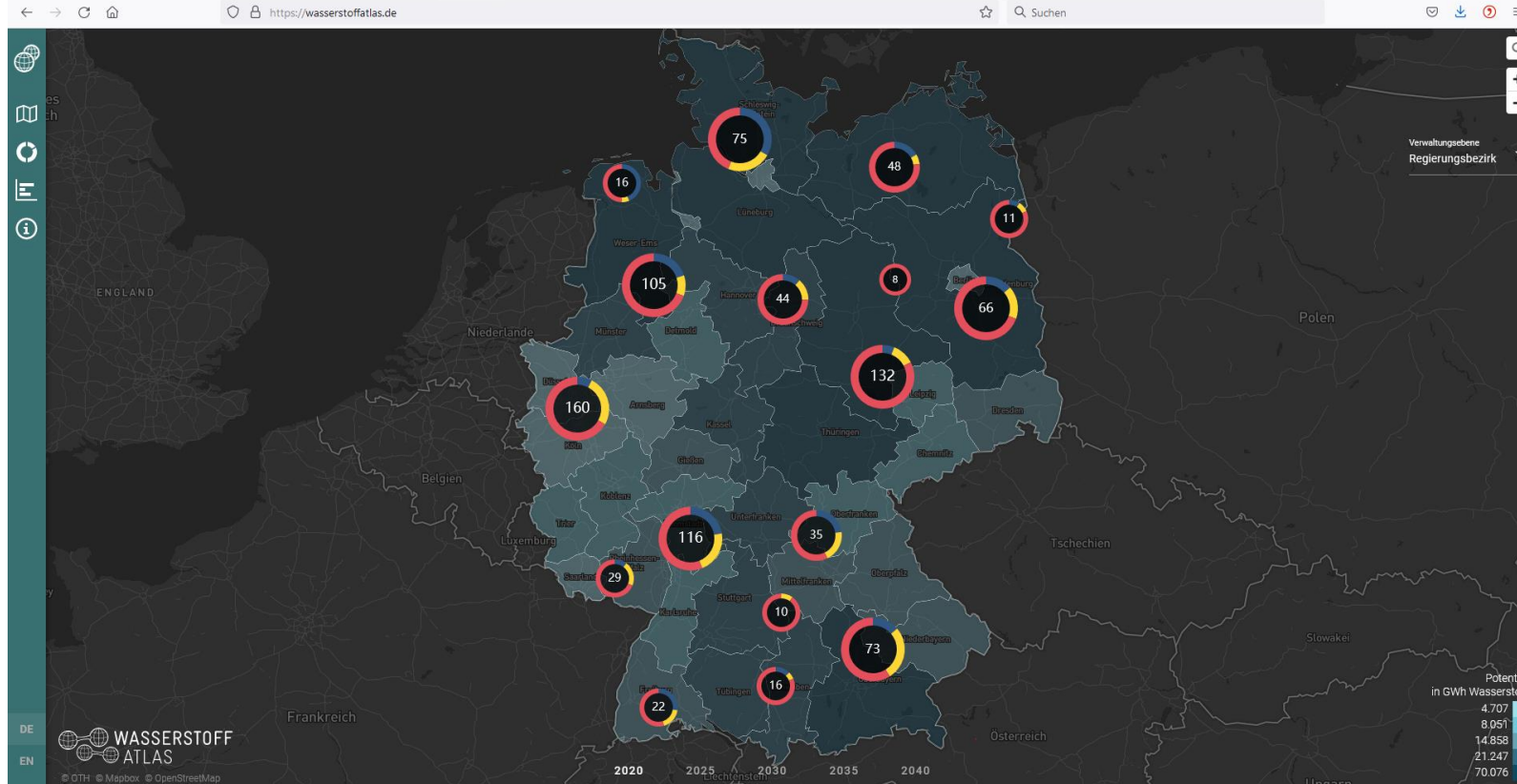


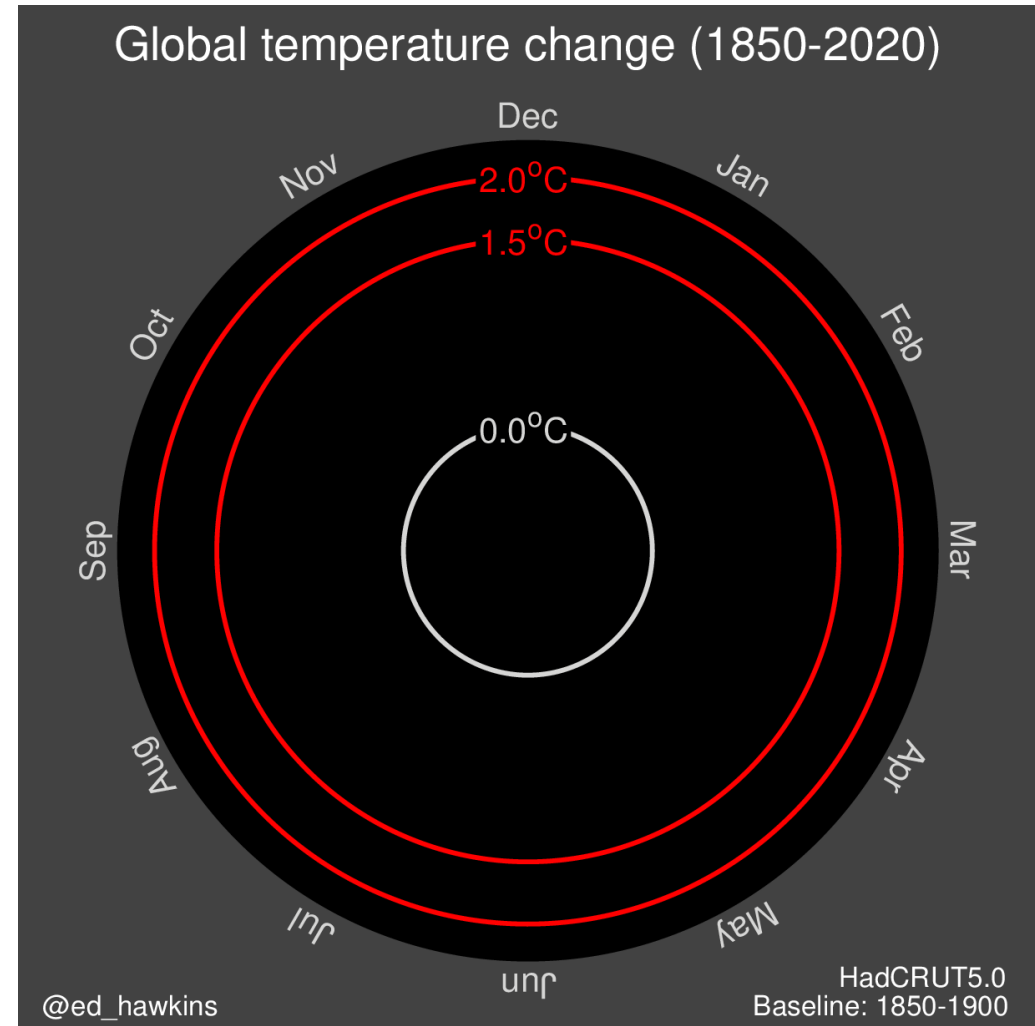
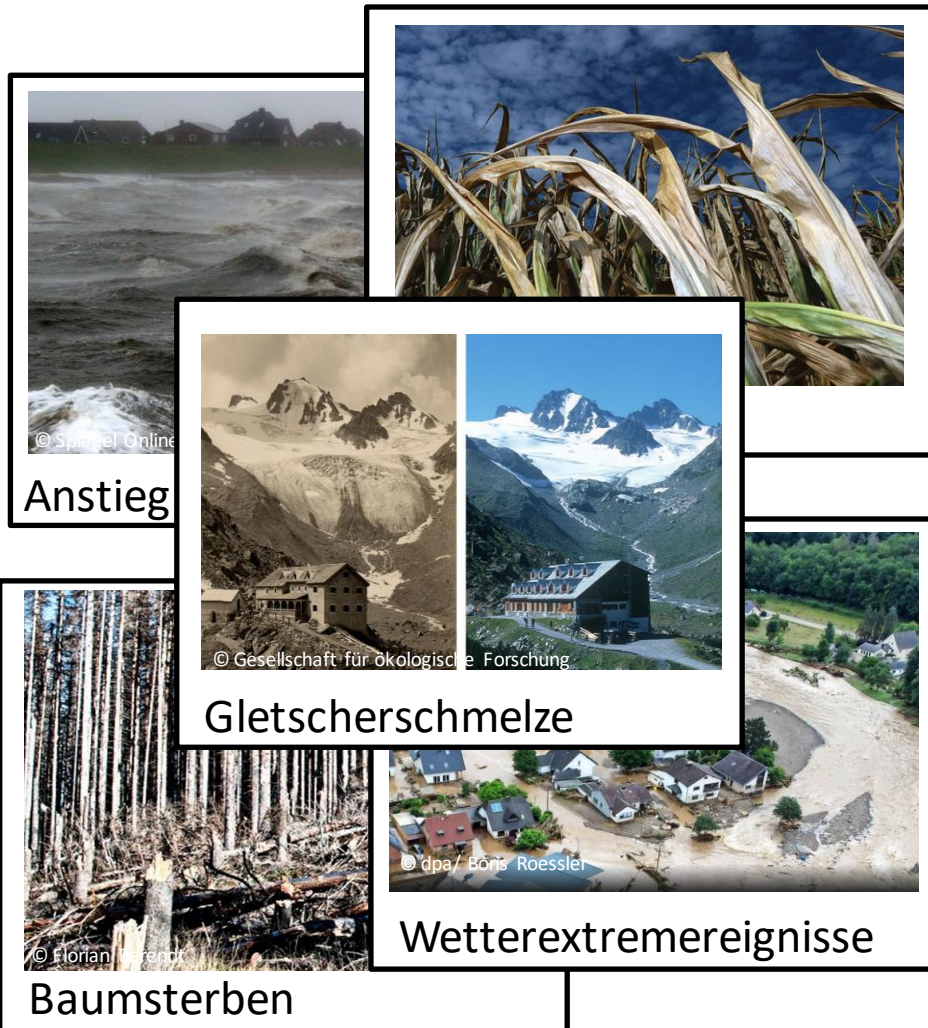
Wasserstoffatlas Deutschland – die Rolle von PtX in der Energiewende

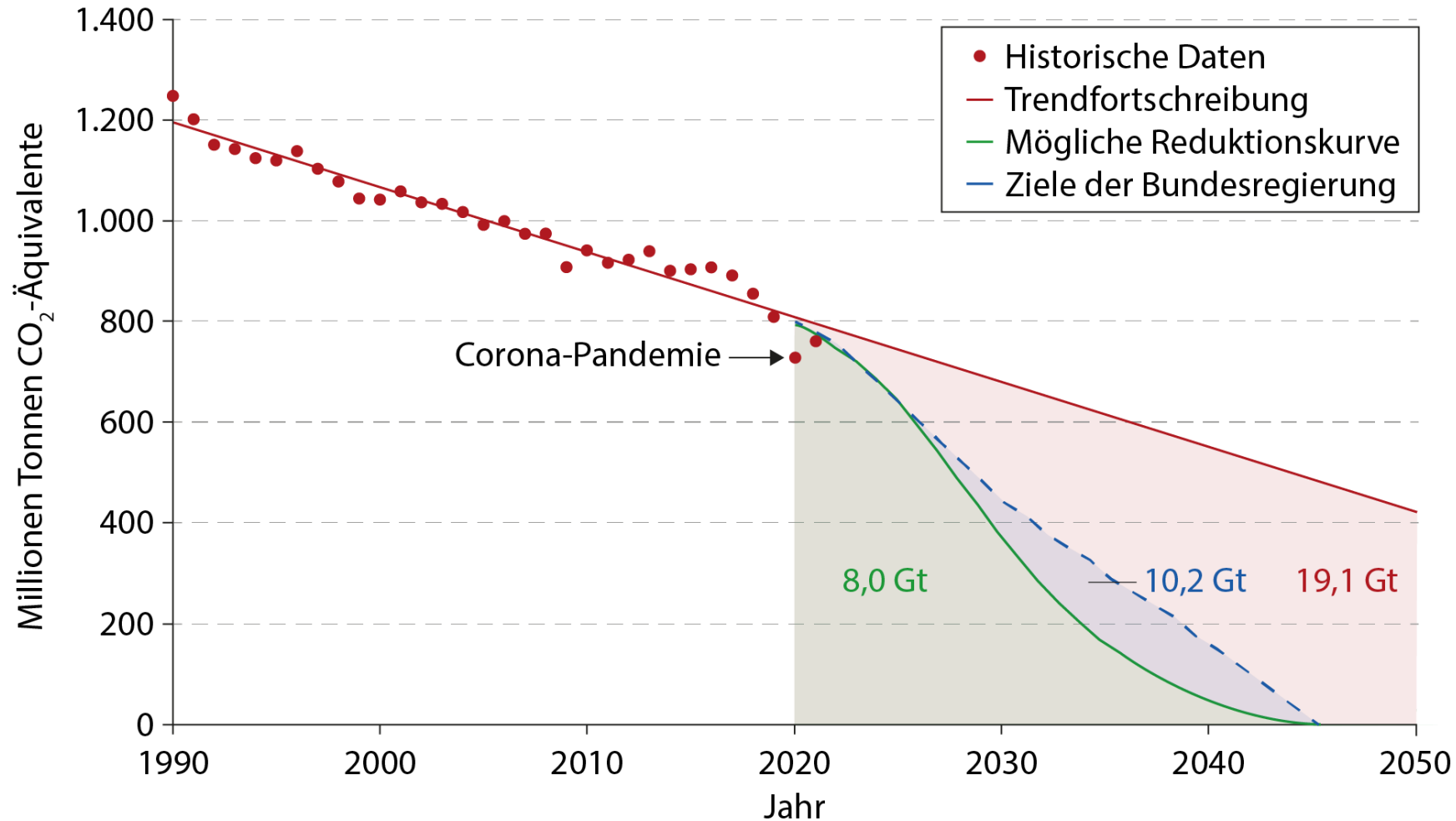
TRIOKON, 22.09.2022.



Wasserstoffatlas

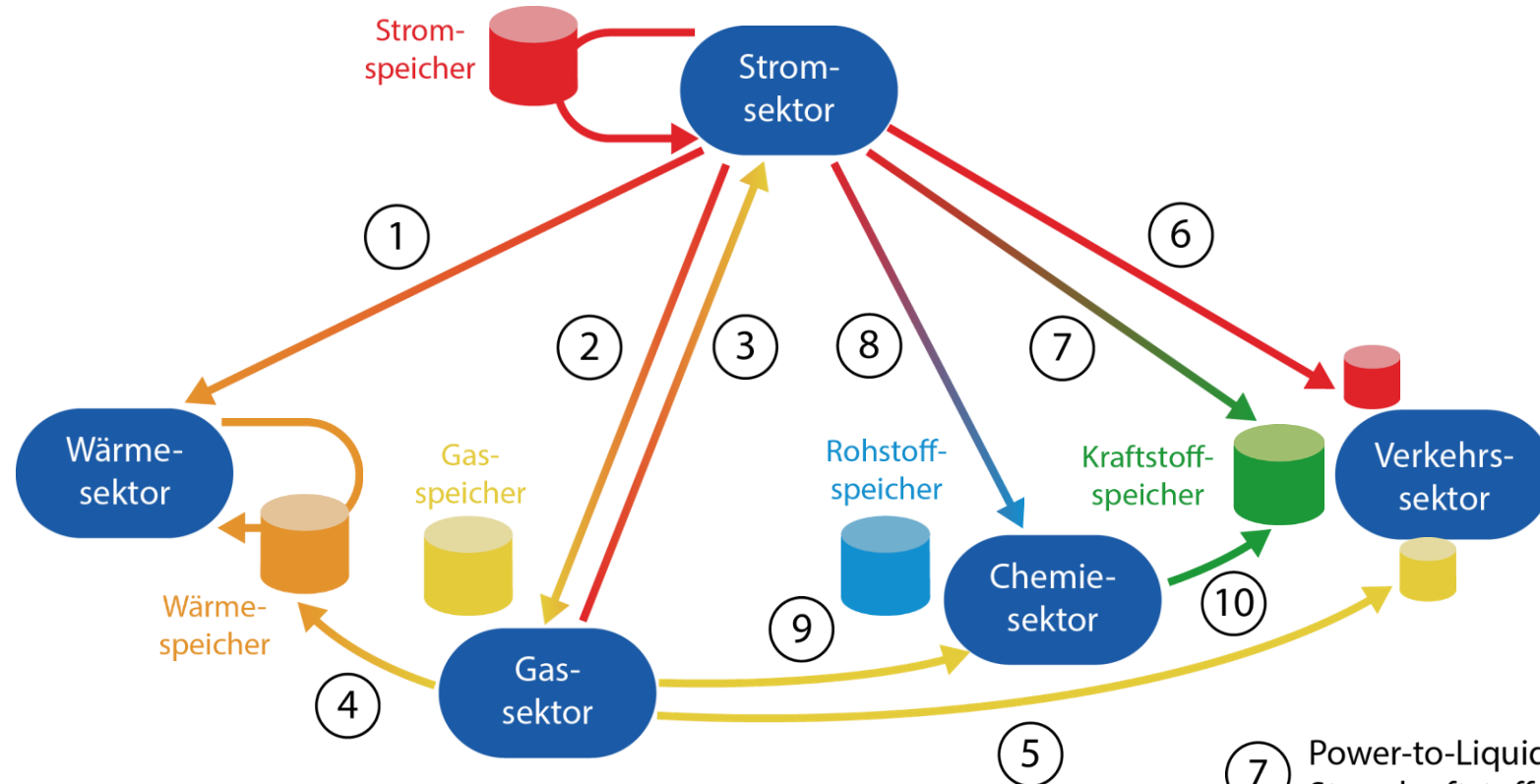
Folgen des Klimawandels / Globaler Temperaturanstieg





Wasserstoffatlas

Die Rolle von Power-to-X in einem nachhaltigen Energiesystem



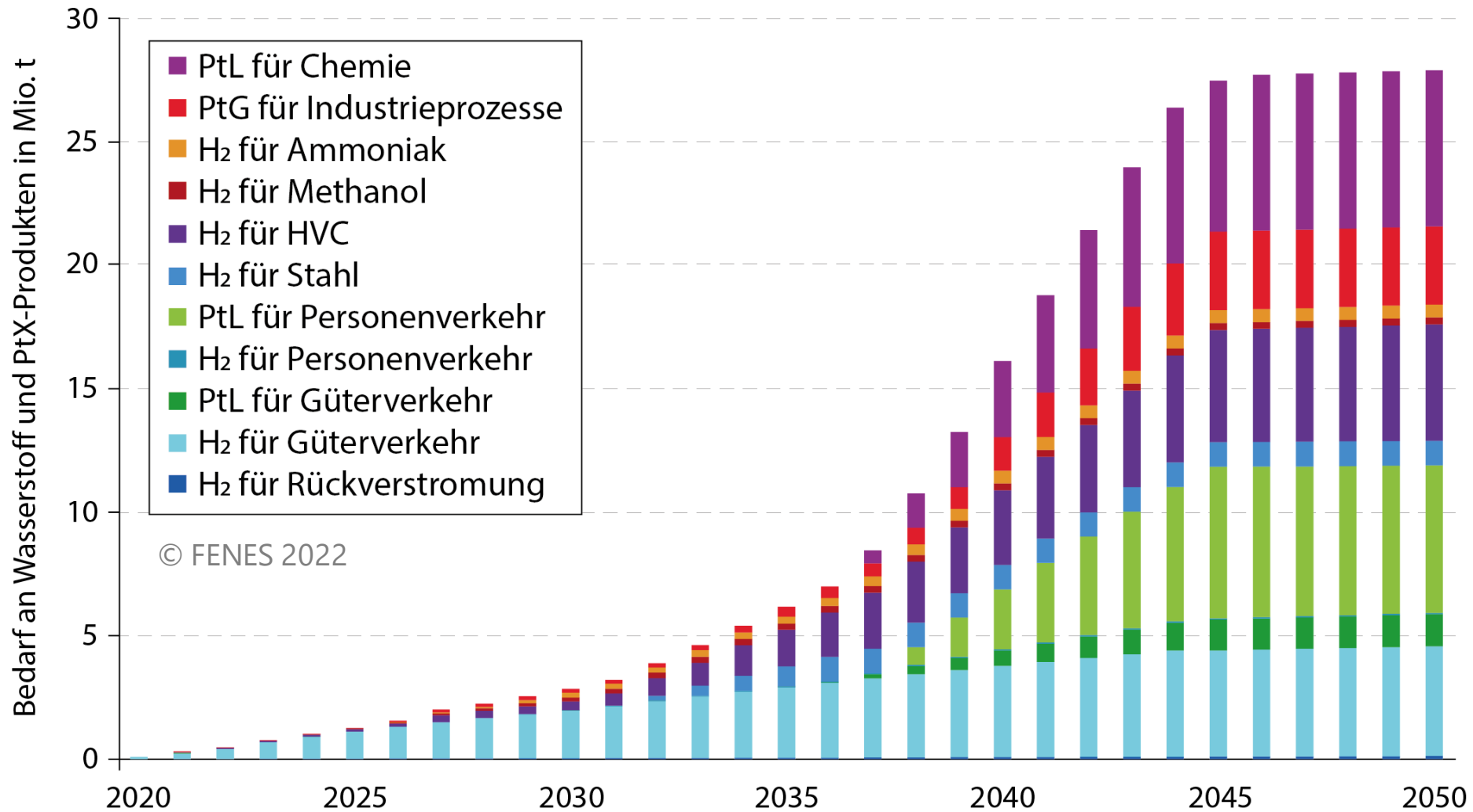
© Sterner et al, FENES OTH Regensburg 2016

- ① Power-to-Heat, Wärmepumpe Flexible KWK
- ② Einspeichertechnologie Power-to-Gas
- ③ Power-to-Gas als Stromspeicher

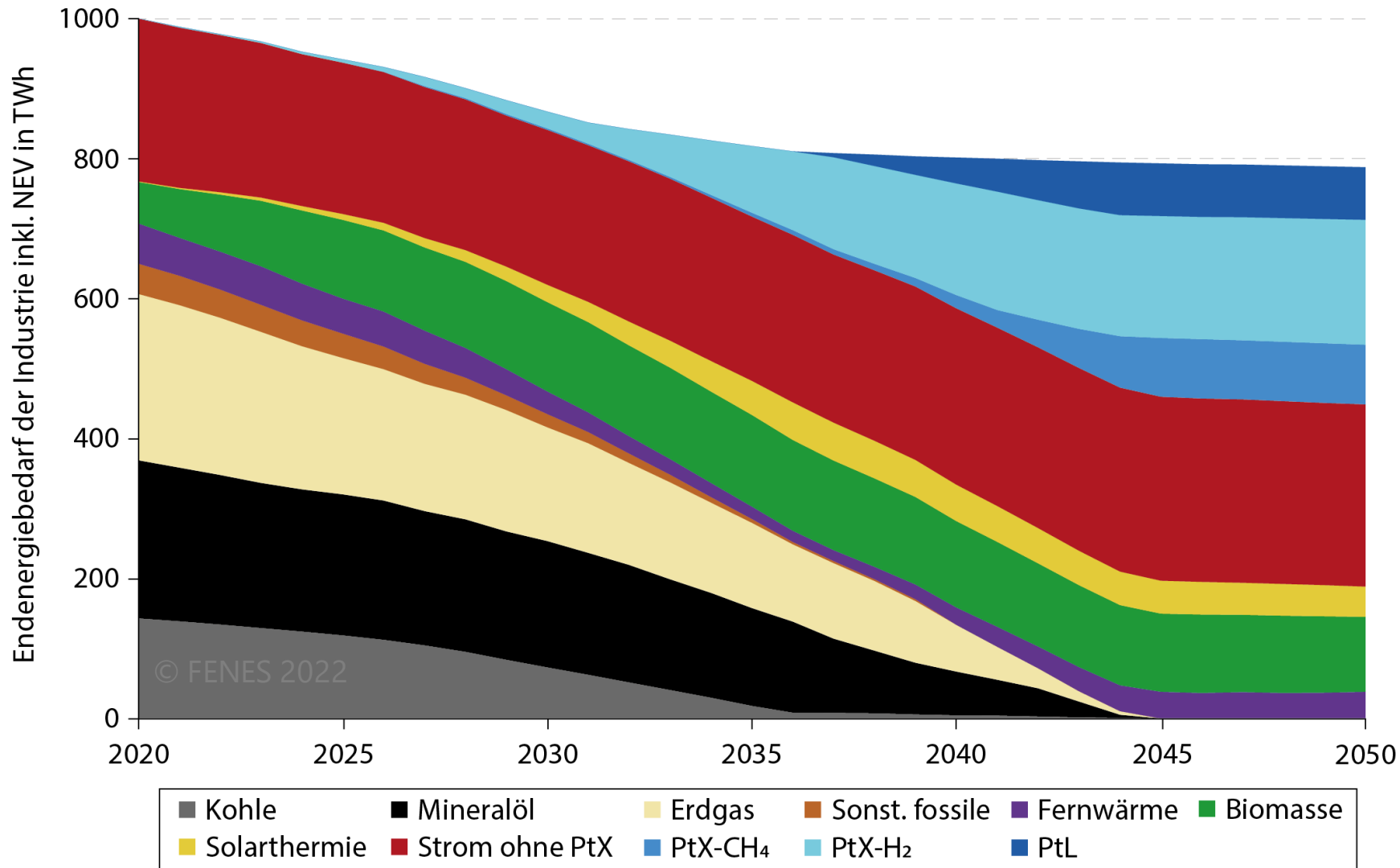
- ④ Power-to-Gas als Wärmespeicher
- ⑤ Power-to-Gas als Stromkraftstoff
- ⑥ Elektromobilität

- ⑦ Power-to-Liquid als Stromkraftstoff
- ⑧ Einspeichertechnologie Power-to-Chemicals
- ⑨ Power-to-Gas als Rohstoffspeicher
- ⑩ Power-to-Chemicals als Kraftstoffspeicher

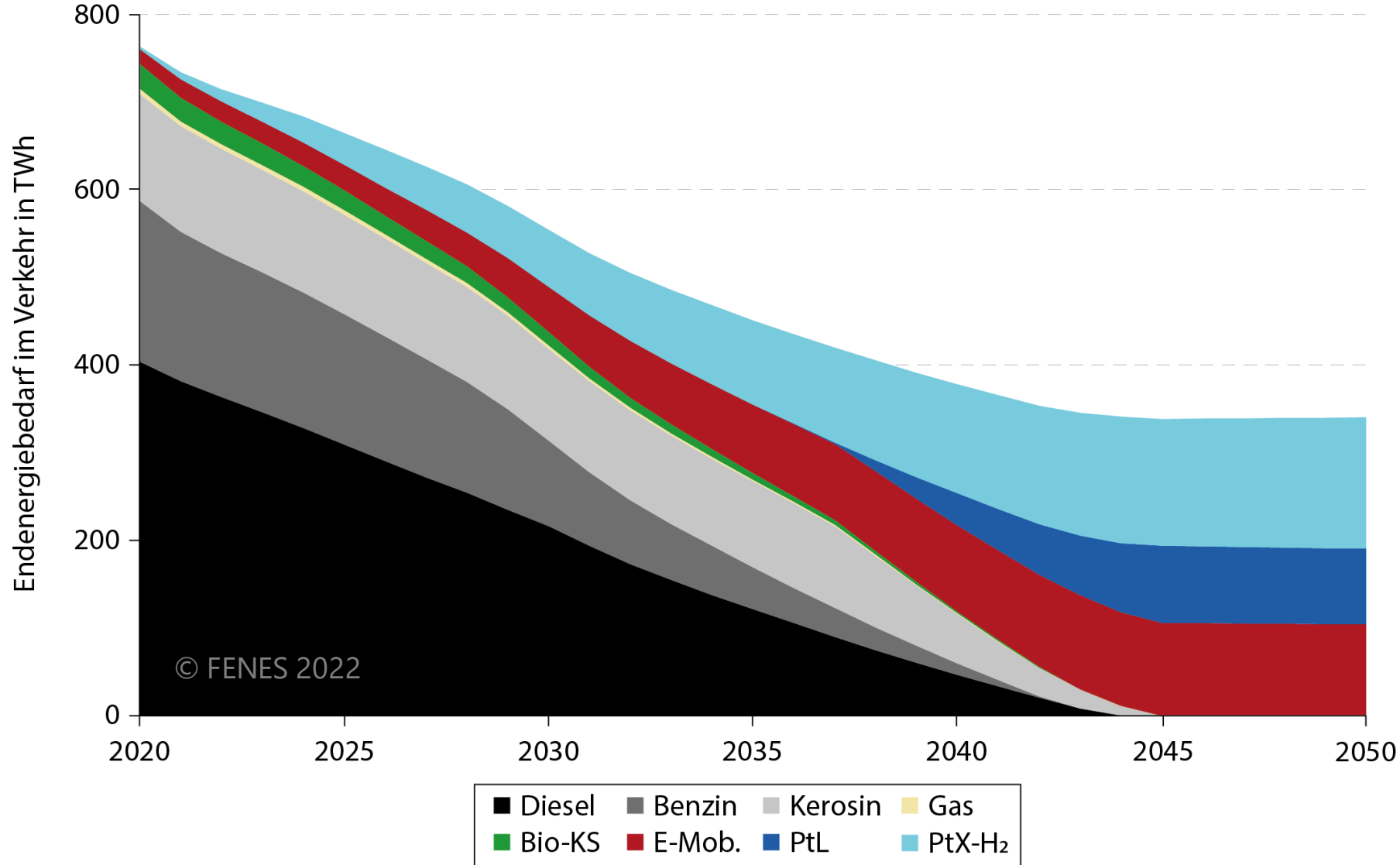
Möglicher Bedarf an Wasserstoff und PtX-Derivaten in Tonnen



Prognose des Endenergiebedarfs im Industriesektors aus dem FENES-Energiemodell



Prognose des Endenergiebedarfs im Verkehrssektors aus dem FENES-Energiemodell



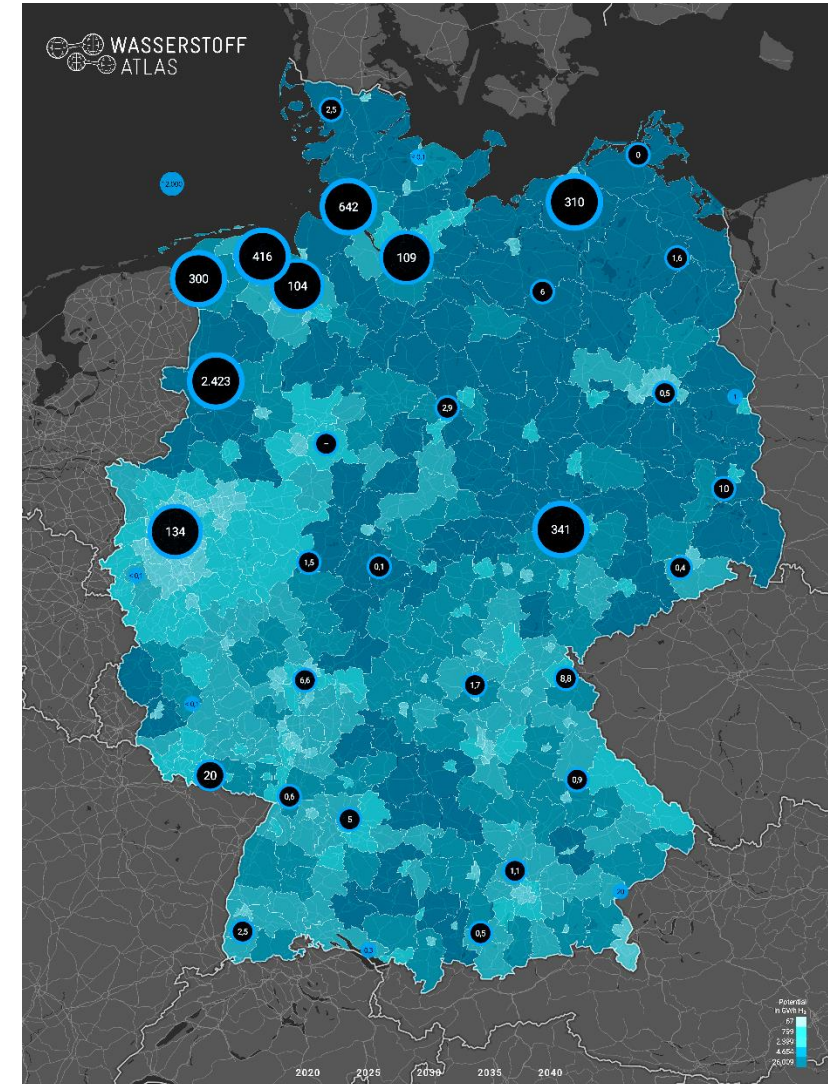
Wasserstoffatlas

Projektziele:

- Ermittlung regionaler Bestände, Potenziale, Kosten und CO₂-Einsparungen
- Berücksichtigung der Sektoren
 - Strom,
 - Wärme,
 - Verkehr und
 - Industrie
- Abbildung von regionalen Wasserstoff- und Power-to-X-Wertschöpfungsketten in Deutschland (NUTS-3)

Projektstand:

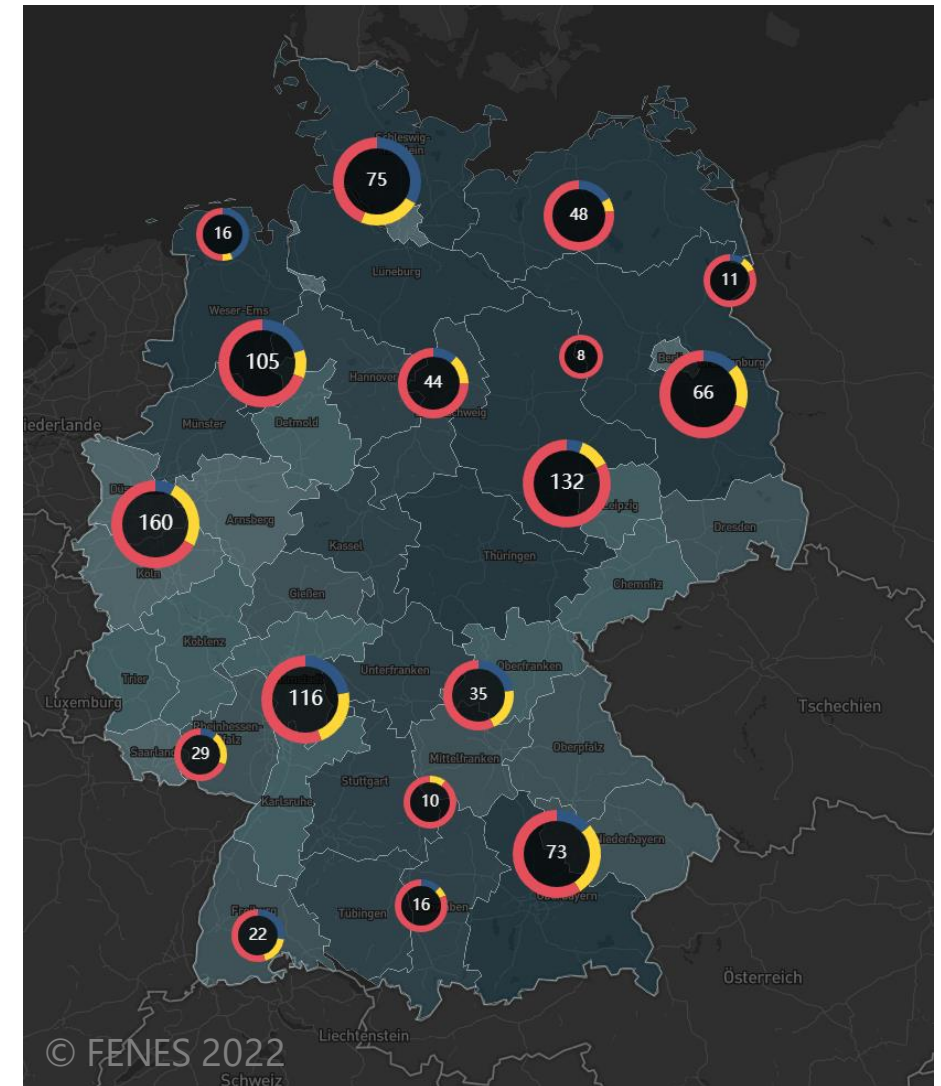
- Bestandsanalyse abgeschlossen
- Wasserstoffpotentiale ermittelt (Fokus PV, Wind)
- WebApp veröffentlicht (<https://wasserstoffatlas.de/>)



Quelle: Bundespressekonferenz 21.07.2022

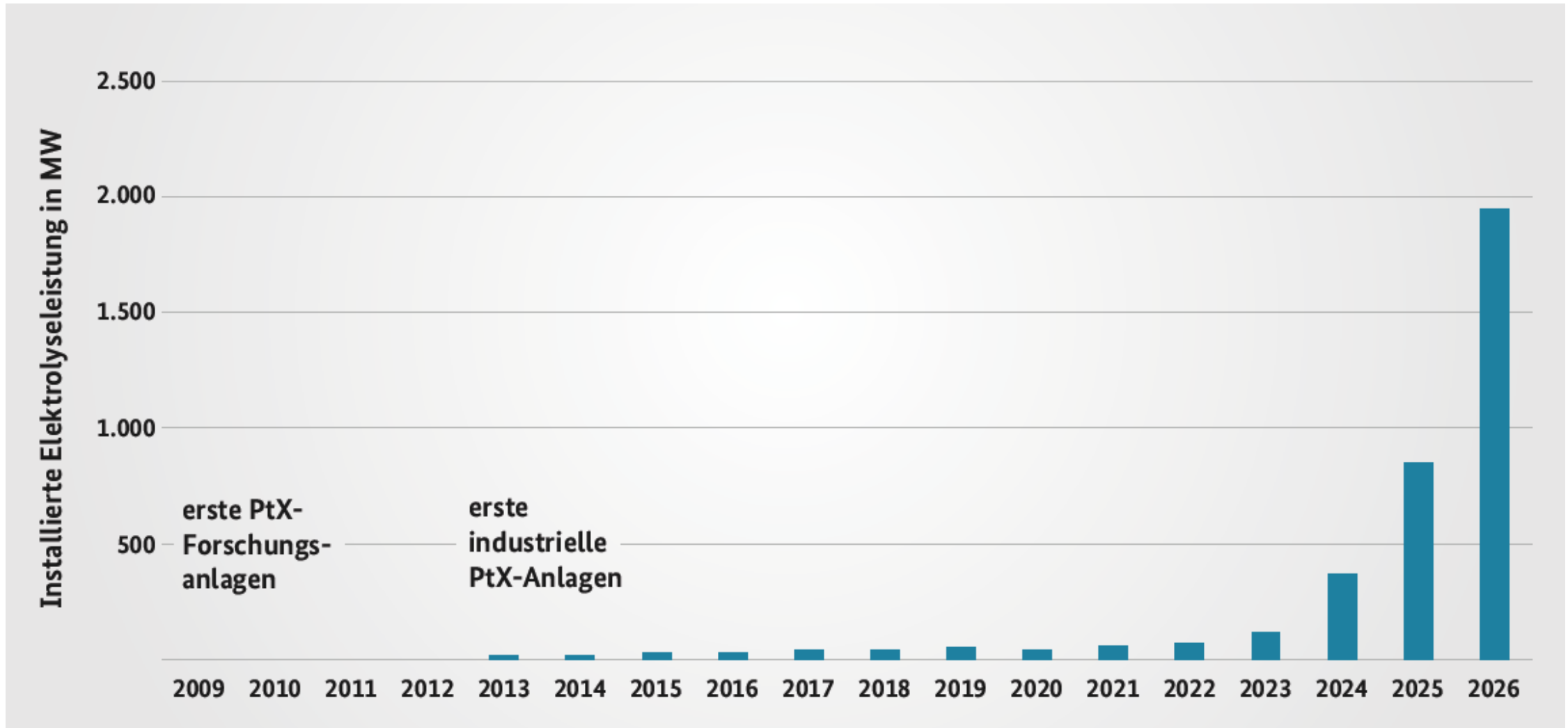
„Bestand“

- „Grüne Erzeugung“: Ermittlung von H₂- und PtX-Anlagen [eigene Datenbank seit 2012]
- „H₂ – Verbrauch“:
 - Wasserstofftankstellen [<https://h2-map.eu/>],
 - Raffinerien,
 - Ammoniakproduktion,
 - weitere chemische Produkte
- „CO₂ – Quellen“
 - Anlagen mit einer Jahresfracht über 100 kt/a (PRTR Register),
 - Biomethanaufbereitungsanlagen und
 - Bioethanolanlagen



[FENES 2022]

Elektrolyseleistung in Deutschland



[Bundesministerium für Bildung und Forschung 2022]

Potential – Annahmen und Einschränkungen

Regionalität

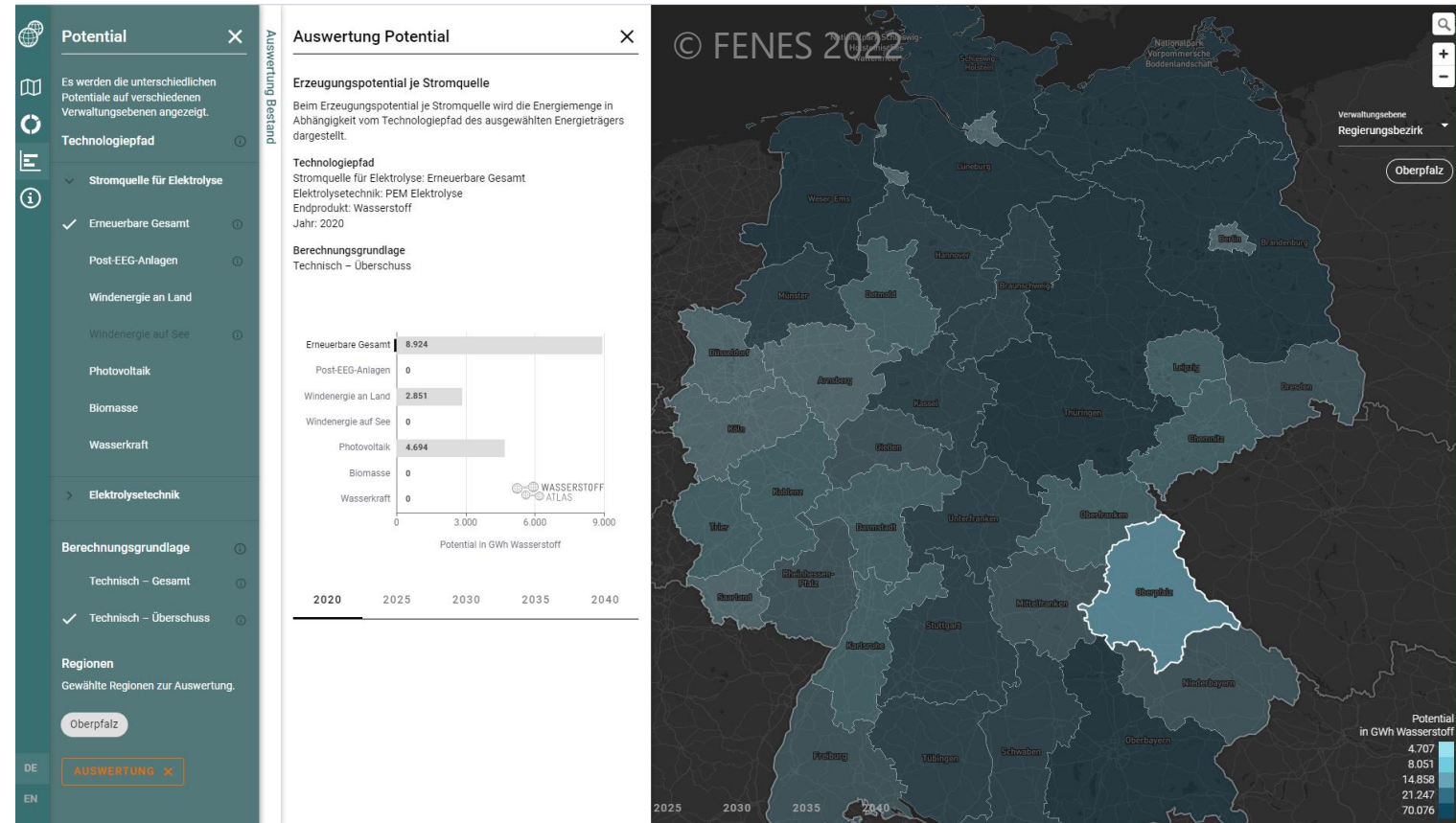
- Bilanzgebiet entspricht Landkreis
- Keine Energieflüsse über Bilanzgrenze

Potentialbegriffe

- Technisch – Gesamt
- Technisch – Überschuss

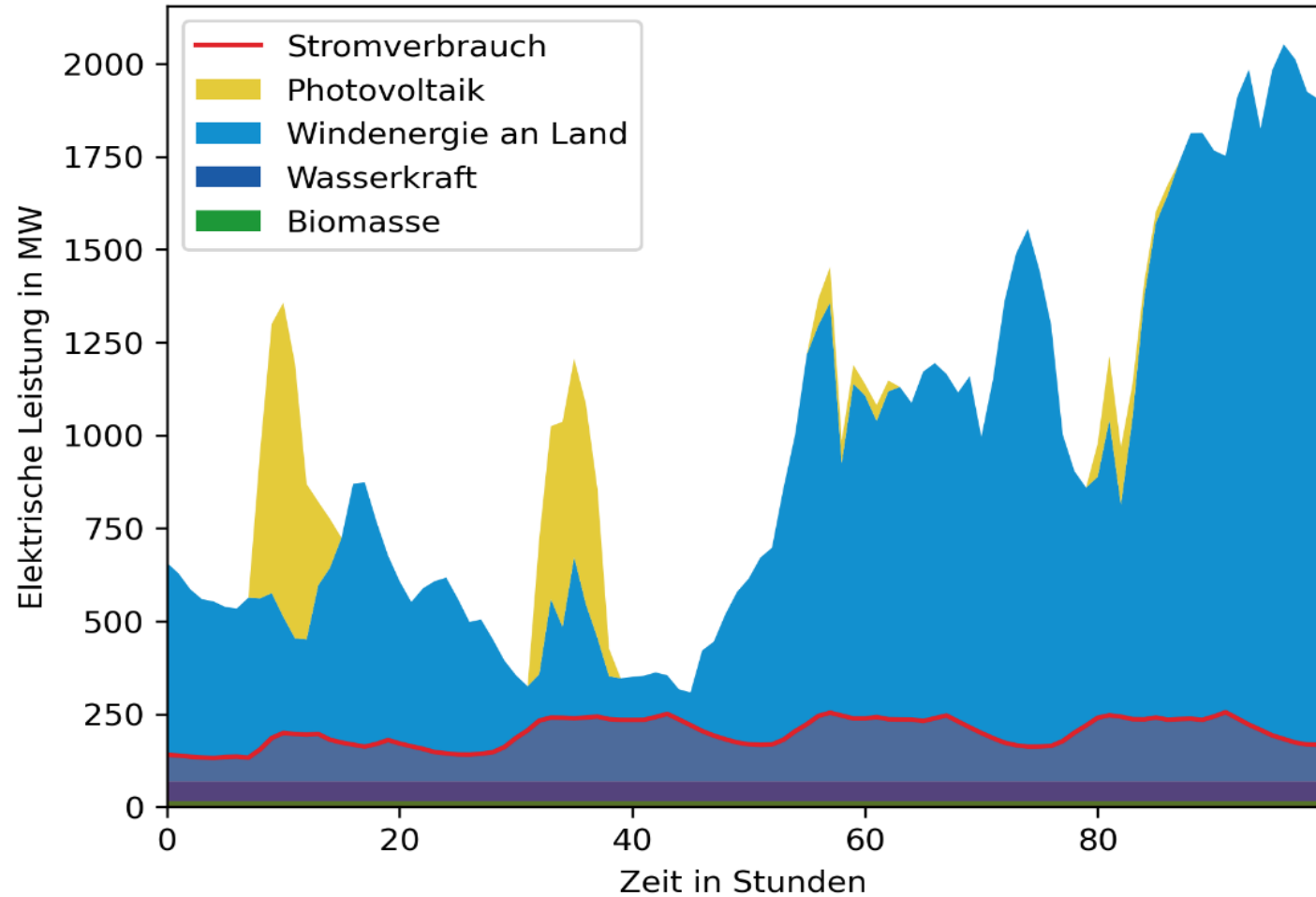
Zeitlicher Rahmen

- Stündliche Auflösung der Potentialanalyse (GWh) und Strombedarf in der Region
- Fünfjahresschritte (2020 – 2040)



[FENES 2022]

Potenzialbestimmung Technisch-Überschuss

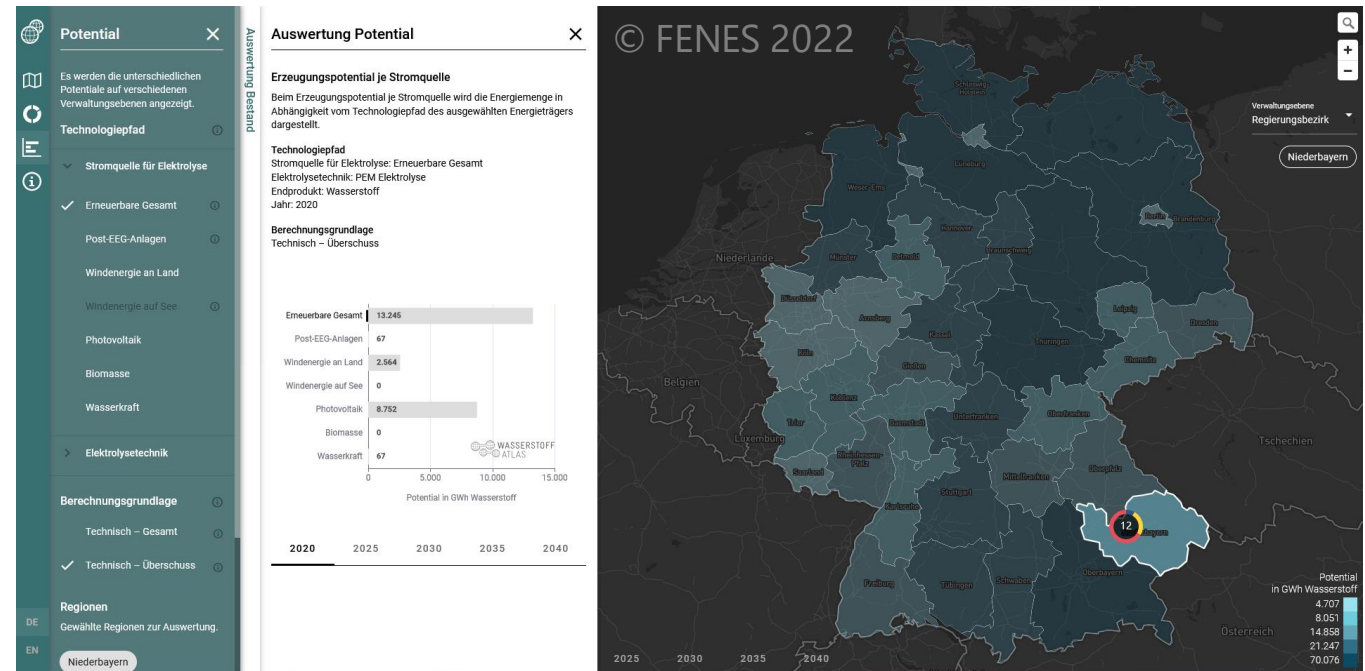


[FENES: Methodenpapier Wasserstoffatlas Deutschland; Potenziale und Stromverbrauch der Region Schwandorf für das Jahr 2050]

<https://www.wochenblatt.de/archiv/tag-der-offenen-tuer-im-wasserwerk-oberer-woehrd-und-im-wasserkraftwerk-regensburg-277086>
<https://www.stadtwerke-solingen.de/blog/irrtuemer-zur-solarenergie/>
<https://www.strom-forschung.de/themen/windenergie>

Ausstehende Arbeiten

- Gestehungskosten
- CO₂-Einsparung
- Benchmark mit konventionellen Technologien
- Integration PtX-Pfade (z.B. Ammoniak)
- Integration Zukunftsszenarien aus Energiemodell



[FENES 2022]

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner
+ 49 – (0) 941 – 943 9888
michael.sterner a oth-regensburg.de
Twitter: @prof_sterner

Andreas Hofrichter
+ 49 – (0) 941 – 943 9301
andreas.hofrichter a oth-regensburg.de

Leon Schumm
+ 49 – (0) 941 – 943 9344
leon1.schumm a oth-regensburg.de

www.fenes.net

www.wasserstoffatlas.de

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Quellen:

Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG: *Wie Pumpspeicherkraftwerke auch im Flachland überschüssige Energie speichern*; <https://www.haustec.de/energie/wie-pumpspeicherkraftwerke-im-flachland-ueberschuessige-energie-speichern>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

Bauer, F. (2022): Modellierung eines nachhaltigen und treibhausgasneutralen Energiesystems für Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von Suffizienzmaßnahmen (Arbeitstitel). Noch nicht veröffentlichte Dissertation

Bauer, F.; Sterner, M.; Hofrichter, A. (2019): 2. Roadmap des Kopernikus-Projektes „Power-to-X“: Flexible Nutzung erneuerbarer Ressourcen (P2X); *Optionen für ein nachhaltiges Energiesystem mit Power-to-X-Technologien*; Frankfurt

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022): Bundespressekonferenz 21.07.2022; *Vorstellung Wasserstoffatlas Deutschland*; Berlin

DiLiCo engineering GmbH: *Brennstoffzellen - Funktion, Typen und Anwendungen*; <https://www.dilico.de/de/brennstoffzellen.php>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

FENES: *Potenziale und Stromverbrauch der Region Schwandorf für das Jahr 2050*; Methodenpapier Wasserstoffatlas Deutschland; Noch nicht veröffentlicht.

Gaub, F. (2019): *Global trends to 2030. Challenges and choices for Europe*. European Strategy and Policy Analysis System.

Greenpeace e.V.: *WINDGAS: ein Energie-speicher der Zukunft*; <https://gpn.greenpeace.de/ausgabe/0416/windgas-der-energie-speicher-der-zukunft/>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

Hilz, W.: *Sonnenheizung - Das Strahlungsangebot der Sonne*; <https://www.sonnenhaus-institut.de/solarheizung/solaranlage-heizkonzept.html>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022#

IPCC (2013/2014): *Klimaänderung 2013/2014: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. Beiträge der drei Arbeitsgruppen zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)*. Deutsche Übersetzungen durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Österreichisches Umweltbundesamt, ProClim, Bonn/Wien/Bern, 2016.

IPCC (2018): *Summary for Policymakers*. In: *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

Quellen:

Jaquiéry, A. (2018): *WKK mit Mini-Blockheizkraftwerken - Wärme- und Stromversorgung mit Klein-Wärme-Kraft-Kopplung*; <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/wkk-mit-mini-blockheizkraftwerken.html>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

Kühl, A. (Energynet): *Trends bei stationären Batteriespeichern*; <https://www.energynet.de/2022/03/03/trends-stationare-batteriespeicher/>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

Projekträger Jülich | Forschungszentrum Jülich GmbH: *Windenergie*; <https://www.strom-forschung.de/themen/windenergie/>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

SGL Carbon SE: *Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMFC)*; <https://www.sgcarbon.com/loesungen/anwendung/polymer-elektrolyt-membran-brennstoffzellen-pemfc/#>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022

Staudt, A.; Shott, C.; Inkley, D.; Ricker, I. (2013): *Wildlife in a Warming World. Confirming the Climate Crisis*. Hg. v. National Wildlife Federation. Virginia.

Sterner, M.; Stadler, I. (2017): *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. 2. korrigierte und ergänzte Auflage. Berlin: Springer Vieweg.

Sterner, M.; et al. (2018): Präsentation P2X „Roadmap“; *SPIKE - Systemanalyse und -integration Power-to-X im Kontext von erneuerbarer Elektrizität als Primärenergie*; Frankfurt

Stillein, S.: *Die fünf größten Irrtümer zur Solarenergie*; <https://www.stadtwerke-solingen.de/blog/irrtuemer-zur-solarenergie/>; Zuletzt aufgerufen 08.07.2022 ; Zuletzt aufgerufen 07.09.2022

Wasserwirtschaftsamt (2018): Hochwasser von 1893, *Archivfotos vom Eisgang 1893 an der Donau und am Regen*; <https://www.wwa-r.bayern.de/hochwasser/hochwasserereignisse/1893/index.htm>

Warren, R.; Price, J.; VanDerWal, J.; Cornelius, S.; Sohl, H. (2018): *Wildlife in a Warming World. The effects of climate change on biodiversity in WWF's Priority Places*. WWF.

WBGU (2014): *Klimaschutz als Weltbürgerbewegung. Sondergutachten*. Berlin

Wochenblatt Verlagsgruppe GmbH (2021): *Tag der offenen Tür im Wasserwerk Oberer Wöhrd und im Wasserkraftwerk Regensburg*; <https://www.wochenblatt.de/archiv/tag-der-offenen-tuer-im-wasserwerk-oberer-woehrd-und-im-wasserkraftwerk-regensburg-277086>;