




Nachhaltige Versorgung mit Strom und Wasser für Europa, den Mittleren Osten und Nordafrika

Franz Trieb




Kolleg im Kepler, Leonberg, 16.11.2009




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

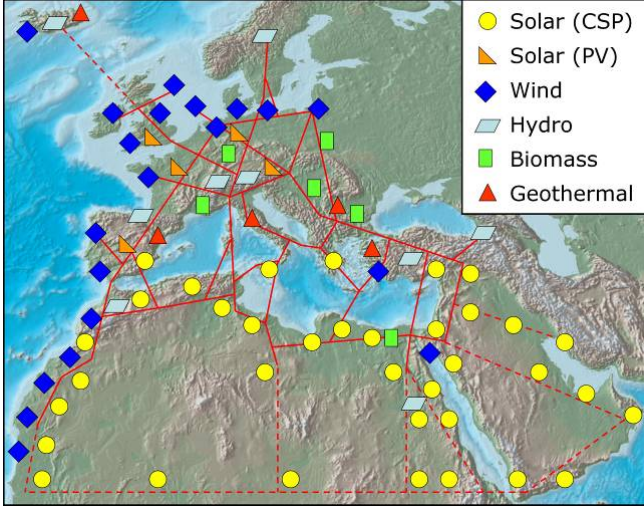
Folie 1

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>



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

Folie 2



Studien

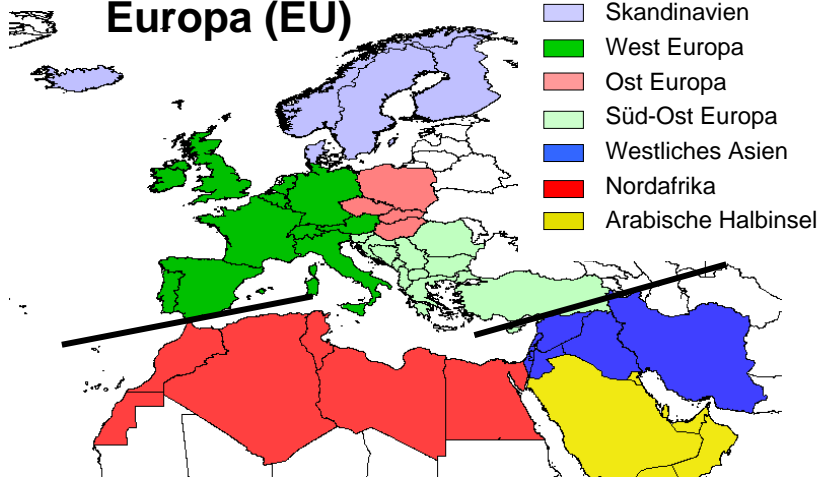
Ermittlung der erneuerbaren Energiepotentiale für die nachhaltige Produktion von Elektrizität und Trinkwasser in 50 Ländern Europas, Nordafrikas und des Mittleren Ostens unter Berücksichtigung der Option solarthermischer Kraftwerke.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Insgesamt 50 Länder untersucht

Europa (EU)



Middle East & North Africa (MENA)

Stromerzeugung:
GROSS UND ZENTRAL ...



... 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 ...

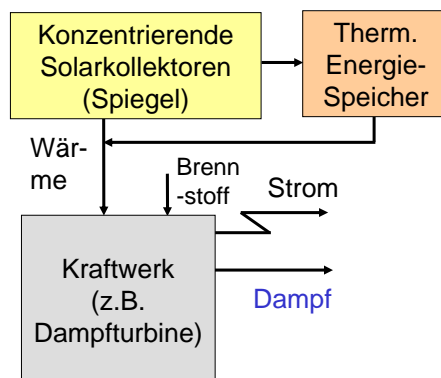
- ✓ Kohle, Braunkohle
- ✓ Erdöl, Erdgas
- ✓ Kernspaltung, **Kernfusion**
- ✓ **Wasserkraft**
- ✓ **Biomasse**
- ✓ **Solarthermische Kraftwerke**
- ✓ **Geothermie (Hot Dry Rock)**
- ✓ **Windenergie**
- ✓ **Photovoltaik**
- ✓ **Wellen / Gezeiten**

...
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 (PSA)

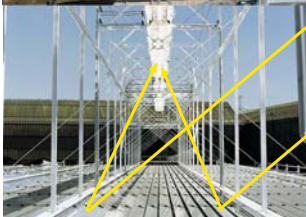


bis 500°C


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

Solarwärmespeicher

Salzschmelze



Beton



Phasenwechsel



Wasser-/Dampfspeicher






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

Folie 12



**ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien
(2x50 MW, 7 h Speicher, 2009)
3200 Betriebsstunden pro Jahr**



Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische
Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen

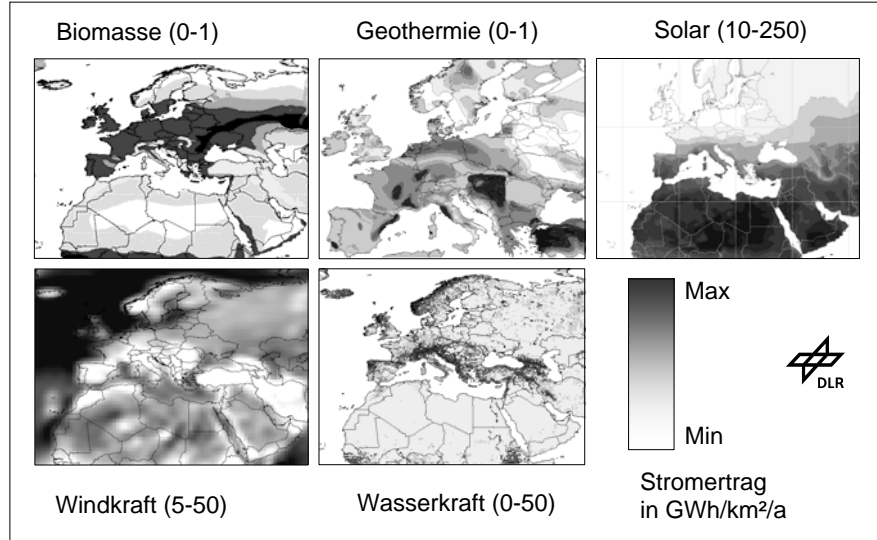


Photovoltaik

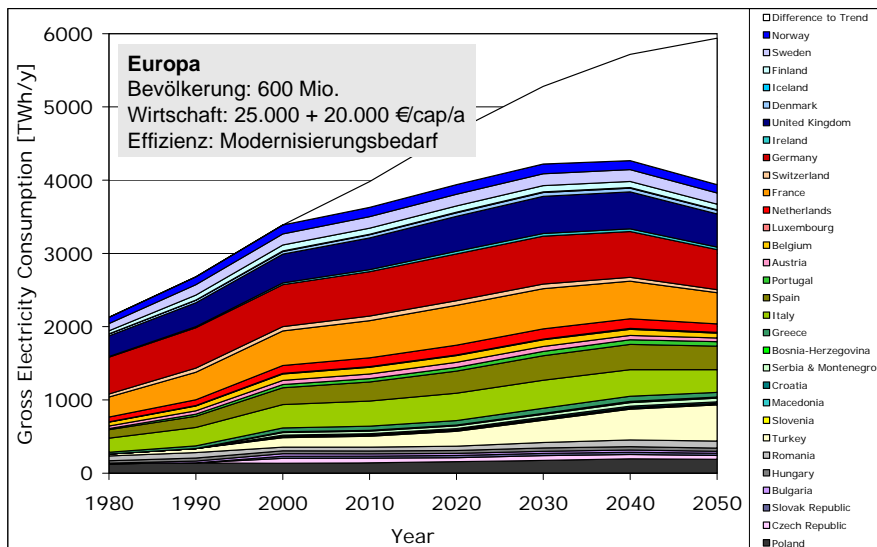


Windkraft

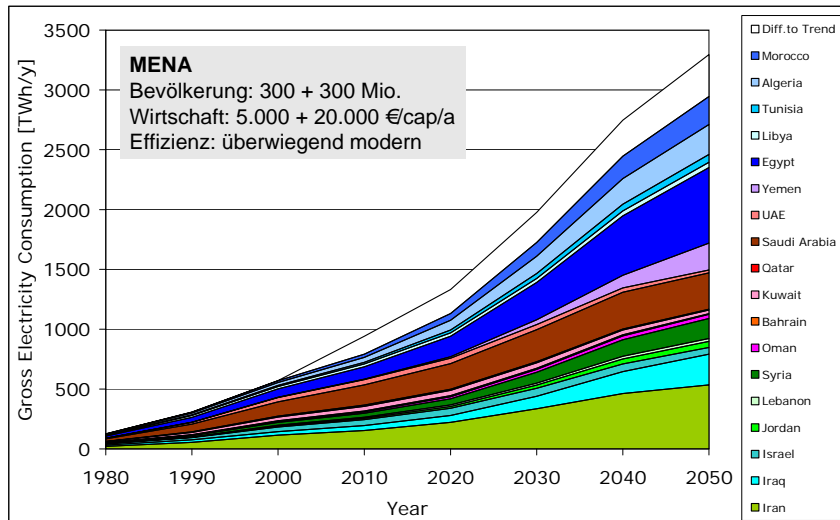
Erneuerbare Energiepotenziale in Europa, Mittlerer Osten, Nordafrika



TRANS-CSP: Strombedarf in Europa



MED-CSP: Strombedarf im Mittleren Osten und Nordafrika

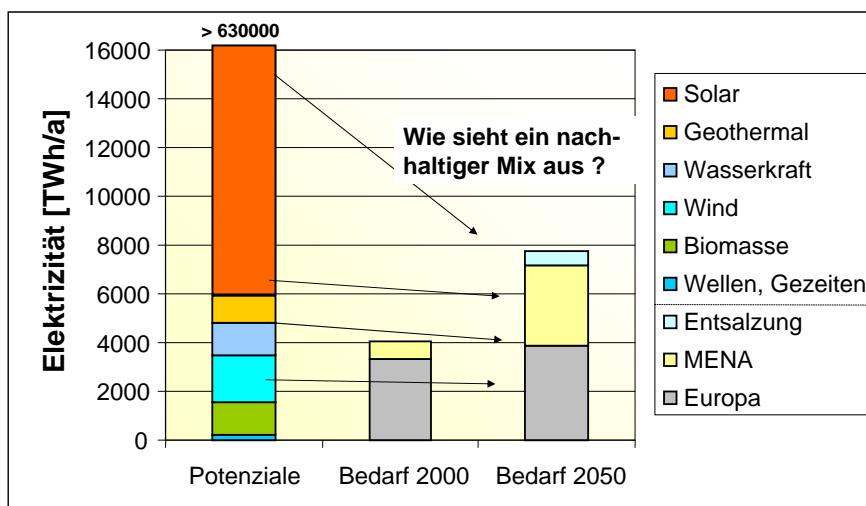


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/med-csp

Folie 17

Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EUMENA



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

Folie 18

Nachhaltig heißt ...

✓ Sicher

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

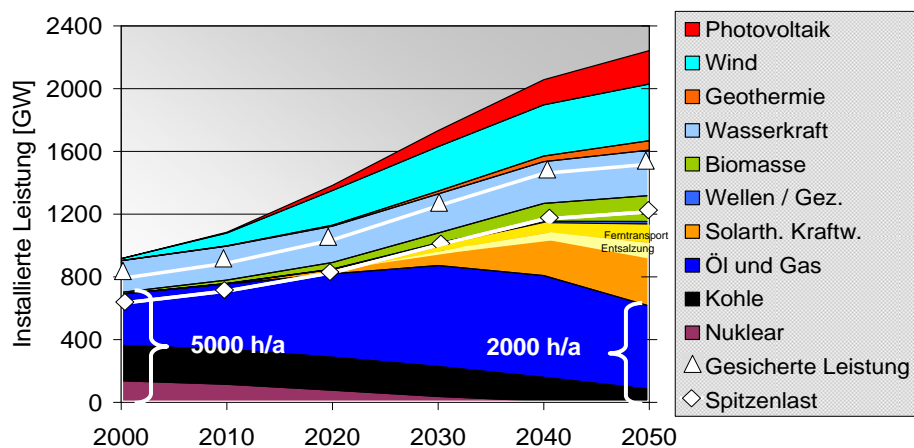
✓ Kostengünstig

niedrige Kosten
keine langfristigen Subventionen

✓ Kompatibel

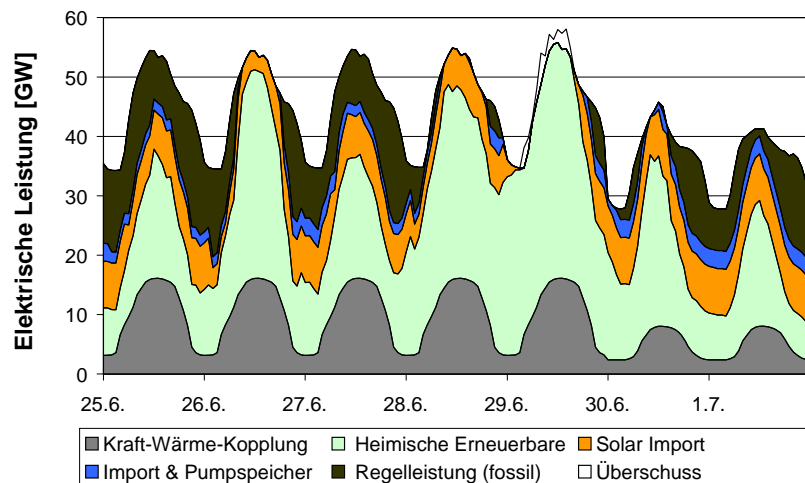
geringe Emissionen
Klimaschutz
geringe Risiken
fairer Zugang

Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA



➔ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität

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

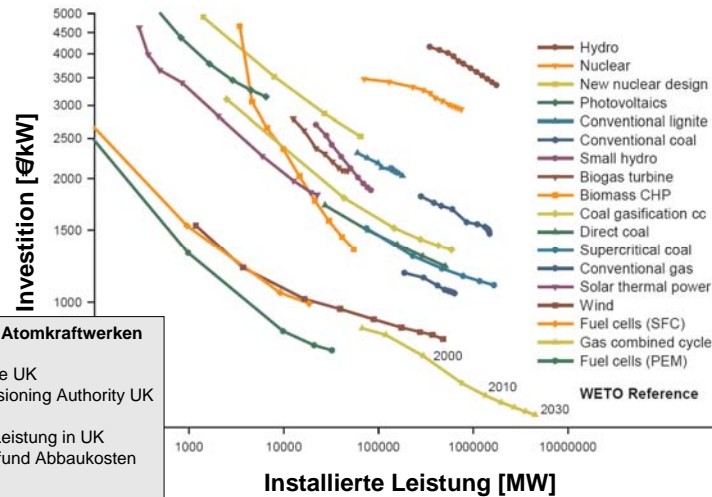


Stundenmodellierung Deutschland 2050

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

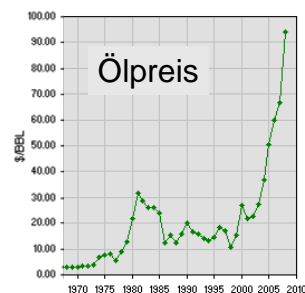
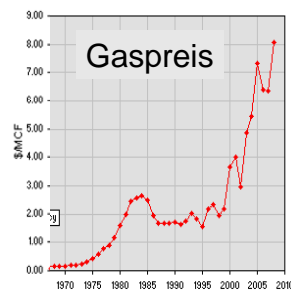
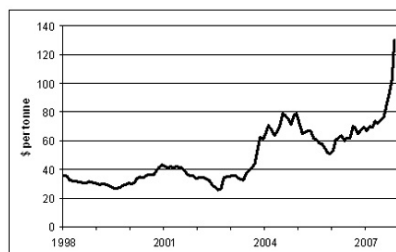
National Audit Office UK
Nuclear Decommissioning Authority UK

11 GW installierte Leistung in UK
61 Mrd. Britische Pfund Abbaukosten

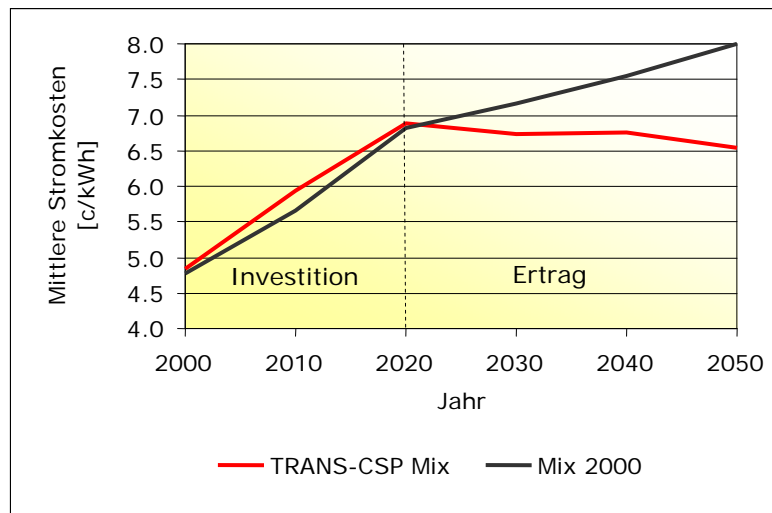
= 6000 €/kW

Kosten von Brennstoffen steigen bei wachsendem Verbrauch

Kohlepreis



Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien



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

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

Folie 25

Was wird sich ökonomisch ändern?

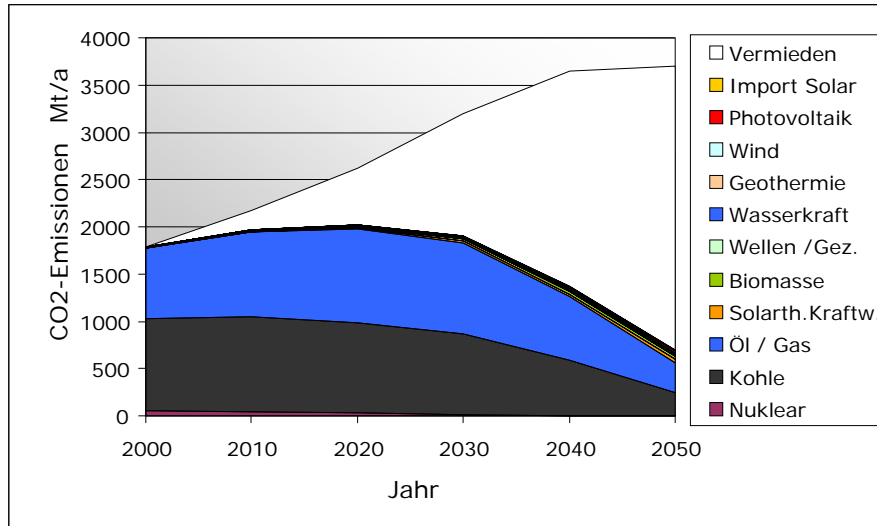
1. Nach anfänglicher Förderung wird der Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu einer Stabilisierung der Energiepreise und zur Entlastung der öffentlichen und privaten Haushalte führen.
2. Solarstromimporte aus der Wüste werden eine bezahlbare und gut regelbare Komponente der Stromversorgung.



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

Folie 26

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 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.

Was läuft schon?

1. Mittelmeerunion

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

2. DESERTEC Industrial Initiative

<http://www.desertec.org>

3. Erneuerbare wachsen mit über 25% pro Jahr

<http://www.ren21.net>



HGÜ-Leitungen in China

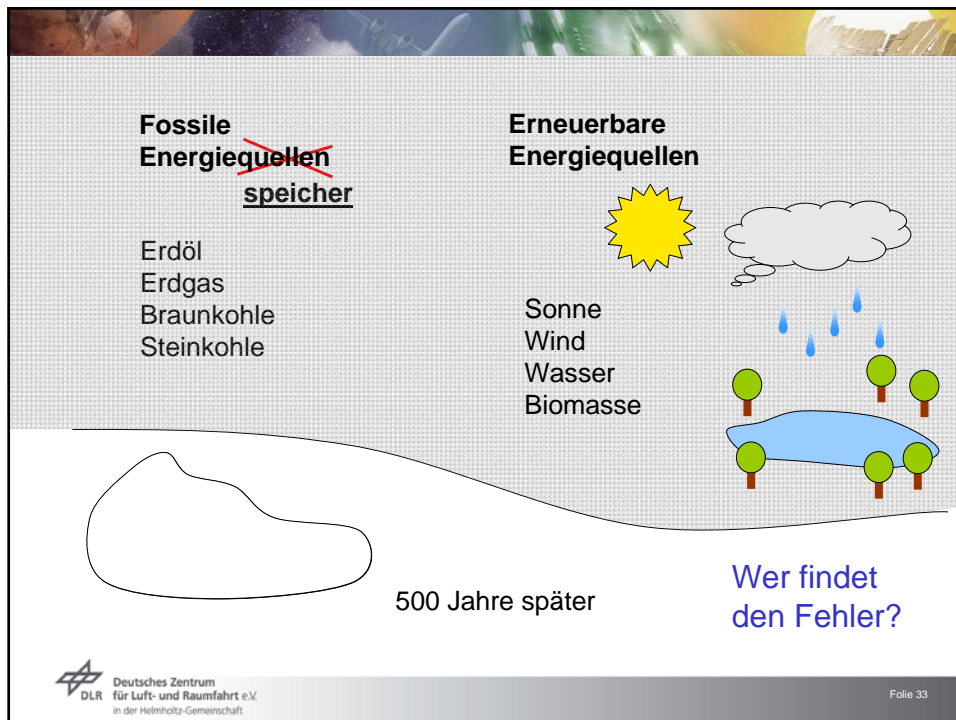
HGÜ
HVDC

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



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





The diagram is split into two main sections. The left section, titled 'Fossile Energiequellen ~~speicher~~', lists 'Erdöl', 'Erdgas', 'Braunkohle', and 'Steinkohle'. Below this is a simple line drawing of a fossil fuel reservoir. The right section, titled 'Erneuerbare Energiequellen', lists 'Sonne', 'Wind', 'Wasser', and 'Biomasse'. It includes icons for a sun, a cloud with rain falling into a pond surrounded by trees. At the bottom center, the text '500 Jahre später' is written. To the right of this, the question 'Wer findet den Fehler?' is posed in blue text.

Fossile Energiequellen ~~speicher~~


Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

Erneuerbare Energiequellen

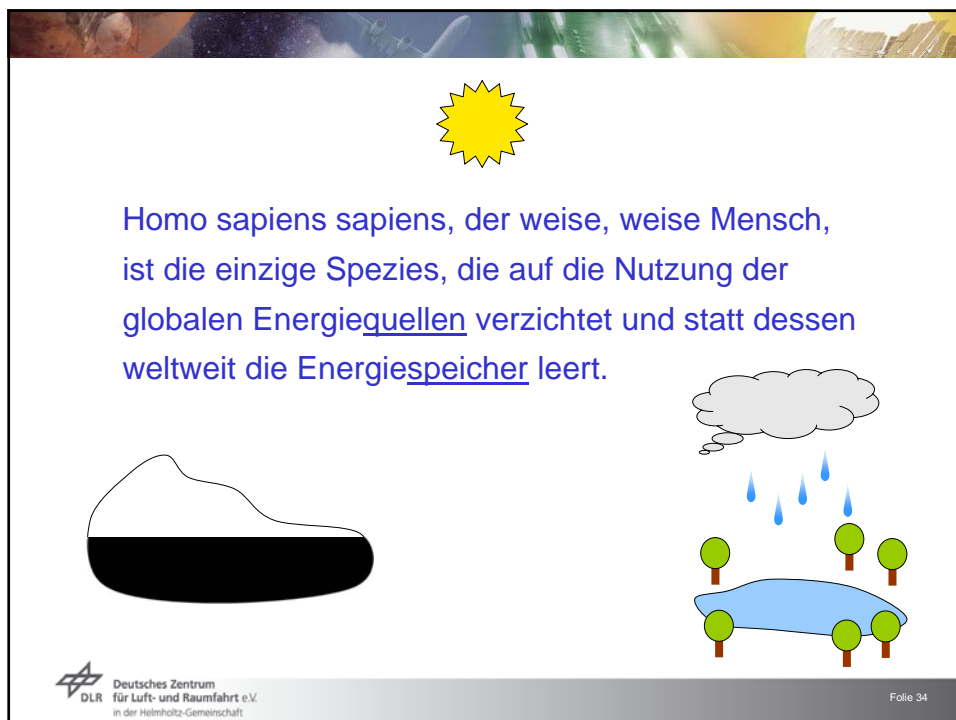
Sonne
Wind
Wasser
Biomasse

500 Jahre später

Wer findet den Fehler?


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

Folie 33



This slide features a yellow sun icon at the top center. The main text, in blue, states: '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.' Below the text is a diagram of a fossil fuel reservoir, which is shown as a black-filled shape at the bottom of a container, indicating it is being depleted. To the right is an illustration of a natural water cycle with a cloud raining into a pond surrounded by trees.

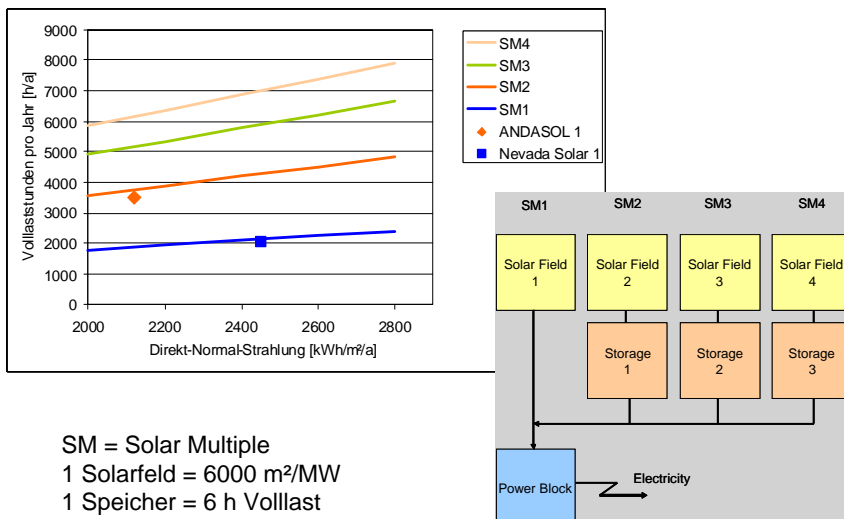
Homo sapiens sapiens, der weise, weise Mensch,
ist die einzige Spezies, die auf die Nutzung der
globalen Energiequellen verzichtet und statt dessen
weltweit die Energiespeicher leert.

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

Folie 34

Fragen?

Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Auslastung



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

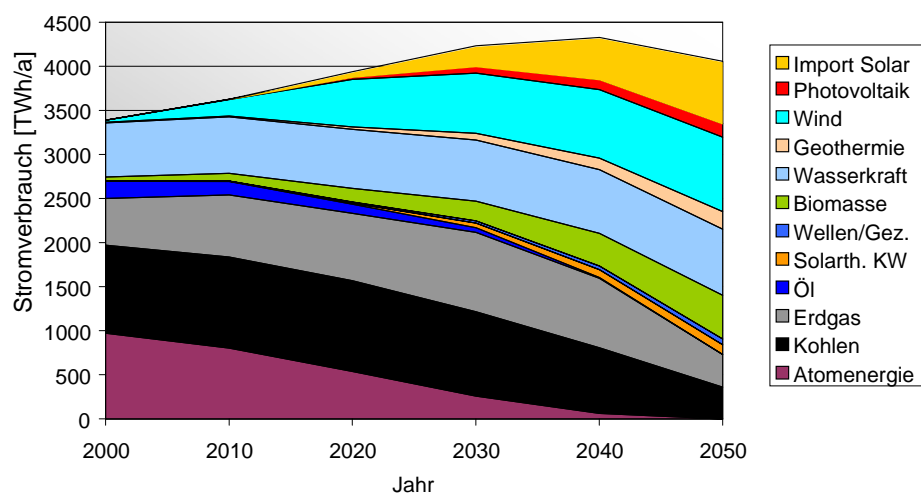


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/trans-csp

Folie 37

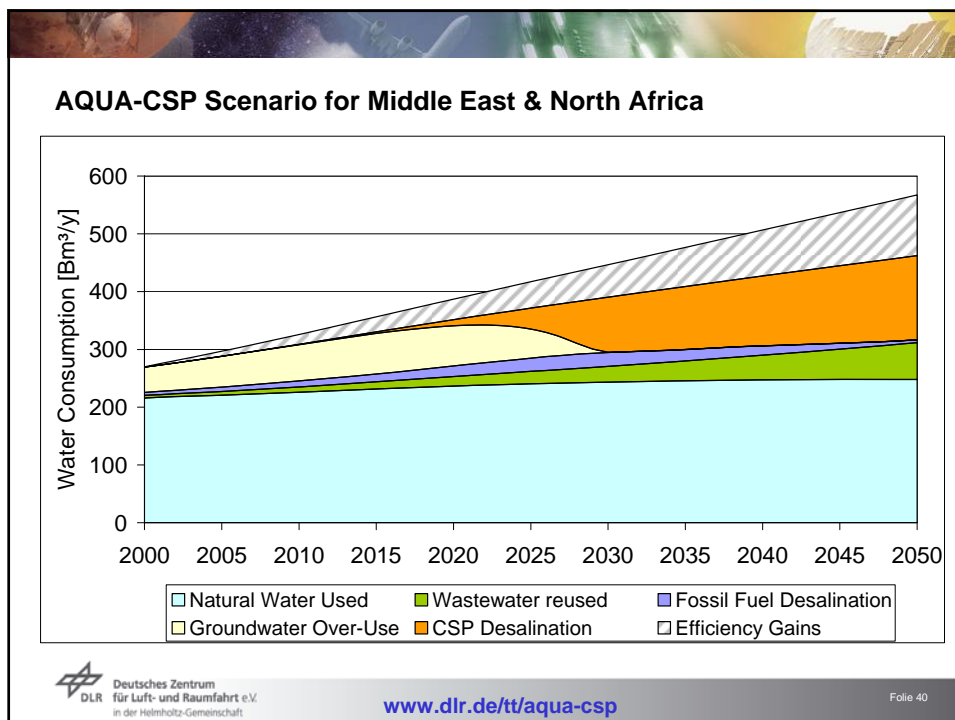
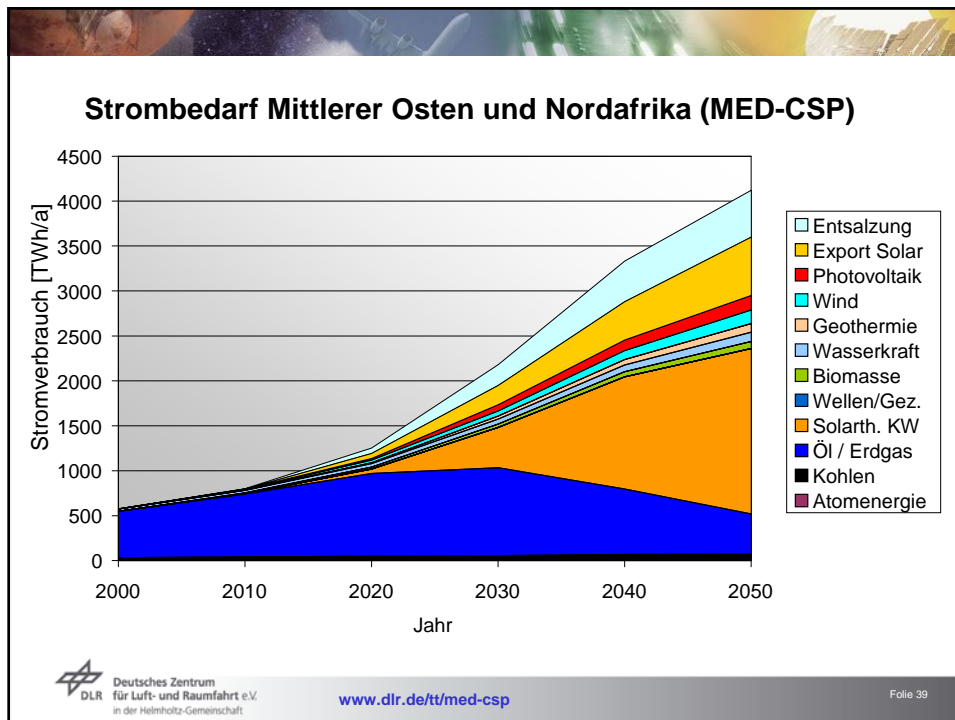
Strombedarf Europa (TRANS-CSP)



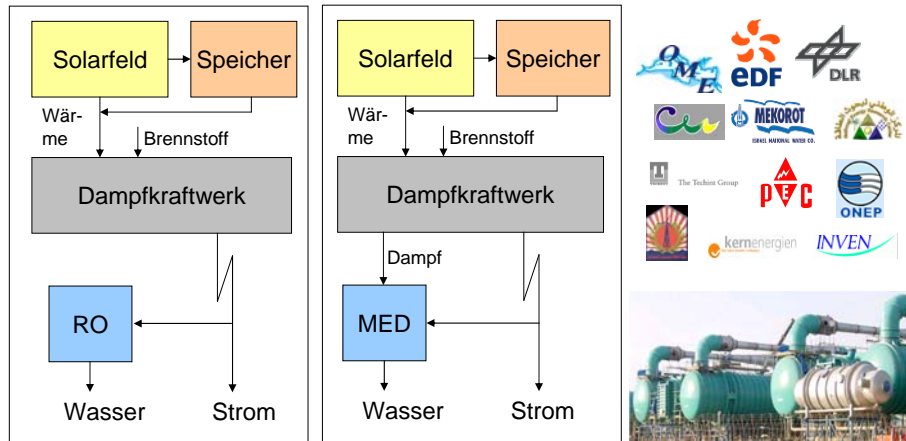
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.dlr.de/tt/trans-csp

Folie 38

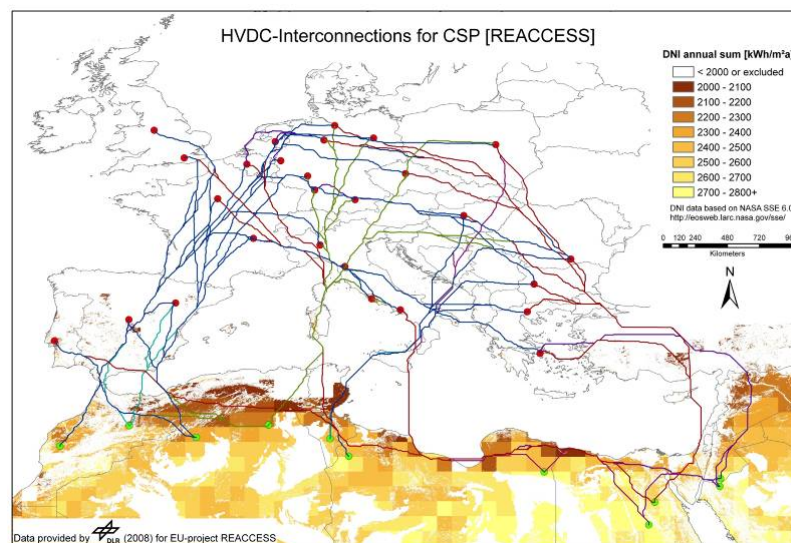


Pilotanlagen zur solaren Stromerzeugung und Wasserentsalzung



RO: Umkehrosmose
MED: Multi-Effekt-Entsalzung

HGÜ Leitungen als solare Energiekorridore



**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)



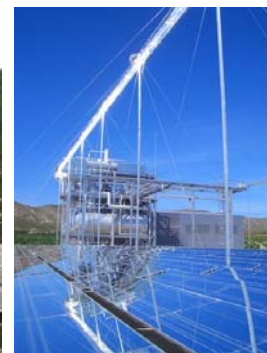
NOVATEC
Linear Fresnel
2 MW, Puerto
Errado, Spanien

**Produktions-
automaten**

**Direkt-
verdampfung**

Trockenkühlung

Putzroboter



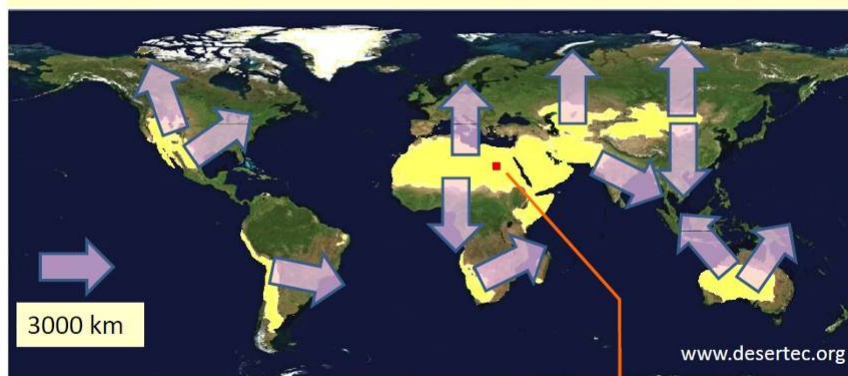


TESLA Motors, Kalifornien, Lithium-Ionen Batterie, Elektromotor (99.000 €)
Strom aus Erneuerbaren Energiequellen, Tankstelle: Steckdose

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

DESERTEC - WORLD

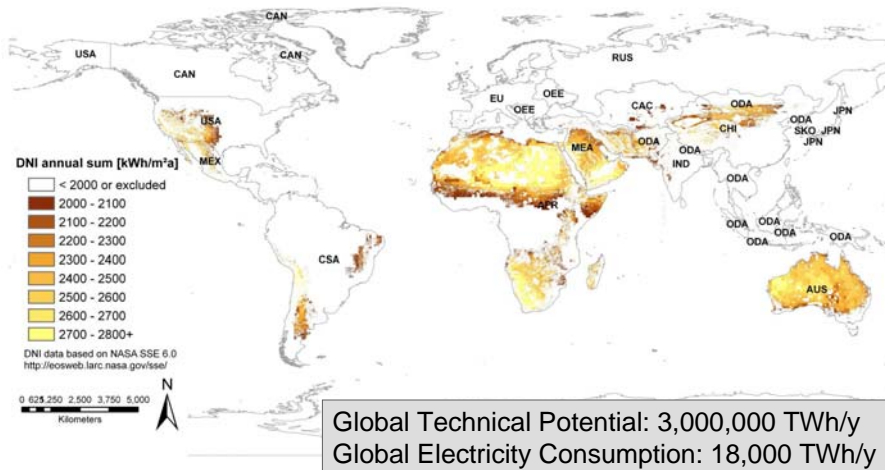
Clean Power from Deserts for a World with 10 billion People



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)

Global Potential for Concentrating Solar Power



Data provided by  (2008) for EU-project REACCESS

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

www.dlr.de/tt/csp-resources

Folie 49