

## Power to Gas – Die Sonne im Gasnetz

- Netzbelastung durch Wind und Solarstrom – wie kann ihr begegnet werden ?
- Pilotanlage Falkenhagen – Erfahrungen aus der Praxis
- Pilotanlage Solothurn – Verbindung von Strom-, Wärme und Gasnetz

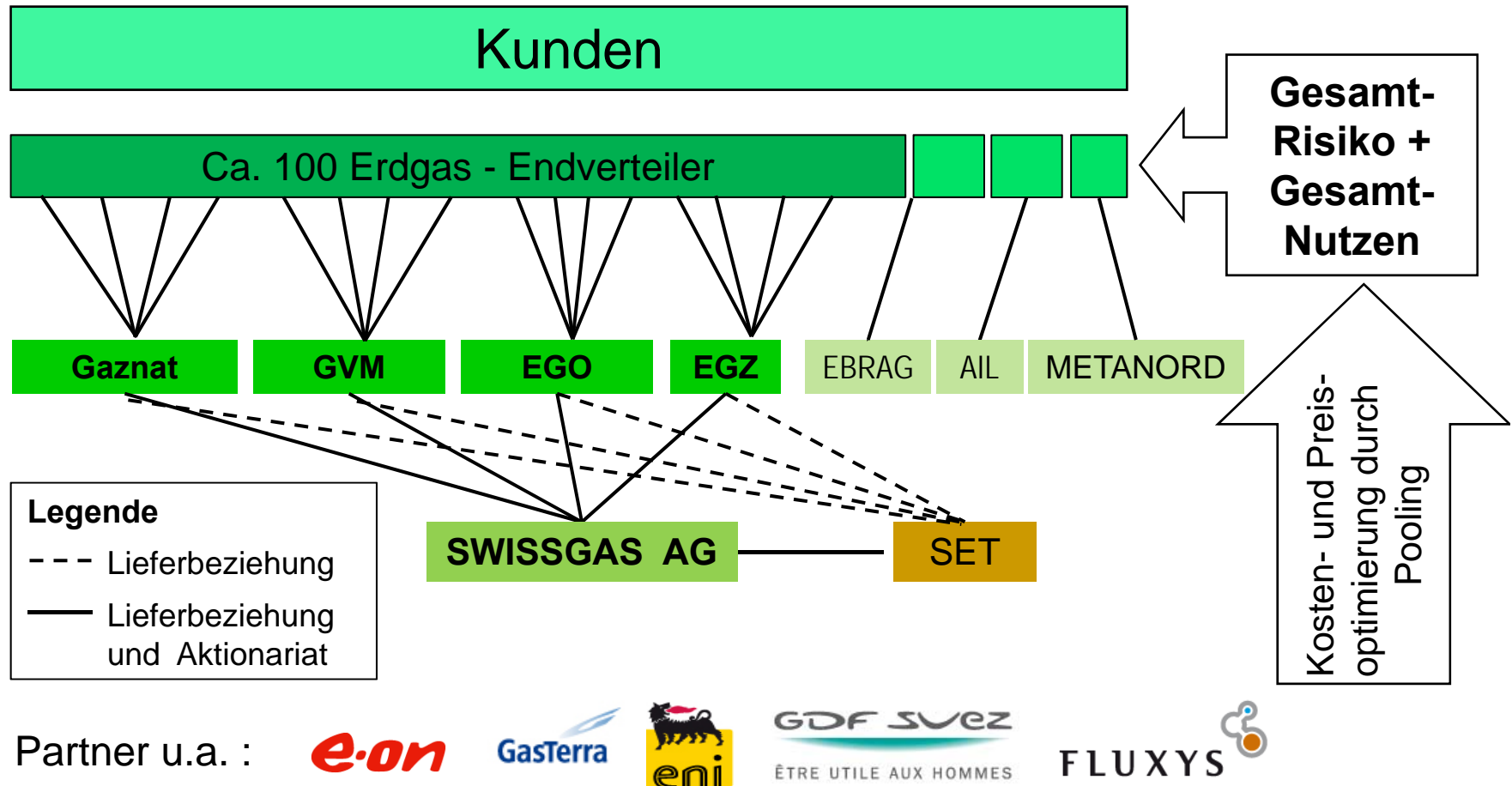
Heinrich Schwendener

19. Juni 2014

# Agenda

- **Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft**
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario

# Struktur Erdgaswirtschaft Schweiz – Rolle Swissgas AG



- Die Mehrheit der CH – Gasversorger bündelt Beschaffung sowie Eigentum und Betrieb des Hochdruck-Netzes über die Regionalgesellschaften (Gaznat, GVM, EGO, EGZ) und die Swissgas AG.

# Kurz-Profil der Swissgas AG (www.swissgas.ch)

**Swissgas spielt bei diesen gebündelten Leistungen für die Schweizer Erdgas-Wirtschaft eine Rolle bei:**

- **Bau, Betrieb Unterhalt HDTransportnetz ca. 260 km**
- **Beschaffung Erdgas & Transportkapazität im Ausland;**
- **Dienstleistungen rund um diese Aktivitäten**
- **Beteiligungsmanagement**
  - *Transitgas*
  - *SET*
  - *Bayerngas Norge, u.a.m.*
- **Beschaffung von ca. 20 TWh (  $\approx$  60 % des CH Erdgases)**
- **Umsatz 2013: ca. CHF 892 Mio**
- **Bilanzsumme ca. CHF 488 Mio**

**→ Internationale, beschaffungs-relevante Projekte im Interesse der CH - Gaswirtschaft sind Kernaufgabe der Swissgas**

**→ Gas aus Power to Gas Anlagen: in Zukunft Teil des Gas-Mixes ?**

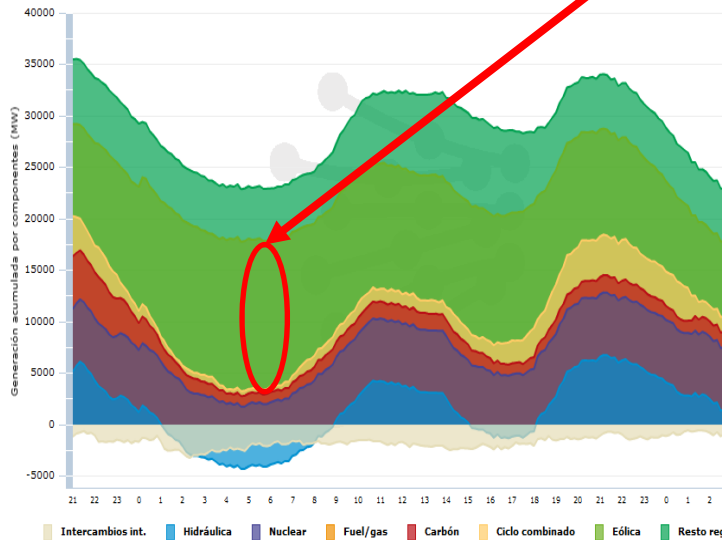


# Agenda

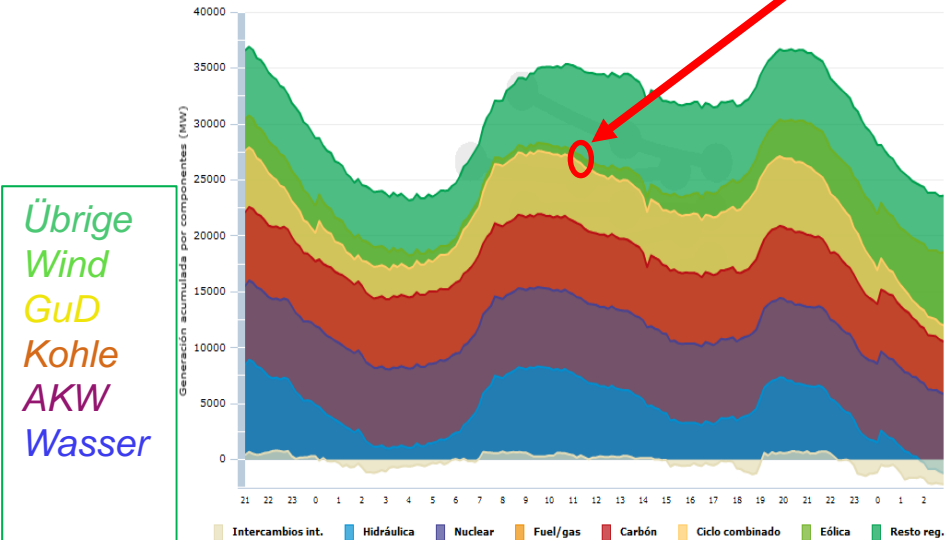
- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- **Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.**
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario

# Windstrom-Produktion in Spanien – Herausforderung für's Stromnetz

Stromproduktion total: 22'945 MW  
 Strom aus **Windenergie**: 14'142 MW  
 ( ~62 % )  
 Zeitpunkt: 23.2.2013 06:00 Uhr



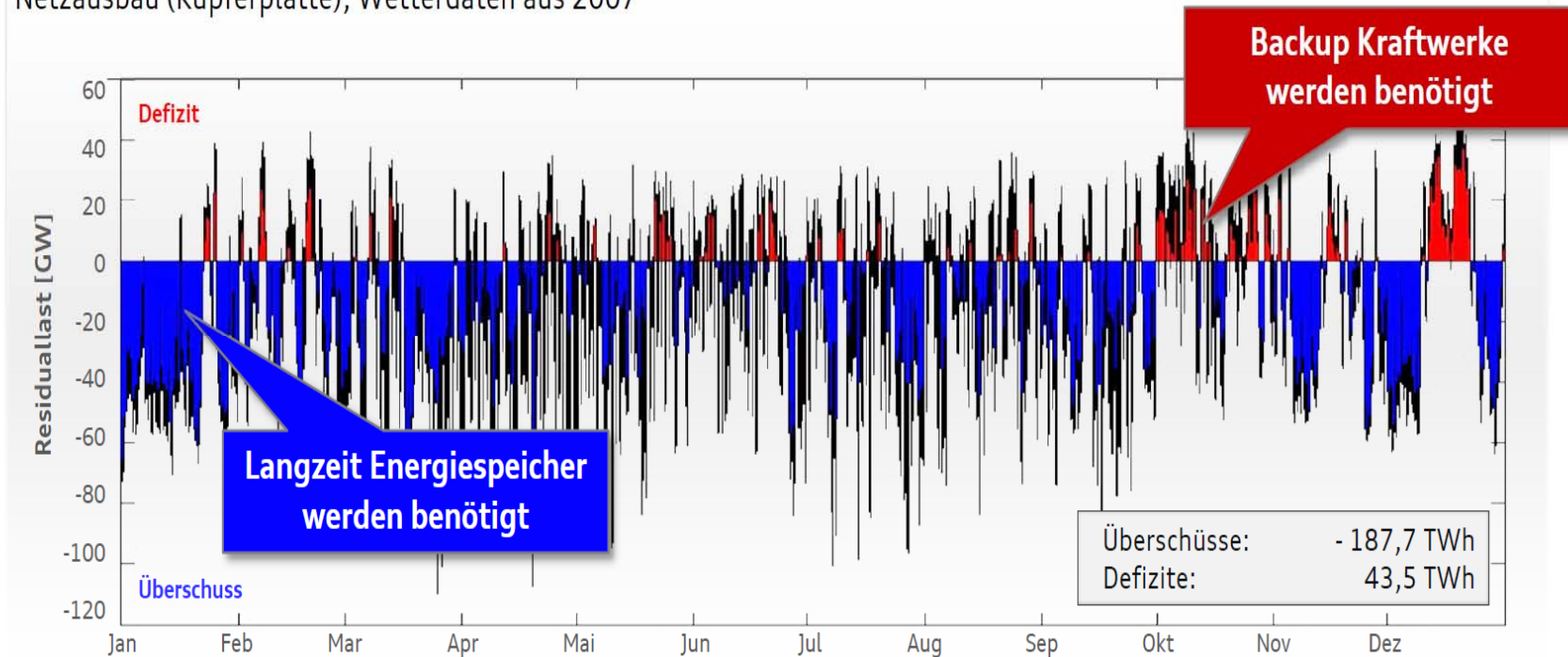
35'246 MW  
 647 MW  
 ( 1.8 % )  
 20.2.2013 11:00 Uhr



- **Hohe Windstrom-Produktion zu Schwachlastzeiten** kann die Abschaltbarkeit anderer Produktionen schon heute (über-)fordern. Es bleibt die **Abschaltung der Windanlagen** selbst, - mit möglichen **Konsequenzen** für ihre Ertragssituation;
- **tiefe Windstromproduktion in Spitzenzeiten** erfordert hingegen den **Einsatz aller anderen Produktionen**; heute neben Wasserkraft, fossile und nukleare KW.

# Simulation für D – Ausbau erneuerbare Elektrizität: 80% der Gesamterzeugung

Simulation der Residuallast bei 78% Anteil Erneuerbarer Energien in Deutschland, keine Exporte/Importe, idealer Netzausbau (Kupferplatte), Wetterdaten aus 2007

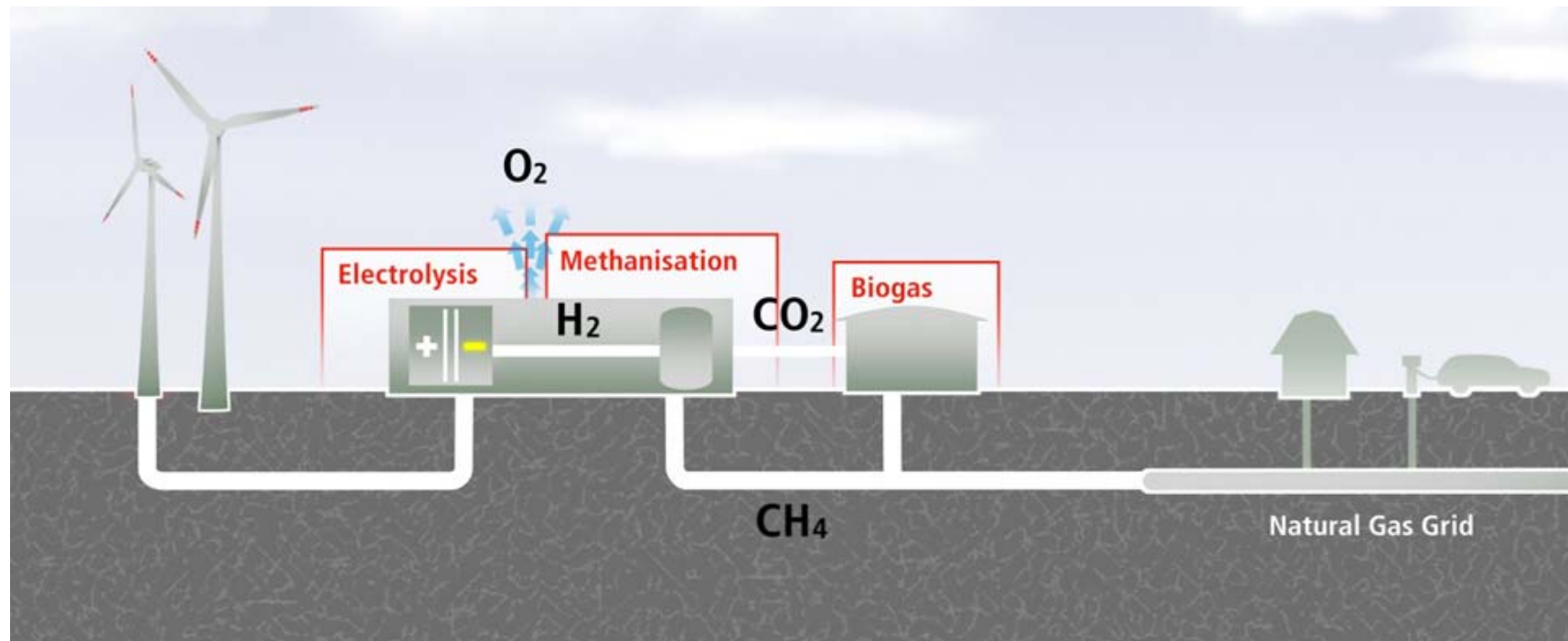


# Agenda

- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- **Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?**
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario



# Power to Gas Technologie – in Kürze



Elektrolyse :      Strom + Wasser      → Wasserstoff (und Sauerstoff)  
 Methanisierung:    Wasserstoff +  $CO_2$     → Methan (und Sauerstoff)

**Fazit:**                    Ist PtG kommerziell machbar, lässt sich künftig in  
                                   Gas in grossen Mengen erneuerbar produzieren;  
                                   die Energie kann im Gasnetz transportiert und  
                                   gespeichert werden.

# Erdgasnetz – Option für erneuerbare Energiewirtschaft



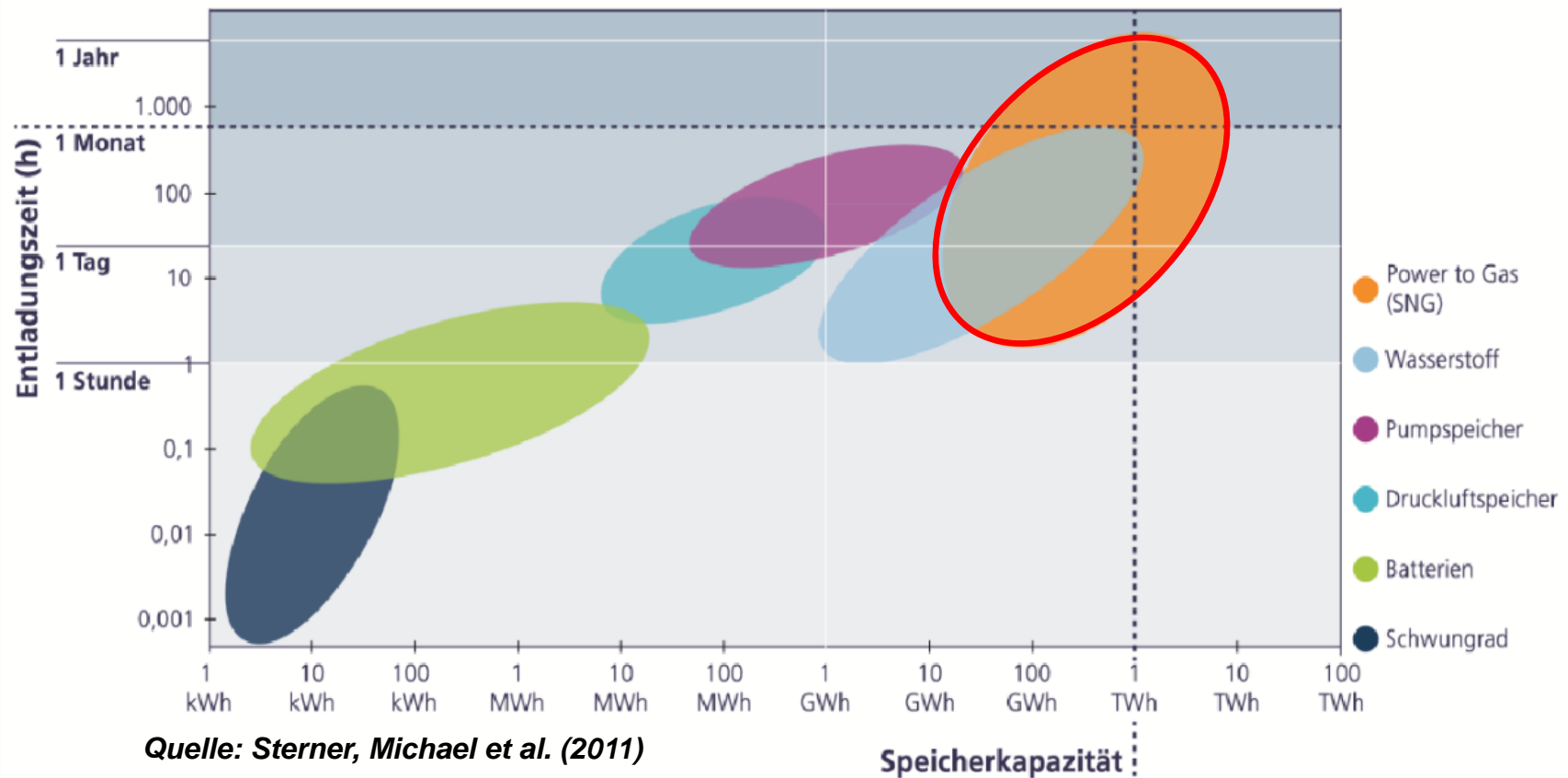
*Hochspannungsleitung  
Kapazität ca. 1'000 MW Elektrizität*



*Transitgas Pipeline  
ca. 23'000 MW Gas*

- Grosse Transport-, Verteilnetz- und Speicherkapazitäten existieren bereits;
  - Gas, ob fossil oder erneuerbar, hat eine **sehr hohe Energiedichte**;
- ***Das Gasnetz und die dazugehörigen Speicher können Engpässe mindern und Speicherkapazitäten (für zeitliche Verschiebungen von Stunden bis Jahreszeiten) zur Verfügung stellen.***

## Elektrizitätsspeicher - Technologien im Vergleich



- Die **PtG** Technologie bietet aus heutiger Sicht die **grösste Speicherkapazität** für Strom;
- **Voraussetzung** ist, dass die **Gastransport- und Verteilnetze** sowie **die Gasspeicher** noch **zur Verfügung stehen**, wenn sie benötigt werden.

# Warum ist PtG für die schweizerische Energiewirtschaft interessant ?

- Schweizerische Energieversorger **investieren bedeutende Beträge** in erneuerbare Energienn: Windparks und Solaranlagen im In- und Ausland.
  - Die **Probleme der Netzstabilität** bei hohem erneuerbarem Produktionsanteil können auch diese Anlagen betreffen. **Netzbedingte Abschaltungen** sind die Konsequenz.
  - Auch in der Schweiz ist ein hoher Anteil neuer erneuerbarer Energie geplant.
  - Damit besteht ein **grosses Interesse an einer Lösung**, mit der Überschuss- bzw. Mangelsituationen überbrückt werden können.
  - Die PtG Technologie bietet dafür eine solche Lösung.
- 
- **Die Power to Gas Technologie hat damit auch grosse Bedeutung für die schweizerische Energiewirtschaft;**
  - **Die Möglichkeit der Beteiligung der Swissgas an der PtG Anlage der E.ON in Falkenhagen stiess deshalb auf grosses Interesse**
  - **Erste PtG Projekte entstehen auch in der Schweiz (Hybridwerk Aarmatt, SO, ....) und können mit dem Know-How aus Falkenhagen unterstützt werden.**

# Agenda

- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- **Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.**
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario

# Technische - kommerzielle Herausforderungen an PtG

Zur weiteren Entwicklung der Technologie brauchte es:

- **Eine integrierte Anlage**, die Windstrom zur Erzeugung eines gasförmigen, CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträgers nutzt
  - Einbindung ins Strom-Netz,
  - Anschluss ans Hochdruck – Gasnetz.
- **Erfahrung mit Genehmigungsprozessen;**
- **Nachweis technische Machbarkeit unter realen Bedingungen;**
- Technisch-ökonomisches **Optimierungspotential Anlage;**
- Optimierung des **Betriebskonzepts;**
- Möglichkeit Anlage zur **Stromnetzregelung** einsetzen;
- Aufzeigen der **Bedeutung des Erdgastransportnetzes** für
  - Transport und die Speicherung des erneuerbar produzierten Gases von Falkenhagen an die Schweizer Grenze;
  - Transport und Zwischenspeicherung über das Erdgastransport- und Verteilnetz in der Schweiz
- **Import** als CO<sub>2</sub>-neutral produziertes Gas **in die Schweiz.**

# Agenda

- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- **Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse**
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario



# Beteiligung Swisssgas AG an PtG Anlage «Falkenhagen»

Stellvertretend für die CH – Gaswirtschaft, in Betrieb seit 28.8.2013

## Eckwerte

- Elektrische Leistung: 2 MWel
- H<sub>2</sub>-Erzeugung: 360 m<sup>3</sup>/h
- Z.Z. keine Methanisierung
- Erwarteter Wirkungsgrad > 50%
- Einspeisung max. 2% H<sub>2</sub> in das Hochdruck-Erdgasnetz der ONTRAS
- Betriebsphase: 3Q 2013 – 2Q 2016
- Betreiber: E.ON Gas Storage

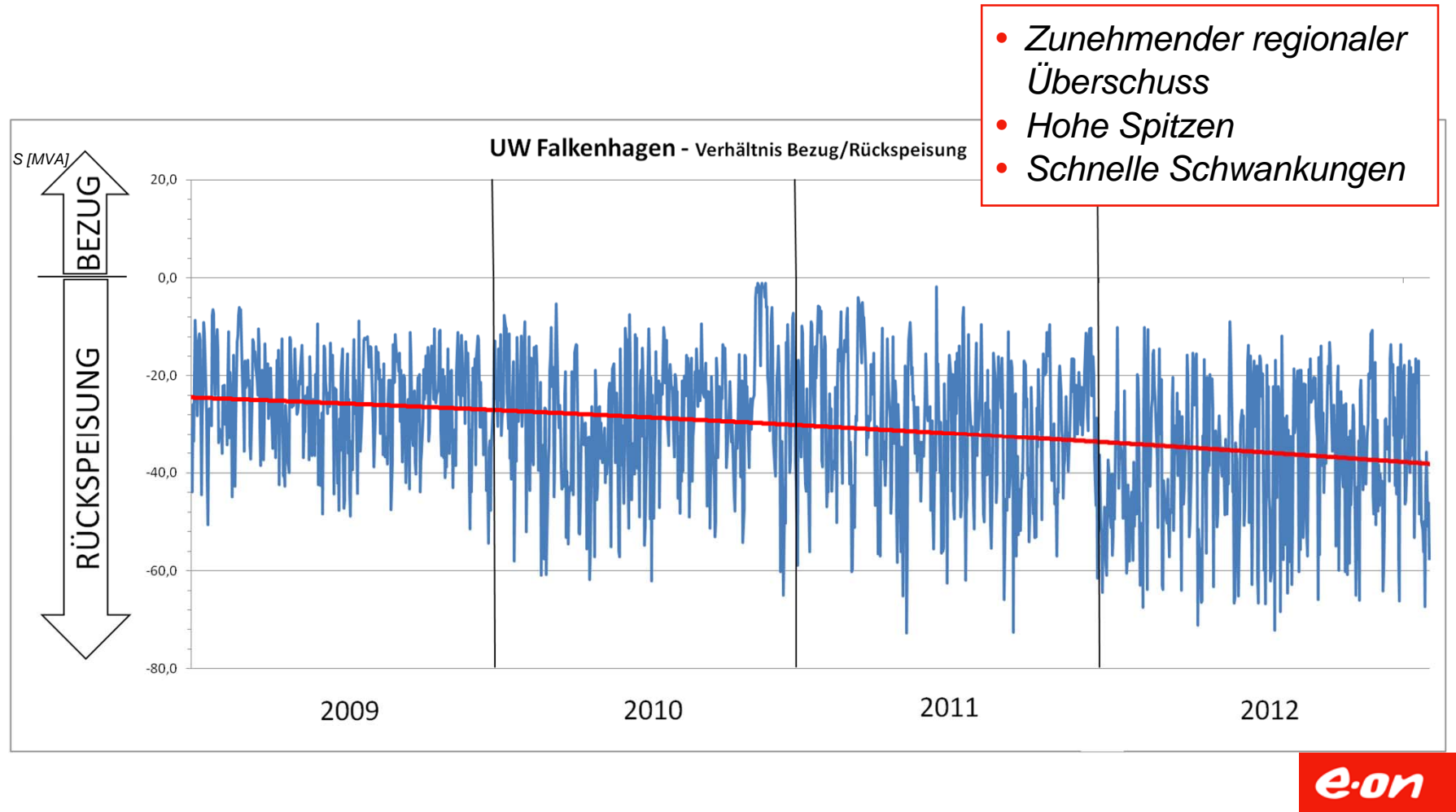


e-on

- **Gewinnen von Erfahrung mit der Pilotanlage (Technikum) für den möglichen späteren Bau von grösseren Anlagen**
  - **Know – How Beitrag für schweizerische Projekte**
  - **Kommunizieren an Politik, Verwaltungen, Öffentlichkeit:**
- ***Das Gasnetz ist eine wertvolle Option für die zukünftige erneuerbare Energiewirtschaft, die erhalten werden muss.***



# Stromüberschuss am UW Falkenhagen



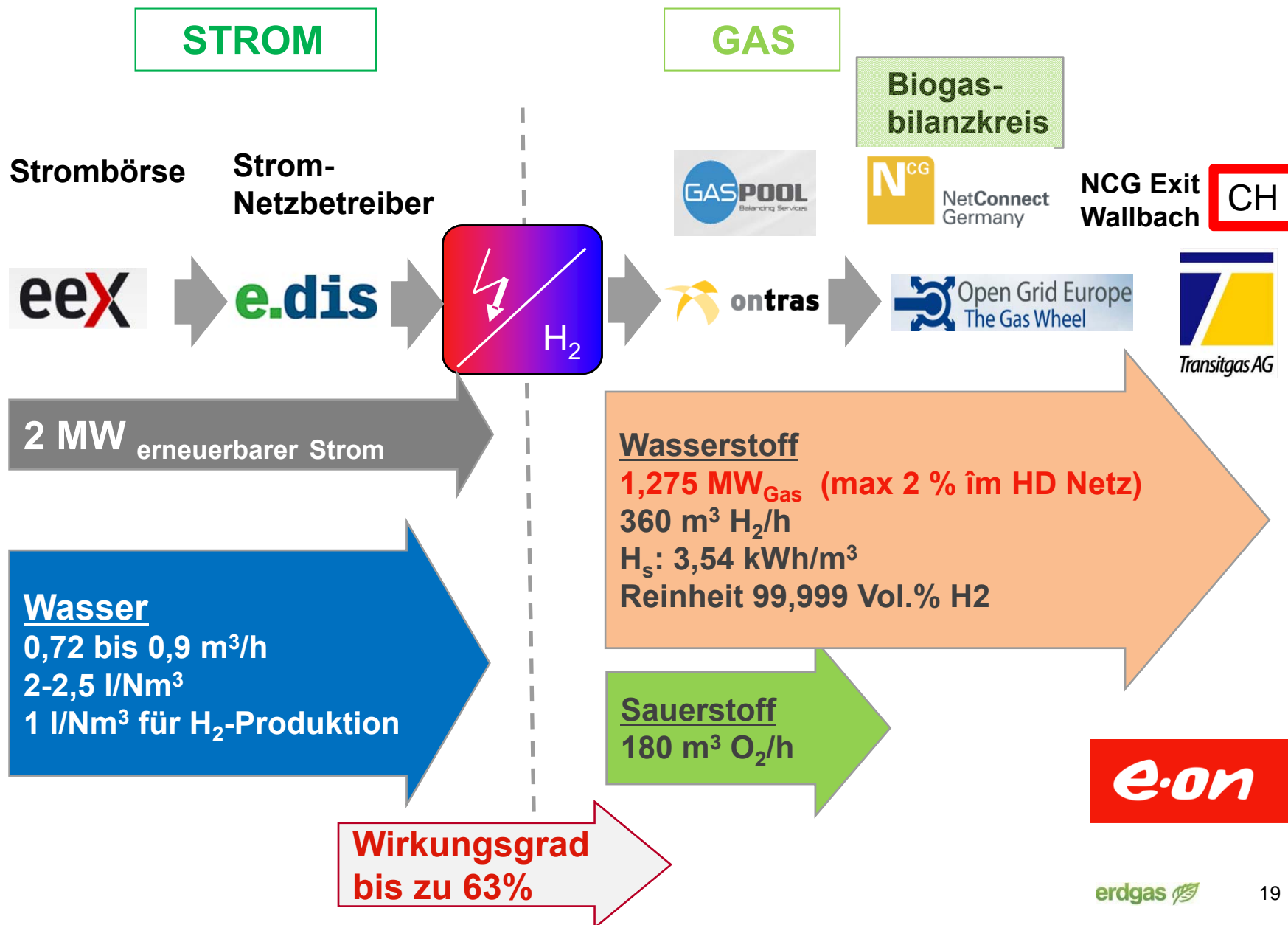
# Power to Gas Pilotanlage in Falkenhagen, Deutschland



Die Anlage, bereit zur Inbetriebnahme (28.8.2013)

# Energiefluss von Falkenhagen in die Schweiz

(Wenn nicht spezifiziert, gelten die Zahlen für Vollastbetrieb)





# Erfahrung mit PtG Anlage Falkenhagen August 2013 bis jetzt

## Wichtige Erfahrungen betreffen:

### Planung und Bau

- **Genehmigung als Technikum/Pilotanlage;**
- **Zertifizierung des produzierten Gases (TÜV);** derzeit ist Biogas-Qualität die bestmögliche Gasqualität;
- Abstimmung **Strombezug und Gaseinspeisung;**
- **Anforderungen an Netzanbindung** Strom, Gas; Einspeisung z.Z. max. 2% H<sub>2</sub>
- **Leistungsparameter** der Anlage, deren **Steuerung;**
- **Kommunikation** und positive öffentliche Wahrnehmung.

### Aus dem Betrieb

- Die Anlage läuft **seit 6 Monaten, Schwachstellen identifiziert** und durch **Anlagenmodifikationen** verbessert.
- Insgesamt **läuft die Anlage gut, keine konzeptionellen Fehler.**
- **Effizienz der Gesamtanlage** nach bisherigen Erkenntnissen zwischen 52 und 58% bezogen auf Hu von 3,0 kWh/Nm<sup>3</sup>; bezogen auf Ho von 3,542 kWh/Nm<sup>3</sup> bei bis zu 66 %. Der Wirkungsgrad ist von der Fahrweise abhängig.

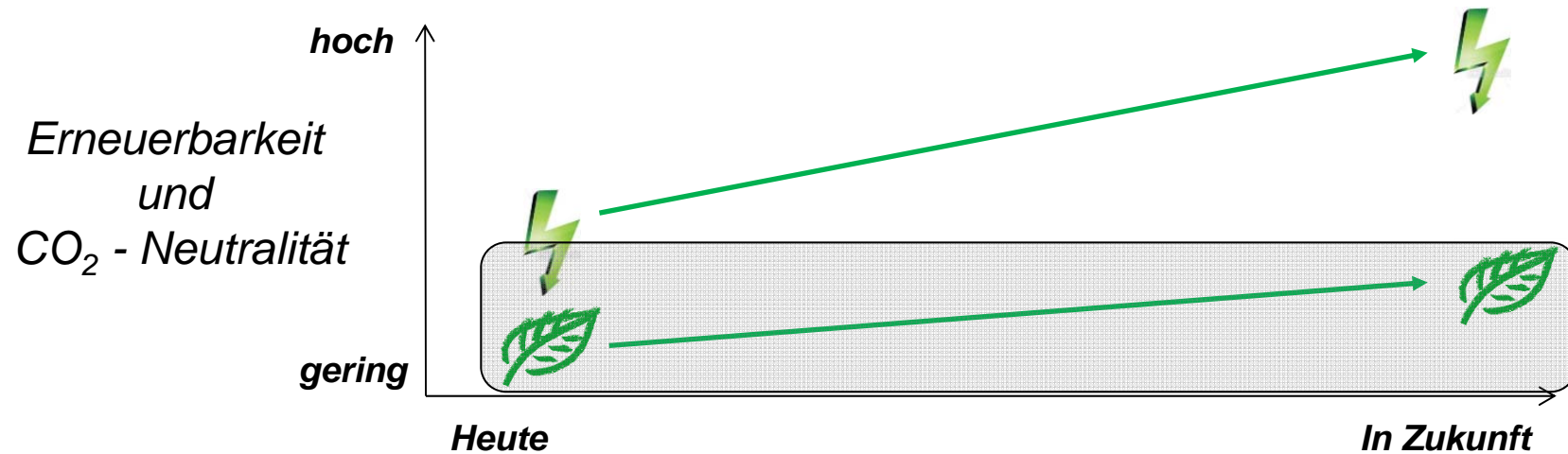
**Anmerkung:** Die spezifischen Investitionskosten sind der wichtigere Parameter als der Wirkungsgrad. Hier wird noch eine deutliche Reduktion in den nächsten Jahren erwartet.

# Agenda

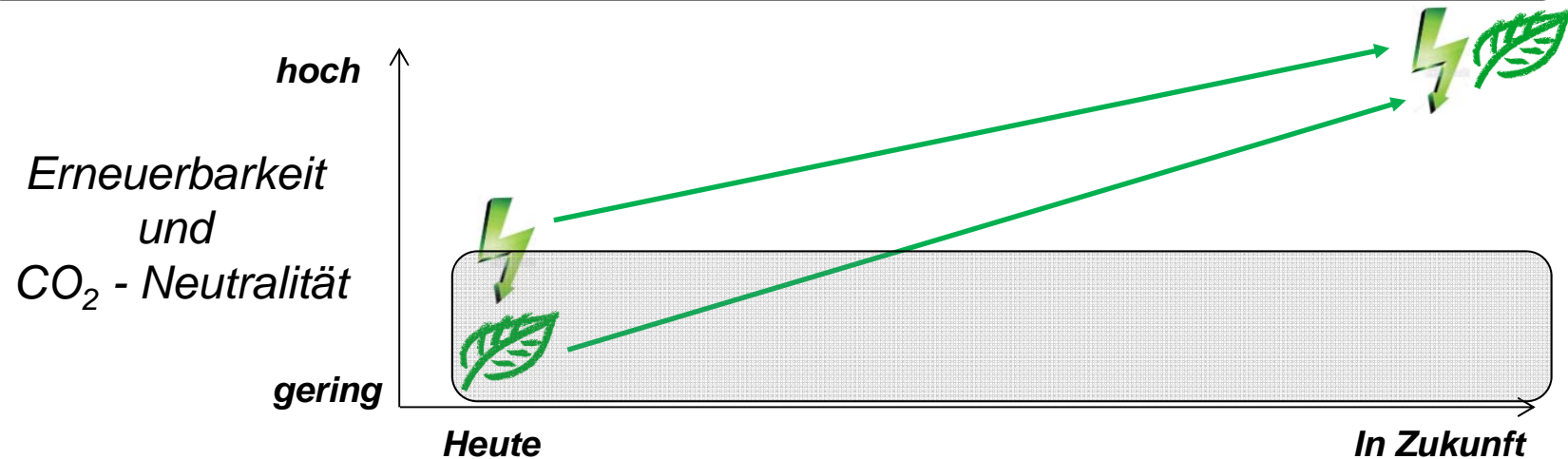
- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- **Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist**
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- Zukunftsszenario

# Paradigmenwechsel dank Power to Gas

**Bisherige Vorstellung: Strom wird vollständig erneuerbar, Gas bleibt fossil**



**Neue Voraussetzung: Auch Gas kann vollständig erneuerbar werden**



# Warum ist PtG für die schweizerische Energiewirtschaft interessant ?

## **Ziele der Energiestrategie Schweiz** (analog Energiewende in Deutschland)

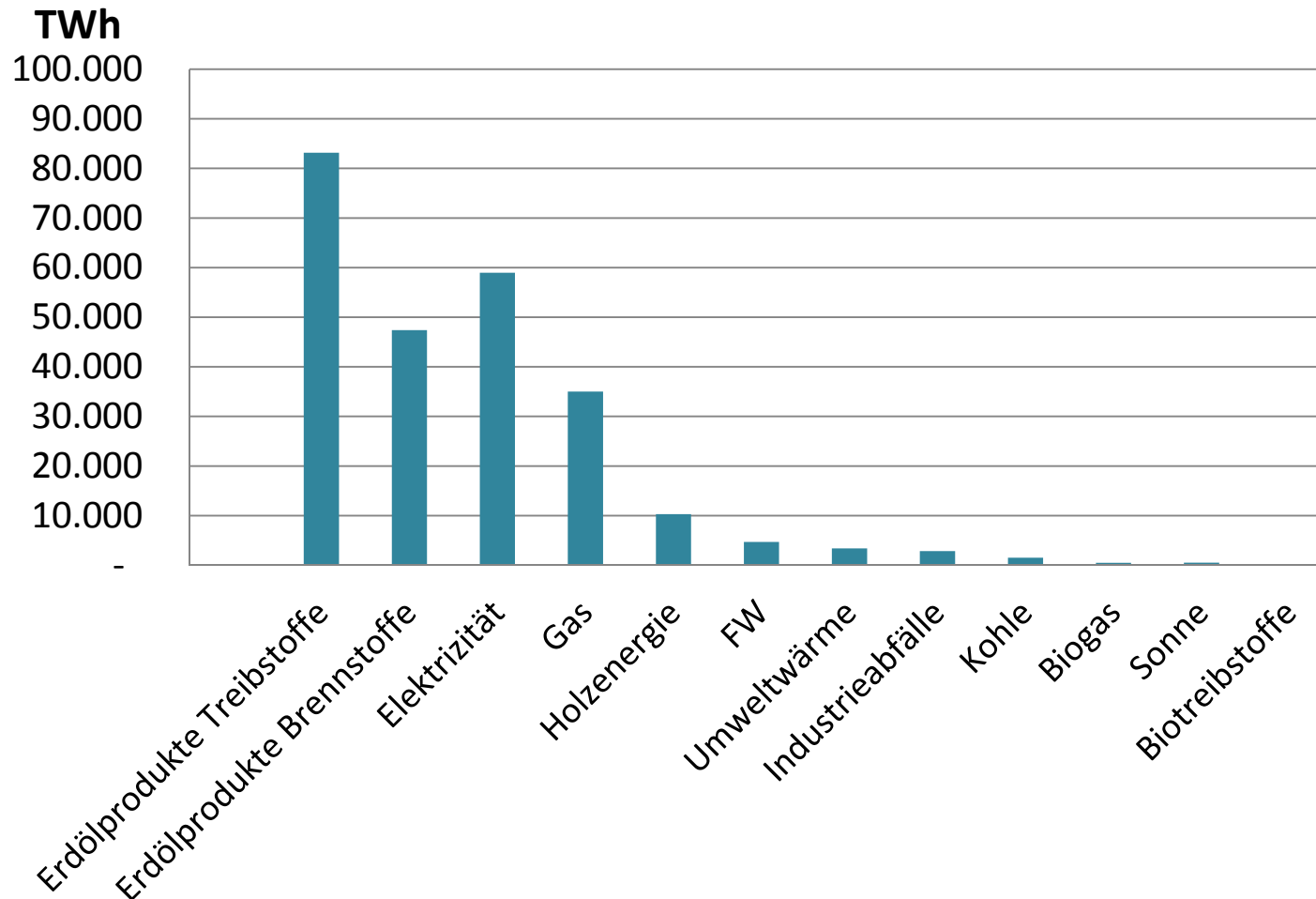
### **1. Ausstieg aus der Atomenergie** (letztes AKW soll ca. 2034 abgeschaltet werden)

- Im 2012 wurde **ca. ein Drittel** 36 % des 68 TWh **Strom in AKWs** produziert, 59 % mit Wasserkraft und 6 % thermisch (WKK Anlagen);
- ca 4 % wurden als Pumpstrom verwendet und ca. 3% wurden exportiert.

### **2. Reduktion der CO2 Emissionen um den Faktor 6** (von ca. 6 t/capita im 2012 auf 1 t/capita)

# Fokus Inland: 2012 in der Schweiz verbrauchte Energie

( Daten aus CH-Energiestatistik)



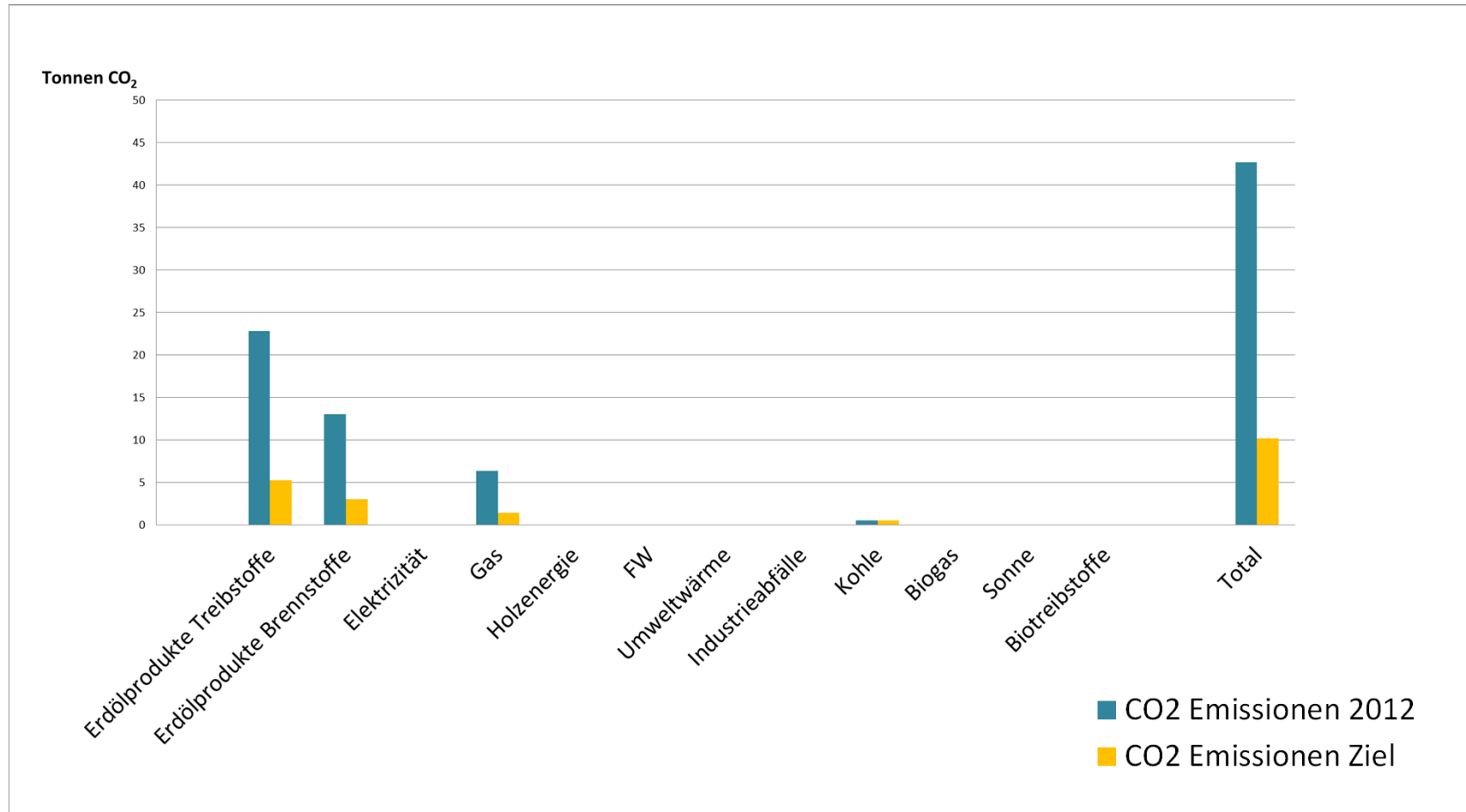
→ **Ca. 53 %** der 245 TWh Gesamtenergieverbrauch sind flüssige fossile Brenn- und Treibstoffe (mit Gas ist der Anteil 67 %)

→ **Elektrizität** trug 2012 mit einem Anteil von 24 % dazu bei



# CO<sub>2</sub> Emissionen 2012 und Ziel CH - Energiestrategie

(Daten 2012:CH-Energiestatistik)



- Der grösste Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen stammt aus den flüssigen, fossilen Brenn- und Treibstoffen.
- Um die Reduktion zu erreichen, müssen die **fossilen Brenn- und Treibstoffe reduziert und substituiert** werden.

# Konsequenzen für Strominfrastruktur und mögliche Lösung

## Szenario

- Die zur CO<sub>2</sub> Reduktion erforderliche **Substitution der fossilen Brenn- und Treibstoffe** geschieht mit erneuerbarem Strom,
  - dies bedeutet, je nach Effizienzsteigerung (gemäss Stromperspektiven: ca. 30 bis 50 % bis 2050) eine mengenmässige **Steigerung von 20 bis 80 % des Stromaufkommens in der Schweiz.**
- Dies werden vor allem **unregelmässig anfallende Wind- und Solarstromproduktionen** sein
- Dazu kommt voraussichtlich ein (Teil-) **Ersatz der AKW** ebenfalls mit erneuerbaren Produktionen.
- **Das bedeutet grossen Transport und vor allem Speicherbedarf.**
- Dank der **Power to Gas Technologie** kann auch das **schweizerische Erdgastransport- und -verteilnetz** genutzt werden, die Erdgas-Infrastruktur ist eine leistungsstarke Alternative mit bedeutenden Transport- und Speicherkapazitäten;
- **Diese Infrastruktur besteht bereits und stellt damit eine kostenmässig interessante Option dar.**

# Agenda

- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- **Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn**
- Zukunftsszenario

# Hybridwerk Aarmatt der Regio Energie Solothurn

Stadt Solothurn



Bei analogen Annahmen wie für die gesamte Schweiz  
entsteht in der Stadt Solothurn im Juni / Juli 2035 ein  
**Überschuss von 3.8 GWh**  
aus Photovoltaik-Anlagen

Wie kann man 3.8 GWh Strom in  
Solothurn speichern?

7

Quelle: Regio Energie Solothurn

# Hybridwerk Aarmatt der Regio Energie Solothurn



## Stadt Solothurn - Vergleichsgrößen

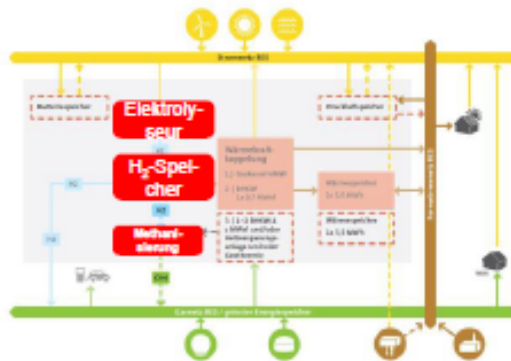
**3.8 GWh Überschussproduktion entsprechen einem Speicherbedarf von ...**



Quelle: Flamm

**In jedem Wohnhaus der Stadt Solothurn  
eine Batterie (gesamt rd. 3'000)**  
(Nutzbare Speicherkapazität pro Batterie: 21  
kWh; tägliches Laden / Entladen im Juni/ Juli  
= 61mal)

oder<sup>1)</sup>



**Ein Elektrolyseur mit 2.6 MW Leistung** der  
im Juni/Juli (61 Tage) rund um die Uhr läuft  
**und**  
**Speicherung des erzeugten Methans** (rd.  
190'000 Nm<sup>3</sup>) z.B. im Röhrenspeicher<sup>2)</sup> der  
RES

1) optimale Kombination wird aktuell durch RES analysiert

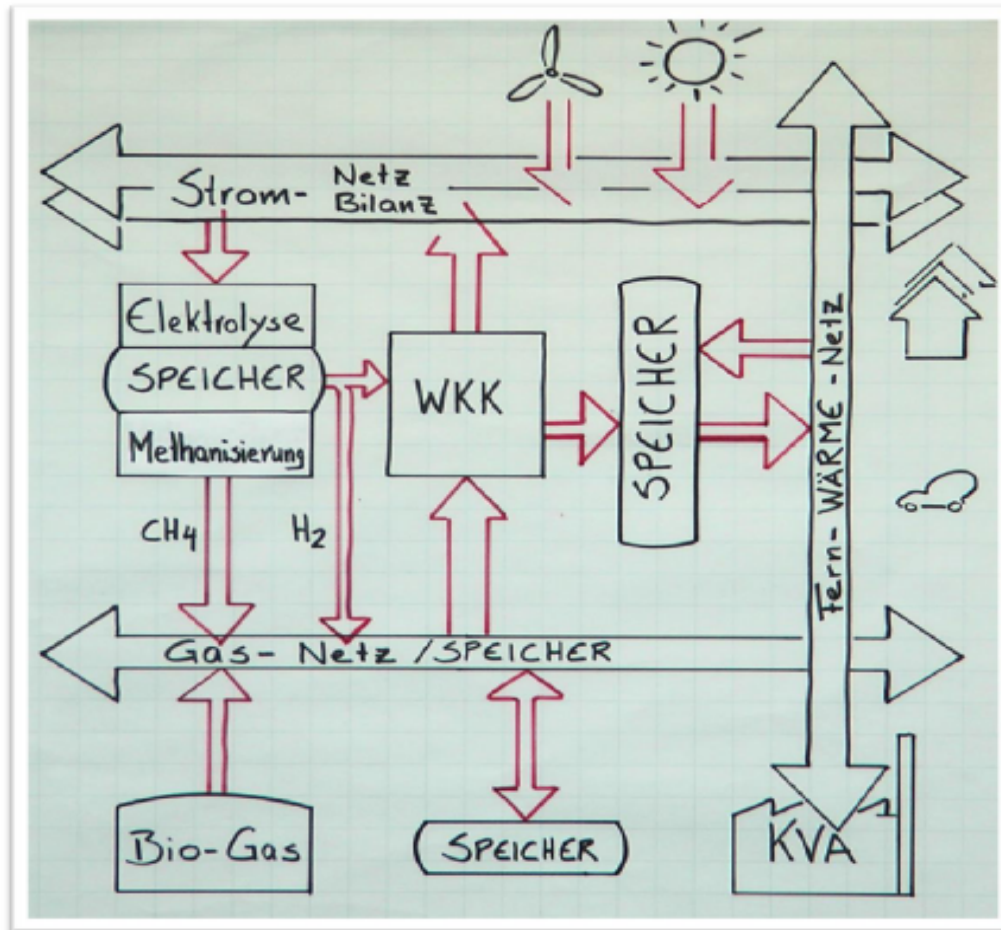
2) rd. 440'000 Nm<sup>3</sup> bei 70bar Speicherdruck; heute Speichervolumen 3.4 GWh bzw. rd. 340'000 Nm<sup>3</sup> bei 55bar Speicherdruck



# Hybridwerk Aarmatt der Regio Energie Solothurn

Projekt wird finanziell unterstützt von

- Kanton Solothurn
- Bundesamt für Energie



Das in Bau befindliche Projekt zeigt auf,

- wie wir aus Strom speicherbares Gas produzieren können,
- wie daraus wieder Strom und Wärme entsteht,
- und wie die 3 Netze miteinander verbunden sein können.

# Hybridwerk Aarmatt der Regio Energie Solothurn

- Erstes grösseres Projekt in der Schweiz mit einer PtG-Einheit
- Realisiert Verbindung des Strom-, Gas, und Wärmenetzes
- Ausgezeichnet mit **InnoPrix SoBa 2013** der «Stiftung der Baloise Bank SoBa zur Förderung der solothurnischen Wirtschaft»



*Kann auf dem Internet besichtigt werden unter:*

[www.hybridwerk.ch](http://www.hybridwerk.ch)

*Kontakte bei Regio Energie Solothurn:*

- *Felix Strässle, CEO*
- *Marcel Rindlisbacher, Leiter Netze*

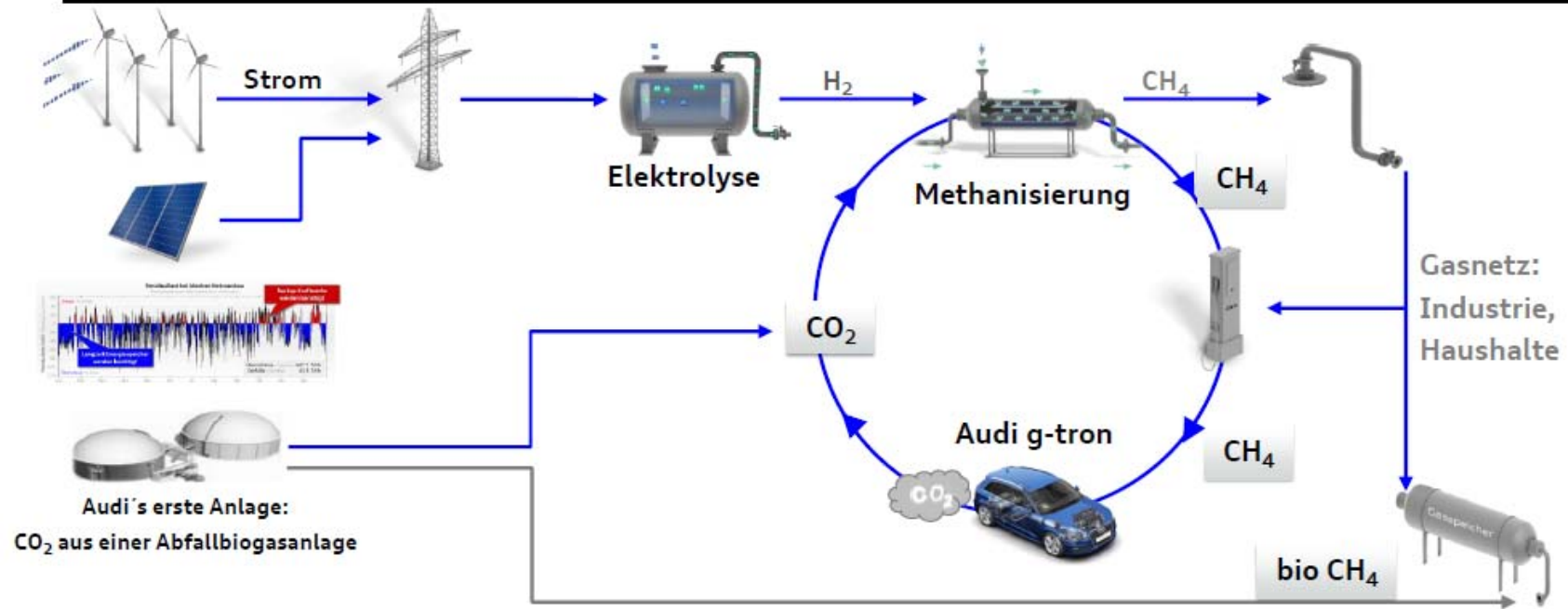
# Agenda

- Kurzporträt Swissgas – Rolle in der CH - Gaswirtschaft
- Herausforderung für Energieversorgung mit hohem Anteil neE.
- Power to Gas – PtG als Beitrag zur Lösung ?
- Stand der Technik, techno-ökonomische Herausforderungen.
- Beteiligung an PtG Projekt Falkenhagen (E.ON), erste Erkenntnisse
- Warum Power to Gas auch für die Schweiz wichtig ist
- Kurze Info zu Projekt Hybridwerk Aarmatt, Solothurn
- **Zukunftsszenario**



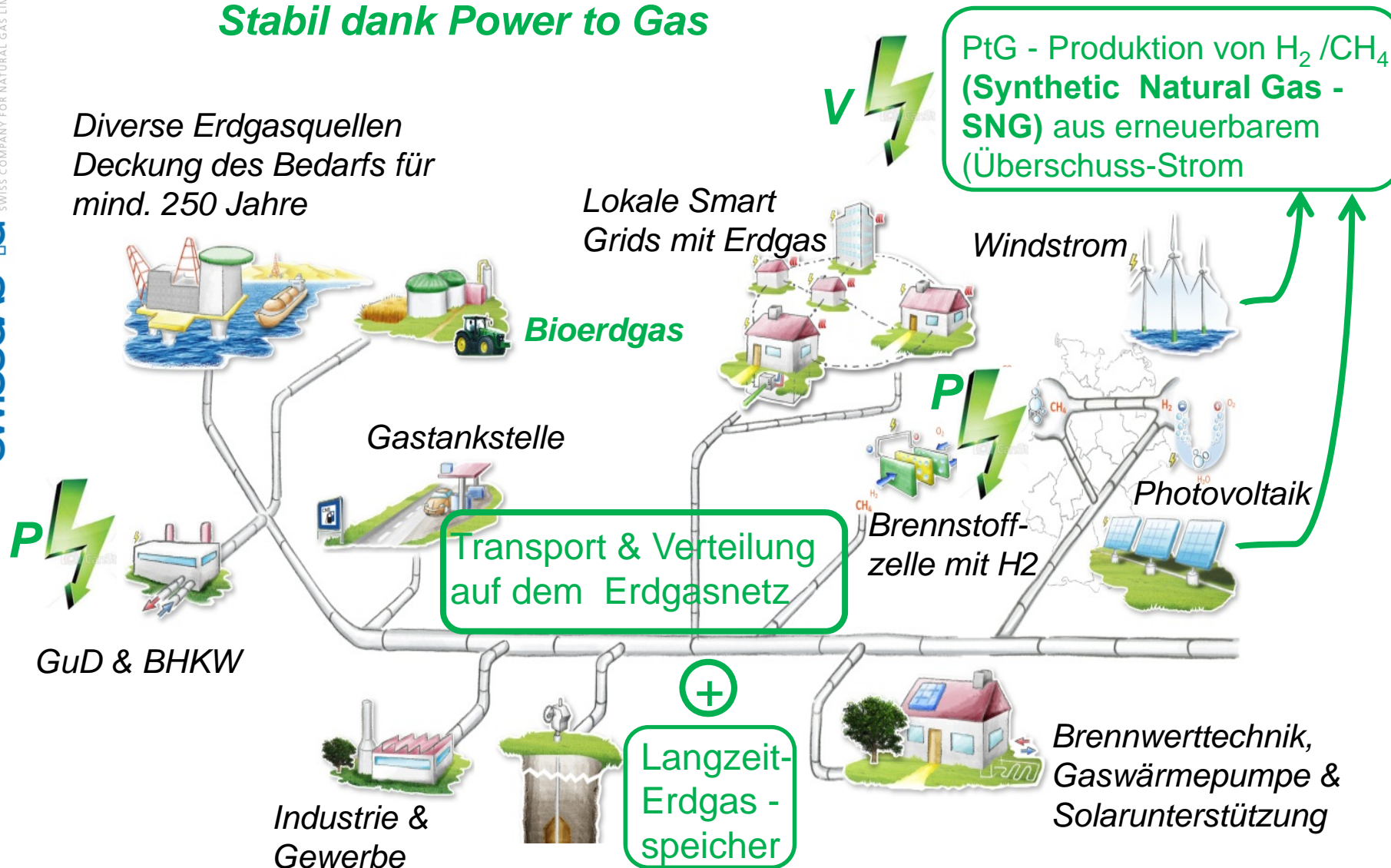
# Bereits Realität: Mobilität mit Power to Gas von AUDI

## Power-to-gas: Kopplung des Elektrizitäts- und Mobilitätssektors Das CO<sub>2</sub> kommt in Werlte aus einer Abfall-Biogasanlage



# Vision – Energieversorgung mit hohem erneuerbarem Anteil

## Stabil dank Power to Gas



**Legende:** ⚡ «Konvergenz-» Gas- und Stromnetz (Strom-**P**roduktion/**V**erbrauch)

□ Infrastruktur, relevant für Power to Gas (PtG) Funktion

# Die Erdgaswirtschaft ist wandlungsfähig

- Die Zukunft wird zunehmend erneuerbar sein. Die Branche hat in ihrer Geschichte bewiesen, dass sie sich wandeln kann.
    - Von Stadtgas zu Erdgas;
    - Als Pioniere bei der Aufbereitung und Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz;
    - **In Zukunft:**
      - Erdgasnetze können auch für den **Transport** synthetischer Gase genutzt werden (aus Holz, Biomasse, bzw. einer Elektrolyse ).
      - Power-To-Gas: Erdgasnetze können zudem zur **Speicherung** von überschüssigem Sonnen- und Windstrom dienen und die Entwicklung einer erneuerbaren Energiewirtschaft unterstützen.
- Voraussetzung ist, dass die **Erdgasinfrastruktur gepflegt wurde und noch vorhanden** ist.

**Danke für die  
Aufmerksamkeit !**