



Strom aus der Wüste für eine nachhaltige Energieversorgung Europas

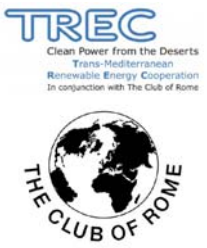


Franz Trieb


HIN-Kolloquium, Neckarsulm, 21.01.2010

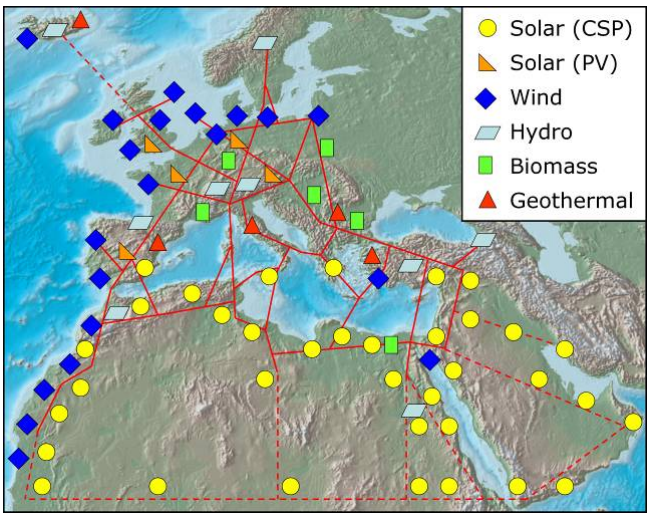

 Deutsches Zentrum
 für Luft- und Raumfahrt e.V.
 in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 1

DESERTEC Vision: HGÜ-Stromautobahnen verbinden gute Produktionsstandorte mit großen 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



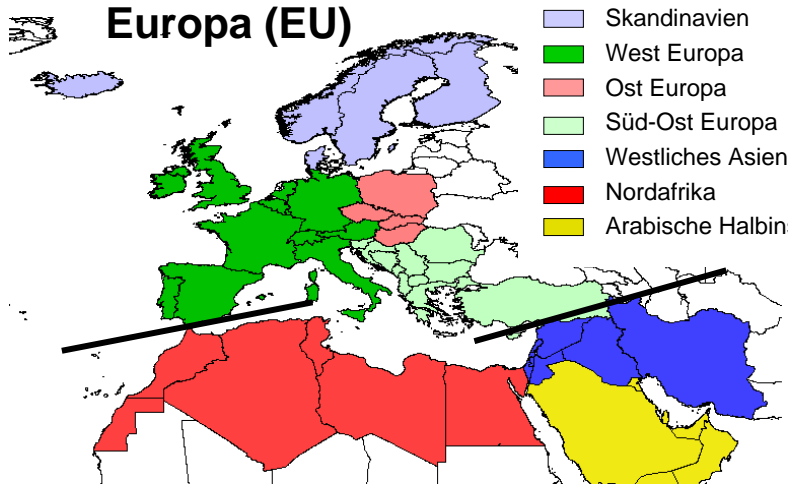
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 3




Insgesamt 50 Länder untersucht

Europa (EU)



- Skandinavien
- West Europa
- Ost Europa
- Süd-Ost Europa
- Westliches Asien
- Nordafrika
- Arabische Halbinsel

Middle East & North Africa (MENA)



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

Folie 4

**Stromerzeugung:
GROSS UND ZENTRAL ...**



www.Naturfoto-Online.de



... oder lieber klein und dezentral ...

Biogas, Holzenergie, Photovoltaik, Nahwärmenetz



Bioenergiedorf Mauenheim

... oder doch lieber GROSS UND ZENTRAL ...



Windpark-Landschaft in Mecklenburg

... oder einfach aus der Steckdose ?



Aber wie kommt der Strom da rein?

Elektrizität gewinnt man aus ...

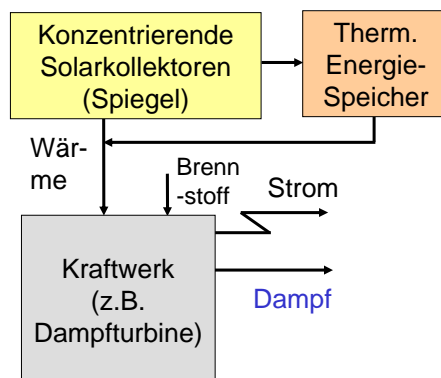
- ✓ Kohle, Braunkohle
- ✓ Erdöl, Erdgas
- ✓ Kernspaltung, Kernfusion
- ✓ **Wasserkraft**
- ✓ **Biomasse**
- ✓ **Solarthermische Kraftwerke**
- ✓ **Geothermie (Hot Dry Rock)**
- ✓ **Windenergie**
- ✓ **Photovoltaik**
- ✓ **Wellen / Gezeiten**

...
ideal gespeicherten
Energieträgern

...
speicherbaren
Energieträgern

...
fluktuierenden
Energieträgern


Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



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


Konzentrierende Sonnenkollektoren

Parabolrinne (FSA)

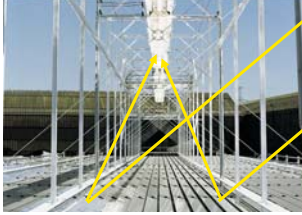


bis 500°C


Solarturm (SNL)




über 1000°C



Linear Fresnel (MAN/SPG)



Dish-Stirling (SBP)



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

Folie 11



ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien

(2x50 MW, 7 h Speicher, 2009)
3200 Betriebsstunden pro Jahr





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

<http://de.wikipedia.org/wiki/Andasol>

Folie 12

Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen



Photovoltaik



Windkraft

HGÜ-Leitungen in China

HGÜ
HVDC

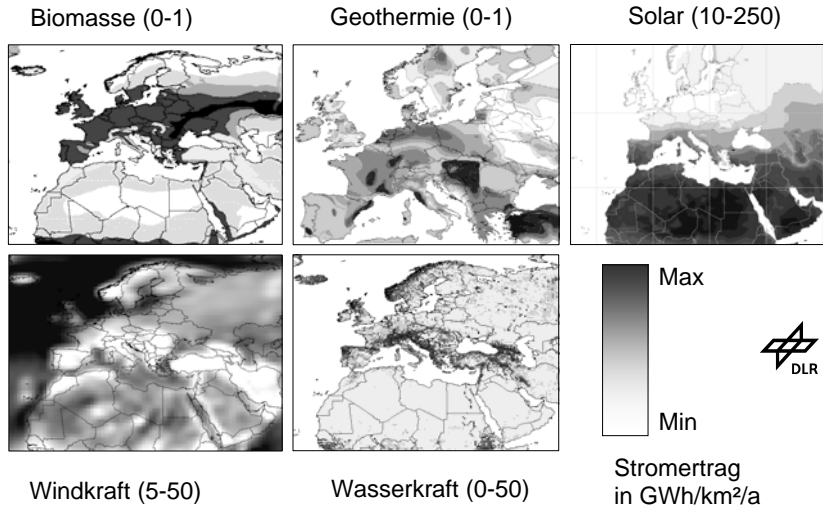
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
High-Voltage-Direct-Current Transmission



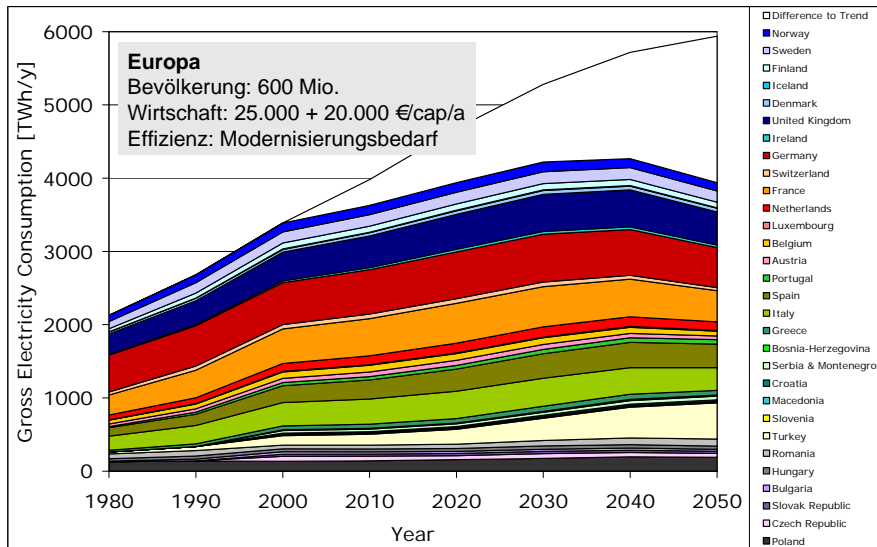
Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 Megawatt
Länge: 2070 km
Quelle: Wasserkraft
Verlust: 7%



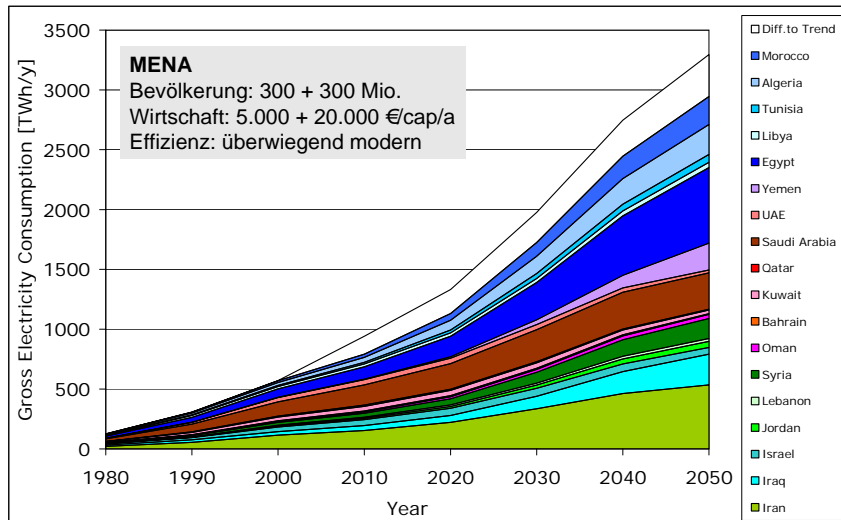
Erneuerbare Energiepotenziale in Europa, Mittlerer Osten, Nordafrika



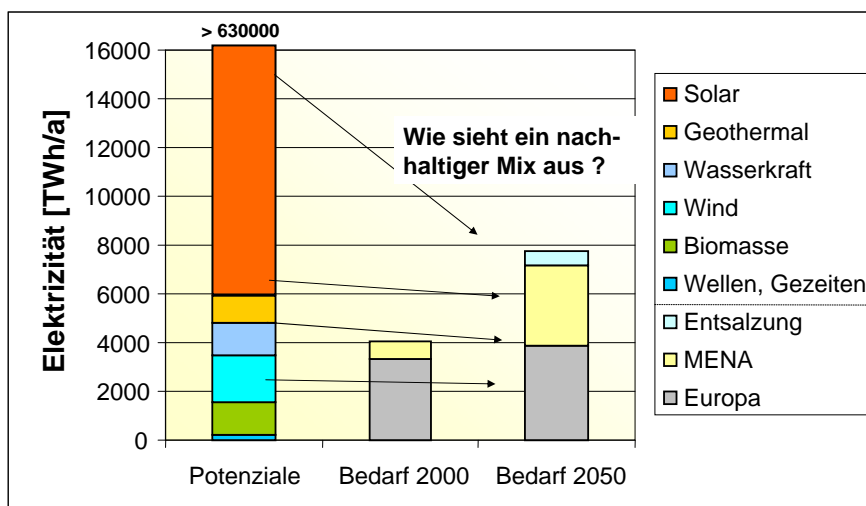
TRANS-CSP: Strombedarf in Europa



MED-CSP: Strombedarf im Mittleren Osten und Nordafrika



Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EUMENA



Nachhaltig heißt ...

✓ Sicher

verschiedene, sich ergänzende Quellen und Reserven
elektrische Leistung nach Bedarf
langfristig verfügbare Ressourcen
sichtbare und zeitnah ausbaubare Technologie

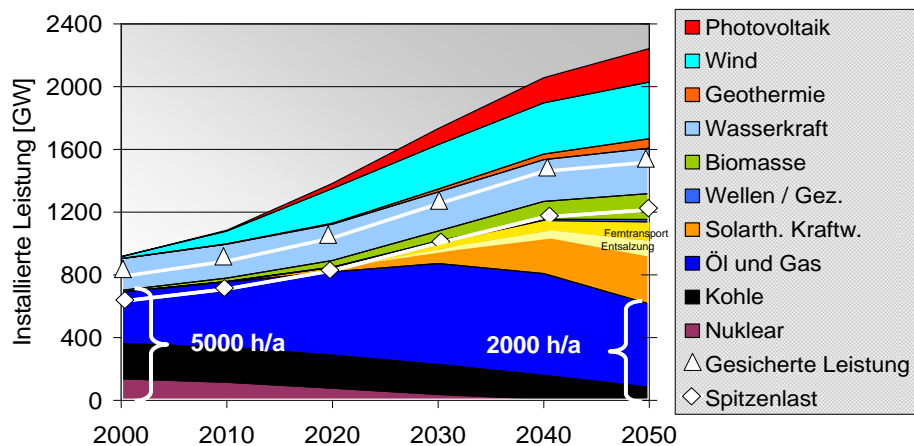
✓ Kostengünstig

niedrige Kosten
keine langfristigen Subventionen

✓ Kompatibel

geringe Emissionen
Klimaschutz
geringe Risiken
fairer Zugang

Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA

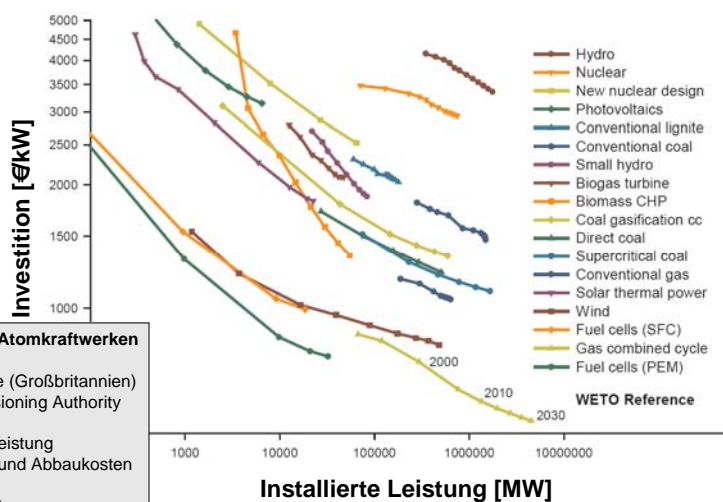


→ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität

Was wird sich technisch ändern?

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

Kosten von Kraftwerken sinken bei steigender Kapazität



Abbaukosten von Atomkraftwerken

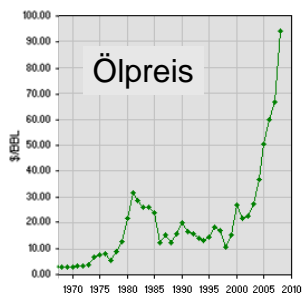
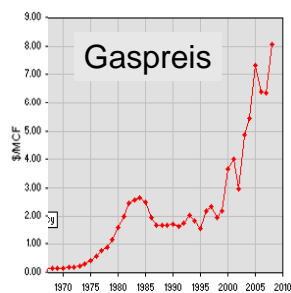
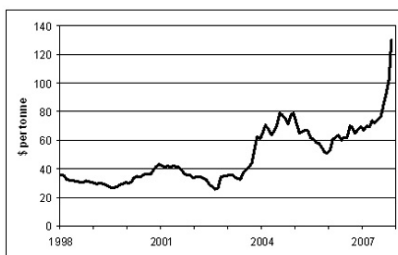
National Audit Office (Großbritannien)
Nuclear Decommissioning Authority

11 GW installierte Leistung
61 Mrd. Britische Pfund Abbaukosten

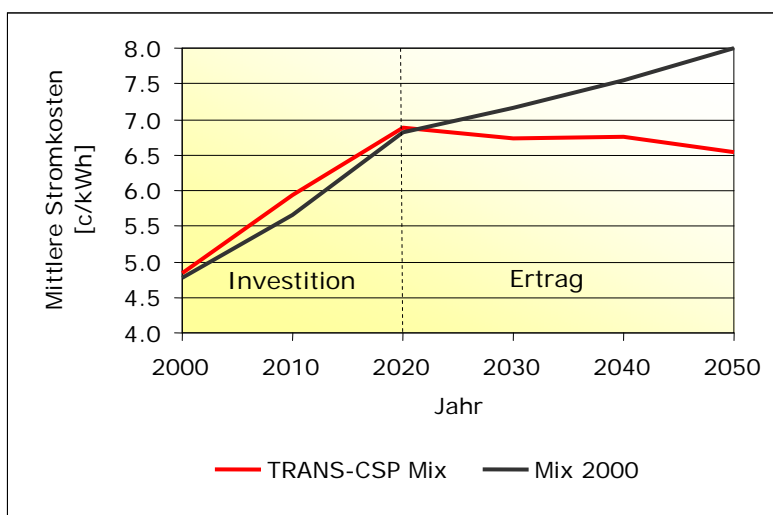
3000 €/kW Baukosten
6000 €/kW Abbaukosten

Kosten von Brennstoffen steigen bei wachsendem Verbrauch

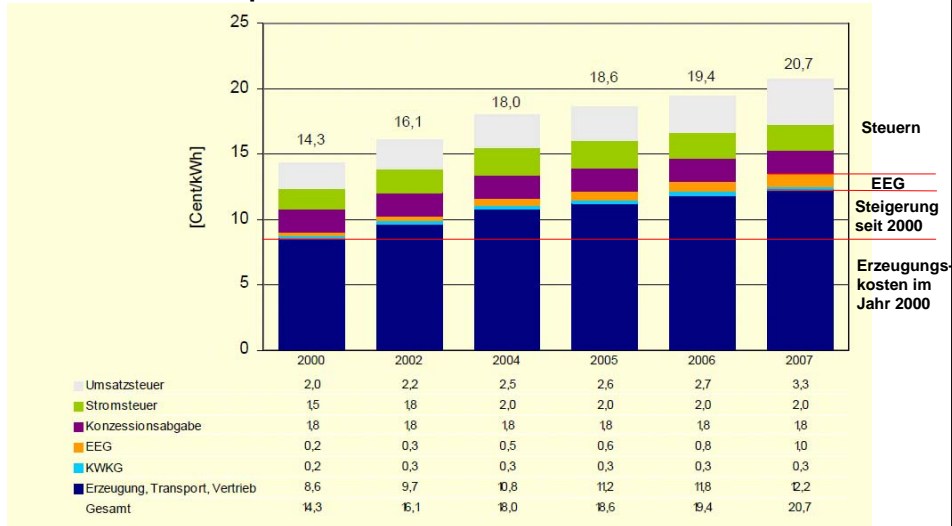
Kohlepreis



Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien



Das EEG: Kosten pro kWh für Haushaltskunden in Deutschland

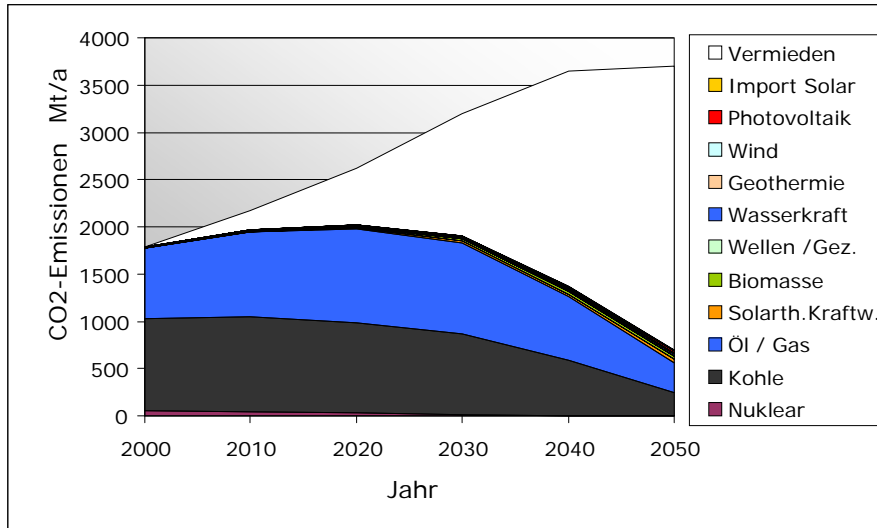


Durch EEG vermiedene Steigerung: 0,5 ct/kWh

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%).

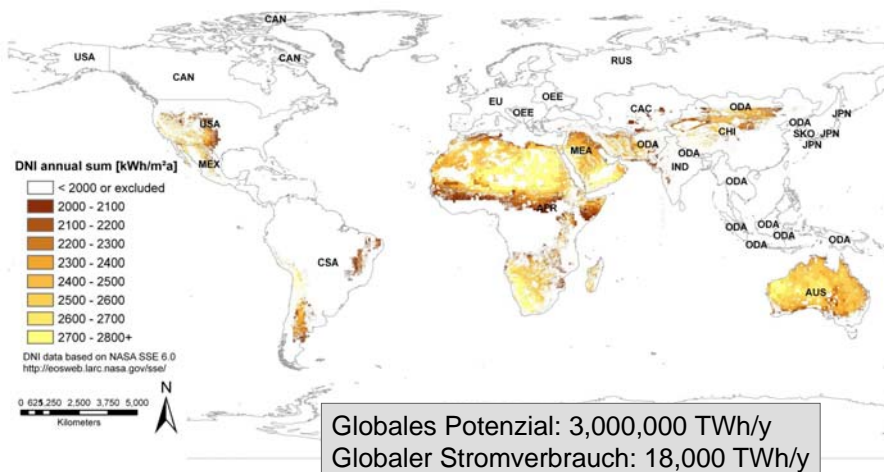




Energie,
Wasser,
Nahrung,
Arbeit und
Einkommen

für weitere
300 Mio.
Menschen
in MENA ?

Weltweites Potenzial solarthermischer Kraftwerke



Was muss sich politisch ändern?

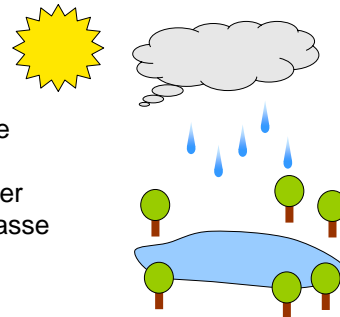
1. Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen muss den zunehmenden Kampf um begrenzte fossile Brennstoffe ersetzen.
2. Die Umsetzung dieses Prinzips muss in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik treten.
3. Weltweit müssen geeignete Rahmenbedingungen für die effiziente Verbreitung erneuerbarer Energiequellen geschaffen werden.

Fossile Energiequellen

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

Erneuerbare Energiequellen

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



500 Millionen Jahre später

Fossile Energiequellen ~~speicher~~

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

Erneuerbare Energiequellen

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse

500 Jahre später

Wer findet den Fehler?

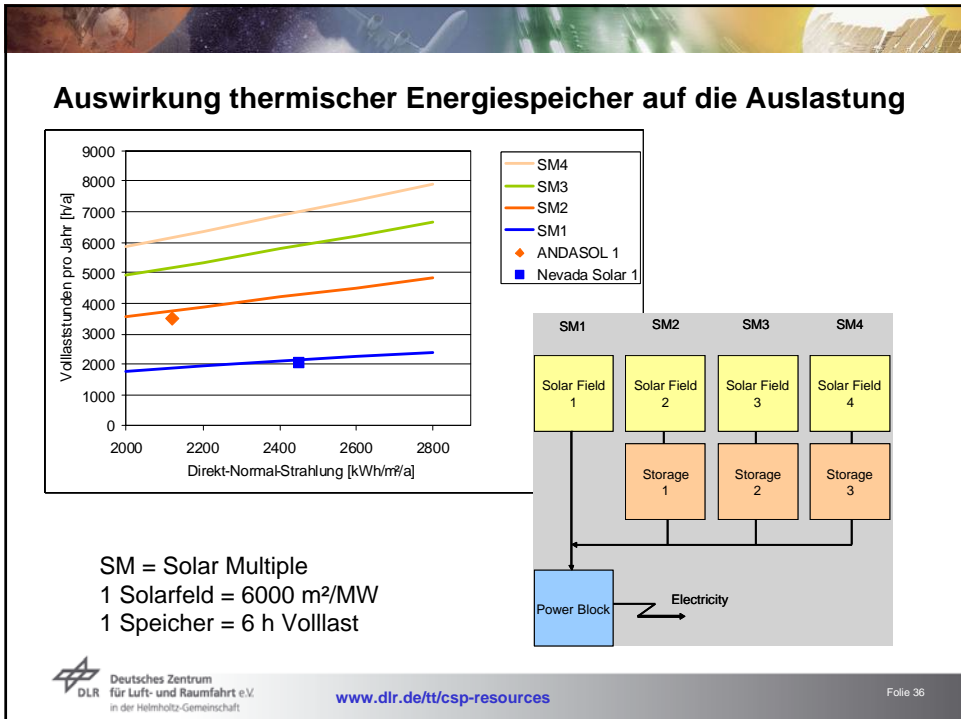
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 33

Homo sapiens sapiens, der weise, weise Mensch, ist die einzige Spezies, die auf die Nutzung der globalen Energiequellen verzichtet und statt dessen weltweit die Energiespeicher leert.

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

Folie 34



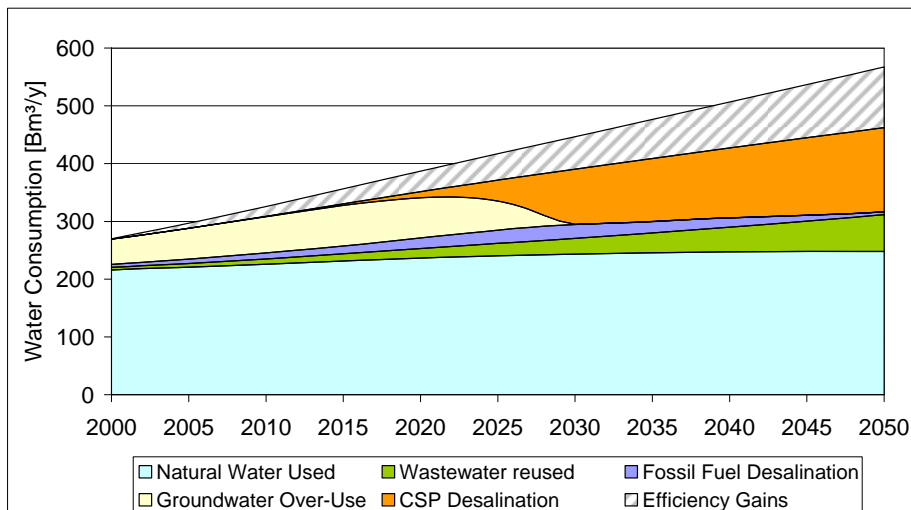
Total EU-MENA HVDC Interconnection 2020 – 2050 *

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

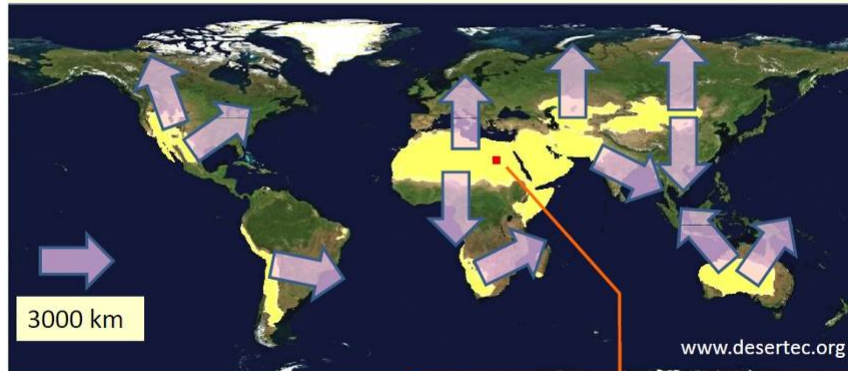


AQUA-CSP Scenario for Middle East & North Africa



DESERTEC - WORLD

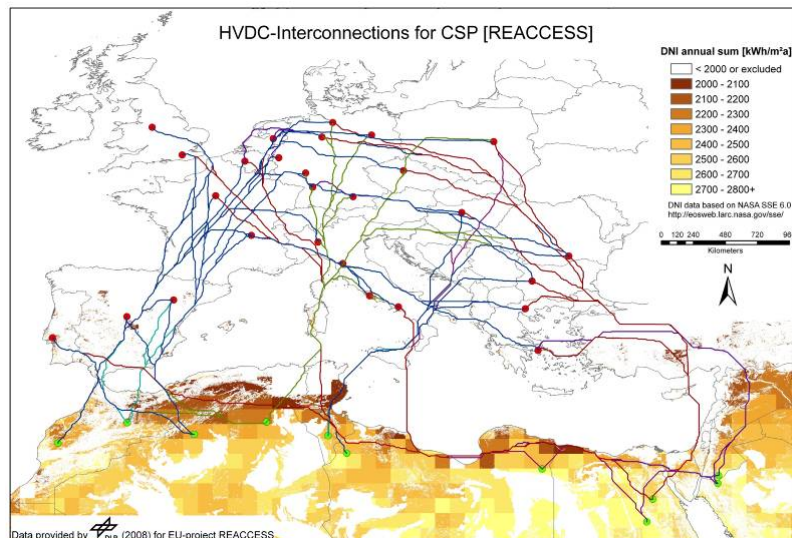
Clean Power from Deserts for a World with 10 billion People



More than 90% of world pop could be served by clean power from deserts !

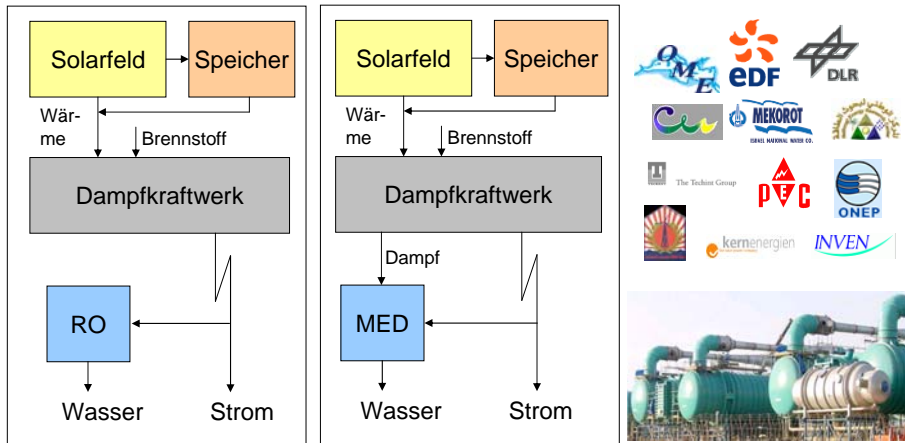
Total desert space required for present world electricity demand (18,000 TWh)

HGÜ Leitungen als solare Energiekorridore



Data provided by (2008) for EU-project REACCESS.

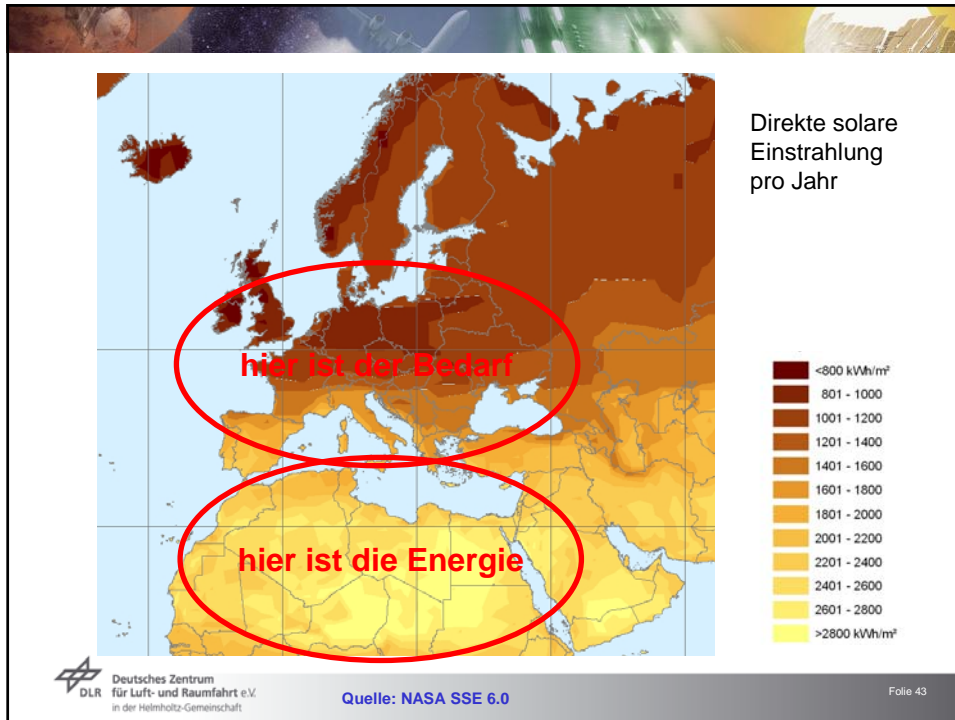
Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung



RO: Umkehrosmose
 MED: Multi-Effekt-Entsalzung



Satellitenbild von EUMENA bei Nacht



NOVATEC
Linear Fresnel
2 MW, Puerto Errado, Spanien

Produktions-automaten

Direkt-verdampfung

Trockenkühlung

Putzroboter

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

www.novatec-biosol.com

Folie 44

Solarwärmespeicher

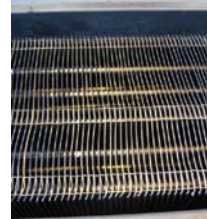
Salzschmelze



Beton



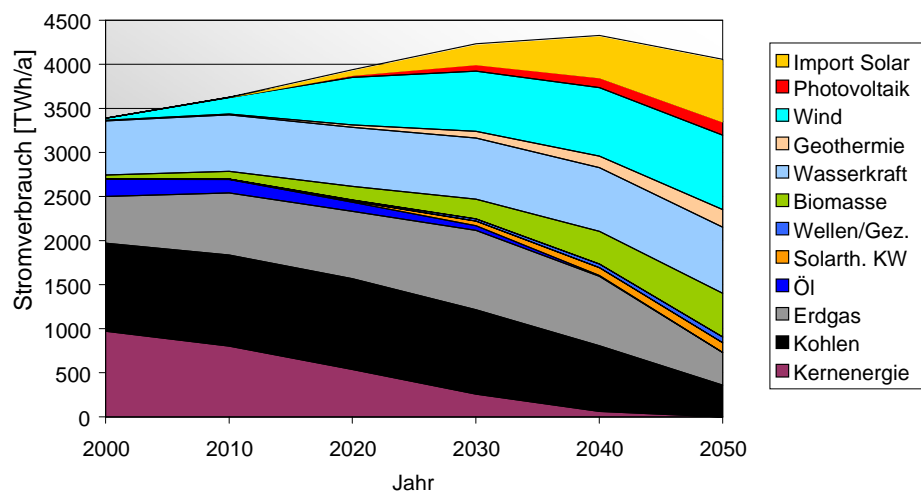
Phasenwechsel

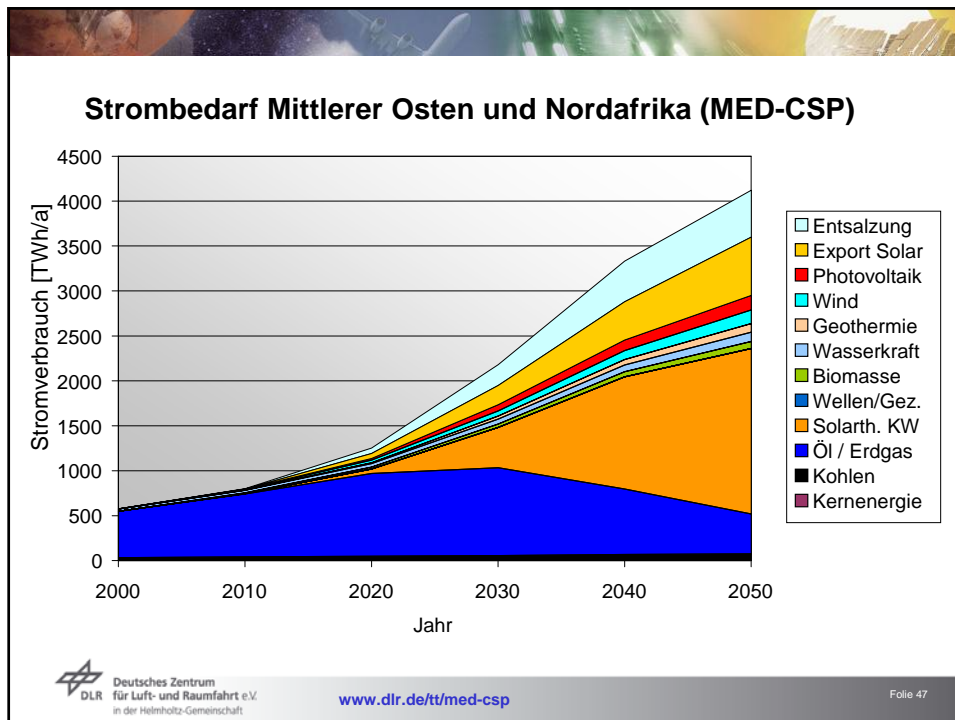


Wasser-/Dampfspeicher



Strombedarf Europa (TRANS-CSP)





Was kann die Wüstensonne?

Potenzial:
 3.000.000 TWh/a (18.000 TWh/a Weltstrombedarf)

Flächenbedarf (Linear Fresnel):
 300 m²/GWh (450 m²/GWh „saubere“ Kohle)

Verfügbarkeit (mit thermischem Speicher):
 > 8000 h/a (7500 h/a Atomkraftwerke)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft
 Fthenakis und Hyung 2009, eigene Berechnungen