Erneuerbares Methan
Kopplung von Strom- und Gasnetz

M.Sc. Mareike Jentsch, Dr. Michael Sterner (IWES), Dr. Michael Specht (ZSW)

TU Chemnitz
Speicherworkshop
Chemnitz
28.10.2010

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Inhalt

1. Das Fraunhofer IWES
2. Herausforderung regenerative Stromversorgung
3. Speicheroptionen
4. Erneuerbares Methan – Kopplung von Strom- und Gasnetz
5. Fazit

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik

Standorte Bremerhaven und Kassel

Forschungsspektrum:

- Windenergie von der Materialentwicklung bis zur Netzoptimierung
- Energiesystemtechnik für alle Formen der erneuerbaren Energien

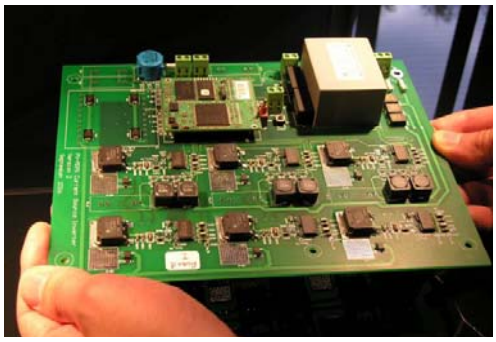
Gründung: 2009 **Jahresbudget:** rund 15 Mio. Euro
Personal: ca. 220 Personen
Leitung: Dr. Hans-Gerd Busmann, Prof. Dr. Jürgen Schmid

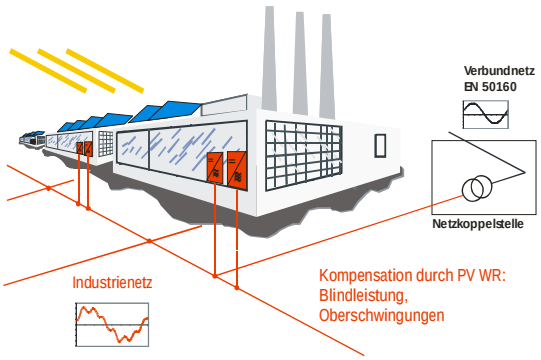
Hervorgegangen aus:

- Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT in Bremerhaven
- Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET in Kassel

© Fraunhofer IWES

Anlagentechnik und Netzintegration (Leitung: Dr. Strauß)

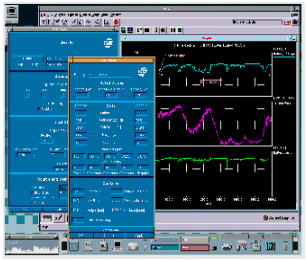




Anlagen- und Messtechnik
Leistungselektronik
Hybridsysteme
Elektrische Maschinen im Netzbetrieb
Verteilnetze
Dezentrales Energiemanagement
Netzanbindung von E-KFZ

© Fraunhofer IWES

Energiewandlung und Regelungstechnik (Leitung: Dr. Caselitz)



Regelkonzepte und Fehlererkennung von WKA

Regelungskonzepte für Meeresenergieanlagen

Condition monitoring

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Bioenergiesystemtechnik (Leitung: Dr. Krautkremer)

Themen:

- Biogas-Systemtechnik
- Biomethan-Aufbereitung und Einspeisung

Testfeld Bad Hersfeld:

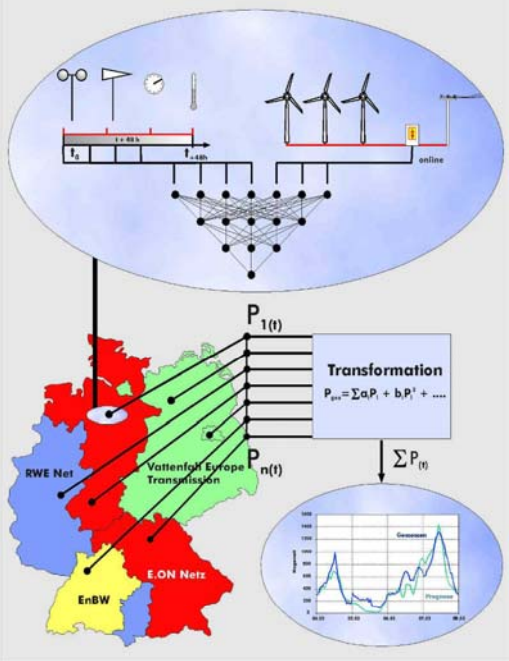
Integration von

- Biogasanlagen
- Mikrogasturbinen
- PV-Anlagen
- Effiz. Wärmeversorgung

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Energiewirtschaft und Netzbetrieb (Leitung: Dr. Rohrig)



Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
Netzintegration und Kombikraftwerke
Energiemeteorologie
Energieinformatik
Energiewirtschaft und Systemanalyse

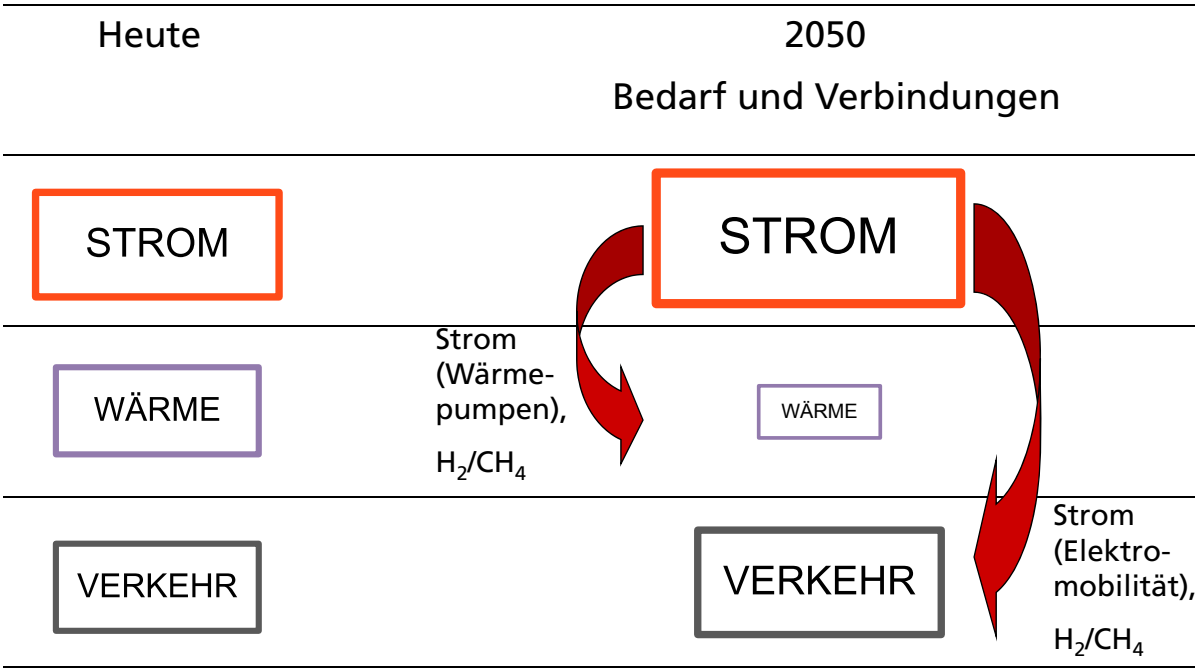
© Fraunhofer IWES
Fraunhofer IWES

Inhalt

1. Das Fraunhofer IWES
2. Herausforderung regenerative Energieversorgung
3. Speicheroptionen
4. Erneuerbares Methan – Kopplung von Strom- und Gasnetz
5. Fazit

© Fraunhofer IWES
Fraunhofer IWES

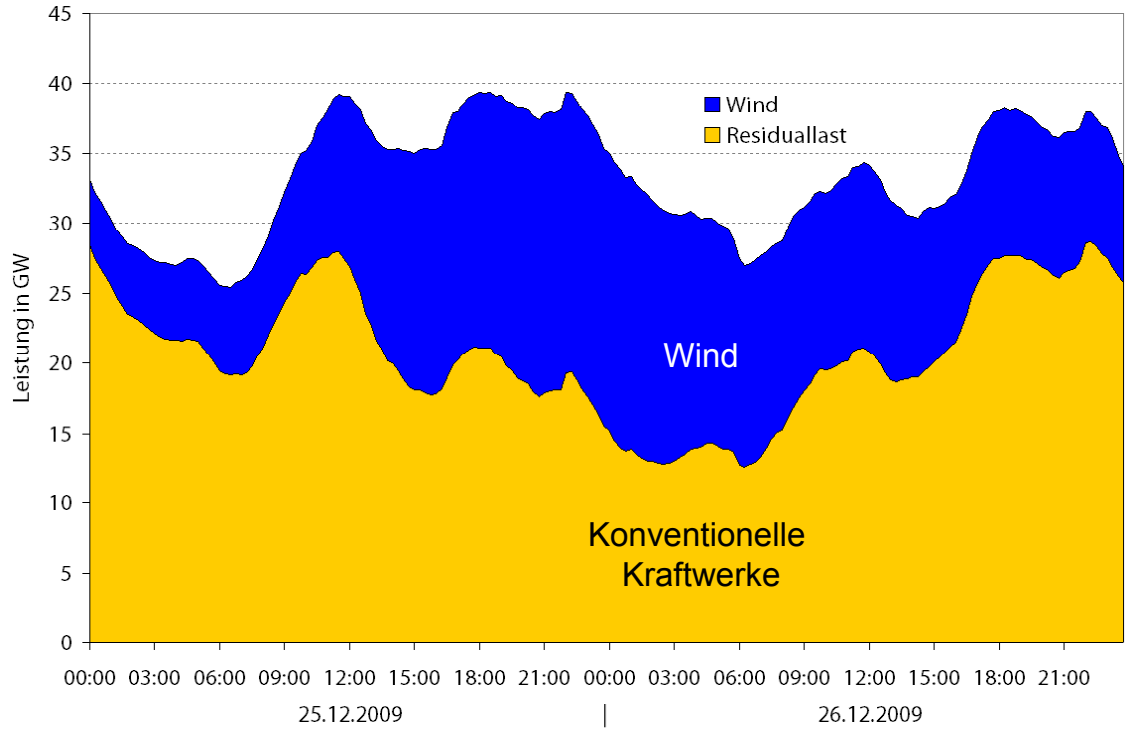
Auswirkungen auf den Energiebedarf bis 2050



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

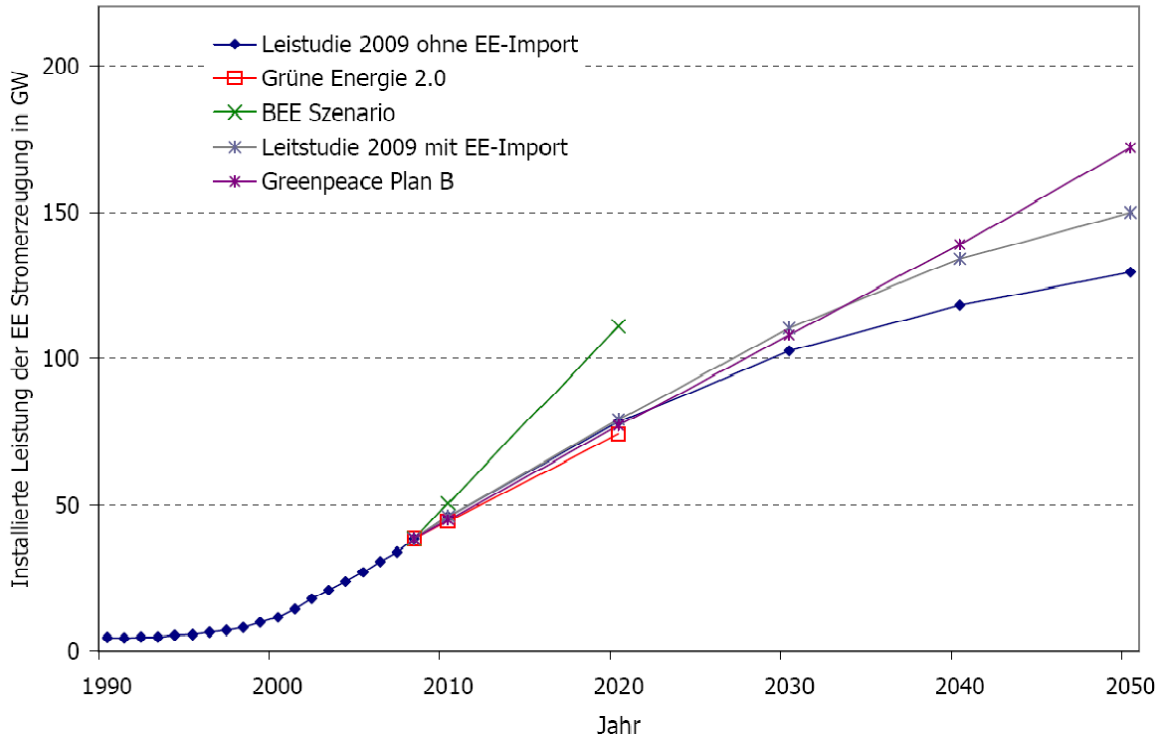
Die Situation heute – Einspeisung Weihnachten 2009



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

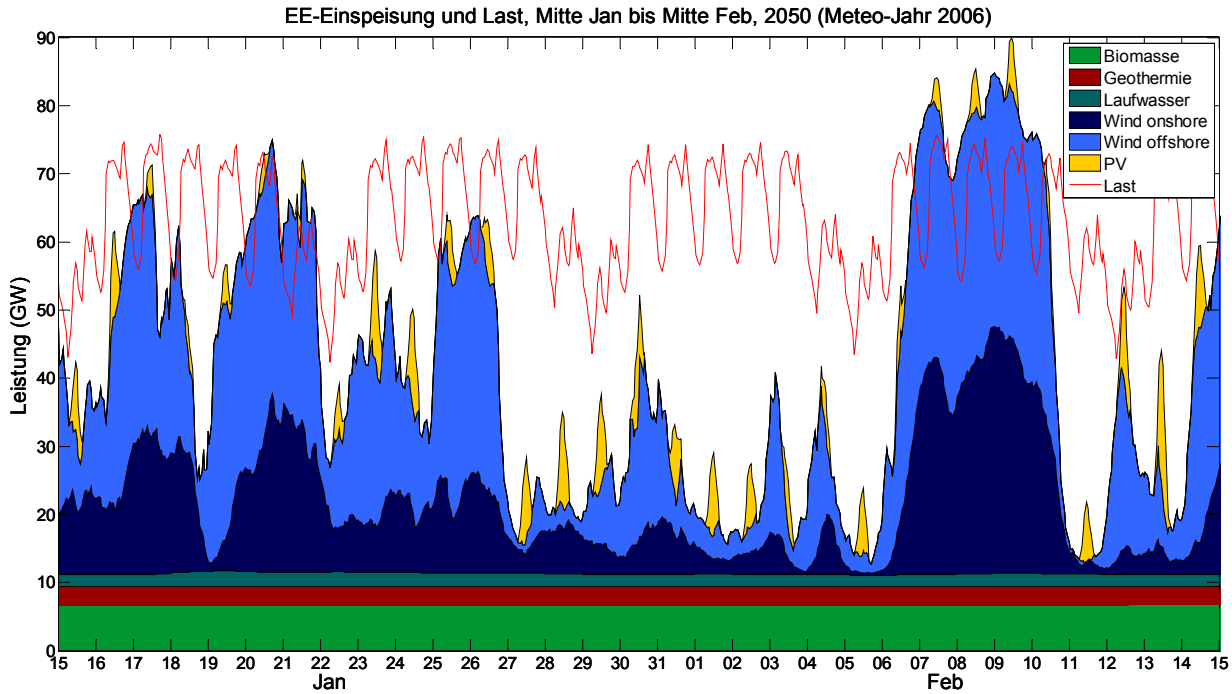
Szenarienvergleich: EE-Anteil



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Speicherbedarf: Leitszenarien - Basisszenario 2050 – 85% EE – ca. 30 TWh_{el}



Quelle: DLR/IWES/IfNE Zwischenbericht BMU Leitstudie 2010

© Fraunhofer IWES

DLR

IfnE Ingenieurbüro für neue Energien

Fraunhofer IWES

Ausgleichsmaßnahmen für Fluktuationen

- Transport
  - Netzausbau
  - Europäisches Supergrid für Strom und Gas
- Erzeugungs- und Lastmanagement
  - Gest. Erzeugung: Kombi-KW mit EE-Prognosen, Gas-KW mit EE-Gasen
  - Gesteuerter Verbrauch: E-KFZ, Wärmepumpen, Smart Grids
- Speicher
  - Kurzzeit (Tage): Pumpspeicher, Druckluft, Batterien
  - Langzeit (Saisonal): 1. (Pump)Speicher in Skandinavien,
    2. Wind / Solarstrom im Gasnetz als EE-Methan
    3. „ als EE-Wasserstoff

© Fraunhofer IWES

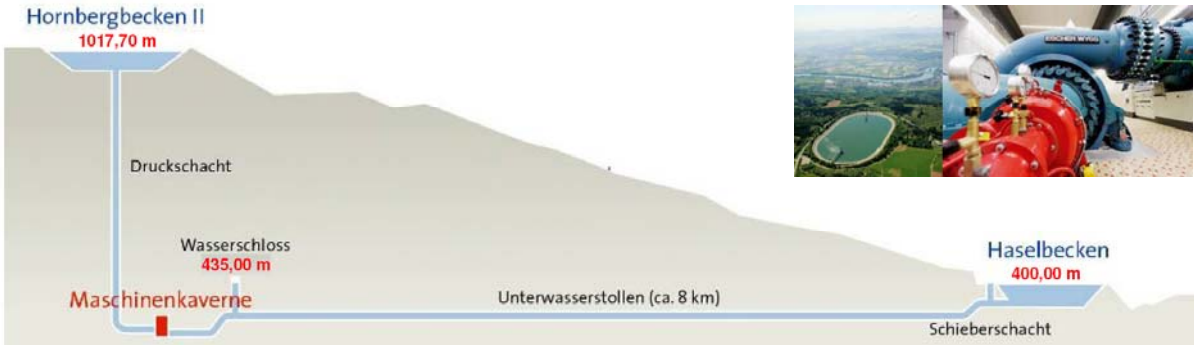
Inhalt

1. Das Fraunhofer IWES
2. Herausforderung regenerative Stromversorgung
3. Speicheroptionen
4. Erneuerbares Methan – Kopplung von Strom- und Gasnetz
5. Fazit

© Fraunhofer IWES

Pumpspeicherwerke: effizient, etabliert aber begrenzt

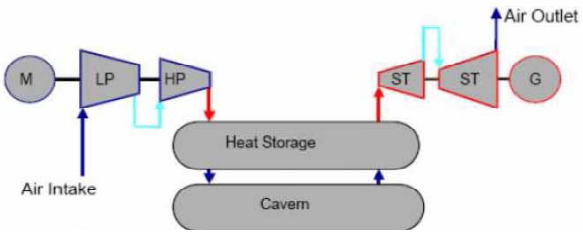
- Kurzzeitspeicher
- Vorteile: hohe Effizienz, erprobte Technologie, heute verfügbar, wirtschaftlichster Kurzzeitspeicher
- Nachteile: geeignete Gebiete für PSW in Mitteleuropa begrenzt
- Kapazität: ca. 0,04 TWh_{el} – Reichweite: wenige Stunden
- Einsatz: gut geeignet für den Tagesausgleich von PV



© Fraunhofer IWES
Fraunhofer IWES

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



© Fraunhofer IWES
Fraunhofer IWES

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

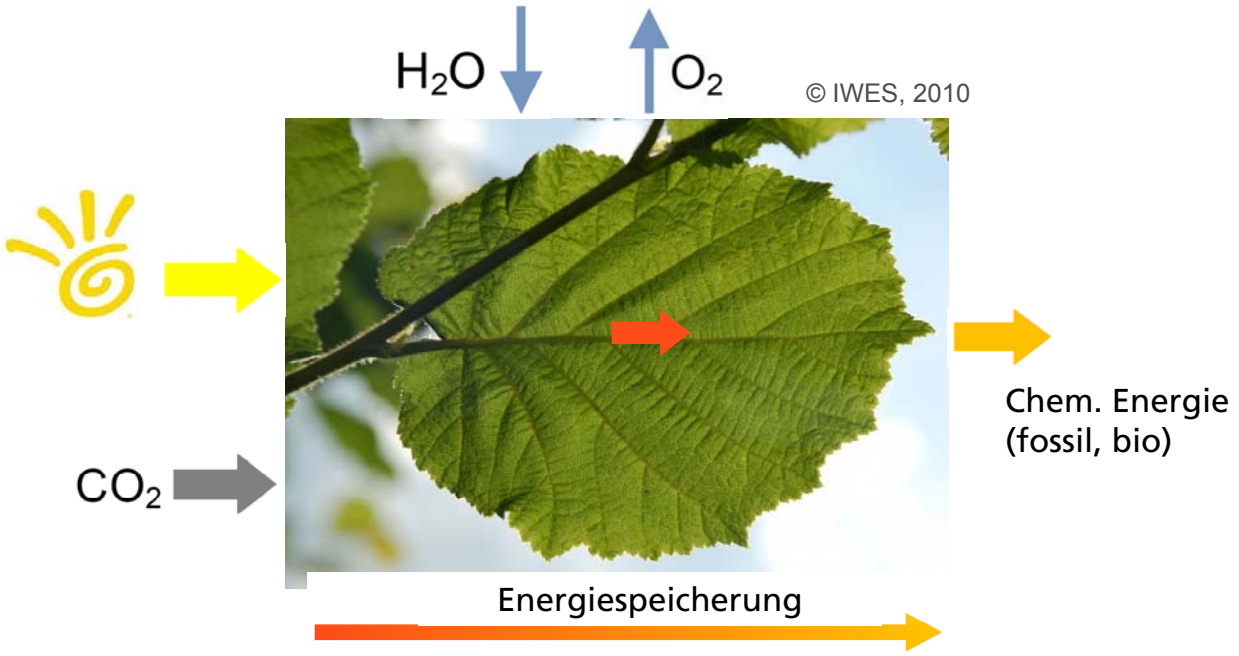
© Fraunhofer IWES

Inhalt

1. Das Fraunhofer IWES
2. Herausforderung regenerative Stromversorgung
3. Speicheroptionen
4. Erneuerbares Methan – Kopplung von Strom- und Gasnetz
5. Fazit

© Fraunhofer IWES

Wie speichert die Natur Energie über lange Zeiträume?

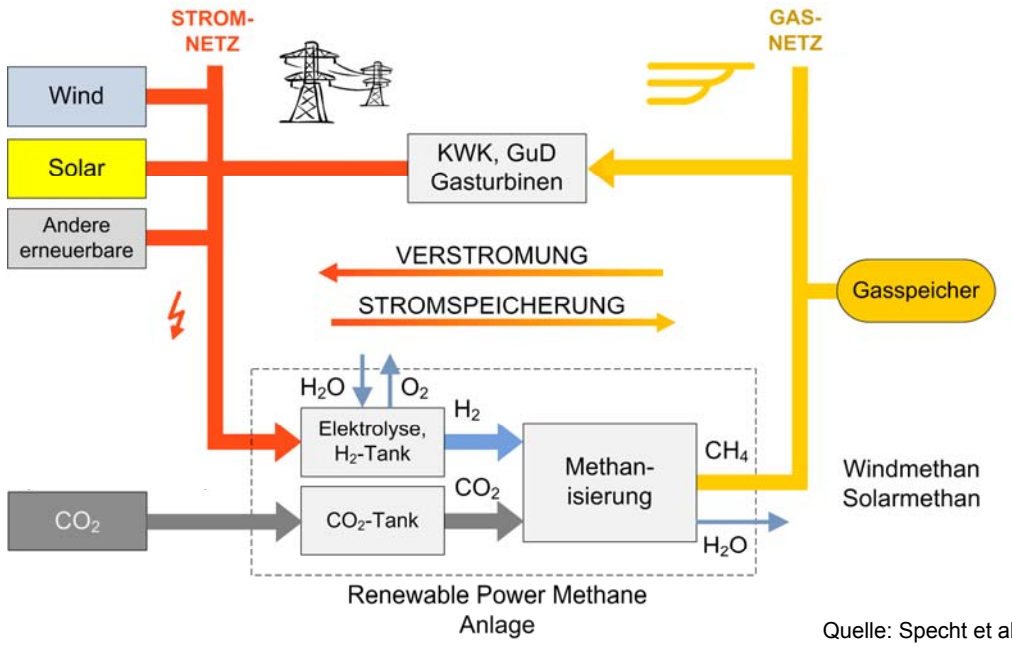


Kernprozess: 1) Spalten von Wasser
2) H_2 reagiert mit CO_2

$$12\ H_2O \xrightarrow{h\nu} 24\ (H) + 6\ O_2$$
$$6\ CO_2 + 24\ (H) \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O$$

© Fraunhofer IWES
Fraunhofer IWES

Renewable Power (to) Methane – erneuerbares Methan
Stromspeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz

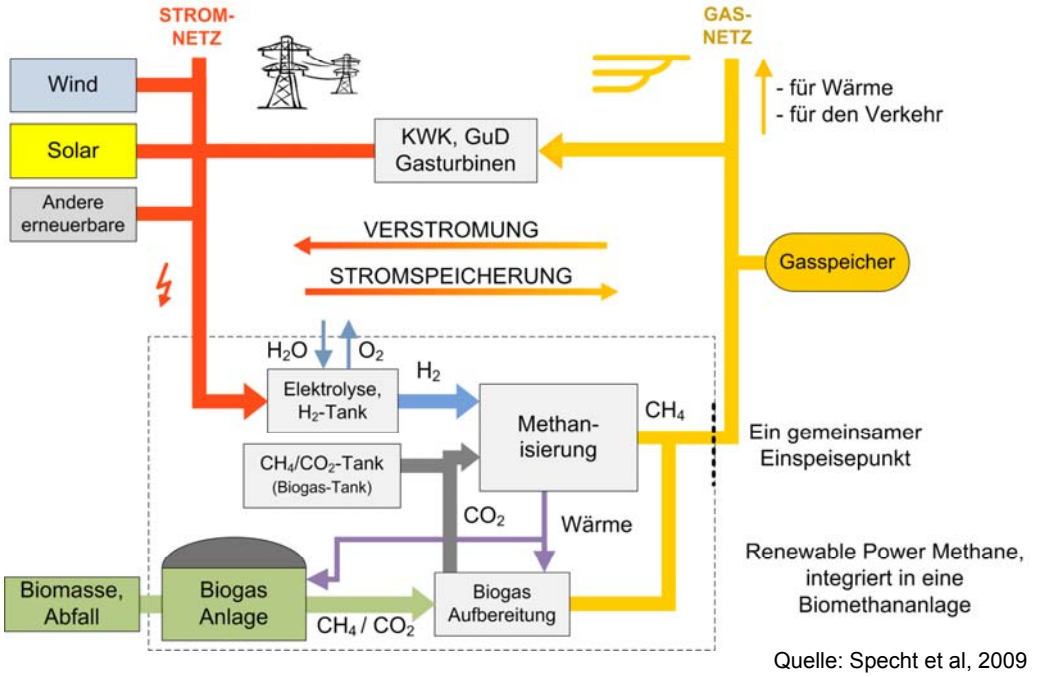


Quelle: Specht et al, 2009
Sterner, 2009

© Fraunhofer IWES
ZSW
Fraunhofer IWES

Renewable Power (to) Methane – erneuerbares Methan

Kopplung mit einer Biogasanlage – Verdopplung des Ertrages

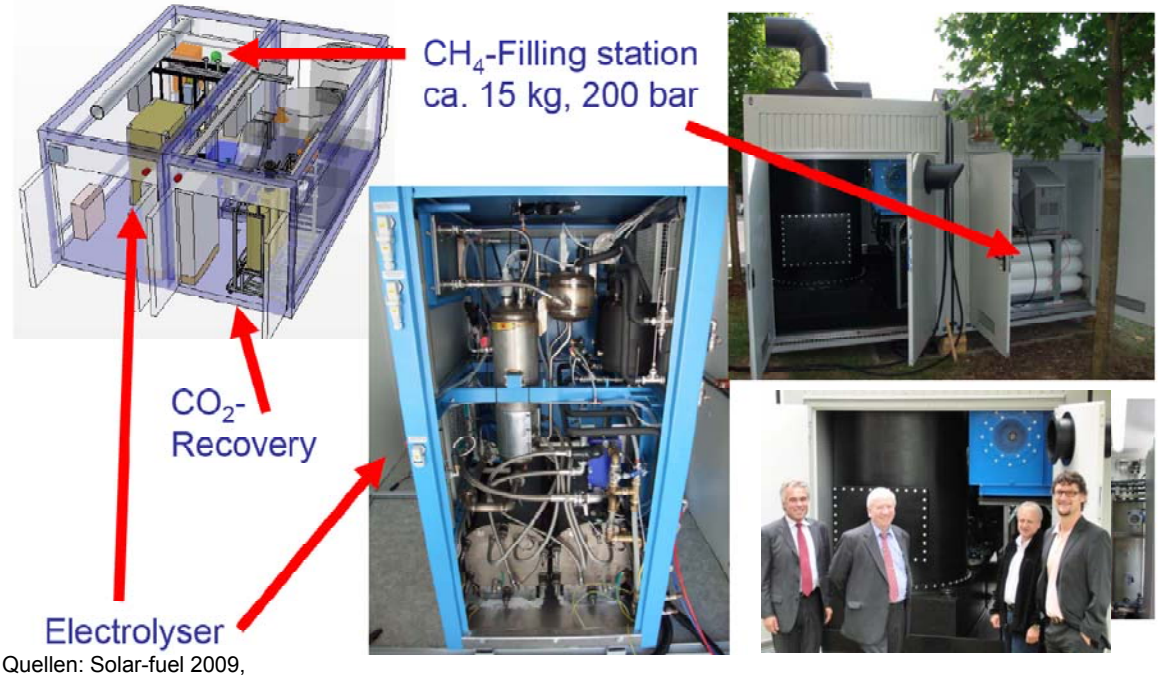


Quelle: Specht et al, 2009
Sterner, 2009

© Fraunhofer IWES

Renewable Power (to) Methane – Wind-to-SNG

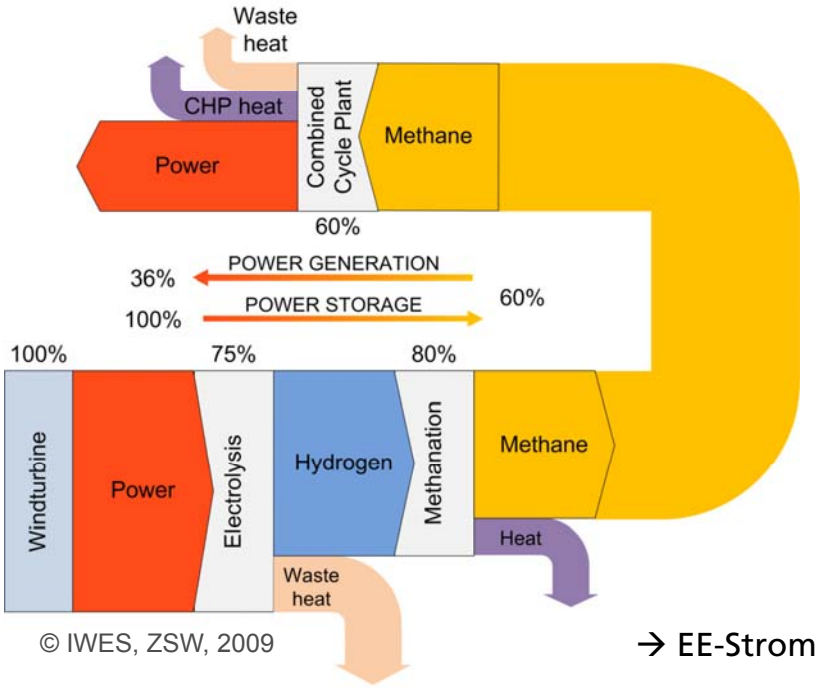
Erste Pilotanlage am ZSW Stuttgart von Solar Fuel Technology GmbH



Quellen: Solar-fuel 2009,
Specht, Waldstein, Sterner et al., 2009

© Fraunhofer IWES

Renewable power (to) methane / erneuerbares Methan
Wirkungsgrade



<u>Wirkungsgrade:</u>

60-65% Methan (Pilot: 40%)

35-40% Strom

50-60% KWK

vs. 0% durch Abregelung

vs. Effizienz aber begrenzte Kapazität bei anderen Speich.

→ EE-Strom wird zur Primärenergie

Quelle: Sterner, 2009; Specht et al, 2010

© Fraunhofer IWES

Erneuerbares Methan – Strom-zu-Gas
Kapazitäten, Kosten

Deutscher Stromverbrauch: ca. 600 TWh_{el} - exemplarisch bei 70 GW_{el}

Deutsche Speicherkapazitäten

- Pumpspeicher, Batterien: ca. 0,07 TWh_{el} Reichweite: einige Minuten
- E-mobility: (45 Mio.) ca. 0,45 TWh_{el} Reichweite: 6 Stunden
- Gasnetz: ca. 130 TWh_{el} Reichweite: <u>2 Monate</u>

Übertragungskapazitäten der Leitungen

- Stromnetz: einstellige GW_{el}
- Gasnetz: zweistellige GW_{th} → eine Größenordnung mehr

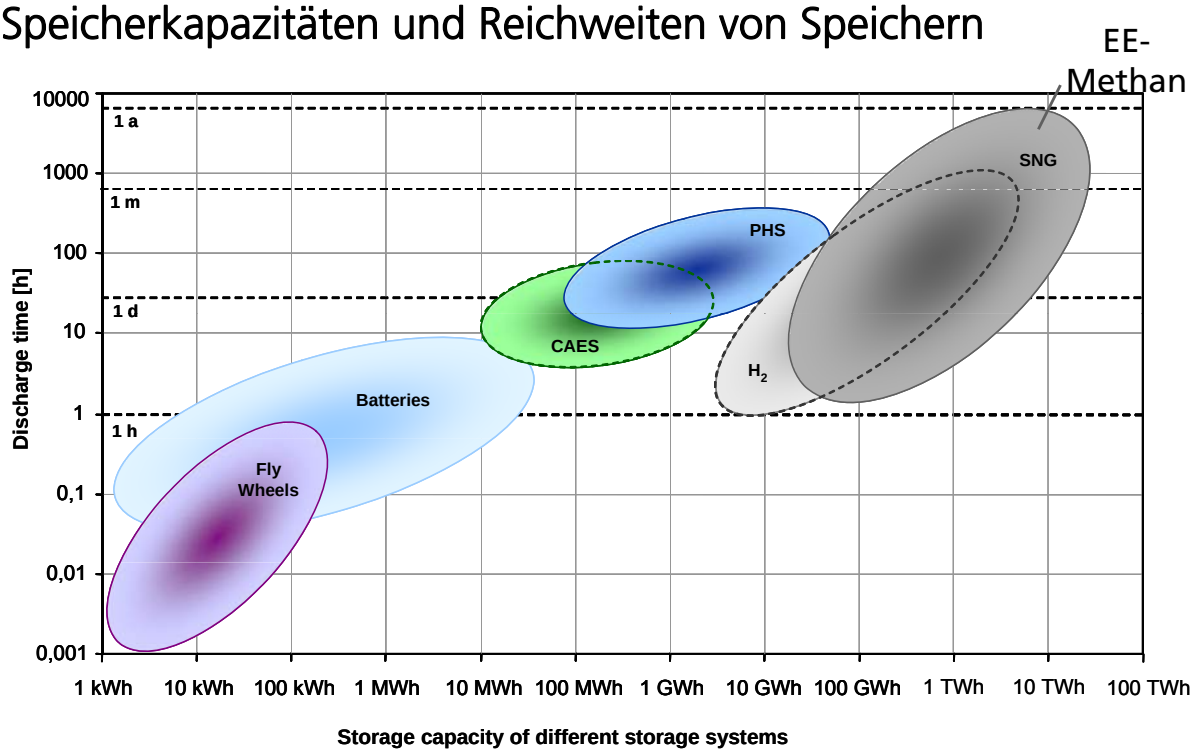
Kosten

- Invest (Kompressor, Elektrolyser, Methanisierung, etc.) – ca. 1000-2000 EUR / kW_{el}
- Stromeinkauf für 2-3 EURcent / kWh_{el} für 8 EURCent / kWh_{th} Methan (abhängig von Betriebs- und Regelkonzept)

Quelle: Jentsch, Sterner, 2010; Specht et al, 2010

© Fraunhofer IWES

Speicherkapazitäten und Reichweiten von Speichern



→ der größte vorhandene nationale "Speichersee" ist das Erdgasnetz

Quelle: Specht et al, 2010

© Fraunhofer IWES

Langzeitspeicherung: H_2 vs. CH_4

	H_2	CH_4
Wirkungsgrad - der Herstellung - der Verstromung	70-80% gleich	H_2*0,85 ~ 60-70% gleich
Infrastruktur - Gasnetz - Wärme - Verkehr	(Zusatzgas) - nicht kompatibel - nicht kompatibel - nicht kompatibel	(Austauschgas) - kompatibel - kompatibel - kompatibel
Energiedichte = weniger Platzbedarf für Speicher	10 MJ / Nm³	33 MJ / Nm³
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-H2 Speicherung Ausspeicherung H2-Strom Transport / Pipelines	Nur Einspeicherung

Quelle: BMU Leitszenarien, Herbst 2010

© Fraunhofer IWES

Inhalt

1. Das Fraunhofer IWES
2. Herausforderung regenerative Stromversorgung
3. Speicheroptionen
4. Erneuerbares Methan – Kopplung von Strom- und Gasnetz
5. Fazit

© Fraunhofer IWES

Fazit

- Bedeutung von Langzeitspeicher bzw. Backup-Kraftwerken nimmt mit zunehmendem EE-Ausbau zu
  - Pumpspeicher, Batteriespeicher und Druckluftspeicher für kurzfristigen Fluktuationsausgleich wichtig
  - Aber Bedarf für Langzeitausgleich in der Größenordnung von mehreren TWh bleibt bestehen
- EE-Methan - neue Brücke im Energiesystem
  - Bietet zusätzlichen Freiheitsgrad im Energiesystem
  - Durch Kopplung von Strom und Gasnetz ist Speicherkapazität und Speicherleistung im großen Maßstab in Deutschland erschließbar (Nutzung vorhandener Speicher u. Transportwege)
  - Klimafreundliche Mobilität auf Basis von Solar / Windenergie ohne Reichweitenbegrenzung und Tank/Teller Diskussion mit bestehender Technik & Infrastruktur
  - Herausforderung Technologieentwicklung
- Langzeitspeicherung und Energievektor in Kraftstoff- und Wärmebereich durch EE-Methan stellt wichtigen Baustein für die Machbarkeit einer regenerativen Vollversorgung dar

© Fraunhofer IWES

Quellen und weiterführende Informationen

EWI Richter, J. et al. (2010): Potentiale der Elektromobilität bis 2050. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Köln.

Jentsch, M.; Sterner, M. (2010): Betriebskonzepte von SolarFuel Anlagen und deren Wirtschaftlichkeit. Fraunhofer IWES, Kassel.

LBST und Fraunhofer ISI Wietschel et al. (2010): Vergleich von Strom und Wasserstoff als CO_2-freie Endenergieträger. Fraunhofer ISI und Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Karlsruhe / Ottobrunn.

Saint-Drenan, Y.M.; von Oehsen, A.; Gerhardt, N.; Sterner, M.; Bofinger, S.; Rohrig, K. (2009): Dynamische Simulation der Stromversorgung in Deutschland nach dem BEE-Szenario „Stromversorgung 2020". Fraunhofer IWES, Kassel. http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2010/100119_BEE_IWES-Simulation_Stromversorgung2020_Endbericht.pdf

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.

Sterner, M. (2009): Bioenergy and renewable power methane in integrated 100% renewable energy systems. Limiting global warming by transforming energy systems. Kassel University, Dissertation. http://www.upress.uni-kassel.de/publi/abstract.php?978-3-89958-798-2

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

UBA Klaus, T. et al. (2010): Energieziel 2050: 100% EE – UBA, Dessau. http://www.uba.de/uba-info-medien/3997.html

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES

Kontakt

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
Königstor 59, 34121 Kassel

M.Sc. Mareike Jentsch
+49 – 561 – 72 94 - 371
mjentsch_at_iset.uni-kassel.de

Dr.-Ing. Michael Sterner
+49 – 561 – 72 94 - 361
msterner_at_iset.uni-kassel.de

Vielen Dank!

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer IWES