

# Chancen von PtG-Anlagen für die Landwirtschaft Thüringens - Ergebnisse aus dem F/E Projekt am Eichhof

Referent: Frank Schünemeyer

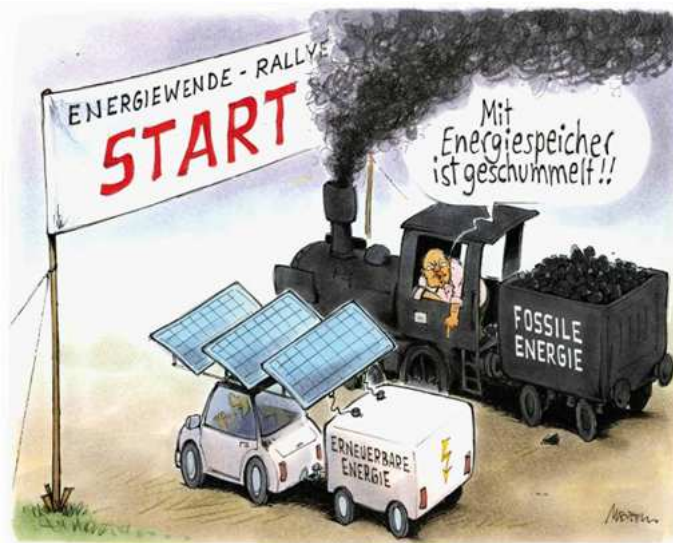
Bereich Bioenergie-Systemtechnik

Perspektiven von Biogas am 19.06.2013 in Jena

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

© Fraunhofer IWES

 **Fraunhofer**  
IWES



Karikatur von Gerhard Mester (erschieden SFV)

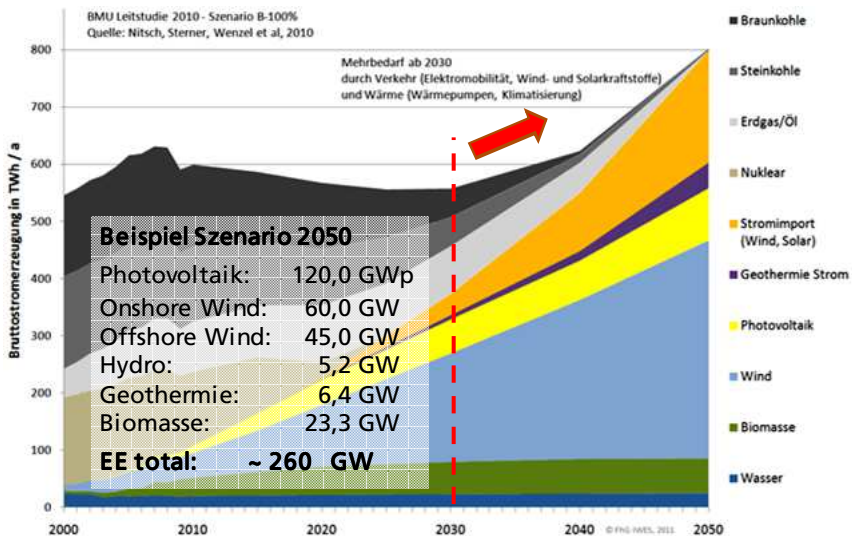
© Fraunhofer IWES

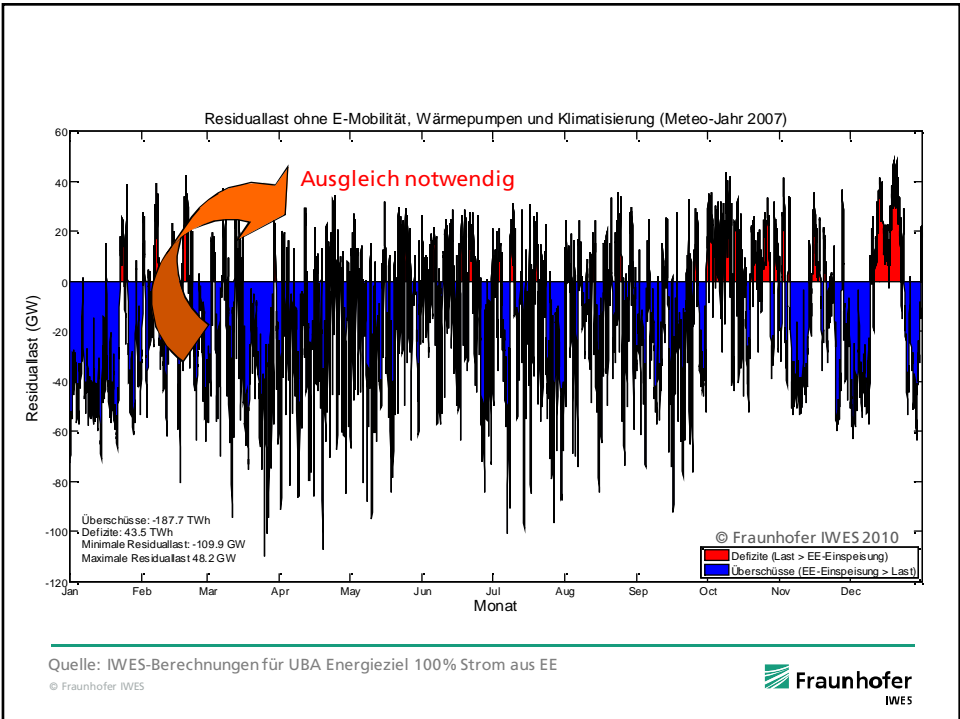
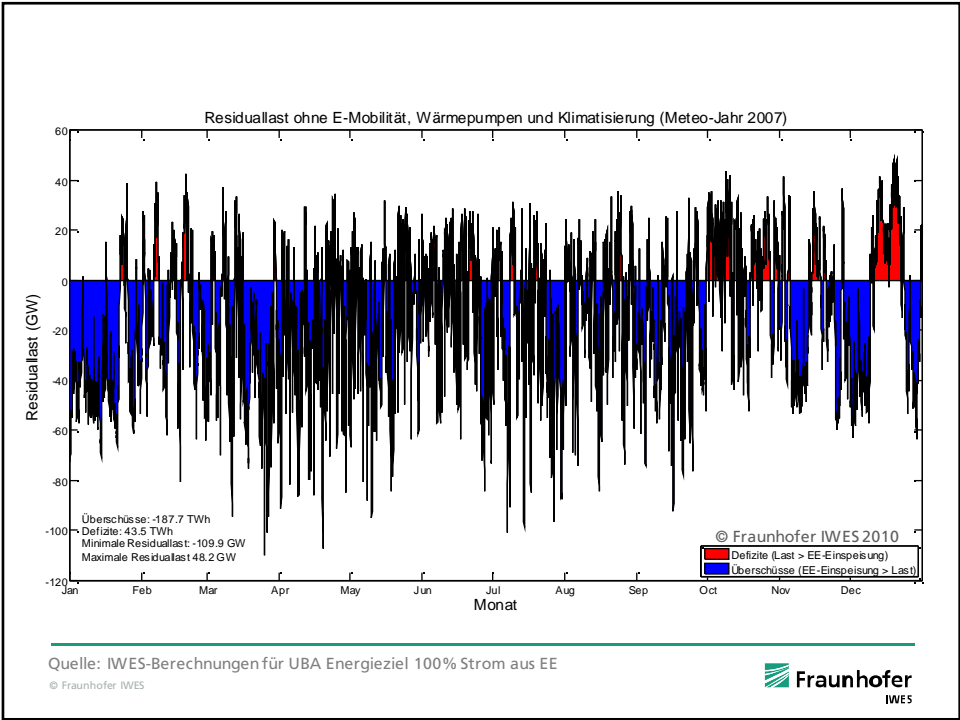
 **Fraunhofer**  
IWES

# Inhaltsverzeichnis

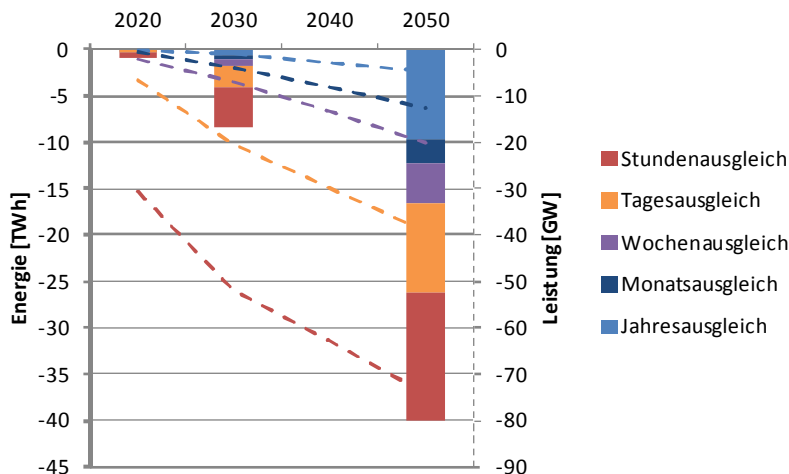
- Notwendigkeit von CO2 Speichern
  - Transformation des Energiesystems
- Bedarf an CO2 Speichern
- Koppelung der Strom- und Gasnetze durch Power to Gas
- Kraftwerkeinsatzplan 2050/ Speichervermögen
- Wirkungsgradkette
- Konzepte PtG an BGA
- Messergebnisse Direkte Methanisierung
- Realisierungschancen/ Kosten/ Beispiel PtG Anlage
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Aussichten

## Transformation des Energiesystems bis 2050

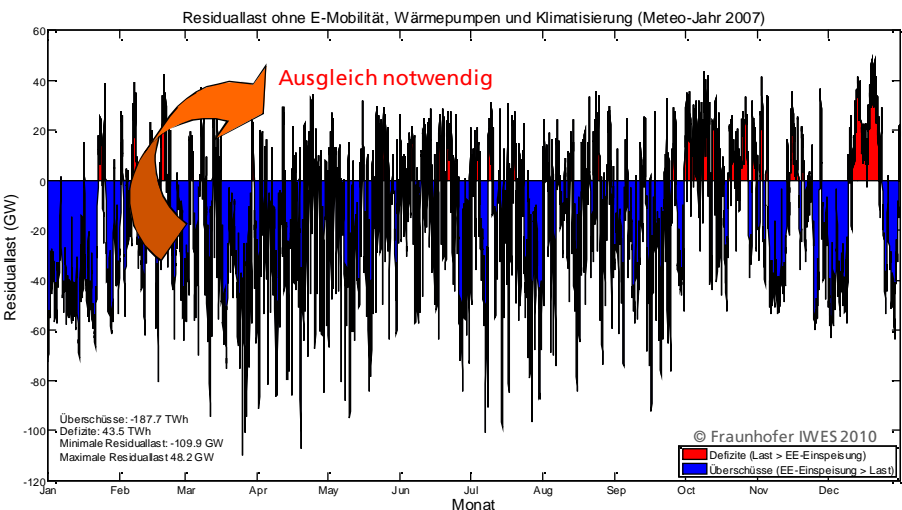




# BMU Leitstudie 2011: Ab 2030 relevante Überschussmengen für Langzeitspeicher zu erwarten

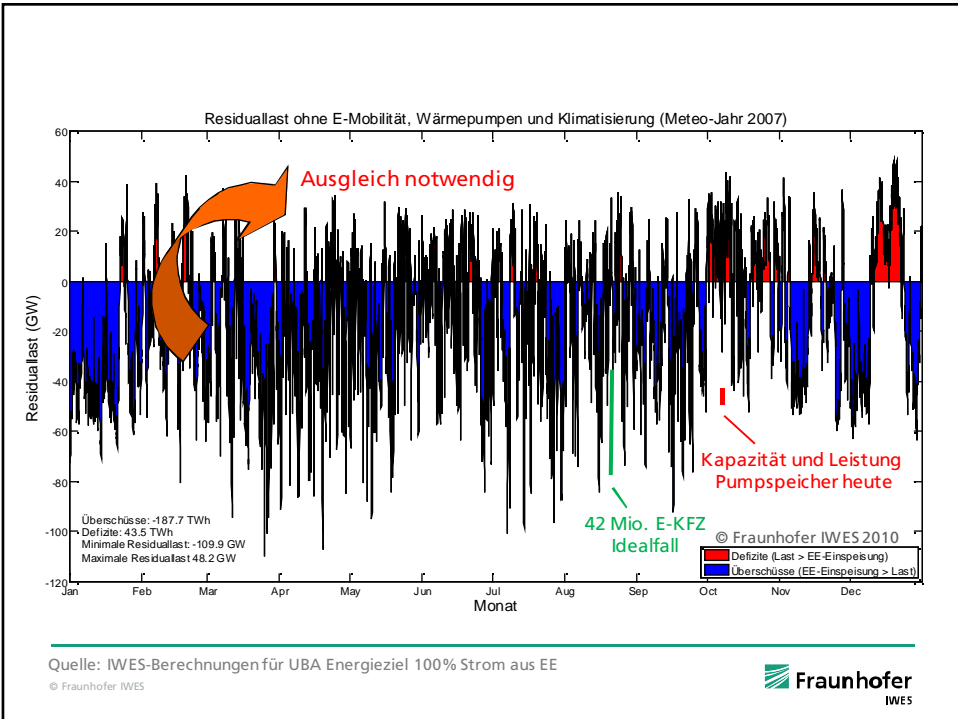
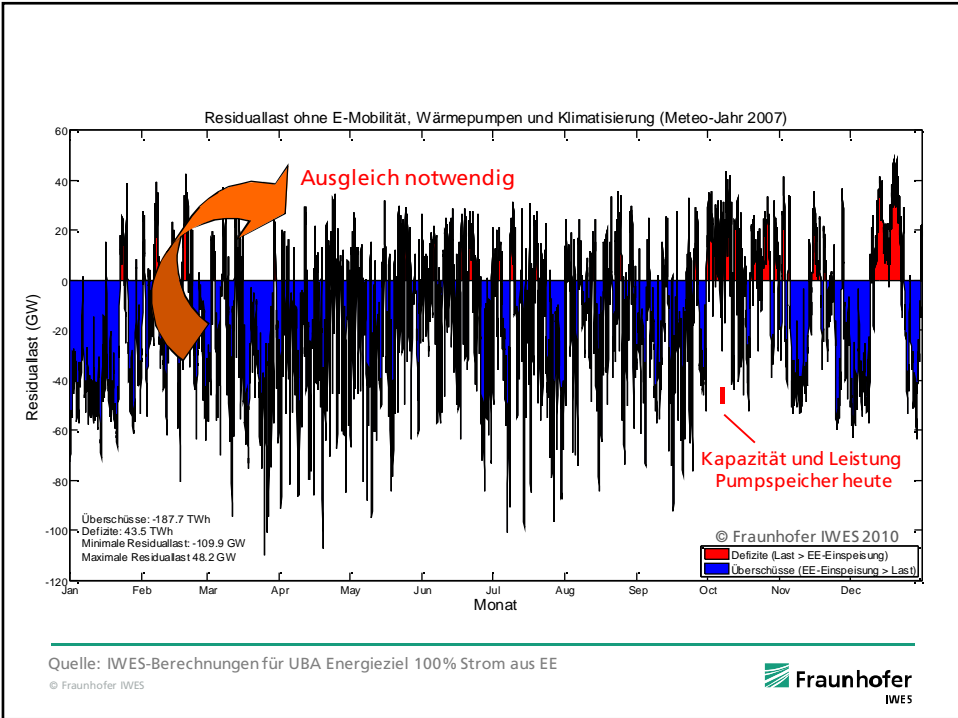


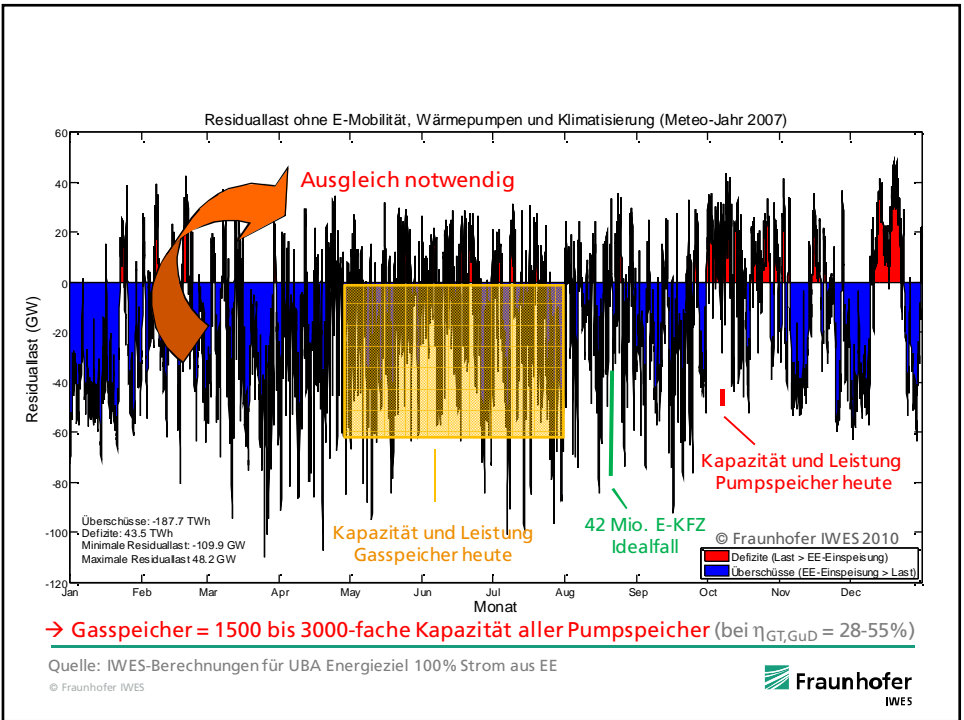
© Fraunhofer IWES



Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES

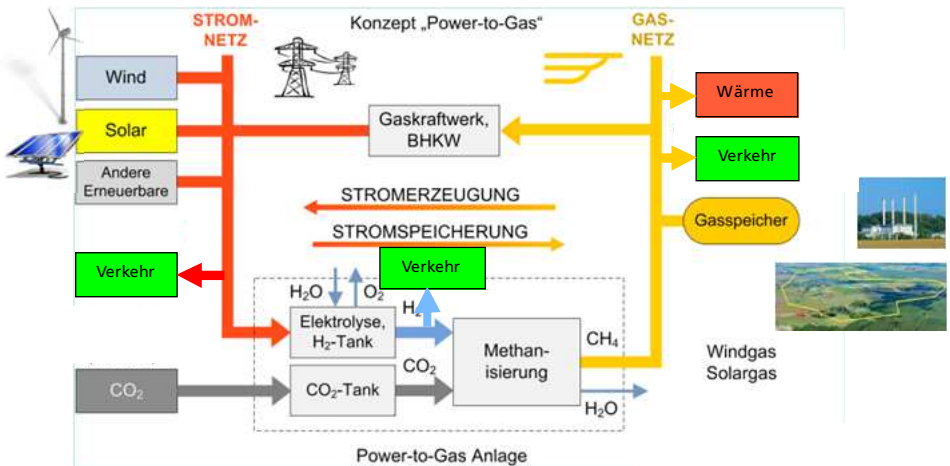




## Erneuerbares Gas – Power-to-Gas

Energiespeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz

→ Technische Nachbildung der Photosynthese



# Kraftwerkeinsatzplan im Jahr 2050

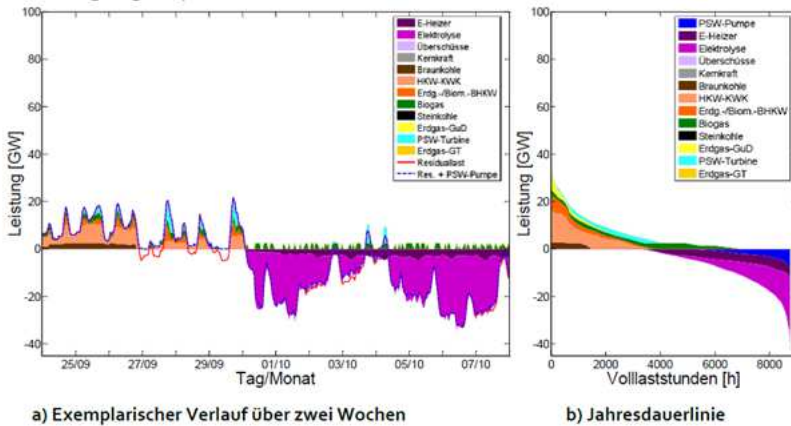


Abbildung 7: Kraftwerkeinsatz im Jahr 2050 – Szenario 2011 (Quelle: BMU-Leitstudie)

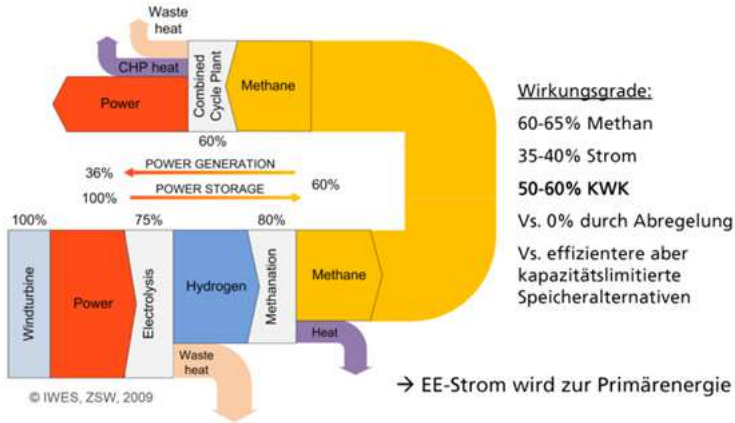
EE-Anteil: größer 80%

## Speichervermögen

- Gasnetz hat ein Speichervermögen von 65 TWh über 77 Tage
  - Dies entspricht: 120 TWhel (Rückverstromungswirkungsgrad: 60%)
- Stromspeicher haben zur Zeit: 0,04 TWhel.



## Erneuerbares Gas – Strom-zu-Gas Wirkungsgradkette



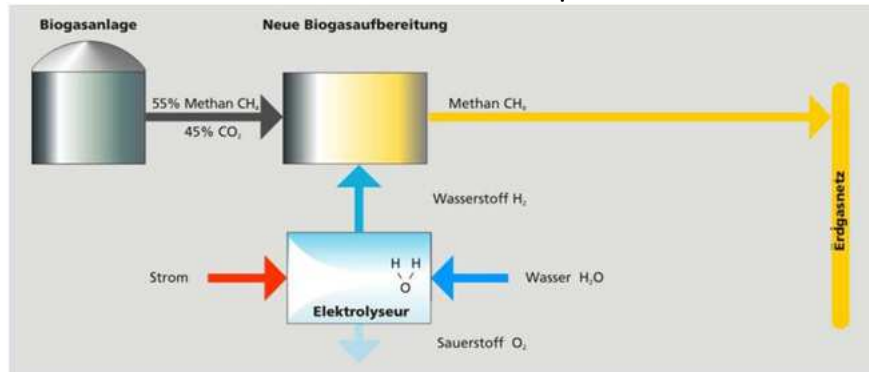
Quelle: Sterner, 2009; Specht et al, 2010

© Fraunhofer IWES



Fraunhofer  
IWES

## Neues Verfahren: in Biogas enthaltenes $\text{CO}_2$ reagiert mit Wasserstoff zu Methan und Wasserdampf



- Ersatz der Aufbereitung von Biogas zur Einspeisung in Erdgasnetze
- Wasserdampf ist vor Einspeisung in Erdgasnetze zu entfernen
- Wasserstoffherstellung ist ein etablierter Prozess
- Energie aus elektrischem Netz, wenn Überschüsse vorhanden

© Fraunhofer IWES

SOLARFUEL  
SMART ENERGY CONVERSION



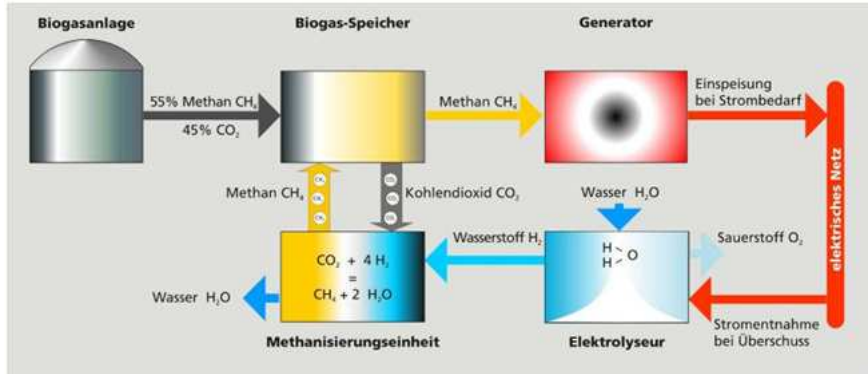
LLH



Fraunhofer  
IWES



## Neue Biogasanlagen mit Methanisierungsreaktor

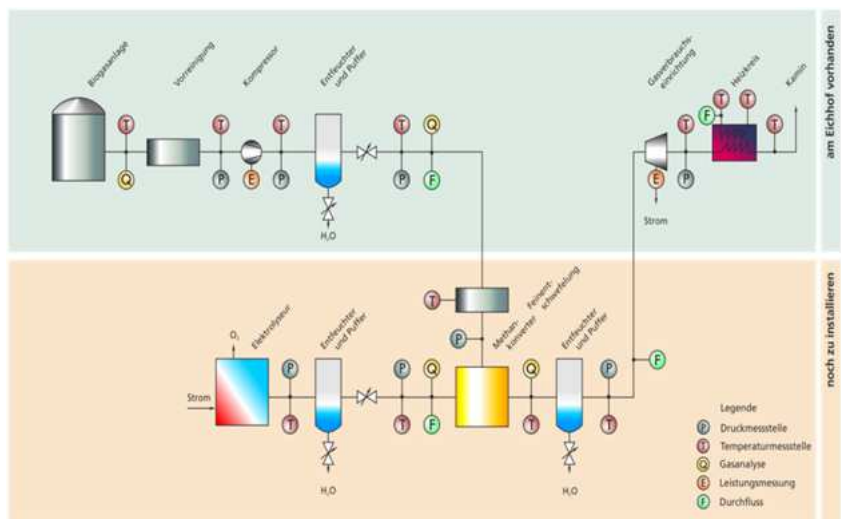


- Steigert die Leistungsfähigkeit der Biogas-Speicherung
- Effizientes System zum Ausgleich von Leistungsschwankungen
- Biogasanlagen werden zu Energiespeichern ausgebaut

## Ziele des PtG Projektes am Eichhof

- Integration der PtG Anlage in eine real existierende Biogasanlage
- Versuchsphase Direkte Methanisierung
  - Störungsfreier Betrieb bei stabiler Produktgasqualität
  - Konstante Produktgasqualität von über 90 % auch bei schwankender Biogaszusammensetzung
  - Belastbarkeitstest mit Schwefelwasserstoff
- Auswertung der Messergebnisse

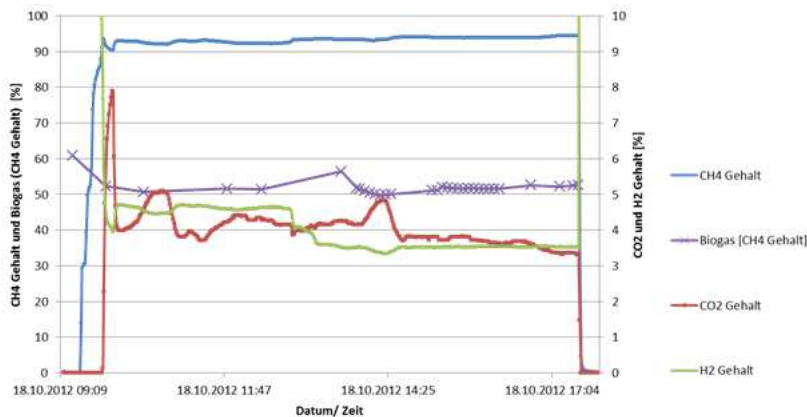
# Power to Gas am Eichhof - Anlagenschema



© Fraunhofer IWES

Fraunhofer  
IWES

## Produktgaszusammensetzung

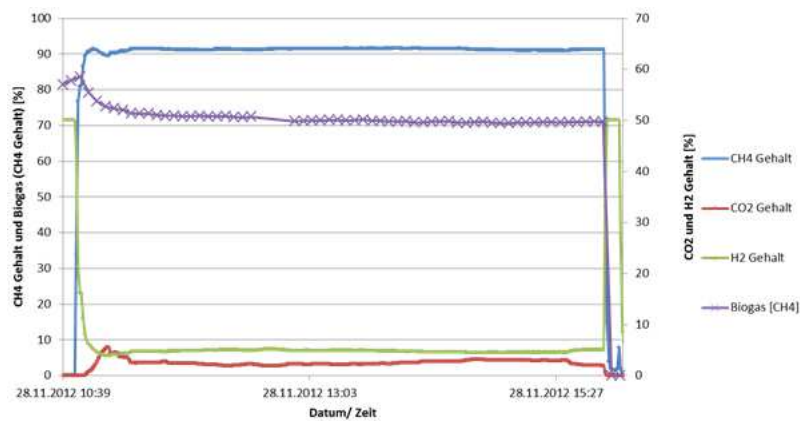


Produktgaszusammensetzung bei geringem Methangehalt im Biogas

© Fraunhofer IWES

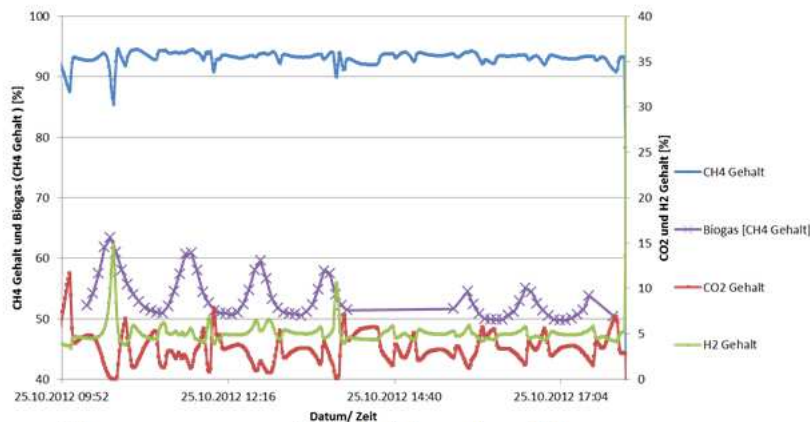
Fraunhofer  
IWES

# Produktgaszusammensetzung



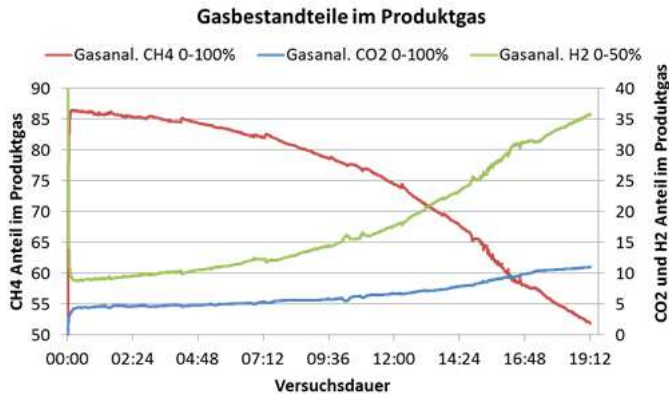
Produktgaszusammensetzung bei hohem Methangehalt im Biogas

# Produktgaszusammensetzung



Produktgaszusammensetzung bei wechselnden Methangehalt im Biogas

# Belastungsversuch des Katalysators mit Schwefelwasserstoff



## Realisierungschancen

- Flexibilisierung (Prognosefehlerausgleich der fluktuierenden EE als Nutzen für das Subsystem)  
Grünstrombilanzkreise
- Kraftstoffsektor als Einstieg der Technologie
  - Nachfrage nach EE-Kraftstoff
  - Erhöhte Zahlungsbereitschaft
  - Hybridfahrzeuge (Range Extender)
  - Kosten von 1,38 €/l – 2,30 pro l Benzinäquivalent erreichbar (bei Strombezugskosten von 4,87 €/ct/kWh)
- Zur Zeit noch keine Notwendigkeit für die direkte Wiederverstromung im Übertragungsnetz. Örtlich könnten aber bei Übertragungsengpässen 3.000 Betriebsstunden erreichbar sein.
- Gesetzliche Regelungen sind vorhanden, sollten aber ausgebaut werden um den Markteinstieg PtG zu erleichtern

## Beispiel PtG Anlage

Leistungsaufnahme der PtG Anlage 1 MWel.

CO<sub>2</sub> Volumenstrom ca. 60 m<sup>3</sup>/h

Rohbiogas Volumenstrom ca. 133 m<sup>3</sup>/h

Installierte elektrische Leistung des BHKWs ca. 270 kWel

Investitionskosten ca. 2,0 Millionen Euro

Betriebskosten ca. 60.000 €/a

Abschreibung: 20 Jahre

Zinssatz: 6%

## Gestehungskosten von erneuerbarem Methan

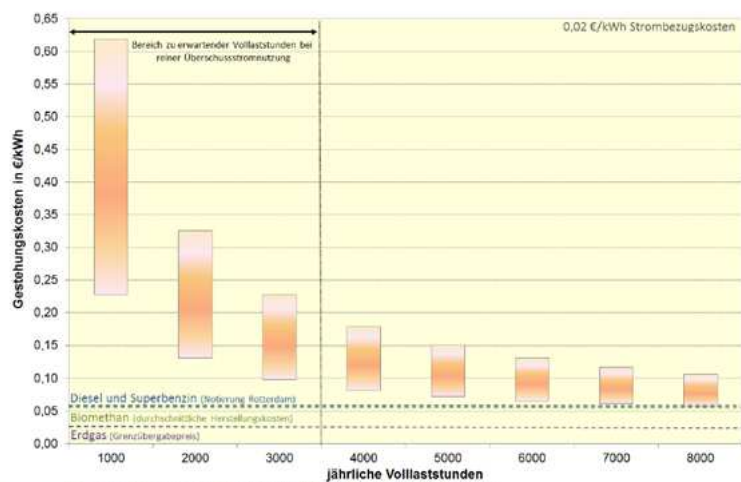


Abbildung g: Gestehungskosten von erneuerbarem Methan

## Rechtlicher Rahmen

- Wasserstoff und synthetisch hergestelltes Methan – Bei überwiegenden Einsatz von Strom aus EE gelten die Gase als Biogas (EnWG)
- PtG – Zugangsprivilegien Gasnetzanschluss: 75 % der Kosten trägt der Netzbetreiber (Gas NZV/ Gas NEV)
- Speichergas gleiche Vergütung wie für die Einspeisung der ursprünglichen Stromquelle (EEG)
- Befreiung von EEG Umlage kann nur bei Wiedereinspeisung des rückverstromten Speichergases in das Stromnetz geltend gemacht werden (EEG)
- Grünstromprivileg: Möglichkeit der Verringerung der EEG Umlage (EEG)
- Stromnetzentgelte: Befreiung für 20 Jahre für PtG Anlagen ebenso KWK Umlage und Konzessionsabgaben (EnWG)
- Stromsteuer: Befreiung denkbar (StromStG §9 und §9a)

## Aussichten

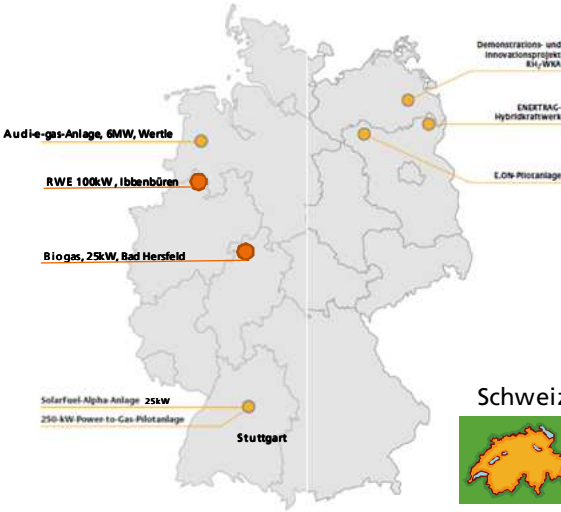
Erster Rechtsrahmen ist geschaffen

- Verbesserungen in der Gesetzgebung notwendig (kein Speicherbonus vorhanden)
- Bonus für Systemdienstleistungen
- Leistungsbereitstellung

Weitere Schritte

- Pilot- und Forschungsanlagen
- Sammeln von Betriebserfahrungen
- Kostendegression erreichen
- Erkennen von möglichen Geschäftsfeldern

# Nationale & Internationale Projekte



## Dänemark



## Kanada



## Schweiz



Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

# Nationale & Internationale Projekte



## Dänemark



## Kanada



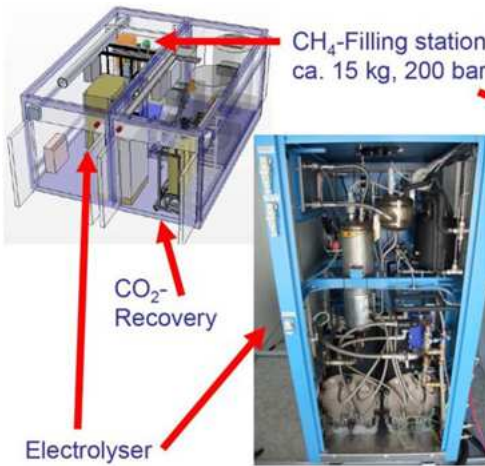
## Schweiz



Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

# 25kW Solar-Fuel Alpha Anlage, Stuttgart



<b>Projektname</b>	SolarFuel-Alpha-Anlage, Stuttgart
<b>Betreiber / Beteiligte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betreiber / Investor: SolarFuel GmbH</li> <li>ZSW (Planung, Aufbau und Versuchsbetrieb)</li> <li>Fraunhofer IWES (technische, volkswirtschaftliche und ökologische Analyse und Bewertung)</li> </ul>
<b>Kategorie</b>	Pilotanlage
<b>Status</b>	Betriebs- und Testphase
<b>Prozess</b>	Wasserelektrolyse – Methanisierung – Zwischenspeicherung – Treibstoffnutzung
<b>Anlagendaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anschlussleistung: 25 kW</li> <li>CO<sub>2</sub>-Gewinnung aus Umgebungsluft als Vision einer infrastrukturunabhängigen CO<sub>2</sub>-Versorgung (Insel- / Offgrid-Einsatz)</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erste Anlage zur Erzeugung „erneuerbaren Methans“</li> <li>Aufzeigen der grundsätzlichen Funktionsfähigkeit des Power-to-Gas-Prinzips</li> </ul>

Quellen: Solar Fuel 2009, Specht, Waldstein, Sterner et al. 2009 und [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES



# 250kW Power-to-Gas Pilotanlage, Stuttgart



<b>Projektname</b>	250-KW-Power-to-Gas-Pilotanlage, Stuttgart
<b>Betreiber / Beteiligte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betreiber: ZSW (Planung, Aufbau und Versuchsbetrieb)</li> <li>SolarFuel GmbH (Betriebskonzepte, Wirtschaftlichkeitsanalysen)</li> <li>Fraunhofer IWES (technische, volkswirtschaftliche und ökologische Analyse und Bewertung)</li> </ul>
<b>Kategorie</b>	Pilotanlage
<b>Status</b>	Bauphase, Betriebsstart Sommer 2012
<b>Prozess</b>	Wasserelektrolyse – Methanisierung – Zwischenspeicherung – externe Nutzung
<b>Anlagendaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anschlussleistung: 250 kW</li> <li>Variable CO<sub>2</sub>-Quelle durch Trailerversorgung</li> </ul>
<b>Besonderheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erprobung und Optimierung des dynamischen Betriebs eines Elektrolyseurs</li> <li>Weiterentwicklung der Methanisierung und des Systemverschaltungskonzepts</li> <li>Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der 250-KW-Anlage werden durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanziell gefördert.</li> </ul>

Quellen: Strategieplattform Power to Gas (Specht) 2012 und [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES





# Nationale & Internationale Projekte



## Dänemark



Electrochaea, Foulum, 250kW

## Kanada



Hydrogenics, Ontario, 1MW

## Schweiz



Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

# Nationale & Internationale Projekte



## Dänemark



Electrochaea, Foulum, 250kW

## Kanada



Hydrogenics, Ontario, 1MW

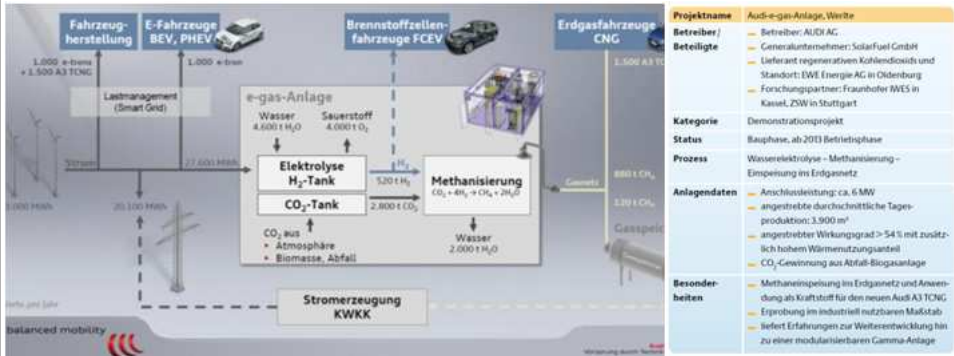
## Schweiz



Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

## Audi-e-Gas-Anlage, Wertle

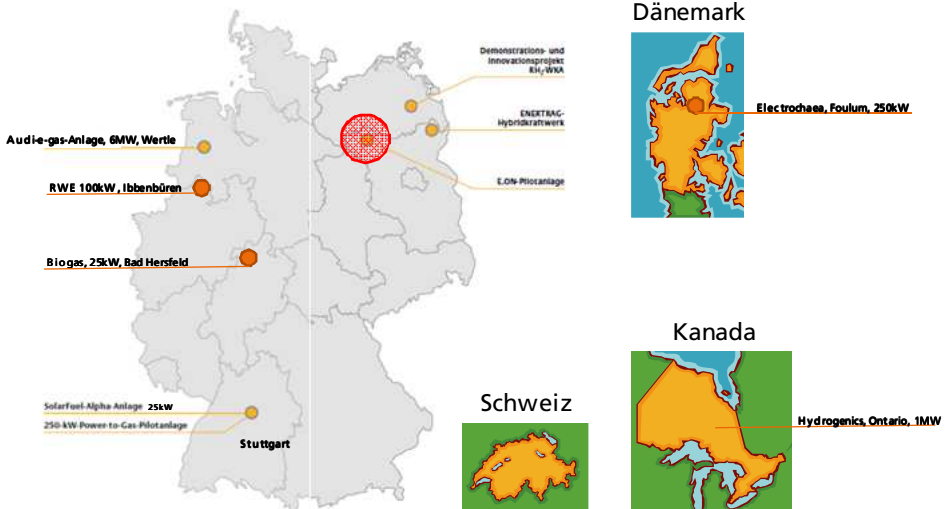


Quellen: Strategieplattform Power to Gas (Ottens) 2012 und [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES



## Nationale & Internationale Projekte



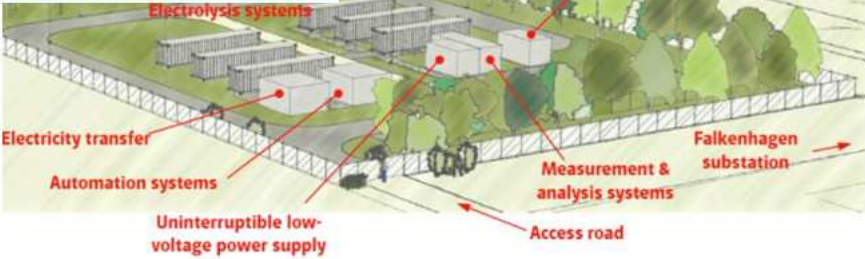
Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES



# 2MW E.ON Pilotanlage, Falkenhagen

Projektname	E.ON-Pilotanlage, Falkenhagen
Betreiber / Beteiligte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betreiber: E.ON Gas Storage GmbH</li> <li>Stromnetz: E.ON edis AG</li> <li>Erdgasnetz: ONTRAS – VNG Gastransport GmbH</li> </ul>
Kategorie	Pilotprojekt
Status	Projektiert
Prozess	Wasserelektrolyse – H <sub>2</sub> -Einspeisung ins Erdgasnetz
Anlagendaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserstoffherzeugung: 360 m<sup>3</sup>/h</li> <li>Anbindung von Windenergieanlagen (ca. 2 MW)</li> <li>Wasserstoffeinspeisung in das regionale Erdgasnetz</li> </ul>
Besonderheiten	Praxisfeld für die Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasnetz

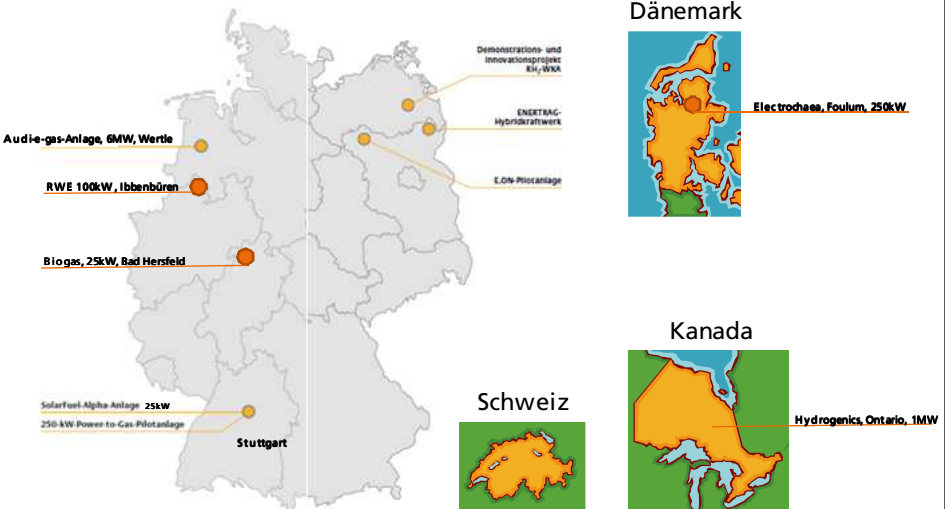


Quellen: RPE-Steiner & Team, E.ON (Folke) 2012 und [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

**Fraunhofer**  
IWES

## Nationale & Internationale Projekte



Quelle Deutschland Karte: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) 2012

© Fraunhofer IWES

**Fraunhofer**  
IWES

# Internationale Projekte

## Dänemark:

- 250-kW System mit Kohlendioxid aus Biogas
- Biologische Methanisierung (Methan bildende Bakterien)
- Partner: Electrochaea, E.ON, Nordjysk Elhandel AS, Aarhus University
- Start in 2012
- Vorstudie für Kommerzielles System



## Schweiz:

- Erste Potentialabschätzungen "Swiss Renewable Power-to-Gas"

## Kanada:

- 1MW Anlage geplant
- Partner: Hydrogenics, Enbridge, IESO, Canadian Gas Association

Quellen: Electrochaea 2012, VSG & AEE 2012, Hydrogenics 2012

© Fraunhofer IWES



## Hessisches Biogas-Forschungszentrum in Bad Hersfeld



© Fraunhofer IWES



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl. Ing (FH) Frank Schünemeyer

*Laborleiter Bioenergie-Systemtechnik*

*Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik*

Telefon: 06621 7945315

E-Mail: [frank.schuenemeyer@iwes.fraunhofer.de](mailto:frank.schuenemeyer@iwes.fraunhofer.de)