



Forum Wasserstoff Technologie – EEHH
05.04.2023

Kostenminimierte Wasserstoffproduktion

– Ein Vergleich im europäischen Einzugsgebiet –

Lucas Sens



Wasserstoff aus der Wüste

Deutschland soll Wasserstoff aus Namibia bekommen. Für dieses Projekt ist Wirtschaftsminister Robert Habeck extra nach Afrika gereist. Wir erklären, was Namibia von dem Deal hat - und warum er dennoch kritisiert wird.

06.12.2022

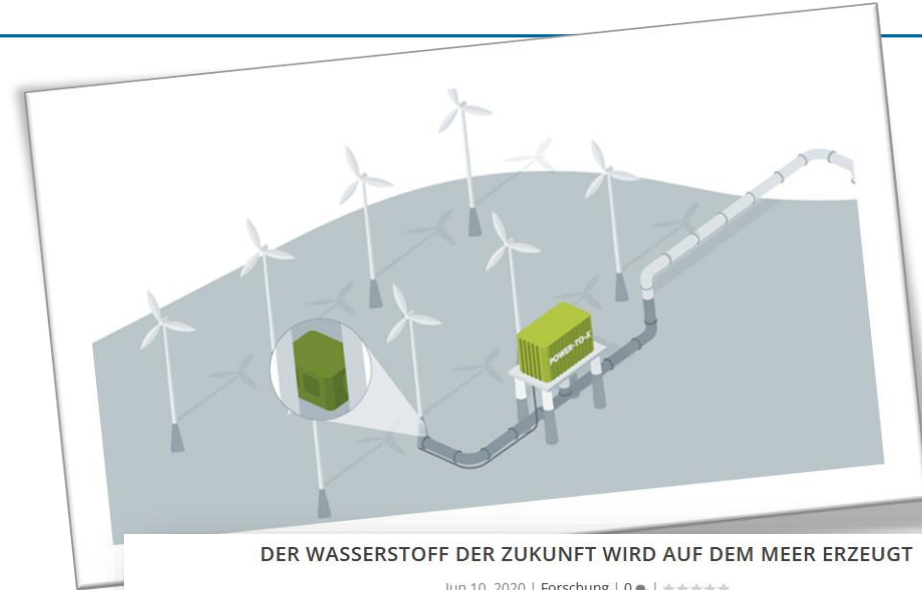


Hier geht's zur Startseite!
Noch mehr Nachrichten für euch.



Wirtschaftsminister Robert Habeck ist extra nach Namibia gereist.

Wirtschaftsminister Robert Habeck ist extra nach Namibia gereist.



DER WASSERSTOFF DER ZUKUNFT WIRD AUF DEM MEER ERZEUGT

Jun 10, 2020 | Forschung | 0 | ★★★★★



WIRTSCHAFT GREEN DEAL

Wasserstoff aus der Wüste – Das ist Europas neuer Energie-Plan

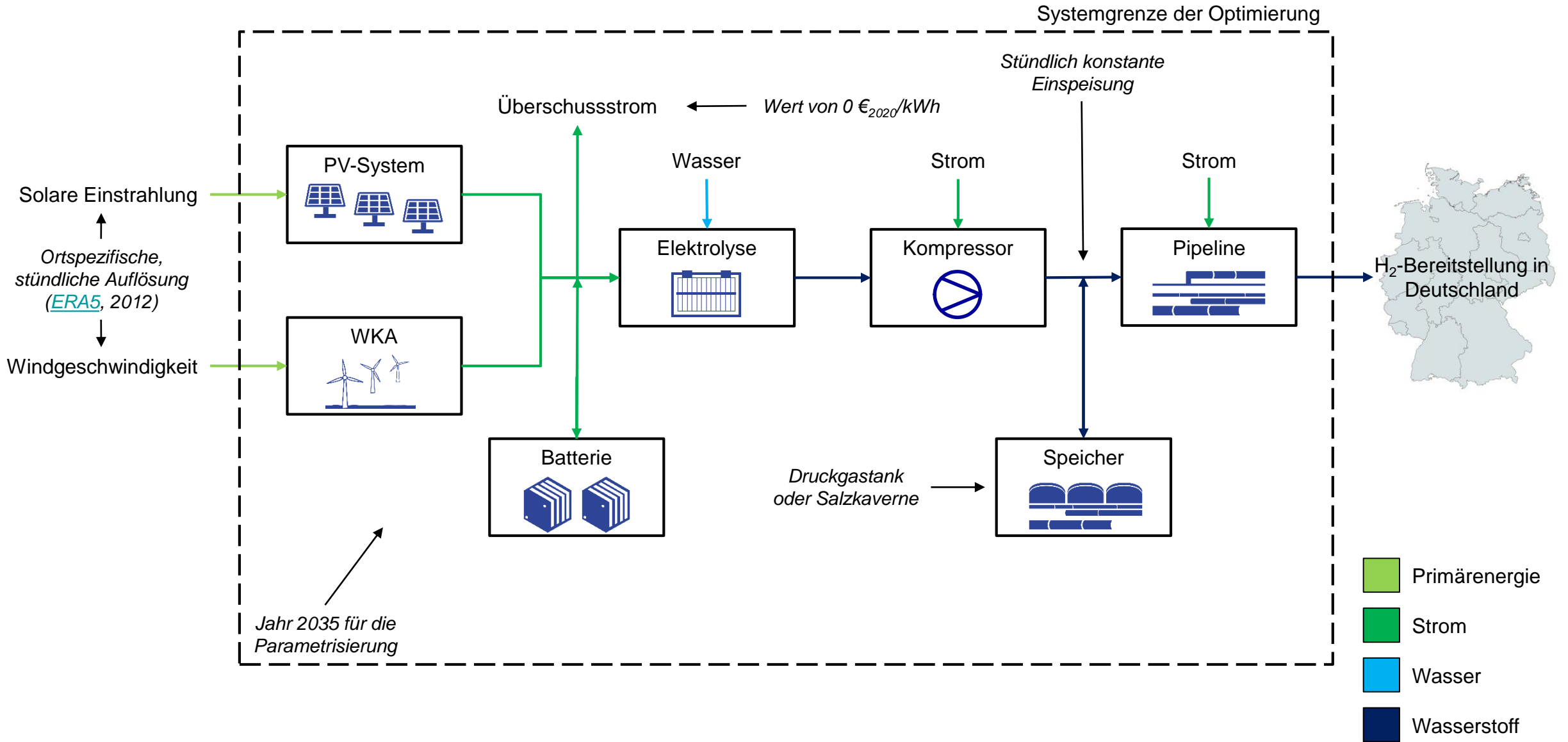
Veröffentlicht am 16.08.2021 | Lesedauer: 7 Minuten

Von **Tobias Kaiser**
Korrespondent in Brüssel

Der Solarpark Noor III in Marokko. Die riesige Anlage liefert genug Strom für eine ganze Millionenstadt – und ein Teil davon wird in Wasserstoff gewandelt.
Quelle: picture alliance / Photoshot

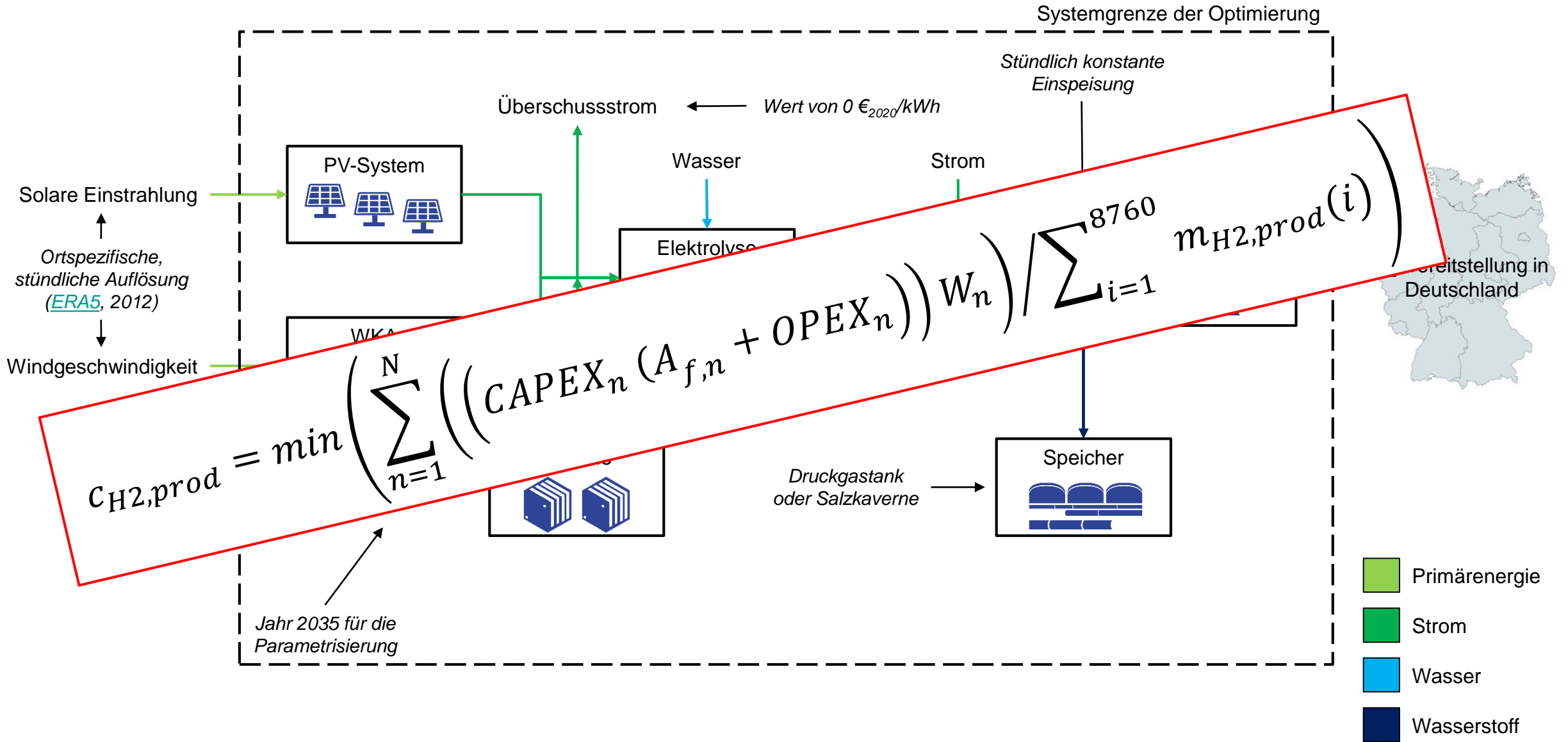


Wasserstoffproduktionssystem



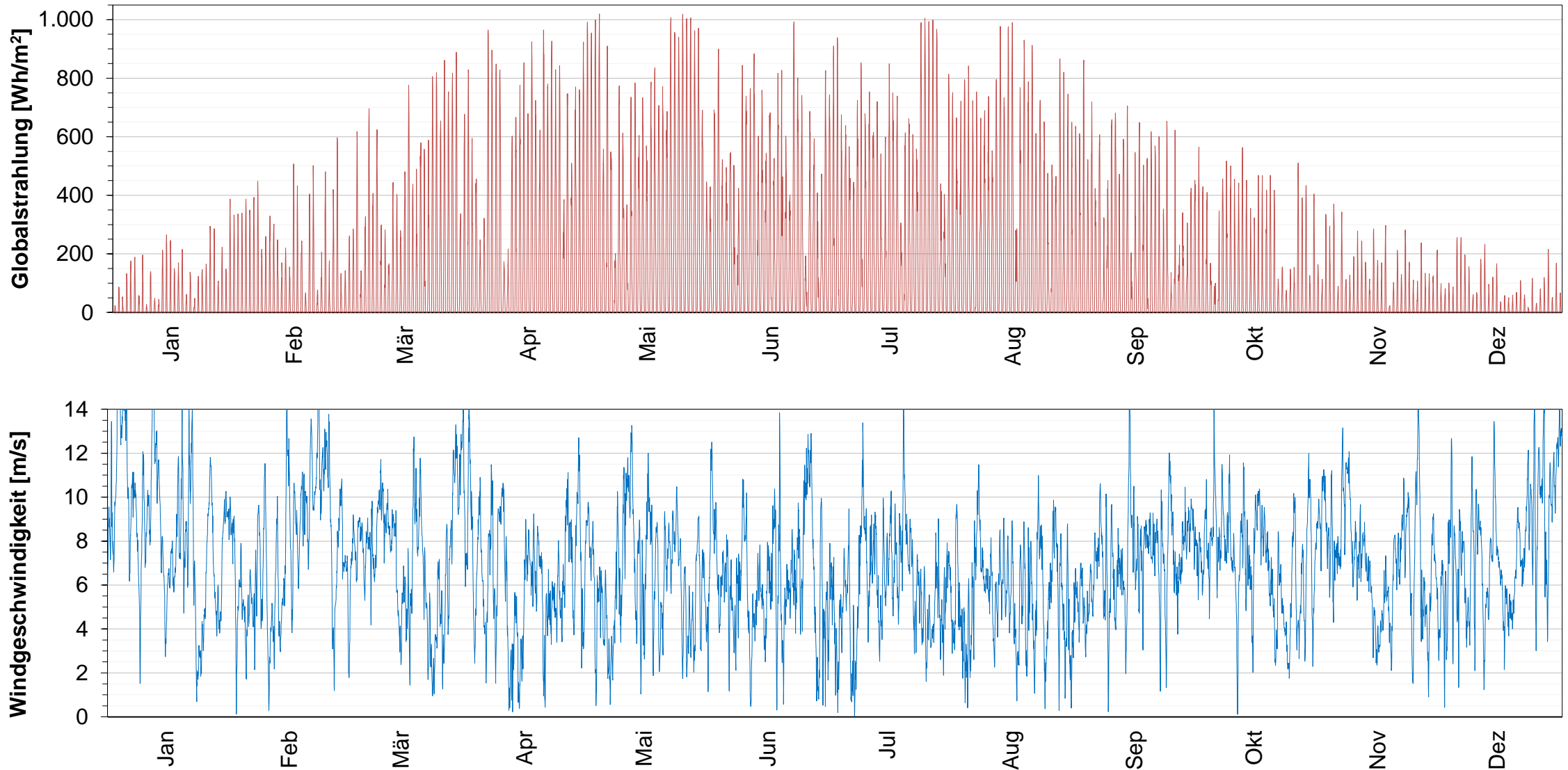


Wasserstoffproduktionssystem





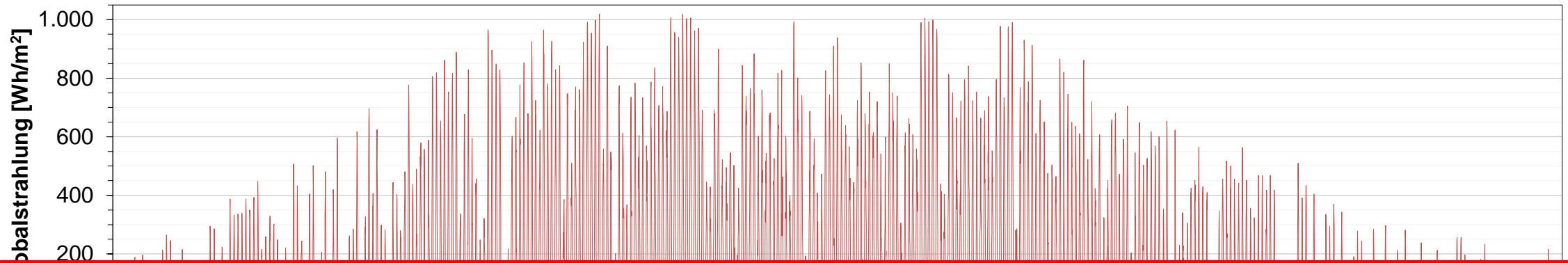
Volatilität von Sonne und Wind*



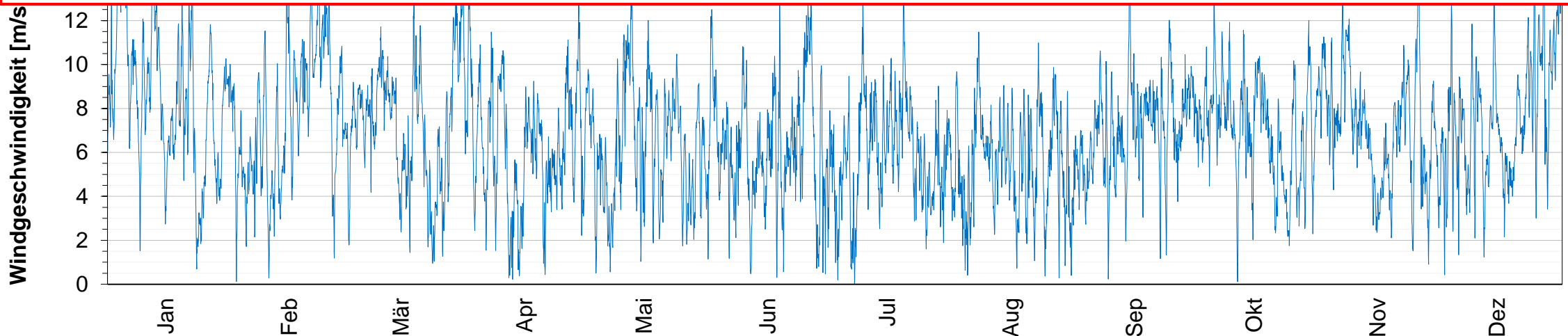
*des Wetterjahres 2012 für einen Standort in Norddeutschland



Volatilität von Sonne und Wind*



Für eine konstante Wasserstoffbereitstellung mittels Wasserelektrolyse sind zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energien **Speicher** notwendig!





Druckgastank

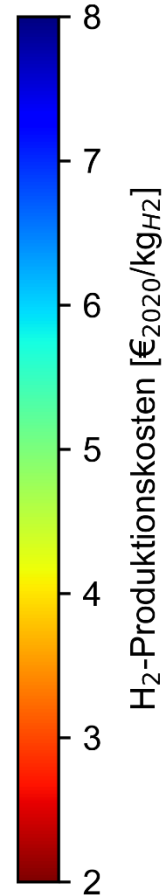
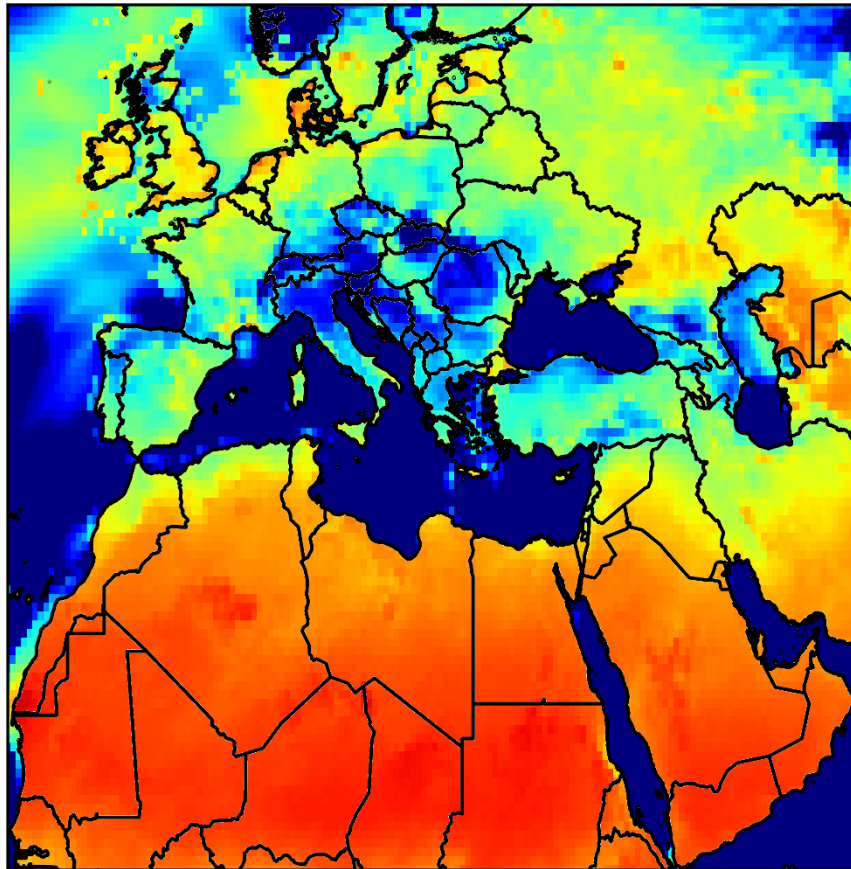


Salzkavernen

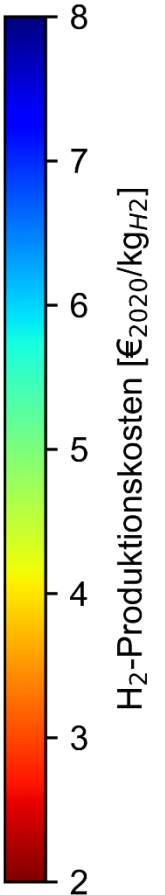
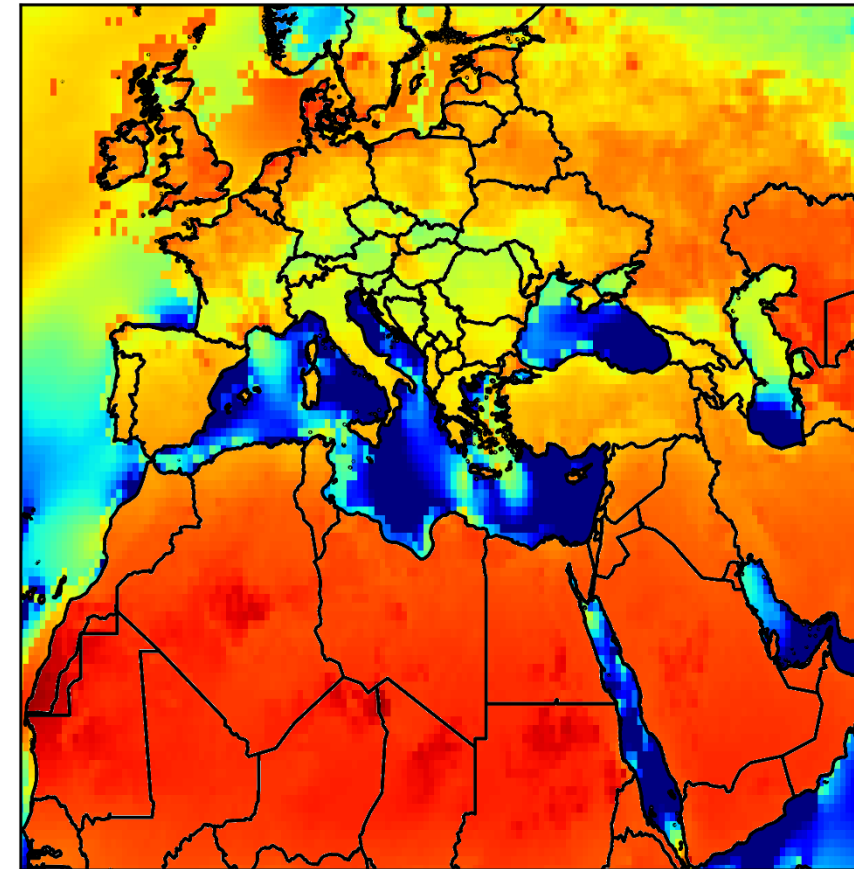




Druckgastanks



Salzkavernen





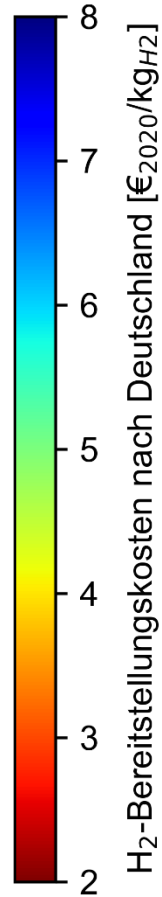
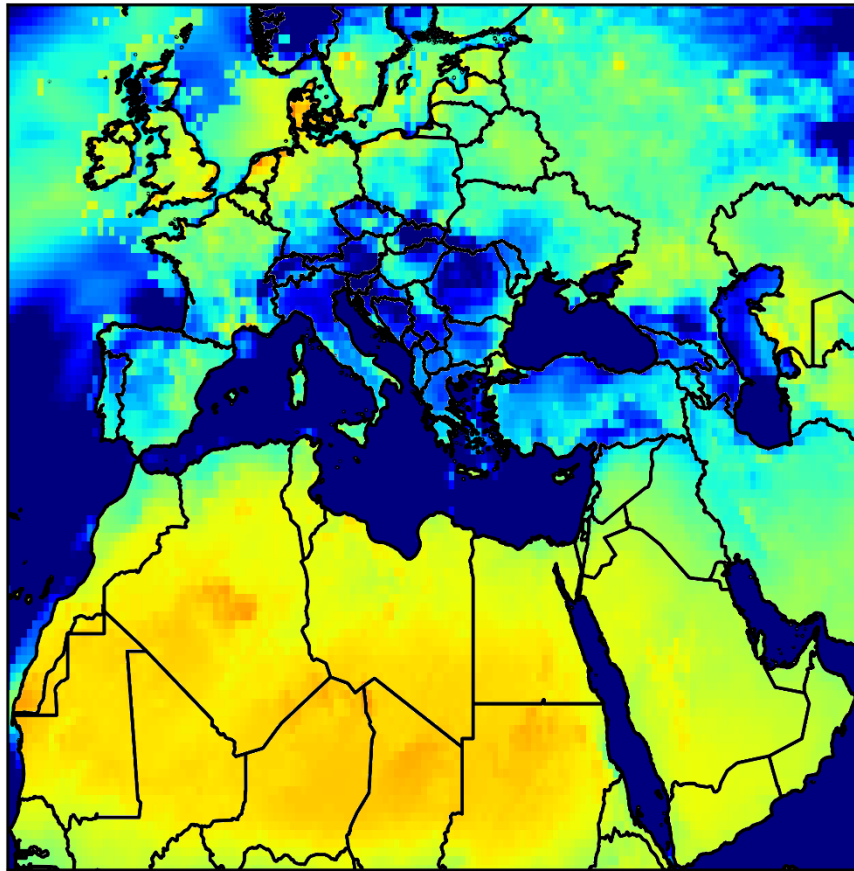
Druckgastank:

- Die niedrigsten Wasserstoffproduktionskosten treten in den analysierten Regionen Afrikas und Westasiens auf. Dies begründet sich durch die hohe solare Einstrahlung **in Kombination** mit einer geringen saisonalen Schwankungen, welches zu kostengünstigen Strom sowie geringen Stromerzeugungs- und (Wasserstoff) Speicherkapazitäten zur Deckung einer konstanten stündlichen Wasserstoffnachfrage führt.
- Vergleichbare Kosten werden für Küstenregionen in West- und Nordeuropa durch eine Kombination von Photovoltaiksystemen und Windkraftanlagen erreicht, die die saisonalen Schwankungen jeweils ausgleichen.
- Trotz höherer solaren Einstrahlung weisen Länder wie Spanien und Italien verhältnismäßig hohe Wasserstoffproduktionskosten auf, da die solare Strahlung wie in West- und Nordeuropa durch saisonale Schwankungen charakterisiert aber die Windgeschwindigkeiten niedrig sind. Dies führt zu hohen Stromerzeugungs- und (Wasserstoff) Speicherkapazitäten zur Deckung einer konstanten stündlichen Wasserstoffnachfrage

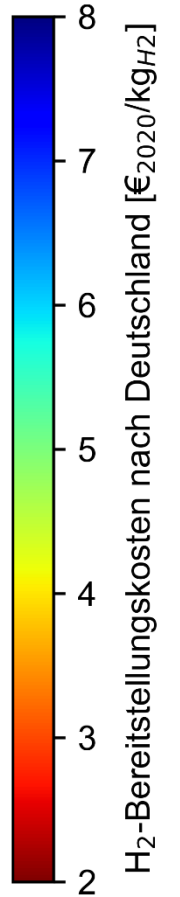
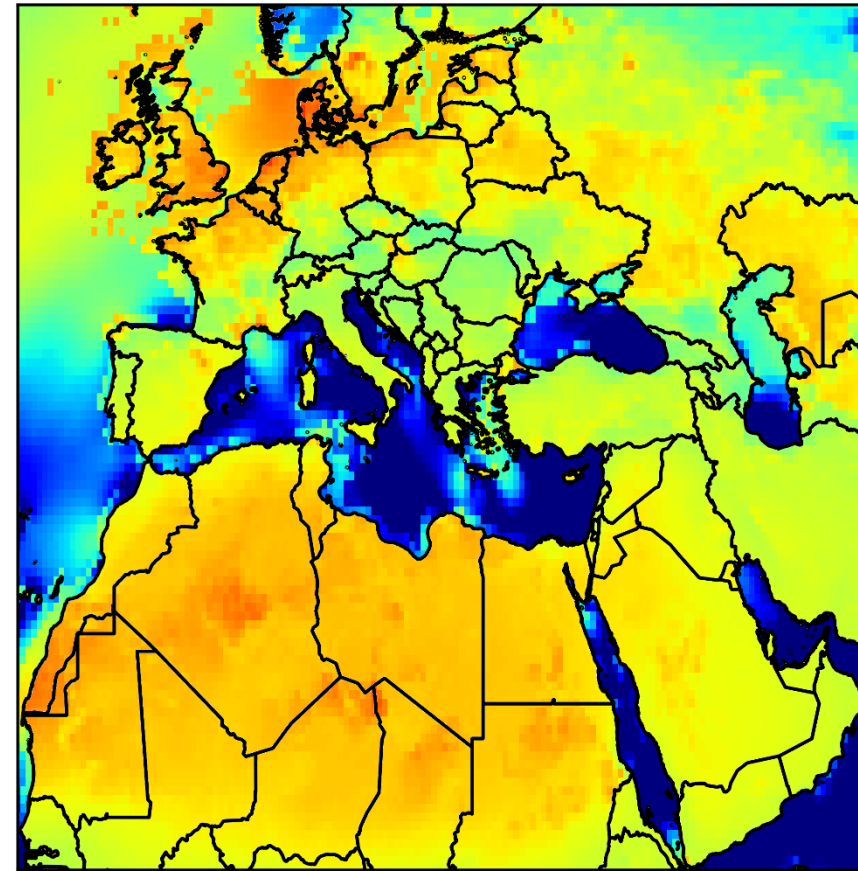
Salzkaverne:

- Die Wasserstoffproduktionskosten sinken stark – insbesondere in Regionen mit ausgeprägter Saisonalität der solaren Einstrahlung und geringer Windgeschwindigkeiten – aufgrund der deutlich niedrigeren Speicherkosten, folglich höheren installierten Speicherkapazitäten und schlussendlich geringerer überschüssigen Stromerzeugung
- Die absoluten Differenzen der Wasserstoffproduktionskosten sinken stark, sodass viele Regionen ähnliche Kosten aufweisen

Druckgastanks



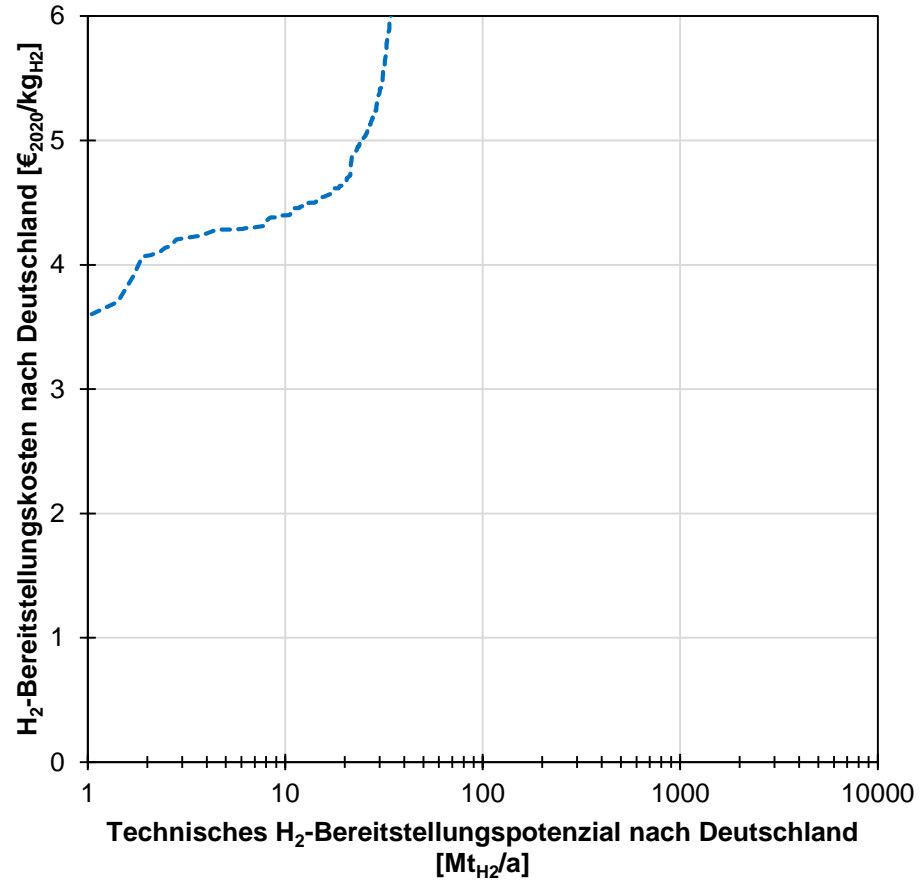
Salzkavernen



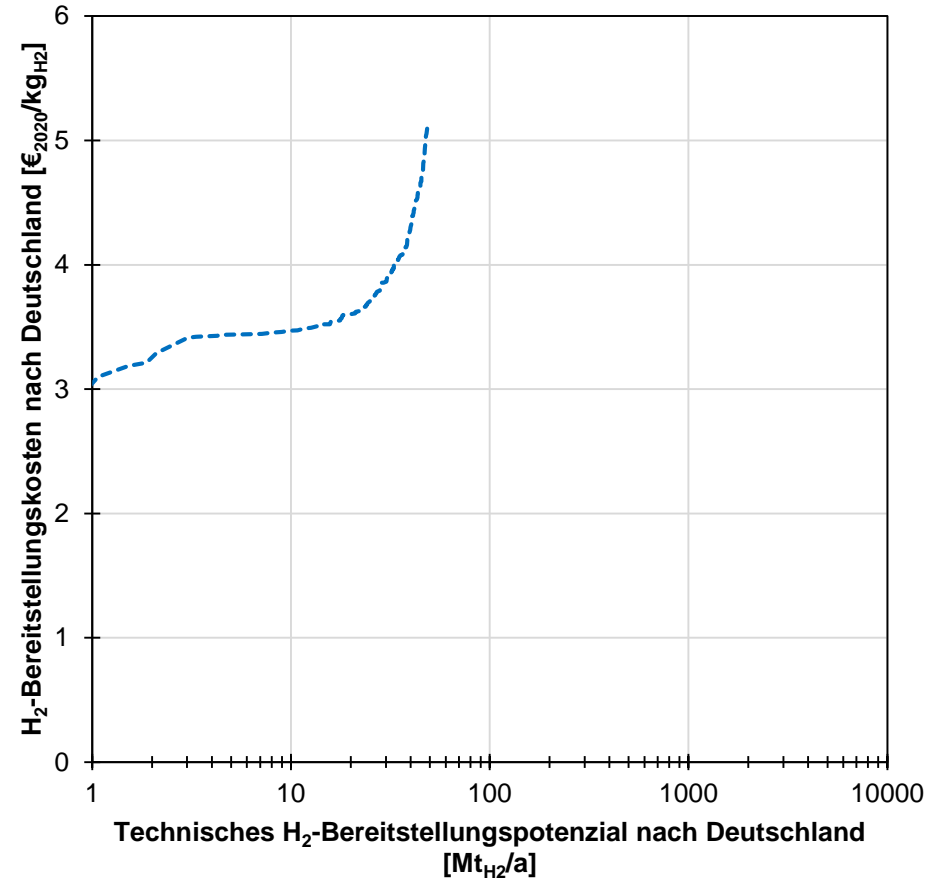




Druckgastank



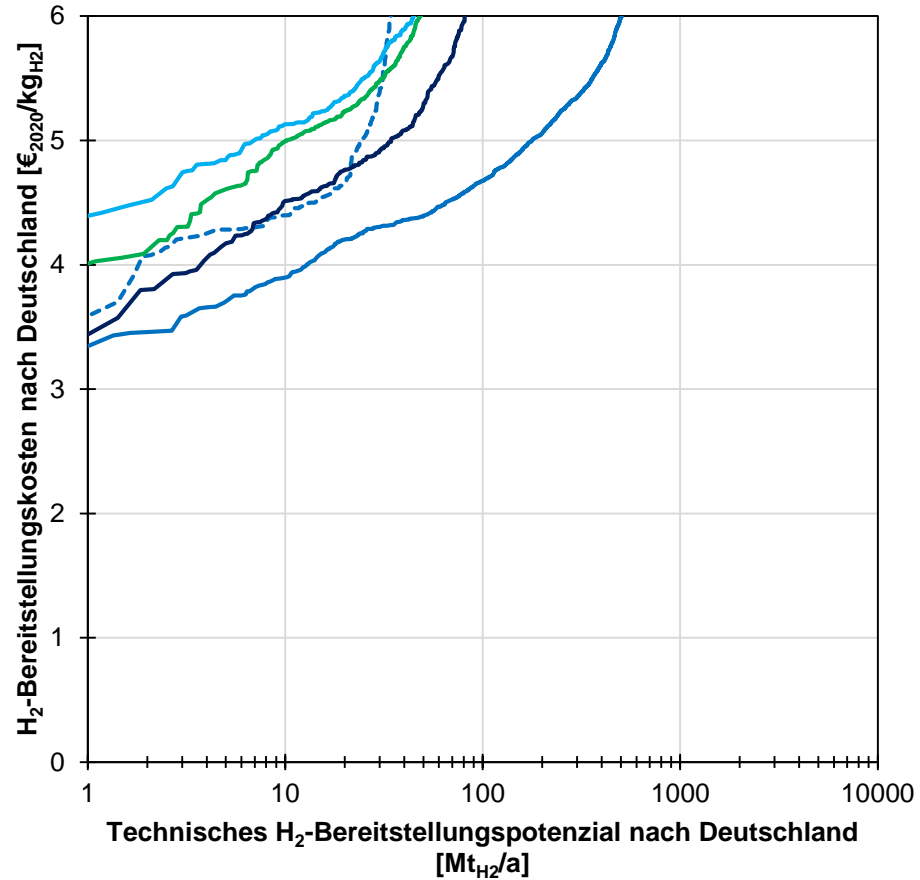
Salzkavernen



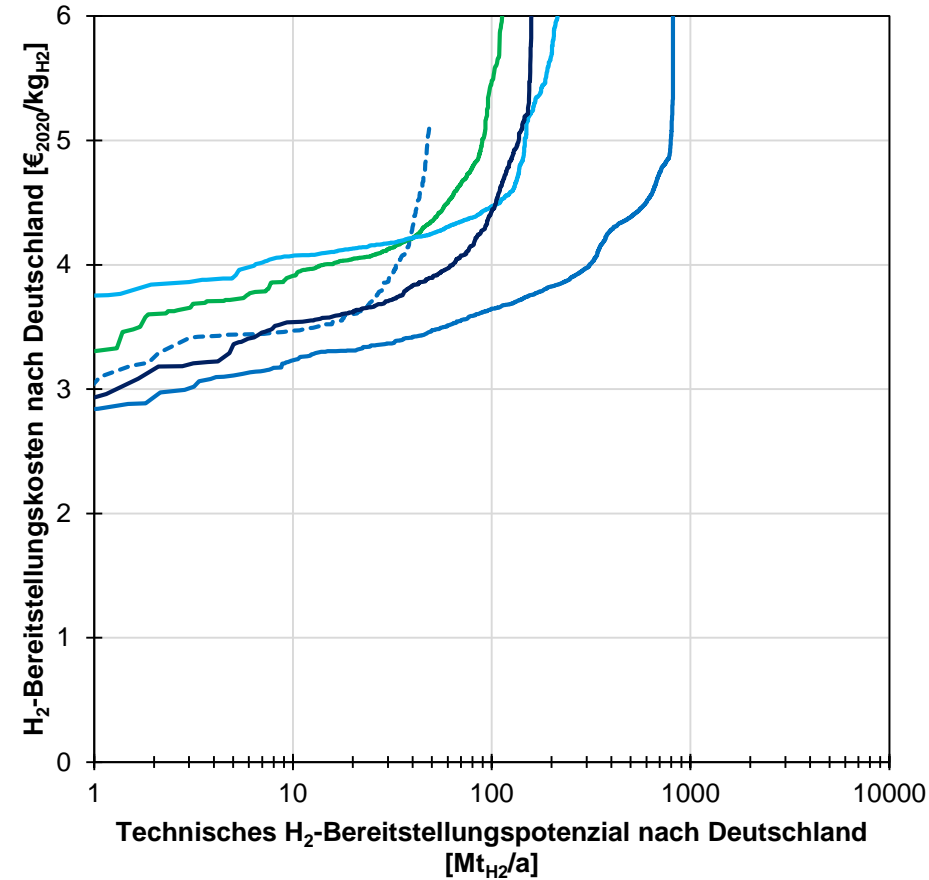
--- Deutschland



Druckgastank



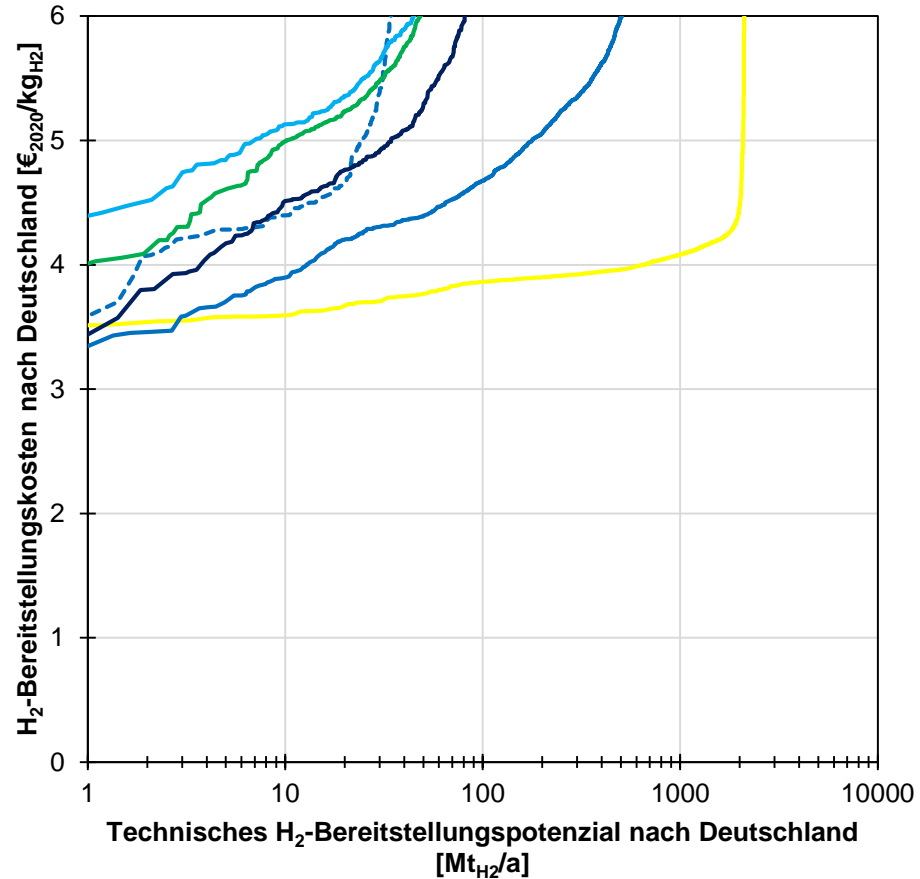
Salzkavernen



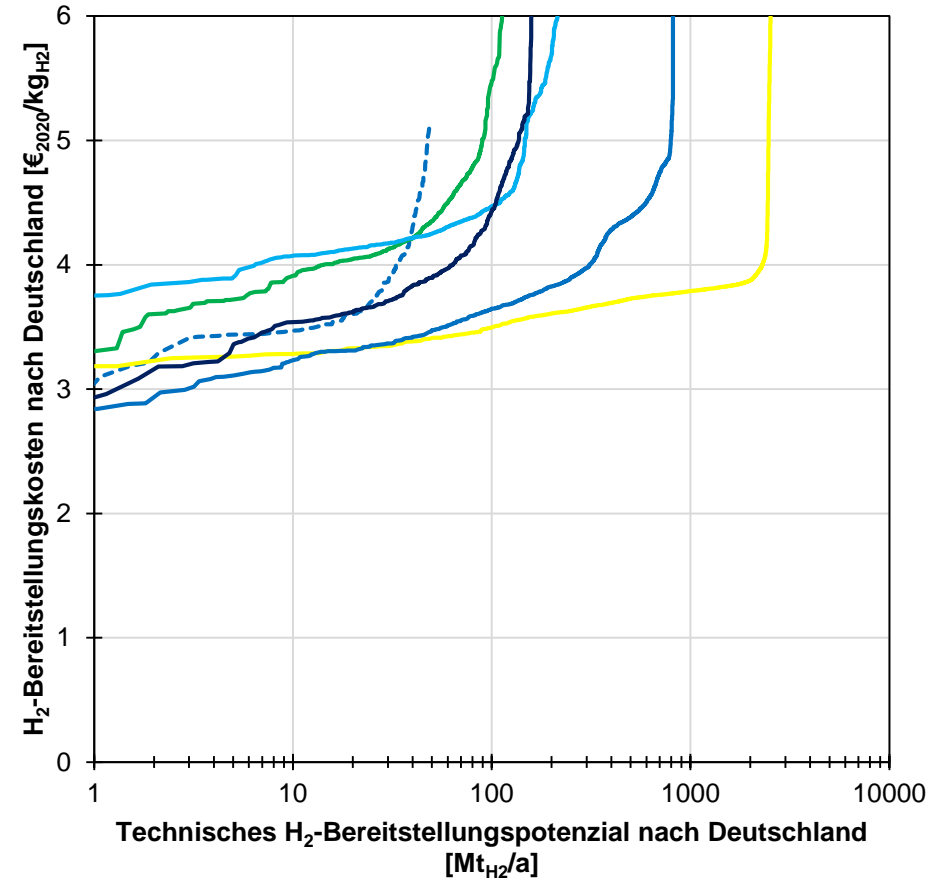
- Deutschland
- Osteuropa
- Nordeuropa
- Südeuropa
- Westeuropa



Druckgastank



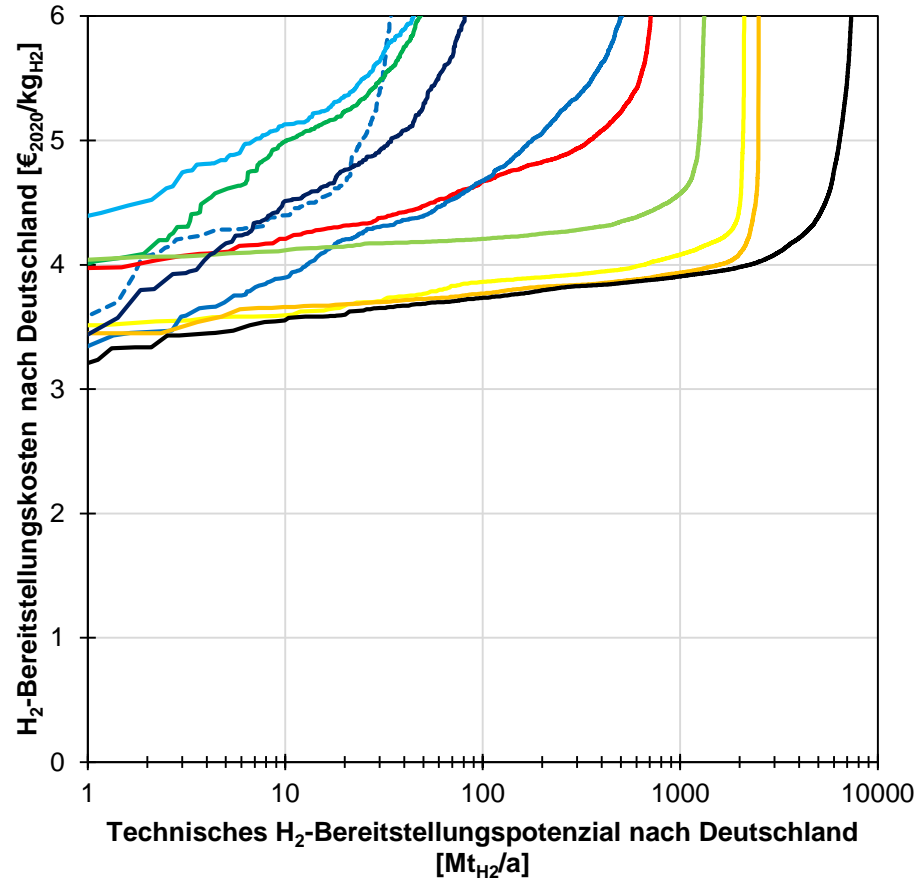
Salzkavernen



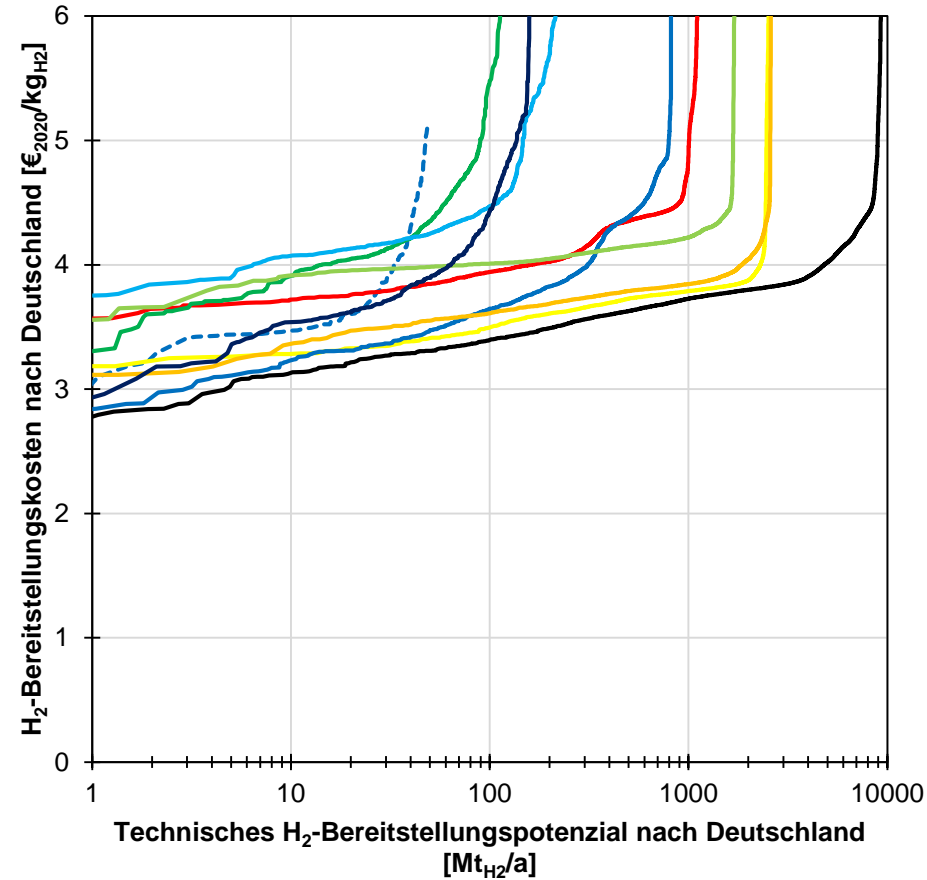
- Deutschland
- Osteuropa
- Nordafrika
- Nordeuropa
- Südeuropa
- Westeuropa



Druckgastank



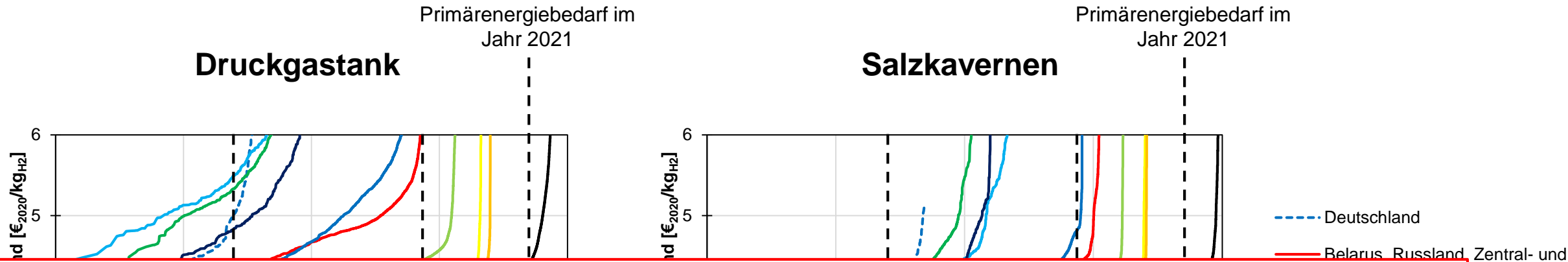
Salzkavernen



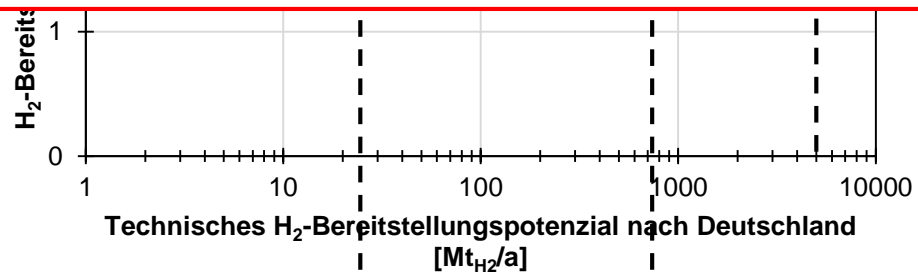
- Deutschland
- Belarus, Russland, Zentral- und Südasiens
- Osteuropa
- Nordafrika
- Nordeuropa
- Südeuropa
- West-, Zentral- und Ostafrika
- Westasien
- Westeuropa
- Total



Technisches Wasserstoffbereitstellungspotenzial

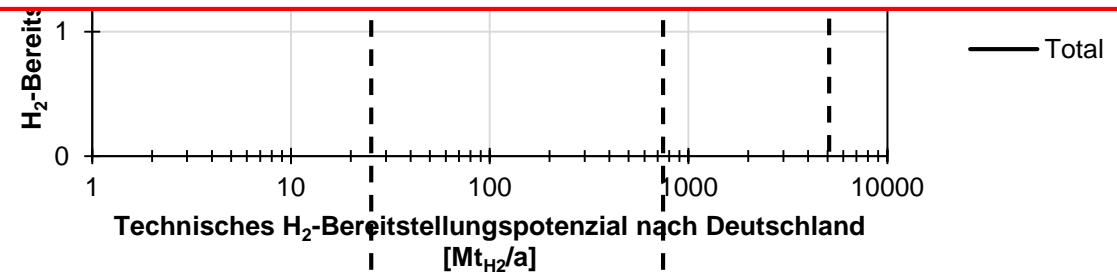


Die technischen Wasserstoffproduktionspotenziale in Deutschland und in Europa sind theoretisch ausreichend, um eine autarke Versorgung zu gewährleisten. Einschränkungen durch nachhaltig nutzbare Potenziale sowie Flächenkonkurrenz für die ausschließliche „Stromnutzung“ können diese allerdings signifikant reduzieren → Weiterführende Untersuchungen notwendig



Max. projektierter H₂-Bedarf in Deutschland im Jahr 2050

Max. weltweiter projektierter H₂-Bedarf im Jahr 2050



Max. projektierter H₂-Bedarf in Deutschland im Jahr 2050

Max. weltweiter projektierter H₂-Bedarf im Jahr 2050



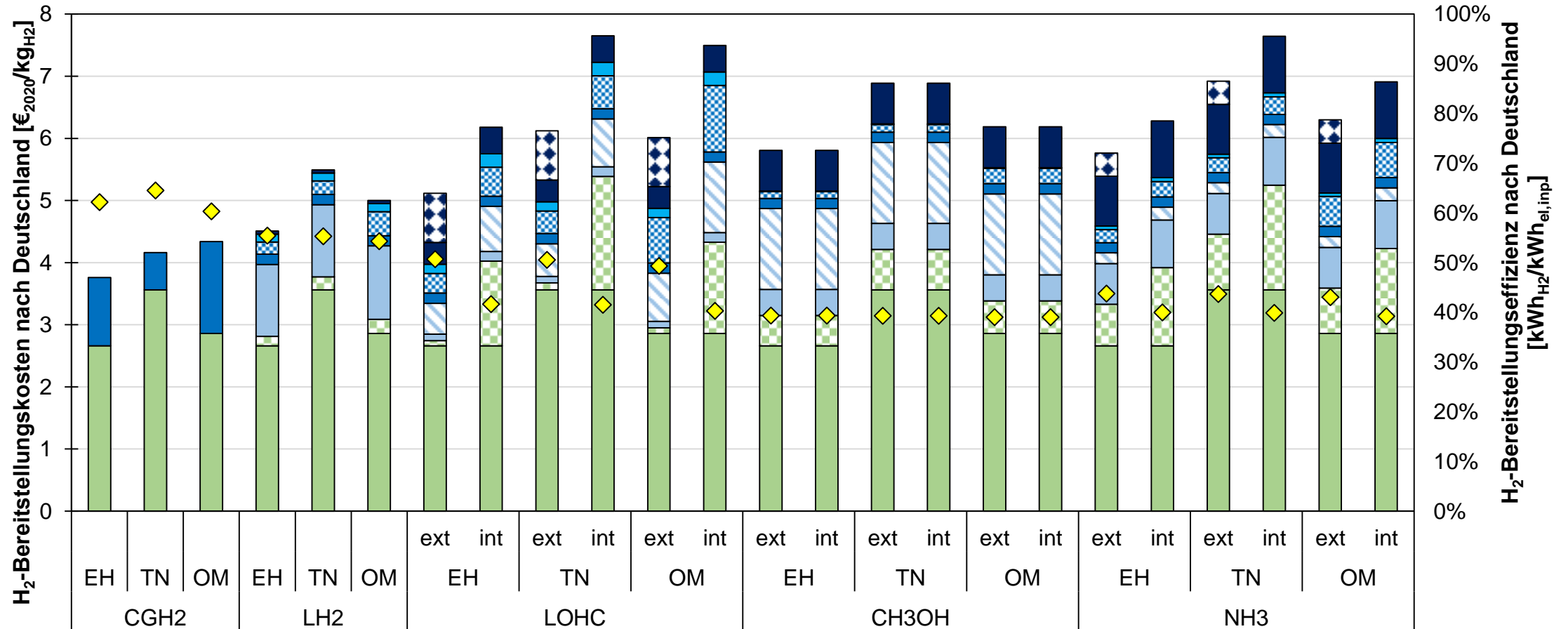
Pipeline vs Schiffstransport





Pipeline vs Schiffstransport

- Produktion - ohne Verluste
- Produktion - nur Verluste
- Konditionierung - ohne Träger
- Konditionierung - nur Träger
- Transport - Pipeline
- Transport - Schiff
- Speicher
- Rekonditionierung - exkl. Wärme
- Rekonditionierung - nur Wärme
- Effizienz

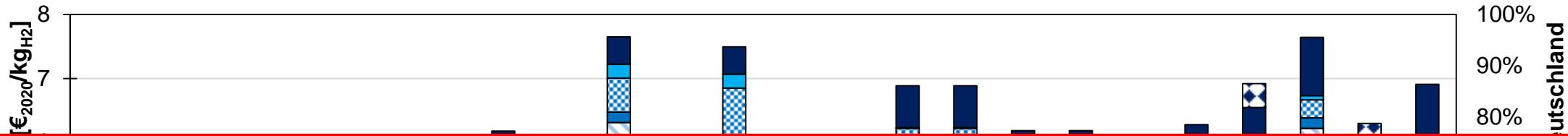


Basiert auf: [Sens et al. 2022b](#); CGH₂ = komprimierter gasförmiger Wasserstoff, Import per Pipeline, CH₃OH = Methanol, importiert per Schiff; EH = Westsahara; ext = externer Wärmebezug für Rekonditionierung; int = interne Wasserstoffnutzung für Rekonditionierungswärme; LH₂ = flüssiger Wasserstoff, Import per Schiff; LOHC = flüssige organische Wasserstoffträger, Import per Schiff; NH₃ = Ammoniak, Import per Schiff; OM = Oman; TN = Tunesien

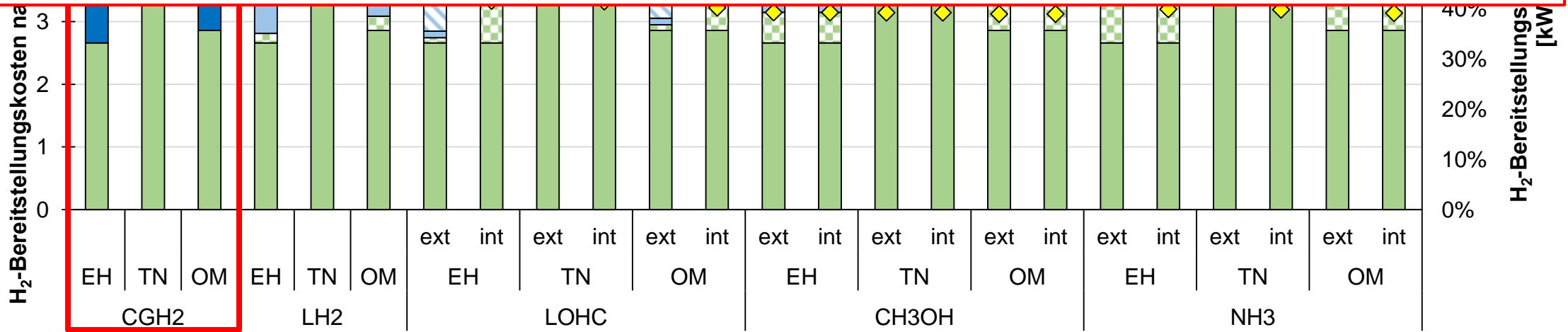


Pipeline vs Schiffstransport

- Produktion - ohne Verluste
- Produktion - nur Verluste
- Konditionierung - ohne Träger
- Konditionierung - nur Träger
- Transport - Pipeline
- Transport - Schiff
- Speicher
- Rekonditionierung - exkl. Wärme
- Rekonditionierung - nur Wärme
- Effizienz



Für einen Wasserstoffimport über den Seeweg erhöhen sich die Wasserstoffbereitstellungskosten gegenüber dem Pipelineimport um 15 % (Flüssigwasserstoff) bis 50 % (LOHC)



Thank you for your Attention!

Questions and Discussion

Hamburg University of Technology ([TUHH](#))
Institute of Environmental Technology and Energy Economics ([IUE](#))
Eißendorfer Str. 40, D-21073 Hamburg

Lucas Sens | lucas.sens@tuhh.de

