

# Wieviel Wasser wird für die Erzeugung von grünem Wasserstoff benötigt?

**H<sub>2</sub> Lunch & Learn**

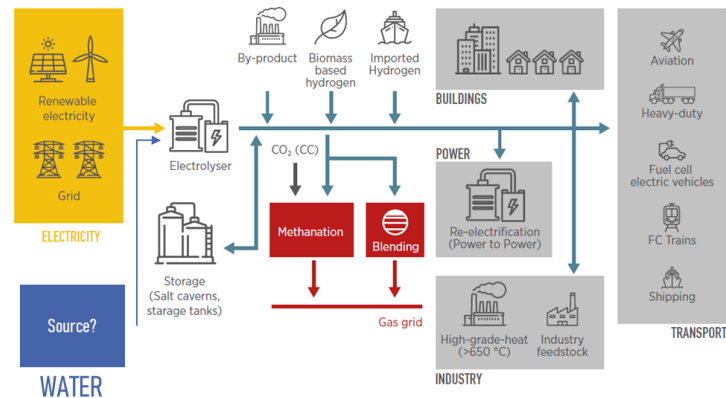
**22.02.2023**

**Dr.-Ing. Florencia Saravia**

- Hintergrund
- Technologien zur Erzeugung von grünem Wasserstoff
- Wasserqualität für die Wasserelektrolyse
- Wassermengen
- Fazit

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

- ☉ Strom
- ☉ Reinstwasser
- ☉ (Kühlwasser)

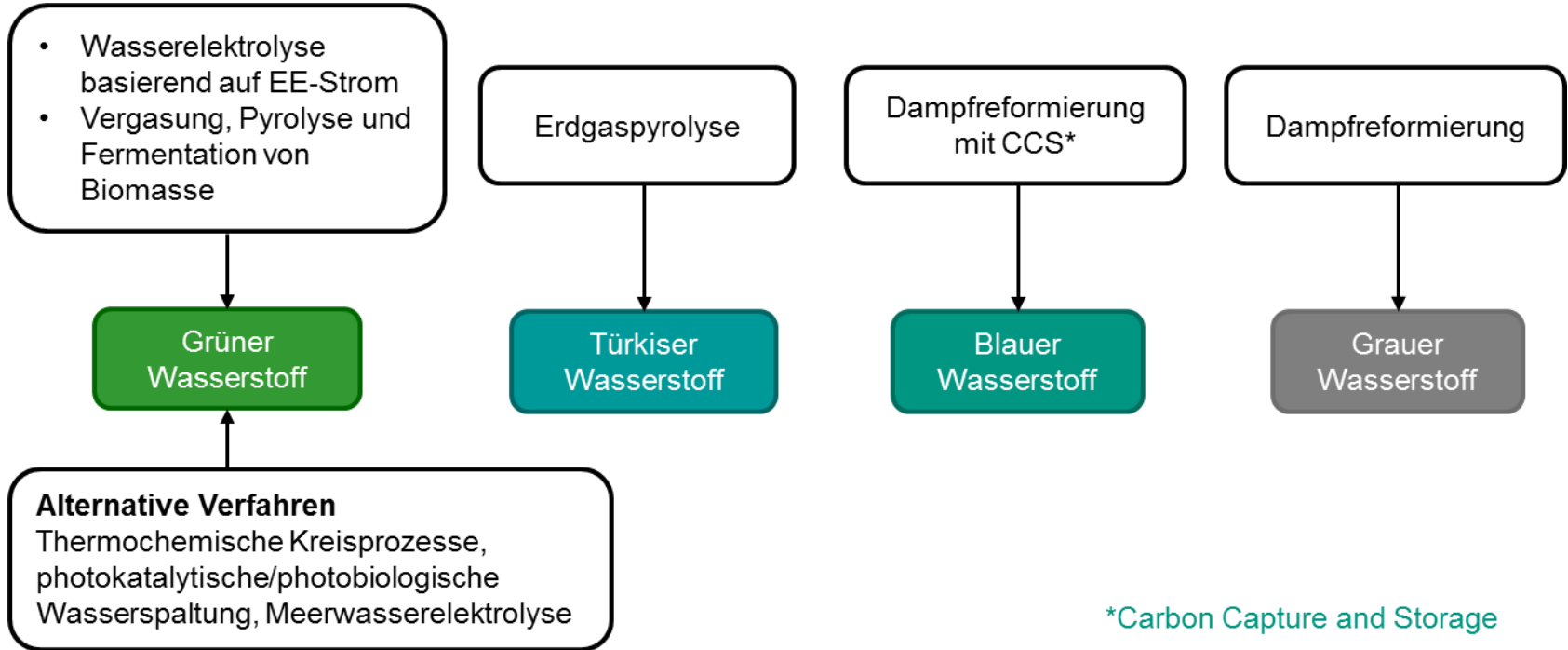


© IRENA (2018)  
Hydrogen from Renewable power

→ Kein grüner Wasserstoff ohne Wasser

1. Bewertung der Technologien ohne Rücksicht auf „Wasserthemen“ (Verfügbarkeit, Richtlinien, Emissionen, usw.)
2. Wasser wird oft als „ unbegrenzte, vorhandene Ressource“ betrachtet
3. Berechnung der nötigen Wassermengen gestaltet sich zum Teil schwierig (z.B. widersprüchliche oder fehlende Daten)

# Farbenlehre Wasserstoff



# Wasserqualität für die H<sub>2</sub>-Produktion

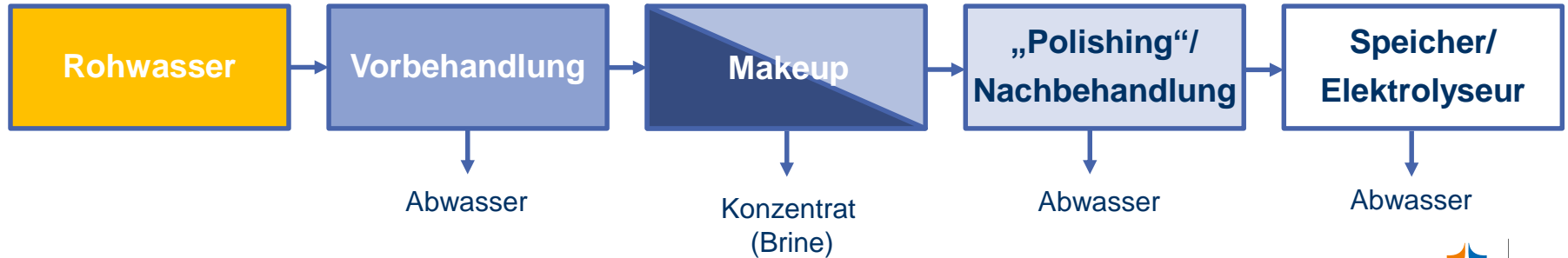
- Für die Produktion von H<sub>2</sub> mittels H<sub>2</sub>O-Elektrolyse wird Ultra-Pure-Water (UPW = Reinstwasser) verwendet.
- Angestrebt wird eine Wasserqualität des Typ I /II.
- Abhängig vom Elektrolyseur-Hersteller/Typ findet man verschiedene Angaben und Anforderungen an das Reinstwasser.

Parameters	Type I	Type II	Type III	Type IV
Elek. Leitfähigkeit, max, µS/cm	0.056	1.0	0.25	5.0
pH	-	-	-	5.0 – 8.0
TOC, max, µg/L	50	50	200	k. A.
Na <sup>+</sup> , max, µg/L	1	5	10	50
Cl <sup>-</sup> , max, µg/L	1	5	10	50
Total Silizium, max, µg/L	3	3	500	No Limit

\*ASTM (2018).

# Produktion von Reinstwasser

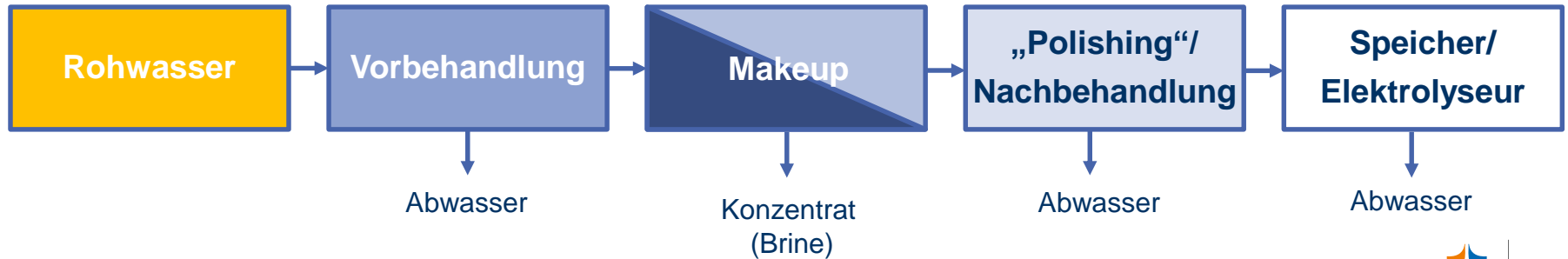
- Vorbehandlung:
  - Biologische Verfahren
  - Flockung
  - Mikro-/Ultrafiltration oder Sandfiltration
  - Desinfektion; Chlorung/Entchlorung
  - ...
- "Make up" (Entsalzung):
  - Umkehrosmose (RO)
  - Elektrodialyse
  - Membrandestillation
  - Vakuumdestillation
  - Multi-Effekt-Destillation (MED)
  - ...
- Nachbehandlung/Polishing:
  - Entgasung
  - Elektrodeionisation
  - Ionenaustauscher
  - UV
  - ...



\*modifiziert nach Lee et al. 2021

# Produktion von Reinstwasser

- Die Reinstwasseraufbereitung produziert ebenso Abwasser/Konzentrat.
- Rohwasser: Meerwasser → ca. 40 % Ausbeute  
Grundwasser → ca. 80 % Ausbeute

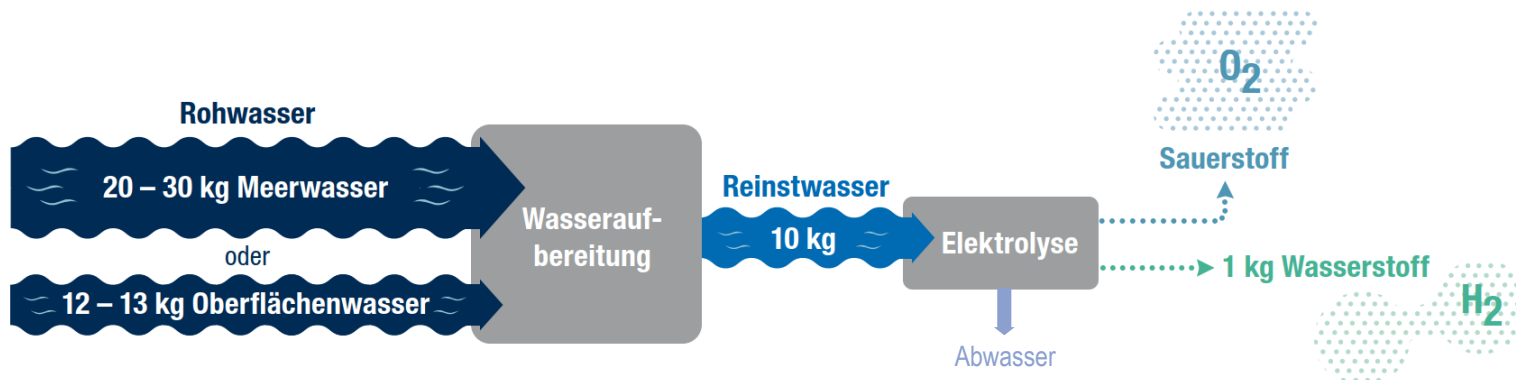


\*modifiziert nach Lee et al. 2021



# Wasser für die Erzeugung von H<sub>2</sub>

Wieviel Wasser wird für die Erzeugung von einem Kilogramm Wasserstoff via Elektrolyse (ohne Kühlwasser) benötigt?



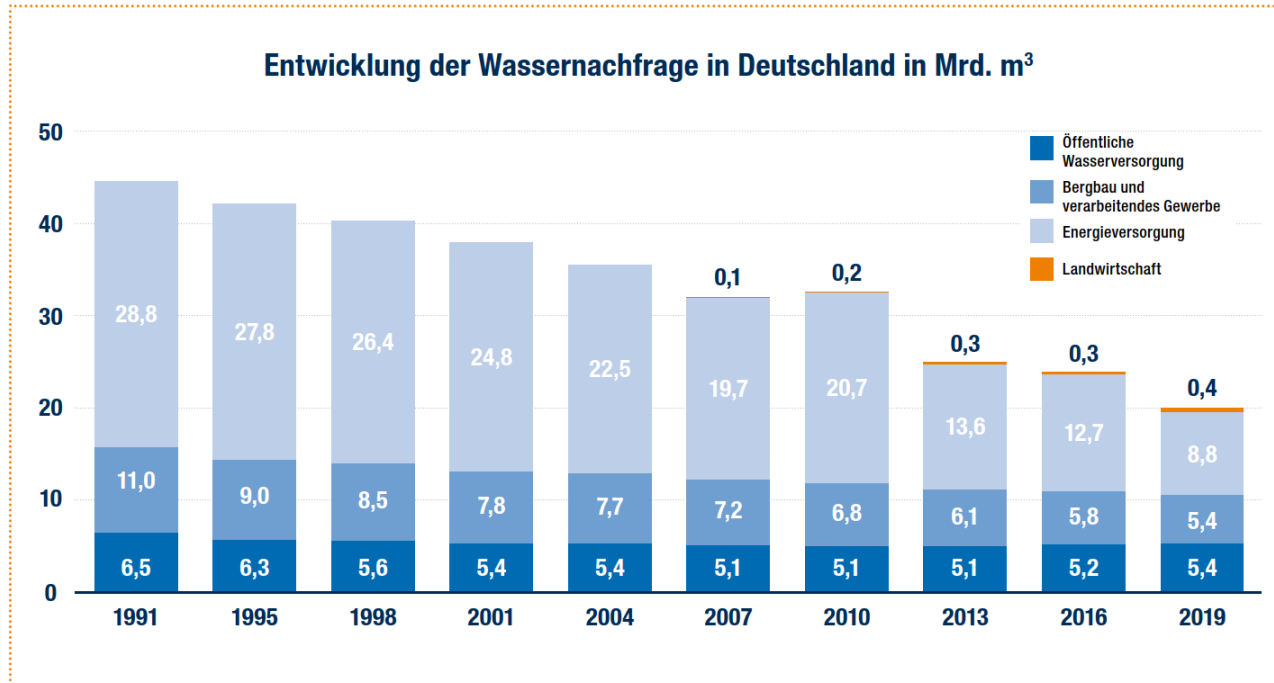
© Factsheet DVGW (2023)

# Wasserbedarf für die Elektrolyse in den Ausbauszenarien 10 GW und 40 GW

		10 GW	40 GW
Energiemenge (bei 2500 Vollaststunden, Wind, onshore)	GWh	25.000	100.000
H <sub>2</sub>	Mt	0,62 - 0,74	2,54 - 3
Wasser (UPW)	Mio. m <sup>3</sup>	6-7	23 - 27
Wasser (aus Süßwasser, Ausbeute 80 %) oder	Mio. m <sup>3</sup>	8 - 9	32 - 36
Wasser (aus Meerwasser- entsalzung, Ausbeute 40 % )	Mio. m <sup>3</sup>	14 - 17	57 - 68

- **Offshore-Anlagen oder an der Küste**
- **Kühlwassermengen?**

# Entwicklung der Wassernachfrage in Deutschland



© DVGW / Umweltbundesamt

→ Größter Wasserbedarf → Energiebranche (Kühlwasser).

# Wasserbedarf für die Elektrolyse im Vergleich

## Wassernachfrage in den verschiedenen Sektoren Deutschlands in 2019 (Mrd. m<sup>3</sup>)

### Nicht öffentliche Wasserversorgung

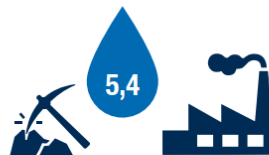
#### Energieversorgung

97 % sind Kühlwasser, das wieder in Flüsse und ins Grundwasser gelangt.



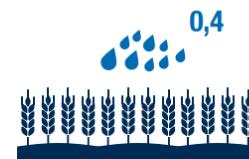
#### Bergbau und Gewerbe

Für Kühlzwecke und stoffliche Nutzung



#### Landwirtschaft

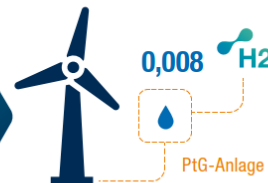
Beregnung und Bewässerung



### Öffentliche Wasserversorgung



Zum Vergleich:  
Eine installierte Elektrolyseleistung von insgesamt 10 GW benötigt bei 2500 Volllaststunden unter 0,01 Mrd. m<sup>3</sup> Süßwasser.

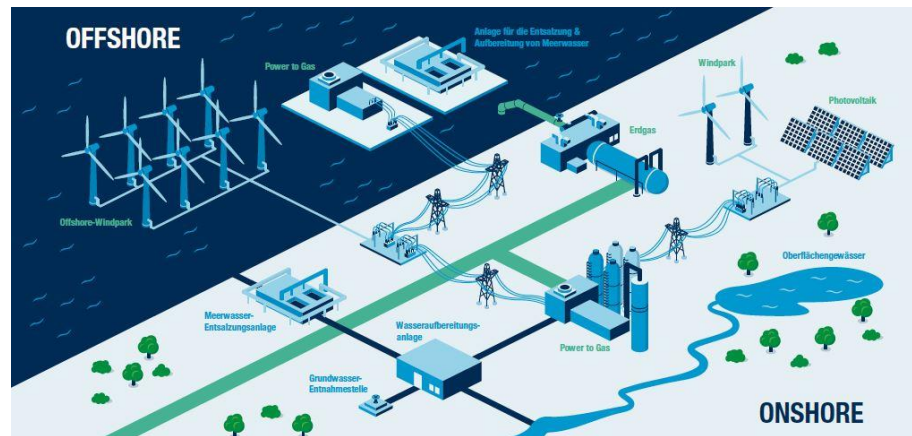


© Factsheet DVGW (2023)

- Voraussetzungen für die Ansiedlung von Elektrolysekapazitäten (grüner Strom) sind regional stark unterschiedlich (Nord-Süd-Gefälle bei Windkraftanlagen)
- Verfügbarkeit und Qualität lokaler Wasserressourcen werden ein wichtiger Teil der Wasserstoffstrategie sein
- Nutzung von „alternativen Wasserquellen“ (z.B. Meerwasser und Kläranlagenablauf)
- Neue genehmigungsrechtliche Aspekte

## Wasser → Wasserstoff

- ☉ Das Wassermanagement muss integraler Bestandteil der Wasserstoffstrategie sein.
- ☉ Aus nationaler Sicht stehen die notwendigen Wassermengen zur Verfügung.
- ☉ Zum Wassermanagement gehört auch ein Management der Abwasserströme.



© Factsheet DVGW (2023)

→ **Zusammenarbeit von Elektrolysebetreiber, Wasserversorgung und Genehmigungsbehörden**

# Fragen?

Dr.-Ing. Florencia Saravia  
Tel.: 0721 6084-7894  
[saravia@dvgw-ebi.de](mailto:saravia@dvgw-ebi.de)  
[www.dvgw-ebi.de](http://www.dvgw-ebi.de)