



Die Wüste als nachhaltige Quelle für Energie und Wasser

Franz Trieb

DLR - Tag der offenen Tür 2009

Stuttgart, 27.06.2009



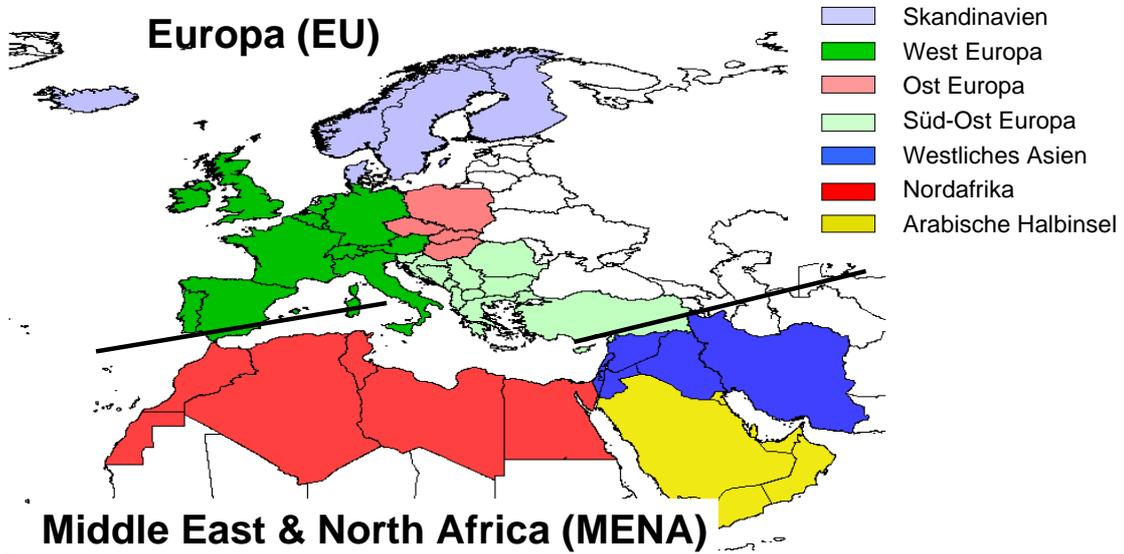
Studien



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.

Insgesamt 50 Länder untersucht

Europa (EU)



Middle East & North Africa (MENA)

Wie hätten Sie denn gern Ihre Stromversorgung?

Gross und Zentral ...



Kohlekraftwerk

... oder lieber klein und dezentral ...

Biogas, Holzenergie, Photovoltaik, Nahwärmenetz



Bioenergiedorf Mauenheim

... oder doch lieber Gross und Zentral ...



Windpark-Landschaft in Mecklenburg

... oder ganz egal, Hauptsache aus der Steckdose ...



... auf jeden Fall aber ...

✓ **Sicher**

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

✓ **Kostengünstig**

niedrige Kosten
keine langfristigen Subventionen

✓ **Umweltverträglich**

geringe Emissionen
Klimaschutz
geringe Risiken
fairer Zugang

... man nehme für die Stromerzeugung ...

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

Ideal gespeicherte
Primärenergie

Speicherbare
Primärenergie

Fluktuierende
Primärenergie

Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische
Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen

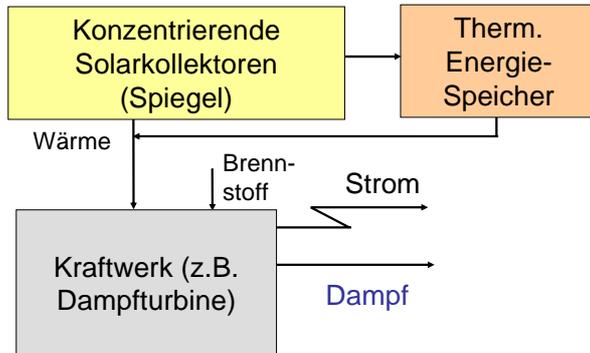


Photovoltaik



Windkraft

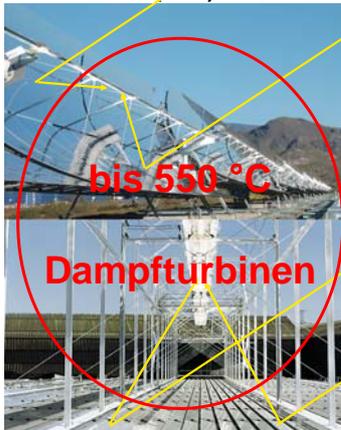
Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



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

Konzentrierende Sonnenkollektoren

Parabolrinne (PSA)



Linear Fresnel (MAN/SPG)

Solarturm (SNL)



Dish-Stirling (SBP)

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



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



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



ANDASOL 1

- Guadix, Spanien, 2009
- 50 Megawatt
7 Stunden Speicher
- 310 Millionen Euro



NOVATEC

2 MW, Puerto Errado,
Murcia, Spanien

Linear Fresnel

Produktionsautomaten

Direktverdampfung

Trockenkühlung

Putzroboter



Energiespeicher

Molten Salt



Beton



Phasenwechsel



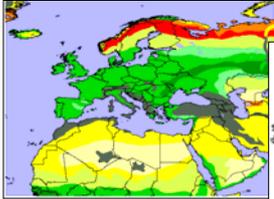
Wasser-/Dampfspeicher



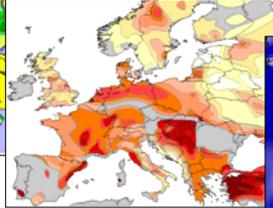
Erneuerbare Energiepotenziale in EUMENA

in Klammern: (Stromertrag in $\text{GWh}_e/\text{km}^2/\text{a}$)

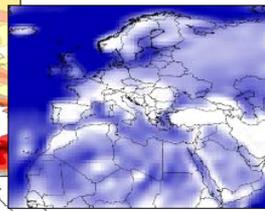
Biomasse (0-1)



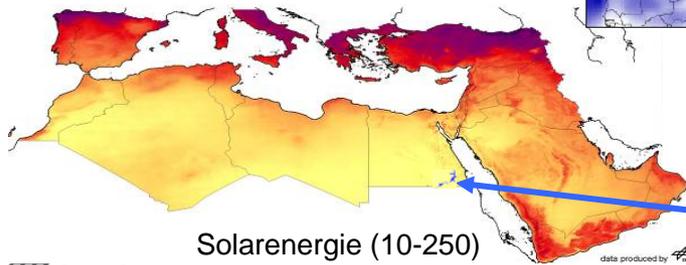
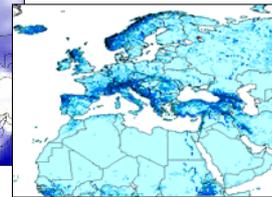
Geothermie (0-1)



Windenergie (5-50)



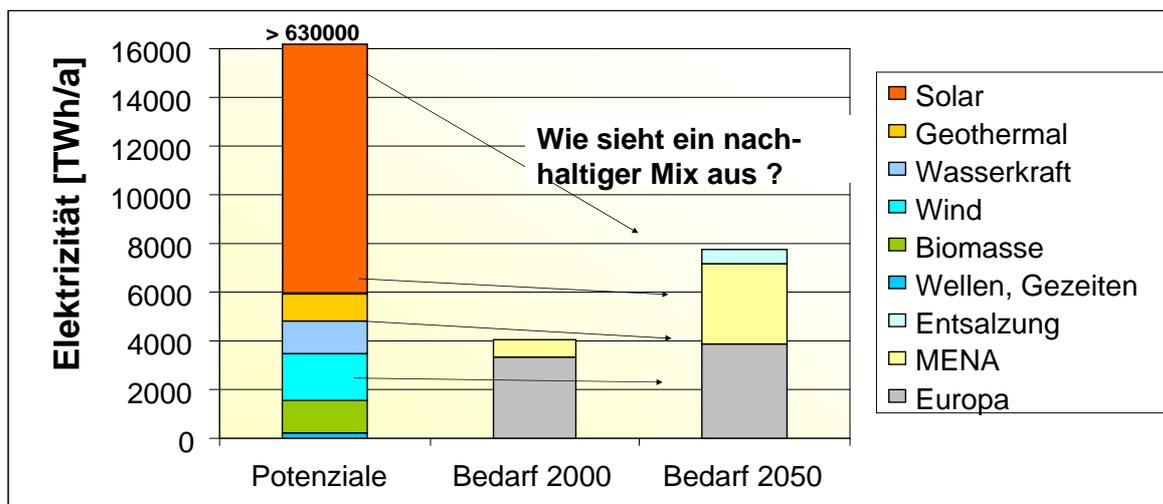
Wasserkraft (0-50)



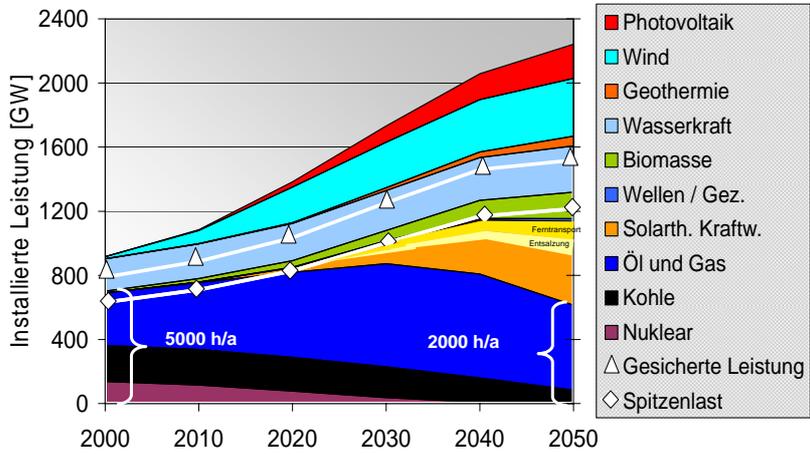
Solarenergie (10-250)

Ein solarthermisches Kraftwerk von der Größe des Nasser Stausees am Assuan Damm würde 120 mal soviel Energie erzeugen wie dieser, etwa 30% des Europäischen Strombedarfs

Ökonomische Potenziale und Bedarf in EUMENA

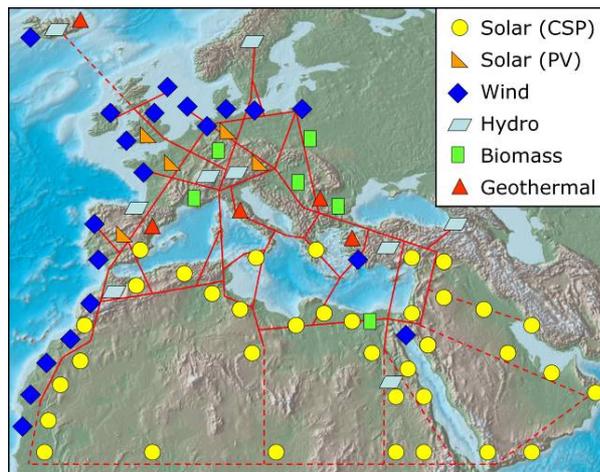
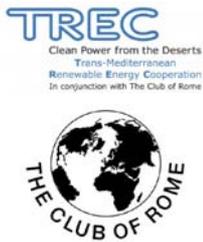


Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA



➔ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität

HGÜ-Stromautobahnen verbinden die ergiebigsten Produktionsstandorte mit den größten Verbrauchszentren



HGÜ-Leitungen in China

HGÜ
HVDC

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



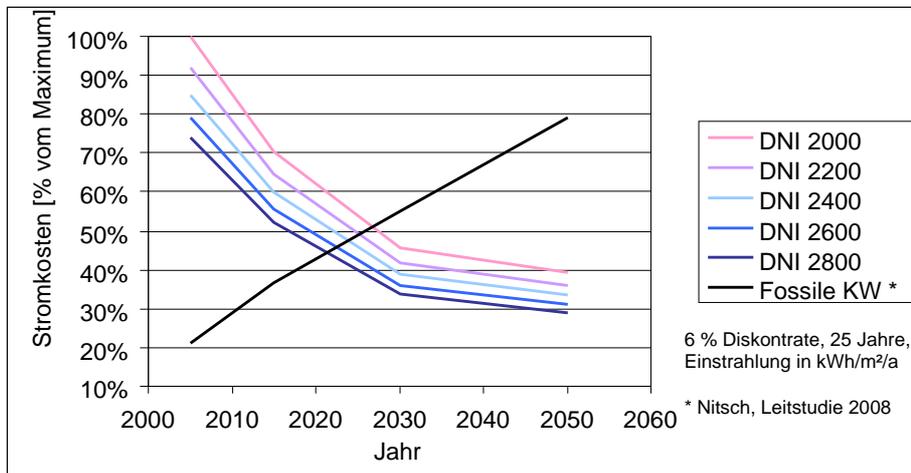
Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 Megawatt
Länge: 2070 km
Quelle: Wasserkraft



Was wird sich technisch ändern?

1. Die mittlere Auslastung des konventionellen fossilen Kraftwerkparks sinkt bei gleichbleibender installierter Leistung von heute etwa 5000 h/a auf unter 2000 h/a, mit entsprechend weniger Emissionen. Es werden mehr gut regelbare Spitzenlastkraftwerke und weniger schlecht regelbare Grundlastkraftwerke gebraucht.
2. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) wird zunehmend zum Ferntransport erneuerbarer Quellen in die Ballungszentren eingesetzt.

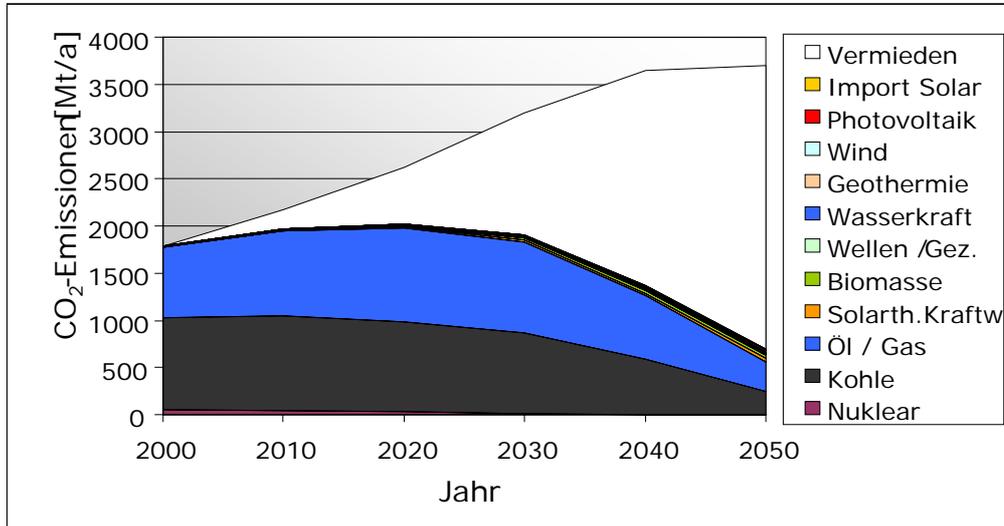
Kostenentwicklung solarthermischer und fossiler Kraftwerke



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?

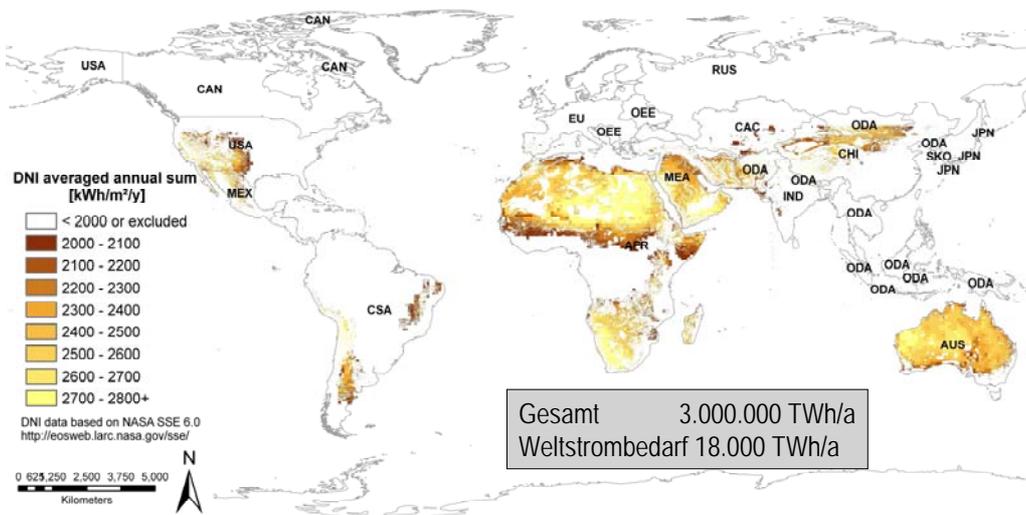
1. Klimagase u. a. Emissionen werden im Stromsektor trotz Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum bis 2050 auf etwa 38% gegenüber 2000 reduziert.
2. Der gesamte erneuerbare Kraftwerkspark wird etwa 1% der Landflächen in Anspruch nehmen.
(zum Vergleich: europäisches Verkehrsnetz: 1,2%).



Energie,
Wasser,
Nahrung, Arbeit
und
Einkommen

für weitere
300 Mio.
Menschen
in MENA ?

Weltpotenzial solarthermische Kraftwerke



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)

DESERTEC Vision 2050

50% des Weltstrombedarfs aus 1% der globalen Wüsten

50 Mrd. € Anschubfinanzierung

Fazit: 1 Klima retten kostet soviel wie 1 Bank retten.

Was muss sich politisch ändern?

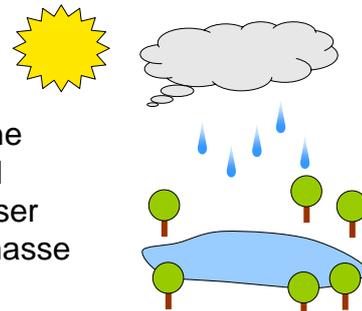
1. Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energieträger ersetzt den zunehmenden Kampf um begrenzte Energieträger.
2. Die Umsetzung dieses Prinzips tritt in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik.

~~Fossile Energiequellen~~ speicher

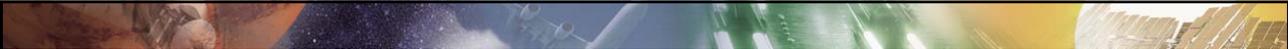
Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

Erneuerbare Energiequellen

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



50 Jahre später

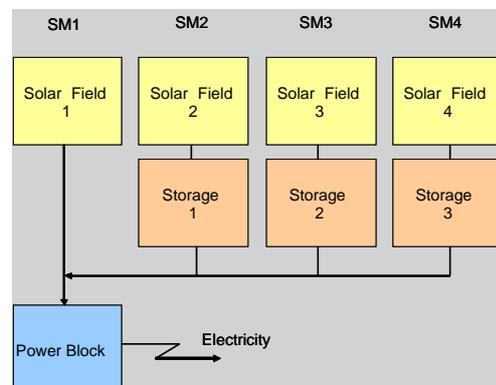
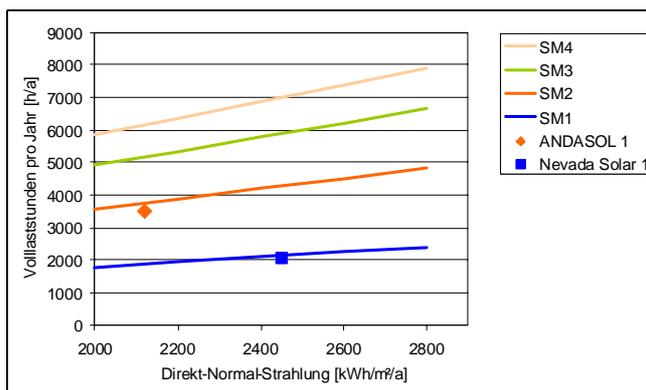


Homo sapiens sapiens, der weise, weise Mensch,
ist die einzige Spezies, die bisher weitgehend auf die
Nutzung der globalen Energiequellen verzichtet
und statt dessen weltweit die Energiespeicher leert.



Hintergrundinformation

Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Auslastung

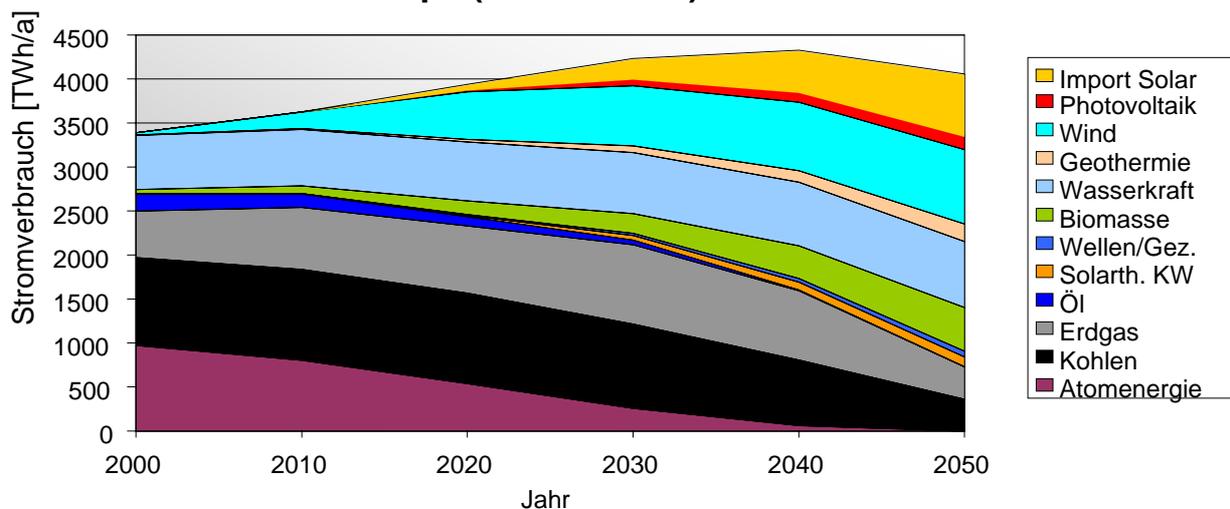


EU-MENA HGÜ Solarstromimporte 2020 – 2050 *

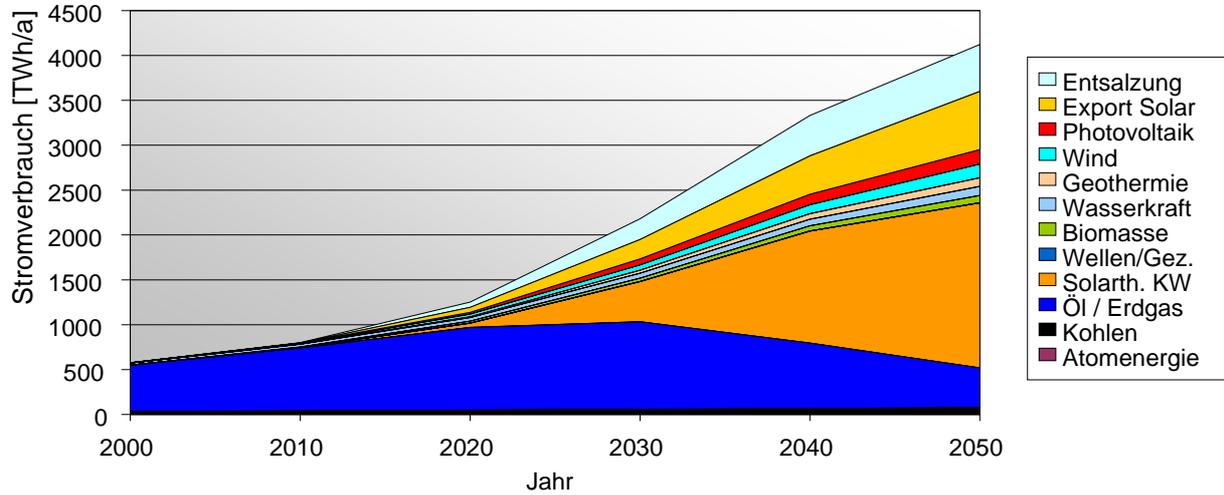
Jahr		2020	2030	2040	2050
Leitungen x Leistung (GW)		4 x 2.5	16 x 2.5	28 x 2.5	40 x 2.5
Strommenge (TWh/a)		60	230	470	700
Auslastung (%)		60%	67%	75%	80%
Umsatz (Mrd. €/a)		3.8	12.5	24	35
Landfläche (qkm)	Solarkraftwerke	220	900	1500	2500
	HGÜ	310	1500	2500	3500
Investition (Mrd. €)	Solarkraftwerke	42	134	245	350
	HGÜ	5	16	31	45
Stromkosten (€ ₂₀₀₀ /kWh)	Solarkraftwerke	0.050	0.045	0.040	0.040
	HGÜ	0.014	0.010	0.010	0.010

* Alle Länder in TRANS-CSP

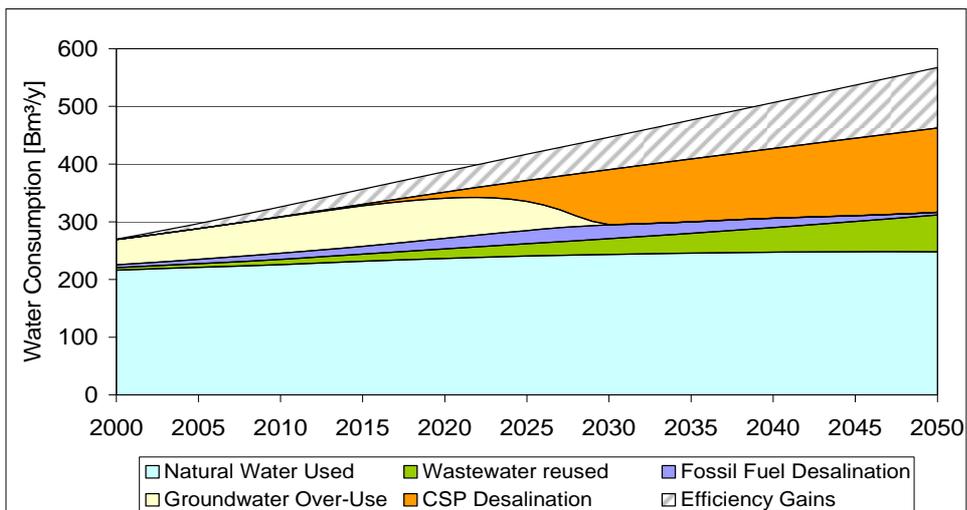
Strombedarf Europa (TRANS-CSP)



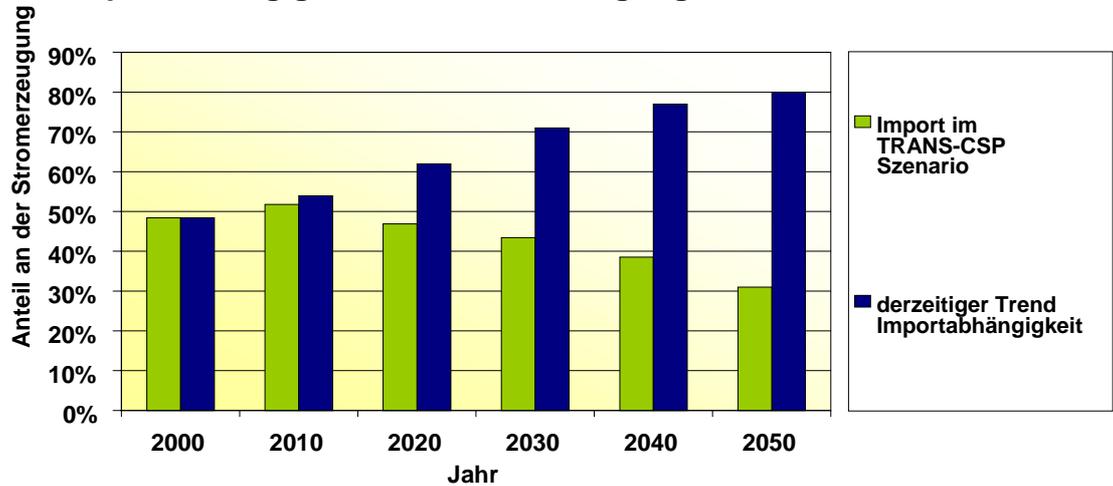
Strombedarf Mittlerer Osten und Nordafrika (MED-CSP)



AQUA-CSP Scenario for Middle East & North Africa



Importabhängigkeit der Stromerzeugung



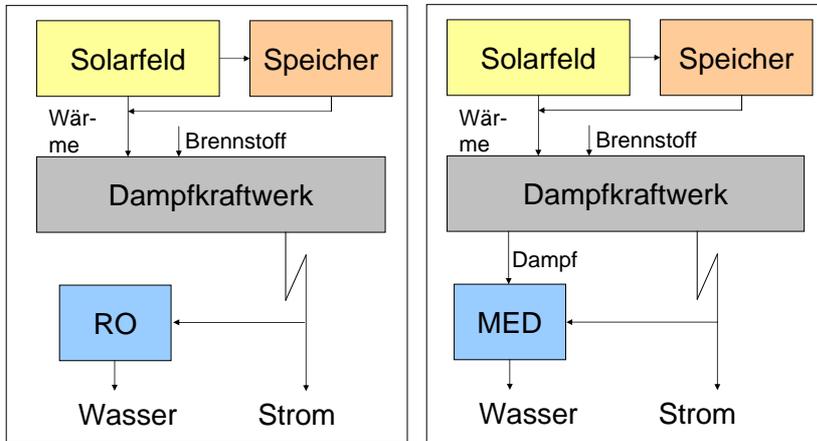
Zukünftige Elektroautos brauchen auch Solarstrom



0-100 km/h in 4 Sekunden
 Höchstgeschwindigkeit 210 km/h
 205 PS / 182 kW
 Reichweite 400 km

TESLA Motors, Kalifornien, Lithium-Ionen Batterie, Elektromotor (99.000 €)
 Strom aus Erneuerbaren Energiequellen, Tankstelle: Steckdose

Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung

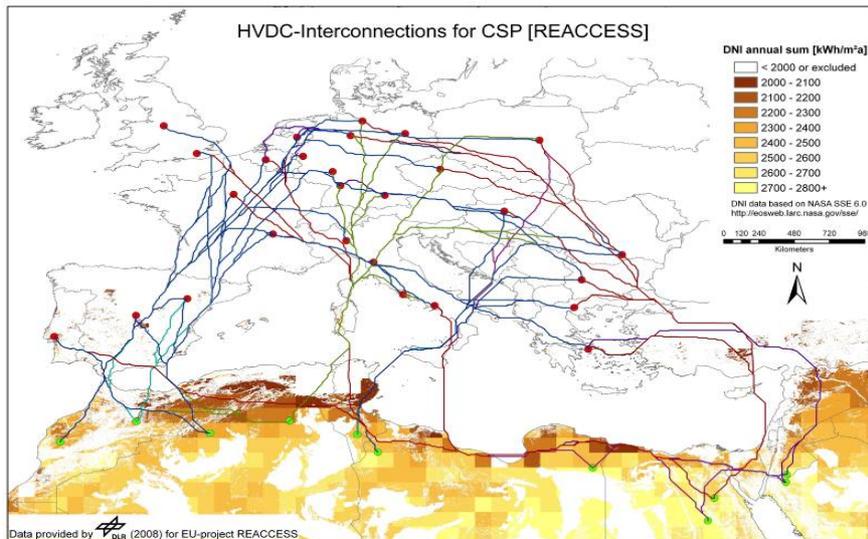


RO: Umkehrosmose
 MED: Multi-Effekt-Entsalzung

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

www.med-csd-ec.eu

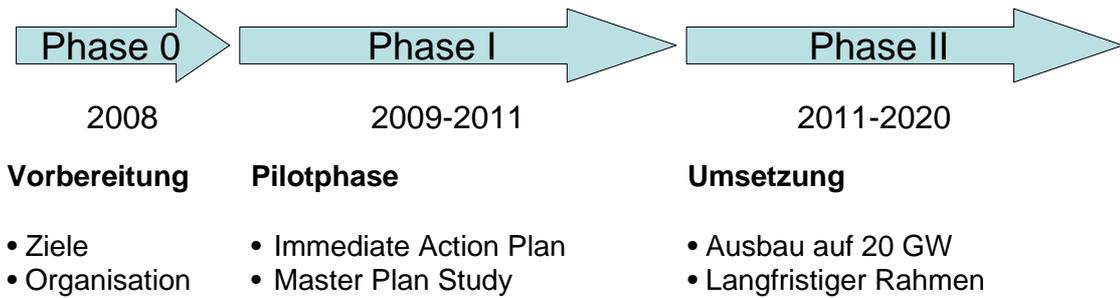
HGÜ Leitungen als solare Energiekorridore



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

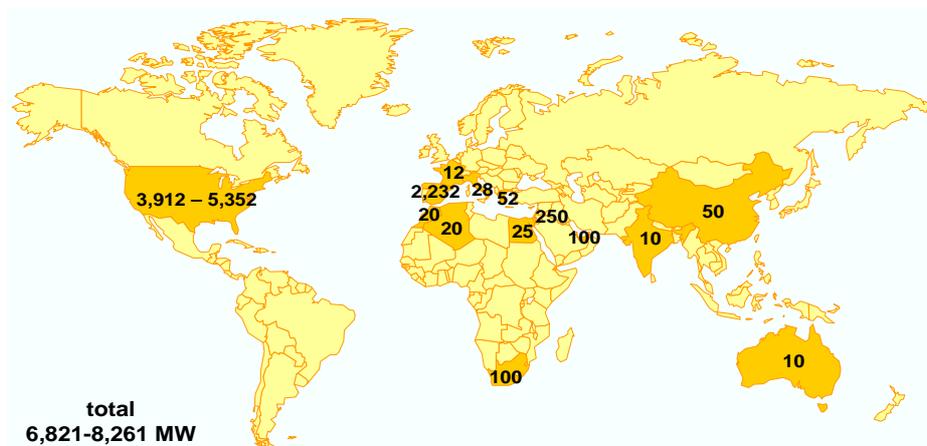
<http://reaccess.epu.ntua.gr/>

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

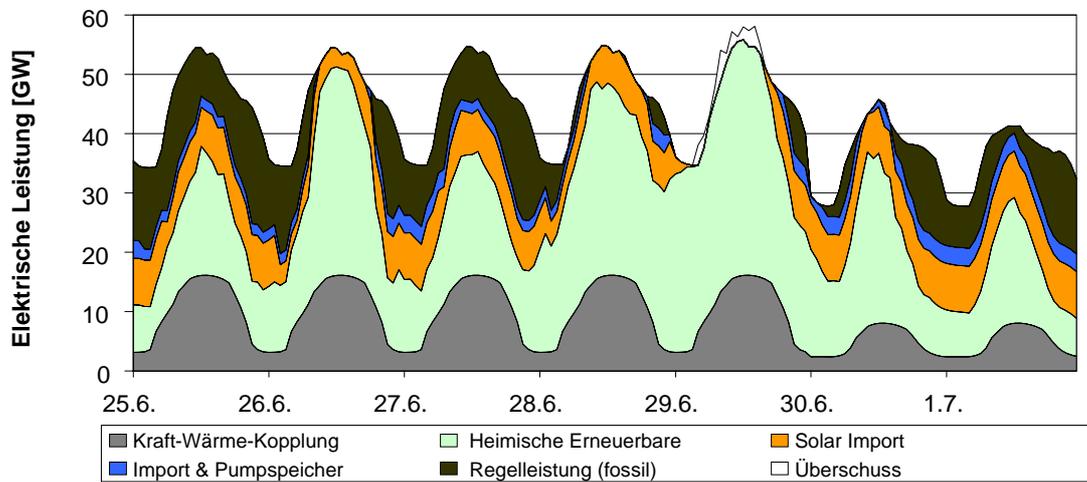


Derzeitige globale Marktsituation

480 MW in Betrieb, 500 MW im Bau, 8000 MW in Vorbereitung

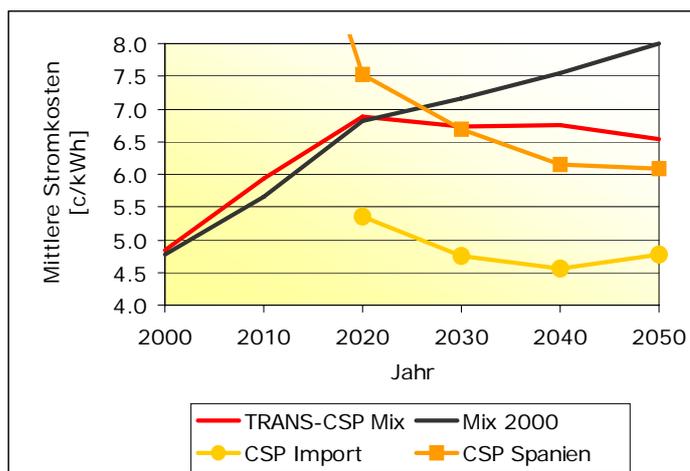


Leistung nach Bedarf: Fossile Brennstoffe decken (nur noch) Lastspitzen



Stundenmodellierung Deutschland 2050

Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien



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