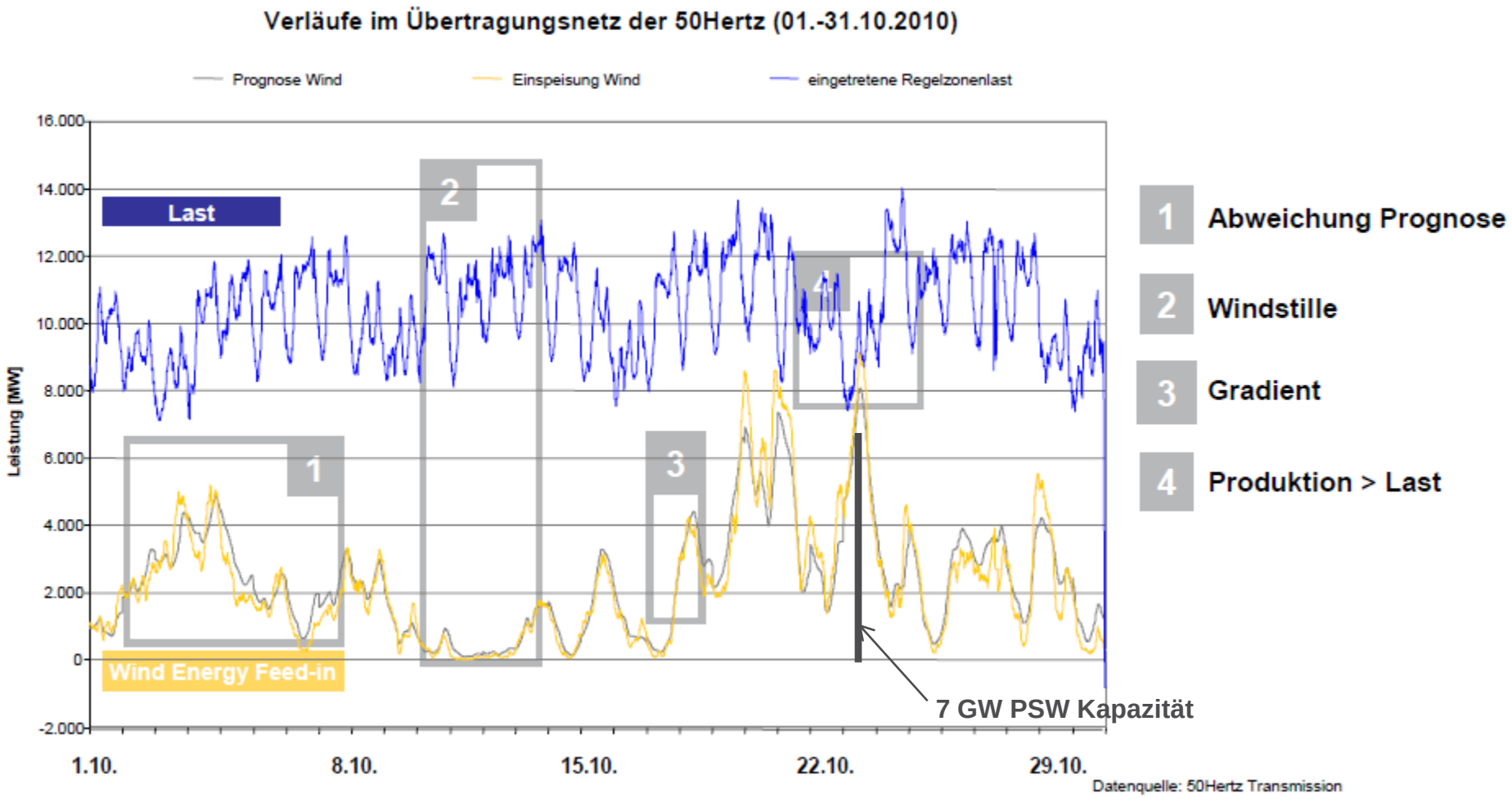
SolarFuel GmbH – Stephan Rieke:
Methanisierung: Power-to-gas als Alternative zum PSW Atdorf:
Konzepte und Status

Atorf, 17.4.2013

Struktur:

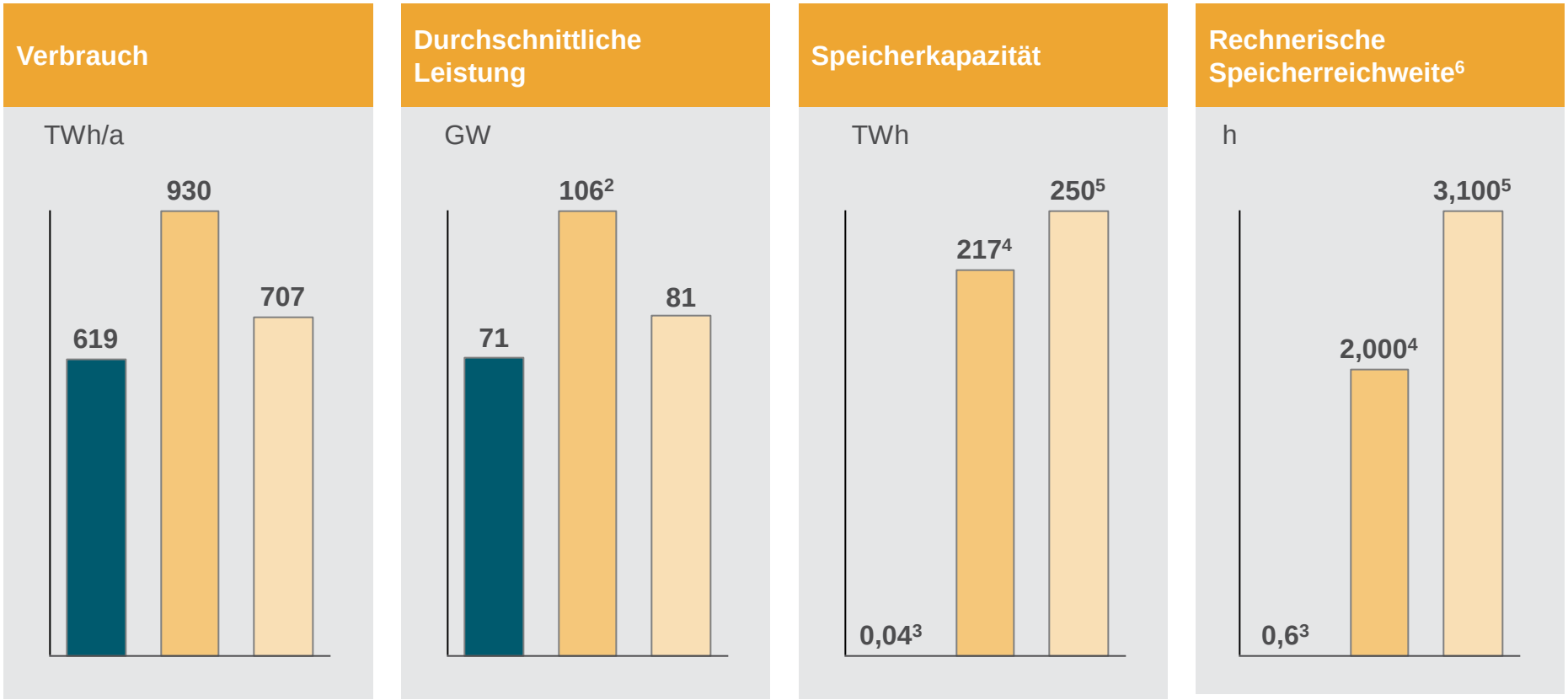
Speicherbedarf, - technologien, -kriterien, - auswahl
Ansatz über erneuerbares Methan als Systemansatz – bidirektionale Kopplung Strom- Gasnetz
Status Aktivitäten SolarFuel – konkrete Projektumsetzung
25 kW Projekt Rohbiogasmethanisierung Bad Hersfeld (IWES)
250 kW Projekt Stuttgart
6,3 MW Projekt Audi
Aktuelles Design Elektrolyse/Methanisierung

Volatilität von EE determinieren massiv die Einsatzanforderungen an Kraftwerkspark, Speicher: Systemaufgabe: Große Energiemenge über lange Zeit



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

Energieverbrauch und Speicherkapazitäten Deutschland, 2008



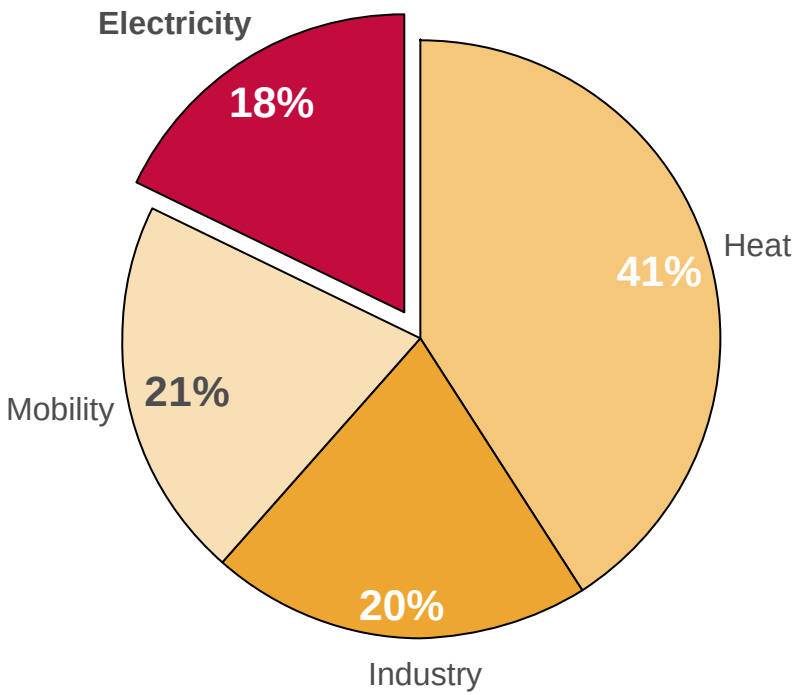
1) Benzin, Diesel, Kerosin 2) Jahreszeitlich stark schwankend 3) Pumpspeicherkraftwerke 4) 46 Untertage Gasspeicher / zzgl. 72 TWh in Bau / Planung 5.) Bevorratung an Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL 6.) Bezogen auf die durchschnittliche Leistung

Quelle: ZSW

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

When going 100% renewable, the electricity sector is only 1/5 of the problem (Germany); residential heat and mobility add up to more than 60%

Total energy consumption in Germany, 2008, by sectors; Total consumption 3440 TWh

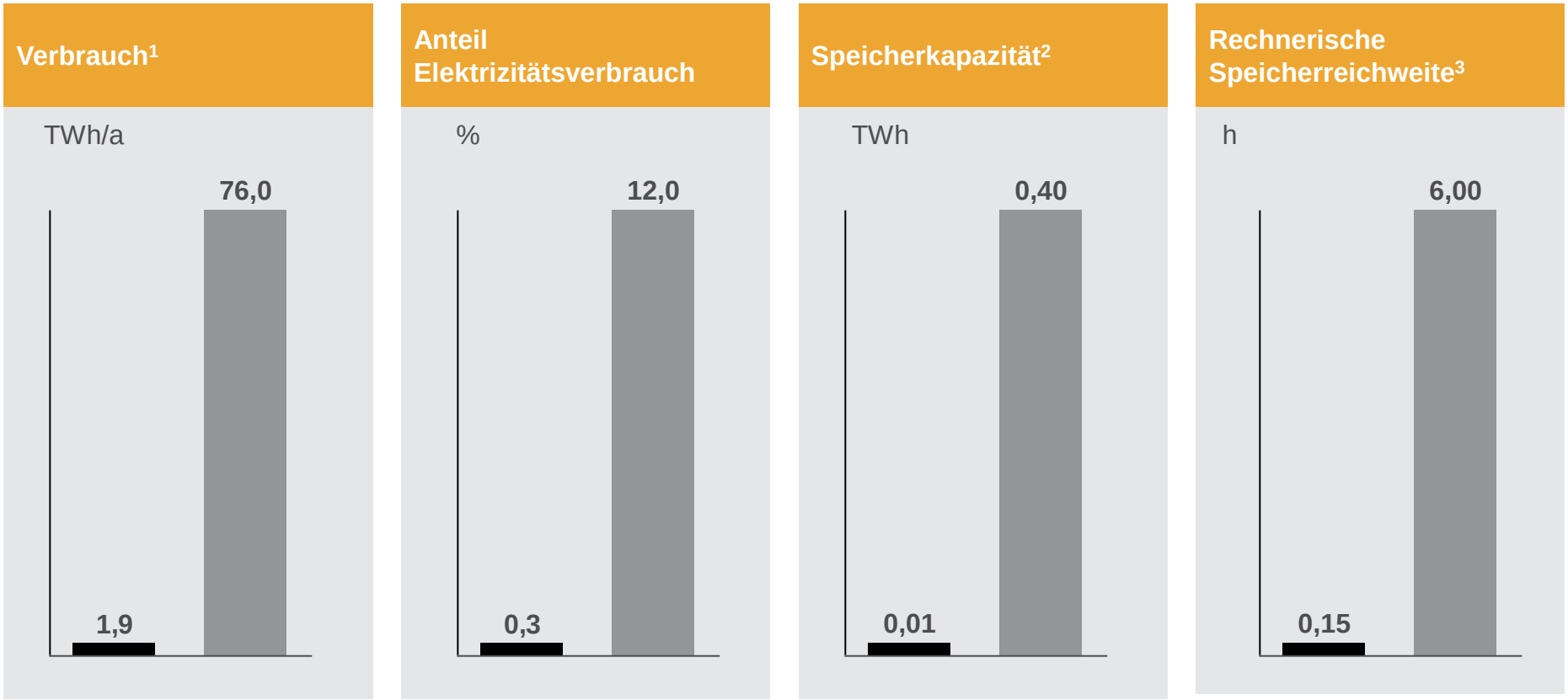


Source: BMWi

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

Die rechnerische Speicherreichweite von 1 Mio. Elektrofahrzeugen liegt bei 0,15 Stunden, von 40 Mio. Elektrofahrzeugen liegt bei 6 Stunden, Problem: Ladeleistung 1 Mio. Elektrofahrzeuge, 30 kW Ladung, 30 GW??

Energieverbrauch und Speicherkapazitäten durch Elektrofahrzeuge, Deutschland 2008



1) 0,16 kWh/km; 12.000 km/a 2) Speicherkapazität pro Fahrzeug: 10 kWh 3) In Bezug zur durchschnittlichen Leistung von 71 GW
Quelle: ZSW

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Vollversorgung mit Ökostrom setzt große Speicherkapazität und lange Speicherdauer voraus

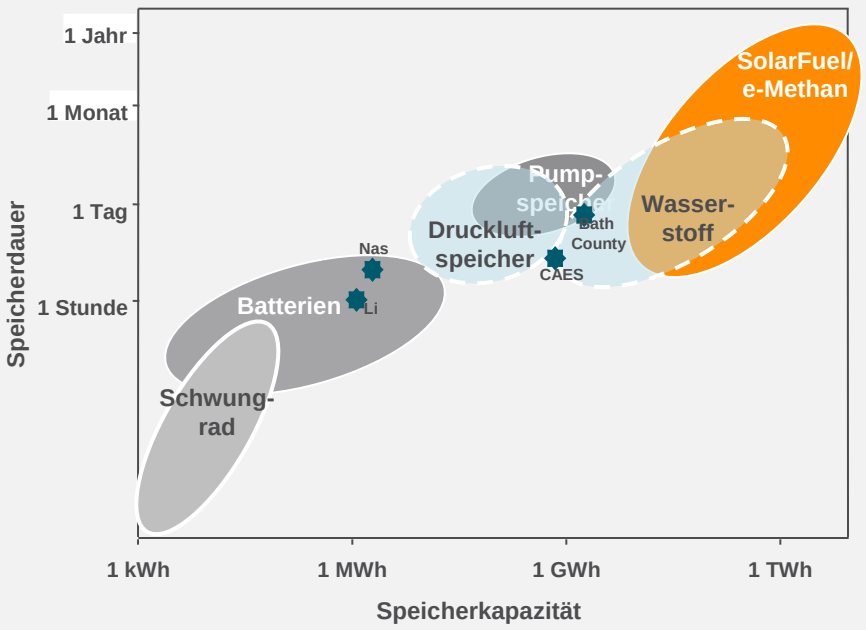
Herausforderung – Speicherkapazitäten aufbauen

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

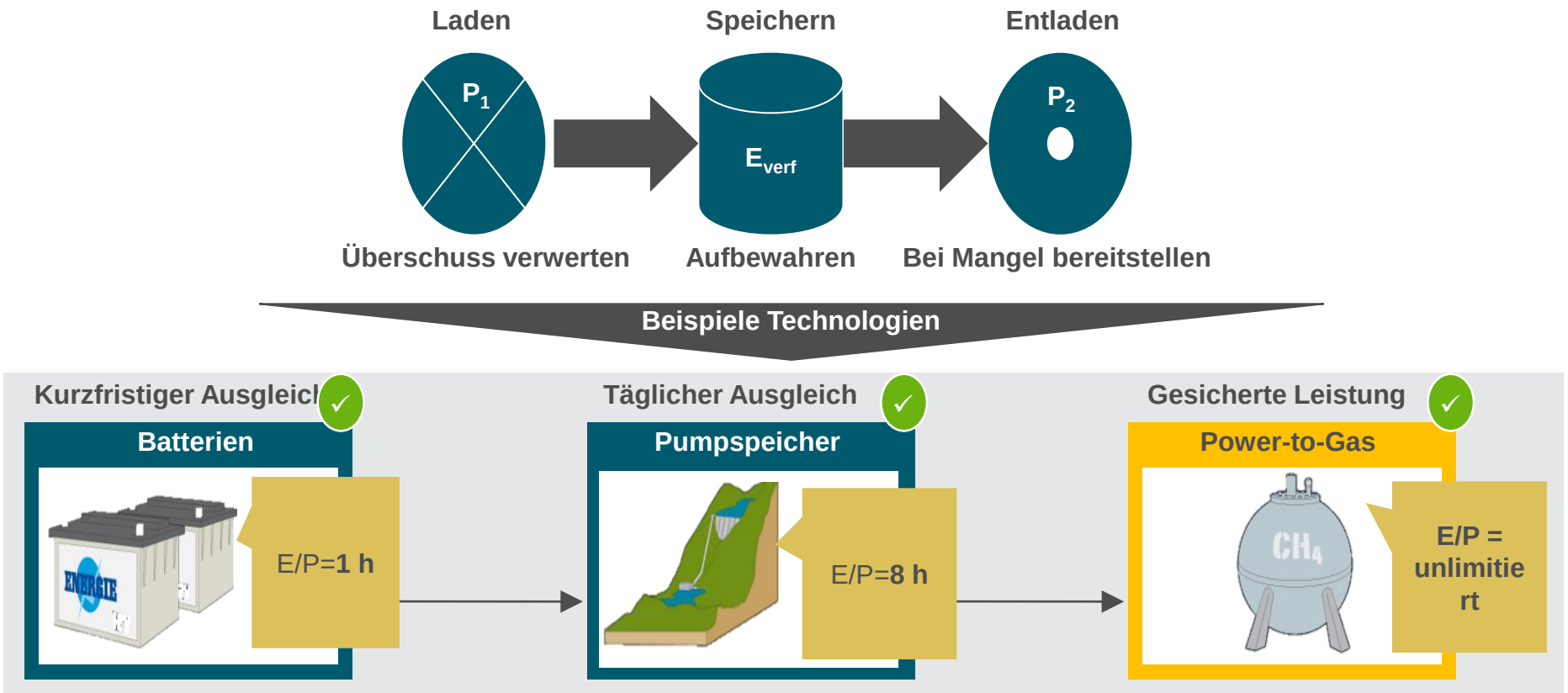
Speicherauswahlkriterien: E-Methan als chem. Energiespeicher

Speicherauswahl muss verschiedene Kriterien berücksichtigen

- **These: Es gibt nicht einen Speicher für alle Anwendungen**
- Ziel: Optimierung unter Wahrung aller Randbedingungen führt zu einem Kompromiss des Lösungsansatzes an Speichersystem
- **Mögliche Kriterien für Speichersysteme aus Sicht SolarFuel:**
  - Kosten (volumetrisch, gravimetrisch System)
  - Speichervermögen -/ausnutzung (Kaverne oder lokal)
  - Ausrichtung Kurz-/Mittel-/Langzeitspeichernotwendigkeit
  - Umwandlungswirkungsgrad Strom oder Energienutzungsvektor (Mobilität, Wärme, chem. Werkstoff) bezogen
  - Einspeicher-/Ausspeicher-/Haltedauer
  - Umsetzungs-/Realisierungspotenzial, Restriktionen (geographisch, Öffentlichkeit, technisch etc.)
  - Speichernutzung als Nutzungsvektor von Energie (nur Strom oder Kraftstoff, Wärme zur Markteinführungsunterstützung von teuren Speichertechnologien

Speicher haben eine technologietypische Systemfrequenz

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



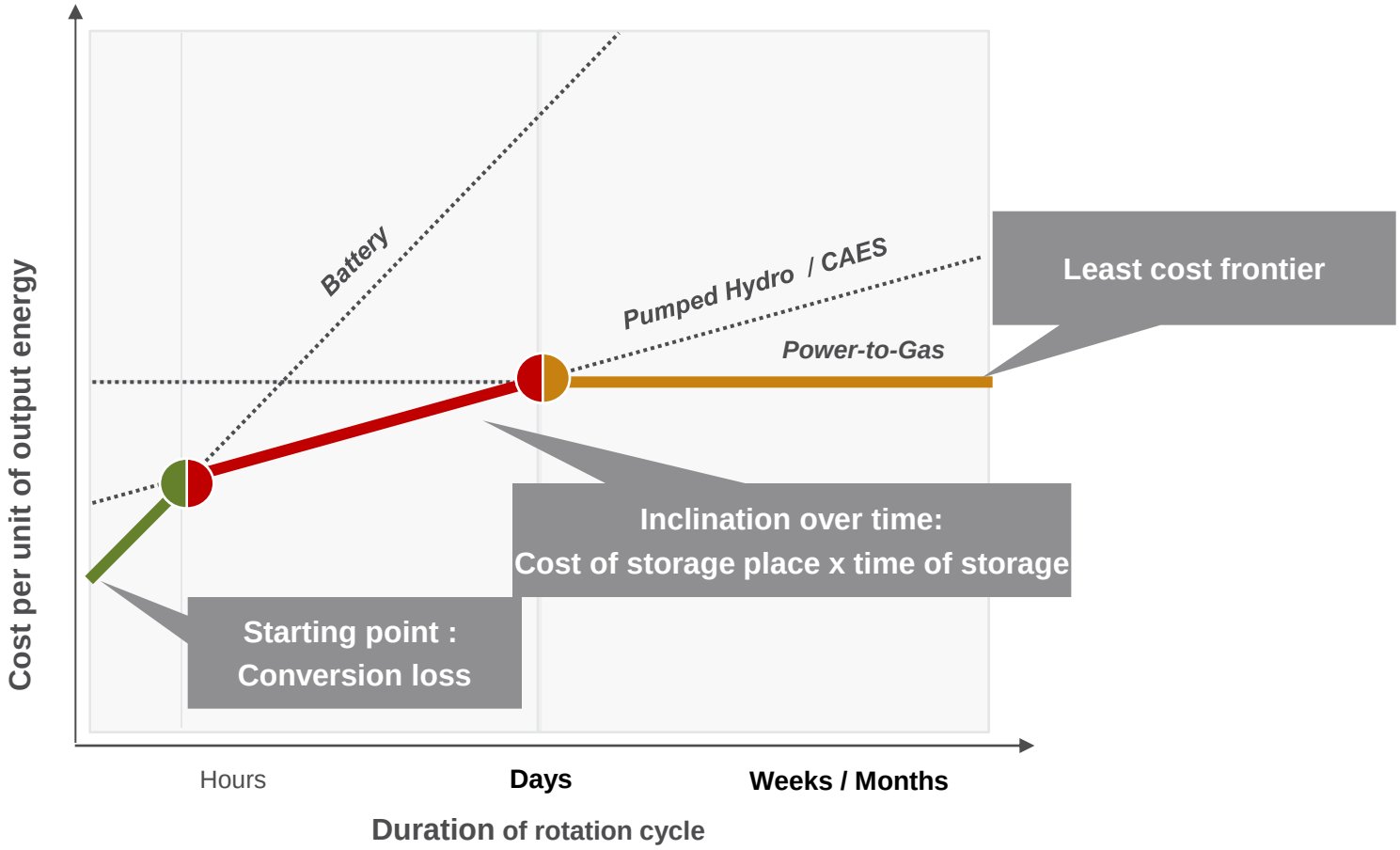
Kurzzeitspeicher sind für Langzeitaufgaben unwirtschaftlich

Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

The large emerging market for energy storage will be segmented by the frequency/duration of storage rotation

Cost per unit of output energy vs. duration of rotation cycle

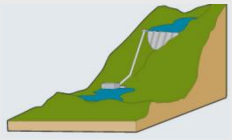
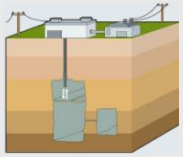
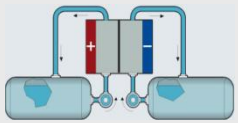
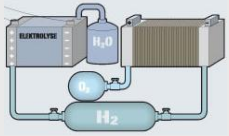


Source: SolarFuel

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

SolarFuel ergänzt das verfügbare Portfolio von Speicher-technologien als Hochleistungs- und Hochenergiespeicher

Technologievergleich in der Wirtschaftswoche, Juli 2010

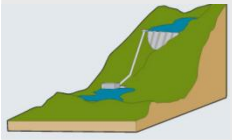
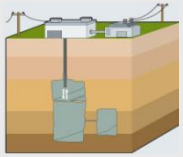
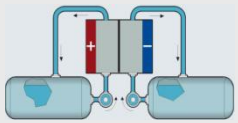
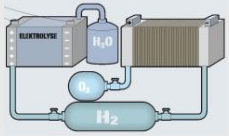
	Pumpspeicher	Druckluftspeicher	Akkus	Redox-Flow-Zelle	Wasserstoff	Methan	Elektroauto
							
Charkteristik	Mit überschüssigem Strom wird Wasser in das Oberbecken gepumpt und bei Bedarf durch Turbogeneratoren verstromt	Luft wird unter hohem Druck in Kavernen gepresst, bei Bedarf Verarbeitung in Turbine	Speichern Strom mittels elektrochemischer Umwandlung von Metallverbindungen wie Blei, Nickel, Cadmium oder Lithium	Zwei Salzlösungen (Elektrolyte) speichern Energie in getrennten Tanks, zur Stromerzeu-gung werden diese zusammengeführt	Wasser wird mit Strom in Sauer- und Wasserstoff aufgespaltet und eingelagert	Wasserstoff wird mit Kohlendioxid zu Methan verarbeitet, welches als "Biosprit" zum Beispiel in Erdgasautos verwendet wird	Aufgetankt mit Nachtstrom speisen Bordbatterien tagsüber bei akutem Bedarf das Netz
Vorteile	Sofort einsatzbereit	Zahlreiche Standorte in Küstennähe	Energie jederzeit abrufbar, gut mobil einsetzbar	Tank beliebig erweiterbar, Haltbarkeit	Beliebig lange lagerfähig	CO_2 neutral, nutzt bestehende Infrastruktur	Keine Zusatzkosten, nach Anschaffung Elektroauto
Nachteile	Weit entfernt von Küsten, Potenzial in DE ausgeschöpft	Bei Speicherung und Rückgewinnung ca. 50 Prozent Verlust, hohe Investitionen	Geringe Lebensdauer, mitunter nur wenige Monate	Noch nicht zur Langzeitspeicherung geeignet	Hohe Wandlungsverluste, explosiv, keine Infrastruktur	Geringe Energieausbeute bei Verstromung des Methans	Geringe Lebensdauer der Batterien wegen der häufigeren Ladezyklen, Geringe Kapazität
Kosten in Cent pro kWh	<10	~ 20	>20	~20	<10	<20	Abhängig vom Börsenpreis für Strom, den Fahrzeughalter als Vergütung erhält
Technischer Reifegrad	Bestens erprobt	Ein Kraftwerk in USA und in Deutschland	Geringe Erfahrung bei Großbatterien >700 kWh	In Entwicklung	Kommerzialisierung in Vorbereitung (Enertrag)	Kommerzialisierung in Vorbereitung (SolarFuel)	Kommerzialisierung in Vorbereitung

Quelle: Nach Wirtschaftswoche Nr. 27, 05.07.2010

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Systemkriterien für Speicherbewertungsmatrix

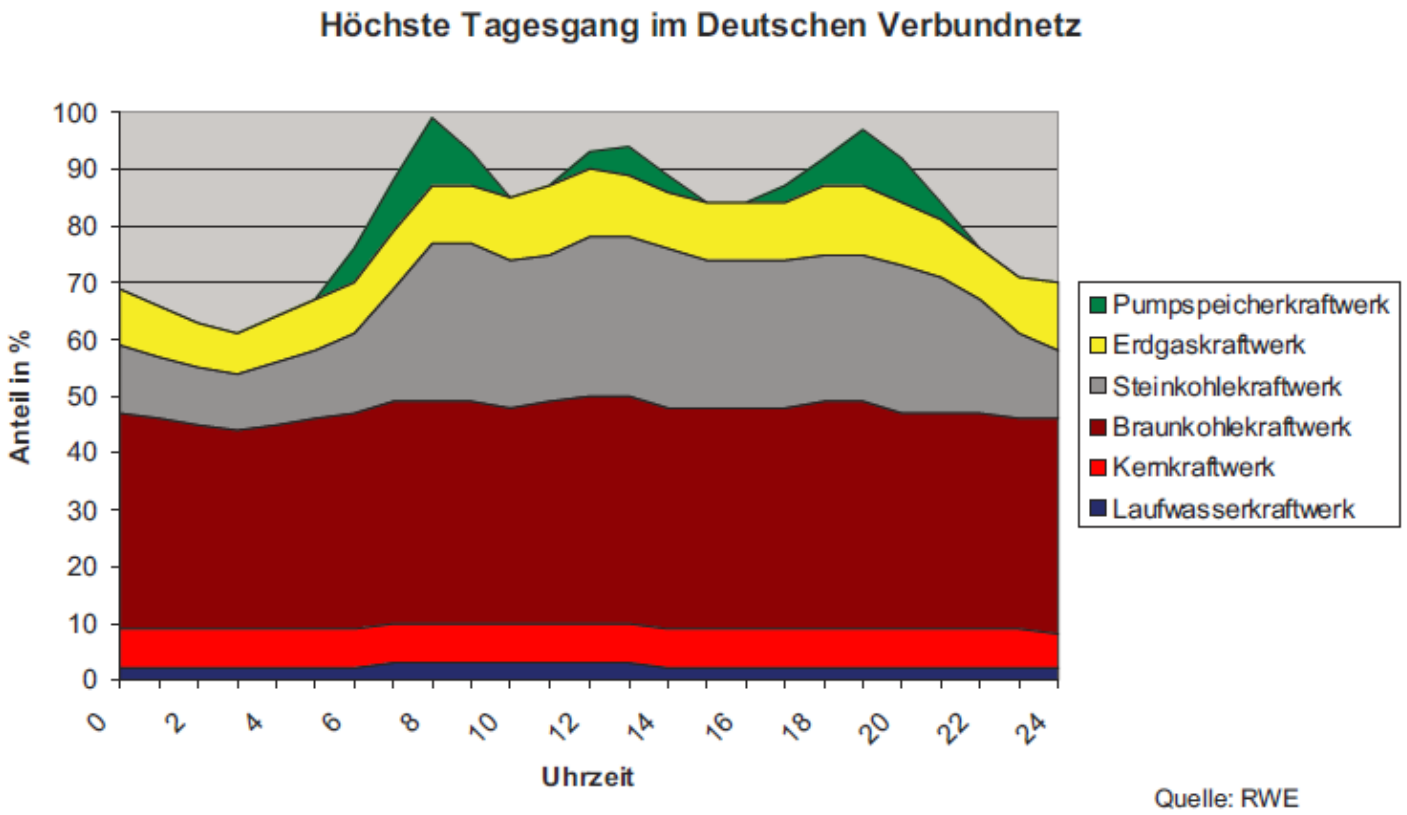
Einordnung nach weiteren Kriterien

	Pumpspeicher	Druckluftspeicher	Akkus	Redox-Flow-Zelle	Wasserstoff	Erneuerbares Methan	Elektroauto
							
Ausspeicher Dauer / (Über-brückungs-zeitraum für EE anteil = 0)	< 6- 10 h in Zentraleuropa	< 6 h in Europa, Wärmespeiicherung 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 Energiespei-cher	gering	mittel	hoch	hoch	Sehr gering in Kavernen	Äußerst gering in Kavernen	mittel
Kosten Euro pro kWel	1200 -3500 (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 Strom-system, kurzfristiger Prognoseausgleich, Regelenergie	Bekannt im Strom-system, kurzfristiger Prognoseausgleich, Regelenergie	Bekannt im Stromsystem als dynam. Kurzzeitspeicher/Regelenergiemarkt	Bekannt im Stromsystem, Stundenspeicher	Aufbau neuer Verteii-/VerbrauchsInfrastruktur/ limitierte Integration Erdgasnetz, Mobilität ?	**Hohe, sofortige Integrationsmöglich-keit im Gasnetz möglich, Mobilität,Heizenergie**	Aufbau neuer Infrastruktur Technik/Vertriebsmodelle Leistungsspeicher,Regel-energie

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

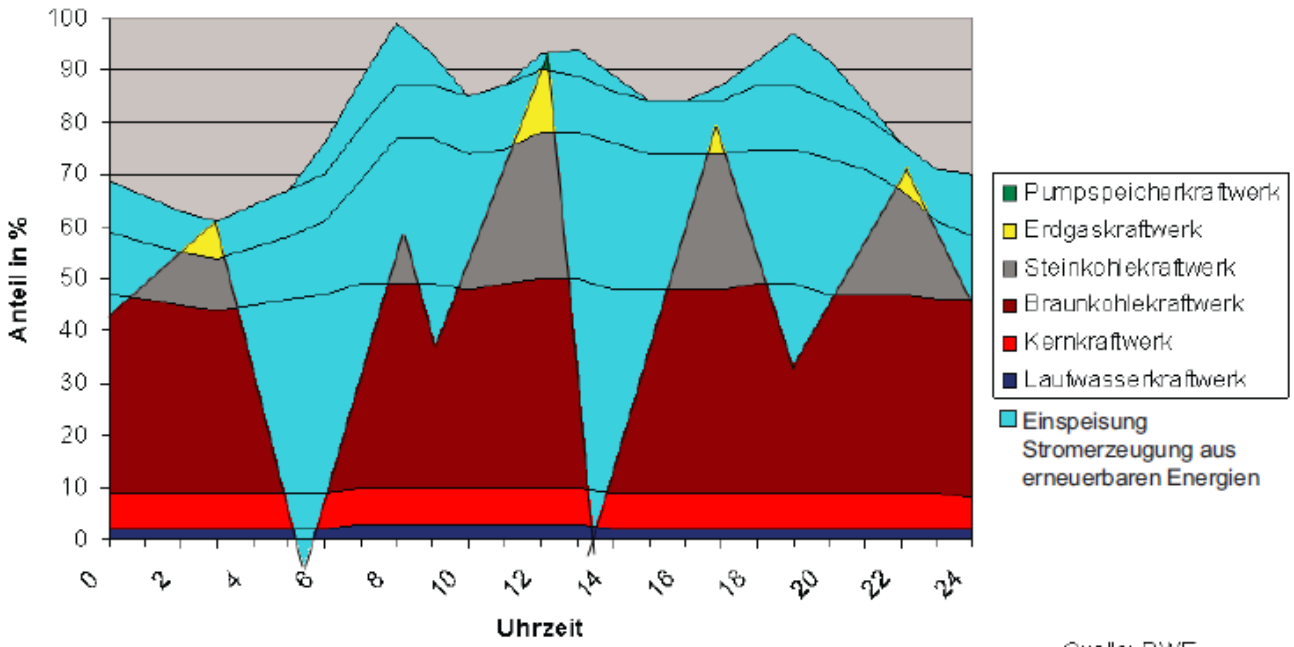
SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Tageslastgang in einem Energieszenario ohne EE Einspeisung für PSW



Quelle: RWE

Tageslastgang des Stromverbrauches im deutschen Verbundnetz mit beispielhafter Einspeisung erneuerbarer Energien



Quelle: RWE
und eigene Darstellung

Quelle: SW Schwäbisch Hall

Kosten Pumpspeicherwerke (PSW) geplant

U-PSW

SOGECOM

PSW - Vergleich	P/T Power	TIC	Kosten/MW
Kopswerk II (A) *	525 MW	350 M€	667 k€
Vianden M 11 (L) *	200 MW	155 M€	775 k€
Atdorf (D) **	1400 MW	1200 M€	857 k€
Nant de Drance (CH)	600 MW	819 M€	1365 k€
Veytaux (CH)	240 MW	273 M€	1136 k€
Linthal 2015 (CH)	1000 MW	1750 M€	1750 k€
O-PAC (NL)	*1400 MW*	*1800 M€*	*1285 k€*

* Erweiterungen
** Kosten der Umweltbelastung nicht mit eingerechnet

21

Quelle: Sogecom Energy Holding BV

Kosten PtG Projekte

- **2013: 3,7 Mio Euro/MWel**
- **2015/17: 1 – 1,2 Mio Euro/MWel**

Kosten PSW Projekte (geplant) der Trianel

Standort	Investitions-kosten Mio. €	Leistung MW	Spez. Kosten Mio. €/MW
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Rurtalsperre (TWR)	939	640	1,47
Trianel Wassersspeicherkraftwerk Nethe (TWN)	777	394	1,97
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Hasel (TWH)	462	210	2,20
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Schmalwasser (TWS)	542	298	1,82
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Inn (TWI)	382	270	1,42
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Leine (TWL)	380	147	2,58
Trianel Wasserspeicherkraftwerk Weser (TWW)	401	121	3,32

SOLARFUEL

Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherkraftwerken

Trianel

Zusammenfassung

- Ausbau erneuerbarer Energien erfordern Speicher
- Pumpspeicherkraftwerke wirtschaftlichste Speichervariante

- Alleinige Wirtschaftlichkeit durch Strommarkt heute nicht gegeben
- Vermarktung von Regelenergie erforderlich

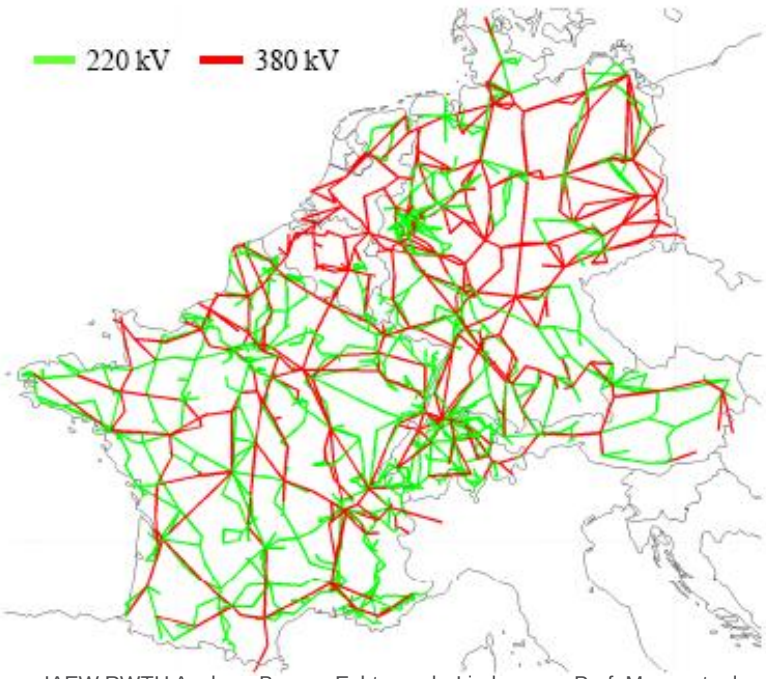
- Zukünftige Abschätzung des Strommarktes durch Fundamentalmodelle
- Ableitung von Regelenergiepreisen fundamental nicht möglich
- Alternativansätze erforderlich

- Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherkraftwerken in Zukunft auch durch Sekundärmärkte nicht sichergestellt

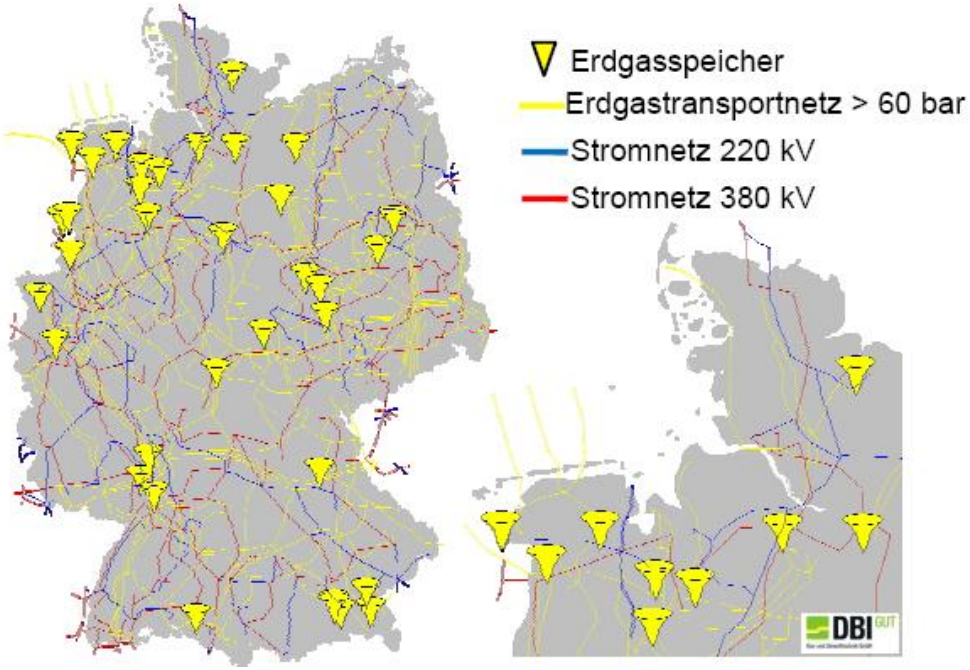
Quelle: Trianel 2012, Hinüber

SOLARFUEL

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.)

Vergleich Transportkapazitätsleistungen Gastransportleitg.-Freileitung-Erdkabel

Ferngastransportleitung:

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

Transportverbrauch :1-2%/1000 km

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

RAG

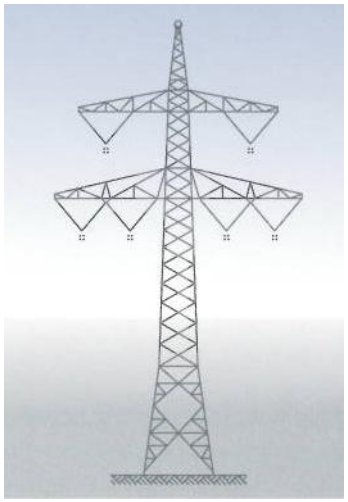
Höchstspannung Drehstrom Freileitung

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

Mastenhöhe: 50 -100 m, Schneisenbreite: 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

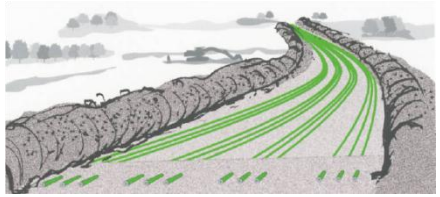


Tennet:

Erdkabel

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

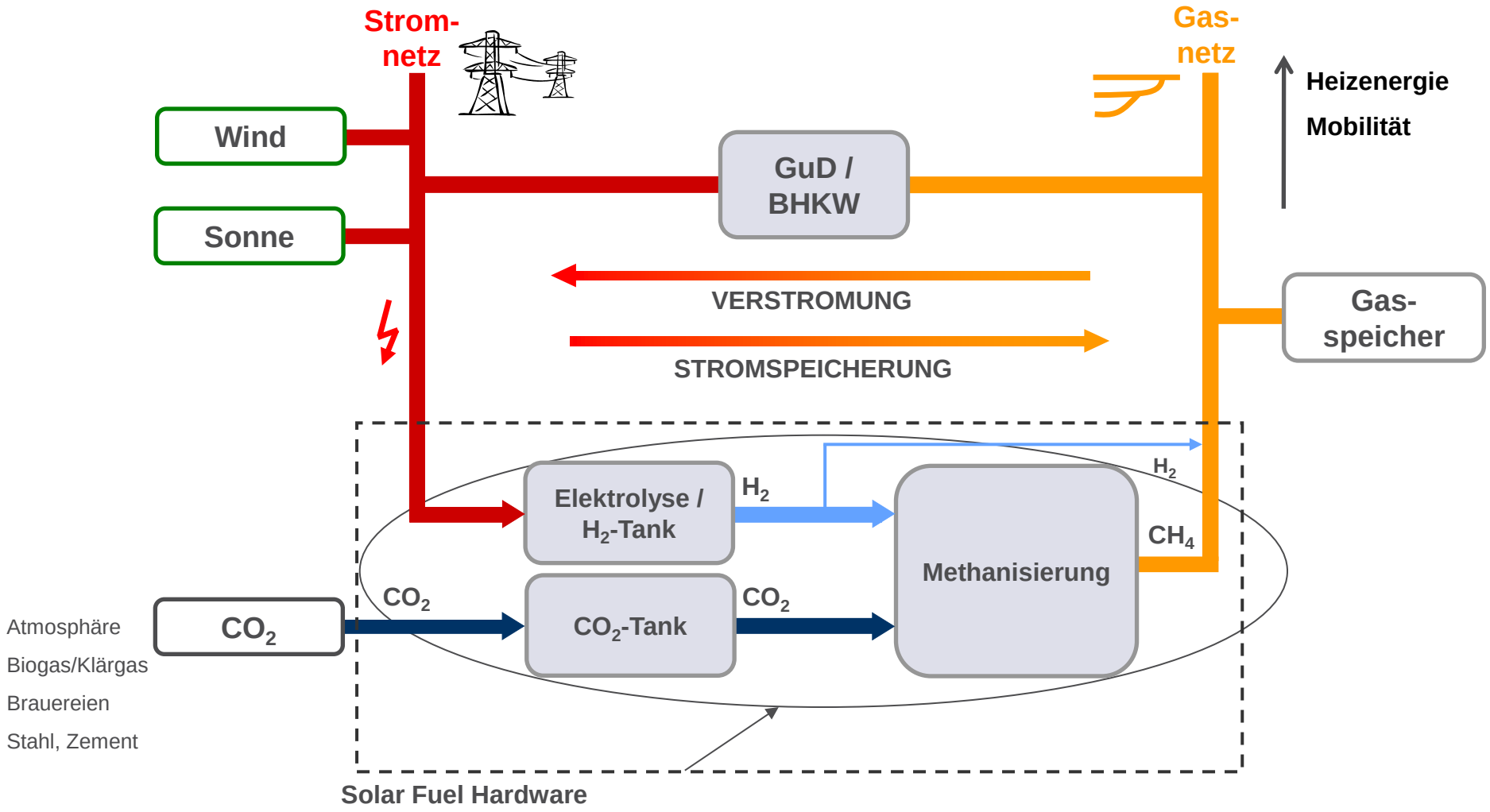
Investitionsbedarf: spez. höher als Freileitung
Infrastrukturumsetzung versus Kosten



Tennet:

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

Systemintegratorfunktion von Gasnetz als Flexiblitsierungselement und Energiesystemdienstleister



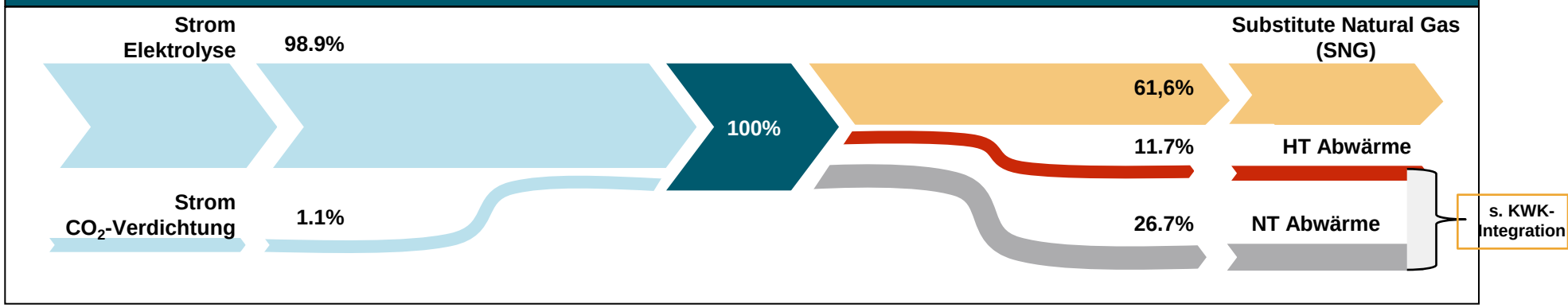
Quelle: SolarFuel/ZSW

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

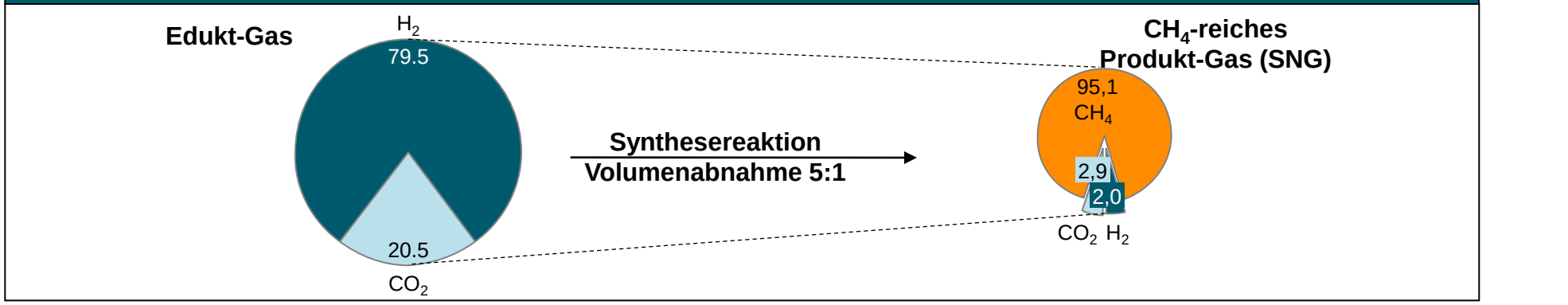
Gas-Strom Konvertierungs der γ-Anlage (2015) liegt bei >60 Prozent (>80% mit Wärmenutzung), Erdgassubstitut ist einspeisefähig

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

Konvertierungsrate mit CO2 aus Biogas/Klärgas



Gaszusammensetzung vor und nach Methanisierung, Vol. %, Wobbeanpassung äquivalent Biomethaneinspeisung



Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Pipeline of PtG Projekten bis zur großtechnischen Realisierung im realen Markt durch Audi mit 6,3 MW_{el} Anlage

Konsequente Schritte in der Anlageentwicklung

Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

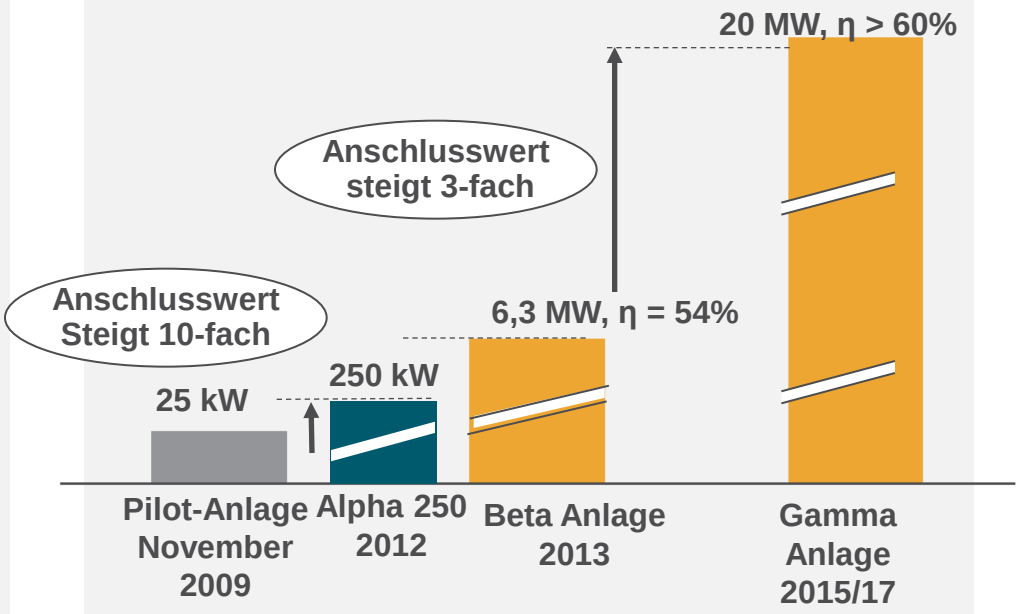
Nach der Erprobung im Megawattbereich erfolgt der weltweite Roll-out des kommerzialisierten Produkts

Lösung – Industrialisierung und Kommerzialisierung

Industrialisierung mit einer beta-Anlage bis 2013

- Die Demonstrationsanlage läuft ab 2013 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 2017

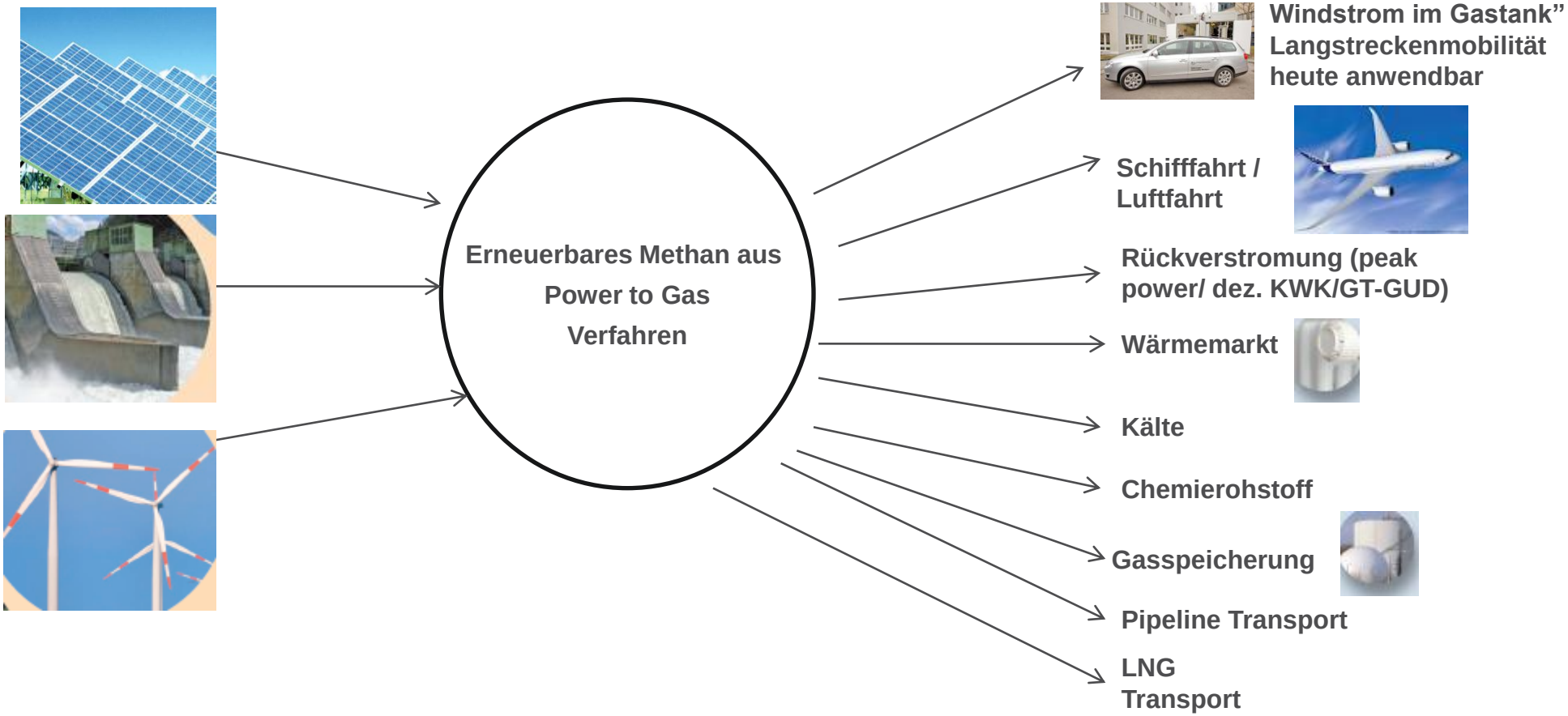


Kommerzielle SolarFuel Anlagen stehen ab 2015/17 mit einer elektrischer Anschlussleistung modular bis 20 MW und einem Wirkungsgrad von mehr als 60 Prozent zur Verfügung, Ziel: < 1.000 Euro/kWel

Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

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

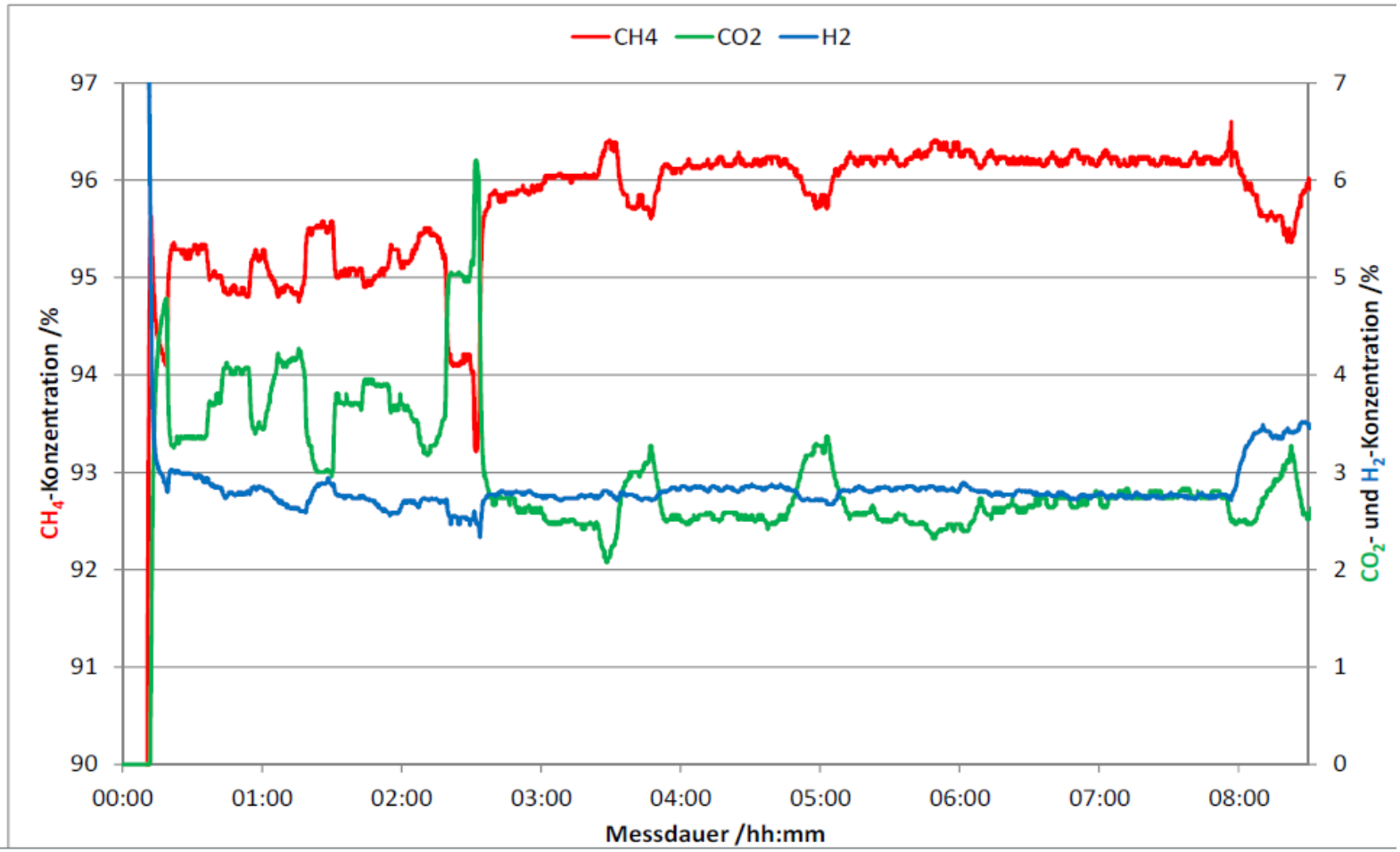


Energienutzungsvektor auf Systemplattform Gasnetz entsprechend Marktanforderungen (peak power versus Kraftstoff)

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

PtG – Alpha Anlagen Betrieb mit Rohbiogas aus IWES Biogasanlage

Gasbeschaffenheit der 25 kW Alpha Anlage im Test Bad Hersfeld mit Rohbiogas 2012/2013

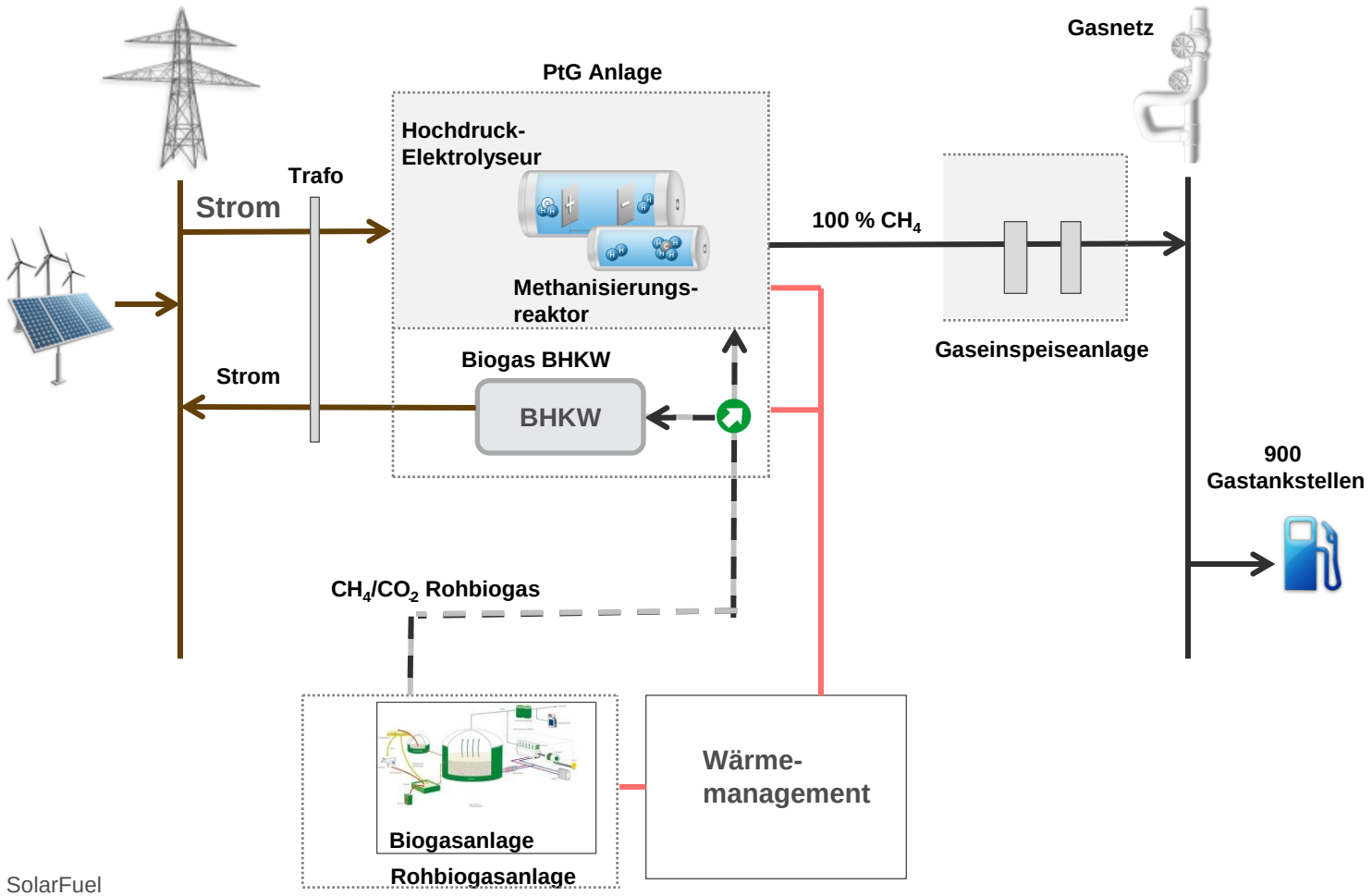


Quelle: SolarFuel, IWES

„Integriertes Strom- und Gasnetz-Management durch flexibilisierten Biogas/BHKW-Betrieb durch PtG Anlagen Kombination“

7500 Biogasanlagen mit ca. 3 GW_{el} und ca. 12 GW_{el} Wind sind voll flexibel, planbar in der Fahrweise mit PtG

PtG Anlage mit Biogas als CO_2 Quelle

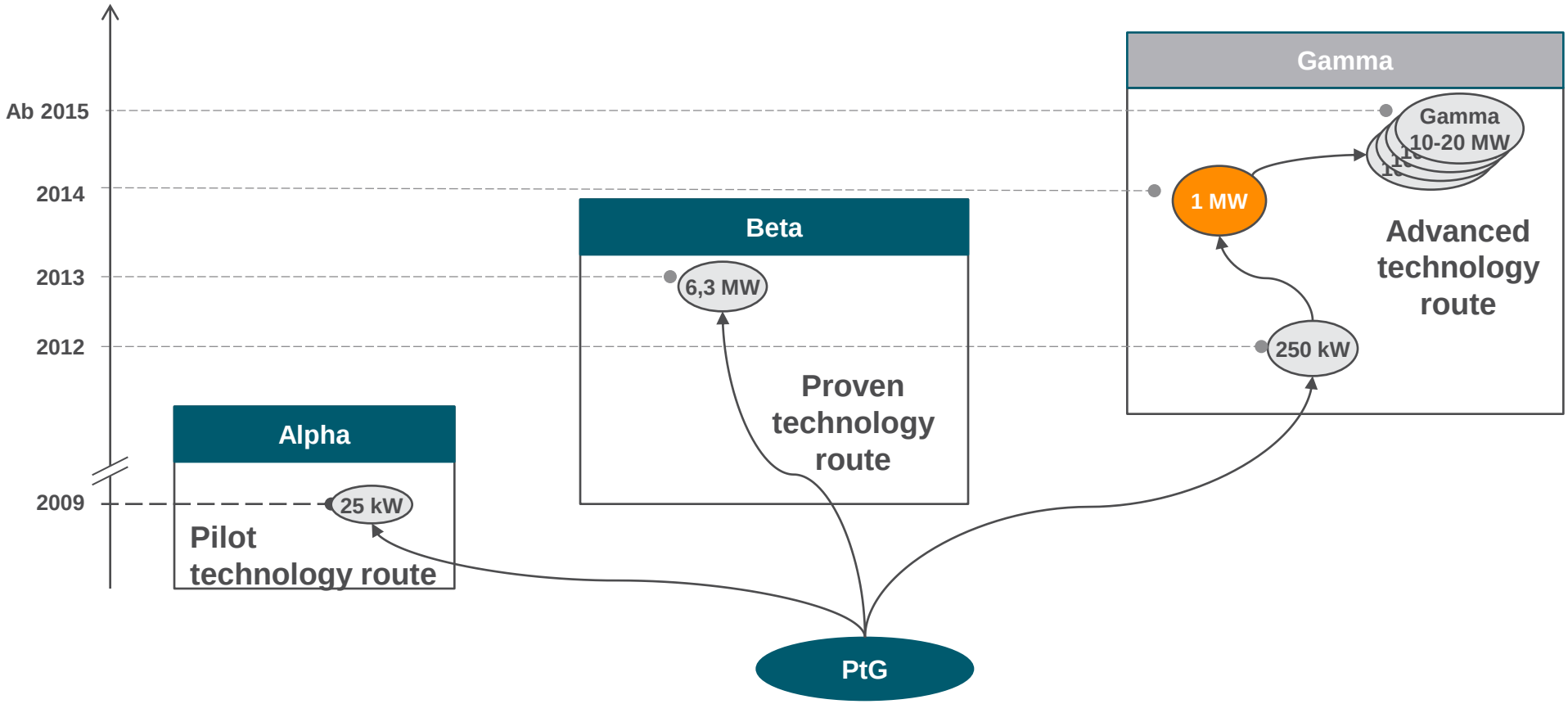


Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

Die 250kW Anlage bildet den Nukleus des Entwicklungspfades „Advanced Technology “

Technology Roadmap SolarFuel (Vereinfacht)

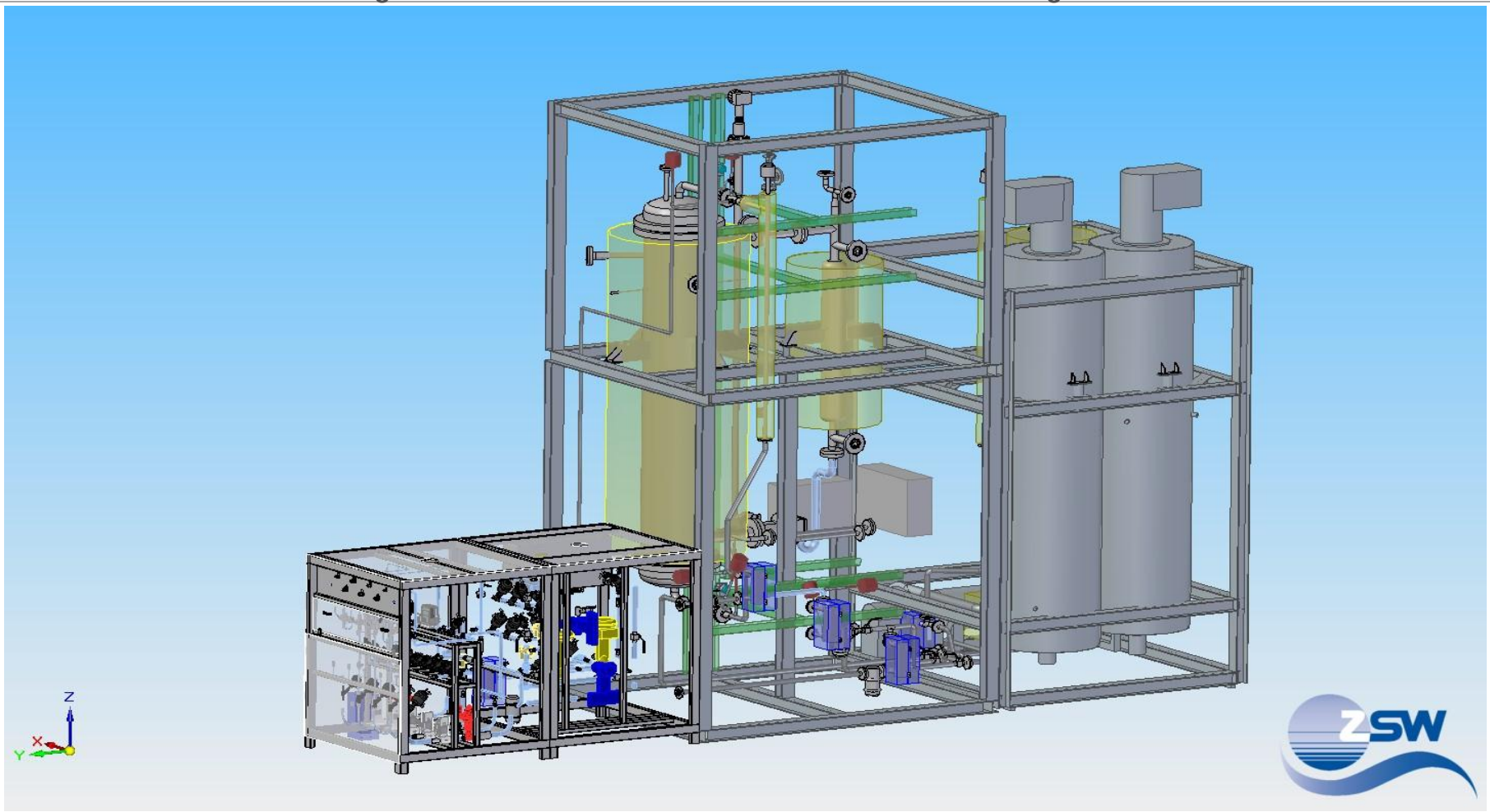


Quelle: SolarFuel

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

PtG 250 Anlage beim ZSW mit Methanisierungsanlagen (BMU Projekt)

Verschiedene Methanisierungsverfahren als Festbettverfahren in der Untersuchung

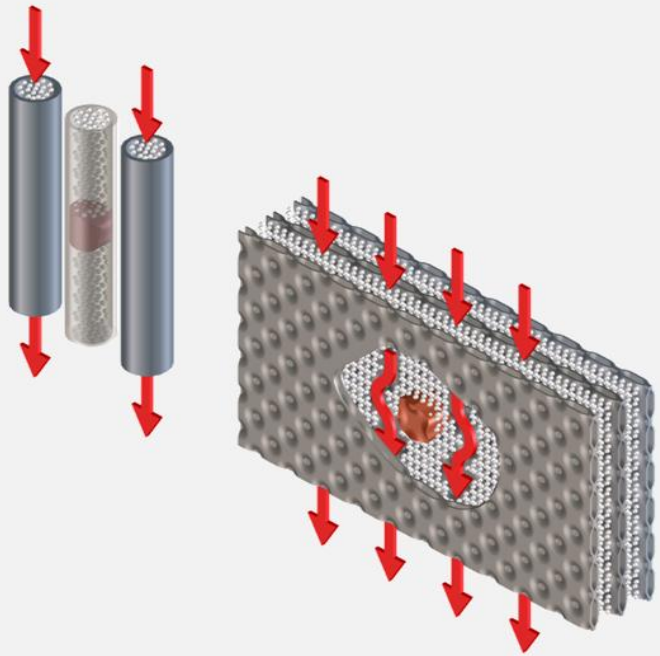


Quelle: ZSW

Aufbau eines Platten-Methanisierungsreaktor

Vorteile des Plattenreaktor: Robustes Betriebsverhalten bei Verschmutzungen

Situation in tubes



Benefits

- Modular, flexible system
- Horizontal, cross or vertical flow
- Very low fouling
- Cooling, heating or both integrated
- No restrictions towards technical heat carriers as boiler feed water/steam, cooling water, thermo oil, gas

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Modularisierung Methanisierungsreaktor

Darstellung des Transports / ein Randmodul in der Fertigung

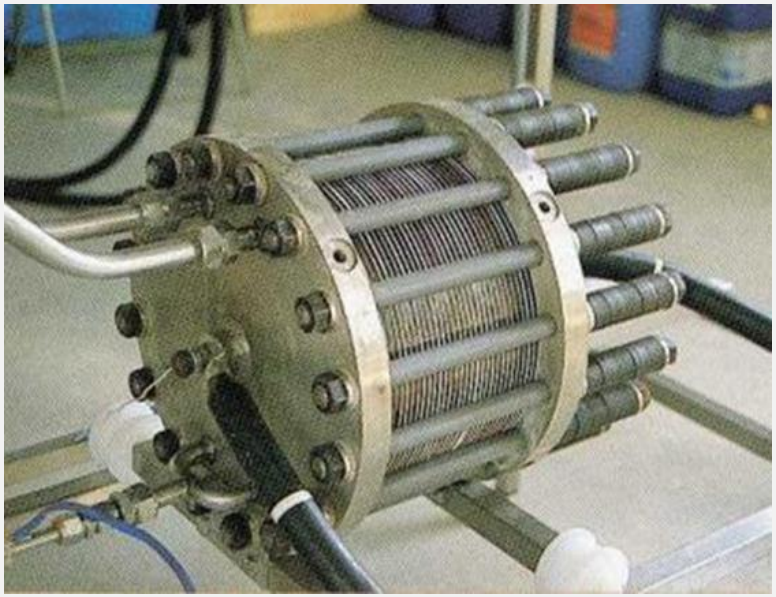
SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

Umsetzung von AEL Fertigung durch SolarFuel auf Basis Erfahrungen in den Referenzprojekten von Metkon Alyzer

The first cell stack supplied for a solar-PV hydrogen generating plant 1987 HYSOLAR Lab – DLR

Hysolar Gebäude in 1987, Stutgart

Stack mit 10 kWel in Direktbetrieb mit PV Generator



Quelle: SolarFuel, ZSW, DLR, Metkon Alyzer

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

Umsetzung von AEL in 1985 durch G.C.Sioli zur Entwicklung von innovativen Wasserelektrolyseuren bei METKON SA (CH) , ALYZER DIVISION

Examples of cell stacks (1985-1994)

0,5 m² x 144 cells – 10 bar rated 60 kW

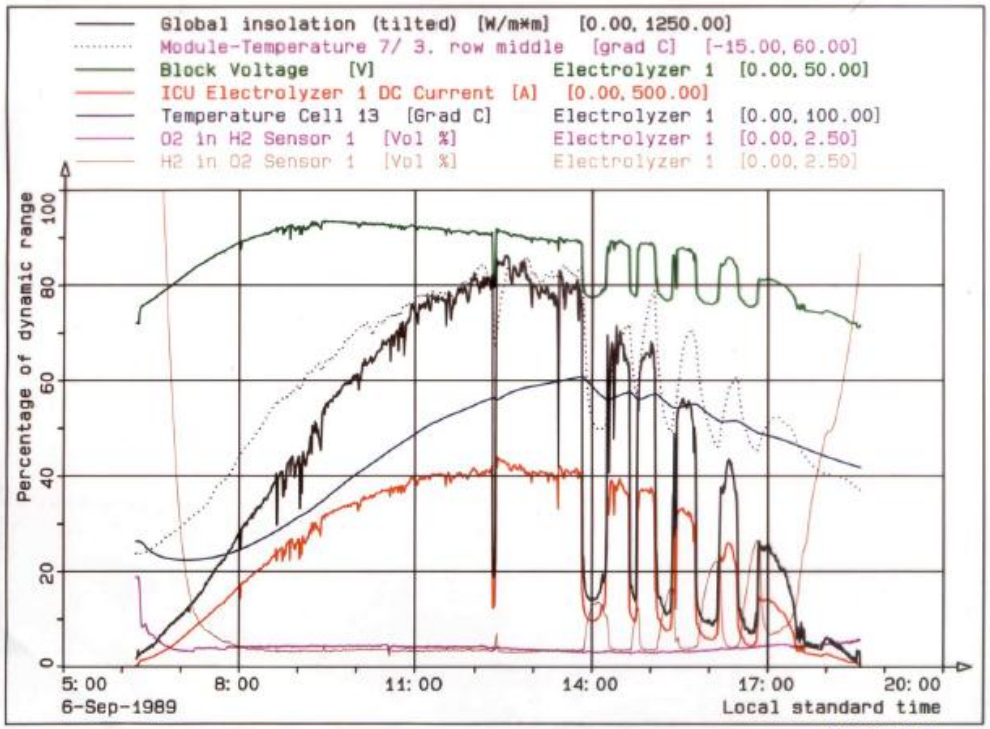
0.5 m² x 144 cells – 10 bar
Installation in Saudi Arabien Hysolar Projekt

Quelle: SolarFuel, ZSW, Metkon Alyzer

Development status of AEL: Status of the Project Hysolar

Technology state, 1995:Electrolyser with direct matching of a PV installation during intermittent operation

HYSOLAR Results: Photovoltaic/Electrolyser-Coupling at 10 kW_e Facility in Stuttgart



Source: DLR

Results:

- Intermittent/ dynamic electrolysis operation
- Energy demand of advanced electrolysis (current densities > 0.5 A/cm²): < 3.8 kWh/m^3_{H2} $\eta_{LHV\ max}$ = 79 %
- High product gas quality under dynamic operation

source: ZSW

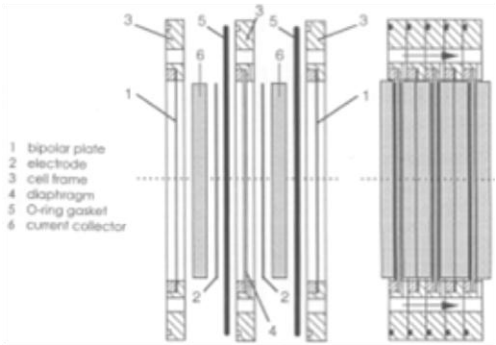
SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

SolarFuel can rely on competence and experiences in the electrolyzer development

Know-How-carrier of the SF product development are active since the 1980 in the electrolyzer technology

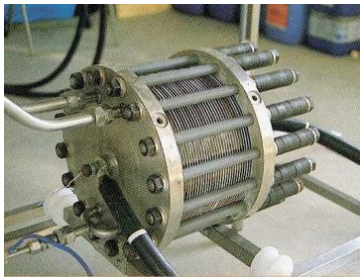
Beispiel Erfindungen

„zero gap cell“: design of cell frame without any distances between the cells and the connections



Beispiel Projekte

1987: manufactiuring of the first cellstacks for a PV – hydrogen hybridplant (DLR, Stuttgart)



350 kW HYSOLAR project (Saudi Arabien), 120 cells x 0.25 m^2 activ area, 10 bar

30 kW - CRES (Greece), 20 bar hybrid-System in connection with a windturbine

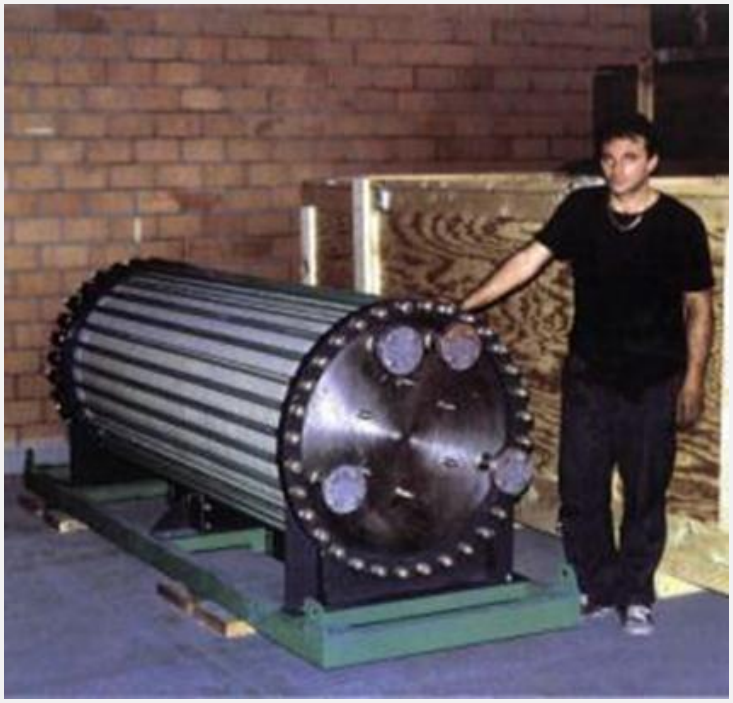
source: SolarFuel/ZSW

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

AEL Module von Metkon Alyzer im Hysolar Projekt

Verschiedene Stack Zellflächen wurden realisiert

0,25 m² electrode area x 120 cells, 350 kW HYSOLAE project – 10 bar



0.01 m² electrode area x 60 cells, 1Nm³/h H_2 - 30 bar

Quelle: SolarFuel, ZSW, Metkon Alyzer

Umsetzung von AEL in der Praxis: Referenzprojekte von Metkon Alyzer

H2 from renewables >25 kW METKON - ALYZER DIVISION

KFA Jülich 26 kW – 6 bar – solar (operating from1992 to 2002)

CRES (Greece) 30 kW – 20 bar – wind construction 1993

Quelle: SolarFuel, Metkon Alyzer

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

250kW$_{el}$-P2G®:
Pressurised Alkaline Electrolysis

Technical data of the electrolysis system :

- **Pressure: 6 – 11bar$_a$ (100% load)**
- **DC-Power (max.): 280 kW at 430 mA/cm^2**
- **H_2 production rate: 65 Nm^3/h**
- **Min. load 10%**
- **Immediate shut down**
- **Gas purity: 0,11 Vol.-% H_2inO_2 (P_N)**
- **Product gas: 2 ppm$_v$ O_2 in H_2**

Status of implementation:

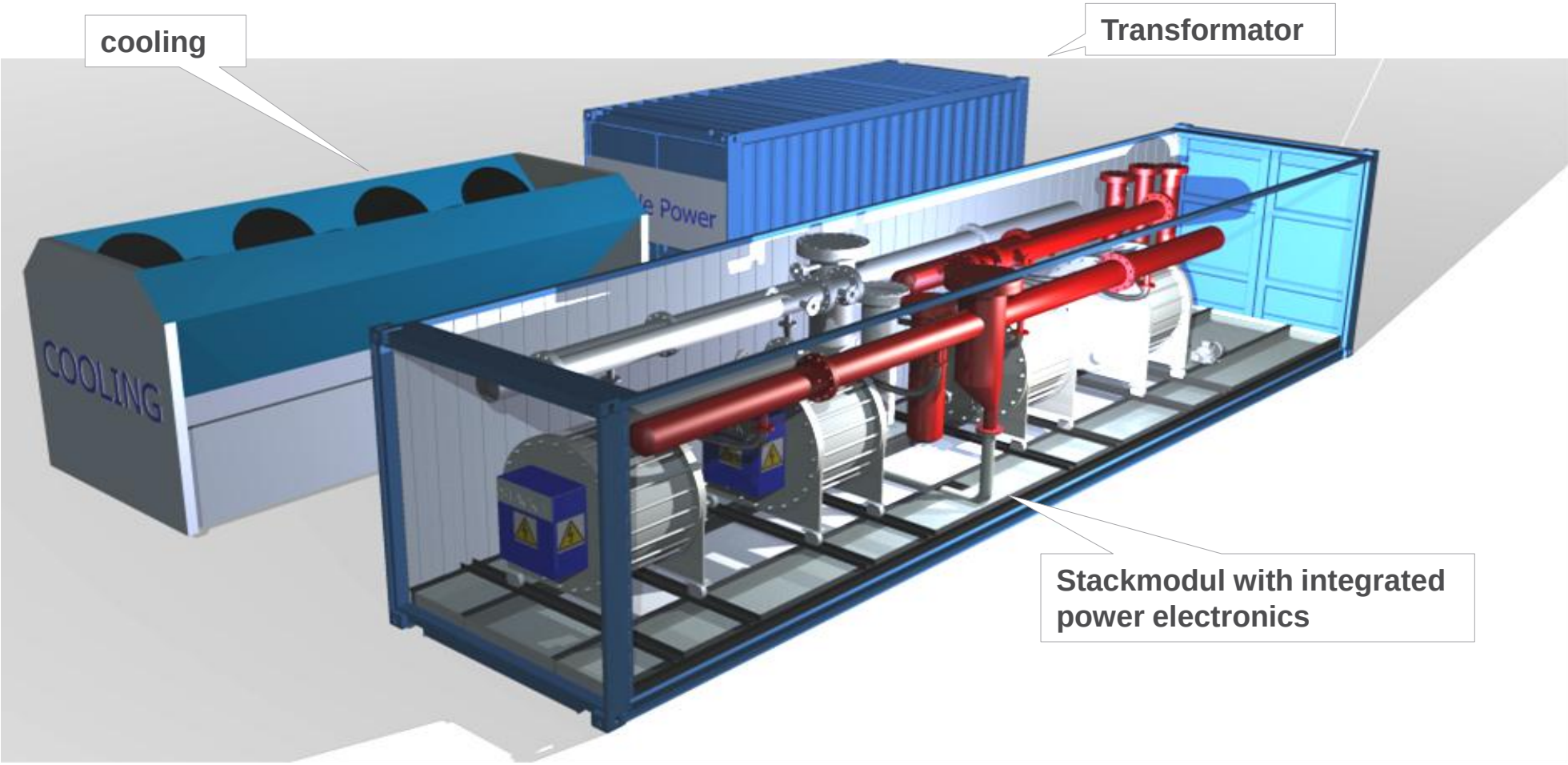
- **Completion: 31.05.2012**
- **Commissioning: 22.06.2012**
- **Final Acceptance Test (FAT): 25.06.2012**

Electrolysis stack
A = 1000 cm^2
i = 430 mA/cm^2
P = 80 kW max.

SOLARFUEL

2013: New 1,2 MW_{el} SolarFuel electrolyzer-modul for autonomous operation

Cooling unit and transformator unit are container based solutions



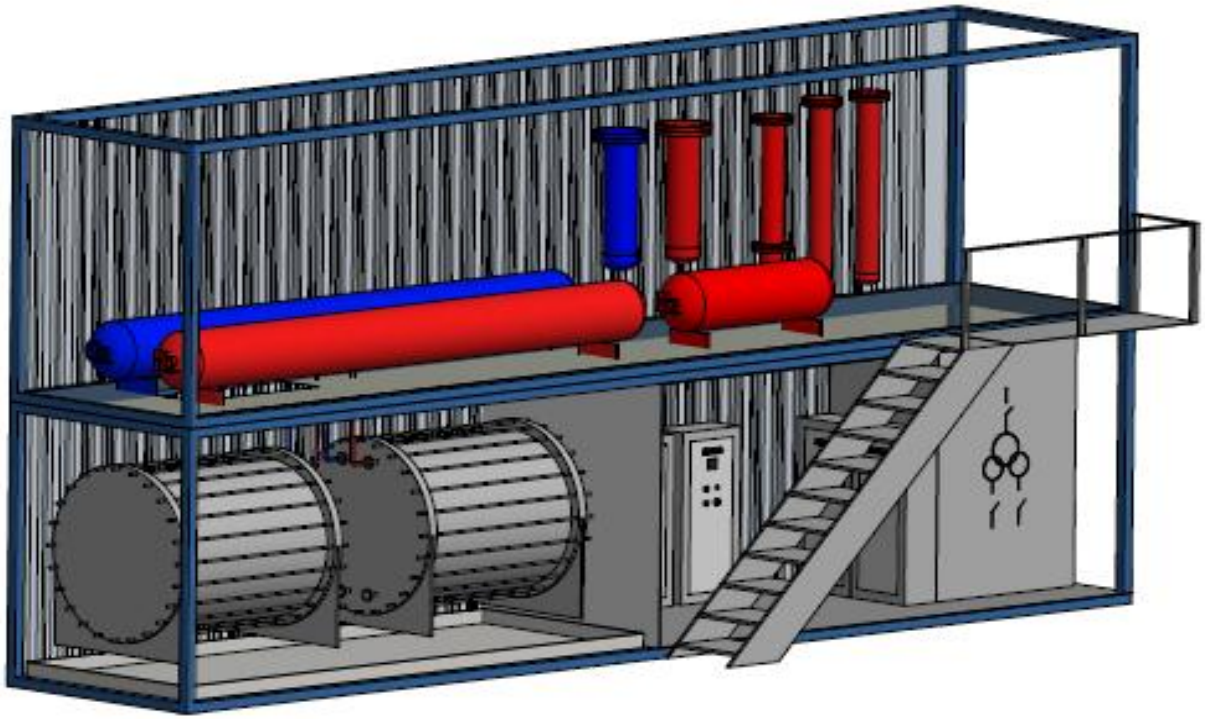
Source: SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

10 MW Power to Gas Anlage Grobdesign

2 MW Elektrolyseur Module als Teilanlage von 5 ´er Modulanordnung

1. **2.500 - 10.000 cm² aktive Zellfläche**
2. **Modularer Aufbau**
3. **2 MW pro Einheit**
4. **Transport und Montageoptimiert**
5. **Einzelstackschaltung für Teillastfahrweise (5-100 %)**



Quelle: SolarFuel

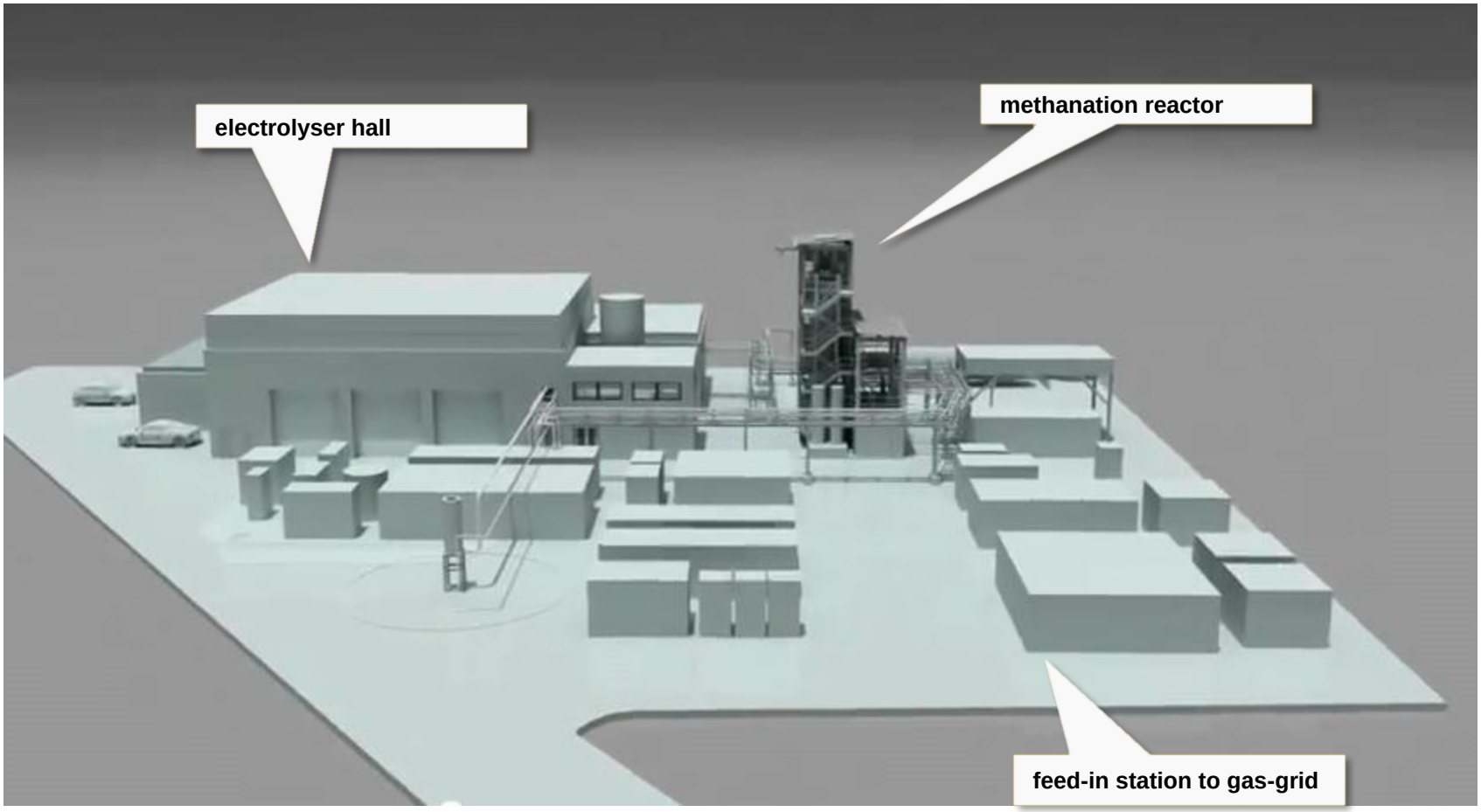
SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Power to Gas PtG250 – AEL Elektrolyseanlage (BMU Projekt)

Quelle: ZSW

Audi Projekt Werlte: Power-to-Gas von SolarFuel

Status 6,3MW$_{el}$ β-plant plant for Audi at Werlte

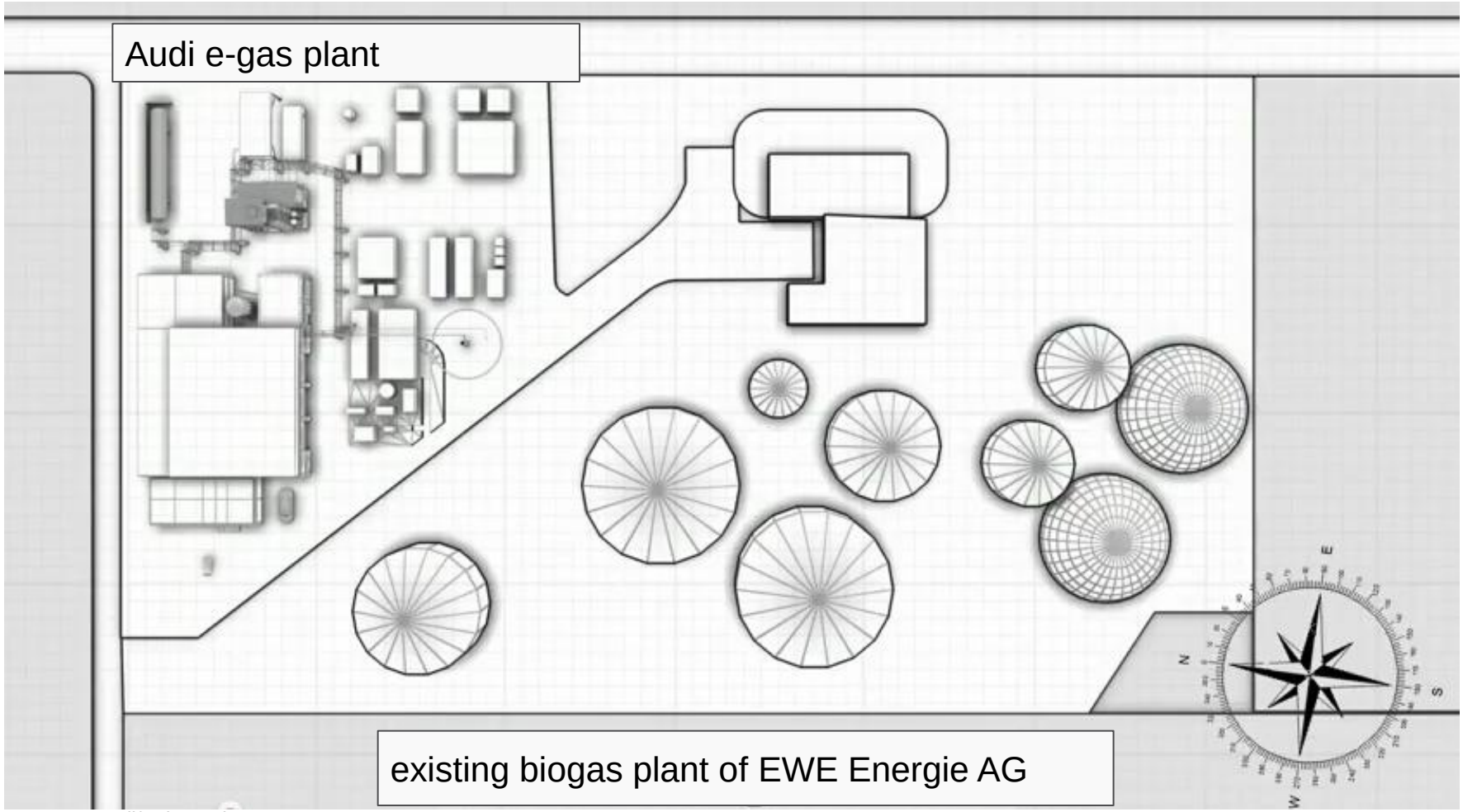


Quelle: Audi/SolarFuel

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

Status 6,3MW$_{el}$ β-plant plant for Audi at Werlte



Source: Audi/SolarFuel

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION

The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

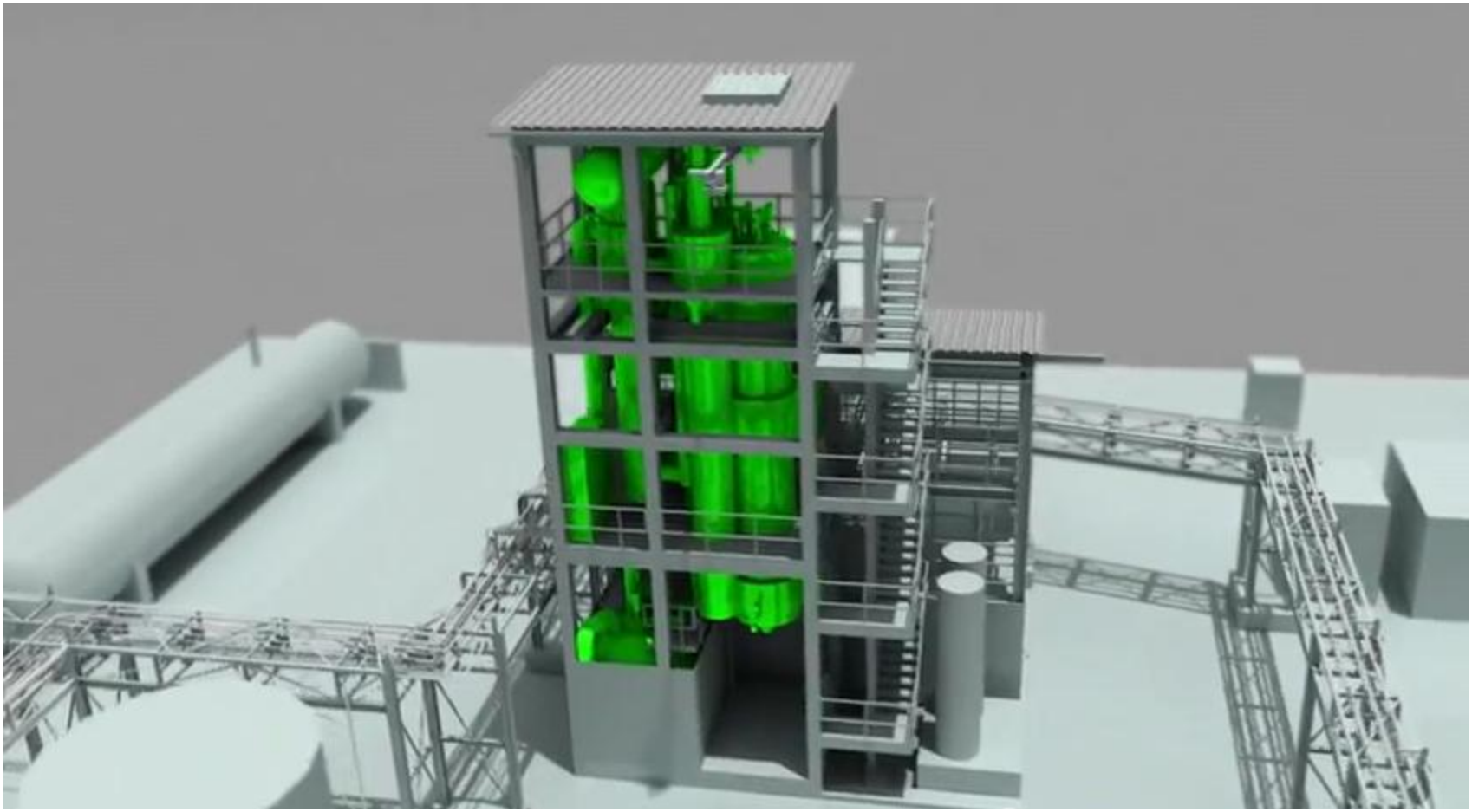
Electrolysis

Quelle: Audi/SolarFuel

SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

The worldwide largest Power-to-Gas plant from SolarFuel

Methanation reactor



Quelle: Audi/SolarFuel

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:

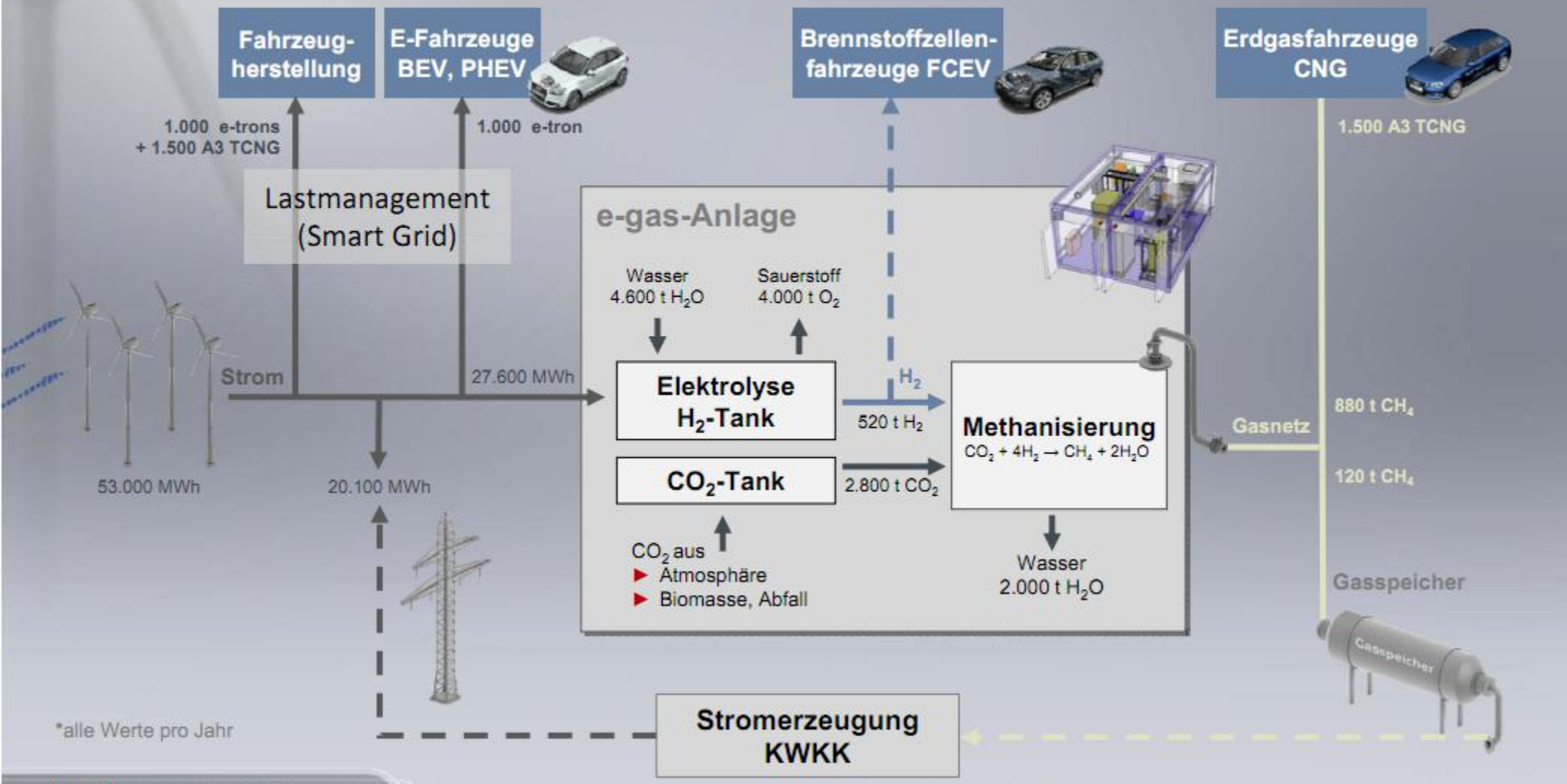
SOLARFUEL SMART ENERGY CONVERSION

Fraunhofer IWES

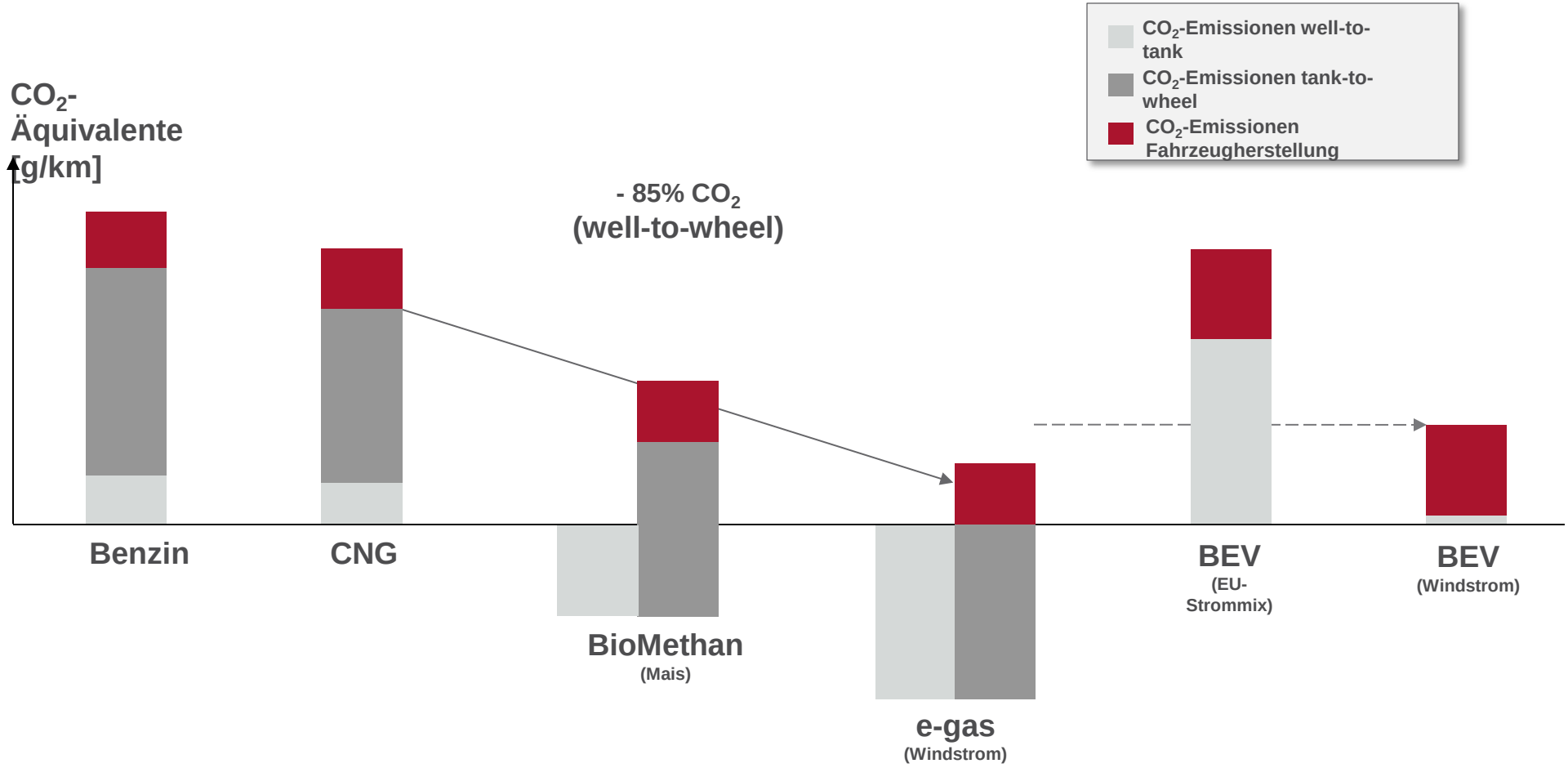
SW

EWE

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



Umweltbilanz am Beispiel Kompaktklasse
Laufleistung: 200.000 km



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

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

Kontakt:

SolarFuel GmbH

Stephan Rieke
rieke@solar-fuel.net

SOLARFUEL
SMART ENERGY CONVERSION