
Welche Rolle spielt die Speicherung erneuerbarer Energien im zukünftigen Energiesystem?

Prof. Dr. Jürgen Schmid,
Dr. Michael Specht, Dr. Michael Sterner, u.a.

Inhalt

Das Energiekonzept 2050

Fluktuationen im erneuerbaren Energiesystem

- Ausgleichsmaßnahmen
- Speichertechnologien

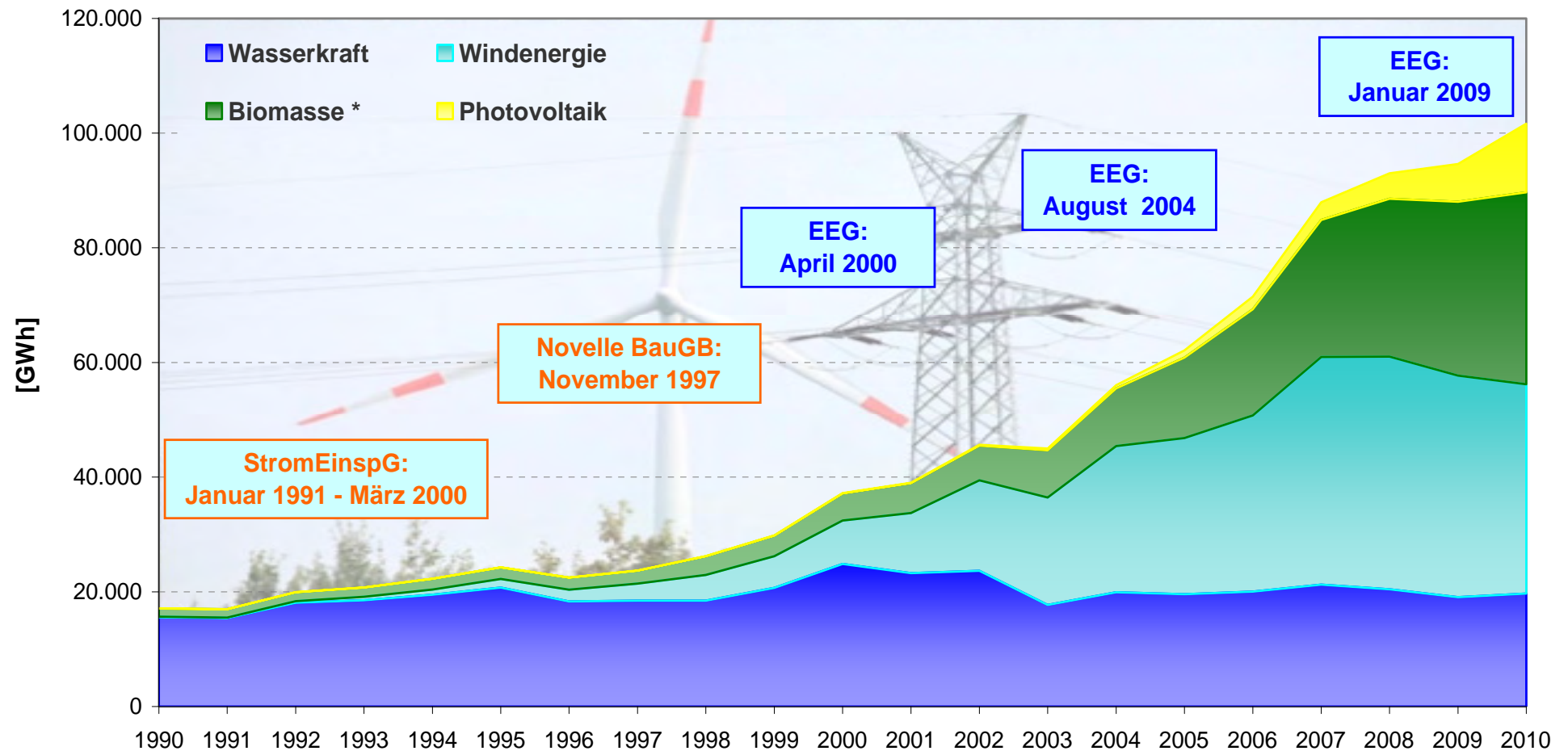
Power-to-Gas

- Konzept
- Speicherpotenzial im Gasnetz

Speicherbedarf

Ausblick

Beitrag erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 1990 - 2010



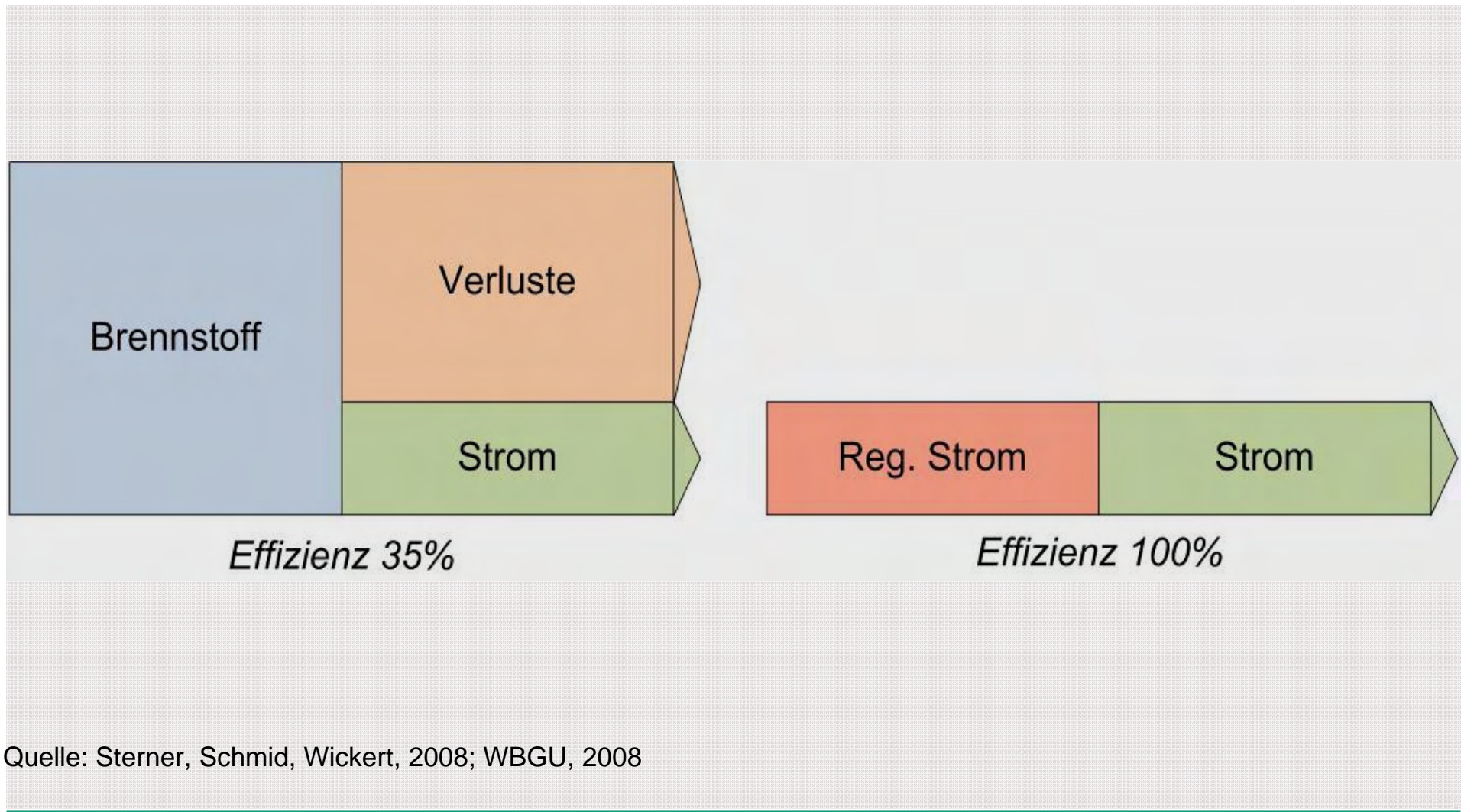
Quelle: BMU, März 2011

* Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; 1 GWh = 1 Mio. kWh;

Aufgrund geringer Strommengen ist die Tiefengeothermie nicht dargestellt; StromEinspG: Stromeinspeisungsgesetz; BauGB: Baugesetzbuch; EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz;

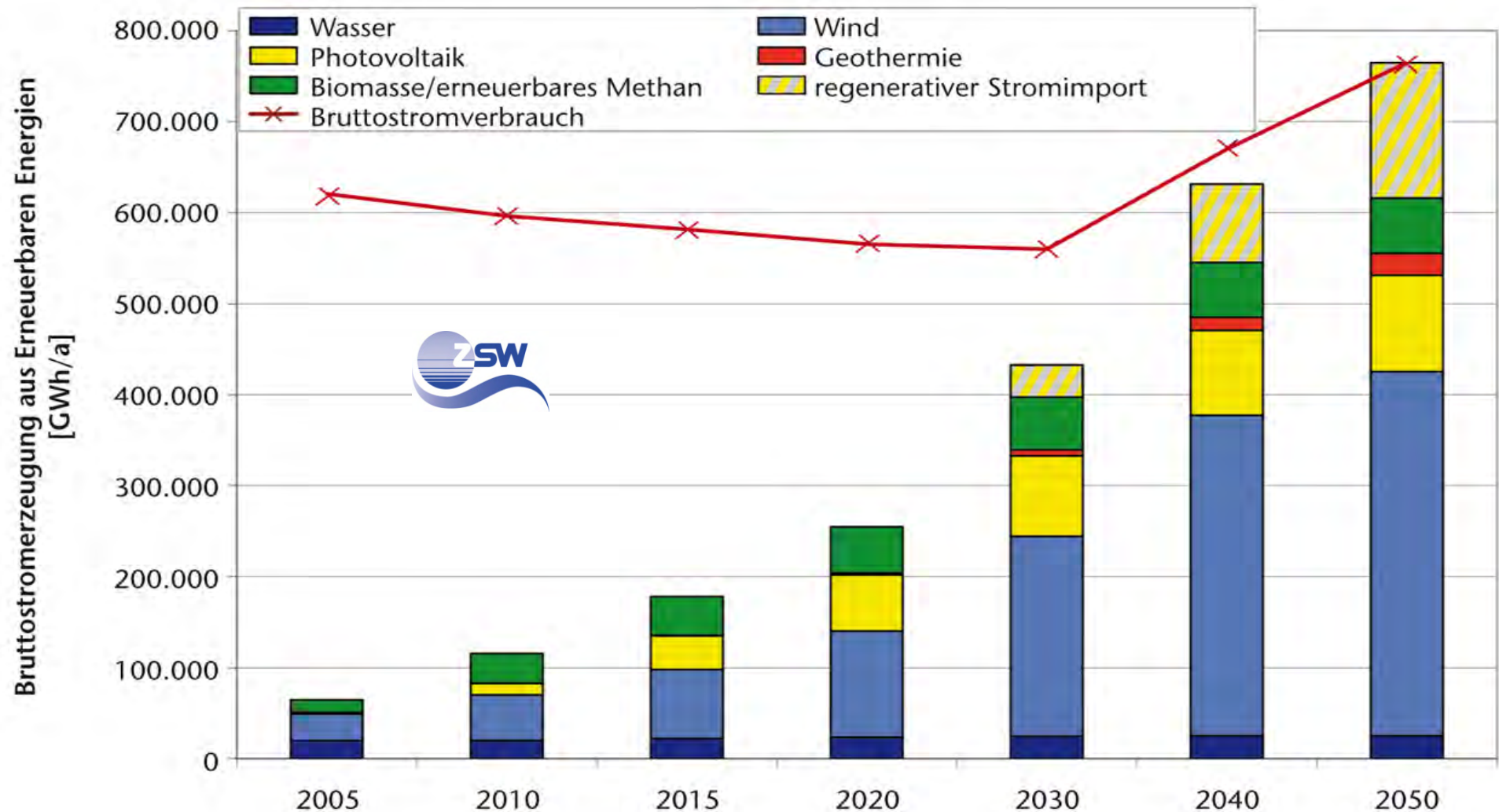
Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Christoph Edelhoff; Stand: März 2011; Angaben vorläufig

Effizienz konventionelle Kraftwerke und direkter Strom aus erneuerbaren Energien

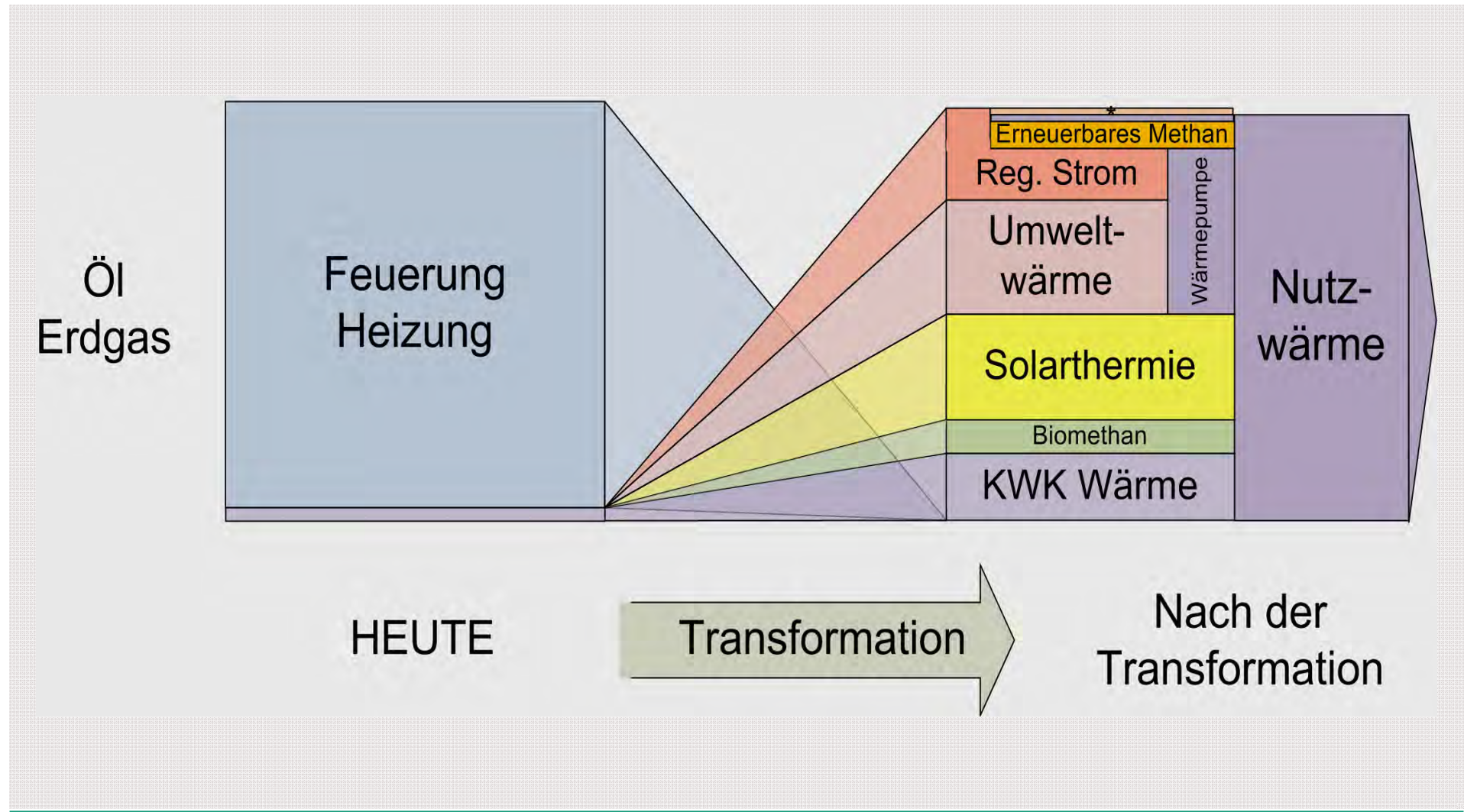


Quelle: Sterner, Schmid, Wickert, 2008; WBGU, 2008

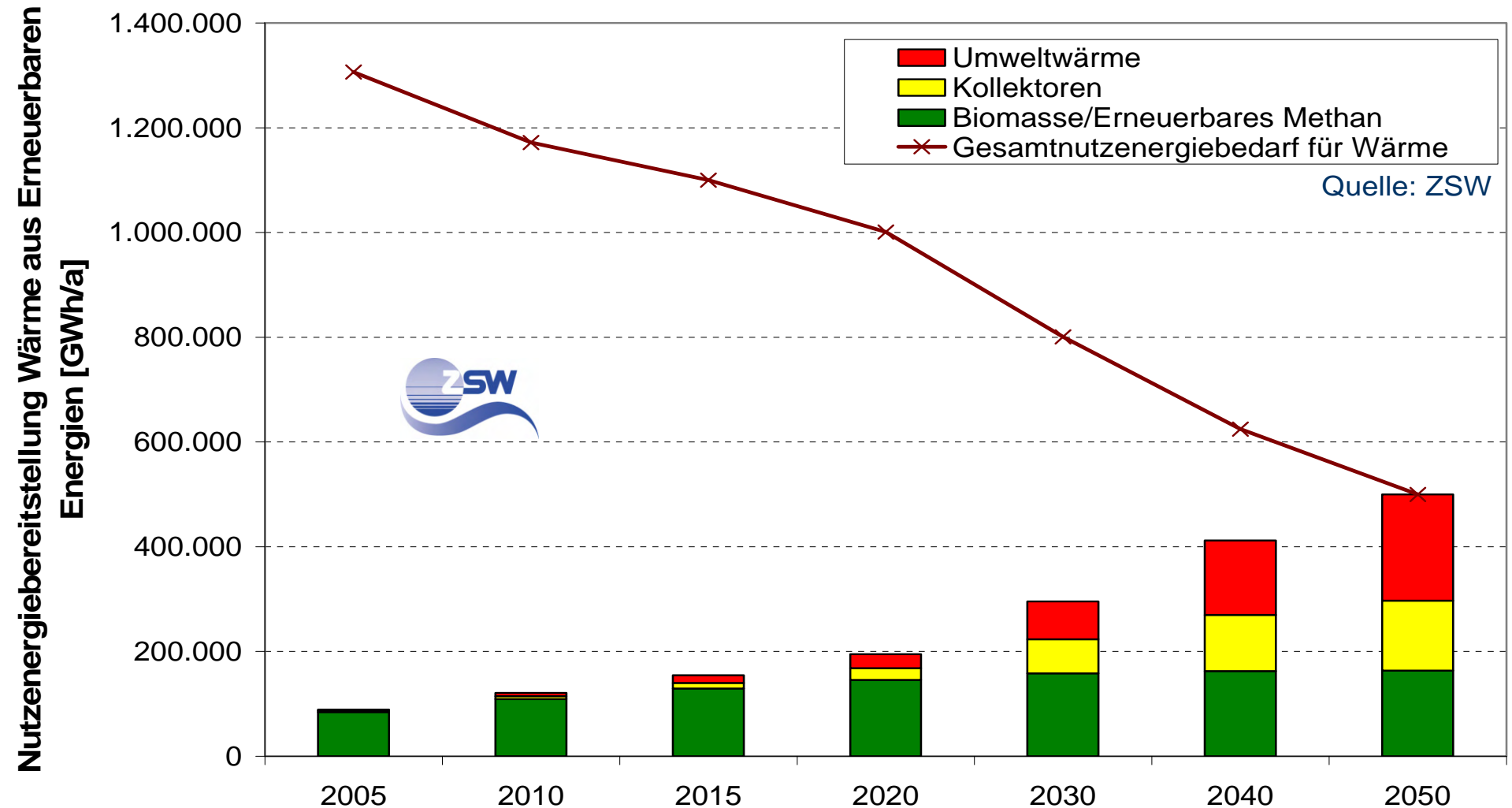
EE-Bruttostromerzeugung und -verbrauch in Deutschland bis 2050



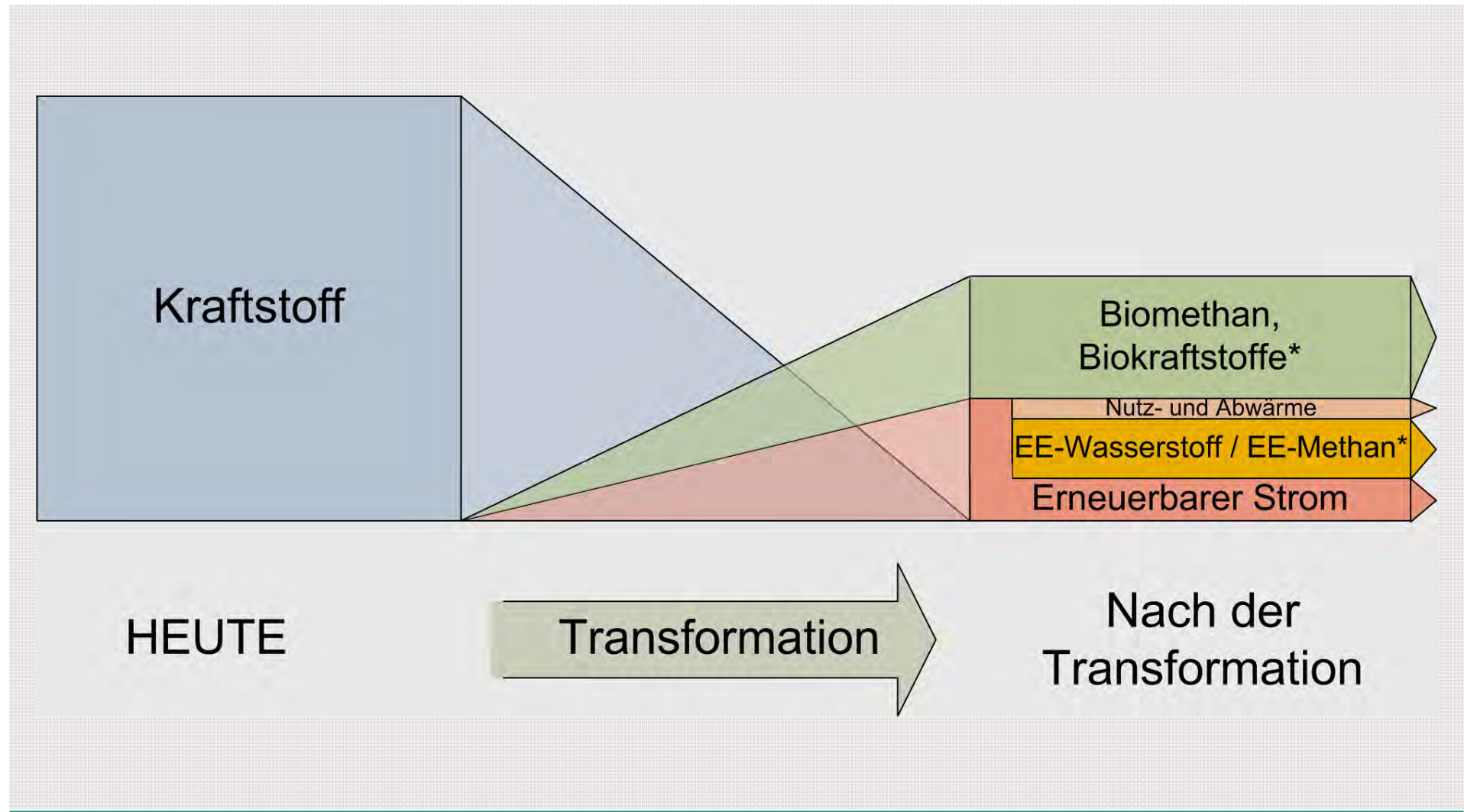
Transformation Wärmesektor



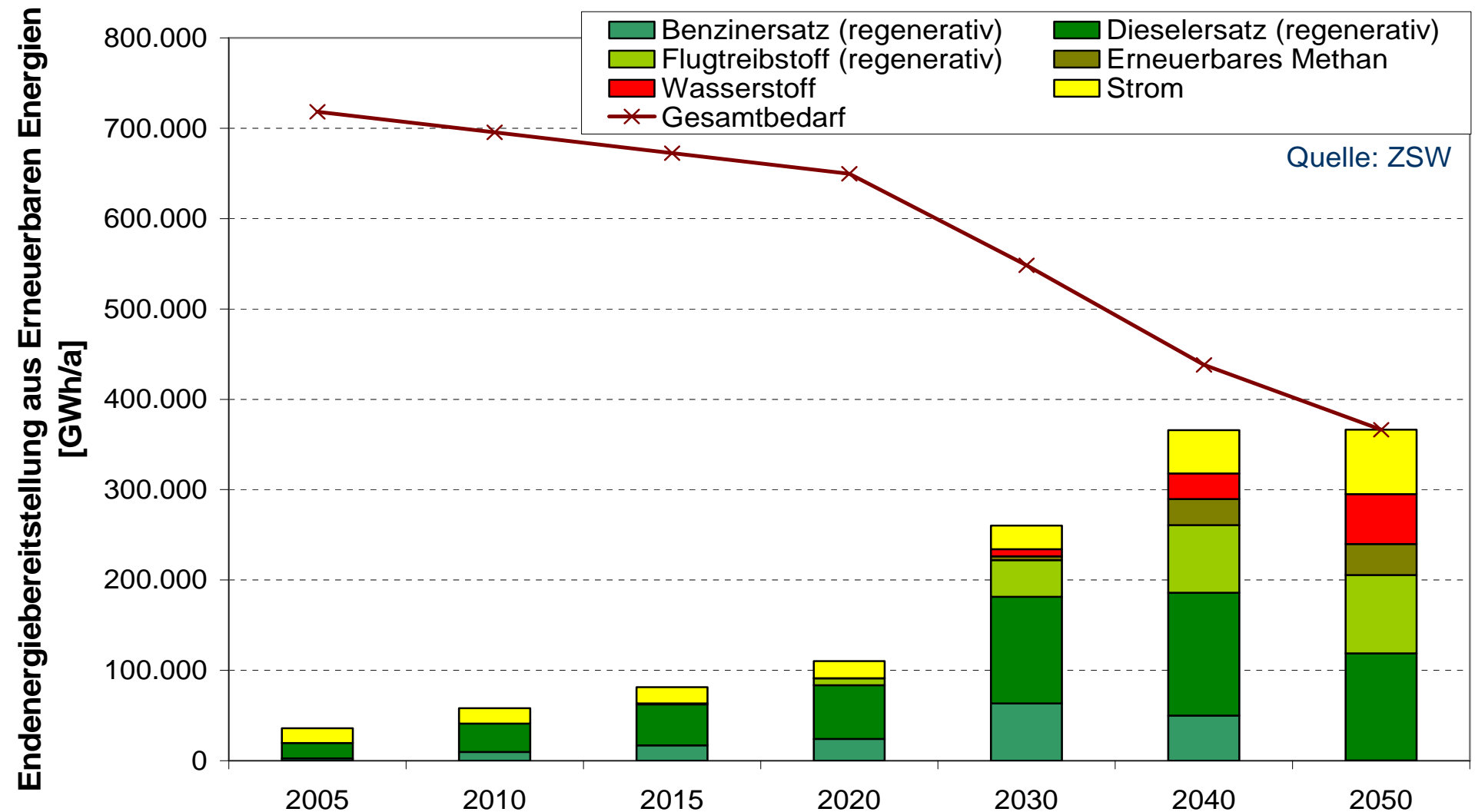
Nutzenergiebereitstellung für Wärme aus erneuerbaren Energien



Transformation Verkehrssektor

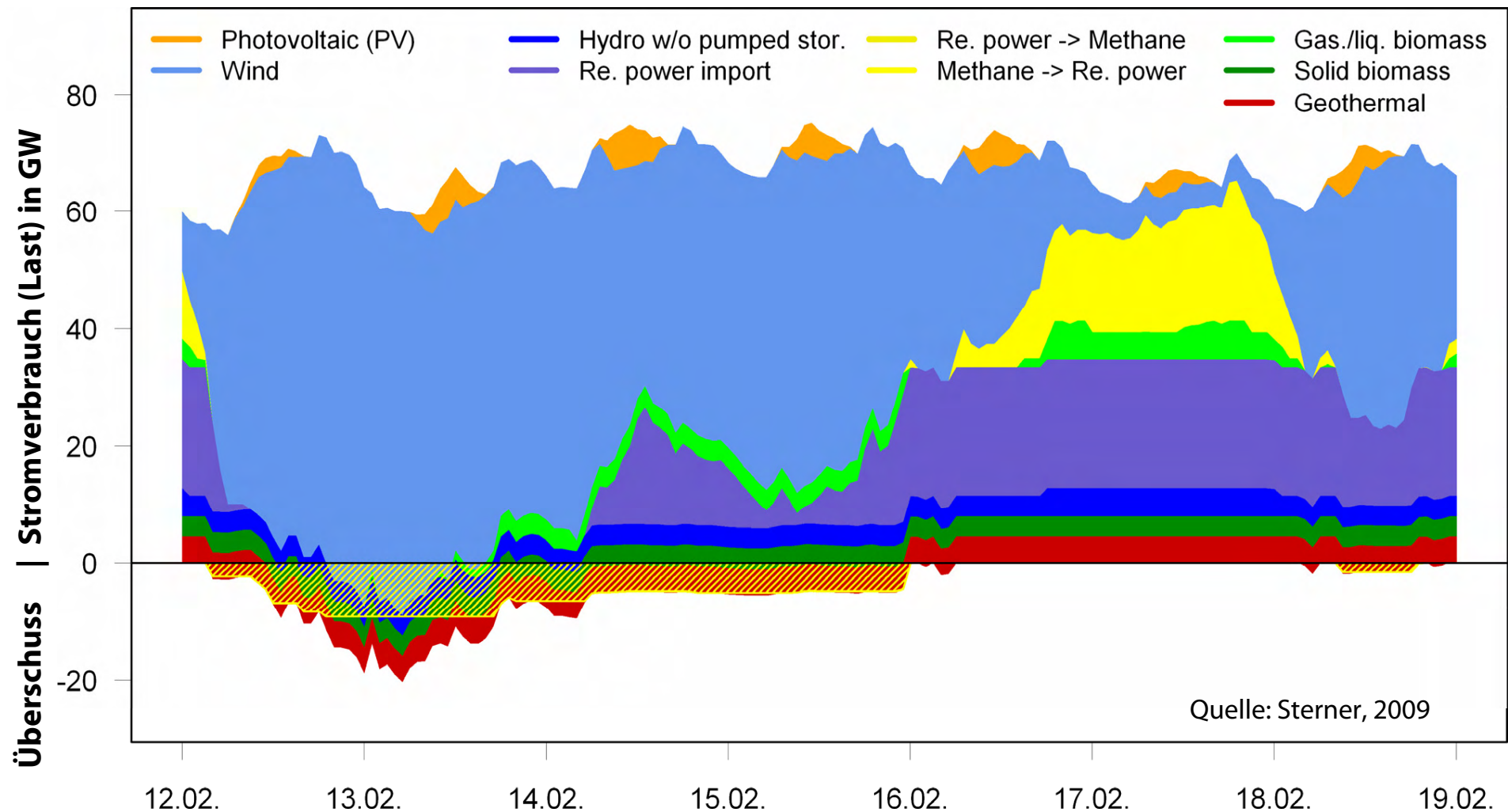


Entwicklung des Endenergiebedarfs des Verkehrs aus erneuerbaren Energien

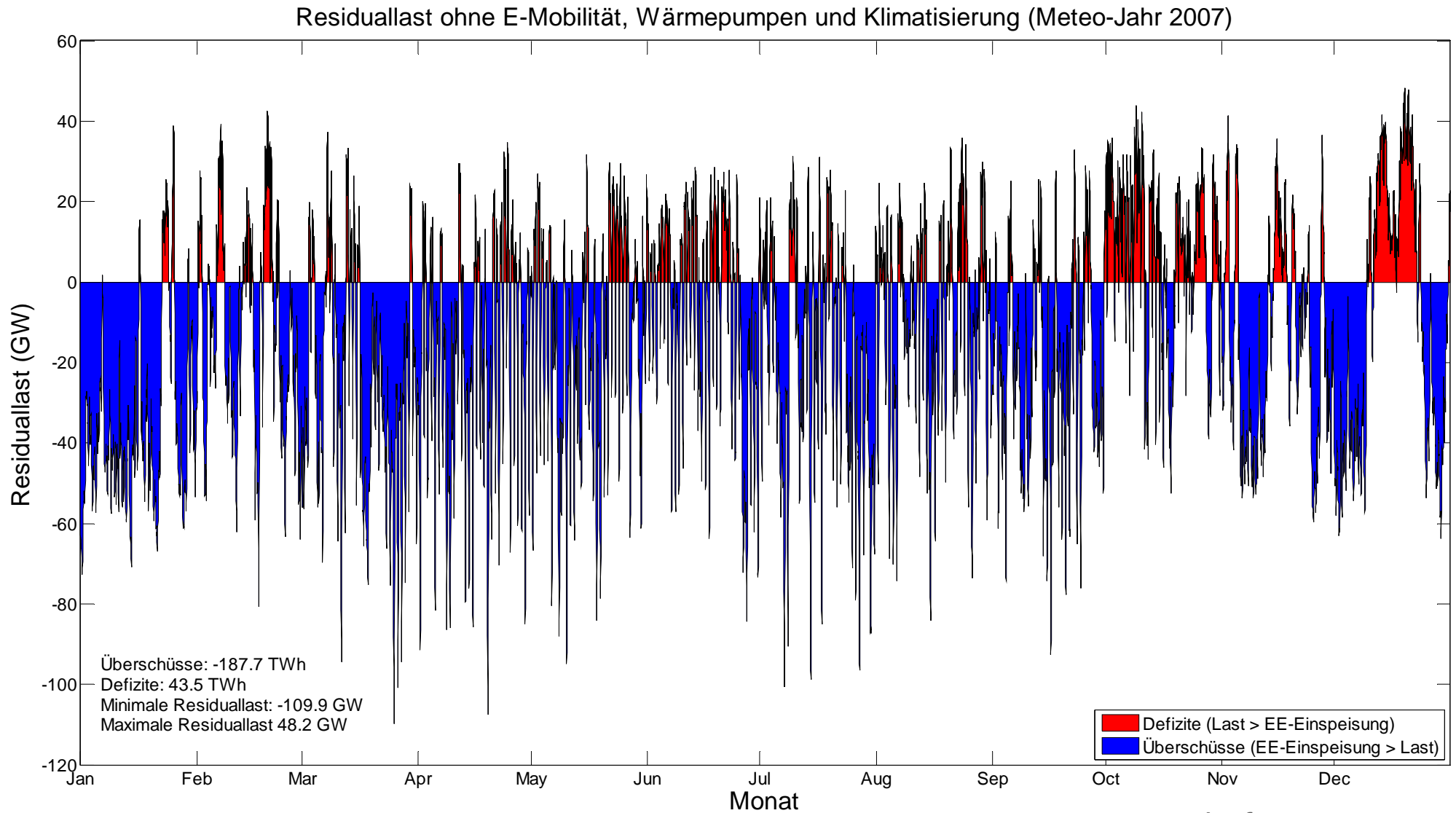


Simulation einer regenerativen Vollversorgung – Strom

Szenario BMU-Leitstudie 2050 x 1,2 für Deutschland



Residuallast ohne E-KFZ, Wärmepumpen und Klimatisierung



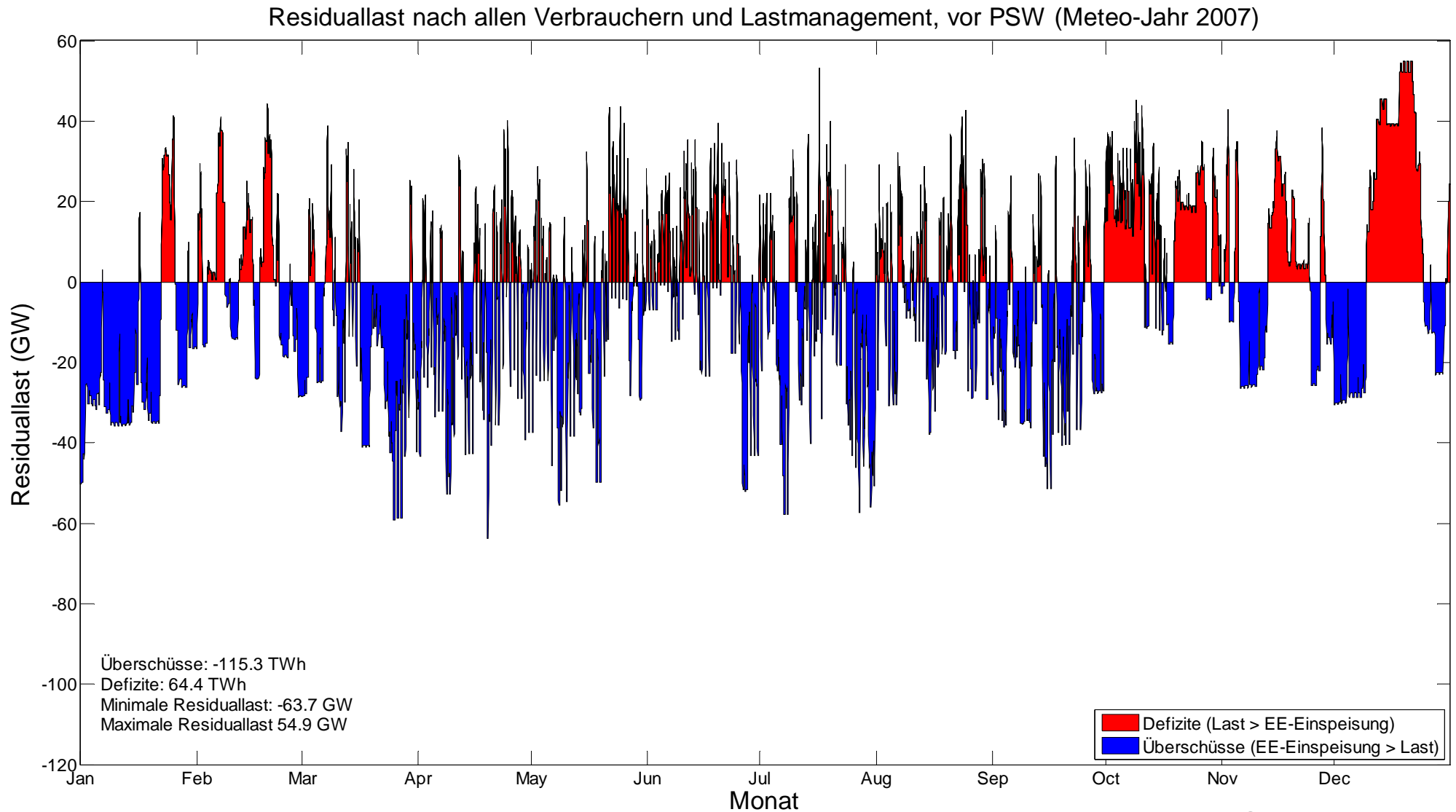
© Fraunhofer IWES 2010

Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES



Residuallast nach Lastmanagement, vor Pumpspeichern



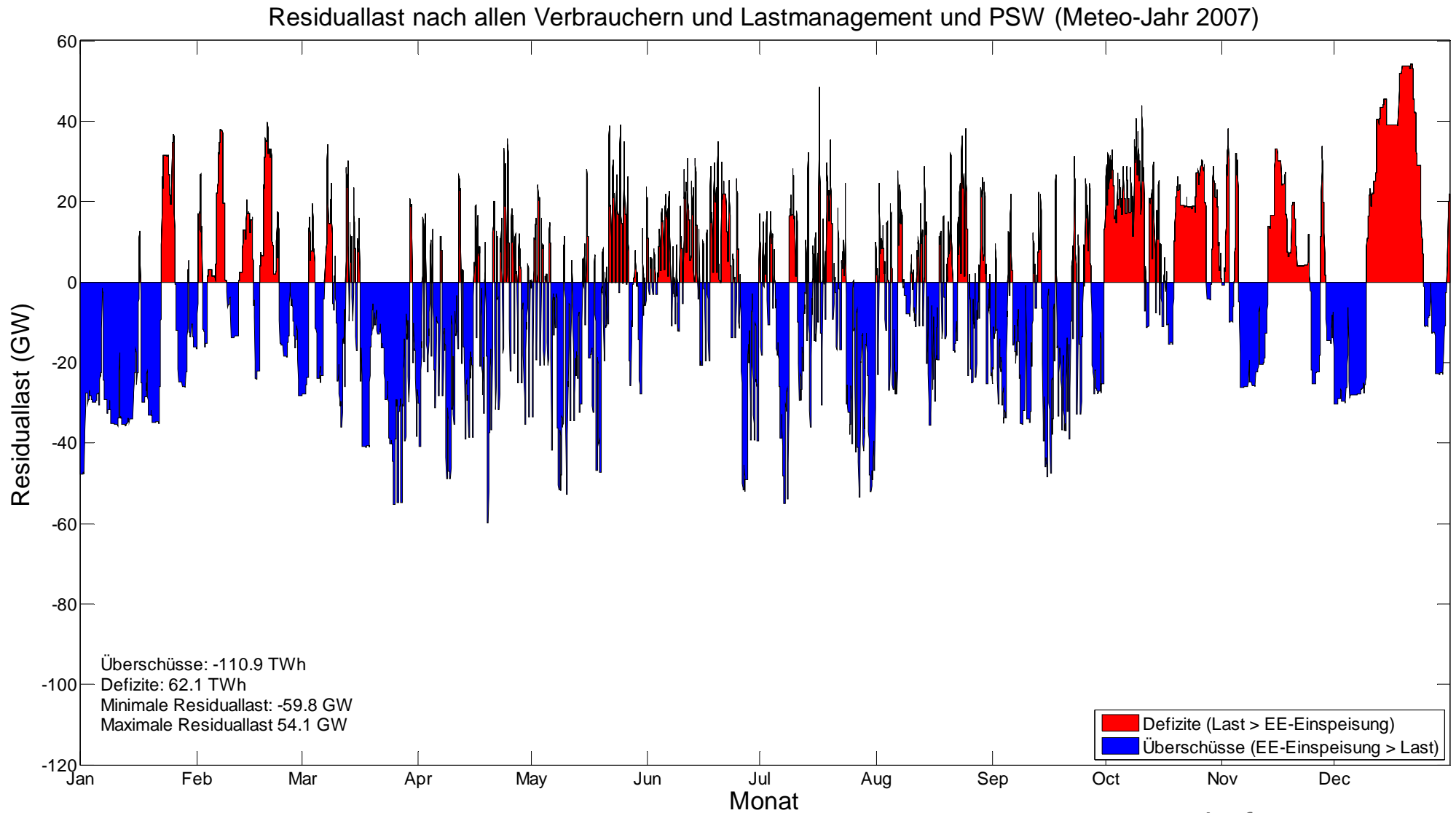
© Fraunhofer IWES 2010

Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES



Residuallast nach Lastmanagement und Pumpspeichern



© Fraunhofer IWES 2010

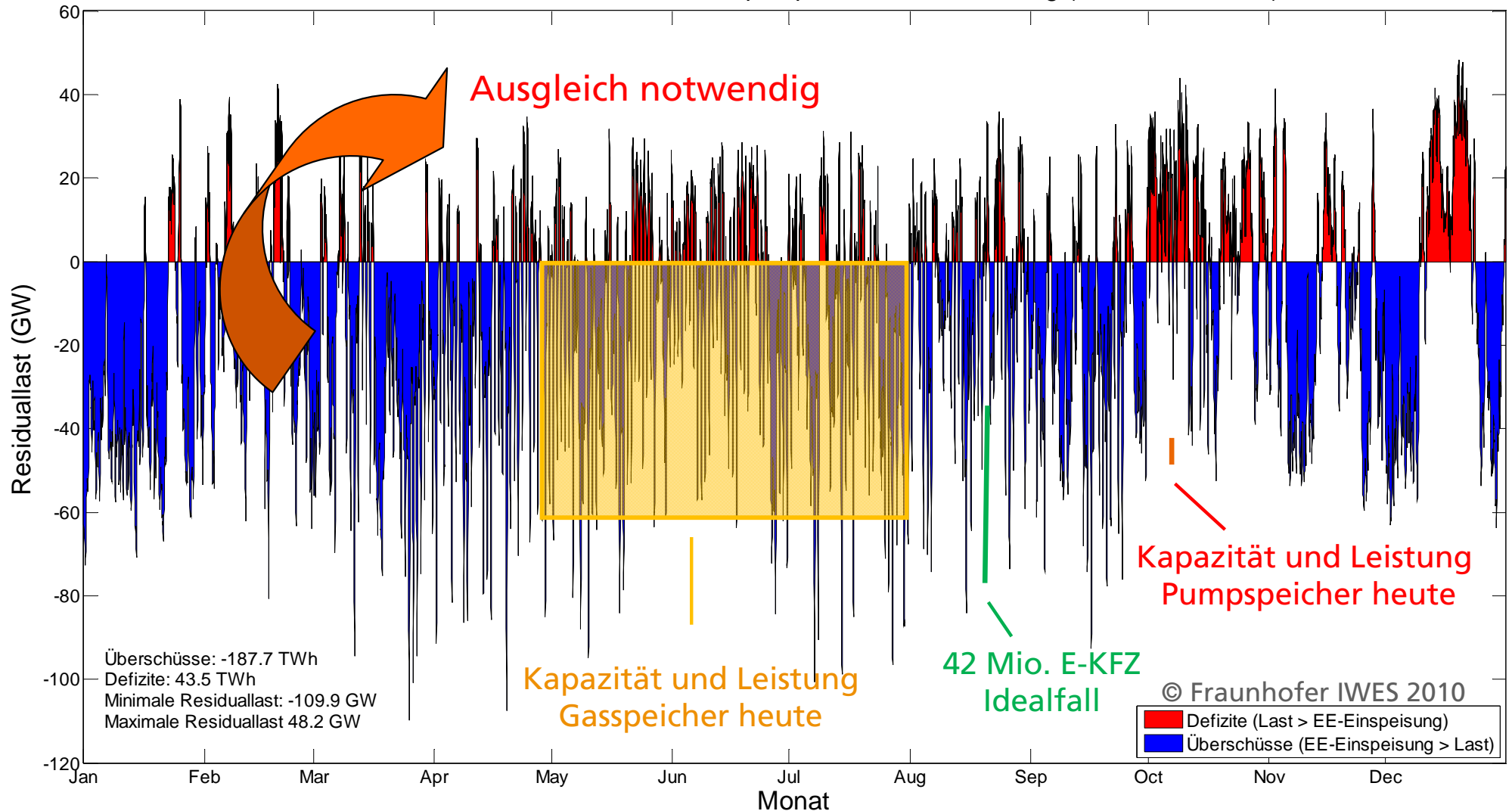
Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES



Eine rein regenerative Energieversorgung hat einen sehr großen Speicherbedarf trotz idealem Netzausbau

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)

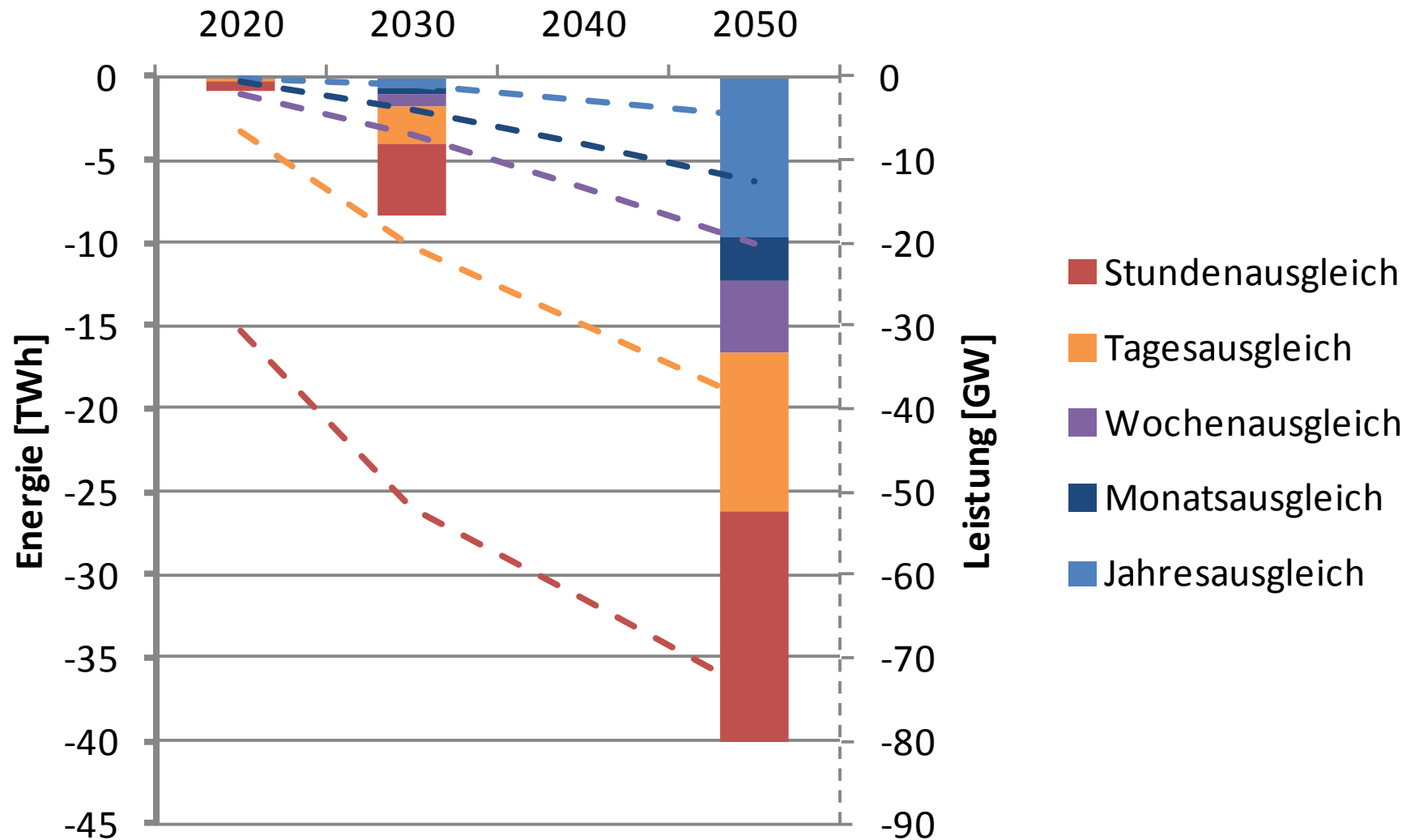


→ Gasspeicher haben die 1500 bis 3000-fache Kapazität aller Pumpspeicher (bei $\eta_{GT,GuD} = 28-55\%$)

Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

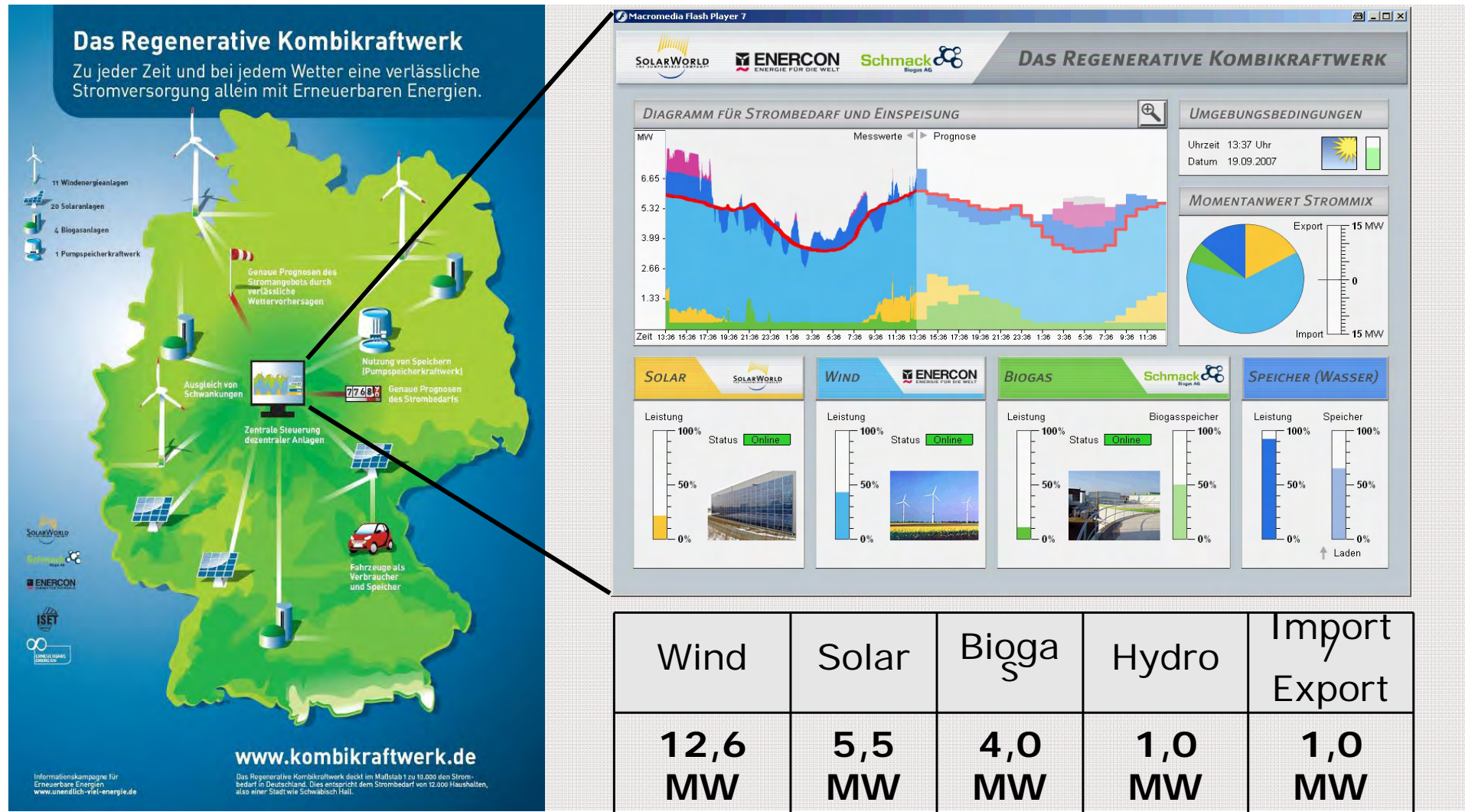
© Fraunhofer IWES

BMU Leitstudie 2011: Ab 2030 relevante Überschussmengen für Langzeitspeicher zu erwarten



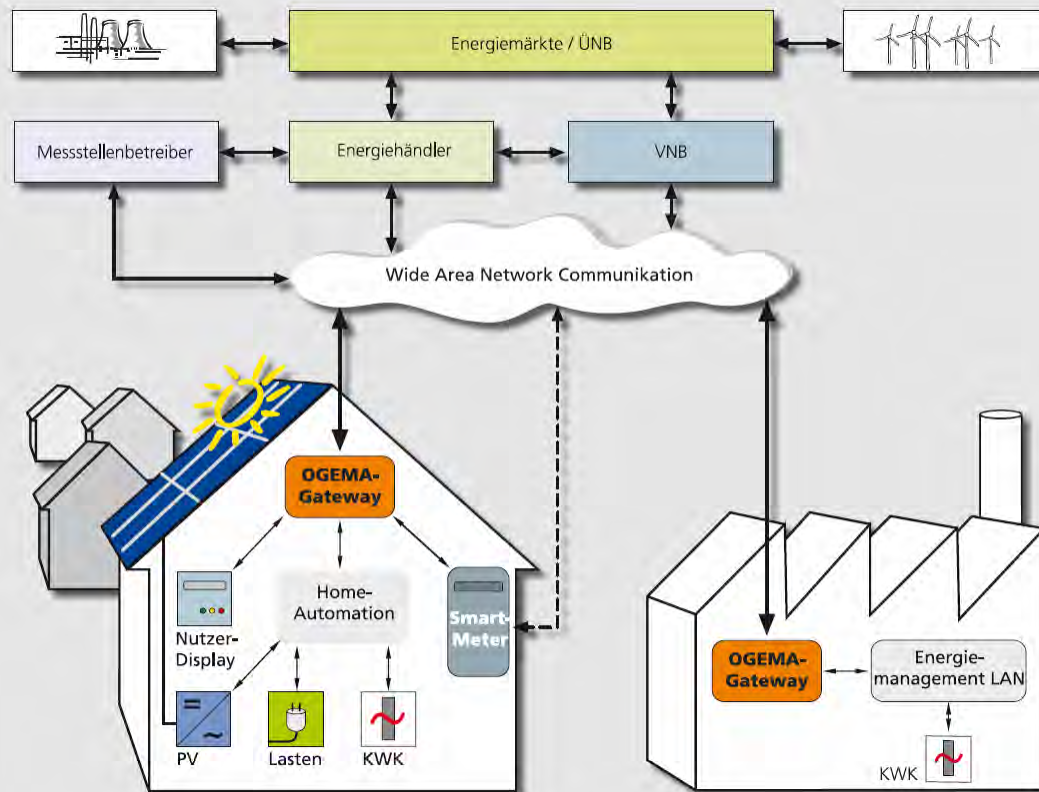
Das Regenerative Kombikraftwerk

Deckung von 1/10.000 der Lastkurve Deutschlands zu jedem Zeitpunkt
Steuerung realer Anlagen



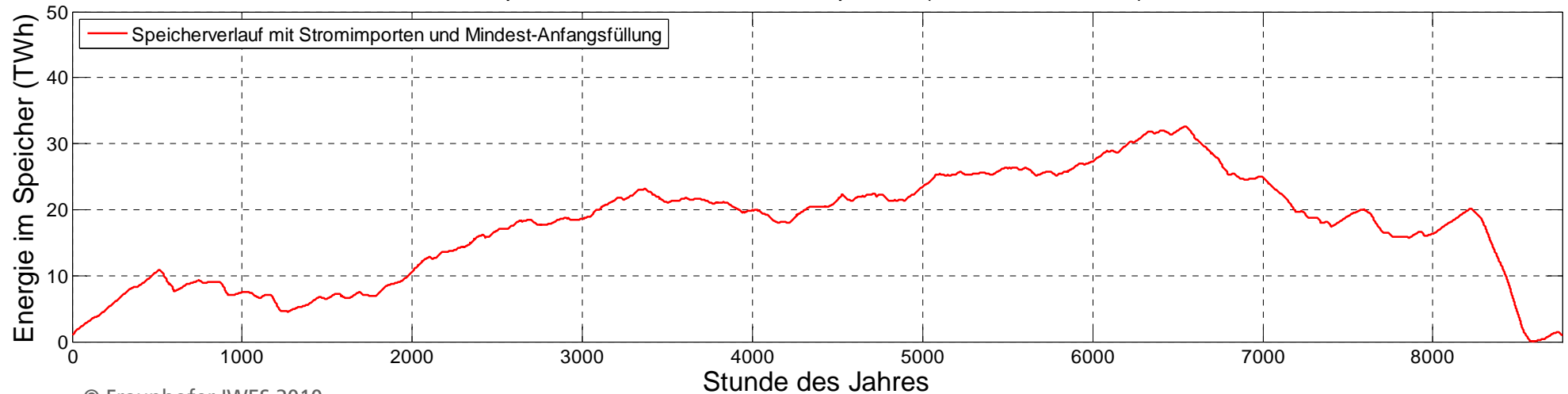
Intelligente Verteilnetze – Geschäftsmodelle und IT

BEMI: Bidirektionales Energiemanagement-Interface

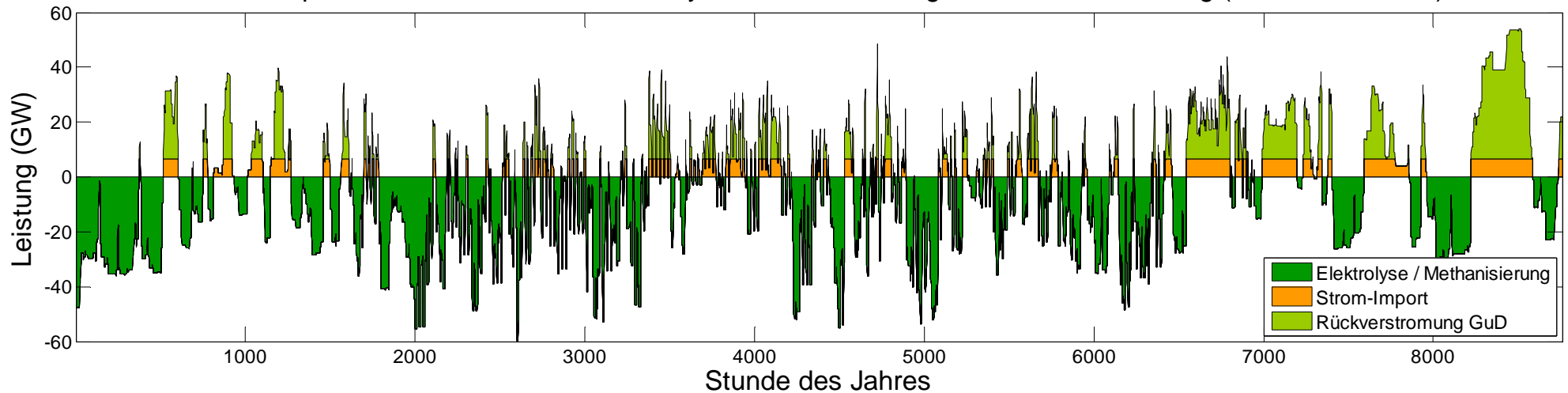


Gasspeichernutzung im 100 %-EE-Szenario des Umweltbundesamtes

Speicherverlauf mit Strom-Importen (Meteo-Jahr 2007)



Strom-Importe sowie Einsatz von Elektrolyse / Methanisierung und Rückverstromung (Meteo-Jahr 2007)



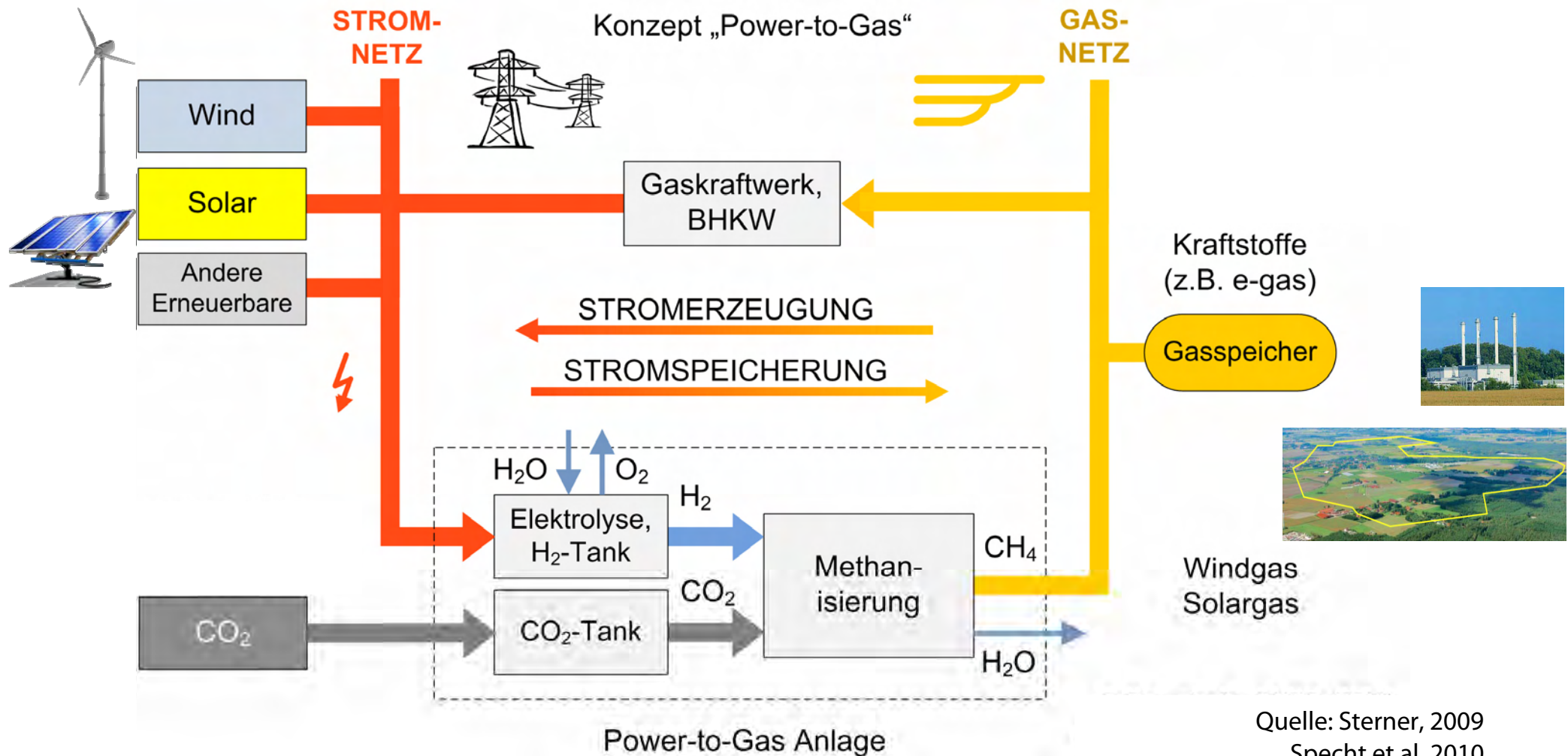
Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% EE-Versorgung

© Fraunhofer IWES

Erneuerbares Gas – Power-to-Gas

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz

→ Technische Nachbildung der Photosynthese



Power-to-Gas – Vorzüge der Energienetze kombinieren

Stromnetz



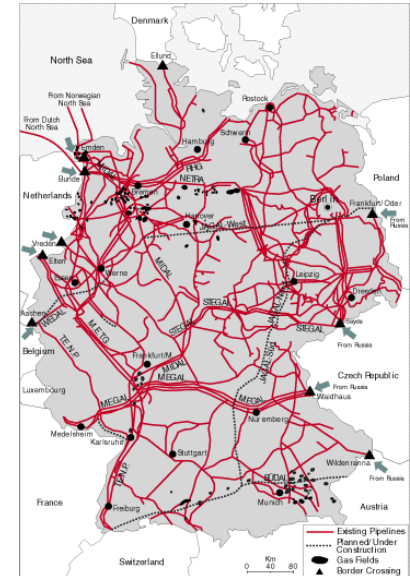
Übertragungskapazität
Einstellige GW

Speicherkapazität
 $0,04 \text{ TWh}_{\text{el}}$

Gasnetz

Zweistellige GW

$220 \text{ TWh}_{\text{th}} + \text{Netze}$



Vor- und Nachteile

+ Hochwertige Energie

Hochpreisige Energie

- Strom kaum speicherbar

+ Direkte Nutzung hocheffizient

- AC-Übertragungsverl. 3-10% / 1000km

+ Universeller Energieträger

Niedrigpreisige Energie

+ Große Speicher

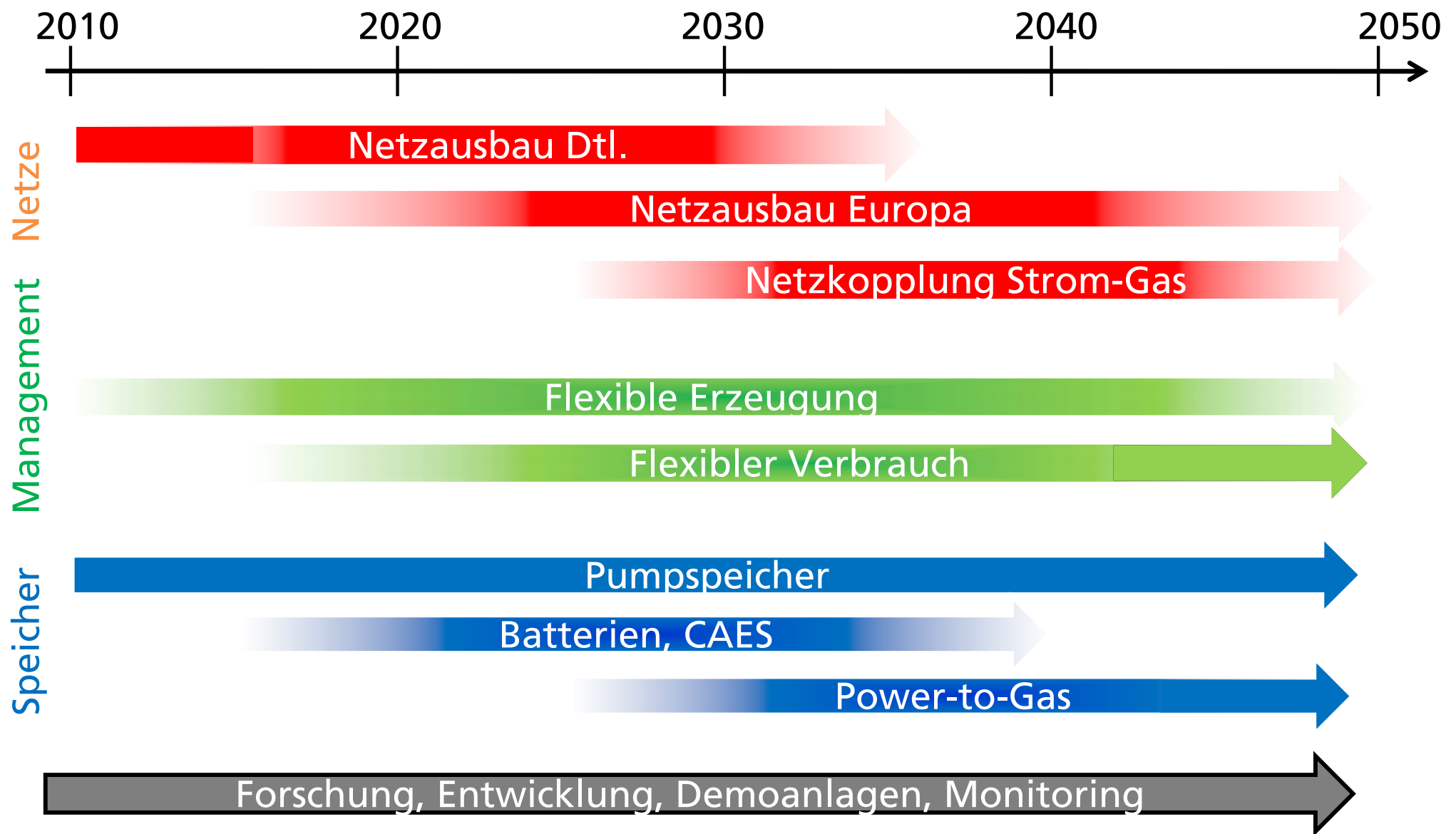
- Umwandlungsverluste hoch

- Übertragungsverluste 0,5% / 1000 km

H₂ Grenzen heute:

2% KFZ; 1% Gas-KW und Speicher

Roadmap Energiewende Systemtransformation Strom

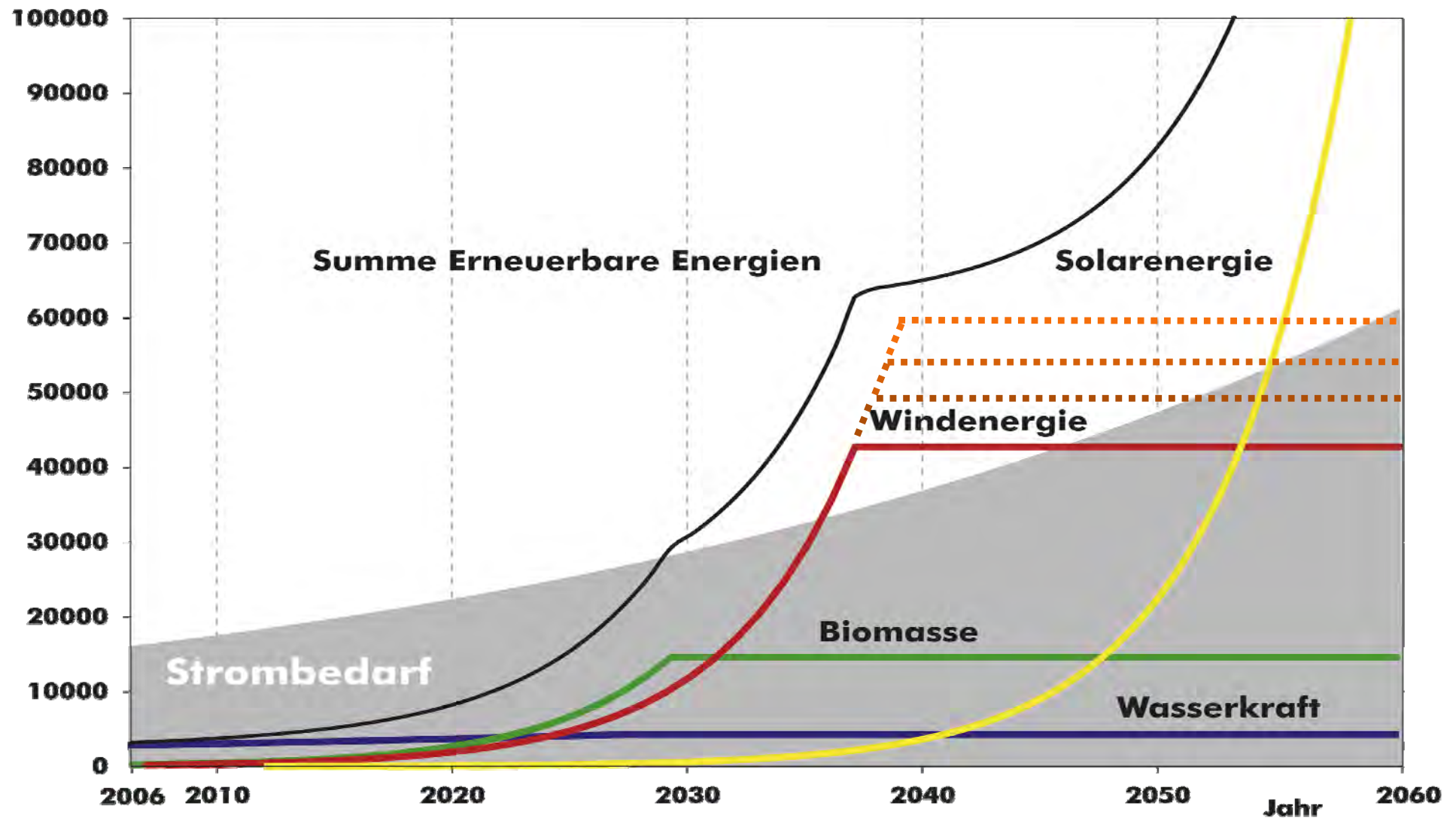


Quelle: IWES, 2011

© Fraunhofer IWES

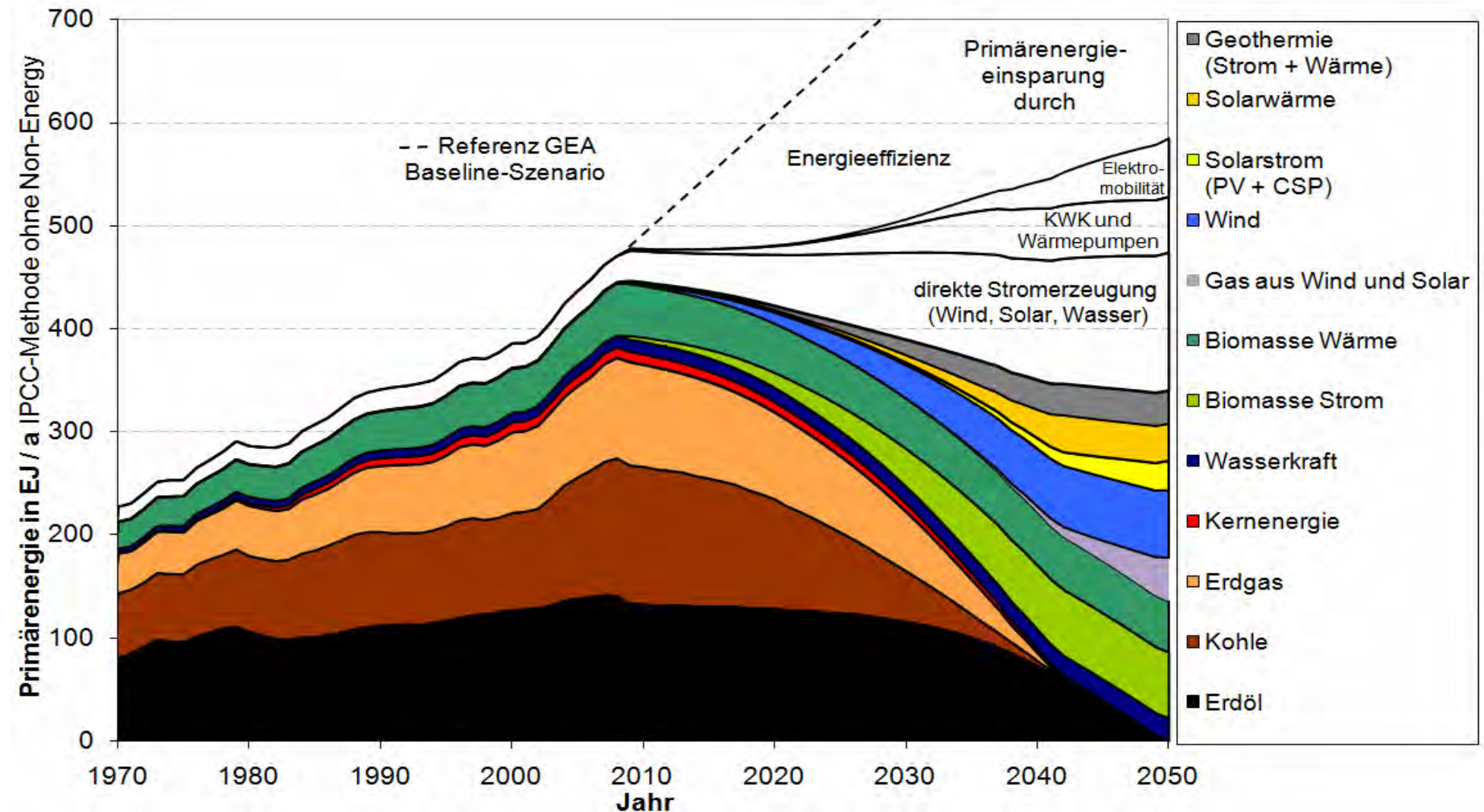
Entwicklungspotential Erneuerbarer Energien

Globale Stromerzeugung in TWh




WBGU-Vision Energiewende auf Basis erneuerbarer Energien

Entwicklung des Primärenergiebedarfs 1970-2050



Wind und Solar können eine stabile Stromversorgung alleine nicht gewährleisten

Vier Ausgleichsmaßnahmen werden notwendig:

1. Flexible Kraftwerke (v.a. Biomasse, Erdgas)
 2. Stromnetze (Netzausbau)
 3. Lastmanagement (Smart Grid)
 4. Speicher
 - Kurzzeitspeicher (Pumpspeicher, Batterien)
 - Langzeitspeicher (Norwegen, Gasnetz)
- 

Wind und Solar in das Gasnetz über Power-to-Gas

Anregungen an die Politik aus Sicht der Wissenschaft

1. Anreize für die Power-to-Gas Technik nur für überschüssigen Strom aus EE setzen
2. Konsequentes Verfolgen der beschriebenen vier Ausgleichsmaßnahmen zur Transformation des Energiesystems mit hohem Anteil EE
3. Sammeln von praktischen Erfahrungen durch die gezielte Anwendung von Power-to-Gas
-> so kann Power-to-Gas Teil der Lösung sein