

DESERTEC: Strom aus der Wüste für eine Klima und Ressourcen schonende Energieversorgung Europas

Prof. Dr. Dr.-Ing. habil Hans Müller-Steinhagen

Technische Universität Dresden

Dr. Franz Trieb

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)





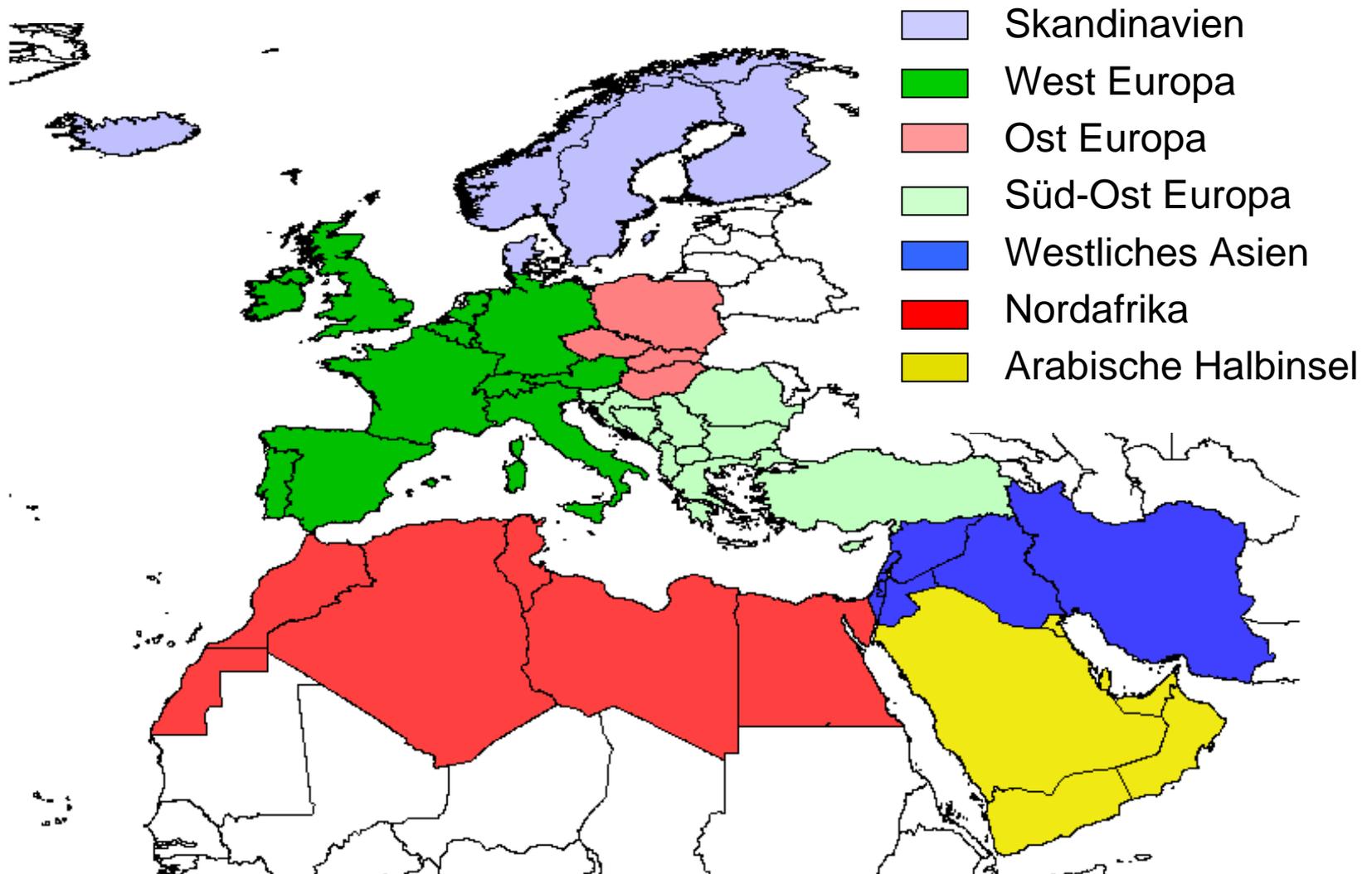
DESERTEC
INDUSTRIES

Am 30. Oktober 2009 wurde die Desertec Industrie Initiative (Dii) gegründet, um mittelfristig bis zu 15% des europäischen Strombedarfs und einen überwiegenden Teil des nordafrikanischen Strombedarfs mit erneuerbaren Energien in den MENA-Ländern zu erzeugen. Dafür müssen sowohl die technischen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen wie auch eine öffentliche Akzeptanz in den beteiligten Ländern geschaffen werden.

Derzeit hat die Dii 21 Voll-Mitgliedsfirmen und 36 Assoziierte Mitgliedsfirmen

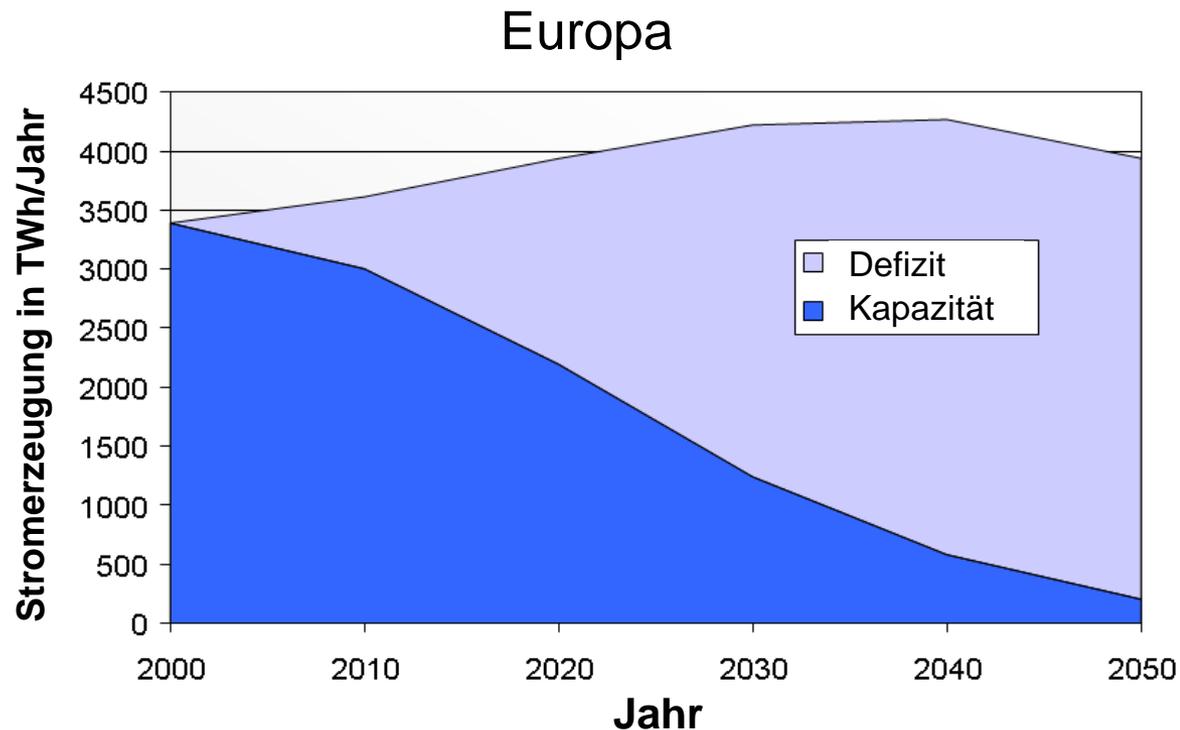


Insgesamt 50 Länder untersucht



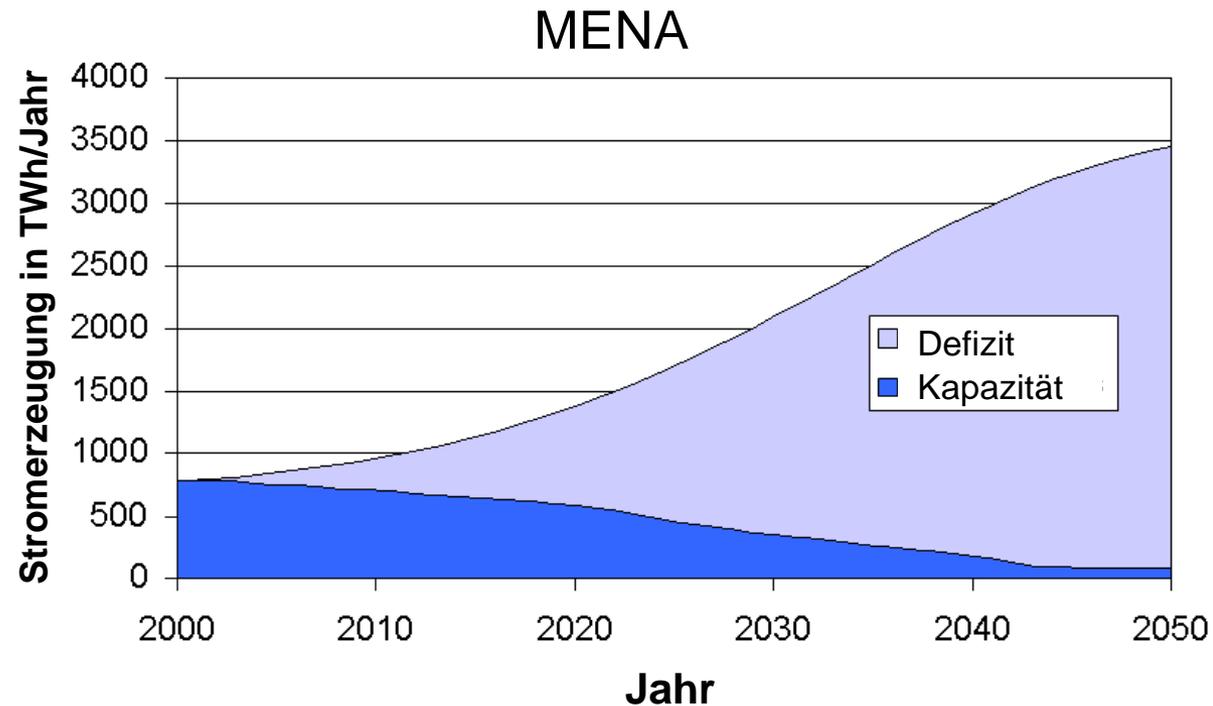
Strombedarf und Stromerzeugung in Europa, dem Mittleren Osten und Nordafrika (EUMENA)

- moderater Anstieg des Strombedarfs in Europa
- erhebliche Investitionen um die veralteten Kraftwerke zu ersetzen
- CO₂ Reduktionsziele



Strombedarf und Stromerzeugung in Europa, dem Mittleren Osten und Nordafrika (EUMENA)

- moderater Anstieg des Strombedarfs in Europa
- erhebliche Investitionen um die veralteten Kraftwerke zu ersetzen
- CO₂ Reduktionsziele
- starker Anstieg des Strombedarfs in MENA
- starker Anstieg des Trinkwasserbedarfs in MENA



Technologie-Portfolio:

- ✓ 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**

Erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung in EUMENA

Biomasse (0-1)



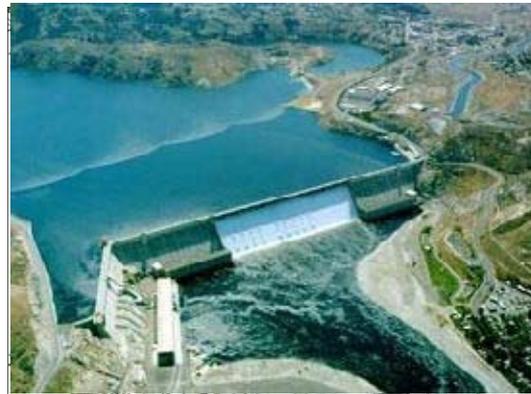
Geothermie (0-1)



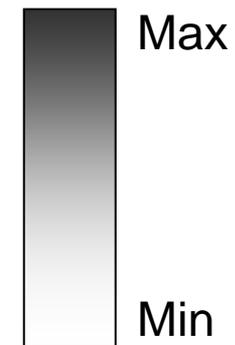
Solar (10-250)



Windenergie (5-50)

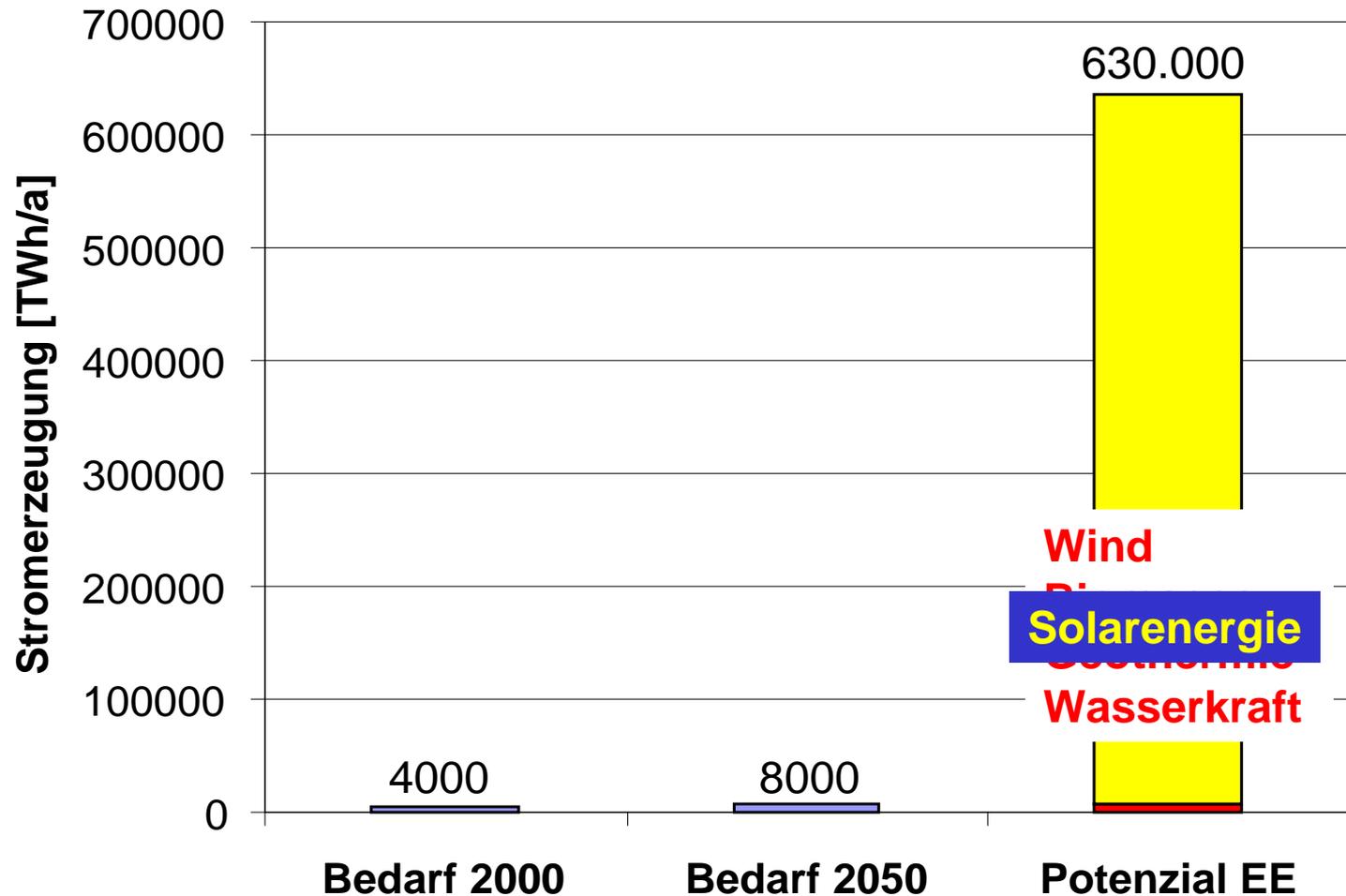


Wasserkraft (0-50)

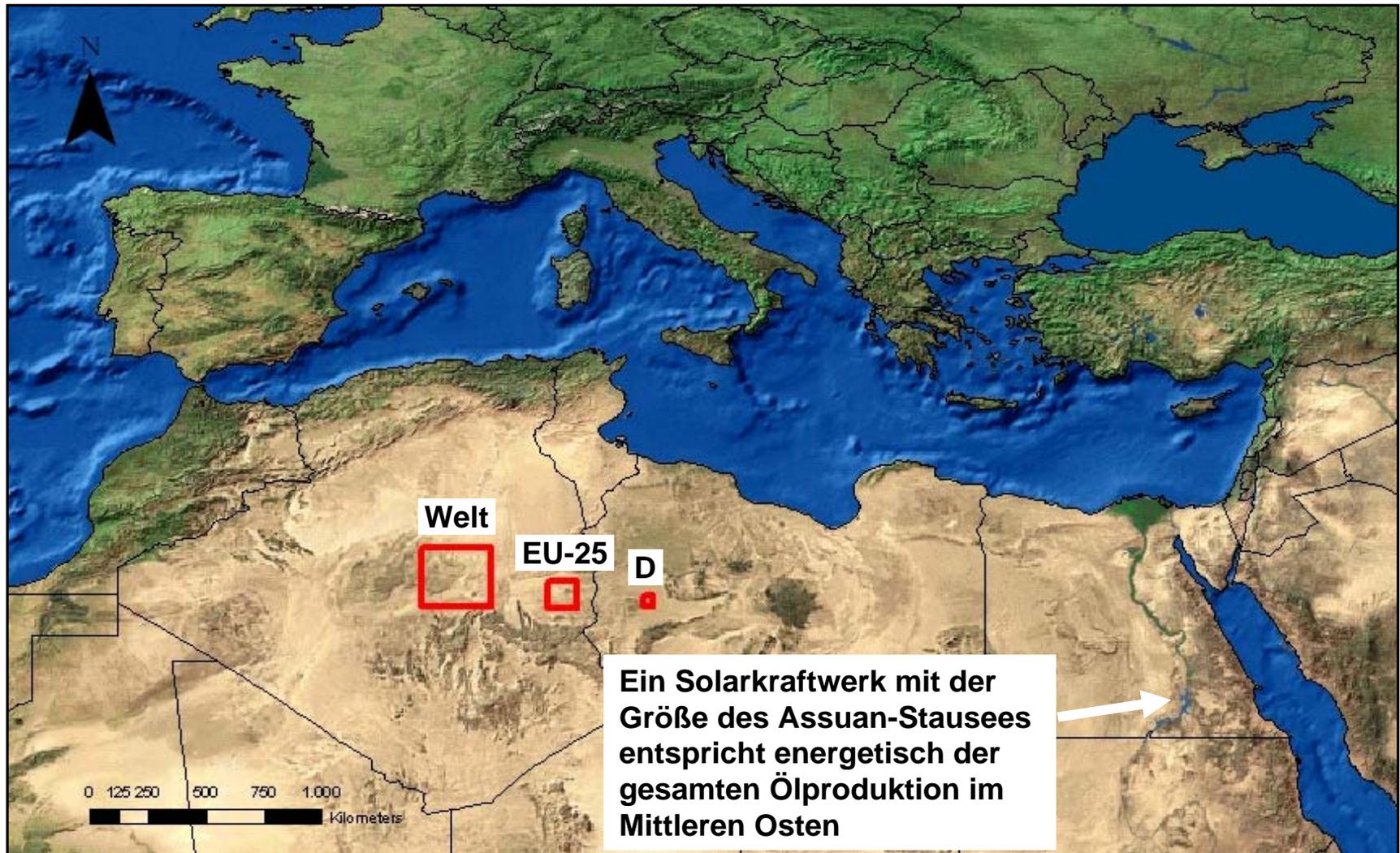


Stromertrag
in GWh/km²/a

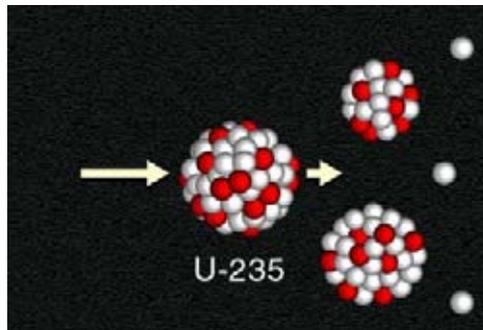
Stromerzeugung in Europa, dem Mittleren Osten und Nordafrika



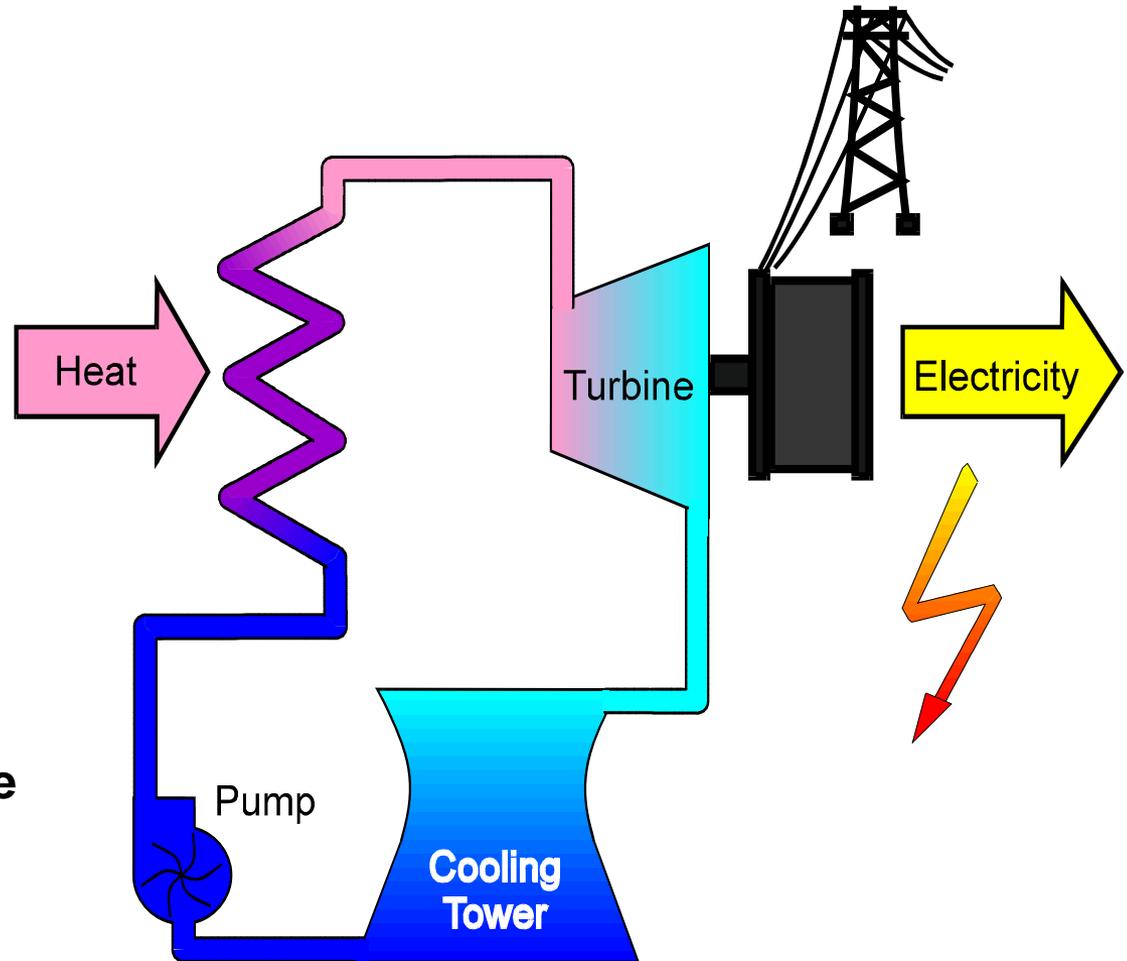
Benötigte Wüstenfläche für den Strombedarf Deutschlands, der EU-25 und der Welt



Zentrale Kraftwerke für Stromerzeugung im multi-MW Bereich



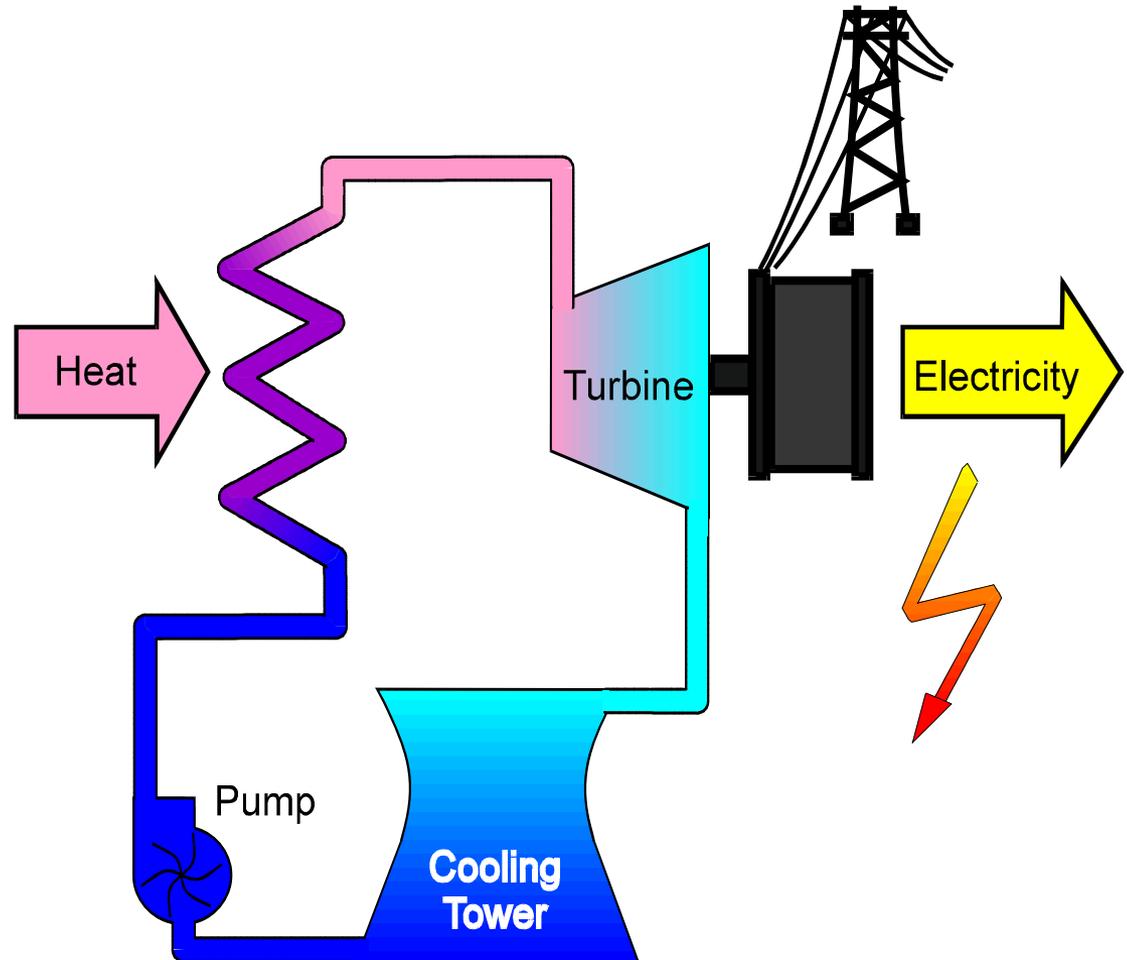
Konventionelle Kraftwerke



Zentrale Kraftwerke für Stromerzeugung im multi-MW Bereich



Solarthermische Kraftwerke



Zentrale Kraftwerke für Stromerzeugung im multi-MW Bereich



Solarthermische Kraftwerke

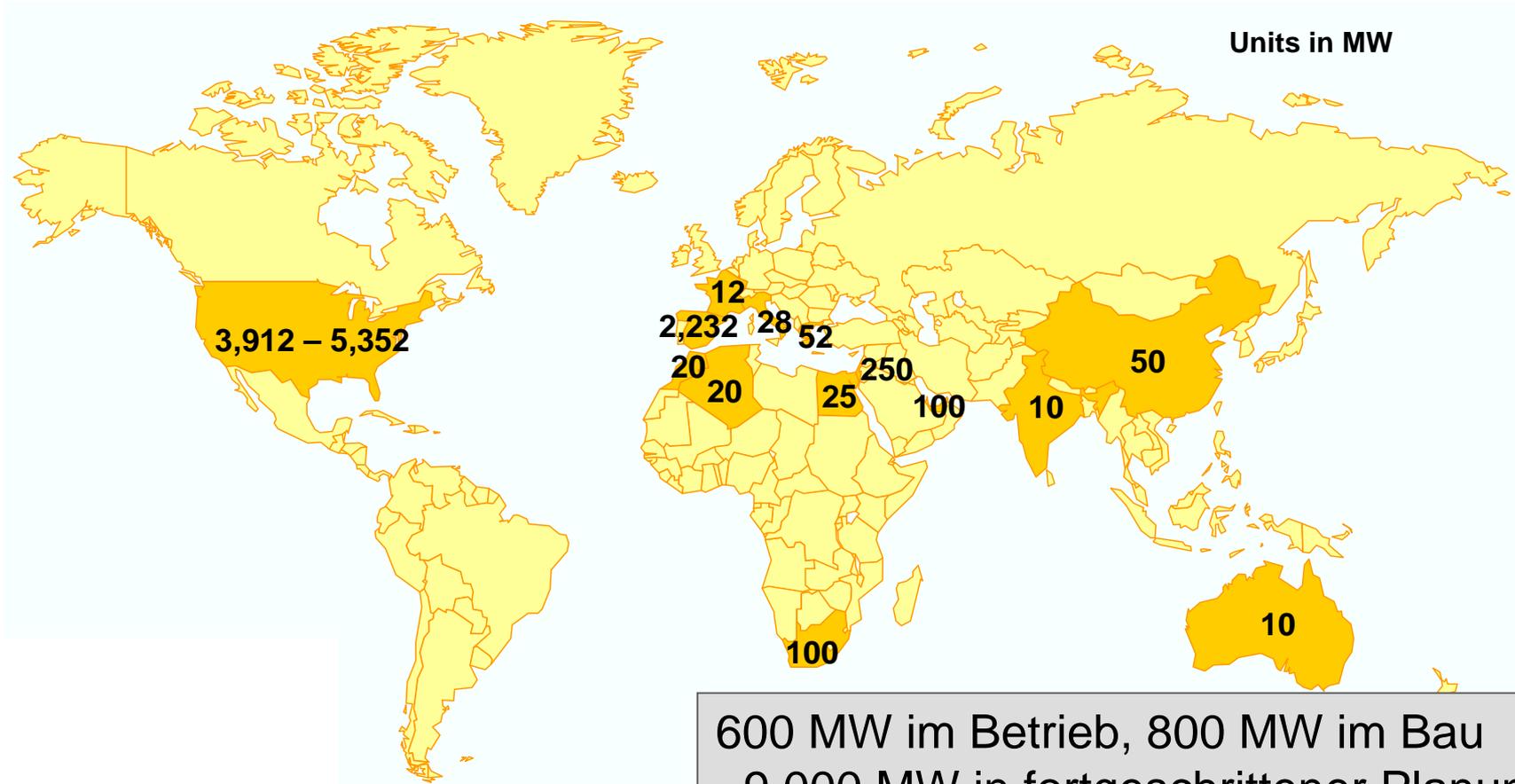
- sind seit 25 Jahren erfolgreich im Betrieb
- haben eine Energieamortisationszeit von nur 6-12 Monaten
- können bereits in 10-15 Jahren wettbewerbsfähig mit konventionellen Kraftwerken sein
- ermöglichen eine planbare Strombereitstellung, in Verbindung mit Wärmespeichern oder durch Hybridisierung
- können außer Strom auch Prozeßwärme und Trinkwasser bereitstellen

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





Solarthermische Kraftwerke

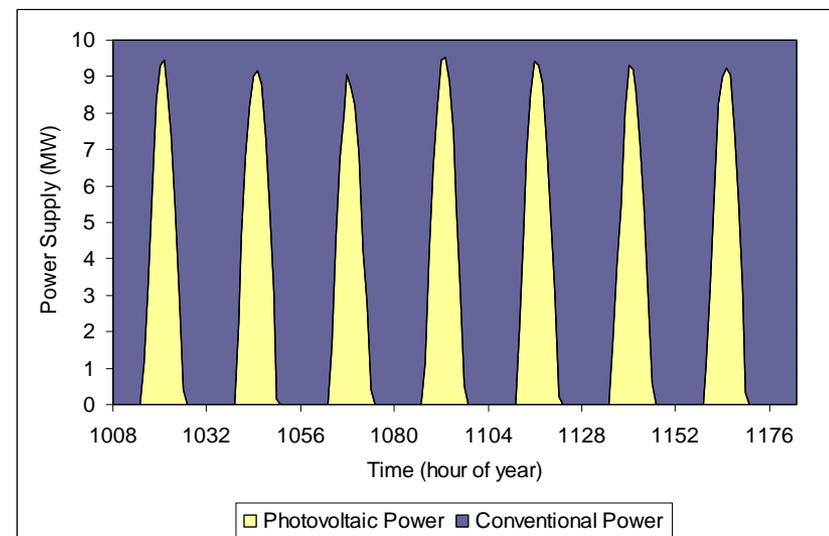
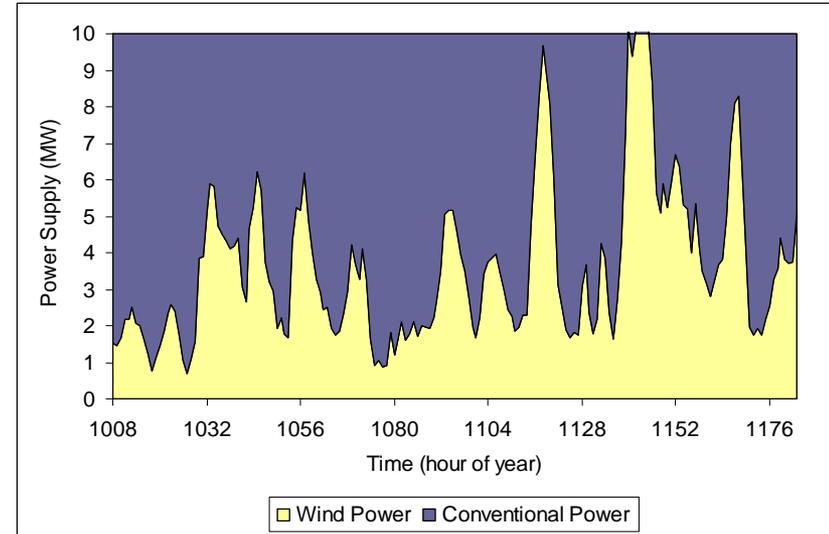
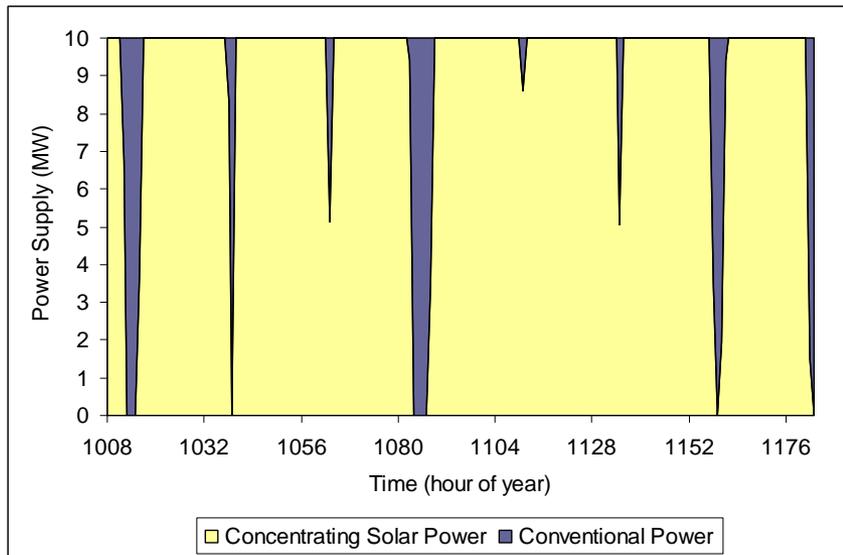


600 MW im Betrieb, 800 MW im Bau
~9,000 MW in fortgeschrittener Planung

Investitionslinie: $9.000.000 \text{ kWe} * 5.000 \text{ €/kWe} = 45 \text{ Milliarden €}$

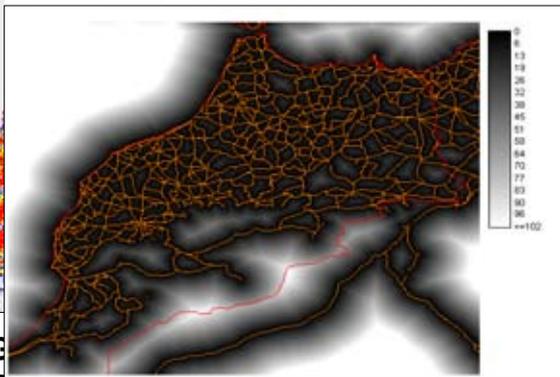
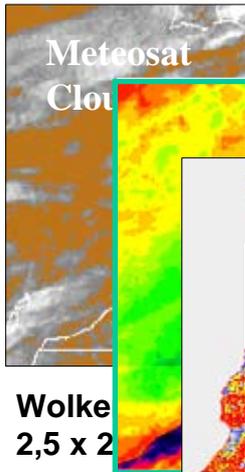
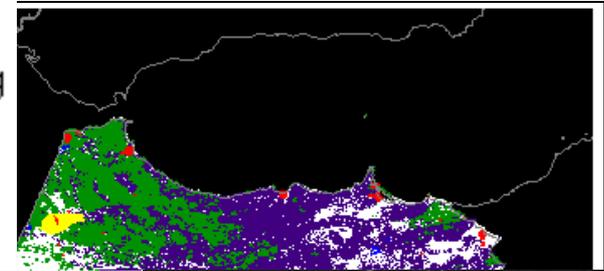
Aufgabe: 10 MW Grundlast in Ägypten

10 MW CSP + 18 h Speicher, 10 % Gas
 10 MW PV + 10 MW Backup, 75 % Gas
 10 MW Wind + 10 MW Backup, 60 % Gas

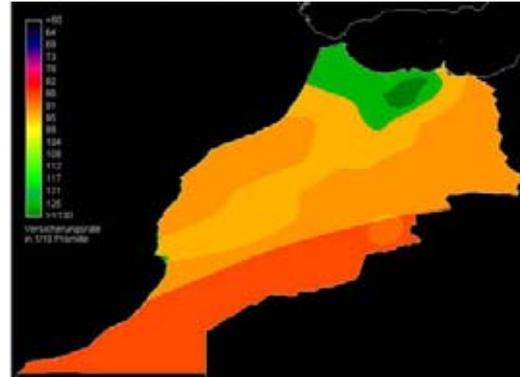


Standortwahl: DLR Projekte STEPS und SOLEMI

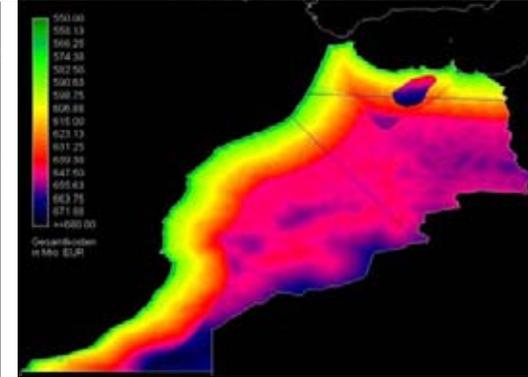
-  kein Ausschlussmerkmal
-  Industrielle, infrastrukturelle oder militärische Nutzung
-  Hydrografisches Ausschlussmerkmal
-  Schutzgebiet
-  Landbedeckung als Ausschlussmerkmal
-  ...



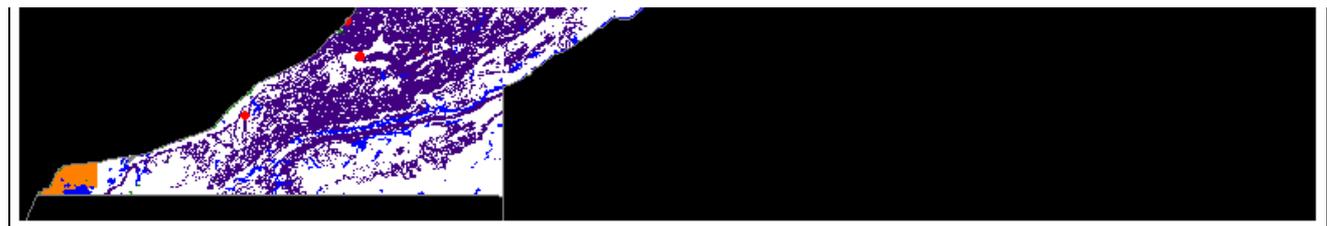
Infrastrukturkosten, z.B. Straßenbau



Versicherungskosten

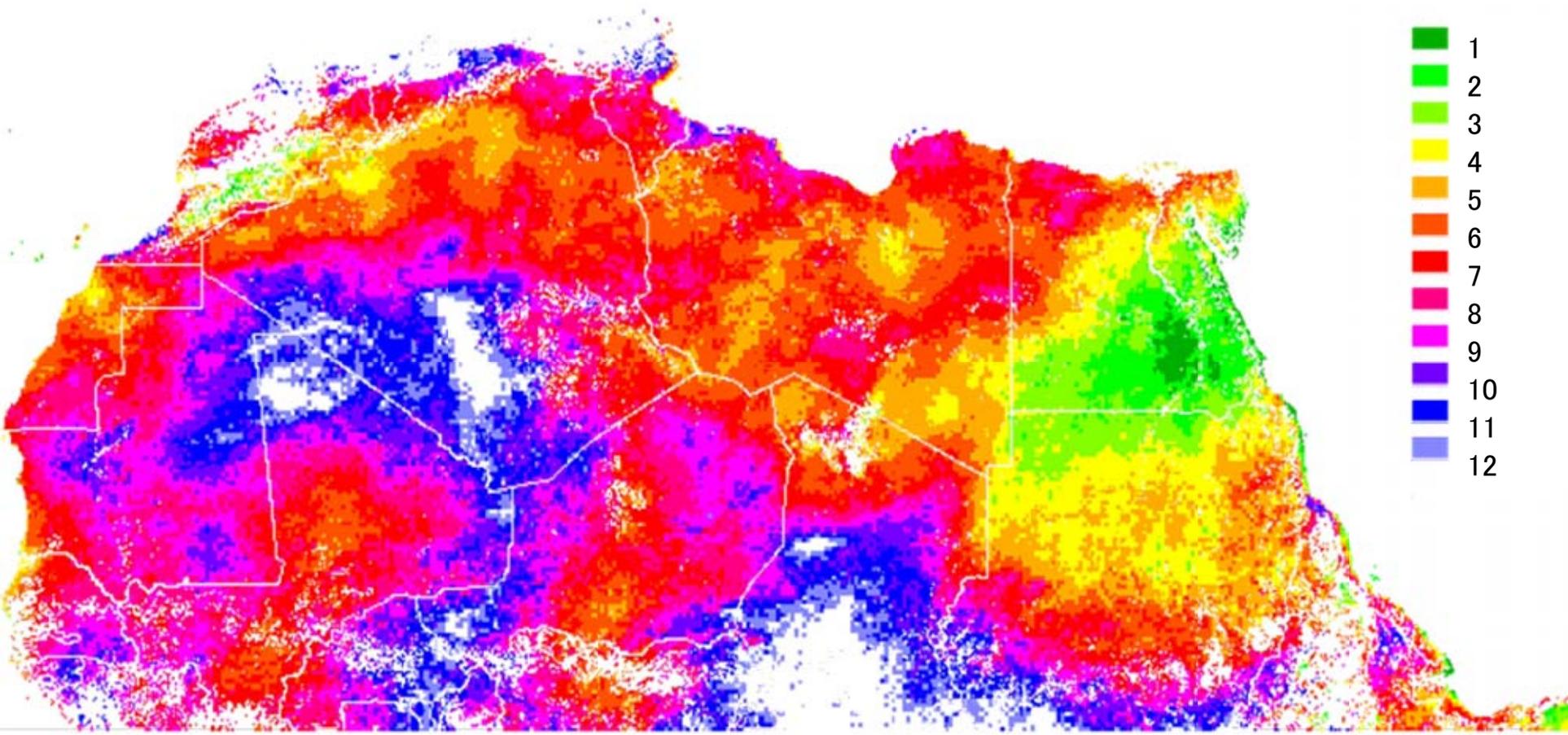


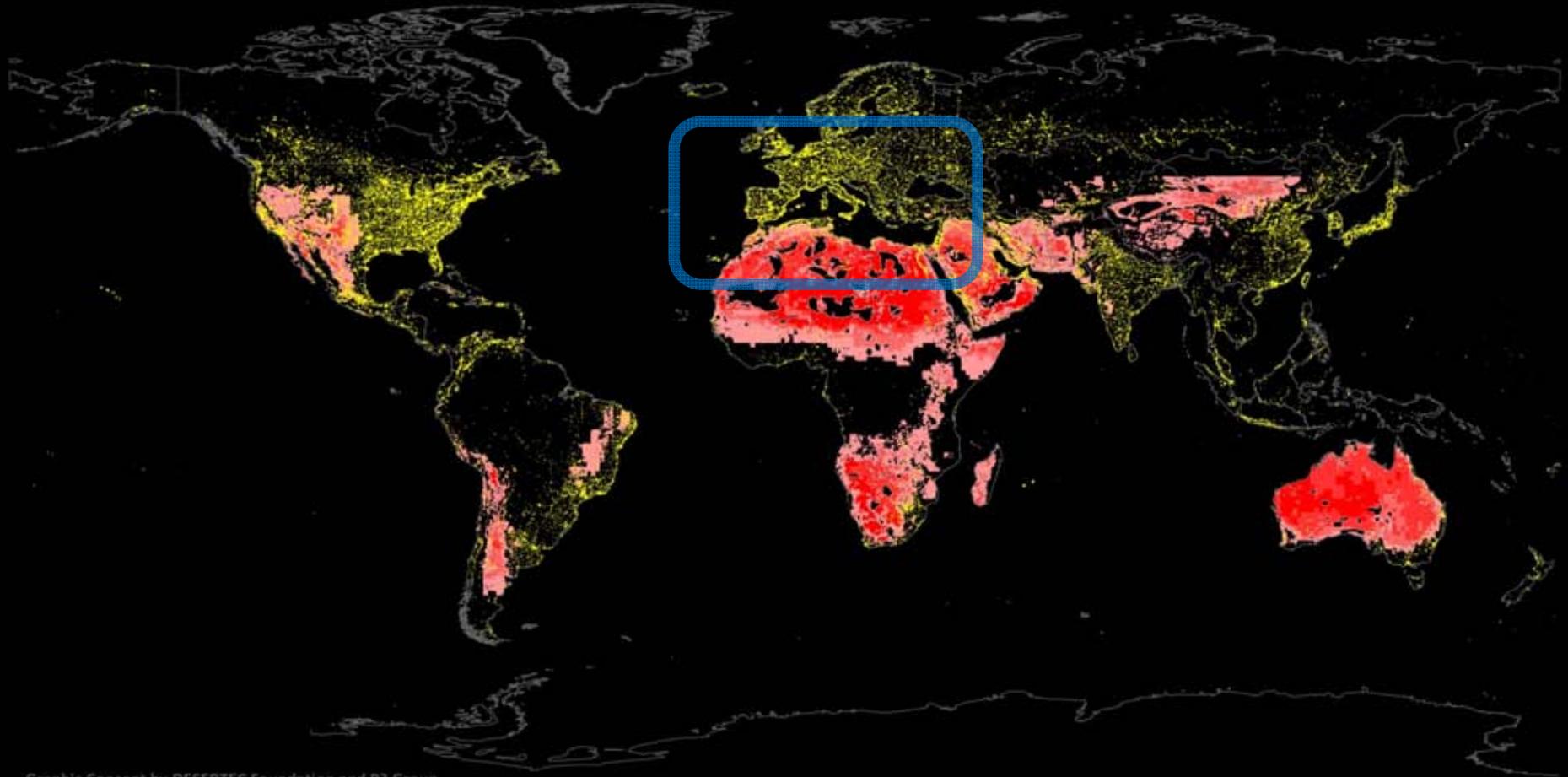
Barwert der Gesamtkosten



Standortwahl: DLR Projekte STEPS und SOLEMI

**Flächendeckende Ermittlung der Stromgestehungskosten
aus den Gesamtkosten und Stromerträgen**





Graphic Concept by DESERTEC Foundation and P3 Group
Based on Data from NASA and German Aerospace Center (DLR)



Solare Direktstrahlung

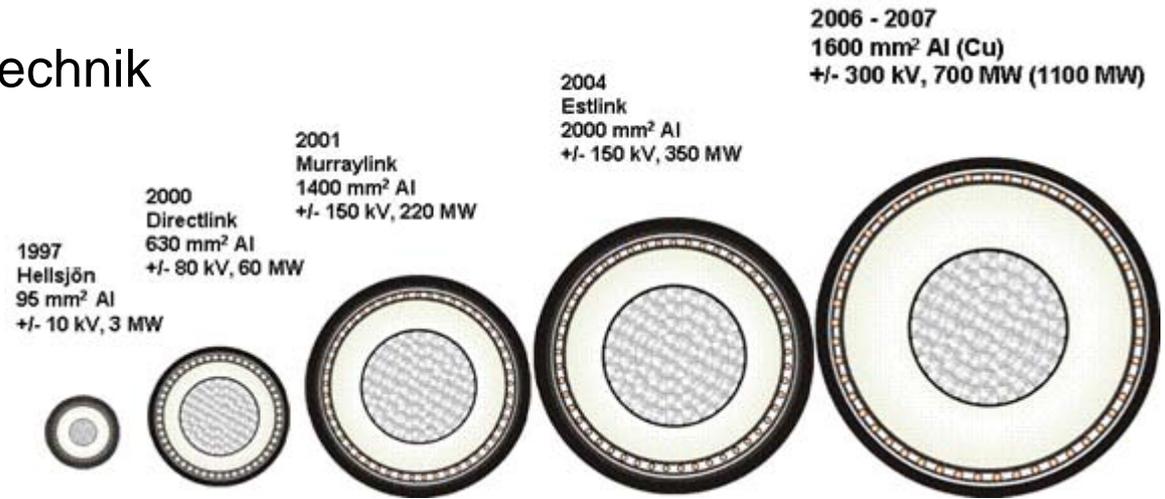


Strombedarf

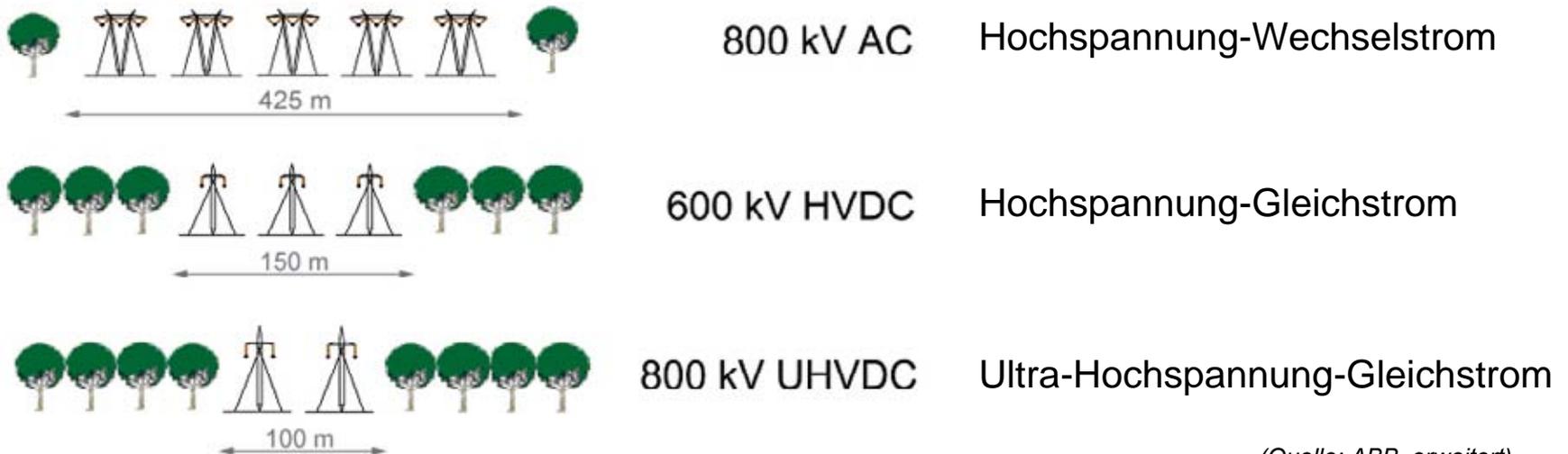
Möglichkeiten für den Stromtransfer über eine Distanz von über 3000 km

Transport über:	Wasserstoff	AC / HVAC	HGÜ
Verluste	75 %	45 % / 25 %	10 %
Kosten	sehr hoch	hoch	mäßig
Umwandlung für den Verbrauch	zuerst in H ₂ und danach in Wechselstrom	Transformation in gewünschte Spannung	Gleichstrom in Wechselstrom umwandeln
Übersee-Transport	Tanker oder Rohrleitungen	nicht über 30 km	Stand der Technik
Sichtbarkeit	sehr niedrig	hoch	mäßig
Materialbedarf und Emissionen	mäßig	mäßig	gering
bevorzugte Anwendung	möglicherweise Treibstoff	regionale Stromversorgung	große Distanzen

Entwicklung der HGÜ Technik



Platzbedarf für die Übertragung von 10 GW



(Quelle: ABB, erweitert)

Hochspannungs-Gleichstromleitungen

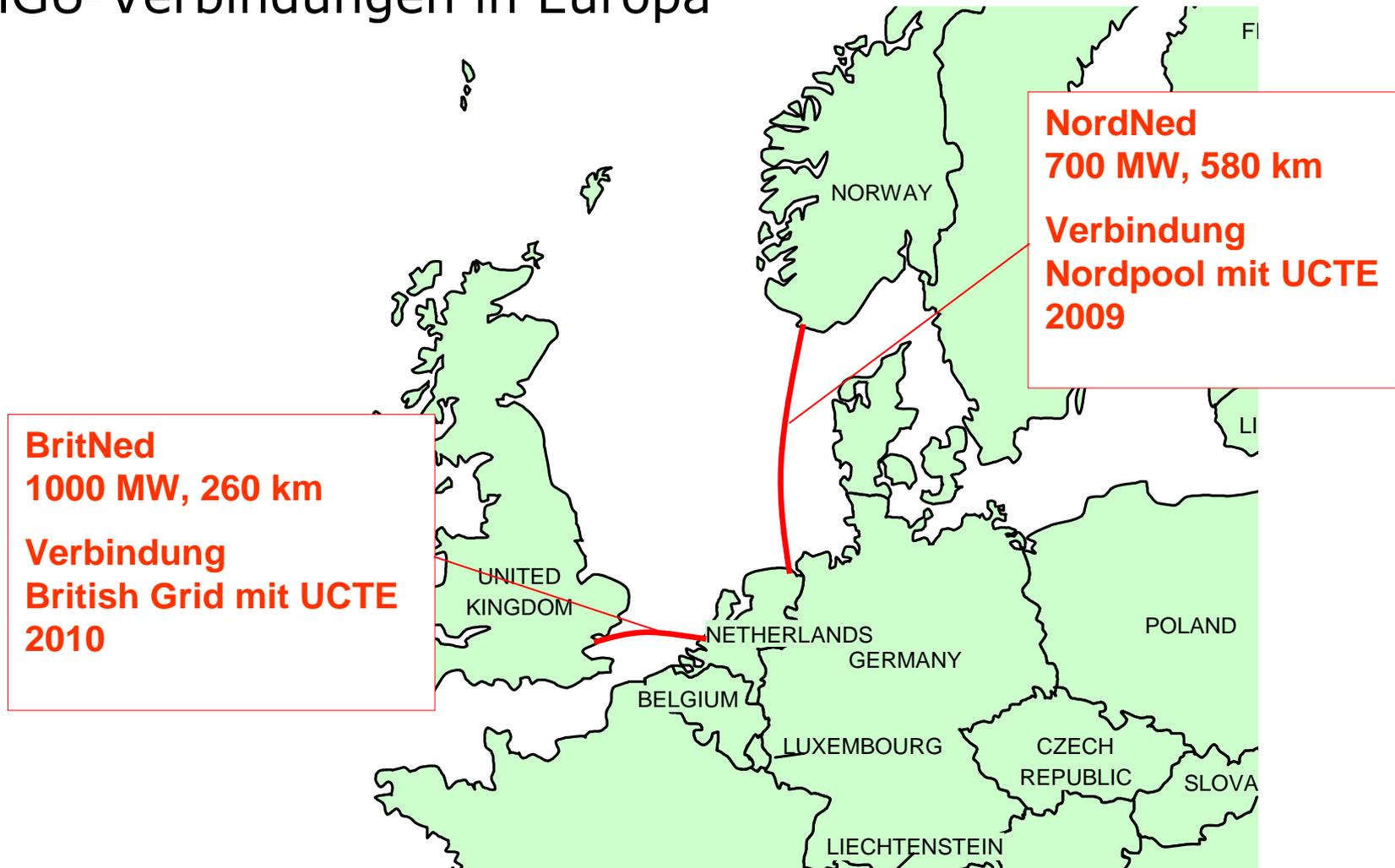


<http://www.abb.com>
<http://www.siemens.com>

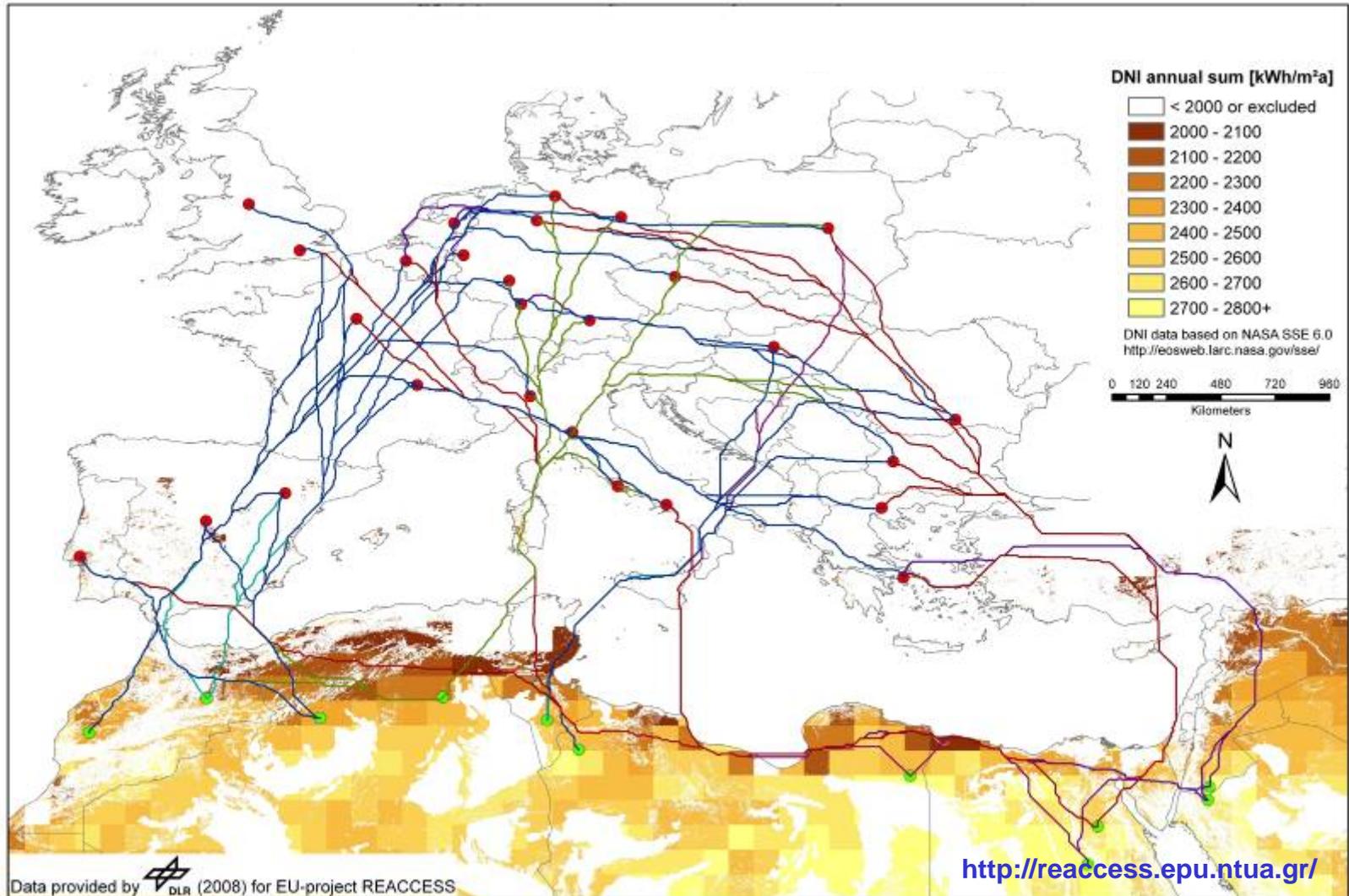
Spannung: ± 800.000 Volt
Leistung: 6400 MW
Länge: 2070 km
Verluste: 7%



HGÜ-Verbindungen in Europa



HGÜ Leitungen als Energiekorridore



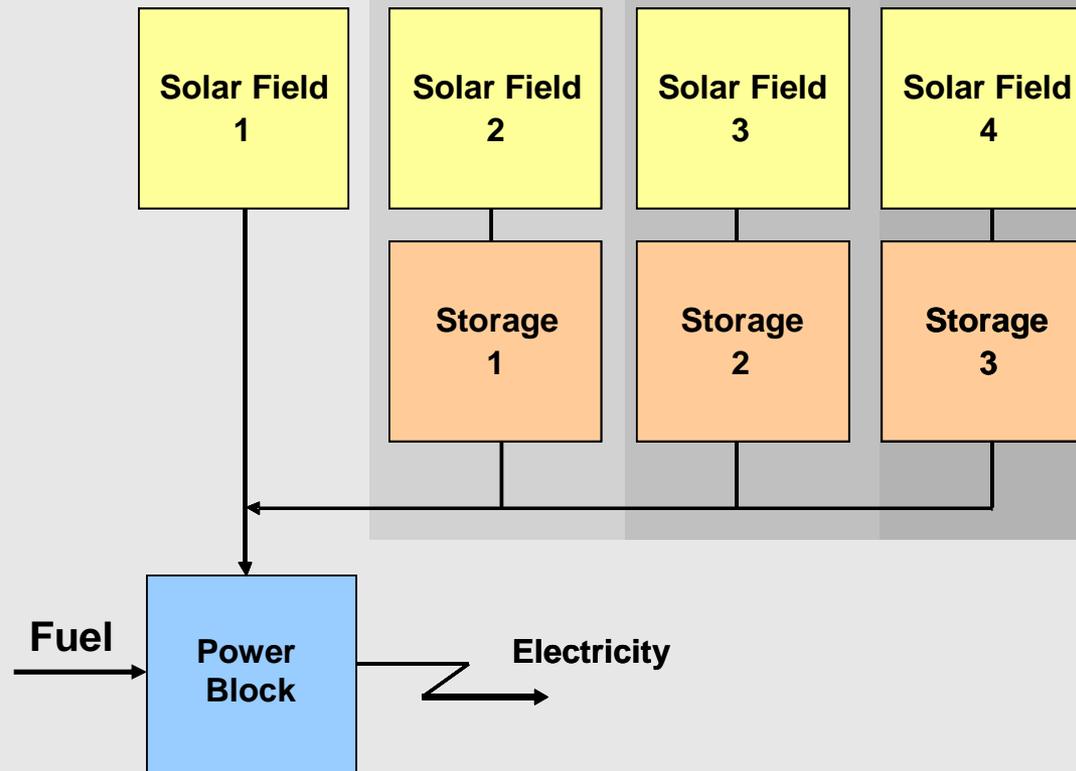
Konfigurationen solarthermischer Kraftwerke

Investment (\$/kW): 4700
Capacity Factor : 25%

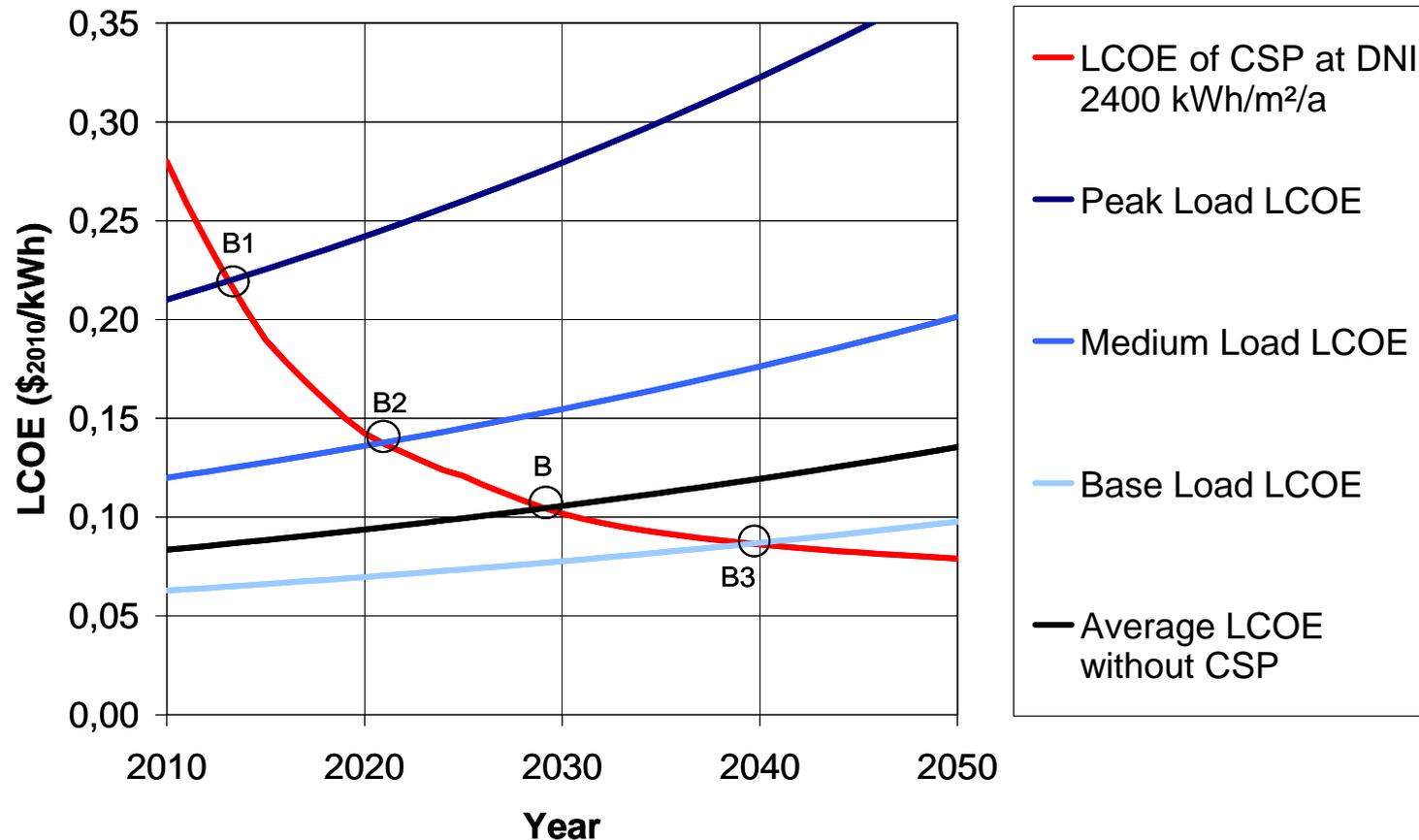
8000
45%

11300
65%

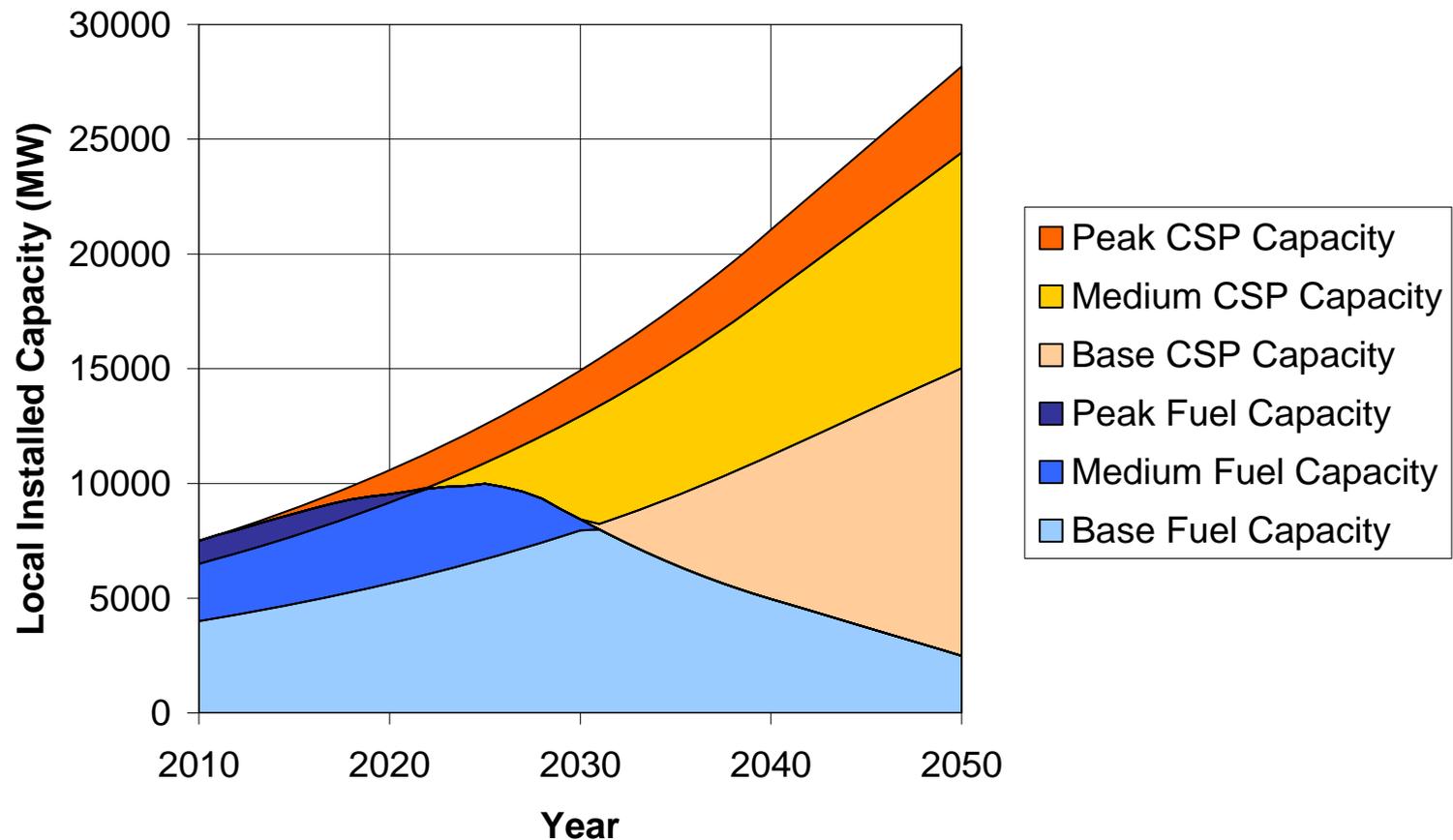
14600
85%



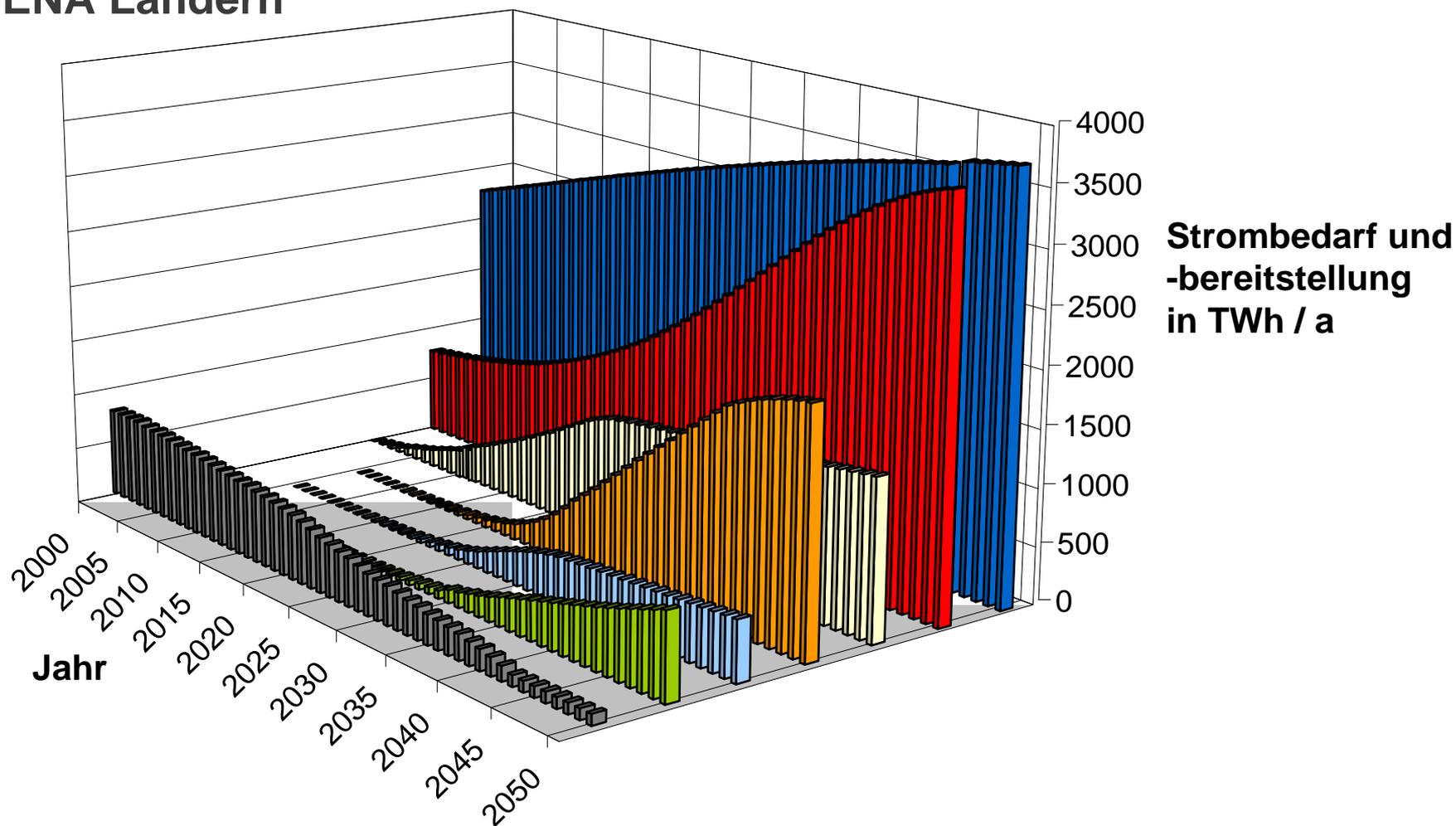
Stromgestehungskosten von solarthermischen Kraftwerken im Vergleich zu Spitzen-, Mittel- und Grundlaststrom von konventionellen Kraftwerken in einem typischen Land in Nordafrika



Sukzessive Marktdurchdringung von solarthermischen Kraftwerken in einem typischen Land in Nordafrika.



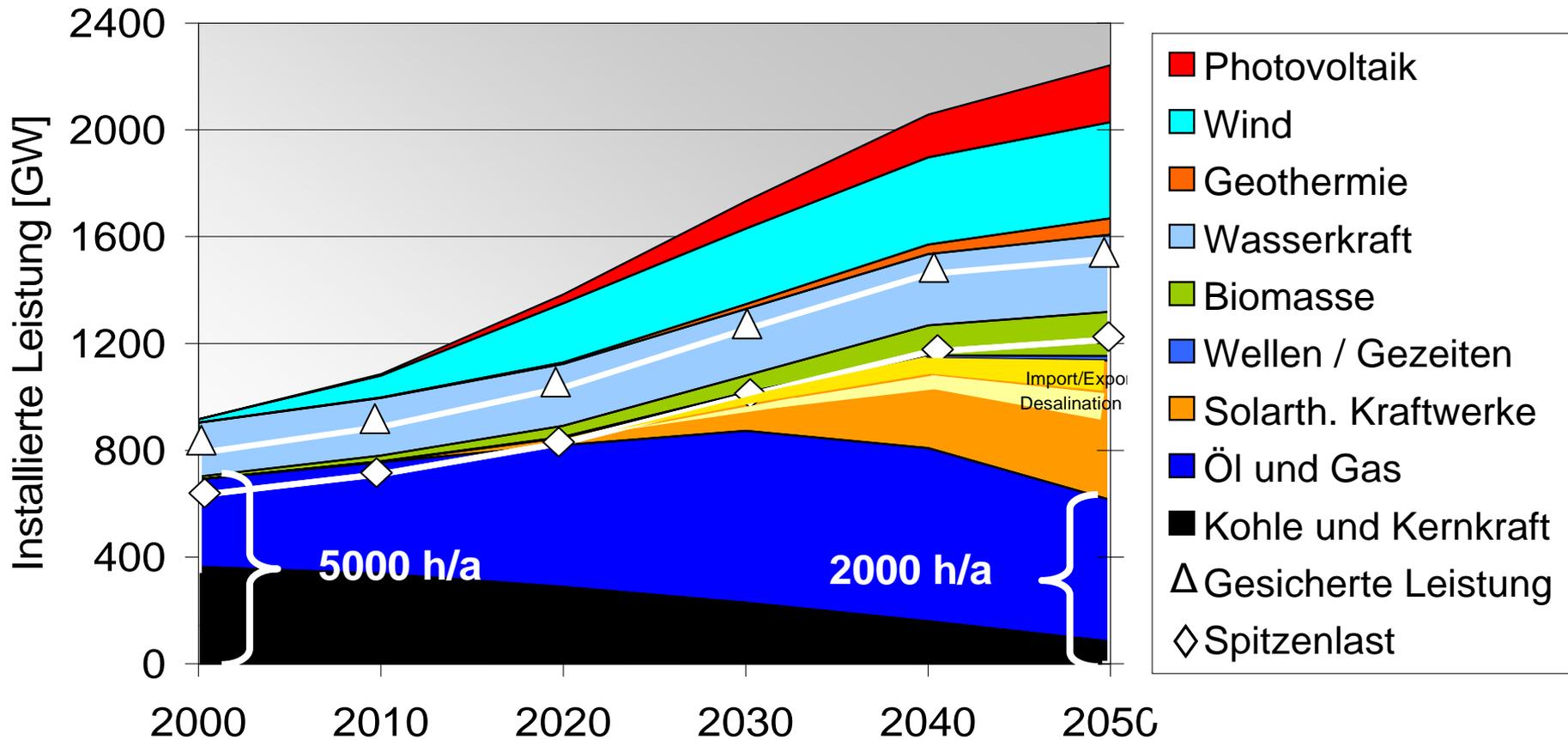
Szenario für die Strom- und Trinkwasserbereitstellung in den MENA Ländern



vorh. Kraftw. MENA
 Solarstromexport
 solares Trinkwasser
 Solarstrom MENA

neue Kraftw. MENA
 ges. Bedarf MENA
 ges. Bedarf EU

Installierte Leistung vs. Spitzenlast in EU-MENA



➔ 38 % weniger Emissionen und 40% weniger EU Energie-Import als im Jahr 2000 !

Zusammenfassung und Ausblick

- Die DESERTEC Industrial Initiative (Dii) zielt darauf hin, bis zum Jahr 2050 etwa 15% der europäischen Stromversorgung durch Importe aus den MENA-Ländern zu realisieren.
- Nach der Gründung der Geschäftsstelle im Oktober 2009 werden innerhalb von 3 Jahre die wirtschaftlichen, rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen erarbeitet sowie erste Referenzprojekte entwickelt.
- Mit zunehmender Zahl an Mitgliedsfirmen wird die Dii zu einem Gemeinschaftsprojekt von EU und MENA. Sie arbeitet in Abstimmung mit anderen Organisationen und Initiativen wie: ENTSO-E, ESTELLA, OME, TRANSGREEN, MEDRING, MSP, EPIA und EWEA.
- In Kombination mit Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden solarthermische Kraftwerke einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung von EU und MENA leisten.
- Innerhalb von 15-20 Jahren wird es möglich sein, eine Stromversorgung zu realisieren, die kostengünstiger und umweltfreundlicher als der derzeitige Technologiemix ist.
- Die MENA Ländern profitieren von diesem Konzept durch nachhaltige Schaffung von Arbeitsplätzen, eigene Stromversorgung, Stromexporte und Trinkwassererzeugung.
- Die größere Zahl an Energiequellen und die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien reduziert die Möglichkeit von Versorgungsengpässen und politischen Konflikten.
- Technisch ist DESERTEC bereits heute realisierbar. Auch die Finanzierung sollte keine unüberwindbare Hürde darstellen. Wesentlich ist eine starke politische Unterstützung für die Umsetzung des Konzepts.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



courtesy Dii

www.DLR.de/tt/med-csp
www.DLR.de/tt/trans-csp
www.DLR.de/tt/aqua-csp