



Energiewirtschaftliches Institut  
an der Universität zu Köln

Energiemärkte erforschen –  
Entscheidungen verbessern.



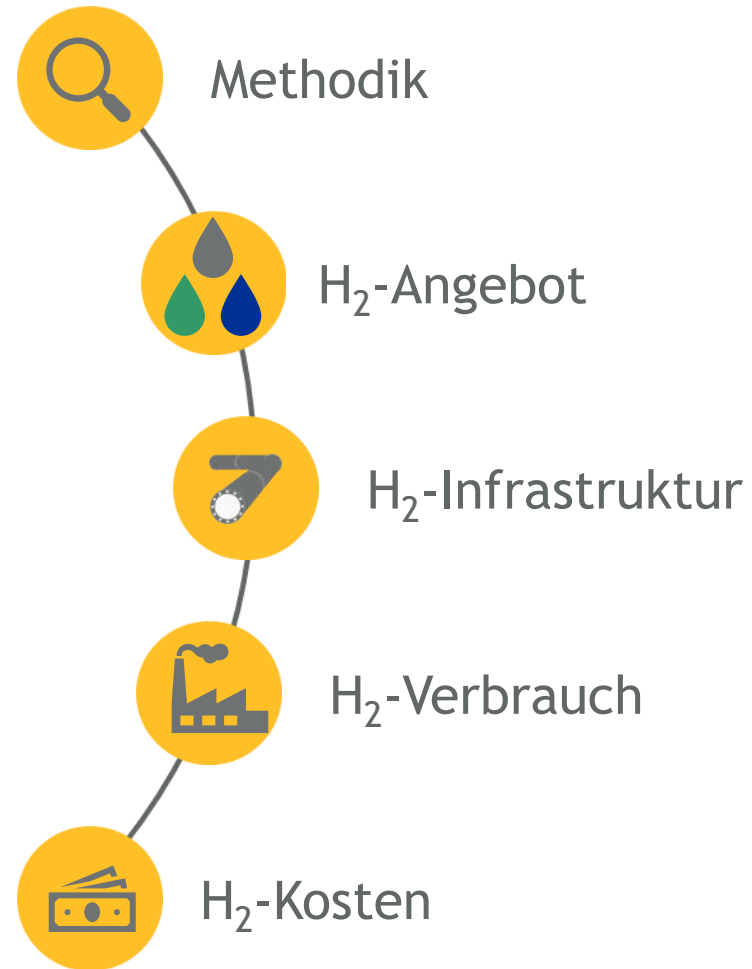
# DATENGRUNDLAGE FÜR DIE H<sub>2</sub>-BILANZ 2022

## Begleitdokument - Einordnung der Ergebnisse

Dr. Eren Çam, Tobias Sprenger & Tom Brinker

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH | Köln, 09. November 2022

# 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)

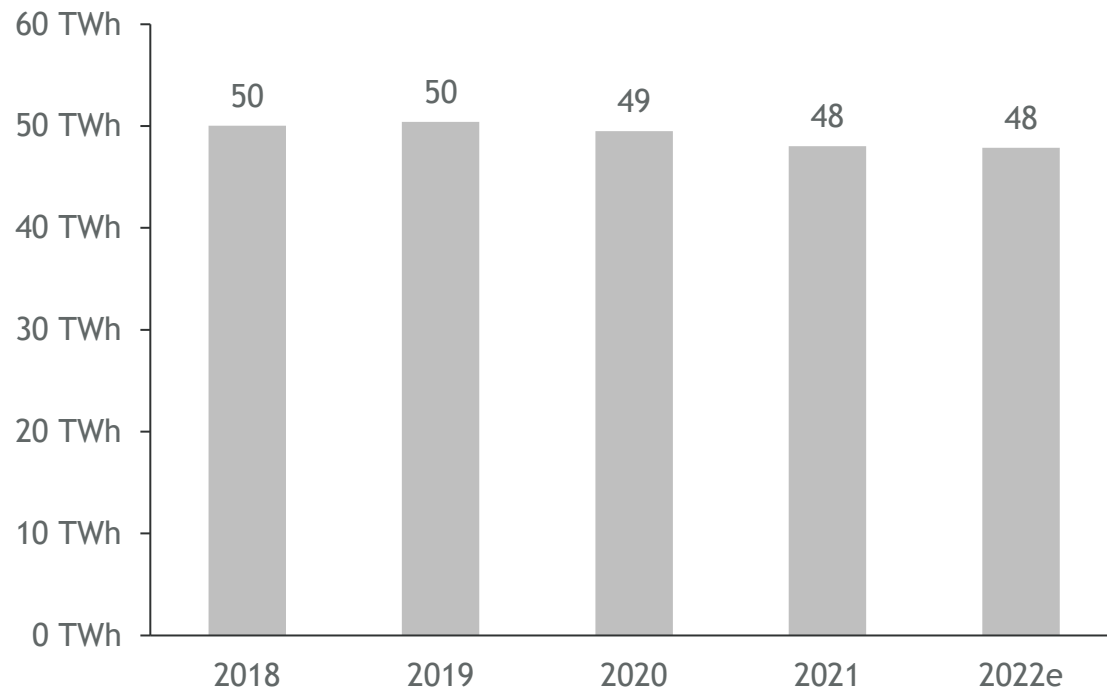
### Interne Berechnungen

- Analysen zu relevanten industriellen Prozessen und Abschätzung des Verbrauchs konventionellen Wasserstoffs

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

# Erzeugungsmengen grauer Wasserstoff

## Historische Erzeugung grauen Wasserstoffs in Deutschland

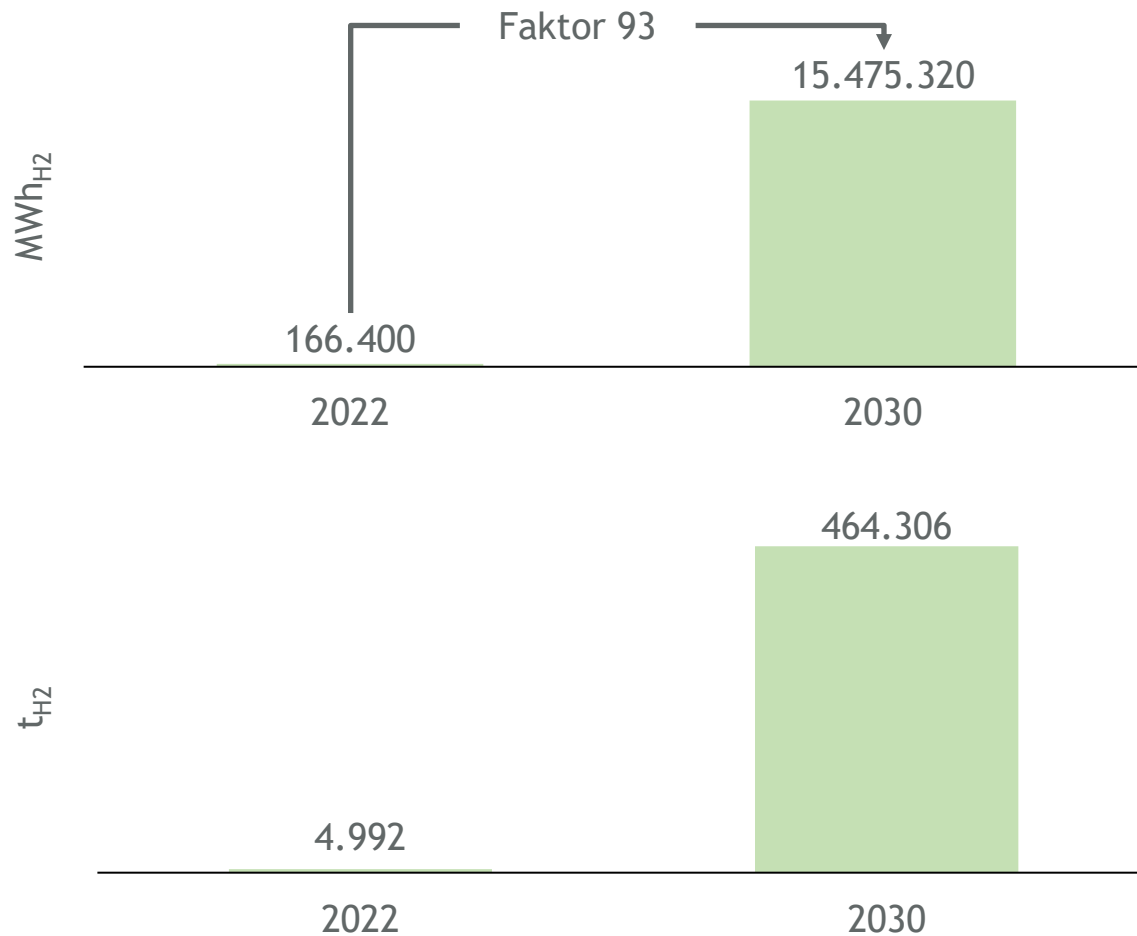


Quelle: Eigene Berechnungen  
e Vorläufige Abschätzung für 2022

- Zentrale Annahme:  
Erzeugung entspricht dem errechneten Verbrauch der wichtigsten nachfragenden Industrien sowie der Erzeugung von Wasserstoff als Nebenprodukt (Chlor)
- Wichtigste Industrien mit Wasserstoffverbrauch
  1. Raffinerien
  2. Ammoniak
  3. Methanol
  4. Chlor (Nebenprodukt)
- Die Datengrundlage zeigt eine leicht sinkende Gesamterzeugung über die letzten Jahre
  - Leichter Nachfragerückgang im Bereich Raffinerien wurde weitestgehend durch steigende Nachfrage für Methanol ausgeglichen
  - Nachfrage für Ammoniak und Chlor ist relativ stabil

# Erzeugungsmengen von Elektrolyse-Wasserstoff

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



- Es ist nicht bekannt, ob alle Elektrolyseure die Kriterien für grünen Wasserstoff erfüllen. Daher wird die Erzeugung entsprechend als „Elektrolyse-Wasserstoff“ bezeichnet
  - Die erzeugten Mengen Elektrolyse-Wasserstoffs wurden über die installierte Leistung sowie Annahmen zu Wirkungsgraden (64 % für 2022 und 69% für 2030) und Volllaststunden (jeweils 4.000 h/a) errechnet
  - Diese Angaben stellen nur eine Abschätzung dar, da Wirkungsgrade und Volllaststunden je nach Projekt stark variieren können
- Unter Berücksichtigung aller angekündigter Projekte könnte die Erzeugungsmenge von Elektrolyse-Wasserstoff bis 2030 um den Faktor 93 höher ausfallen

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der EWI PtX-Projektdatenbank; Stand: 07/2022

Quellen: Annahme zu Wirkungsgraden folgt *IEA (2021) Global Hydrogen Review: Assumptions annex* und Annahmen zu Volllaststunden folgt *BMWK (2020) Die Nationale Wasserstoffstrategie*

## Power-to-X Projektdatenbank

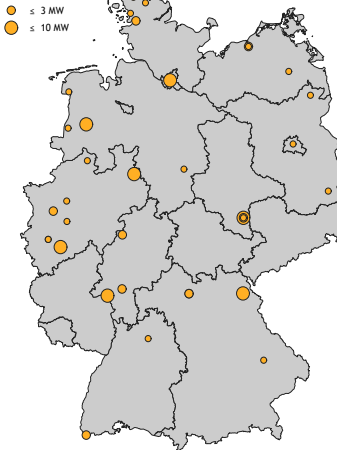
- Projektdatenbank gibt eine Übersicht über Wasserstoffprojekte in Deutschland
- Es werden Standorte, installierte Leistungen sowie Zeitpunkte für Inbetriebnahme, Baufertigstellung und geplanter Inbetriebnahme erfasst
- Kriterien für die „Datengrundlage der H<sub>2</sub>-Bilanz“
  - Zeitpunkte: 07/2022 und 12/2030
  - Daten zu Projekten sind öffentlich verfügbar
  - Informationen zu Projekten sind vollständig
  - Installierte Leistung der Elektrolyseure ist größer als 100 kW

Status	Anzahl Projekte	Installierte Leistung	Durchschnittliche Leistung
2022 in Betrieb	33	~ 65 MW	2 MW
Bis 2030 in Betrieb/Bau/Planung	66	~ 5.607 MW	85 MW (190 MW für Projekte ab 2023)

Quelle: EWI PtX-Projektdatenbank; Stand: 07/2022

Power-to-X Projekte bis 2022

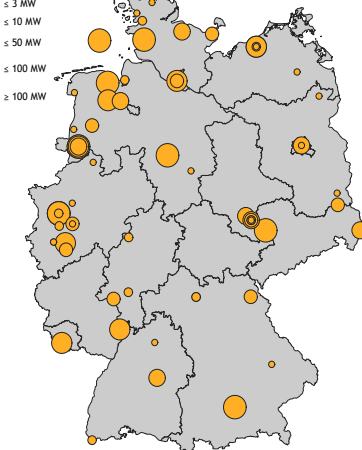
- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW



2022

Power-to-X Projekte bis 2030

- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW
- ≤ 50 MW
- ≤ 100 MW
- ≥ 100 MW



2030

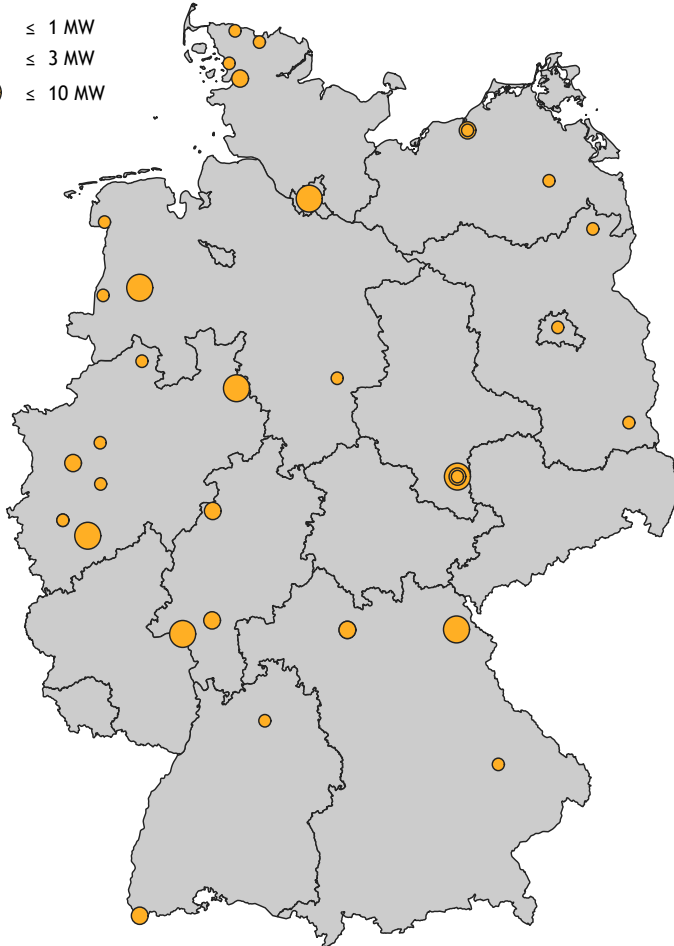


# Installierte Elektrolysekapazität

Projektkarten für die Jahre 2022 & 2030 - Jeder Kreis entspricht einem Projekt

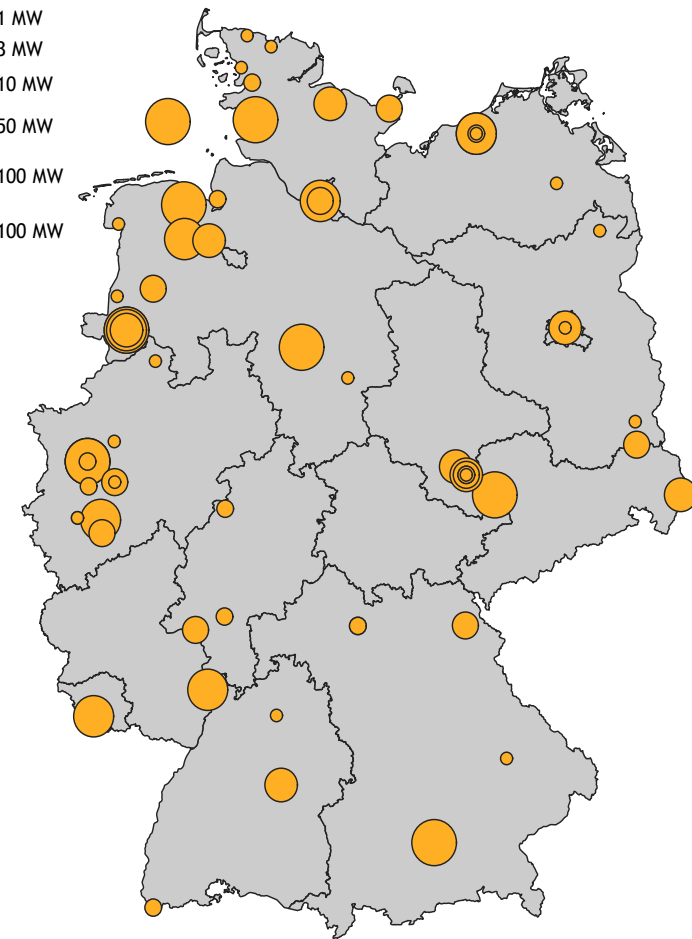
Power-to-X Projekte bis 2022

- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW



Power-to-X Projekte bis 2030

- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW
- ≤ 50 MW
- ≤ 100 MW
- ≥ 100 MW



# Wasserstoffimporte

## Zukünftige Perspektiven für Import von grünem Wasserstoff

### Aktuell:

- Importe haben in der Datengrundlage H<sub>2</sub>-Bilanz 2022 noch keine Relevanz

### Entwicklung:

- Eine Einschätzung möglicher Importpotenziale aus Nachbarländern wurde im Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 veröffentlicht (siehe Tabelle rechts)
- Erste bilaterale Wasserstoffkooperationen mit (weitere Informationen in der Datengrundlage der H<sub>2</sub>-Bilanz 2022)
  - Afrika
  - Australien
  - Israel
  - Kanada
  - Katar
  - Vereinigte Arabische Emirate (VAE)

### Einschätzung von Importpotentialen aus Nachbarländern

Länder	mögl. Umsetzung ab	Grenzübergangspunkte
Niederlande (NL)	2032	3
Belgien (BE)	2030	1
Frankreich (FR)	ca. 2035	1
Tschechien (CZ)	n/a	1
Österreich (AT)	2030	2
Dänemark (DK)	2027 - 2030	1
Norwegen (NO)	2027 - 2032	0*

Quelle: FNB Gas (2022) Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 - Zwischenstand.  
\* via NL oder Retrofit/Bau neuer Leitung

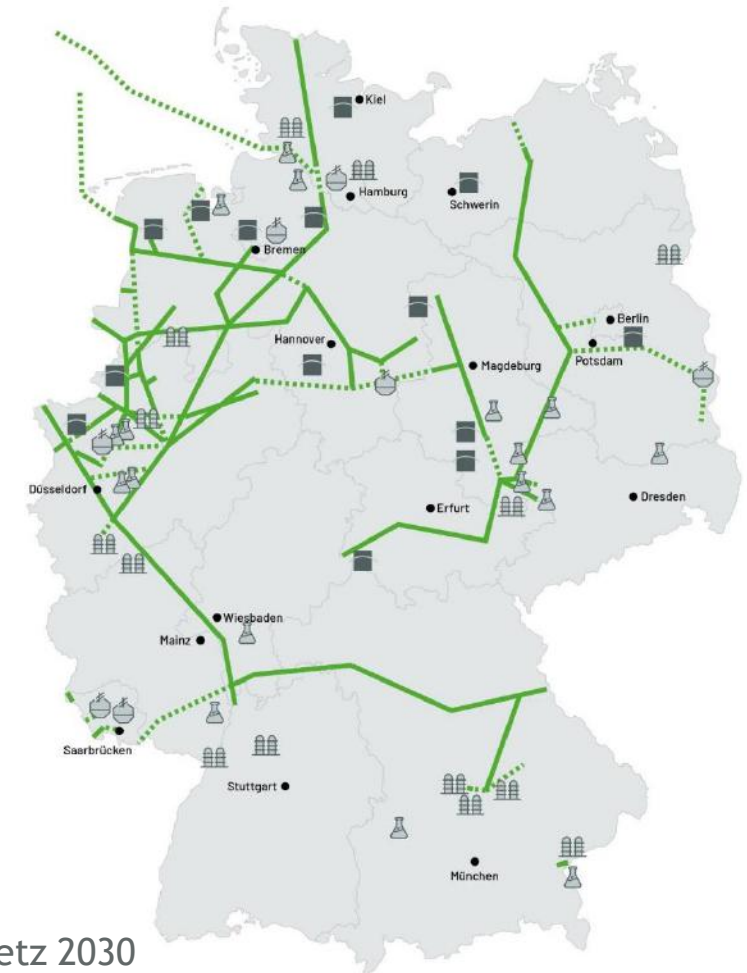
# H<sub>2</sub>-Infrastruktur

## Aktuell:

- 417 km operatives Wasserstoff-Netz an 4 Standorten, teilw. innerbetrieblich
- Zur Einordnung: deutsches Erdgas-Fernleitungsnetz umfasst rund 41.600 km (Stand: 12/2020)

## Entwicklung:

- **Konkrete Pläne** für 2.273 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**
  - Umzustellende Leitungen: 4.900-5.900 km (bis Ende 2032)
  - Neubauleitungen: 2.300-2.900 km (bis Ende 2032)



H<sub>2</sub>-Netz 2030

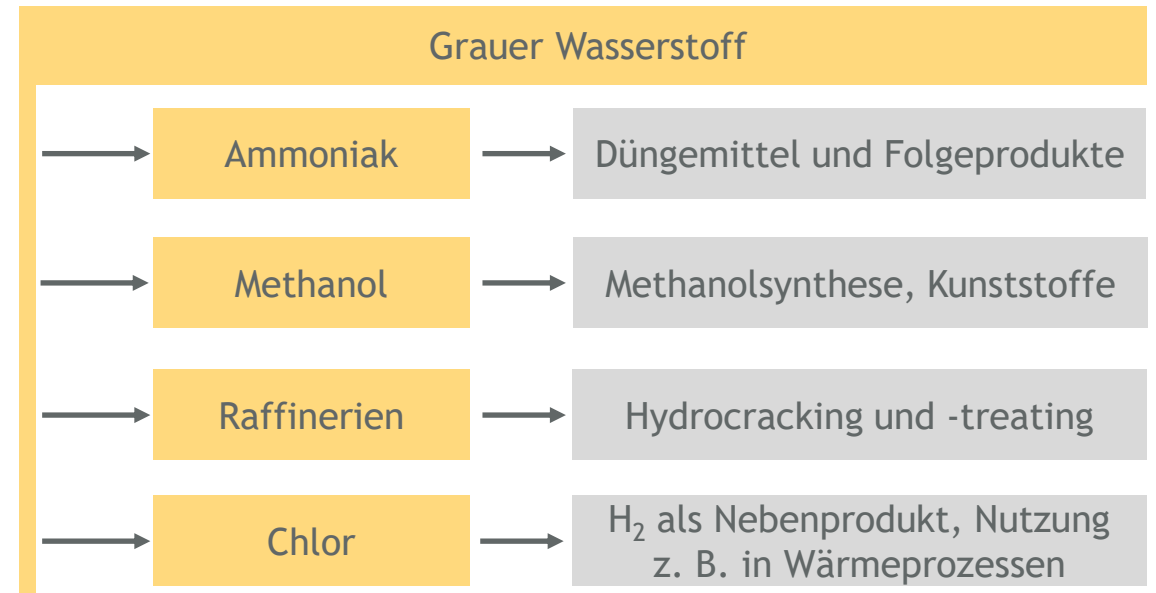
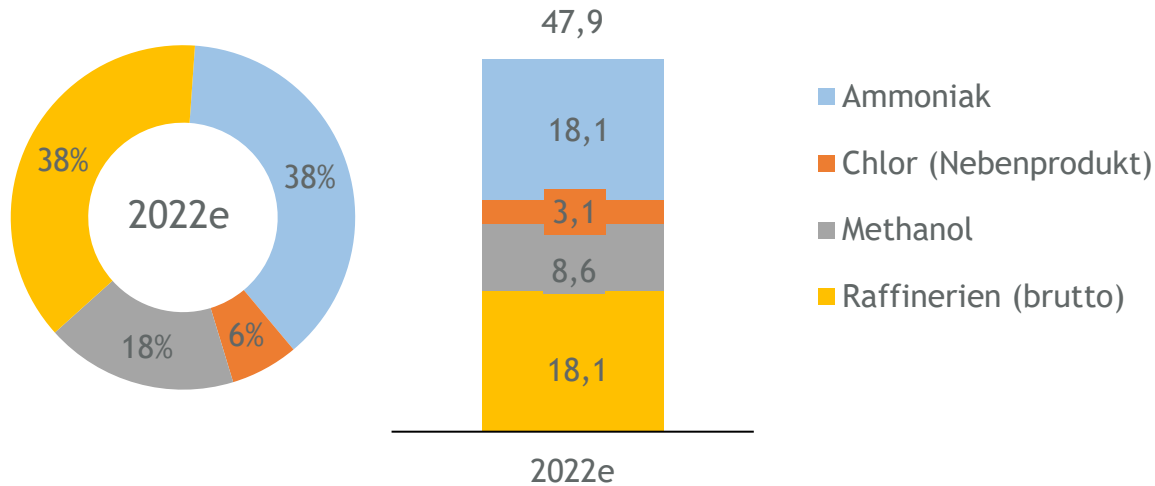
Quelle: FNB Gas (2022) NEP Gas 2022-2032

Quelle: BNetzA (2022) Monitoringbericht Energie 2021; FNB Gas (2022) NEP Gas 2022-2032

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

# Verbrauch grauer Wasserstoff

## Historischer Verbrauch der wichtigsten industriellen Anwendungsbereiche



e Vorläufige Abschätzung für 2022

- 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



1.451 FCEV\*

ca. 6.264 MWh<sub>H2</sub>



12 LKW und  
Zugmaschinen

ca. 672 MWh<sub>H2</sub>



70 Busse

ca. 10.036 MWh<sub>H2</sub>



1 Brennstoffzellen-Zug (BZ-Zug)  
im Testbetrieb



1 Schubboot im Testbetrieb



201 in Betrieb  
54 in Realisierung  
(350 und 700 bar)

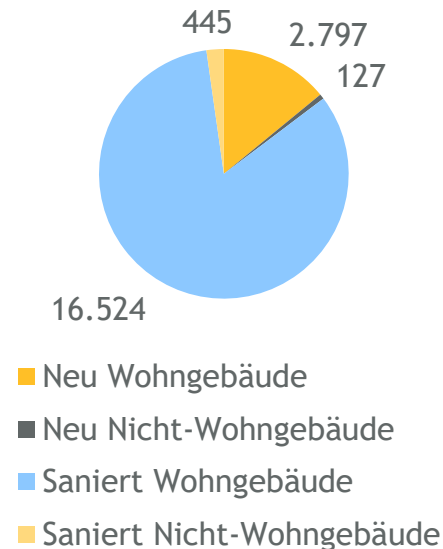
- Gesamtzahl an Wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen ist derzeit noch gering
- Gesamtzahlen zur Einordnung (01.04.2022):
  - PKW: 48,59 Mio.
  - LKW/Zugmaschinen: 3,58/2,37 Mio.
  - Kraftomnibusse: 81.413
- In 2022 spielen BZ-Züge und Schiffe noch keine Rolle
  - Es befinden sich je ein BZ-Zug und ein Schubboot im Testbetrieb
  - 27 weitere für Rhein-Main-Verkehrsverbund, geplant in Dezember 2022/Januar 2023 Einsatz von 10-15 Wasserstoffbetriebenen Binnenschiffe auf der Strecke Rotterdam-Köln ab 2024 geplant

Quellen: siehe Datengrundlage der *H<sub>2</sub>-Bilanz 2022*, Stand: 07/2022 | \* 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
- KfW *Zuschuss 433* seit 2016 (Stichtag 31.03.2022)
  - Insg. 19.893 geförderte Sanierungen und Neuinstallationen für
  - 271 Mio. EUR
- Tendenz fallend, 2022 bislang (Stichtag 31.03.2022)
  - 1.576 Projekte für
  - 12 Mio. EUR



## Wasserstoffquartiere



### Laufende Projekte

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

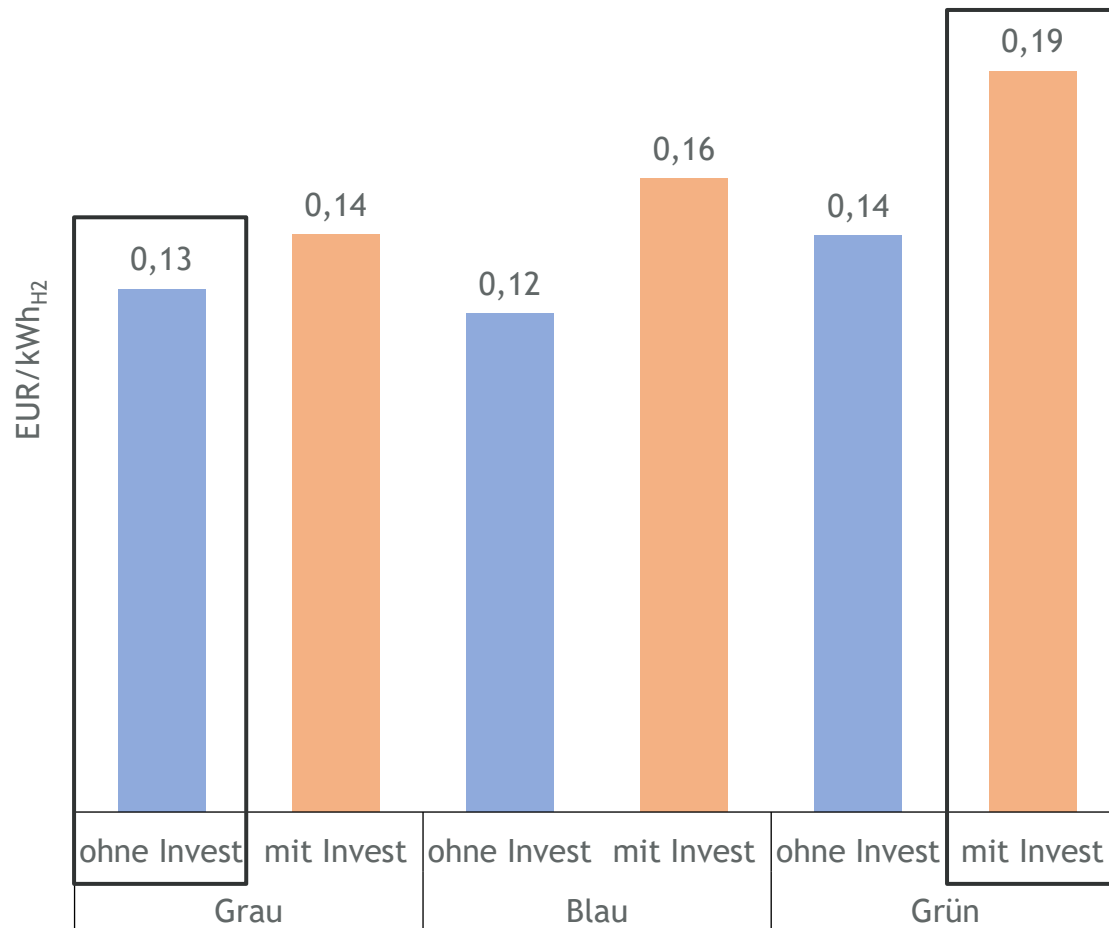
### Weitere Projekte

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



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

## Levelized Cost of Hydrogen (LCOH)



- Differenzierung zwischen mit und ohne Investitionskosten
- Der zentrale Vergleich zwischen *grau* (ohne Invest) und *grün* (mit Invest) zeigt, dass Wettbewerbsfähigkeit noch nicht erreicht ist. Dies gilt trotz hoher Erdgaspreise in 2021 & 2022
  - Potenziell konkurrieren errichtete Erdgas-Dampfreformierer (*grau*) mit noch zu errichtenden Elektrolyseuren (*grün*)
  - Erst ab einem durchschnittlichen Erdgaspreis von rund 125 EUR/MWh würde Kostengleichheit von *grau* und *grün* erreicht (c. p.; unter sonst gleichen Bedingungen)
- *Blauer Wasserstoff* wäre ohne Invest günstiger als *grauer*, da die Belastung durch den CO<sub>2</sub>-Preis geringer ist. Mit Invest liegen die Kosten über denen von grauem Wasserstoff
- Preisannahmen (Ø 07/2021-06/2022)
  - Erdgaspreis: 84,49 EUR/MWh
  - Strompreis: 161,76 EUR/MWh
  - CO<sub>2</sub>-Preis: 73,08 EUR/tCO<sub>2</sub>

## KONTAKT

Tobias Sprenger

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

+49 (0)221 277 29 226

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH