

Energiewende

Grüner Stammtisch Helfensteiner Land
06. September 2012

- **Rüdiger Höwler**

Energiepolitischer Sprecher

Bündnis90 / Die Grünen

Kreisverband Göppingen

Service-Techniker, Halbleiter-Branche

Rechberghausen, verheiratet, 1 Kind

Mitwirken: LAG Ökologie, AK Energie

BAG Energie

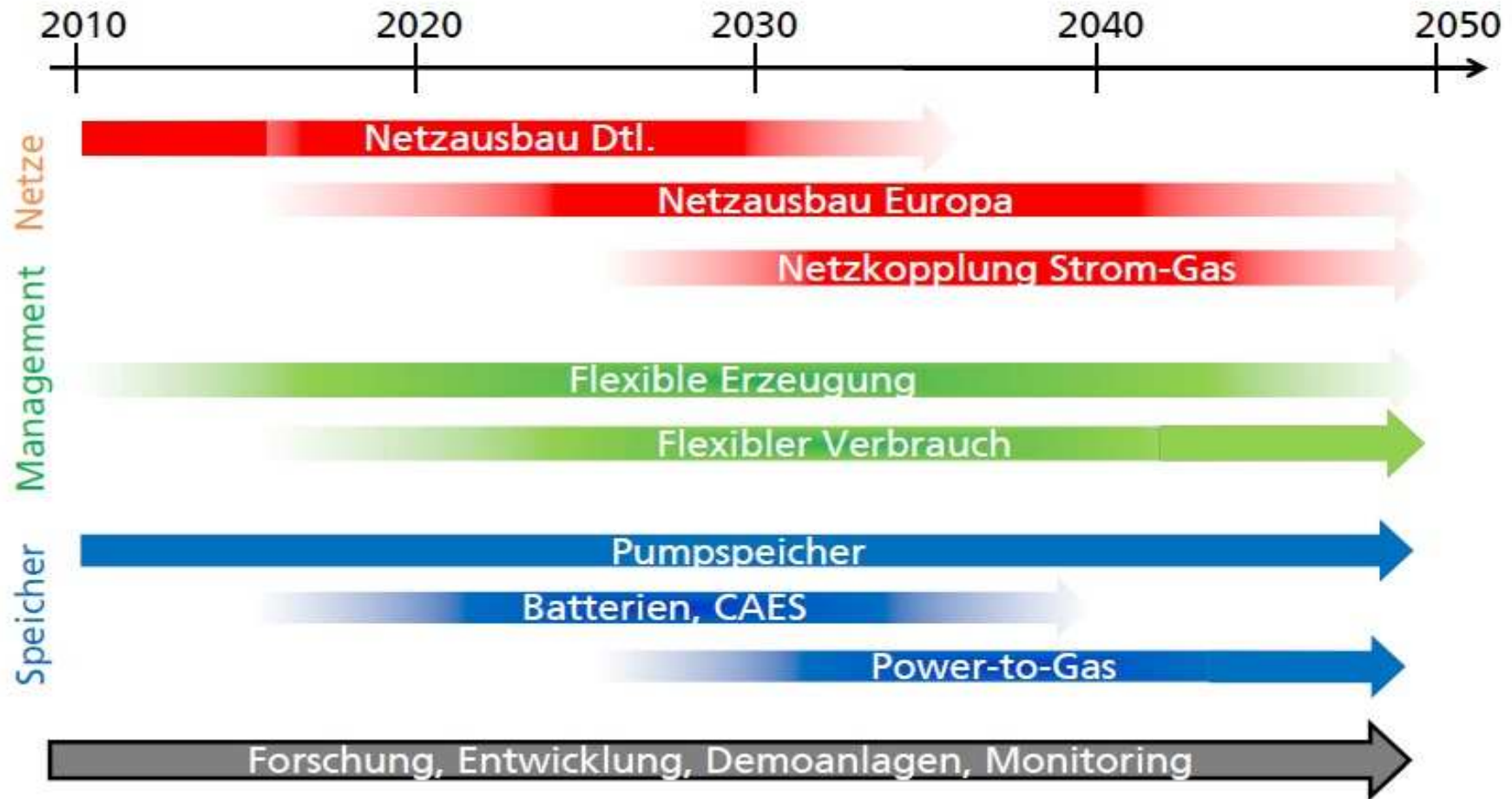
Energiewende

Teil 2

Erzeugung, Netze, Speicher

Energiewende

Roadmap Energiewende Systemtransformation Strom



Energiewende

Erzeugung

Energiewende

Kraftwerkpark traditionell



Energiewende

Strombedarf



Energiewende

Grundlastkraftwerke

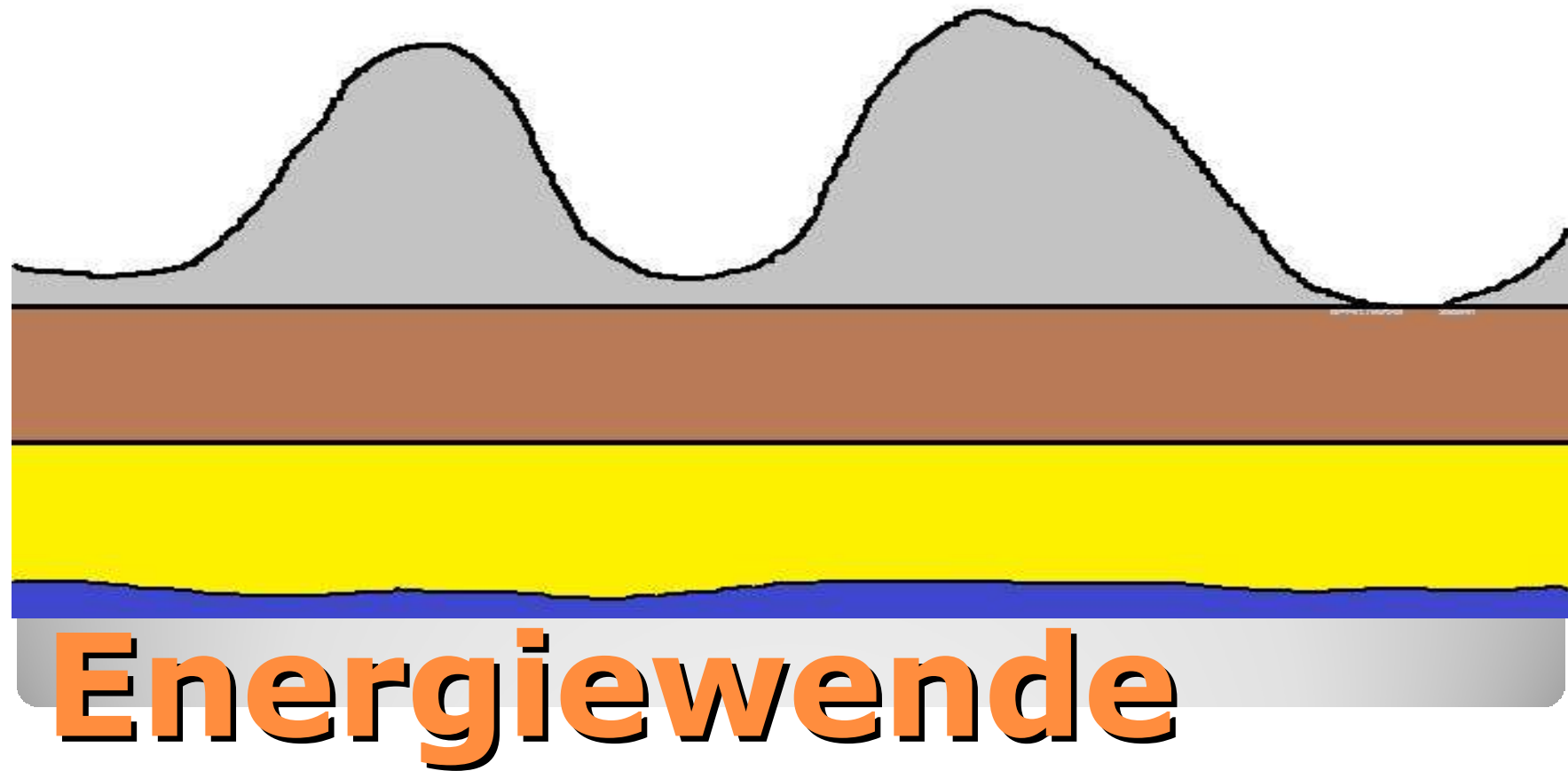


Energiewende

Strombedarf

herkömmliche Abdeckung

- Grundlast (Wasser, Kernenergie, Braunkohle)



Energiewende

Mittellastkraftwerke

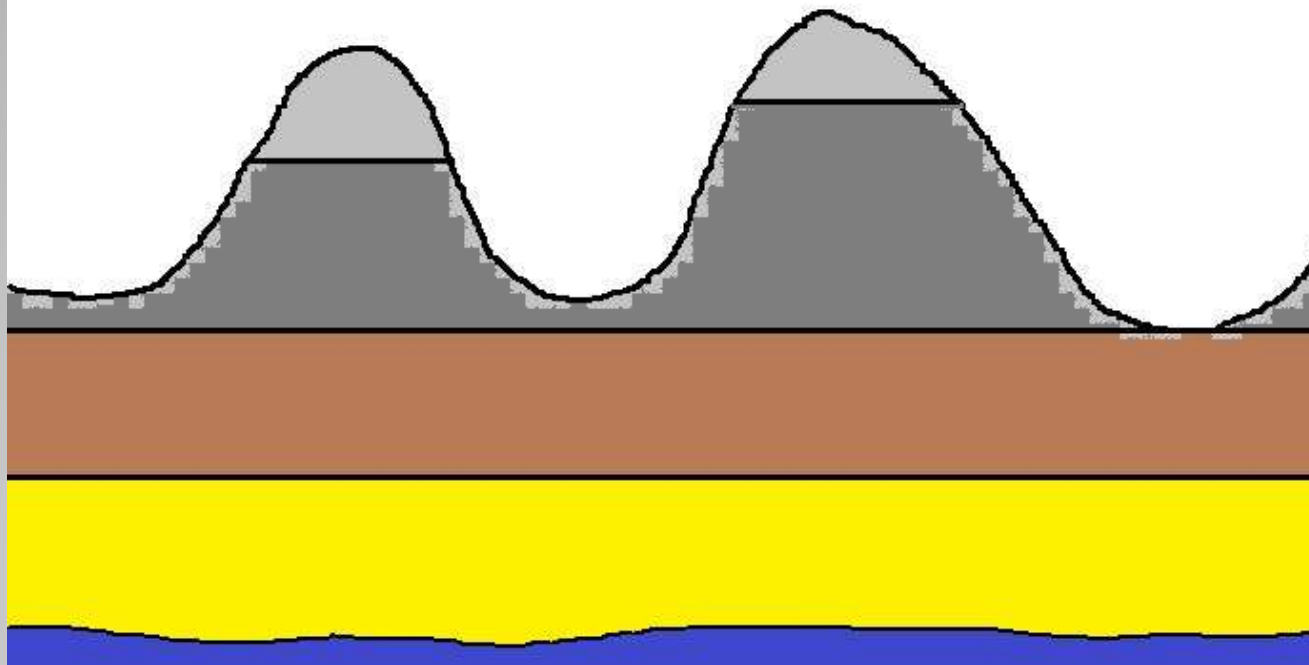


Energiewende

Strombedarf

herkömmliche Abdeckung

- Grundlast (Wasser, Kernenergie, Braunkohle)
- Mittellast (Steinkohle)



Energiewende

Spitzenlastkraftwerke

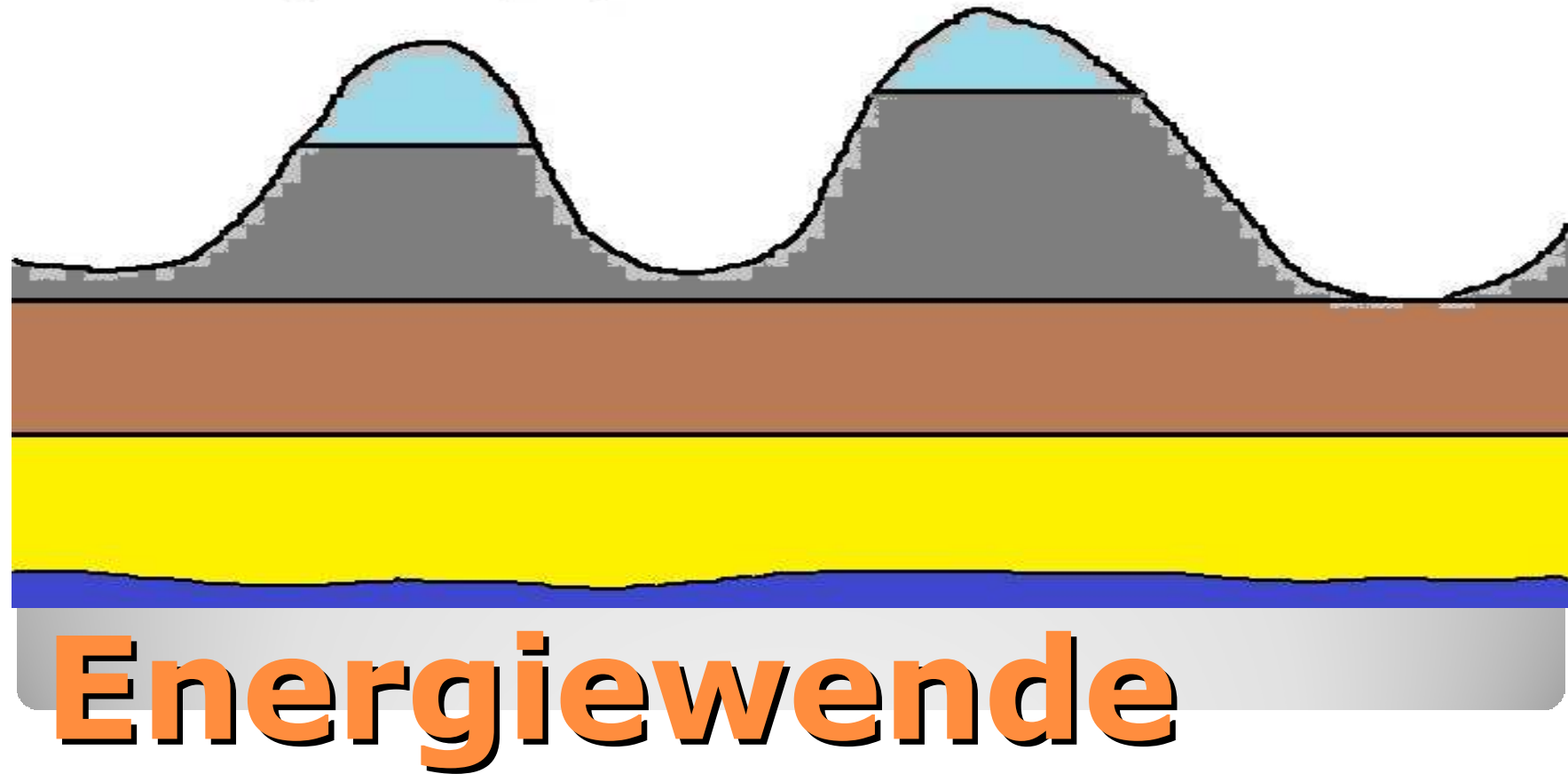


Energiewende

Strombedarf

herkömmliche Abdeckung

- Grundlast (Wasser, Kernenergie, Braunkohle)
- Mittellast (Steinkohle)
- Spitzenlast (Gas)

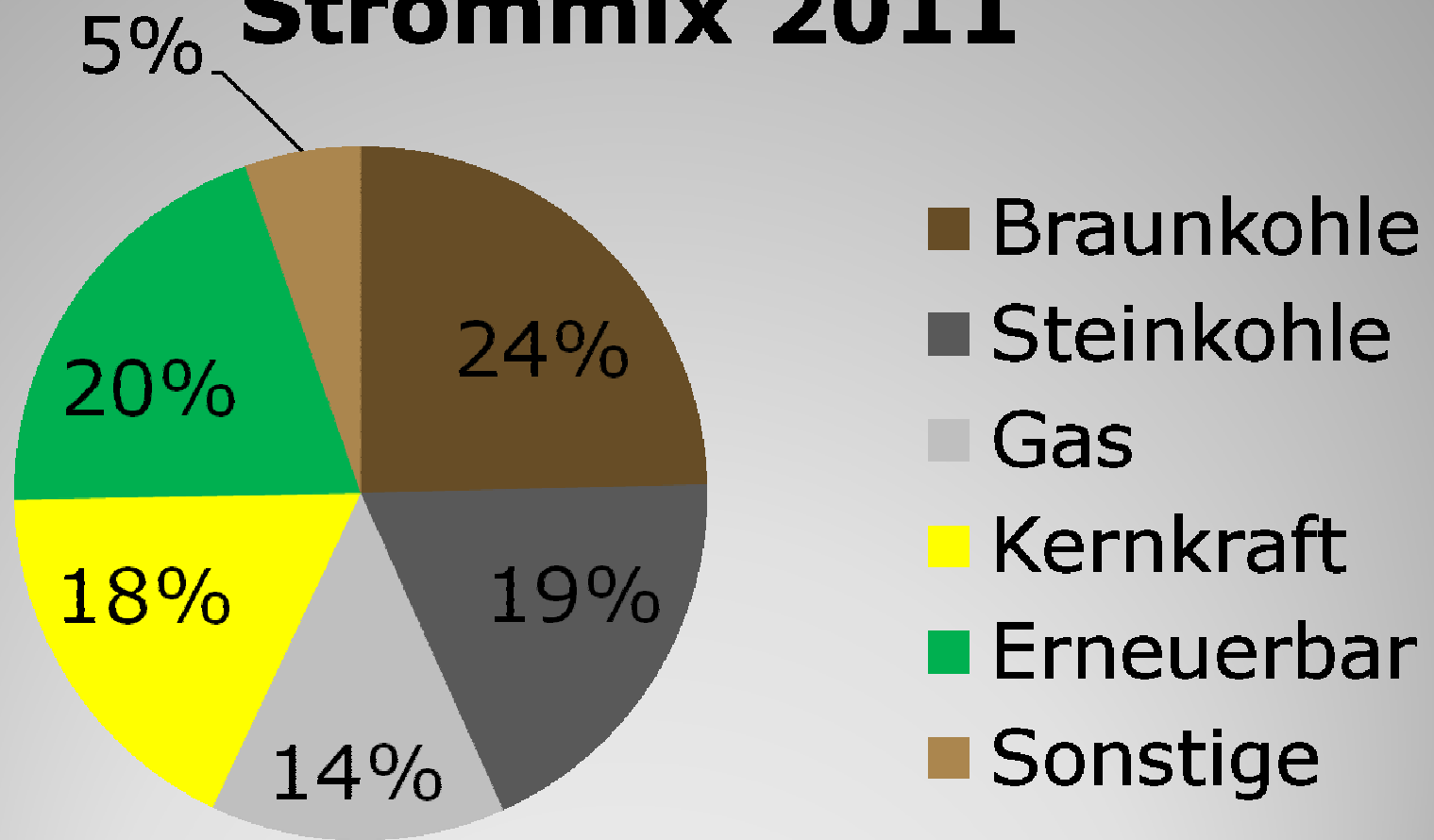


Kraftwerkpark aktuell



Energiewende

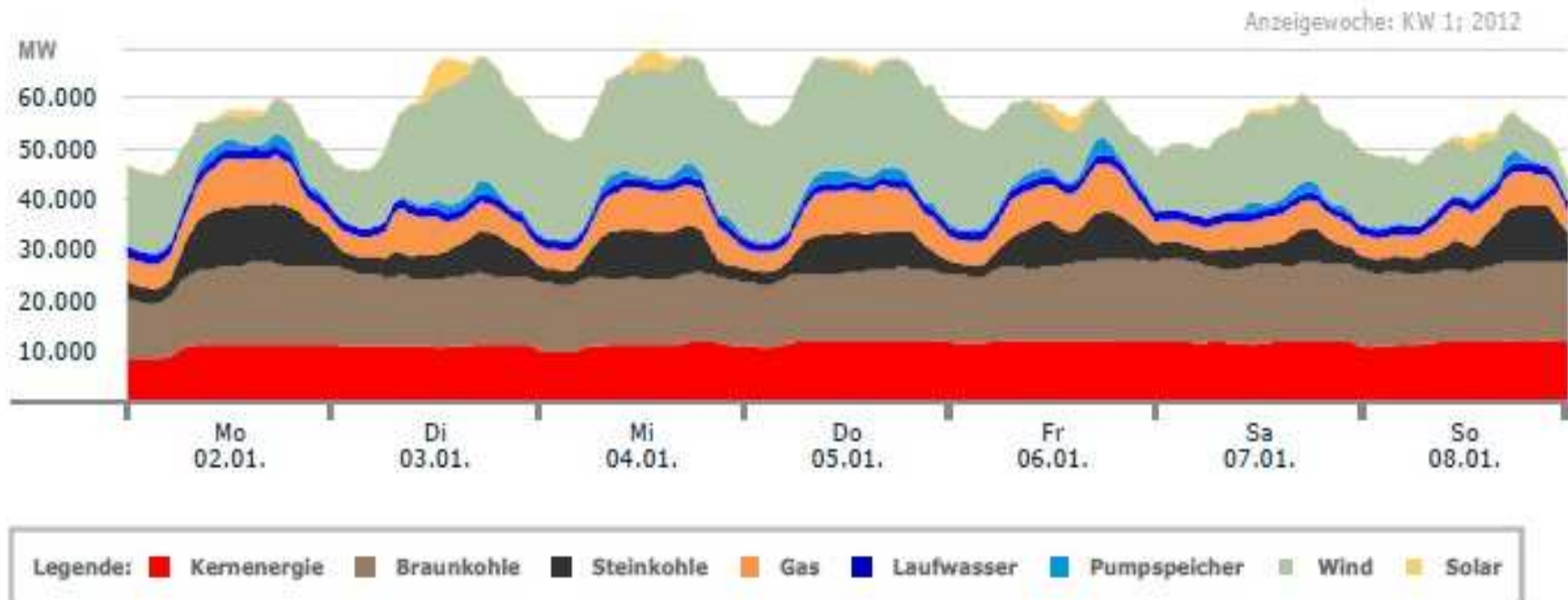
Strommix 2011



Energiewende

Stromproduktion: Woche 1, 02. bis 08. Januar 2012

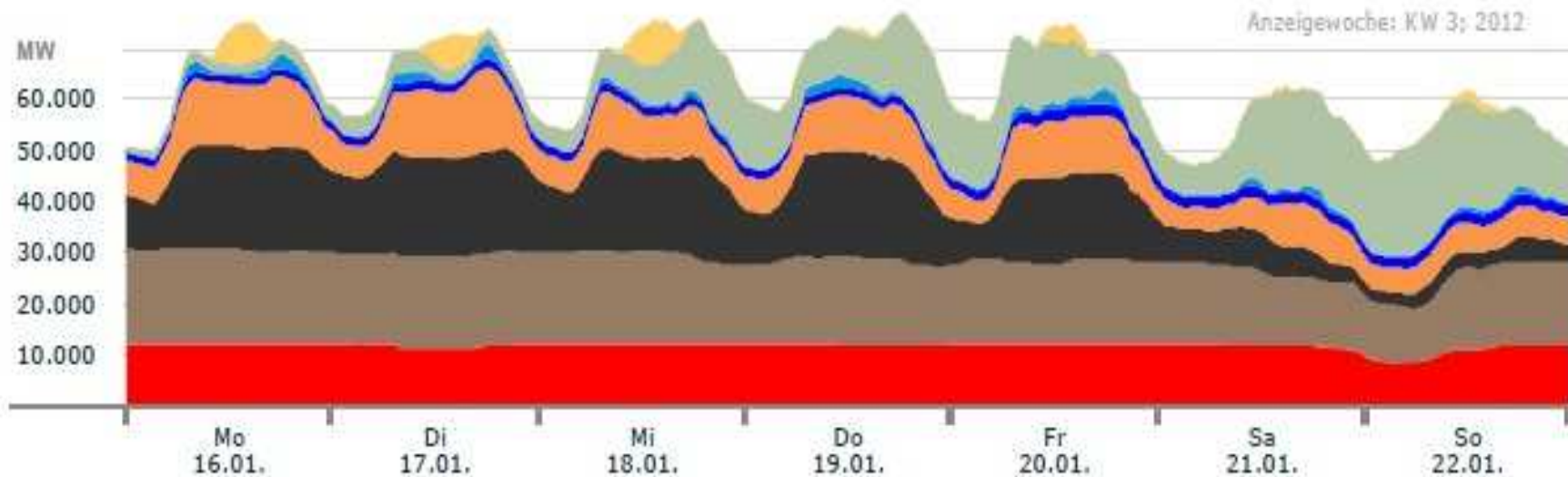
Tatsächliche Produktion



Energiewende

Stromproduktion: Woche 3, 16. bis 22. Januar 2012

Tatsächliche Produktion

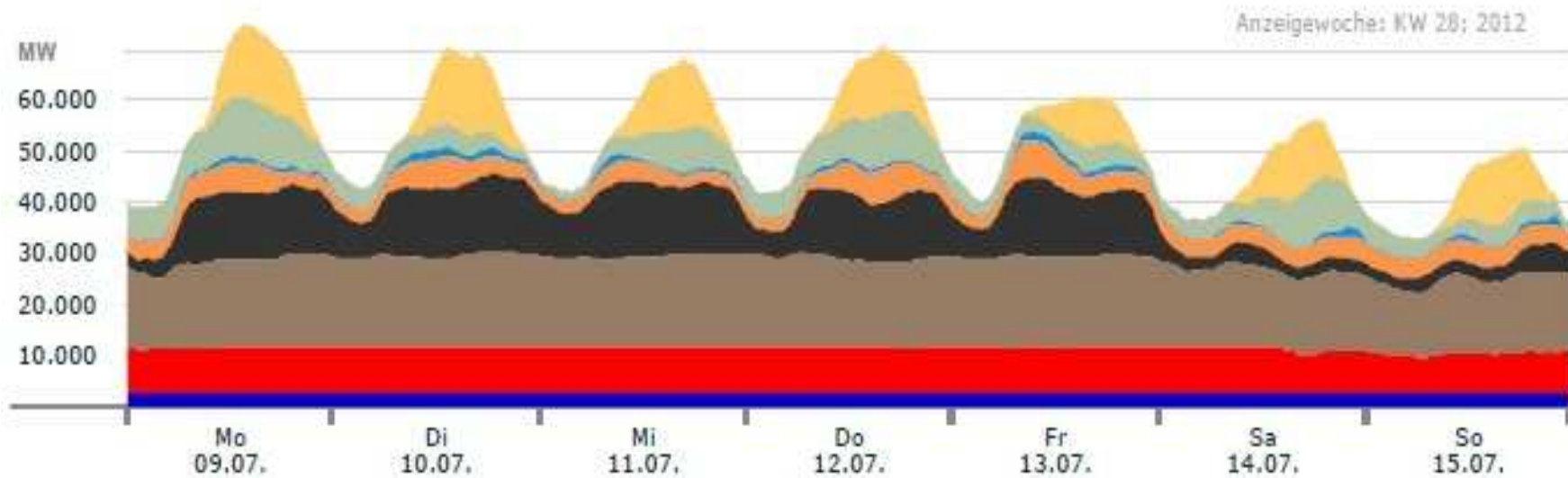


Legende: ■ Kernenergie ■ Braunkohle ■ Steinkohle ■ Gas ■ Laufwasser ■ Pumpspeicher ■ Wind ■ Solar

Energiewende

Stromproduktion: Woche 28, 09. bis 15. Juli 2012

Tatsächliche Produktion

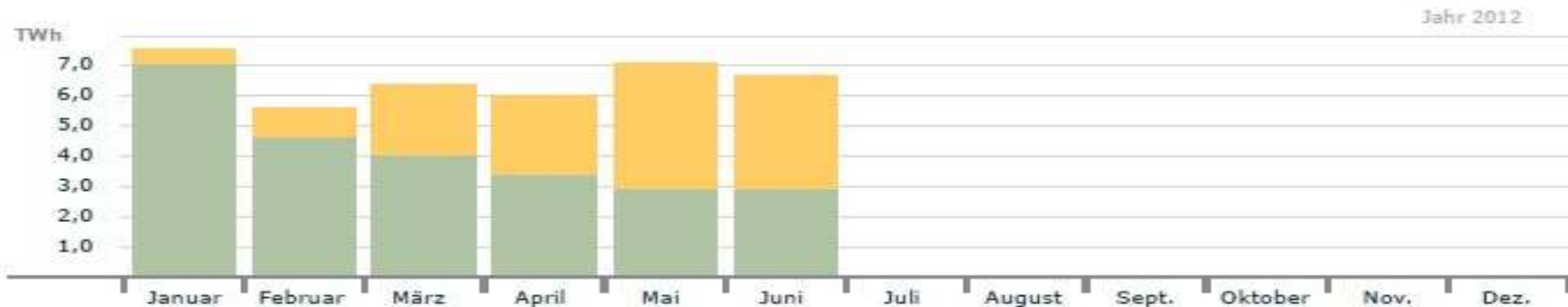


Legende: ■ Laufwasser ■ Kernenergie ■ Braunkohle ■ Steinkohle ■ Gas ■ Pumpspeicher ■ Wind ■ Solar

Energiewende

Monatliche Produktion Solar und Wind

Monatliche Produktion Solar und Wind



- Die maximale Stromproduktion erzeugten Solar- und Windenergieanlagen bisher im Januar 2012 mit 7,6 TWh
- Die minimale Produktion betrug 5,6 TWh im Februar 2012

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX

© Fraunhofer ISE

 **Fraunhofer**
ISE

Energiewende

Kraftwerkpark künftig



Energiewende

Warum BHKW?

- Sehr hohe Wirkungsgrade (80% und mehr)
- Sehr flexibel
- Stromgeführt → Regelenergie
- Vergleichbar Schadstoffarm → wenig CO₂
- Künftig Betrieb mit synth. Methan möglich

Energiewende

GuD (Gas- und Dampfkraftwerk)

- Vorteil: sehr flexibel
- Hoher Wirkungsgrad (bis 65 %)
- Auch mit synth. Methan Betrieb möglich

Geothermie

- Vorteil: Grundlastfähig
- Problem: Risiken der Tiefenbohrungen

Energiewende

Kombikraftwerk

- Verschiedene Erzeugungsarten virtuell zusammengeschaltet
- Nach außen ein Kraftwerk
- Strom kann als Grundlast- oder besser als Regelenergie an Börse verkauft werden

Energiewende

Kraftwerkpark künftig



Energiewende

Kraftwerkpark künftig

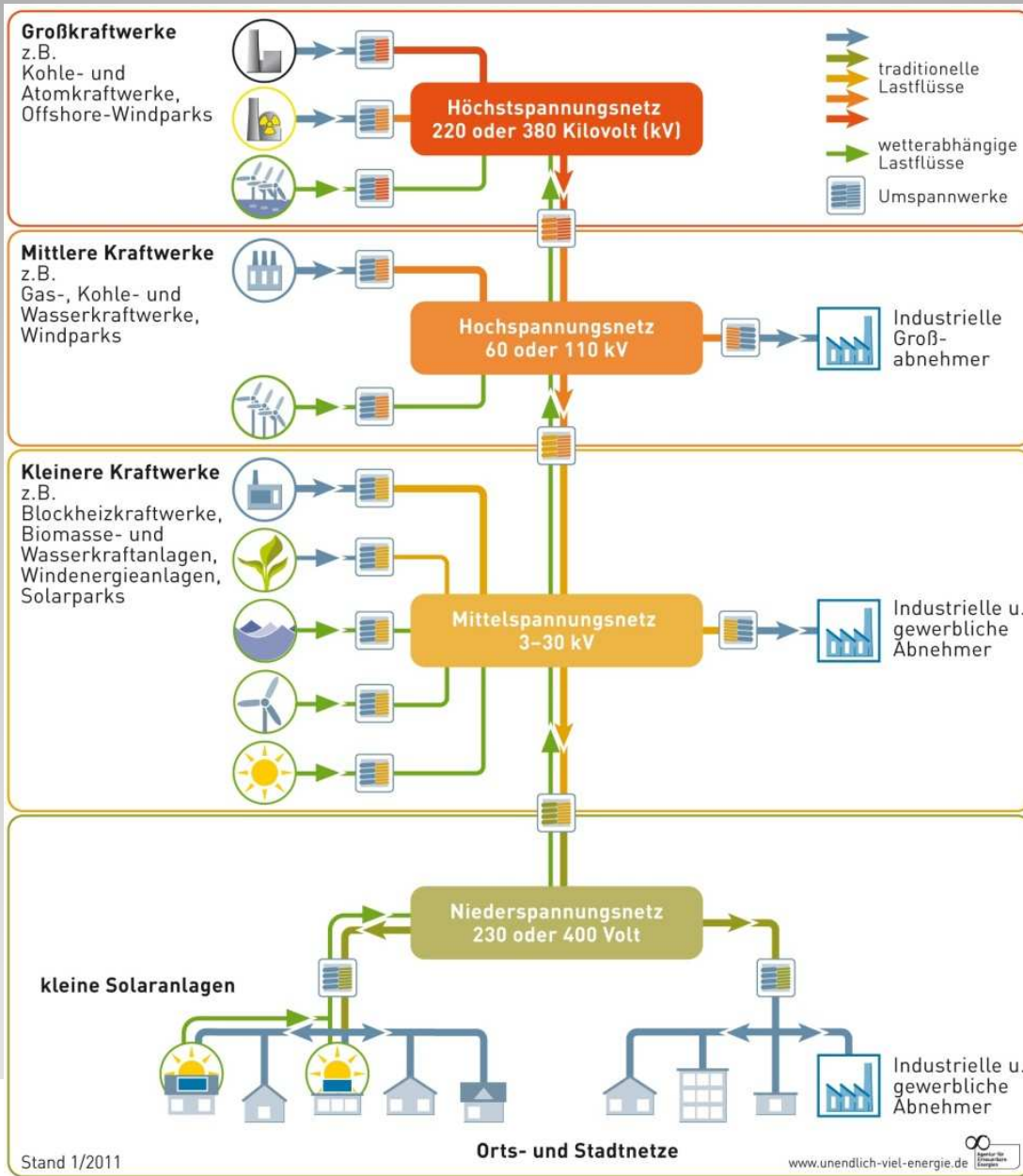


Energiewende

Netze

Energiewende

Energiewende



Neue Anforderungen an das Netz

- Einspeisungen in allen Spannungsebenen

Energiewende

Neue Anforderungen an das Netz

- Einspeisungen in allen Spannungsebenen
- Übertragungen auch von unten nach oben

Energiewende

Neue Anforderungen an das Netz

- Einspeisungen in allen Spannungsebenen
- Übertragungen auch von unten nach oben
- Ausgleich zwischen den Regionen

Energiewende

Neue Anforderungen an das Netz

- Einspeisungen in allen Spannungsebenen
- Übertragungen auch von unten nach oben
- Ausgleich zwischen den Regionen
- Lastmanagement (Smart Grid)

Energiewende

Neue Anforderungen an das Netz

- Einspeisungen in allen Spannungsebenen
- Übertragungen auch von unten nach oben
- Ausgleich zwischen den Regionen
- Lastmanagement (Smart Grid)
- Verlustarmer Transport (SuperGrid / HGÜ)

Energiewende

**Der Umfang des Netzausbaus ist von
vielen Faktoren abhängig**

Energiewende

Der Umfang des Netzausbaus ist von vielen Faktoren abhängig

- Zentrale oder dezentrale Struktur

Energiewende

Der Umfang des Netzausbaus ist von vielen Faktoren abhängig

- Zentrale oder dezentrale Struktur
- Ausgewogener Mix EE

Energiewende

Der Umfang des Netzausbaus ist von vielen Faktoren abhängig

- Zentrale oder dezentrale Struktur
- Ausgewogener Mix EE
- Kraftwerkpark

Energiewende

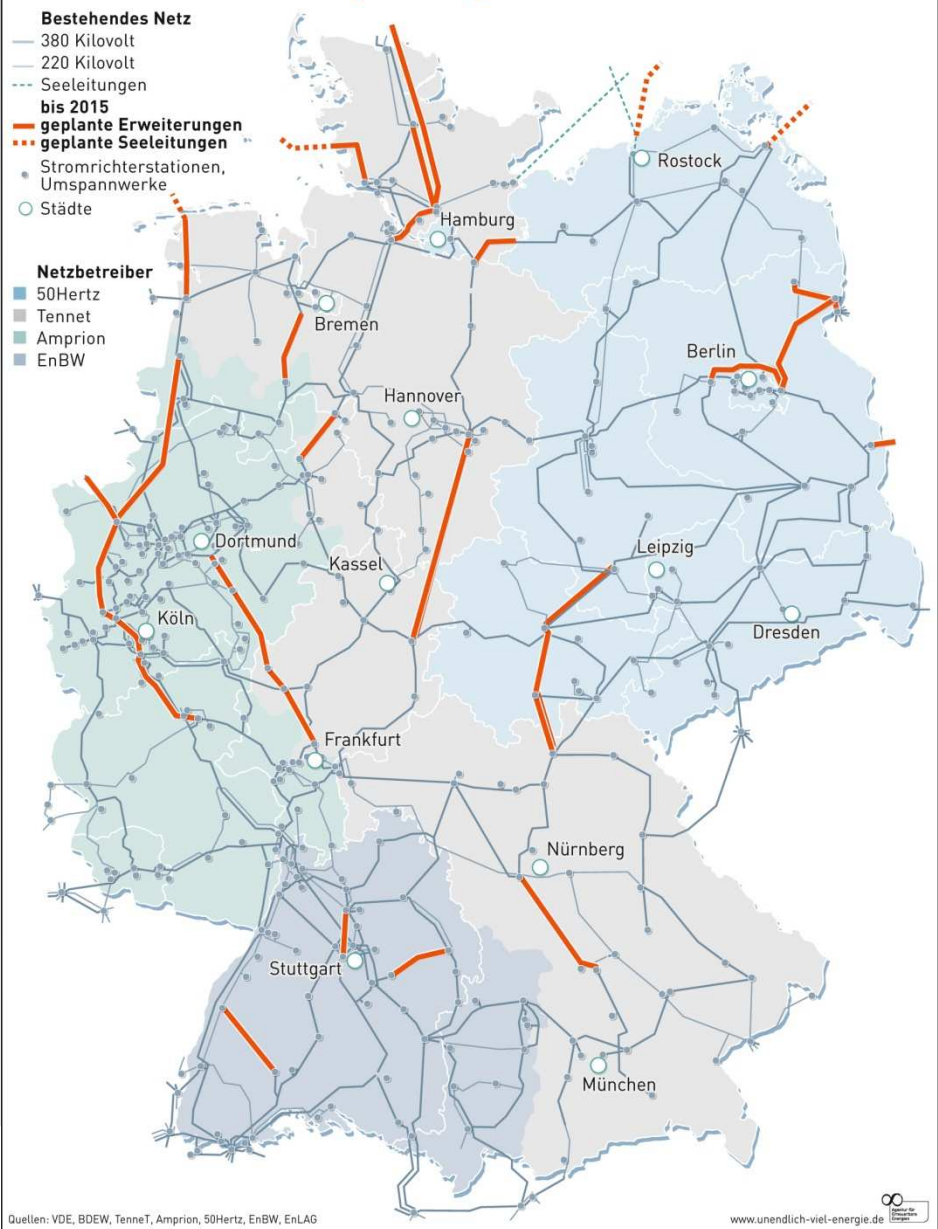
Der Umfang des Netzausbaus ist von vielen Faktoren abhängig

- Zentrale oder dezentrale Struktur
- Ausgewogener Mix EE
- Kraftwerkpark
- Speicherausbau

Energiewende

Energiewende

Das deutsche Höchstspannungsnetz



Energiewende



Zentrale Erzeugung

- Nur beste Standorte → hoher Ertrag
- Hoher Netzaufwand → Leitungsverluste
- Hohe Investitionskosten → bleibt Konzernen vorbehalten

Energiewende



Zentrale Struktur

Energiewende

Dezentrale Erzeugung

- Erzeugung möglichst verbrauchsnahe
- Gute aber nicht nur beste Standorte
- Dafür weniger Netzausbau notwendig
- Stärkt die Region in Wirtschaftskraft

Energiewende

Smart-Grid

Vernetzung von Verbraucher und Erzeuger

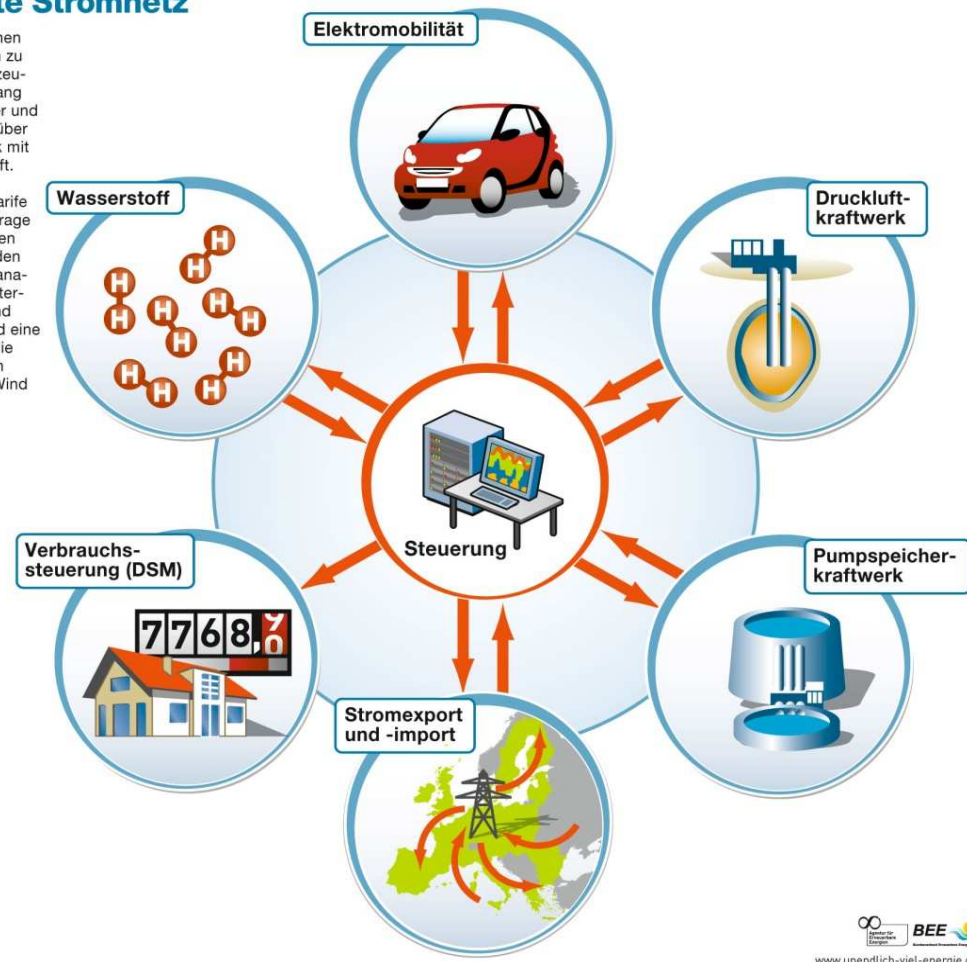
Spitzenlasten durch Lastverschiebungen entschärfen

Batterien von Elektroautos als Puffer nutzen

Das intelligente Stromnetz

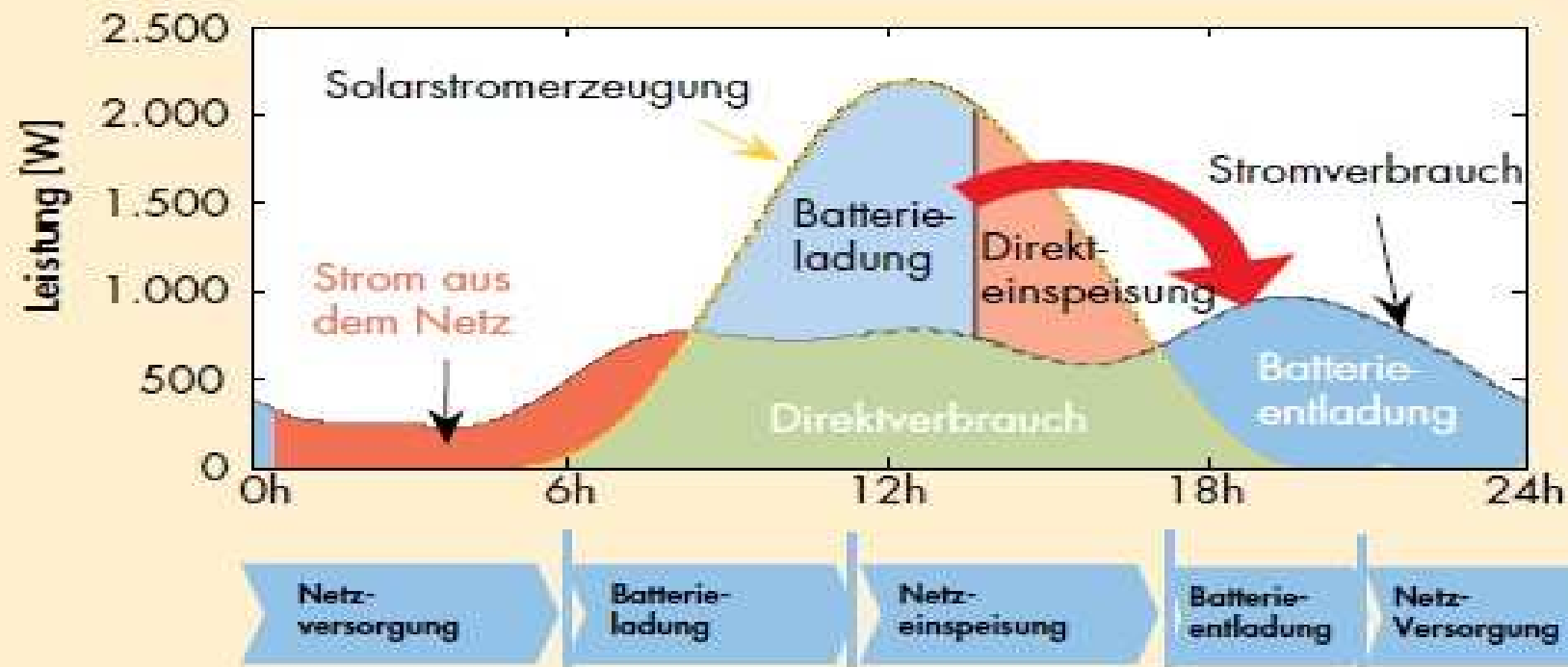
Die Stromversorgung der nahen Zukunft umfasst im Vergleich zu heute neue Elemente, um Erzeugung und Nachfrage in Einklang zu bringen. Stromverbraucher und verschiedene Speicher sind über moderne Informationstechnik mit dem Kraftwerkspark verknüpft.

Durch den Anreiz variabler Tarife kann ein Teil der Stromnachfrage den verfügbaren Strommengen entsprechend gesteuert werden (Last- bzw. Demand-Side-Management). Der zunehmende internationale Stromaustausch und „intelligente“ Stromnetze sind eine wichtige Voraussetzung für die Integration der fluktuierenden Erneuerbaren Energien aus Wind und Sonne.



Energiewende

Abb. 3: Energiespeicherung im Smart Grid: Simulierter Tagesverlauf eines 4 Personen-Haushaltes



Energiewende



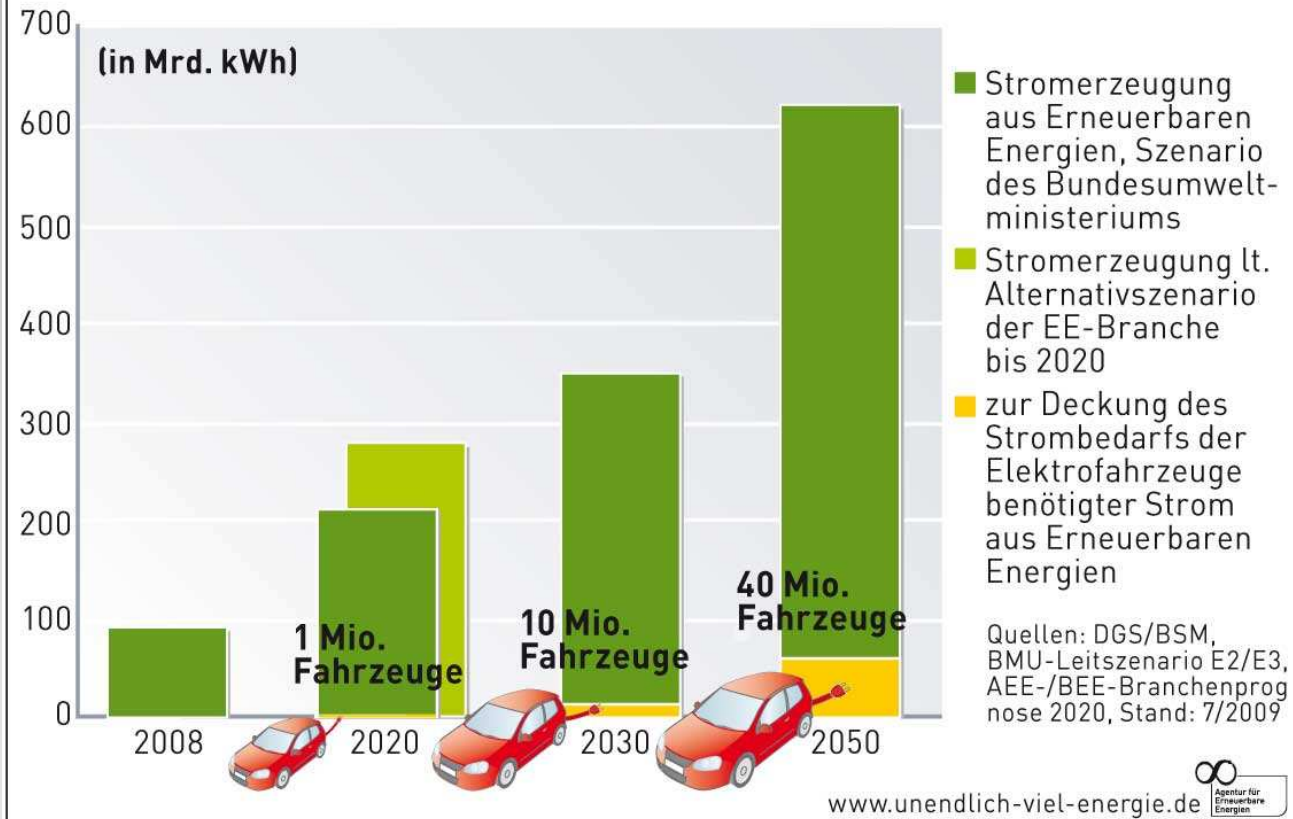
Erdgas könnte durch EE-Methan ersetzt werden.

Energiewende

1 Mio Elektro-
mobile im Jahr
2020 werden
etwa **1,4 TWh**
Strom
benötigen, dies
entspricht etwa
0,26% der
Stromerzeugung

Erneuerbare Elektromobilität: Wenig Strom für viele Fahrzeuge

Erzeugung bzw. Bedarf von Strom aus Erneuerbaren Energien



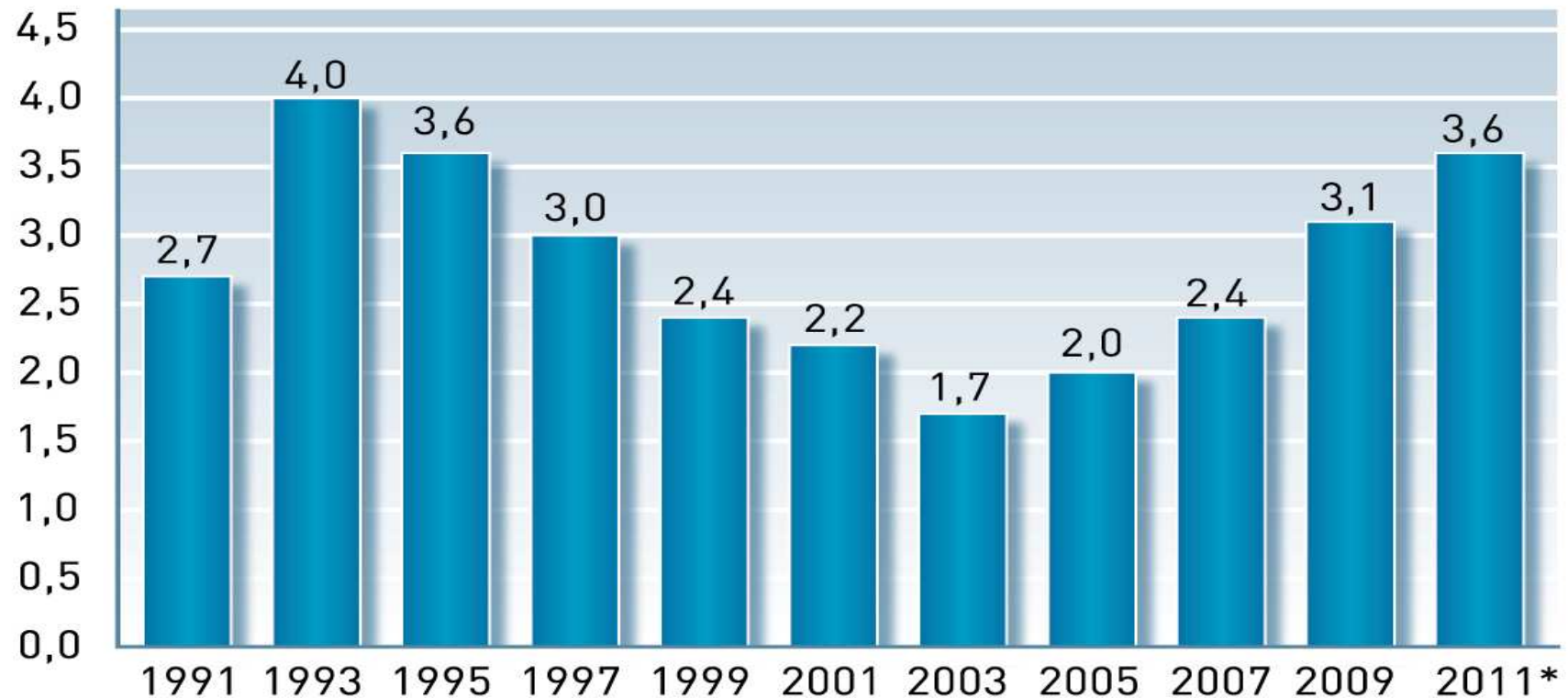
Energiewende

- Je nach Ansatz kommen Studien zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen
- Viele Maßnahmen am Netz wären auch ohne die Energiewende notwendig
- Dringende Ausbau-Projekte werden häufig verschleppt → Windräder müssen abgeregelt werden

Energiewende

Netzinvestitionen der deutschen Stromversorger

Milliarden Euro



*2011: Planungsstand der Unternehmen Frühjahr 2009

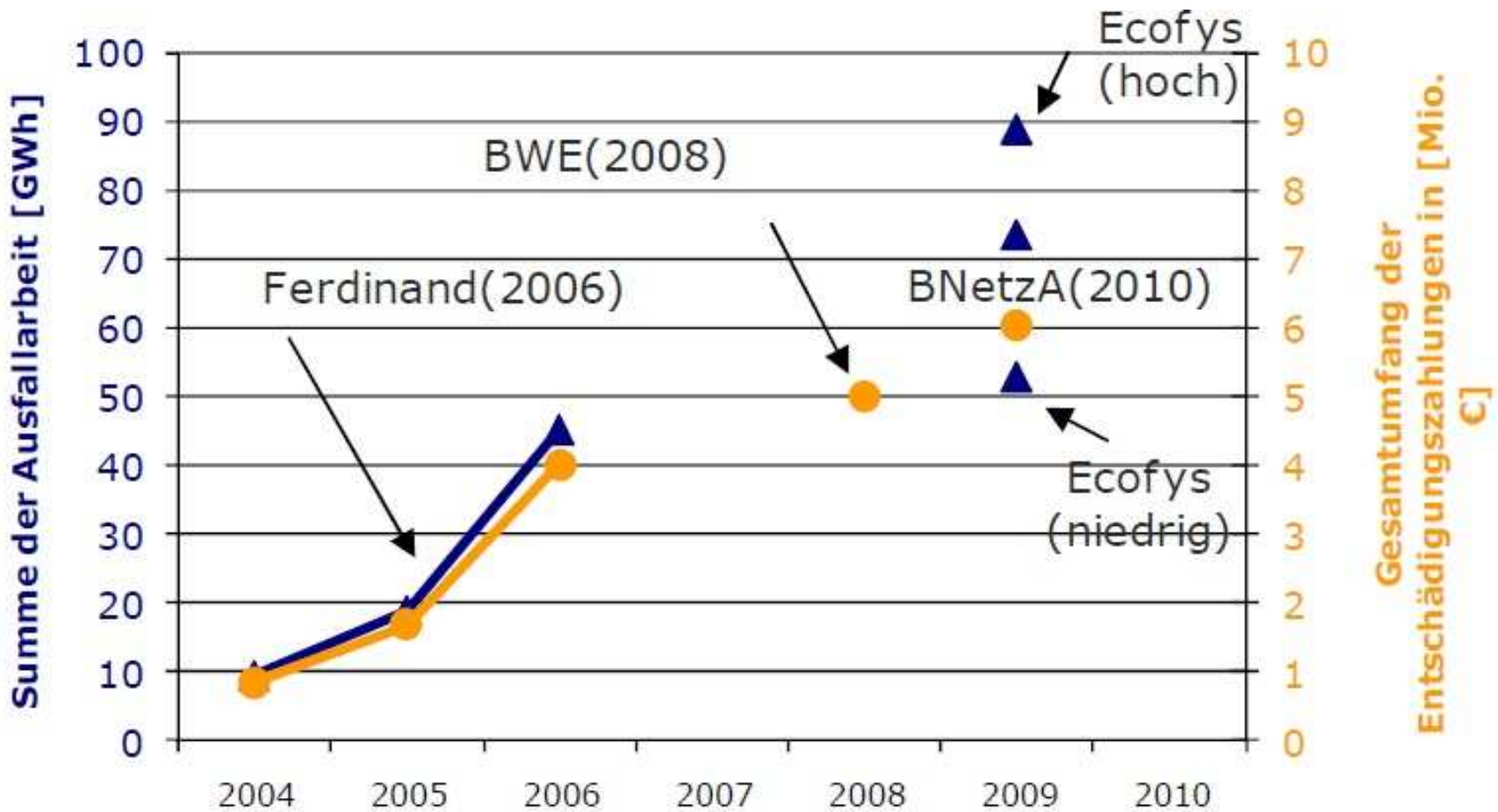
Quellen: BDEW, BNetzA

Stand: 12/2010

www.unendlich-viel-energie.de



Energiewende



ECOFYS

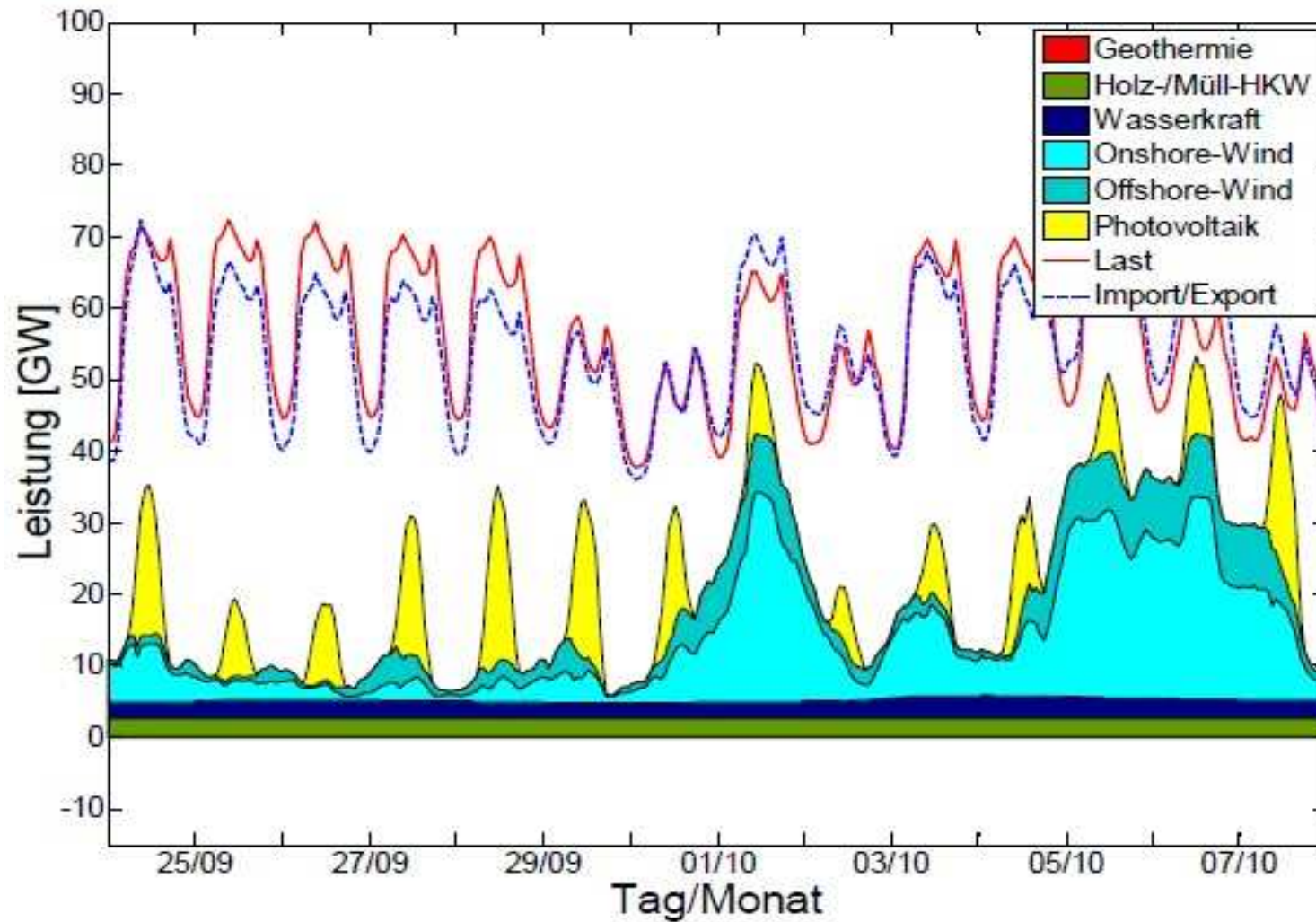
Energiewende

- Durch Abschaltungen bleiben bereits realisierte Erzeugungspotenziale ungenutzt
- Nicht in allen Fällen gibt es Entschädigungszahlungen für die Anlagenbetreiber

Energiewende

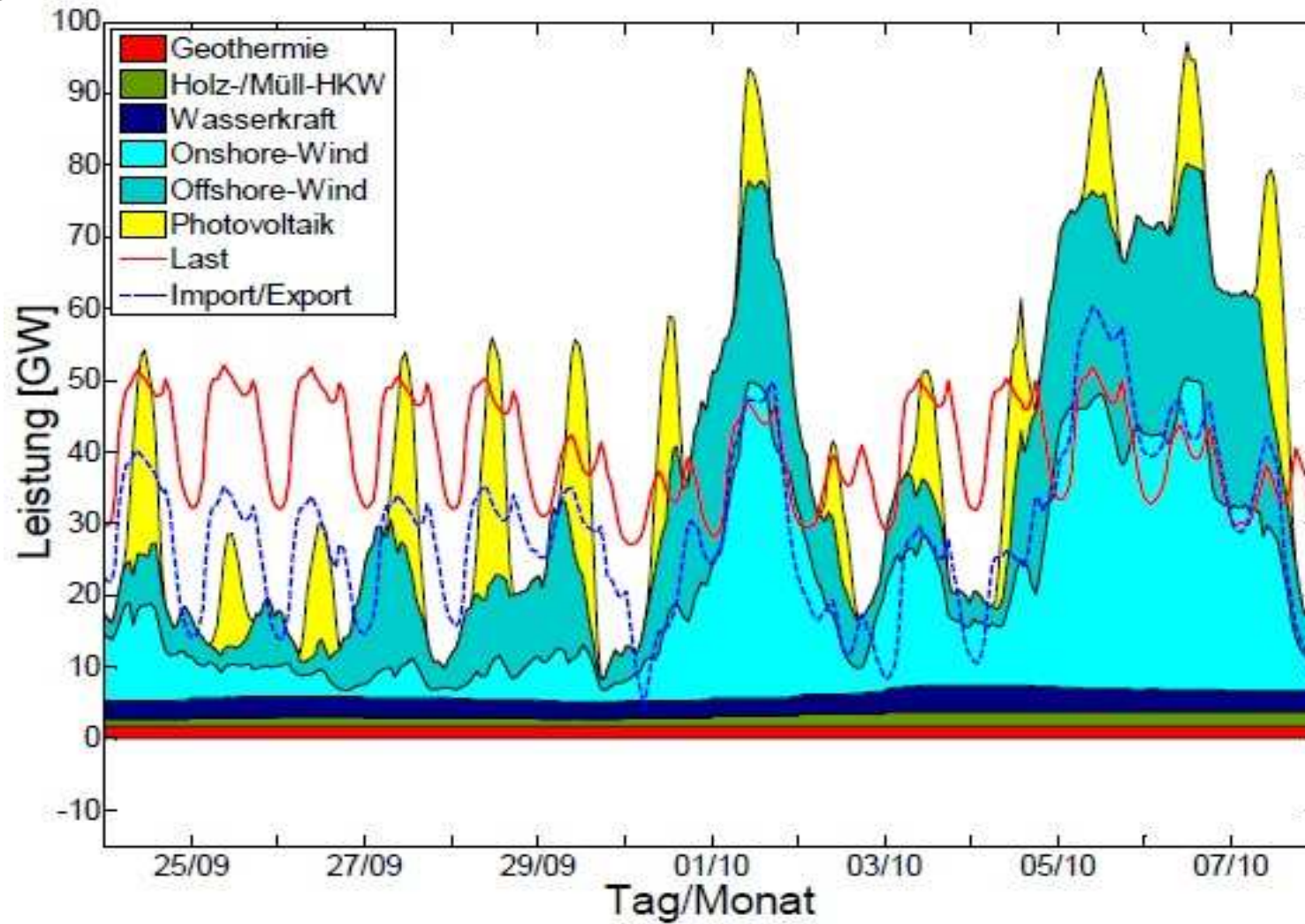
Speicher

Energiewende



Beispiel Projektion 2020

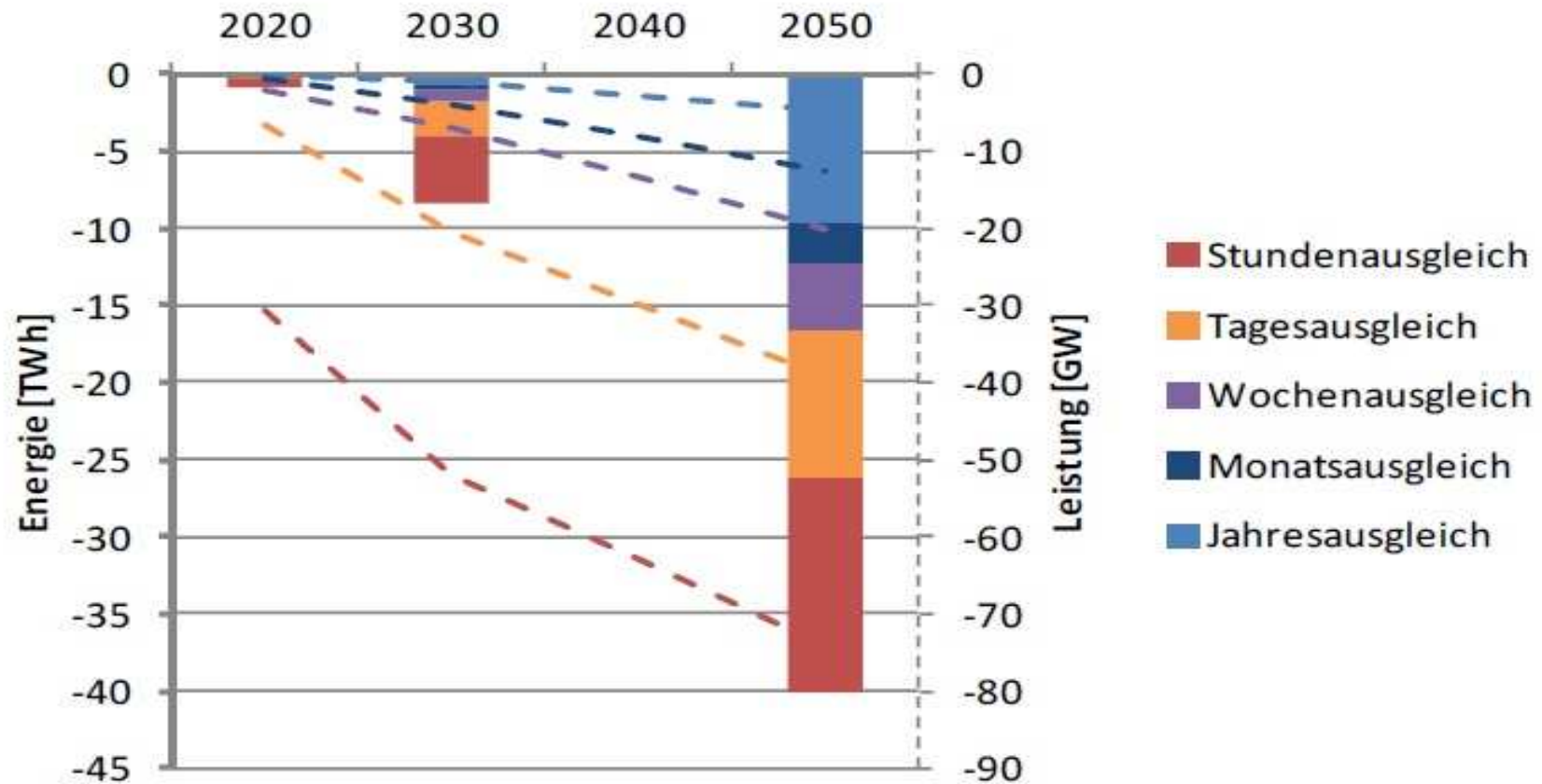
Energiewende



Beispiel Projektion 2050

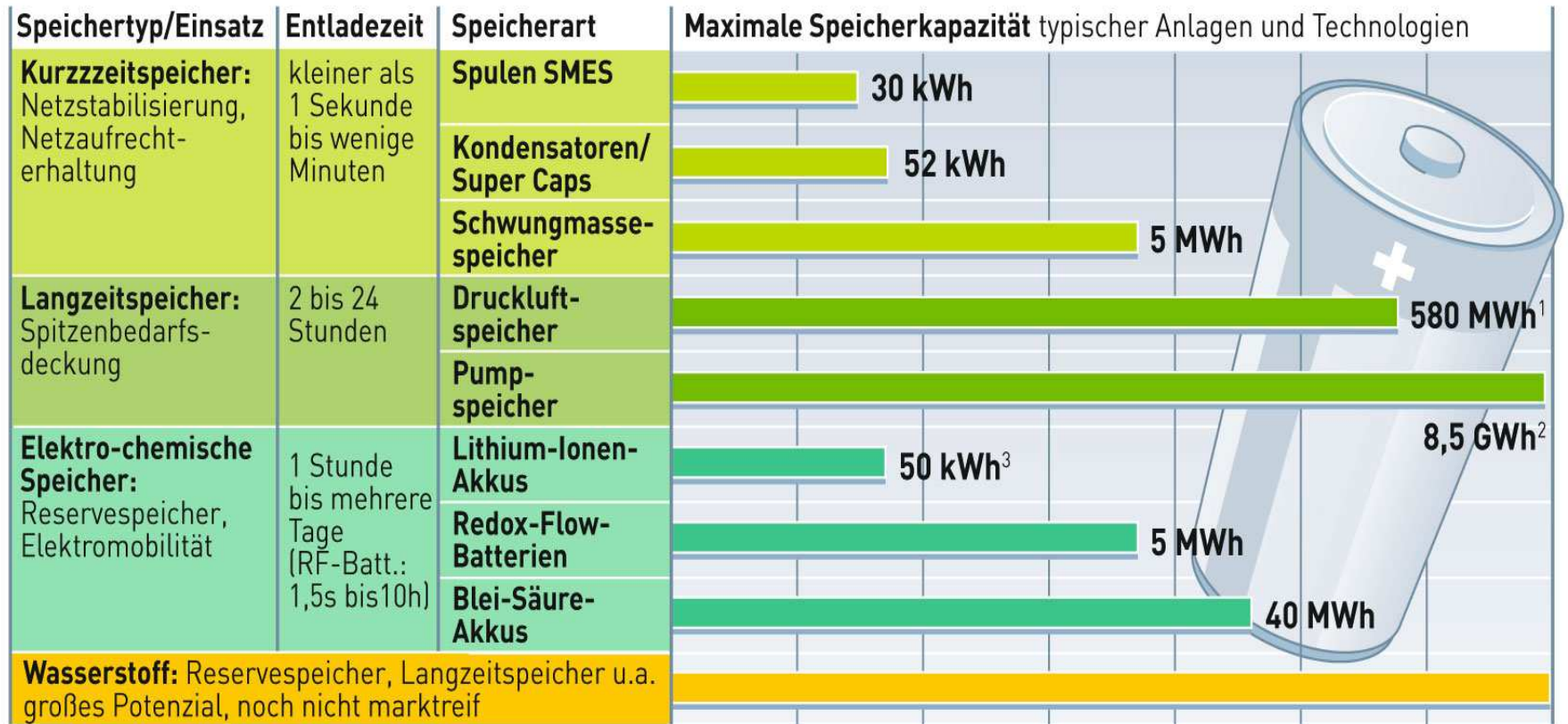
Energiewende

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



Energiewende

Kapazitäten verschiedener Stromspeicher



¹Druckluftspeicherkraftwerk Huntorf

²Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal

³Batterie für Elektrofahrzeug

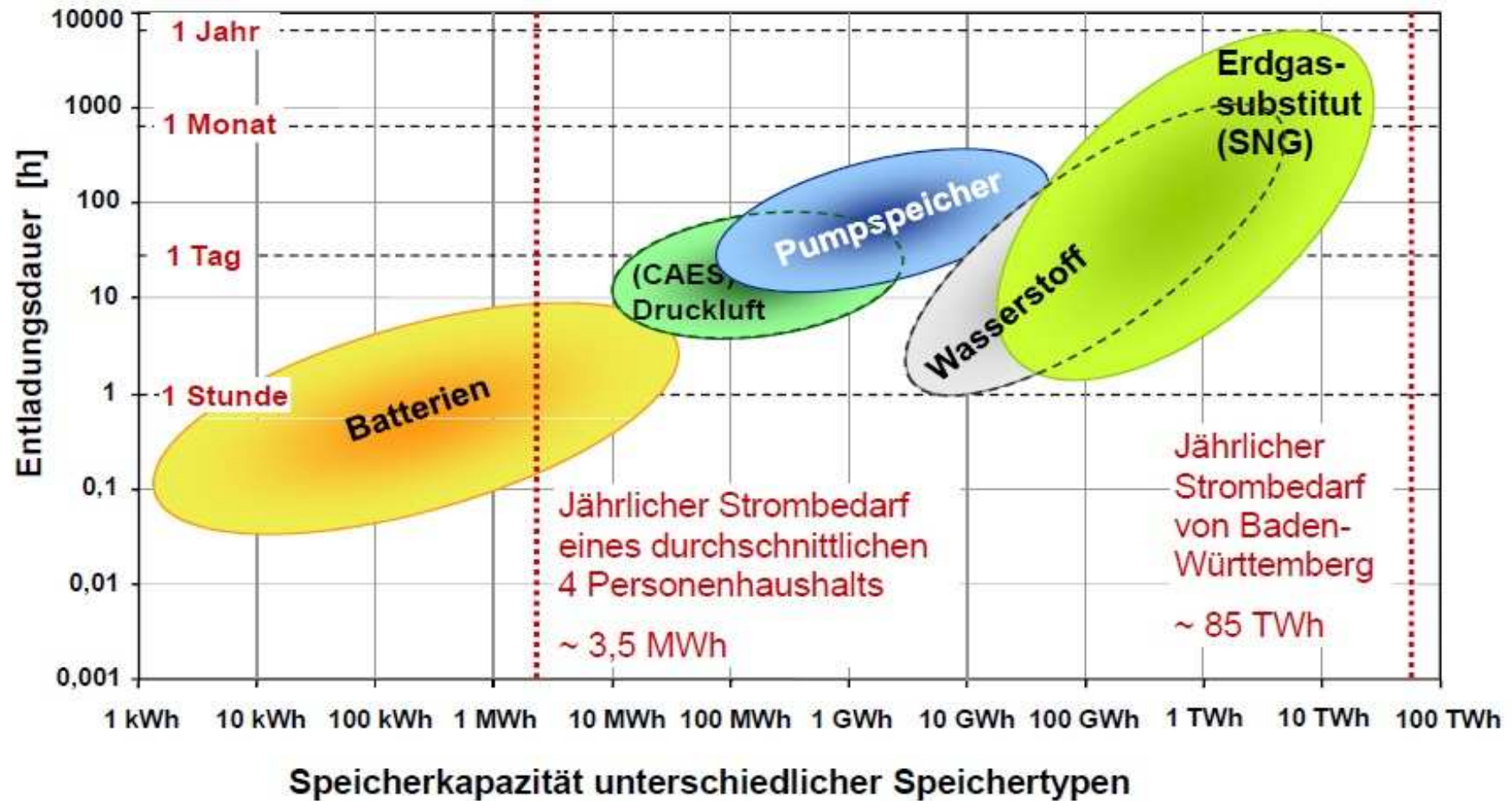
Quelle: IfEU, TAB, Sauer; Stand: 11/09

www.unendlich-viel-energie.de



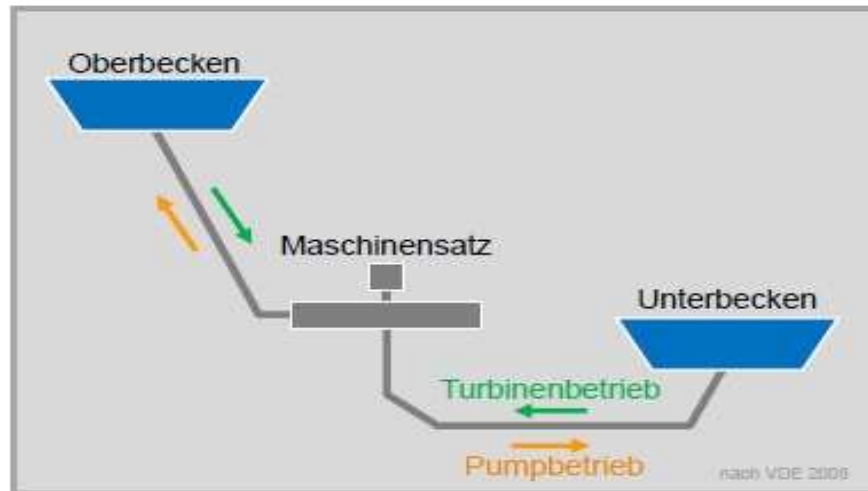
Energiewende

„Energiespeicher“ für Erneuerbare Energien



Energiewende

Pumpspeicher

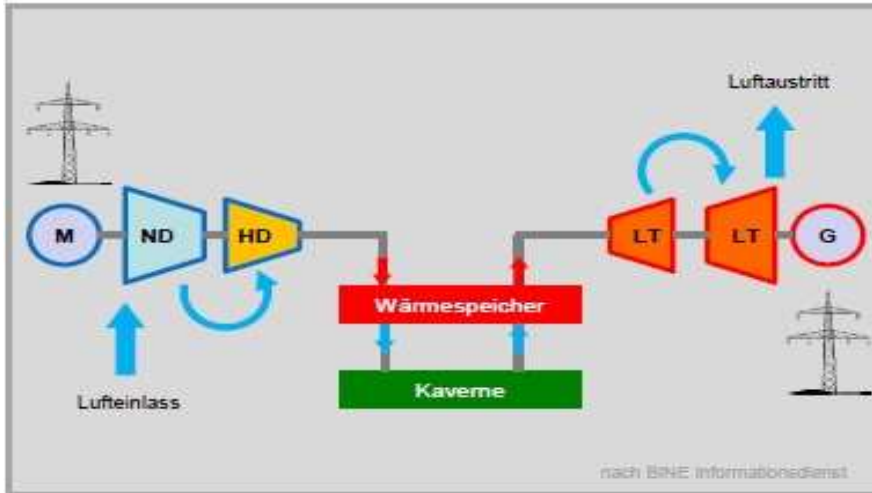


Pumpspeicherkraftwerke

Wirkungsgrad <p>80%</p>	Stromgestehungskosten [ct/kWh] <p>8</p>	Technische Lebensdauer <p>60 Jahre</p>	Lastausgleich <table border="1"> <tr> <th>Sekunde</th> <th>Tag</th> <th>Woche</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>++</td> <td>+</td> </tr> </table>	Sekunde	Tag	Woche	-	++	+
Sekunde	Tag	Woche							
-	++	+							
Potenziale Deutschland [GWh] <p>40</p>	Typische Größe [MWh] <p>4.000</p>	Benötigte Anzahl zur Deckung deutscher Tagesbedarf <p>425</p>	Entwicklungsstand <p>Stand der Technik</p>						

Energiewende

Druckluftspeicher

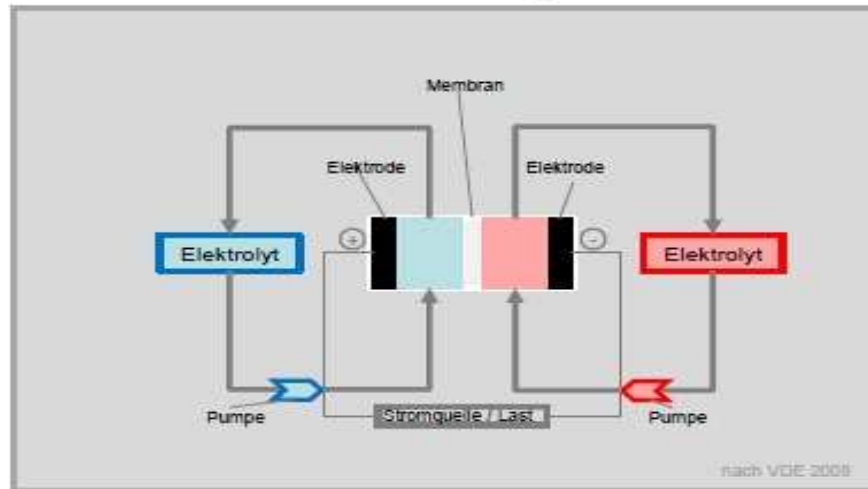


Adiabate Druckluftspeicherkraftwerke

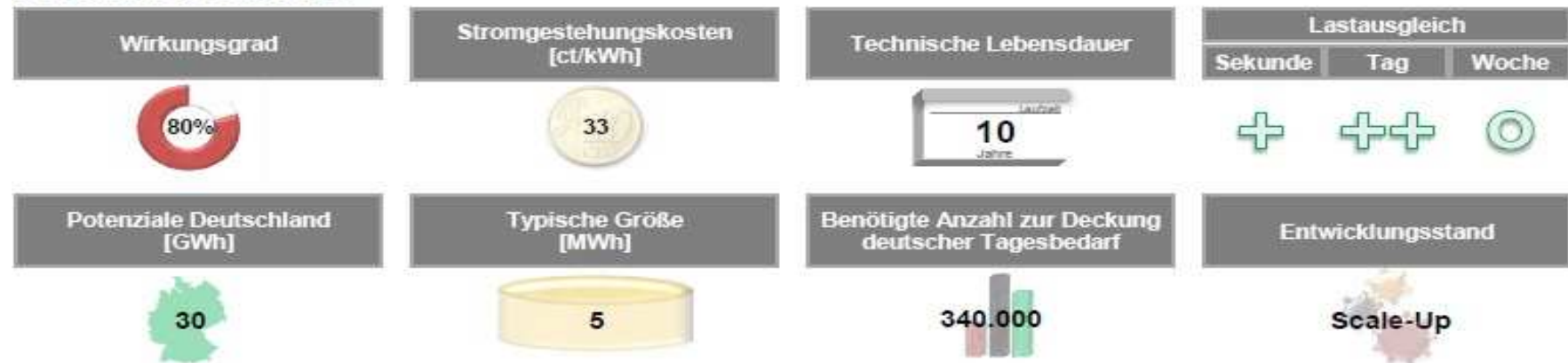
Wirkungsgrad	Stromgestehungskosten [ct/kWh]	Technische Lebensdauer	Lastausgleich		
			Sekunde	Tag	Woche
70%	13	40 Jahre	-	++	⊙
Potenzielle Deutschland [GWh]	Typische Größe [MWh]	Benötigte Anzahl zur Deckung deutscher Tagesbedarf	Entwicklungsstand		
3.500	1.000	1.700	Pilotanlage		

Energiewende

Elektro-chemische Speicher



Redox Flow Batterien



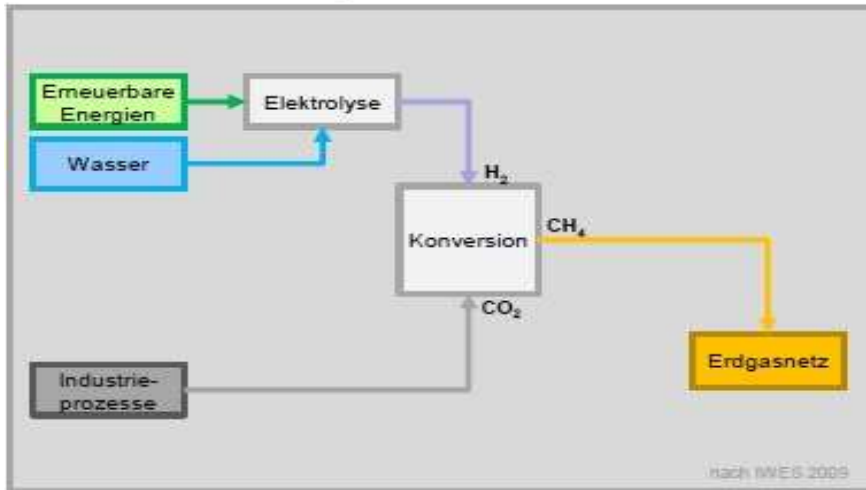
Energiewende

Abb. 4: Backup-System mit Batteriespeicher



Energiewende

Chemische Speicher



Renewable Power-Methan

Wirkungsgrad	Stromgestehungskosten [ct/kWh]	Technische Lebensdauer	Lastausgleich		
			Sekunde	Tag	Woche
35%	17	20 Jahre	-	⊙	++
Potenzielle Deutschland [GWh]	Typische Größe Konversionsanlage [MW]	Benötigte Anzahl zur Deckung deutscher Tagesbedarf	Entwicklungsstand		
130.000	20	242	Pilotanlage		

Energiewende



Pumpspeicher



Druckluftspeicher



Elektro-chemische Speicher

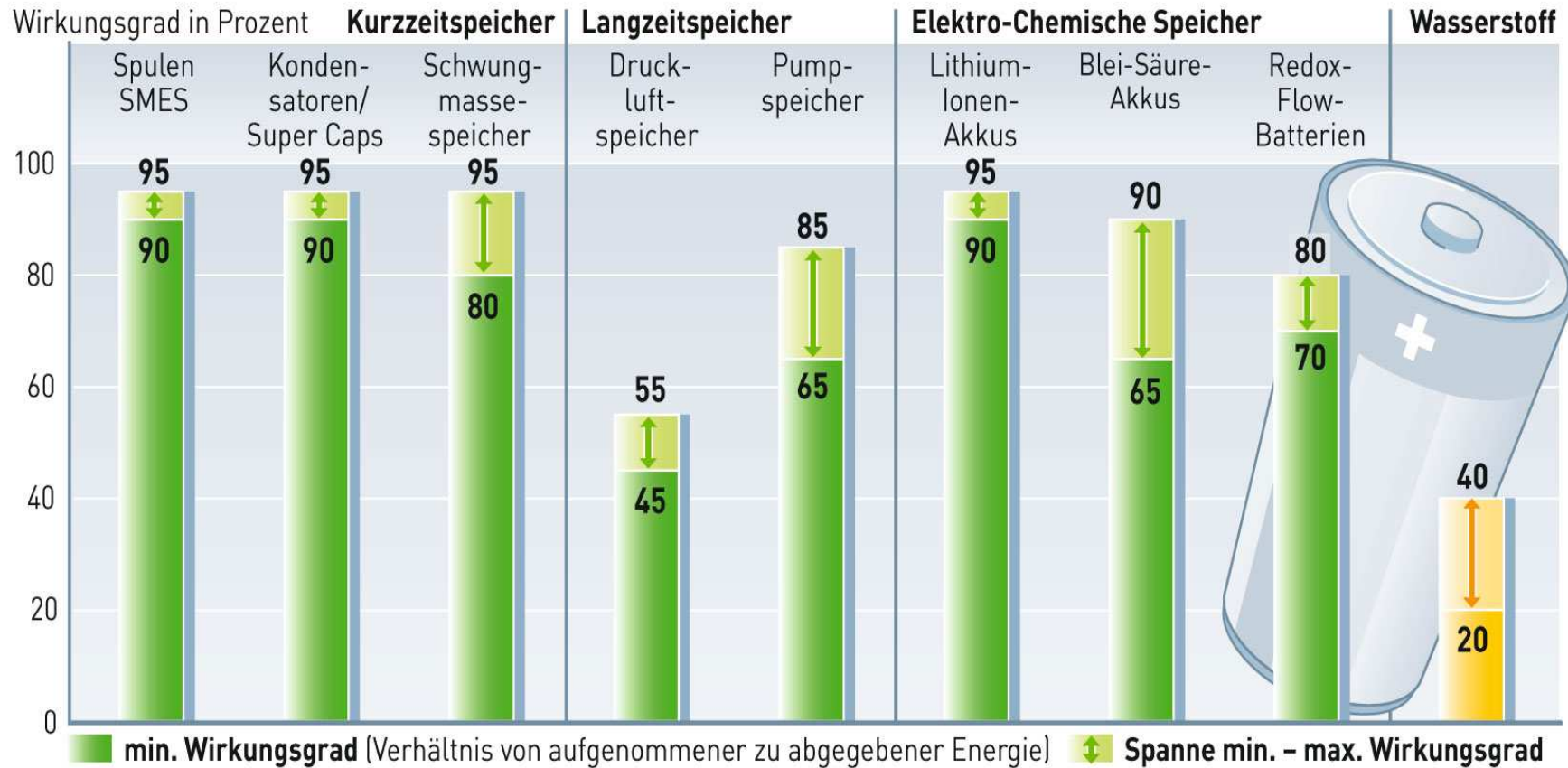


Chemische Speicher

	Wirkungsgrad	Stromgestehungskosten [ct/kWh]	Technische Lebensdauer	Lastausgleich		
				Sekunde	Tag	Woche
Pumpspeicher	80%	8	60 Jahre	=	+++	+
Druckluftspeicher	70%	13	40 Jahre	=	+++	⊙
Elektro-chemische Speicher	80%	33	10 Jahre	+	+++	⊙
Chemische Speicher	35%	17	20 Jahre	=	⊙	+++

Energiewende

Wirkungsgrade verschiedener Stromspeicher



Quelle: IfEU, TAB, Sauer; Stand: 11/09

www.unendlich-viel-energie.de

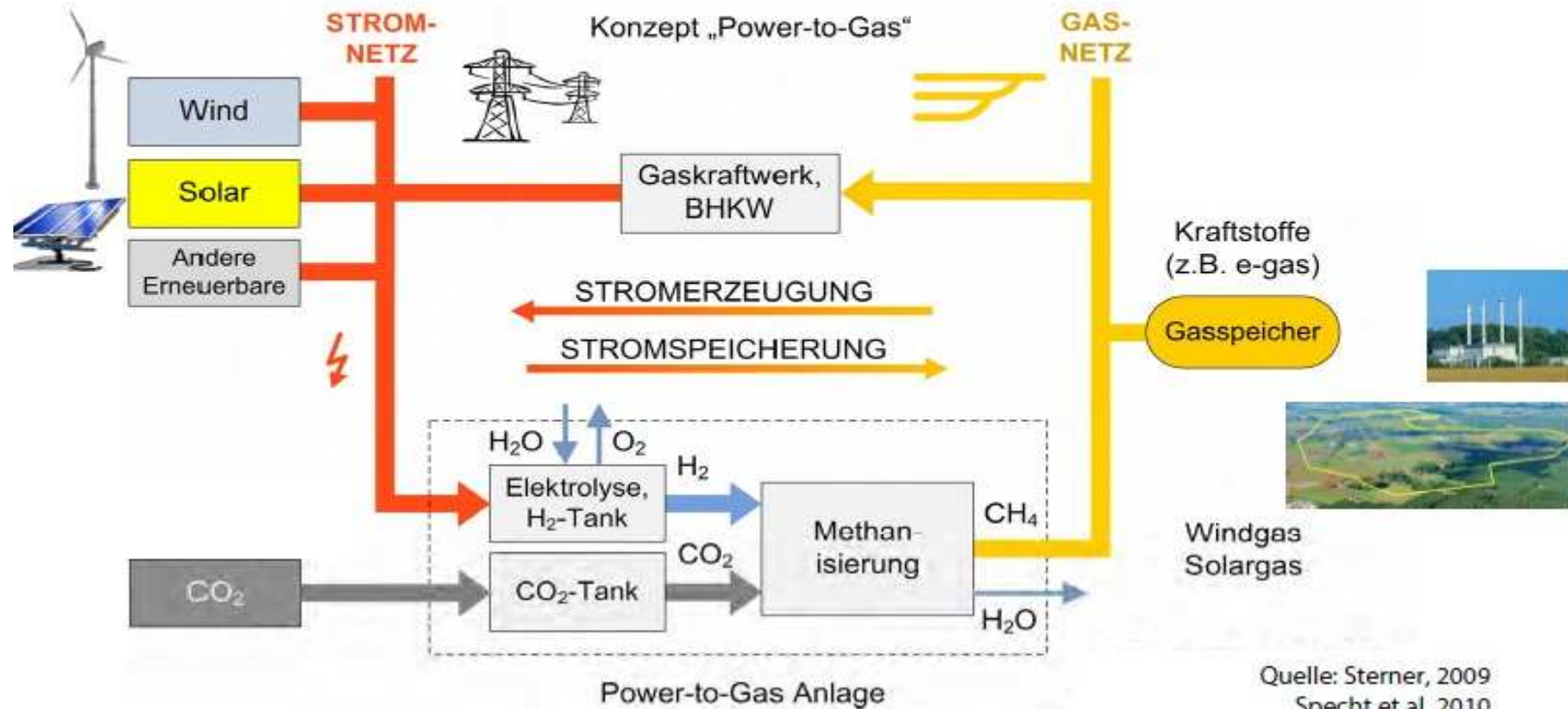


Energiewende

Erneuerbares Gas – Power-to-Gas

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz

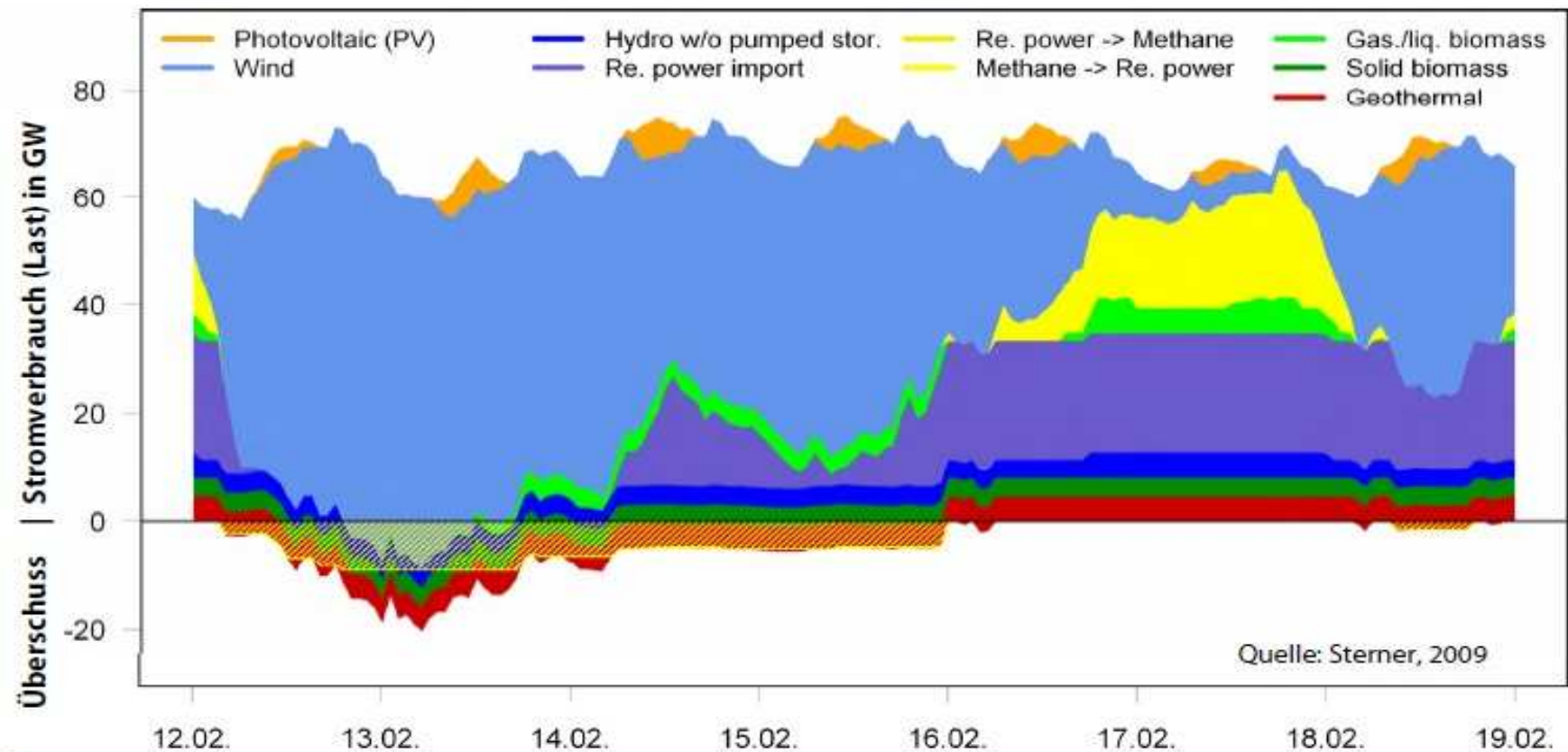
→ Technische Nachbildung der Photosynthese



Energiewende

Simulation einer regenerativen Vollversorgung – Strom

Szenario BMU-Leitstudie 2050 x 1,2 für Deutschland



Energiewende



Energiewende



Energiewende



Ende

Energiewende