

Energiewende mit Wasserstoff

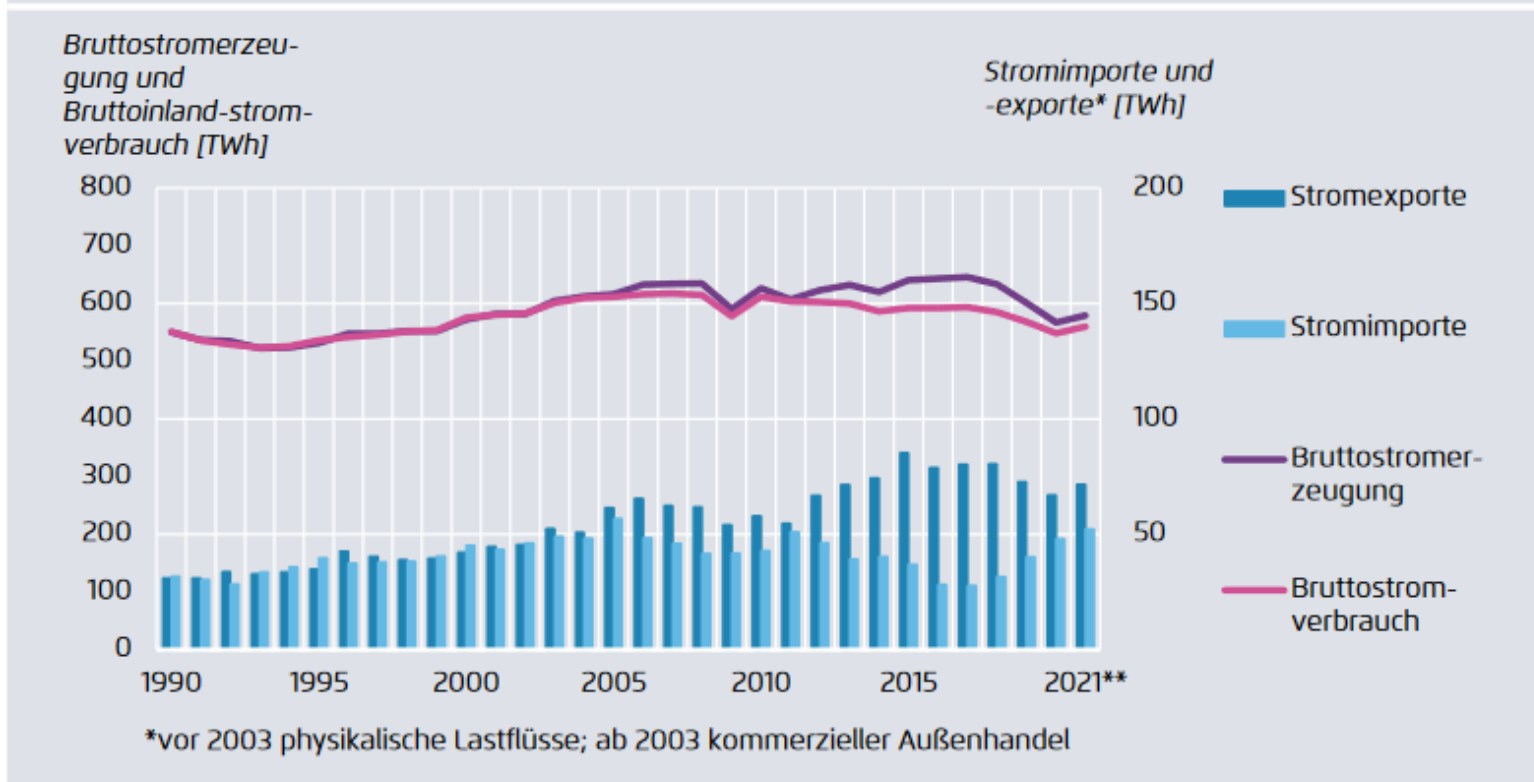
Forum Energie

Dr.-Ing. Jens zum Hingst, Dr.-Ing. Andreas Lindermeir
CUTEC Forschungszentrum

Clausthal-Zellerfeld, den 27. September 2023

Stromproduktion, Stromverbrauch und Stromtausch

Stromerzeugung und -verbrauch sowie Im- und Exporte steigen an:
Stromverbrauch, Stromerzeugung und Lastflüsse in das/aus dem Ausland von 1990 bis 2021 Abbildung 2-6

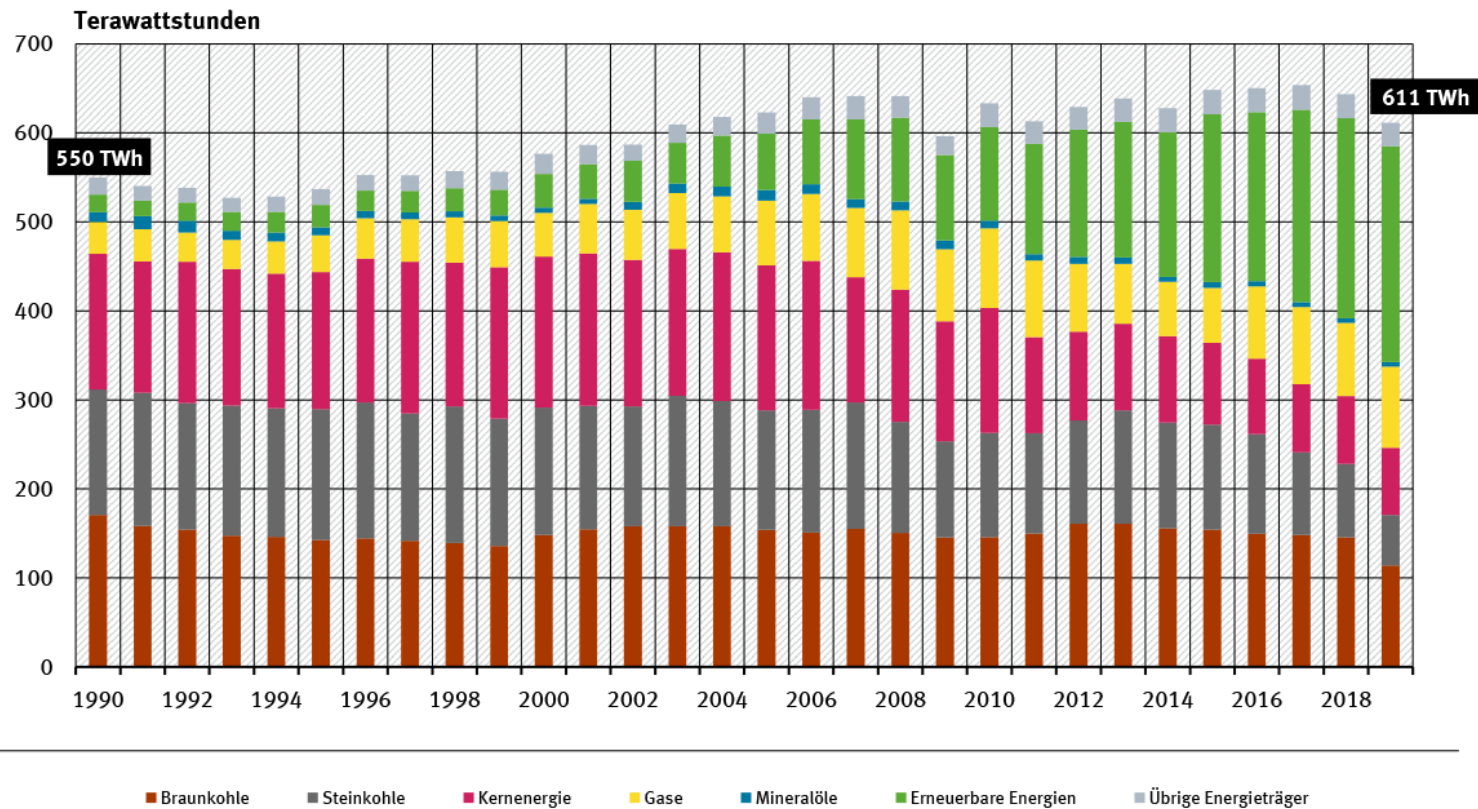


BMWK (2021b); AGEE Stat (2021a); Statistisches Bundesamt (2021b); CDC (2021); **vorläufige Angaben

Quelle: Agora Energiewende (2022)

Entwicklung der Bruttostromerzeugung (in TWh)

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

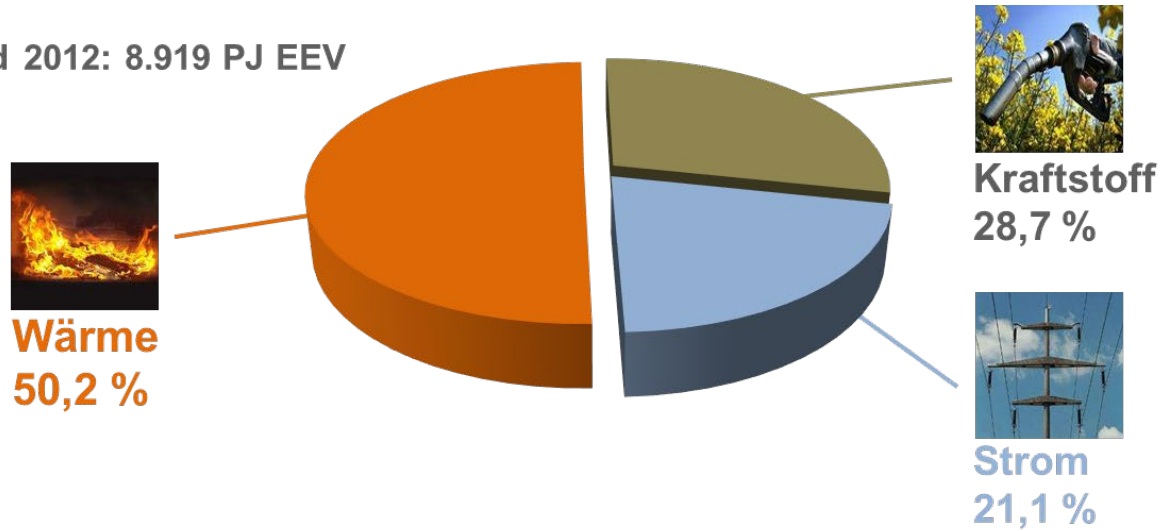


2019 vorläufige Angaben, zum Teil geschätzt

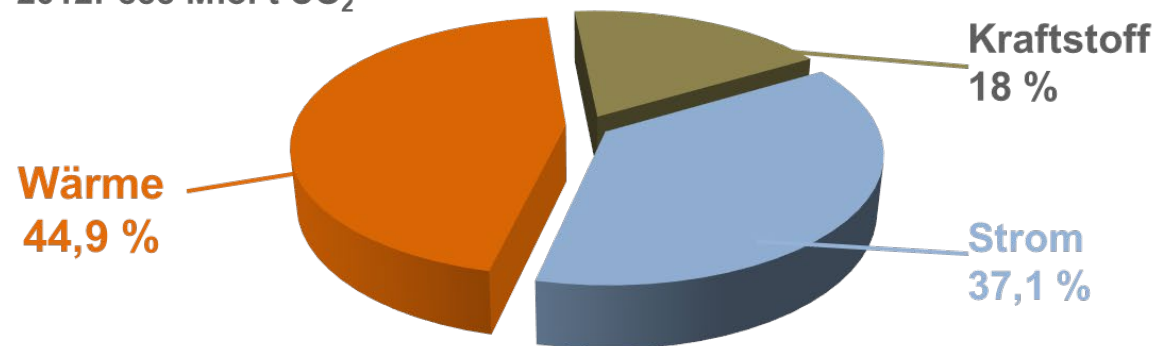
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Sondertabelle Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2019 nach Energieträgern, Stand 12/2019

Energiewende - Stromwende

Deutschland 2012: 8.919 PJ EEV



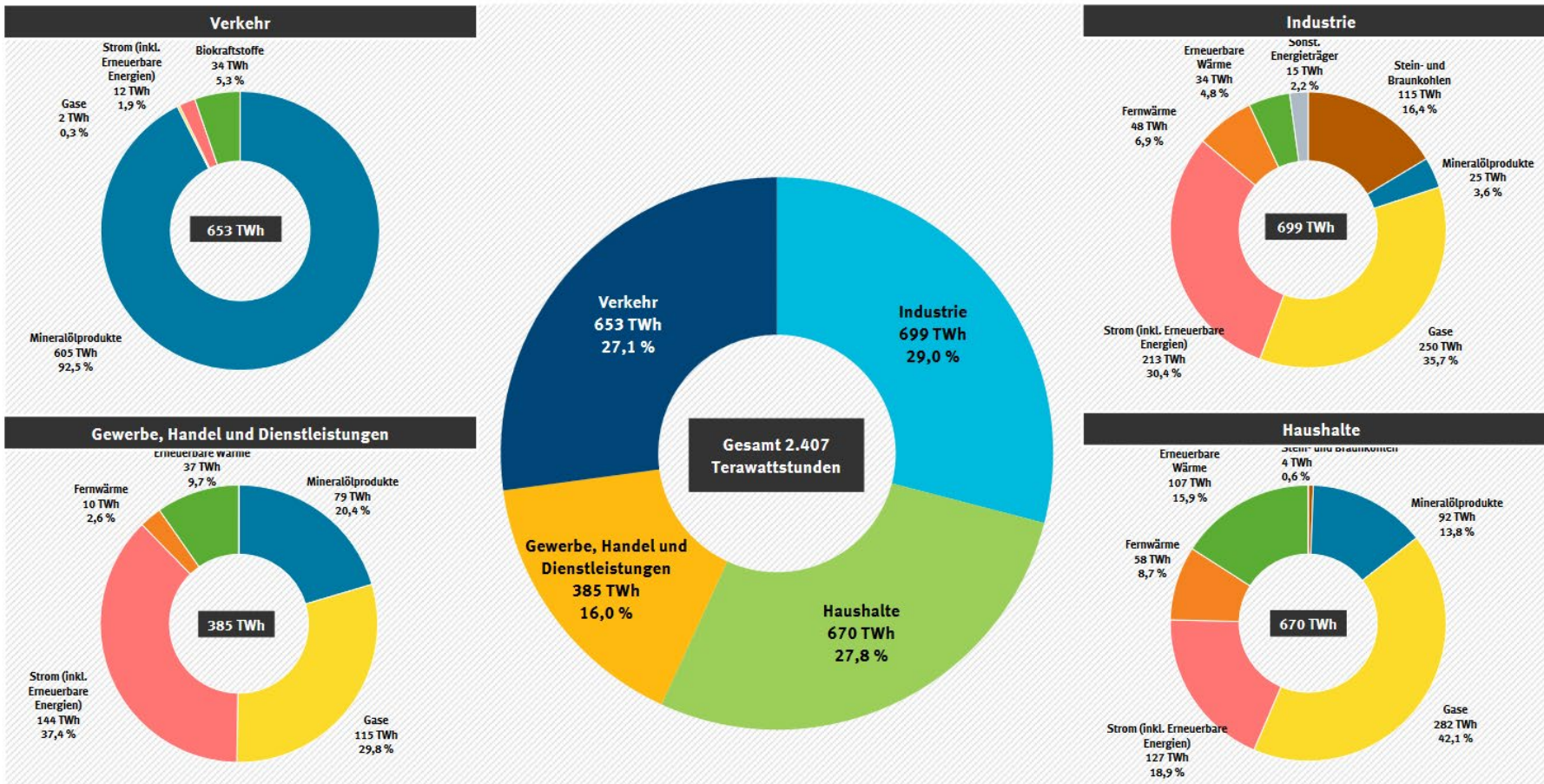
Deutschland 2012: 855 Mio. t CO₂



Quelle: AGEB 2014

Endenergieverbrauch Deutschland

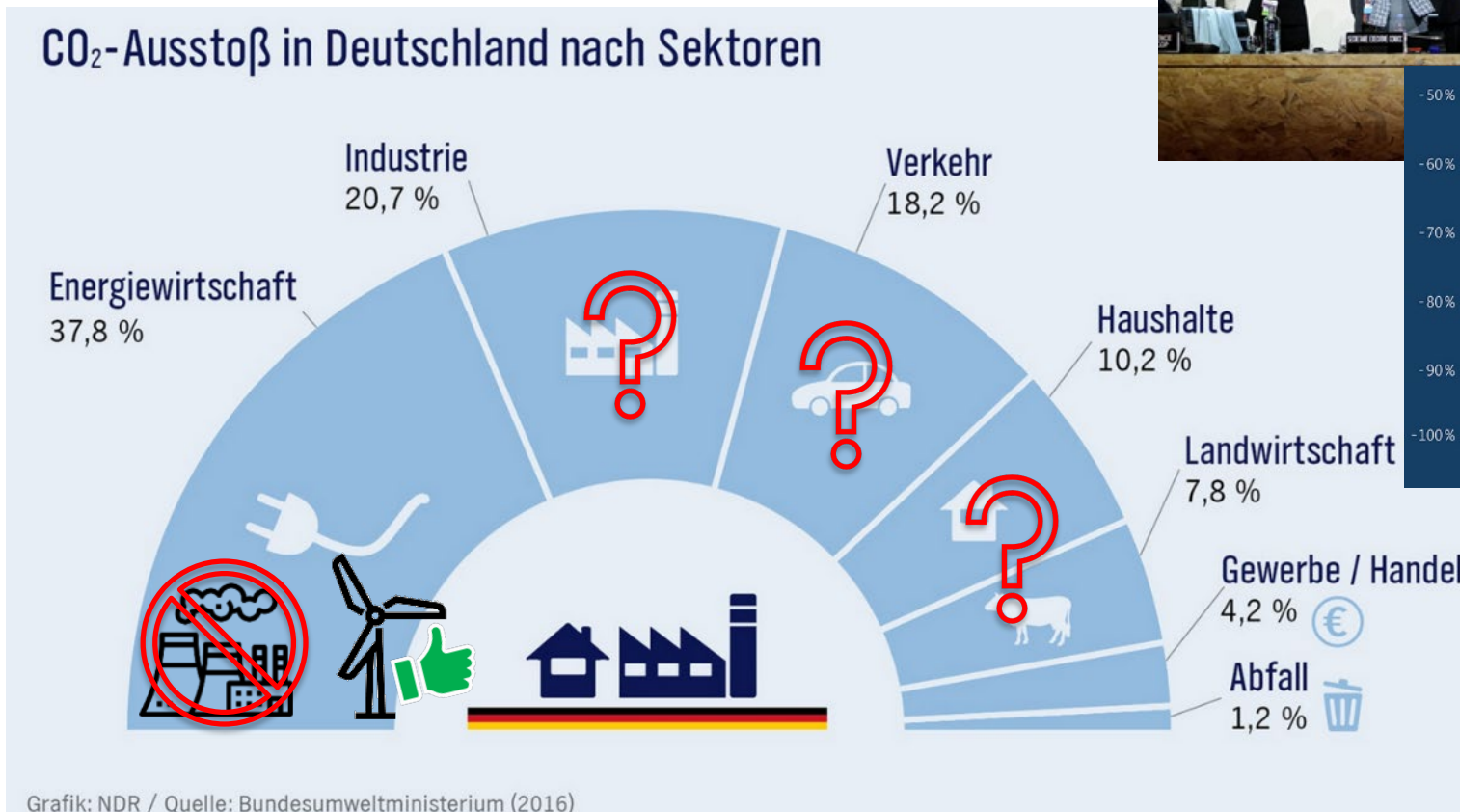
Endenergieverbrauch 2021 nach Sektoren und Energieträgern*



* vorläufige Angaben

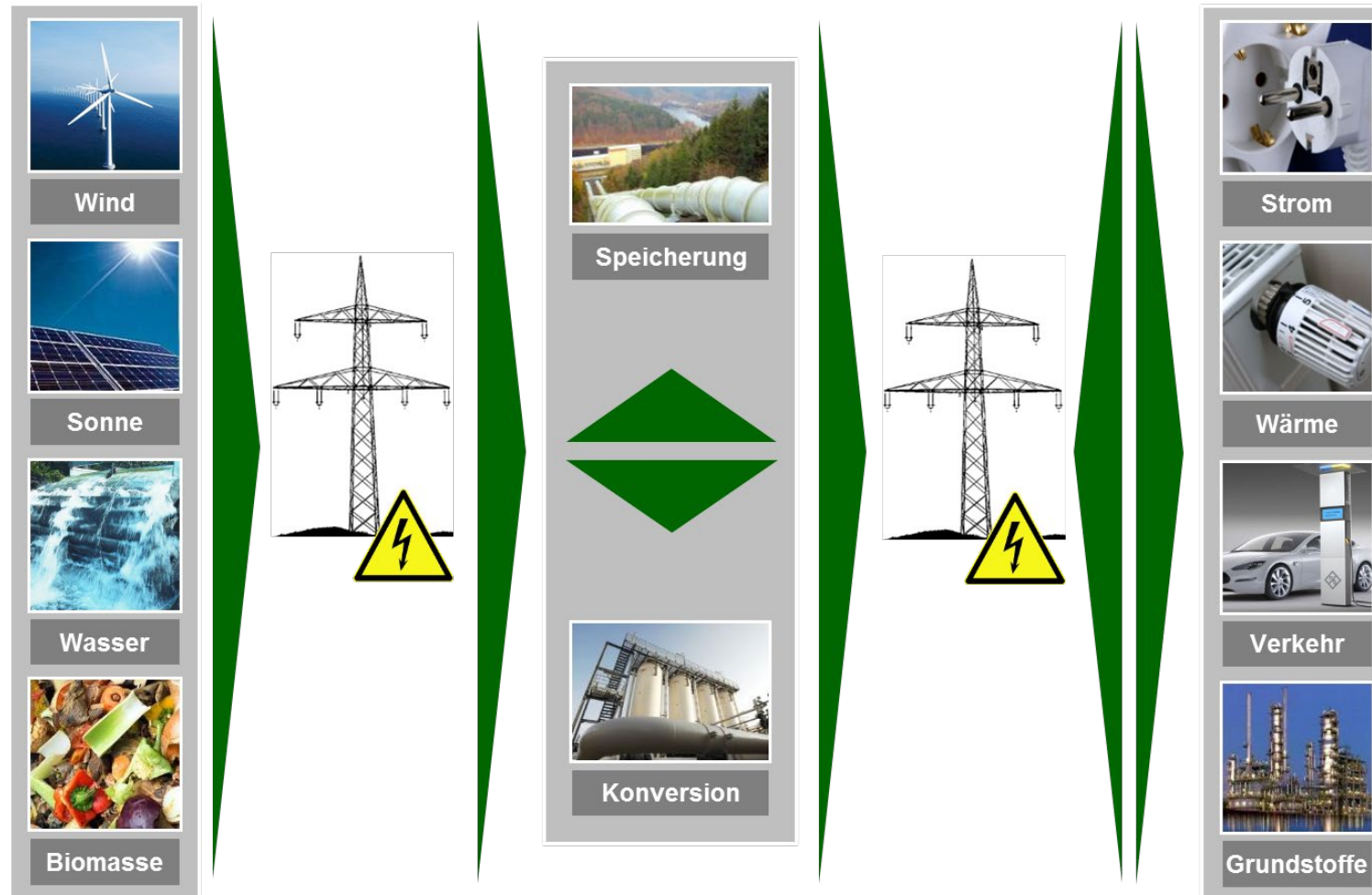
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2022

Klimaschutz und Energiewende

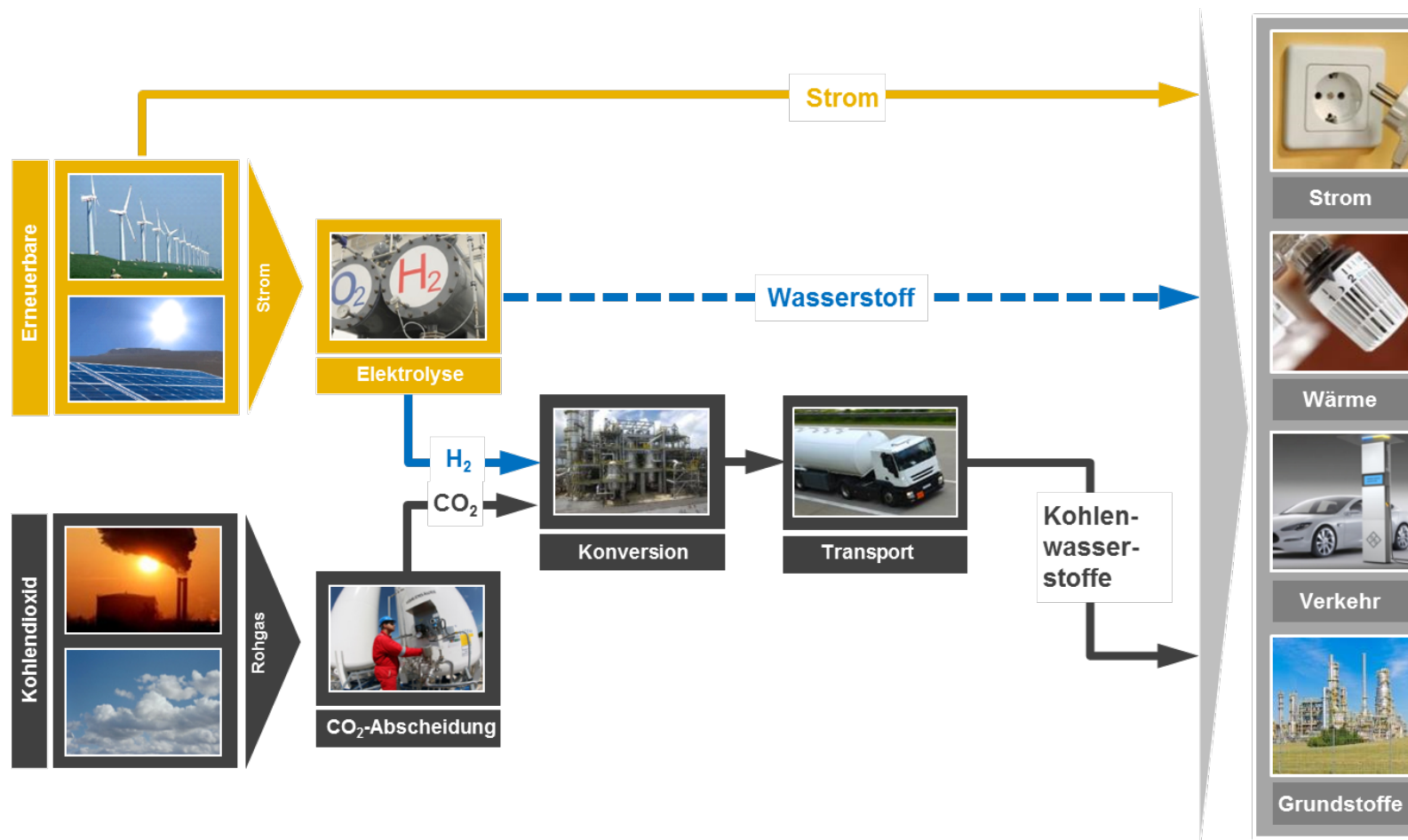


Quelle: Bundesregierung

Zukünftige stromdominierte Infrastruktur

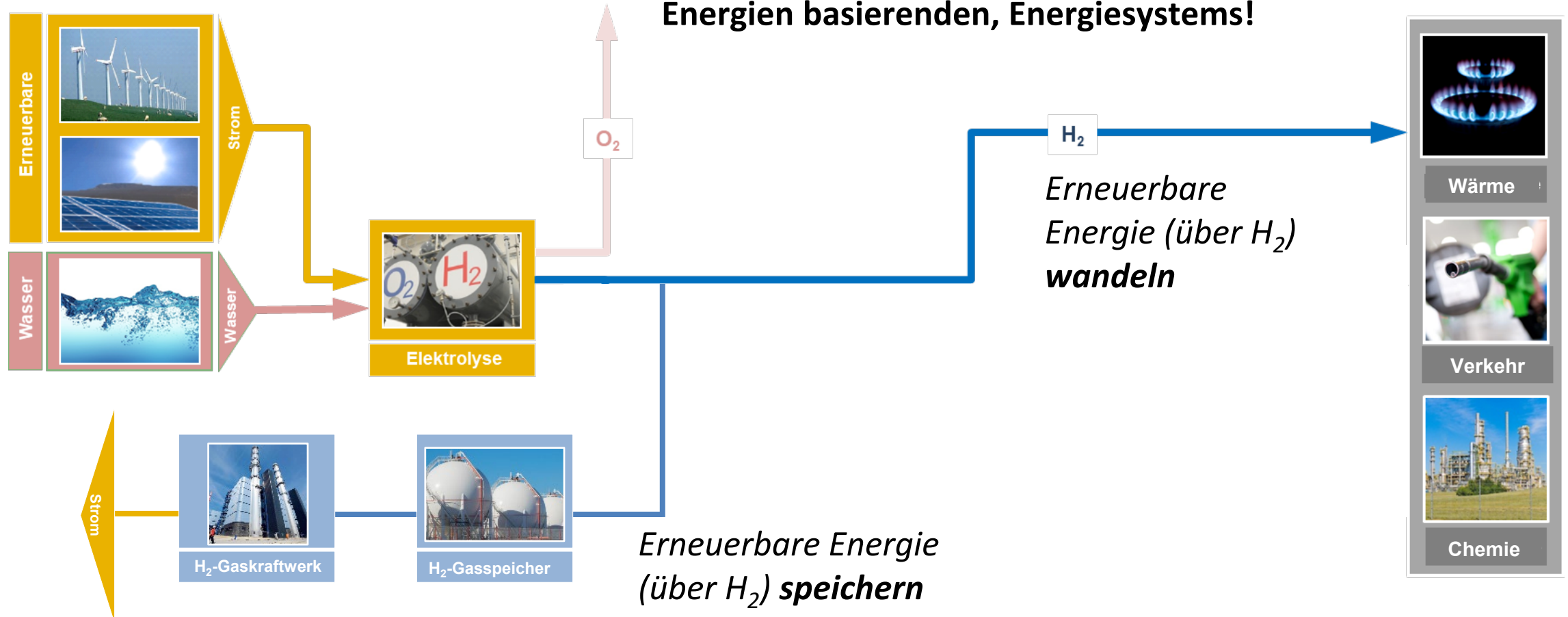


Power to All – Power, Heat, Gas, Liquid



Wasserstoff als Baustein der Energiewende

Wasserstoff ist ein zentraler Baustein eines zukünftigen, auf erneuerbaren Energien basierenden, Energiesystems!



Wasserstoffherstellung per Elektrolyse

- Prinzip: Wasserspaltung durch Eintrag elektrischer Energie:
 $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$
- Wirkungsgrade: 70 – 80 %
- Verfügbare Elektrolysetechnologien
 - Alkalische Elektrolyse (AEL)
 - PEM-Elektrolyse (PEMEL)
 - Hochtemperatur-Elektrolyse (HTEL)
 - Anion-Exchange-Membran-Elektrolyse (AEM)

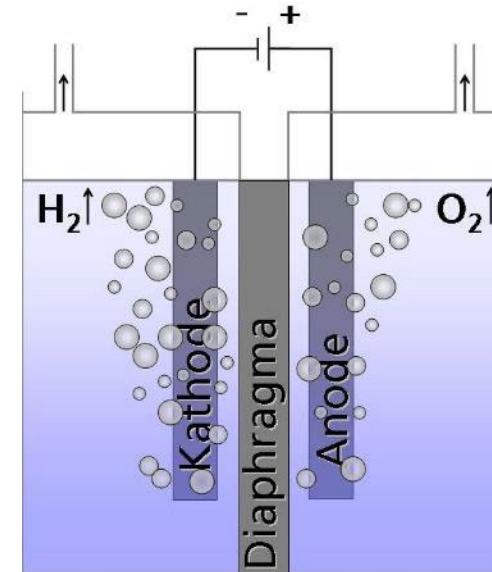


Bild: ifam-dd.fraunhofer.de



Bild: ELB Elektrolysetechnik



Bild: Siemens AG



Bild: Sunfire GmbH

Aufbau Elektrolyseur-Fertigung

30.08.2023 **PRESSEMITTEILUNG** Innovationsförderung

Bundeswirtschaftsminister Habeck übergibt Förderbescheid über 162 Mio. Euro für den Aufbau einer industriellen Fertigung von Elektrolyseuren in Dresden

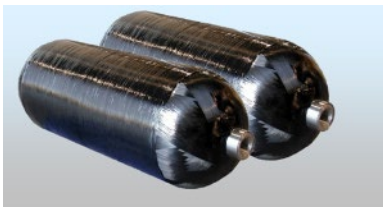
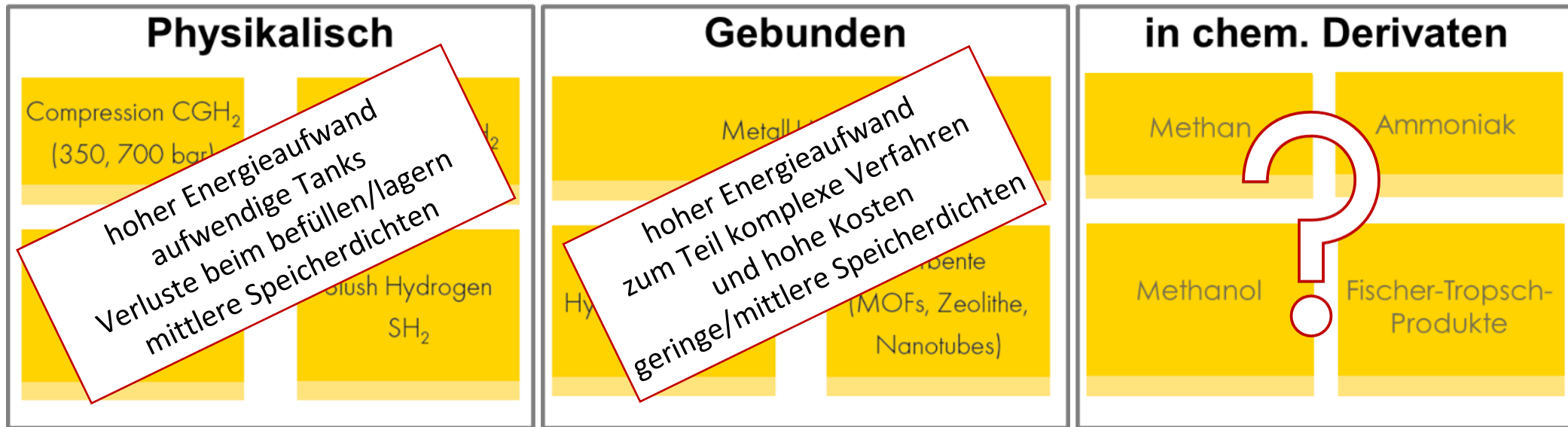
In Deutschland stehen weitere Investitionen in die deutsche Wasserstoffwirtschaft an. Bundeswirtschafts- und Klimaschutzminister Robert Habeck hat dafür heute gemeinsam mit dem Staatsminister für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Martin Dulig, einen Förderbescheid über rund 162 Mio. Euro an die Sunfire GmbH in Dresden übergeben. Die Firma plant im Rahmen ihres Vorhabens „Sunfire 1500+“ die industrielle Fertigung von Elektrolyseuren, sowohl für die Alkali-(AEL) als auch für die Hochtemperatur-(SOEC) Technologie. Das Vorhaben wurde im Rahmen des Interessenbekundungsverfahrens für das IPCEI Wasserstoff im Mai 2021 ausgewählt. Elektrolyseure sind technische Vorrichtungen, mit denen in großen Mengen Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt werden kann.



Zwischenfazit

- H₂ ist ein flexibler Energieträger, der sektorenübergreifend eingesetzt werden kann
 - auch zur saisonalen Energiespeicherung und Flexibilisierung einsetzbar
 - kann fossilen Wasserstoff in bestehenden Anwendungen (Raffinerien, chem. Industrie, ...) ersetzen und in neuen Anwendungen (Verkehr, Wärmeversorgung, ...) genutzt werden
 - Erzeugung über Wasserelektrolyse mit EE-Strom (CO₂-Emissionen!)
 - ABER: Sehr geringe (volumetrische) Energiedichte
 - 1 Liter Wasserstoff (gasförmig, 1 bar, 20°C): 0,0036 kWh
 - 1 Liter Erdgas (gasförmig, 1 bar, 20°C): 0,01 kWh
 - 1 Liter Diesel (flüssig, 1 bar, 20°C): 10 kWh
- **sehr große Speichervolumina erforderlich** 😞
- **Erhöhung der Energiedichte möglich?**

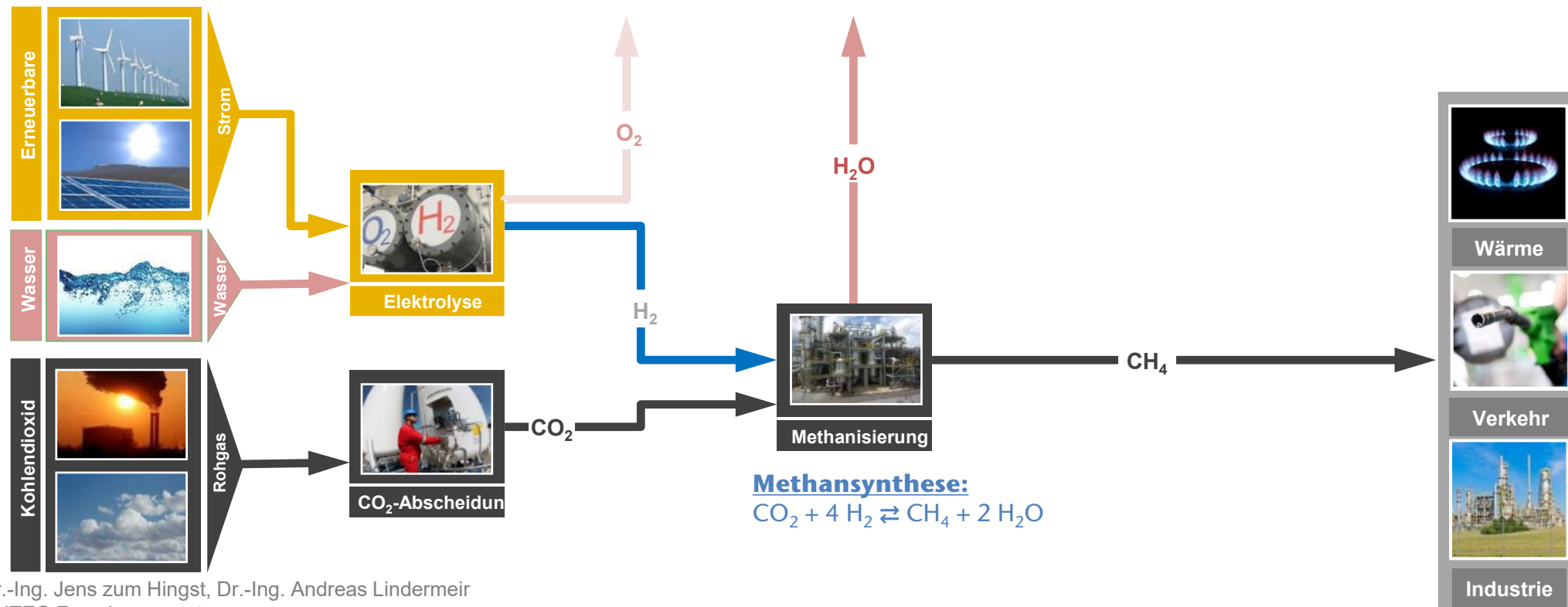
Speicheroptionen für Wasserstoff



Synthetisches Methan (CH₄)

Vorteil synthetisches Methan (CH₄)

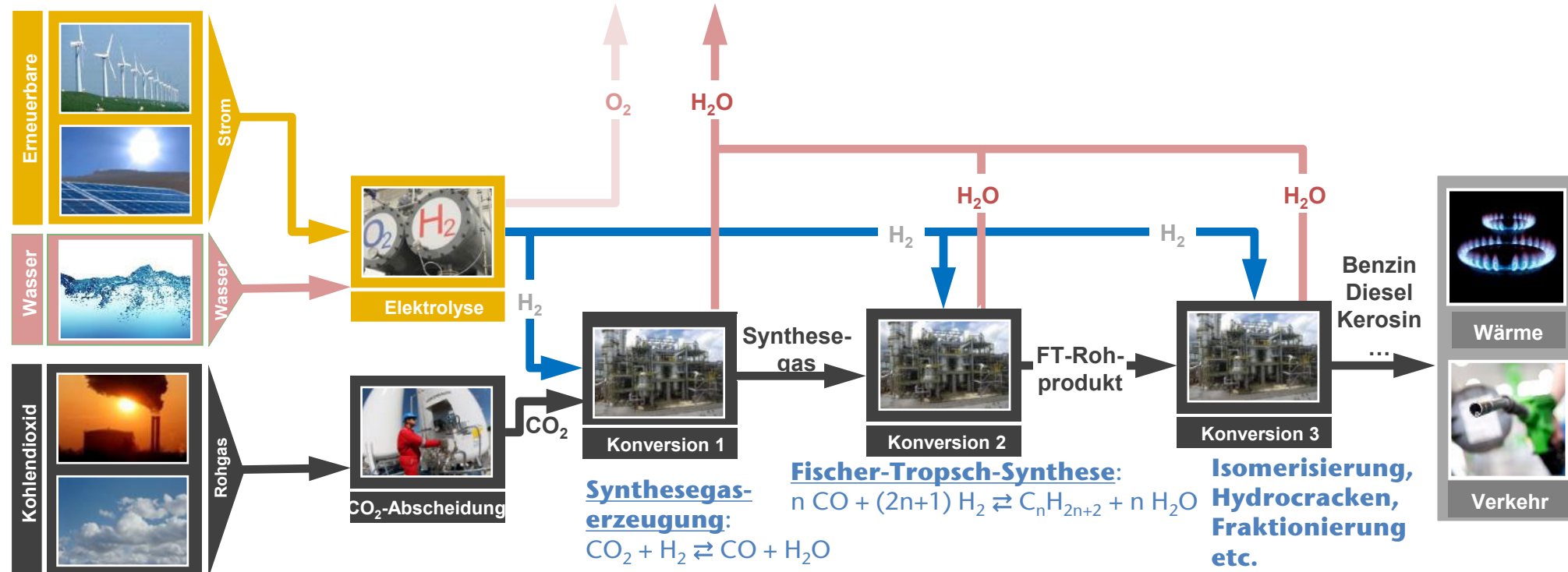
- Ersatz für fossiles Erdgas, Nutzung Erdgasnetz als vorhandene Speicher- und Verteilinfrastruktur
- Keine Umstellung beim Verbraucher notwendig
- Schrittweiser Übergang (H₂-Beimischung) möglich



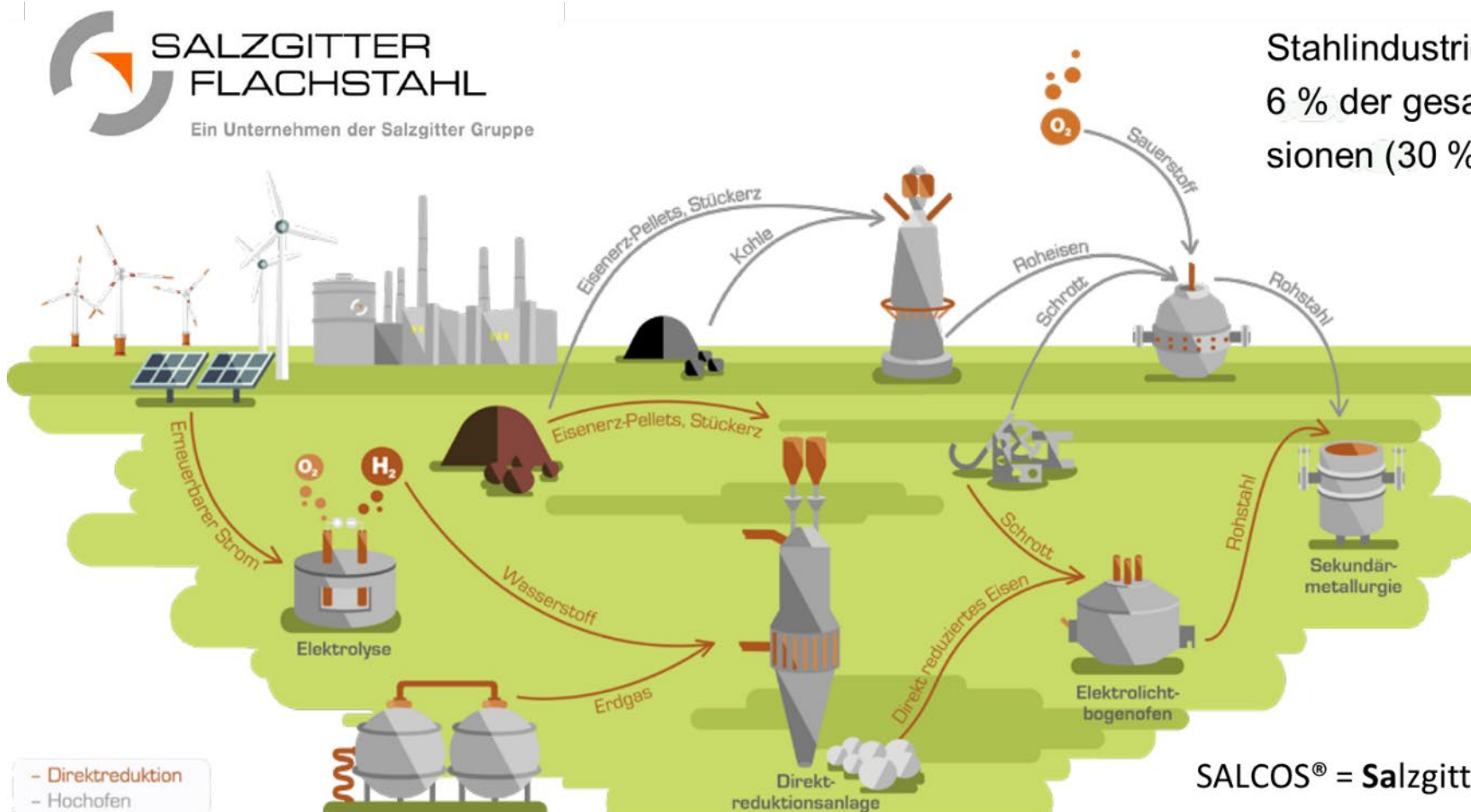
Synthetische Brenn- und Kraftstoffe (EFuels)

Vorteil synthetische Energieträger

- Ersatz für fossile Kraft- und Brennstoffe, Nutzung vorhandener Speicher- und Verteilinfrastruktur
- Keine Umstellung beim Verbraucher notwendig
- Schrittweiser Übergang (Beimischung) möglich



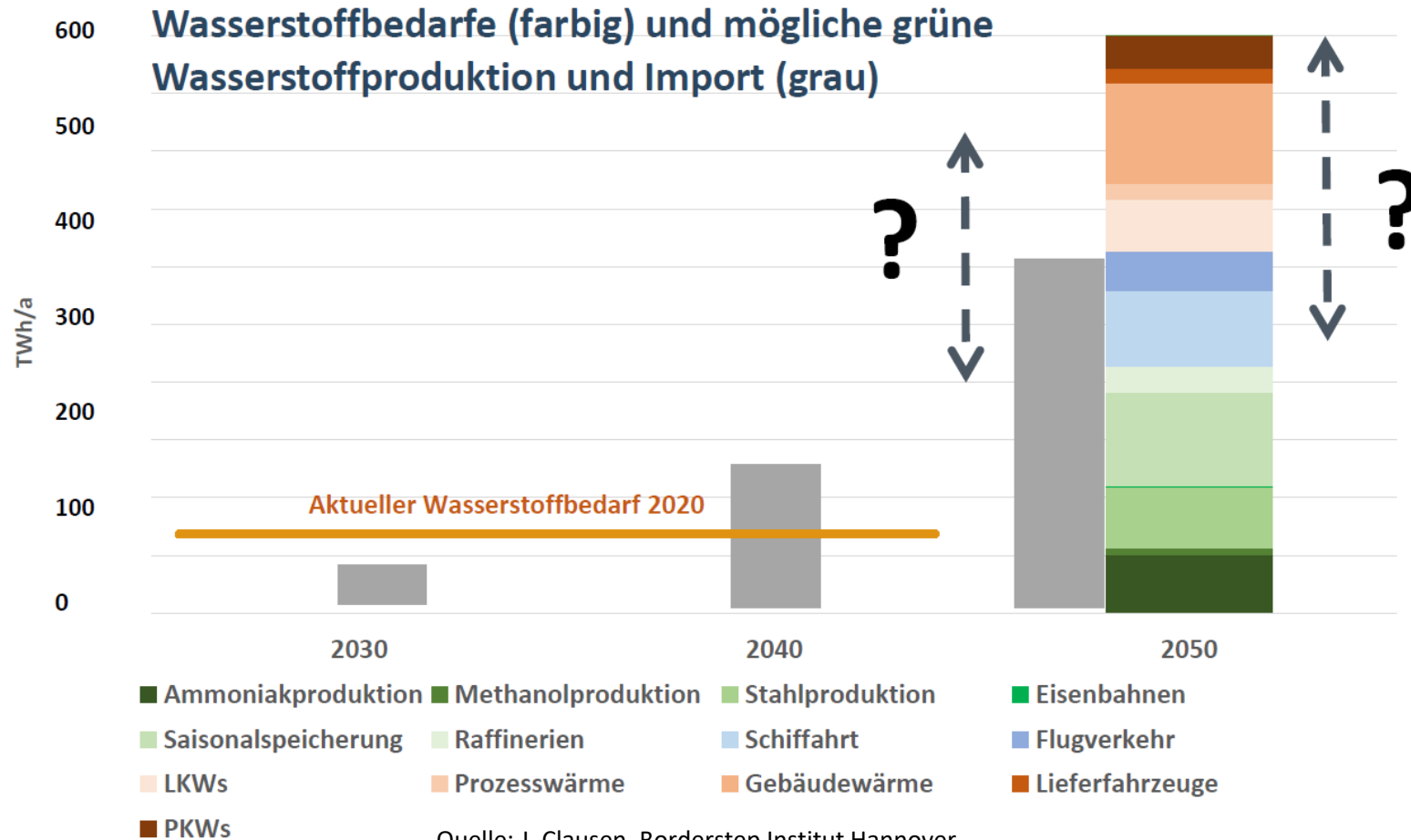
Beispiel 2: Wasserstoff in der Stahlherstellung



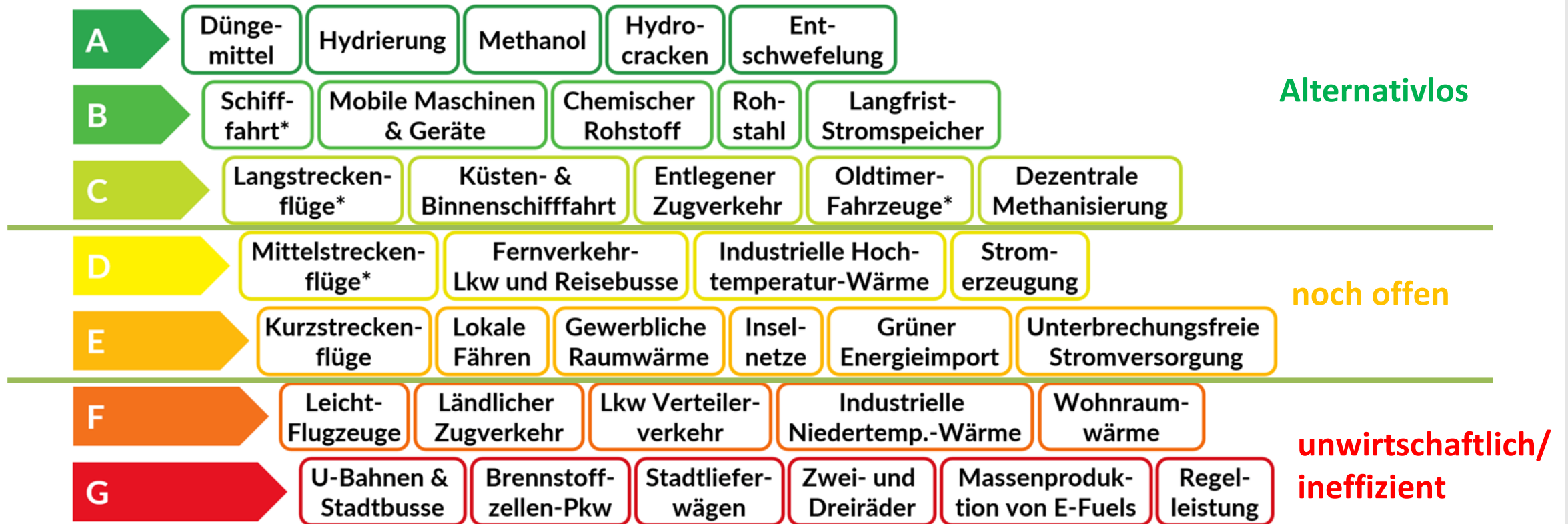
Stahlindustrie verursacht ca. 6 % der gesamten CO₂-Emissionen (30 % der Industrie).

SALCOS® = Salzgitter Low CO₂ Steelmaking

Angebot und Bedarf



Priorisierung des Wasserstoffeinsatzes



* Sehr wahrscheinlich in Form von mittels Wasserstoff erzeugten E-Fuels oder Ammoniak.

Fazit

- Wasserstoff kann (und wird) wichtige Funktionen im zusätzlichen Energiesystem übernehmen
- Für manche Anwendungen ist Wasserstoff die einzige Option zur Vermeidung von CO₂-Emissionen
- Grüner Wasserstoff ist (und bleibt auch erst einmal) ein „rares Gut“
- deshalb ist ein massenweiser Einsatz von Wasserstoff (und darauf basierenden Stoffen) im Individualverkehr und der Wärmeversorgung nicht zu erwarten
- Entscheidend für die Verringerung der CO₂-Emissionen ist die Verfügbarkeit von ausreichenden Mengen an erneuerbarem Strom

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

