
Energie speichern, Zukunft meistern

Welche Speicher brauchen wir auf dem Weg zur regenerativen Vollversorgung?

Dr. Michael Sterner, Norman Gerhardt, Dr. Kurt Rohrig



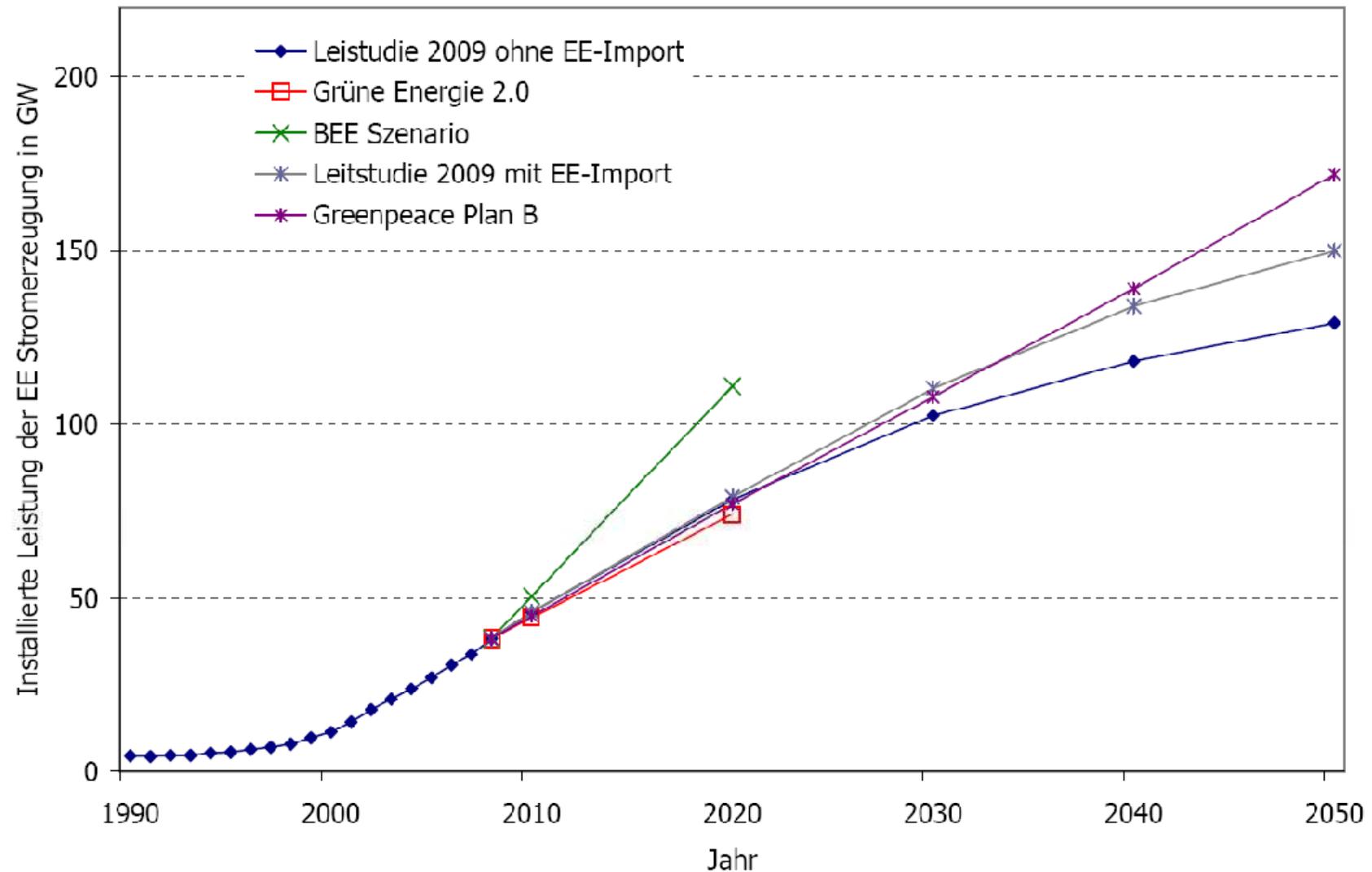
OSTWIND
Forum
Netzwerk Zukunft
HUSUM 2010
23.09.10



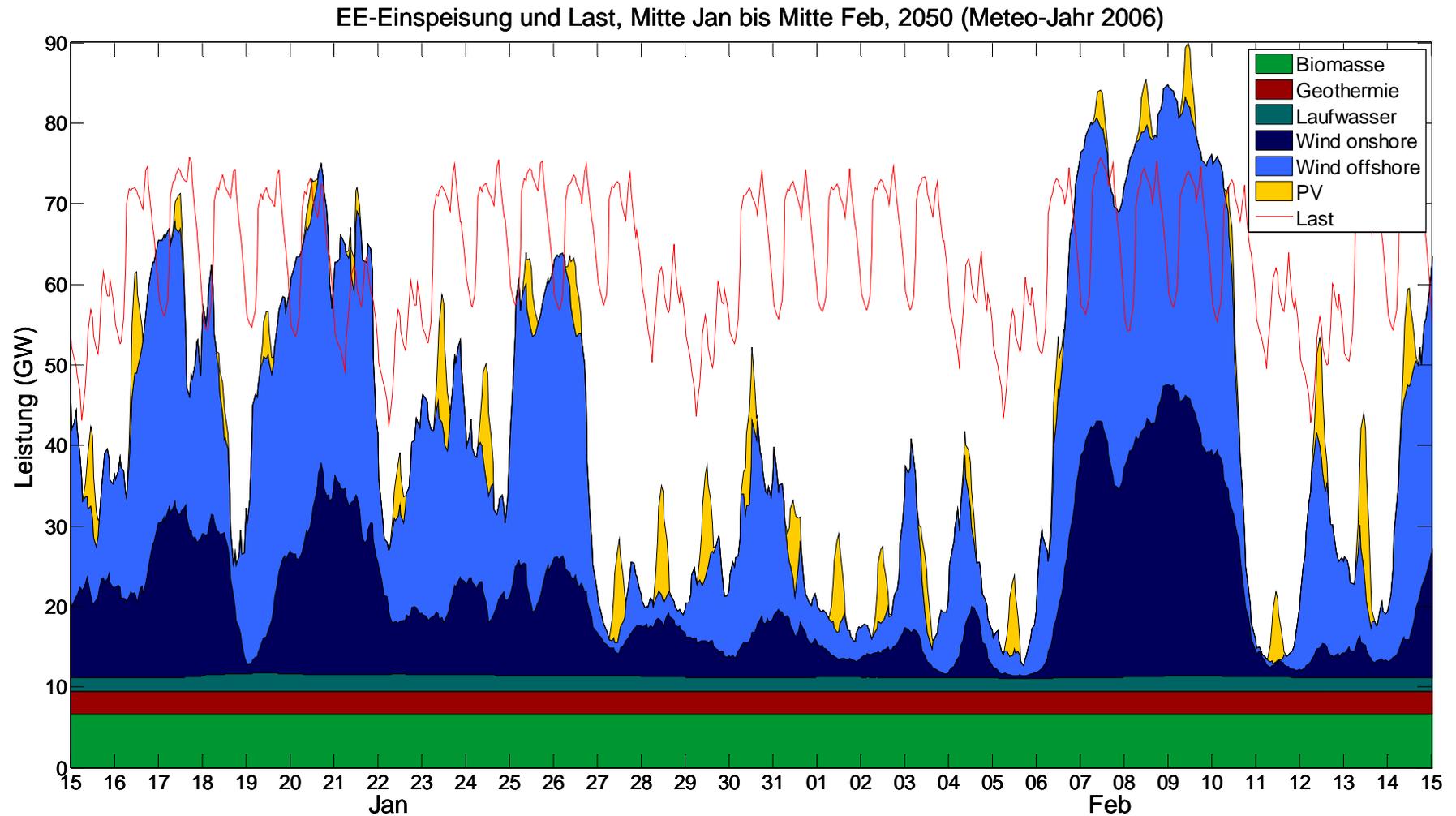
Inhalt

1. Welchen Speicherbedarf erwarten wir?
2. Welche Technologien stehen zur Verfügung?
3. Wie werden Speicher in unsere Energienetze eingebunden?
4. Fazit

1. Szenarienvergleich – Installierte Leistung in GW bis 2050



1. Speicherbedarf: Leitszenarien - Basisszenario 2050 – 85% EE – ca. 30 TWh_e



1. Merit-Order der Ausgleichsmaßnahmen für Fluktuationen

	technisch	ökonomisch
■ Transport	1	?
■ Netzausbau		
■ Europäisches Supergrid für Strom und Gas		Lokal unterschiedlich
■ Energiemanagement	2	?
■ Gest. Erzeugung: Kombi-KW mit EE-Prognosen, Gas-KW mit EE-Gasen		
■ Gesteuerter Verbrauch: E-KFZ, Wärmepumpen, Smart Grids		
■ Speicher	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. Ab wann brauchen wir Speicher?

■ Netzabhängig!

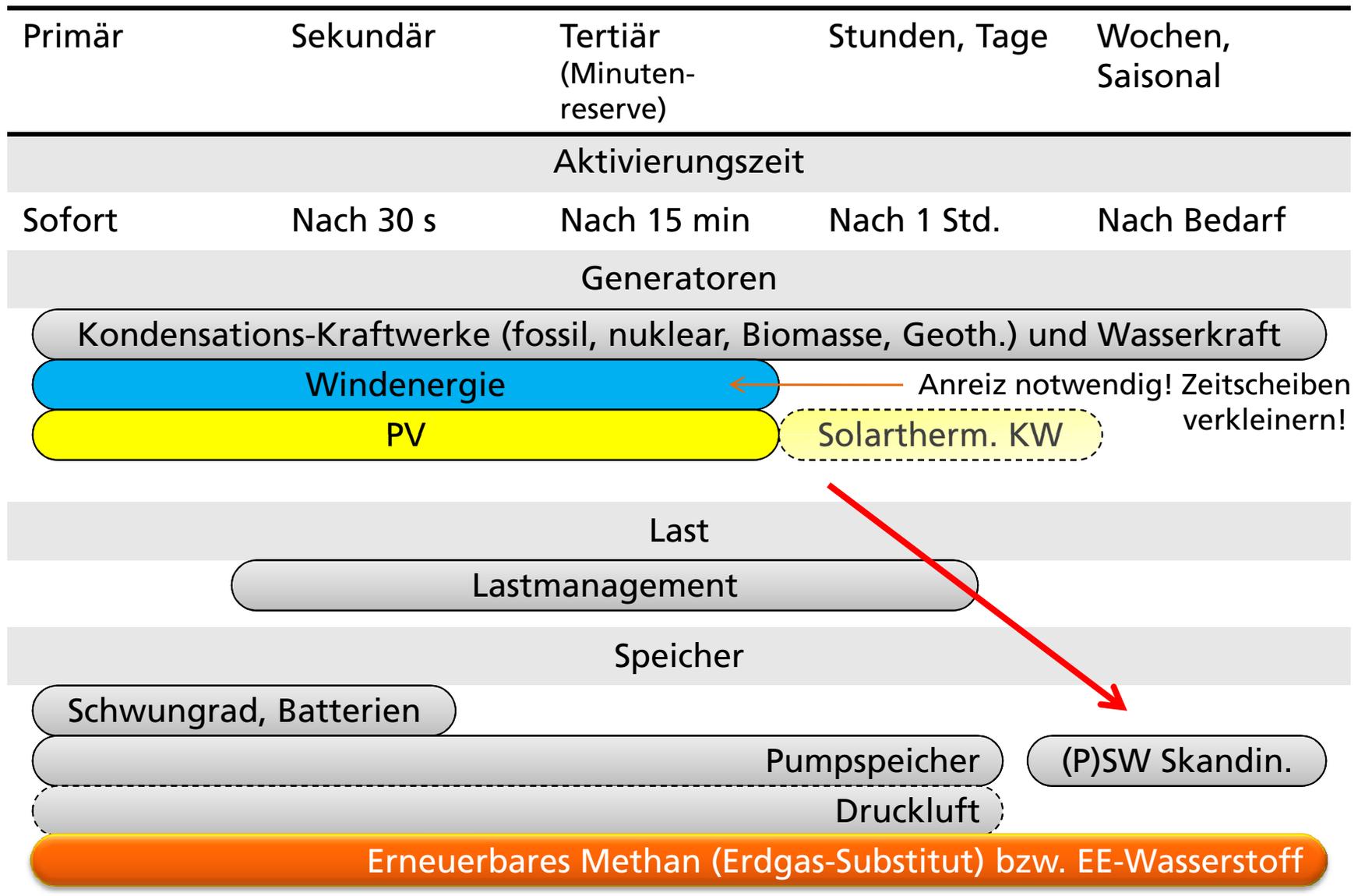
- ab einem EE-Anteil von ca. 30% im Netz (40% bei idealem Transport)
- falls Transportkapazität < EE-Einspeisung + Must-run Kapazitäten - DSM
- Idealer Transport: 20-40 TWh_{el} in der Realität ggf. deutlich mehr

■ 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

1. Welche Speicher brauchen wir? Eine zeitliche Klassifizierung



Inhalt

1. Welchen Speicherbedarf erwarten wir?
- 2. Welche Technologien stehen zur Verfügung?**
3. Wie werden Speicher in unsere Energienetze eingebunden?
4. Fazit

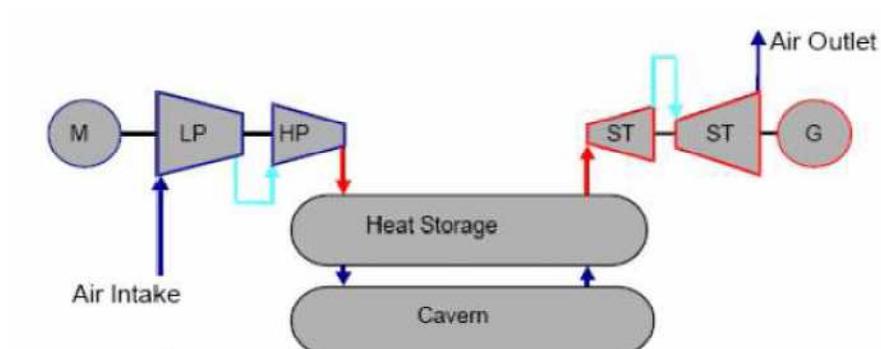
2. Pumpspeicherwerke: effizient, etabliert aber begrenzt

- Kurzzeitspeicher
- Vorteile: hohe Effizienz, erprobte Technologie, heute verfügbar, wirtschaftlichster Kurzzeitspeicher
- Nachteile: geeignete Gebiete für PSW in Mitteleuropa begrenzt
- Kapazität: ca. 0,04 TWh_{el} – Reichweite: wenige Stunden
- Einsatz: gut geeignet für den Tagesausgleich von PV



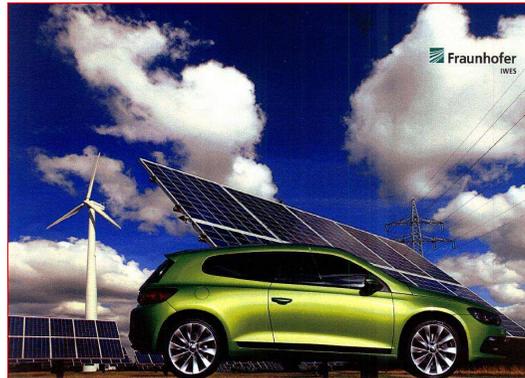
2. Druckluftspeicher: relevant, aber teuer

- Kurzzeitspeicher
- Vorteile: relevante Kapazitäten realisierbar
- Nachteile: teuer (Wirtschaftlichkeit ↓), geringe Effizienz, durch Wärmespeicher regenerativ nur als Kurzzeitspeicher betreibbar
- Kapazität: ca. 0,0006 TWh_{el} – Reichweite: bisher nur Minuten
- Einsatz: geeignet für den Tagesausgleich von Wind im Norden

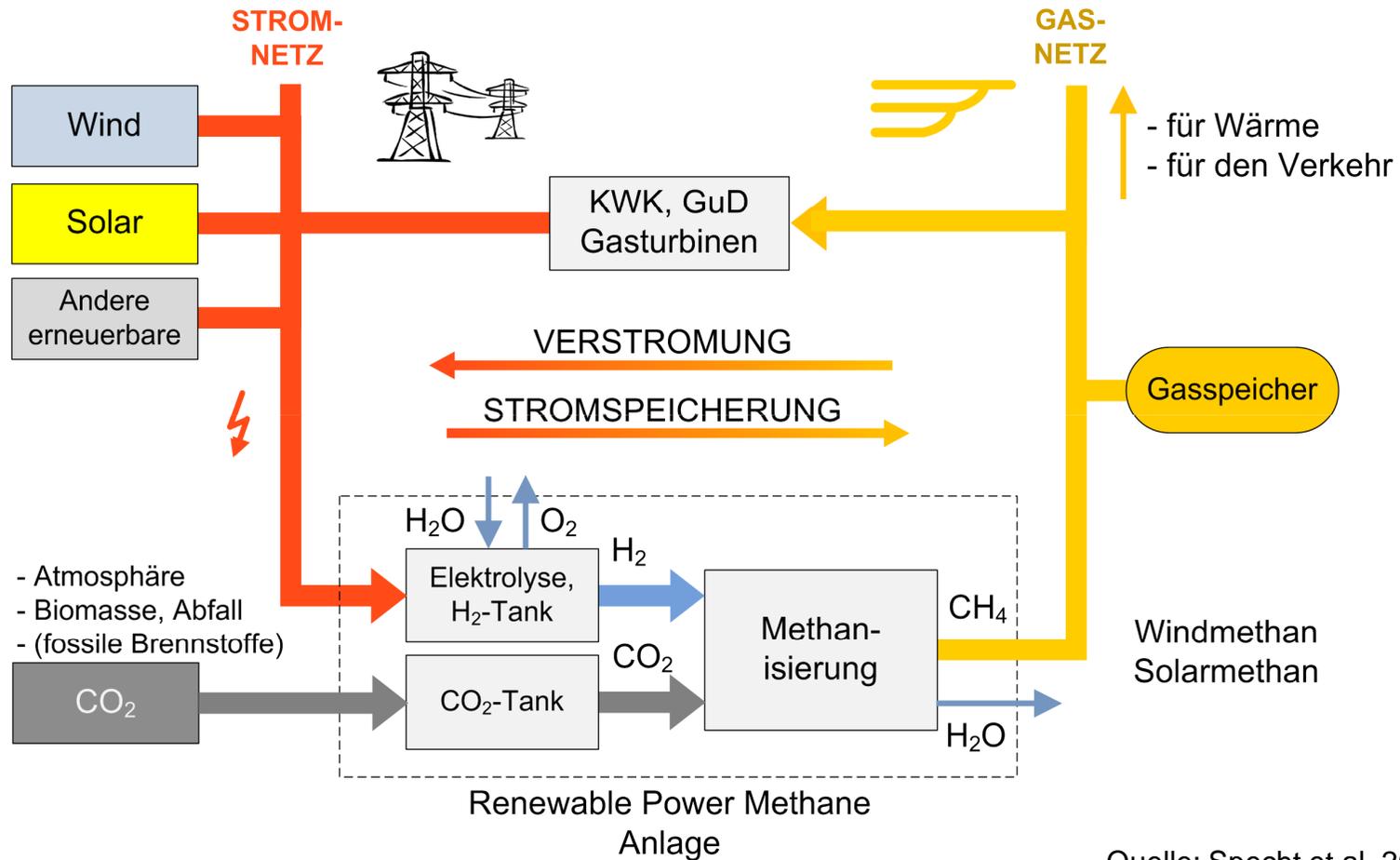


2. Batterien: effizient, vielversprechend, aber teuer und klein

- Kurzzeitspeicher
- Vorteil: hohe Effizienz
- Nachteil: sehr teuer (Wirtschaftlichkeit ↓)
- Kapazität: ca. 0,03 TWh_{el} (nur Backup) – Reichweite: wenige Std.
E-KFZ: max. 45 Mio. KFZ @ 10 kWh_{el} → 0,45 TWh_{el}
reicht 6 Stunden zur Stromversorgung Deutschlands (!)
- Einsatz: Schwarzstart; perspektivisch in der Eigenstromversorgung
in Kombination mit PV und E-KFZ - Autarkie



2. Erneuerbares Methan / Wasserstoff: Langzeitspeicher Erdgasnetz Kopplung von Strom- und Gasnetz



Quelle: Specht et al, 2010
Sternier, 2009

2. Langzeitspeicherung: Wasserstoff vs. Methan (H₂ vs. CH₄)

	H ₂	CH ₄
Wirkungsgrad - der Herstellung - der Verstromung	70-80% gleich	H ₂ *0,85 ~ 60-70% gleich
Infrastruktur - Strom - Wärme - Verkehr	(Zusatzgas) - nicht kompatibel - nicht kompatibel - nicht kompatibel	(Austauschgas) - kompatibel - kompatibel - kompatibel
Energiedichte = weniger Platzbedarf für Speicher	10 MJ / Nm ³	33 MJ / Nm ³
CO ₂ -Neutralität	Gegeben	Gegeben mit CO ₂ aus Biomasse, Atmosphäre und nicht-energet. CO ₂
Sicherheit	Im TWh Maßstab nicht erprobt	Im TWh Maßstab erprobt
Transformations-Kosten	Einspeicherung Strom-H ₂ Speicherung Auspeicherung H ₂ -Strom Transport / Pipelines	Nur Einspeicherung

Quelle: BMU Leitszenarien, Herbst 2010

2. Energieverbrauch und -speicherkapazitäten in Deutschland (2008)

		Strom	Erdgas	Flüssigkraftstoffe ¹⁾
Verbrauch	[TWh/a]	615	930	707
durchschnittliche Leistung	[GW]	70	106 ²⁾	81
Speicherkapazität	[TWh]	0,04 ³⁾	217 ⁴⁾	250 ⁵⁾
rechnerische Speicherreichweite ⁶⁾	[h]	0,6	2000	3100

1) Benzin, Diesel, Kerosin

2) jahreszeitlich stark schwankend

3) Pumpspeicherwerke

4) 47 Untertage-Gasspeicher (zzgl. 79 TWh in Bau / Planung)

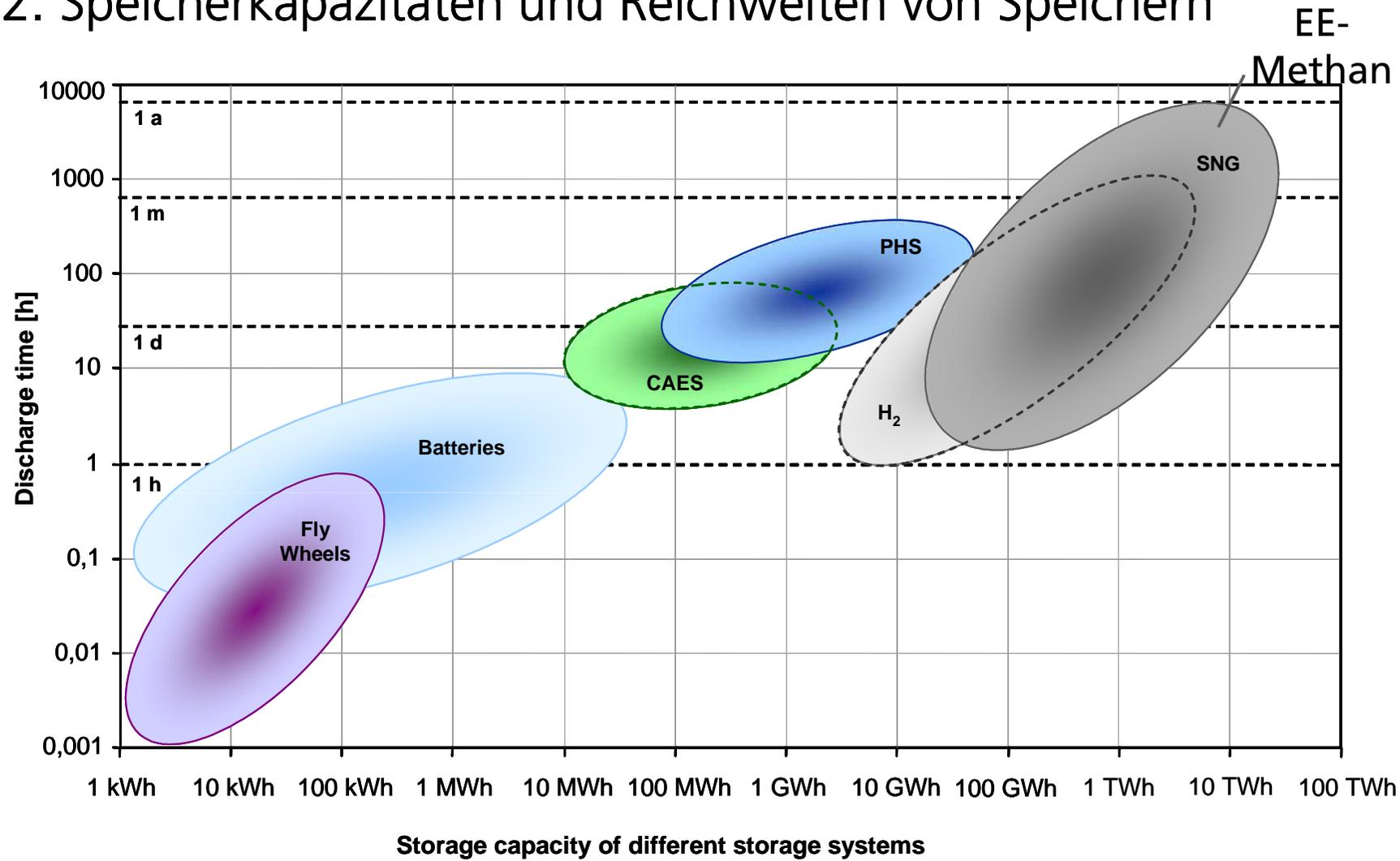
5) Bevorratung an Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL

6) bezogen auf die durchschnittliche Leistung

Quelle: Specht et al, 2010

→ der größte vorhandene nationale "Speichersee" ist das Erdgasnetz

2. Speicherkapazitäten und Reichweiten von Speichern



→ der größte vorhandene nationale "Speichersee" ist das Erdgasnetz

2. Erneuerbares Methan – Power-to-Gas - Vorteile

- Nutzung der vorhandenen Infrastruktur
 - Pipelines, Speicher, Kraftwerke, BHKW, Herde, Heizungen, Fahrzeuge
 - Immense Kostenersparnis; Austauschgas statt Zusatzgas
- Langzeitspeicherung von EE im Erdgasnetz – „ohne“ Begrenzung
 - CH₄ (Erdgas) Langzeitspeicherung technisch erprobt und vorhanden
 - Vol. Energiedichte von CH₄ 3x höher als von H₂
 - Kombination mit Biogas / Bioethanol oder CO₂ recycling im Gaskraftwerk
- CO₂-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

Inhalt

1. Welchen Speicherbedarf erwarten wir?
2. Welche Technologien stehen zur Verfügung?
3. Wie werden Speicher in unsere Energienetze eingebunden?
4. Fazit

Kernaussagen

■ Speicherbedarf

- Trotz idealem Netzausbau und optimalem Erzeugungs- und Lastmanagement brauchen wir Speicher
- Wann: ab einem EE-Anteil von 30%
- Welche: alle verfügbaren Speichertechnologien nach Einsatzbereich
- Wieviele: netzabhängig, szenarioabhängig, > 80% EE: mind. 30 TWh_{el}
- Derzeit verfügbar: PSW (0,04), Batterien (0,03), Gasnetz (220, 110)

■ Speichertechnologien

- PSW: effizient, etabliert, aber begrenzt im Ausbau
- Druckluft: relevante Größe, aber teuer und nur für Tagesausgleich
- Batterien: effizient, aber sehr teuer, relevant für Haushalte und E-KFZ
- Chemische Energieträger (EE- H₂, EE- CH₄): einzige Langzeitoption, noch zu entwickeln

Kontakt



Dr.-Ing. Michael Sterner

Fraunhofer Institut für Windenergie und
Energiesystemtechnik

Leiter „Energiewirtschaft und Systemanalyse“

+49 – 561 – 72 94 361

michael.sterner_at_iwes.fraunhofer.de

Vielen Dank!

Quellen und weiterführende Informationen

Sterner, M. (2009): Bioenergy and renewable power methane in integrated 100% renewable energy systems. Limiting global warming by transforming energy systems. Universität Kassel, Dissertation.

<http://www.upress.uni-kassel.de/publi/abstract.php?978-3-89958-798-2>

Sterner, M.; Gerhardt, N.; Saint-Drenan, Y.M.; Specht, M.; Stürmer, B.; Zuberbühler, U. (2010): Erneuerbares Methan - Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. Solarzeitalter 01/2010. Eurosolar, Berlin.

http://www.eurosolar.de/de/images/stories/pdf/SZA%201_2010_Sterner_farbig.pdf

Sterner, M.; Gerhardt, N.; Saint-Drenan, Y.M.; von Oehsen, A.; Hochloff, P.; Kocmajewski, M.; Lindner, P.; Jentsch, M.; Pape, K.; Bofinger, S.; Rohrig, K. (2010): Energiewirtschaftliche Bewertung von Pumpspeicherwerken und anderen Speichern im zukünftigen Stromversorgungssystem. Studie für Schluchseewerke AG. Fraunhofer IWES, Kassel.

<http://www.schluchseewerk.de/105.0.html>

Specht, M.; Baumgart, F.; Feigl, B.; Frick, V.; Stürmer, B.; Zuberbühler, U.; Sterner, M.; Waldstein, G. (2010): Speicherung von Bioenergie und erneuerbarem Strom im Erdgasnetz. FVEE Jahrestagung 2009. Forschen für globale Märkte erneuerbarer Energien. FVEE, Berlin.

http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2009/th2009_05_06.pdf

BMU Leitszenarien 2010 – Nitsch, Sterner, Wenzel (DLR, IWES, IfnE) – Herbst 2010
