

---

# (Markt) Integration von Speichern

- 1. Speicherbedarf: Wann, welche, wieviele?
- 2. Speicherförderung: Wie gelingt der Anreiz?

Dr. Michael Sterner, Patrick Hochloff, Dr. Kurt Rohrig

---



# Merit-Order der Ausgleichsmaßnahmen für Fluktuationen

	technisch	ökonomisch
■ <b>Transport</b>	1	?
■ Netzausbau		
■ Europäisches Supergrid für Strom und Gas		Lokal unterschiedlich
■ <b>Energiemanagement</b>	2	?
■ Gest. Erzeugung: Kombi-KW mit EE-Prognosen, Gas-KW mit EE-Gasen		
■ Gesteuerter Verbrauch: E-KFZ, Wärmepumpen, Smart Grids		
■ <b>Speicher</b>	3	?
■ Kurzzeit (Tage):	Pumpspeicher, Druckluft, Batterien	
■ Langzeit (Saisonal):	1. (Pump)Speicher in Skandinavien, 2. Wind / Solarstrom im Gasnetz 3.	als EE-Methan als EE-Wasserstoff

# 1. Wann brauchen wir Speicher?

## ■ Netzabhängig!

- ab einem EE-Anteil von ca. 30% im Netz (40% bei idealem Transport)
- falls Transportkapazität < EE-Einspeisung + Must-run Kapazitäten - DSM

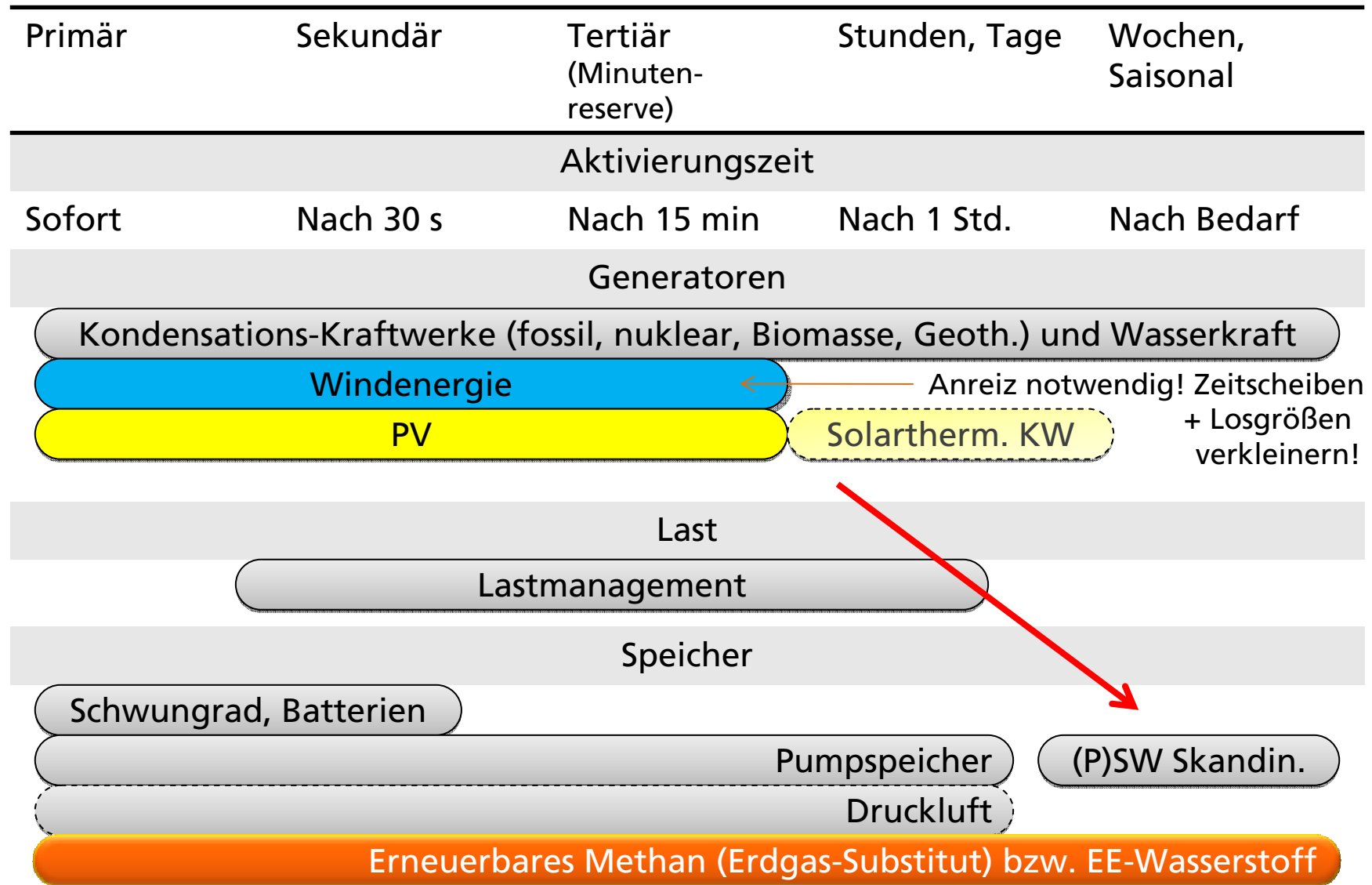
## ■ Beispiel Regelzone 50 HzT in 2009:

- Konvent. KW: ca. 20 GW
- Wind + Biomasse: ca. 10,5 GW + 1,2 GW
- Speicher: ca. 3 GW
- Verbrauch: ca. 100 TWh bei ca. 25 TWh (25% EE-Anteil)
- Min / Max: ca. 3,5 – 15 GW (Abregelung Wind bei ca. 8 GW)
- Bereits heute Re-Dispatch von ca. 1 TWh „Einspeisemanagement“

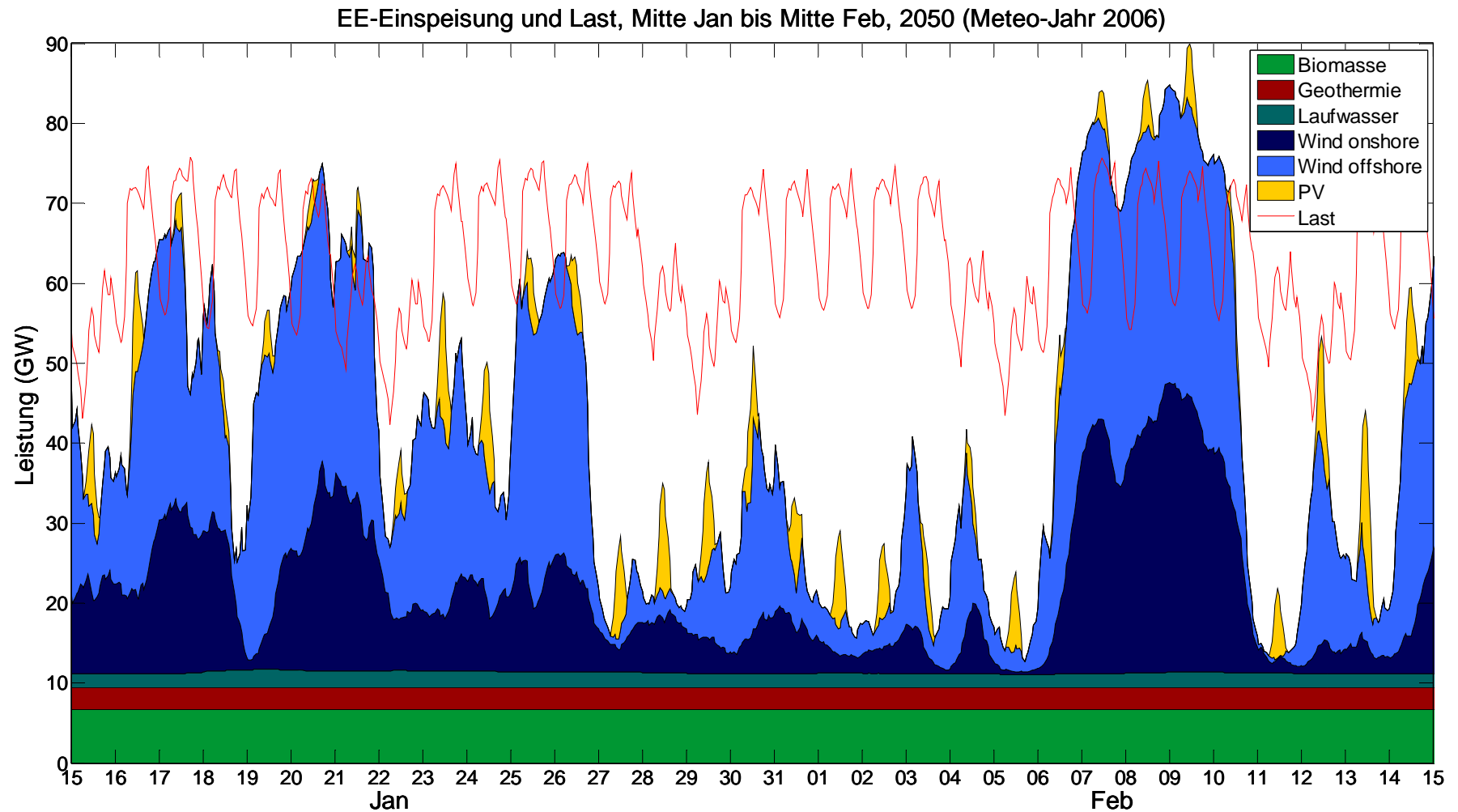
→ Gesamtdeutschland: ab 2015...2030, lokal unterschiedlich

---

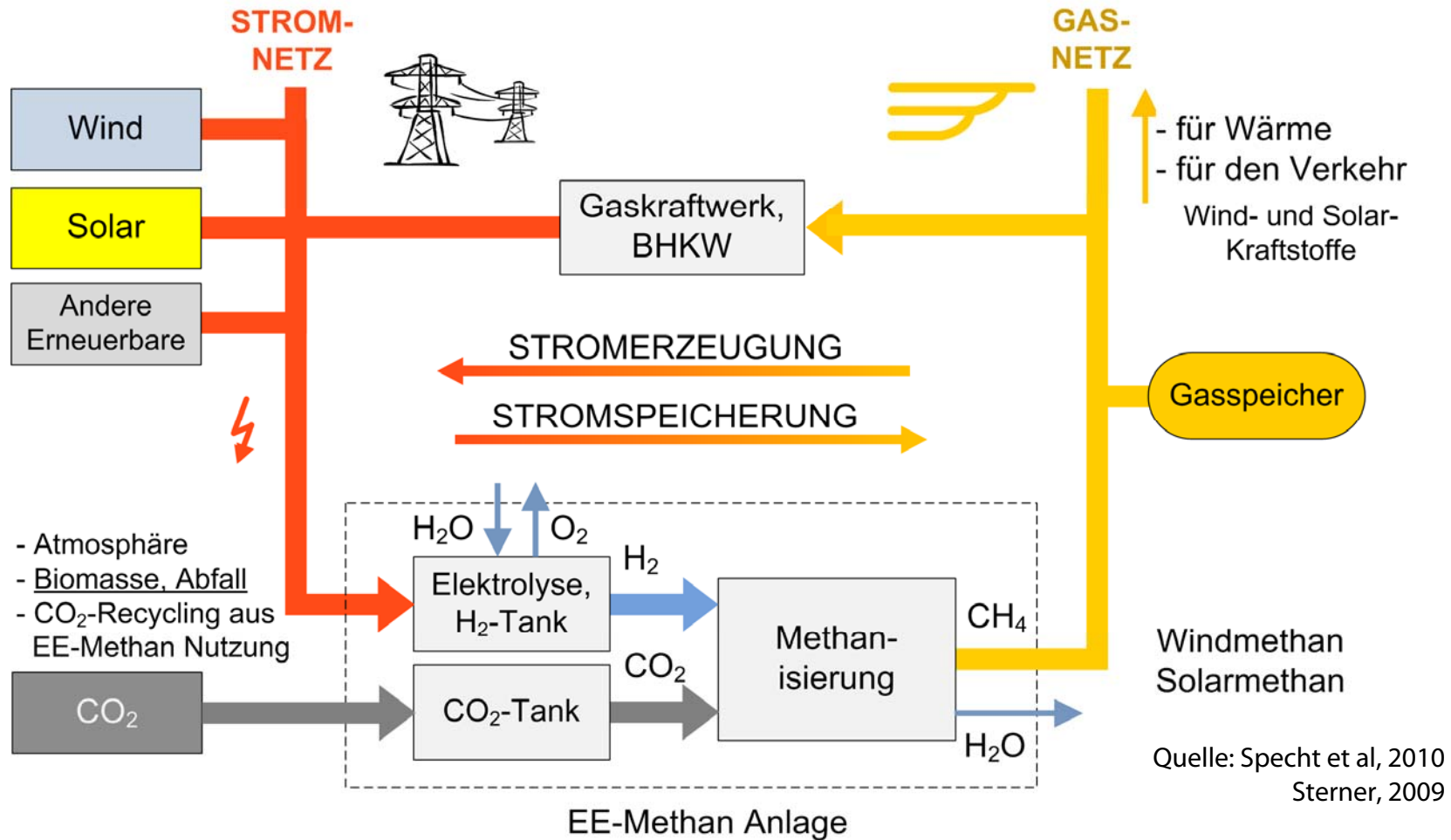
## 2. Welche Speicher brauchen wir? Eine zeitliche Klassifizierung



# 1. Speicherbedarf Leitszenarien - Basisszenario 2050 – 85% EE – ca. 30 TWh<sub>el</sub>



# 1. Erneuerbares Methan / Wasserstoff - Kopplung von Strom- und Gasnetz



→ CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger, CO<sub>2</sub>-neutrale Energiespeicherung

# 1. Erneuerbares Methan – Vorzüge

## ■ Nutzung der vorhandenen Infrastruktur

- Pipelines, Speicher, Kraftwerke, BHKW, Herde, Heizungen, Fahrzeuge
- Immense Kostenersparnis ggü. Wasserstoff-Infrastruktur
- Austauschgas (EE-Methan) statt Zusatzgas (EE-Wasserstoff)

## ■ Langzeitspeicherung von EE im Erdgasnetz – „ohne“ Begrenzung

- CH<sub>4</sub> (Erdgas) Langzeitspeicherung technisch erprobt und vorhanden
- Vol. Energiedichte von CH<sub>4</sub> 3x höher als von H<sub>2</sub>
- Kombination mit Biogas / Bioethanol oder CO<sub>2</sub>-recycling im Gaskraftwerk

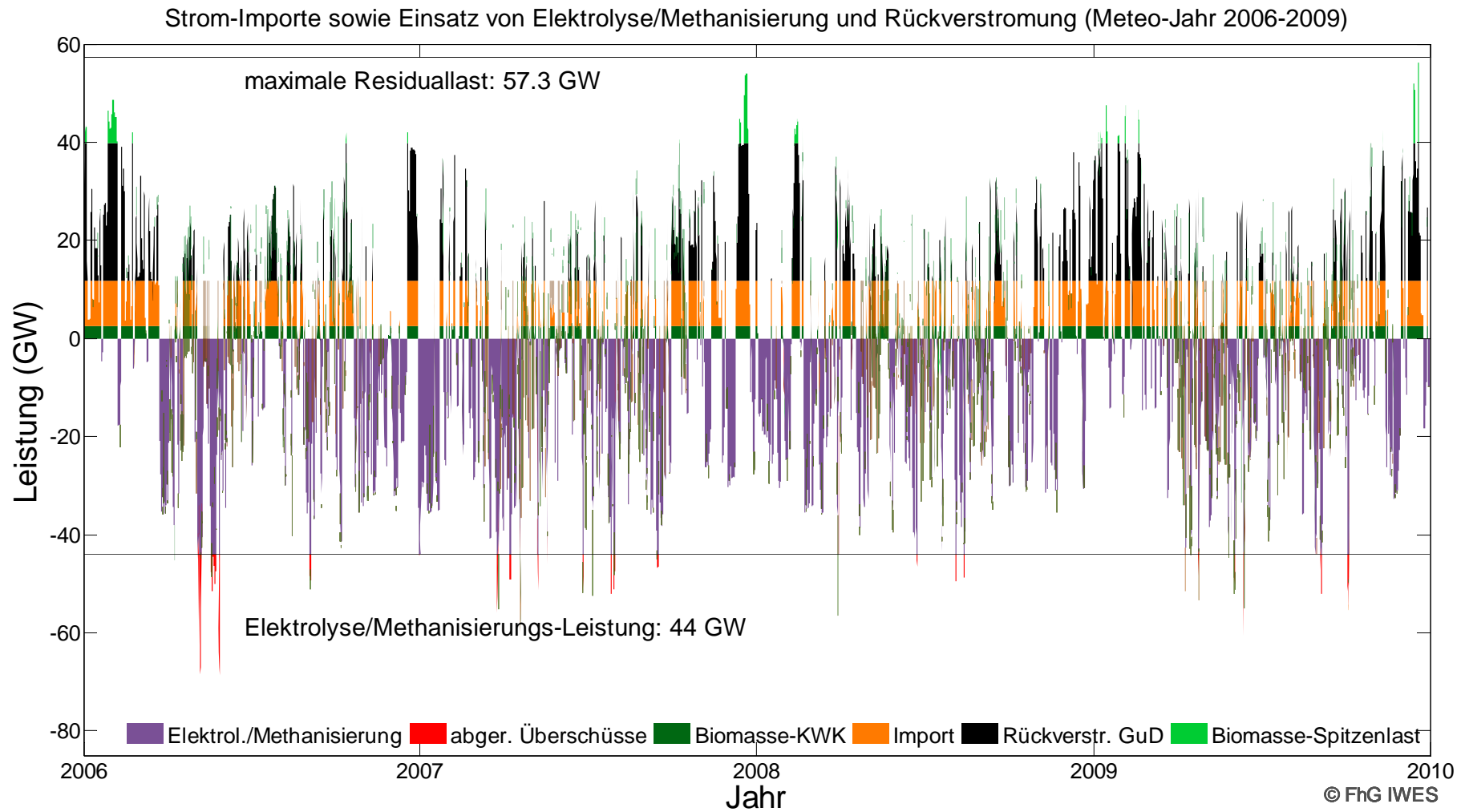
## ■ CO<sub>2</sub>-neutraler kohlenstoff-basierter Energieträger für Verkehr (und Wärme)

- hohe Energiedichte, keine Begrenzung der KFZ-Reichweite
- weniger Konkurrenz zu Nahrung bzw. landwirtschaftlichen Nutzflächen

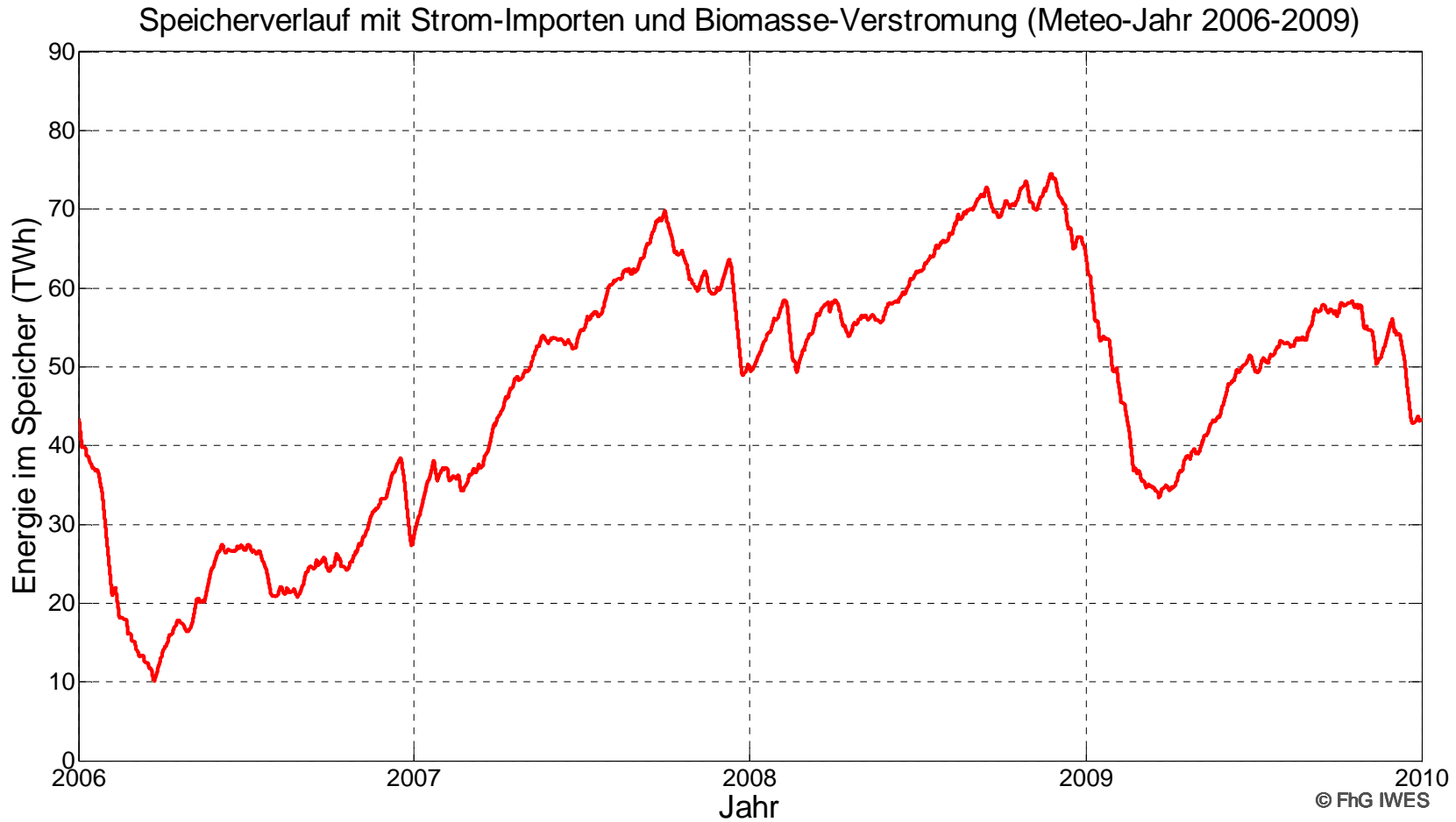
## ■ Minderung der Importabhängigkeit von Erdgas und Transportstaus

- Übertragungskapazität von Gas vs. Strom: eine Größenordnung höher
- „Gas“ aus der Sahara – Pipeline zw. Algerien und Spanien vorhanden

# 1. UBA 100% EE 2050: Speicherbedarf nach idealem Transport, Lastmanagement und PSW



# 1. UBA 100%: Speicherbedarf und -füllstand von Methan/Erdgasspeichern ca. 70 TWh<sub>el</sub> → 30-40 TWh<sub>el</sub>



# 1. Wieviele Speicher brauchen wir?

- Netzabhängig, lokal sehr unterschiedlich
- Bei idealem Transport → ca. 20-40 TWh<sub>el</sub> bis 2050 @ 100% EE (über 200 GW)
- In der Realität deutlich mehr (abh. v. Netzausbau, Lastmanagement)
  
- Verfügbar in Deutschland:
  - Pumpspeicher, Batterien: ca. 0,07 TWh<sub>el</sub> – Reichweite: wenige Stunden
  - E-mobilität: max. 45 Mio. KFZ @ 10 kWh<sub>el</sub> → 0,45 TWh<sub>el</sub> – reicht 6 Stunden
  - Gasnetz: 220 TWh<sub>th</sub> ~ ca. 110 TWh<sub>el</sub> – Reichweite: 60 Tage bzw. 2 Monate
    - Wirkungsgrad halb so groß wie bei PSW, aber „See läuft nicht über“
    - bei Langzeitspeichern ist die Kapazität relevanter als der Wirkungsgrad

## 2. Speicherförderung – Individuelle Entscheidung notwendig

- Speicherbedarf: Netzabhängig, lokal sehr unterschiedlich
  - Bundesweiter Speicherbonus nicht zielführend (siehe KWK-Bonus)
  - Individueller Nachweis für Speicherbedarf notwendig (Abregelung)
- Situation heute:
  - Vergütung der Abregelung (Härtefallregelung) → Umlage Netzentgelte kein Nachteil für Netzbetreiber, aber
    - volkswirtschaftlicher Schaden (Zahlung für nicht genutzte Energie)
- Vorschlag: Ausschreibungsverfahren – lokale Entscheidung
  - Individuelle ökonomische Entscheidung Netzausbau vs. Speicher
  - Wirksame Netzentlastung vor Ort
  - Keine zusätzliche Kosten in der EEG-Umlage
  - Speicherfinanzierung über Netzbetreiber und Anlagenbetrieb

## 2. Speicherförderung – Ablauf des Ausschreibungsverfahrens

- Netzbetreiber identifiziert Speicherbedarf durch Netzengepässe / Netzausbaustopp
    - Wieviel, Wo, Welche Mindest-Leistung und –Energiemenge
  
  - BNetzA überprüft und genehmigt, wenn Anforderungen erfüllt
    - Kosten Netzausbau > Kosten Speicher
    - Netzausbaubedarf bzw. Netzengepass (Abregelung) wird deutlich reduziert
    - ...
  
  - Von Abregelung betroffene EE-Anlagenbetreiber formen Konsortium
    - Entwurf eines Geschäftsmodells für Speicher (technologieneutral)  
→ ggf. Ergänzung der Ausschreibung
    - EE-Anlagenbetreiber entscheiden über Zuschlag für Speicheranbieter
-

## 2. Speicherförderung – Die Option Ausschreibungsverfahren

### ■ Betrieb des Speichers

- Betreiber: Konsortium / EE-Anlagenbetreiber
- Steuersignal: Spotmarkt und Netzbetreiber (zentral und lokal)
  - Netzknoten: viel Wind; Bundesweit: wenig Wind
  - Lokale Situation hat wenig Einfluss auf zentr. EEX → EEX alleine reicht nicht aus
  - Netzbetreiber → Speicherbetreiber: Voraussichtliche Abregelung vermeiden
- Entfall der Härtefallregelung nach §12 EEG, um Speicher anzureizen
- Finanzierung über Spotmarkt und vermiedene Netzausbaukosten

### ■ Umsetzung

- regelmäßig angepasste Ausschreibungen
  - Netzbetreiber darf Mittel für Speicher verwenden
  - Regelung des Speicherbetriebs durch EE vor Ort
  - §12 entfällt für die Speicherbetreiber
-

## 2. Speicherförderung – Sonderfall Langzeitspeicher

- Kapazitätsmarkt für Wirtschaftlichkeit notwendig
  - Zu geringe Volllaststunden, Finanzierung über Arbeitspreis nicht möglich
  - Leistungspreis ähnlich dem heutigen Regelenergiemarkt
  - „Regelenergiemarkt für Speicher“ (Leistungspreis, Arbeitspreis)
  
- Einzige nationale Option: Chemische Speicher
  - Gas-Einspeisegesetz / Einspeisevorrang für grünes Gas (ähnl. Biomethan)
  - Grünes Gas = EE-Wasserstoff / EE-Methan; Gleichstellung zu Biomethan
  - ggf. Einspeisetarif von 8-10 €cent / kWh<sub>th</sub>
  - (Vorrang für) Rückverstromung möglichst in KWK bzw. hocheffizienten Gas- und GuD-Kraftwerken bzw. verteilten BHKW

# Kernaussagen

## ■ Speicherbedarf

- Wann: grobe Abschätzung – etwa ab einem EE-Anteil von 25-30%
- Welche: alle verfügbaren Speichertechnologien nach Einsatzbereich
- Wieviele: netzabhängig, szenarioabhängig, > 80% EE: mind. 30 TWh<sub>el</sub>
- Derzeit verfügbar: PSW (0,04), Batterien (0,03), Gasnetz (220, 110)
- Autarkie nicht effizient

## ■ Speicherförderung / Marktintegration

- Flächendeckende Förderung / Bonus nicht zielführend
- Individuelle Förderung: Ausschreibungsverfahren attraktiv für Netzengpässe; weitere Anreize für Tages/Langzeitspeicher nötig
- Langzeitspeicherung: Einspeisetarif bzw. Einspeisevorrang notwendig
- Befreiung von Netznutzungsentgelten wesentlich für Wirtschaftlichkeit  
→ nur bei EE-Nachweis für EE-Ladestrom → stimuliert EE-Speicherung

# Kontakt



Dr.-Ing. Michael Sterner

Fraunhofer Institut für Windenergie und  
Energiesystemtechnik

Leiter „Energiewirtschaft und Systemanalyse“

+49 – 561 – 72 94 361

[msterner\\_at\\_iset.uni-kassel.de](mailto:msterner_at_iset.uni-kassel.de)

Vielen Dank!