

Samstags-Forum Regio Freiburg
Woche der Sonne 2015



103. Jahrestag Nobelpreis an Paul Sabatier
Gas und Öl aus Wind- & Solar-Ökostrom
Power-to-Gas
Power-to-Liquid

Kurzvortrag Freiburg i.Br., 9. Mai 2015

Dr. Georg Löser, Gundelfingen i.Br.
Vorsitzender von ECOtrinoVA e.V., gemeinnütziger Verein
www.ecotrinova.de ecotrinova@web.de



Wer wir sind

Cluster | **GREENCITY**
FREIBURG

- **ECOtrinoVA e.V., ein gemeinnütziger Verein mit Sitz in Freiburg i.Br.**

ein regionaler Zusammenschluss von
Instituten, Vereinen, Büros, Unternehmen, Bürgern
für Umweltschutz, -beratung, -bildung u.a.

- **ggr. im Oktober 1992 als
Arbeitsgemeinschaft Freiburger Umweltinstitute (FAUST e.V.)**
- **ECOtrinoVA führt Gemeinschaftsprojekte in der Region** durch,
auch grenzüberschreitend sowie Bildungs-, Informations- und
Lobbyarbeit für die Umwelt.
- **Die Mitglieder** verantworten eine Vielzahl großer und kleiner
eigener Vorhaben in der Region, national und international.

Die Arbeit des Vereins kommt der Öffentlichkeit zugute.

Hauptziel ist eine zukunftsfähige Modellregion, ein ECOvalley.

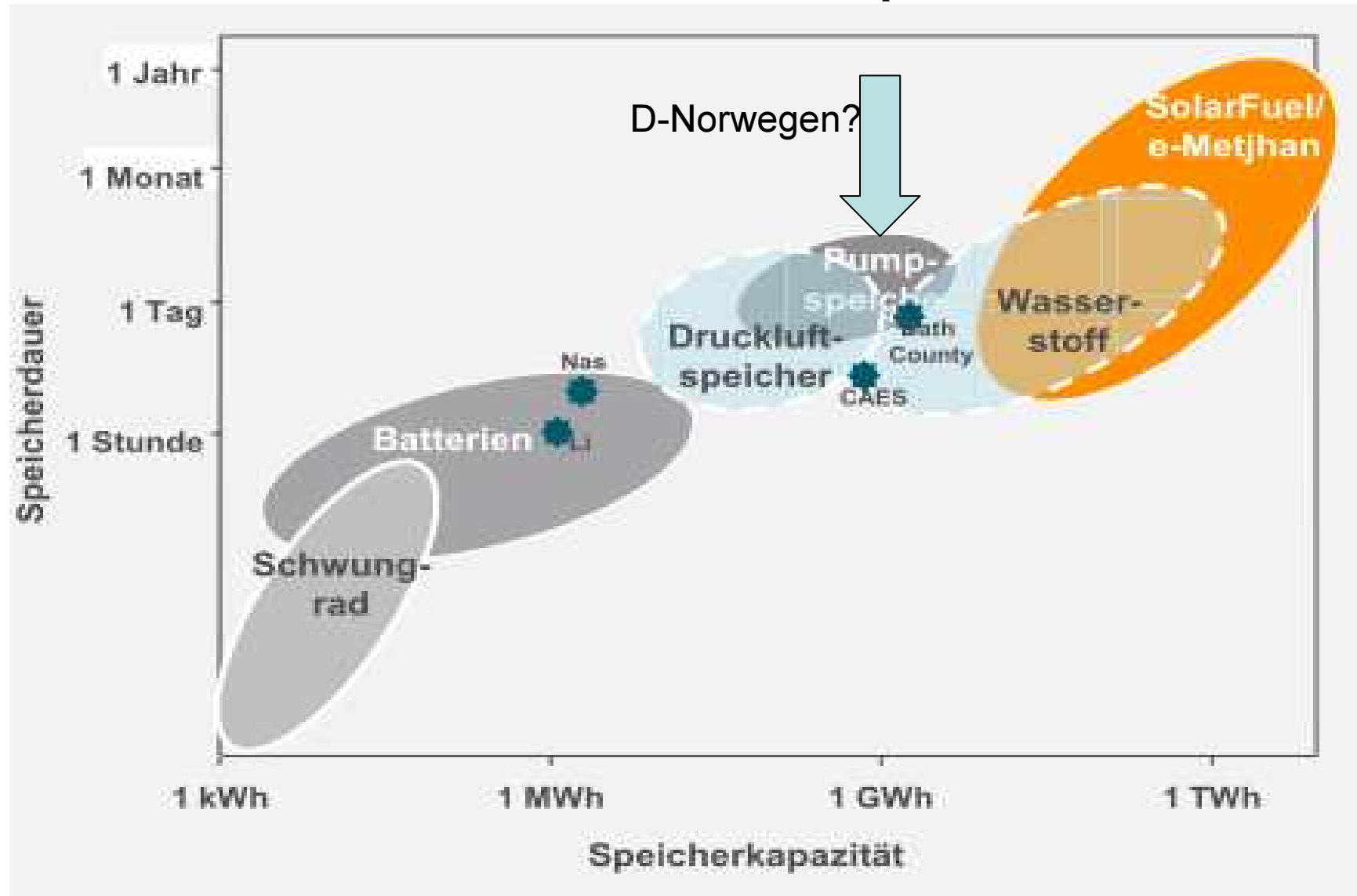


Unsere institutionellen Mitglieder

www.ecotrinoa.de

- **Unsere institutionellen Mitgliedsinstitute, -Vereine & Büros:**
- **Arbeitskreis Wasser des BBU e.V.** www.akwasser.de
- **Allmende-Stiftung** www.kantstiftung.de
- **Badisch-Elsässische Bürgerinitiativen** www.badisch-elsaessische.net
- **Büro für Landschaftskonzepte** www.landschaftskonzepte.de
79286 Glottertal
- **DRAYER-Energietechnik GmbH** www.energieagentur-freiburg.de
- **Energieagentur Regio Freiburg GmbH** www.energy-consulting-meyer.de
- **Energy-Consulting Christian Meyer** www.umweltchemie.org
- **Freiburger Institut für Umweltchemie FIUC e.V.** www.lebensraum.de
- **Hertle Immobilien GmbH** www.innovation-academy.de
- **Innovation Academy e.V.** www.ifpro.de
- **Institut f. Fortbildung Projektmanagement ifpro** www.klimaschutzverein-march.de
- **Klimaschutzverein March e.V.** www.oeko.de
- **Öko-Institut/ Institut für angewandte Ökologie e.V.** www.solarspar.ch
- **SolarSpar** (Verein, Baselland, Schweiz) www.betting-solar-lüftung.de
- **Technische Gebäudeausrüstung Betting** www.atomschutzverband.ch
- **Trinationaler Atomschutzverband TRAS** www.umweltakademie.de
- **Umweltakademie Freiburg**
- weitere Vereine, Unternehmen, Büros in Kooperation mit ECOtrinova e.V. über Privatpersonen als Mitglieder; 121015

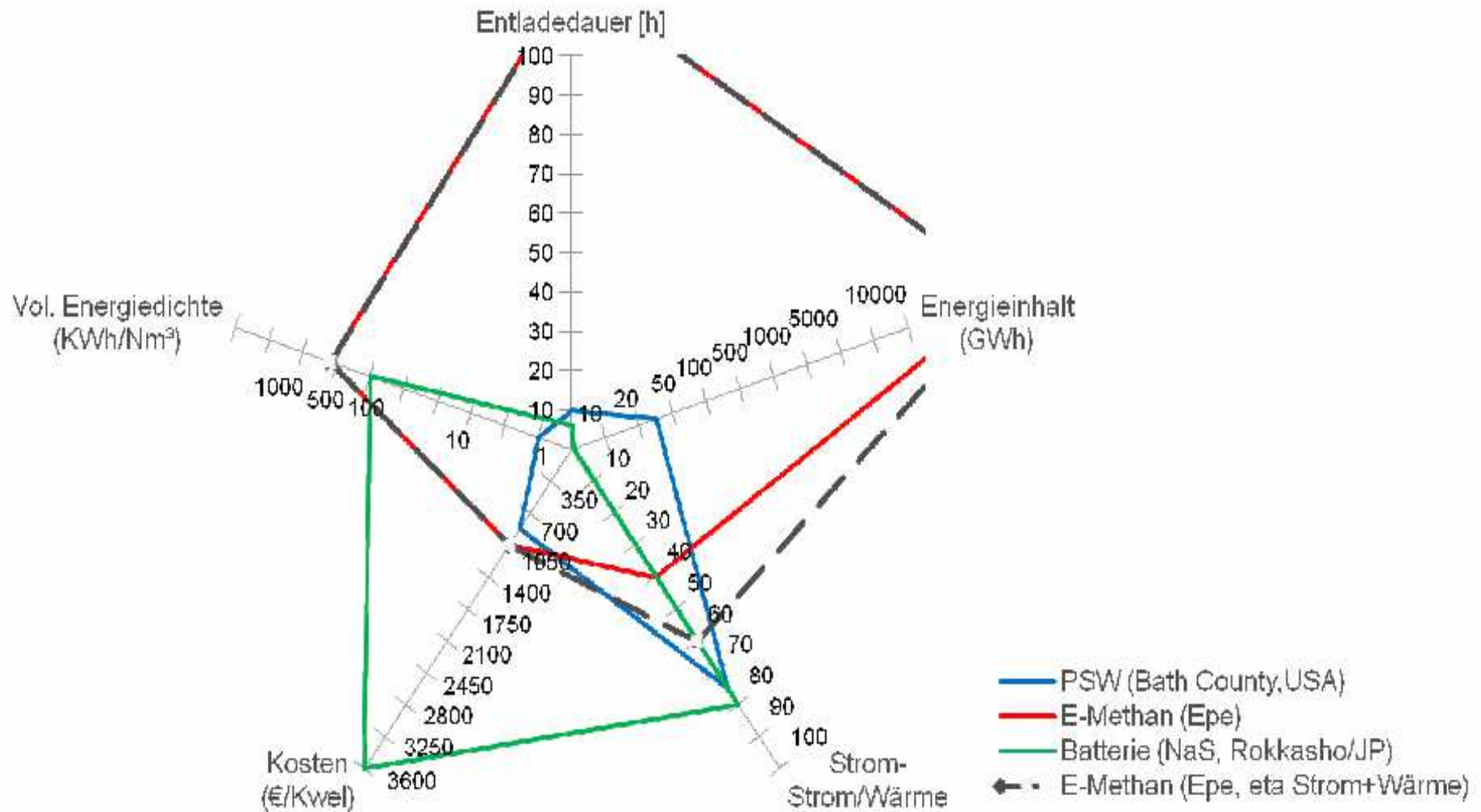
Problem: wie Strom speichern?



Quelle: Rieke, Solar Fuel 2011. Pfeil von G. Löser. Mit „Batterien“ sind Akkus gemeint

ergänzt nach FVEE

Bewertung von Speichertechnologien: Kein Vorteil ohne Nachteil



Das Diagramm zeigt das Verhältniss der einzelnen Eigenschaften

Power to Gas (PTG)

- „Der Begriff Power-to-Gas steht für ein Konzept, bei dem überschüssiger Strom dazu verwendet wird, per Wasserelektrolyse **Wasserstoff** zu produzieren und bei Bedarf in einem zweiten Schritt unter Verwendung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) in synthetisches **Methan** umzuwandeln.
- Als Speicher für dieses Methan und bis zu einem gewissen Volumenanteil auch des elementaren Wasserstoffs könnte die bestehende Erdgasinfrastruktur, also das Gasnetz mit den angeschlossenen Untertagespeichern, verwendet werden.“[\[4\]](#) (BNA, 2012)

„Technisch umgesetzt wurde die Idee dann erstmals Ende des 19. Jahrhunderts, als der dänische Windkraftpionier [Poul la Cour](#) im Jahr 1895 eine Windkraftanlage mit angeschlossenem Elektrolyseur in Betrieb nahm, die Knallgas zur Beleuchtung der Schule in Askov lieferte.[\[6\]](#)“ (M. Heymann 1995)
Wikipedia, 8.5.2015

1912 – 2012 : 100 Jahre Chemie-Nobelpreis für Paul Sabatier

- **Paul Sabatier (Chemiker)**

* 5. November 1854 in Carcassonne;
† 14. August 1941 in Toulouse)
war ein französischer Chemiker.

- Sabatier erhielt 1912 den Nobelpreis für Chemie „für seine Methode, **organische Verbindungen bei Gegenwart fein verteilter Metalle zu hydrieren**, wodurch der Fortschritt der organischen Chemie in den letzten Jahren in hohem Grad gefördert worden ist“.
- Die medizinisch-naturwissenschaftliche Universität von Toulouse („Toulouse III“) trägt seinen Namen.
- Der **Sabatier-Prozess**, ein Methan-Gewinnungsverfahren, wurde nach ihm benannt.



Sabatier-Prozess

Der **Sabatier-Prozess** oder die **Sabatier-Reaktion**, benannt nach dem französischen Chemiker [Paul Sabatier](#), beschreibt eine [chemische Reaktion](#) bei der [Kohlendioxid](#) und [Wasserstoff](#) in [Methan](#) und [Wasser](#) umgewandelt wird.

Inhaltsverzeichnis [\[Verbergen\]](#)

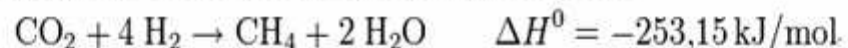
- 1 [Reaktion](#)
- 2 [Lebenserhaltende Systeme von Raumfahrzeugen und Raumstationen](#)
- 3 [Herstellung von Raketentreibstoff auf dem Mars](#)
- 4 [Umwandlung von Strom](#)
- 5 [Weblinks](#)
- 6 [Quellen](#)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Sabatier-Prozess>

3.5.2012

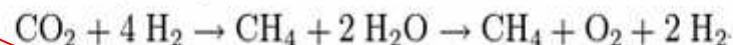
Reaktion [\[Bearbeiten\]](#)

Die Reaktion wird durch folgende Reaktionsgleichung beschrieben:



Bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck läuft die Reaktion unter Verwendung eines [Nickel-Katalysators](#) ab, effektiver ist die Verwendung von [Ruthenium](#) auf einem [Aluminiumoxid](#)-Substrat. Oft ist auch ein Sabatier-Prozess in Verbindung mit einer nachgeschalteten [Wasserstoff-Elektrolyse](#) technisch relevant, da sich so [Methan](#) und [Sauerstoff](#) erzeugen lassen.

Die Reaktionsgleichung lautet dann



Lebenserhaltende Systeme von Raumfahrzeugen und Raumstationen [\[Bearbeiten\]](#)

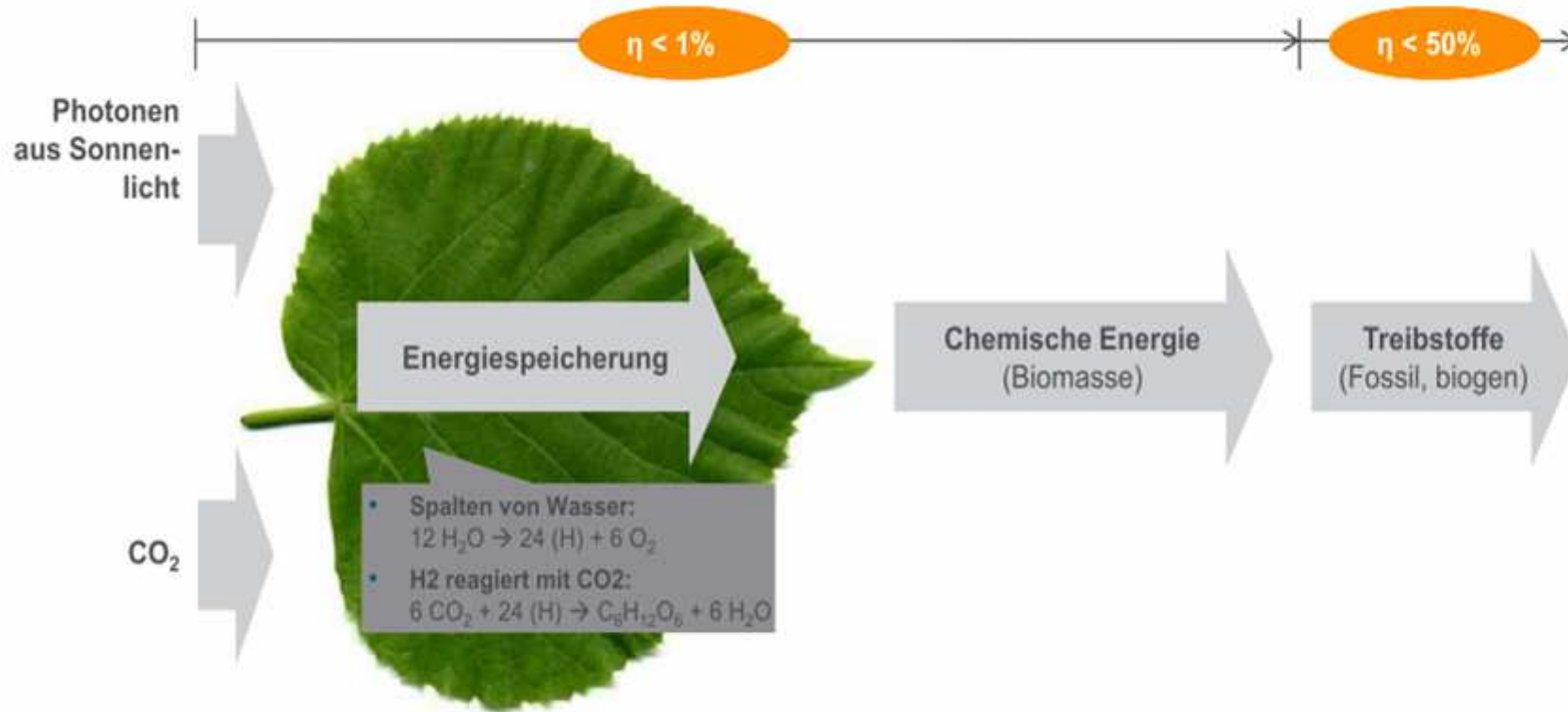
Zurzeit wird auf der [Internationalen Raumstation](#) Sauerstoff aus der Elektrolyse von Wasser gewonnen. Hierbei wird der überschüssige Wasserstoff ins All entlassen. Bei dem Verbrauch des Sauerstoffes durch die Astronauten wird [Kohlenstoffdioxid](#) frei, welches chemisch gebunden wird und so dem Prozess entnommen wird. Diese Lösung setzt voraus, dass regelmäßig große Mengen an Wasser zur ISS transportiert werden, welche dann zur Sauerstoffgewinnung, aber auch für den Verzehr, Hygiene und Weiteres verwendet werden. Bei der Planung zukünftiger, längerer Missionen und zur Verringerung des Wasserbedarfs werden Alternativen zu dem bisherigen Konzept untersucht.

Beispielsweise erforscht die [NASA](#) zur Zeit die Anwendung einer Sabatier-Reaktion, um das Wasser aus dem ausgeatmeten CO_2 zurückzugewinnen. Das zusätzliche Produkt, Methan, würde vermutlich ins All entlassen. Da die Hälfte des benötigten Wasserstoffes in Form von Methan verloren gehen würde, müsste Wasserstoff in regelmäßigen Abständen nachgeliefert werden. Dennoch würde so der Kreislauf deutlich besser geschlossen, und entsprechend wenig Wasserstoff im Vergleich zum bisherigen Prozess, der das deutlich schwerere Wasser verwendet, benötigt.

Die Reaktionsgleichungen des Prozesses stellen sich wie folgt dar:

Bei der Herstellung von Treibstoffen aus Sonnenenergie ist die Natur der Benchmark für SolarFuel

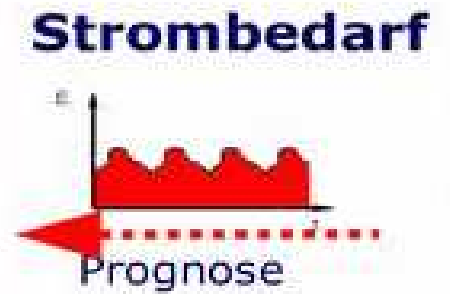
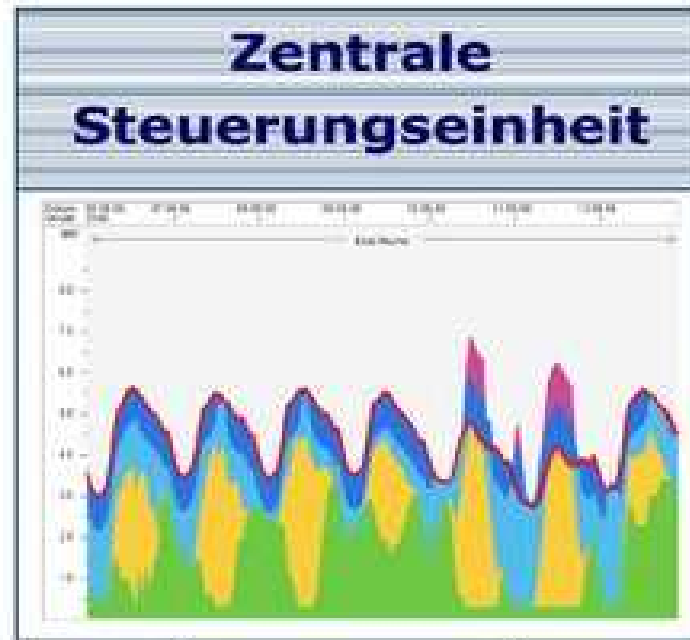
Photon-to-fuel Prozess



Der Wirkungsgrad $\eta_{\text{Photon-to-fuel}}$ bei Verwendung von Biomasse zur Treibstoffherzeugung ist kleiner als $\eta = 0,5$ Prozent

www.kombikraftwerk.de

D 1:10.000 2006



Fahrplan

Fahrplan



Erdgas aus Strom - ZDF Umwelt

www.youtube.com/watch?v=qg9hbhghAo&feature=r

InfoVideoWelt



Abonnieren

54 Videos

The video player shows a man in a dark suit and striped tie speaking. Behind him is a large monitor displaying a Fraunhofer chart. The chart is a stacked area chart showing power generation in GW over a meteorological year in 2007. The y-axis is labeled 'Leistung in GW' and ranges from 0 to 120. The x-axis is labeled 'Datum (meteorologisches Jahr 2007)'. The chart shows a significant peak in power generation during the winter months, primarily driven by coal and gas. The legend on the right includes: Braunkohle & Bst., G. Erzeugung aus Kohle, Erdgas, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse, and Erneuerliche. The monitor also displays logos for Fraunhofer, SAMSUNG, and SIMULATION KOM.

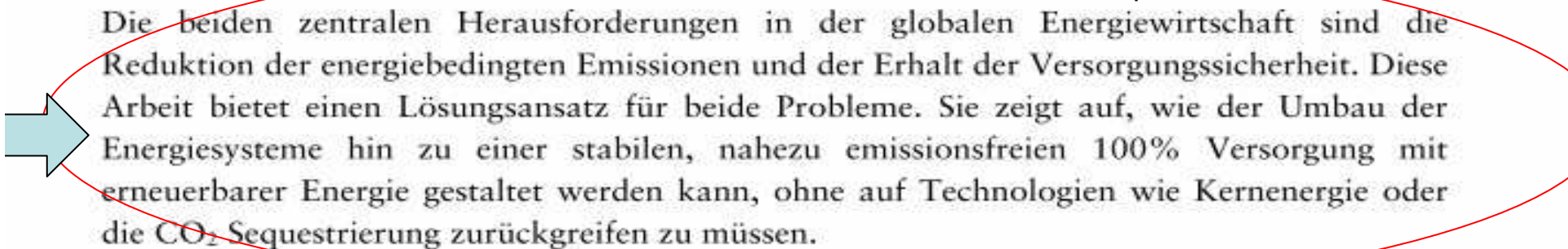


1:38 / 5:07

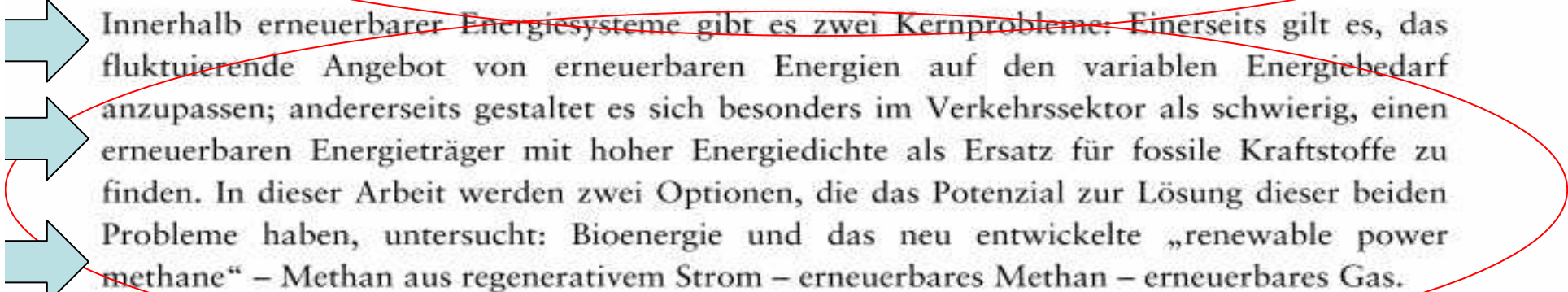


Zusammenfassung

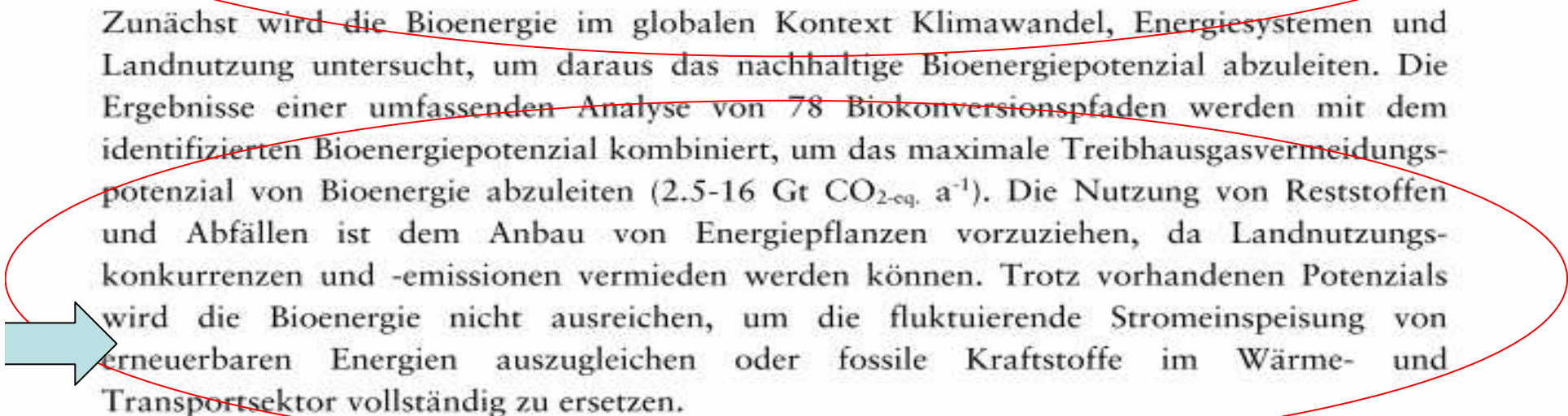
aus: Dissertation Michael Sterner, an Universität Kassel, Sept. 2009



Die beiden zentralen Herausforderungen in der globalen Energiewirtschaft sind die Reduktion der energiebedingten Emissionen und der Erhalt der Versorgungssicherheit. Diese Arbeit bietet einen Lösungsansatz für beide Probleme. Sie zeigt auf, wie der Umbau der Energiesysteme hin zu einer stabilen, nahezu emissionsfreien 100% Versorgung mit erneuerbarer Energie gestaltet werden kann, ohne auf Technologien wie Kernenergie oder die CO₂-Sequestrierung zurückgreifen zu müssen.



Innerhalb erneuerbarer Energiesysteme gibt es zwei Kernprobleme: Einerseits gilt es, das fluktuierende Angebot von erneuerbaren Energien auf den variablen Energiebedarf anzupassen; andererseits gestaltet es sich besonders im Verkehrssektor als schwierig, einen erneuerbaren Energieträger mit hoher Energiedichte als Ersatz für fossile Kraftstoffe zu finden. In dieser Arbeit werden zwei Optionen, die das Potenzial zur Lösung dieser beiden Probleme haben, untersucht: Bioenergie und das neu entwickelte „renewable power methane“ – Methan aus regenerativem Strom – erneuerbares Methan – erneuerbares Gas.



Zunächst wird die Bioenergie im globalen Kontext Klimawandel, Energiesystemen und Landnutzung untersucht, um daraus das nachhaltige Bioenergiepotenzial abzuleiten. Die Ergebnisse einer umfassenden Analyse von 78 Biokonversionspfaden werden mit dem identifizierten Bioenergiepotenzial kombiniert, um das maximale Treibhausgasvermeidungspotenzial von Bioenergie abzuleiten (2.5-16 Gt CO₂-eq. a⁻¹). Die Nutzung von Reststoffen und Abfällen ist dem Anbau von Energiepflanzen vorzuziehen, da Landnutzungs-konkurrenzen und -emissionen vermieden werden können. Trotz vorhandenen Potenzials wird die Bioenergie nicht ausreichen, um die fluktuierende Stromeinspeisung von erneuerbaren Energien auszugleichen oder fossile Kraftstoffe im Wärme- und Transportsektor vollständig zu ersetzen.

und Abfällen ist dem Anbau von Energiepflanzen vorzuziehen, da Landnutzungs-konkurrenzen und -emissionen vermieden werden können. Trotz vorhandenen Potenzials wird die Bioenergie nicht ausreichen, um die fluktuierende Stromeinspeisung von erneuerbaren Energien auszugleichen oder fossile Kraftstoffe im Wärme- und Transportsektor vollständig zu ersetzen.

Um diesen Engpass zu lösen, wurde ein neuer Ansatz zur Stromspeicherung entworfen, in dem regenerativer Strom über Wasserstoff und einer CO₂-Methanisierung zu einem Erdgassubstitut umgewandelt wird. So kann erneuerbarer Strom im Erdgasnetz gespeichert und räumlich-zeitlich flexibel als Regel- und Reserveenergie, aber auch im Fernverkehr eingesetzt werden. Wird das CO₂ aus der Luft gewonnen, kann ein klimaneutrales, erneuerbares 'Erdgas' aus Wasser, Luft und regenerativem Strom praktisch überall auf der Welt hergestellt werden, was die Importabhängigkeit von fossiler Energie erheblich reduziert. Mit dem neuen Konzept kann CO₂ im Energiesystem rezykliert oder eingelagert werden, was eine Kohlenstoffsенke schafft.

Durch den Ausbau und die Integration der Energienetze (Strom, Wärme, Gas) wird eine 100% erneuerbare Energieversorgung und die Senkung der energiebedingten Emissionen um 95% möglich. Verschiedene Strukturen von 100% erneuerbaren Energiesystemen werden entworfen und eine rein erneuerbare Stromversorgung für das Jahr 2050 mit stündlicher Auflösung simuliert. Abschließend wird die Rolle einer solchen Transformation im Klimaschutz diskutiert. Die skizzierte Transformation des Energiesystems muss bis 2050 erfolgen, um die globale Erwärmung langfristig annähernd auf 2°C zu begrenzen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, muss die Transformation heute beginnen.

IV

Es gibt nichts Gutes, außer man tut es !

Gezeigt im Samstags-Forum Regio Freiburg, 8.Mai 2010,
Schirmherrin Umweltbürgermeisterin Stuchlik anwesend:



Presseinformation 06/2010

Stuttgart, 26. April 2010

Ökostrom als Erdgas speichern

Konsortium gelingt Durchbruch bei der Energieumwandlung

Deutsch-österreichische Kooperation verwandelt Strom erfolgreich in Erdgassubstitut. So könnte künftig Überschussstrom etwa aus Windkraft und Photovoltaik gespeichert und in der vorhandenen Erdgasinfrastruktur genutzt werden.

Zentrum für Sonnenenergie-
und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

Standort Stuttgart:
Industriestr. 6, 70565 Stuttgart



setzt. Dezentral erzeugter regenerativer Strom wird auf diese Weise in einen CO₂-neutralen Energieträger mit hoher Energiedichte umgewandelt. Erfolgt die Rückverstromung von EE-Methan dezentral in wärmegeführten BHKW, können der Nutzungs-

Der entscheidende Vorteil gegenüber reinen Wasserstoffkonzepten ist die Nutzung der bestehenden Infrastruktur wie Gasnetze, Gasspeicher und Endverbrauchergeräte. Technologien für Erdgas sind

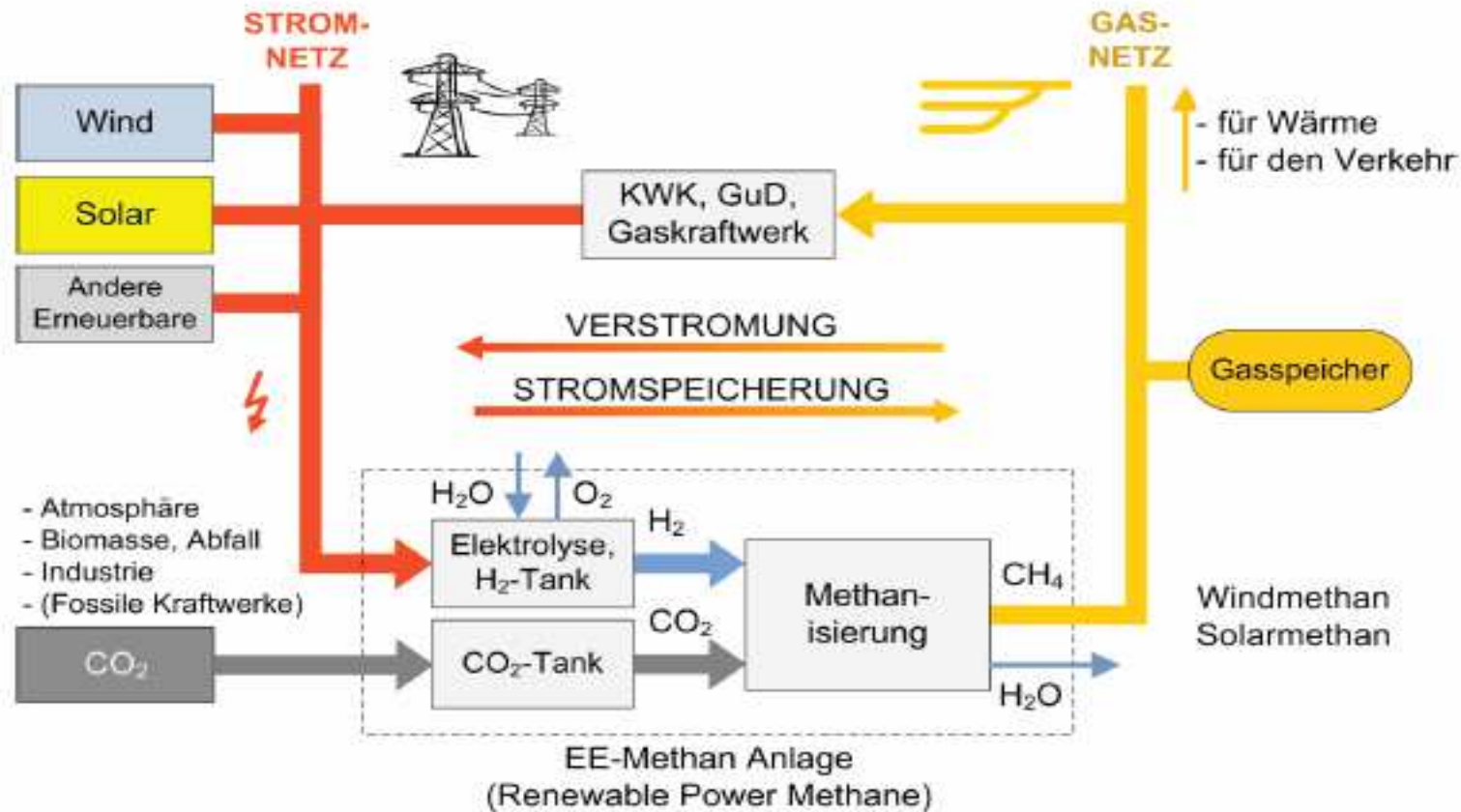
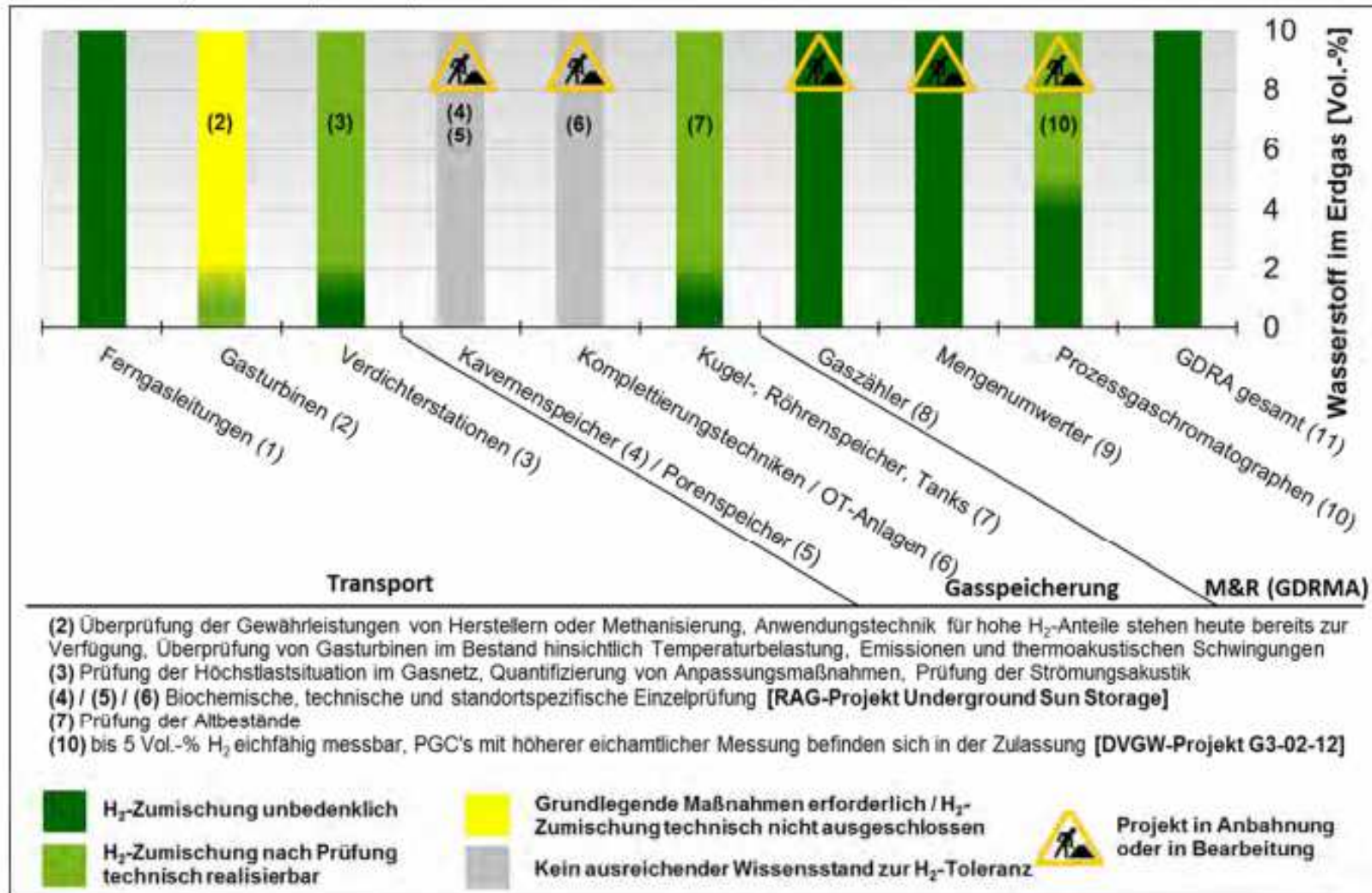


Abbildung 3: Das integrative Konzept „EE-Methan“ zur Speicherung von Wind- und Solarstrom. Quelle: Sterner, 2009, <http://www.upress.uni-kassel.de/publi/abstract.php?978-3-89958-798-2>; Specht et al, 2010. GuD = Gas- und Dampfkraftwerke; KWK = Kraft-Wärme-Kopplung

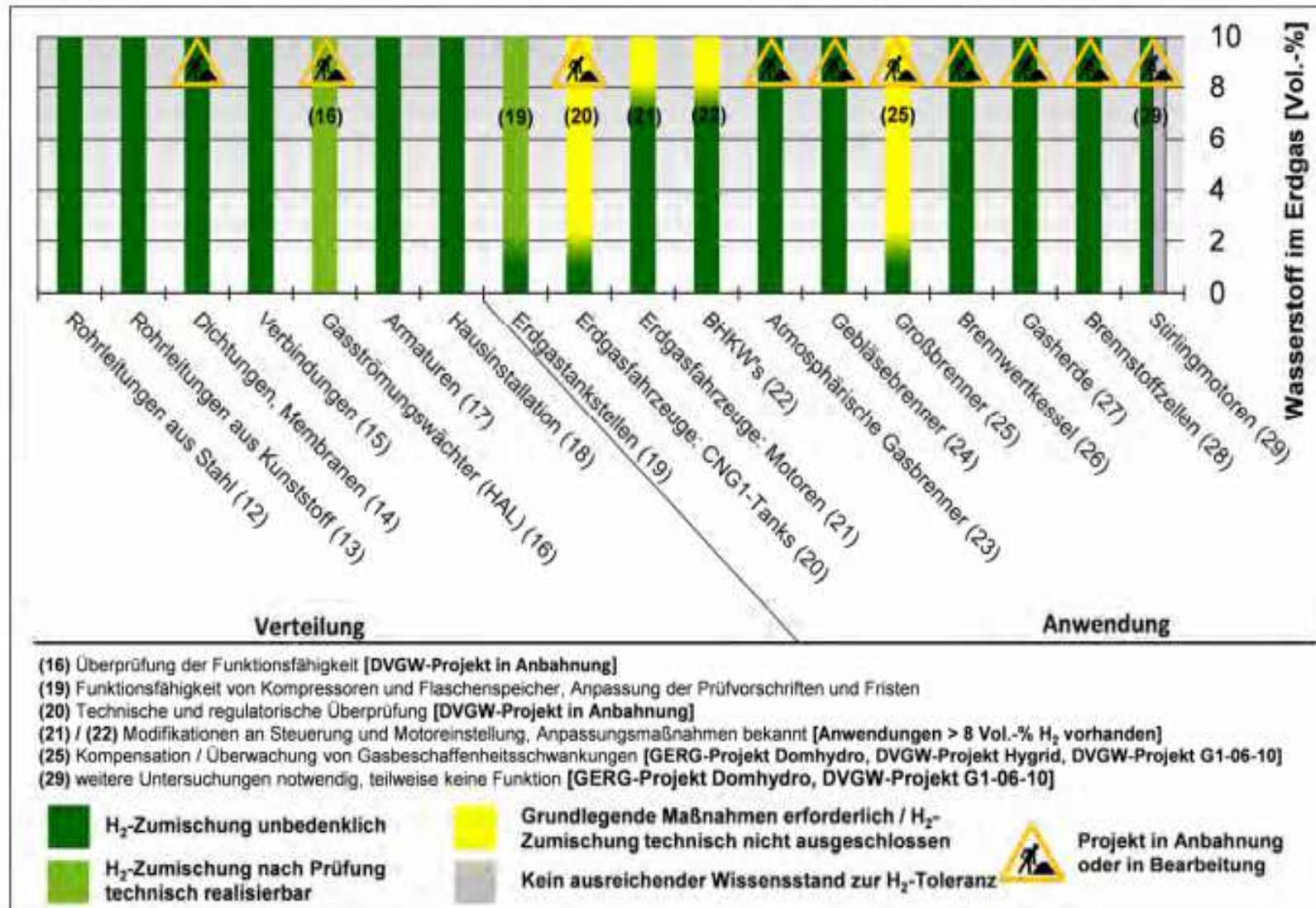
PTG: Wasserstoff

- Durch die **Umwandlung von regenerativ erzeugtem Strom in Gas** können erneuerbare Energien in chemischer Form langfristig und in großen Mengen gespeichert werden.
- Zentrale Komponente des Power-to-Gas-Ansatzes sind Wasser-**Elektrolyseure**, die mittels Strom aus Wasser elektrochemisch Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen.
- **Wasserstoff** ist ein vielseitiger Energieträger, der auf unterschiedliche Weise in das Energiesystem integriert werden kann, wie z.B.
 - als Kraftstoff für eine nachhaltige **Mobilität**,
 - in Kraftwerken zur Erzeugung von **Strom**,
 - als **Brennstoff** für thermische Anwendungen oder
 - als **Ausgangsstoff** in der chemischen Industrie (s.a. **Power-to-Liquid**)

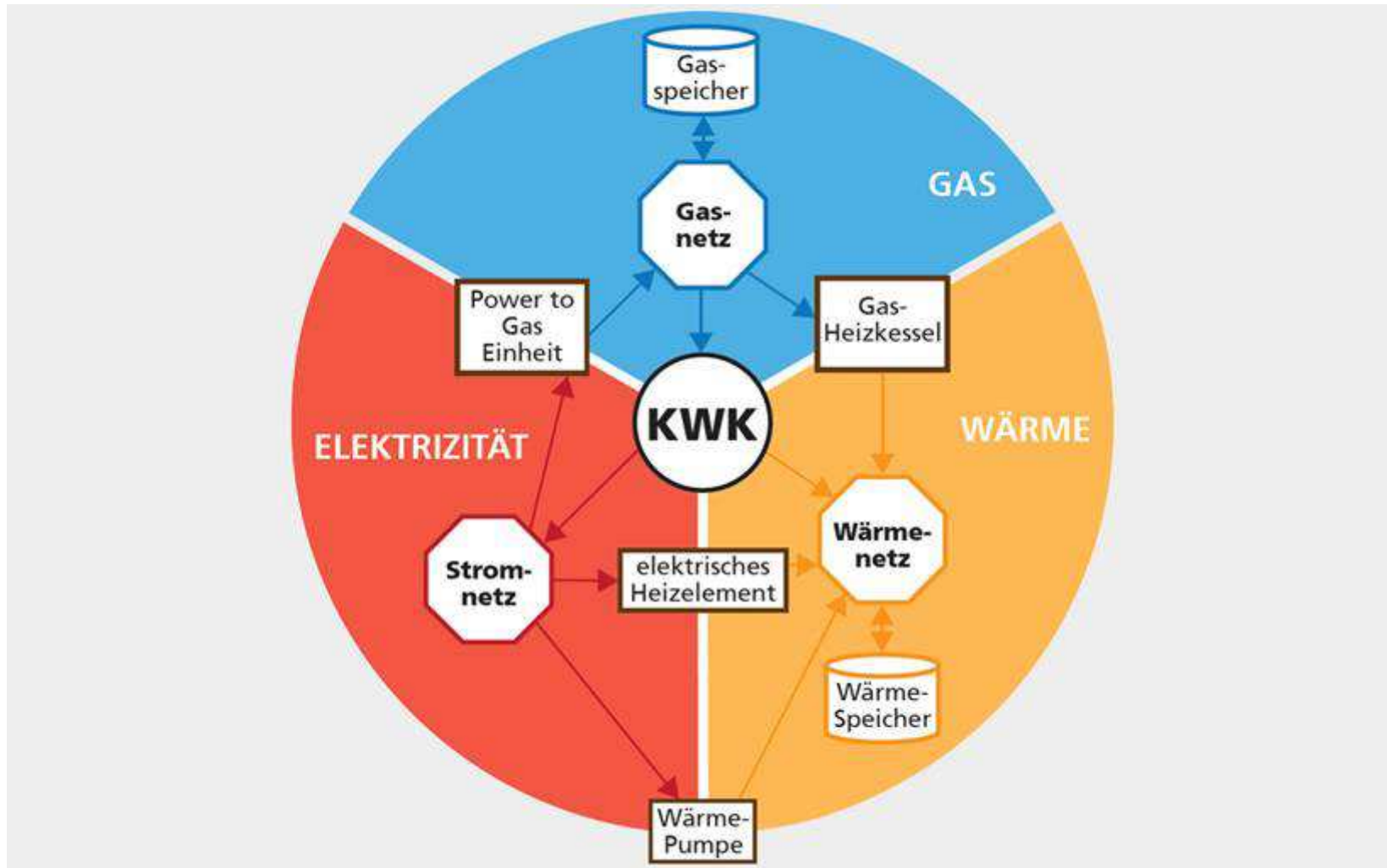
Anlage 4 Überblicksmatrix Wasserstoff-Toleranz bis 10 Vol.-%: Transport, Gasspeicherung sowie Mess- und Regeltechnik (GDRMA)



Anlage 5 Überblicksmatrix Wasserstoff-Toleranz bis 10 Vol.-%: Verteilung und Anwendung



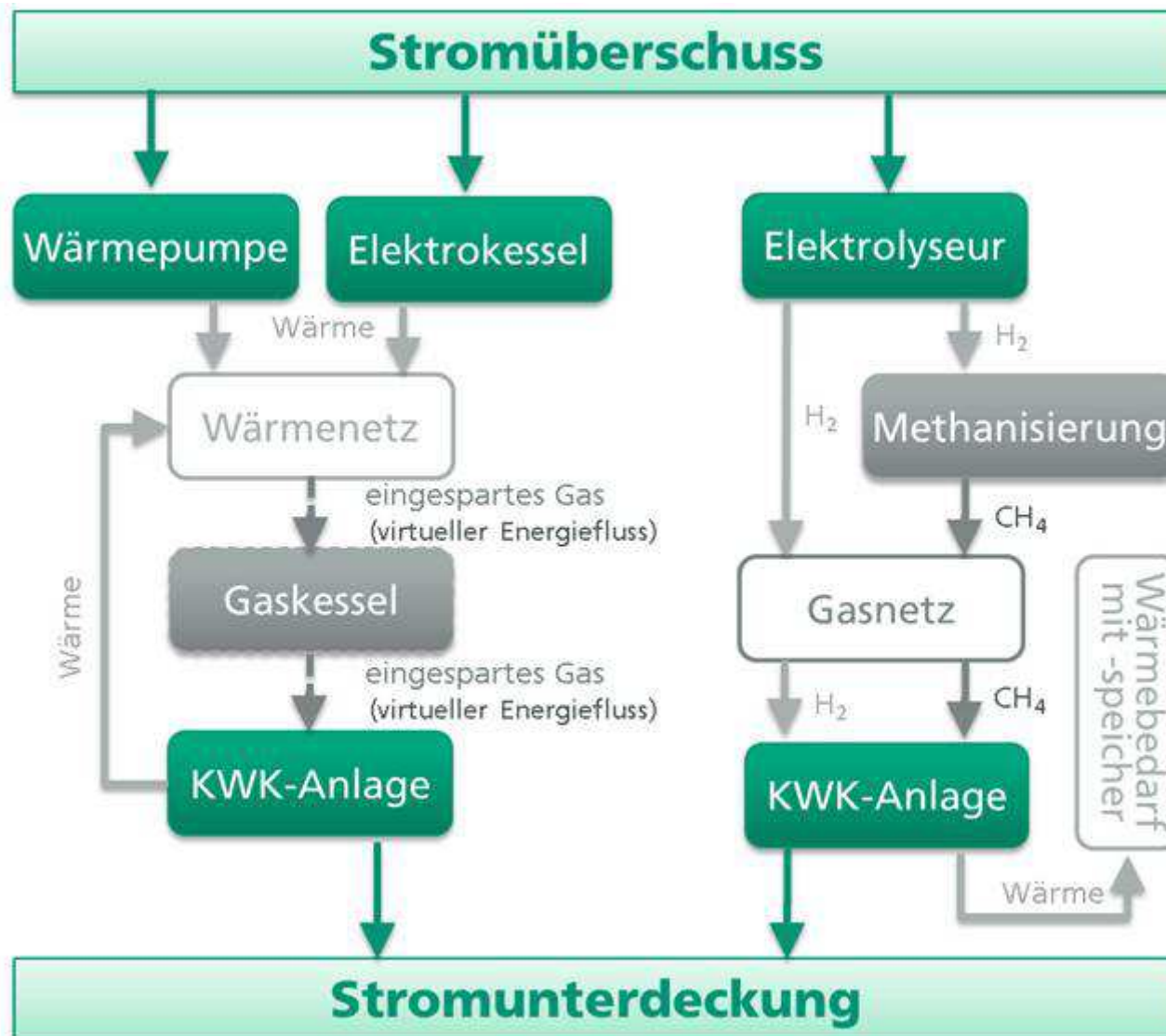
KWK: zentrale Rolle bei der Energiewende



mögliche Interaktionen innerhalb des Projektes Multi-Grid-Storage zwischen den Energiesektoren,

Auswahl wichtiger Umwandlungstechnologien. © Fraunhofer IFAM

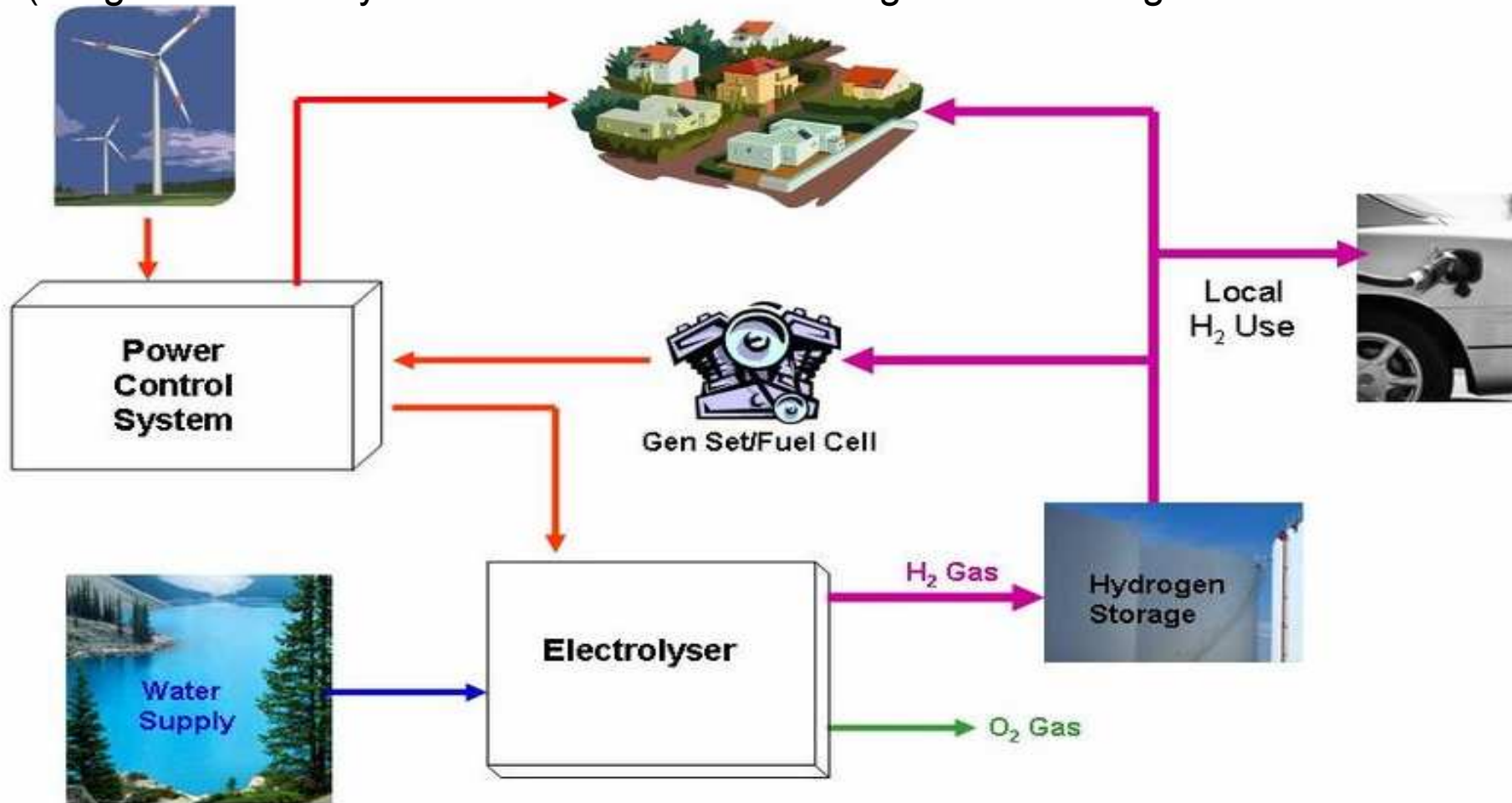
See more at: http://www.bine.info/index.php?id=39&no_cache=1&typ=30&artikel=2929&cHash=5f189daeb094dceffbc0d2afd107807c#sthash.q5P8g8nE.dpuf
http://www.bine.info/index.php?id=39&no_cache=1&typ=30&artikel=2929&cHash=5f189daeb094dceffbc0d2afd107807c



Zu sehen ist die Verknüpfung der Energiewandler zu den sogenannten Speicherketten.
 © Fraunhofer IFAM

Unrealistische Vision oder konkrete Utopie?

Schematische Darstellung eines Wind-zu-Gas-Hybridkraftwerkes
(integrierte elektrolytische Wasserstoffherstellung ohne nachfolgende Methanisierung)



<http://de.wikipedia.org/wiki/EE-Gas> (gemeinfrei, 2007) 4.5.2012

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Wind_hydrogen.JPG&filetimestamp=20090711065358

- Neue Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme
 - **Ohne Power-to-Gas wird es teurer**

**Ausbau senkt Kosten der Volkswirtschaft
um viele Milliarden Euro/Jahr.**

- „... bei einer weitgehenden Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen die jährlichen Gesamtkosten des deutschen Energiesystems um einen hohen zweistelligen Milliardenbetrag pro Jahr niedriger ausfallen, wird die Speichertechnologie künftig entsprechend ausgebaut.“
- Das Simulations-Modell von Prof. Hans-Martin Henning et al./ISE liefert Grundlagen für den Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung (2016)

Power-to-Gas erleichtert, die Klimaschutz-Ziele ohne drastische Kostensteigerungen zu erreichen.

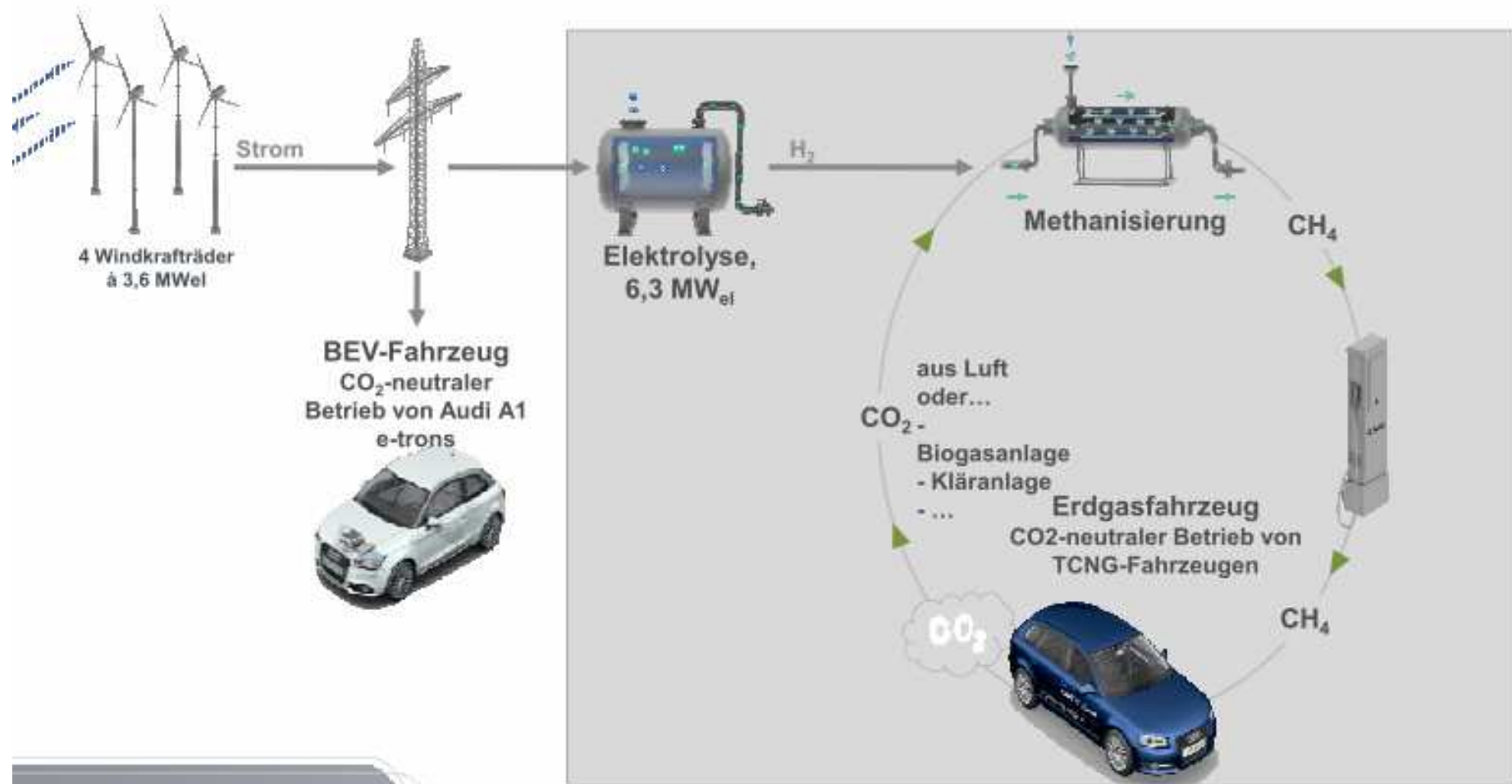
Power-to-Gas erhöht die Energiekosten nicht, sondern senkt sie.

Power-to-Gas-Speicherverfahren kann neue

Stromtrassen überflüssig machen It. MAN-Vorstandssprecher

- „Die PtG-Technologie könne der Energiewende "einen Schub geben",
- Mit überschüssigem Strom erzeugtes synthetisches Erdgas könne - genau wie fossiles Erdgas über das bestehende Versorgungsnetz transportiert und in Haushalten, Autos und Bussen eingesetzt werden. Alternativ sei die Rückwandlung zu Strom in Gas- oder Blockheizkraftwerken möglich.
- **Damit könne diese Technologie den Bedarf an neuen Stromtrassen für die Energiewende reduzieren** und die Akzeptanz des Großprojekts in der Bevölkerung sichern,
- Darüber hinaus könne die PtG-Technologie ein Kernproblem der Energiewende lösen, indem sie Strom speicherfähig mache und damit Erzeugung und Verbrauch von Energie entkoppele. (...)
- **Damit kann PtG (...) einen sehr wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten.“**
- **Ch. Meyer, 25.4.2014, Samstags-Forum Regio Freiburg:
Transportkapazität: 1 HD-Gasleitung = 21 Höchstspannungsleitungen**

CO₂-Neutralität für e-tron und TCNG



Audi balanced mobility



Vorsprung durch Technik



Klimaschutzpotential von erneuerbarem Wasserstoff und Methan

- „Die Power-to-Gas-Technologie, mit der überschüssiger Ökostrom durch Elektrolyse in Wasserstoff bzw. anschließend synthetisches Methan umgewandelt werden kann, **erweitert die Möglichkeiten eines effektiven Klimaschutzes** und stellt die Transformation des deutschen Energiesystems auf eine sicherere Basis.
- Power-to-Gas bildet eine Brücke vom Stromsektor in den Wärme- und Transportsektor. **Dies ermöglicht den nicht-elektrischen Sektoren Zugriff auf die vergleichsweise günstigen Klimaschutzpotentiale des Stromsektors.**
- Das durch Power-to-Gas bereitgestellte Gas wird deshalb nur zu einem kleineren Anteil in den Stromsektor zurückgeführt.
- Für die Methanisierung kann CO₂ in ausreichendem Maße von Biogasanlagen bereitgestellt werden.
- Power-to-Gas stellt auf diese Weise in einem Teil des Energiesystems einen **geschlossenen CO₂-Kreislauf** für die nachhaltige Dekarbonisierung der Energieversorgung zur Verfügung: **Carbon Capture and Cycling (CCC).**“

Tabelle 13: Übersicht über einige Konzepte zur Methanisierung [54 - 57, 64]

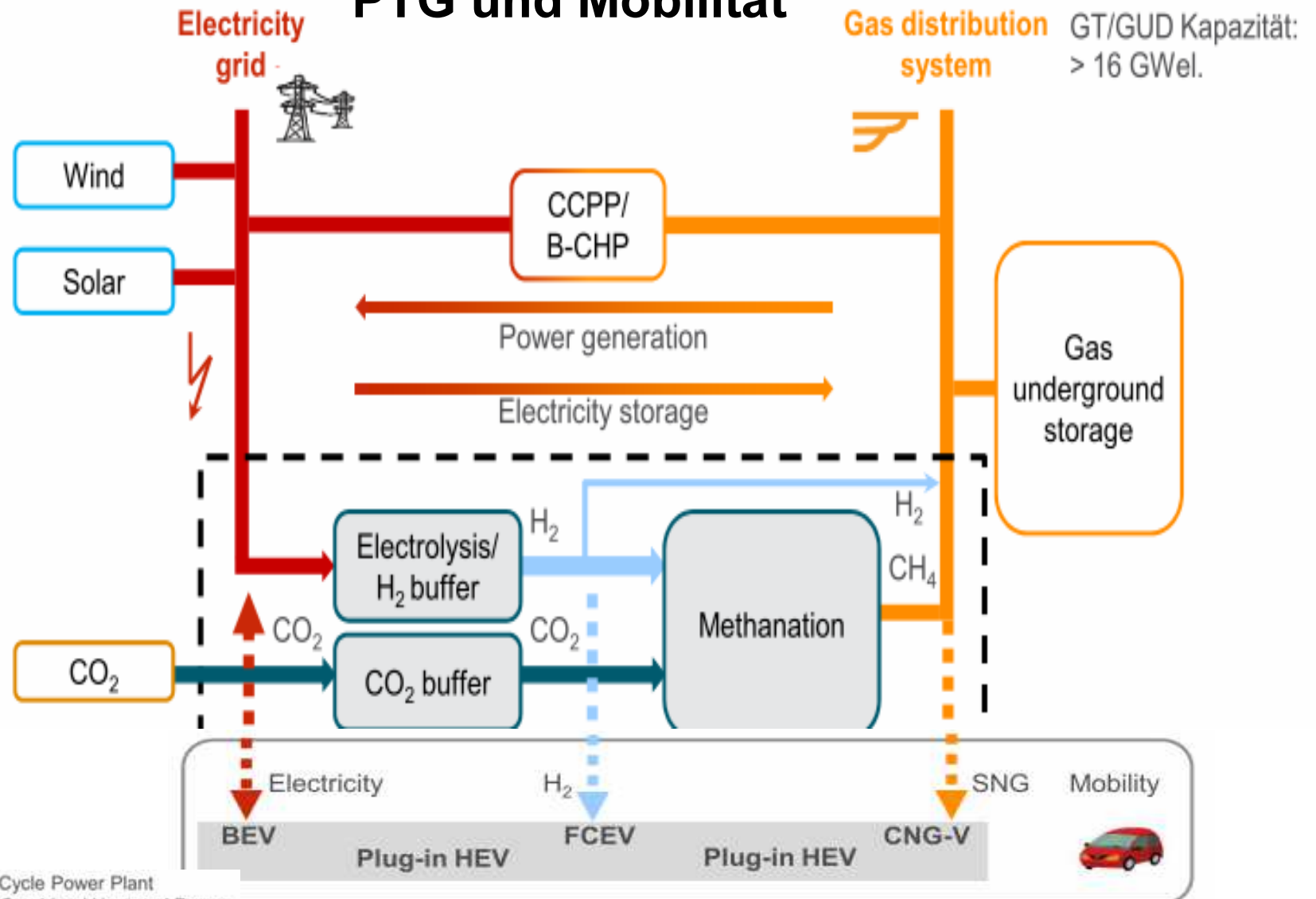
Name	TREMP	Lurgi/Sasol	Comflux	LPM	Werlte
Entwickler	Haldor Topsøe	Lurgi	Thyssengas/ EBI (PSI)	Chem. Systems	MAN
Reaktortyp	ad. FB	ad. FB	WS	3PM	Wandge- kühltes FB
Stufen	3	2	1	1	1
p in bar	30	18	20 – 60	70	< 10
T in °C	300 – 700	bis 450	bis 550	340	200 – 550
Jahr	1979	1974	1980 (2004)	1976	2014

Neues Power-to-Gas-Verfahren (Schwandorf/Oberpfalz)

Elektrolyse direkt in der Biogasanlage

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 20.9.2013 www.scinexx.de/business-16678-2013-09-20.html
- „Die MicrobEnergy GmbH entwickelt mit Unterstützung des BMELV **ein direkt im Fermenter ablaufendes Power-to-Gas-Verfahren**. Dabei wird der **Kohlendioxidanteil des Biogases und im Fermenter erzeugter Elektrolysewasserstoff in zusätzliches Methan umgewandelt**. Das Verfahren hat nicht nur das Potenzial, die Produktion des wertvollen Energieträgers Methan zu erhöhen. Es trägt auch dazu bei, **überschüssigen Strom** aus fluktuierenden erneuerbaren Quellen wie Sonne und Wind **speicherbar zu machen (...)**
- Mikroorganismen wandeln in der Biogasanlage Kohlenstoffverbindungen aus Biomasse in Methan um. Dafür benötigen sie Wasserstoff, der ihnen über die zuvor abgelaufenen Prozessschritte zur Verfügung steht. **Das Problem:** Der Wasserstoff „reicht“ nicht für eine vollständige Methanisierung der Biomasse, das Biogasgemisch besteht am Ende zu höchstens drei Viertel aus Methan, der Rest sind Kohlendioxid, Wasserdampf und diverse Spurengase. **Könnte man zusätzlichen Wasserstoff in die Biogasanlage einschleusen, ließe sich mehr Methan erzeugen.** Hier setzen die Forscher der MicrobEnergy GmbH mit ihrem Vorhaben „BioCharge“ an. Sie wollen Wasserstoff über eine Elektrolyse direkt im Fermenter erzeugen. Erste Laborversuche konnten zeigen, dass die **Mikroorganismen zusätzlichen Wasserstoff sofort zur Methanisierung des vorhandenen CO2 nutzen** und der Biogasprozess dabei nicht zum Erliegen kommt.
- **Die Methanausbeute ließ sich so auf bis zu 95 Prozent steigern.“**

PTG und Mobilität

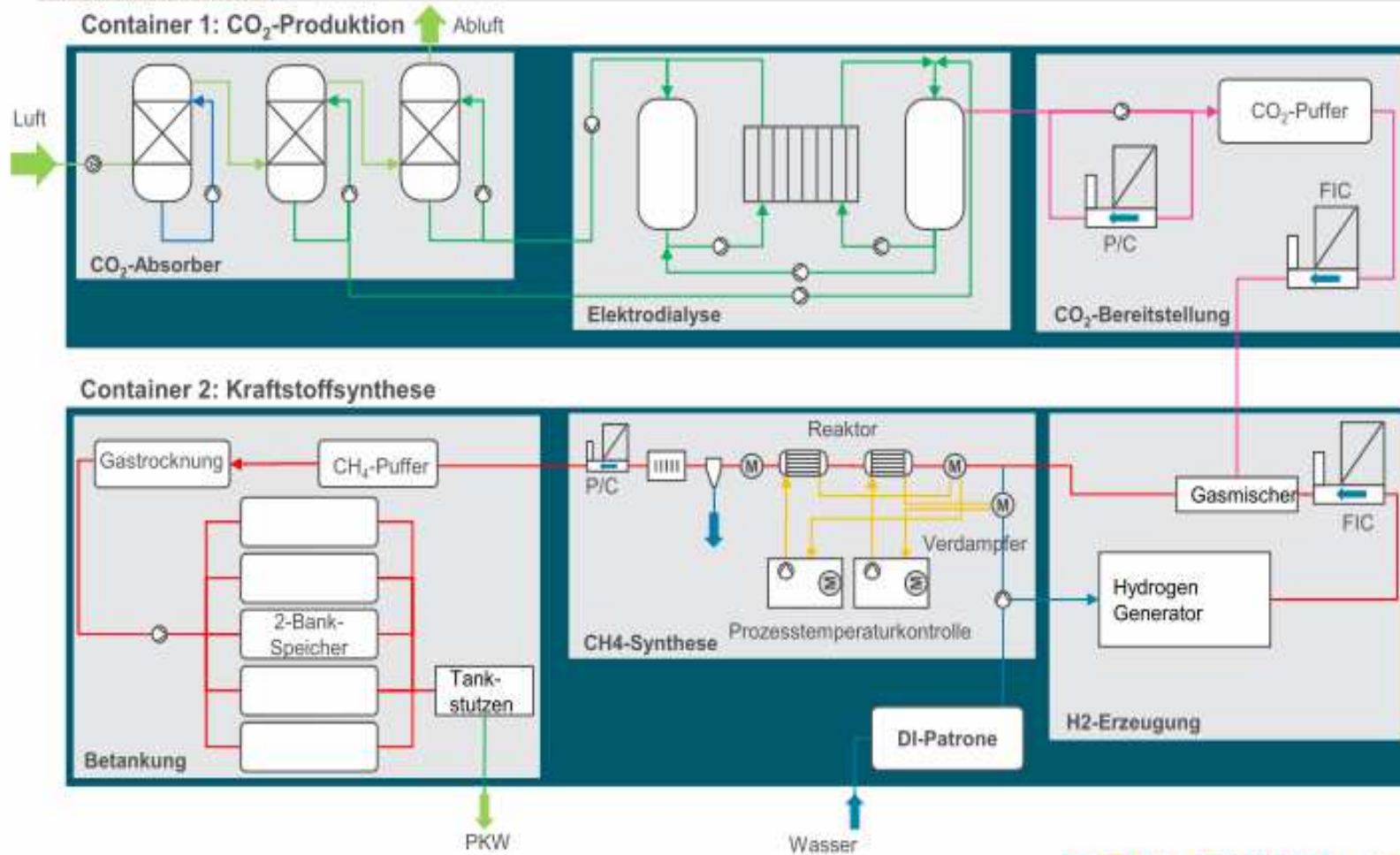


CCPP: Combined Cycle Power Plant
 B-CHP: Block-type Combined Heat and Power
 BEV: Battery Electric Vehicle
 FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle
 CNG-V: Compressed Natural Gas Vehicle
 Plug-in HEV: Plug-In Hybrid Electric Vehicle

Die α -Anlage erzeugt in zwei Containern ein normgerechtes, synthetisches Erdgas nach DVGW G260/262

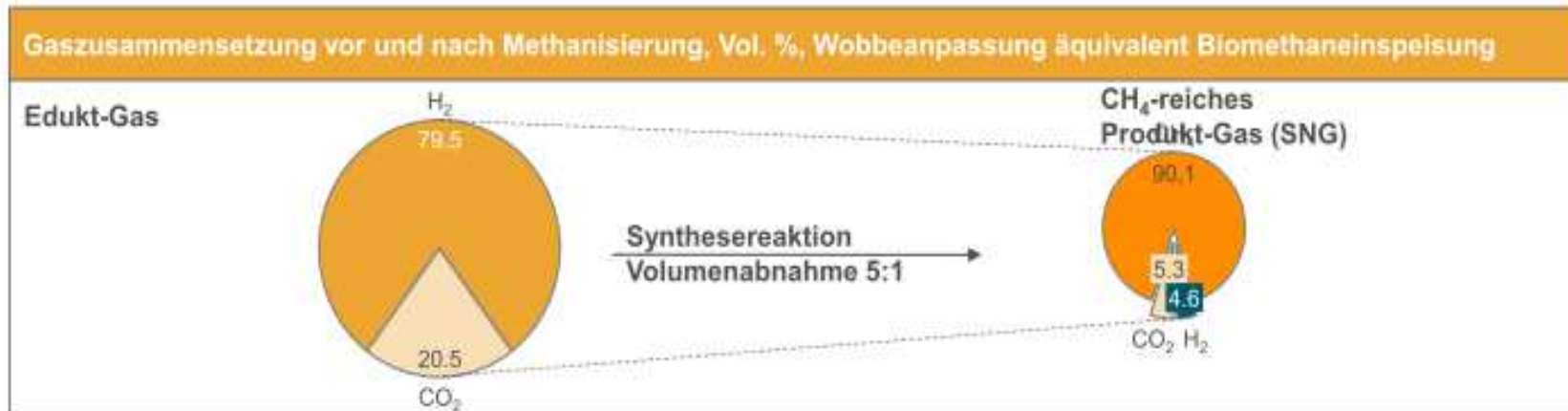
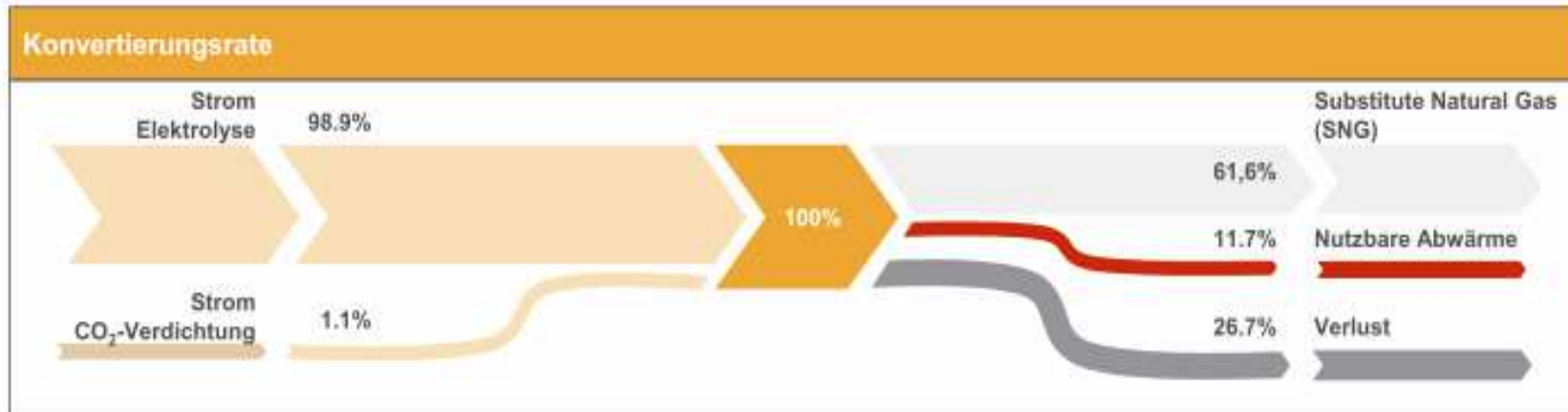
2011 ZSW 250 kW

Verfahrensschema



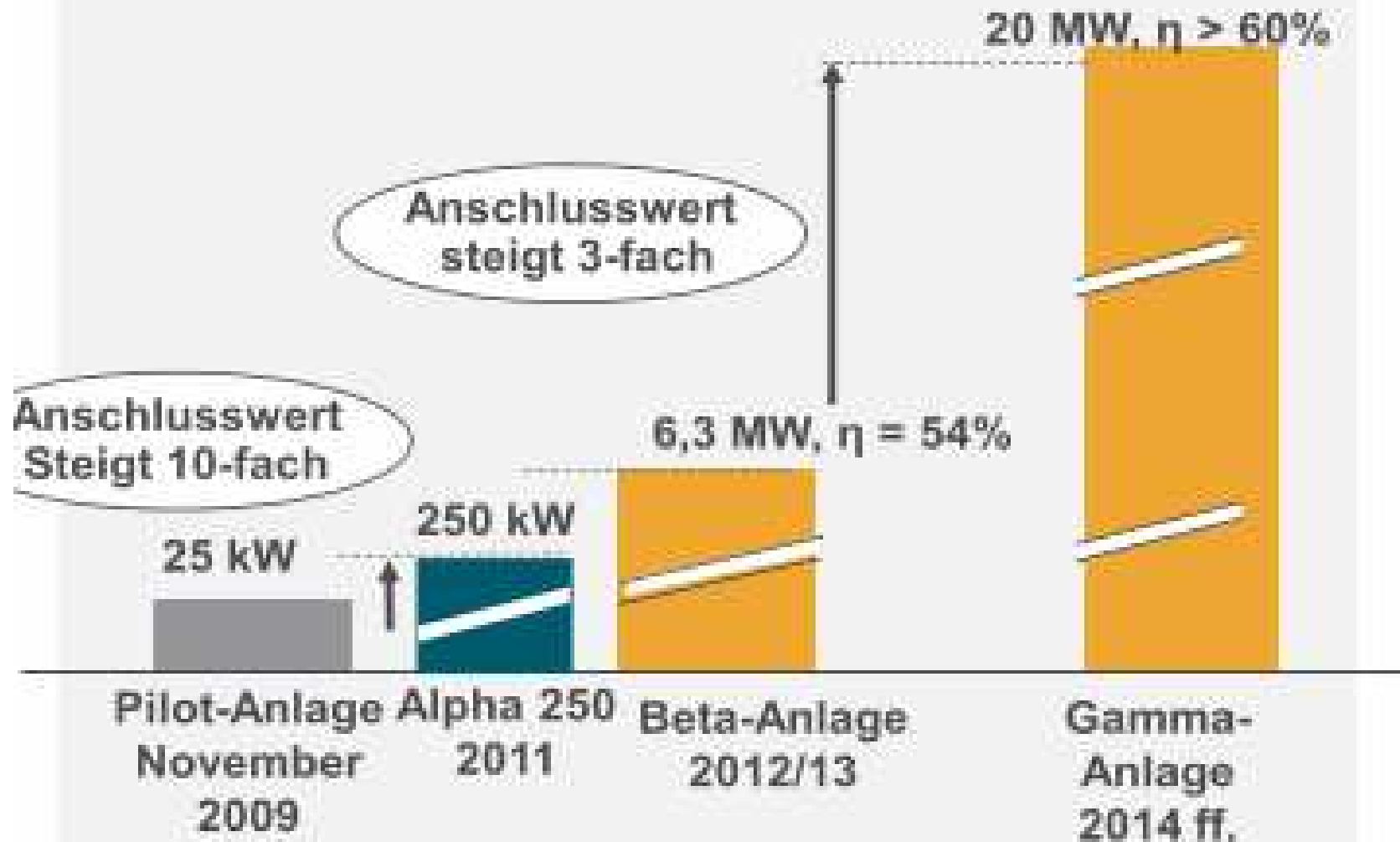
Die Konvertierungsrate der γ -Anlage liegt bei >60 Prozent, das erzeugte Erdgassubstitut ist direkt einspeisefähig sowie ein handelbares Produkt

Konvertierungsrate und Vergleich Gaszusammensetzung in Vol. %, G262 konform



Quelle: SolarFuel

Kommerzialisierung mit Gamma-Anlage ab 2014

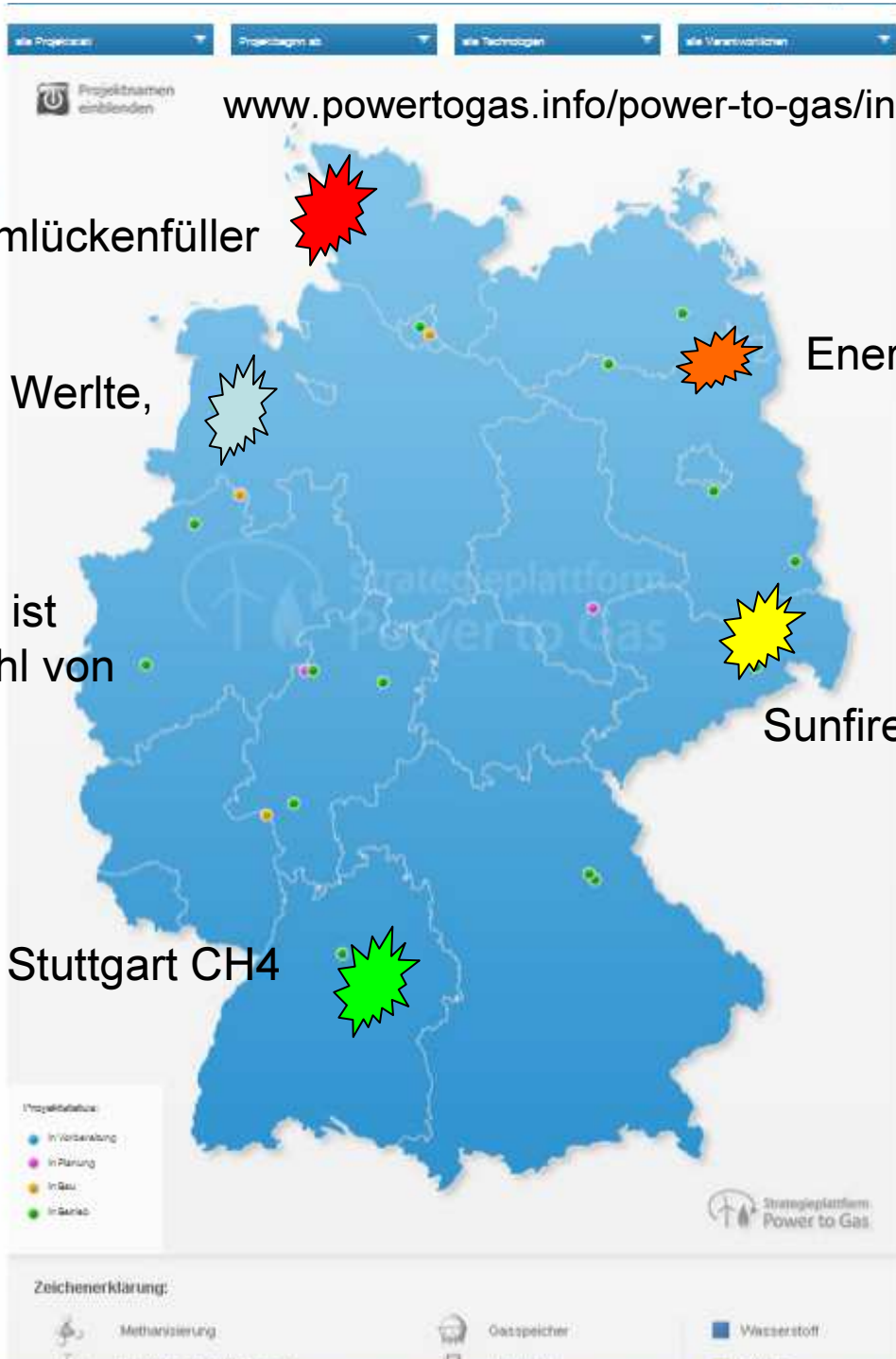


ZSW

Audi, Werlte

wo?

- suchen
- zen
- strecken
- stanzelle
- her Rahmen
- ive Projektkarte



www.powertogas.info/power-to-gas/interaktive-projektkarte.html

Stromlückenfüller

Audi, Werlte, CH4

Eingetragen ist
Eine Auswahl von
Projekten!

ZSW, Stuttgart CH4

Enertrag, Prenzlau, H2 ins Netz

weitere Info zu den
Anlagen bei
[http://de.wikipedia.org/
wiki/Power-to-Gas](http://de.wikipedia.org/wiki/Power-to-Gas)

Sunfire PTL, Dresden

Anlage 2 Projektziele und Verwendungszwecke EE-Gase der besichtigten PtG-Anlagen

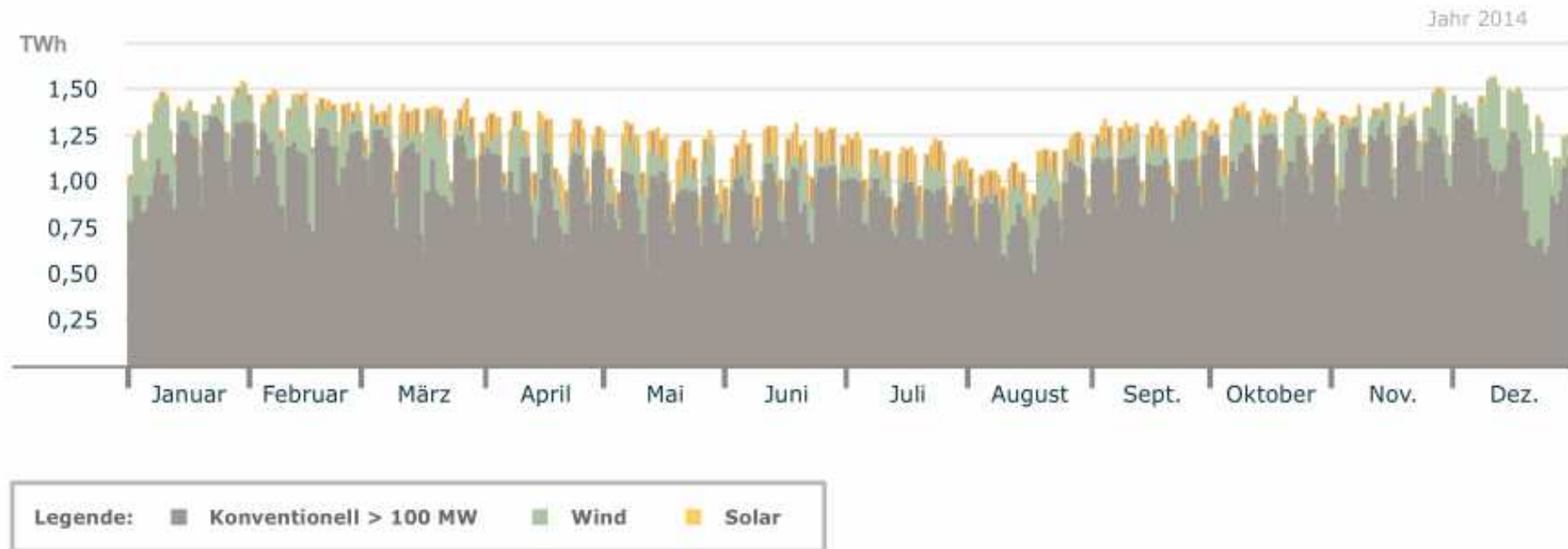
Pilotanlage		ENERTRAG, Prenzlau	RH ₂ -WKA, Grapzow	ÖO. Ferngas Netz GmbH, Linz (AT)	E.ON, Falkenhagen	Audi, Werthe	Natural Gas SDG, Sotavento Galicia SA (ES)
Projektziele / Dienstleistungen	Untersuchungsschwerpunkte	<ul style="list-style-type: none"> • Technik, Betrieb und Weiterentwicklung Elektrolyseur • Geschäftsmodelle • Demonstration der Machbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik und Betrieb Elektrolyseur • Genehmigung, Regelverhalten, Steuerungssoftware und Betriebskosten • Geschäftsmodelle • Demonstration der Machbarkeit und CO₂-freier Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik und Betrieb Elektrolyseur • Kopplung von Photovoltaik und Elektrolyse • Demonstration der Machbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik und Betrieb Elektrolyseur • Optimierung des Betriebs • Kosten • Demonstration der Machbarkeit • Technikum 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik und Betrieb Elektrolyseur / Methanisierung • Verschaltung von Elektrolyseur und Methanisierung • Demonstration der Machbarkeit • Produktpräsentation (e-Tron) 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik und Betrieb Elektrolyseur • Geschäftsmodelle • Inselbetrieb • Demonstration der Machbarkeit • Verfügbarkeit (Markt) und Zuverlässigkeit der Komponenten
	Stromdienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Peak Shaving Windenergieanlagen • Stromspeicherung + Bereitstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Stromspeicherung und -bereitstellung für Eigenbedarf Windpark • Netzstabilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak Shaving Photovoltaikanlage 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak Shaving Windenergieanlagen • Energieausgleich innerhalb des Windparks 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzept noch unbekannt 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak Shaving Windenergieanlagen • Stromspeicherung + Bereitstellung • Energieausgleich innerhalb des Windparks
	Sonstige Dienstleistung	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Vorwärmung GDRA 	-	-	-
Verwendungszweck EE-Gase	Einspeisung ins Erdgasnetz	<ul style="list-style-type: none"> • in Planung, Vermarktung als Windgas 	<ul style="list-style-type: none"> • in Planung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilnetz an GDRA 	<ul style="list-style-type: none"> • Transportnetz, Vermarktung als Windgas 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport, Verteilnetz 	-
	Rückverstromung	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW 	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW, Windpark Eigenbedarf 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW (Biogasanlage) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungsmotor + Generator
	Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Flughafen Berlin 	<ul style="list-style-type: none"> • Tourismus, Landwirtschaft 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Bilanzielle Verrechnung für Kfz-Flotte 	-
	Wärmenutzung	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW, gewerbliche Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW, gewerbliche Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrolyse, Vorwärmung GDRA 	-	<ul style="list-style-type: none"> • BHKW, Elektrolyse + Methanisierung 	-

Friesischer Stromlückenfüller

- *Projektbeginn: 2014 Status: in Bau in Nordfriesland*
- Das Stromlückenfüller-Konzept kombiniert eine **PEM-Elektrolyse mit einer Biogasanlage**.
- Wasserstoff aus Überschussstrom und negativer Regelleistung wird gemeinsam mit Biomethan aus der Biogasanlage im BHKW der Anlage rückverstromt.
- Ziel: den erneuerbaren Energien die Teilnahme an Kapazitäts- und Regelleistungsmärkten zu ermöglichen.
- **Verantwortliche**
- GP Joule, H-Tec Systems, North-Tec
- **Technologien**
 - Wasserstoffverstromung
 - Abwärmennutzung
 - Wasserstoffspeicher

Tägliche Produktion Solar, Wind und Konventionell

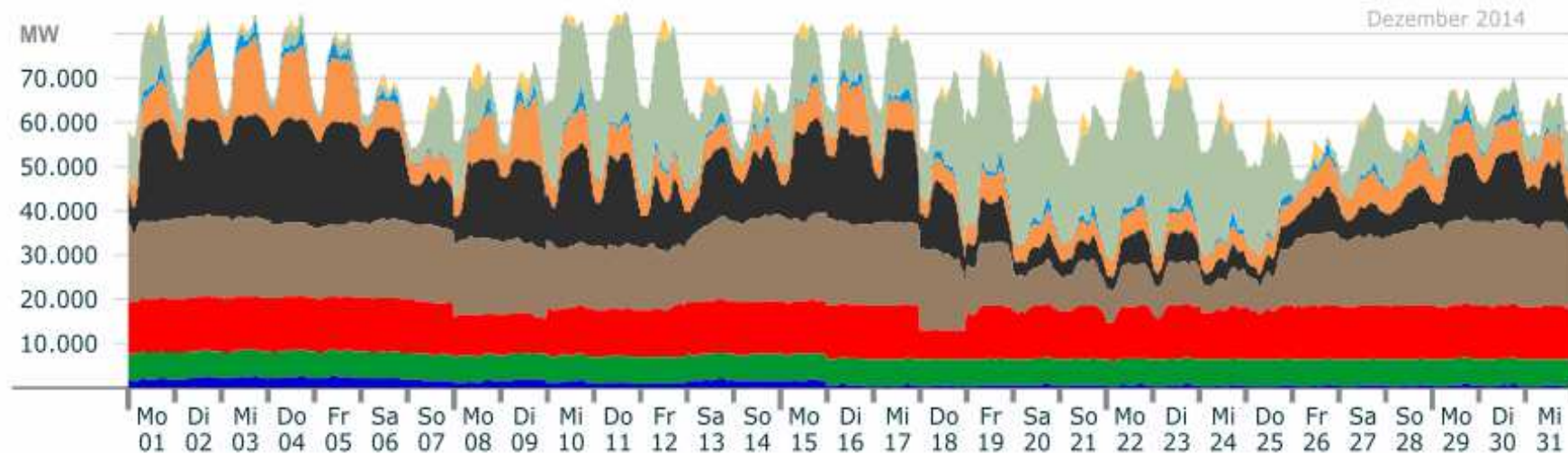
Tägliche Produktion Solar, Wind und Konventionell > 100 MW



Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX

Stromproduktion: Dezember 2014

Tatsächliche Produktion



Legende: ■ Wasserkraft ■ Biomasse ■ Kernenergie ■ Braunkohle ■ Steinkohle ■ Gas ■ Pumpspeicher ■ Wind ■ Solar

	WK	Bio	AKW	BK	SK	Gas	PSp	Wind	Solar
min. Leistung (GW)	0,2		6,6	6,0	2,7	3,7	0	0,7	0
max. Leistung (GW)	2,9		12,1	19,9	23,8	17,4	4,4	29,7	5,8
Monatsenergie (TWh)	0,9	4,4	8,5	11,4	9,4	4,9	0,7	8,8	0,4

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: Leipziger Strombörse EEX; Statistisches Bundesamt

Sprit aus Wind, Wasser und CO₂

- hochreine, synthetische Flüssigkraftstoffe: Benzin, Diesel, Kerosin

HT-Elektrolyse

(Dampf 800 Grad C)

eta > 90%

danach Synthesegas

für reine CH-Stoffe

eta gesamt ca. 70%

(Karlsruhe >85% geplant EU/KIT*)

1 Barrel/Tag, ca. 1- 1,3 €/l ohne Steuern

Pilotanlage von Sunfire
Dresden in Betrieb 23.3.2015



Foto Sunfire

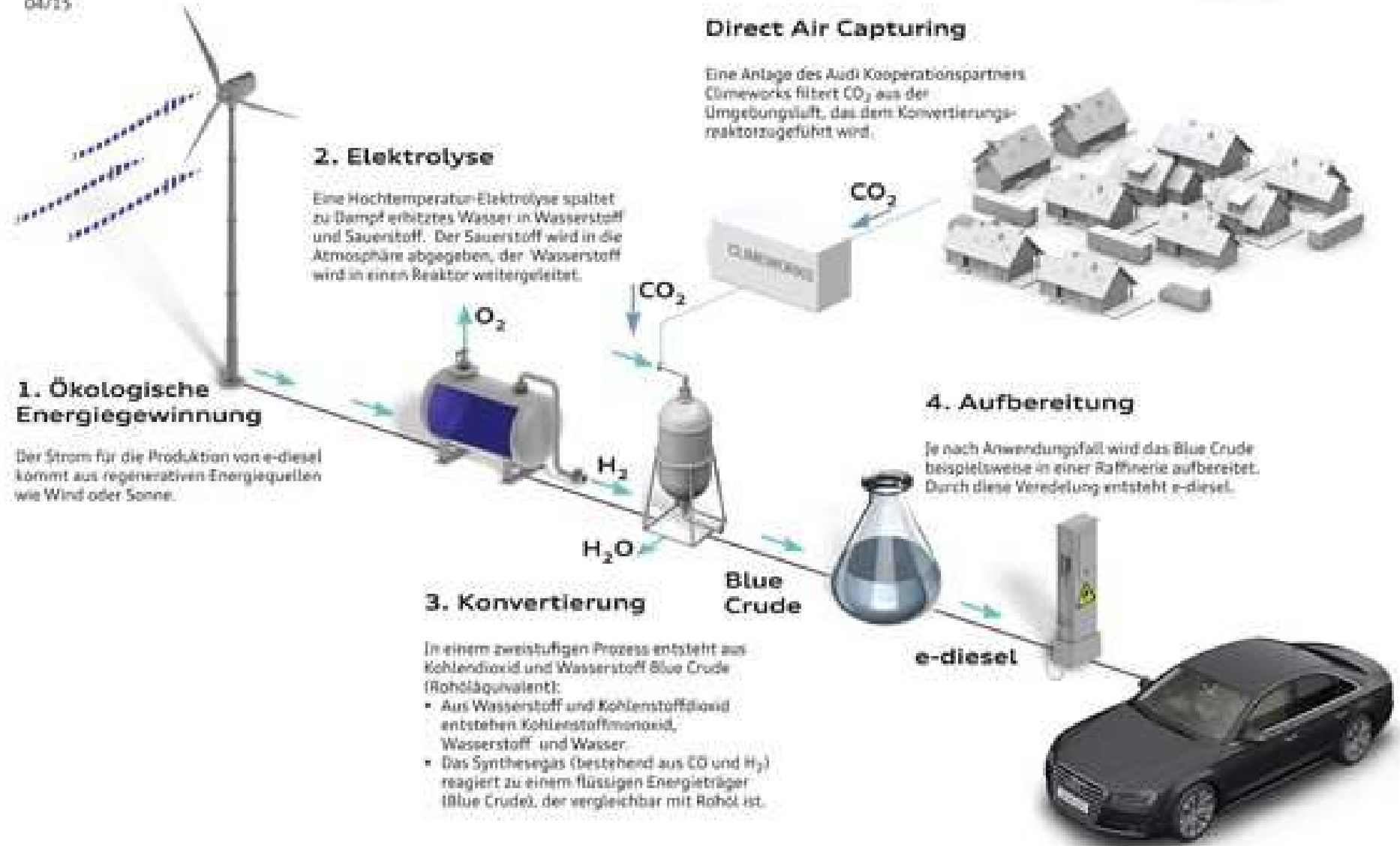
Sunfire-Partner: Audi, Boeing



Audi

Audi e-diesel

04/13



Ziel Solarstadt,
Idee: Georg Löser
1983

Solarstadt - Stadt der Zukunft



Strom-, Wärme- und Brennstoffverbund - 100% solar



Solare Siedlung



Biogas



Wasserkraft



Windkraft



Bringdienst



Solarstadt



ÖPNV

Ein Ziel des
Samstags-
Forums Regio
Freiburg : die
**Energiespar-
Solarstadt**



Jahreswärmespeicher

Blockheiz-
kraftwerk



Brennstoff-
fabrik

Foto: DBU



Brennstoffspeicher

Samstags-Forum Regio Freiburg:

mehr zur Reihe Ressourcenfieber/Rohstoffwende:

<http://ecotrinoa.de/pages/samstagsforum/samstagsforum-2015.php>

<http://ecotrinoa.de/pages/veroeffentlichungen/d-infos-deutsch.php>

**zu Partnern, Vortragsdateien, Online-Reader, Bürger-Info
der Reihe „Vom Ressourcenfieber zur Rohstoffwende. Wie wollen wir leben?“**

siehe Programm

<http://ecotrinoa.de/downloads/2015/Samstags-Forum-2015-1Ressourcenfieber-Rohstoffwende.pdf>

Förderhinweis:

Projekt „Vom Ressourcenfieber zur Rohstoffwende. Wie wollen wir leben?“

Gefördert aus Mitteln der Glücksspirale des Ministeriums für
Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Gefördert durch die

GlücksSpirale


Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

und von * ECO-Stiftung * ECOtrinoa e.V. * Ehrenamt

Bei den eigentlichen Vorträgen bzw. Podien und Führungen bzw. Seminar wurden jeweils das Vortragen und die Aussprache bzw. Diskussion im Saal bzw. vor Ort gefördert sowie das Aufbereiten der Vortrags-Dateien durch die Vortragenden für die Veröffentlichung zu Händen der Projektleitung.

Wir danken herzlich.


Ecotrinoa

Hrsg.: ECOtrinoa e.V., Post: Weiherweg 4 B, 79194 Gundelfingen

www.ecotrinoa.de, ecotrinoa@web.de