

## Auftaktveranstaltung IHK Netzwerk Wasserstoff

**Vielen Dank, dass Sie dabei sind!**



**Für Fragen kommen Sie gerne immer auf mich zu.**

Florian Salk  
[salk@reutlingen.ihk.de](mailto:salk@reutlingen.ihk.de)  
+ 49 (0) 7121 201-250

## Inhaltsverzeichnis

- Kurzvorträge:
- Prof. Dr. Markus Hölzle (ZSW) „HY-FIVE“ .....S.3
- Heinz Hagenlocher (AVAT Automation GmbH) „H<sub>2</sub>Orizon“ .....S.14
- Prof. Dr. Thorsten Zenner (HS Reutl.) „Dezentrale H<sub>2</sub> Infrastruktur“ .....S.37
- Astronaut Prof. Dr. Ernst Messerschmid (Uni Stutt.) „ Hochsee Kites“ .....S.61
  
- Statements:
- Dr. Meike Widdig (LRA Reutl.) „HyStarter“ .....S.79
- Dirk Ortlieb (SIMERICS GmbH).....S.84

# Hy-FIVE! Wasserstoff – Fahrzeuge – Industrie – Verteilung – Erzeugung

## Förderaufruf Modellregion Grüner Wasserstoff Baden-Württemberg

---

Region: Mittlere Alb - Donau - Informationen zum aktuellen Projektstand

Stand: 17. Mai 2021



WASSERSTOFF

Fahrzeuge, Industrie, Verteilung, Erzeugung



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Stadt Ulm

ulm

# Was hat Baden-Württemberg bei Wasserstoff zu bieten?

- Baden-Württemberg hat als Bundesland einen Platz in der **arbeitsteiligen Einführung von Wasserstoff** in Deutschland:
  - Nordländer: H<sub>2</sub>-Erzeugung aus Windenergie und Speicherung
  - Mitte mit NRW: Industrieller H<sub>2</sub>-Einsatz (Stahl, Chemie)
  - Südschiene - Baden-Württemberg: **H<sub>2</sub> für Mobilität, Brennstoffzelle, Industrie, Zement und H<sub>2</sub>-Verteilung in die Fläche**
- Kein anderes Bundesland hat so **viele und vielfältige Brennstoffzellenaktivitäten** wie Baden-Württemberg:
  - Brennstoffzellen-Systeme für Fahrzeuge: Daimler, Bosch, IVECO Magirus, EKPO, Audi (für VW-Konzern), Freudenberg,...
  - H<sub>2</sub>-Tanks & Betankungssysteme: SL-tech2, WEH, Magna, DITF,...
  - H<sub>2</sub>/BZ- Forschung: ISE, ICT, KIT, DLR, ZSW, Universitäten,...
- Baden-Württemberg kann ein Leuchtturm für **dezentrale Wasserstoffherzeugung** und **–verteilung** werden:
  - Metallverarbeitung, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik, Software, ...



\*Quelle Logos: Webseiten der Unternehmen

# Modellregion Grüner Wasserstoff Baden-Württemberg

Eckdaten der Ausschreibung vom 19.03.2021



## Modellregion Wasserstoff

### Finanzielle Ausgestaltung

- **40%** Förderung durch **EU-Mittel** (insgesamt voraussichtlich ca. 25 Mio. €, vorbehaltlich neuer Infos auf EU-Ebene).
- plus variabler **(0 bis 60 %)** Förderanteil durch Landesmittel, abhängig von beihilferechtlicher Einordnung (Kommune, Forschungskategorie, Forschungseinrichtung oder Unternehmen, etc.), insgesamt ca. 10 Mio. €.

Folie 20 18.02.2021

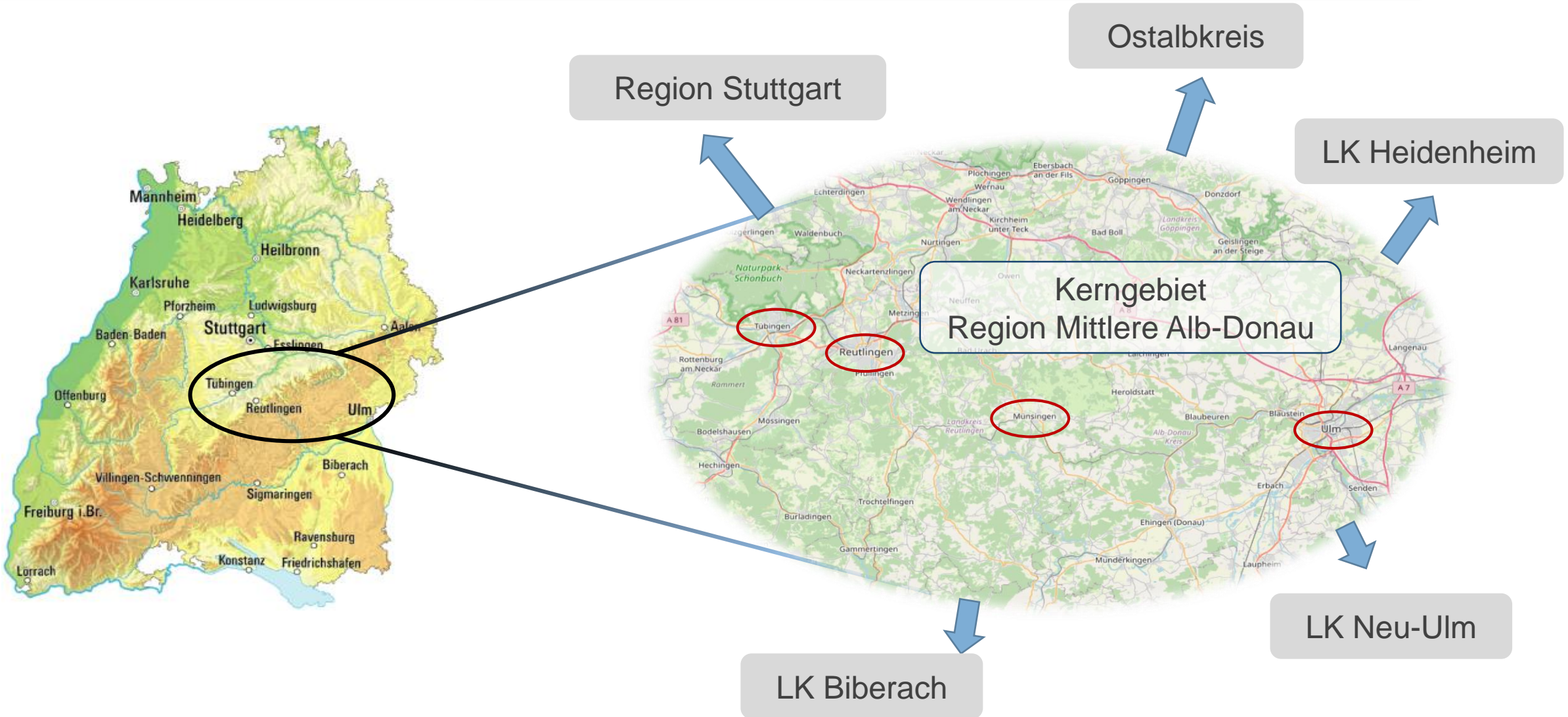


Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

- Projektvolumen: **60 Mio. € plus**
- Anzahl Regionen:
  - **1 x Leuchtturmregion**
  - max. 1 x weitere Region
- Internationale, **interregionale Zusammenarbeit wünschenswert**
- Projektdauer
  - Landesförderung bis 06-2027
  - EFRE-Förderung bis 06-2029
- Projektskizze mit Grundkonzept und Lol
  - Bis 15. Mai 2021

# Bewerbung der Region Mittlere Alb-Donau (80 km Durchmesser)



# Die vier Leuchttürme im Hy-FIVE Projekt

## Leuchtturm 1: H<sub>2</sub>-Factory – Grüner Wasserstoff für existierende Verbraucher

Grüner Wasserstoff auf Basis von Wasserkraft  
Region: Ulm  
Strompreisgeführter Betrieb ermöglicht wirtschaftlichen Betrieb  
Standort am ZSW erlaubt Integration von bestehender Tank-/  
Verladeinfrastruktur  
Weiterer Standort direkt am Wasserkraftwerk Böfinger Halde  
Status 2021: Planungsphase  
Projektrealisierung: 2023 - 2024

## Leuchtturm 3: H<sub>2</sub>-Aspen – Wasserstoff-Technologiepark in Schwäbisch Gmünd

H<sub>2</sub>-Aspen: Neuer Industriepark in Schwäbisch Gmünd mit 60 h Fläche.  
Entworfen um eine 8,5 MW PEM-Wasserelektrolyse herum.  
Keimzelle einer lokalen Wasserstoffinfrastruktur mit zukünftig  
überregionaler Pipelineanbindung.  
Ausschließliche Nutzung von regenerativer Primärenergie.  
Status 2021: Grundstückerwerb abgeschlossen, Raumplanungsverfahren  
gestartet  
Fertigstellung: Stufenweise ab 2024

## Leuchtturm 2: H<sub>2</sub>-ToGo – Wasserstoff für Lkw-Brennstoffzellenantriebe in der Logistik

Wasserstoff für den Einsatz in der Mobilität  
Region: Ulm  
Nutzung im Bereich Lkw, kommunale Fahrzeuge, ÖPNV  
Im Zentrum: Flottentest 40-Tonner Lkw von IVECO mit  
Brennstoffzellenantrieb + Betankungsinfrastruktur  
Status 2021: Planung. LKW erst ab 2024 verfügbar  
Projektrealisierung: 2024 – 2029 LKW, Sonderfahrzeuge, Busse


## Leuchtturm 4: H<sub>2</sub>-Grid – Vernetzung von dezentraler Wasserstoffherzeugung und Verbrauch

Dezentrale Wasserstoffanlagen – in Kommunen, Quartieren, Industrie,  
Haushalten – Region Tübingen/Reutlingen  
Lokaler und netzübergreifender Betrieb und H<sub>2</sub>-Vermarktung,  
Sektorkopplung  
H<sub>2</sub>-Bedarf im ÖPNV (Zug / Busse) und Industrie wird gedeckt  
Status 2021: Planungsphase  
Projektrealisierung: erste Wasserstoffproduktion ab 2023

# Hy-Five – Eckdaten Projekt (I/II)

## Projekt One-Pager - Modellregion Grüner Wasserstoff

### Hy-FIVE –Wasserstoff für Fahrzeuge, Industrie, Verteilung, Erzeugung

<b>Logo</b>	 <p>Die Wort-/Bild-Marke „Hy-FIVE“ wurde unter Aktenzeichen 30 2021 108 406 beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) angemeldet.</p>
<b>Region</b>	Mittlere Alb-Donau (Landkreise Reutlingen, Alb-Donau-Kreis und Stadt Ulm) mit den angrenzenden Landkreisen Ostalbkreis, Heidenheim und Tübingen
<b>Antragsteller</b>	Stadt Ulm, Alb-Donau-Kreis und Landkreis Reutlingen
<b>Projektidee</b>	Start der ökonomischen und gesellschaftlichen Transformation hin zu einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft. Aufbau und Vernetzung von vier großen Wasserstoffprojekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Nutzung des starken Ausbaupotentials an regenerativem Strom in der Region. Beschleunigung der Markteinführung von Brennstoffzellen-Lkw.
<b>Alleinstellungsmerkmal der Region</b>	Das Alleinstellungsmerkmal besteht in der Breite und der Übertragbarkeit des Ansatzes. Die Modellregion zeigt wie Wasserstoff im kleinen, mittleren und großen Maßstab im ländlichen sowie städtischen Raum, im privaten sowie industriellen Bereich, erzeugt und genutzt werden kann. Das Projekt bildet den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Erzeugung, Vermarktung, Logistik bis zum Verbrauch ab und kann hiermit schnell auf andere Regionen übertragen werden. Wasserstoffherzeugung aus Wind, Photovoltaik, Wasserkraft und Biogas und in allen Leistungsklassen ist geplant. In der Region befinden sich alle großen Entwickler von Brennstoffzellen. Die ersten Brennstoffzellen-Lkw in Europa werden in der Region produziert werden (IVECO). Das ZSW betreibt eines von drei weltweit führenden Analyselaboren für Wasserstoff und zertifiziert europaweit Wasserstofftankstellen.
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	Ca. 26.000 Tonnen/Jahr bei Vollausbau, ca. 100.000 Tonnen im Projektzeitraum
<b>Anzahl Elektrolyseure</b>	13 (von 2 kW bis 8,5 MW)
<b>Erste Inbetriebnahme</b>	Anfang 2024 (SWU Elektrolyse in Ulm)



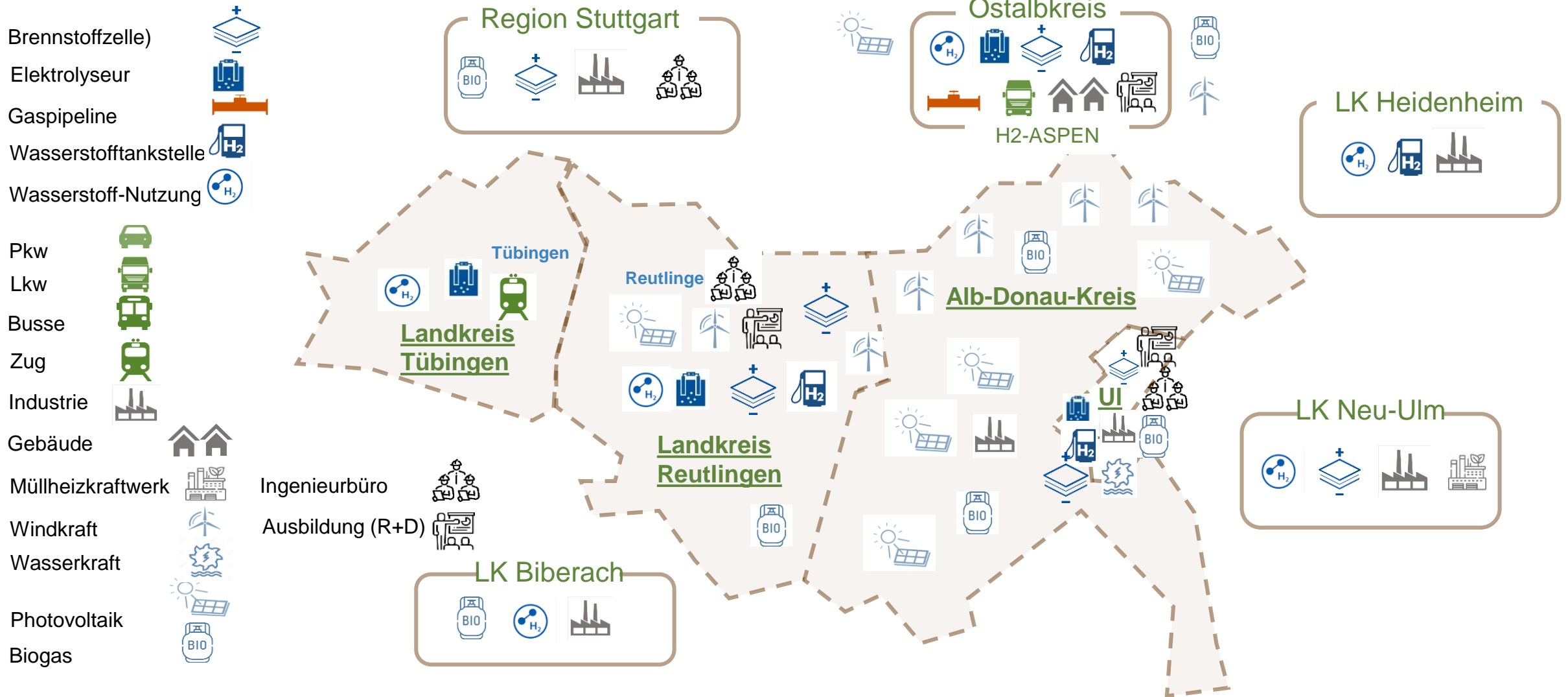
# Hy-Five – Eckdaten Projekt (II/II)



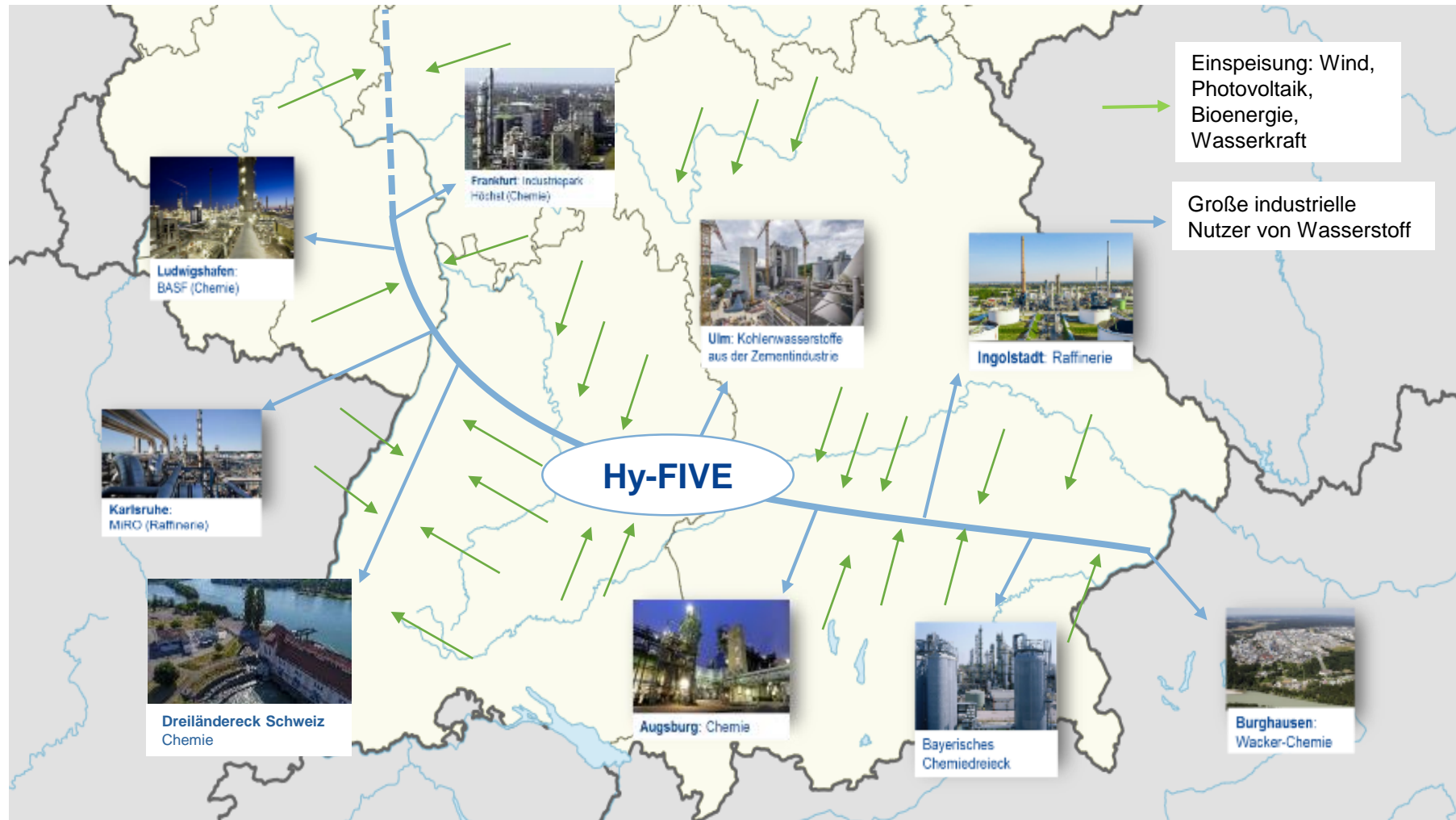
<b>Projektbudget</b>	56,9 Millionen Euro
<b>davon Förderbedarf</b>	32,5 Millionen Euro
<b>Projektdauer</b>	2022 - 2029
<b>Förderung</b>	EFRE Förderung 40% (maximal) plus zusätzliche Landesförderung 0 – 60%
<b>Projektstruktur</b>	Eingetragener Verein mit Vorstand als Steuerungsgremium. Aufbau einer Geschäftsstelle mit Geschäftsführer/Geschäftsführerin als Hauptansprechperson
<b>Öffentlichkeitsarbeit und Qualifizierung</b>	Das Weiterbildungszentrum für innovative Energietechnologien der Handwerkskammer Ulm (WBZU) steht ab Projektbeginn mit Räumlichkeiten und Personal zur Verfügung. Zusätzlich Entwicklung eines neuen Zentrums in Schwäbisch Gmünd und Weiterentwicklung bestehender Aktivitäten in Reutlingen.
<b>Übertragbarkeit</b>	Das Projekt umfasst die verschiedenen Glieder in der Wertschöpfungskette und nimmt vor allem den ländlichen Raum in den Fokus. Dezentrale, kleinere Projekte erleichtern die Übertragbarkeit in die Breite und können so als Blaupause für eine flächendeckende Etablierung der Wasserstoffwirtschaft dienen. Durch die gute Vernetzung zu angrenzenden Regionen (z.B. zum Freistaat Bayern) werden die gewonnen Erkenntnisse frühzeitig transferiert.
<b>Unterstützerscheiben</b>	Dem Projektteam liegen 96 Unterstützerschreiben (LoI) aus Politik, Verwaltung, Industrie, Logistik und Wissenschaft vor.
<b>Projektteam für Antragsskizze</b>	Stadt Ulm, Alb-Donau-Kreis, Kreis Reutlingen, Stadt Schwäbisch Gmünd, Ostalbkreis, Stadtwerke Ulm, Stadtwerke Schwäbisch Gmünd, Stadtwerke Tübingen, FairEnergie Reutlingen, FairNetz Reutlingen, Stadtwerke Rottenburg, Stadtwerke Mössingen, smart hydrogen solutions, Sülzle Gruppe, AVAT, Technische Hochschule Ulm, Reutlingen University, Hochschule für Forst Rottenburg, ZSW.

# Kernregion Mittlere Alb-Donau mit angeschlossenen Landkreisen

## Zuordnung der Aktivitäten



# Hy-FIVE liegt auf einer zukünftigen süddeutschen H<sub>2</sub>-Magistrale



# Unterstützungsschreiben (LoI) für Hy-FIVE Projekt



## Städte und Landkreise

Stadt Ulm (Einreicher)  
Alb-Donau-Kreis (Einreicher)  
Landkreis Reutlingen (Einreicher)

Stadt Reutlingen  
Stadt Schwäbisch-Gmünd  
Ostalbkreis  
Stadt Tübingen  
Landkreis Tübingen  
Landkreis Heidenheim  
Stadt Neu-Ulm  
Landkreis Neu-Ulm  
Schwabenbund

## Bundestags-/ Landtagsabgeordnete

MdB Norbert Barthle  
MdB Leni Breymaier  
MdB Ronja Kemmer  
MdB Roderich Kiesewetter  
MdB Christian Lange  
MdB Margit Stumpp

MdL Tim Bückner  
MdL Martin Grath  
MdL Martina Häußler  
MdL Cindy Holmberg  
MdL Ruben Rupp  
MdL Andreas Stoch  
MdL Winfried Mack

## Stadtwerke

FairEnergie  
FairNetz  
Netze BW GmbH  
Stadtwerke Mössingen  
Stadtwerke Rottenburg  
Stadtwerke Schwäbisch-Gmünd  
Stadtwerke Tübingen  
Stadtwerke Ulm

## IHK/Handwerkskammer

IHK Reutlingen  
IHK Ulm  
IHK Ost-Württemberg  
Handwerkskammer Ulm inkl. WBZU  
Handwerkskammer Reutlingen

## Hochschulen/Wissenschaft

Hochschule Aalen  
Hochschule Reutlingen  
Hochschule Rottenburg  
Technische Akademie Schwäbisch-Gmünd  
Technische Hochschule Ulm  
Universität Ulm (ZAWiW)  
ZSW Ulm

## Industrie

Avat Automation GmbH  
B+R Autohaus – Familie Maier  
Bioenergie Aichelau GmbH & Co. KG  
Bosch Standort Reutlingen  
Brauerei Gold Ochsen GmbH  
BtX Energy (Erzeugung aus Biogas)  
Cellcentric  
CNS Clusterfahrzeuge Schwaben  
e.systeme21 GmbH  
e-flox GmbH  
EKPO Fuel Cell Technologies  
Eena (Erneuerbare Energieanlagen Neckar Alb)  
H2-Süd  
Handtmann Systemtechnik GmbH & Co. KG  
IVECO Magirus in Ulm (CNH Industrial)  
Liebherr Baumaschinen Biberach  
Marmix Futtermaschinen GmbH  
PTS Prüftechnik GmbH  
pure power GmbH  
Sauer Bibus GmbH  
Schäflein AG  
Schmid Bioenergie  
Schwenk Zement  
Smart Hydrogen  
SoWiTec  
STZ Energie- und Mobilitätssysteme (STEM)  
terranets bw GmbH  
Thales Group  
TEVA

DANA (Viktor Reinz GmbH)  
Voith  
Wenger Engineering  
WPD GmbH  
WS Reformer  
WS Wärmeprozessstechnik GmbH

## Mobilität und Logistik

Bayer Spedition  
Biogas Schmid  
Bottenschein Reisen  
DB ZugBus Regionalverkehr Alb-Bodensee  
MTI Gase  
Noerpel Logistik  
Reintaler Reisen  
Seifert Logistik  
Spedition Schwarz  
Stöhr Logistik GmbH  
Westfalen Gas  
Widmann Gas  
LCS Logistik Cluster Schwaben  
SVL (Laupheim)

## Sonstige Unterstützer

efissma.group  
Bauplan Architekten  
Sülzle Gruppe  
Wiro GmbH

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

---

Markus Hölzle (ZSW), [markus.hoelzle@zsw-bw.de](mailto:markus.hoelzle@zsw-bw.de);

Meike Widdig (Landratsamt Reutlingen), [m.widdig@kreis-reutlingen.de](mailto:m.widdig@kreis-reutlingen.de)

Michael Schlick (THU), [michael.schlick@thu.de](mailto:michael.schlick@thu.de)

Martin Fiedler (Stadtwerke Ulm), [martin.fiedler@swu.de](mailto:martin.fiedler@swu.de).

Alexander Groll (Stadt Schwäbisch-Gmünd), [alexander.groll@schwaebisch-gmuend.de](mailto:alexander.groll@schwaebisch-gmuend.de)

Thorsten Zenner (Reutlingen University), [thorsten.zenner@reutlingen-university.de](mailto:thorsten.zenner@reutlingen-university.de)



## SMART ENERGY SOLUTIONS

DEZENTRALE ENERGIESYSTEME: INTELLIGENT, DIGITALISIERT & DURCHGÄNGIG

# SEIT 33 JAHREN DER ZUKUNFT IMMER EINEN SCHRITT VORAUSS

Pionier und Expertise: Dezentrale Energiesysteme und Anlagen-Betriebsoptimierung



# SMART ENERGY SOLUTIONS

Digitalisierte Energiesysteme vernetzen und intelligent optimieren



Wir lösen die komplexe **energielogistische Aufgabe:**  
Bereitstellung ...

- **der richtigen Energieart**
- **in der erforderlichen Menge**
- **zur exakten Zeit**
- **am passenden Ort**

durchgängiges, digitalisiertes Produktportfolio



Energieerzeugung

**E<sup>2</sup>CON**  
**E<sup>2</sup>PILOT**  
**E<sup>2</sup>SERVICE ...**



Energieversorgung

**SE<sup>2</sup>OPERATOR**  
**SE<sup>2</sup>MASTER**  
**SE<sup>2</sup>BASE**



Energiemanagement

**SE<sup>2</sup>MANAGER**  
**SE<sup>2</sup>DAQ**



Energienetze

**SE<sup>2</sup>DIRECTOR**  
**SE<sup>2</sup>OPTIMIZER**  
**SE<sup>2</sup>BOX**



# SMART ENERGY

In den besten Händen zu sein, gibt Sicherheit



## Stadtwerke und Regionalversorger



Planung von dezentralen  
Energiesystemen

Engineering, Projektierung  
und Inbetriebnahme

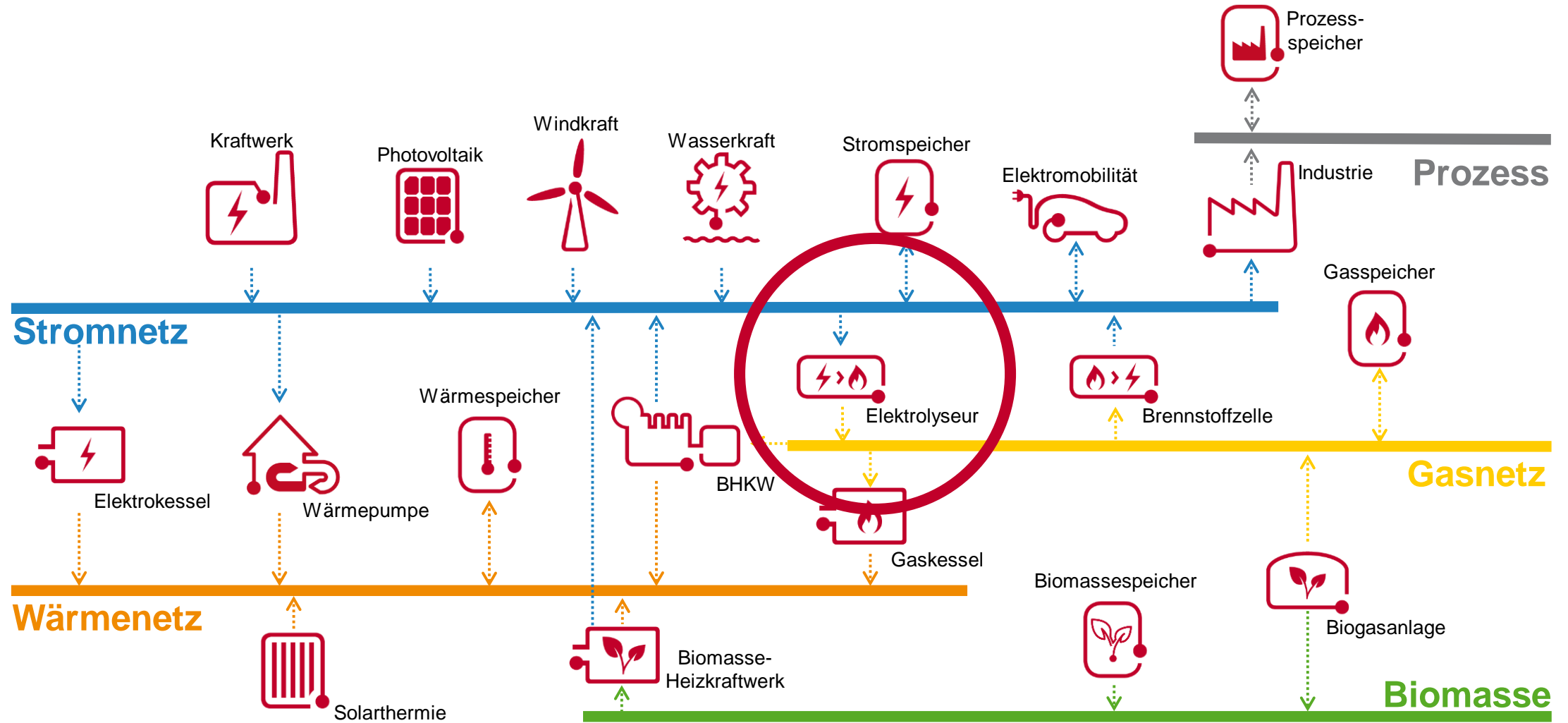
Unser  
Leistungs-  
portfolio

Standardisierte  
Produkte bis hin zum  
White-Label

Generalunternehmer  
von Energiezentralen

# SMART ENERGY

Intelligente Lösungen für dezentrale Energiesysteme - Sektorkopplung



# DEUTSCHLANDS GRÖSSTE SOLARTHERMIEANLAGE

Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim



14.800 m<sup>2</sup>, ~ 9 MW<sub>th</sub>



~ 2000 m<sup>3</sup> (H=20 m, Ø14 m)



~ 5 km neue Fernwärmeleitungen

## Fernwärme-Ausbau mit Integration Groß-Solarthermie und Groß-Wärmespeicher

- Erweiterung Fernwärmenetz bis Kornwestheim
- Integration Nahwärme-Inseln: LB-Rotbäumlesfeld, TDL (Technische Dienste LB), Kornwestheim-Nord
- Regelungstechnisches Gesamtkonzept
- Einspeiseregulierung Solarthermie/Biomasse/KWK
- Speichermanagement thermischer Großspeicher
- Fernwärmeverbund-Netzregelung
- Erweiterung & Optimierung von Bestands-HKWs

## Leuchtturmprojekt SolarHeatGrid

Invest 15 Mio EUR; BMWI-Förderung 10 Mio EUR  
Kommunales Klimaschutz-Modellprojekt



Legende

geplante Solarthermieanlage,  
Standort Römerhügel  
Leitungen SolarHeatGrid

Anlagen SWLB  
Fernwärmeleitungen Bestand

swlb.de



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

# QUARTIERSLÖSUNG SÜDSTADTHÖFE

## Energiezentrale: Strom- und Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung



2 x 140 kW<sub>el</sub> / 207 kW<sub>th</sub>



2 x 1,2 MW<sub>th</sub>



25 m<sup>3</sup> zentral



25 m<sup>3</sup> dezentral (in Summe)

ZEAG Energie AG:  
Gesamtprojekt  
ausgezeichnet mit  
**Contracting-Award**



### Quartier

- Ehemaliger Südbahnhof, innovative Infrastruktur
- 72.000m<sup>2</sup>, 13 Baufelder, 350 Wohnungen verschiedenster Nutzungsarten
- Regelung von Heizzentrale und Übergabestationen
- Dezentrale Pufferspeicher je Baufeld
- Aufschaltung auf zentrale AVAT-Leittechnik
- Zählermanagement



# QUARTIERSLÖSUNG NECKARBOGEN, HN (BUGA 2019)

Energiezentrale: Strom- und Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung



ZF AG  
energie



1 x 140 kW<sub>el</sub>, 212 kW<sub>th</sub>



2 x 578 kW<sub>th</sub>



1 x 18,5 kW<sub>th</sub>



2 x 5000 l

Bundesgartenschau 2019

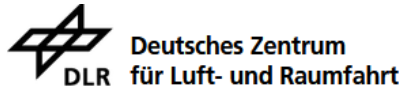


## Quartier

- Wohn- & Gewerbliche Nutzung
- Ausbau auf bis zu 123.000 m<sup>2</sup> bis 2035
- Umfangreiches Infrastrukturkonzept
- Regelung von Heizzentrale und dezentralen Wärme-Übergabestationen
- Aufschaltung auf zentrale AVAT-Leittechnik

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

ZEAG AG, HN / DLR Lampoldshausen (Testareal ARIANE-Triebwerke)



H<sub>2</sub> O R I Z O N

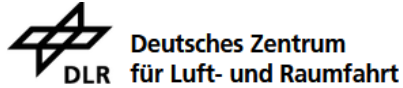
**H<sub>2</sub>ORIZON** - ein Gemeinschaftsprojekt der ZEAG Energie AG und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), gefördert vom Land Baden-Württemberg.

Das Projekt ist ein erfolgreiches Beispiel für die Sektorenkopplung von el. Energie, Wärme, Mobilität und Raumfahrt.



# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

ZEAG AG, HN / DLR Lampoldshausen (Testareal ARIANE-Triebwerke)



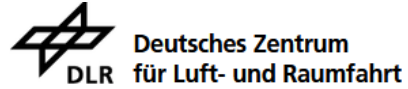
- DLR betreibt am Standort Lampoldshausen Prüfstände für ARIANE-Triebwerke und ist der größte Wasserstoff-Verbraucher Europas.
- Erneuerbare Energie (EE) kommt aus dem nahe gelegenen Windpark Harthäuser Wald, der von dem Projektpartner ZEAG Energie betrieben wird.
- Die neue H<sub>2</sub>ORIZON Anlage produziert aus überschüssigem „grünem“ Strom mittels Elektrolyse "grünen" Wasserstoff.
- Wasserstoff-Einsatz in der Standort-Infrastruktur:
  - Energieversorgung Strom & Wärme
  - Raketentriebwerks-Tests
  - Speicher & Brennstoffzellen-Fahrzeuge





# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

DLR Lampoldshausen - Prüfstände für ARIANE-Triebwerke)



**15 Minuten Test ARIANE-Triebwerk:  
600.000 l flüss. H<sub>2</sub> + 200.000 l flüss. O<sub>2</sub>  
→ 3000 °C / 135 t Schubkraft**



Foto: DLR

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

ZEAG-Windpark Harthäuser Wald



**18 Windenergie-Anlagen, jeweils 3 MW  
In Summe 54 MW ( entspr. 40.000 Haushalte)  
102.000 t CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr**



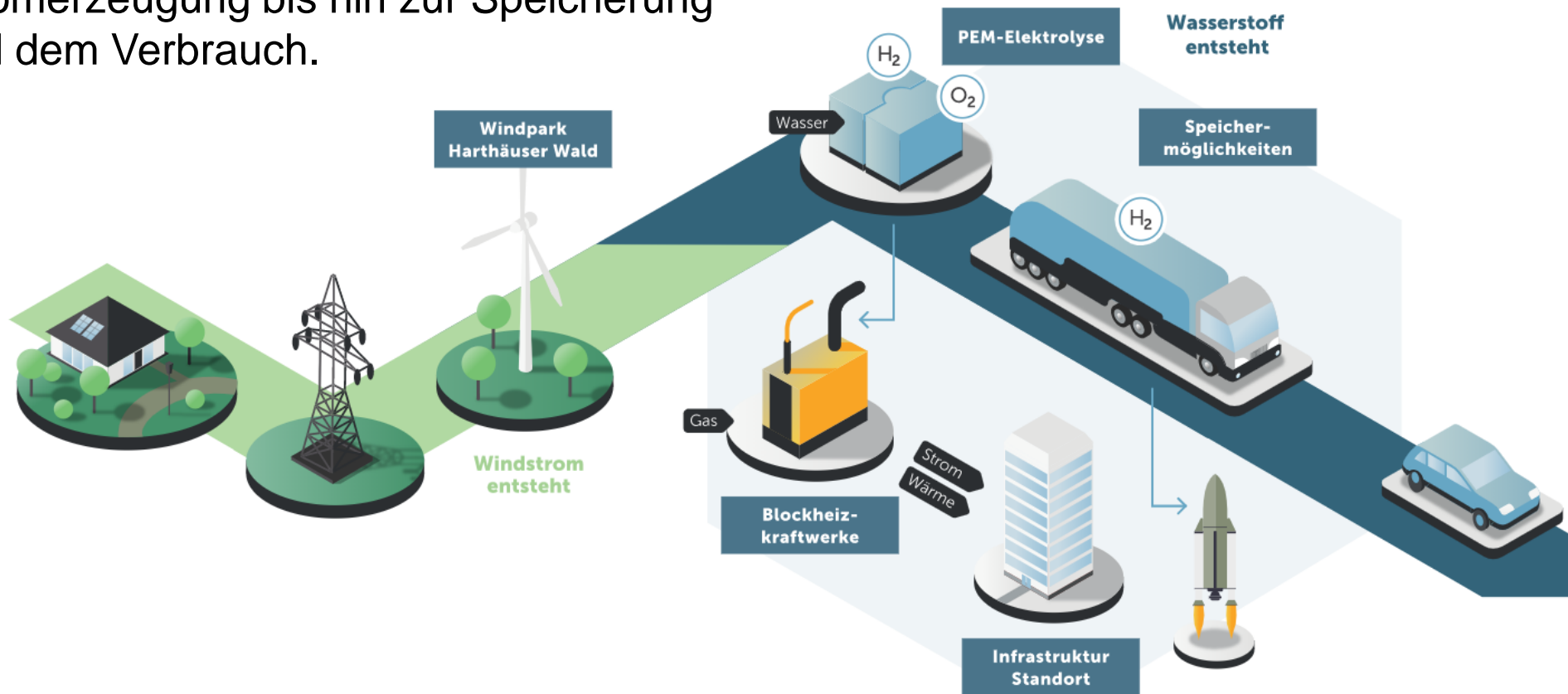
Foto: fotocommunity Eberhard Kuch

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

ZEAG AG, HN / DLR Lampoldshausen (Testareal ARIANE-Triebwerke)



Produktion von grünem Wasserstoff aus Windkraft – auf kürzestem Weg von der Stromerzeugung bis hin zur Speicherung und dem Verbrauch.



Grafik: ZEAG

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

ZEAG AG, HN / DLR Lampoldshausen (Testareal ARIANE-Triebwerke)



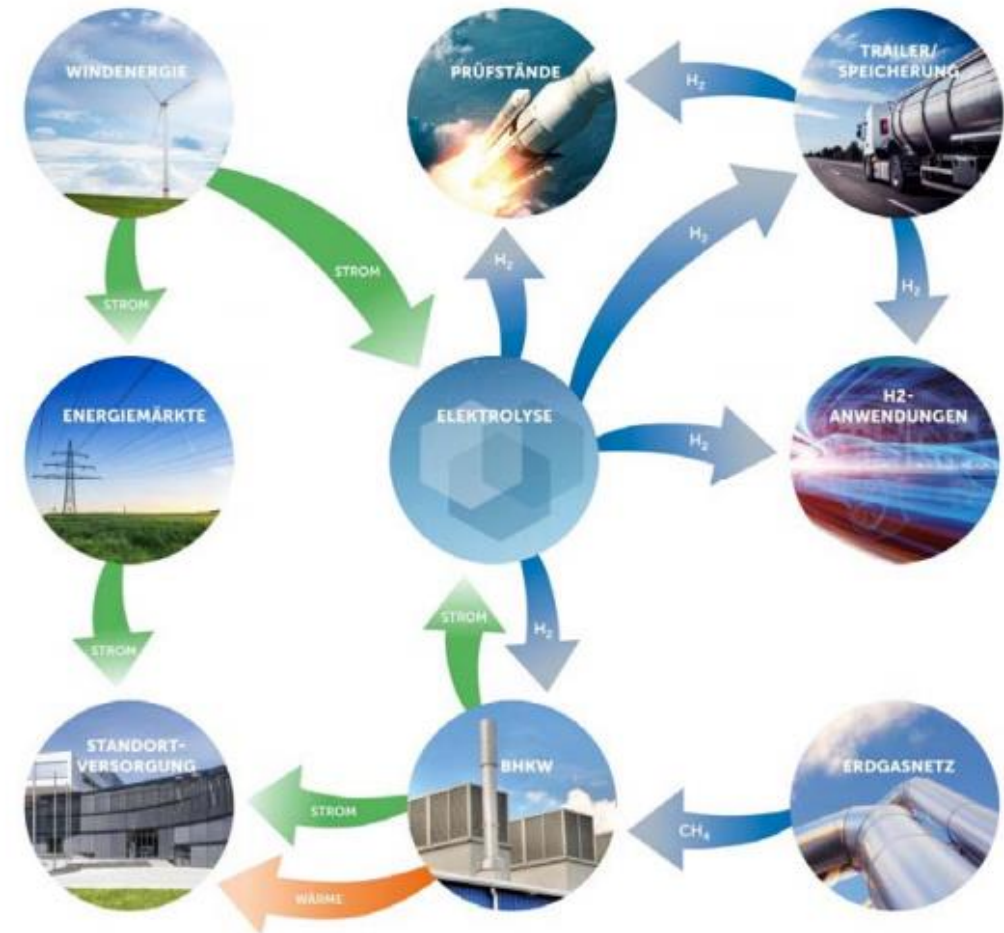
## Forschungsplattform H2ORIZON

Wasserstoff-Erzeugung aus überschüssigen Windstrom, als Energieträger und Energiespeicher

## Sektorenkopplung in der Praxis:

Intelligente Systemintegration fluktuierender Erneuerbarer Energien (EE)

- EE-Stromproduktion
- Wasserstoffproduktion
- Strom- und Wärmeerzeugung
- Speicherung H<sub>2</sub> + Wärme
- Mobilitätsanwendungen H<sub>2</sub>
- Industrielle H<sub>2</sub>-Anwendung / Raumfahrt



Grafik: ZEAG

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Energiezentrale am DLR-Standort Lampoldshausen









Im Zentrum: die H<sub>2</sub>ORIZON Energiezentrale

Foto: ZEAG

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Überblick Gesamtanlage



-  18 Windenergie-Anlagen, zus. 54 MW
-  PEM-Elektrolyse ~ 1 MW<sub>el</sub> bis zu 157 Nm<sup>3</sup>/h
-  1 x 800 kW<sub>el</sub> (H<sub>2</sub>-Beimischung)
-  1 x 600 kW<sub>el</sub>
-  1 x 1,2 MW<sub>th</sub> (Spitzenlast)  2 x 50 m<sup>3</sup>

## Sektorkopplung im industriellen Maßstab: Strom / Wasserstoff / Wärme / Mobilität

- EE-Strom direkt aus 54 MW-Windpark
- H<sub>2</sub>-Erzeugung PEM Elektrolyse (40- 60 t/a)
- Speicherung & industrielle Nutzung von H<sub>2</sub>
- Strom- und Wärmeversorgung der DLR-Infrastruktur



Ausgezeichnet: Innovationspreis  
von Energie & Management  
+ vedec Contracting Award 2020



Foto : ZEAG

# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Energiezentrale am DLR-Standort Lampoldshausen



## Hybride Energiezentrale mit Systemintegration erneuerbarer Energie & Sektorkopplung Strom / Wasserstoff / Wärme / Mobilität

- EE-Strom durch Direktanbindung Windpark
- Anbindung PEM Elektrolyse
- Speicherung von H<sub>2</sub> (300 bar /Tube Trailer)
- BHKW Betrieb mit H<sub>2</sub> -Beimischung
- Energieeinspeisung in Wärme- bzw. Stromnetz
- Spitzenlast-/Backup-Kessel
- Wärmespeicher-Management
- Schnittstelle zur DLR-Leittechnik
- Schnittstelle zum Netzbetreiber NetzeBW
- Aufschaltung auf AVAT-Leittechnik der ZEAG



Foto: ZEAG

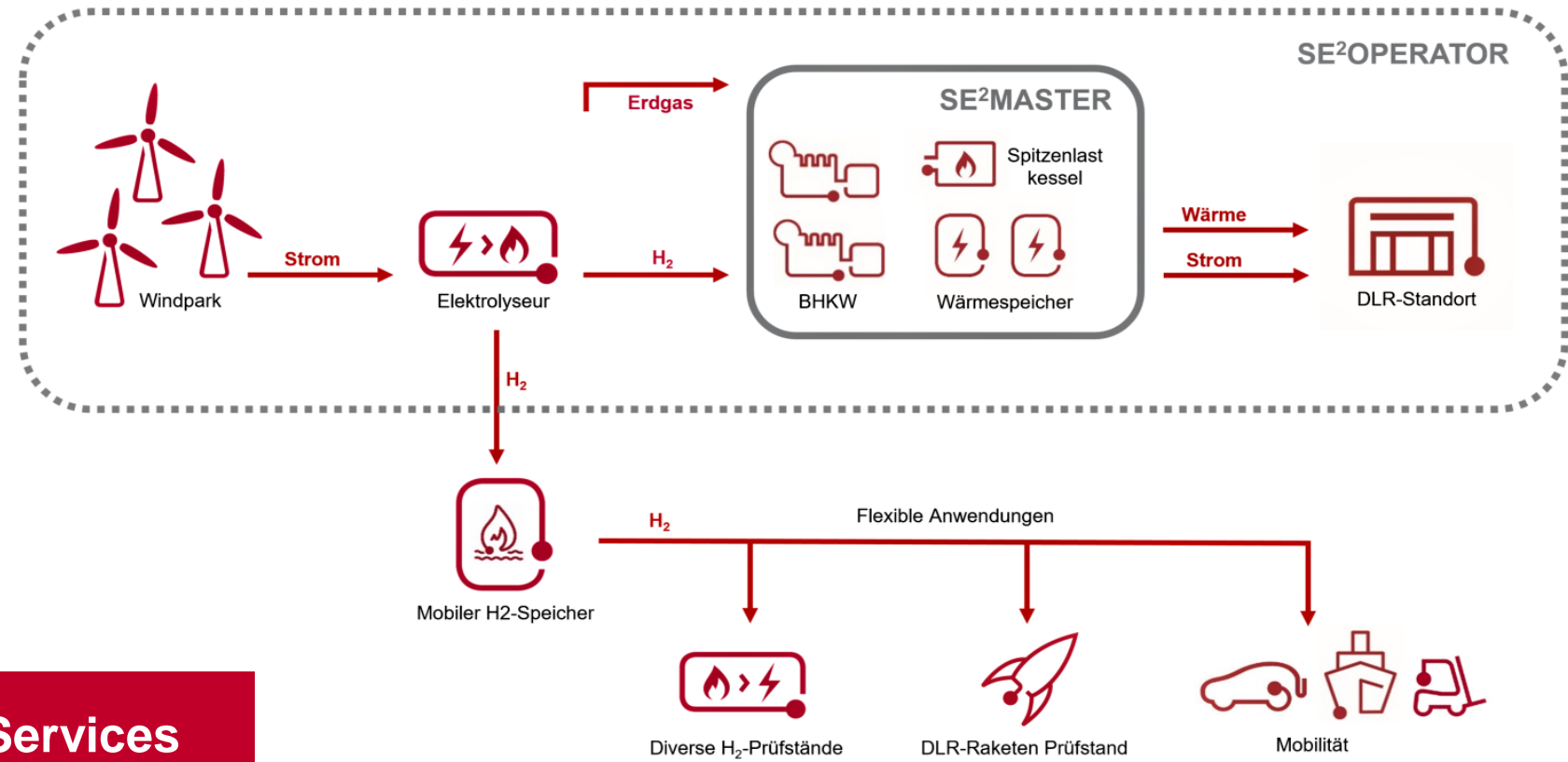
# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Energiezentrale am DLR-Standort Lampoldshausen



## Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik + Informations- und Kommunikationstechnik

- **SE<sup>2</sup>MASTER**  
Überlagerte  
Regelung
- **SE<sup>2</sup>OPERATOR**  
Leittechnik
- Engineering
- Schaltanlagen
- Montage &  
Inbetriebnahme
- Fernwartung &  
Services



Produkte, Engineering & Services

Grafik: AVAT



# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Wundermittel Wasserstoff - H2ORIZON im ZDF



# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Wundermittel Wasserstoff - H2ORIZON im ZDF



# H<sub>2</sub>ORIZON : WASSERSTOFF AUS WINDSTROM

Wundermittel Wasserstoff - H2ORIZON im ZDF



The image shows a screenshot of a ZDF video player. The video content depicts a hand using a black hydrogen refueling nozzle to fill a white car's tank. The car has the text "Wir fahren mit Wasserstoff" (We drive with hydrogen) written on its side. The ZDF logo is in the top left corner of the player interface. Below the video, there is a short description in German: "Grüner Wasserstoff brennt sauber. Das Öko-Gas soll die Welt vor der Erderwärmung retten. Ein Kick für den Klimaschutz? Oder ein milliardenteurer Irrweg?" (Green hydrogen burns clean. The eco-gas is supposed to save the world from global warming. A kick for climate protection? Or a billion-dollar dead end?). The video duration is 28 minutes, dated 25.04.2021, and is in German (UT). The "planet e" logo is also visible, with the tagline "Mehr von planet e."

„Wundermittel Wasserstoff“ in der ZDF Mediathek

<https://www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-wundermittel-wasserstoff-100.html>

**H2ORIZON** - Bericht  
ab Minute 10



## SMART ENERGY SOLUTIONS

### DEZENTRALE ENERGIESYSTEME: INTELLIGENT, DIGITALISIERT & DURCHGÄNGIG



Hochschule Reutlingen

Reutlingen University

*my campus*

**TEC**  
Technik

# Hy-Five - H<sub>2</sub>-Grid Dezentrale Wasserstoffwirtschaft

H<sub>2</sub>-Grid

# PROJEKT-KONTEXT

# Modellregion Grüner Wasserstoff



## H<sub>2</sub>-Factory

- 2 MW-Elektrolyse
- Wasserkraft

## H<sub>2</sub>-ToGo

- Mobilität LKW
- Flottentest

## H<sub>2</sub>-Grid

- 10 Elektrolyseure
- 2 MW-Elektrolyse
- Wasserkraft, PV, Wind
- Industrie, Quartiere, Kommunen
- Busse, Züge, ÖPNV
- Vernetzung
- Strom – Wärme – H<sub>2</sub>

## H<sub>2</sub>-Aspen

- 8,5 MW-Elektrolyse
- Industriepark autark
- Industrienutzung



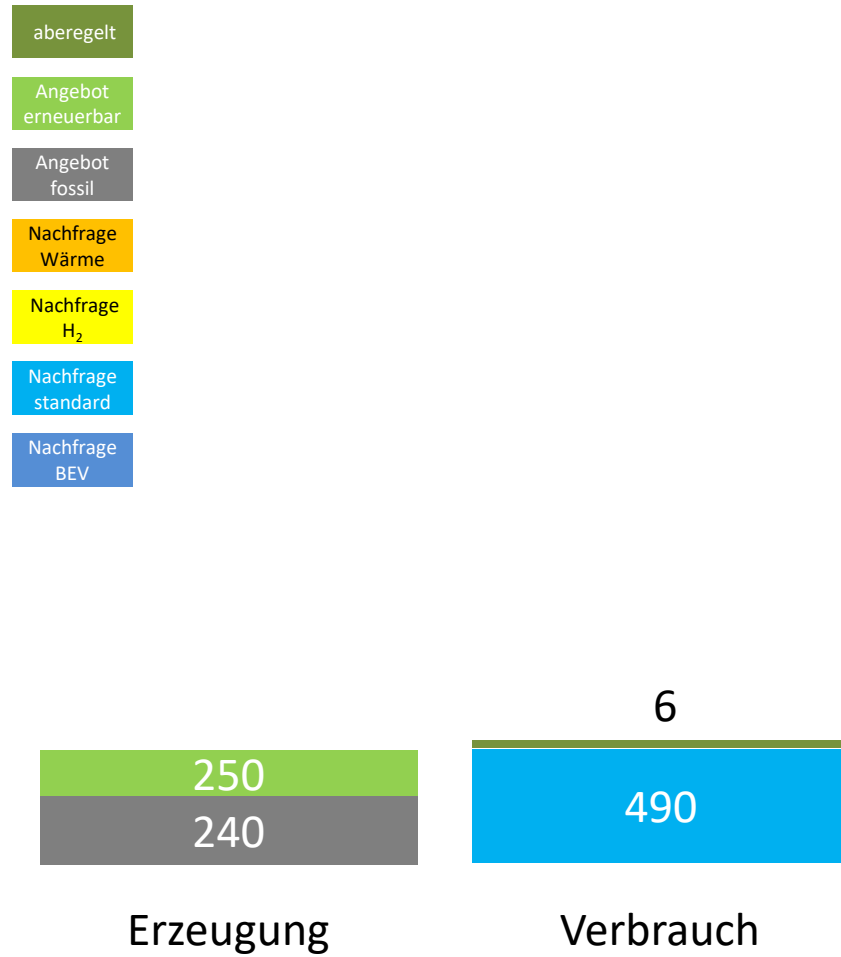
H<sub>2</sub>-Grid

# ENERGIEBEDARF

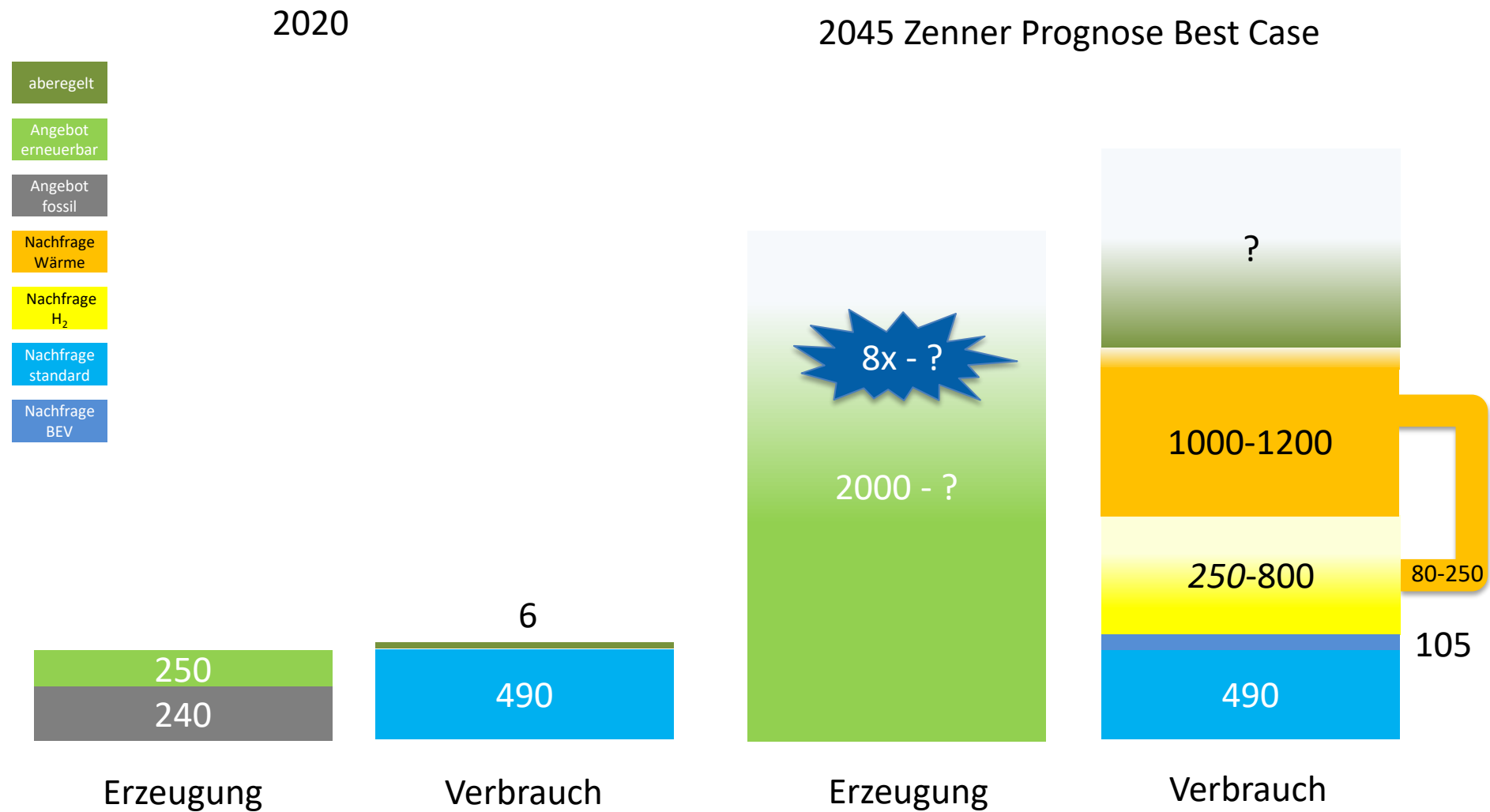


# Kontext: Energiebedarf in TWh

2020

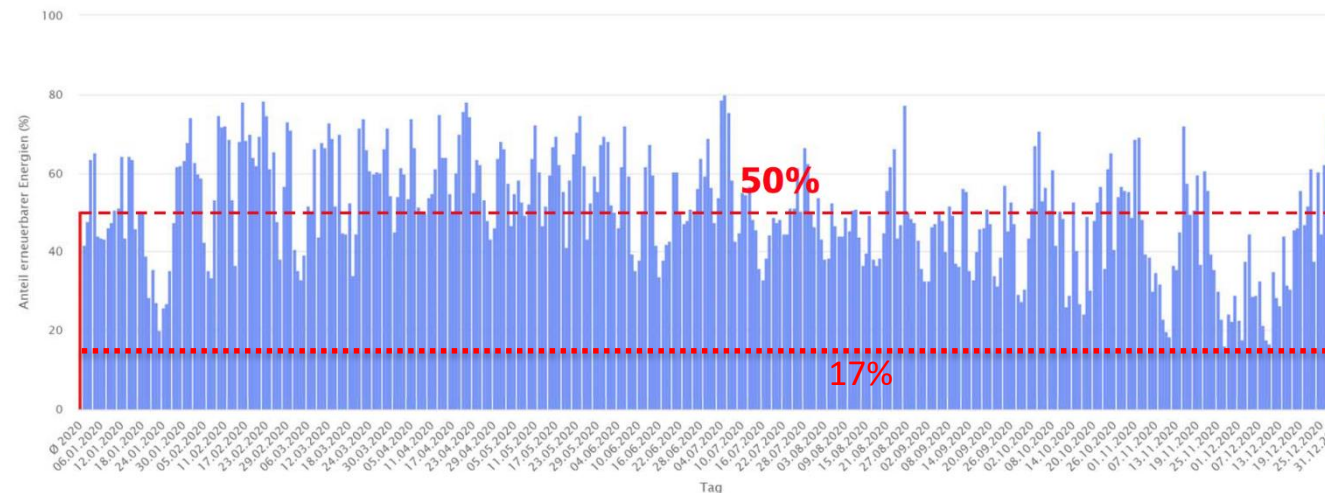


# Kontext: Energiebedarf in TWh



# Supplymanagement → Demandmanagement

## Täglicher Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, Jahr 2020



Der tägliche Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung lag 2020 zwischen 16,5% am 10.12.2020 und 79,9% am 05.07.2020.

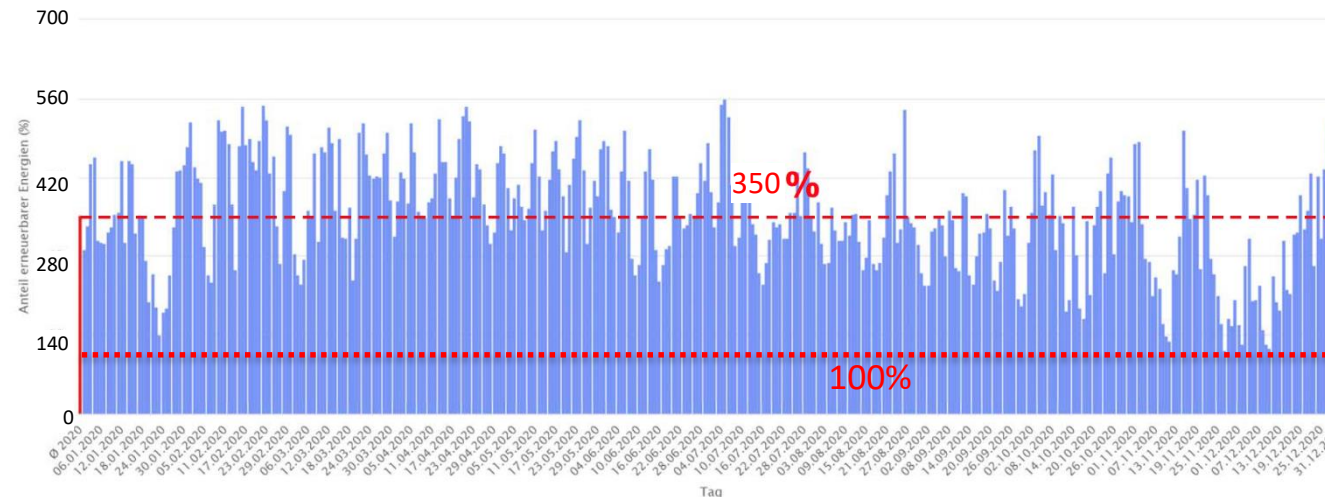
Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://energy-charts.info/charts/renewable\\_share/chart.htm](https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm)

18

© Fraunhofer ISE  
FHG-SK: ISE-INTERNAL

# Supplymanagement → Demandmanagement

## Täglicher Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, **Siebenfache EE-Strom-Leistung bezogen auf 2020**



EE-Strom x 7

Der tägliche Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung lag 2020 zwischen 16,5% am 10.12.2020 und 79,9% am 05.07.2020.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: [https://energy-charts.info/charts/renewable\\_share/chart.htm](https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm)

18

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer

- direkter Stromnachfrage ist immer gedeckt
- Überangebot muss geregelt werden (Demandmanagement)
- Überangebot ökonomisch nutzen
- H<sub>2</sub> und Wärme als Speicher und Regelleistung (50 GW H<sub>2</sub>)
- **H<sub>2</sub> für Mobilität und chemische Industrie**

H<sub>2</sub>-Grid

# GRÜNER WASSERSTOFF

# Grüner Wasserstoff

22 kg<sub>CO2</sub>/kg<sub>H2</sub>

Elektrolyse  
Netzstrom 2021

10 kg<sub>CO2</sub>/kg<sub>H2</sub>

Dampfreformation

6 kg<sub>CO2</sub>/kg<sub>H2</sub>

Pyrolyse

0 kg<sub>CO2</sub>/kg<sub>H2</sub>

Elektrolyse  
grüner Strom

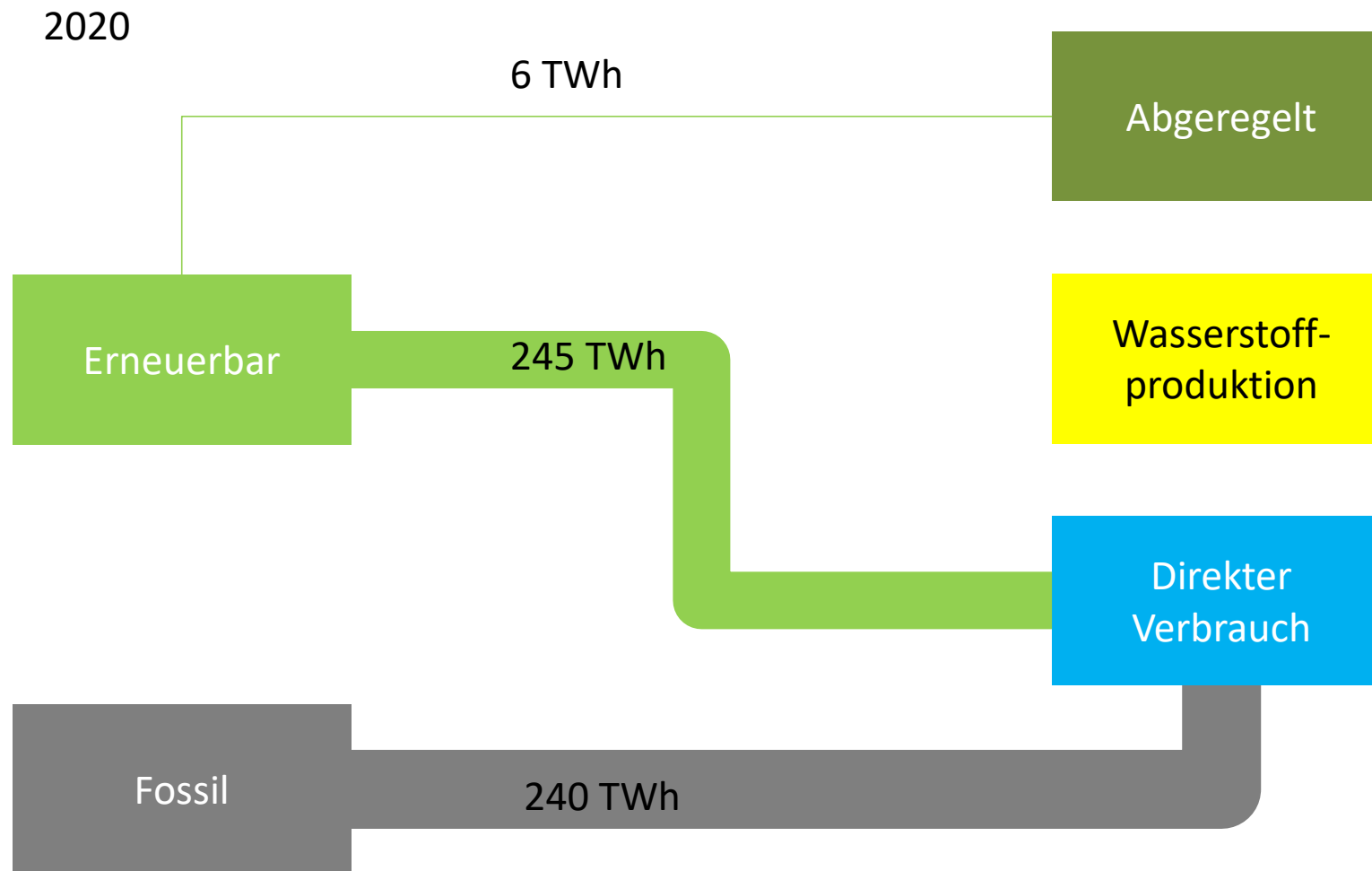
Netz

0,4 kg<sub>CO2</sub>/kWh  
55kWh / kWh<sub>H2</sub>

Pyrolyse

10kWh / kWh<sub>H2</sub>  
4kg<sub>CH4</sub> / kg<sub>H2</sub>  
0,4 kg<sub>CO2</sub>/kWh

# Grüner Strom (1)



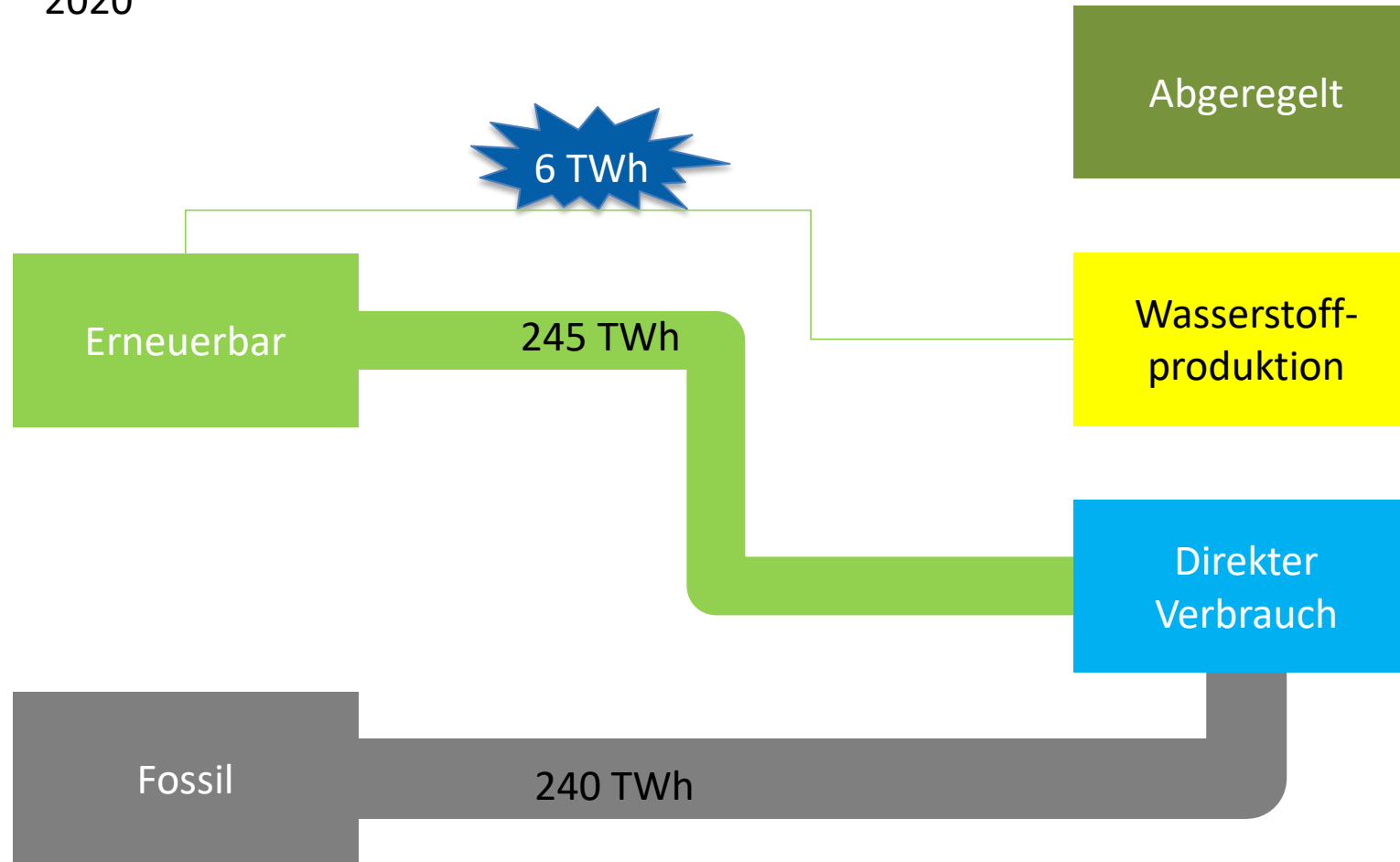
# Grüner Strom (2)



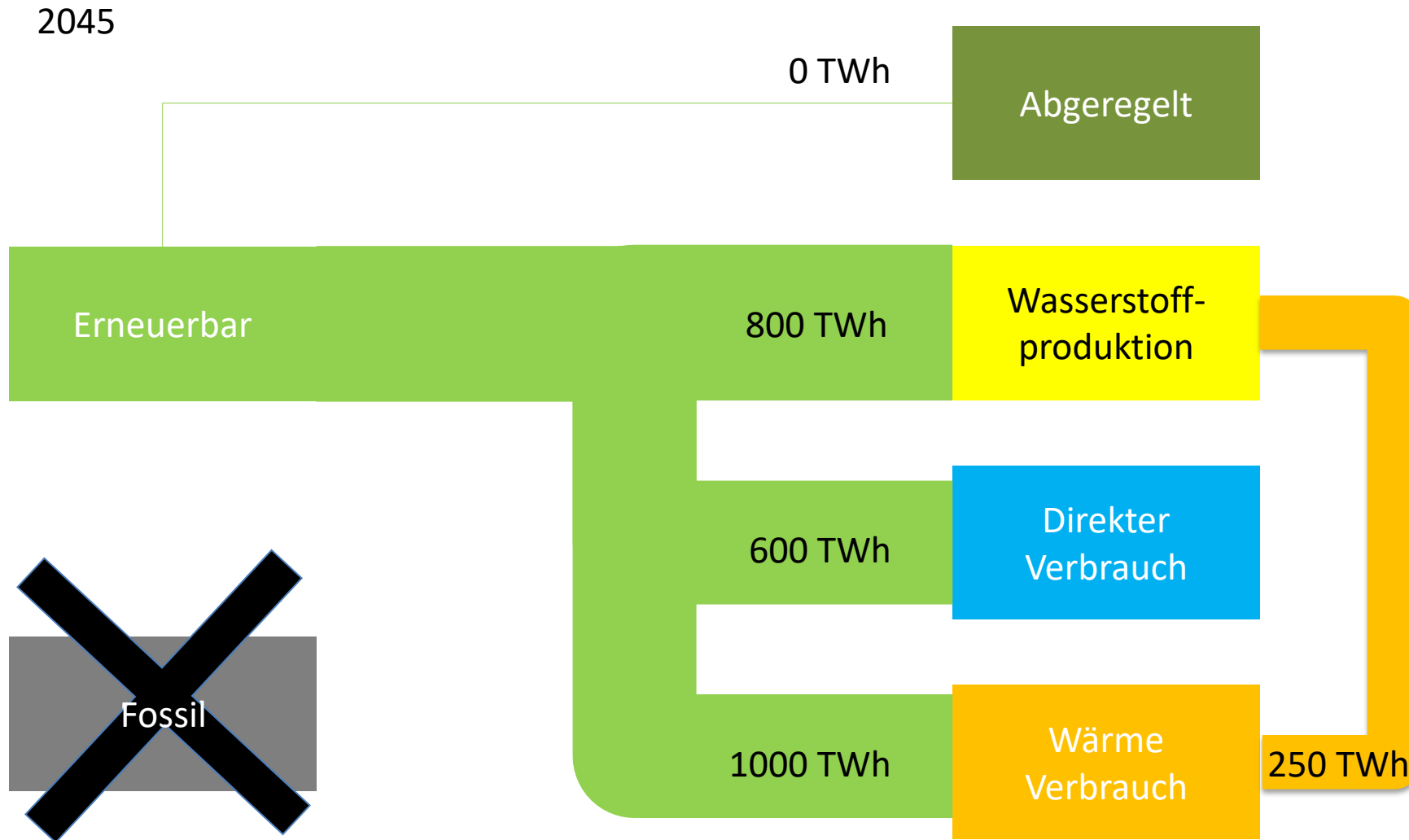


# Grüner Strom (3)

2020



# Grüner Strom (3)



Energiebedarf steigt 4x - 5x

EE-Energiebedarf steigt 7x - 10x

Reduktion der Netzlast durch dezentrale Struktur

Supplymanagement → Demandmanagement

H<sub>2</sub> und Wärme größte Verbraucher, Speicher, Regelleistung

H<sub>2</sub>-Bedarf in Mobilität und chemischer Industrie

Grüner Wasserstoff aus Überschussstrom

# Was wird gebraucht

**Demandmanagement**

**Regelbare Elektrolyseure**

**Sektorkopplung Strom – Wärme – H<sub>2</sub>**

**Dezentrale Lösung zur Netzentlastung**

**H<sub>2</sub>-Logistik (O<sub>2</sub>-Logistik)**

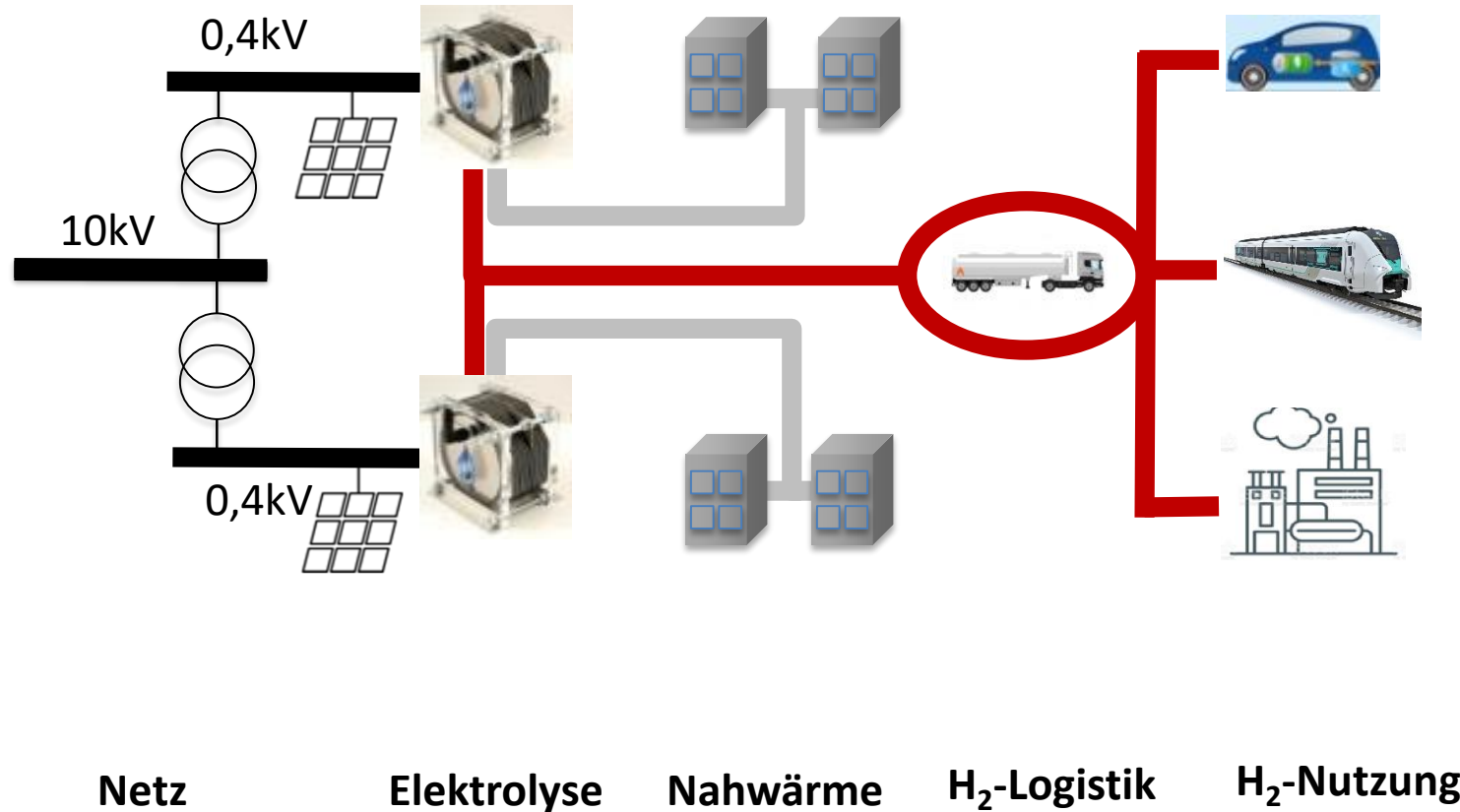
**Vernetzung dezentraler Akteure**

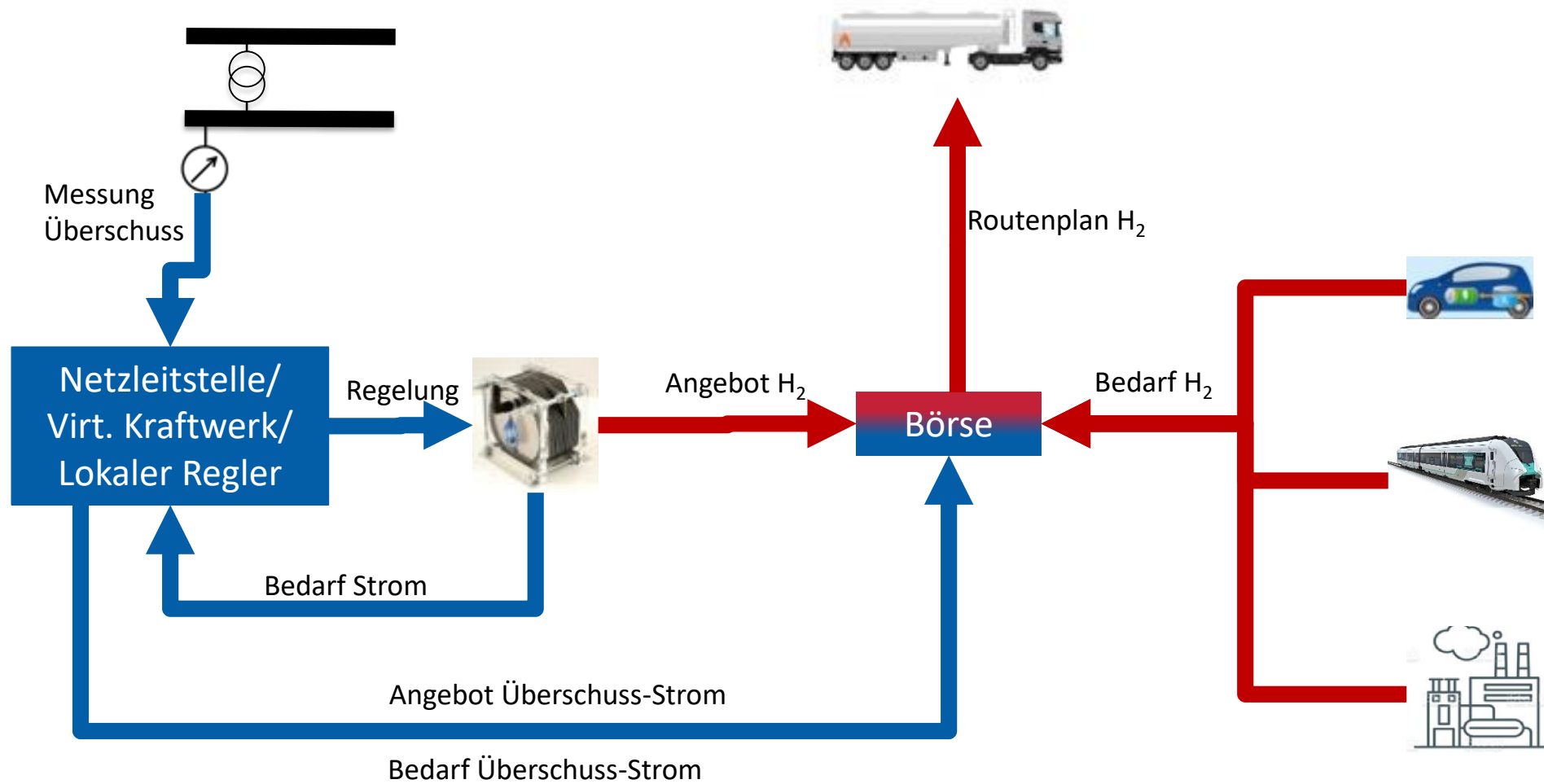
**Geschäftsmodelle**

H<sub>2</sub>-Grid

# KONZEPT

# Materialfluss dezentrale Elektrolyse





# H2-Grid – Sektorübergreifende Vernetzung

10 Akteure

Elektrolyseure 2 kW – 500 kW

KMU, Quartiere, Büros, Labore, Kommunen

Neckar – Alb-Region - Ulm

Regionale Vermarktung



## Demandmanagement

- Zentral / Dezentral
- Prognosebasiert
- Sektorübergreifend
- Überschuss-Strombörse

## Sektorkopplung Nahwärme

## Optimierung Teil- und Überlastfähigkeit

- Druck, Temperatur, Leistung
- Prognose

## Wasserstofflogistik

- Wasserstoffbörse
- Wasserstofftransport (LKW komp. Gas)
- Direkte Wasserstofftankstelle für Mobilität

## Geschäftsmodelle

- H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Wärmevermarktung
- Regeleistung
- Reduzierte Vollaststunden

**VIELEN DANK**

Wasserstoffbedarf

<https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap.pdf>

Strommix (2019)

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Monitoringbericht\\_Energie2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Monitoringbericht_Energie2020.pdf?__blob=publicationFile&v=8)

[https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2020/Stromerzeugung\\_2020\\_1.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2020/Stromerzeugung_2020_1.pdf)

Wärme

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#warmeverbrauch-und-erzeugung-nach-sektoren>

Verkehr

[https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/vk\\_inlaenderfahrleistung\\_inhalt.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html)

<https://www.dvz.de/rubriken/test-technik/alternative-antriebe/detail/news/h2-lkw-sind-auf-dem-weg.html#:~:text=Der%20Verbrauch%20liegt%20bei%20rund,er%20etwa%20400%20Kilometer%20weit.>

PKW 632 Milliarde Km, 17 kWh/100, LKW 105 Milliarden Km (< und > 3,5To) 8 kg/100km → 440 kWhprimär/100km → 460 TWh

45 Mio Auto, 13800km/a, 17 kWh / 100km → 105 TWh

Netz

0,4 kg<sub>CO2</sub>/kWh

55kWh / kg<sub>H2</sub>

Pyrolyse

10kWh / kg<sub>H2</sub>

4kg<sub>CH4</sub>/ kg<sub>H2</sub>

0,4 kg<sub>CO2</sub>/kg<sub>CH4</sub>

Strommix CO2

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom>

Pyrolyse

10 kWh Erdgas 1Nm<sup>3</sup> → 2kg CO<sub>2</sub>, 4 kg Erdgas + 1 kg 0,5kg CO<sub>2</sub>/kg CH<sub>4</sub> → + 2,5 kgCO<sub>2</sub> + technische Verluste CH<sub>4</sub> 5%

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren\\_fur\\_fossile\\_brennstoffe\\_korrektur.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren_fur_fossile_brennstoffe_korrektur.pdf)

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-01-30\\_climate-change\\_02-2018\\_roadmap-gas\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-01-30_climate-change_02-2018_roadmap-gas_0.pdf)

<https://www.dew21.de/fileadmin/Dokumente/Produkte/Erdgas/Erdgaskennwerte.pdf>

Solardaten

[https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/solar/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/solar/)

Jahreslastprofile

<https://pvspeicher.htw-berlin.de/veroeffentlichungen/daten/lastprofile/>



# KITE GAS/FUEL SHIP OCEANERGY



Eine kurze Einführung  
Projekt KiteForS „Kiteflug“, Modul I

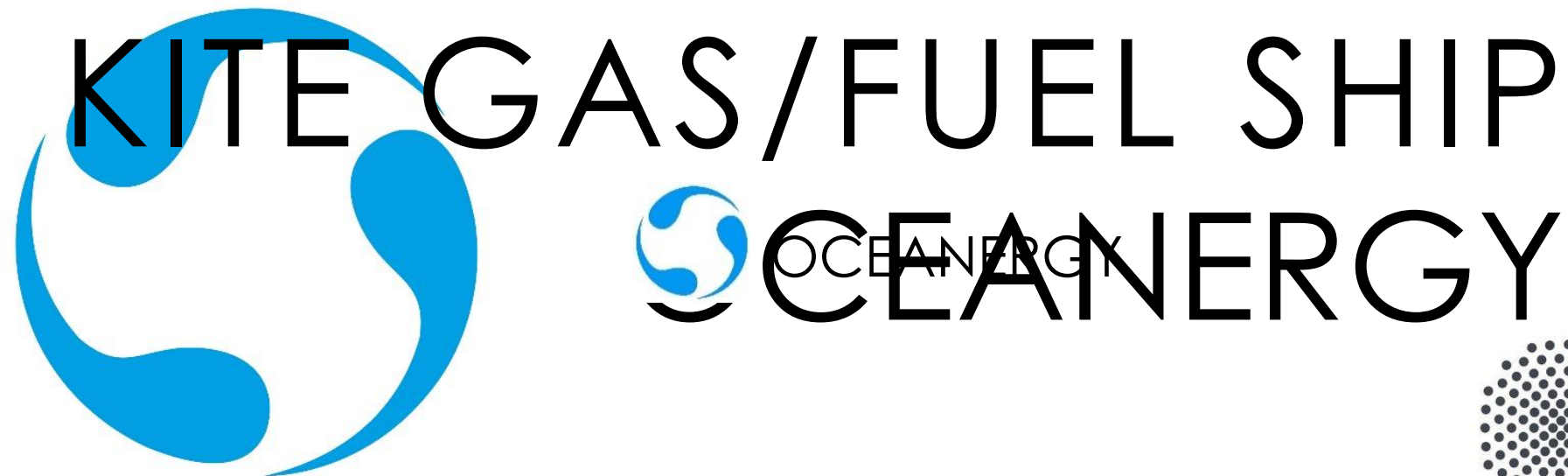


# will debut first kiteship travel

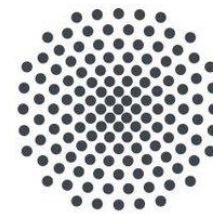
arding

MS Beluga Skysail Ship





Und das Projekt KiteForS mit der Universität Stuttgart



**Universität  
Stuttgart**



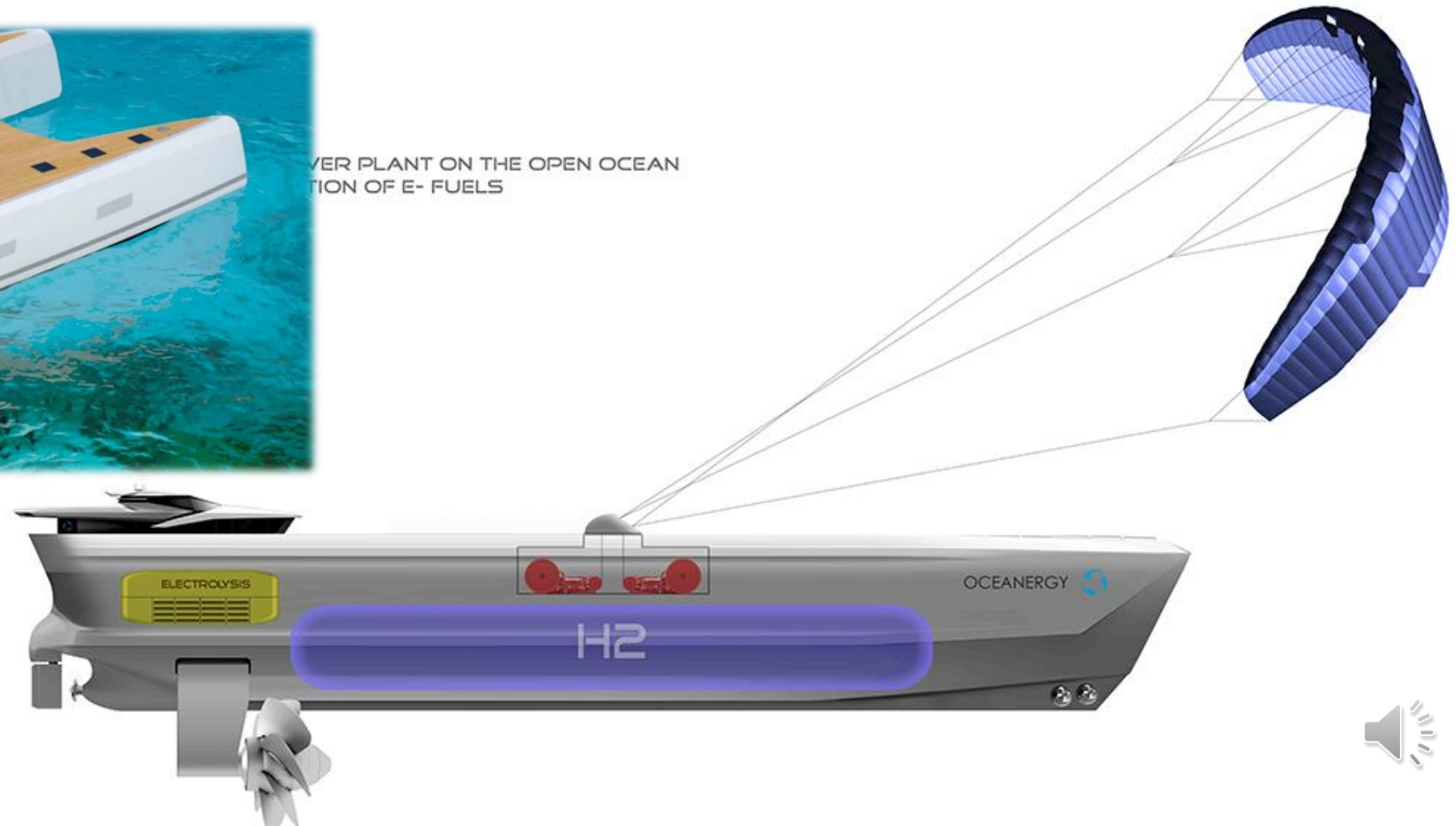
# Unsere Mission



- **Kostengünstige** Produktion von **erneuerbarem Wasserstoff** oder **synthetischen Electrofuels** mit der **KITE GAS/FUEL SHIP** Technologie.



POWER PLANT ON THE OPEN OCEAN  
PRODUCTION OF E- FUELS

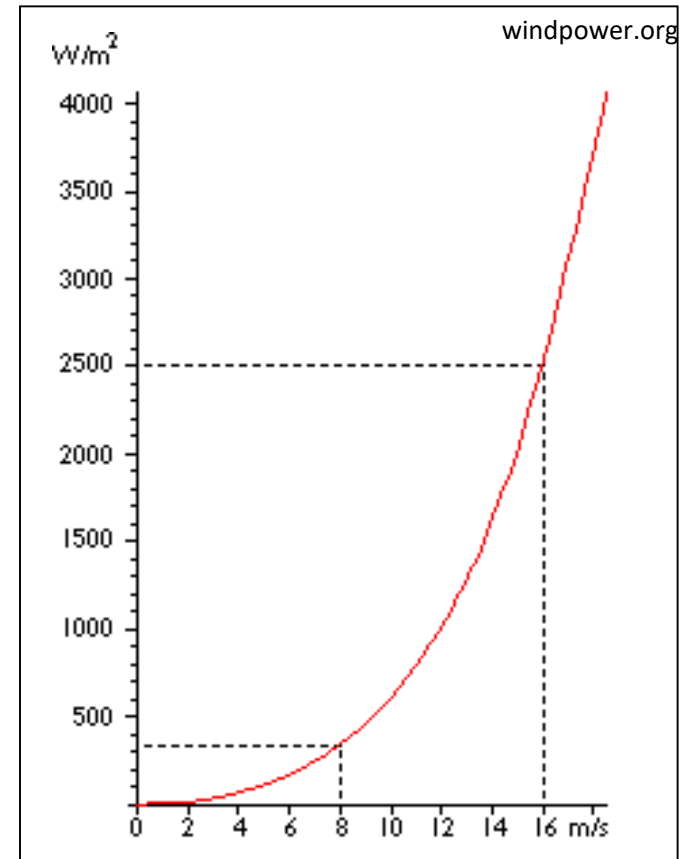
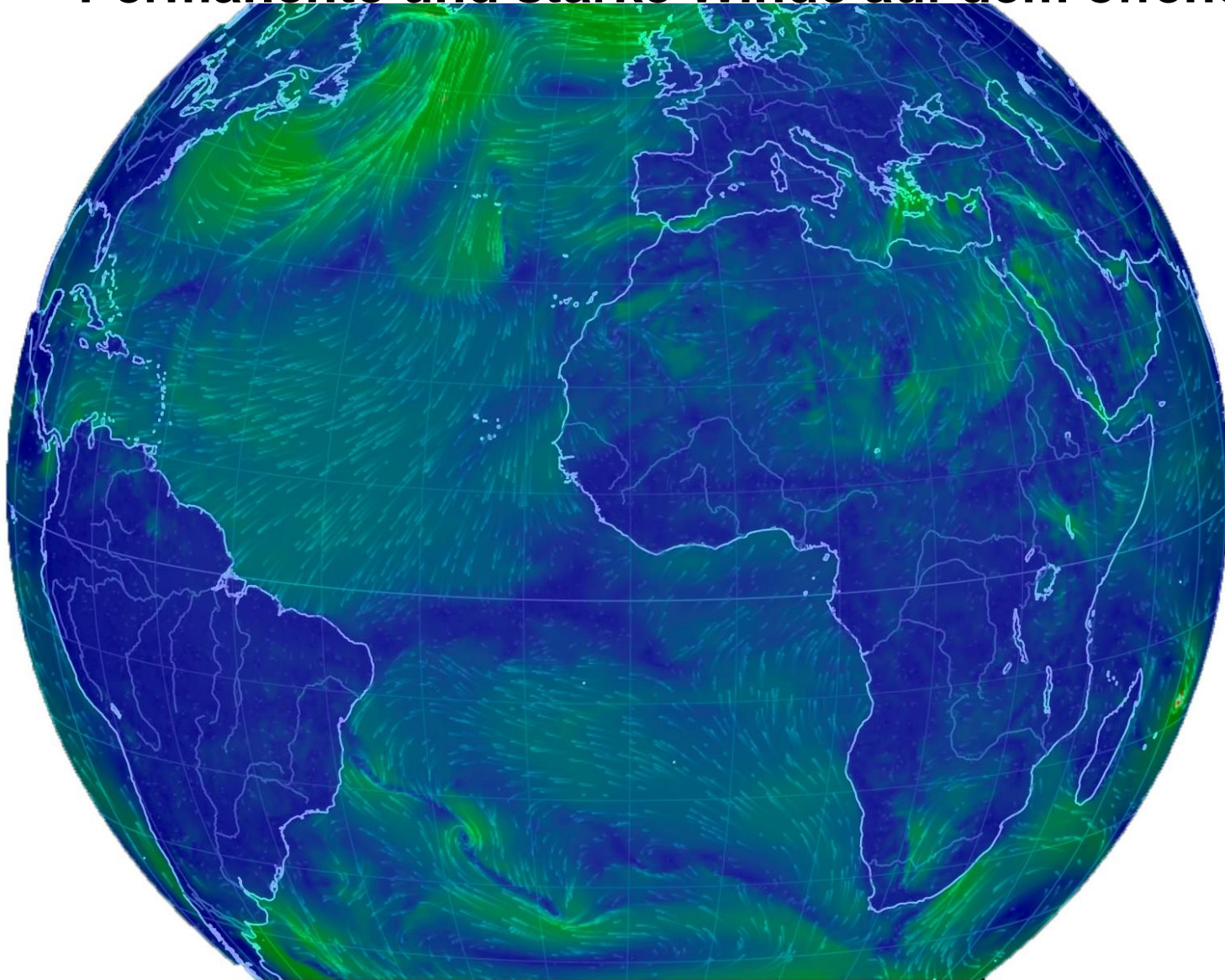




## Permanente und starke Winde auf dem offenen Ozean

$$\text{Leistungsdichte} = \frac{1}{2} \rho * V^3$$

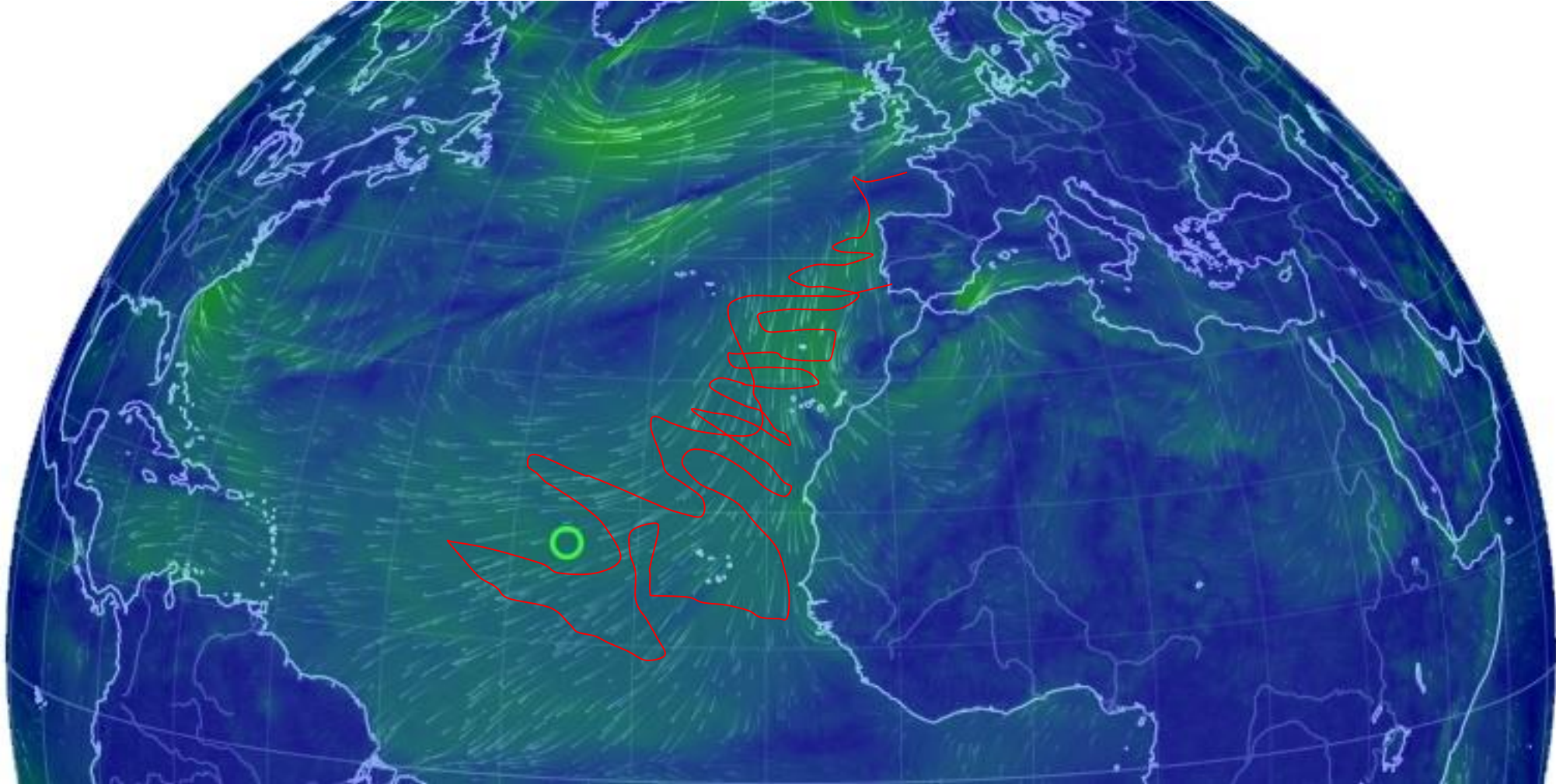
→ Etwas mehr Wind bedeutet  
*sehr viel* mehr Leistung







# Exemplarische Erntefahrt zur Optimierung der Leistungsdichte



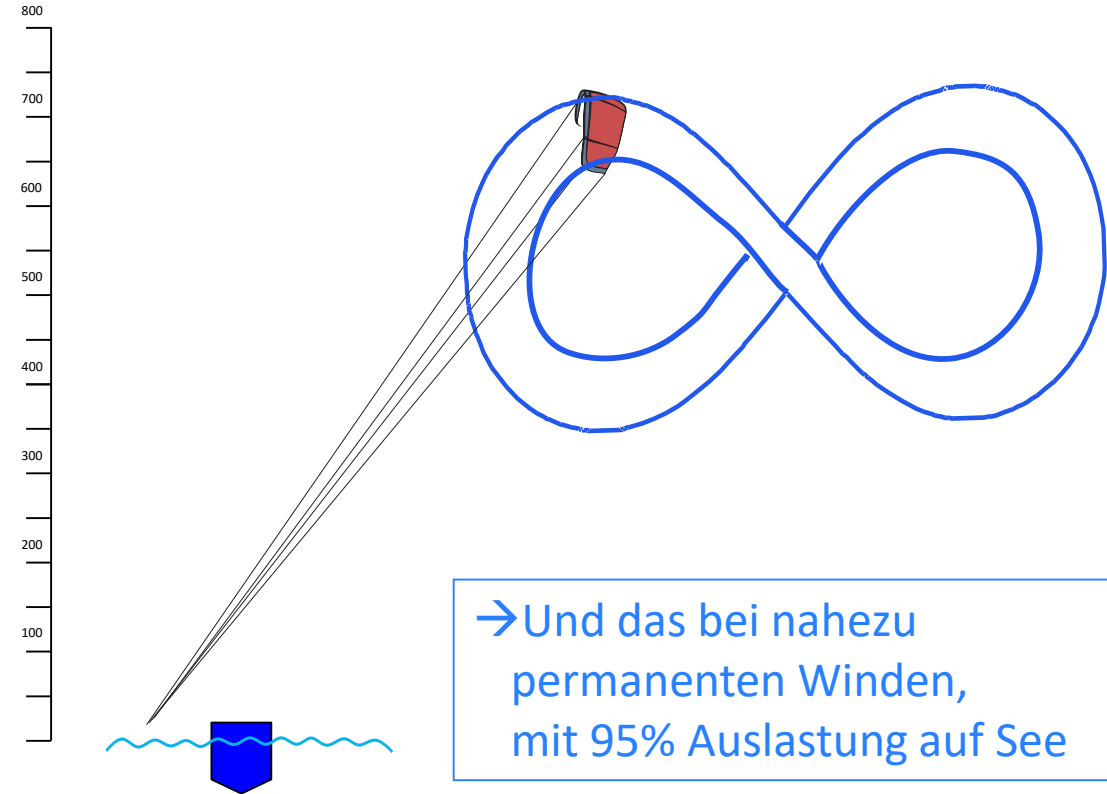
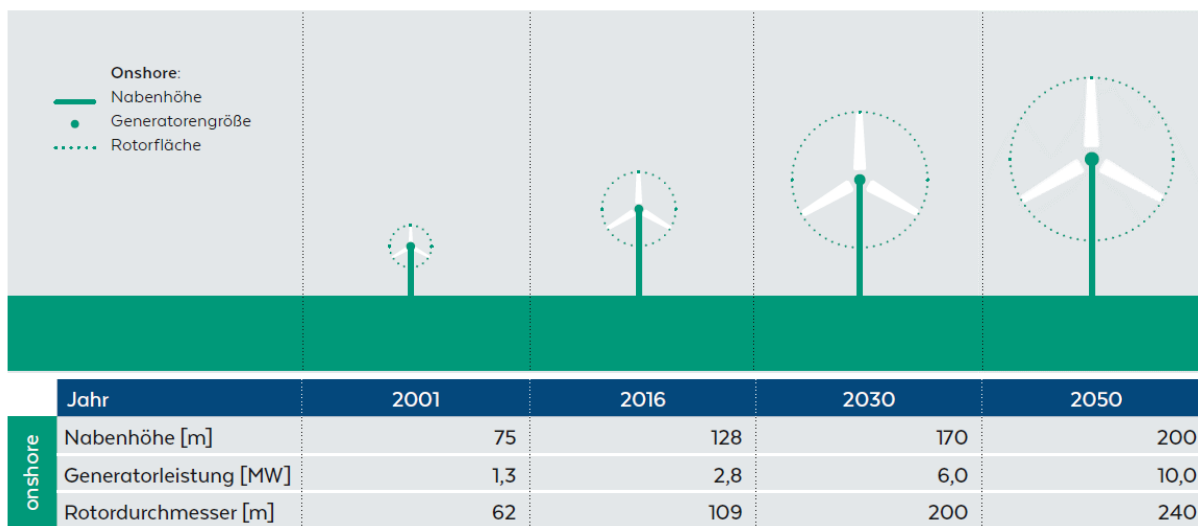


# KITE SHIP: Auslastung + stärkere Winde + Höhe + überstrichene Fläche

→ Skalierung der Größe von Kites und deren Ernte-Höhe ist *sehr viel einfacher* zu erreichen als mit Windturbinen

→ Die effektiven Quadratmeter, die *überstrichene Fläche*, sind dabei sehr viel größer als die tatsächliche Fläche des Kite-Segels

Abbildung 10: Veranschaulichung der Anlagenentwicklung von Windenergieanlagen



→ Und das bei nahezu permanenten Winden, mit 95% Auslastung auf See

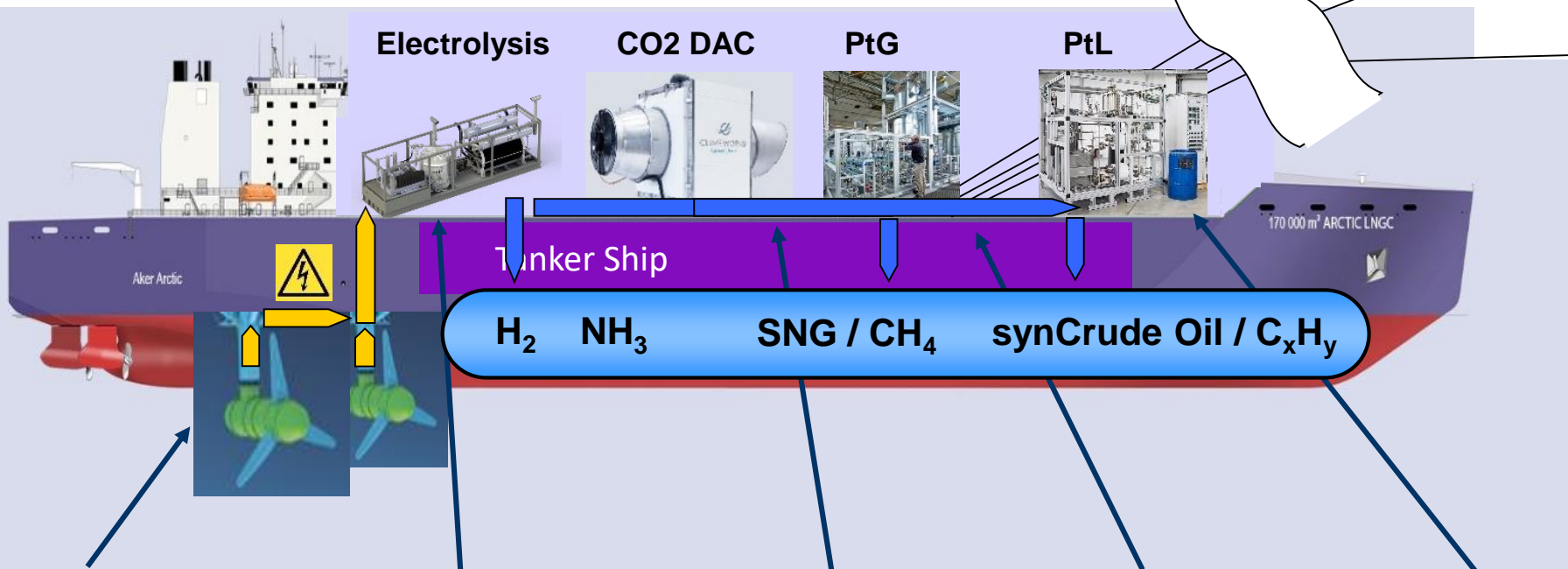
2035  
 ø Höhe 500m  
 Generatorleistung 50 MW  
 Spannweite 115m

Die Folge: 100fach mehr Energie als onshore Windturbinen, und 30fach mehr als offshore, über das Jahr

# Mobile Wind Power Plants on the open Ocean

## The KITE GAS SHIP / KITE FUEL SHIP

"The Self-filling Gas / Oil Tanker"



Hydro-kinetic Turbines

Electrolyser

CO2 Direct Air Capture

Methanation

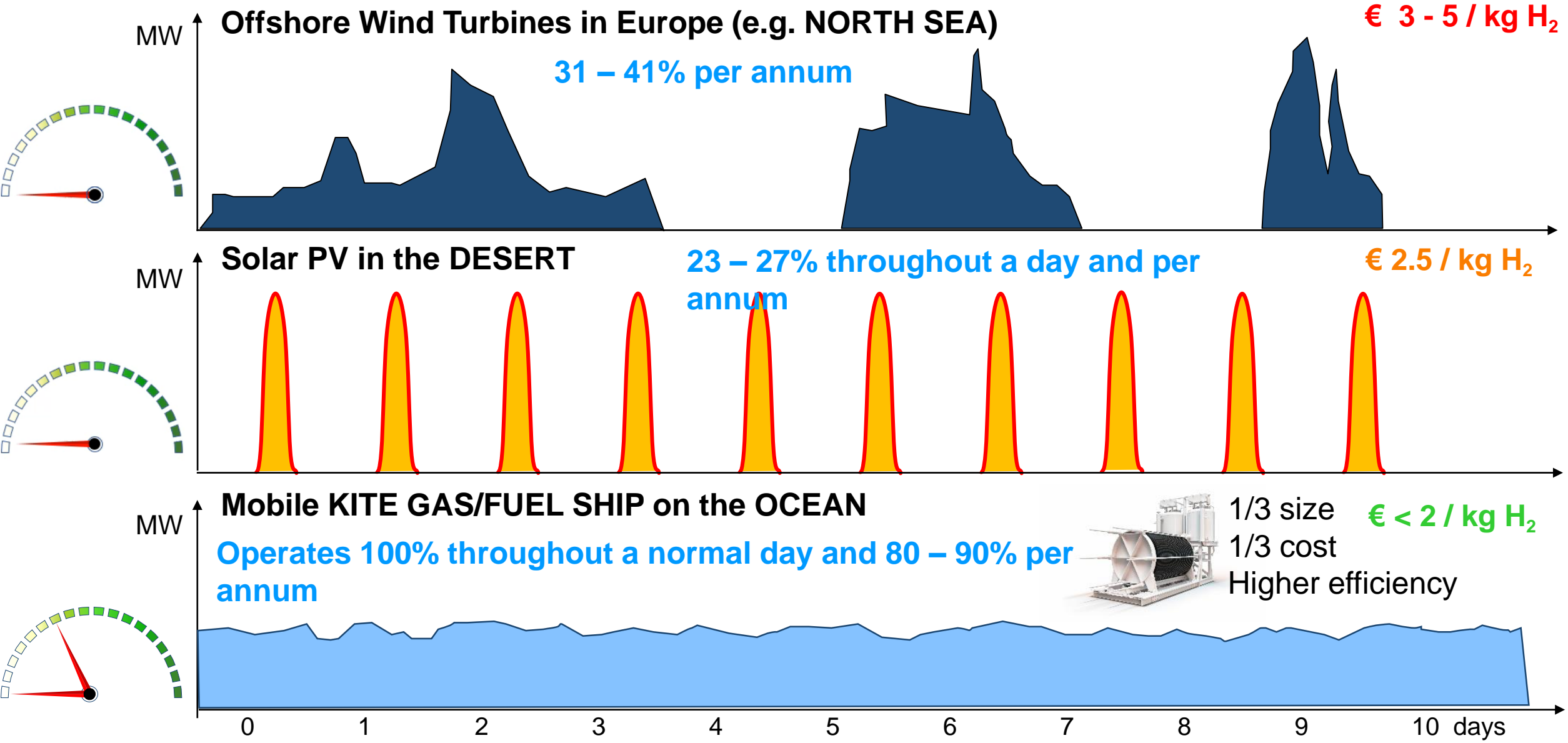
Fischer-Tropsch or Methanol Synthesis



# Electricity Output Profile – over 10 days – Characteristics of the underlying RES



Dimensioned for the same amount of Energy [in MWh] – the area under the curve





## **Geopolitische Vorteile / Stärkung der Wirtschaft in Deutschland**

- Wir machen uns bei Electrofuels nicht von anderen und potentiell wenig zuverlässigen Ländern abhängig, sondern stellen diese selber her, bei **vollständiger Kontrolle** der Produktionsanlagen
- Electrofuels sind eine **Alternative zu Batterie-Elektrofahrzeugen, ein Plan B**
- Dieses ist insbesondere deswegen wichtig, weil **Rohstoffe für Batterien** knapp und problematisch sind: Li und Co – und der Zugang zu diesen teilweise bereits von anderen Ländern gesichert wurden
- Das KITE GAS/FUEL SHIP wird auf dem offenen Ozean betrieben und unterliegt damit weit weniger Regularien oder bürokratischen Vorgaben als an Land. Die Folge sind **flexiblere, einfachere, schneller durchführbare, kostengünstigere Projekte**



# Kite-Steuerungsanlage



**Intellectual Property Office**  
Patents Form 7  
Patents Act 1977 (Rule 10)  
Statement of inventorship and of right to grant

1. Your reference: P3017607JWW  
2. Patent application number: OCEANERGY AG  
3. Full name of the or of each applicant: KITE CONTROL S.r.l.  
4. Title of the invention: By virtue of a contract  
5. State how the applicant(s) derived the right from the inventor(s) to be granted a patent: This section is not applicable in this case.  
6. How many, if any, additional Patents Forms 7 are attached to this form: 08 Mar 2016  
7. I/we believe that the following paper(s) set out the invention which this form relates to: Mytel James Willis  
Date: 08 Mar 2016  
E-mail: [James.Willis@mytel.com](mailto:James.Willis@mytel.com)  
Telephone: 01422 330 606  
Fax: 01422 330 606

Signature: Subject: James Mytel 45168 Issuer:  
European Patent Office, European Patent Office Cd D2

8. I admit, e-mail address, telephone, fax and/or mobile number, if any, of a contact point for the applicant: Mytel James Willis  
E-mail: [James.Willis@mytel.com](mailto:James.Willis@mytel.com)  
Telephone: 01422 330 606  
Fax: 01422 330 606

**United States Patent Application Publication**  
Patent No.: US 2016/0159448 A1  
Pub. Date: Jun. 9, 2016

(50) A STEERING ARRANGEMENT  
(71) Applicant: **Wulfstan Johannes Bernd BEHNER**, Cape Town (ZA)  
(72) Inventor: **Wulfstan Johannes Bernd BEHNER**, Cape Town (ZA)  
(21) Appl. No.: 14907206  
(22) PCT Filed: Jul. 25, 2014  
(86) PCT No.: PCT/ZA2014/00003  
(87) Int. Cl. Class.: G06F 1/00 (2006.01)  
(88) Pub. No.: US 2016/0159448 A1  
(89) Foreign Application Priority Data: Jun. 22, 2015  
Jul. 25, 2013 (ZA) 2013/05642

**ABSTRACT**  
According to a first aspect of the invention there is provided a steering arrangement for steering a kite. The arrangement includes a mounting member (14) which is configured to be mounted on a tower (10) which is stationary relative to the ground. The arrangement includes a first steering member (12) which is connected to a kite (16) and is configured to rotate about a pivot point (18) relative to the mounting member (14). The arrangement includes a second steering member (13) which is connected to the kite (16) and is configured to rotate about a pivot point (19) relative to the mounting member (14). The arrangement includes a control system (15) which is configured to control the rotation of the first steering member (12) and the second steering member (13) relative to the mounting member (14) in order to steer the kite (16) relative to the tower (10).





**OCEANERGY**

**KITE GAS/FUEL SHIP**

**Vielen Dank!**



Reserve



# Klassifikation "Grüner Wasserstoff"

## Projekte

### 5) Anwendung des H<sub>2</sub> / Nutzung technologies

H<sub>2</sub>-Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge (FCEV). Brennstoffzellen-Züge, Schiffe, Flugzeuge, Lastwagen, Autos, Heizungen. H<sub>2</sub> in der Chemikalie Industrie, Stahl- und Zementindustrie.

### 4) Entwicklung der H<sub>2</sub> Infrastruktur

Aufbau der H<sub>2</sub>-Infrastruktur Netz von Tankstellen.

### 3) Speicherung und Transport von H<sub>2</sub>

Technologien für H<sub>2</sub>-Tankschiffe, LKWs, Netze, Tankstellen, Kompression, . . .

### 2) Produktion von H<sub>2</sub>

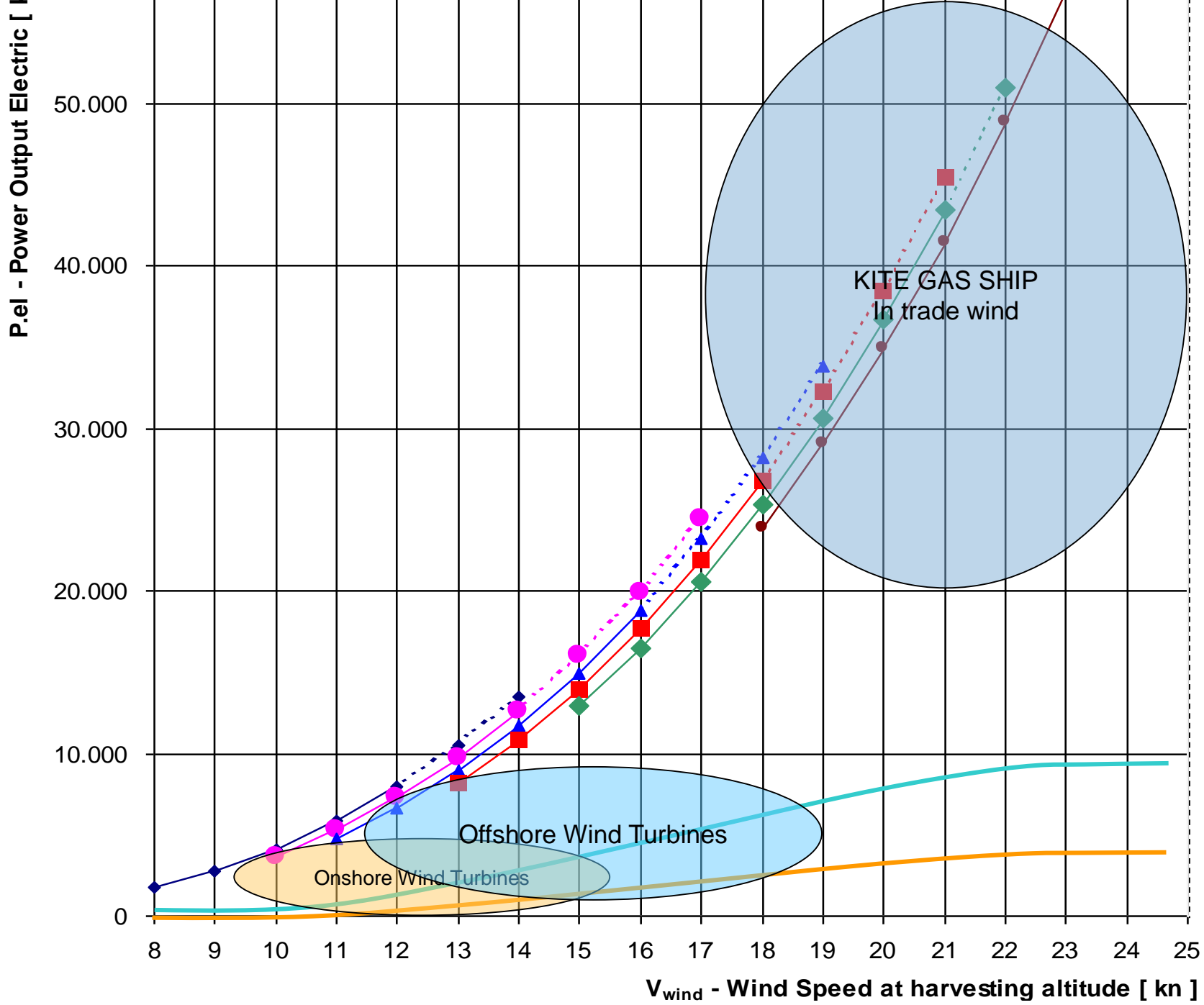
Elektrolyse: Steigerung der Effizienz. Kosteneffizienz durch Serienfertigung (CAPEX)).

### 1) Die Basis für H<sub>2</sub> Production

Niedrige Kosten für Antrieb UND hoher Auslastungsfaktor  
RES= Low-cost green H<sub>2</sub>



Die KITE GAS/FUEL SHIP-Technologie bildet die Grundlage für umweltfreundliche H<sub>2</sub>-Projekte: Sie wird allen anderen Wasserstoffprojekten zugute kommen und zum Aufbau der Wasserstoffwirtschaft beitragen.





00:02:01

00:00:07



# Our Mission: the full-sized H<sub>2</sub>-Production Ships

We develop the **KITE GAS/FUEL SHIP** technology, enabling **Low-cost Production of Green Hydrogen** at commercial **Scale** from **Wind Power**.

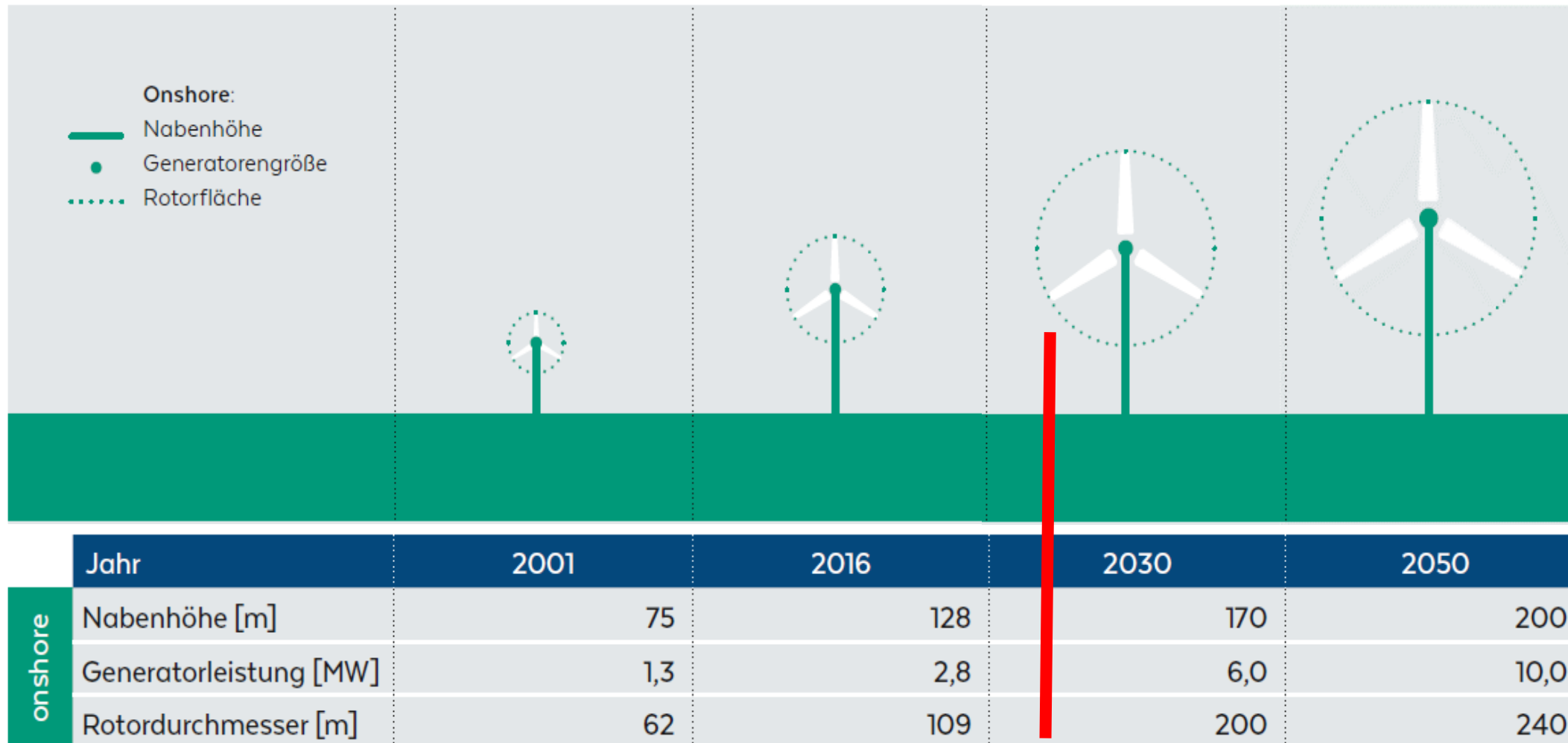


**RES (renewable energy source), with integrated H<sub>2</sub> conversion and storage, and logistics until feed-in to H<sub>2</sub> terminals.**

<b>One KITE GAS/FUEL SHIP (6 000 t H<sub>2</sub> p.a. delivered to harbour) can power</b>	
1. FCEV Passenger Vehicles averaging 15 000km p.a. (usage route #1)	<b>40 000</b>
2. ICE Passenger Cars driven by e-diesel/e-gasoline (usage route #2)	<b>20 000</b>
3. FCEV Trucks/Busses averaging 110 000km p.a. (route #1)	<b>640</b>
4. e-Diesel - Average Medium Cargo Ship (route #2)	<b>1,7</b>
5. e-Kerosene - Commercial 350 passenger Airplane (route #2)	<b>0,8</b>
6. Low Carbon Steel production (usage route #1)	<b>143 000 t</b>
7. Green Ammonia production (usage route #1)	<b>34 000 t</b>



**Abbildung 10:** Veranschaulichung der Anlagenentwicklung von Windenergieanlagen





# WASSERSTOFF IM LANDKREIS REUTLINGEN

Kreisamt für nachhaltige Entwicklung – Dr. Meike Widdig



Gefördert durch:



Koordiniert durch:

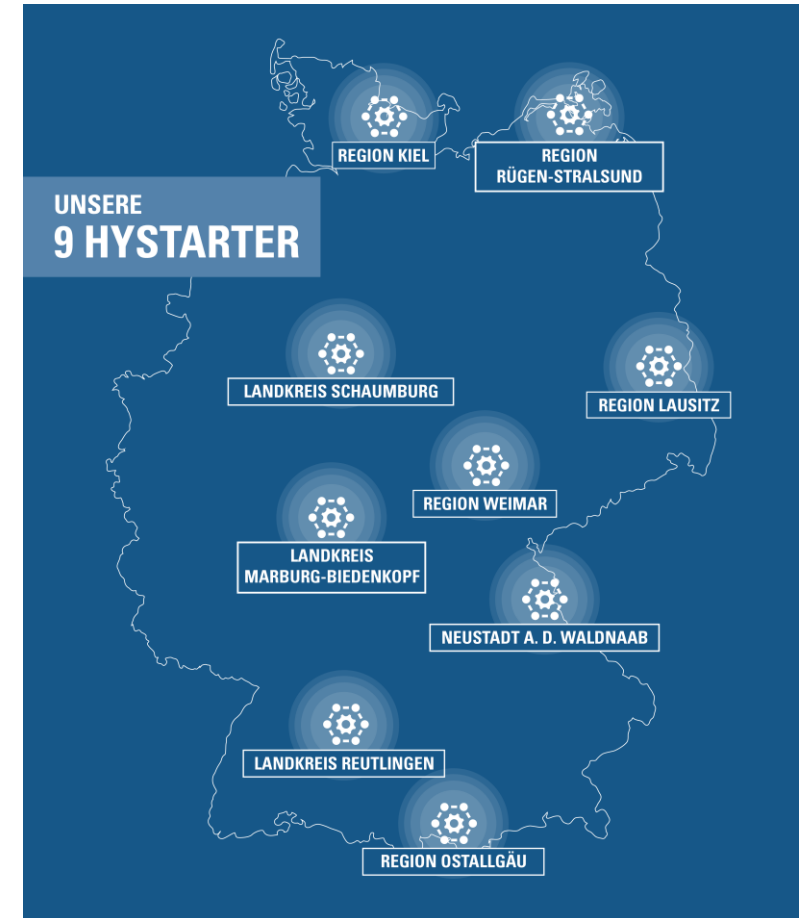


Projektträger:



# HyLAND-PROGRAMM

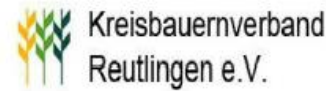
- ◆ Förderprogramm des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- ◆ Landkreis Reutlingen: Förderung als eine von neun HyStarter-Wasserstoffregionen in Deutschland
- ◆ Entwicklung eines Wasserstoffkonzepts und Herausbildung eines Akteursnetzwerks



# AKTEURE



Schwäbische Alb-Bahn





# HySTARTER – WASSERSTOFF-VISION

## WASSERSTOFFVISION 2030 LANDKREIS REUTLINGEN



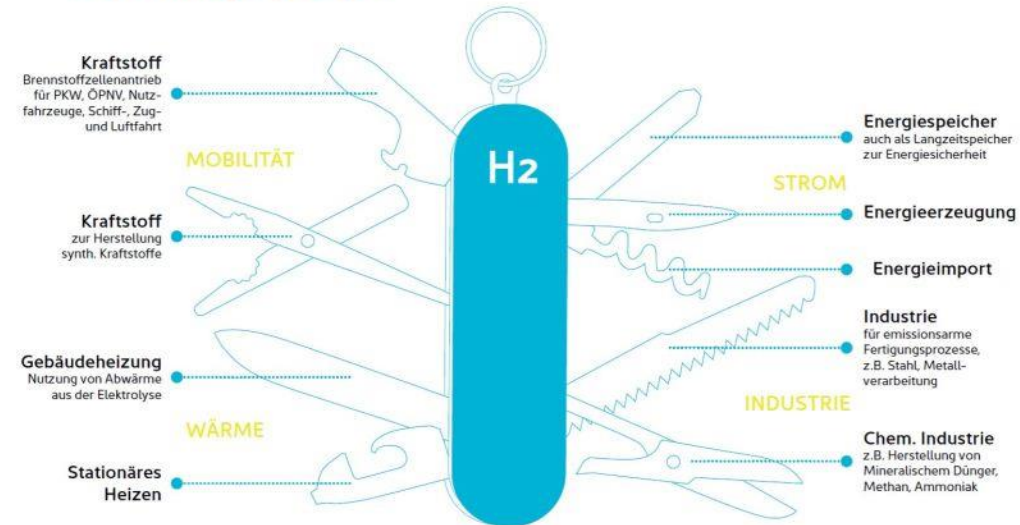


# DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!



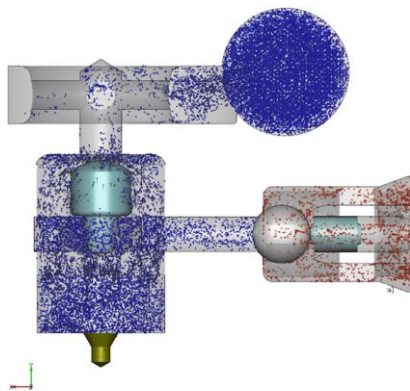
# IH<sub>2</sub>K Netzwerk Wasserstoff

» Wasserstoff: das Schweizer Taschenmesser der Energiewende



Quelle: H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG – LinkedIn Post

– global denken – lokal handeln –



**SIMERICS MP+**  
FuelCell System Simulation

**1D/3D coupling between SIMERICS MP+ and GT-SUITE**

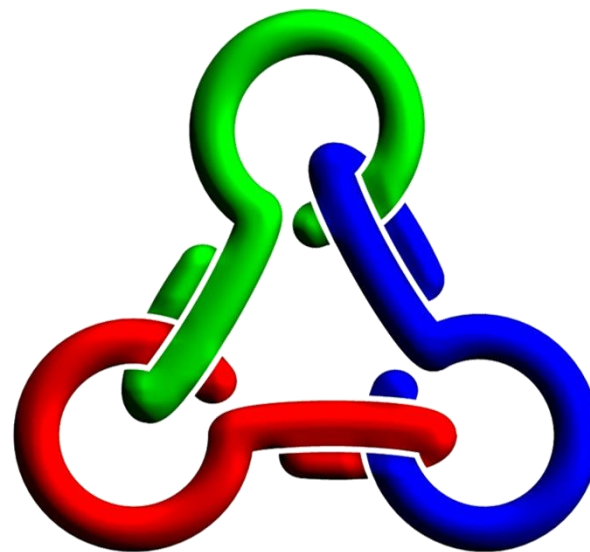
The 1D/3D interface between SIMERICS MP+ and GT-SUITE offers engineers a unique analysis tool for product design and development, engineering the vehicle already placed by separate 1D and 3D analysis models. This interface provides a strongly coupled one-dimensional capability, and is particularly suited for multi-component fuel systems. One can leverage the advantages of 1D component models for different components of the fuel system. Thus, 1D can be used in features where the geometry requires a 1D treatment. Both steady state and transient analysis can be performed.

The example shown here is a 3D CFD simulation of a turbo compressor embedded within a 1D fuel cell system model. The SIMERICS-GT interface provides all required CFD boundary conditions to the CFD model and vice versa to the 1D model.

**3D CFD Turbo Compressor**

SIMERICS MP+ is a CFD software environment that includes a robust distributed memory multi-scale parallel solver based on GPU-based pre- and post-processors, user automated model set-up, automated meshing and an expressive editor for user functions. The complete set of transient, three-dimensional turbulent equations are solved. A wide range of applications and physics can be simulated. The latter includes multi-phase flows, cavitation, fluid structure interaction, integrate heat transfer, radiation heat transfer, design optimization and more.

<b>United States</b> www.simerics.com +1 415 561-9850	<b>Europe</b> www.simerics.com +49 40 20000 343	<b>India</b> www.simerics.com +91 802 653 343	<b>China</b> www.simerics.com +86 21 5020000 343
---	---	---	--



**Simerics**  
TECHNOLOGY BY DESIGN



**SimericsMP**  
Flow Simulation Software

**Fast** model set-up.  
**Reliable** simulations.  
**Accurate** results.