



**HEIZUNG**

**MIT WASSERSTOFF  
HEIZEN?**



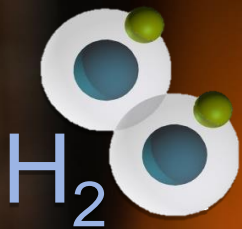
**Allgäuer  
Altbautage**

Hochschule  
Kempten  
University of Applied Sciences



**eza!**

Energie- und  
Umweltzentrum Allgäu



**VISION**

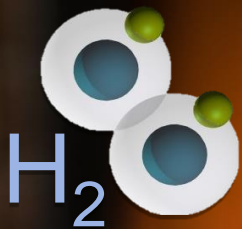
## **HEIZEN MIT WASSERSTOFF**

**Wasserstoff:** Klimaneutraler Brennstoff für die Hälfte aller Haushalte & für das gesamte Gewerbe, Handwerk und den industriellen Mittelstand

**Brennwertkessel und Brennstoffzelle** – effiziente Wärmeherzeugung für den Gebäudesektor

Gasnetz und Heizgeräte werden **H<sub>2</sub>-ready**

Wasserstoff über die Gasverteilnetze für alle nutzbar machen



**VISION**

**HEIZEN MIT WASSERSTOFF**

**IST WASSERSTOFF KLIMANEUTRAL?**

**SIND WASSERSTOFF-HEIZUNGEN EFFIZIENT?**

**WIEVIEL WASSERSTOFF WIRD VERFÜGBAR SEIN?**

**WAS BEDEUTET H2-READY?**



# INHALT

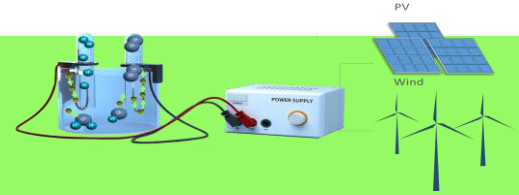
1. Wasserstoffproduktion
2. Effizienz Wasserstoff-Heizungen
3. Wasserstoffverfügbarkeit & -verteilung
4. H2-Ready
5. Zusammenfassung



# WASSERSTOFFGEWINNUNG

## Grüner Wasserstoff

- wird durch Elektrolyse von Wasser hergestellt
- und ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt



## Türkiser Wasserstoff (fossil) → ähnliche CO<sub>2e</sub>-Bilanz wie grauer H<sub>2</sub> und nicht marktreif

- wird über thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) hergestellt
- anstelle von CO<sub>2</sub> entsteht fester Kohlenstoff, der nicht in die Atmosphäre gelangt

## Blauer Wasserstoff (fossil) → ähnliche CO<sub>2e</sub>-Bilanz wie grauer H<sub>2</sub>

- grauer Wasserstoff, dessen CO<sub>2</sub> bei der Entstehung abgeschieden und gespeichert wird (CCS)
- das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte CO<sub>2</sub> gelangt nicht in die Atmosphäre

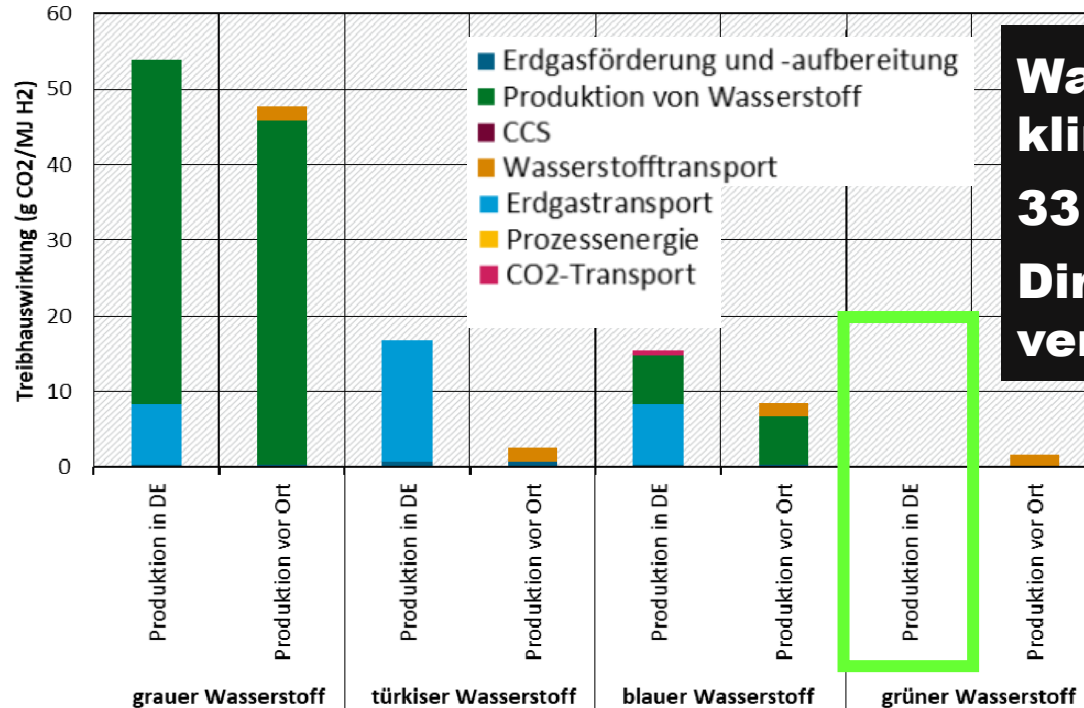
## Grauer Wasserstoff (fossil) → heute werden 55 - 60 TWh insb. in der Öl- und Gasindustrie produziert, ca. 2% CO<sub>2e</sub>-Emissionen in Deutschland

- wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen
- in der Regel wird der Wasserstoff durch Dampfreformierung gewonnen
- das CO<sub>2</sub> wird in die Atmosphäre abgegeben und verstärkt den Treibhauseffekt
- bei der Produktion 1 t Wasserstoff entstehen ~10 t CO<sub>2</sub>



# EMISSIONEN WASSERSTOFFPRODUKTION

Emissionen in einem Erneuerbaren Energiesystem



**Wasserstoffemissionen sind klimaschädlich**  
**33 CO<sub>2e</sub>**  
**Direkte Emissionen müssen vermieden werden**



# INHALT

1. Wasserstoffproduktion
2. **Effizienz Wasserstoff-Heizungen**
3. Wasserstoffverfügbarkeit & -verteilung
4. H2-Ready
5. Zusammenfassung

# H2-READY BRENNWERTKESSEL

Gesamtwirkungsgrad ca. 66 %

Windkraft/  
Photovoltaik



Grüner Strom

Elektrolyseur  
ca. 75 %



Grüner H<sub>2</sub>

Speicherung  
und Verteilung  
ca. 90 %



Grüner H<sub>2</sub>

H2-Ready  
Brennwertkessel  
ca. 98 %



Wärme





# ENERGETISCHER VERGLEICH

H<sub>2</sub>-Brennwertkessel  
 $\eta = 66\%$  (Strom zu Wärme)



**6,2**

**34.800 kWh**

Elektrolyse 75%

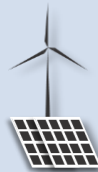
26.100 kWh

Verteilung, Speicherung,  
Kompression 90%

23.500 kWh

Brennwertkessel  
 $\eta = 98\%$

Luft-Wärmepumpe  
 $\eta = 310\%$   
(Strom zu Wärme)



**1,3**

**7.400 kWh**

Erd-Wärmepumpe  
 $\eta = 410\%$   
(Strom zu Wärme)



**1**

**5.600 kWh**

**BETRIEB VON H<sub>2</sub>-HEIZUNGEN UM FAKTOREN TEURER**

**23.000 kWh Wärme**



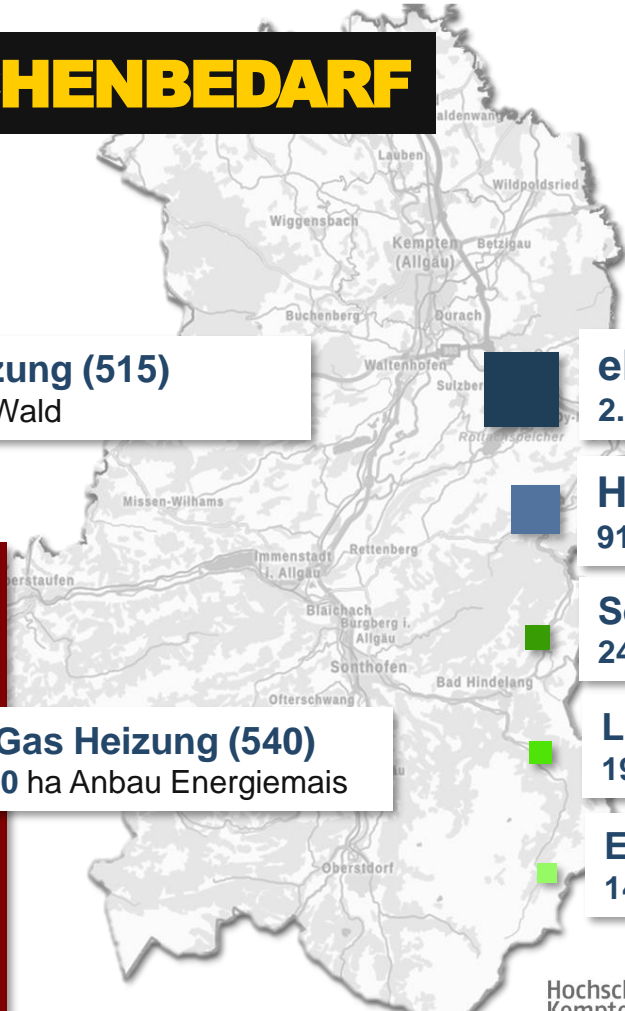
# VERGLEICH FLÄCHENBEDARF



**Holz Heizung (515)**  
76.270 ha Wald



**Bio-Gas Heizung (540)**  
87.800 ha Anbau Energiemais



**Kempten + Oberallgäu**  
Wärmebedarf \*: ~1.400 GWh  
Fläche: 159.100 ha  
\* Nur Raumwärme und Warmwasser in Gebäuden

**eFuel-Heizung (15)**  
2.235 ha Photovoltaik

**H<sub>2</sub>-Heizung (6,2)**  
917 ha Photovoltaik

**Solarthermie (1,6) (COP3,1)**  
242 ha Photovoltaik

**Luft-Wärmepumpe (1,3) (COP3,1)**  
196 ha Photovoltaik

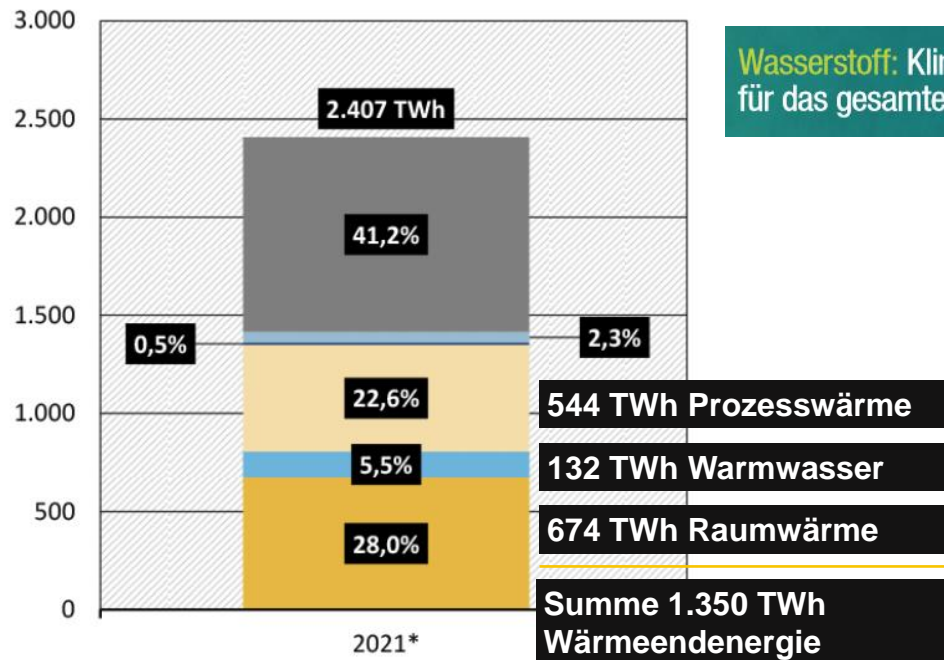
**Erd-Wärmepumpe (COP4,1)**  
148 ha Photovoltaik



# INHALT

1. Wasserstoffproduktion
2. Effizienz Wasserstoff-Heizungen
3. **Wasserstoffverfügbarkeit & -verteilung**
4. H2-Ready
5. Zusammenfassung

# ANTEIL DES WÄRMEVERBRAUCHS AM ENDEENERGIEVERBRAUCH



**Wasserstoff:** Klimaneutraler Brennstoff für die Hälfte aller Haushalte & für das gesamte Gewerbe, Handwerk und den industriellen Mittelstand

## GEDANKENEXPERIMENT

Hätte man 50% des (675 TWh) Wärmeverbrauchs von 2021 mit grünem Wasserstoff gedeckt, hätte man

**CA. 1.000 TWH**

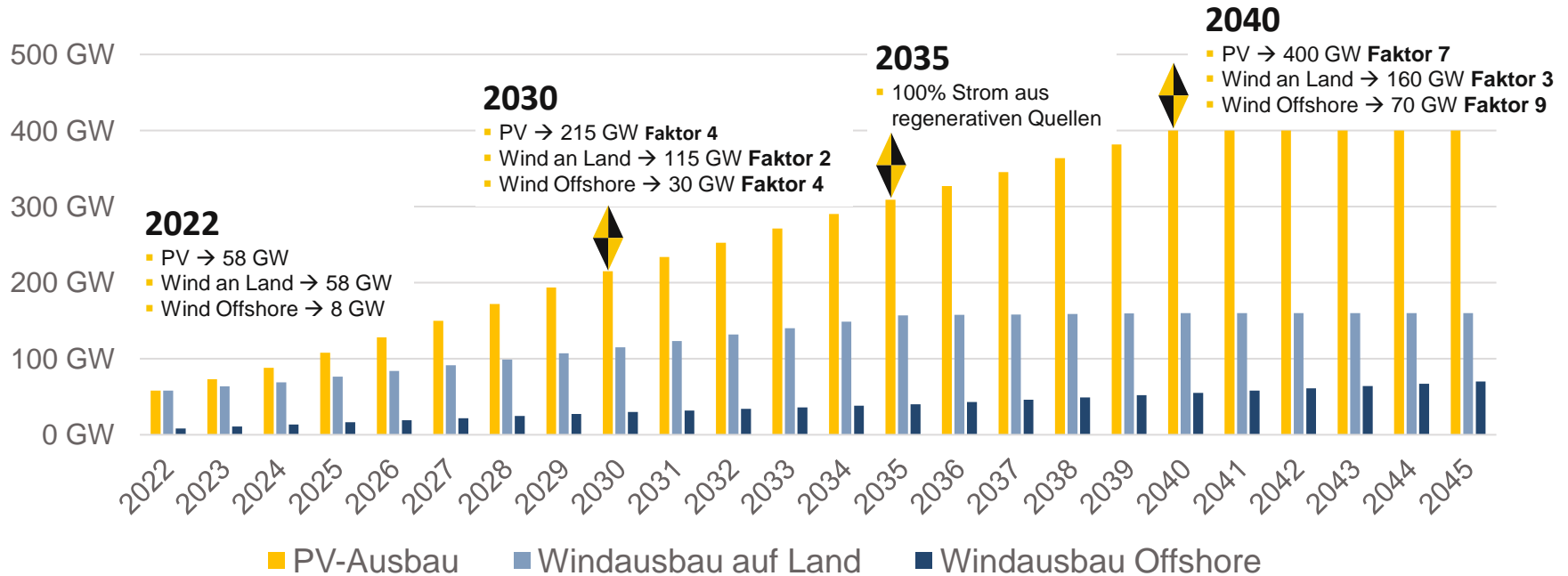
grünen Strom für die Produktion von

**CA. 690 TWH**

Wasserstoff benötigt

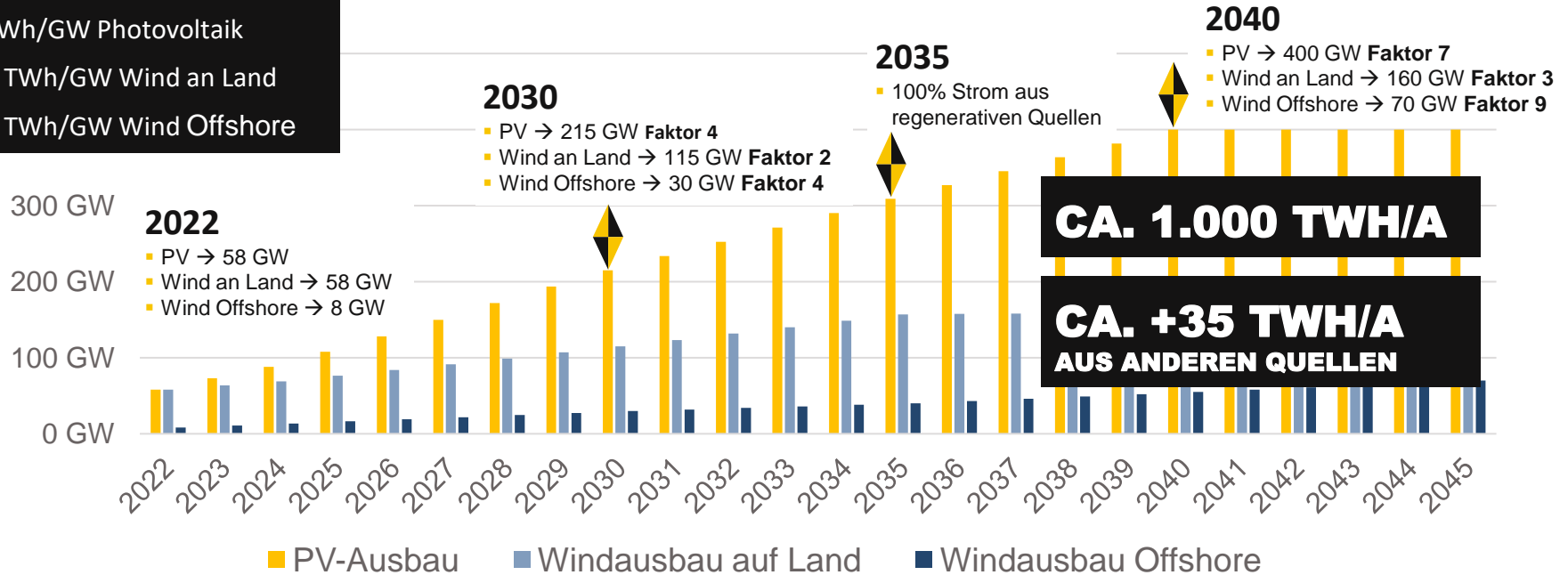
■ Raumwärme ■ Warmwasser ■ sonstige Prozesswärme ■ Klimakälte ■ sonstige Prozesskälte ■ übrige Anwendungsbereiche

# AUSBAUPFADE NACH EEG23 UND WINDSEEG23

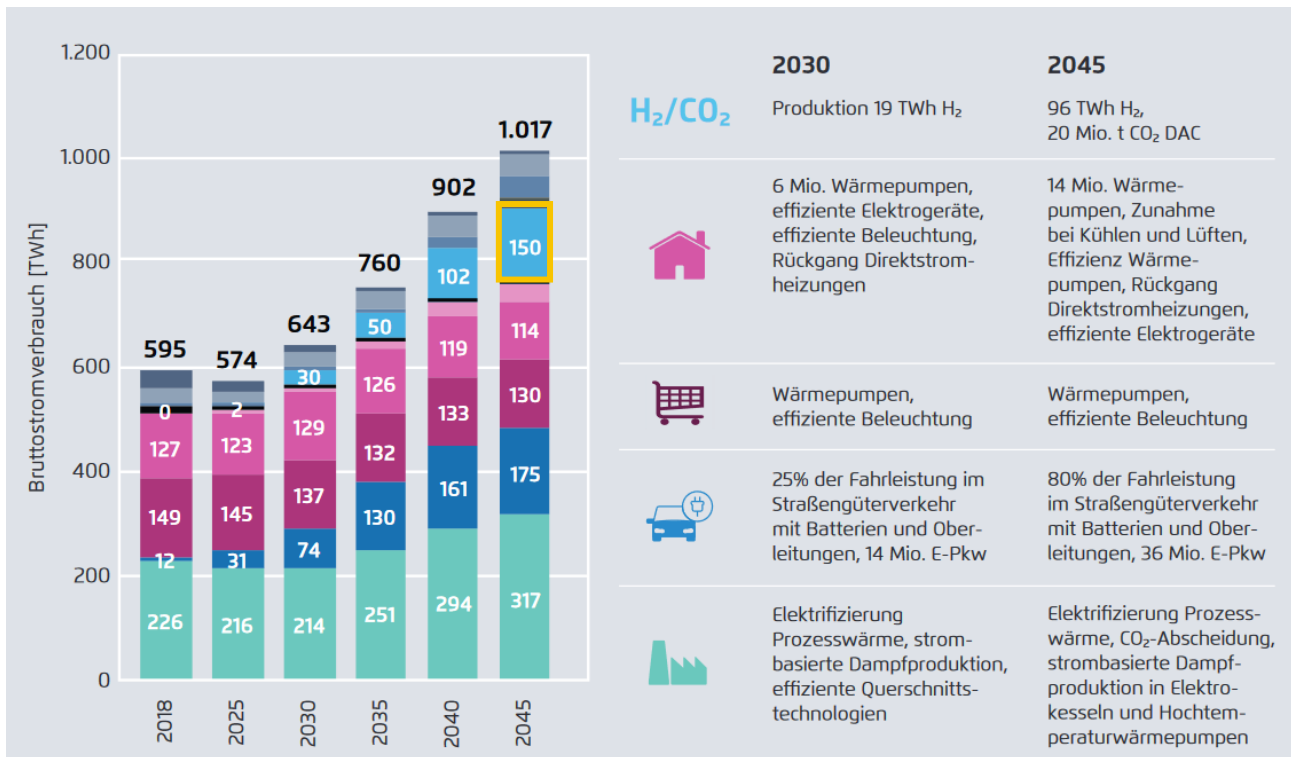


# AUSBAUPFADE NACH EEG23 UND WINDSEEG23

~ 1 TWh/GW Photovoltaik  
 ~ 2,2 TWh/GW Wind an Land  
 ~ 3,6 TWh/GW Wind Offshore

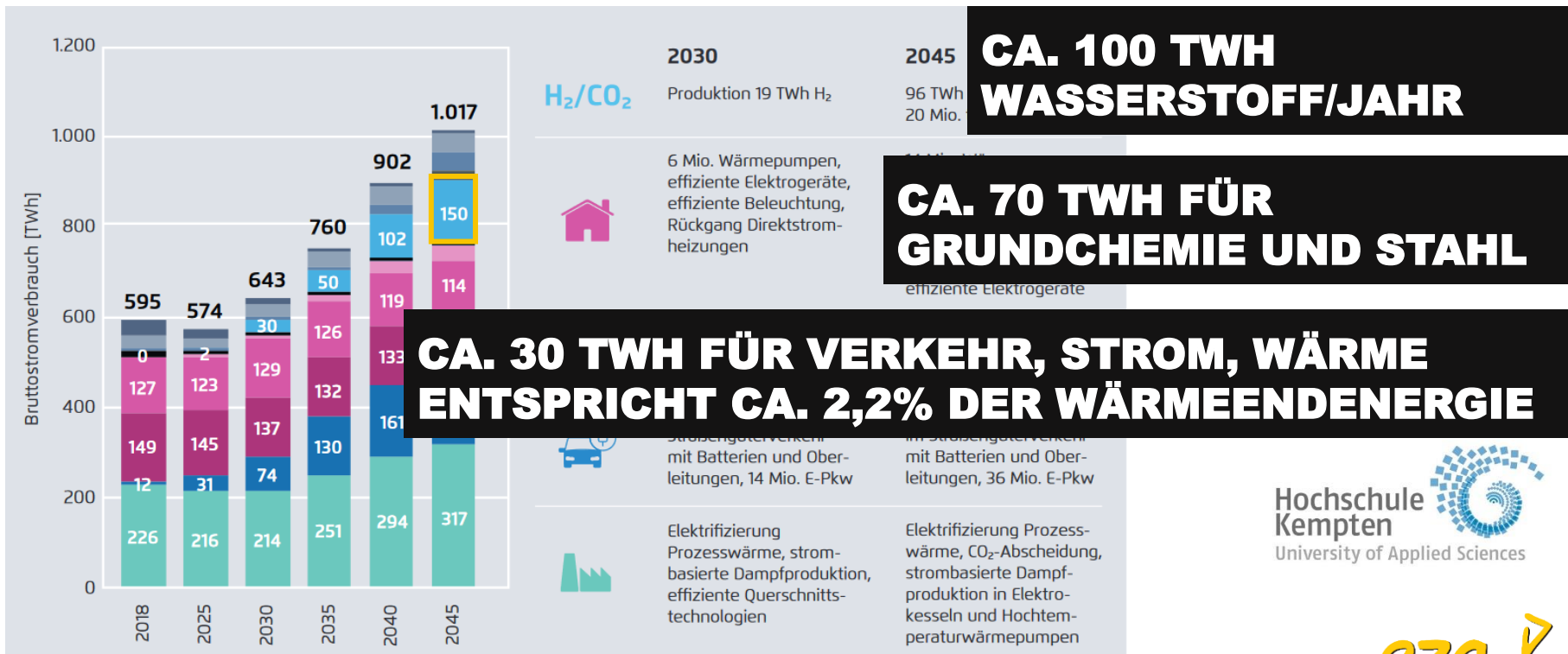


# STROM ZUR WASSERSTOFFGEWINNUNG



»Klimaneutrales Deutschland 2045« Agora Energiewende Abb. 8

# STROM ZUR WASSERSTOFFGEWINNUNG



»Klimaneutrales Deutschland 2045« Agora Energiewende Abb. 8



# H2-VERFÜGBARKEIT

## Nationale Wasserstoffstrategie

- ▶ 10 GW Elektrolyse bis 2030 → 28 TWh H<sub>2</sub>
- ▶ H<sub>2</sub>-Bedarf bis 2030 → 90 – 110 TWh H<sub>2</sub>
- ca. 2/3 des H<sub>2</sub>-Bedarfs soll importiert werden
- ▶ Bedarfsprognosen bis 2045 → 230 bis 977 TWh H<sub>2</sub>  
die meisten Szenarien gehen von unter 500 TWh aus

## Europäische Wasserstoffstrategie

- ▶ 40 GW Elektrolyse bis 2030 → 112 TWh H<sub>2</sub>
- ▶ Fehlende Mengen voraussichtlich durch grauen H<sub>2</sub> gedeckt



# H2-VERFÜGBARKEIT

## Nationale Wasserstoffstrategie

- ▶ 10 GW Elektrolyse bis 2030 → 28 TWh H<sub>2</sub>
- ▶ H<sub>2</sub>-Bedarf bis 2030 → 90 – 110 TWh H<sub>2</sub>
- ca. 2/3 des H<sub>2</sub>-Bedarfs soll importiert werden
- ▶ Bedarfsprognosen bis 2045 → 230 bis 977 TWh H<sub>2</sub>  
die meisten Szenarien gehen von unter 500 TWh aus

## Europäische Wasserstoffstrategie

- ▶ 10 GW Elektrolyse bis 2030 → 112 TWh H<sub>2</sub>

**PROGNOSE:  
MITTELFRISTIG WIRD KEIN EUROPÄISCHES  
LAND GROßE MENGEN GRÜNEN  
WASSERSTOFF EXPORTIEREN KÖNNEN**



gedeckt

# IMPORT VON H2

## Internationale Wasserstoff-Kooperationen [BMBF]

- ▶ Afrika insb. Namibia
- ▶ Kanada
- ▶ Australien
- ▶ Neuseeland

Überwiegend weit entfernte Länder

Wie kann der Wasserstofftransport erfolgen?



# H2-TRANSPORT

## Wasserstoff-Trailer



10 Einzelbehälter mit 200 - 250 bar  
~500 kg H<sub>2</sub> → 16.650 kWh



Suiso 116 m lang  
75 t Wasserstoff → 2,5 GWh

## Diesel-Trailer



~40.000 l Diesel  
→ 384.000 kWh



Pinchat 120 m lang  
10.348 t Öl → 114 GWh

Faktor

23

45

## Zusätzliche Boil-off-Verluste

# H2-TRANSPORT

## Wasserstoff-Trailer



10 Einzelbehälter mit 200 - 250 bar  
~500 kg H<sub>2</sub> → 16.650 kWh



Suiso 116 m lang  
75 t Wasserstoff → 2,5 GWh

## Zusätzliche Boil-off-Verluste

## Diesel-Trailer



~40.000 l Diesel  
→ 384.000 kWh

Faktor

23



Pinchat  
10.348 t

## NATIONALER WASSERSTOFFFRAT

- Gasförmiger Transport durch Pipelines wirtschaftlichste Option
- Fernverkehr voraussichtlich über Ammoniak



# H2-PLANUNG FÜR DEN WÄRMESEKTOR



»Allgemein wird der Einsatz von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeerzeugung nach derzeitigem Erkenntnisstand eine eher nachgeordnete Rolle spielen.«

Keine großen Mengen Wasserstoff im Gebäudebereich erwartet  
→ wird nicht eingeplant



# INHALT

1. Wasserstoffproduktion
2. Effizienz Wasserstoff-Heizungen
3. Wasserstoffverfügbarkeit & -verteilung
4. **H2-Ready**
5. Zusammenfassung



# H2-READY BRENNWERTKESSEL

## H2-Ready Brennwertkessel



## H2 Ready-Siegel

- ▶ Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW)
- ▶ Funktionalität des Gas-Heizkessels für Wasserstoff bescheinigen

»H2-Ready bedeutet, dass der Kessel auch bei einer Beimischung von 20 % H<sub>2</sub> zum Erdgas funktioniert. Künftig soll eine Ausweitung oder sogar vollständige Nutzung mit Grünem Wasserstoff möglich sein.«



# H2-READY BRENNWERTKESSEL

## Erdgasnetz



»Welche Rolle Wasserstoff künftig im Gesamtsystem spielen soll, ist noch weitgehend unklar. Weder ist geklärt, inwieweit eine erhöhte Beimischung von Wasserstoff in die bestehenden Gasnetze angestrebt werden soll, noch ob und in welchem Umfang Wasserstoffnetze durch Neuaufbau oder Umwidmung bestehender Netze benötigt werden. Da sowohl eine erhöhte Beimischung als auch Neuaufbau und Umwidmung von Netzen in substantiellem Umfang enorme Transformationsbedarfe mit sich bringen, ziehen sie sich potenziell über Jahrzehnte hin.«

# H2-READY BRENNWERTKESSEL

## H2-Ready Brennwertkessel



### Gedankenexperiment

- H<sub>2</sub> kann erst dann im Gasnetz beigemischt werden, wenn alle angeschlossenen Endgeräte auf H2-Ready umgestellt wurden
- Ob H2-Ready-Heizungen mit 100 % Wasserstoff betrieben werden können ist unklar und bedarf einer Umrüstung
- Derzeit ist es nicht geplant, ein Wasserstoffnetz zu installieren, welches an einzelne Gebäude angeschlossen wird

### Prognose

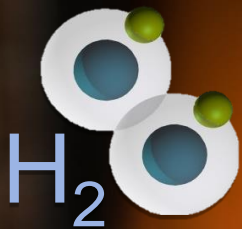
- Neues H2-Netz für Industrie- bzw. Großkunden
- Gasnetz wird in Teilen auf Wasserstoff umgestellt
- Hausanschlüsse werden sich nicht mehr lohnen
- Die Gasheizungen werden wirtschaftlich oder politisch verdrängt



# INHALT

1. Wasserstoffproduktion
2. Effizienz Wasserstoff-Heizungen
3. Wasserstoffverfügbarkeit & -verteilung
4. H2-Ready
5. **Zusammenfassung**





**VISION**

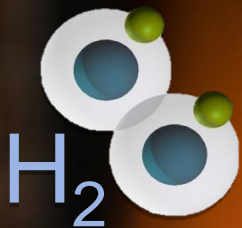
**HEIZEN MIT WASSERSTOFF**

**IST WASSERSTOFF KLIMANEUTRAL?**

**SIND WASSERSTOFF-HEIZUNGEN EFFIZIENT?**

**WIEVIEL WASSERSTOFF WIRD VERFÜGBAR SEIN?**

**WAS BEDEUTET H2-READY?**



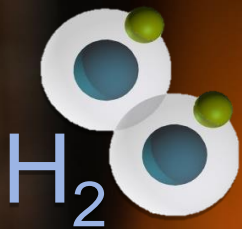
**VISION**

## **HEIZEN MIT WASSERSTOFF**

- ▶ Wasserstoff kann klimaneutral produziert und verbrannt werden
- ▶ Ob Wasserstoff emissionsfrei transportiert werden kann ist unklar

### **Prognosen**

- ▶ Grüner Wasserstoff wird auf absehbare Zeit knapp und teuer sein
- ▶ H<sub>2</sub>-Heizungen sind vergleichsweise ineffizient
- ▶ Wasserstoff wird nur kleine Anteile der Wärmeversorgung bereitstellen (können)



**VISION**

## **HEIZEN MIT WASSERSTOFF**

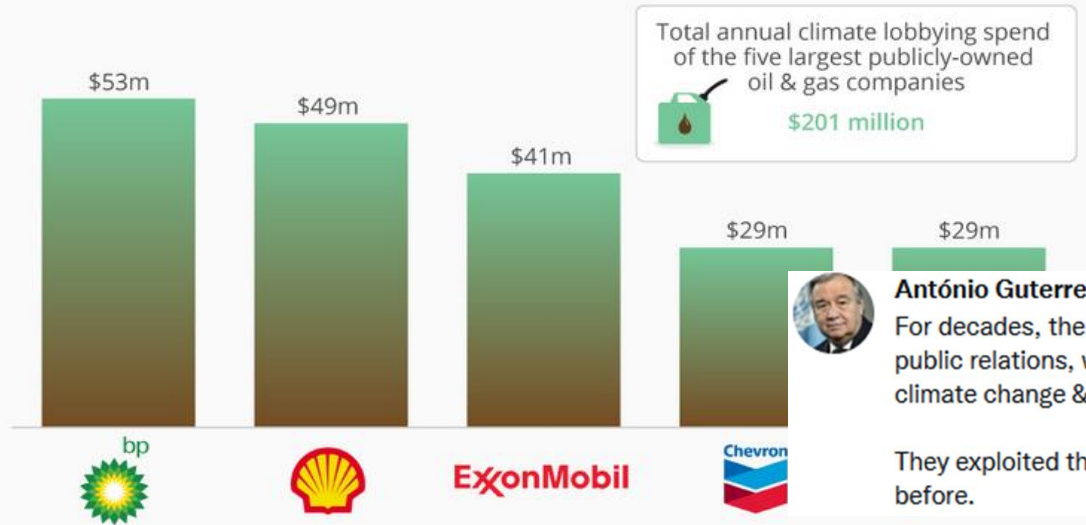
### **Gutachterliche Empfehlung**

- ▶ Wasserstoff sollte nur dort eingesetzt werden, wo er zwingend erforderlich ist
- ▶ Im Wärmesektor bestehen deutlich effizientere und kostengünstigere klimaneutrale Alternativen
- ▶ Hoffentlich werden nur wenige Personen auf die Verwendung von Wasserstoff im Wärmesektor setzen (Abhängigkeit, Verfügbarkeit, Wir verlieren Zeit)

# WARUM WERBEN FIRMEN MIT WASSERSTOFF

## Oil Firms Spend Millions On Climate Lobbying

Annual expenditure on climate lobbying by oil and gas companies\*



**António Guterres** ✓ @antonioguterres · Jun 17  
For decades, the fossil fuel industry has invested in pseudo-science & public relations, with a false narrative to minimize their responsibility for climate change & undermine ambitious climate policies.

They exploited the same scandalous tactics as Big Tobacco decades before.

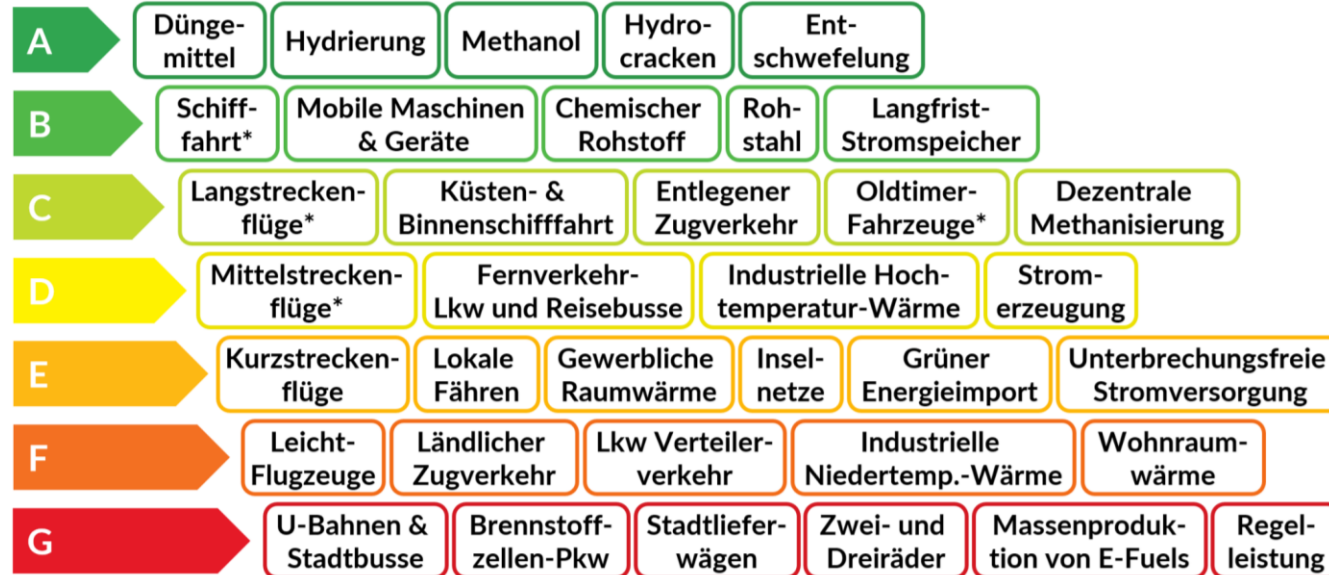
\* As of 2019. Climate lobbying means spending to delay, control or block policies to tackle climate change.  
© StatistaCharts Source: InfluenceMap



# EINSATZBEREICHE SAUBEREN WASSERSTOFFS

(Schätzungen, nach Michael Liebreich, 2021)

## Alternativlos



## Unwirtschaftlich

\* Sehr wahrscheinlich in Form von mittels Wasserstoff erzeugten E-Fuels oder Ammoniak.



**NOCH FRAGEN?**



**Prof. Martin Steyer**

E-Mail: [martin.steyer@hs-kempten.de](mailto:martin.steyer@hs-kempten.de)

Straße: Bahnhofstraße 61

PLZ Ort: 87435 Kempten

Website: [www.hs-kempten.de](http://www.hs-kempten.de)



**Allgäuer  
Altbautage**

# QUELLEN

[AGORA17]	Fraunhofer IWES/IBP (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, 107/01-S-2017/DE, Februar 2017: <a href="https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende_EW/Waermewende-2030_WEB.pdf">https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende_EW/Waermewende-2030_WEB.pdf</a> - aufgerufen am 19.02.2024
[AGORA21]	Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, <a href="https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf">https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf</a> - aufgerufen am 26.04.2022
[BAYE20]	Statistik kommunal 2019, (Januar 2020), 09 780 Landkreis Oberallgäu, Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten, Bestellnummer Z50021 201900 <a href="https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2019/09780.pdf">https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2019/09780.pdf</a> - aufgerufen am 26.04.2022
[BMBF20]	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Eine kleine Wasserstoff-Farbenlehre, 10.06.20, <a href="https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html">https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html</a> - aufgerufen 01.03.20
[BMBF23]	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Welche Projekte für die internationale Wasserstoff-Kooperation fördert das BMBF?, 26.07.2023, <a href="https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/woher-soll-der-gruene-wasserstoff-kommen.html">https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/woher-soll-der-gruene-wasserstoff-kommen.html</a> - aufgerufen am 15.02.2024

# QUELLEN

[DEST22]	Alleinlebende verbrauchen 38 % mehr Wohnenergie als der Pro-Kopf-Durchschnitt aller Haushalte, Zahl der Woche Nr. 09 vom 1. März 2022, <a href="https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_09_p002.html">https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_09_p002.html</a> - aufgerufen am 02.07.2023
[EEG23]	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023), Ausfertigungsdatum 21.07.2014, Stand 04.01.2023   Nr. 6, <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/">https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/</a> - aufgerufen am 09.03.2023
[ETAP24]	Was bedeutet H2Ready?, ETAPART AG <a href="https://www.etapart.com/de/wissen/hallenheizung-technik/was-bedeutet-h2ready">https://www.etapart.com/de/wissen/hallenheizung-technik/was-bedeutet-h2ready</a> - aufgerufen am 15.02.2024
[FNR23]	Biogas – Faustzahlen, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., <a href="https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen">https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen</a> - aufgerufen am 02.07.2023
[FRAU20]	Danny Günther, Jeannette Wapler, Robert Langner, Sebastian Helmling, Dr.-Ing. Marek Miara, Dr.-Ing. David Fischer, Dirk Zimmermann, Tobias Wolf, Dr.-Ing. Bernhard Wille-Hausmann, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Abschlussbericht: Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungs-Projekt „WPsmart im Bestand“, Version 2.1 (Stand: 23.07.2020), <a href="https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf">https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf</a> - aufgerufen am 15.02.2024
[GÖBE23]	Jona Göbelbecker, Transport des Energieträgers H2, Wie sieht das neue Wasserstoff-Netz für Deutschland aus?, Chemie Technik, 19. Februar 2023, <a href="https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/wasserstoff/plaene-fuer-ein-nationales-wasserstoff-netz-in-deutschland-341.html">https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/wasserstoff/plaene-fuer-ein-nationales-wasserstoff-netz-in-deutschland-341.html</a> – aufgerufen am 06.10.2023

# QUELLEN

[H2AT24]	Bundesministeriums für Bildung und Forschung, H2 Atlas-Afrika, <a href="https://www.h2atlas.de/de/">https://www.h2atlas.de/de/</a> - aufgerufen am 15.02.2024
[KEMP13]	„Masterplan 100% Klimaschutz bis 2050“ – Klima schützen - Kempten handelt - Masterplankonzept der Stadt Kempten (Allgäu), Stadt Kempten 29.11.2013, <a href="https://www.kempten.de/file/MP_Konzept_Endfassung_031213_formatiert%20(3).pdf">https://www.kempten.de/file/MP_Konzept_Endfassung_031213_formatiert%20(3).pdf</a> – aufgerufen am 02.07.2023
[KOID21]	Taiki Koide, Staff Writer, Kawasaki Heavy builds world’s first tanker for liquid hydrogen, The Asahi Shimbun, May 25, 2021, <a href="https://www.asahi.com/ajw/articles/14357692">https://www.asahi.com/ajw/articles/14357692</a> - aufgerufen am 06.10.2023
[MILA18]	S. Milanzi, C. Spiller, B. Grosse, L. Hermann, J. Kochems, J. Müller-Kirchenbauer, Technischer Stand und Flexibilität des Power-to-Gas-Verfahrens, Fachgebiet Energie- und Ressourcenmanagement, Technische Universität Berlin, 29.08.2018: <a href="https://www.er.tu-berlin.de/fileadmin/a38331300/Dateien/Technischer_Stand_und_Flexibilit%C3%A4t_des_Power-to-Gas-Verfahrens.pdf">https://www.er.tu-berlin.de/fileadmin/a38331300/Dateien/Technischer Stand und Flexibilit%C3%A4t des Power-to-Gas-Verfahrens.pdf</a>
[LFL07]	Methanproduktivität nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Datum Juli 2007, <a href="https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_27455.pdf">https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_27455.pdf</a> - aufgerufen am 02.07.2023
[PINC23]	Tankschiff, <a href="https://www.hafen-hamburg.de/de/schiffe/pinchat-33727/">https://www.hafen-hamburg.de/de/schiffe/pinchat-33727/</a> - aufgerufen am 06.10.2023
[THER19]	Wirkungsgrad der Heizung – wichtige Kennzahl für die Effizienz des Heizgeräts, 05.12.2019: <a href="https://www.thermondo.de/info/rat/vergleich/wirkungsgrad-der-heizung/">https://www.thermondo.de/info/rat/vergleich/wirkungsgrad-der-heizung/</a> - aufgerufen am 05.12.2023

# QUELLEN

[UBA21]	Umweltbundesamt, 12/2019, Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors, UBA-FB FB000040, <a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-15_cc_12-2019_roadmap-gas_2.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-15_cc_12-2019_roadmap-gas_2.pdf</a> - aufgerufen am 15.02.2024
[UBA22a]	Umweltbundesamt, 30. November 2022, Welche Treibhausgasemissionen verursacht die Wasserstoffproduktion? <a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/uba_welche_treibhausgase_missionen_verursacht_die_wasserstoffproduktion.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/uba_welche_treibhausgase_missionen_verursacht_die_wasserstoffproduktion.pdf</a> - aufgerufen 15.02.24
[UBA22b]	Umweltbundesamt, 30. November 2022, Ist Wasserstoff treibhausgasneutral? <a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/uba_ist_wasserstoff_treibhausgasneutral.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/uba_ist_wasserstoff_treibhausgasneutral.pdf</a> - aufgerufen 15.02.24
[UBA24]	Umweltbundesamt, 19.01.2024, Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme <a href="https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme">https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme</a> - - aufgerufen 15.02.24
[WAEU20]	Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa, #EUGreenDeal, Europäische Kommission, 08. Juli 2020, <a href="file:///C:/Users/marti/Downloads/EU_Hydrogen_Strategy_DE.pdf-1.pdf">file:///C:/Users/marti/Downloads/EU_Hydrogen_Strategy_DE.pdf-1.pdf</a> - aufgerufen am 15.02.2024
[WASS23]	Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie – NWS2023, Herausgeber Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Stand Juli 2023, <a href="https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=1">https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=1</a> – aufgerufen am 15.02.2024

# QUELLEN

[WIKI21]	Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs, <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Einsatzbereiche_sauberen_Wasserstoffs.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Einsatzbereiche_sauberen_Wasserstoffs.svg</a> , - aufgerufen am 12.10.2023
[WIKI23]	<a href="https://www.asahi.com/ajw/articles/14357692">https://www.asahi.com/ajw/articles/14357692</a> - aufgerufen am 06.10.2023
[WINDG23]	Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG), Ausfertigungsdatum 13.10.2016, Stand 16.07.2021, letzte Änderung 20.12.2022   Nr. 54, <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/">https://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/</a> - aufgerufen am 09.03.2023