
Windkraft, Speicher, Wasserstoff: Energie und Mobilität ohne Öl

Husum, 24. September 2010

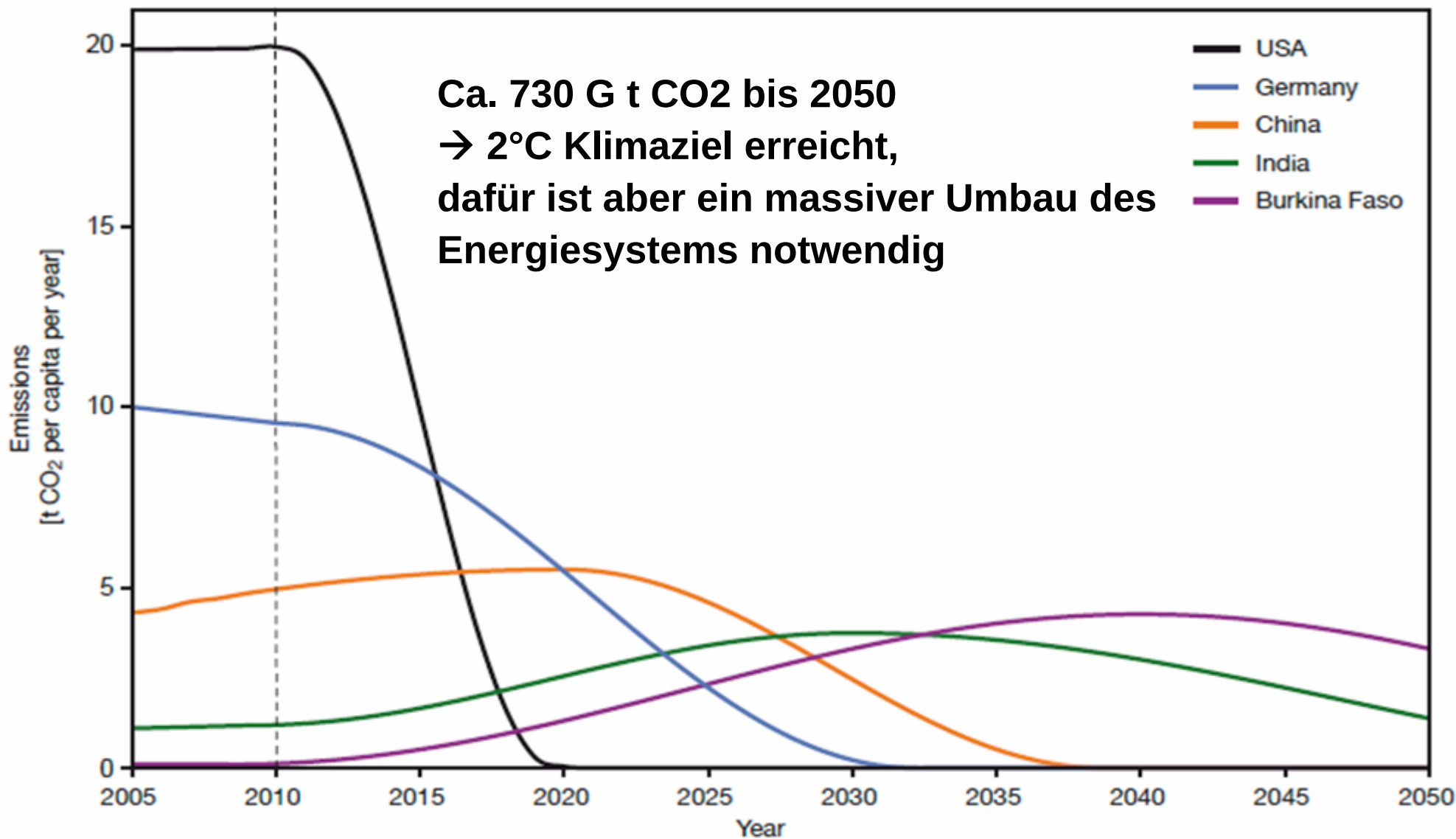


Netzintegration von Windenergie und Stromspeicher für eine zuverlässige Stromversorgung

Dr.-Ing. Kurt Rohrig

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik

CO2 Emissionen pro Kopf – Beispiele für verbleibende Budgets



Quelle: WBGU, 2009



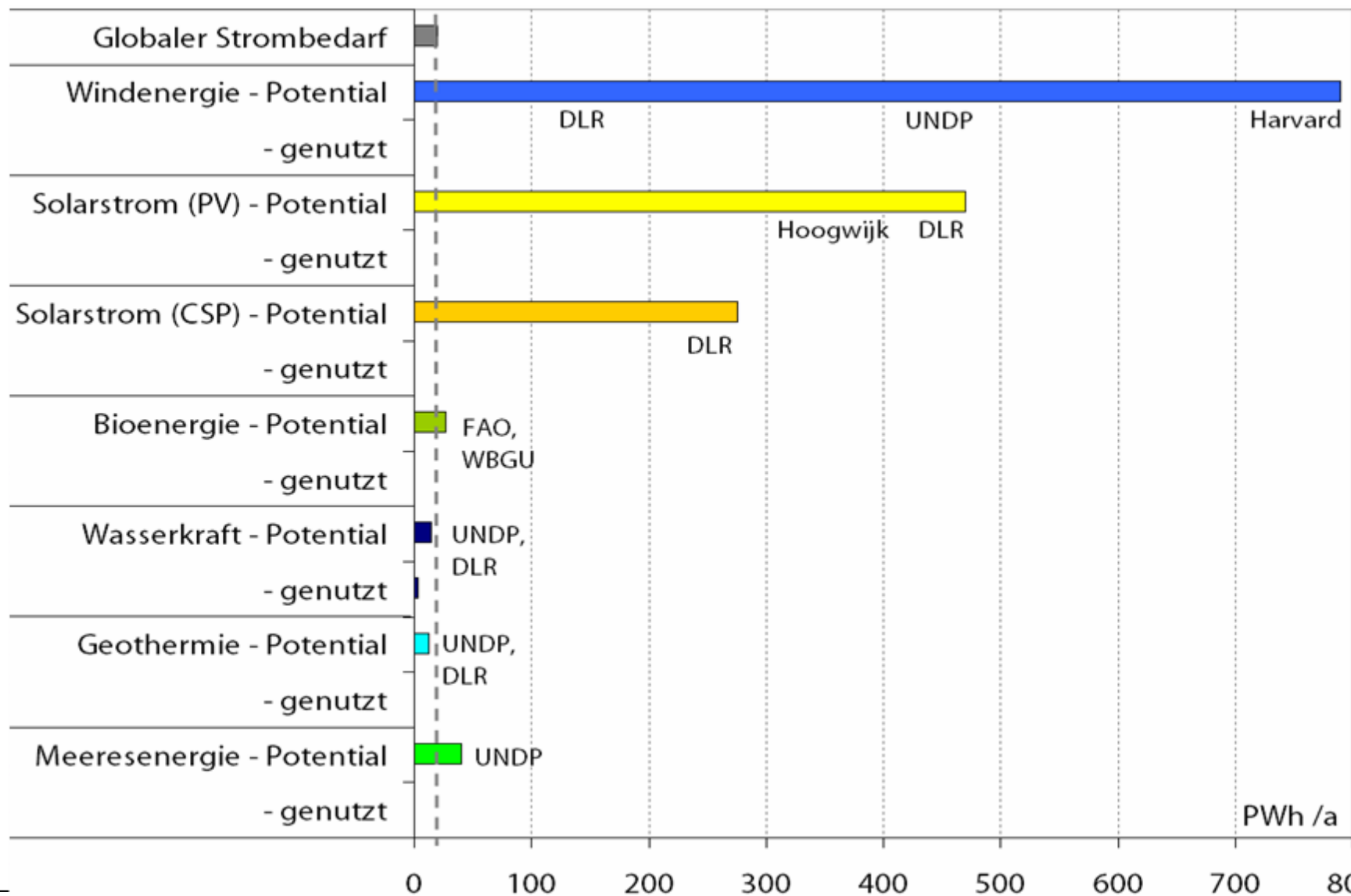
WBGU



Fraunhofer

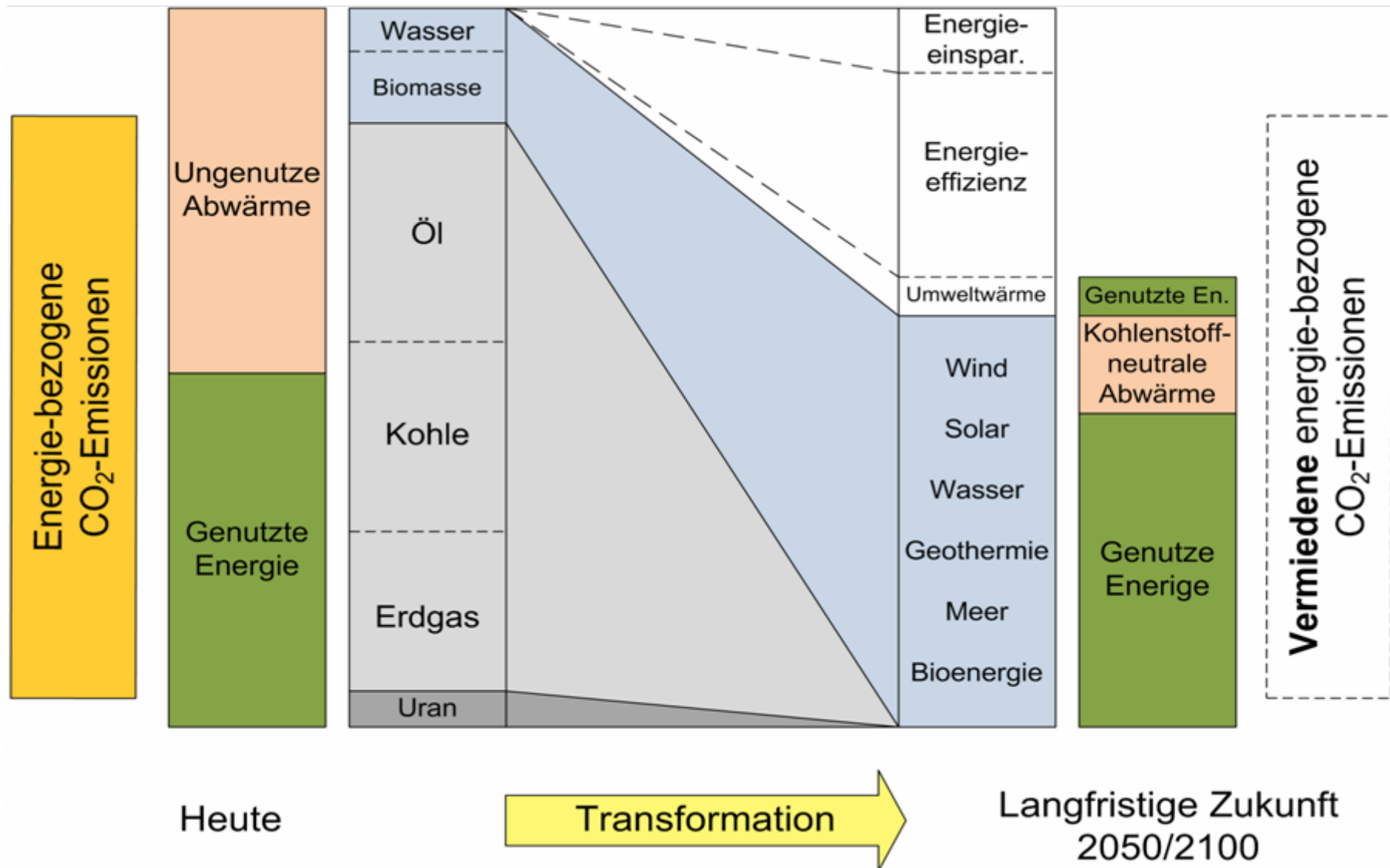
IWES

Das technische Potential Erneuerbarer Energien weltweit



Quellen: s. Abb.

Transformation des Energieversorgungssystems



Seite 4

Transformation des Energieversorgungssystems

Heute

2050

Bedarf und Verbindungen

STROM

STROM

WÄRME

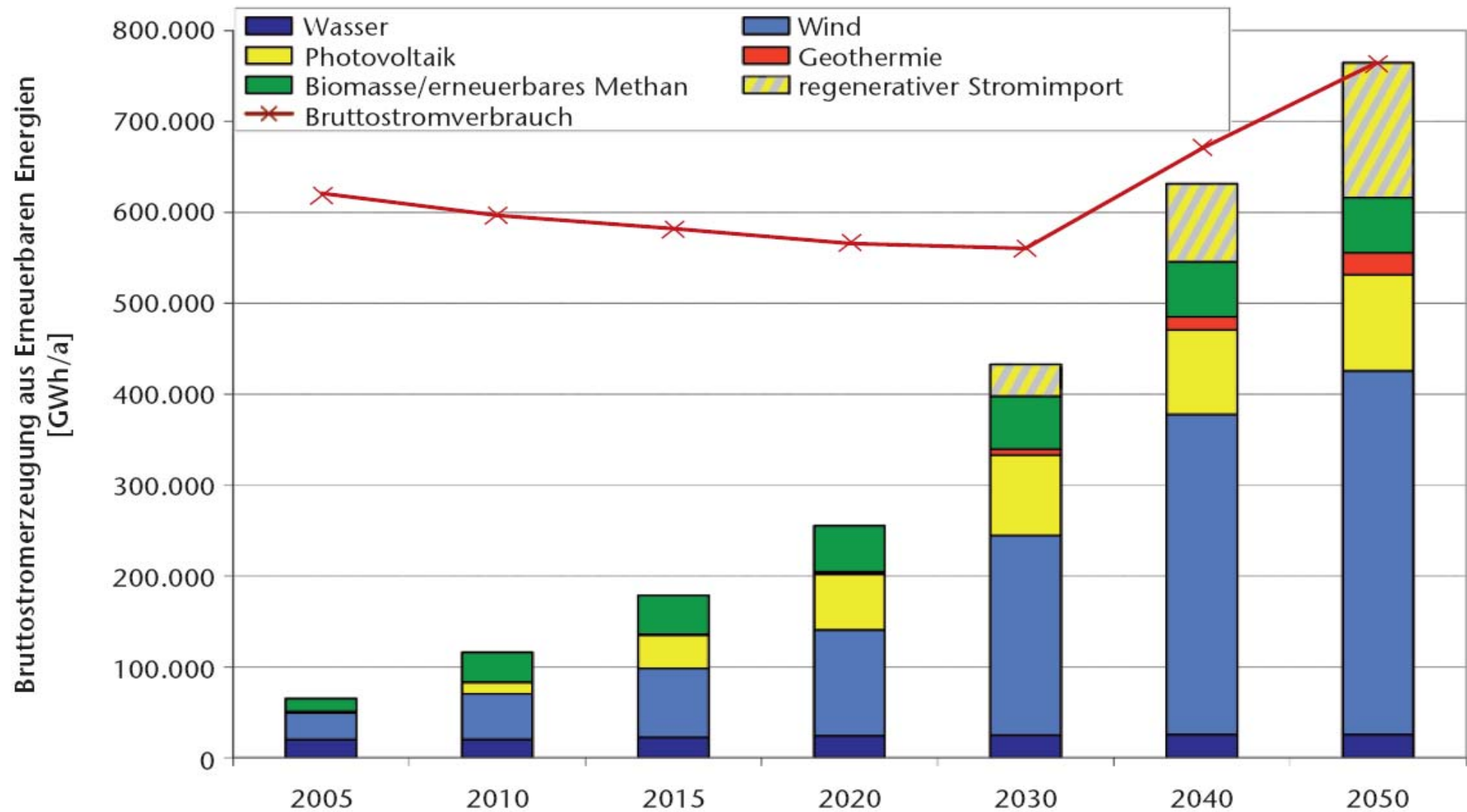
Wärme-
pumpen

VERKEHR

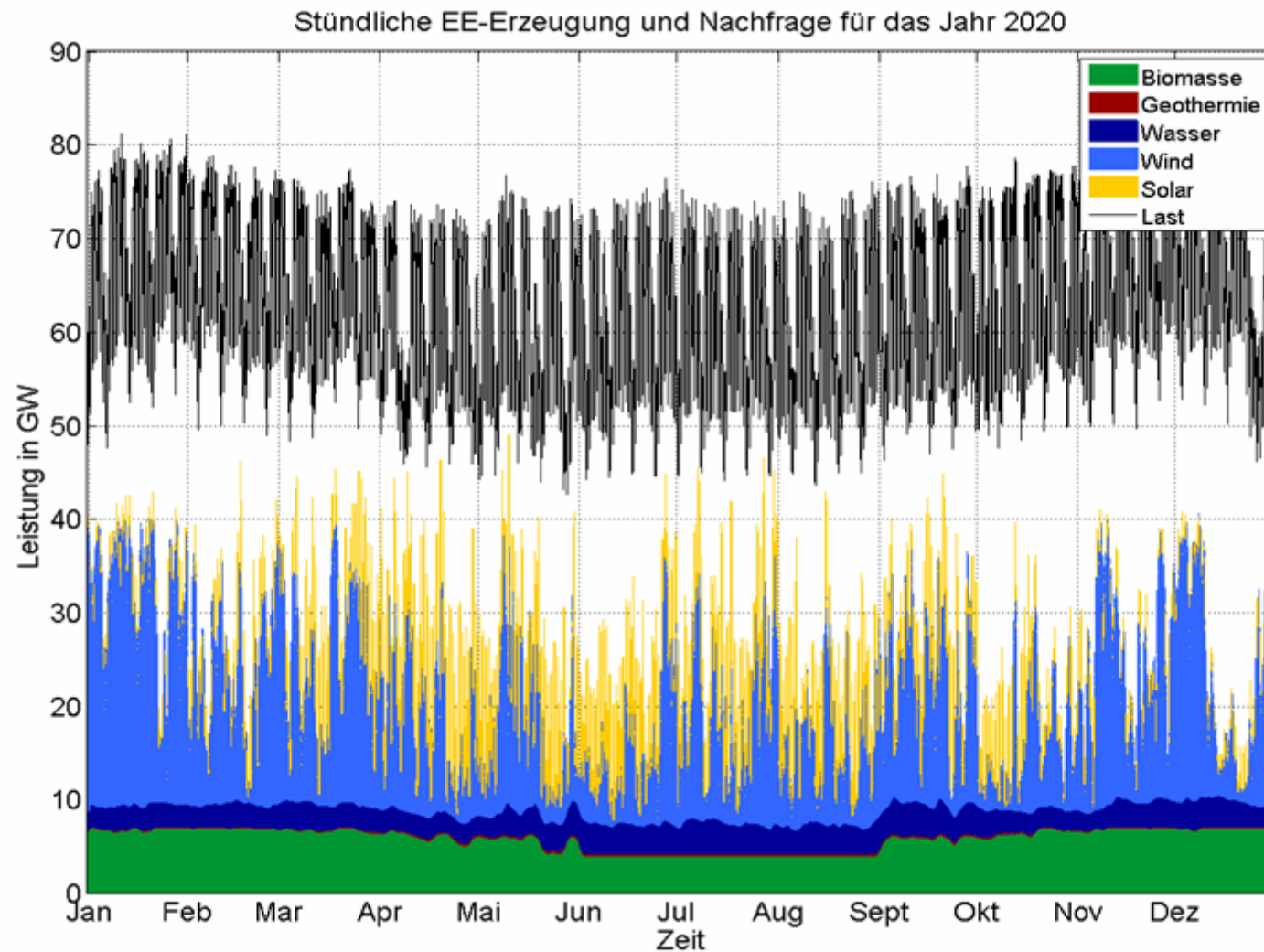
VERKEHR

Elektro-
mobilität

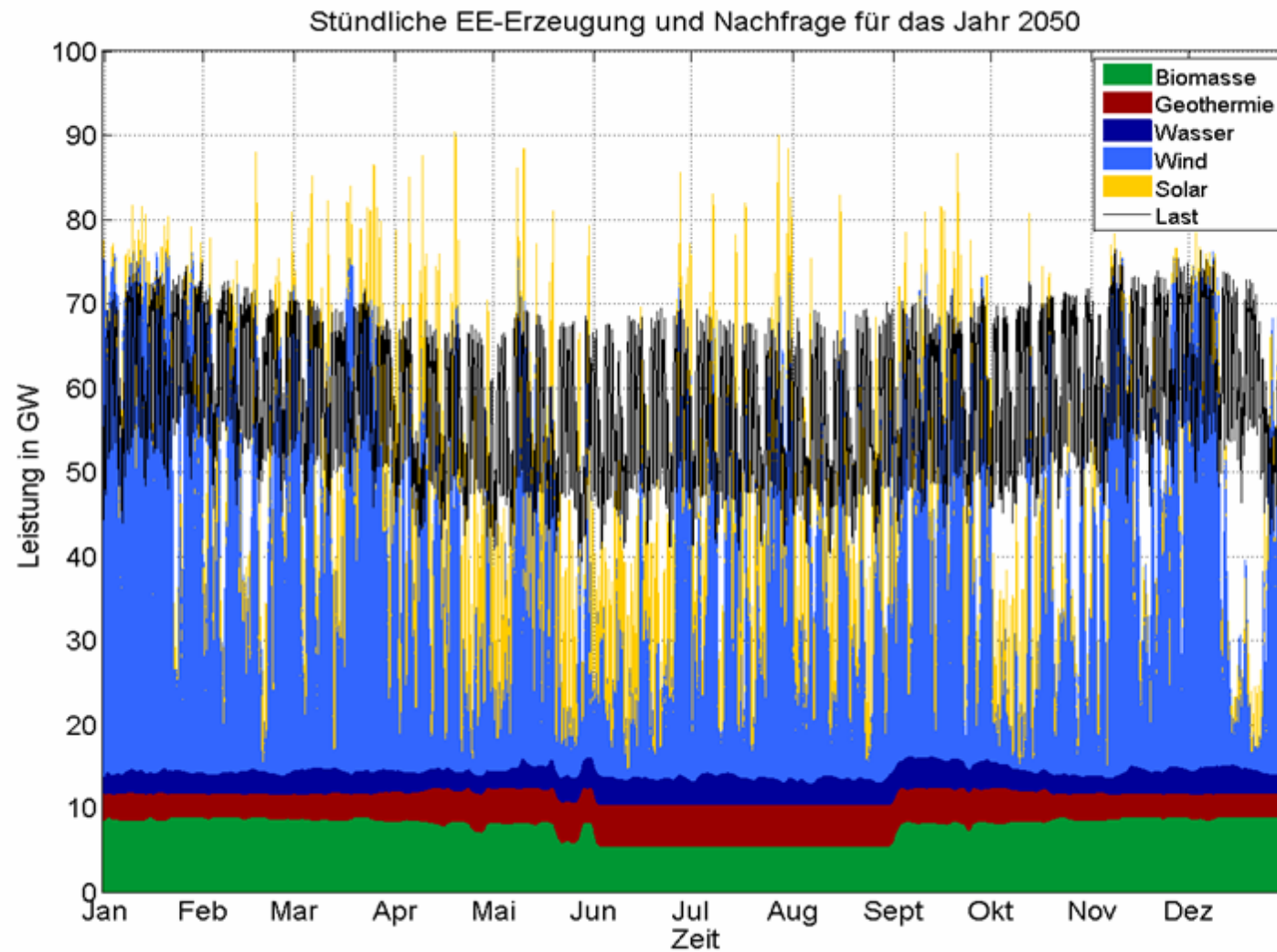
Das FVEE Szenario für 100% EE Deutschland: Stromerzeugung



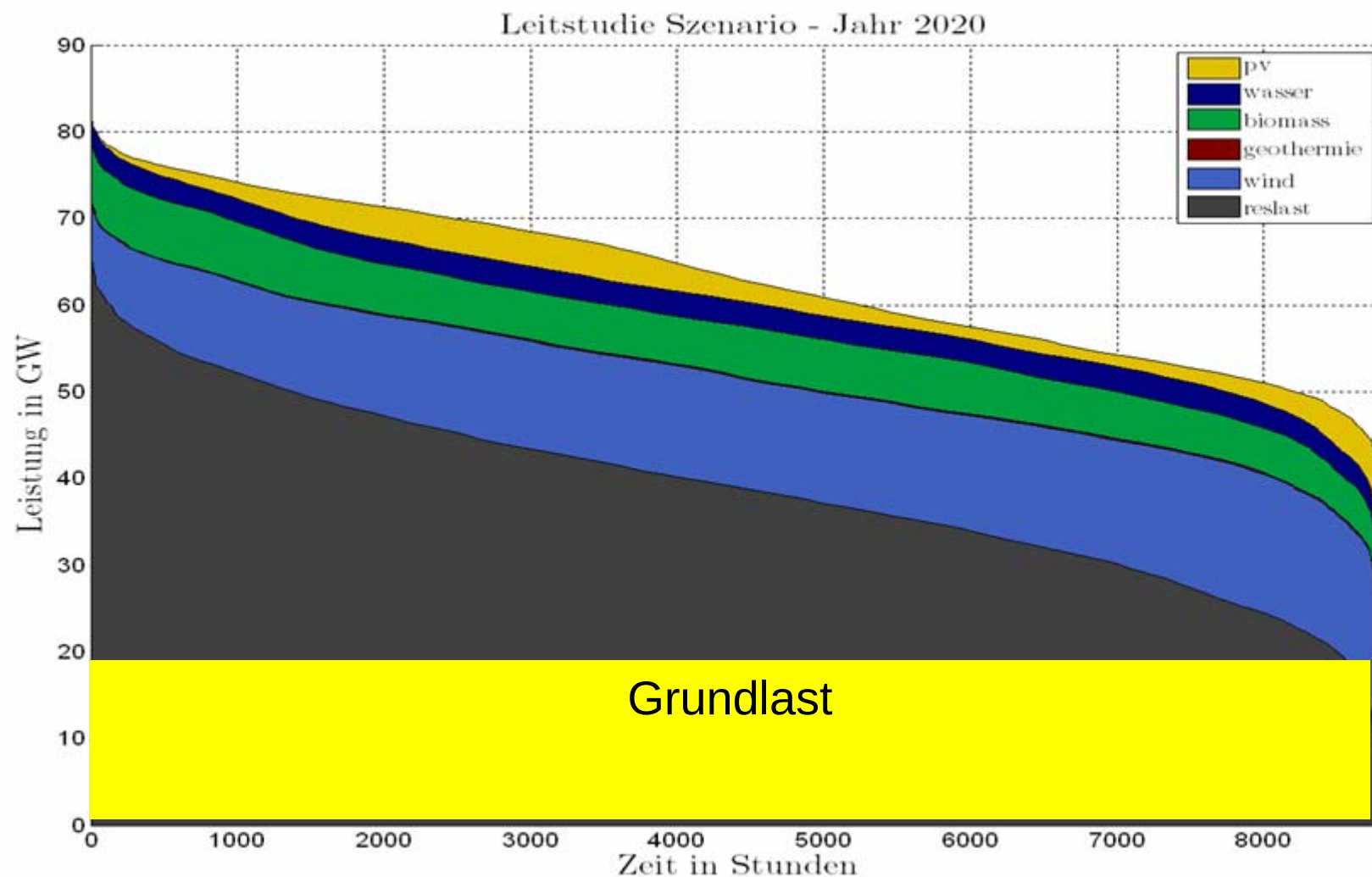
Leitstudie 2009 national ohne zusätzliche Verbraucher – 2020 (meteorologisches Basisjahr 2007)



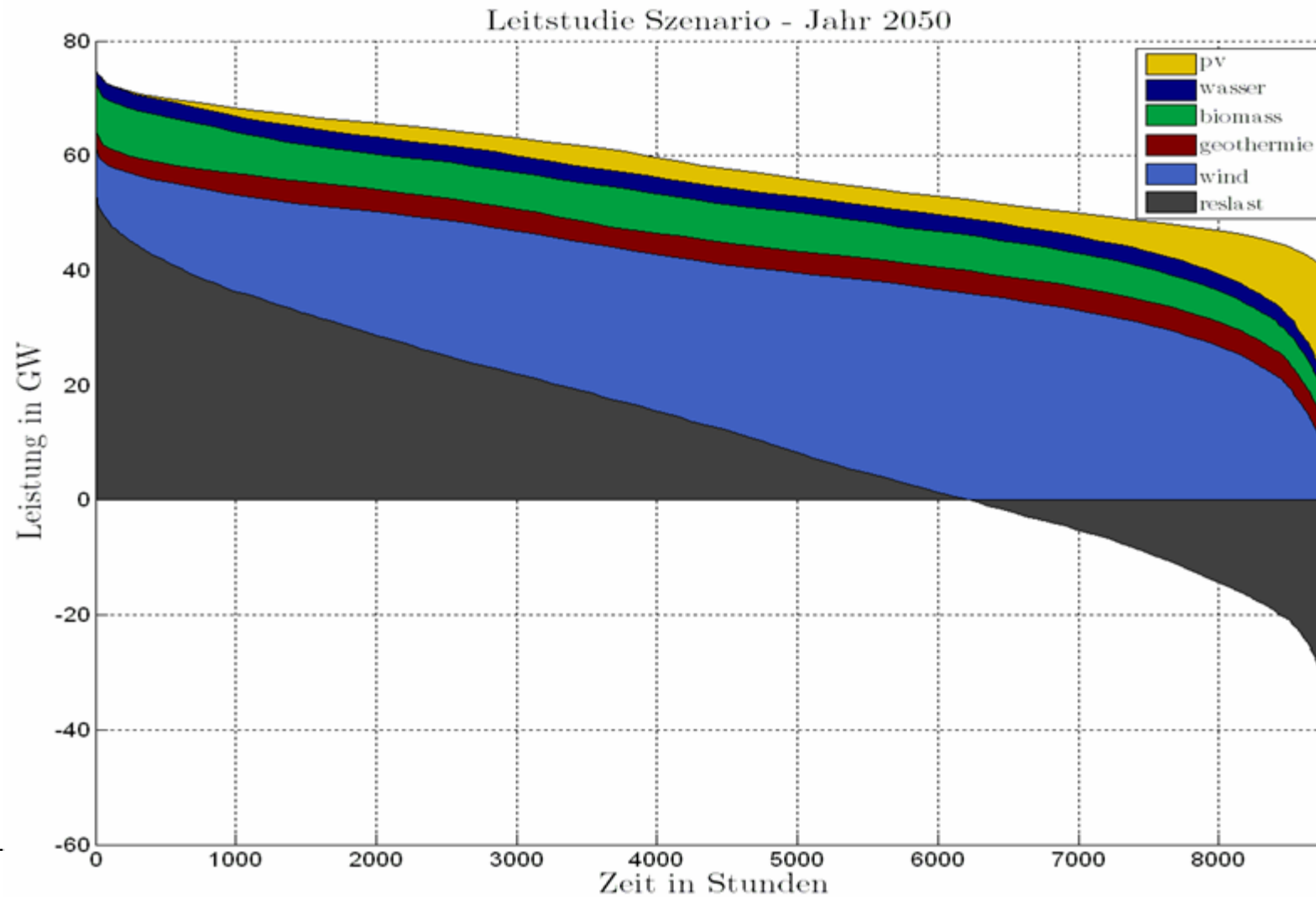
Leitstudie 2009 national ohne zusätzliche Verbraucher – 2050 (meteorologisches Basisjahr 2007)



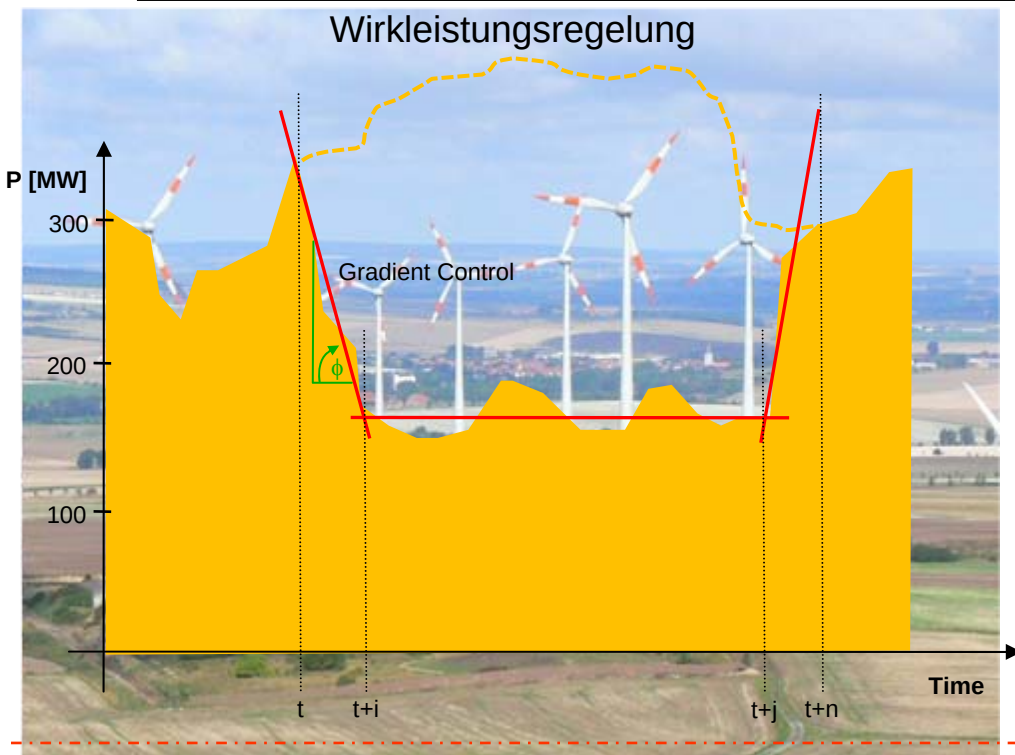
Leitstudie 2009 national ohne zusätzliche Verbraucher – 2020 (meteorologisches Basisjahr 2007)



Leitstudie 2009 national ohne zusätzliche Verbraucher – 2050 (meteorologisches Basisjahr 2007)



Aktiver Beitrag zur Systemstabilität - Systemdienstleistungen



Frequenzregelung

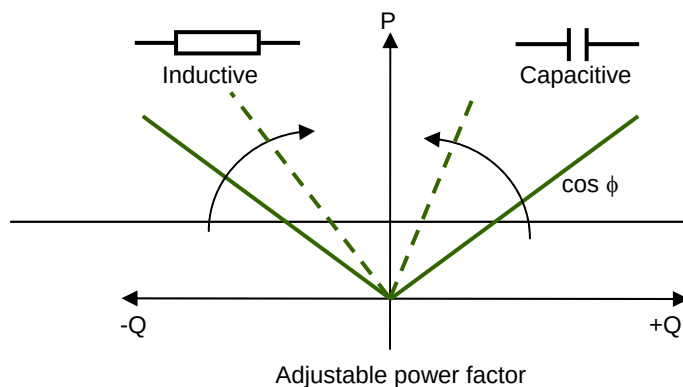
Windleistungsreserve

Engpassmanagement

Leistungsbegrenzung

Gradientenminimierung

Blindleistungsregelung



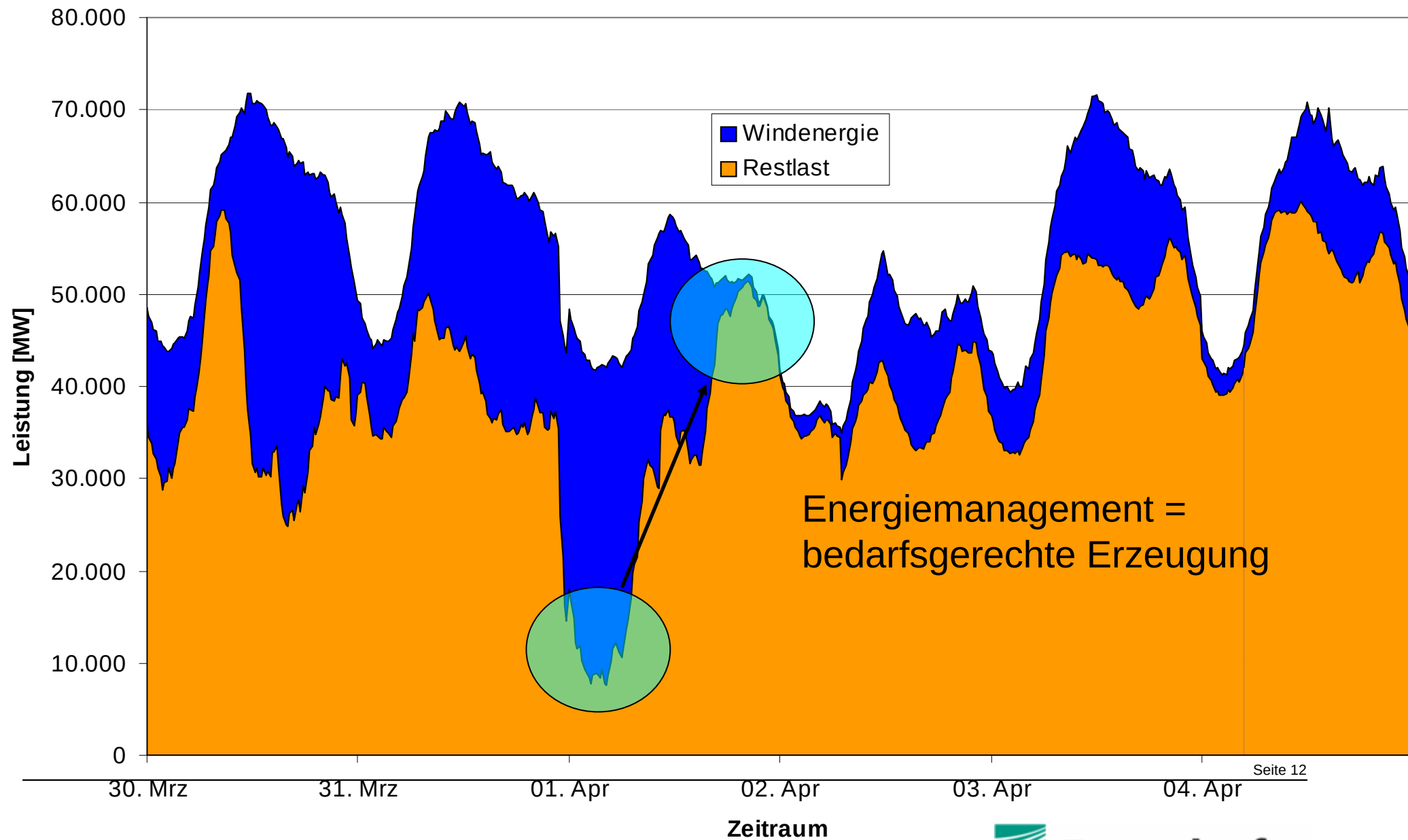
Blindleistungsvorhersage

Blindleistungsregelung

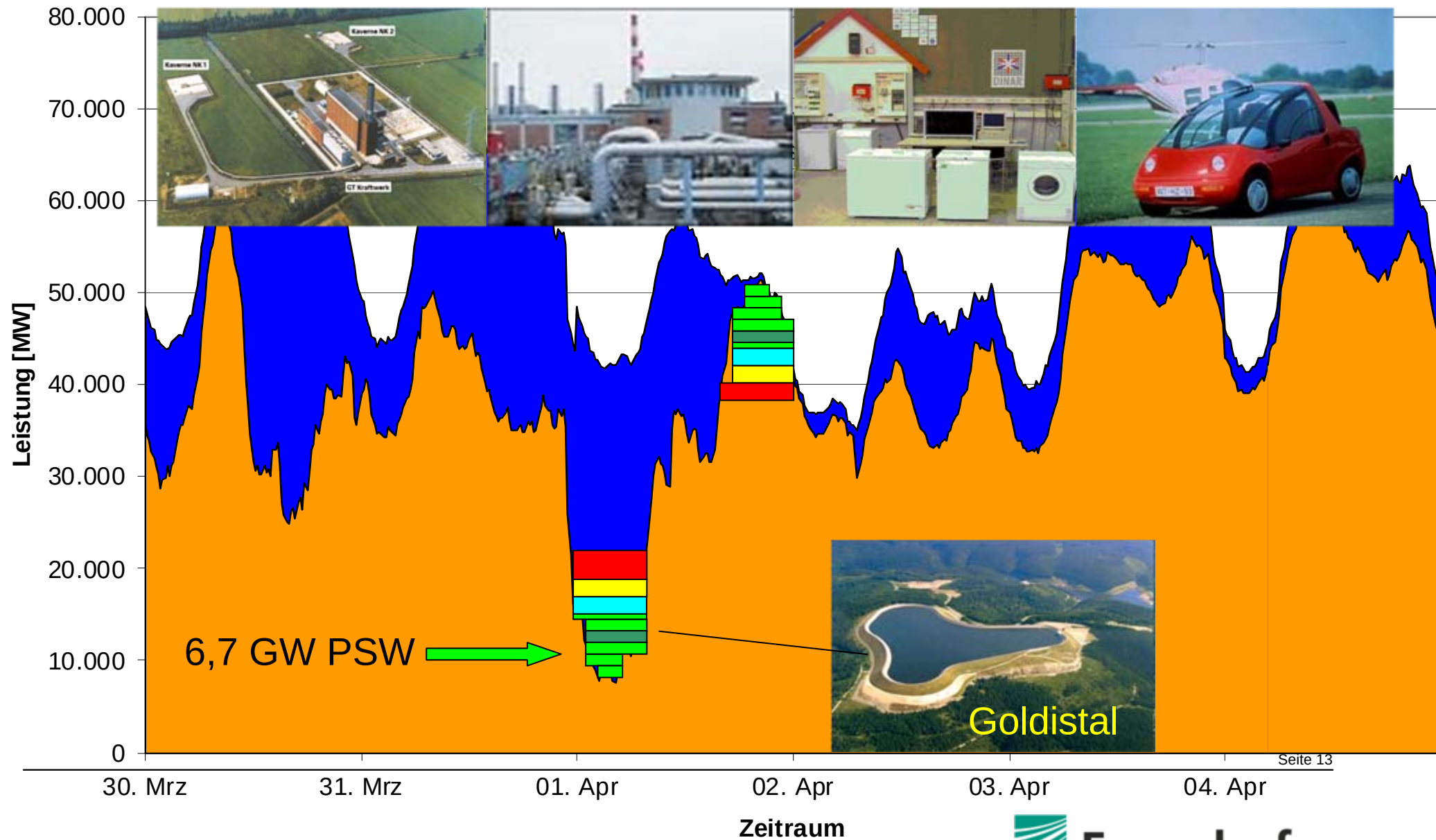
Leistungsfaktor

Spannungsregelung

Integration in das elektrische Energiesystem



Integration in das elektrische Energiesystem



Das Regenerative Kombikraftwerk



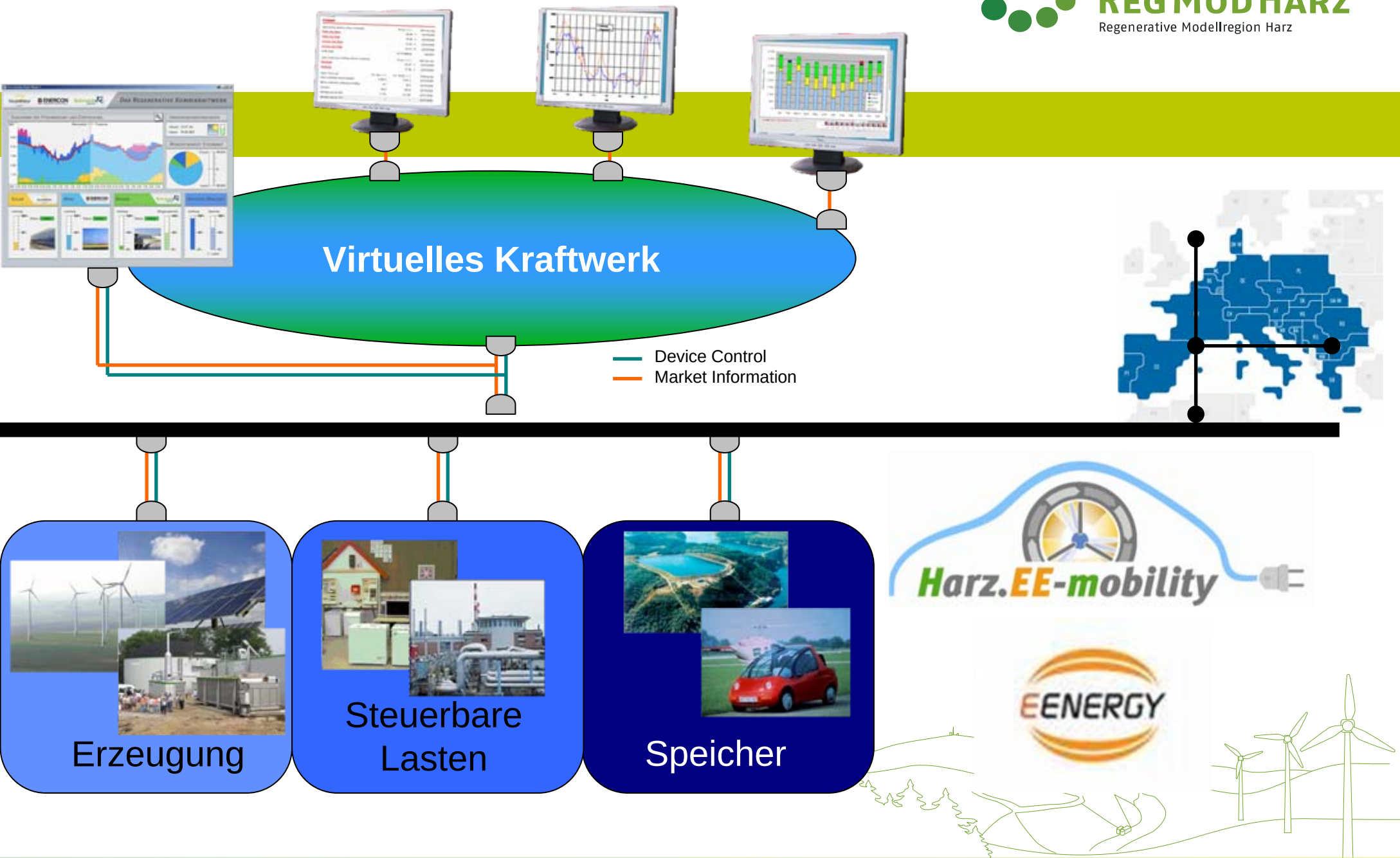
Wind	Solar	Biogas	Hydro	Import/ Export
12,6 MW	5,5 MW	4,0 MW	1,0 MW	1,0 MW



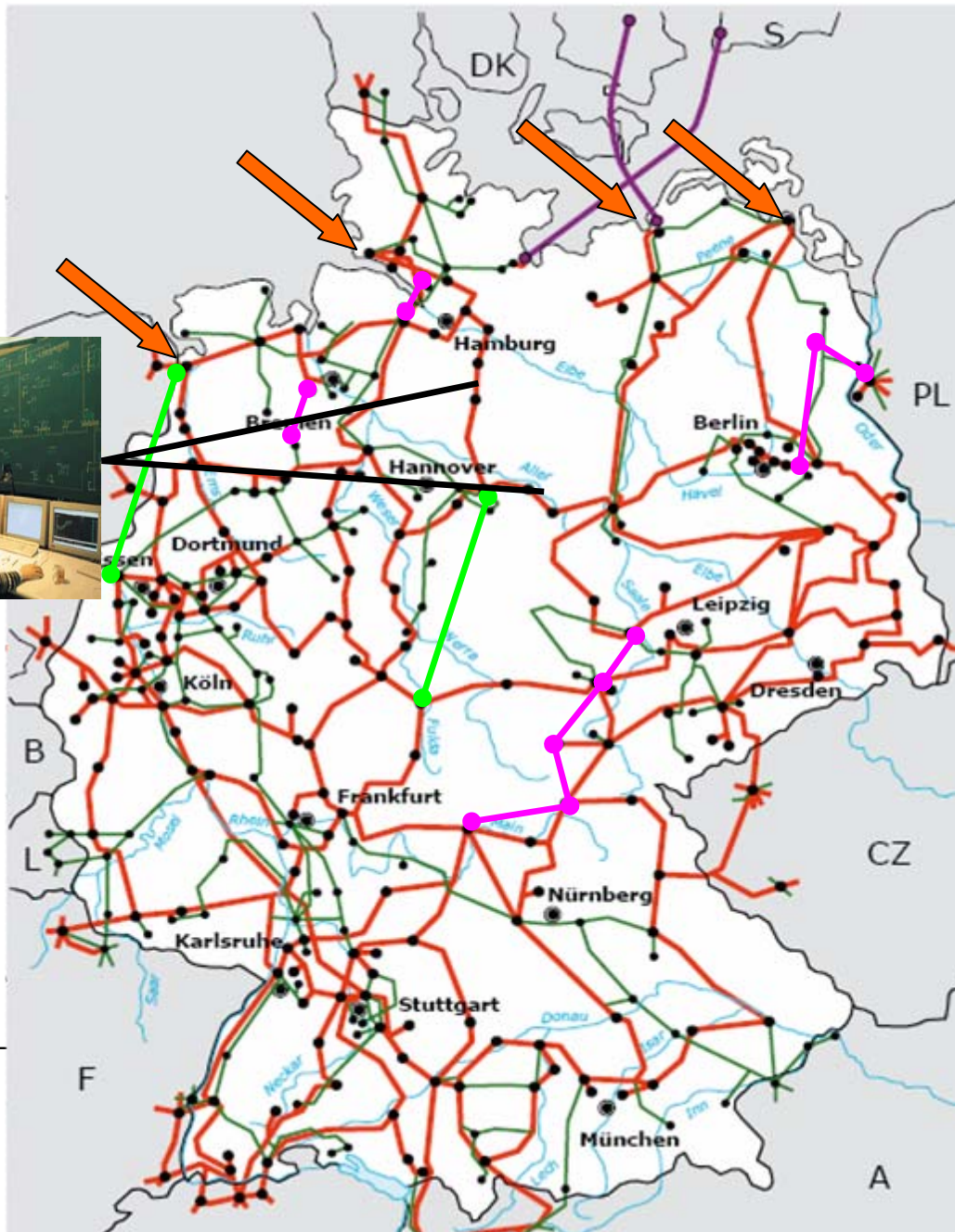
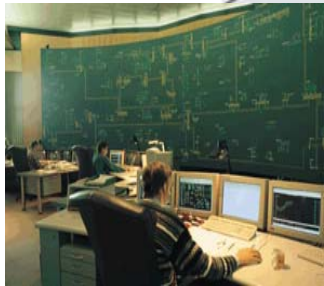
Deckung der
Lastkurve
Deutschlands
1/10000
zu jedem Zeitpunkt

Steuerung realer
Anlagen

Regenerative Modell-Region Harz



Windenergie bedingt Netzausbau



Stromnetz nicht für Transport ausgelegt

Erzeugung in Nähe der Lastzentren

Übertragung großer Energiemengen von Nord nach Süd erfordert

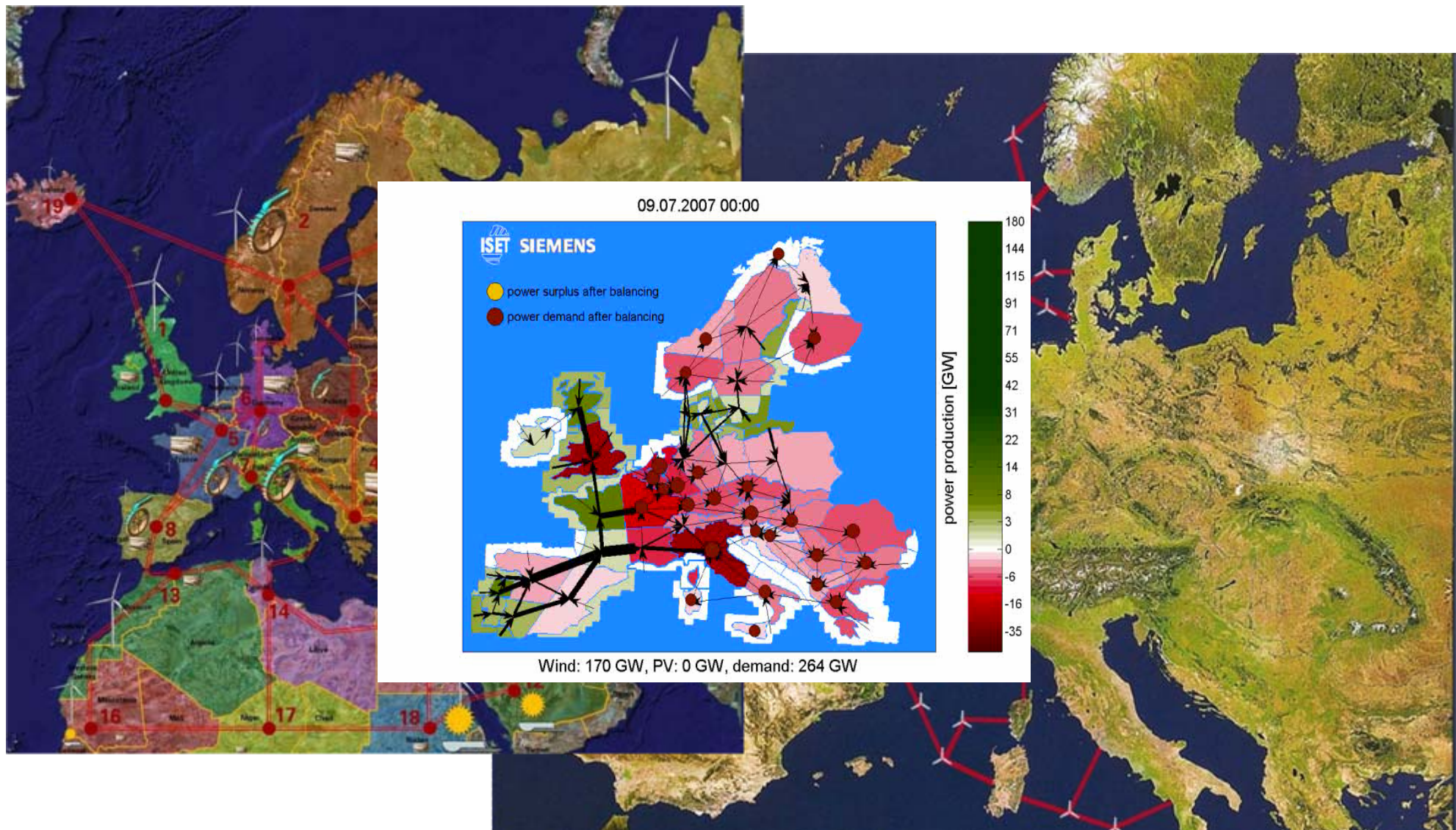
Bessere Ausnutzung vorhandener Kapazitäten

- Netzüberwachung
- Leiterseilmonitoring

Netzausbau

- bis 2010
- bis 2015

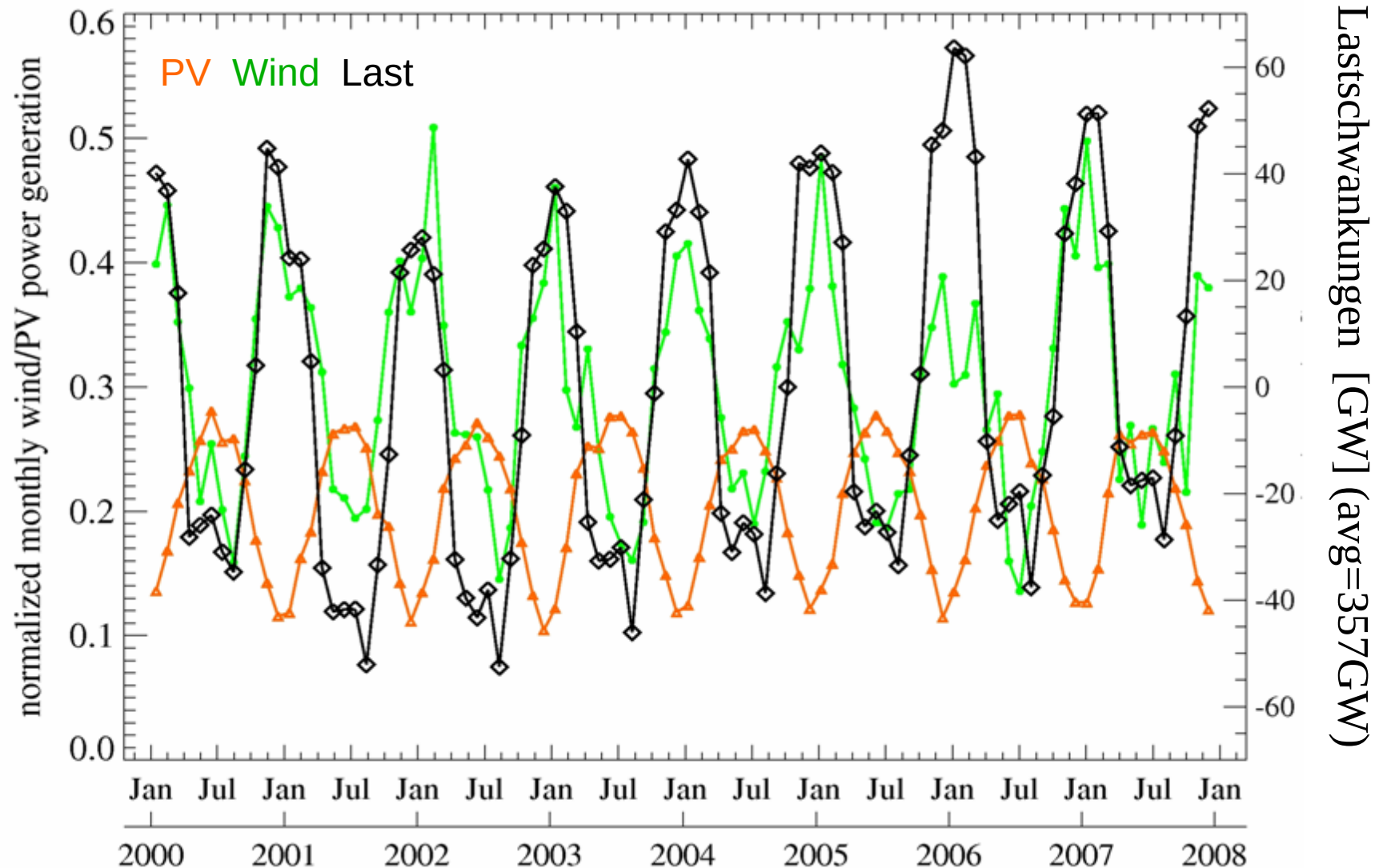
Speicher- und Transportkapazitäten bei einer Vollversorgung durch EE



Seite 17

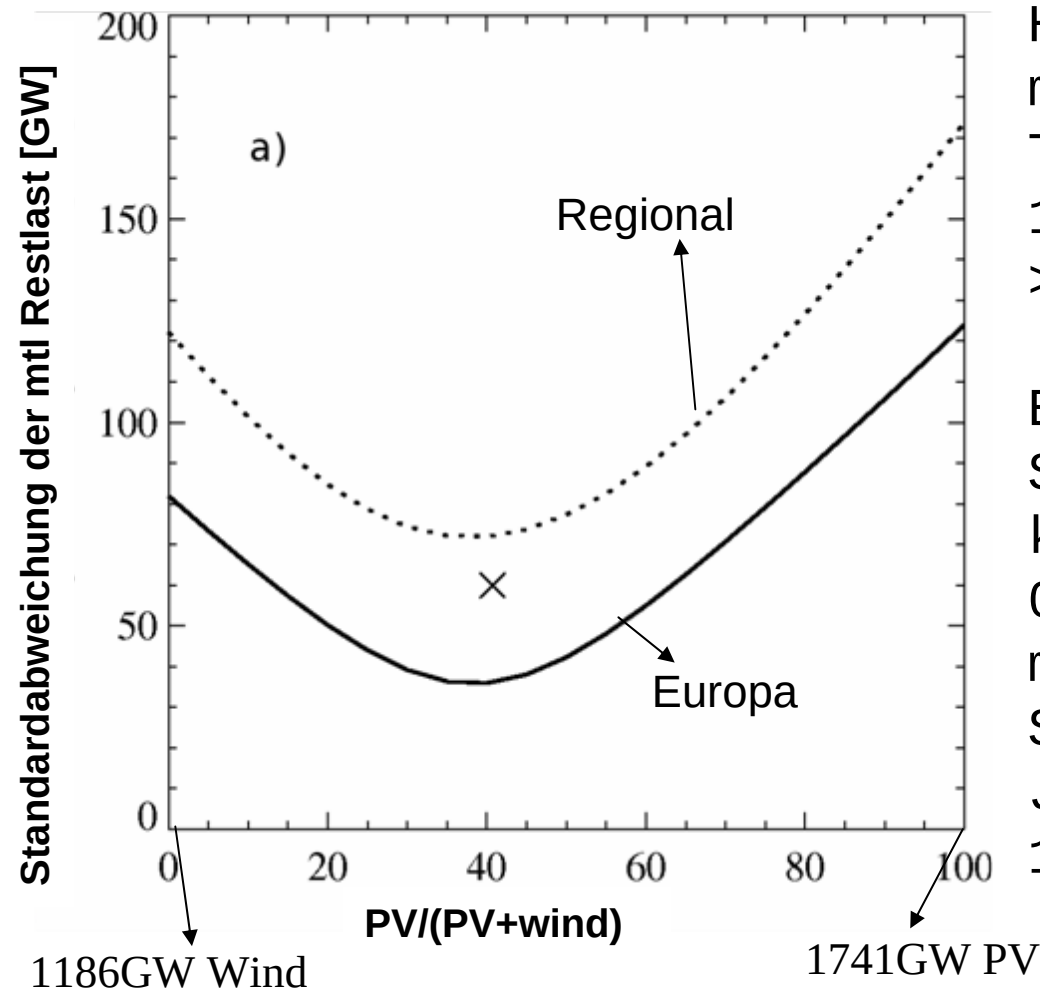
A map of Europe with three regions highlighted in colored ovals: a yellow oval labeled 'H' in Central Europe (Germany, Poland, Czech Republic), a light blue oval labeled 'T' in Eastern Europe (Russia, Ukraine, Belarus), and another light blue oval labeled 'T' in Western Europe (France, Spain, Portugal). Large blue curved arrows indicate a clockwise cycle between these regions: from H to T (East), from T (East) to T (West), and from T (West) back to H.

Monatliche Wind- und PV-Erzeugung, Lastverlauf



Was ist das optimale Verhältnis zwischen Wind und PV
Jede Abweichung erfordert Maßnahmen (Speicher, Transport, konv. Erzeugung)

Optimales Verhältnis zwischen PV und Windenergie



Höchste erforderliche
mittlere
Transportkapazität:
15 GW (in D) – Max.
>>>

Erforderliche
Speicher-
kapazität:
0,5% - 8% des
mittleren Europäischen
Stromverbrauchs pro
Jahr
16-260 TWh/a

Seite 20

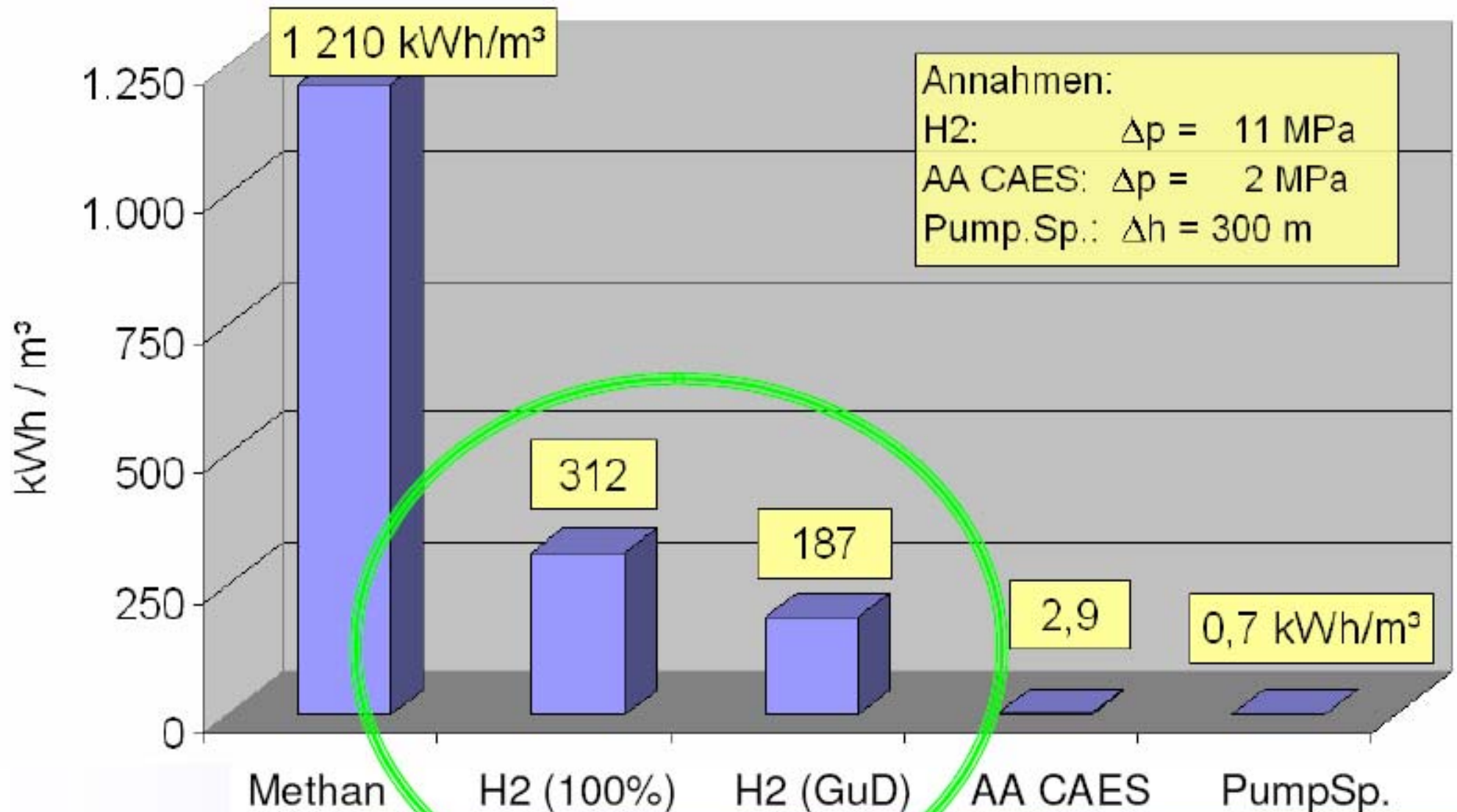
Fluktuation der monatlichen Restlast (EE-Verbrauch) in einem 100% EE Szenario

Verfügbare Speichertechnologien

Einsatz	Technologie	Beispiel
Kurzzeit < 10 h	Elektrochemische Speicher	3 kW PV-Dach 20 kWh Li
Brückentechnologie zur Langzeit- Speicherung	Druckluft	400 MW Windpark 600 MWh Kavernen- speicher
Langzeit < 1-100 d	Wasser Wasserstoff EE-Methan	100 TWh

Kann Wasserstoff-Speicherung weiter helfen?

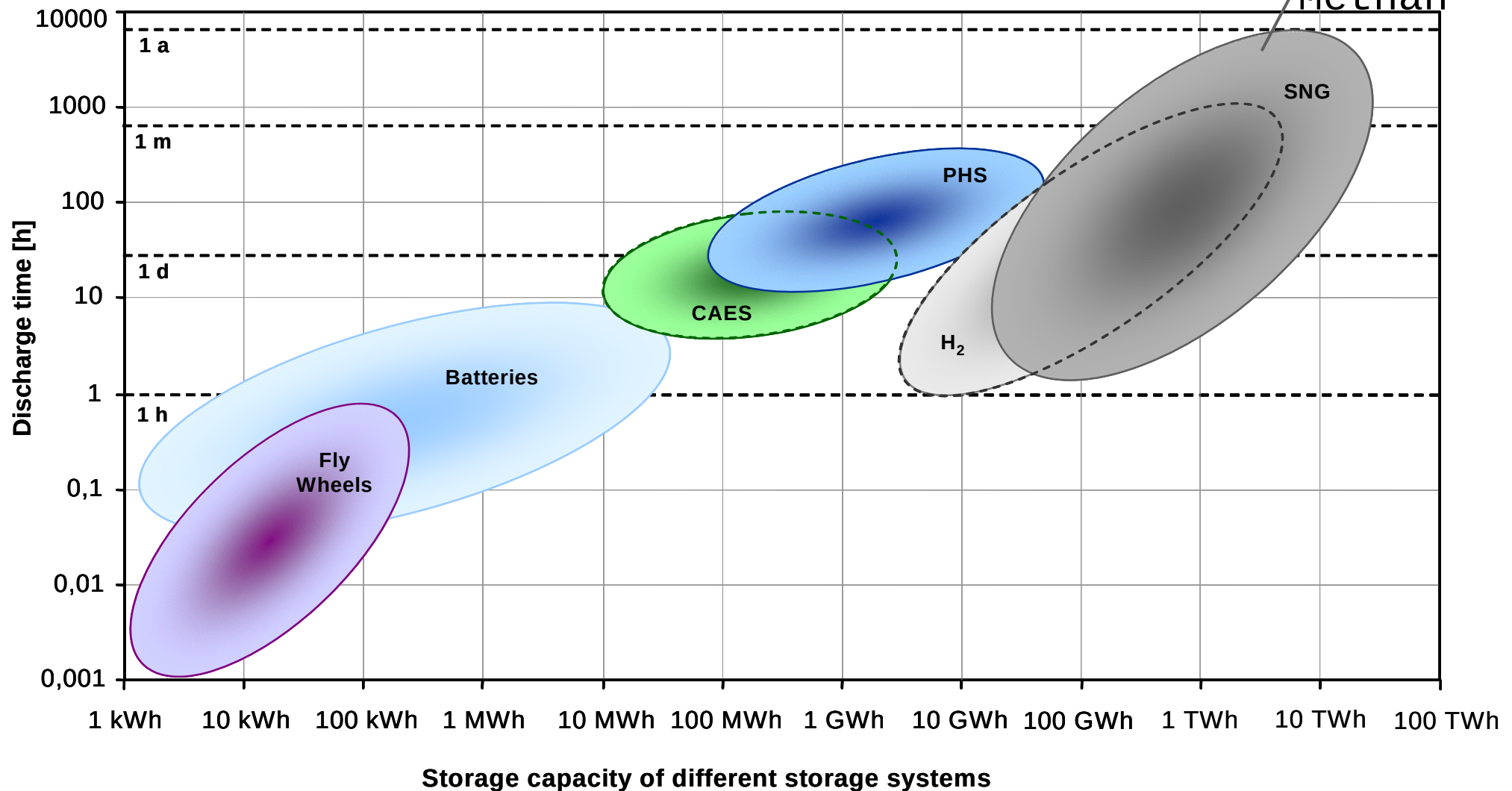
Energie-Speicherdichte pro Volumen in kWh / m³



Speicherkapazitäten und Reichweiten von Speichern

EE-

Methan



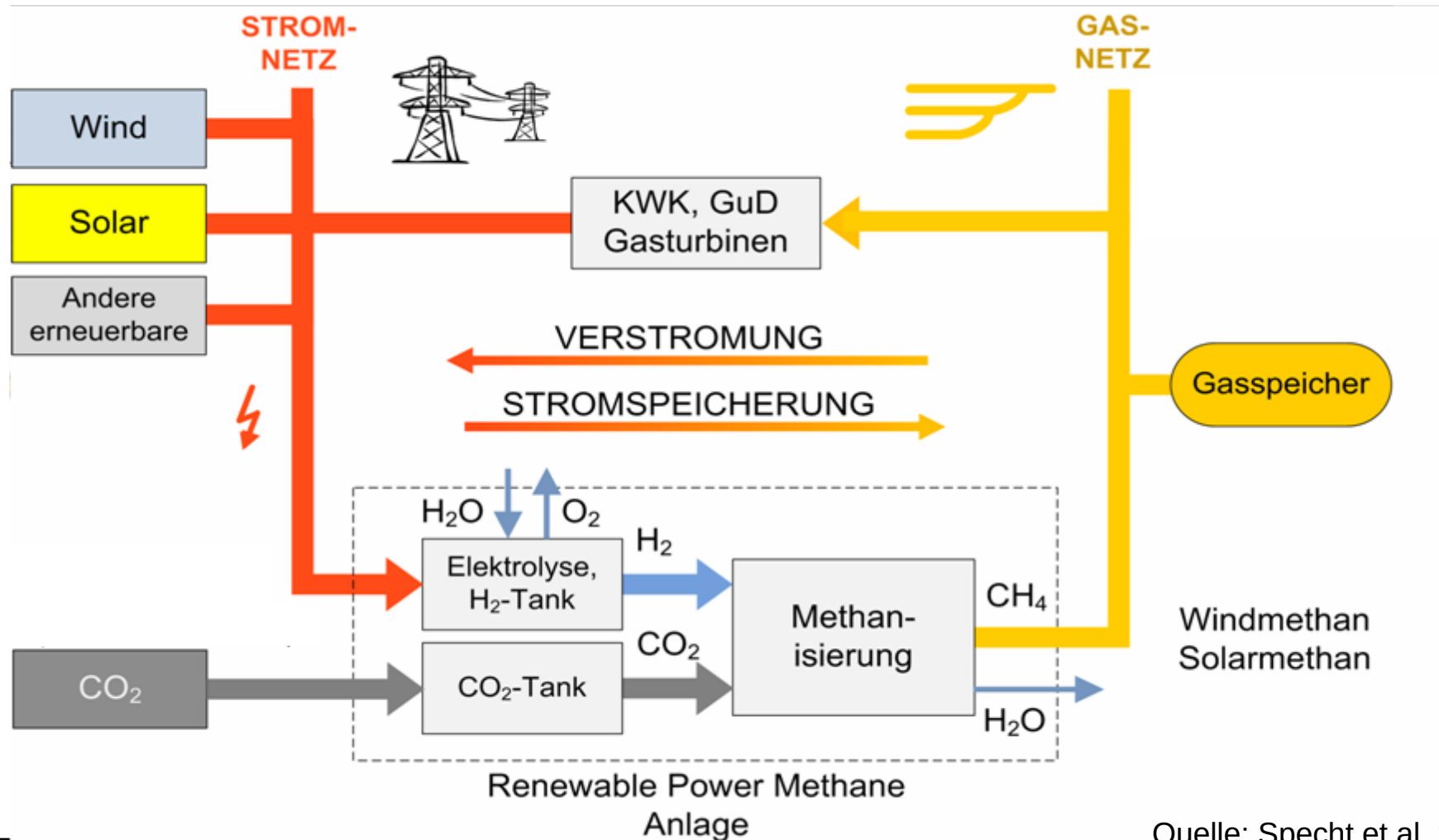
Seite 23

→ der größte vorhandene nationale "Speichersee" ist das Erd

Quelle: Specht et al, 2010

Renewable Power (to) Methane – Renewables-to-SNG

Stromspeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz



Quelle: Specht et al, 2009
Stern, 2009

Zusammenfassung

Eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien ist
technisch möglich
erfordert massiven Einsatz von IKT
ökonomisch vorteilhaft auf lange Sicht
ökologisch / klimatechnisch notwendig

Herausforderungen

Umbau der Energieversorgungsstrukturen
Hoher Investitionsaufwand zu Beginn
Technologie- und Wissenstransfer
“Transformation” des Bewusstseins

Entscheidend

politischer Wille & Bewusstseinswandel

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

kurt.rohrig@iwes.fraunhofer.de

www.fraunhofer.de

www.iwes.fraunhofer.de

+49 561 7294 328

