



# Datengrundlage für die E.ON H<sub>2</sub>Bilanz 2023 2. Hj.

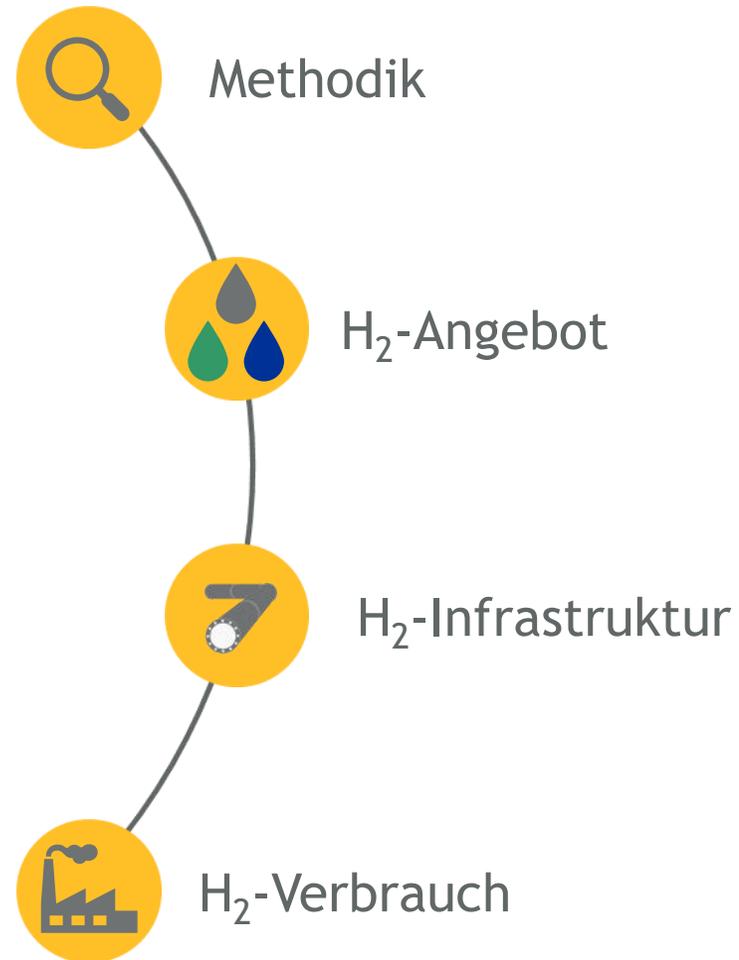
## Begleitdokument zur Einordnung der Ergebnisse

Tobias Sprenger | Jan Kopp | Felix Schäfer | Michael Diehl

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH

November 2023

# Daten- grundlage H<sub>2</sub>Bilanz



# Methodik

## Wichtiger Hinweis



*Das vorliegende Dokument ist nur ein Begleitdokument zur Datengrundlage der H<sub>2</sub>Bilanz. Eine ausführliche Aufführung der Annahmen, der Berechnungsmethodik und weiterführenden Quellen befindet sich in der eigentlichen Datengrundlage der H<sub>2</sub>Bilanz (Excel).*

## Warum eine H<sub>2</sub>Bilanz?



- Einsetzender Markthochlauf von grünem Wasserstoff gewinnt immer mehr an Tempo
- **Derzeitige Datenlage** zu Verbrauch, Erzeugung und Infrastruktur ist **unzureichend**
- Erstellung und Berechnung der H<sub>2</sub>Bilanz soll einen **quantitativen Zwischenstand** liefern, indem Fortschritt und Aktivitäten des Wasserstoffmarkts betrachtet werden

## Wie entsteht die Datengrundlage?



### Recherche

Recherche in öffentlichen Datenbanken, bei Institutionen sowie einschlägigen fachlichen Veröffentlichungen

### PtX-Projektdatenbank

Stetige Aktualisierung der internen EWI PtX-Projektdatenbank und Ausarbeitung einer Übersicht der Projekte (Betrieb, Bau und Planung)

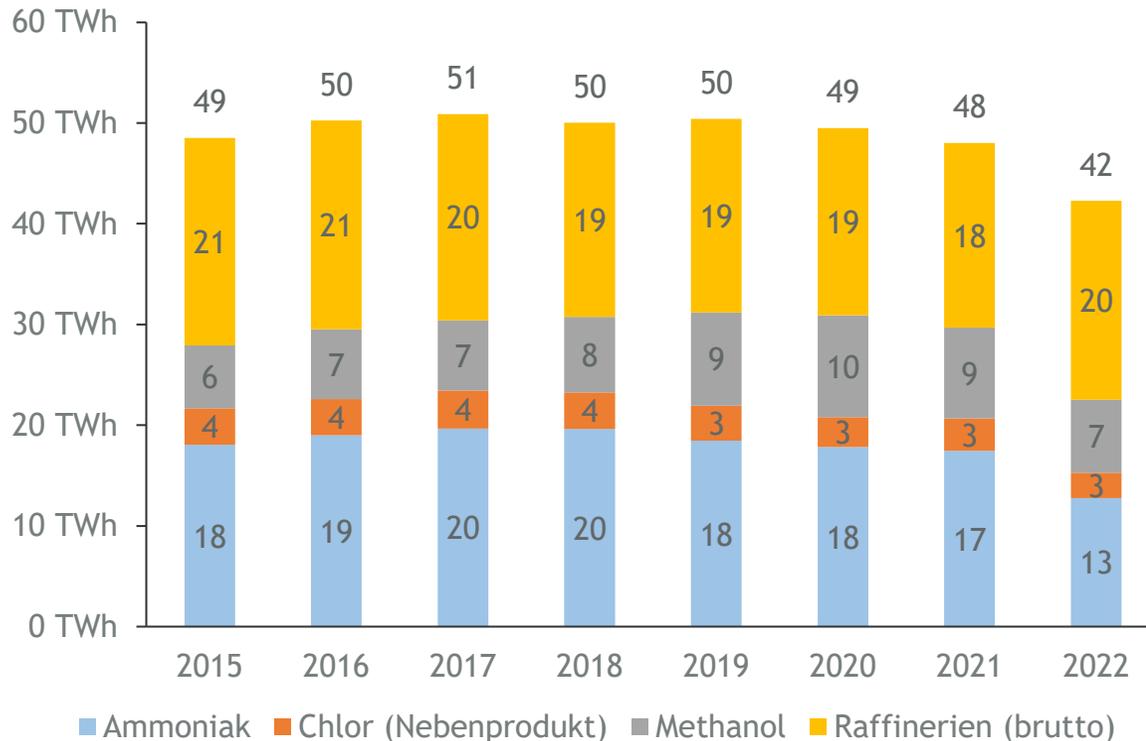
### Interne Berechnungen

Abschätzung des Verbrauchs konventionellen Wasserstoffs und Erzeugung von Elektrolyse-Wasserstoff

# H<sub>2</sub>-Angebot

# Erzeugungsmengen grauer Wasserstoff

## Historische Erzeugung grauen Wasserstoffs in Deutschland

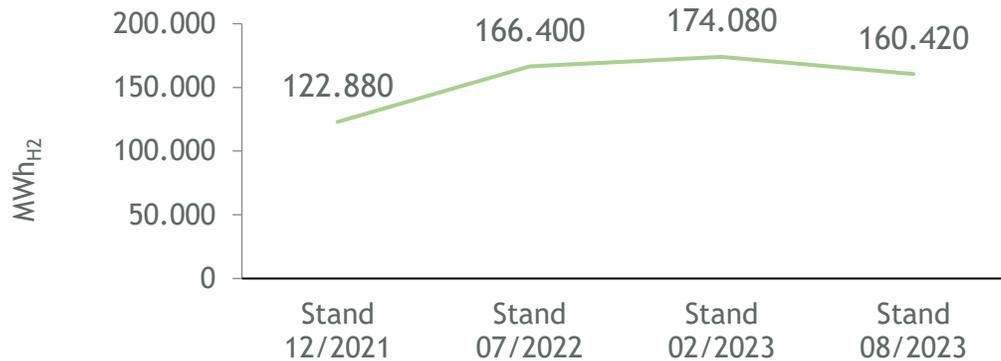


- **Zentrale Annahme:** Erzeugung entspricht dem errechneten Verbrauch der wichtigsten nachfragenden Industrien sowie der Erzeugung von Wasserstoff als Nebenprodukt (Chlor).
- Wichtigste Industrien mit Bezug zu Wasserstoff
  1. Raffinerien
  2. Ammoniak
  3. Methanol
  4. Chlor (Erzeugung von Wasserstoff als Nebenprodukt)
- Seit 2021 sinken die abgeschätzten Erzeugungsmengen. Grund ist v.a. eine sinkende industrielle Erzeugung der zugrundeliegenden Industrien.
- Im Jahr 2022 sind die abgeschätzten Erzeugungsmengen deutlich gesunken und liegen mit 42,3 TWh unter der ökonomisch geschätzten Menge von 44,4 TWh ([Datengrundlage H<sub>2</sub>Bilanz 2023 1. Hj](#)). Während die Mengen für Ammoniak und Methanol sichtbar rückläufig sind, sind sie in Raffinerien gestiegen. Die geschätzte Erzeugung im Rahmen der Chlorherstellung ist von 3,2 TWh auf 2,5 TWh gesunken.

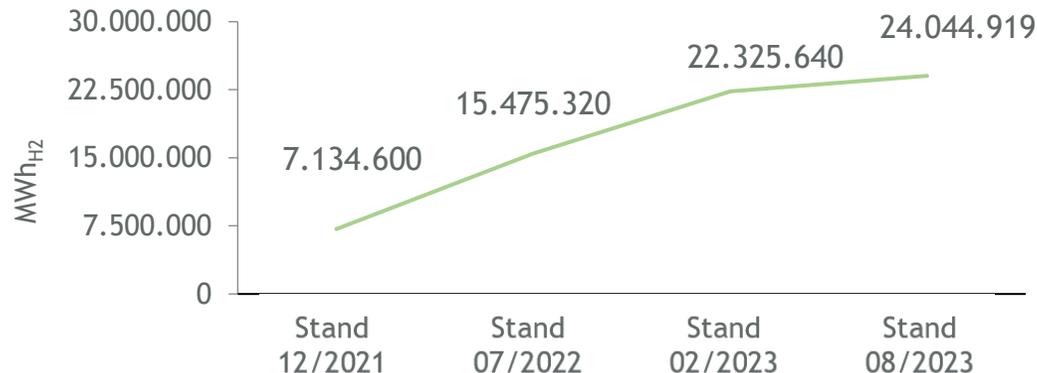
# Erzeugungsmengen Elektrolyse-Wasserstoff

## Aktuelle und zukünftige Erzeugung von Elektrolyse-Wasserstoff in Deutschland

### Abschätzung der aktuellen Erzeugung von Elektrolyse-Wasserstoff



### Projizierte Erzeugung Elektrolyse-Wasserstoff im Jahr 2030



- Die Grafiken zeigen die Abschätzung der Erzeugung sowie die projizierte Erzeugung von Elektrolyse-Wasserstoff im Jahr 2030 zum jeweiligen Stichtag der Bilanz (12/2021; 07/2022; ...).
- Es ist nicht bekannt, ob alle Elektrolyseure die Kriterien für grünen Wasserstoff erfüllen. Daher wird die Erzeugung entsprechend als „Elektrolyse-Wasserstoff“ bezeichnet.
- Die geschätzte Wasserstofferzeugung aus Elektrolyse ist gegenüber 02/2023 leicht zurück gegangen. Der Rückgang ist auf (temporäre) Stilllegungen auf Grund von beschädigten Elektrolyseuren zurückzuführen. Zeitweise war der zweitgrößte Elektrolyseur Deutschlands in Wunsiedel außer Betrieb. Die Betreiber begründen dies durch die Folgen der Erlösabschöpfung.
- Die projizierte Erzeugung im Jahr 2030 ist im Zeitraum 02/2023-08/2023 leicht angestiegen.

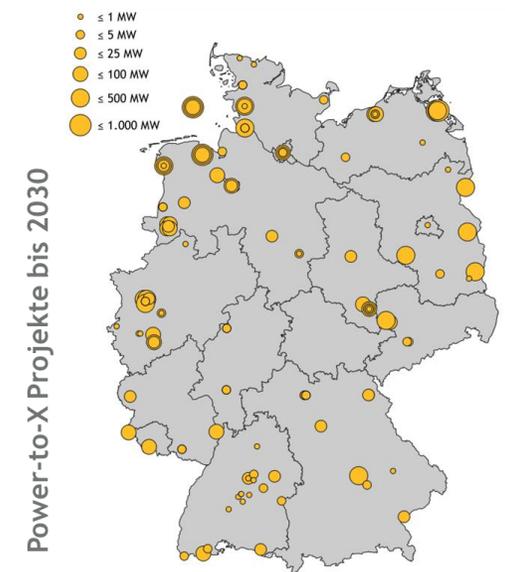
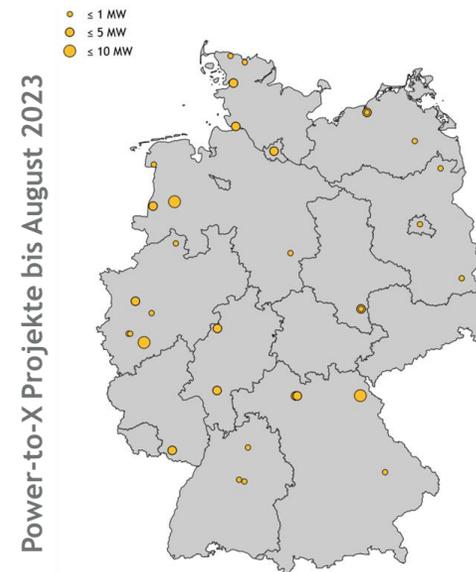
**Hinweis:** Die Erzeugungsmengen von Elektrolyse-Wasserstoff basieren auf Annahmen zu Wirkungsgrad, Volllaststunden und Informationen aus der EWI PtX-Datenbank. Eine ausführliche Aufzählung der Annahmen, der Berechnungsmethodik und Quellen befindet sich in der eigentlichen Datengrundlage der H<sub>2</sub>Bilanz (Excel).

# Installierte Elektrolysekapazität für die Jahre 2023 und 2030

## EWI Power-to-X Projektdatenbank

- Übersicht über Wasserstoffprojekte in Deutschland
- Erfasste Daten: Standorte, installierte Leistung, Status (in Betrieb, Bau, Planung) und den Zeitpunkt der Inbetriebnahme
- Kriterien für die Datengrundlage H<sub>2</sub>Bilanz:
  - Zeitpunkte: 08/2023 und 12/2030
  - Daten zu Projekten sind öffentlich verfügbar
  - Informationen zu Projekten sind vollständig
  - Installierte Leistung der Elektrolyseure ist größer als 100 kW<sub>el</sub>

Status	Anzahl Projekte	Installierte Leistung	Durchschnittliche Leistung
2023 in Betrieb	33	~ 62 MW <sub>el</sub>	~ 2 MW <sub>el</sub>
Bis 2030 in Betrieb/Bau/Planung	111	~ 8.712 MW <sub>el</sub>	78 MW <sub>el</sub> (132 MW <sub>el</sub> für Projekte ab 2023)

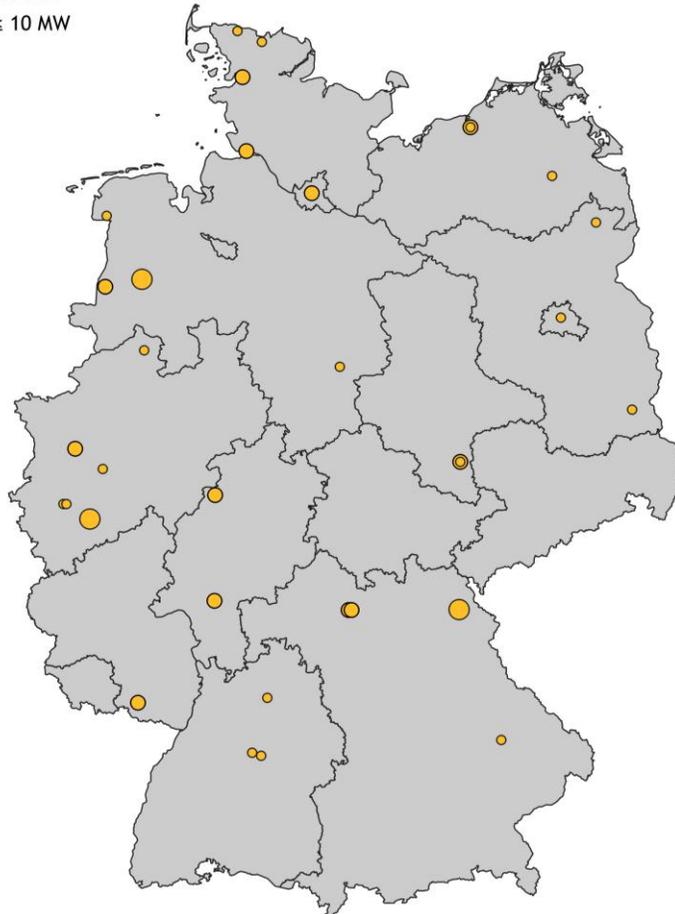


# Installierte Elektrolysekapazität für die Jahre 2023 und 2030

PtX-Projektkarten für 08/2023 und 2030 - jeder Kreis entspricht einem Projekt

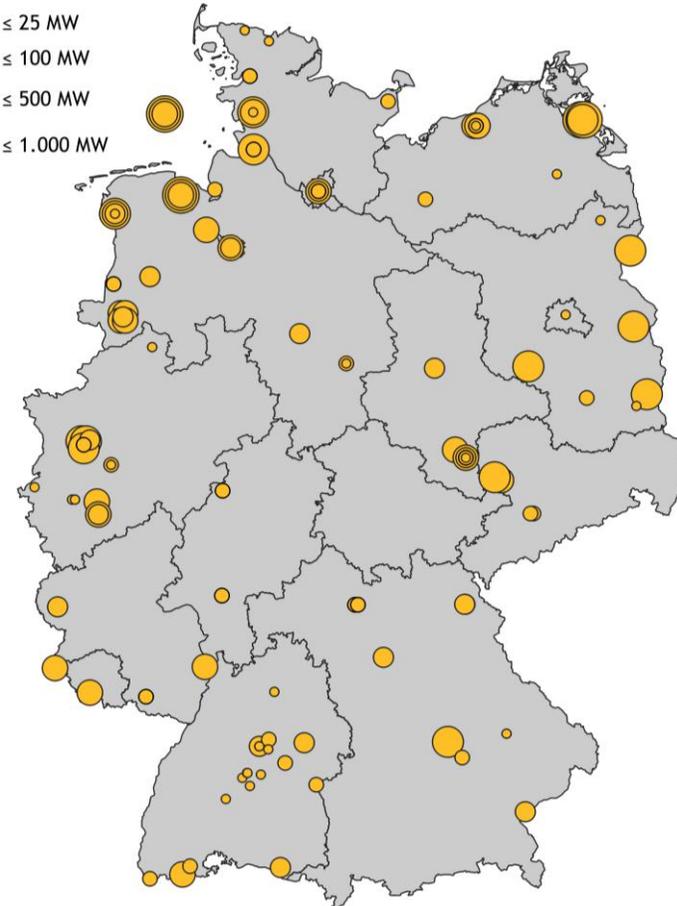
Power-to-X Projekte bis August 2023

- ≤ 1 MW
- ≤ 5 MW
- ≤ 10 MW



Power-to-X Projekte bis 2030

- ≤ 1 MW
- ≤ 5 MW
- ≤ 25 MW
- ≤ 100 MW
- ≤ 500 MW
- ≤ 1.000 MW

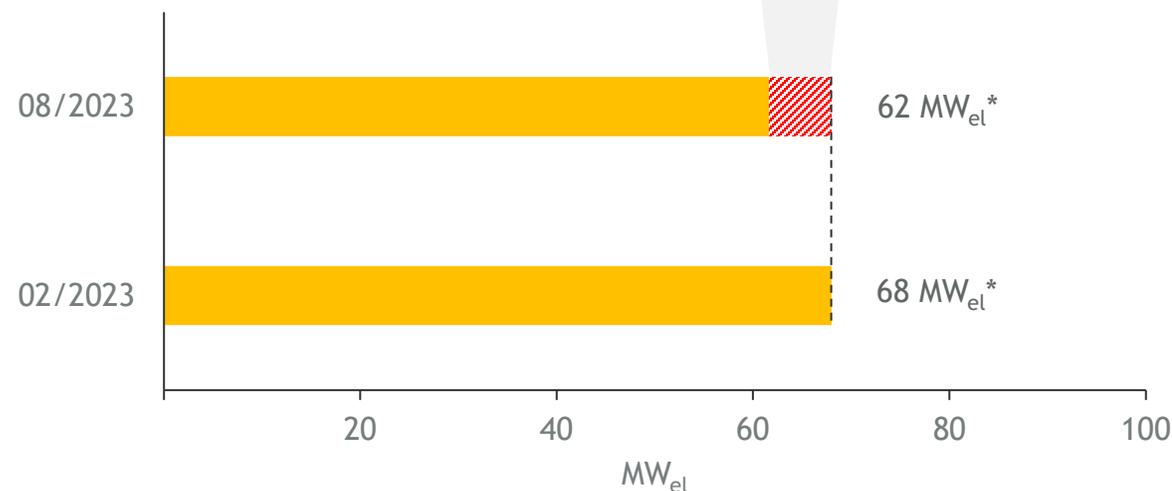


## Inbetriebnahme:

- Elektrolyse made in Baden-Württemberg (+ 1 MW<sub>el</sub>)

## (Temporäre) Stilllegungen:

- Forschungsprojekt „Energiepark Mainz“ (- 6 MW<sub>el</sub>)
- H2-Wyhlen (- 1 MW<sub>el</sub>)

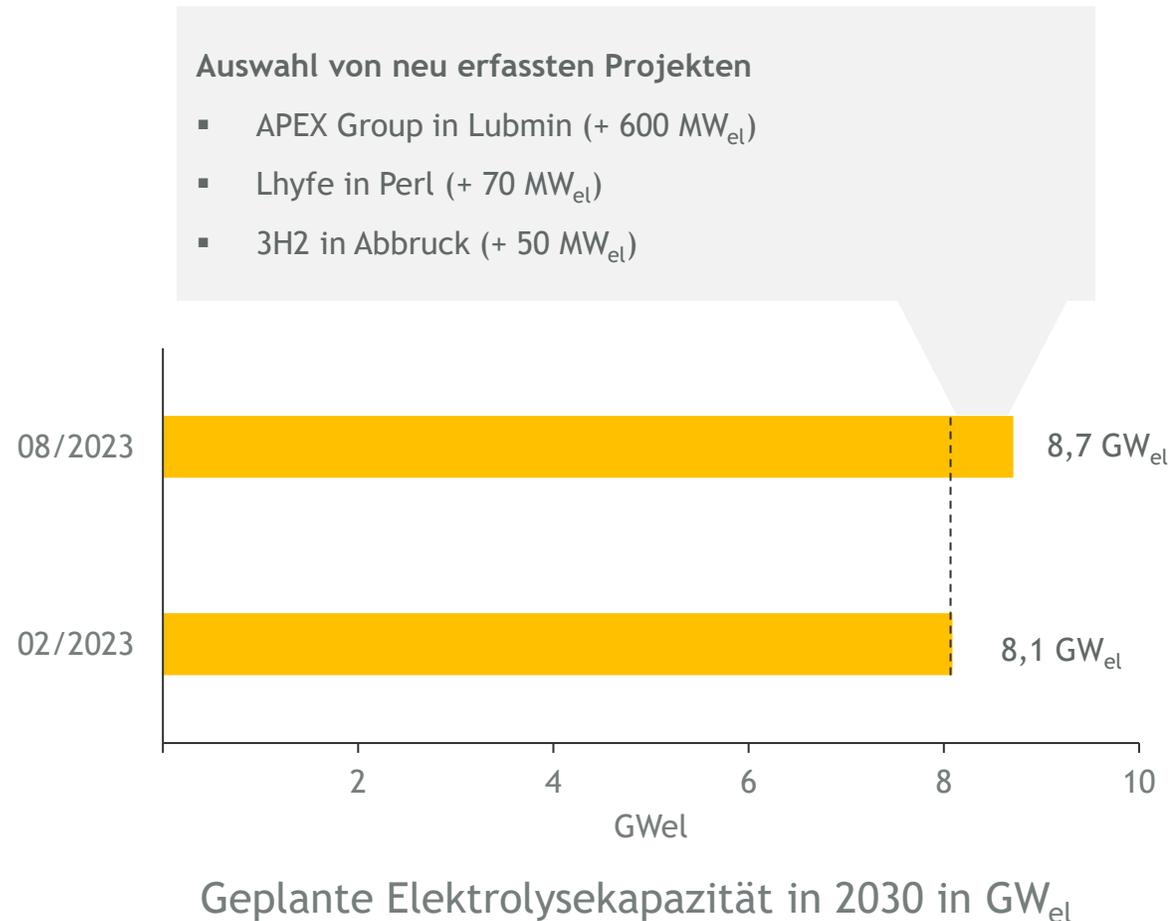


Elektrolysekapazität in Betrieb August 2023

\* Gerundete Werte.

- Im Vergleich zur letzten Aktualisierung (02/2023) ist die betriebene Elektrolysekapazität um rund 6 MW<sub>el</sub> auf 62 MW<sub>el</sub> gesunken.
- Für die negative Veränderung der Kapazität sind Beschädigungen an den Elektrolyseuren verantwortlich.
  - In Wunsiedel gab es eine temporäre Stilllegung, die durch die Folgen der Erlösabschöpfung motiviert war.
- Gegenüber der letzten Aktualisierung wurde die Inbetriebnahme eines Demonstrations-Elektrolyseurs in Baden-Württemberg (1 MW<sub>el</sub>) kommuniziert und erfasst.
- Unter den in Bau befindlichen Projekten führen wir weiterhin das 24 MW<sub>el</sub> Projekt von Linde in Leuna. Der Elektrolyseur sollte bereits Ende 2022 in Betrieb gehen, ist jedoch nach aktuellem Kenntnisstand nicht in Betrieb.

# Entwicklung der geplanten Elektrolysekapazität (2030)

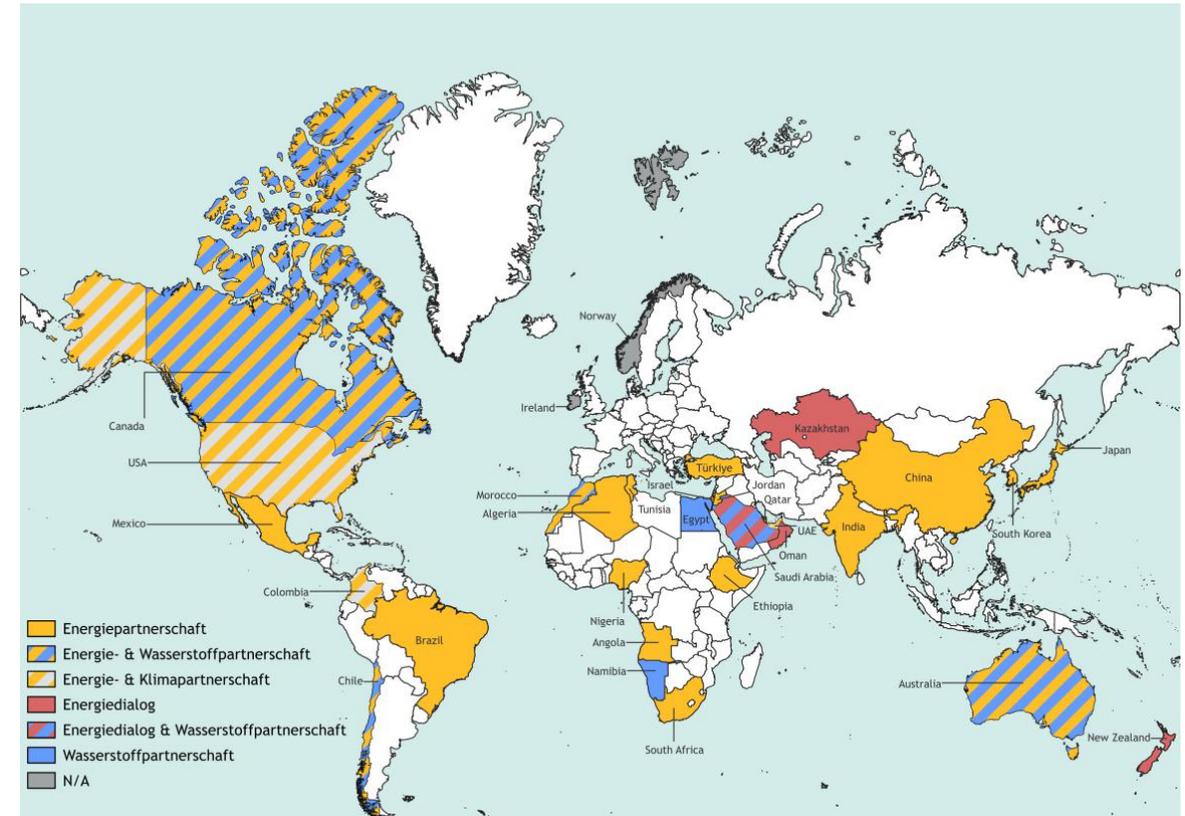


- Im Vergleich zur letzten Aktualisierung (02/2023) ist die für 2030 angekündigte Elektrolysekapazität um rund 600 MW<sub>el</sub> auf rund 8,7 GW<sub>el</sub> gestiegen.
- Diese Veränderung ist auf zwei wesentliche Ursachen zurückzuführen
  1. Neue und neu erfasste Projekte
  2. Aktualisierung von Informationen bereits erfasster Projekte
- Darüber hinaus sind zu bereits angekündigten Projekten neue Informationen bekannt geworden, sodass diese als zusätzliche oder verminderte Kapazität einberechnet wurden.
- Der Anstieg von 02/2023 auf 08/2023 (~0,6 GW<sub>el</sub>) fällt damit geringer aus als von 07/2022 auf 02/2023 (~2,5 GW<sub>el</sub>). Es lässt sich jedoch weiterhin ein Zuwachs an angekündigter Elektrolysekapazität erkennen.

## Formen der internationalen Kooperation:

(weitere Informationen in der Datengrundlage der H<sub>2</sub>Bilanz 2023 2. Hj.)

- **Energiedialog**  
Vorstufe zur (Klima- und) Energiepartnerschaft ohne formelle Absichtserklärung
- **(Klima- und) Energiepartnerschaft**  
Zusammenarbeit in den Bereichen: Energie, Klima und Wirtschaft
- **Wasserstoffpartnerschaft**
  - Zusammenarbeit im Ausbau von grünem Wasserstoff u.a. mit strategischen Export- und Importländern
  - Bilaterale Wasserstoffpartnerschaften seit 2022
    - Australien
    - Chile
    - Kanada
    - Marokko
    - Namibia
    - Saudi-Arabien



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BMWK (2022d)

**Hinweis:** Hierbei handelt es sich um aktive Kooperationen mit Wasserstoffbezug und nicht um Energie-Kooperationen im Allgemeinen.

# H<sub>2</sub>-Infrastruktur

## Aktuell:

- 420 km\* operatives Wasserstoff-Netz an 3 Standorten
- Zur Einordnung: Deutsches Erdgas-Fernleitungsnetz umfasst rund 41.600 km (Stand: 12/2020)

## Entwicklung:

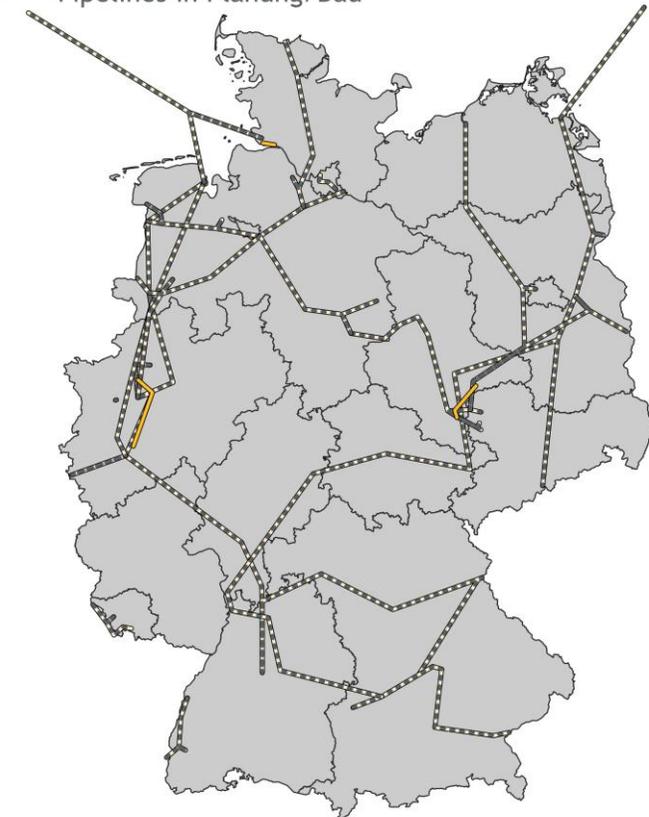
- **Konkrete Pläne** für 5.708 km H<sub>2</sub>-Leitungen bis 2035\*\* z. T. durch Umwidmung von Erdgasleitungen (v. a. bei langen Pipelines), sonst Neubau
- Vorschlag von **Maßnahmen im Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 - Entwurf**
  - Umzustellende Leitungen: 4.900-5.900 km (bis Ende 2032)
  - Neubauleitungen: 2.300-2.900 km (bis Ende 2032)

\* Pipelinelänge bestehender Standorte durch aktualisierte Quellen angepasst (ggü. 02/2023).

\*\* Abschätzung basiert auf eigenen Recherchen.

## Geplante Wasserstoff-Pipelines bis 2035

- Pipelines in Betrieb
- Pipelines in Planung/Bau

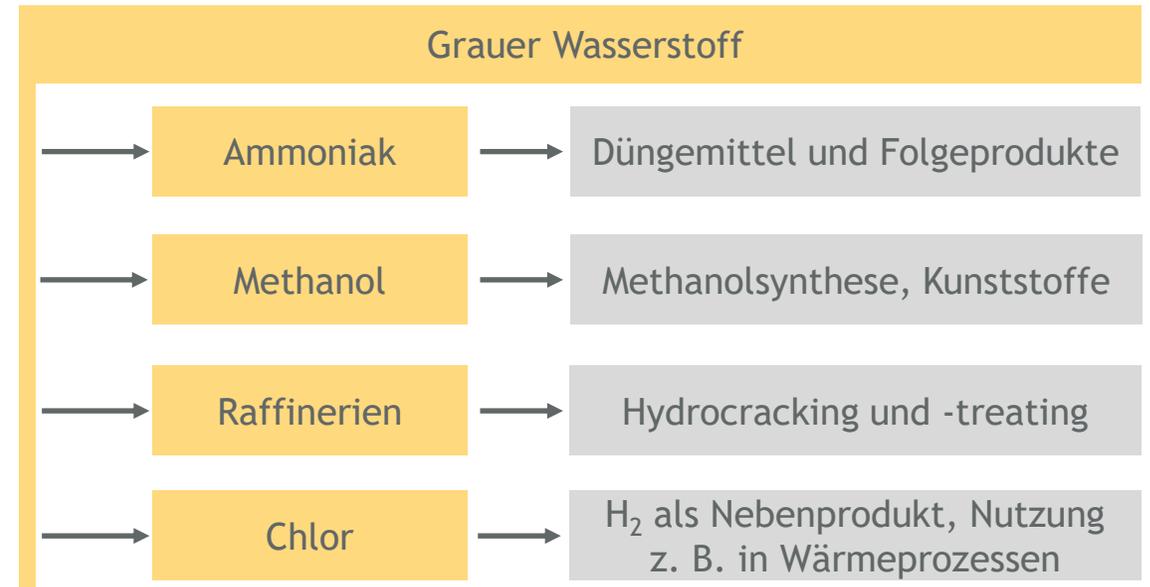
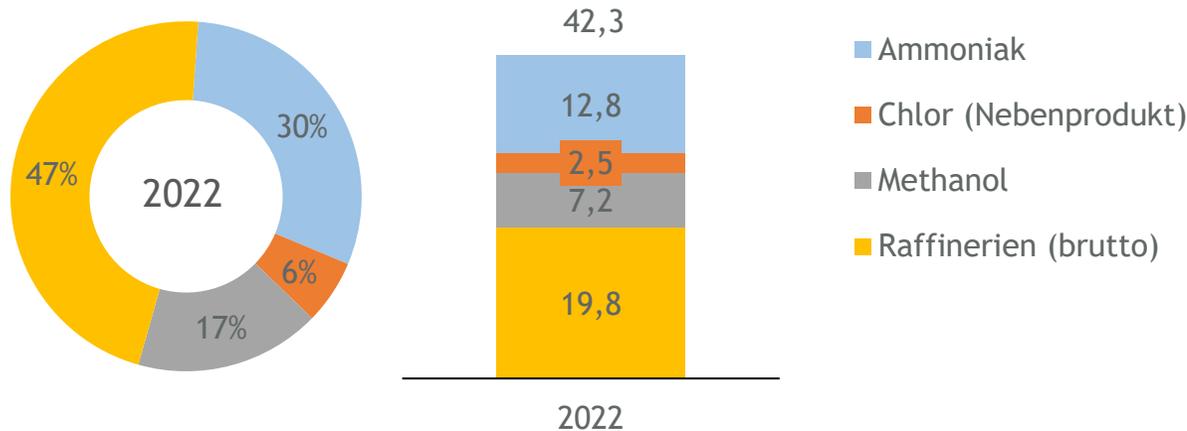


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis eigener Recherchen; Stand: 08/2023

# H<sub>2</sub>-Verbrauch

# Verbrauch grauer Wasserstoff

## Historischer Verbrauch der wichtigsten industriellen Anwendungsbereiche



- Erzeugungsmengen wurden über Produktionsmengen der jeweiligen Güter und durchschnittliche Wasserstoffbedarfe errechnet
- Bei Raffinerien wird zwischen netto (01; externer Bedarf) und brutto (02; externer Bedarf + prozessinterne Erzeugung) unterschieden



2.157 (+ 135) FCEV\* ca. 8.929 MWh<sub>H2</sub>



109 (+ 66) LKW und Zugmaschinen ca. 4.154 MWh<sub>H2</sub>



73 (+ 4) Busse ca. 10.179 MWh<sub>H2</sub>



26 (+ 11) Brennstoffzellen  
-Züge (BZ-Zug) ca. 33.797 MWh<sub>H2</sub>



1 (± 0) Schubboot im Testbetrieb



110 (- 2) in Betrieb  
63 (+ 30) in Realisierung  
(350 und 700 bar)

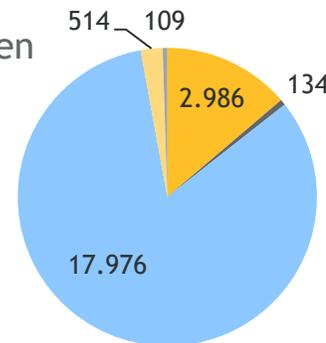
- Gesamtzahl an wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen ist weiterhin noch gering.
- Gesamtzahlen zur Einordnung (01. Juli 2023):
  - PKW: 49,0 Mio.
  - LKW/Zugmaschinen: 3,71/2,42 Mio.
  - Kraftomnibusse: 84.401
- Im Vergleich zum Stand 02/2023 ist mit Ausnahme der betriebenen Tankstellen eine positive Entwicklung zu erkennen. Auffallend ist dabei die deutliche Zunahme von BZ-LKWs.
- Im Schienenverkehr war zuletzt ein Hochlauf zu erkennen.
  - Der Bestand an ausgelieferten BZ-Zügen ist angestiegen.
  - Im Rhein-Main-Verkehrsverbund sind 21 der 27 BZ-Züge ausgeliefert. Außerdem sind 5 BZ-Züge der Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe Elbe-Weser GmbH in Betrieb.
- In 2023 spielen Schiffe noch keine Rolle. Ab 2024 ist der Einsatz von 10-15 wasserstoffbetriebenen Binnenschiffen auf der Strecke Rotterdam-Köln geplant.

Quellen: siehe Datengrundlage der *H<sub>2</sub>Bilanz 2023*, Stand: 08/2023 | \* FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle

## Brennstoffzellenheizungen



- Als Brennstoffe werden aktuell Erd- oder Biogas eingesetzt, welche elektrochemisch in Strom umgewandelt werden. Abwärme wird zum Heizen und zur Warmwasserbereitung genutzt.
- Bis Ende 2022 wurden Brennstoffzellenheizungen über das *Programm 433 der KfW* mit einem Zuschuss gefördert.
- Seit Januar 2023 wird die Förderung von Brennstoffzellen über das Programm BEG EM über die BAFA und die Programme BEG NWG und BEG WG über die KfW administriert (Stichtag KfW 30.06.2023, BAFA 31.08.2023)



- KfW Neubau Wohngebäude
- KfW Neubau Nicht-Wohngebäude
- KfW Saniert Wohngebäude
- KfW Saniert Nicht-Wohngebäude
- BAFA Einzelmaßnahmen

- Insg. 21.719 geförderte Sanierungen und Neuinstallationen

## Wasserstoffquartiere



### Laufende Projekte

- Kaisersesch:** Produktion grünen Wasserstoffs zur Ortsweiten Nutzung im Bereich Wärme (BHKW) & Mobilität (Busse, Bahnen)
  - Im Aufbau
- Esslingen:** Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff aus Überschussstrom von PV-Anlagen
  - Bereits im Betrieb

### Weitere Projekte

- Im Bau befindliches Quartier in **Gütersloh**
- Geplantes Quartier in **Oldenburg**



## EWI - Eine Wissensfabrik

Das EWI ist gemeinnützig und versteht sich als Wissensfabrik mit dem Ziel, neues Wissen über zunehmend komplexe Energiemärkte zu schaffen, zu verbreiten und nutzbar zu machen.

## Forschungs- und Beratungsprojekte

Das EWI forscht und berät zu zunehmend komplexen Energiemärkten - praxisnah, energieökonomisch fundiert und agenda-neutral.

## Neuste Volkswirtschaftliche Methoden

Das EWI analysiert den Wandel der Energiewelt mit neusten volkswirtschaftlichen Methoden und detaillierten computergestützten Modellen.

## EWI Academy

Das EWI bietet Trainings zu aktuellen energiewirtschaftlichen Themen für Unternehmen, Politik, NGOs, Verbände sowie Ministerien an.

## KONTAKT

 <https://www.ewi.uni-koeln.de>

 @ewi\_koeln

 EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln

## KONTAKT

Tobias Sprenger

[tobias.sprenger@ewi.uni-koeln.de](mailto:tobias.sprenger@ewi.uni-koeln.de)

+49 (0)221 650 745 45

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH