

---

# E-Energy beschleunigt die Energiewende – Forschung und Innovation

Hans-Jörg Bullinger  
Fraunhofer-Gesellschaft  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

---



---

Die Energie kann als Ursache  
für alle Veränderungen in der Welt  
angesehen werden.

---



Werner Heisenberg  
(1901 - 1976),  
deutscher Physiker und Philosoph

# Fünf Bedarfsfelder der Hightech-Strategie 2020 für Deutschland und Innovationsthemen der Forschungsunion

## Klima/ Energie



- Nachhaltigkeitsstadt
- Intelligenter Umbau der Energieversorgung

## Gesundheit/ Ernährung



- Individualisierte Medizin
- Selbstbestimmtes Leben im Alter
- Prävention vermeidbarer Volkskrankheiten

## Mobilität



- Elektromobilität
- Bezahlbare, CO<sub>2</sub>-optimierte Mobilität
- Smarte Mobilität durch flexible Vernetzung der Verkehrsträger

## Sicherheit



- Sichere Cloud made in Germany
- Sichere Identitäten
- Embedded Security in Embedded Systems

## Kommuni- kation

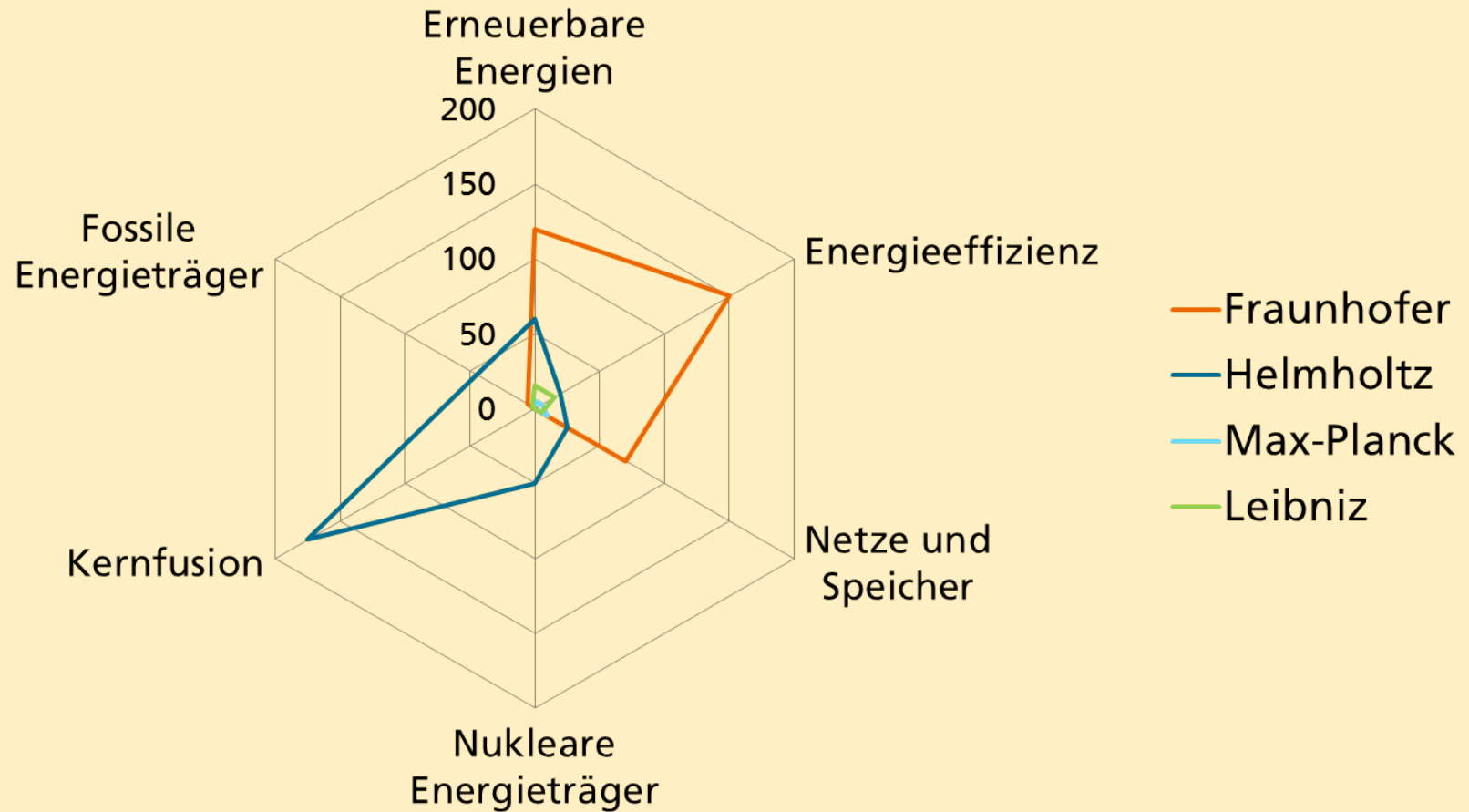


- Internet der Zukunft, Green IT und IT for Green
- Transformation zur digitalen Wissensgesellschaft auf Basis von Akzeptanz und Teilhabe

Quelle: BMBF 2010 und Arbeiten der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft

# Profil der außeruniversitären Energieforschung

## Aufwand Energieforschung 2010 in Mio. €



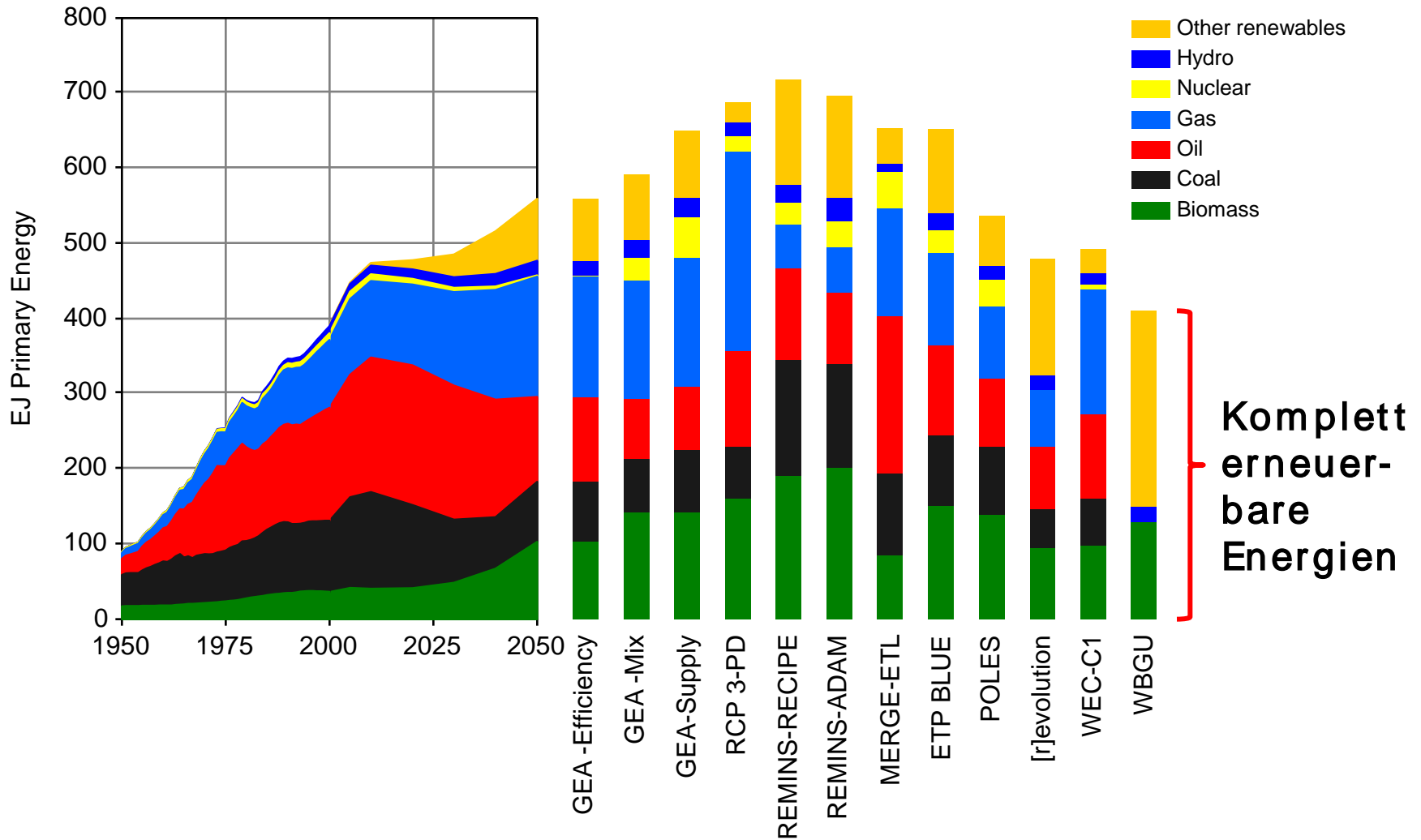
Quelle: BMBF Landkarte der Energieforschung

---

# WIE VIEL ENERGIE BRAUCHEN WIR?

---

# Globale Primärenergie: Vergleich verschiedener Szenarien für 2050



# Studien schlagen Wellen!

## Energietechnologien 2050 Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung

2 Bände:

- Politikbericht
- Technologiebericht

Themenschwerpunkte:

- Energieeffizienz
- Erneuerbare Energien
- Energiespeicher
- Fossile Energieumwandlung
- Gebäude
- Netze

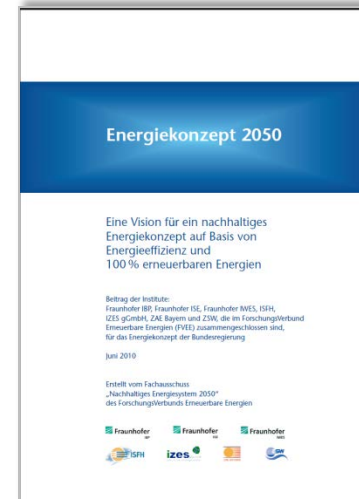


[www.energietechnologien2050.de](http://www.energietechnologien2050.de)

## Energiekonzept 2050

Eine Vision für ein nachhaltiges  
Energiekonzept auf Basis von  
Energieeffizienz und 100%  
erneuerbaren Energien

Erstellt vom Forschungsverbund  
Erneuerbare Energien



[www.fvee.de](http://www.fvee.de)

# Energietechnologien 2050 – 3 Szenarien

## Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung

### Szenario 1

#### »Moderate Entwicklung«

(EU-Ziele 20-20-20 plus  
Fortschreibung)

### Szenario 2

#### »Ambitionierter Klimaschutz«

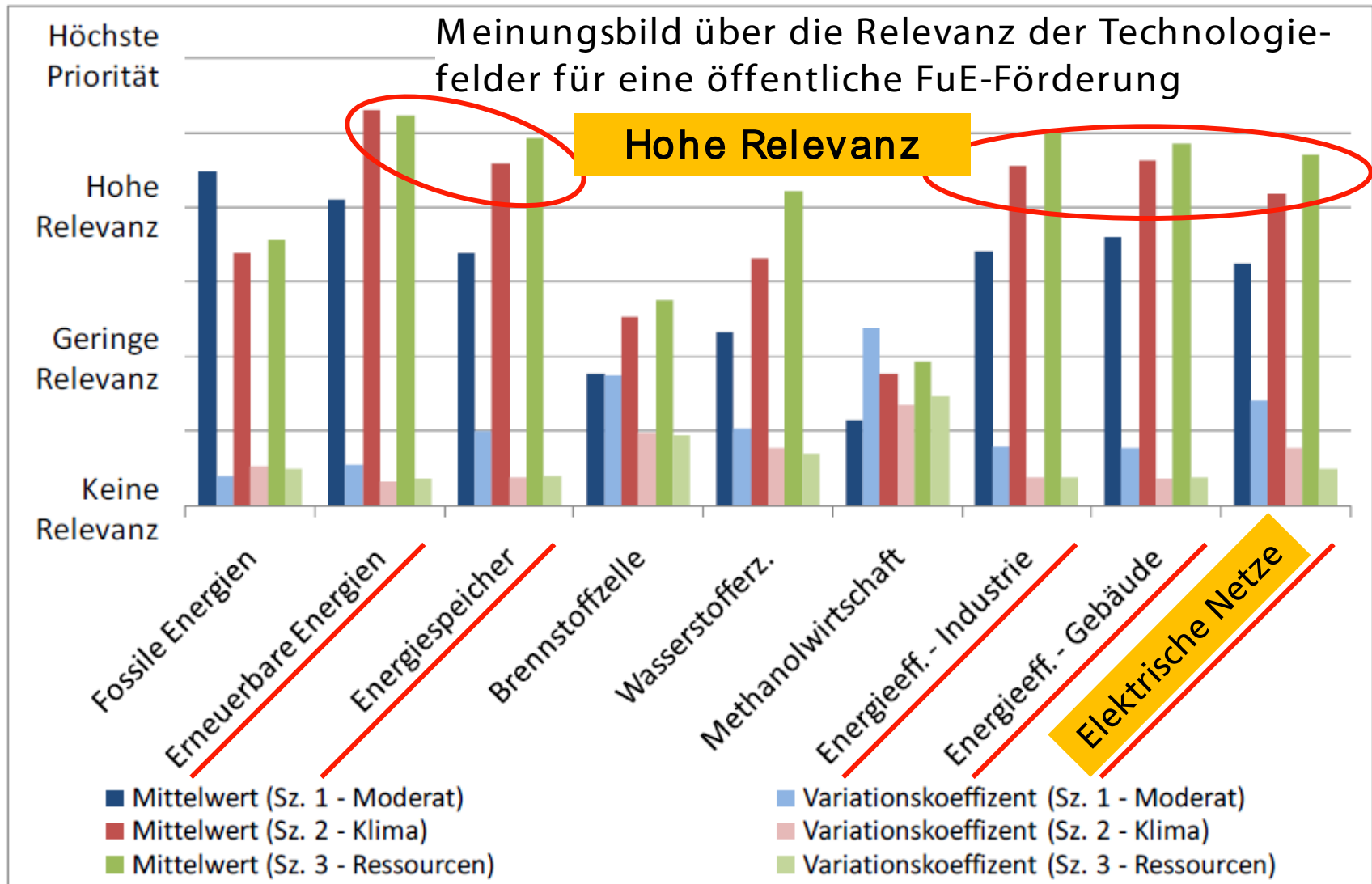
(Verschärfte  
Klimaschutzziele)

### Szenario 3

#### »Ressourcen- verknappung / Versorgungs- sicherheit«

(hohe fossile  
Energieträgerpreise)

# Energietechnologien 2050 – 3 Szenarien



---

# SMART GRIDS

---

# Smart Grids

## Effizientes Energiemanagement

### Smart Grids:

Stromnetze, die mittels eines abgestimmten Managements zeitnah und bidirektional Information zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Verbrauchern und Speichern übermitteln und zusätzlich eine sichere, energie- und kosteneffiziente Versorgung gewährleisten.



Bild: AFP

Nicht wirklich schön und praktisch:  
Stromzähler in China

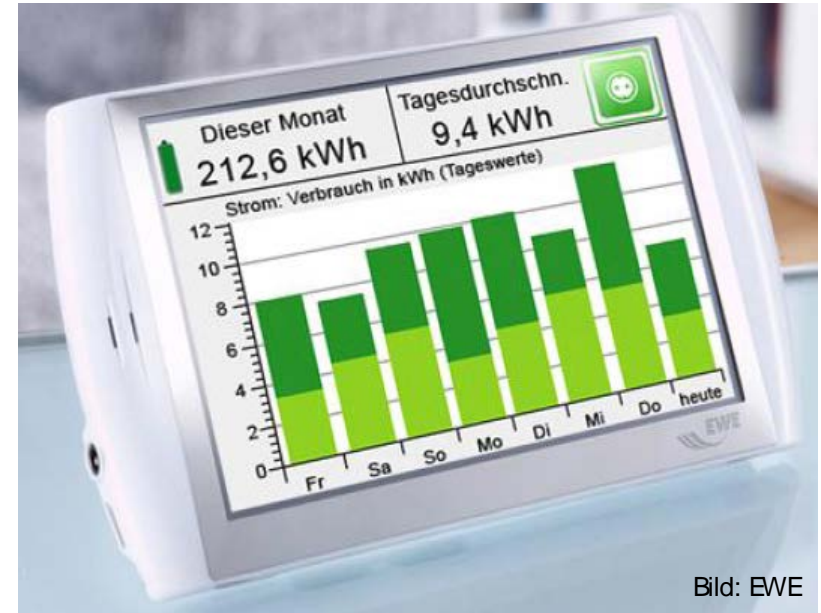
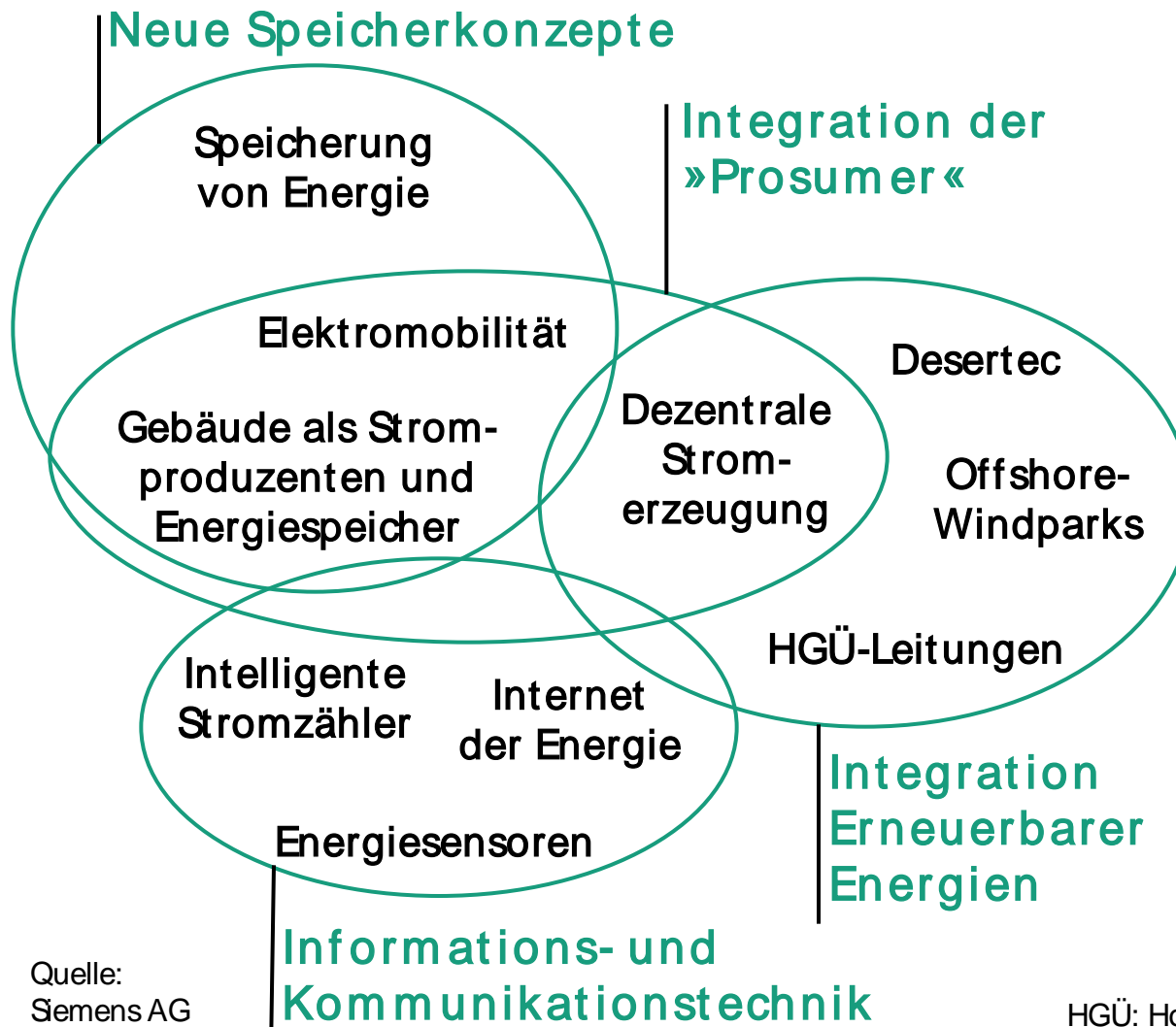


Bild: EWE

Besser: Intelligente Stromzähler melden im Detail  
Daten über den Verbrauch an die Versorger

# Intelligente Stromnetze



Quelle:  
Siemens AG



HGÜ: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

---

# NETZWERK

---

Erinnern Sie sich noch an den SUN microsystems-Slogan aus den 80er Jahren:

**The network is the computer**

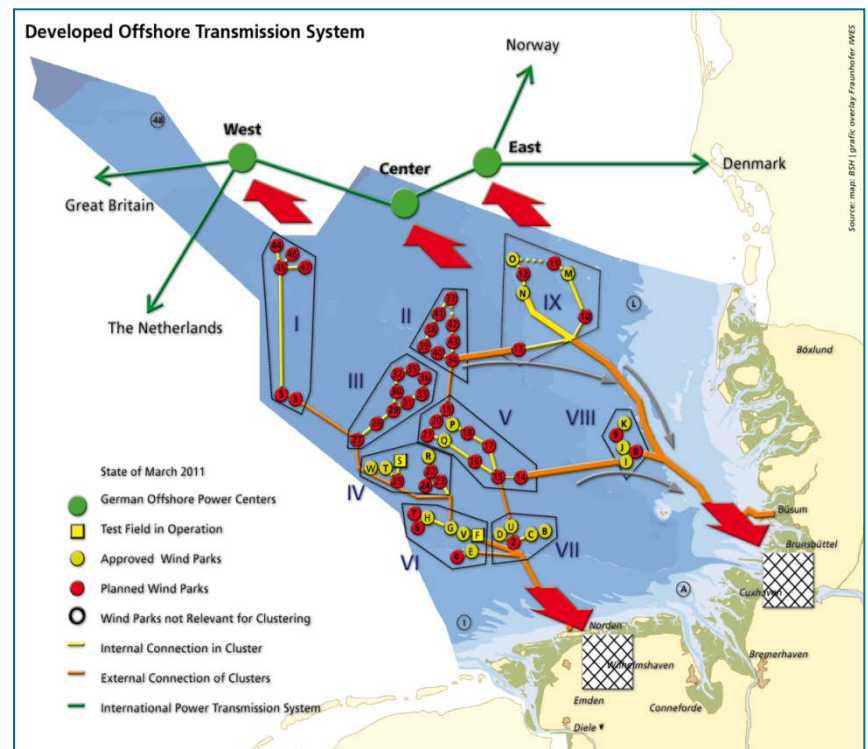
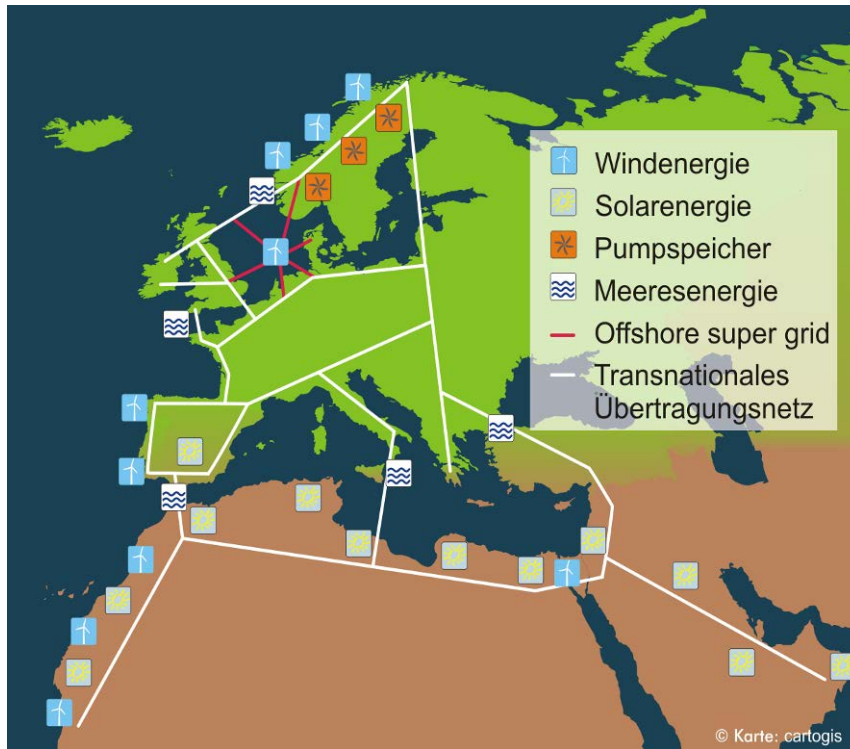
Heute könnte es heißen:

**The network is the energy storage**

# Transformation der Energieverteil-Strukturen

➔ Neue Übertragungswege und -systeme

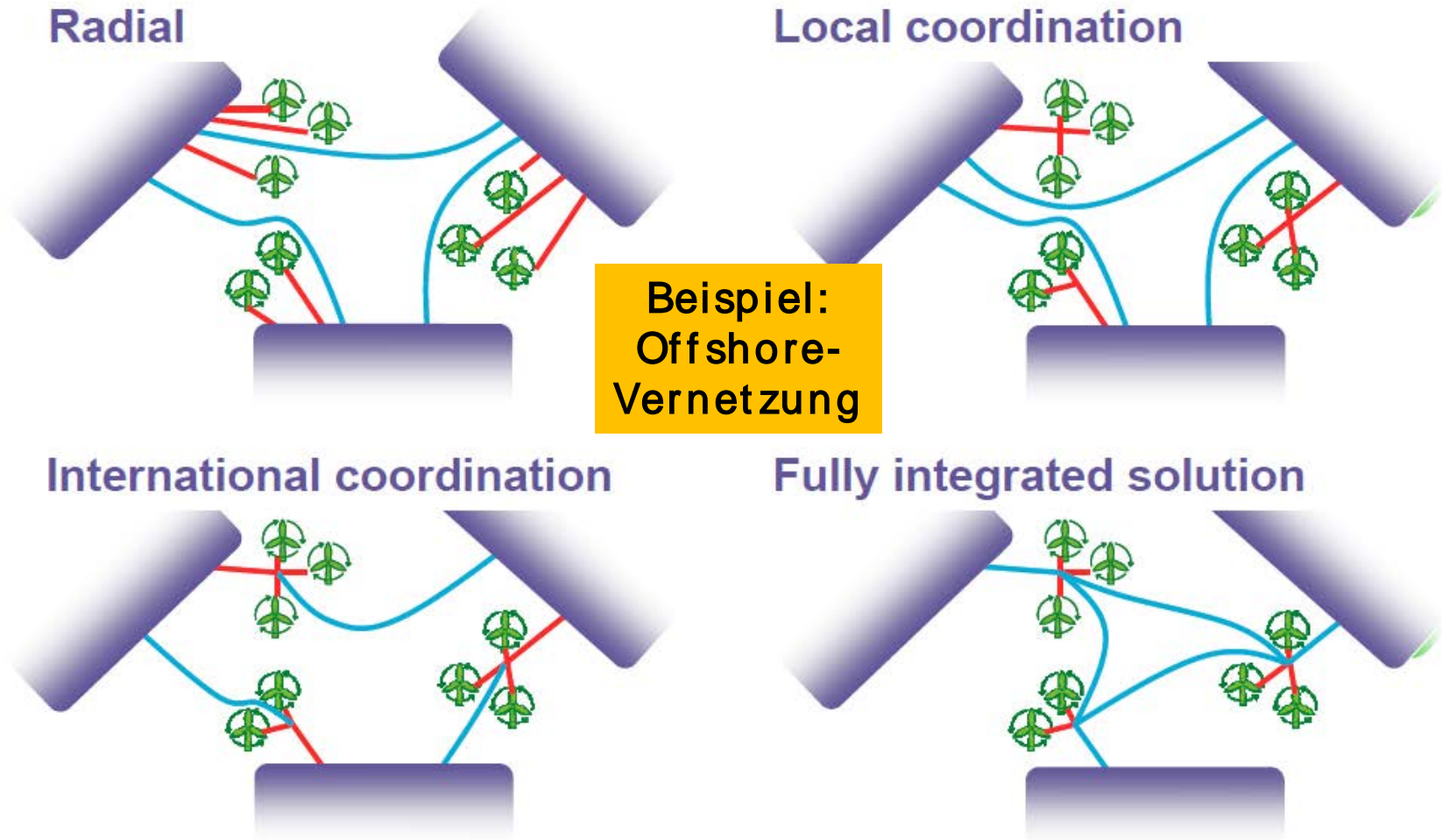
➔ Spezielle Offshore Grids



Quelle: Fraunhofer IWES

# Energievernetzung darf nicht national gedacht werden!

## Umdenken vom nationalen zum EU-weiten Energy-Grid



Quelle: K. Staschus, entsoe 2011, EB Conference

# eEnergy – Intelligentes Speichern, Vernetzen und Einsparen durch Elektronik

**Intelligentes Speichern:** Die Batterien der Elektrofahrzeuge dienen als variabler Energiespeicher

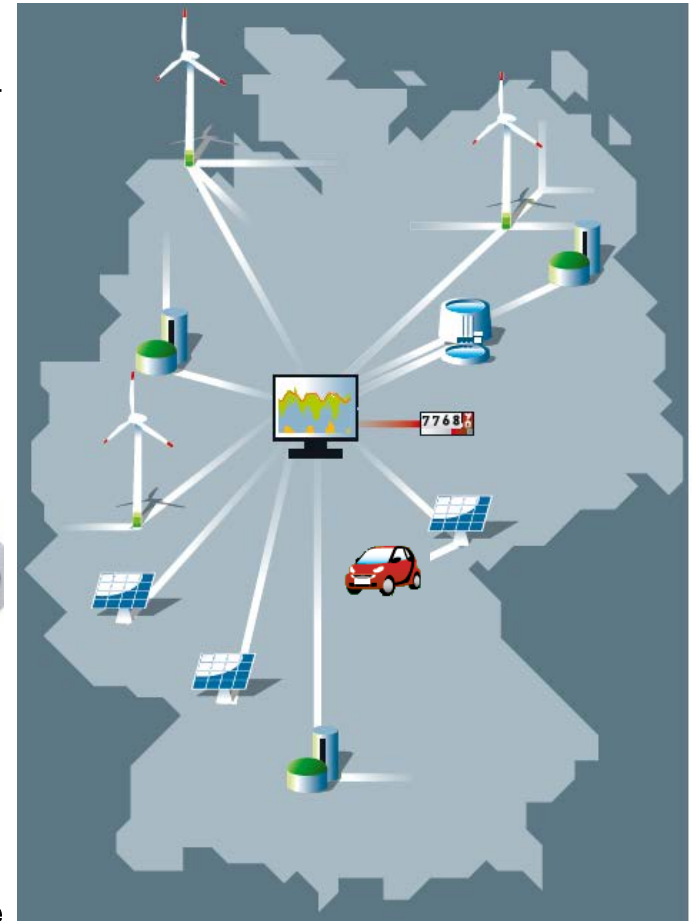
**Intelligente Vernetzung:** Virtuelles Kombikraftwerk arbeitet wie ein herkömmliches Großkraftwerk durch Zusammenschaltung von 3 Windparks, 4 Biogas- und 20 Solaranlagen sowie einem Pumpspeicherwerk (Fraunhofer IWES)

**Einsparpotenzial:** Durch drehzahlgeregelte Antriebe  
20 - 30% Einsparung möglich  
Industrie Dtl.: 20-25 TWh/a  
Haushalt Dtl.: 8 TWh/a

**Einsparpotenzial:** Beleuchtung  
bis 80%, d.h. in EU-15:  
Industrie: > 40 TWh/a  
Haushalt: > 16 TWh/a



LED-Straßenleuchte



10 TWh/a entsprechen etwa der Produktion von einem Atomkraftwerk oder zwei 500 MW Kohlekraftwerken oder 4000 Windkraftanlagen der 1 MW Klasse

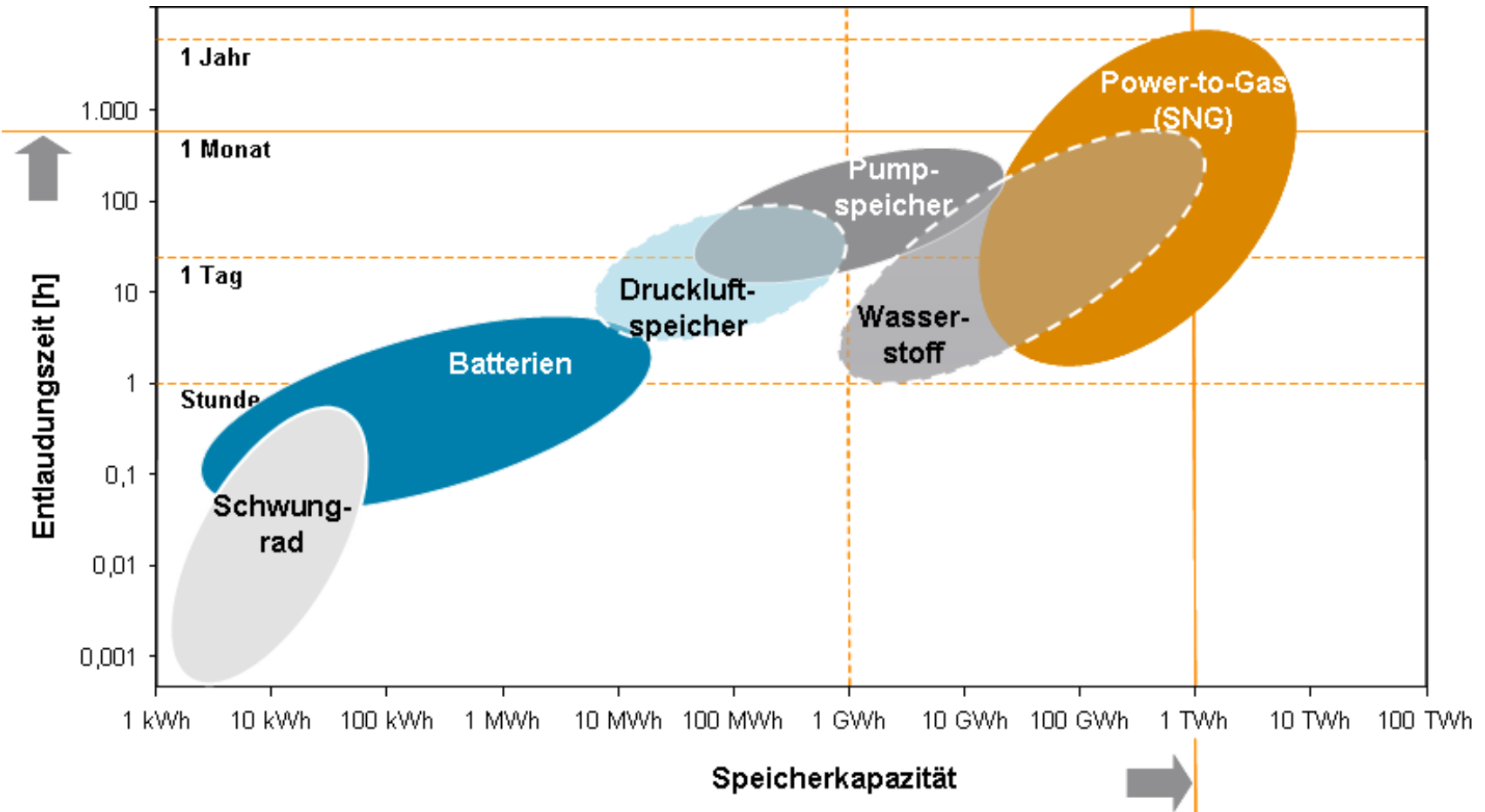
---

# ENERGIESPEICHER

---

# Alternative / Ergänzende Speichertechnologien

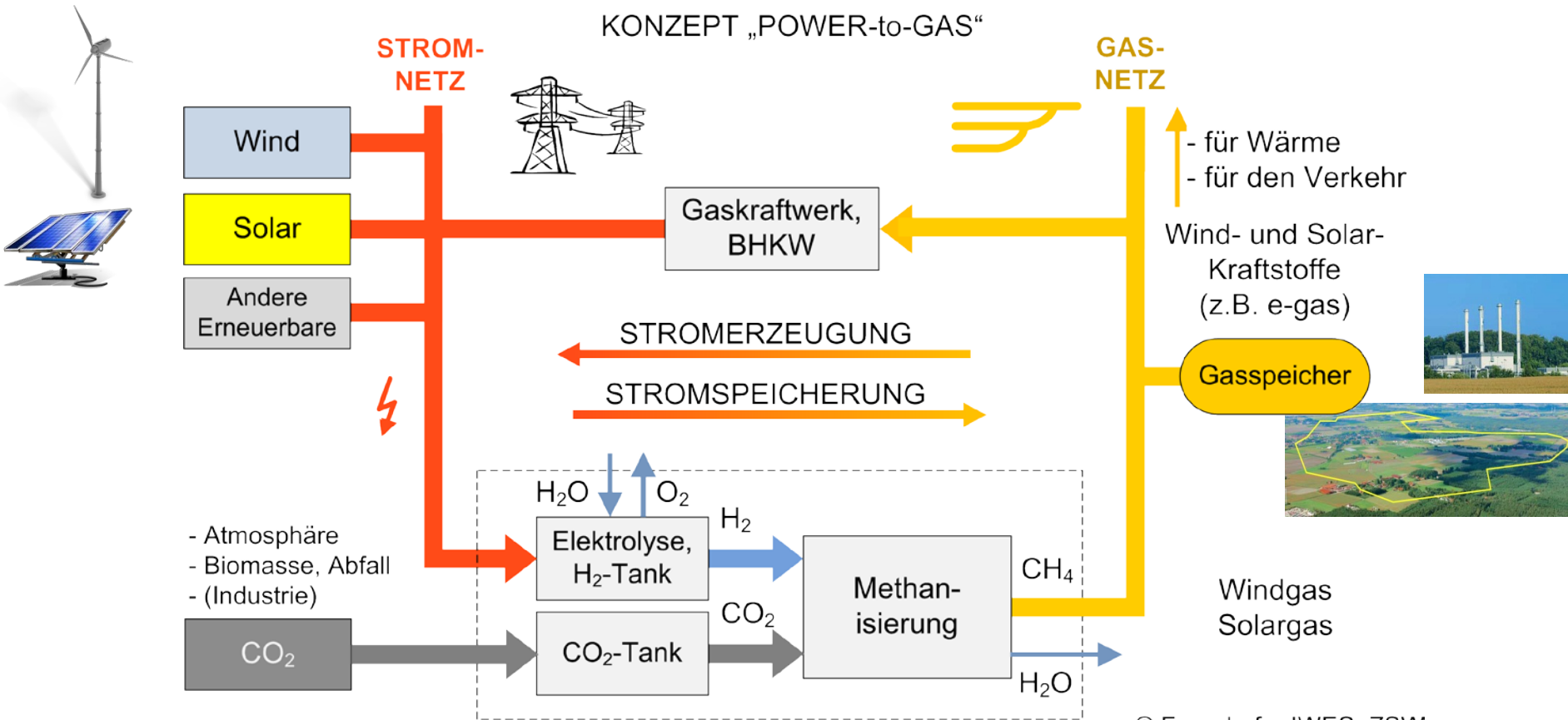
## Speicherkapazität und Reichweite



Quelle: Specht et al, 2010

# Erneuerbares Gas – Power-to-Gas

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz  
→ Technische Nachbildung der Photosynthese



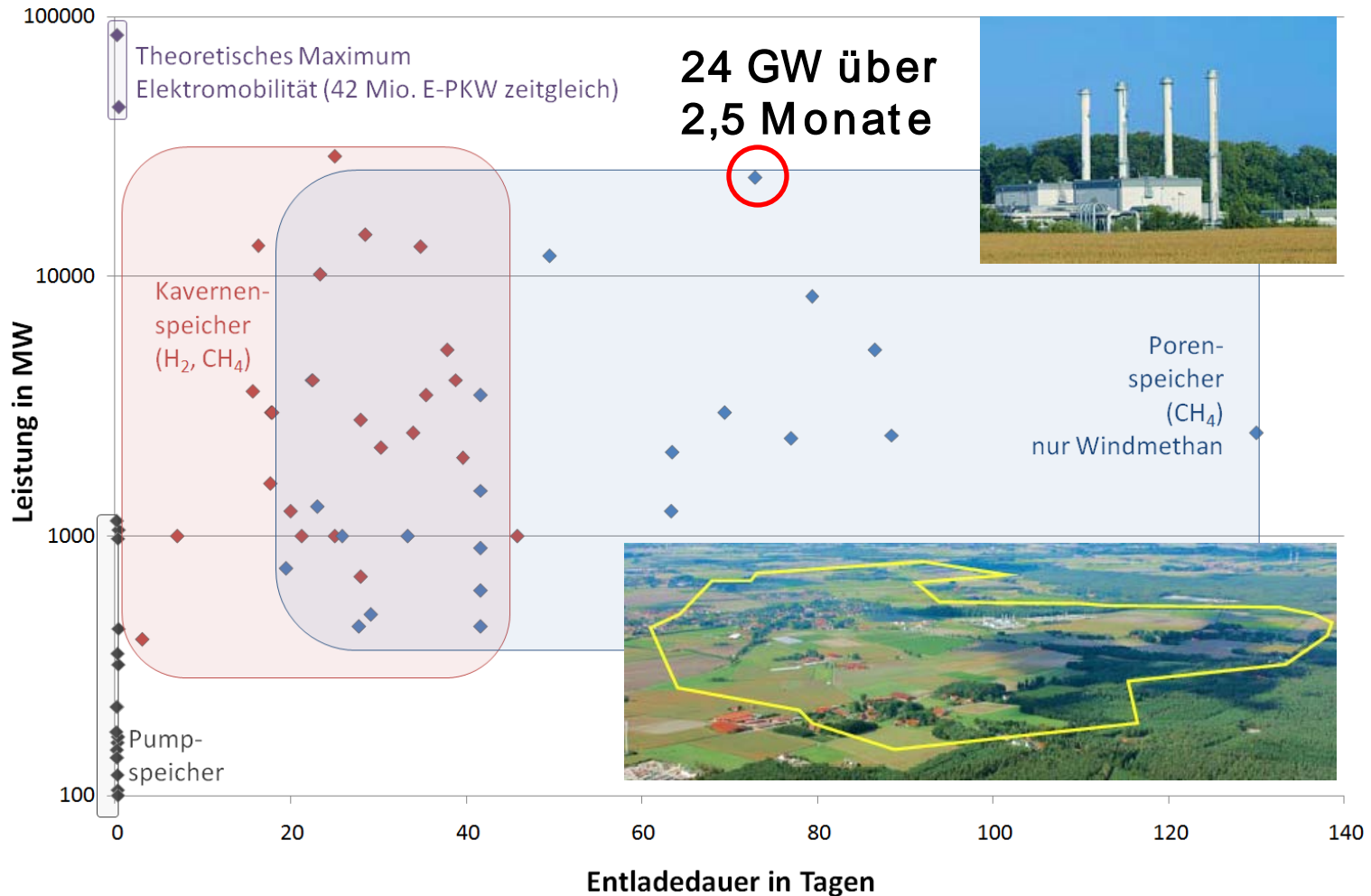
Quelle: Sterner, 2009; Specht et al, 2010

Power-to-Gas Anlage

© Fraunhofer IWES, ZSW  
(Quelle: Sterner, Specht)

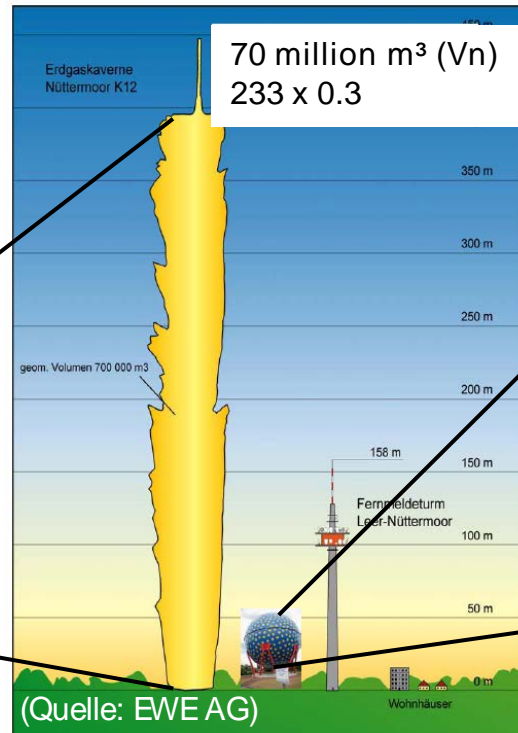
# Gesucht: Dicke Leitungen und große Speicher

## Gefunden: Im Gasnetz – Überbrückung von Monaten



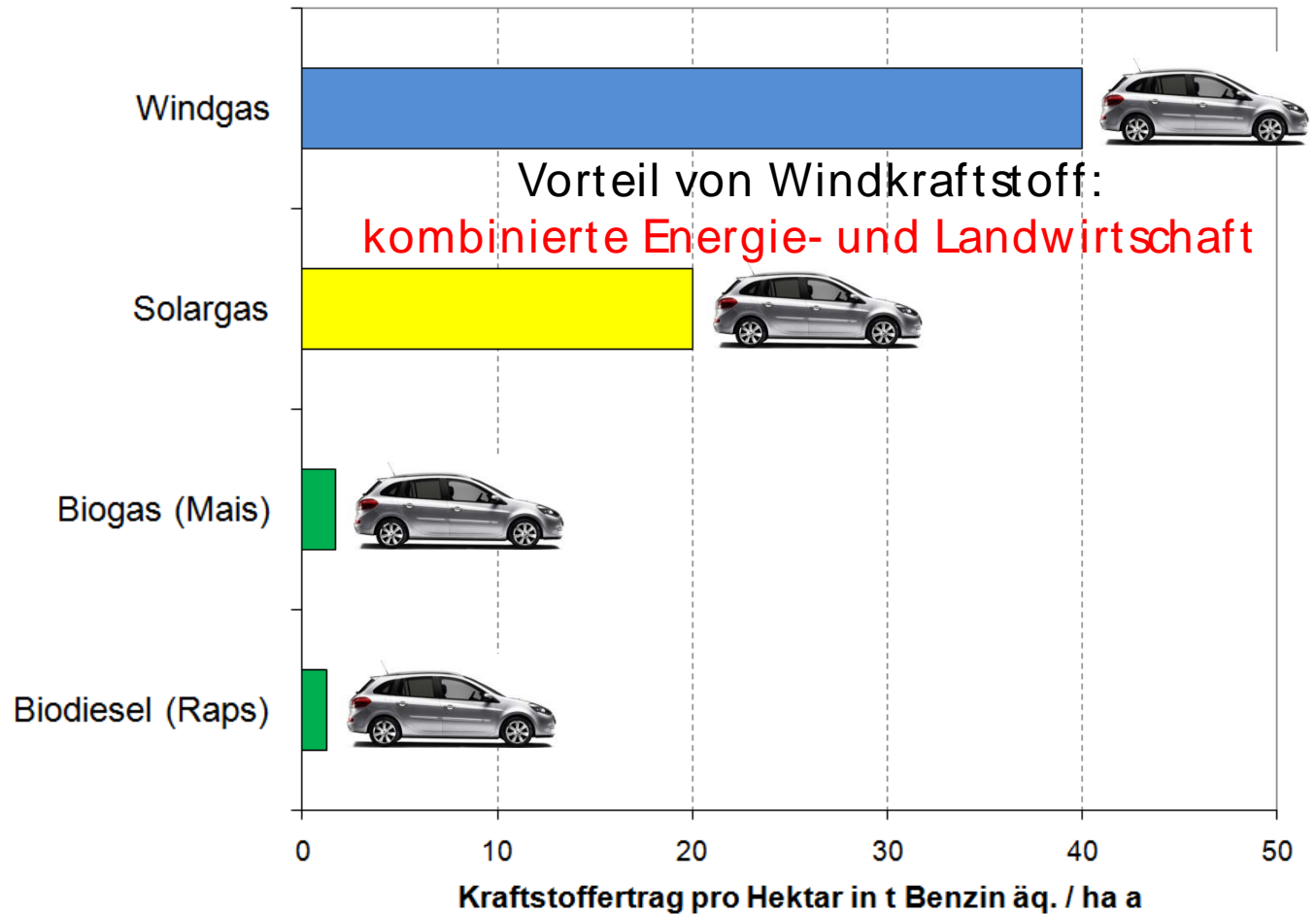
# Salzkavernenspeicher für die großmaßstäbliche Wasserstoff- und Erdgas-Speicherung

## Erdgaskaverne Nüttermoor K12



# Biokraftstoffe und Wind- und Solarkraftstoffe

## Hektarertrag für regenerativen Kraftstoff in t Benzin-Äquivalente



Quelle: IWES, LBST & ISI, EWI, DBFZ und Sterner, 2010 (FVEE Jahrestagung)

---

# SICHERHEIT IM NETZ

---

# Aktuelle Angriffs- und Bedrohungslage



13.09.2011 14:20

8 APR, 2009, 09.16PM IST, AGENCIES

**US electricity grid hit by cyber attacks**

**Symantec: Cybercrime-Schäden reichen an Umsätze im Drogenhandel heran**

Durch Internet-Kriminalität entstand Symantecs aktuellem Cybercrime Report 2011

Trojaner „stuxnet“

**Der digitale Erstschlag ist erfolgt**

Fieberhaft arbeiten die besten Sicherheitsexperten der Welt völlig neuartigen Computerviren. Jetzt legen erste Indizien a

## Aktuelle Trends

- Zunahme von Angriffen verbunden mit steigender Zahl von Malware
- Angriffe werden zunehmend professionell durchgeführt (z.B. Cyberwar, Wirtschaftsspionage)
- IT-Systeme werden immer komplexer, so dass Sicherheit ohne systematische Ansätze nicht erreicht werden kann
- Kritische Infrastrukturen verwenden zunehmend IT in Form von eingebetteten Systemen
- Schaden durch Angriffe in Deutschland 16,4 Mrd. Euro in den vergangenen 12 Monaten

## Anforderungen

- Informations- und Kommunikationssysteme müssen resilienter werden
- Neue Methoden für Anwendungssicherheit erforderlich

# IT-Sicherheit

Wichtiges Element, um Sicherheit durch IT-Systeme zu erzeugen, ist die Sicherheit der IT-Systeme selbst.

- Die Möglichkeiten für Angriffe auf derartige Systeme sind sehr vielfältig und unterliegen einem ständigen Wechsel. Deshalb muss die IT-Sicherheit mit dem technologischen Fortschritt und der schnell wachsenden Komplexität Schritt halten.
- Thematische Forschungsschwerpunkte sind:
  - Sichere IT-Infrastrukturen: z.B. Angriffssimulationen und adaptive Reaktionen auf Bedrohung; Entwicklung von Verfahren zur Selbstheilung; Eingrenzungs- und Isolationsstrategien im Schadensfall
  - Sichere digitale Informationsobjekte (Digitale Wasserzeichen)
  - z.B. sichere Langzeitspeicherung von digitalen Inhalten
  - sichere Geschäftsprozesse
  - Software Engineering: z.B. sichere Software-Entwicklung; sicherheitsrelevante Analyse von Software
  - Sicheres Cloud Computing



---

# FAZIT

---

# Intelligenter Umbau der Energieversorgung

## Eckpunkte für ein neues Stromzeitalter

- **Elektrizität als wichtigster Energieträger**  
Umbau auf der Basis eines steigenden Anteils volatiler regenerativer Energien
- **Energiewirtschaftliches Zieldreieck**  
Sicherstellung von Klimaschutz, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit
- **Breiter Energiemix**  
mit erneuerbaren Energien
- **Wachsende Bedeutung von IT**  
Sicherheit der Energienetze ist gleichbedeutend mit Sicherheit der IT-Netze
- **Zunehmende Wechselwirkung des Stromnetzes mit dem Gasnetz**  
Power-to-Gas, Smart Gas Grid
- **Das Netz wird zum Speicher**  
Ausbau Speicher und Weiterentwicklung Speichertechnologien
- **»Last folgt Erzeugung«**  
Aufbau von Smart Grids, zentrale und dezentrale Energieversorgung
- **Steigerung der Energieeffizienz**  
auf allen Wertschöpfungsstufen (Erzeugung, Netz und Verbrauch)

### Betrachtung entlang der Wertschöpfungskette:

