

# Worin liegen die zukünftigen Einsatzgebiete von Wasserstoff?



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

# Wichtige Fragen:



- ▶ *Warum wird dieses Gas, das eigentlich so leicht und scheinbar einfach ist, als „Brennstoff der Zukunft“ betrachtet?*
- ▶ *Warum werden Milliarden von Euro in ihn investiert?*
- ▶ *Wie hoch schätzen Sie die Zahl?*



# Kahoot!



[www.kahoot.it](https://www.kahoot.it)



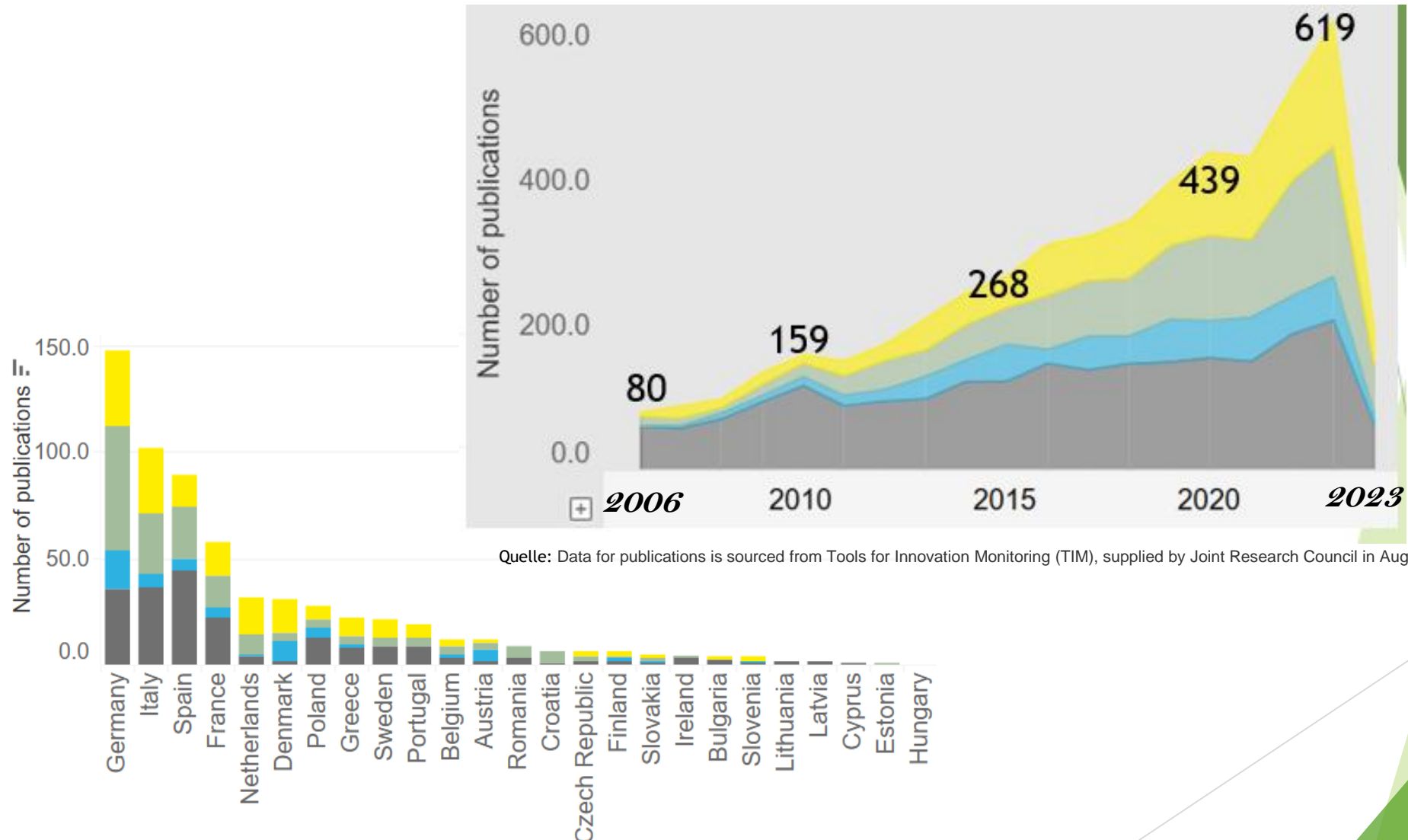
**Wasserstoff** wurde  
1766 von Henry Cavendish entdeckt

- ▶ *Farblos*
- ▶ *Geruchlos*
- ▶ *Ungiftig*
- ▶ *Leichtestes Element*
- ▶ *bei sehr niedrigen Temperaturen flüssig und brennt leicht ( $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ )*

*Der Name „**Wasserstoff**“  
kommt vom Griechischen  
„hydro“ (Wasser) und  
„genes“ (erzeugen).*

*Hochentzündlich, bildet mit Luft explosive Gemische!*

# Die Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen zum Thema Wasserstoffproduktion



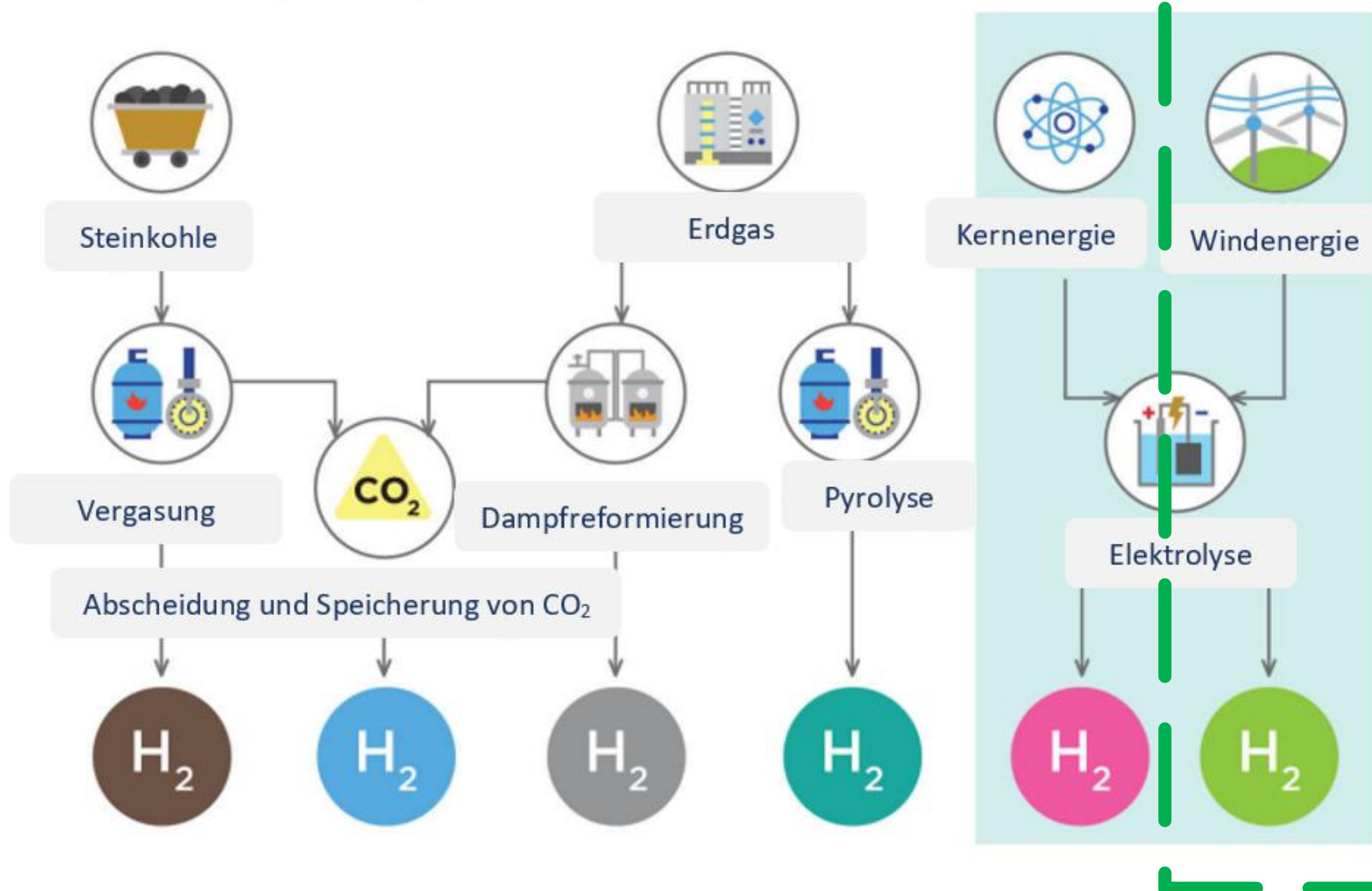
Select topics  
Hydrogen production

Select technologies  
(All)

- Alkaline electrolysis
- PEM electrolysis
- SO electrolysis
- Other production methods



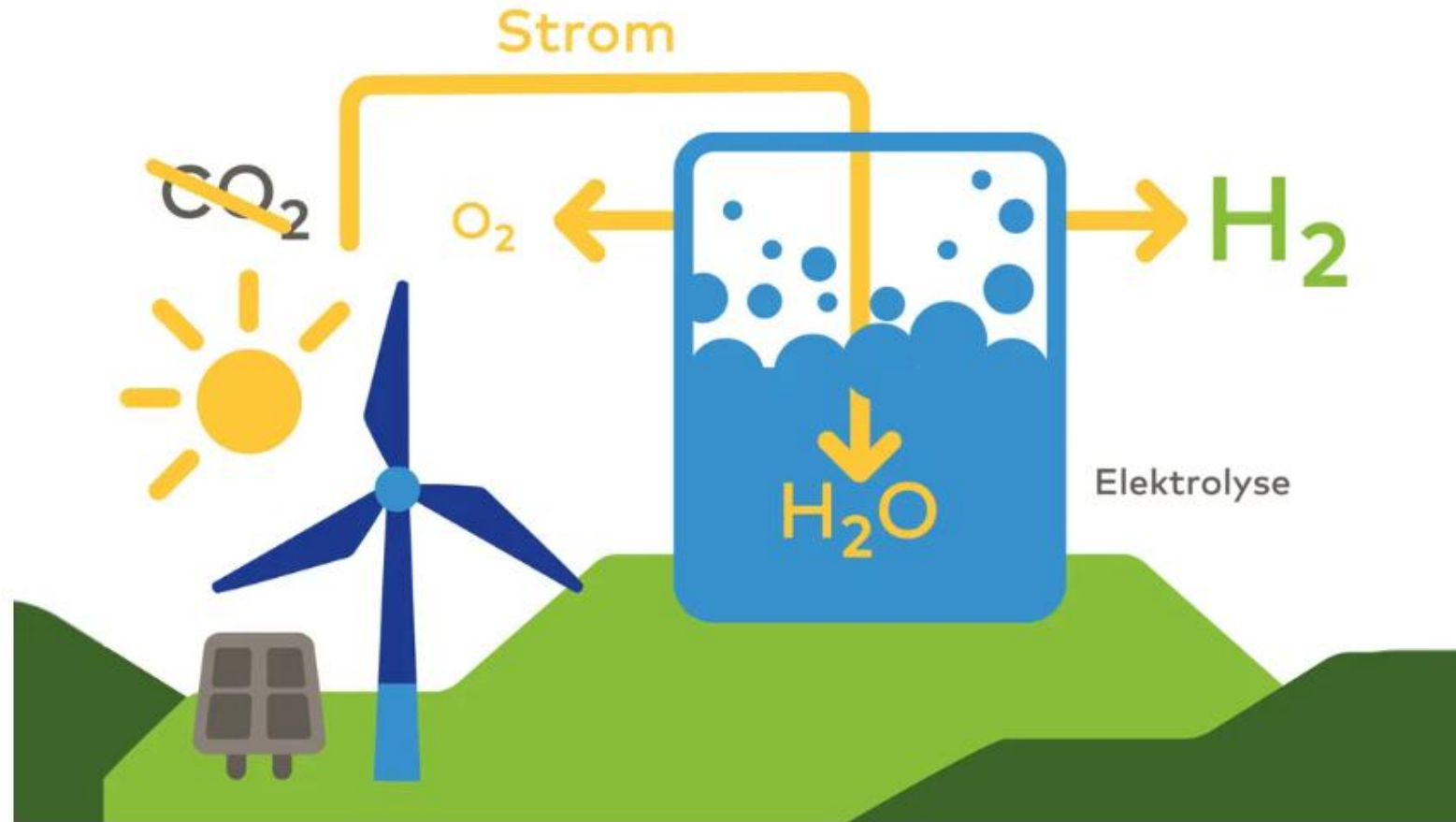
# Methoden zur Gewinnung von Wasserstoffbrennstoff



## ✓ Vorteile:


- keine CO<sub>2</sub>-Emissionen
- nachhaltiger Prozess
- ideal für die Energiewende

# Herstellung von grünem Wasserstoff



Die Herstellung von grünem Wasserstoff erfolgt durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom

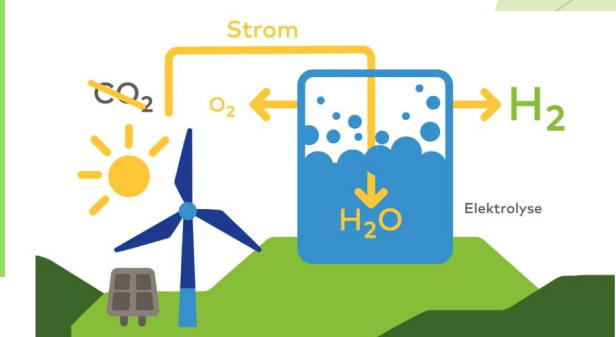
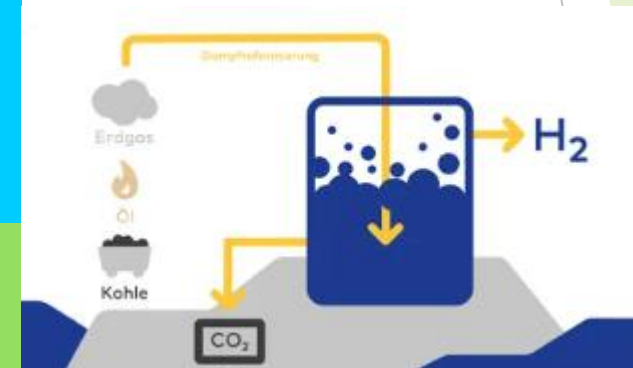
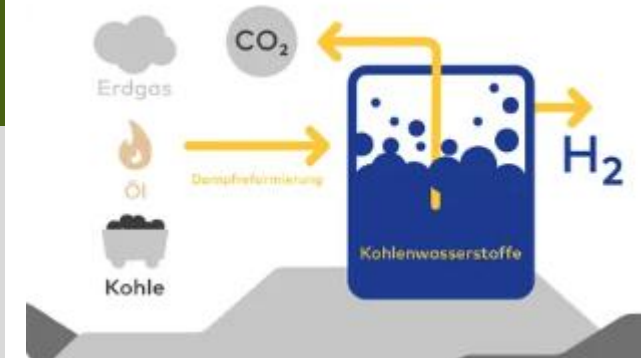
# Klassifikation von Wasserstoff

Wasserstofffarbe	Quelle / Herstellungsverfahren	CO <sub>2</sub> -Bilanz / Umweltfreundlichkeit
Grauer	Dampfreformierung von Methan (aus Erdgas)	✗ Hohe CO <sub>2</sub> -Emissionen
Schwarzer/Brauner	Vergasung von Kohle oder Braunkohle	✗ Sehr hohe CO <sub>2</sub> -Emissionen
Grüner 	Elektrolyse mit erneuerbaren Energien	✓ Emissionsfrei
Blauer	Wie grauer, aber mit CO <sub>2</sub> -Abscheidung	♻️ Potenziell kohlenstoffarm, aber nicht vollständig emissionsfrei
Rosa	Elektrolyse mit Kernenergie	♻️ Reduzierte Emissionen, aber nicht vollständig emissionsfrei
Türkiser	Methanpyrolyse mit fester Kohlenstoffbildung	♻️ Kohlenstoffarm (umstritten) nicht vollständig emissionsfrei



# Produktionskosten verschiedener Wasserstoffarten

Wasserstofftyp	Herstellungsverfahren	Durchschnittliche Kosten
Grau Wasserstoff	Aus Erdgas <b>ohne</b> CO <sub>2</sub> -Abscheidung	c.a. 1 - 2 € pro kg
Blau Wasserstoff	Aus Erdgas <b>mit</b> CO <sub>2</sub> -Abscheidung	c.a. 3 - 4 € pro kg
Grüner Wasserstoff	Elektrolyse von Wasser unter Verwendung erneuerbarer Energien	c.a. 5 - 7 € pro kg



# Warum Wasserstoff nicht nur eine mögliche Alternative, sondern eine echte Notwendigkeit für die Energiewende ist?

Dürren



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

der Anstieg  
des Meeresspiegels



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

Tornados



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

das Schmelzen  
der Gletscher



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

*Vor diesem Hintergrund steht der weltweite  
Energiesektor vor einer doppelten Herausforderung:*

- ▶ die Energieversorgungssicherheit zu gewährleisten
- ▶ die Emissionen zu reduzieren

Überschwemmungen



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet

# Anwendungsgebiete von Wasserstoff

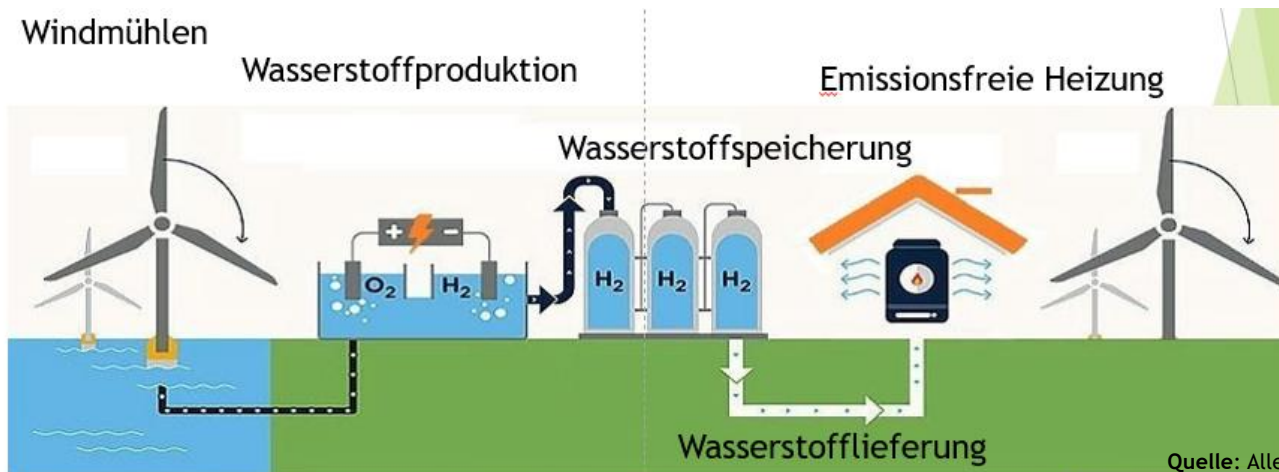
## 1. Industrie: Metallurgie und Chemie als Schwergewichte der CO<sub>2</sub>-Emissionen



## 2. Verkehrssektor



## 3. Energie und Energiespeicherung



Quelle: Alle Bilder stammen aus dem Internet



# Beispiele für Wasserstoffanwendungen

Österreich: Grüner Wasserstoff für die Stahlindustrie

Deutschland: Wasserstoffzüge in Niedersachsen



Quelle: [https://www.cntraveler.com/story/hydrogen-powered-trains-transforming-rail-travel?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cntraveler.com/story/hydrogen-powered-trains-transforming-rail-travel?utm_source=chatgpt.com)



<https://www.rechargenews.com/transition/worlds-largest-green-hydrogen-plant-begins-operation-in-austria/2-1-708381?utm=>

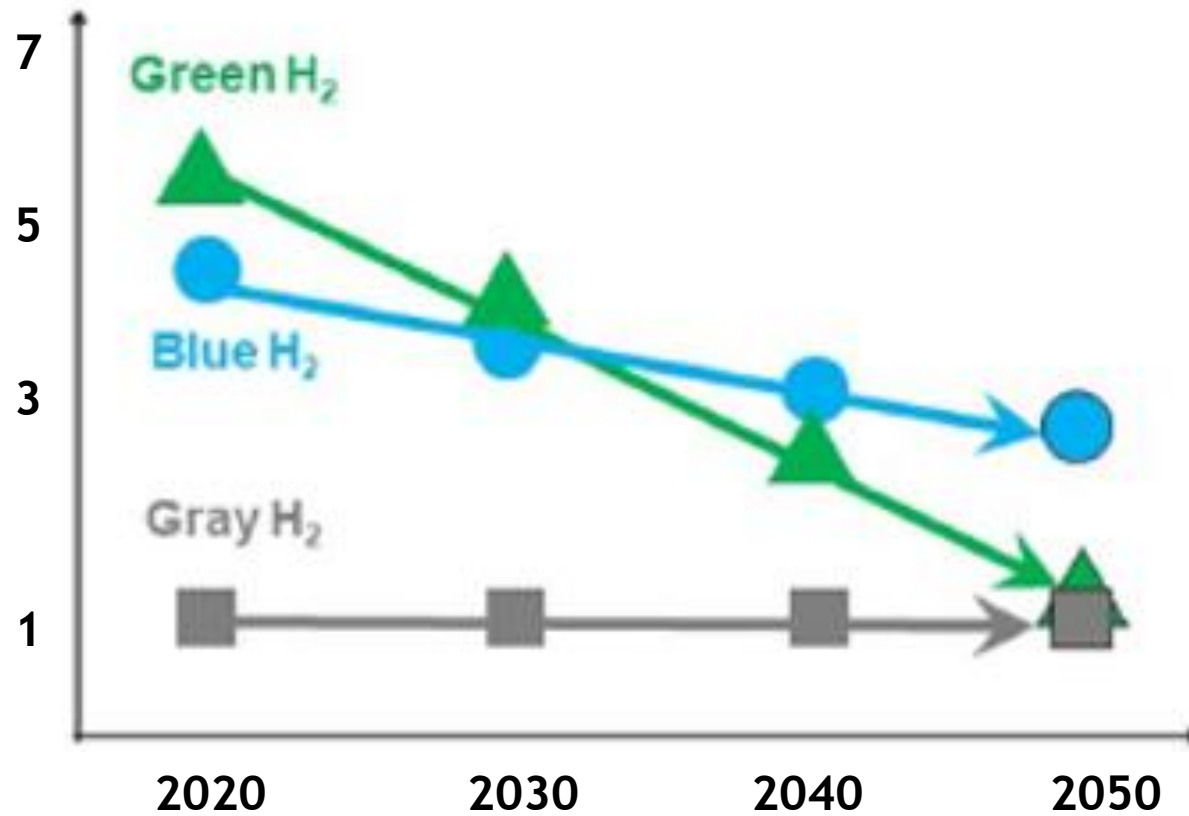
Norwegen: Wasserstofffähre MF Hydra



Quelle: [https://en.wikipedia.org/wiki/MF\\_Hydra?utm\\_source=chatgpt.com#/media/File:MF\\_Hydra.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/MF_Hydra?utm_source=chatgpt.com#/media/File:MF_Hydra.jpg)

# Perspektiven

€ , pro kg





# Gro Harlem Brundtland

Ehemalige Ministerpräsidentin von Norwegen

„Nachhaltigkeit ist keine Last, sondern eine Chance –  
eine Chance, Innovation voranzutreiben,  
Verantwortung zu übernehmen und eine bessere  
Zukunft für alle zu gestalten.“





**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**





# Quelle\*:

## \*Alle Bilder stammen aus dem Internet:

- 1 <https://www.databridgemarketresearch.com/ru/whitepaper/accelerating-sustainable-development-the-role-of-the-african>
- 2 [https://delprof.ru/upload/iblock/e7b/Analitika\\_DELOVOY-PROFIL\\_Vodorodnaya-energetika.pdf](https://delprof.ru/upload/iblock/e7b/Analitika_DELOVOY-PROFIL_Vodorodnaya-energetika.pdf)
- 3 <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>
- 4 [https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/index.php/hydrogen-landscape/research-and-innovation-activity/publications?utm\\_source=chatgpt.com](https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/index.php/hydrogen-landscape/research-and-innovation-activity/publications?utm_source=chatgpt.com)
- 5 <https://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Airbus-verschiebt-Entwicklung-von-Wasserstoff-Flugzeug,airbus2120.html>

## \*Wissenschaftliche Artikel:

1. Kut, P.; Pietrucha-Urbanik, K.; Zeleňáková, M. Assessing the Role of Hydrogen in Sustainable Energy Futures: A Comprehensive Bibliometric Analysis of Research and International Collaborations in Energy and Environmental Engineering. *Energies* 2024, 17, 1862. <https://doi.org/10.3390/en17081862>
2. Maganza, A.; Gabetti, A.; Pastorino, P.; Zanolì, A.; Sicuro, B.; Barcelò, D.; Cesarani, A.; Dondo, A.; Prearo, M.; Esposito, G. Toward Sustainability: An Overview of the Use of Green Hydrogen in the Agriculture and Livestock Sector. *Animals* 2023, 13, 2561. <https://doi.org/10.3390/ani13162561>
3. J. Braz. Chem. Soc., Vol. 33, No. 8, 824-843, 2022 Sociedade Brasileira de Química, <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20220026>
4. <https://www.enbw.com/unternehmen/themen/klimaschutz/dekarbonisierung.html>
5. <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu>

## \*Andere nützliche Links :

- <https://www.hycenta.at/>  
<https://www.enbw.com/unternehmen/themen/klimaschutz/dekarbonisierung.html>