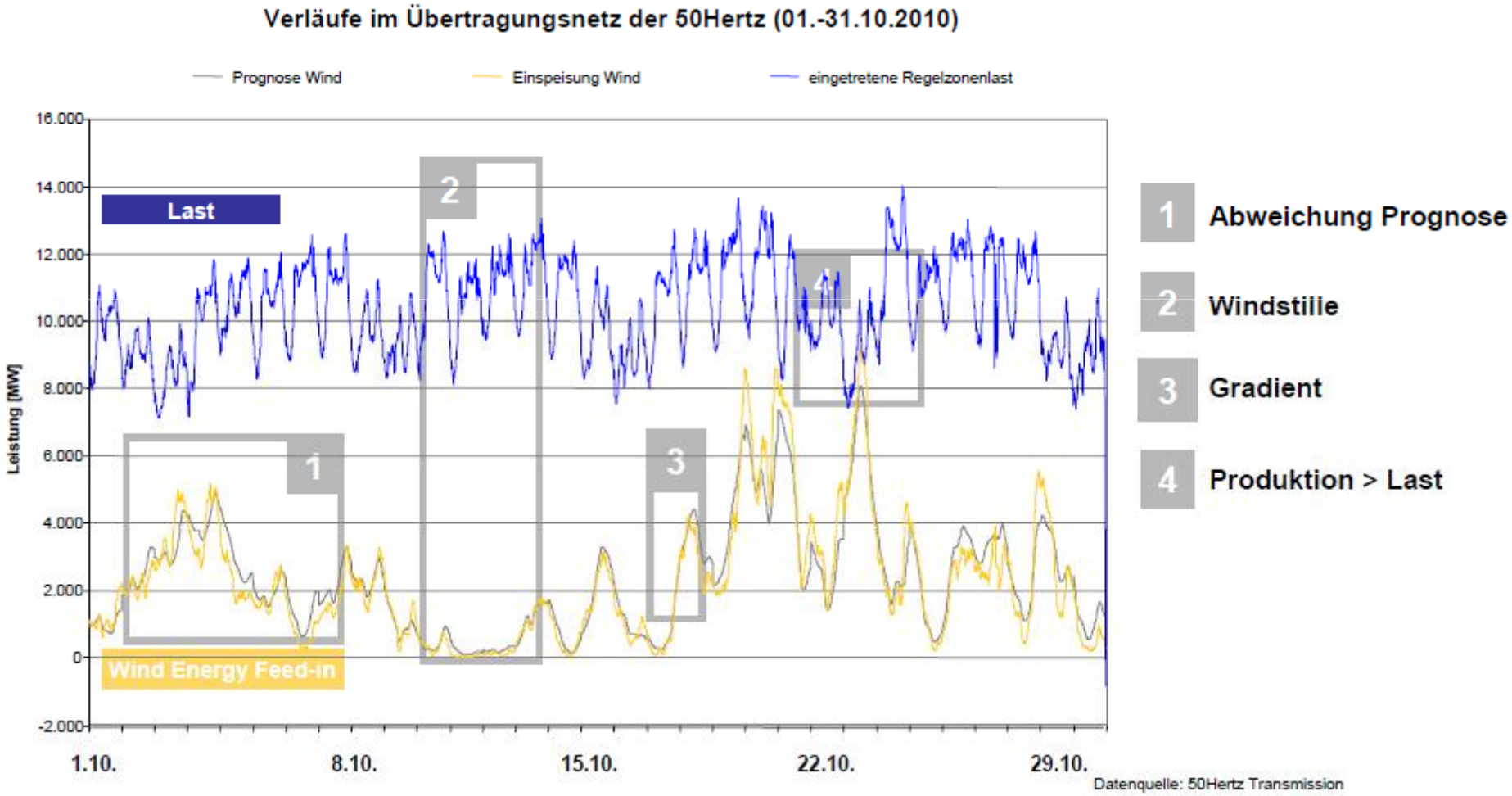
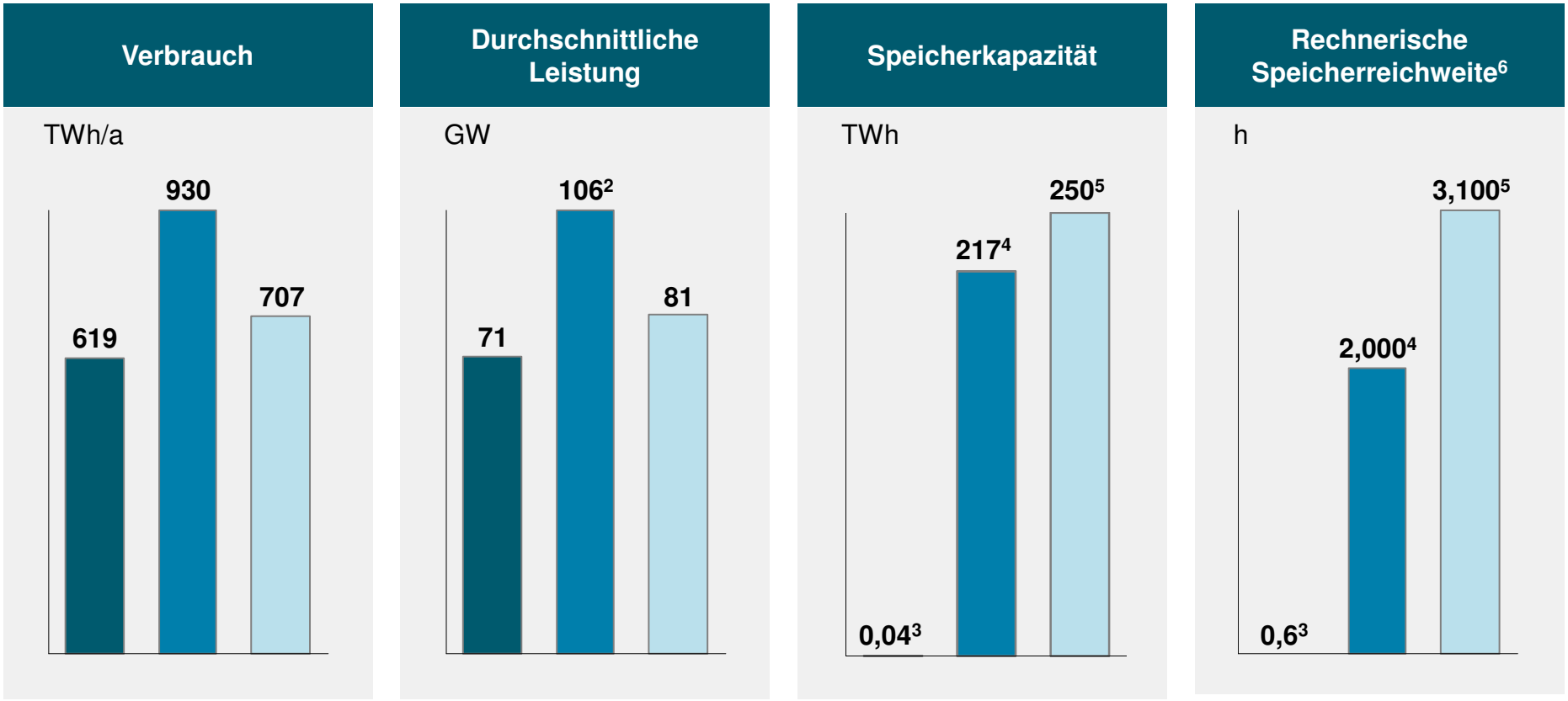
Volatilität von EE determinieren massiv die Einsatzanforderungen an Kraftwerkspark, Speicher



Die rechnerische Speicherreichweite des Erdgasnetzes liegt bei 2000 Stunden, die des Stromnetzes bei 0,6 Stunden

Energieverbrauch und Speicherkapazitäten Deutschland, 2008, Zubau Gasspeicher 2020: ca. 80 TWh

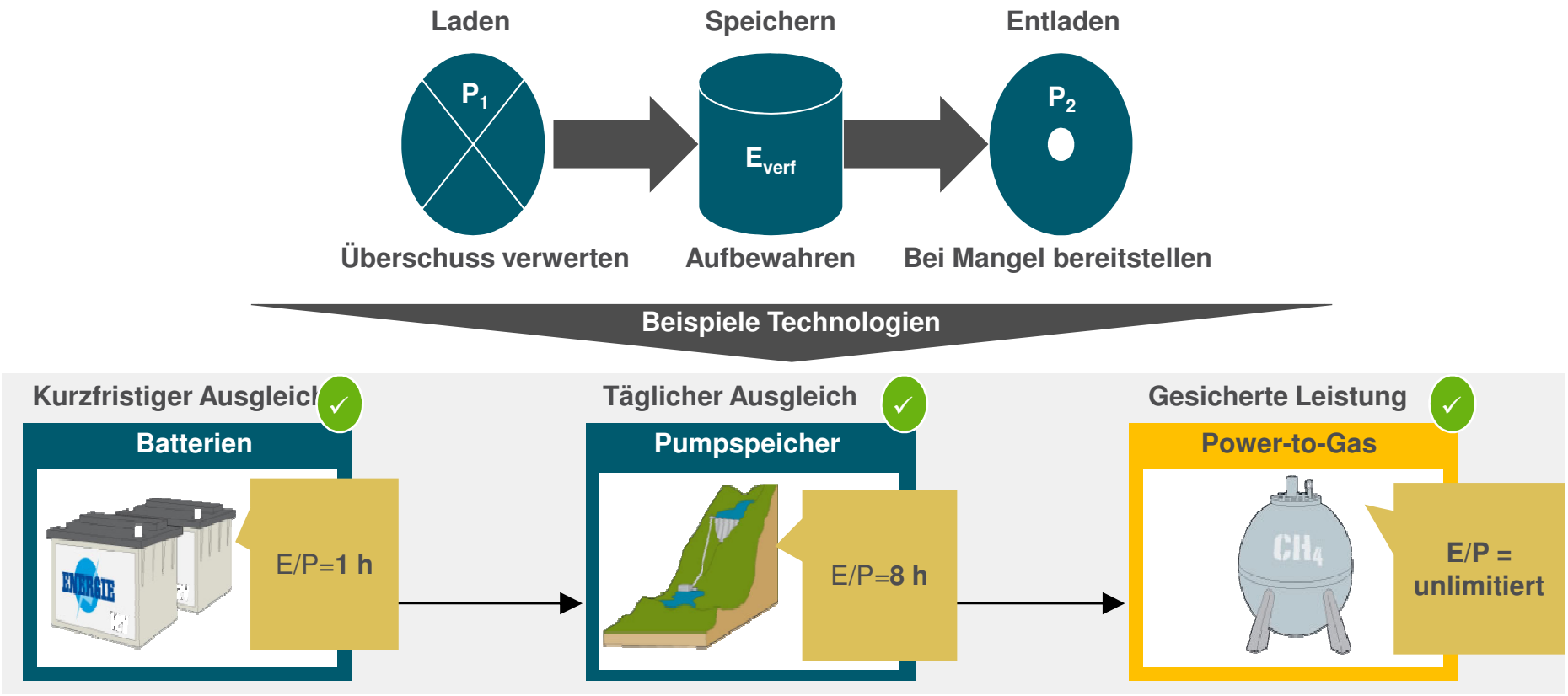


1) Benzin, Diesel, Kerosin 2) Jahreszeitlich stark schwankend 3) Pumpspeicherkraftwerke 4) 46 Untertage Gasspeicher / zzgl. 72 TWh in Bau / Planung 5.) Bevorratung an Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL 6.) Bezogen auf die durchschnittliche Leistung
Quelle: ZSW

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Speicher haben eine technologietypische Systemfrequenz

Das Verhältnis von Speicher Energie und Speicher Leistung bestimmt die typische Systemfrequenz



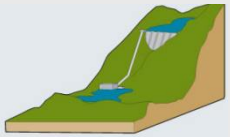
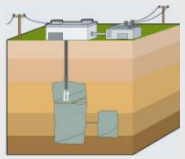
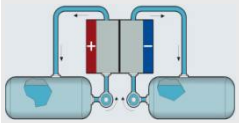
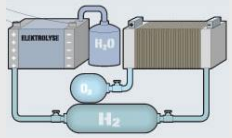
Kurzzeitspeicher sind für Langzeitaufgaben unwirtschaftlich

Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Systemkriterien für Speicherbewertungsmatrix

Einordnung nach weiteren Kriterien

	Pumpspeicher	Druckluftspeicher	Akkus	Redox-Flow-Zelle	Wasserstoff	Erneuerbares Methan	Elektroauto
							
Ausspeicher Dauer / (Überbrückungszeitraum für EE anteil = 0)	< 6- 10 h in Zentraleuropa	< 6 h in Europa, Wäremespeiicherung AA CAES zeitlich begrenzt	NaS: < 6 h, Lithium: < 2-3 h	6 - 10 h	Tage/Wochen/Monate	Tage/Wochen/Monate	< 2 h
Ausnutzung Speichervolumen (round trip)	Ca. 1 kWh/Nm³ (300 m Fallhöhe)	>3 kWh/nm³	Lithium: 200- 300 kWh/m³	Auslegung Kapazität/Leistung frei skalierbar,	180 kWh/Nm³	>540 kWh/Nm³	Lithium:200 – 300 kWh/m³
Haltekosten Energiespeicher	gering	mittel	hoch	hoch	Sehr gering in Kavernen	Äußerst gering in Kavernen	mittel
Kosten Euro pro kWel	900 – 1200 (Projekt spez.)	ca. 1200	NaS: >4.000 Litium: > 100 – 200 ? ,heute > 1000	> 8.0000 2010, ?:<3.000	<? , Elektrolyseur, Kaverne,Wasserstoffnetz-infrastruktur, Tankstelle	Ziel: < 1.000 (2014), Beta: 2400 (2012)	Mobilität: >
Systemintegrationgs	Bekannt im Stromsystem, kurzfristiger Prognoseausgleich, Regelenergie	Bekannt im Stromsystem, kurzfristiger Prognoseausgleich, Regelenergie	Bekannt im Stromsystem als dynam. Kurzzeitspeicher/Regelenergiemarkt	Bekannt im Stromsystem, Stundenspeicher	Aufbau neuer Verteii-/VerbrauchsInfrastruktur/ limitierte Integration Erdgasnetz, Mobilität ?	**Hohe, sofortige Integrationsmöglichkeit im Gasnetz möglich, Mobilität,Heizenergie**	Aufbau neuer Infrastruktur Technik/Vertriebsmodelle Leistungsspeicher,Regelenergie

Quelle: Nach Wirtschaftswoche Nr. 27, 05.07.20107/SolarFuel/VDE_EGT

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

2. Power to Gas, Ansatz und Umsetzung: Vollversorgung mit Ökostrom setzt große Speicherkapazität/-dauern voraus

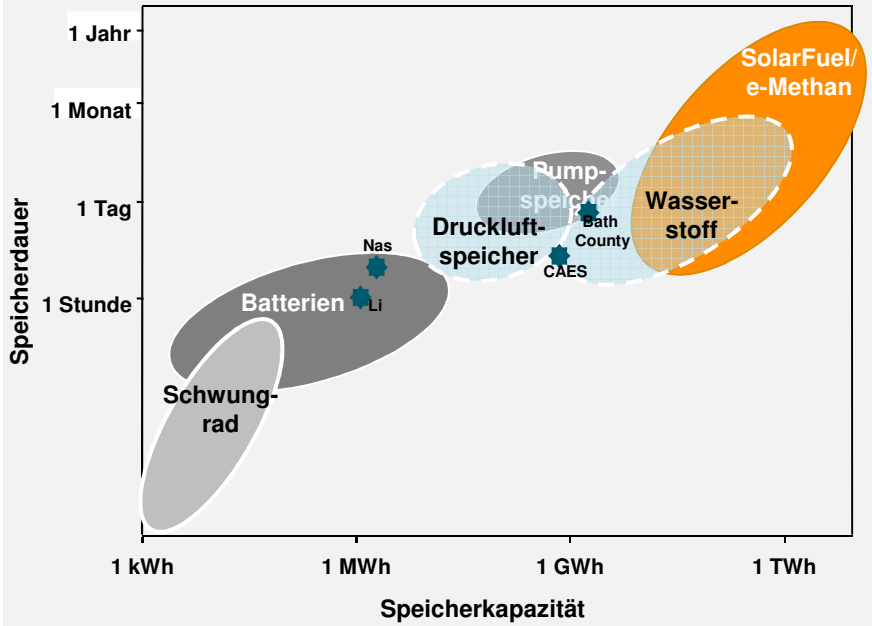
Herausforderung – Speicherkapazitäten aufbauen

Erneuerbare Energien fallen unstetig 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



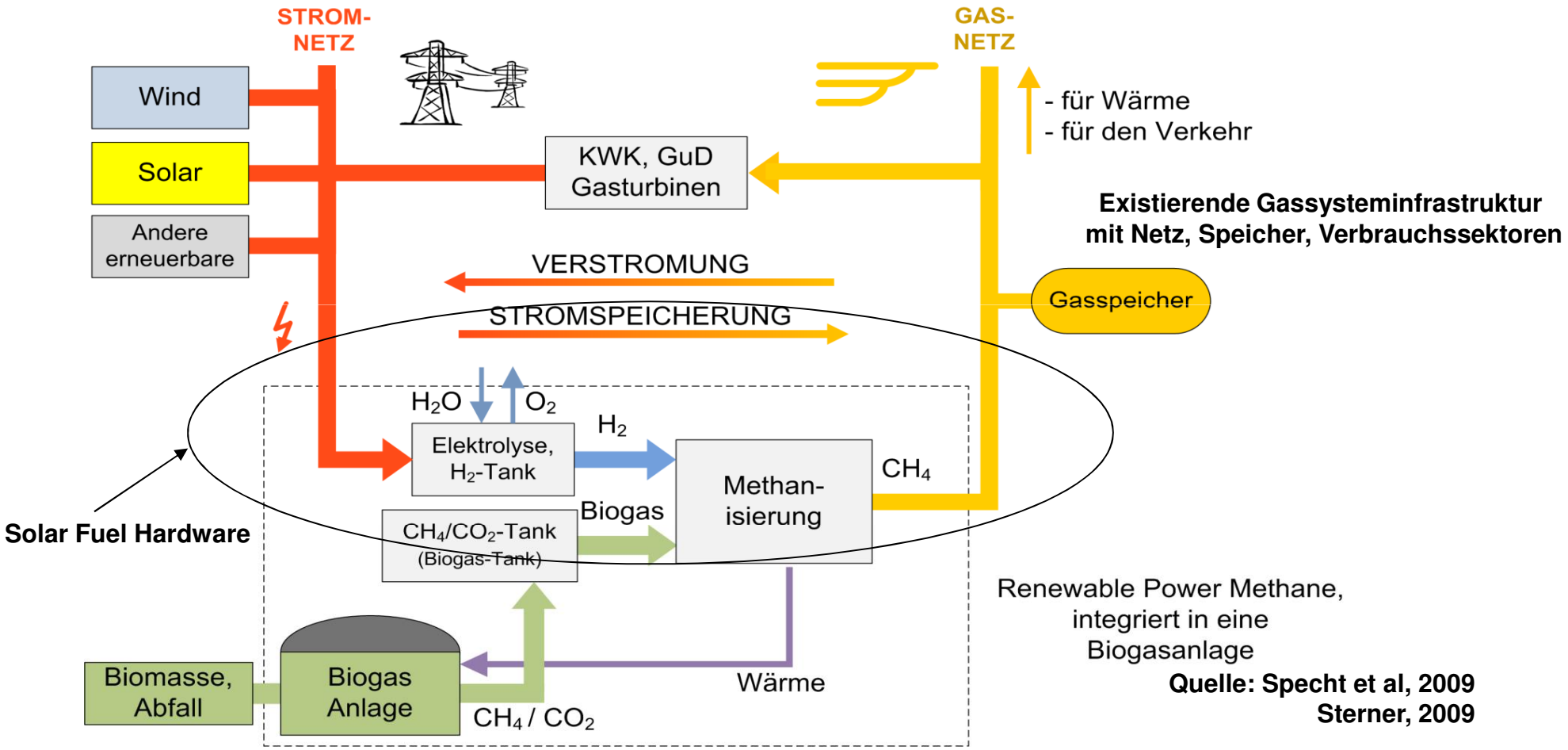
SolarFuel erschließt das existierende Erdgasnetz mit einer Kapazität in Deutschland von >220 TWh zur Speicherung von Energie aus Wind und Sonne

Quelle: SolarFuel, ZSW

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

2. Power to Gas, Ansatz und Umsetzung:
Power (to) Gas – mit erneuerbarem Wasserstoff/ Methan: Verbindung Strom- zu Gasnetz als Systemlösung

© IWES, ZSW, 2009



2.Vergleich Transportkapazitätsleistungen Gastransportleitg.-Freileitung-Erdkabel

Ferngastransportleitung:

D = 0,81 m, Ptherm = 12,5 GW
D = 1,05 m, Ptherm = 18,26 GW
D = 1,25 m, Ptherm = 28,56 GW
(Cerbe)

Transportverbrauch :1-3%/1000 km

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

RAG

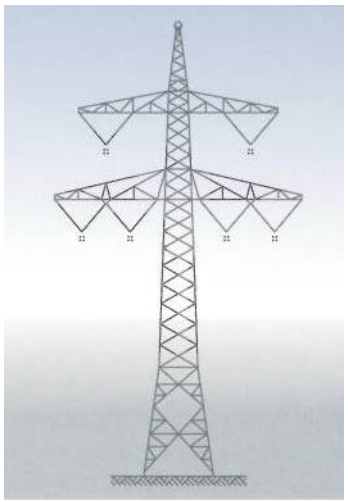
Höchstspannung Drehstrom Freileitung

Pelektr. = 2 * 1,8 GW

Mastenhöhe: 50 -100 m, Schneisenbreite: 100m

Transportverbrauch:
Verlust: Trafo 380kV/400V: ~ 13 - 15%
Verlust : 400kV Leitung: 9% /1000 km

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

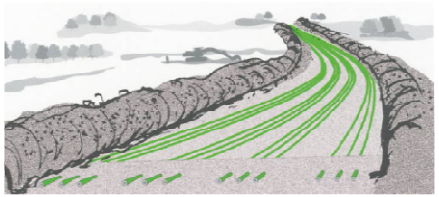


Tennet:

Erdkabel

Pelektr:= 4 * 3`er System (bis zu je 0,5 -1 GW)
Schneisenbreite: 15 m

Investitionsbedarf: spez. höher als Freileitung
Infrastrukturumsetzung versus Kosten

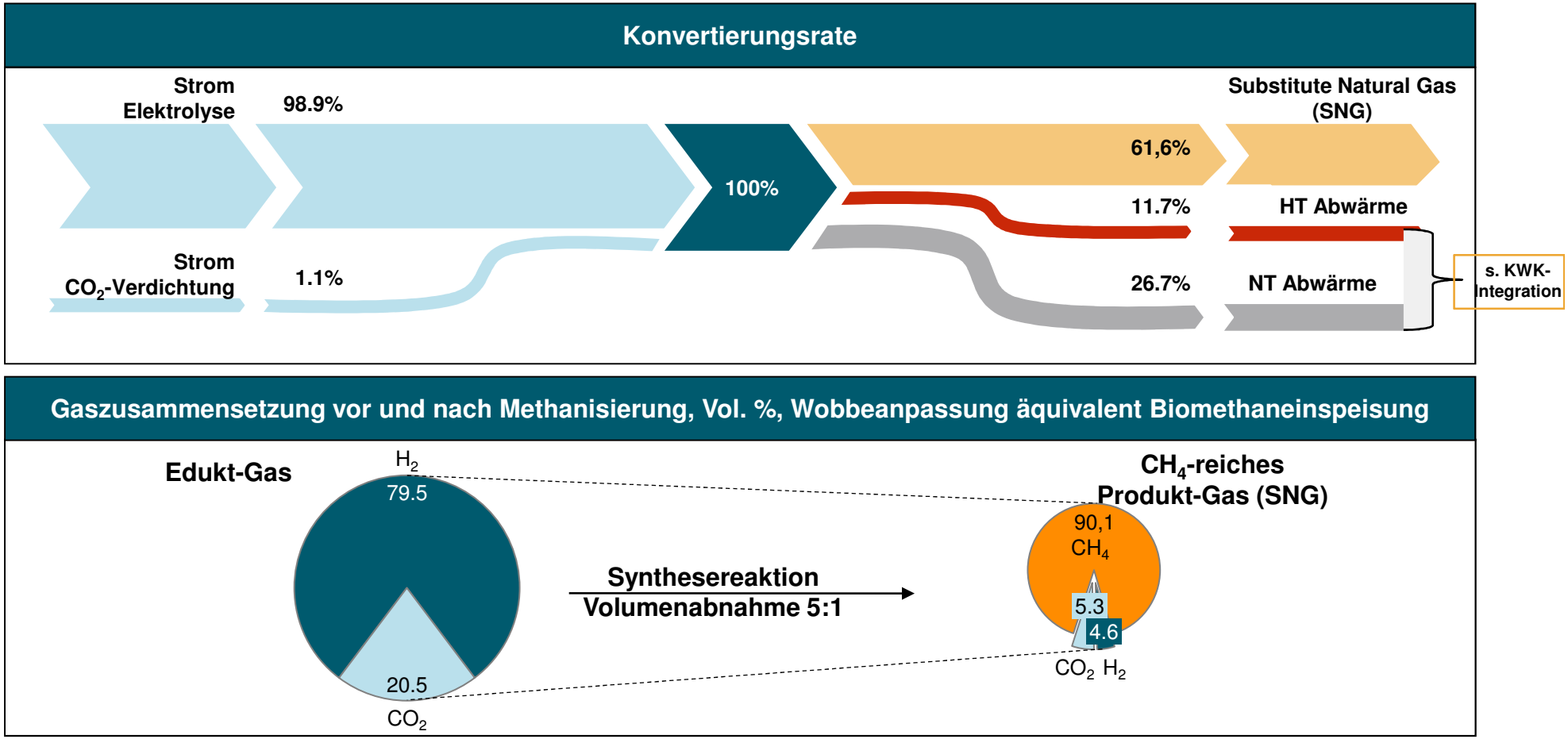


Tennet:

SOLARFUEL

Die Konvertierungsrate der γ-Anlage (2015) liegt bei >60 Prozent (>80% mit Wärmenutzung), Erdgassubstitut ist einspeisefähig und handelbares Produkt

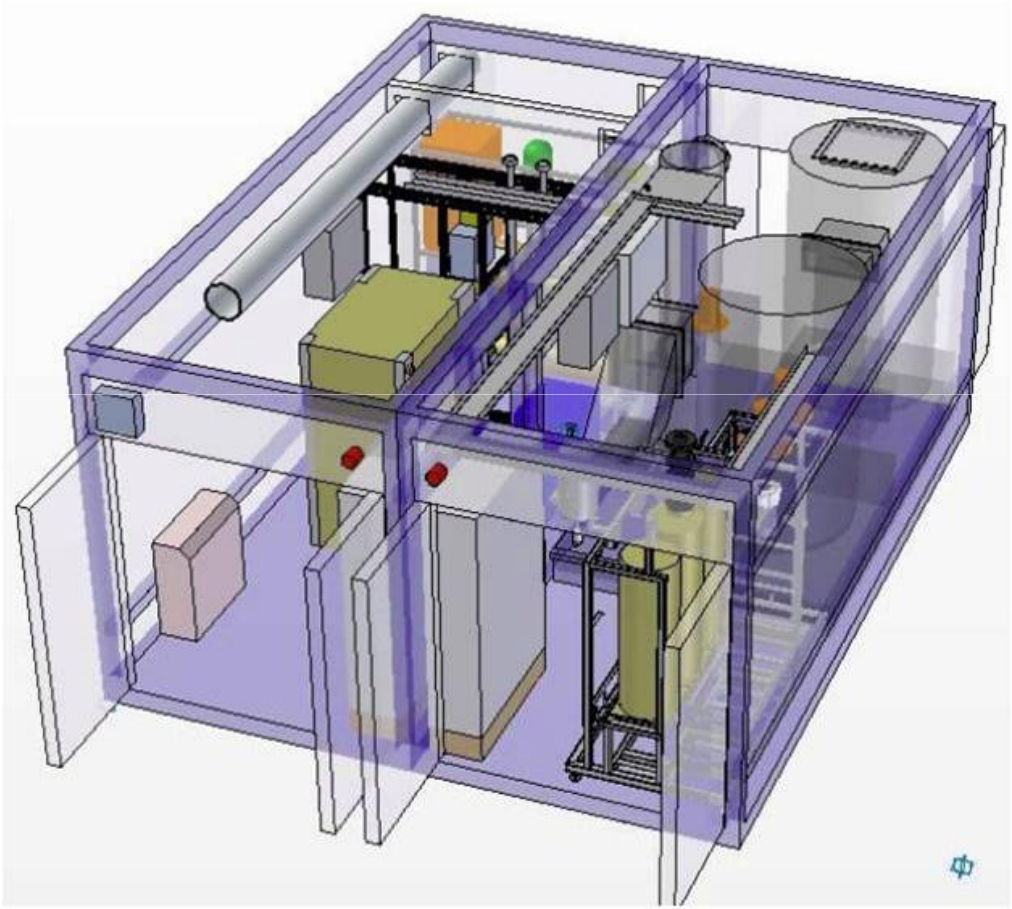
Konvertierungsrate und Vergleich Gaszusammensetzung in Vol. %, G262 konform



Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

2. Alpha Anlage: Status 2009



- **Anschlussleistung: 25 kW**
- **E-Gas: 1 Nm³/h**
- **als CO2-Quelle dient Umgebungsluft**
- **Sauerstoffausstoß: 3,33 Nm³/h**
- **Realisierung durch Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)**
- **erzeugtes Produkt ist DVGW- bzw. DIN –konformes Erdgas**
- **Wirkungsgrad: 40 %**

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

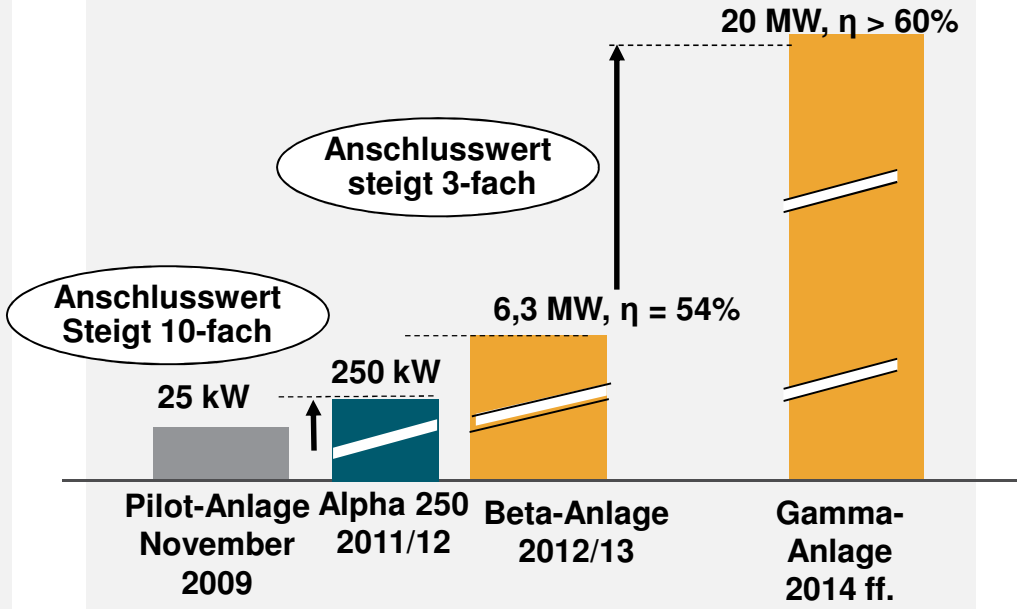
Nach der Erprobung im Megawattbereich erfolgt der weltweite Roll-out des kommerzialisierten Produkts

Lösung – Industrialisierung und Kommerzialisierung

Industrialisierung mit einer beta-Anlage bis 2012

- Die Demonstrationsanlage läuft ab 2012 mit einer elektrischen Anschlussleistung von 6,3 MW und einem geplantem 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_2-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 2014



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/kWel

Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Gasverwendung in verschiedensten Energiesektoren kurzfristig mit vorhandener Gasinfrastruktur möglich : Systemsektoren übergreifend Gesicherte, planbare Vollversorgung auf Basis Erneuerbare Energien

Erneuerbares Methan aus Power to Gas Verfahren

Windstrom im Gastank" Langstreckenmobilität heute anwendbar

Schifffahrt / Luftfahrt

Rückverstromung (peak power/ dez. KWK/GT-GUD)

Wärmemarkt

Kälte

Chemierohstoff

Gasspeicherung

Pipeline Transport

LNG Transport

Energienutzungsvektor auf Systemplattform Gasnetz entsprechend Marktanforderungen (peak power versus Kraftstoff)

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

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

- **Entscheidung zum Kauf von vier Offshore-Windkrafträdern**
  - Vorstandsfreigabe 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:

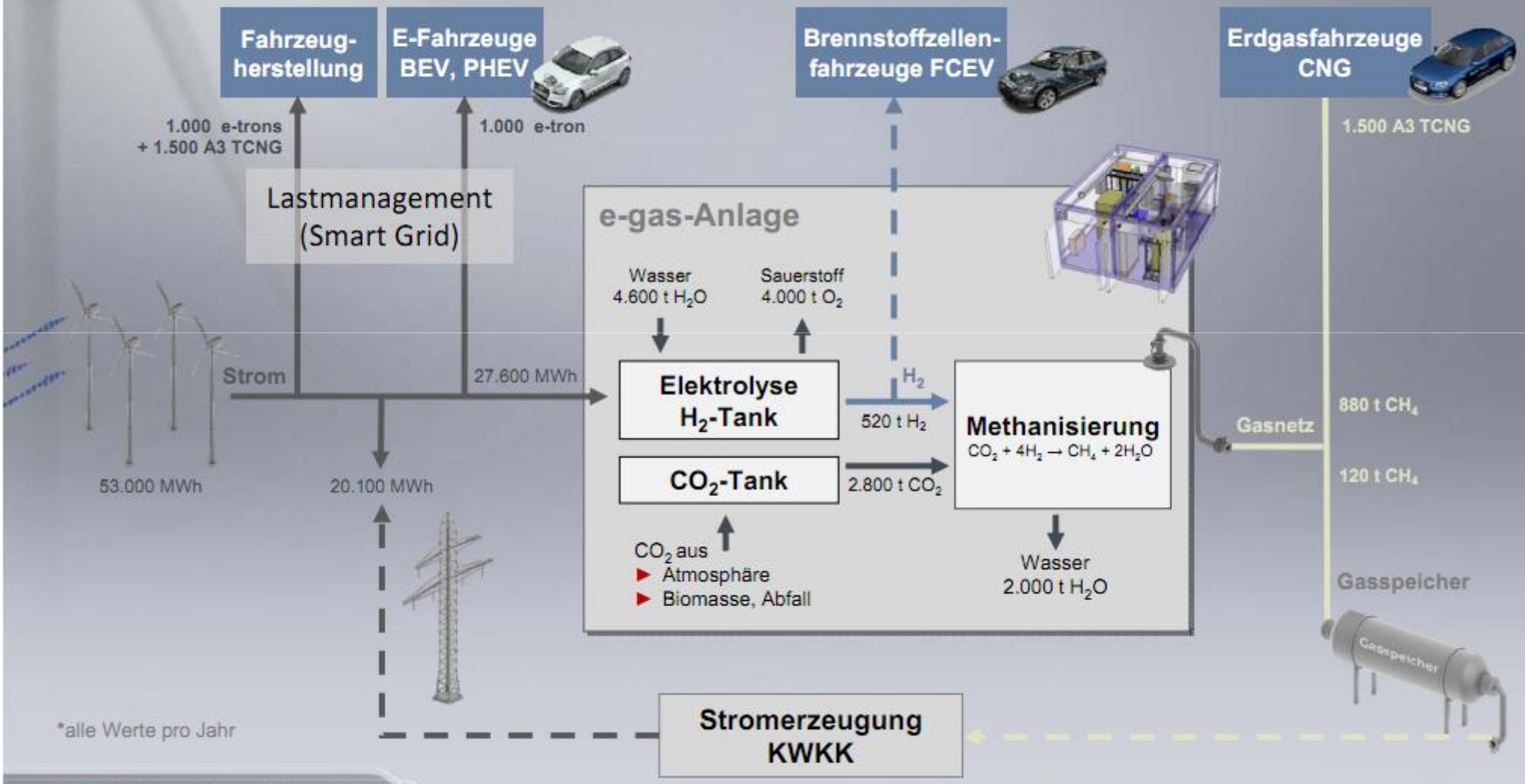
SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Fraunhofer IWES

SW

EWE

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



... der Nordwesten Deutschlands wurde als geeigneter Standort von Audi für SolarFuel Anlage gewählt

Darüber hinaus ergänzen wir mit dem e-gas Projekt ideal unsere alternativ angetriebene Fahrzeugflotte

Fahrzeugangebot von Audi

100 km | 200 km | 400 km | 600 km

e-tron | **Brennstoffzelle** (nach 2020) | **TCNG mit e-gas**

Primär-energie

Sekundär-energie

Überschüssiger Strom

Wasserstoff H_2

e-gas CH_4

Speicherung im Erdgasnetz = einziger großer Langzeitspeicher

e-gas-Anlage (Elektrolyse, Methanisierung)

Ziel ist die Nutzung regenerativer Energien für Herstellung und Betrieb unserer e-tron- und TCNG-Fahrzeuge

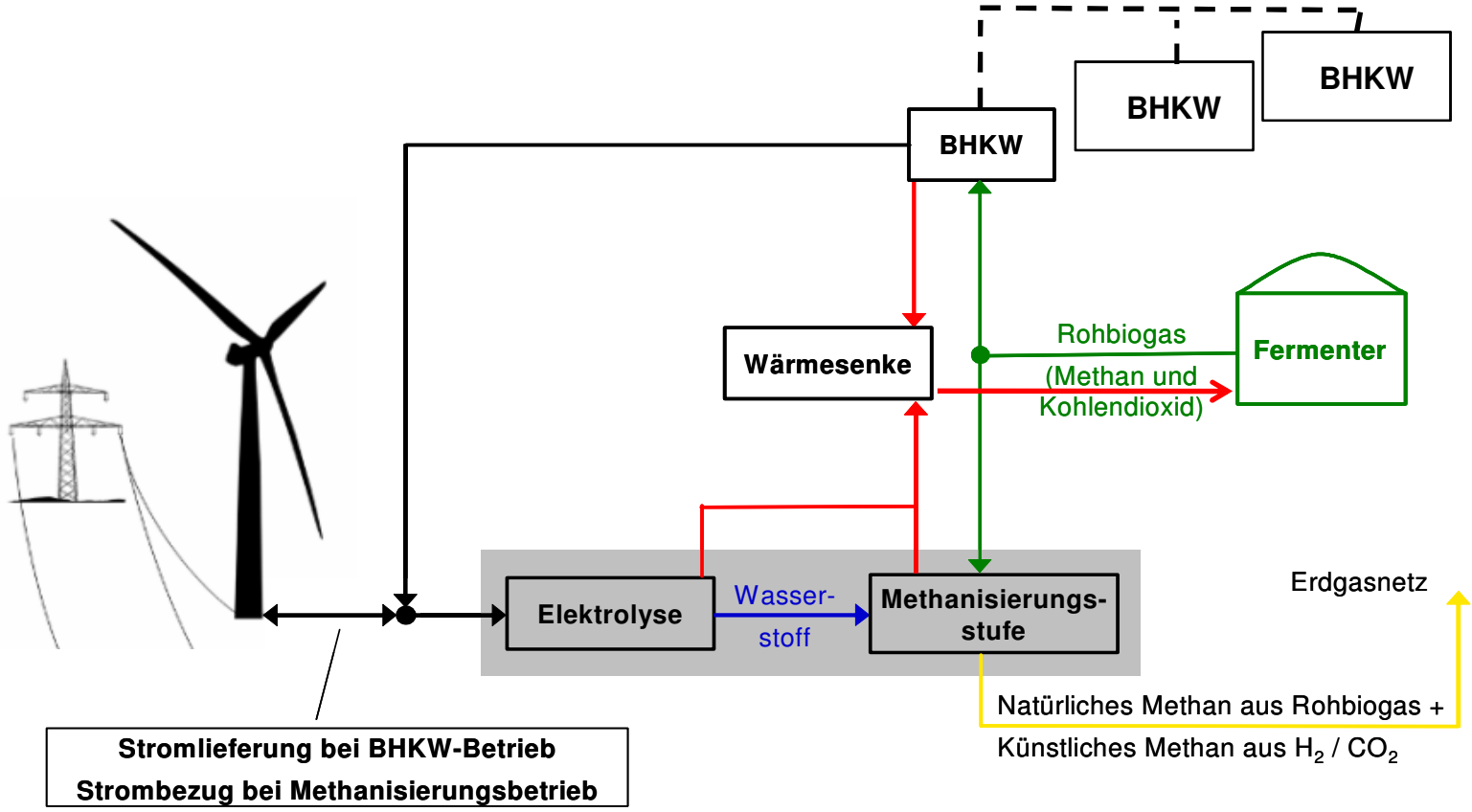
1.000 Audi A1 e-tron mit je 10.000 km p.a.	
▶ E-Motor:	75 kW
▶ Li-Ionen-Batterie:	12,7 kWh
▶ Reichweite:	200 km
▶ Höchstgeschwindigkeit:	130 km/h
▶ Flottenversuch:	11/2011

1.500 Audi A3 TCNG mit je 15.000 km p.a	
▶ Motor:	1,4l TCNG, 81 kW
▶ Verbrauch CNG:	< 4 kg / 100 km
▶ Reichweite CNG:	> 400 km
▶ Höchstgeschwindigkeit:	> 190 km/h
▶ SOP:	Herbst 2013

Systemverschaltung von Biogas-BHKW Anlagen mit SolarFuel Anlagen (> 10 GWel) ermöglicht Flexibilisierung von Biogas BHKW Betrieb (2,7 GWel)

Synergie zur Erlangung von voller Flexibilität von Biogasanlagen (>7.000 Anlagen)

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



SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION