

Die Rolle von Wasserstoff und E-Fuels in der Energiewende

Adrian Odenweller, Falko Ueckerdt, Gunnar Luderer

PIK FB III Transformationspfade

Globale Energiesysteme

Endenergie-Anteile [%] Szenarien für Klimaneutralität 2045 in Deutschland Elektrische Anwendungen heute 75• Direkte Elektrifizierung Strom vor allem bei in allen Szenarien Pkws und Gebäuden ♠Konkurrenz von Energieträger Szenario direkter und indirekter Elektrizität Technologiemix Elektrifizierung, u.a. Fossile Brenn- und Grundstoffe Elektrifizierung Wasserstoff + E-Fuels · · Wasserstoff bei Schwerlastverkehr - - E-Fuels Wärmenetze und Prozesswärme Biomasse Wasserstoff in Industrie, Grüner Wasserstoff und Flug- und Schiffsverkehr E-Fuels in allen Szenarien

2035

2040

Strom oder Wasserstoff? – Zentrale Erkenntnisse aus der Energiesystem-Modellierung

- **Direkte Elektrifizierung** wird zum Rückgrat des Energiesystems. Günstig, effizient, verfügbar.
 - → EE-Ausbau, BEVs, Wärmepumpen.
- Wasserstoff und E-Fuels sind unentbehrlich für "no-regret" Sektoren.
 - → Priorisieren für Chemie, Flugverkehr, etc.
- Der **Markthochlauf** von Wasserstoff und E-Fuels braucht Zeit.
 - → Jetzt beginnen. Gezielte Förderung nötig.
- Ein **breiterer Einsatz** von Wasserstoff und E-Fuels kann **schrittweise erwogen** werden.
 - → Risiko fossiler Lock-Ins.

Warum? → 3 Knackpunkte

Knackpunkt 1: Verfügbarkeit

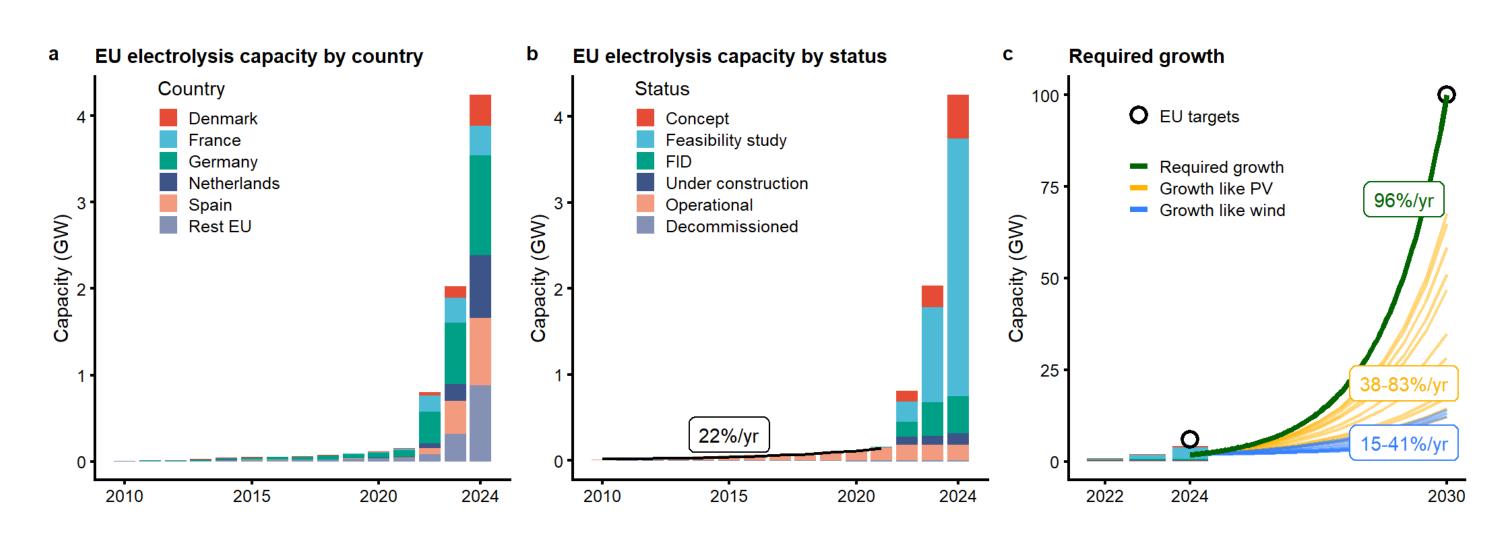
2020

Der Markthochlauf braucht Zeit.

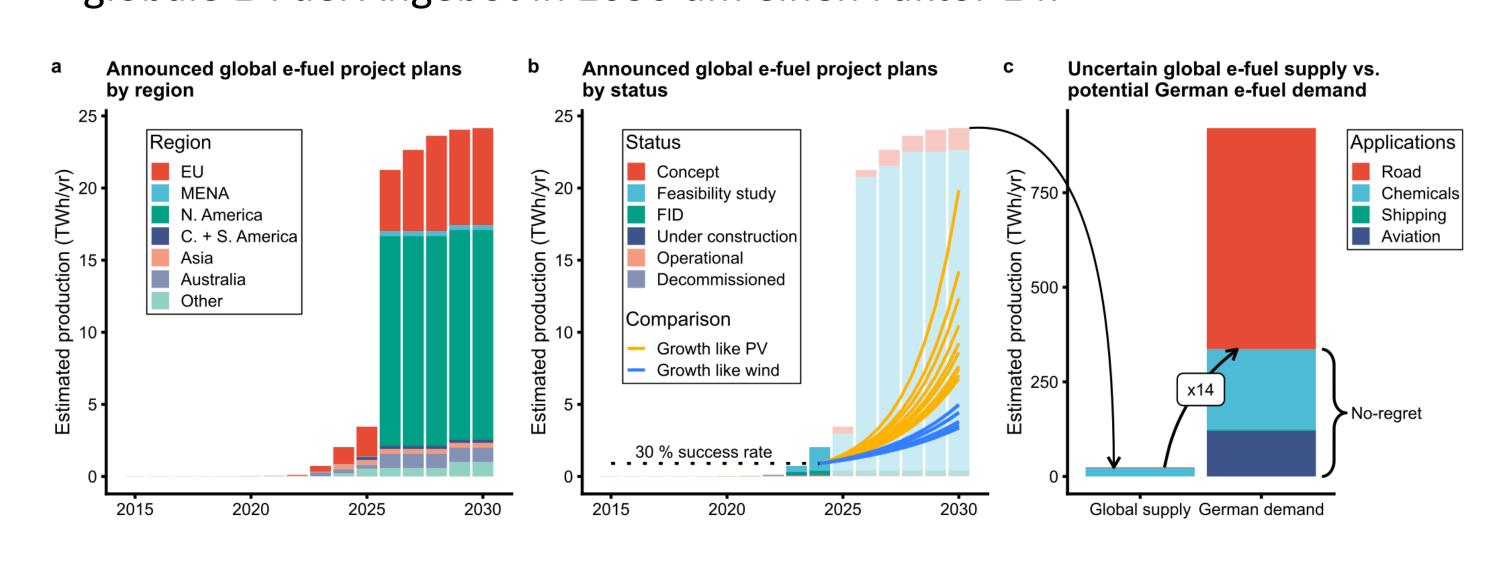
2025

- Grüner Wasserstoff bleibt wohl noch 1-2 Jahrzehnte knapp.
- Die Erreichung der **2030 EU-Ziele für grünen Wasserstoff** erfordert nie dagewesene Wachstumsraten.

2030



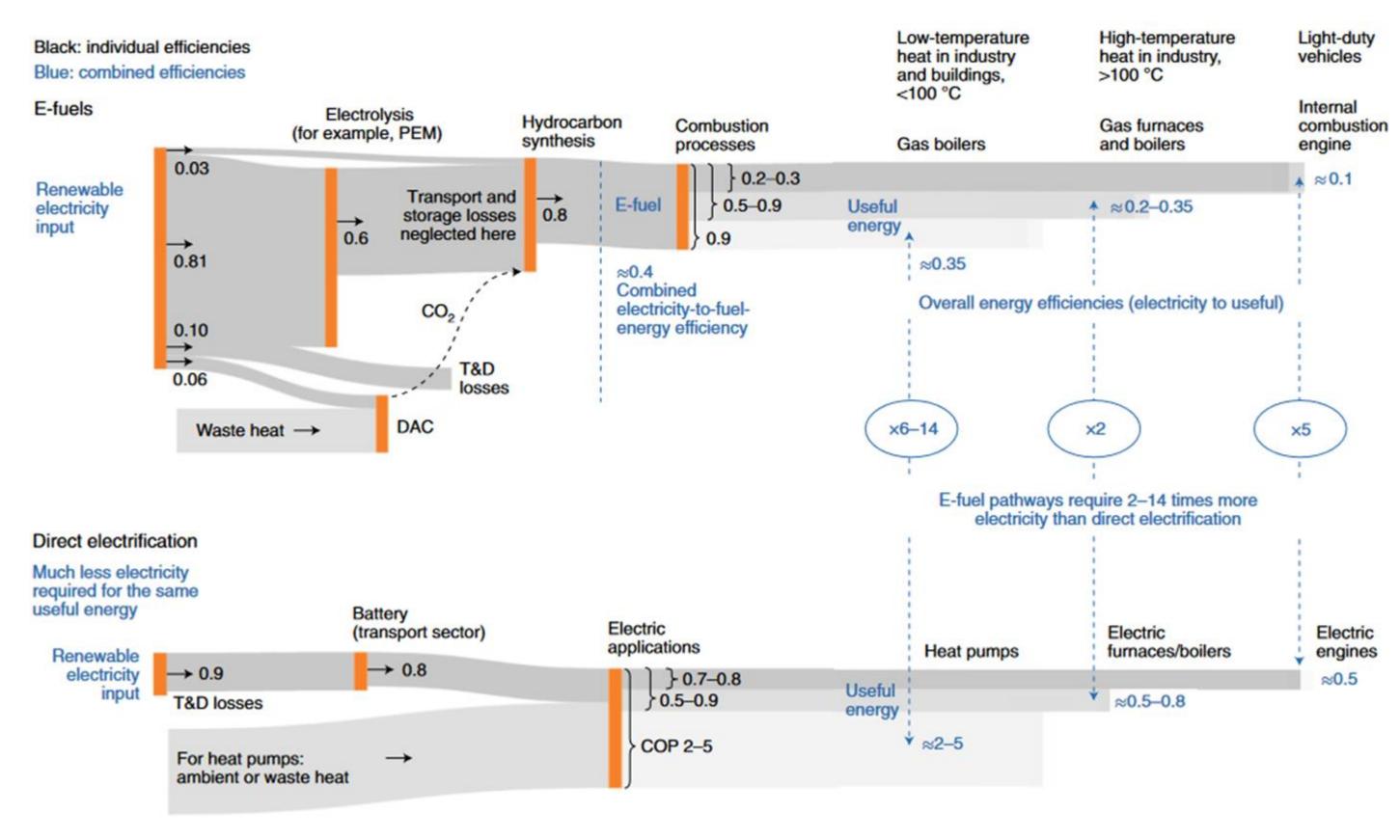
- Auch E-Fuels bleiben voraussichtlich noch lange knapp.
- Allein die potenzielle deutsche E-Fuel Nachfrage übersteigt das unsichere globale E-Fuel Angebot in 2030 um einen Faktor 14.



Knackpunkt 2: Effizienz

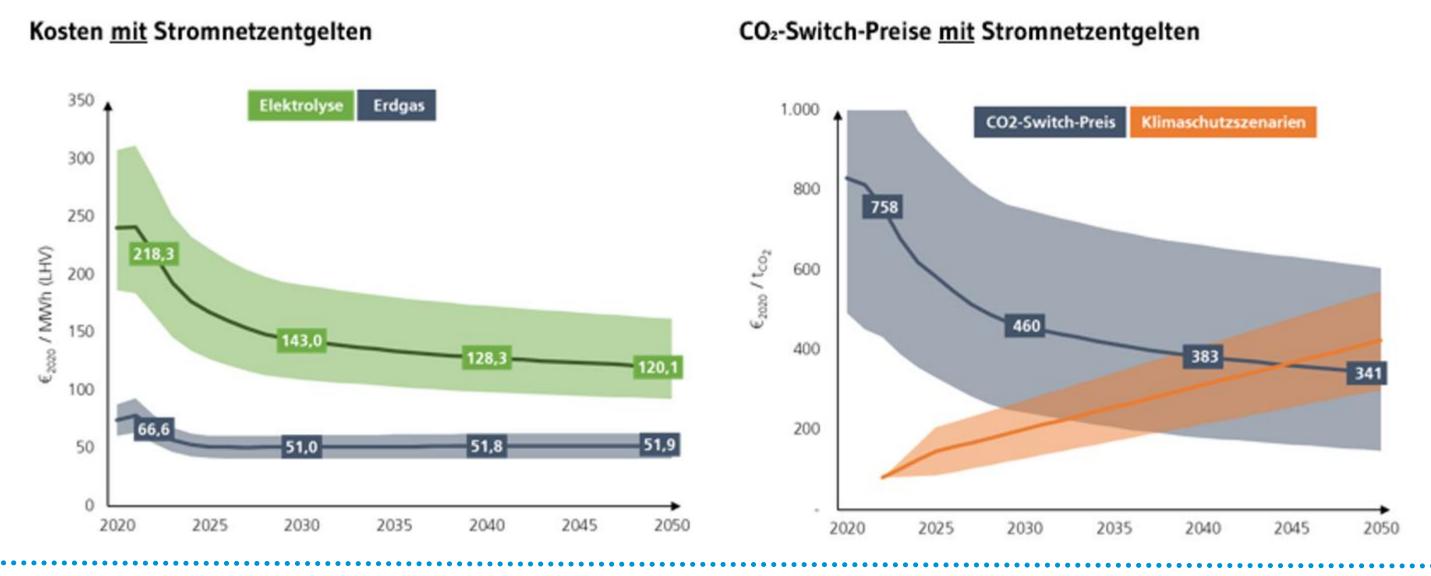
2045

• Wasserstoff und E-Fuels nutzen knappen EE-Strom sehr ineffizient.



Knackpunkt 3: Kosten

• Grüner Wasserstoff bleibt auf absehbare Zeit teurer als z.B. Erdgas.



Literatur

- Odenweller, A. et al. Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply. Nat Energy 7, 854–865 (2022).
- Odenweller, A. et al. Wasserstoff und die Energiekrise fünf Knackpunkte (2022).
- Ueckerdt, F. et al. Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. Nat. Clim. Chang. 11, 384–393 (2021).
- Ueckerdt, F. et al. Durchstarten trotz Unsicherheiten: Eckpunkte einer anpassungsfähigen Wasserstoffstrategie (2021).





