

# SMART ENERGY CONVERSION



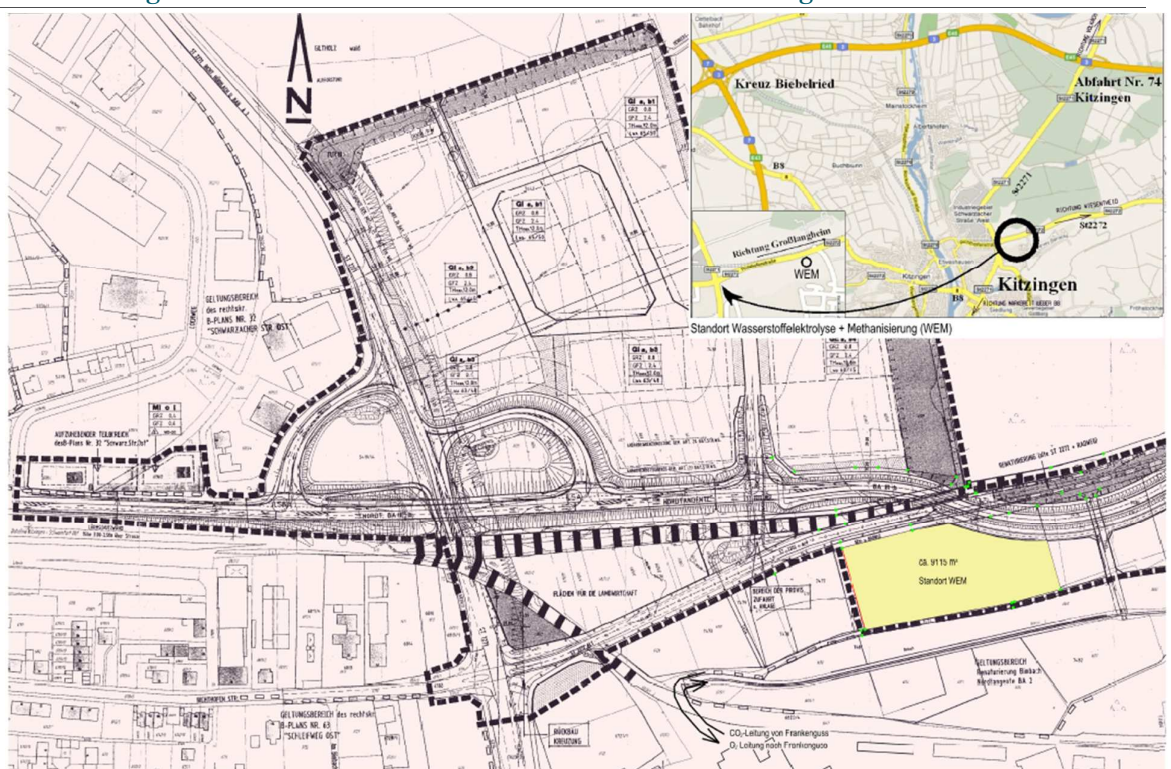
## SolarFuel GmbH – Stephan Rieke: **Power to Gas** – Gas-Speicherung aus Sonne und Wind

Kitzingen, 21.2.2013

Stephan Rieke

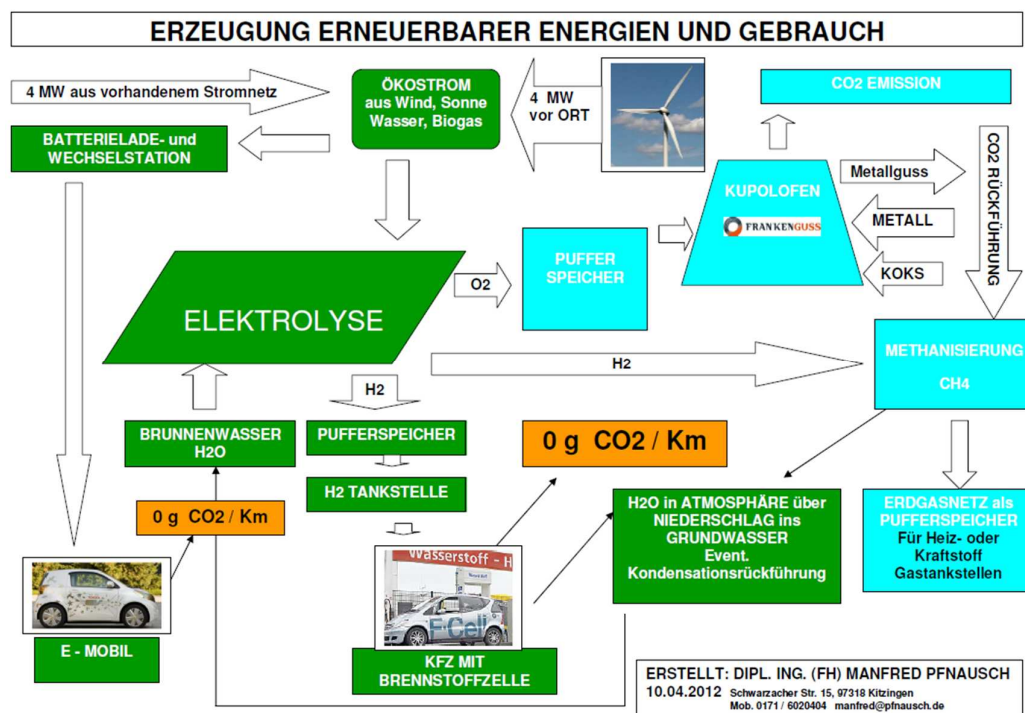
Solar Fuel GmbH

## Räumliche Einordnung der PtG Anlage am Standort Frankenguss, Kitzingen Standortgelände der PtG Anlage in unmittelbarer Nähe zum CO<sub>2</sub> Standort Frankenguss



Source: Pfnausch, Frankengussl

## Integration von PtG Anlage am Standort Kitzingen mit Frankenguss Standort



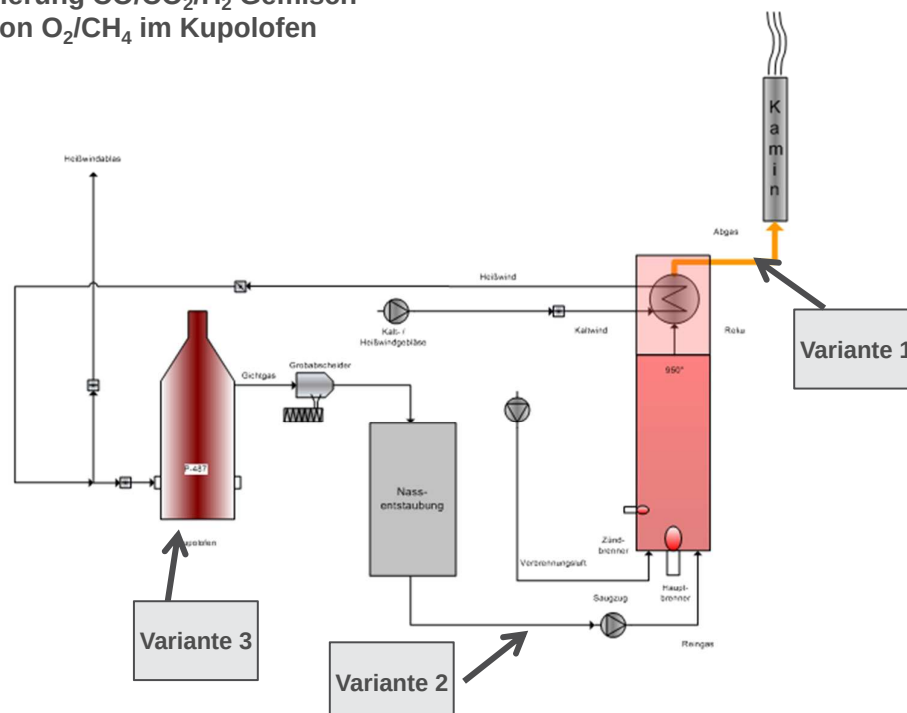
Source: Pfnausch

## Einsatz Kupolofen Frankenguss mit TNV und mögliche Einsatzorte von PtG Koppelungen, Stand 21.12.2012

### Variante 1: Methanisierung CO<sub>2</sub> Versorgung aus TNV Abgas inkl. CO<sub>2</sub> Wäsche

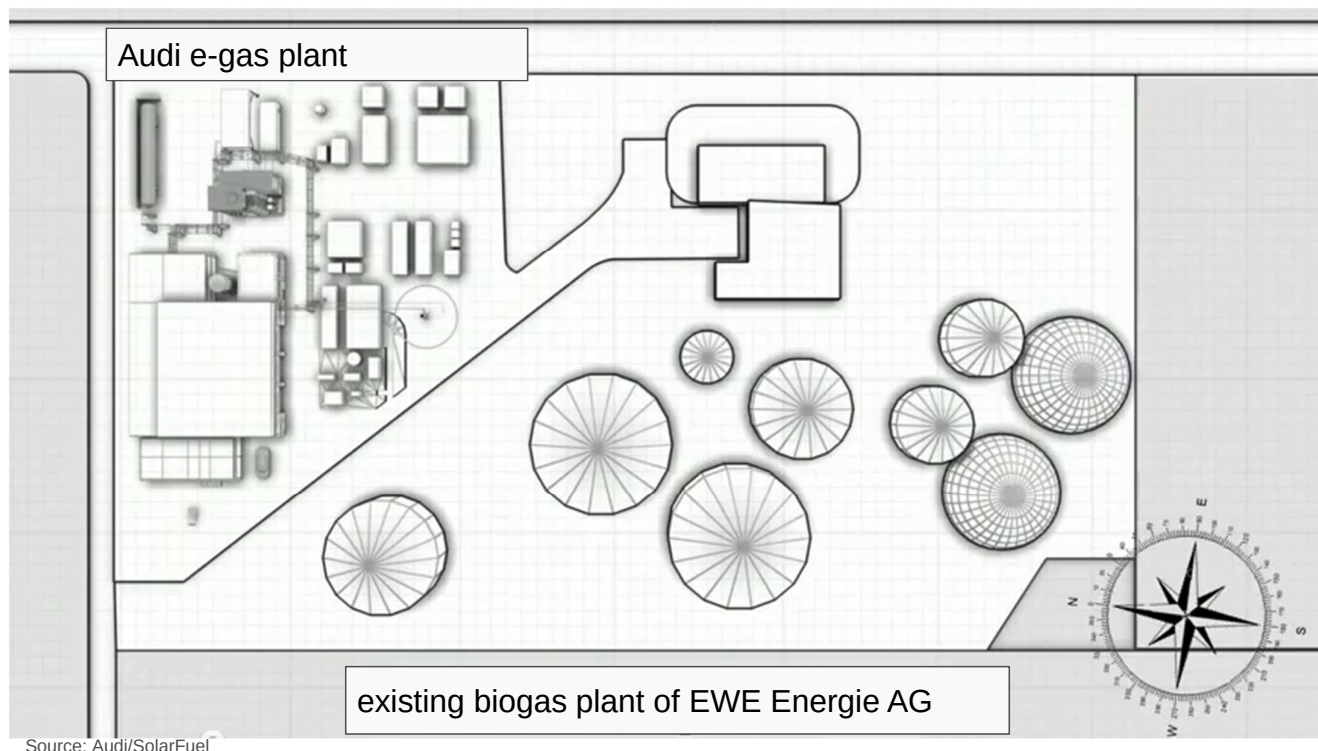
### Variante 2: Methanisierung $\text{CO}/\text{CO}_2/\text{H}_2$ Gemisch

### Variante 3: Einsatz von $O_2/CH_4$ im Kupolofen



# The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

Status 6,3MW<sub>el</sub>  $\beta$ -plant plant for Audi at Werlte



Source: Audi/SolarFuel

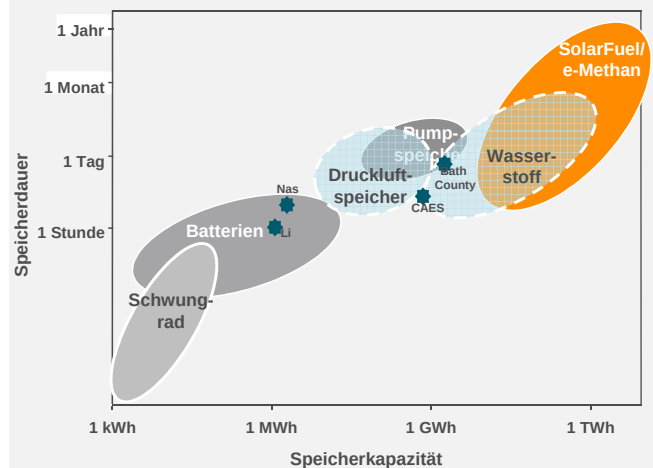
## Vollversorgung mit Ökostrom setzt große Speicherkapazität und lange Speicherdauer voraus

Herausforderung – Speicherkapazitäten aufbauen

### Erneuerbare Energien fallen un stetig an

- Wind- und Sonnenenergie fallen stark fluktuierend an, die Schwankungen werden durch Naturphänomene verursacht, die nicht beeinflussbar sind
- Trotzdem müssen EE jederzeit und überall zur Verfügung stehen, das Kernproblem ist somit die Speicherung, große Energiemengen müssen zum Zeitpunkt der Ernte eingelagert werden, um bei Bedarf stetig und gesichert abrufbar zu sein
- Im heutigen Energiesystem wird das durch Lagerung fossiler Energieträger gelöst
- Die Bevorratung liegt in einem Bereich, der dem Verbrauch mehrerer Monaten entspricht.
- Dies gilt jedoch nicht für Strom
  - Erzeugung und Verbrauch müssen zeitgleich erfolgen
  - Die heute vorhandene Stromspeicherkapazität in Deutschland beträgt nur 0,04 Terrawattstunden, rein rechnerisch der Strombedarf von weniger als einer Stunde

### SolarFuel ermöglicht saisonale Speicherung im Terrawattstundenbereich

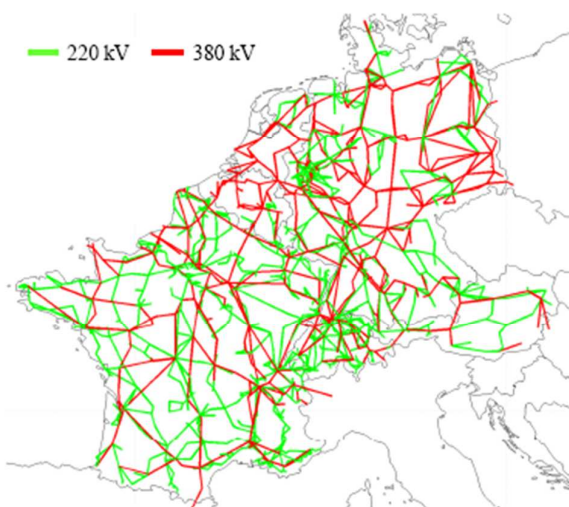


SolarFuel erschließt das existierende Erdgasnetz mit einer Kapazität in Deutschland von >220 TWh zur Speicherung von Energie aus Wind und Sonne

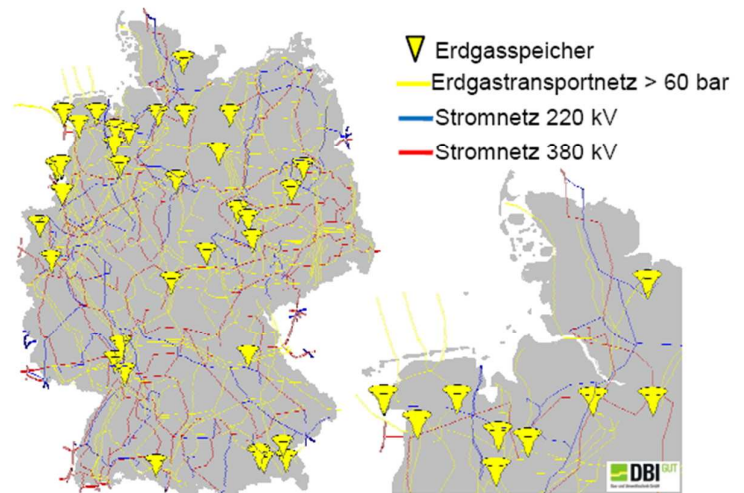
Quelle: SolarFuel, ZSW



# Komplementärer Einsatz der Transportnetze Gas - Strom



IAEW RWTH Aachen: Breuer, Echternach, Lindemann, Prof. Moser et. al.



Erdgastransportnetz in D : (HD-Leitung: >100.000 km, MD-Ltg.: > 140.000 km, Speicherkapazität: 220 TWh (300 TWh)  
Stromtransportnetz (ca. 36.000 km, >220 kV, 110 kV Netz: ca. 75.000 km)

Konvergenz von Gastransportnetz mit Stromnetz inkl. Speicherpfad in Untersuchung (Studie SolarFuel et.al.)

fellbach\_14\_2\_2013.ppt



-6-

## Vergleich Transportkapazitätsleistungen Gastransportleitg.-Freileitung-Erdkabel

### Ferngastransportleitung:

$D = 0,81 \text{ m}$ ,  $P_{\text{therm}} = 12,5 \text{ GW}$   
 $D = 1,05 \text{ m}$ ,  $P_{\text{therm}} = 18,26 \text{ GW}$   
 $D = 1,25 \text{ m}$ ,  $P_{\text{therm}} = 28,56 \text{ GW}$   
 (Cerbe)

Transportverbrauch :1-2%/1000 km

- Unterirdische Verlegung,
- Nahezu keine Flächenbeanspruchung
- Speichereffekt Transportnetz als add on Nutzen
- Vorhanden



RAG

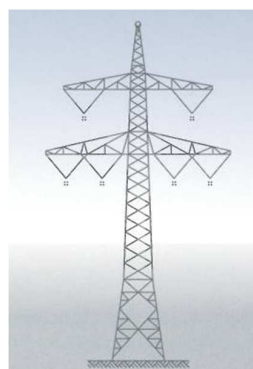
### Höchstspannung Drehstrom Freileitung

$P_{\text{elektr.}} = 2 * 1,8 \text{ GW}$

Mastenhöhe: 50 -100 m, Schienenbreite: 100m

Transportverbrauch:  
 Verlust: Trafo 380kV/400V: ~ 6 - 11%  
 Verlust : 110 kV Leitung: 6%/100 km (Grawe)  
 400kV Leitung: 3,5%/100 km (FH Aachen)

Ausbaubedarf /Investitionsbedarf lt. DENA: >10 Mrd. Euro je nach Variante  
 Infrastrukturumsetzung umstritten

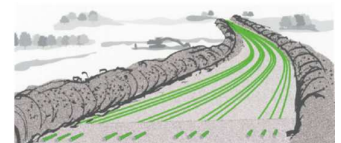


Tennet:

### Erdkabel

$P_{\text{elektr.}} := 4 * 3^{\text{er}} \text{ System (bis zu je 0,5 -1 GW)}$   
 Schienenbreite: 15 m

Investitionsbedarf: spez. höher als Freileitung  
 Infrastrukturumsetzung versus Kosten



Tennet:

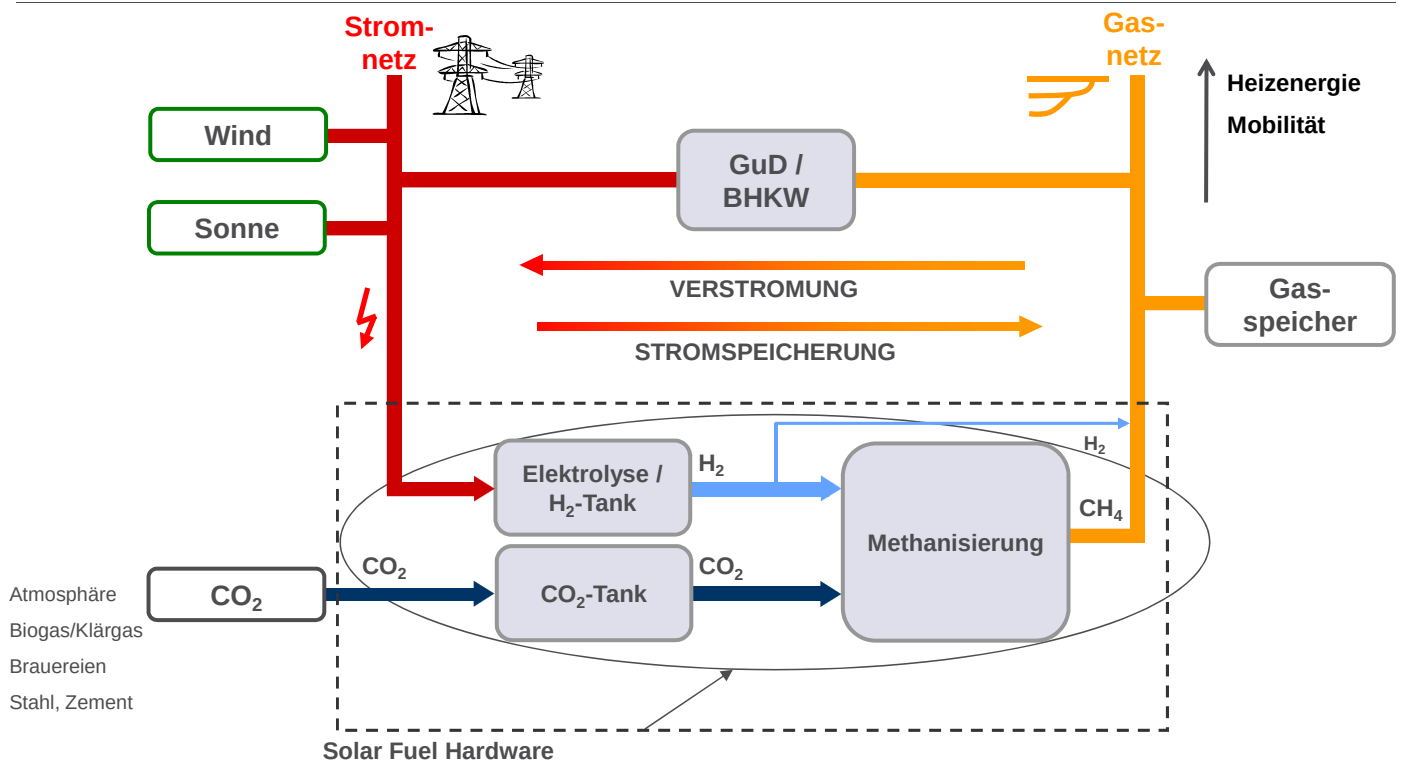
fellbach\_14\_2\_2013.ppt



-7-

# SolarFuel verknüpft bidirektional die existierenden Infrastruktureinheiten Stromnetz und Gasnetz zur Speicherung von EE Ökostrom

Systemintegratorfunktion von Gasnetz als Flexibilisierungselement und Energiesystemdienstleister



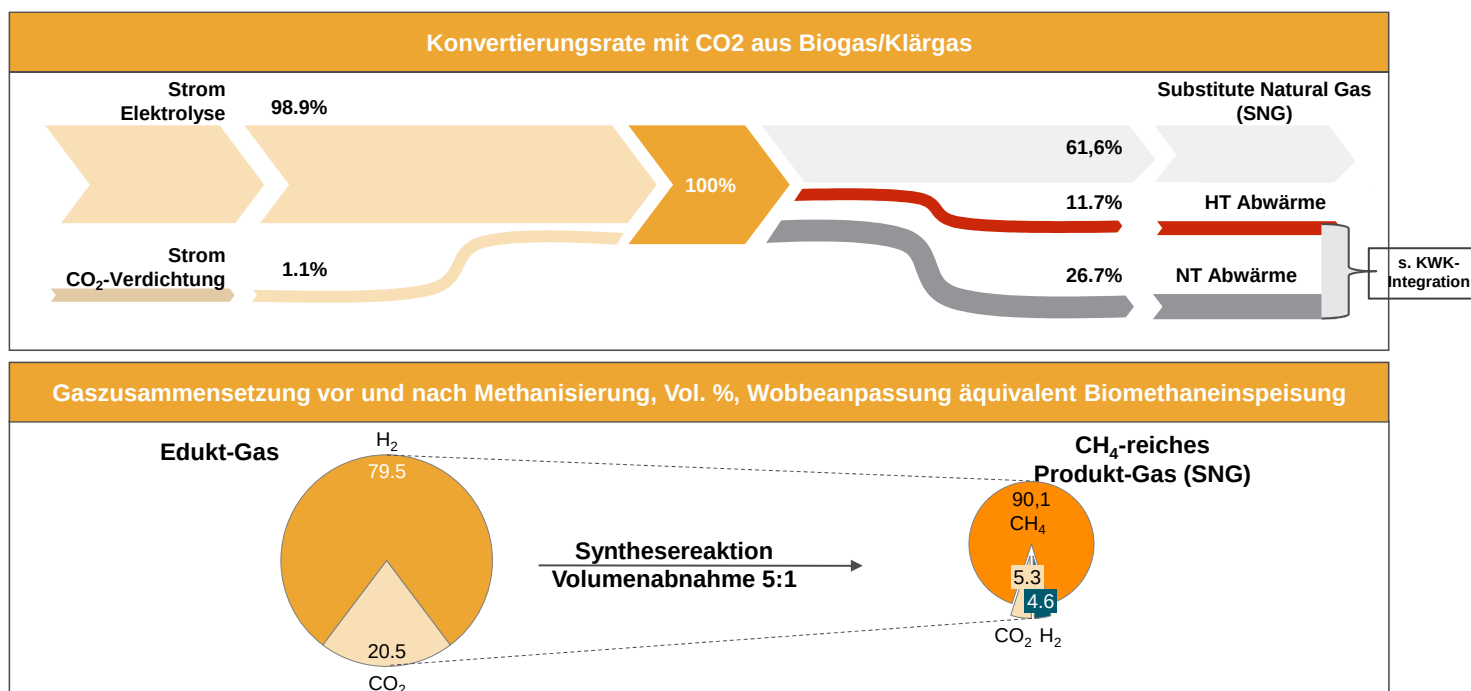
Quelle: SolarFuel/ZSW

-8-

**SOLARFUEL**  
 SMART ENERGY CONVERSION

## Gas-Strom Konvertierungs der γ-Anlage (2015) liegt bei >60 Prozent (>80% mit Wärmenutzung), Erdgassubstitut ist einspeisefähig

Eta-Rückverstromung: KWK/Gasturbinen ohne Wärmenutzung: 35-40%, mit Wärmenutzung ca. 60%

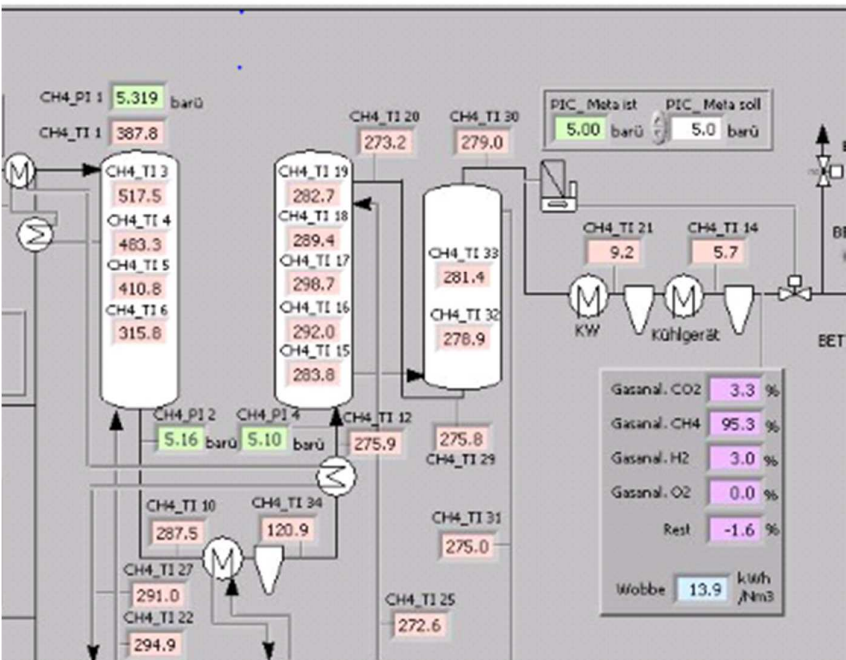


Quelle: SolarFuel

-9-

**SOLARFUEL**  
 SMART ENERGY CONVERSION

# Power to Gas PtG – Gasbeschaffenheit der Alpha Anlage im Test Bad Hersfeld



# Power to Gas PtG250 – Elektrolyseanlage (ZSW)





# Pipeline of PtG Projekten bis zur großtechnischen Realisierung im realen Markt durch Audi mit 6,3 MW<sub>el</sub> Anlage

## Konsequente Schritte in der Anlageentwicklung



Quelle: SolarFuel

**SOLARFUEL**  
 SMART ENERGY CONVERSION

-12-

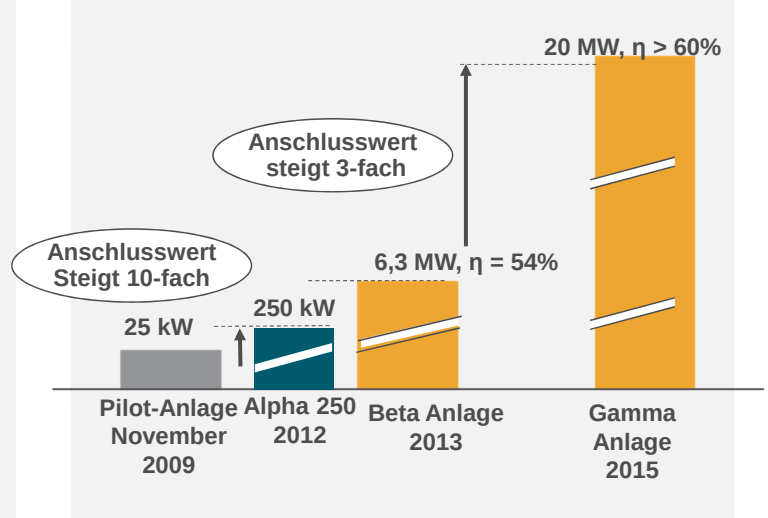
# Nach der Erprobung im Megawattbereich erfolgt der weltweite Roll-out des kommerzialisierten Produkts

## Lösung – Industrialisierung und Kommerzialisierung

### Industrialisierung mit einer beta-Anlage bis 2013

- Die Demonstrationsanlage läuft ab 2013 mit einer elektrischen Anschlussleistung von 6,3 MW und einem geplanten Wirkungsgrad von 54 Prozent
- Ziel ist die Erprobung der SolarFuel Technologie im energiewirtschaftlich sinnvollen Maßstab und realen wirtschaftlichen Bedingungen
- Ausgehend von der Kernaufgabe der Verstetigung von EE werden sowohl Einsatzszenarien im Mobilitäts- als auch im Energiewirtschaftlichen Bereich entwickelt und bewertet.
- Am Standort werden unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Quellen evaluiert
- Der Anlagenbetrieb wird von einem engen Monitoring begleitet um das Verfahren hinsichtlich Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wirkungsgrad weiter zu optimieren und die nachfolgende Verwertungsphase vorzubereiten.

### Kommerzialisierung mit Gamma-Anlage ab 2015



**Kommerzielle SolarFuel Anlagen stehen ab 2015 mit einer elektrischer Anschlussleistung modular bis 20 MW und einem Wirkungsgrad von mehr als 60 Prozent zur Verfügung, Ziel: < 1.000 Euro/kW<sub>el</sub>**

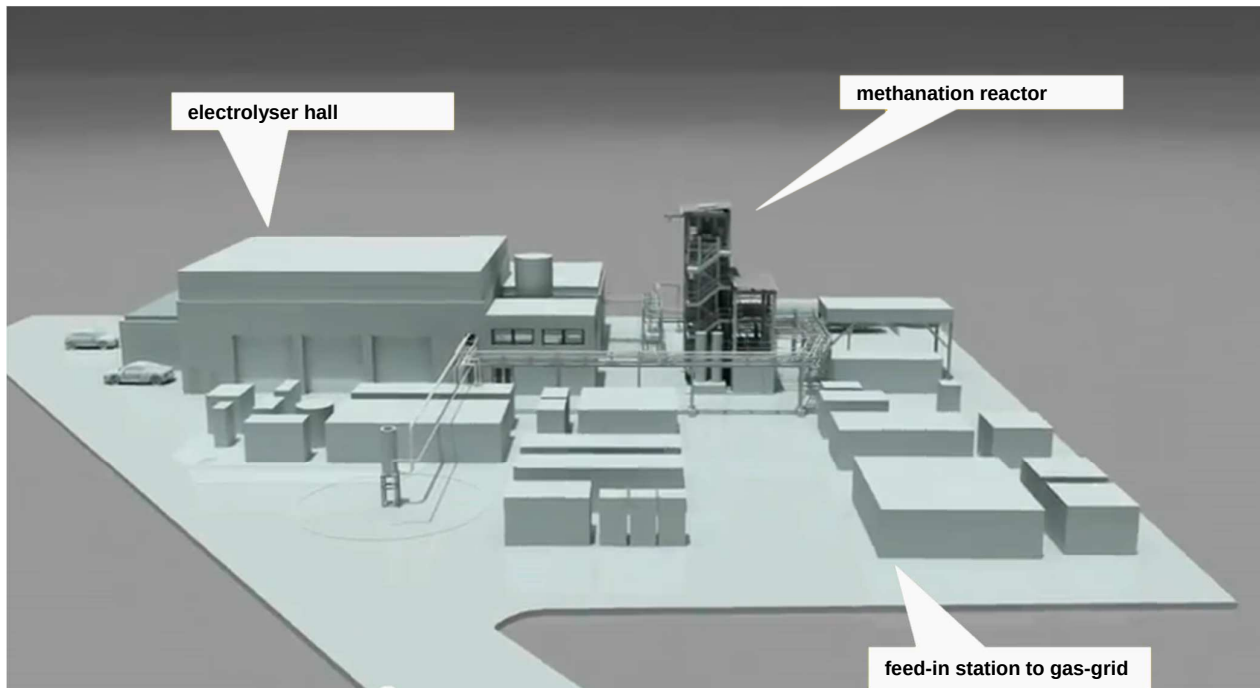
Quelle: SolarFuel

**SOLARFUEL**  
 SMART ENERGY CONVERSION

-13-

## The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

Status 6,3MW<sub>el</sub>  $\beta$ -plant plant for Audi at Werlte

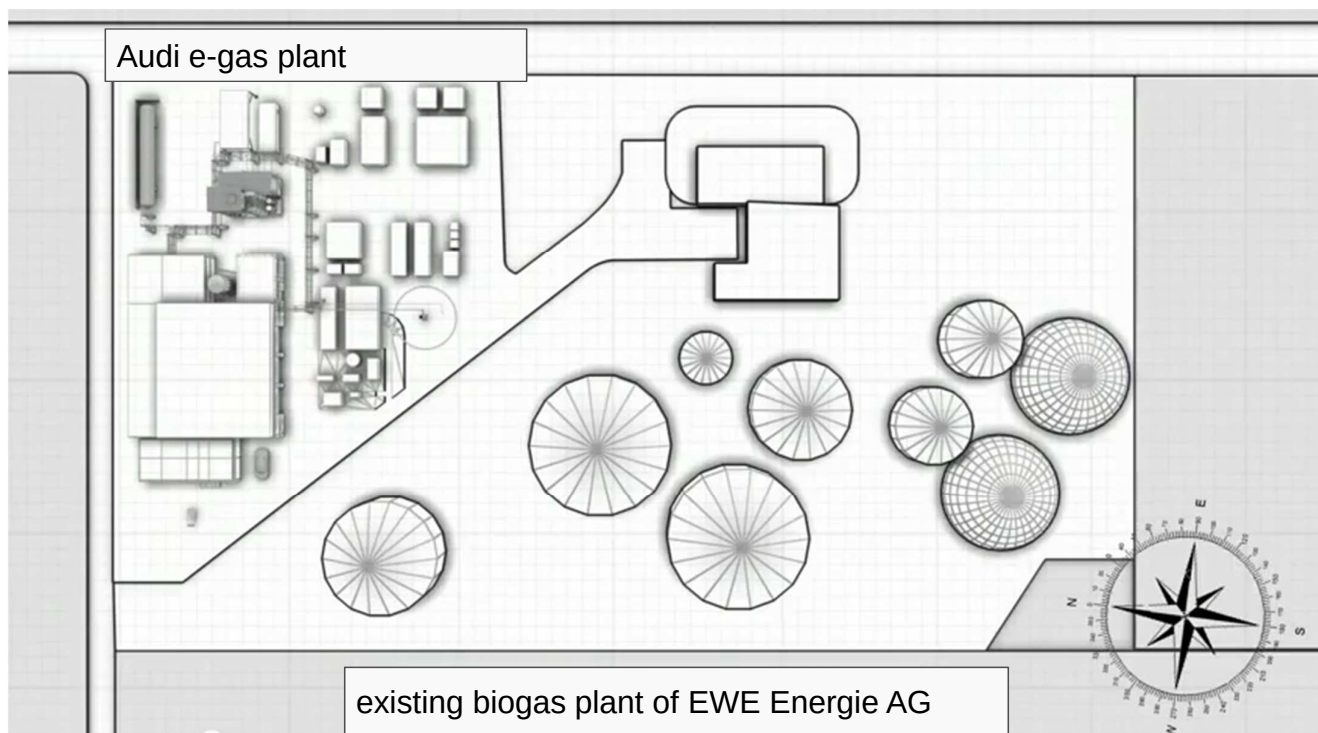


Quelle: Audi/SolarFuel

-14-

## The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

Status 6,3MW<sub>el</sub>  $\beta$ -plant plant for Audi at Werlte



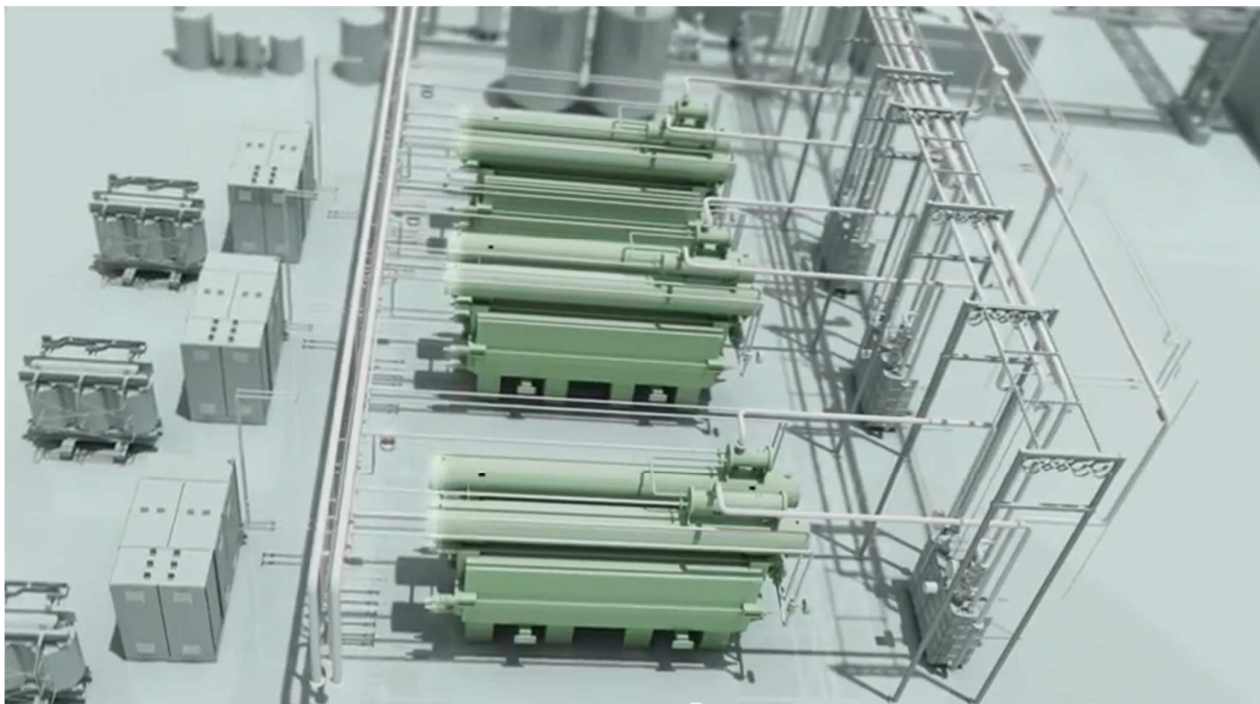
Source: Audi/SolarFuel

-15-



## The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

### Electrolysis

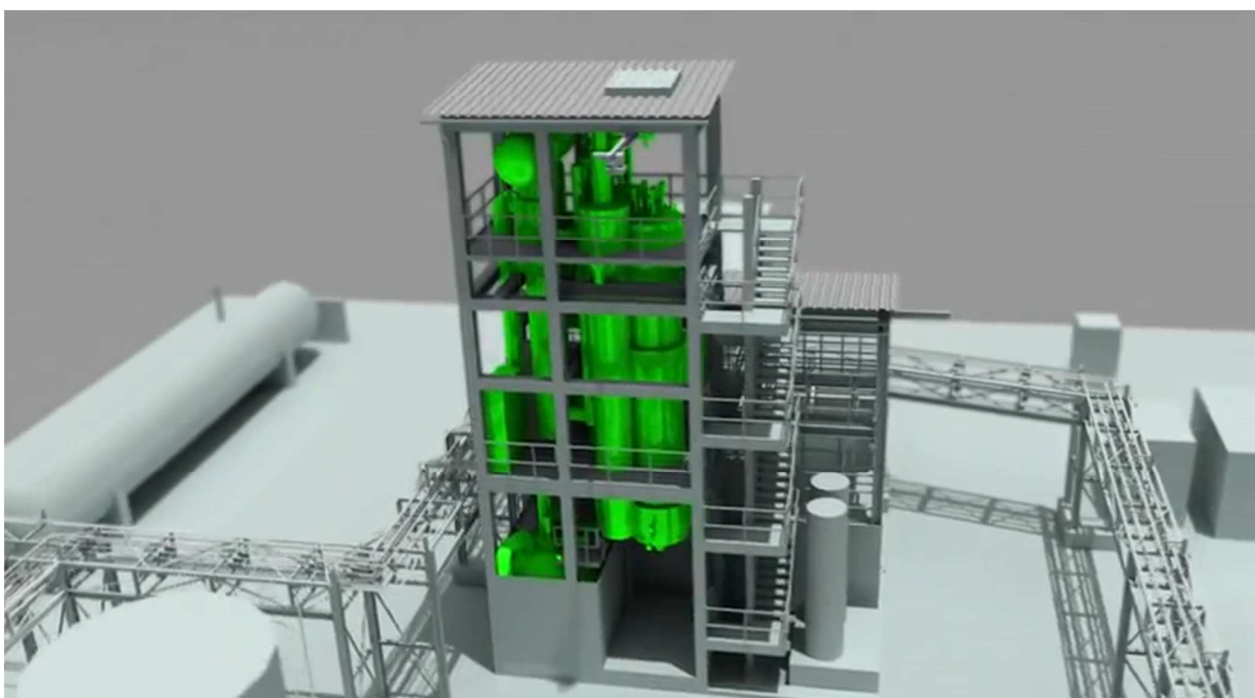


Quelle: Audi/SolarFuel

-16-

## The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

### Methanation reactor



Quelle: Audi/SolarFuel

-17-



## Erdgasnetz nimmt BHKW-/SolarFuel Gas im Stabilitätsaufruf auf, Wärme-/Biogasnetzverbund zur Effizienzerhöhung



## Der erste Schritt im Rahmen von Audi balanced mobility ist das e-gas Projekt



### ► Entscheidung zum Kauf von vier Offshore-Windkraftträdern

- Vorstands freigabe im Dezember 2010
- Vier 3,6 MW OWKA mit 53 GWh Strom Gesamtleistung p.a.

### ► Entscheidung des e-gas-Projekts

- Bau einer 6,3 MW e-gas Anlage mit 1.000t e-gas p.a.
- Kooperationspartner:

**SOLARFUEL**  
SMART ENERGY CONVERSION

**Fraunhofer**  
IWES



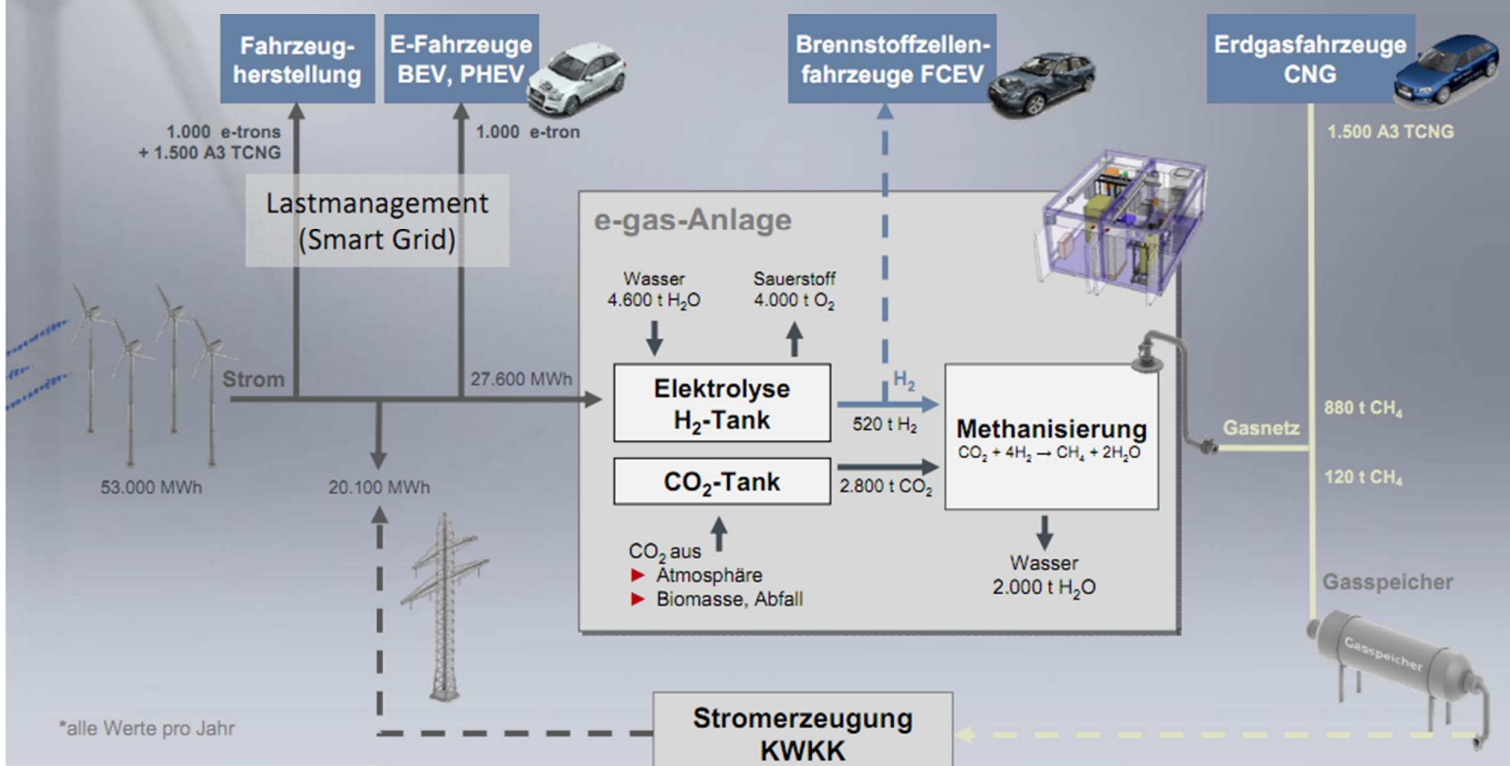
Audi balanced mobility



Audi  
Vorsprung durch Technik



## Die Funktionsweise des e-gas Projekts: Strom- und Erdgasnetz werden durch Elektrolyseure und Methanisierung gekoppelt



Audi balanced mobility



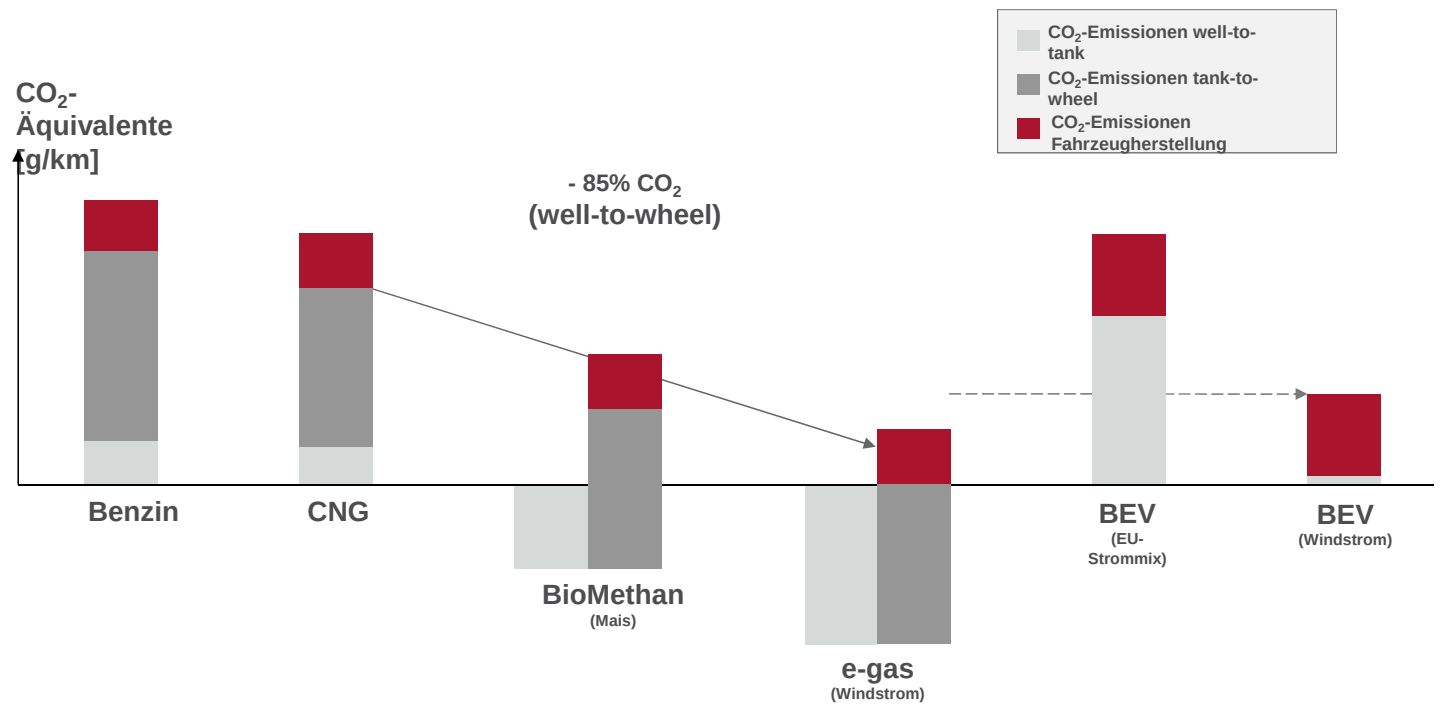
Audi  
Vorsprung durch Technik





# Umweltbilanz am Beispiel Kompaktklasse

Laufleistung: 200.000 km



Ein mit e-gas betriebenes Fahrzeug  
ist genauso umweltfreundlich wie ein Elektrofahrzeug mit  
Windstrom

Audi balanced mobility



Audi Vorsprung durch Technik

Solar Fuel GmbH

Wenn der Wind der Veränderung weht,  
bauen die einen Mauern und die anderen Windmühlen.  
Chin. Sprichwort

Kontakt:

**SolarFuel GmbH**

**Stephan Rieke**

**0711 - 46057495**

**rieke@solar-fuel.net**