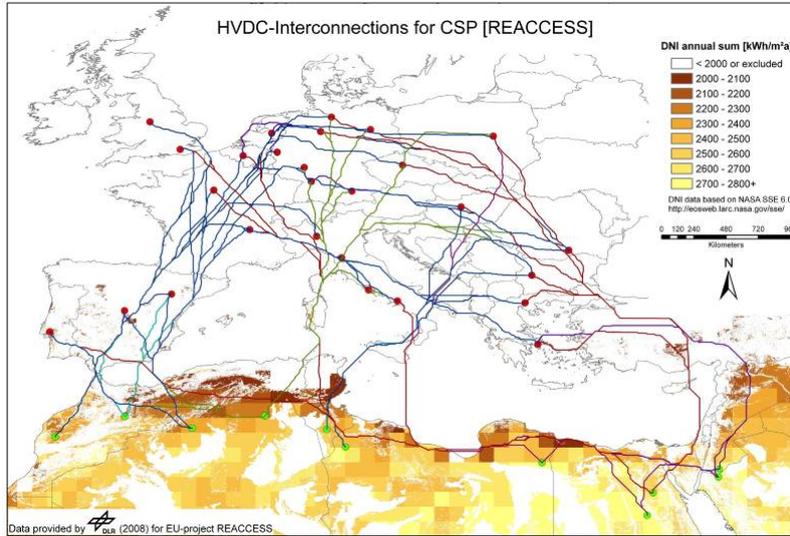


Leistung nach Bedarf: Fossile Brennstoffe decken (nur noch) Lastspitzen



Stundenmodellierung Deutschland 2050

HGÜ Leitungen als solare Energiekorridore

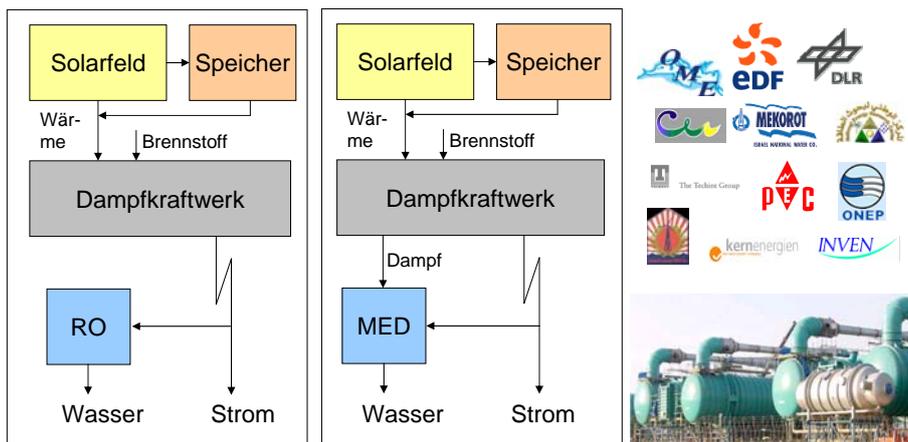


Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

<http://reaccess.epu.ntua.gr/>

Folie 37

Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung



RO: Umkehrosmose

MED: Multi-Effekt-Entsalzung

MED-CSD

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.med-csd-ec.eu

Folie 38

CSP und HGÜ Investitionen im TRANS-CSP Szenario

