

BACKSTAGE



Landeszentrale für politische Bildung
Baden-Württemberg

Operation Wüstenstrom: DESERTEC

Franz Trieb
DLR-Institut für Technische Thermodynamik

Stuttgart, 04.05.2012



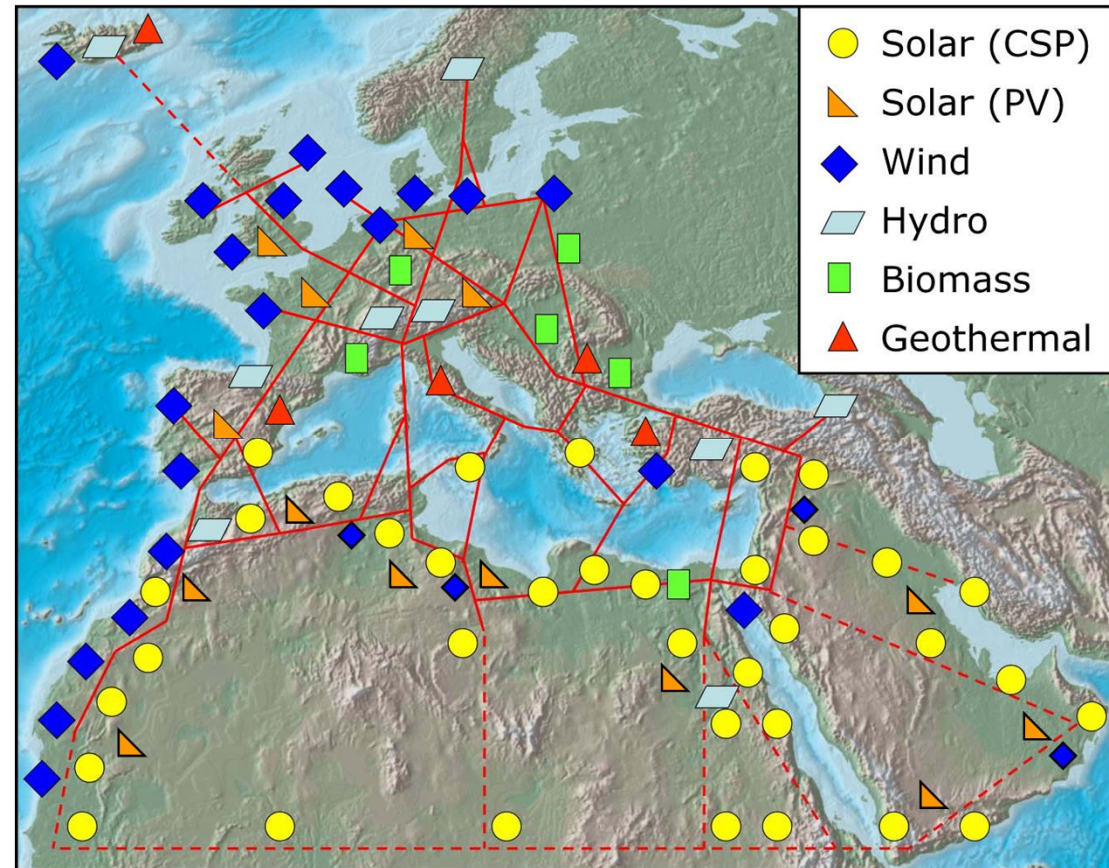
Wissen für Morgen

DESERTEC Vision 2003

Dem Wechselstromnetz überlagerte HGÜ-Stromautobahnen verbinden gute Produktionsstandorte mit großen Verbrauchszentren



EUMENA:
Europe
Middle East
North Africa



www.desertec.org



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**



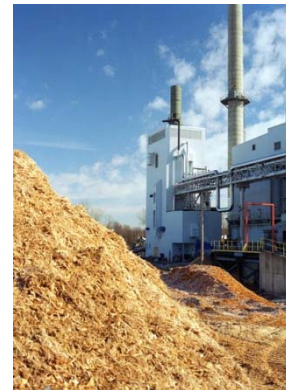
Erneuerbare Energietechnologien



Wasserkraft



Solarthermische Kraftwerke



Biomasse



Geothermie



Gezeiten



Wellen



Photovoltaik



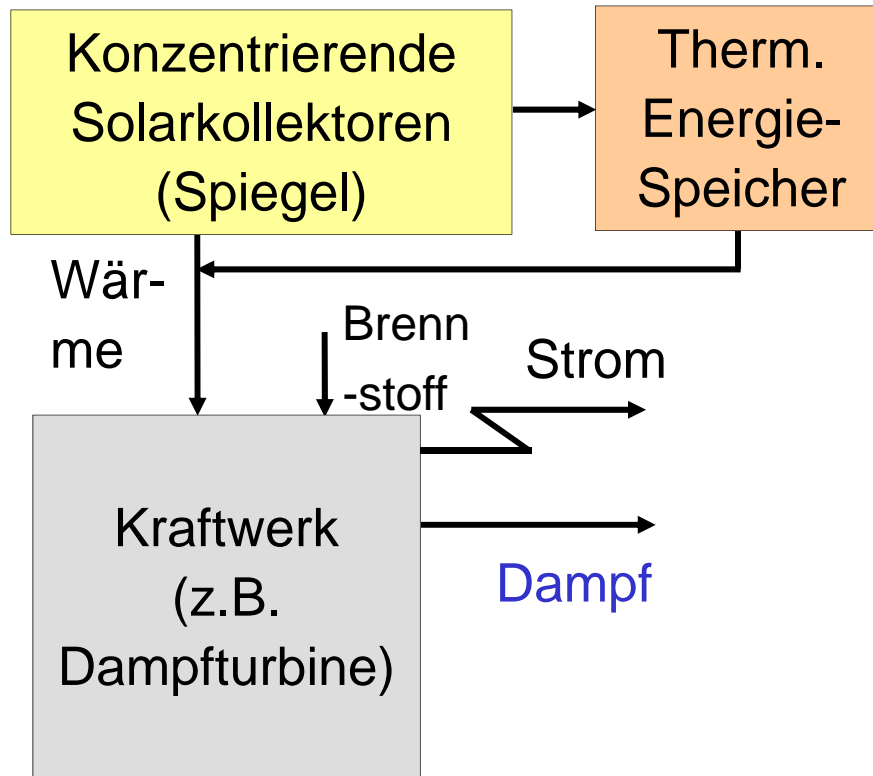
Windkraft



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



Prinzip eines solarthermischen Kraftwerks



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





ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien, 2009
2 x 50 MW, 7 Std. Speicher
3500 Volllaststunden pro Jahr



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





Gemasolar

Sevilla, 2011

20 MW

15 Std. Speicher

5500 Volllast-
stunden pro

Jahr



Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung in China (HGÜ)



Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 Megawatt
Länge: 2070 km
Quelle: Wasserkraft
Verluste: 7%
Bauzeit: 2 Jahre
Kosten: 2.5 Mrd. Euro

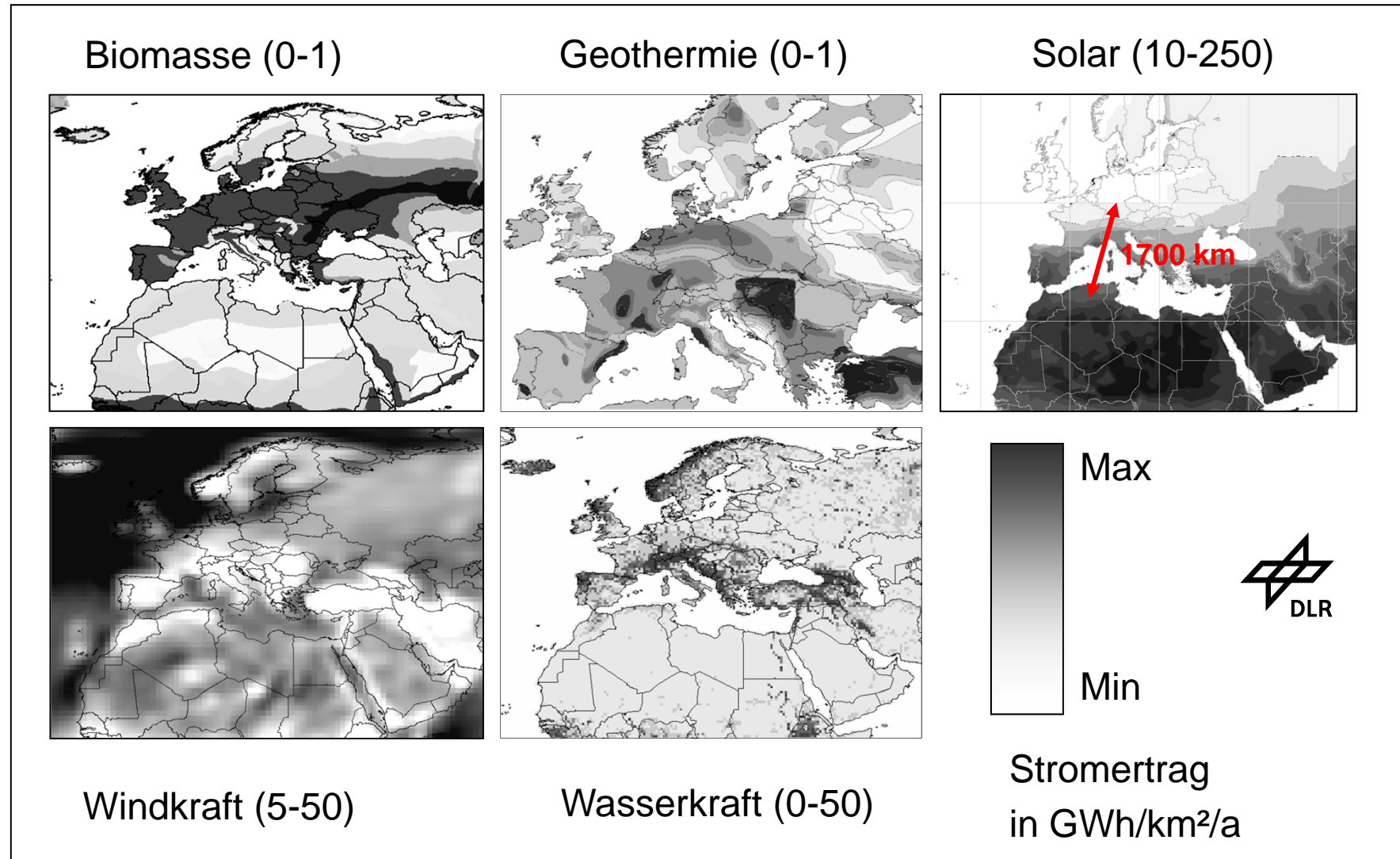


<http://www.abb.com>

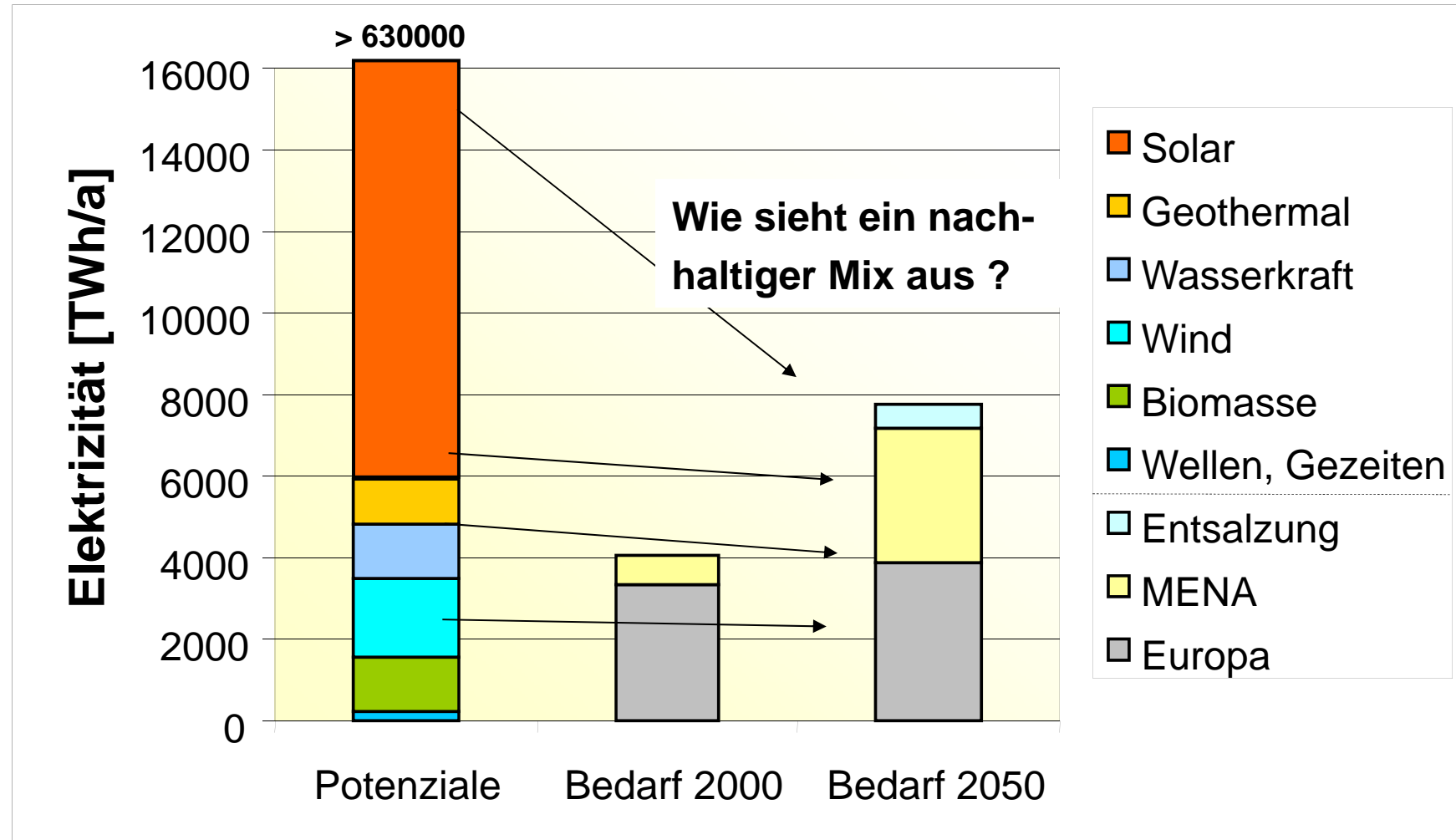
<http://www.siemens.com>



Erneuerbare Energiepotenziale in EUMENA



Ökonomische Potenziale vs. Bedarf in EUMENA



Nachhaltige Energieversorgung ist ...

✓ **sicher**

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

✓ **kostengünstig**

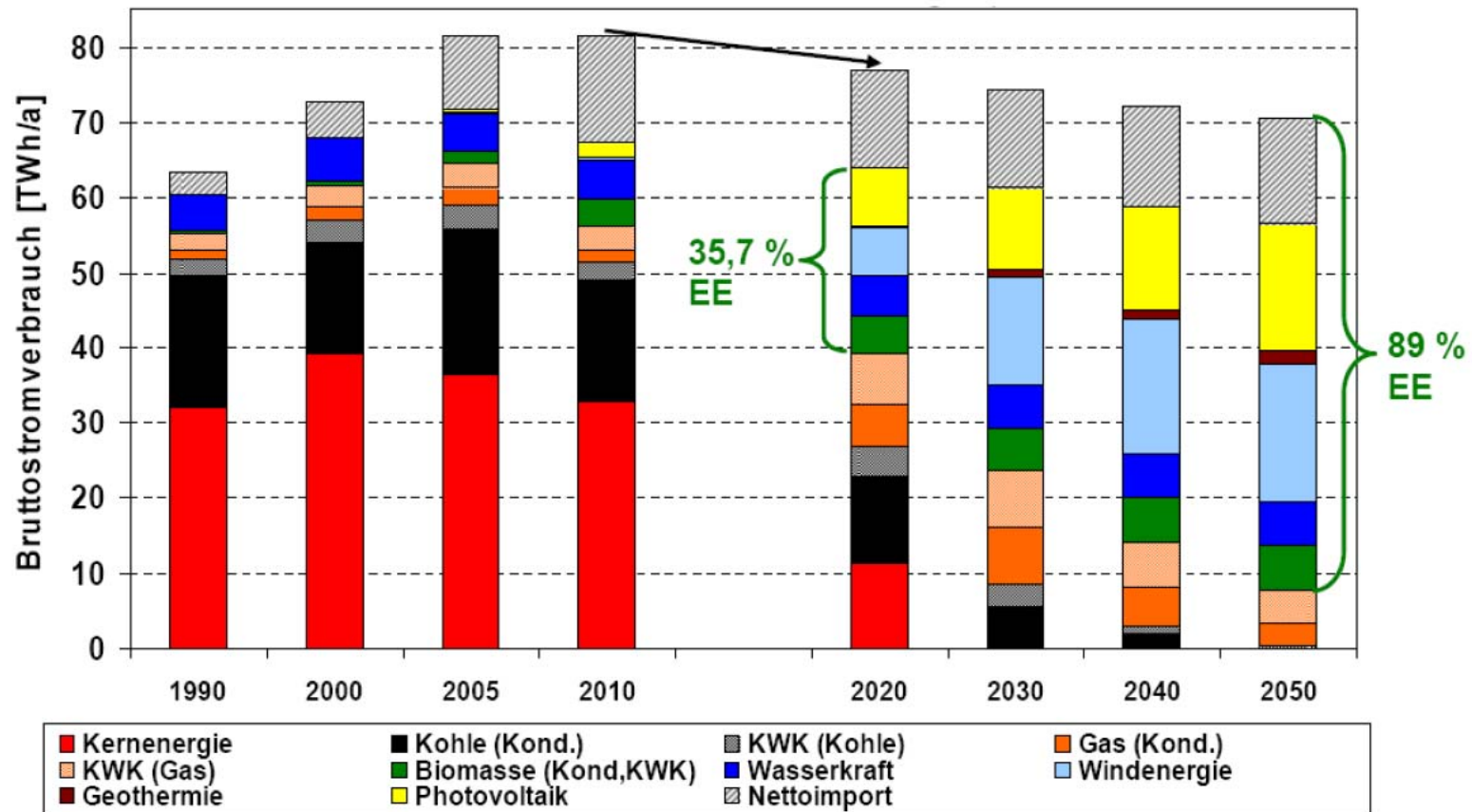
niedrige und stabile Kosten
keine langfristigen Subventionen

✓ **umwelt- und sozial kompatibel**

geringe Emissionen
Klimaschutz
geringe Risiken
fairer Zugang



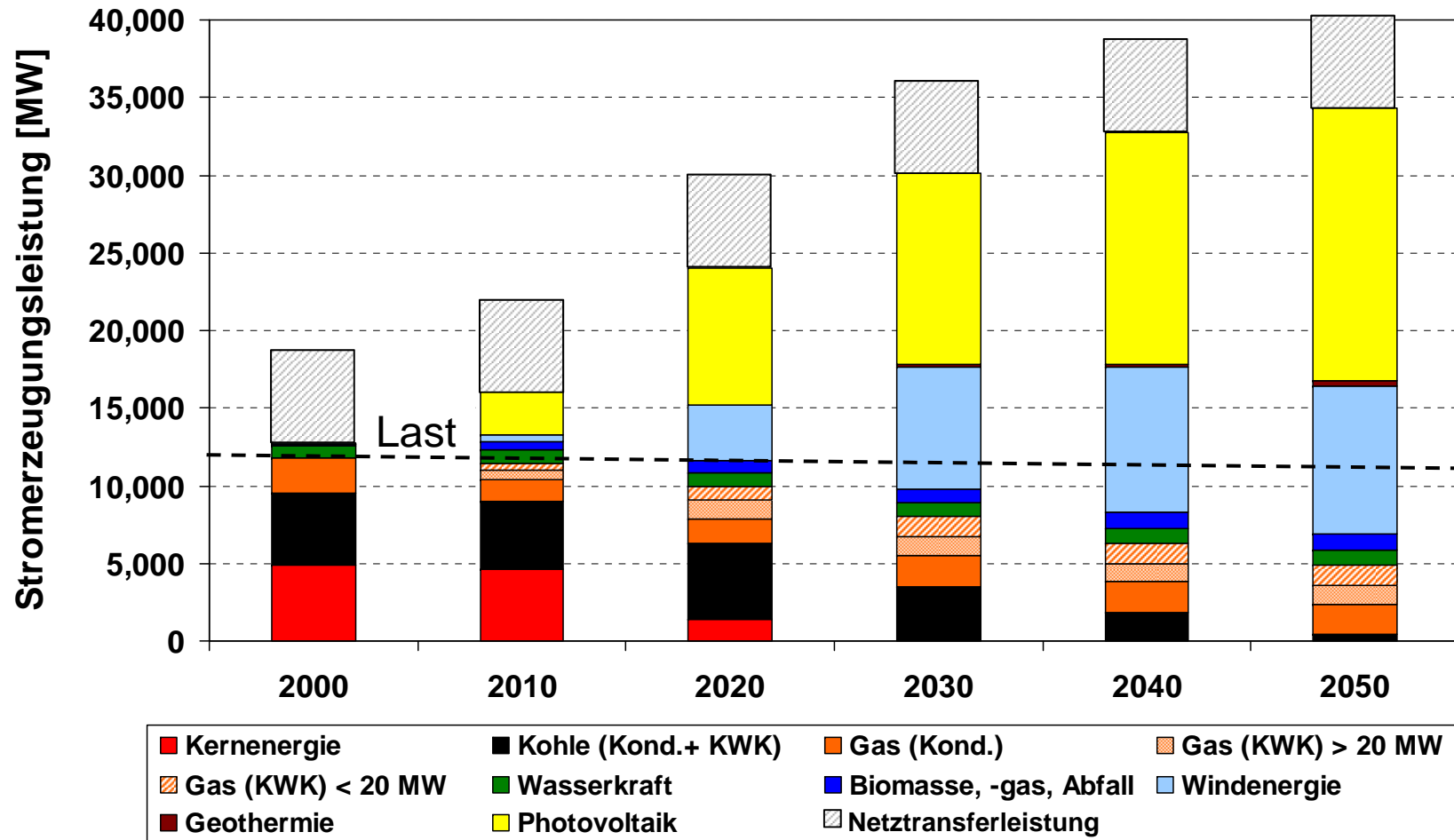
Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg bis 2050



http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/90866/Gutachten_zum%20Klimaschutzgesetz_BW_2012-02-03.pdf



Entwicklung der Kraftwerksleistung in Baden-Württemberg bis 2050

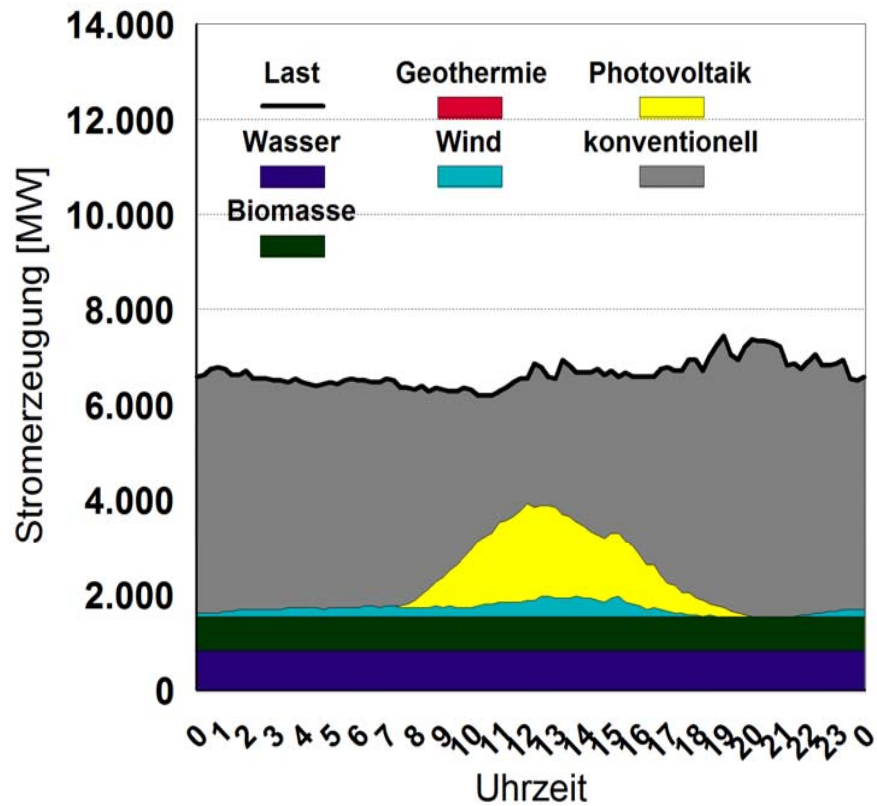


http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/90866/Gutachten_zum%20Klimaschutzgesetz_BW_2012-02-03.pdf

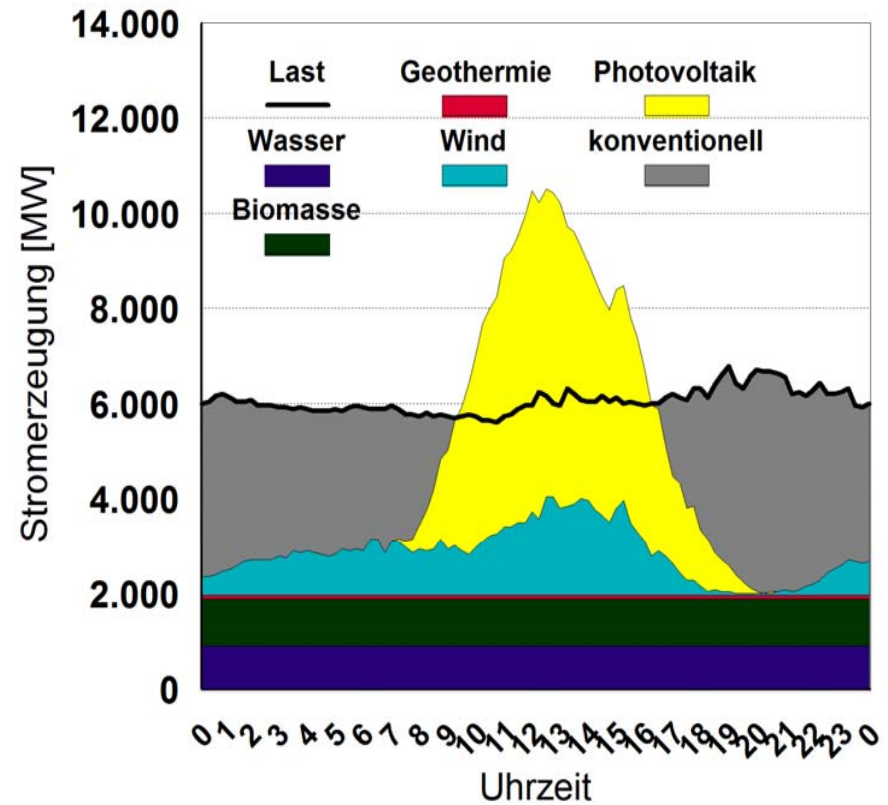


Zunehmende Flexibilität konventioneller Kraftwerke und des Netzmanagements gefordert

Sonntag 28. August 2011

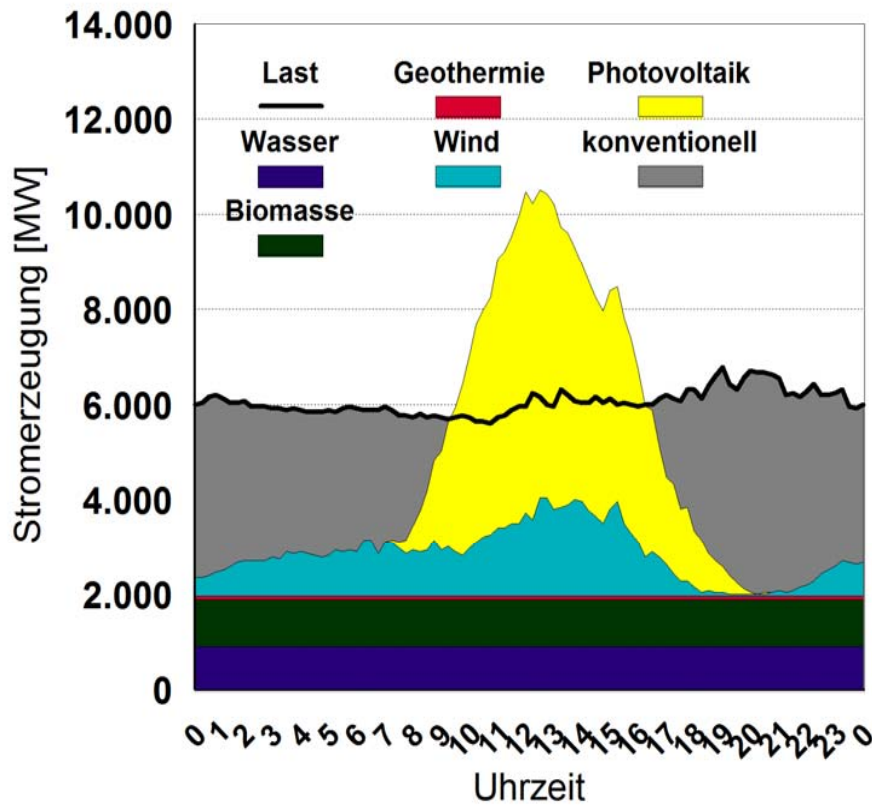


Sonntag, 30. August 2020

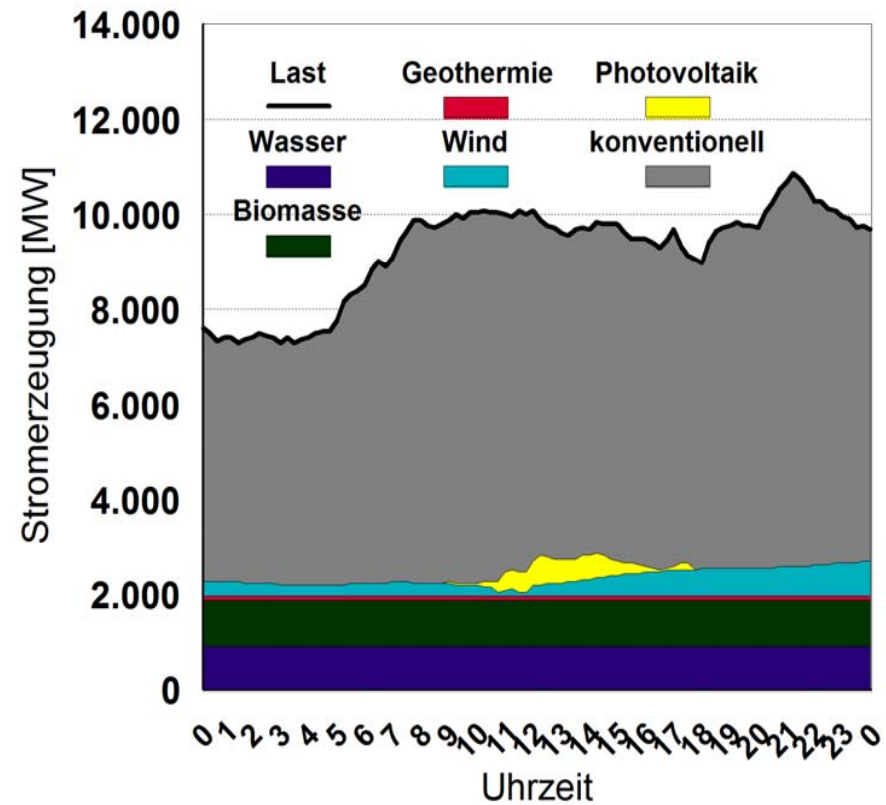


Zunehmende Flexibilität konventioneller Kraftwerke und des Netzmanagements gefordert

Sonntag, 30. August 2020



Montag, 23. November 2020



NEUE ENERGIEN

[» weitere Meldungen](#)

Energiewende in Gefahr: Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland und weltweit rückläufig

25.04.2012 – Nach Analysen von Bloomberg New Energy Finance sind die Investitionen in erneuerbare Energien im ersten Quartal des laufenden Jahres deutlich zurückgegangen. Wie die Marktforscher ermittelten, sanken die weltweiten Investitionen auf 27 Mrd. US-Dollar (rund 20,5 Mrd. €), was gegenüber dem letzten Quartal des Vorjahres einem Rückgang von 28 Prozent entspricht. Damit bestätigt sich auch weltweit der von Seiten des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE) beklagte Trend abnehmender Investitionen in erneuerbare Energien.

Der Bloomberg-Studie zu den weltweiten Investitionstrends im Bereich der erneuerbaren Energien ist der Titelbericht der Ausgabe 17/2012 von EUWID Neue Energien gewidmet. Insgesamt umfasst die am 25. April erschienene Publikation 114 Nachrichten und Berichte zur Energiewende auf 36 Seiten. Im Folgenden findet sich eine Kurzcharakteristik der Ausgabe ([zur kompakten Übersicht gelangen Sie hier](#)):



EUWID Neue Energien 17/2012

Ursachen:

- Fehlende Netzkapazität
- Fehlende Speicher
- Fehlende flexible Kraftwerke
- ➔ Fehlende Flexibilität für mehr PV und Windkraft
- Knappe Flächen für Biomasse
- Wasserkraft ausgeschöpft
- Geothermie nicht verfügbar

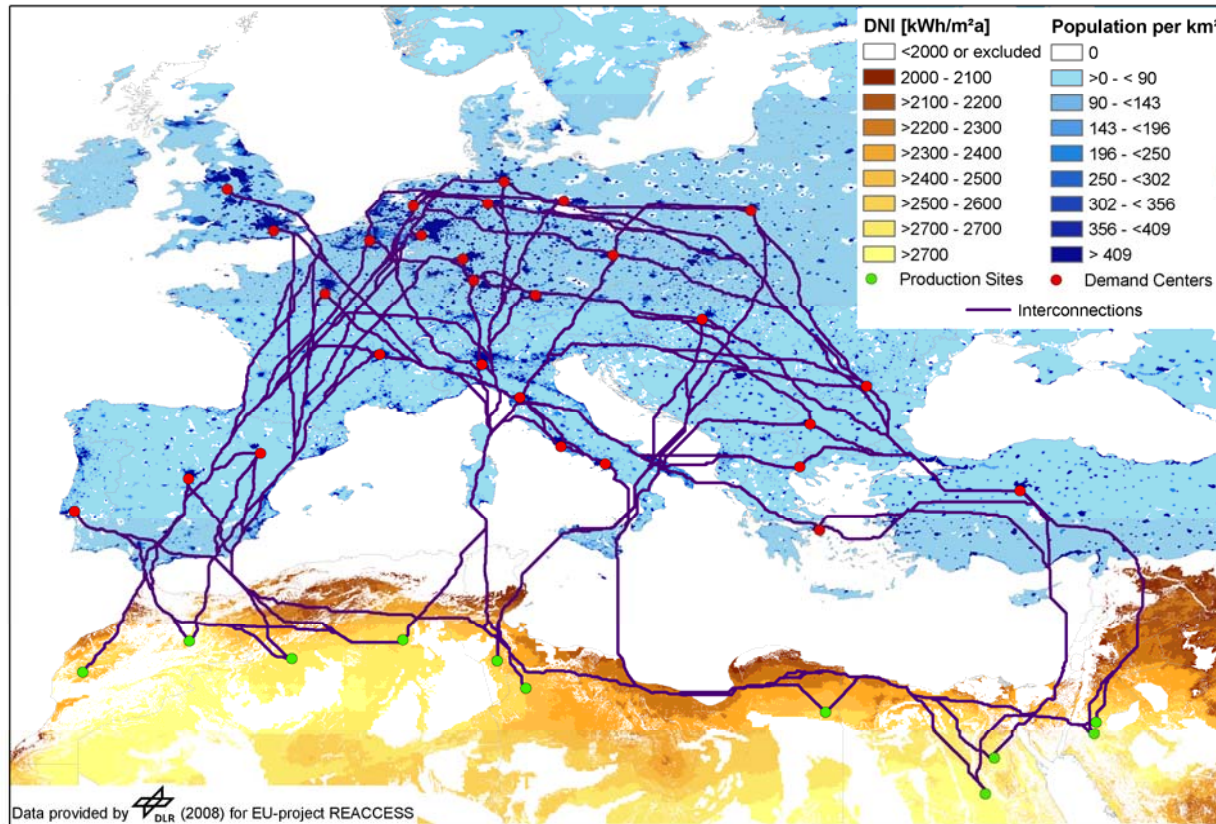


Flexibilitätsoptionen für den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energie

1. Abbau unflexibler konventioneller Leistung (Nuklear, Braunkohle)
2. Flexible Kraftwerke auf der Basis von Erdgas und Kohle
3. Konventioneller Stromimport und -export
4. Lokale flexible Erneuerbare (Biomasse, Speicherwasserkraft)
5. Import flexibler Erneuerbarer (DESERTEC, Speicherwasserkraft)
6. Stromgeführte Kraft-Wärme-Kopplung mit Wärmespeicher
7. Lastmanagement (intelligente Verbraucher und Netze)
8. Speicher (Pumpspeicher, Druckluftspeicher, Wasserstoff, Methan)
9. Ausbau des Stromnetzes zu höherer Transferkapazität



DLR-Studien zur Konkretisierung des DESERTEC Konzepts - Flexibler Solarstrom für Europa



Import Country	Start Point	End Point	Net Import Electricity TWh/a	Total Length km
Germany /	Morocco #1	Karlsruhe, Germany	23,0	2.917
Denmark	Morocco #2	Jülich, Germany	24,5	2.455
	Tunisia #1	Mainz, Germany	23,6	2.160
	Algeria #1	Hannover, Germany	24,1	2.851
	Algeria #2	Munich, Germany	24,9	1.998
France	Morocco #1	Paris, France	18,7	2.306
	Morocco #2	Paris, France	19,8	1.939
	Tunisia #1	Paris, France	21,3	2.195
	Algeria #1	Lion, France	25,3	1.847
	Algeria #2	Lion, France	24,6	2.208
United Kingdom	Morocco #1	London, UK	18,5	2.643
	Morocco #2	London, UK	22,4	2.304
	Algeria #1	Newcastle, UK	24,3	2.748
Spain	Morocco #2	Madrid, Spain	20,7	964
	Algeria #1	Zaragoza, Spain	24,2	1.178
Italy	Algeria #2	Milano, Italy	20,1	1.587
	Tunisia #1	Firence, Italy	19,3	1.432
	Libya #1	Roma, Italy	20,6	1.761
Poland	Egypt #1	Warszaw	18,9	3.525
	Jordan #1	Warszaw	18,1	3.500
	Egypt #2	Warszaw	22,1	3.817
	Saudi Arabia #1	Warszaw	23,8	3.586
Turkey	Jordan #1	Ankara, Turkey	19,3	2.255
	Saudi Arabia #1	Ankara, Turkey	20,0	2.310
	Saudi Arabia #1	Ankara, Turkey	20,6	2.310
Czech Republic	Algeria #2	Prague, Czech Republic	19,5	2.230
	Libya #1	Prague, Czech Republic	19,0	2.154
Belgium	Morocco #1	Brussels, Belgium	19,0	2.612
Netherlands	Morocco #2	Appledorn, Netherlands	22,1	2.462
Romania	Jordan #1	Bukarest, Romania	15,8	2.502
	Algeria #2	Bukarest, Romania	18,8	2.918
Greece / Bulgaria	Egypt #2	Sophia, Bulgaria	21,5	2.849
Hungary / Slowakia	Libya #1	Budapest, Hungary	24,7	2.254

Energy Policy 42 (2012) 341-353

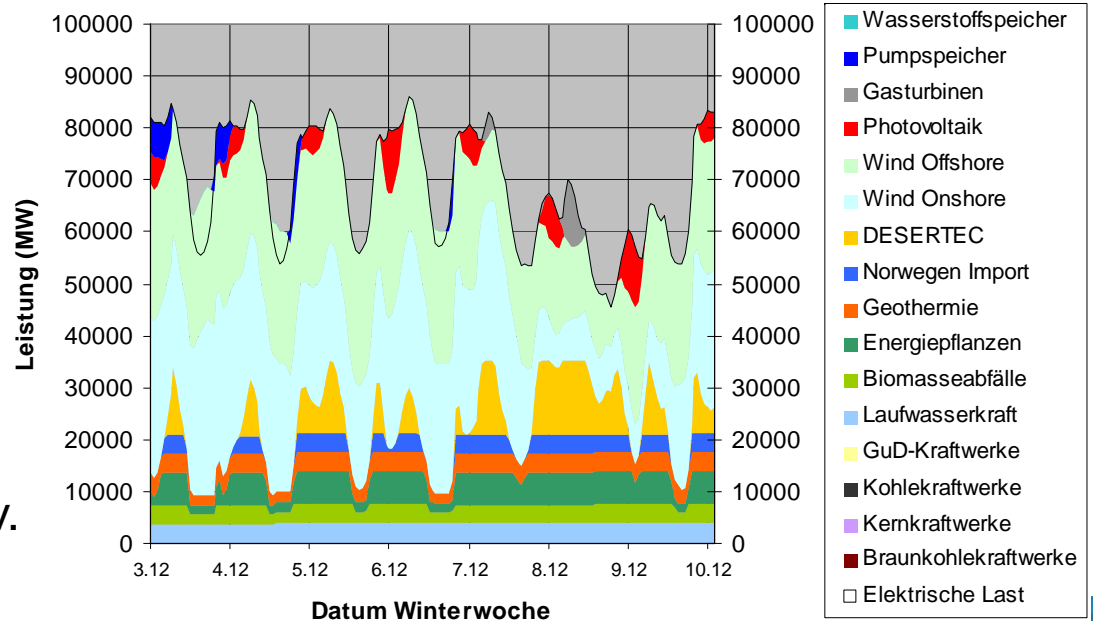
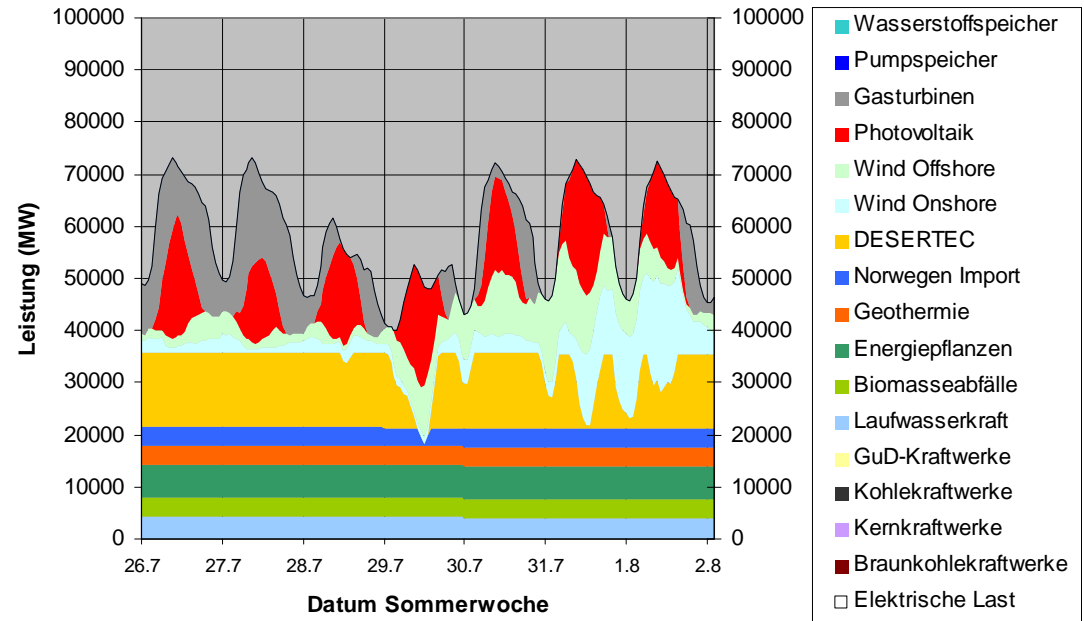


Deutschland 2050

Die Rolle variabler und flexibler Energiequellen in einem 90% EE Szenario für Deutschland für 2050.

Installierte Leistung:

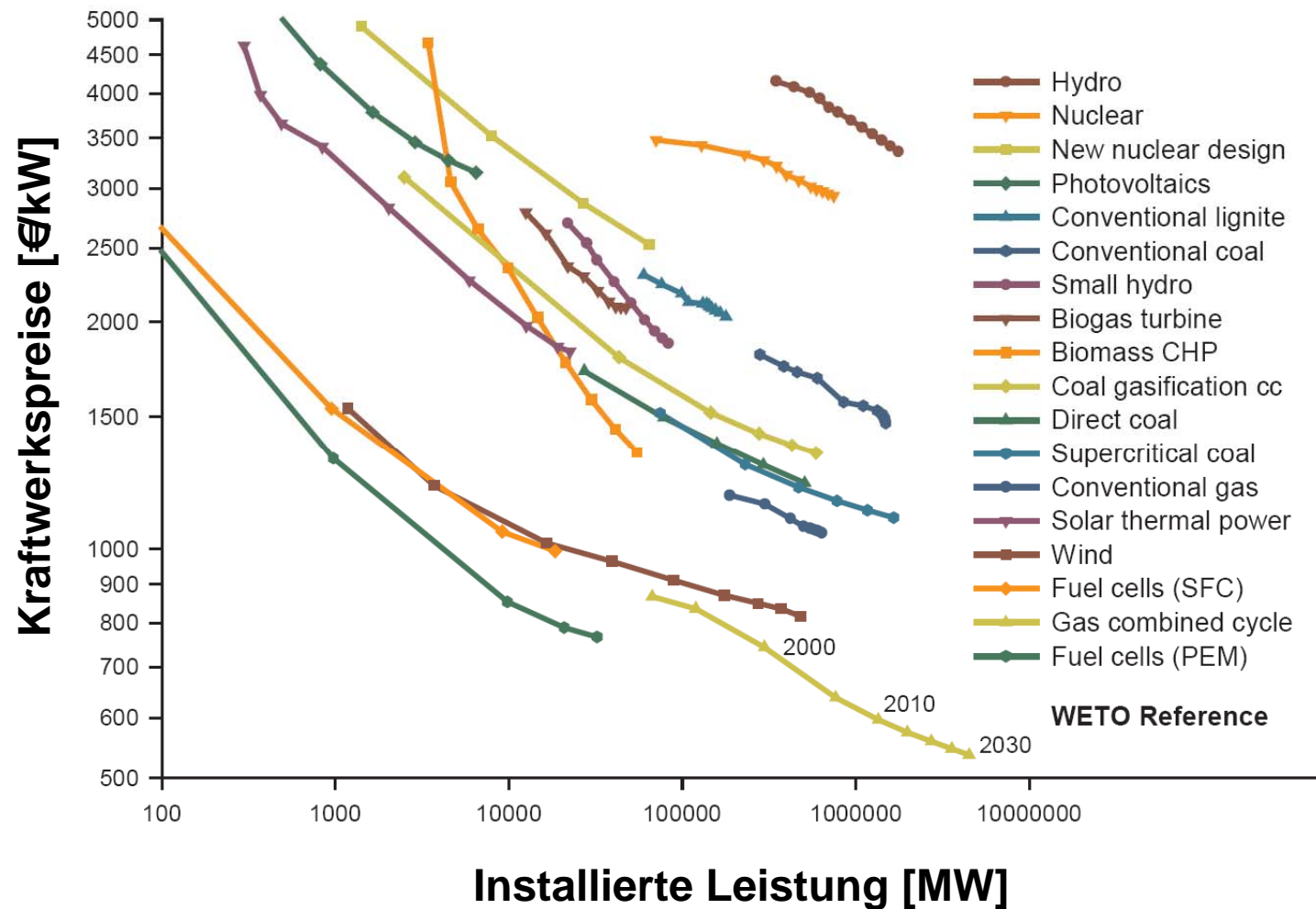
Photovoltaik:	45 GW	} var. EE
Wind Onshore:	40 GW	
Wind Offshore:	27 GW	
DESERTEC:	16 GW	} flex. EE
Import Norwegen	4 GW	
Geothermie:	4 GW	} flex. konv.
Biomasse:	7 GW	
Abfälle:	4 GW	
Wasserkraft:	6 GW	
Erdgas:	63 GW	



Was wird sich bis 2050 technisch ändern?

1. Es werden nur noch gut regelbare Spitzenlastkraftwerke, aber keine schlecht regelbaren Grundlastkraftwerke auf der Basis fossiler und nuklearer Brennstoffe mehr gebraucht.
2. Alle flexiblen erneuerbaren Energieoptionen inklusive DESERTEC müssen bis 2020 wirtschaftlich erschlossen werden, um hohe Anteile erneuerbarer Energie an der Stromversorgung zu erreichen.

Kraftwerkspreise sinken mit jeder Verdopplung der weltweit installierten Leistung um ca. 10-20%



Erneuerbare Energiequellen wirtschaftlich erschließen heißt, in ihren Ausbau zu investieren, bis sie konkurrenzfähig sind:

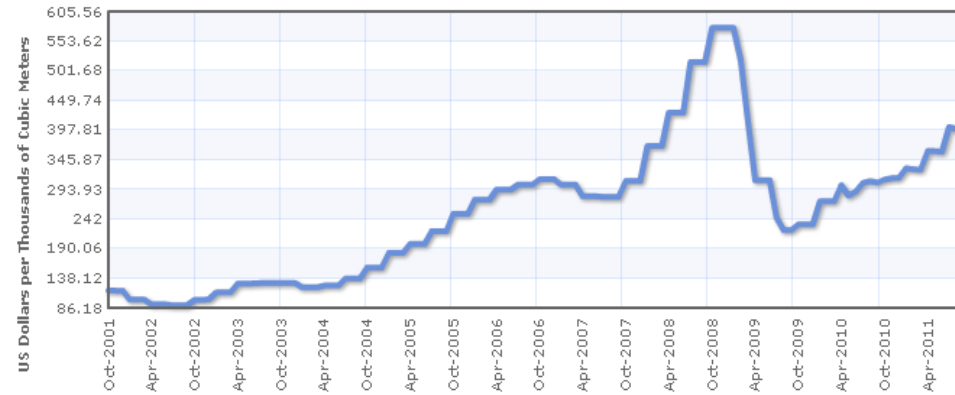
Status des weltweiten Ausbaus und Kosten in 2011 (1990):

Windkraft	240 GW	5-15 ct/kWh (80 ct/kWh)
Photovoltaik	70 GW	15-50 ct/kWh (100 ct/kWh)
Solarth. KW	2 GW	15-25 ct/kWh (30 ct/kWh)
Kohle	1800 GW	4-6 ct/kWh
Erdgas	1700 GW	5-7 ct/kWh



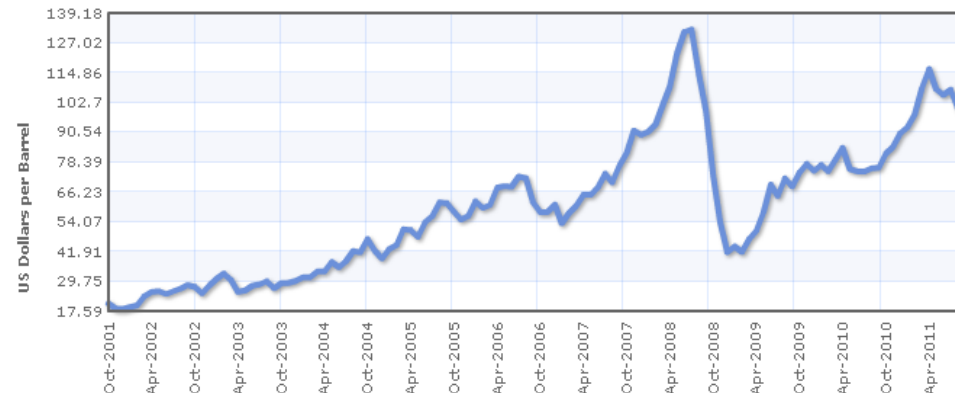
Brennstoffpreise steigen mit steigendem Verbrauch:

Erdgas
Russland



x 4.6

Rohöl



x 5.9

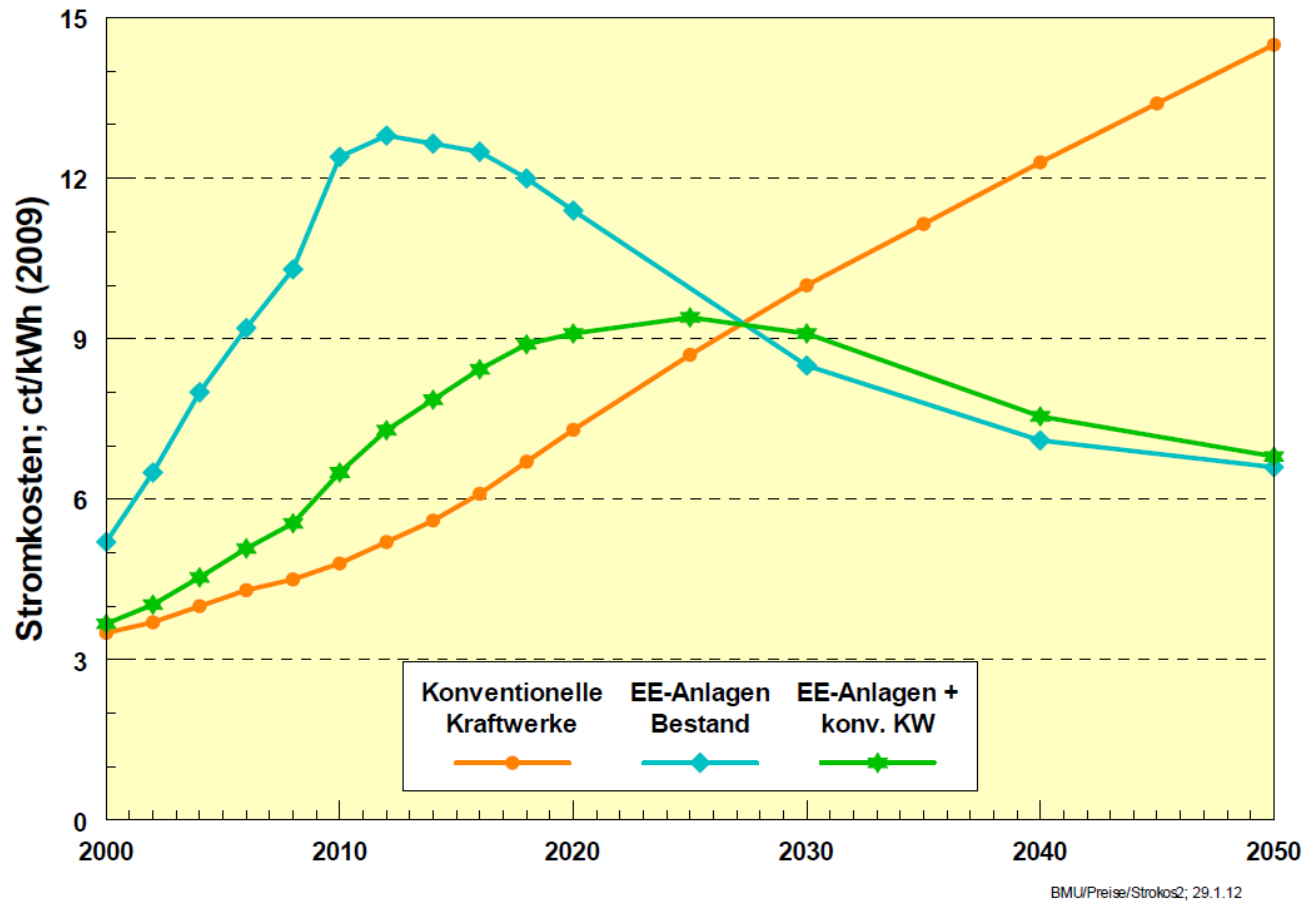
Kraftwerkskohle
Australien



x 5.6



Leitstudie 2011: Mittlere Stromgestehungskosten konventioneller Kraftwerke, des EE-Mixes und der Gesamtheit aller stromerzeugender Anlagen im Szenario 2011 A für eine Energiepreisentwicklung in Deutschland gemäß Preispfad A



http://erneuerbare-energien.de/erneuerbare_energien/doc/48514.php



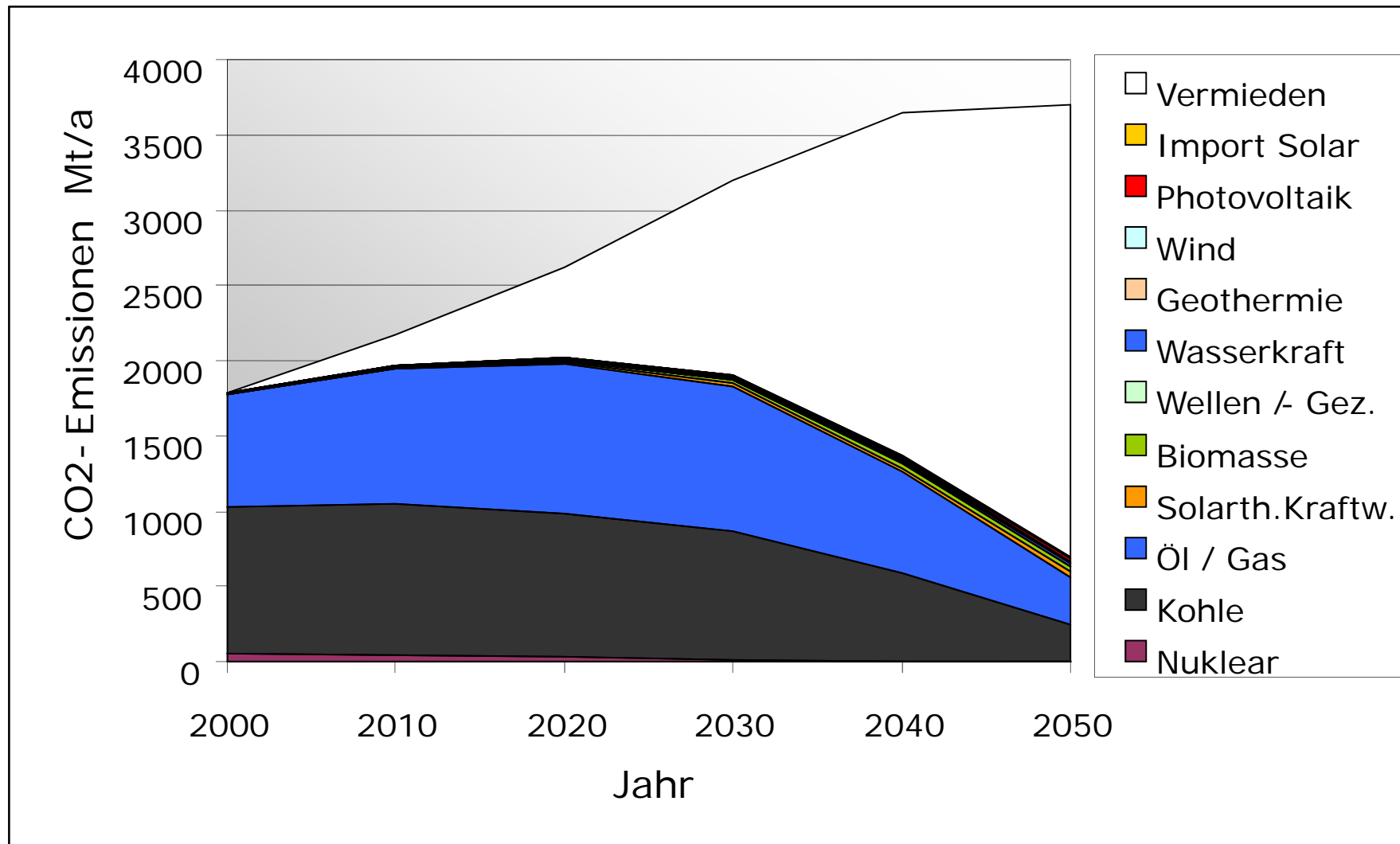
Was wird sich ökonomisch ändern?

Nach anfänglicher Förderung führt der Ausbau erneuerbarer Energiequellen zu einer Stabilisierung der Energiepreise und zu einer Entlastung der öffentlichen und privaten Haushalte.

Solarstromimporte aus der Wüste werden eine bezahlbare und gut regelbare Komponente der Stromversorgung und ersetzen damit vor allem fossile Brennstoffe und Kernenergie.



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



Bilanz für EU-MENA aus den CSP Studien



Was wird sich ökologisch ändern?

Klimagase u. a. Emissionen in EU-MENA werden im Stromsektor trotz Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum auf ein klimaverträgliches Maß reduziert.

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 ?

(artist view created with
Google Earth)



Was muß sich politisch ändern?


Eine gemeinsame internationale Anstrengung zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen muß den zunehmenden Kampf um begrenzte fossile Brennstoffe ersetzen.

Die Umsetzung dieses Prinzips muß in den Vordergrund internationaler Sicherheitspolitik treten.

Weltweit müssen geeignete Rahmenbedingungen für die effiziente Verbreitung erneuerbarer Energiequellen geschaffen werden.



Vielen Dank!



**Trans-Mediterranean
Interconnection for
Concentrating Solar Power**



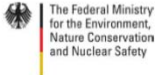
Final Report

by

German Aerospace Center (DLR)
Institute of Technical Thermodynamics
Section Systems Analysis and Technology Assessment

Study commissioned by

Federal Ministry for the Environment,
Nature Conservation and Nuclear Safety
Germany



**Concentrating Solar Power
for the
Mediterranean Region**




Final Report

by

German Aerospace Center (DLR)
Institute of Technical Thermodynamics
Section Systems Analysis and Technology Assessment

Study commissioned by

Federal Ministry for the Environment,
Nature Conservation and Nuclear Safety
Germany



**Concentrating Solar Power
for Seawater Desalination**


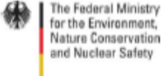
Final Report

by

German Aerospace Center (DLR)
Institute of Technical Thermodynamics
Section Systems Analysis and Technology Assessment

Study commissioned by

Federal Ministry for the Environment,
Nature Conservation and Nuclear Safety
Germany



www.dlr.de/desertec



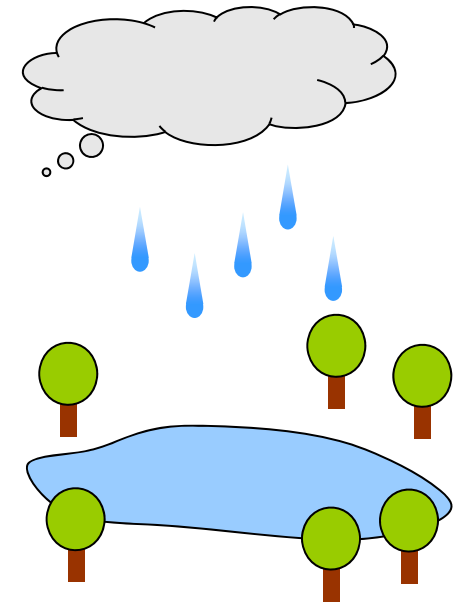
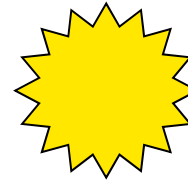
Fossile Energiequellen

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle



Erneuerbare Energiequellen

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



Wer findet
den Fehler?

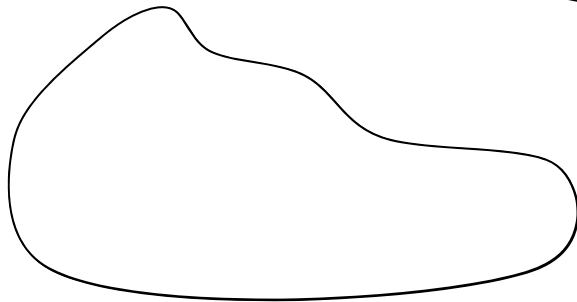
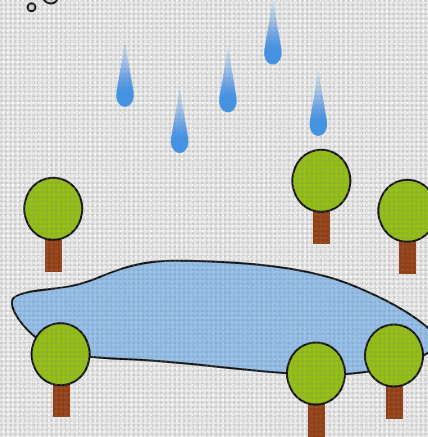
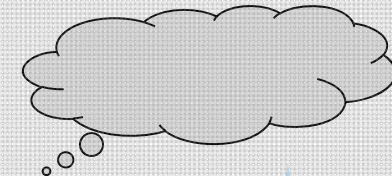
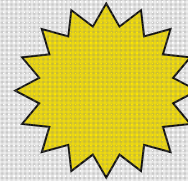


**Fossile
Energiequellen**
~~speicher~~

Erdöl
Erdgas
Braunkohle
Steinkohle

**Erneuerbare
Energiequellen**

Sonne
Wind
Wasser
Biomasse



500 Jahre später

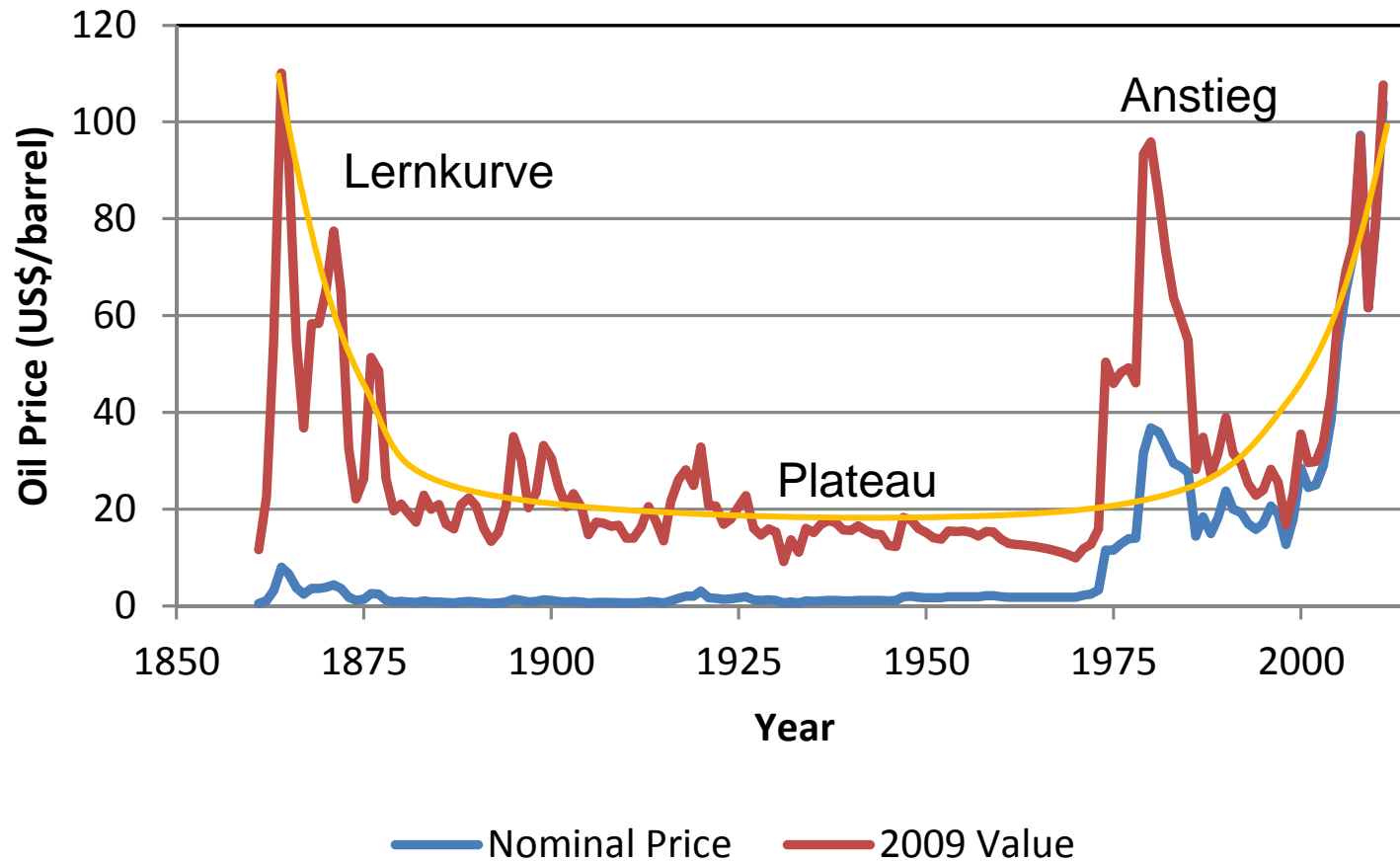
Wer findet
den Fehler?



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.

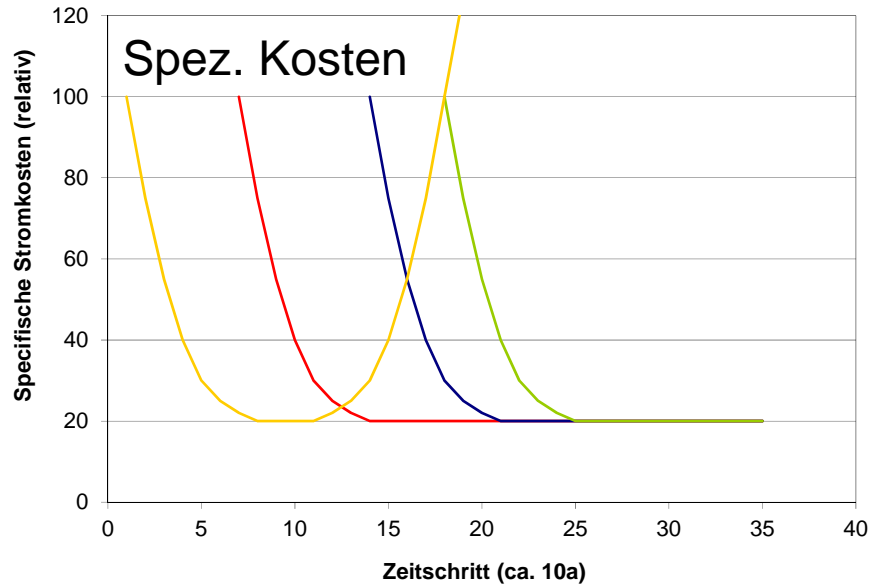


Preisverlauf fossiler Energieträger (Beispiel Öl)



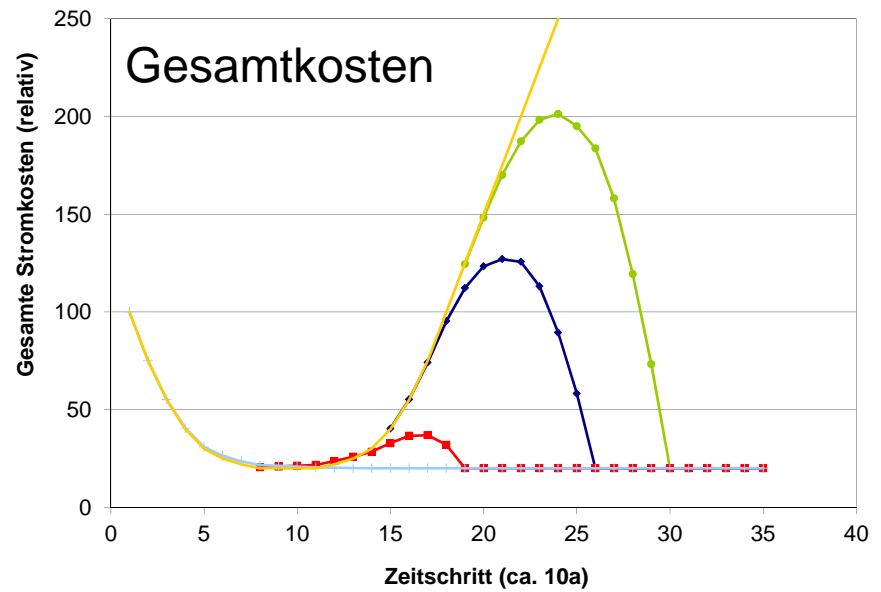
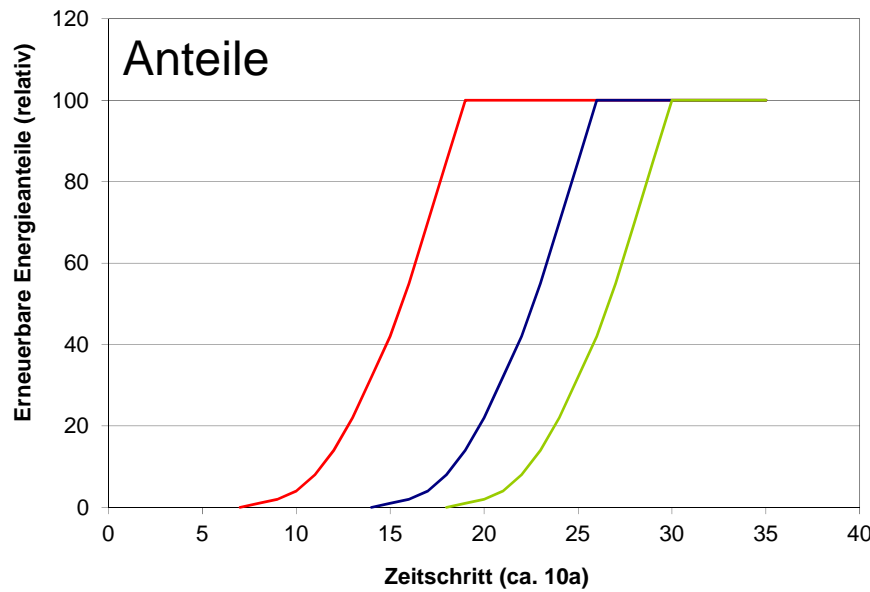
<http://chartsbin.com/view/oau>





Wann ist der beste Zeitpunkt für die Einführung erneuerbarer Energie?

- Fall 3 erst wenn EE konkurrenzfähig sind
- ◆ Fall 2 wenn EE absehbar konkurrenzfähig werden
- Fall 1 sobald wie möglich
- + Fall 0 immer schon
- Fossil nie



Fazit aus dem vergangenen Jahrzehnt:

Der Anteil der durch das EEG verursachten Kosten steigt mit dem Anteil erneuerbarer Energie.

Der Anteil der durch konventionelle Energieträger verursachten Kosten steigt trotz sinkendem Anteil konventioneller Energie.

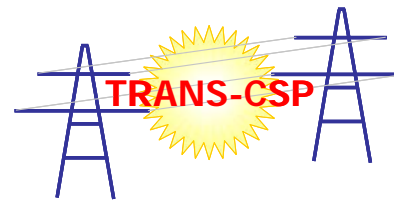
Weltmarkt-Brennstoffpreise wurden jährlich 10-15% teurer.

Erneuerbare Energiequellen wurden jährlich 10-15% billiger.

Stromkosten aus Erneuerbaren Quellen sind stabil.

Stromkosten aus Fossilen Quellen sind volatil und steigen.





DLR-Studien 2004 – 2007

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.

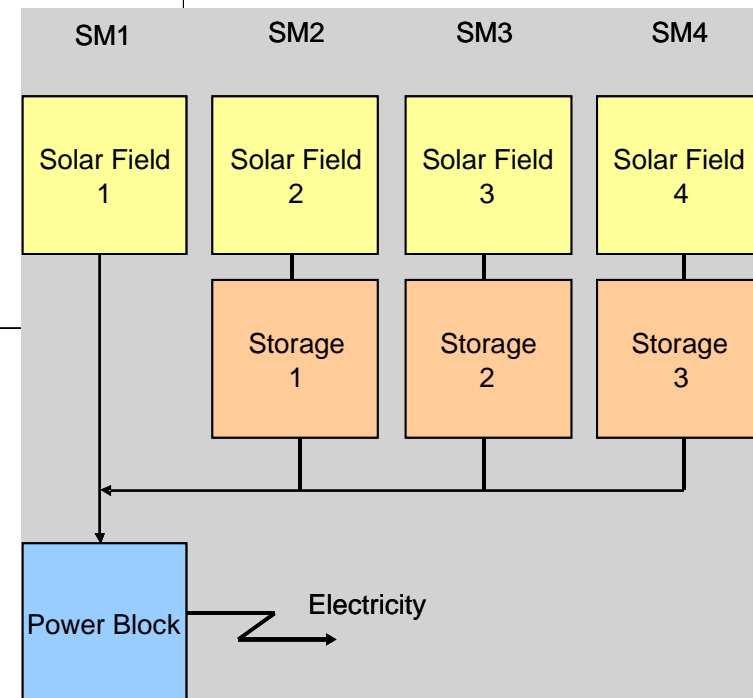
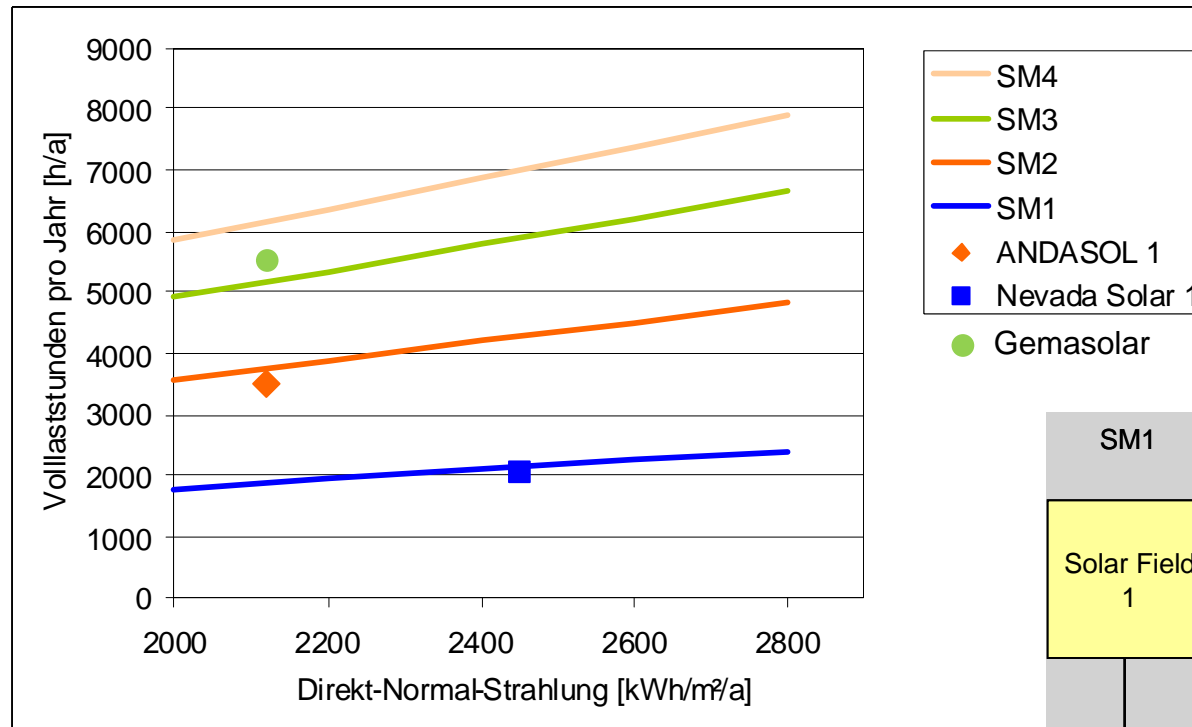


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

www.dlr.de/tt/trans-csp



Auswirkung thermischer Energiespeicher auf die Auslastung



SM = Solar Multiple

1 Solarfeld = 6000 m²/MW

1 Speicher = 6 h Volllast



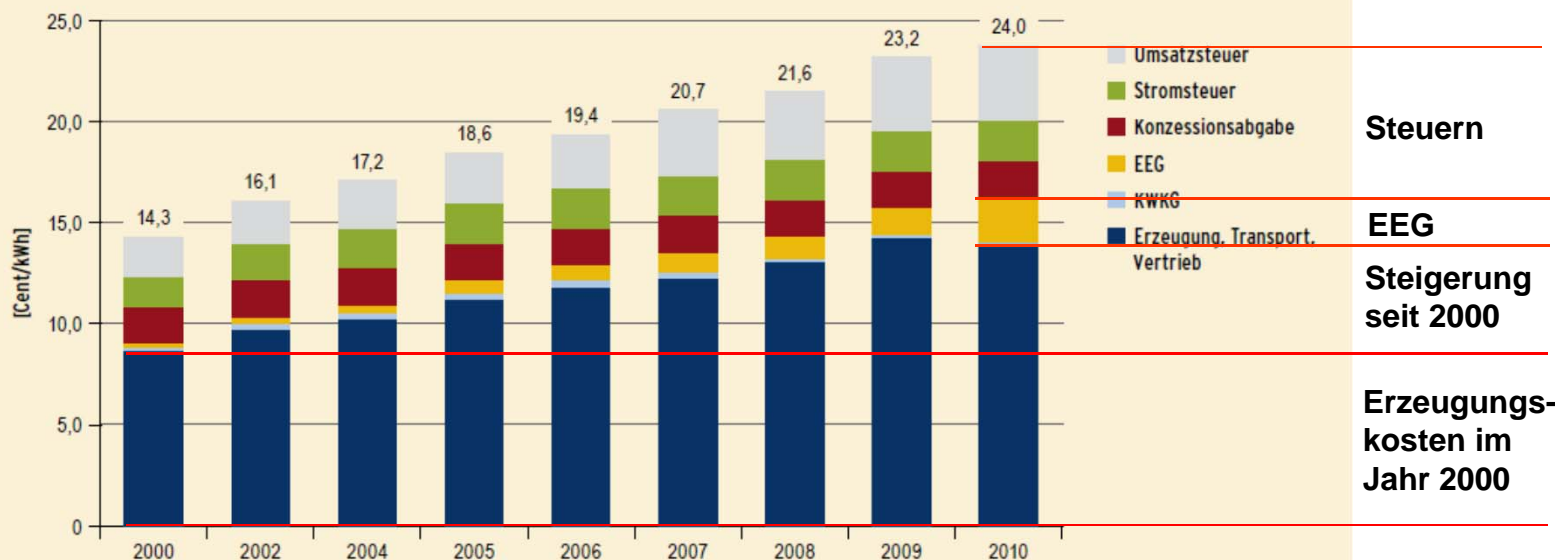
Nevada Solar One, Las Vegas, USA (64 MW, 2007)

www.accion-energy.com



Das EEG: Kosten pro kWh für Haushaltskunden in Deutschland

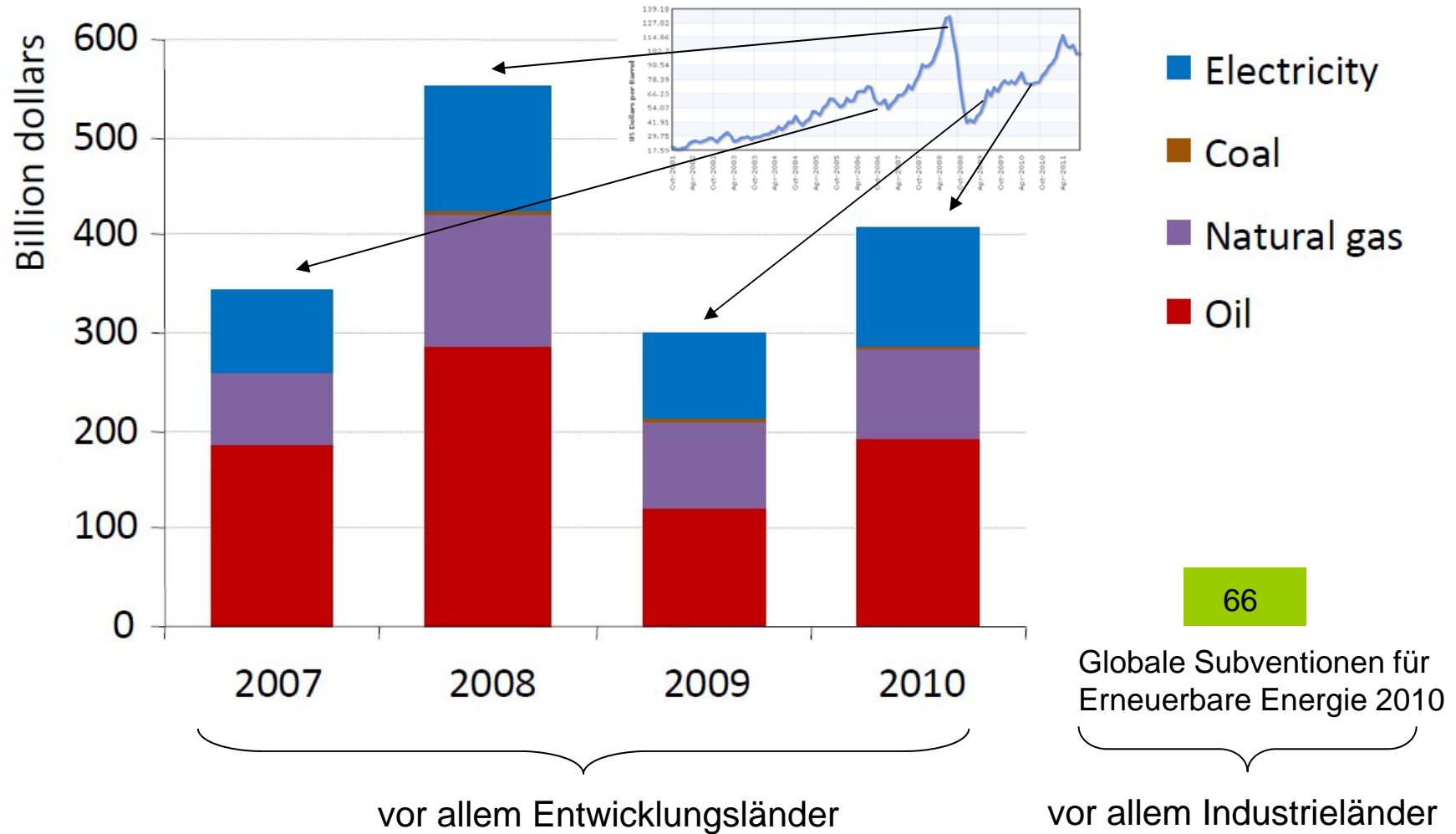
Kostenanteile für eine Kilowattstunde Strom für Haushaltskunden



	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Erzeugung, Transport, Vertrieb	8,6	9,7	10,2	11,2	11,8	12,2	13,0	14,2	13,9
KWKG	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
EEG	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	2,3 ¹⁾
Konzessionsabgabe	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Stromsteuer	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Umsatzsteuer	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,3	3,4	3,7	3,8
gesamt	14,3	16,1	17,2	18,6	19,4	20,7	21,6	23,2	24,0



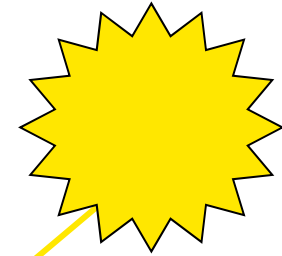
Globale Energiesubventionen – zu arm für Erneuerbare?



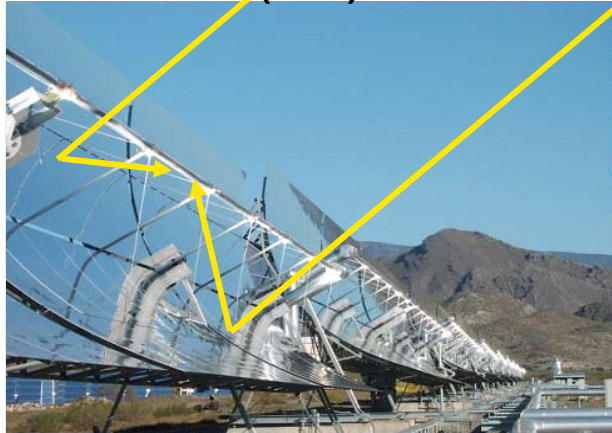
http://www.iea.org/weo/Files/ff_subsidies_slides.pdf



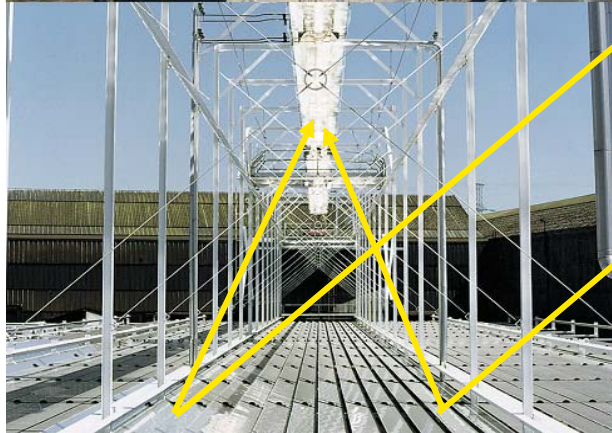
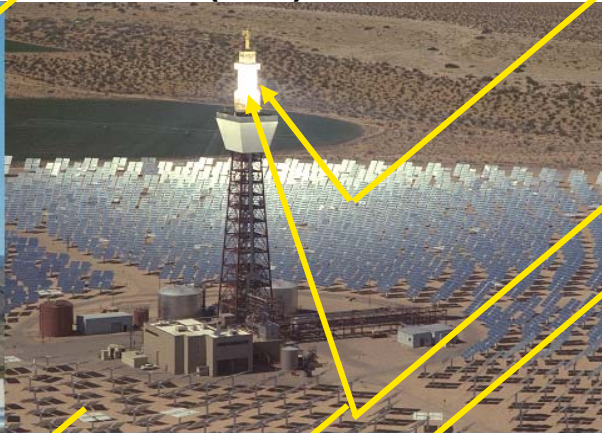
Konzentrierende Sonnenkollektoren



Parabolrinne (PSA)



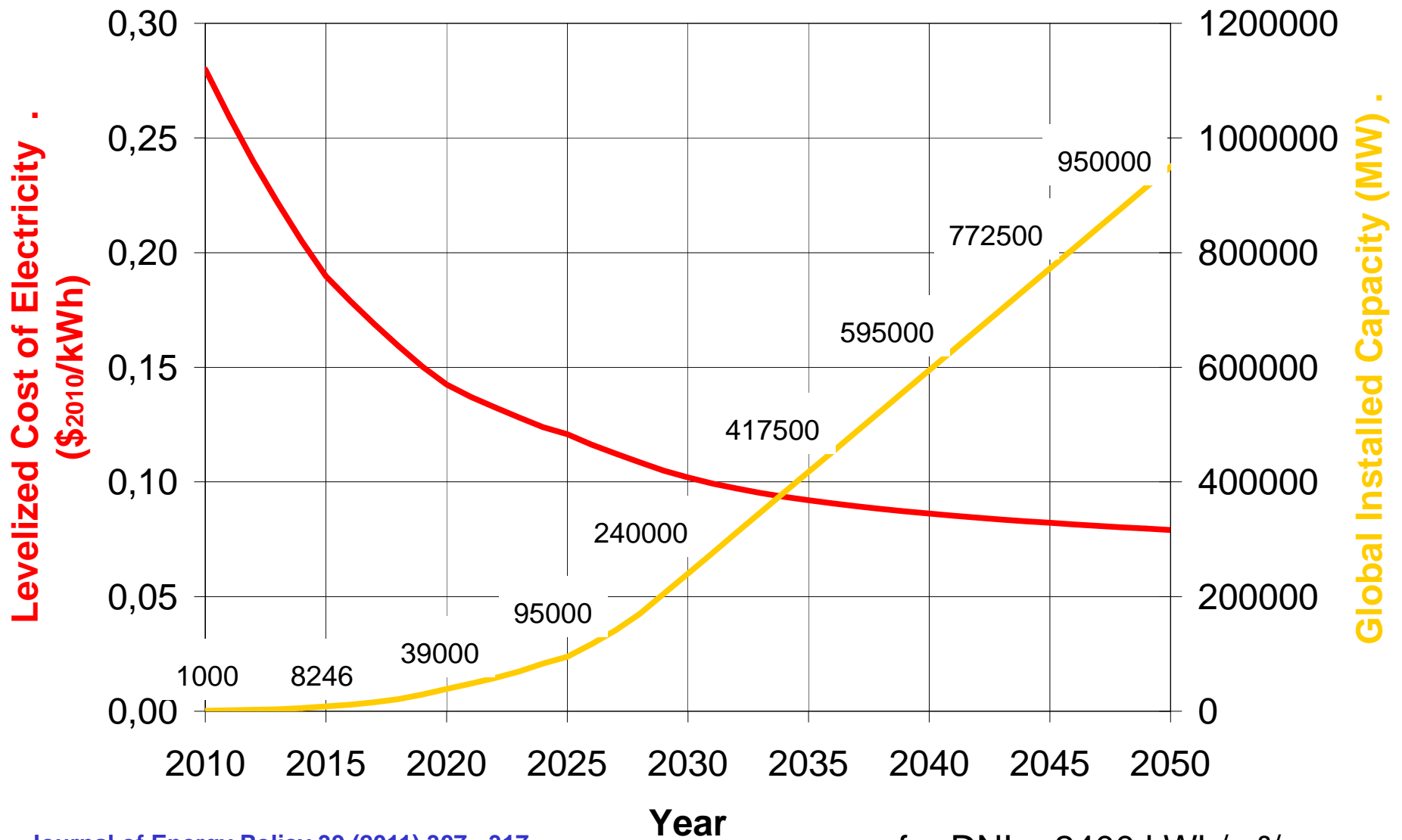
Solarturm (SNL)



Linear Fresnel (MAN/SPG)

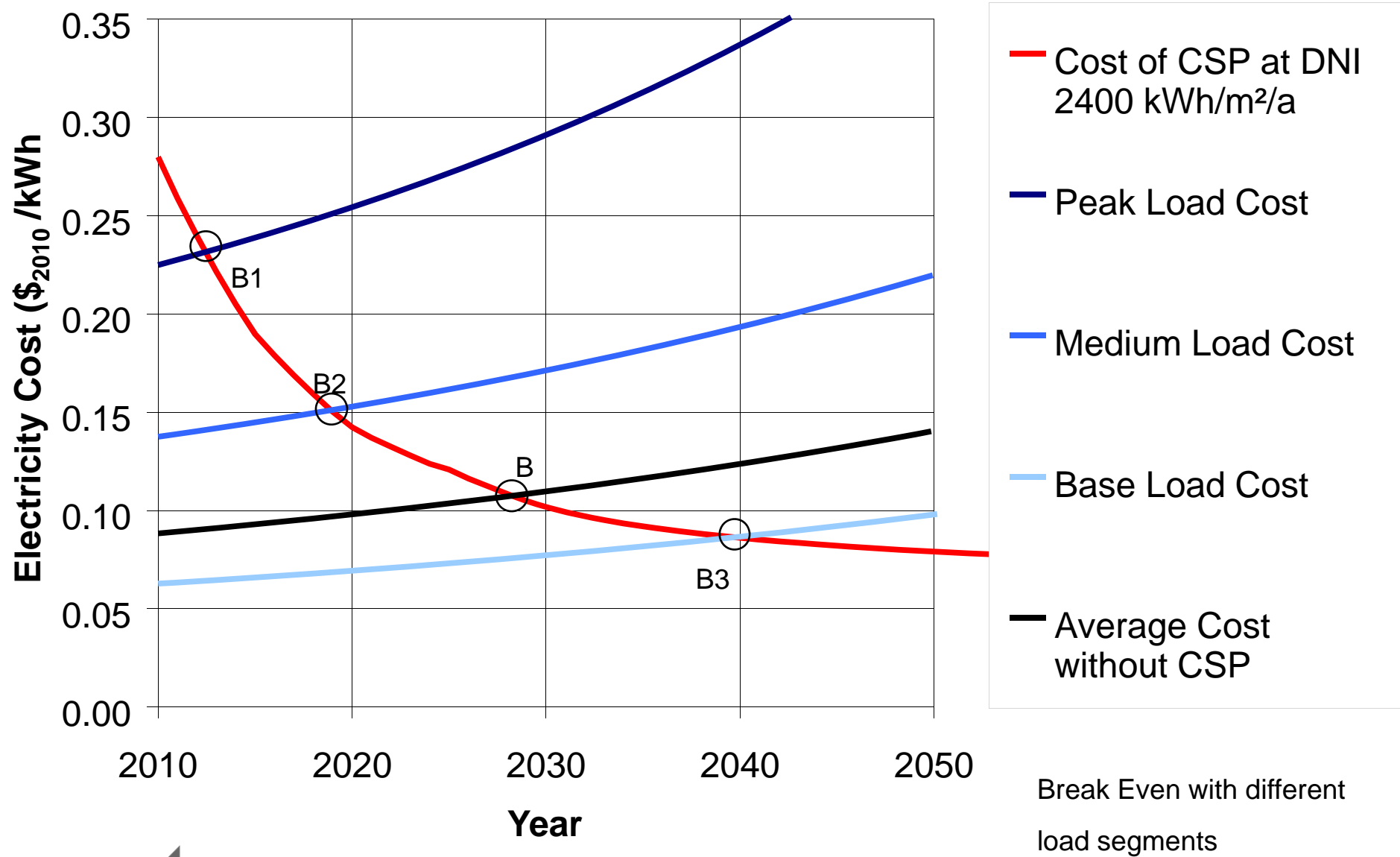
Dish-Stirling (SBP)



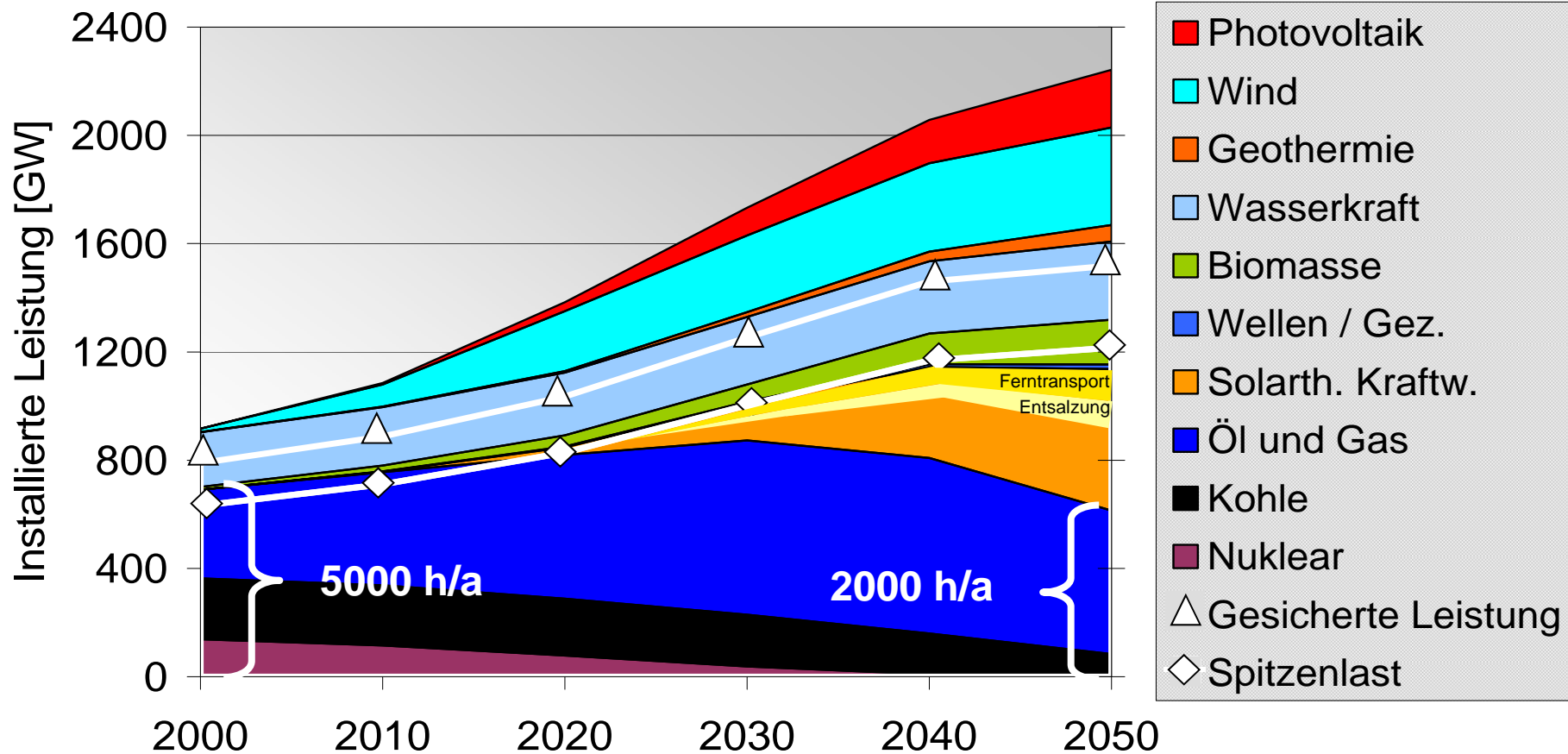


Journal of Energy Policy 39 (2011) 307 - 317





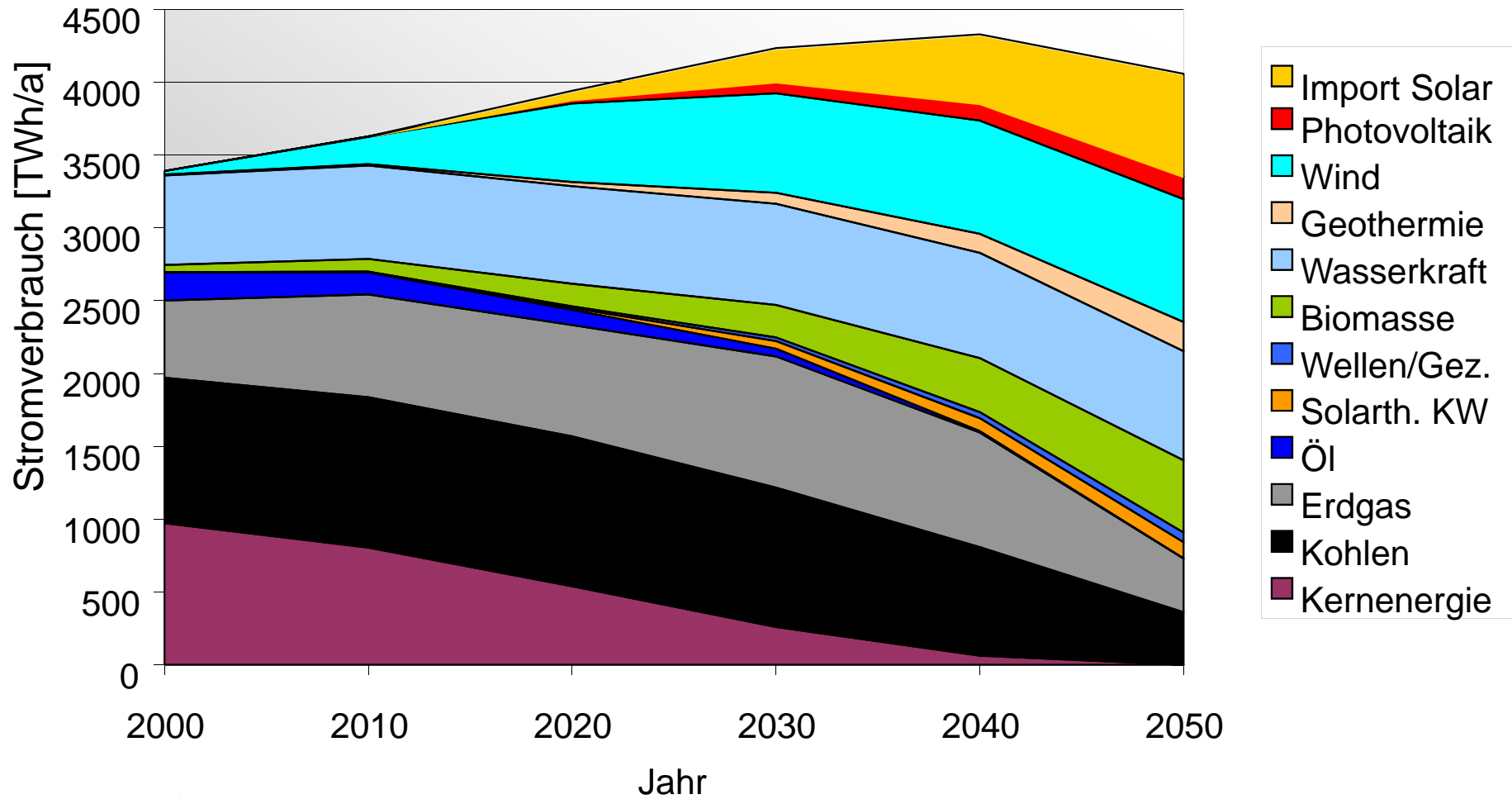
Installierte Leistung und Spitzenlast in EUMENA



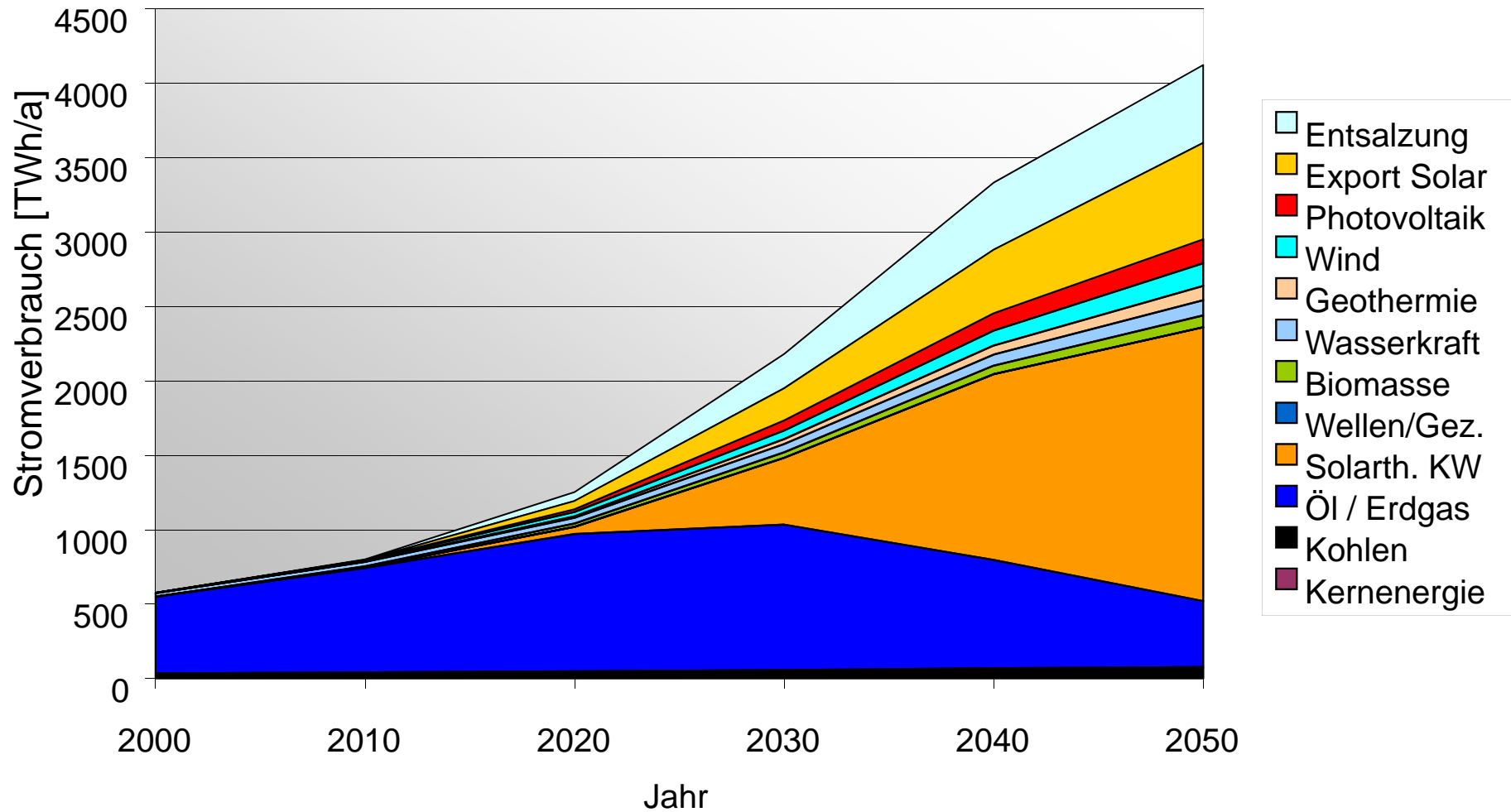
→ 100 % Verfügbarkeit + 25 % Reservekapazität



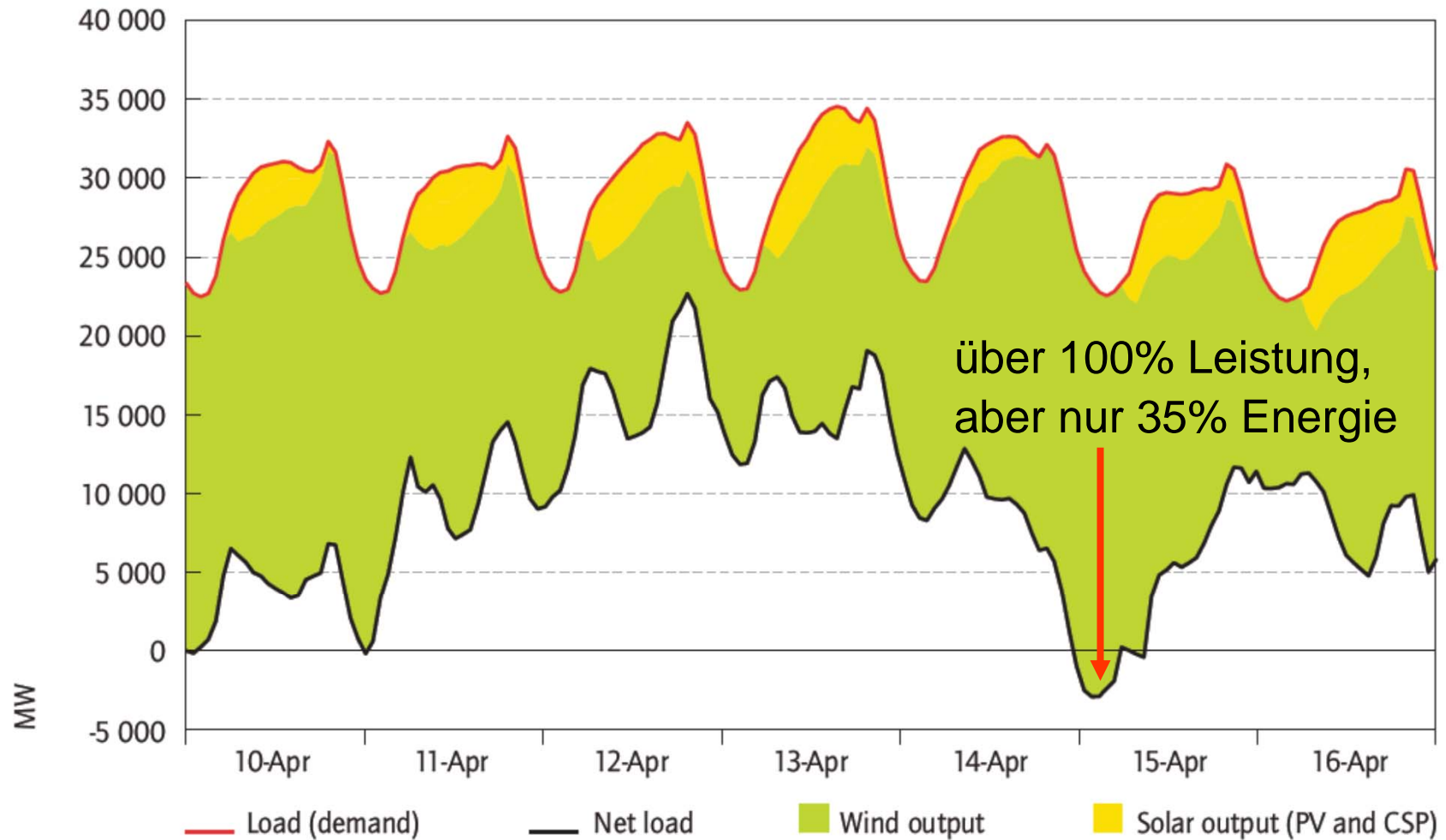
Strombedarf Europa (TRANS-CSP)



Strombedarf Mittlerer Osten und Nordafrika (MED-CSP)

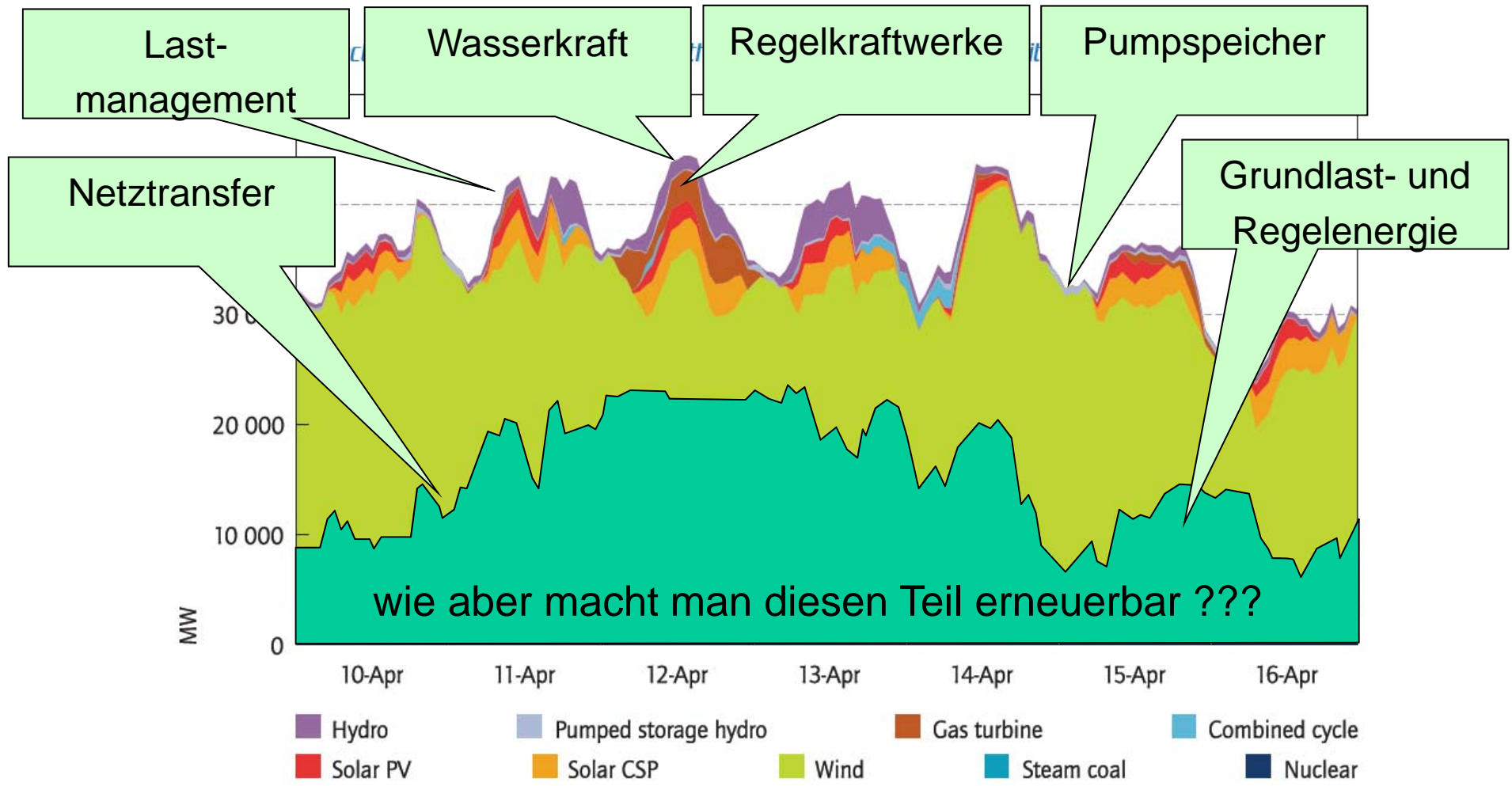


Variabilität des Bedarfs (obere Linie) abzüglich fluktuierender Erneuerbarer (untere Linie)



→ **Flexibilitätsproblem ab 35%/a Anteil Wind und Solar**





Source: GE Energy, 2010.

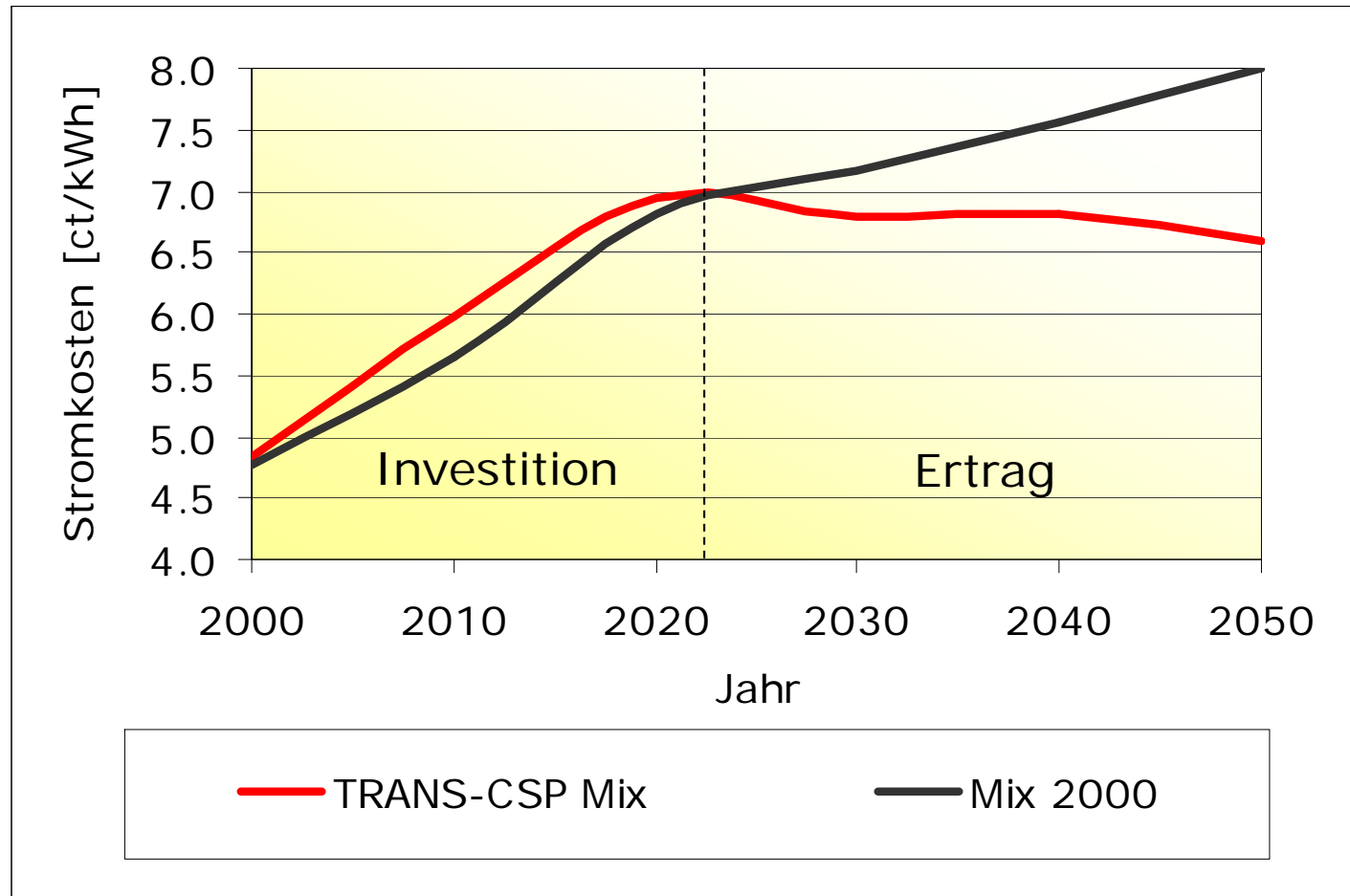
offenbar weltweit die gleiche Problematik (hier Beispiel West-USA)



IEA 2011: Harnessing Variable Renewables



Entwicklung der Stromkosten am Beispiel Spanien



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

