

# Wasserstoff: Erdgasersatz und Speichermedium





- I. Vorstellung der LEKA MV und der Kampagne MVeffizient
- II. Nutzung von Wasserstoff im Unternehmen
- III. Fördermittel für die Nutzung und die Erzeugung von Wasserstoff

#### **VORSTELLUNG**



#### Arne Rakel

Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau (Energietechnik) Technischer Berater Landesenergie- und Klimaschutzagentur MV

Tel.: 0385 3031640 Mobil: 0152 54770610

E-Mail: <u>arne.rakel@leka-mv.de</u>





- Energieauditor DIN EN 16247-1
- Contracting-Orientierungsberater EBN/BAFA
- Energieeffizienzberater EBL/BLE





I. Vorstellung der LEKA MV und der Kampagne MVeffizient

#### EINE KAMPAGNE DER LEKA



Zeitraum:

April 2018 - Juni 2023

Zielgruppe:

Alle Unternehmen in MV

Ziel:

Energieeffizienzsteigerung in Unternehmen Energie/Kosten/CO<sub>2</sub> sparen

Maßnahmen:

Kostenlose Erst- und Initialberatung Vor-Ort-/Online-/Hybrid-Stammtische Fördermittelinformation



#### **BERATUNGSPFAD**





#### **BERATUNGSINHALTE**



- Energieverbrauch erfassen (Monitoring)
- 2. THG-Bilanzen/CSR-Bericht
- 3. Identifizierung und Verringerung der Verluste
- 4. Erneuerbare Energiequellen (Sonne, Erde, Wind)
- 5. Speichersysteme für Wärme und Strom
- 6. E-Mobilität und LIS im Unternehmen
- 7. Contracting Energieeffizienz vom Dienstleister
- 8. Wasserstoffnutzung Speicher oder Gasersatz
- 9. PPA-Energielieferverträge



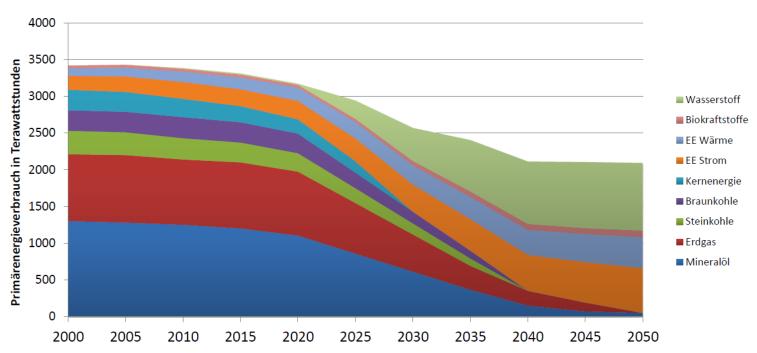


# II. Nutzung von Wasserstoff in Unternehmen

#### **BLICK IN DIE GLASKUGEL**



### Prognose über den Energiemix bis 2050



Quelle: AG Energiebilanzen, dena, asue

#### **DEKARBONISIERUNG**



#### Ziel:

 CO<sub>2-</sub>Emission reduzieren durch Dekarbonisierung

#### Maßnahmen:

- Ersatz von grauem Wasserstoff durch grünen Wasserstoff in der Industrie
- Speicherung von volatiler
   Erneuerbarer Energie und
   Rückverstromung
- Ersatz von fossilen Energieträgern in Energiewirtschaft, Wärmeversorgung und Verkehr



Quelle: Umweltbundesamt

#### WASSERSTOFFKLASSEN



Grauer Wasserstoff:

Wasserstoff aus fossilen Kohlenwasserstoffen (z. B. Erdgaseformierung)

Blauer Wasserstoff:

Wasserstoff aus Dampfreformierung (Erdgas) mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -speicherung

Türkiser Wasserstoff:

Wasserstoff aus der thermischen Spaltung von Methan (Methanpyrolyse), Anstelle von CO<sub>2</sub> entsteht dabei fester Kohlenstoff

Grüner Wasserstoff:

Wasserstoff aus Strom von erneuerbarer Energien

Quelle: BMWK

#### RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN



#### EEG § 3 Nr. 27a

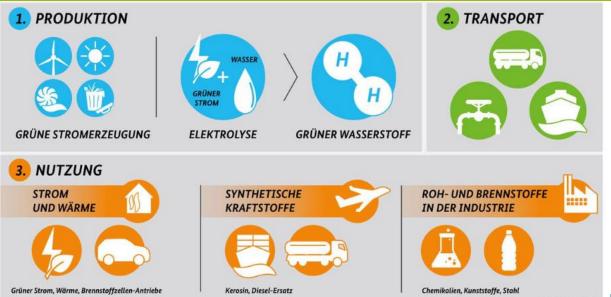
#### "Grüner Wasserstoff"

Wasserstoff, der nach Maßgabe der Verordnung nach § 93 elektrochemisch durch den Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt wird, wobei der Wasserstoff zur Speicherung oder zum Transport auch in anderen Energieträgern chemisch oder physikalisch gespeichert werden kann

#### EFFIZIENZ IST DOCH ENTSCHEIDEND



#### Alles was wir nutzen, bedingt Energieverbrauch und Emissionen



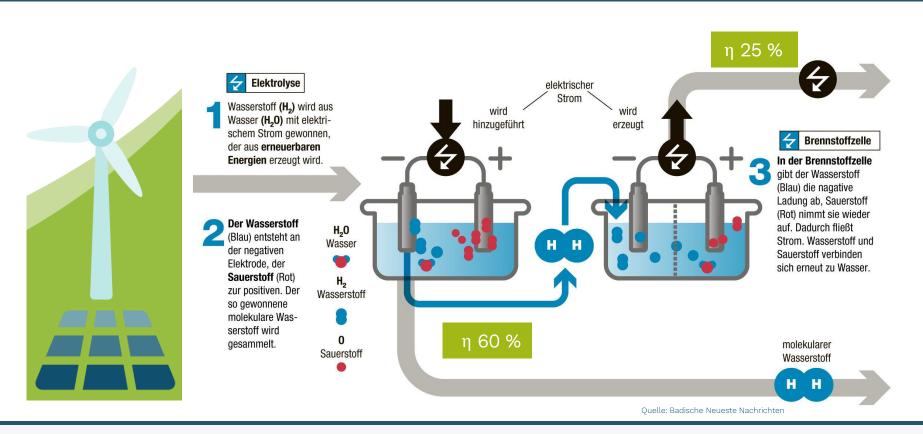
- Flächen
- Ressourcen
- Transport
- Speicherung
- Nutzung

Quelle: BMBF 2020

Wirkungsgrad = Ressourcenbelastung und Gerechtigkeit

# **GRÜNER WASSERSTOFF**





#### **ENERGIEDICHTE**



### **Energiedichte von Wasserstoff**

Pro Masse: 33,33 kWh/kg

- Methan: 13,9 kWh/kg - Benzin: 12 kWh/kg

Pro Volumen: 3,0 kWh/Nm³

- Methan: 9,97 kWh/Nm³ - Benzin: 8.800 kWh/m³

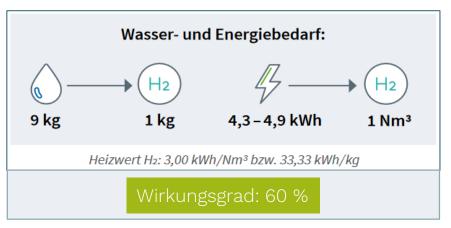
- 12 m³ unverdichteter Wasserstoff entsprechen 1 l Benzir
- 1 kg Wasserstoff enthält so viel Energie wie 3 kg Benzin



Quelle: Quantum Technologies

#### WASSER- UND ENERGIEBEDARF





Zur Erzeugung von Wasserstoff mit einem Energiegehalt/Heizwert von 1 kWh im Elektrolyseverfahren, werden ca. **300 ml Wasser** und **1,6 kWh elektrischer Strom** benötigt.



Quelle: BDEW | Swen Gottschall

#### **ANWENDUNGSBEREICHE**



#### Elektrolyse von grünem Wasserstoff aus Überschuss EE

#### Strommarkt

Speicher für fluktuierende erneuerbare Energien Sonne & Wind

• flüssig oder gasförmig

#### Rückverstromung

- Brennstoffzelle
- (GUD-Kraftwerke)

Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage kompensieren

#### Wärmemarkt

#### Beimischung Erdgasinfrastruktur

- Dichtheit
- Materialverträglichkeit
- Heizwert
- Messweise

#### Industrie

#### Dekarbonisierung von nicht-elektrifizierbaren Prozessen

- Stahlerzeugung
- Ammoniakproduktion

#### Chemische Industrie

- Stickstoffdünger
- Raffinierung von Mineralöl

#### Mobilität

Schifffahrt

Synthetische Flugkraftstoffe

#### Schwerlastverkehr

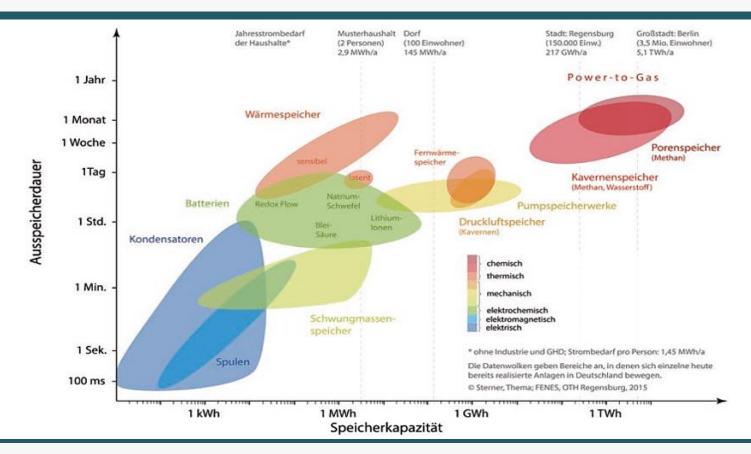
- Brennstoffzelle
- Beimischung
- Direktverbrennung

Ersatz fossiler Brennstoffe

Dieser Überschuss an EE muss kontinuierlich vorliegen!

#### WASSERSTOFF ALS LANGZEIT-ENERGIESPEICHER





Quelle: Sterner/Stadler 2017

#### WASSERSTOFF UND SEKTORENKOPPLUNG



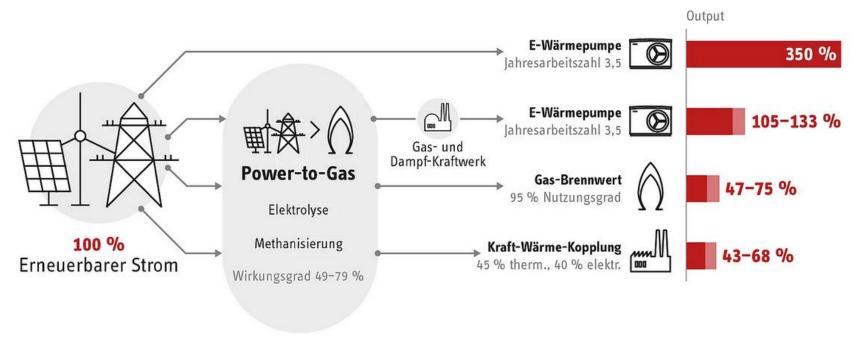


Quelle: cleanenergypartnership.de

# EFFIZIENZVERGLEICH IM WÄRMEBEREICH



#### Wirkungsgrade in Bezug auf den eingesetzten erneuerbaren Strom

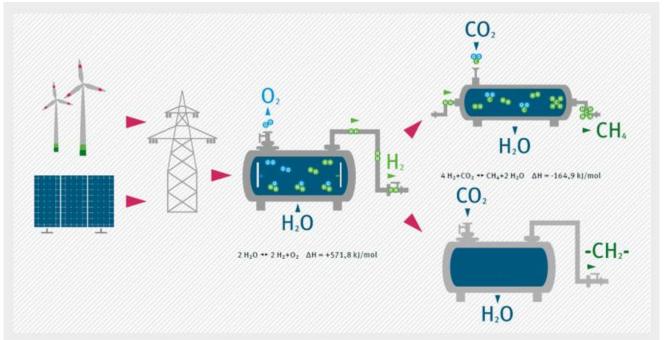


Quelle: Bundesverband Wärmepumpen

# POWER-TO-GAS UND POWER-TO-LIQUID



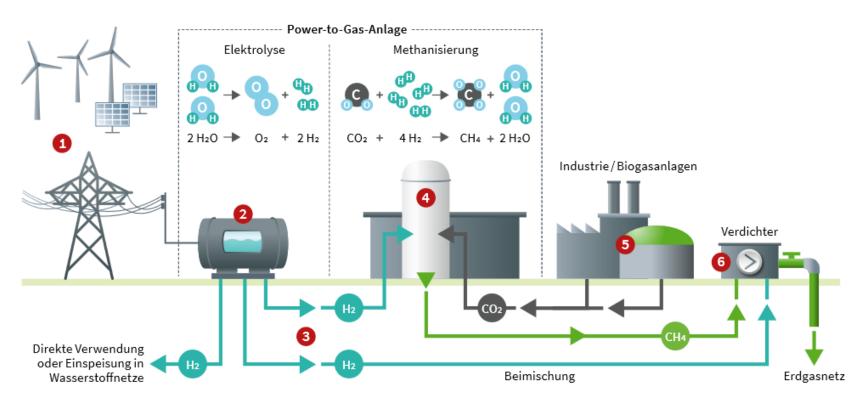
#### Schematische Funktionsweise von PtG und PtL



Quelle: Umweltbundesamt

# HERSTELLUNG VON SNG AUS GRÜNEM WASSERSTOFF

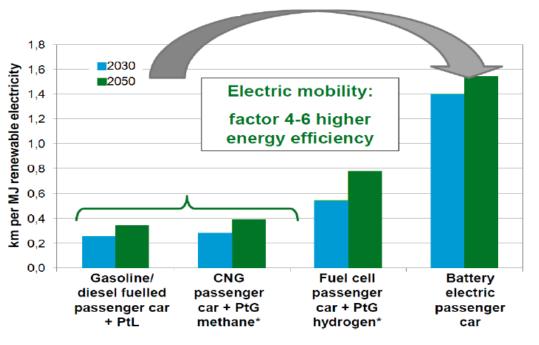




## **ENERGIEFFIZIENZ MOBILITÄT**



# Reichweite eines Mittelklasse-PKW in 2030/2050 mit 1 MJ erneuerbarem Strom



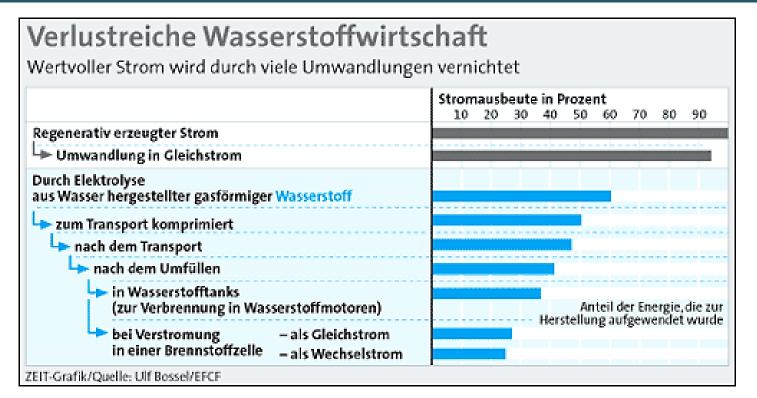
- Ein PKW kann mit 5 kg Wasserstoff etwa 600 km zurücklegen.
- Zur Produktion von einer Tonne "grünen" Stahls werden rund 70 kg Wasserstoff benötigt

Legend:
\* compressed

Quelle: Umweltbundesamt/INFRAS/Quantis 2015

# **EFFIZIENZ RÜCKVERSTROMUNG**

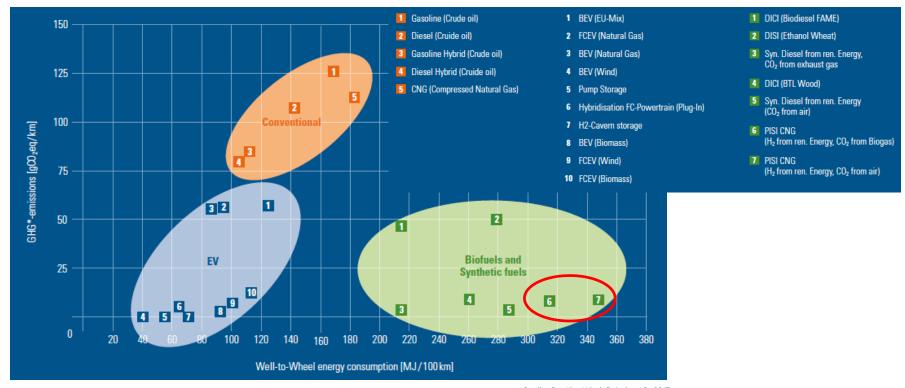




Quelle: Agenda 21 Treffpunkt

## BILANZ ENERGIE UND CO<sub>2</sub> EMISSIONEN

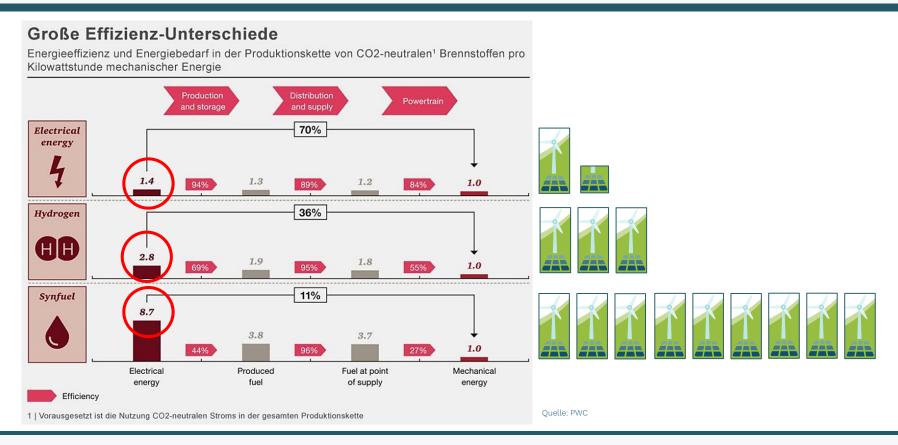




Quelle: Dr. Jörg Wind, Daimler AG 2017

#### EFFIZIENZ - ELEKTRO - H2 - SYNFUELS





#### WIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN



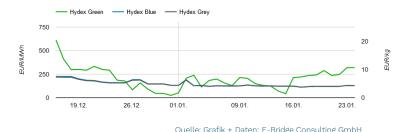
#### Kosten 24.01.2023

Hydex Green 318,98 €/MWh

Hydex Grey 126,88 €/MWh

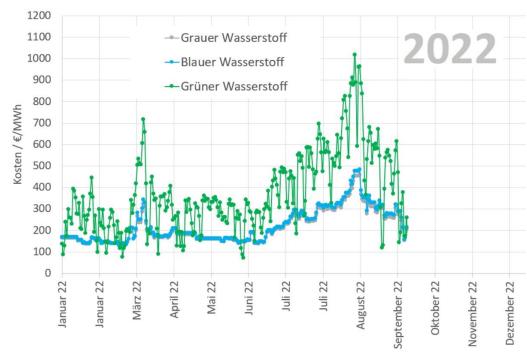
Hydex Blue 127,58 €/MWh

#### Hydex (Preisindex) letzte 30 Tage



Einflüsse: Wetter, Marktpreis Gas, Nachfrage

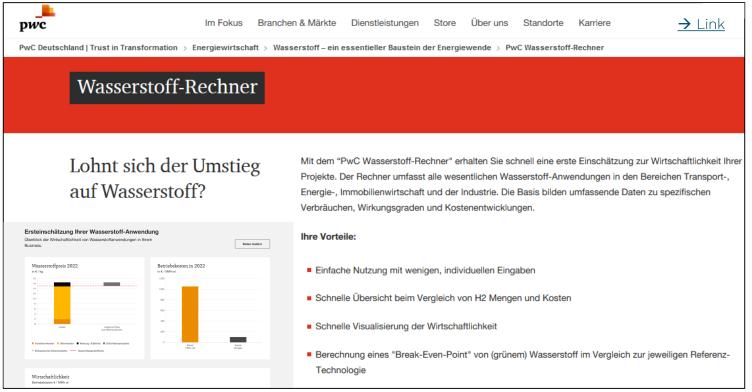
#### Hydex (Preisindex) 2022



Quelle: Grafik: ASUE 2022 | Daten: E-Bridge Consulting GmbH

#### WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNER





Quelle: PWC



# Salzgitter AG

→ Stahlproduktion

Grüner Wasserstoff soll zukünftig die Kohle ersetzen, die derzeit im konventionellen Hochofenprozess verwendet wird.

- 7 Windkraftanlagen (30 MW)
- weltweit größter Hochtemperatur-Elektrolyseur (Betriebstemperatur: 850 °C)
- Nutzung von Wasserdampf aus der Abwärme der Stahlproduktion Wirkungsgrad von 84 Prozent
- Förderung durch Bundesregierung



Quelle: Salzgitter AG



#### **Arcelor Mittal**

- → Bis 2035 sollen Stahl und Roheisen am Standort Bremen klimaneutral hergestellt werden!
- Rostocker Apex Group mit Bau eines Elektrolyseurs mit einer Leistungsaufnahme von 10 Megawatt am Standort Bremen beauftragt
- 2024 soll die Anlage in Betrieb gehen und den Stahlriesen mit grünem Wasserstoff beliefern
- Die Stadt Bremen finanziert das Projekt zu ca. 50 Prozent mit Fördermitteln.



Quelle: Arcelor Mittal/Werk Bremen



#### ENERTRAG AG - Grüne Wasserstofferzeugung für Industrie, Wärme und Mobilität

- → Hybridkraftwerk mittels Elektrolyse

  Seit 2011 erzeugt ENERTRAG in einem Hybridkraftwerk
  mittels Elektrolyse aus Windstrom grünen Wasserstoff.

  Dieser wird in das lokale Gasnetz eingespeist, um
  Endkunden mit Wärme zu versorgen.
- Betankung von PKWs und Bussen
- Bereitstellung von Energie auch bei Windstille
- Abfüllung von Gasflaschen zur Versorgung von Notstromaggregaten auf Basis von Brennstoffzellentechnologie



Elektrolyseur des Hybridkraftwerks der ENERTRAG in Prenzlau. © ENERTRAG photo

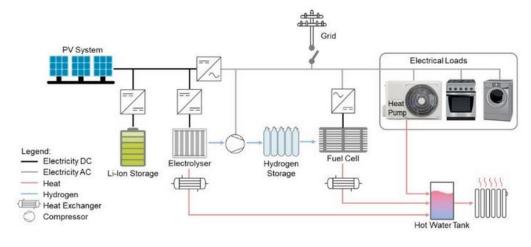


# Uni Paderborn entwirft Photovoltaik + Speicher + Wasserstoffsysteme für autonome Energieversorgung von Gebäuden

→ Gebäudeenergieversorgung

System besteht aus:

- 6,8 kWp Photovoltaik-Anlage,
- 5 kW Elektrolyseur,
- 1,24 kW Brennstoffzellensystem,
- Batteriespeicher.



Quelle: PV Magazine



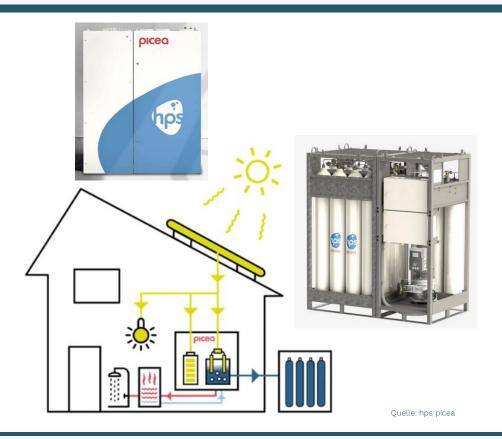
#### Home Power Solutions: Picea

#### Kurzzeitspeicher Tag | Nacht

Mit der bewährten Batterie-Technologie wird der Solarstrom vom Tag gespeichert und am Abend nutzbar gemacht. Am Tag lädt die Sonne die Batterie, damit auch am Abend genug Sonnenstrom zur Verfügung steht.

#### Langzeitspeicher Sommer | Winter

Um den im Winter fehlenden Solarertrag auszugleichen, verwendet picea Wasserstoff (H<sub>2</sub>). picea nutzt Stromüberschüsse im Sommer, um aus Wasser Wasserstoff zu produzieren. Im Winter wird dieser Prozess umgekehrt und aus Wasserstoff wird wieder Strom gewonnen. Die Speicherung und Nutzung erfolgt komplett emissionsfrei.





# Ostermeier H2ydrogen Solutions mit modularem Elektrolyseur für private und gewerbliche Anwendungen

- → Hybridkraftwerk mittels Elektrolyse von PV-Strom
- Elektrolyseur arbeitet mit Leitungswasser, mit Flaschen zur Speicherung von Wasserstoff und einer Brennstoffzelle oder einem Wankelmotor zur Stromerzeugung
- Das System hat eine Leistung von 1 bis 100 Kilowatt, was einer Wasserstoffproduktion von 0,2 bis 20 Normkubikmetern pro Stunde entspricht.
- Kosten ab 160.000 Euro





#### **ELEKTROLYSEANLAGEN**

# Investmentgruppe Exceed übernimmt Energieunternehmen Apex



Blick auf das 2MW-Wasserstoffkraftwerk der APEX Group in Laage. Foto

© Bernd Wüstneck/dpa-Zentralbild/dpa/Archivbild

- Erste LKW-Wasserstofftankstelle in MV
- 2 auf 25MW + 100 MW neu
- 7.500 t/a Wasserstoff
- Vermarktung per Pipeline oder chemisch gebunden in flüssigem Wasserstoffträger (Ameisensäure)
- Gesamt-Projektpipeline von aktuell 50 Projekten mit einer Elektrolysekapazität von 1,7 Gigawatt
- Investitionsvolumen von 199 Mio. Euro sollen wiederkehrende Umsätze von jährlich 45 Mio. Euro erzielen
- 1 von 4 IPCEI-Projekten in MV

#### **BESCHAFFUNG VON WASSERSTOFF**



### Stiftung H2 Global

- Weltweiter Einkauf von H<sub>2</sub>
- H2Global stellt H<sub>2</sub> Unternehmen zur Verfügung
- Kauf und Verkauf erfolgen im Bieterverfahren – die Differenz zahlt der Bund (Budget: 900 Mio. Euro) bereit
- 2024 sind die ersten Lieferungen geplant
- > 50 Unternehmen Mitglied: Rostock Port, Arcelor Mittal, Salzgitter AG, MAN, Daimler Truck usw.



Quelle: H2Global Advisory GmbH



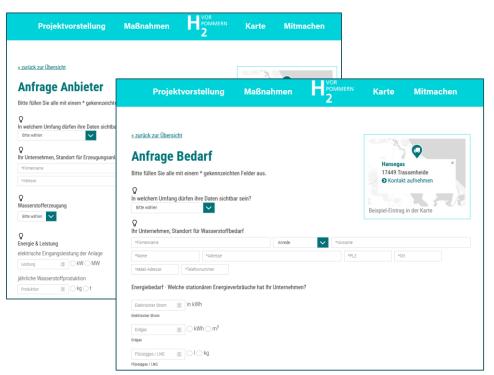
#### **BESCHAFFUNG VON WASSERSTOFF**



#### H2 Vorpommern

- → Nutzung des Überangebots an erneuerbarem Strom in MV für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft
- Abfrage: Interesse und Energiebedarf für eine mögliche Wasserstoffversorgung
- Bedarf oder Angebot von H<sub>2</sub> anmelden



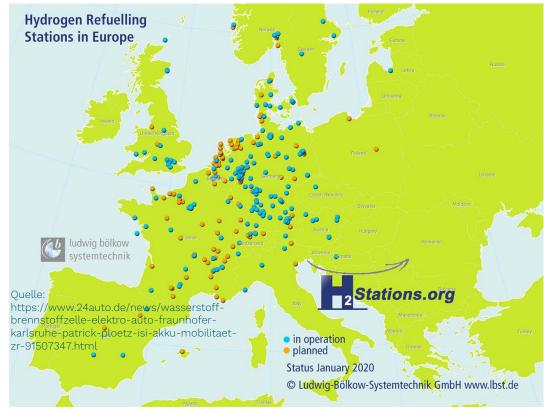


Quelle: Energie Vorpommern GmbH

#### **WASSERSTOFF TANKSTELLEN 2020**







#### **IPCEI PROJEKTE**





- Projekt: LIKAT Leibniz-Institut für Katalyse e.V. diverse Projekte, z.B. Light2Hydrogen

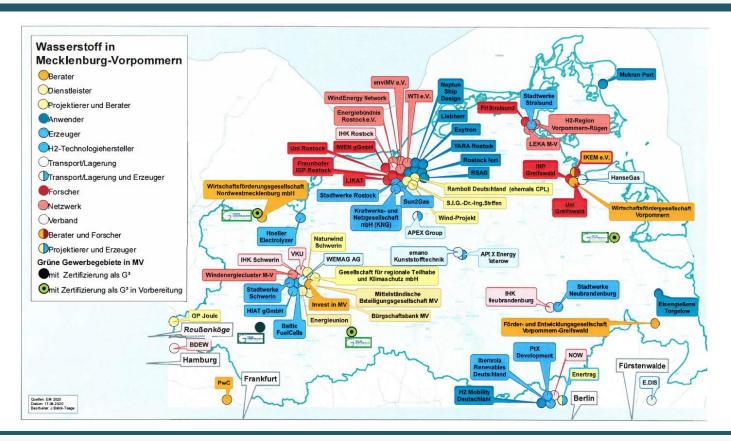
Quelle: IHK Nord



Quelle: BMWi

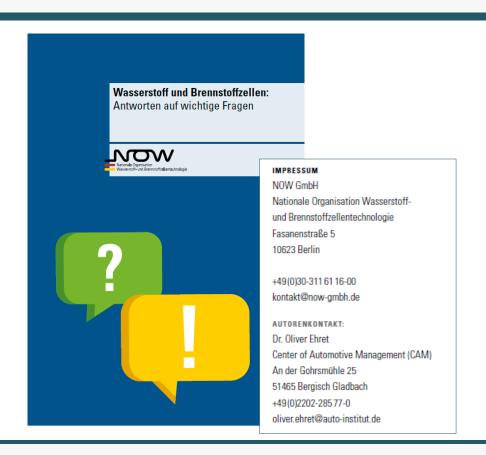
#### STAKEHOLDER IN MV





#### **NACHSCHLAGEWERKE**







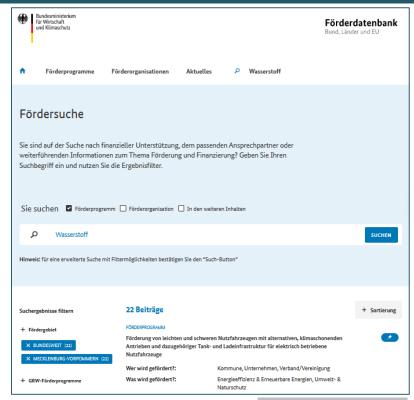


# III. Fördermittel für die Nutzung und die Erzeugung von Wasserstoff

## **FÖRDERDATENBANKEN**







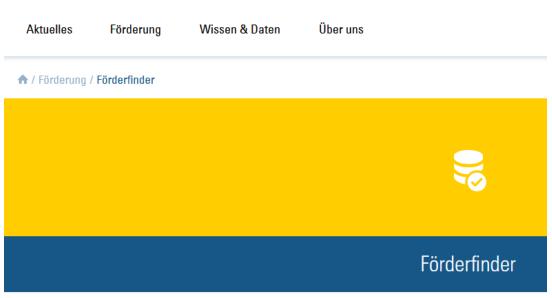
→ Link: <u>DIHK</u>

→ Link: <u>Förderdatenbank</u>

# FÖRDERFINDER NOW







- → NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
- → NIP Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

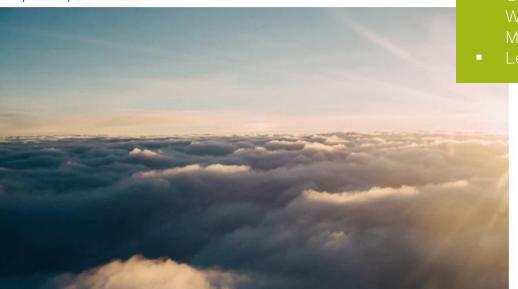
→ Link: <u>NOW - Förderfinder</u>

# **ALLES GRÜN?**



Studie zeigt unerwartetes Wasserstoff-Problem: So beeinflusst es das Klima

24. April 2022 | Tobias Stahl



Wasserstoff kann in der Atmosphäre bis zu elfmal stärkere Liane Metzler/Unsplash.com Erderwärmungseffekte hervorrufen wie CO2, rechnet eine Studie der britischen Regierung vor.

Global Warming Potential 11
 Wasserstoff hemmt den
 Methanabbau in der Atmosphäre

Leckagerate 1-10 % = kritisch

Quelle: efahrer.chip.de

#### KONTAKT



#### Vereinbaren Sie einen kostenlosen Beratungstermin in Ihrem Betrieb!

#### Technische Beratung Energieeffizienz und Klimaschutz



Dipl.-Ing. (FH) Arne Rakel Telefon: 0385 3031640 Handy: 0152 54770610

E-Mail: arne.rakel@leka-mv.de













www.mv-effizient.de | info@mv-effizient.de



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Eine Kampagne der:



Gefördert durch:



Im Auftrag von:











