

Der Energieträger Wasserstoff

Farbenlehre | Umwandlungstechnologien | Nutzungspfade | Mögliche
Projekte in Neustadt

Farbenlehre

Stand der Technik

Nutzungspfade

Wirtschaftlichkeit

Anwendungsfälle in Neustadt



Wasserstoff – Eine Farbenlehre

Schwarzer Wasserstoff

Primärenergie:
Kohle/Erdöl

Umwandlung:
Reformierung

CO₂-Emission:
Sehr hoch

Grauer Wasserstoff

Primärenergie:
Erdgas/Graustrom

Umwandlung:
Reformierung/
Elektrolyse

CO₂-Emission:
hoch

Blauer Wasserstoff

Primärenergie:
Erdgas mit CCS

Umwandlung:
Dampf-Reformierung

CO₂-Emission:
mittel

Türkiser Wasserstoff

Primärenergie:
Erdgas durch Spaltung
von Methan

Umwandlung:
Pyrolyse

CO₂-Emission:
Mittel bis gering

Grüner Wasserstoff

Primärenergie:
Erneuerbare Energien

Umwandlung:
Elektrolyseur

CO₂-Emission:
gering

Orangener Wasserstoff

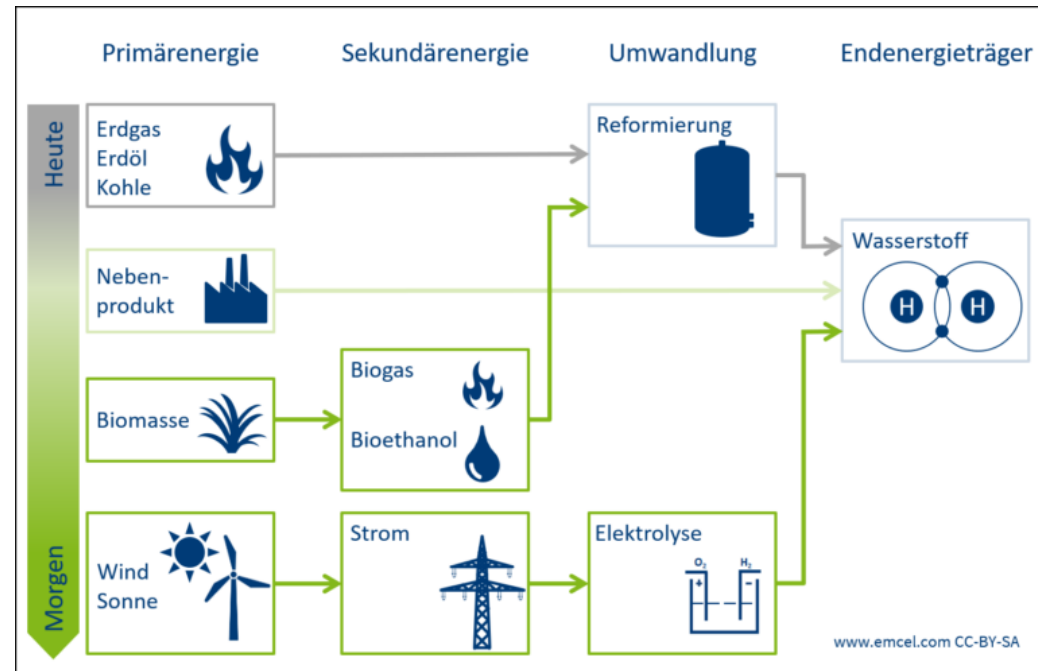
Wasserstoff-
erzeugung aus
Biomasse oder mit
Strom aus
Müllheizkraftwerke
n

CO₂-Emission:
gering

¹ <https://www.zfk.de/politik/deutschland/bundestag-empfehl-t-orangen-wasserstoff>

Wasserstoff – Stand der Technik

- Für eine neutrale CO₂-Bilanz von Wasserstoffanwendungen ist eine nachhaltige Wasserstoffproduktion entscheidend
- Derzeit wird Wasserstoff in Deutschland zu über 90% aus fossilen Energieträgern hergestellt
- Das größte Zukunftspotenzial bietet die Elektrolyse aus erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne (Power-to-Gas)
- Dazu muss eine entsprechende Infrastruktur mit Speichermöglichkeiten aufgebaut werden
- Um die stark wachsende Wasserstoffnachfrage decken zu können, wird ein Großteil des grünen Wasserstoffs importiert werden müssen



Farbenlehre

Stand der Technik

Nutzungspfade

Wirtschaftlichkeit

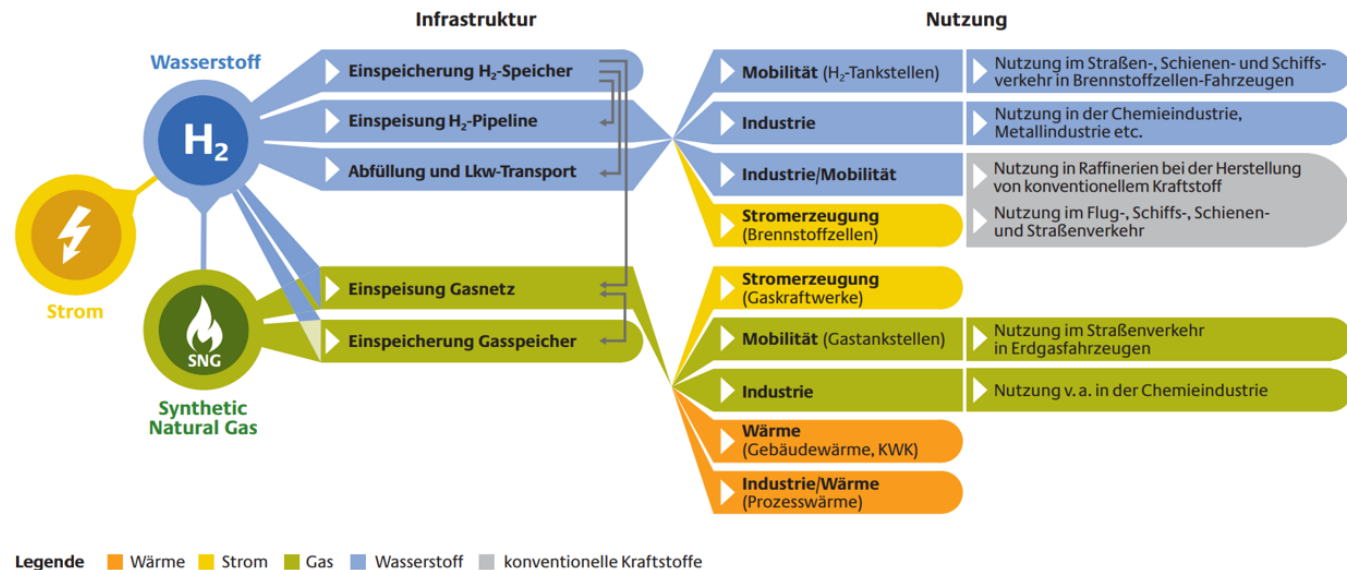
Anwendungsfälle in Neustadt



Nutzungspfade von Wasserstoff

Wasserstoff ist ein wichtiger Energieträger für

- Die Energiewirtschaft
- Die Industrie
- Den Verkehrssektor
- Den Wärmesektor



Quelle: Deutsche Energie Agentur - Potenzialatlas Power to Gas

Wasserstoff in der Energiewirtschaft

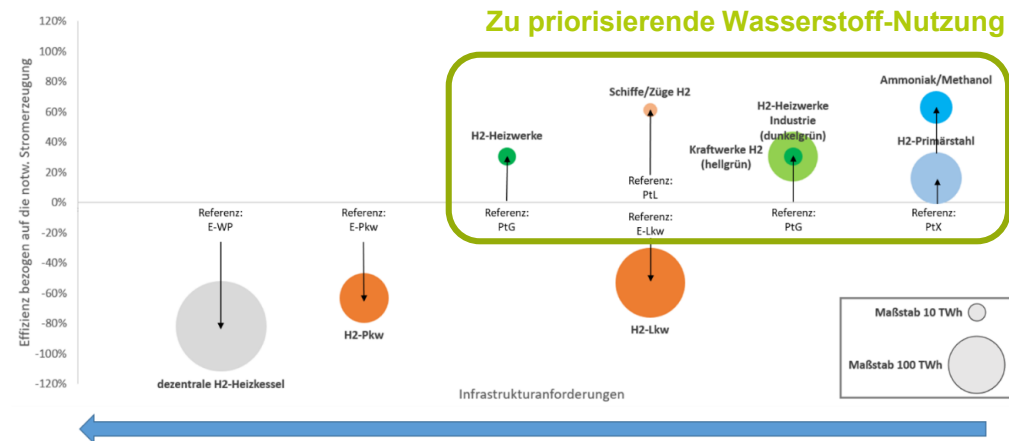
Das zukünftige Energiesystem ist von **fluktuierenden, nicht regelbaren Erneuerbaren Energien** geprägt. Erzeugung und Verbrauch von Strom müssen durch Energiespeicher zunehmend entkoppelt werden.

- Wasserstoff als Speichermedium kann bspw. in Salzkavernen mit **sehr geringen Speicherverlusten** und **langfristig** gespeichert werden
- So ist auch ein saisonaler Ausgleich möglich
- Ausreichend große Energiemengen für die Überbrückung der sog. **kalten Dunkelflaute** speicherbar
- Rückverstromung möglich, z.B. in
 - Gaskraftwerken
 - BHKW
 - Brennstoffzellen
- Einspeisung ins Gasnetz zur **Substitution von fossilem Erdgas**



Wasserstoff in der Industrie

- Wasserstoff ist ein wichtiger Rohstoff für industrielle Produktionsprozesse
 - Stahlindustrie
 - Chemische Industrie
 - Petrochemische Industrie / Raffinerien
- Derzeit wird der benötigte Wasserstoff zum Großteil aus fossilen Quellen gewonnen
- Ersatz von fossilen Brennstoffen zur Erzeugung von Hochtemperaturwärme
- Die industrielle Verwendung von grünem Wasserstoff stellt einen der effizientesten Nutzungspfade dar

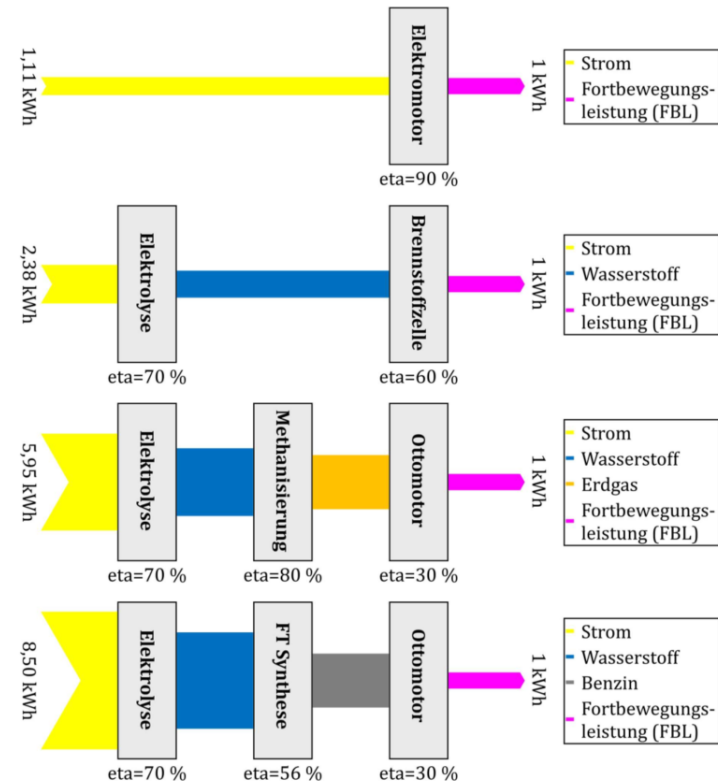


Wasserstoff im Verkehr

- Neben den batterieelektrischen Fahrzeugen bildet Wasserstoff die Grundlage für alternative **klimateutralen Antriebskonzepte**
- Synthetische Kraftstoffe** können durch Methanisierung und Fischer-Tropsch-Synthese aus Wasserstoff produziert werden

Der Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor eignet sich insbesondere dort, wo ein direktelektrischer Antrieb schwer realisierbar ist

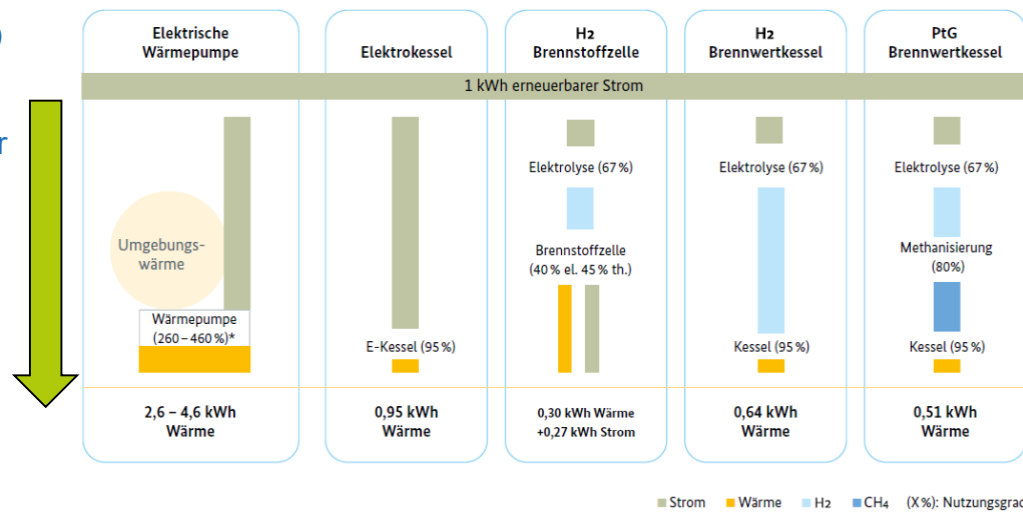
- Güterverkehr
- Schiffsverkehr
- Busverkehr (Demonstrationsprojekt Hamburg)
- Zugverkehr (Bremervörde-Cuxhaven-Bremen)



Quelle: Tödter, Hendrik: Einfluss der Entwicklung im Mobilitätssektor auf Energiesysteme mit hoher fluktuierender Einspeisung, Cuvillier Verlag, 2021

Wasserstoff im Wärmesektor

- Im Gebäudesektor ist die Nutzung einer elektrischen Wärmepumpe deutlich effizienter (aus 1 kWh EE-Strom werden bis zu 4,6 kWh EE-Wärme)
- In vielen Szenarien beträgt der Anteil von Wärmepumpen in der Gebäudeversorgung im Jahr 2050 deutlich über 70%
- In der Fernwärme werden ab ca. 2030 erste Gas-Heizkraftwerke durch wasserstoffgefeuerte KWK-Anlagen ersetzt
- Bis 2050 decken Heizwerke und Heizkraftwerke mit Wasserstoff etwa $\frac{1}{4}$ der Fernwärmeerzeugung (kalte Perioden mit geringer Windstromeinspeisung)



Quelle: Agora Energiewende (2020), PwC (2020), Fraunhofer ISE(2020). *Abhängig von Gebäude, Wärmequelle und Heizungstemperatur.

Quelle: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut: Klimaneutrales Deutschland 2050



Farbenlehre

Stand der Technik

Nutzungspfade

Wirtschaftlichkeit

Anwendungsfälle in Neustadt



Herstellungskosten von grünem Wasserstoff

Derzeit ist nachhaltig produzierter, grüner Wasserstoff etwa um den Faktor 3-10 teurer als Erdgas¹

¹ Durchschnittlicher Gaspreis Gewerbe 2020: ca. 4,5Ct/kWh

Durchschnittlicher Gaspreis Industrie 2020: ca. 2,5 Ct/kWh

Es besteht ein Kostenreduktionspotenzial:

- Technische Lernraten
- Skaleneffekte
- Automatisierte Fertigung

Wasserstoff sollte aus Effizienzgründen und Kostengründen dort eingesetzt werden, wo nachhaltige Alternativen fehlen

Quelle	Preis für grünen Wasserstoff			2020 zu 2050	Preisdefinition
	2019-2022	2030	2050	-%	
Agora¹	24 Ct/kWh	19 Ct/kWh	13 Ct/kWh	-53%	Endprodukt ohne Netzentgelte und Vertriebskosten
Greenpeace Energy²	16,5 Ct/kWh	12 Ct/kWh	9 Ct/kWh	-54%	Produktionskosten
Prognos AG³	21 Ct/kWh	18 Ct/kWh	14 Ct/kWh	-65%	Bereitstellungskosten beim Endverbraucher

[1] Agora Energiewende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe

[2] Deutscher Bundestag (2020): Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff

[3] Deutscher Bundestag (2020): Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff



Farbenlehre

Stand der Technik

Nutzungspfade

Wirtschaftlichkeit

Anwendungsfälle in Neustadt



Mögliche Anwendungsfälle in Neustadt

Die SWNH stehen als Partner zur Verfügung:

- Unterstützung von regionalen Wasserstoffprojekten
 - Projekt SH9: Treibstoff der Zukunft – 100% grüner Wasserstoff (www.egoh.de)
 - Projekt SH10: Wasserstoffstrategie Zweckverband Ostholstein – Erzeugungs- und Nutzungsoptionen in einer Hand (www.zvo.com)
- Umstellung auf wasserstoffbasierte Betriebsfahrzeuge („Wasserstoffflotte“)
 - Wasserstoffherzeugung am Müllheizkraftwerk Neustadt (orangener Wasserstoff)
 - Wasserstoffherzeugung aus Windstrom-Elektrolyse
- Abwärmenutzung in Nahwärmenetzen
 - Abwärme Elektrolyseur
 - Abwärme wasserstoffgefeuerter BHKWs
- Aufnahme von methanisiertem Wasserstoff ins Erdgasnetz

Übersicht Wasserstoffprojekte im Norden:

<https://www.ihk-nord.de/produktmarken/schwerpunkte/energiepolitik-industriepolitik/wasserstoff-landkarte-2020-4946362>



Quelle: IHK Nord