

Dekarbonisierungs- und Elektrifizierungspotenziale in der Industrie – Rolle von H₂, Elektrodenkesseln und Wärmepumpen

Jessica Thomsen

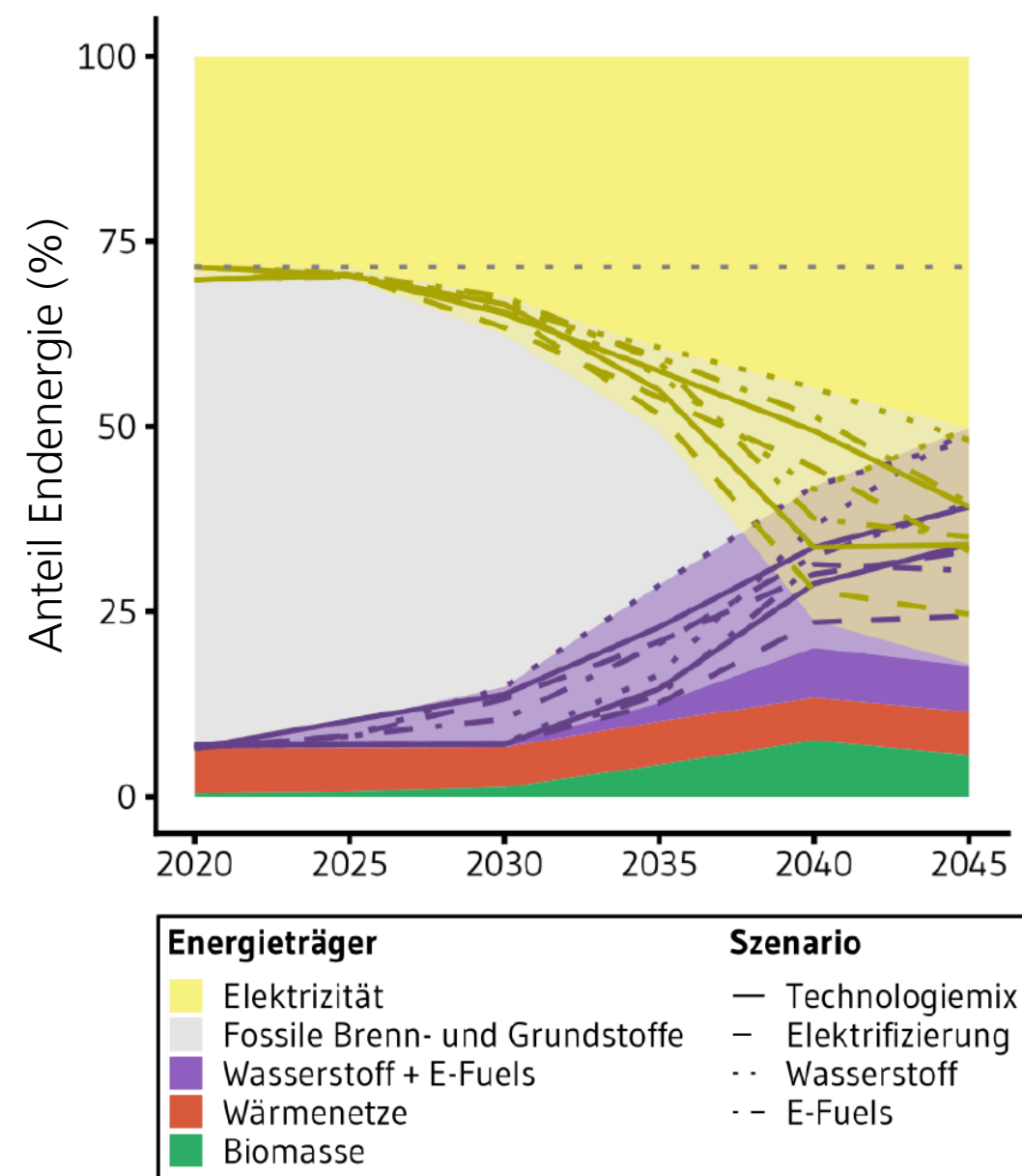
Wissenschaft trifft Wirtschaft
15. September 2022

www.ise.fraunhofer.de

Dekarbonisierung der Industrie

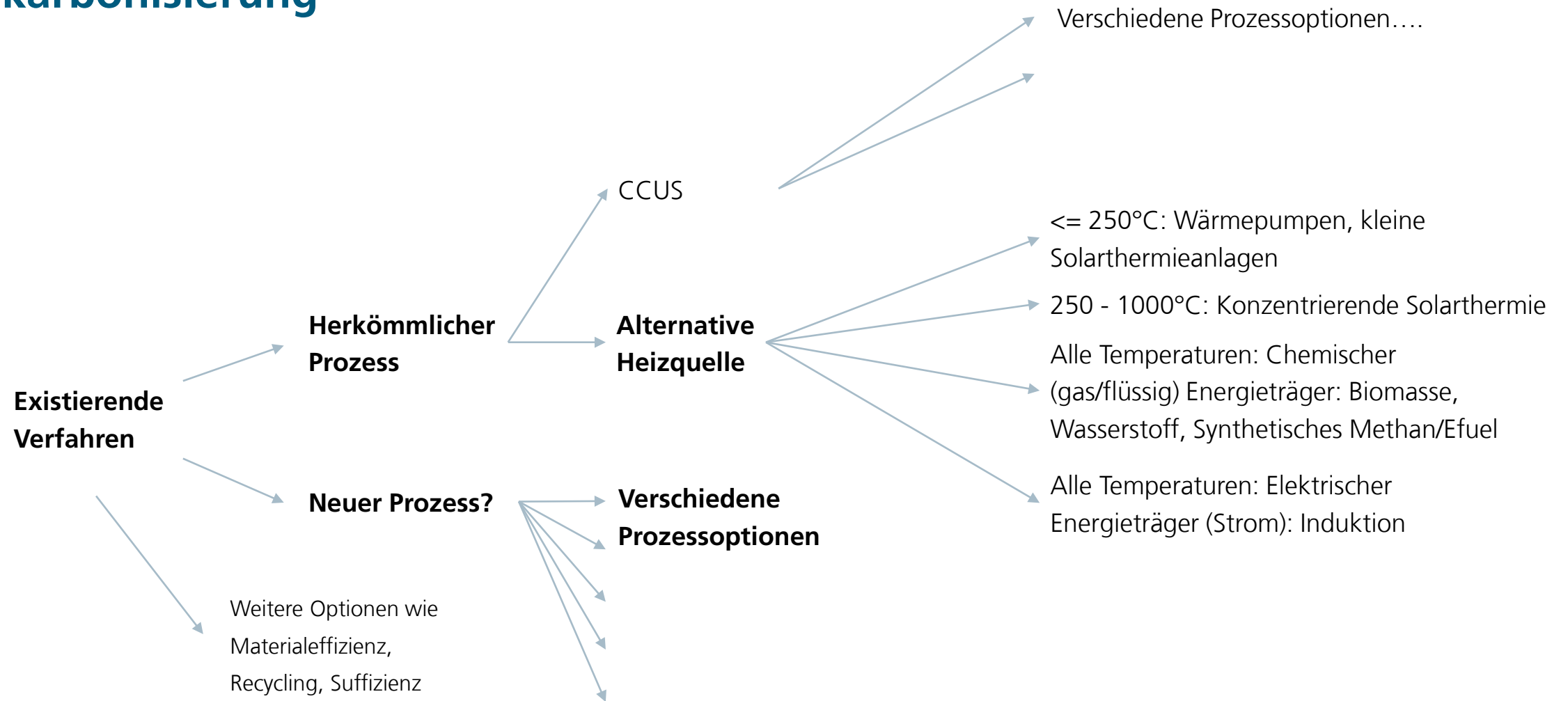
Einsichten aus Energiesystemmodellen

- Verschiedene technologische Schwerpunkte werden in unterschiedlichen Szenarien (Linientypen) aufgespannt.
- Über verschiedene Modelle und Szenarien entsteht 2045 eine **Unsicherheit von ~30%** der Endenergienachfrage in der Industrie zwischen **indirekter Elektrifizierung** und **direkter Elektrifizierung**.
- **Folgende Szenarienannahmen entscheiden über das Ergebnis im Industriesektor:**
 - Verfügbarkeit und Preise von CO₂-neutralem Energieimport
 - Inländische Kapazität von Erneuerbaren und Power-to-X
 - Verfügbare Infrastruktur



Ueckerdt et al. (2021): Durchstarten trotz Unsicherheiten: Eckpunkte einer anpassungsfähigen Wasserstoffstrategie. Hrsg. von Kopernikus-Projekt Ariadne.

Mögliche Optionen zur CO₂-neutralen Wärmebereitstellung und Dekarbonisierung

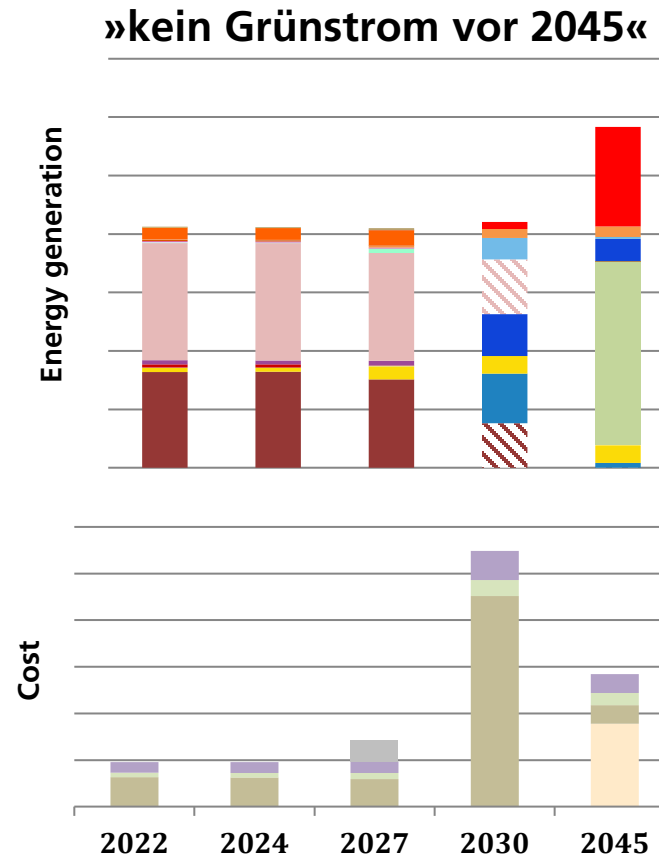
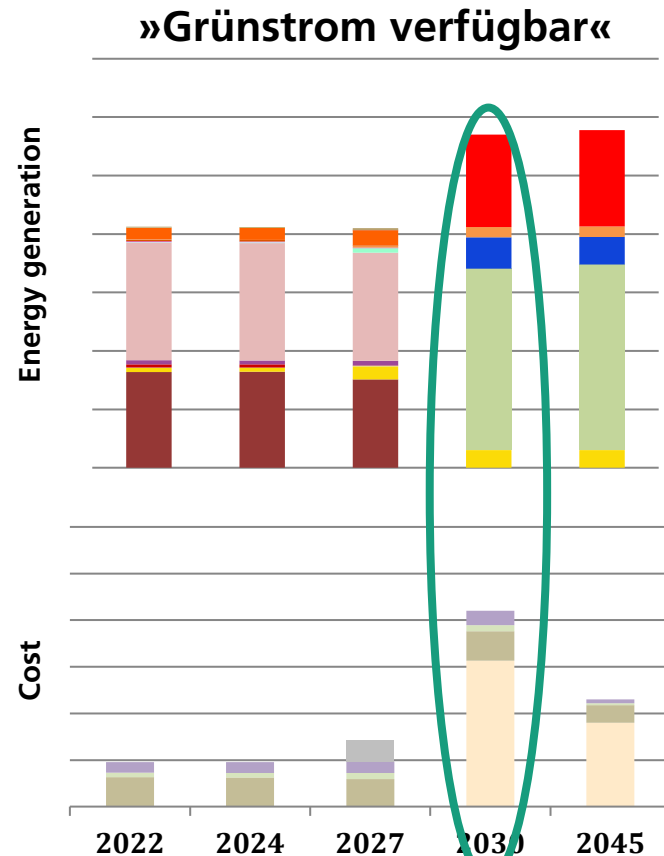


Quelle: Bataille et al. 2018: A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement, in: *Journal of Cleaner Production* 187 (2018), 960-973.

FHG-SK: ISE-INTERNAL

Einzelbetrachtung zeigt Sensitivität : Beispiel aus der Papierindustrie

Modellergebnisse des Modells District für eine konkrete Liegenschaft



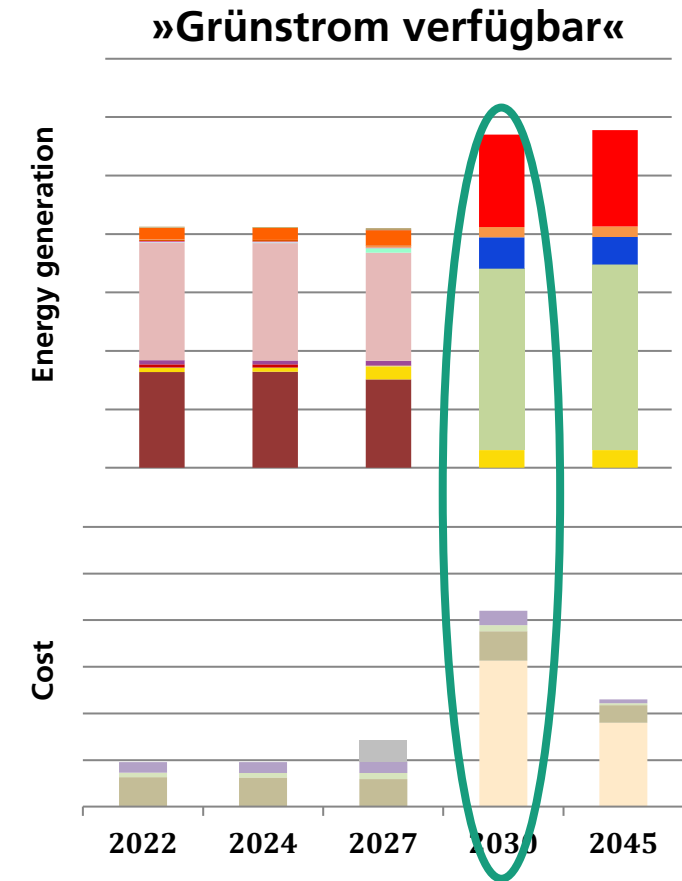
- Keine Wärmequellen auf dem Gelände erschließbar -> keine Wärmepumpe als Teil des Versorgungsmixes
- Temperaturniveaus der Prozesse 100 – 450°C, Zuordnung zu passenden Versorgungstechnologien

CHP (elec.) CHP (heat) Steam boiler I
PV Steam boiler II

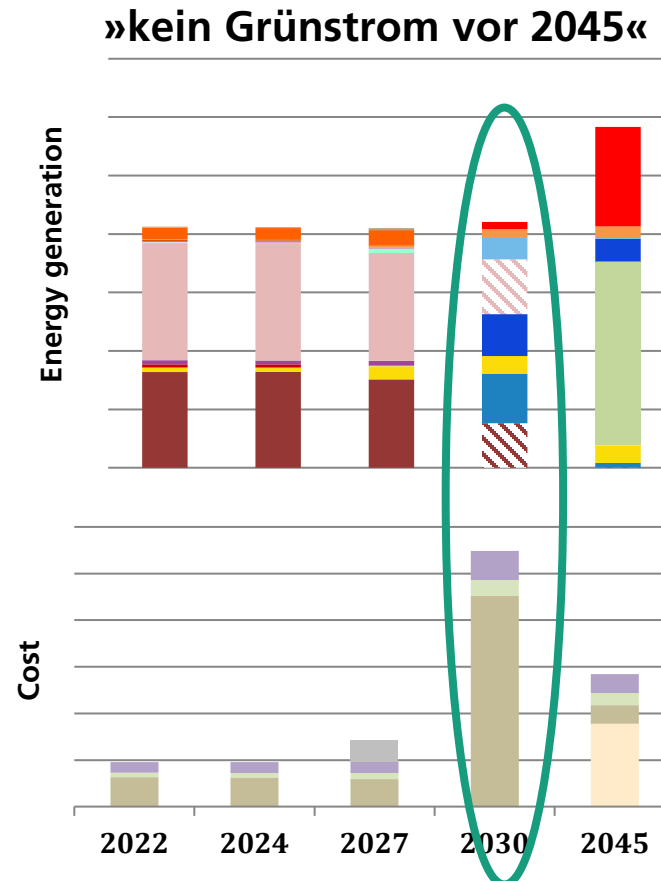
Power-to-heat Fuel cell H₂
Boiler (H₂-ready) Elec. import (CO₂-neutral) CHP (H₂)
Elec. import fuel cost
fix cost CO₂ cost annuity

Einzelbetrachtung zeigt Sensitivität : Beispiel aus der Papierindustrie

Modellergebnisse des Modells District für eine konkrete Liegenschaft



CHP (elec.) CHP (heat) Steam boiler I
PV Steam boiler II



Power-to-heat Boiler (H₂-ready) Fuel cell H₂ Elec. import (CO₂-neutral) CHP (H₂)
Elec. import fix cost fuel cost CO₂ cost annuity

- H2-basierte Lösung 2030 teurer unter den gesetzten Annahmen
- 2030 starke Pfadabhängigkeit, 2045 Elektrifizierung, da Deutschlands Stromerzeugung insgesamt treibhausgasneutral
- H2-Verfügbarkeit 2030 am Standort fraglich
- Hohe Sensitivität auf Preisannahmen
- Strategischer Unternehmensprozess über einen längeren Zeitraum notwendig

Fazit zu Dekarbonisierungspfaden

Einzellösungen standort- und prozessabhängig

Dekarbonisierungspfade variieren

- Pfade zeigen eine hohe Unsicherheit bzgl. des Verhältnisses von direkter und indirekter Elektrifizierung
- Alle Pfadoptionen erfordern einen zügigen Ausbau erneuerbarer Technologien, da H₂ eine indirekte Elektrifizierung ist

Einfluss Technologieverfügbarkeit bis 2030

- Aktuell keine 100% H₂-ready Erzeugungstechnologien im großen Maßstab verfügbar
- Elektrifizierungstechnologien vorhanden, Nutzbarkeit branchen- und prozessspezifisch

Lokale Lösung notwendig

- Lokale Gegebenheiten haben einen großen Einfluss auf den möglichen Lösungsraum -> Keine One-size fits all Lösung
- Lokale Wärmepotentiale können durch Wärmepumpen effektiv genutzt werden für Temperaturniveaus < 150 °C
- Strategischer Unternehmensprozess notwendig

Zielerreichung ist mit Aufwand verbunden

- Firmen sollten Personal, Messsysteme & Know-How einplanen
- Lokale Gegebenheiten, insb. Potentiale für EE-Strom und Wärme evaluieren
- Entwicklung des H₂-Marktes muss beobachtet werden, insbesondere die zeitliche Verfügbarkeit am eigenen Standort

Kontakt

Jessica Thomsen

Jessica.thomsen@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
www.ise.fraunhofer.de