

Wasserstoff – Erdgasersatz oder Speichermedium?





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



- I. Vorstellung LEKA MV
 - Kampagne MVeffizient

LANDESENERGIE- UND KLIMASCHUTZAGENTUR MV





- Gründung Sommer 2016
- Gesellschafter Land MV
- Mitarbeiter: 13
- Standorte: Stralsund, Schwerin, Neustrelitz
- → Förderung von Klimaschutz und Umsetzung der Energiewende durch Information und Beratung



LEKA KAMPAGNE MVEFFIZIENT



Ziel:

Energieeffizienzsteigerung in Unternehmen Energie/Kosten/CO₂ sparen

Maßnahmen:

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



→ Für alle gewerblichen Unternehmen in MV bis 2022

KONTAKT



Technische Beratung



Arne Rakel

Marketing und Kommunikation



Kerstin Kopp



Janina Kuhrt

Effizienz-Telefon 0152 54770610

Website: www.mv-effizient.de E-Mail: info@mv-effizient.de













PARTNER



- Industrie- und Handelskammern
- Handwerkskammern
- Wirtschaftsfördergesellschaften

- Unternehmerverbände
- Energieversorger
- Klimaschutzorganisationen

- Fachverbände
- Energieberater

































zu Rostock



















FIRMENDATENBANK



Effizienznetzwerk

Finden statt suchen

In unserem Effizienznetzwerk finden Sie Dienstleister und Zulieferer, die Sie bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und der Integration erneuerbarer Energien unterstützen.

Wir weisen darauf hin, dass unser Effizienznetzwerk nicht vollständig ist und für alle Anbieter in den genannten Produktgruppen offen steht. Sollten Sie noch nicht dabei sein, ergänzen wir Ihre Daten gerne. Bitte wenden Sie sich dazu an die unten aufgeführten Ansprechpartner.

Wählen Sie bitte eine Kategorie:

Beleuchtung CO2-Kompensation Contracting Energiedienstleistung Energiemanagement

Erneuerbare Energien Fördermittelberatung Gebäudeautomation Kälte Lüftung Pumpen

Speicher Wärme-/Kältedämmung Wärmerückgewinnung

→ https://www.mv-effizient.de/effizienznetzwerk

Wasserstoff

Firmen



APEX Group / APEX Energy Teterow GmbH

THEMENKATALOG MVEFFIZIENT



Online und vor Ort | 8 Beratungsthemen

- 1. Erneuerbare Energiequellen Sonne Erde Wind
- 2. Energiemanagement und Gebäudeautomation
- 3. Wärmerückgewinnung/ Abwärmenutzung
- 4. Intelligente Beleuchtungssysteme
- 5. Speichersysteme für Wärme und Strom
- 6. Contracting Energieeffizienz vom Dienstleister
- 7. E-Mobilität im Unternehmen
- 8. Wasserstoffnutzung Speicher oder Gasersatz



ZWISCHENFAZIT KAMPAGNE 04 | 2022



234 Unternehmen in MV beraten

ca. **7,2** Mio. € beratene Einsparung von Energiekosten

Veranstaltungen durchgeführt
70 Stammtische
2 Energieberatertreffer
1 Preisverleihung

28,7 heratenes Investitions-volumen

Best-Practice
Beispiele
vorgestellt auf
www.MVeffizient.de

13.000 t
beratene
CO₂-Einsparung

33 GWh beratene Energieeinsparung

1.407
Teilnehmer
auf unseren
Veranstaltungen

138 besucht

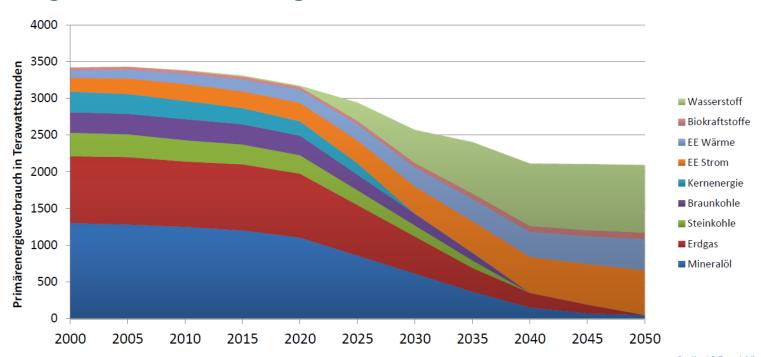


II. Wasserstoff – Erdgasersatz oder Speichermedium

BLICK IN DIE GLASKUGEL



Prognose über den Energiemix bis 2050



Quelle: AG Energiebilanzen, dena, asue

DEKARBONISIERUNG



Ziel:

 CO₂ Emission reduzieren durch Dekarbonisierung

Maßnahmen:

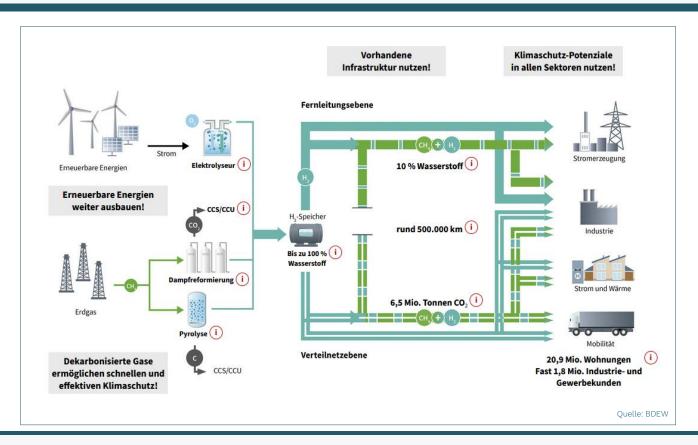
- Ersatz von grauem Wasserstoff durch grünen Wasserstoff in der Industrie
- Speicherung von volatiler Erneuerbarer Energie und Rückverstromung
- Ersatz von fossilen Energieträgern in Energiewirtschaft, Wärmeversorgung und Verkehr



Quelle: Umweltbundesamt

ANWENDUNGSBEREICHE





ANWENDUNGSBEREICHE



Grüner Wasserstoff

Stromerzeugung

Speicher für Fluktuierende erneuerbare Energien Sonne & Wind

Wärmemarkt

Beimischung Erdgasinfrastruktur

Industrie

Dekarbonisierung von nicht-elektrifizierbaren Prozessen

- Stahlerzeugung
- Ammoniakproduktion

Chemische Industrie

- Stickstoffdünger
- Raffinierung von Mineralöl

Mobilität

Schifffahrt

Synthetischen Flugkraftstoffe

Schwerlastverkehr

Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage kompensieren

Ersatz fossiler Brennstoffe

IPCEI PROJEKTE





- Projekt: "HyStarter" Region Rügen-Stralsund mit HOST Hochschule Stralsund (IRES Zentrum für regenerative Energiesysteme)
- ✓ Projekt: LIKAT Leibniz-Institut für Katalyse e.V. diverse Projekte, z.B. Light2Hydrogen
- ✓ Projekt: HY Rostock! Wasserstoffregion Landkreis Rostock

Quelle: IHK Nord



H_ ERZEUGUNG

- 1 AquaVentus, Helgoland, RWE Renewables
 2 HGHH, Hamburg Vattenfall/Shell/
- Mitsubishi/Wärme Hamburg
- 3 Clean Hydrogen Coastline, NI EWE/EWE Netz/swb
 - GET H2, Lingen RWE Generation
- GreenMotionSteel, Duisburg Air Liquide DE
- 6 MAPEVA, NRW Neumann&Esser
- 7 doing hydrogen, Rostock APEX Energy
- 8 doing hydrogen, MV, BB,SA ENERTRAG
- Green Hydrogen Hub, Leuna Linde/Total
- 10 H2-SARA, Dresden Sunfire
- 11 LHyVE Erzeugung, Leipzig EDL
- 12 LHyVE System, Leipzig LVV
- 13 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung
- freigegeben

 14 Hydrohub Fenne, Völklingen Siemens
- Hydrohub Fenne, Volklingen Siemens Energy/STEAG
- 15 Hy4Chem, Ludwigshafen BASF
- 16 ElYance, Erlangen Siemens Energy
 17 GH@BD. DE/AUT Hydrogenious
- 17 GH@BD, DE/AUT Hydrogenious

20 AquaVentus, Helgoland, GASCADE

INFRASTRUKTUR

21 HH-WIN – Gasnetz Hamburg

24 Hyperlink - Gasunie DE

GET H2 - Nowega

GET H2 - Thyssengas

30 doing hydrogen - ONTRAS

VNG Gasspeicher

----- Pipeline

31 Green Octopus MD – ONTRAS
 32 Green Octopus MD, Bad Lauchstädt –

33 LHyVE Transport, Leipzig – Ontras
 34 mosaHyc – Creos DE

22 Clean Hydrogen Coastline, NI -

GET H2 - Open Grid Europe

doing hydrogen - GASCADE

EWE/EWE Netz/EWE Gasspeicher

Green Crane, Lingen - Hydrogenious

GET H2, Gronau - RWE Gas Storage West

- 18 HyTechHafen Rostock Rostock PORT GmbH
- Bosch Power Units, BW, BY Robert Bosch

51 SENECA – H2 MOBILITY DE (bundesweites H2-Tank-

- stellennetz inkl. weiterer Partner)

 52 BMW Produkt, München Bayerische Motoren Werke
- 53 Brennstoffzellen Gigafactory,
- 53 Brennstottzellen Gigatactory,
 Region Kirchheim-Teck cellcentric GmbH & Co KG

NUTZUNG MOBILITÄT

NUTZUNG INDUSTRIE

35 Hvscale 100, Kreis Dithmarschen – Holcim

Power Germany/ Raffinerie Heide

DRIBE2, Bremen, EH - Arcelor Mittal

41 GET H2, Salzaitter – Salzaitter Flachstahl

tKH2steel, Duisburg - thyssenkrupp steel

44 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung

45 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung.

doing Hydrogen, Rüdersdorf - CEMEX

49 BayH2, Neustadt – Vattenfall Innovation/Bayernoil

• 50 RHYME Bavaria, Burghausen - Wacker Chemie

48 H2SYNGAS, Dillingen – SHS/Saarstahl

H2H, Hamburg - Arcelor Mittal

LGH2, Lingen - BP

freigegeben

freigegeben

LGH2, Lingen - Oersted

42 e-Methanol Projekt, Stade – DOW

46 doing hydrogen, BB – ENERTRAG

Deutschland/Hynamics Deutschland/Ørsted Wind

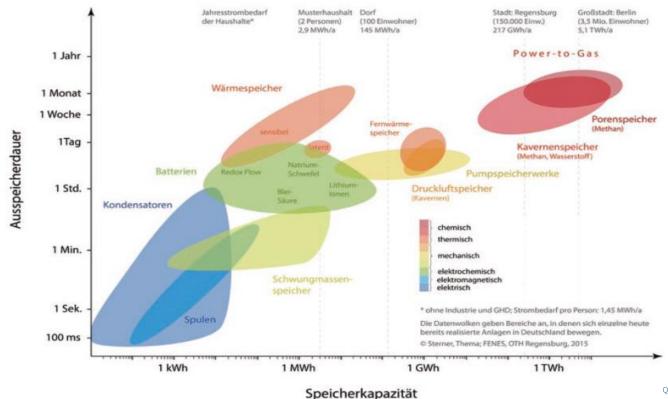
Clean Hydrogen Coastline, Bremen - Arcelor Mittal

- PEGASUS, Wörth/deutschlandweit Daimler Truck
- 54 PEGASUS, Worth/deutschlandweit Daimler Truck
 55 NextGen HD-Stack, Dettingen/Erms ElringKlinger
- 56 Clean Hydrogen Coastline, Norddeutschland FAUN Umweltechnik
- 57 NextGadila, Weinheim Freudenberg Performance Materials
- 58 WIPLIN, Hamburg Airbus Operations
- 58 WIPLIN, Hamburg Airbus Operations
 59 H2LoAD, Hamburg Hamburger Hafen und Logistik
- 59 H2LoAD, Hamburg Hamburger Hafen und Logi
 60 HyPA, Hamburg Hamburg Port Authority
- 61 H2 HADAG, Hamburg HADAG Seetouristik und
- 61 H2 HADAG, Hamburg HADAG F\u00e4hrdienst
- 62 H2SB, Hamburg Green Plug

Quelle: BMWi

WASSERSTOFF ALS LANGZEIT-ENERGIESPEICHER

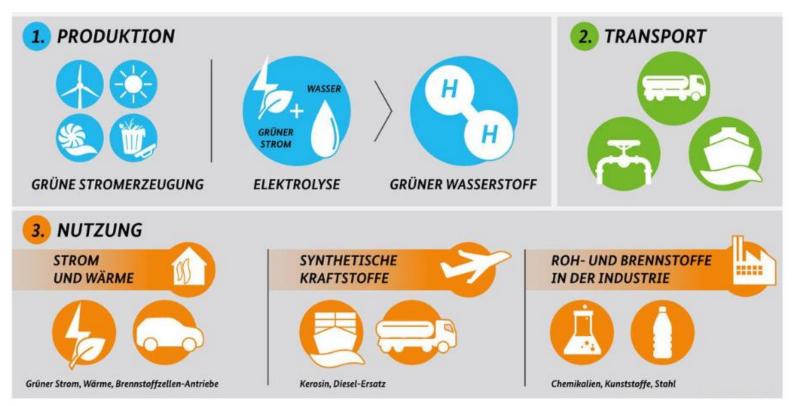




Ouelle: Sterner/Stadler 2017

WEG DES GRÜNEN WASSERSTOFFS

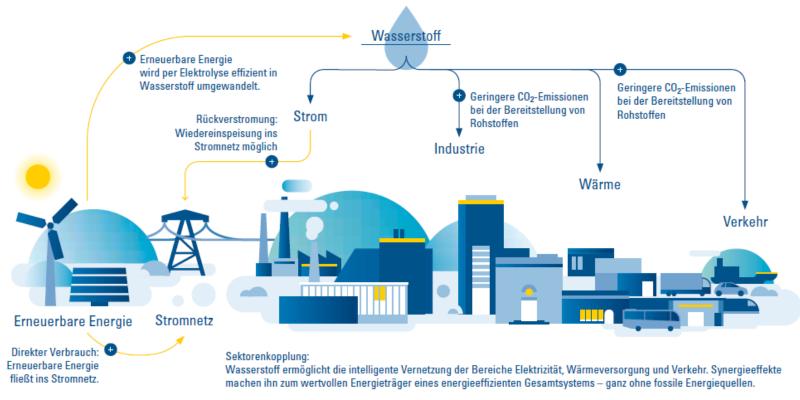




Quelle: BMBF 2020

WASSERSTOFF UND SEKTORENKOPPLUNG

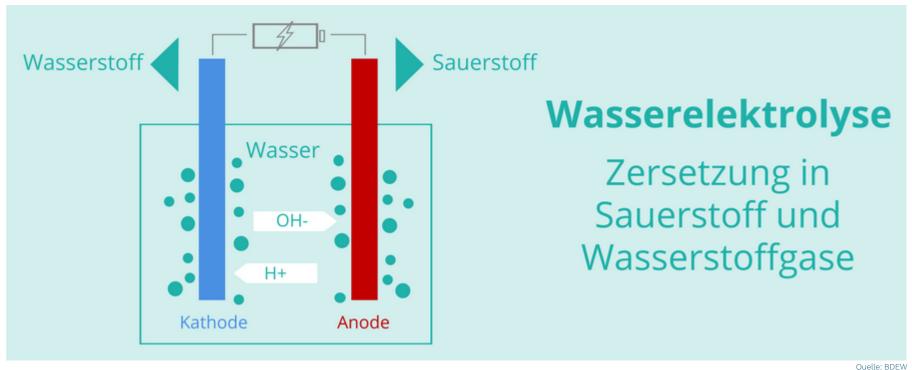




Quelle: cleanenergypartnership.de

WASSERELEKTROLYSE

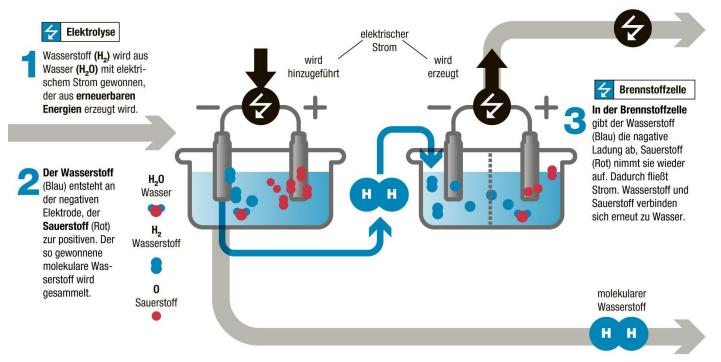




GRÜNER WASSERSTOFF



Gewinnung



Quelle: Badische Neueste Nachrichten

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

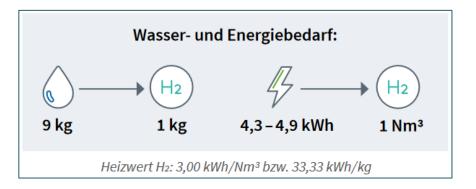
- 12 Kubikmeter unverdichteter Wasserstoff entsprechen 1 Liter Benzin
- 1 kg Wasserstoff enthält so viel Energie wie 3 kg Benzin



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 **1,5 kWh elektrischer Strom** benötigt.



Quelle: BDEW | Swen Gottschall

WASSERSTOFFKLASSEN



Grauer Wasserstoff:

Wasserstoff aus fossilen Kohlenwasserstoffen (z. B. Erdgaseformierung)

Blauer Wasserstoff:

Wasserstoff aus Dampfreformierung (Erdgas) mit CO₂-Abscheidung und -speicherung

Türkiser Wasserstoff:

Wasserstoff aus der thermischen Spaltung von Methan (Methanpyrolyse), Anstelle von CO₂ entsteht dabei fester Kohlenstoff

Grüner Wasserstoff:

Wasserstoff aus Strom von erneuerbarer Energien

Quelle: BMWK

RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN



Osterpaket: Gesetzentwurf der Bundesregierung

Energie-Umlagen-Gesetz – EnUG

§ 26

Anforderungen an Grünen Wasserstoff

- (1) Grüner Wasserstoff ist Wasserstoff, <u>der elektrochemisch durch den Verbrauch von</u> Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt wird.
- (2) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung ohne Zustimmung des Bundesrates die Anforderungen an die Herstellung von Grünem Wasserstoff im Anwendungsbereich des Absatzes 1 zu bestimmen; hierbei können inhaltliche, räumliche oder zeitliche Anforderungen gestellt werden, um sicherzustellen, dass nur Wasserstoff als Grüner Wasserstoff gilt, der glaubhaft mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde und der mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung der Energieversorgung vereinbar ist; hierbei ist auch vorzusehen, dass für die Herstellung des Wasserstoffs nur ungeförderter Strom aus erneuerbaren Energien verbraucht werden darf.

GESETZLICHE UMSETZUNG



EnWG:

- H₂ wird im EnWG ergänzt
- Eigenes Regulierungserfordernis für H₂
- Nur für Wasserstoff zur energetischen Verwendung
- Wahlrecht für den Betreiber, sich der H2-Regulierung zu unterwerfen
- Keine Umlegbarkeit der Kosten für Umrüstung von Wasserstoff auf das Erdgas

EEG:

- Elektrischer Verbraucher, die H₂ herstellen, sind von der EEG-Umlage befreit
- Begrenzt auf 5.000 h/a
- Der Strom wird nachweislich in Anlagen erzeugt, die 100 % erneuerbaren Strom einsetzen und keine Förderung erhalten

DVGW:

- Früher hatte Stadtgas > 50 % H_2 (21 % Methan, 15 % N_2 und 9 % CO)
- Derzeit Beimischungsgrenze bei < 10 % (Stahltanks von CNG-Fahrzeugen)
- Ausarbeitung von Prüf- und Zertifizierungsverfahren für 20 %

WIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

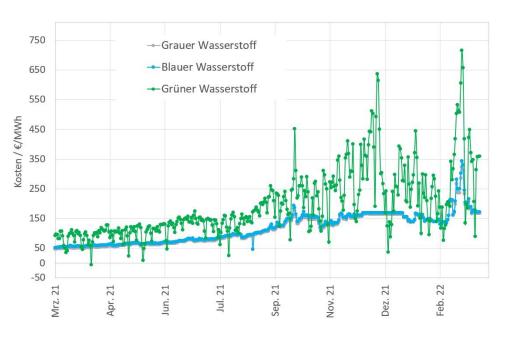


Kosten

Grüner Wasserstoff -5 bis 650 €/MWh

Grauer Wasserstoff 48 bis 165 €/MWh

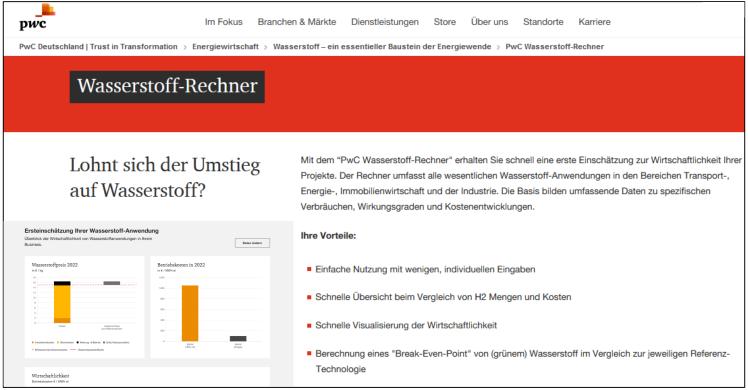
Blauer Wasserstoff 52 bis 170 €/MWh



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

WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNER

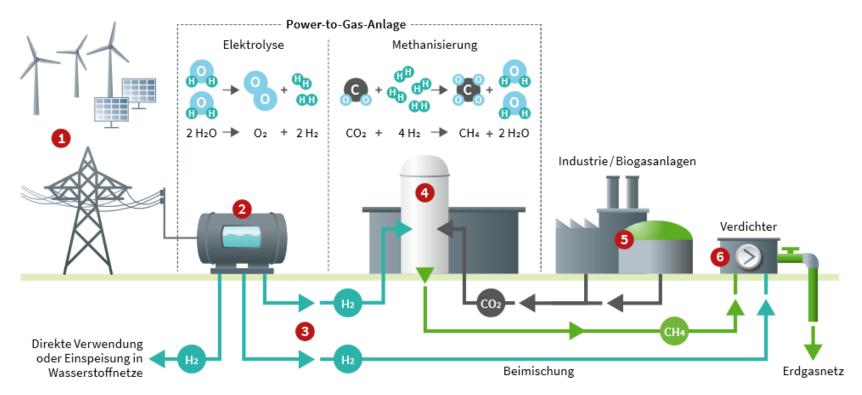




Quelle: https://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/wasserstoff-einessentieller-baustein-der-energiewende/wasserstoffrechner.html

HERSTELLUNG VON SNG AUS GRÜNEM WASSERSTOFF





SUBSTITUTIONSWIRKUNG VON PTX-TECHNIKEN



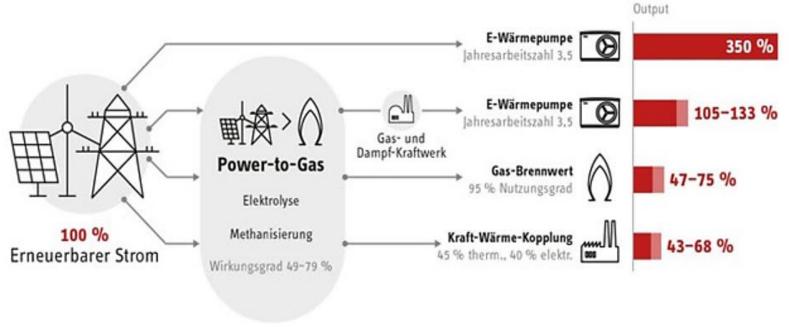
| Nutzung regenerativer Strom regenerative Bereitstellung | | | Substitution fossiler Bereitstellung fossile Einsparung | | | Substitutions | Vermiedene |
|---|-------------------------|---------------------------|--|------------------------------|---------------------------|---------------|------------|
| | | | | | | | |
| 1 kWh reg. Strom | PtH Wärmepumpe | 3,3 kWh Wärme | 3,3 kWh Wärme | Brennwertkessel (105%) | 3,14 kWh Erdgas | 3,14 | ~ 640 |
| 1 kWh reg. Strom | E-Auto (80%) | 4,6 km | 4,6 km | Verbrennungs- motor (28%) | 2,6 kWh fl. Kraftstoff | 2,6 | ~ 690 |
| 1 kWh reg. Strom | PtH direktelektrisch | 0,95 kWh Wärme | 0,95 kWh Wärme | Brennwertkessel (105%) | 0,91 kWh Erdgas | 0,91 | ~ 185 |
| 1 kWh reg. Strom | PtG – H2 stofflich | 0,74 kWh Wasserstoff | 0,74 kWh Wasserstoff | Dampfreforming (85,2%) | 0,87 kWh Erdgas | 0,87 | ~ 180 |
| 1 kWh reg. Strom | PtG – CH4 | 0,58 kWh Methan | 0,58 kWh Methan | | 0,58 kWh Erdgas | 0,58 | ~ 120 |
| 1 kWh reg. Strom | PtL | 0,5 kWh fl. Kraftstoff | 0,5 kWh fl. Kraftstoff | | 0,5 kWh fl. Kraftstoff | 0,5 | ~ 135 |

Quelle: Umweltbundesamt

EFFIZIENZVERGLEICH IM WÄRMEBEREICH



Wirkungsgrade in Bezug auf den eingesetzten erneuerbaren Strom

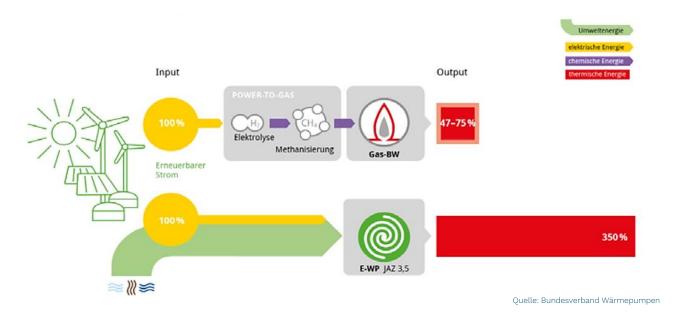


Quelle: Bundesverband Wärmepumpen

EFFIZIENZVERGLEICH IM WÄRMEBEREICH



→ Heizsysteme der Zukunft: Effizienzvergleich Wärmepumpe und Power-to-Gas

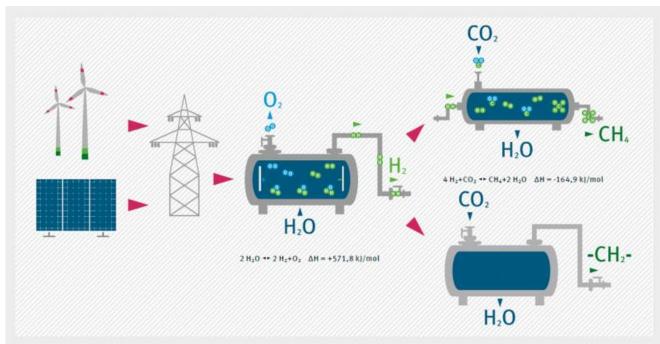


→ Wärmepumpe im Gebäudesektor bis zu 4,5 Mal effizienter als grüner Wasserstoff

POWER-TO-GAS UND POWER-TO-LIQUID



Schematische Funktionsweise von PtG und PtL

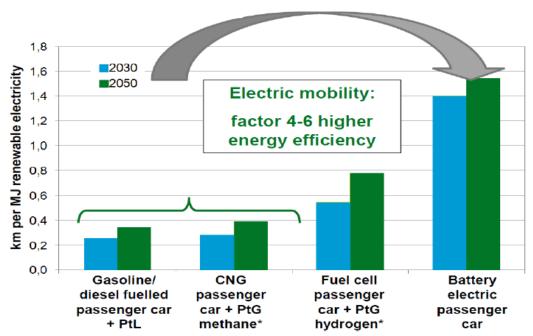


Quelle: Umweltbundesamt

ENERGIE UND KOSTENEFFIZIENZ MOBILITÄT



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



Legend:
* compressed

Quelle: Umweltbundesamt/INFRAS/Quantis 2015

CO₂-BERECHNUNG



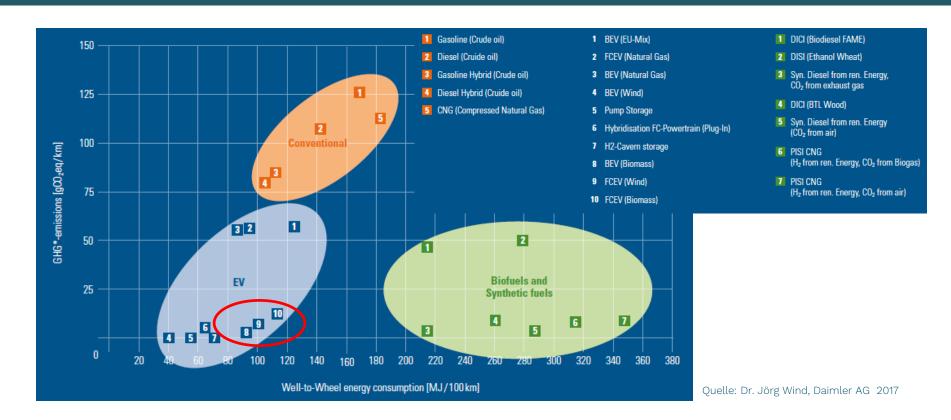
Bilanzkreise beachten

| Tank-to-wheel | Well-to-tank | Well-to-wheel | Cradle-to-grave |
|---|--|--|--|
| Ausschließliche Betrachtung der Emissionen am Fahrzeug CO₂-Bilanz der | CO₂-Bilanz der Kraftstoffbereitstellung (z. B. Stromerzeugung, Erdölförderung und Verbreitung, inklusive | Gesamtheit aus well-to- tank und tank-to-wheel E-Fahrzeuge nicht CO₂- frei wegen | Well-to-wheel zzgl. der CO₂-Emissionen bei der Produktion und Recycling des Fahrzeugs |
| Kraftstofferzeugung nicht berücksichtigt E-Fahrzeug dann CO ₂ - frei, Verbrenner nicht | Verteilverluste) | Stromproduktion | Erhebliche Nachteile für Batteriefahrzeuge mit großen, material- und energieintensiven Batterien |

Quelle: Rostock University | Chair of Piston Machines and internal combustion engines

BILANZ ENERGIE UND CO₂ EMISSIONEN

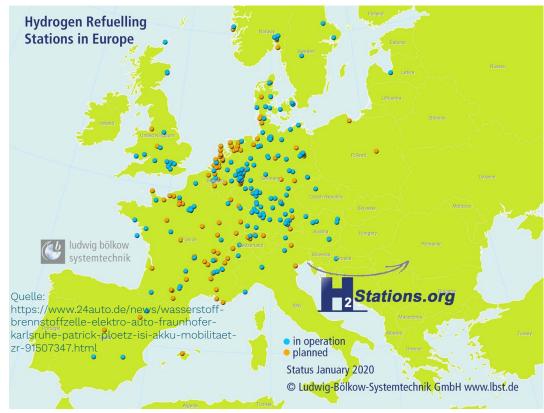




WASSERSTOFF TANKSTELLEN 2020





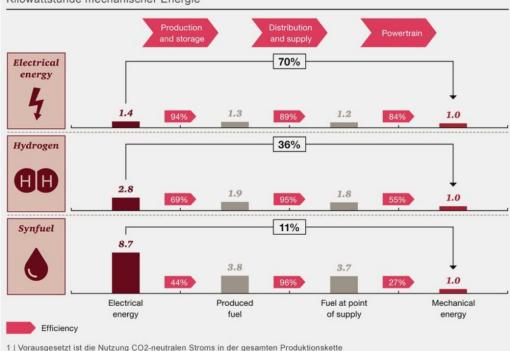


WIRKUNGSGRADE UND VERLUSTE



Große Effizienz-Unterschiede Energieeffizienz und Energiebedarf in der Produk

Energieeffizienz und Energiebedarf in der Produktionskette von CO2-neutralen¹ Brennstoffen pro Kilowattstunde mechanischer Energie



Quelle: PWC

WIRKUNGSGRADE UND VERLUSTE





Quelle: https://zeus.zeit.de/bilder/2004/ 42/wissen/wasserstoff_500.gif

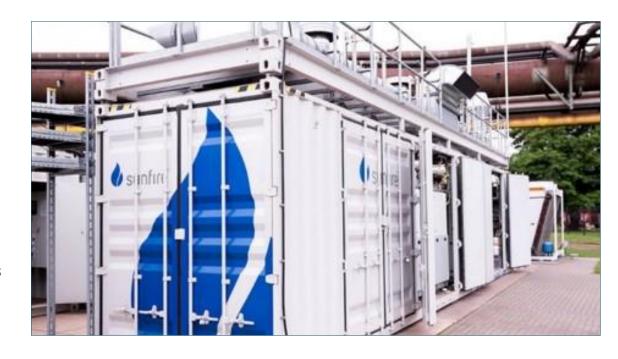


Salzgitter AG

→ 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





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



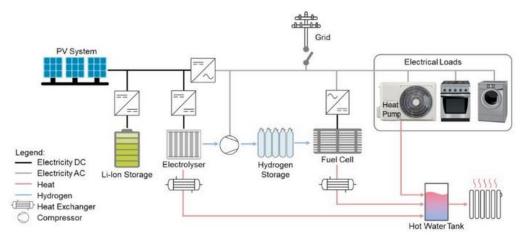
Elektrolyseur des Hybridkraftwerks der ENERTRAG in Prenzlau. © ENERTRAG photo



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

→ Gebäudeenergieversorgung

Das System der Paderborner Forscher besteht aus einer 6,8 Kilowatt Photovoltaik-Anlage, einem 5 Kilowatt Elektrolyseur, einem 1,24 Kilowatt Brennstoffzellensystem sowie einem Batteriespeicher.



 $\label{eq:Quelle:https://www.pv-magazine.de/2022/03/29/uni-paderborn-entwirft-photovoltaikspeicherwasserstoffsysteme-fuer-autonome-energieversorgung-von-gebaeuden/?fbclid=lwAR2gSfkF5vl66abBA60NfK7eMZVvFXMlQpZGmWyeUszK7xTeR0DfTuXS_UE$



Ostermeier H2ydrogen Solutions mit modularem Elektrolyseur für private und gewerbliche Anwendungen

→ Hybridkraftwerk mittels Elektrolyse von PV-Strom

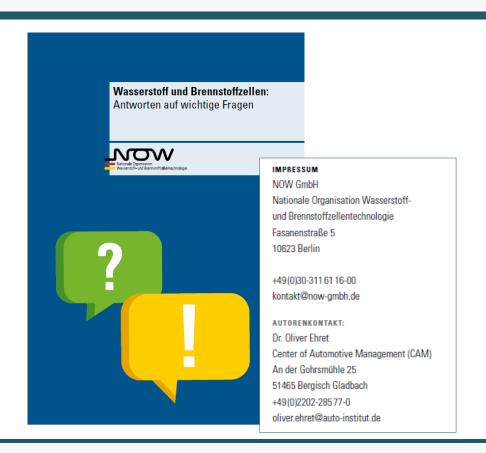
Das deutsche Unternehmen hat einen Elektrolyseur entwickelt, der mit Leitungswasser arbeitet, mit Flaschen zur Speicherung von Wasserstoff und einer Brennstoffzelle oder einem Wankelmotor zur Stromerzeugung. Das System hat eine Leistung von 1 bis 100 Kilowatt, was einer Wasserstoffproduktion von 0,2 bis 20 Normkubikmetern pro Stunde entspricht. Kosten ab 160.000 Euro



Quelle: https://www.pv-magazine.de/2022/04/05/ostermeier-h2ydrogen-solutions-mit-modularem-elektrolyseur-fuer-private-und-gewerbliche-anwendungen/?fbclid=lwAR1_fG-vGHgb38CfyUErIv1e6PN-9y1U3duL_JUD-rmc1iB7XcafyppxytM

NACHSCHLAGEWERKE





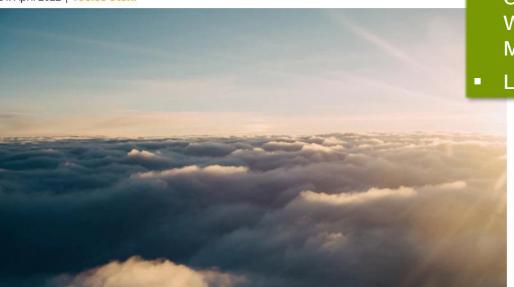


ALLES GRÜN?



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

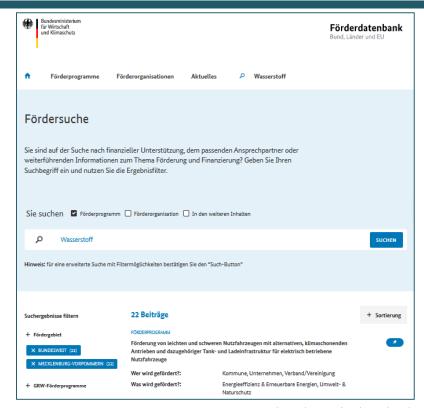


III. Fördermittel für Beratung und Investitionen in Unternehmen

FÖRDERDATENBANKEN







→ Link: DIHK

→ Link: <u>Förderdatenbank</u>



Gemeinsam für mehr Klimaschutz!

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:







Im Auftrag von:











