



Ist Wasserstoff die Zukunft?

TH Rosenheim – Campus Burghausen (CTW)

21. März 2026

STUDIEREN, WO DIE CHEMIE STIMMT

Treibhausgase

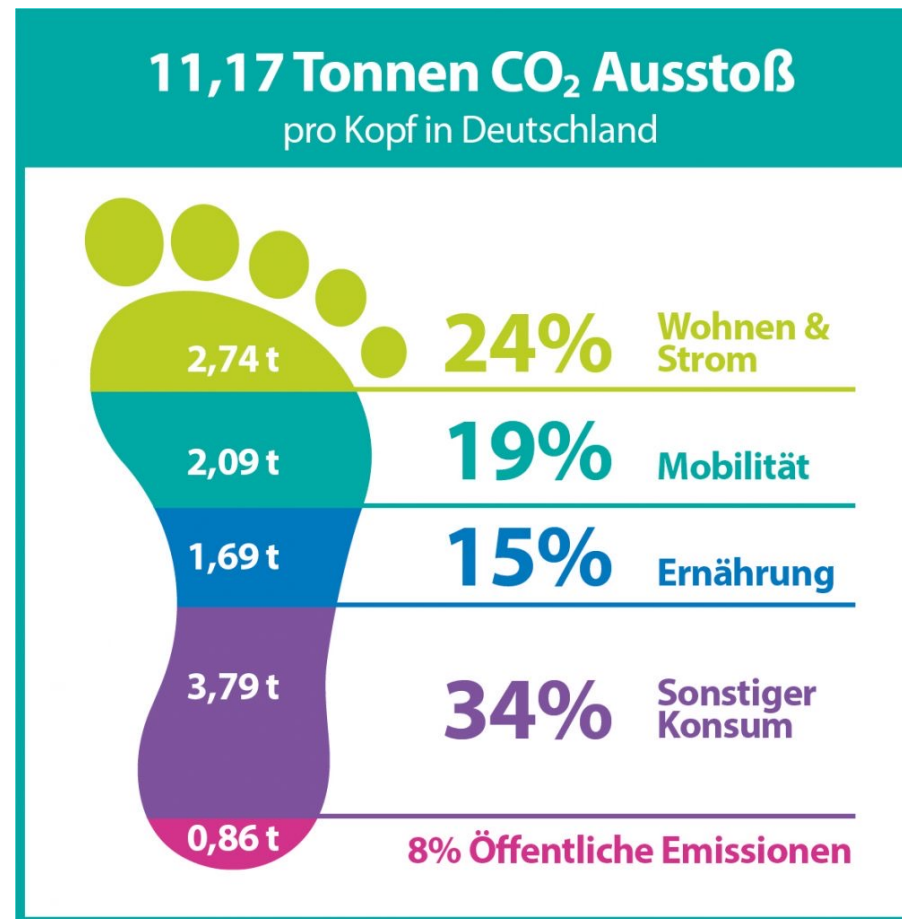
Herausforderung



Dimensionen der globalen “defossilization challenge”

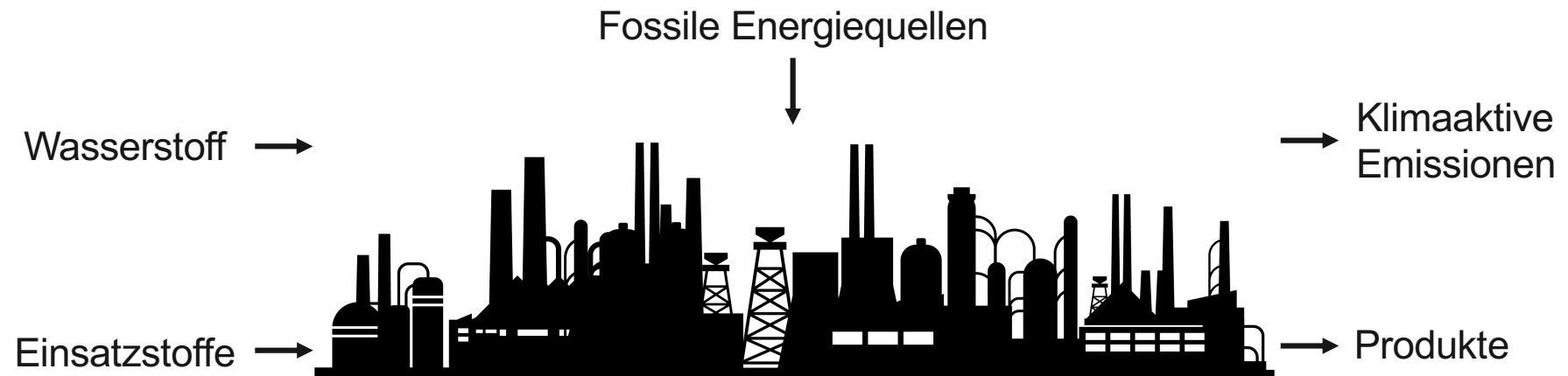
- Um das 1,5 ° C-Ziel zu halten, darf die Atmosphäre max. 420 Gt CO₂ equiv. enthalten.
- Um das 2 ° C-Ziel zu halten, darf die Atmosphäre max. 1170 Gt CO₂ equiv. enthalten.
- Heutige Emissionen erreichen diese Schwellen in 10 (1.5 ° C) bzw. in 27 Jahren (2 ° C).

CO₂-Emissionen Privatpersonen



Industrielle Emissionen

Wie setzen sich Emissionen zusammen?



Scope 1: Direkte klimaaktive Emissionen im eigenem Unternehmen

Scope 2: Indirekte klimaaktive Emissionen durch Energielieferanten

Scope 3: Indirekte klimaaktive Emissionen in der gesamten Wertschöpfungskette

Folgen

Klimaerwärmung

Globaler Temperaturanstieg

→ heute schon im Mittel ca. 1 ° C wärmer als 1880

Wärmere und saurere Ozeane

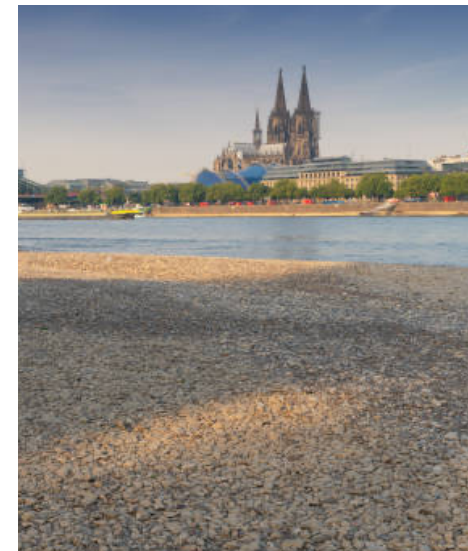
→ pH-Wert des Ozeans sinkt durch stärkeres Einlösen von CO₂

Abschmelzende Eismassen an den Polen und Gletscher

→ 12,8 % Verlust an arktischer Eismasse in den letzten 10 Jahren

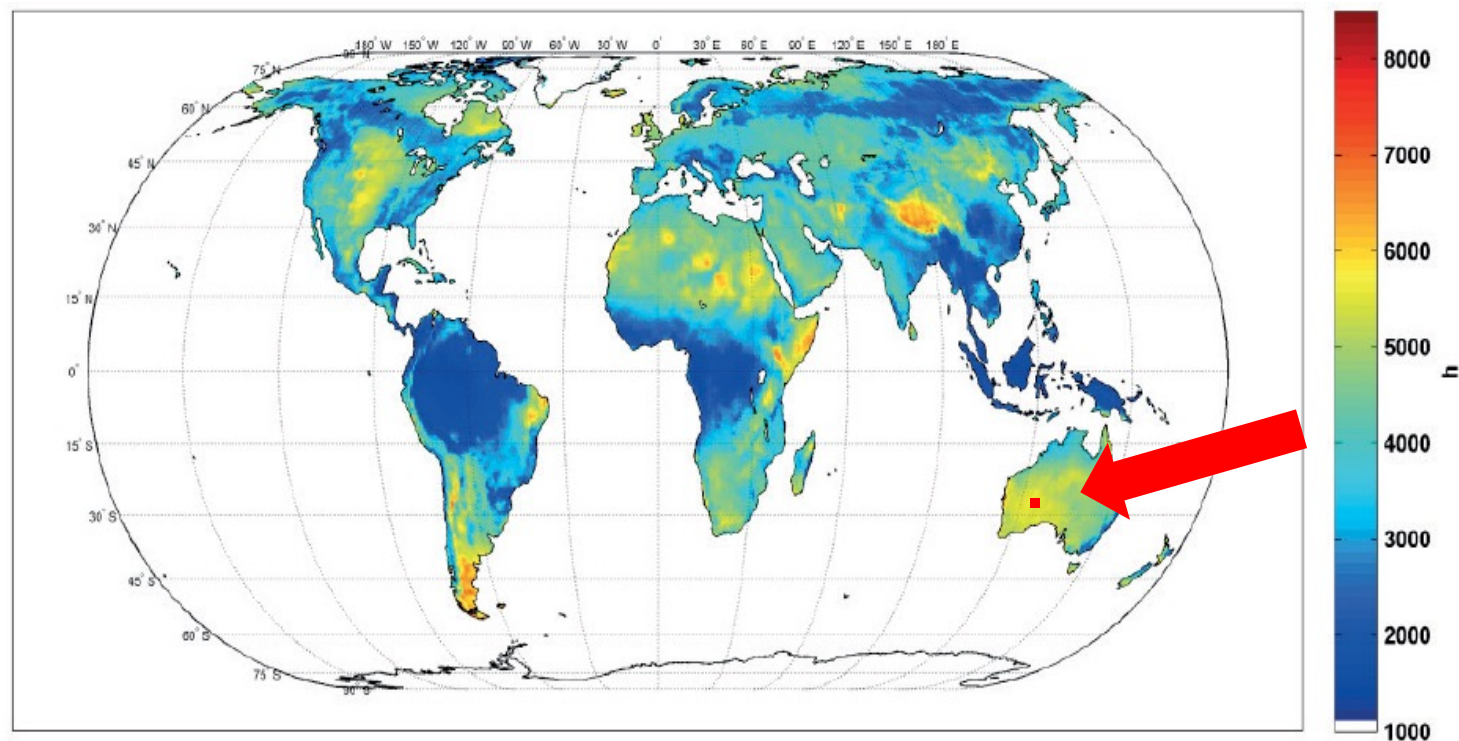
Ansteigender Meeresspiegel

→ derzeit 3,3 mm pro Jahr; insgesamt 178 mm seit 1919



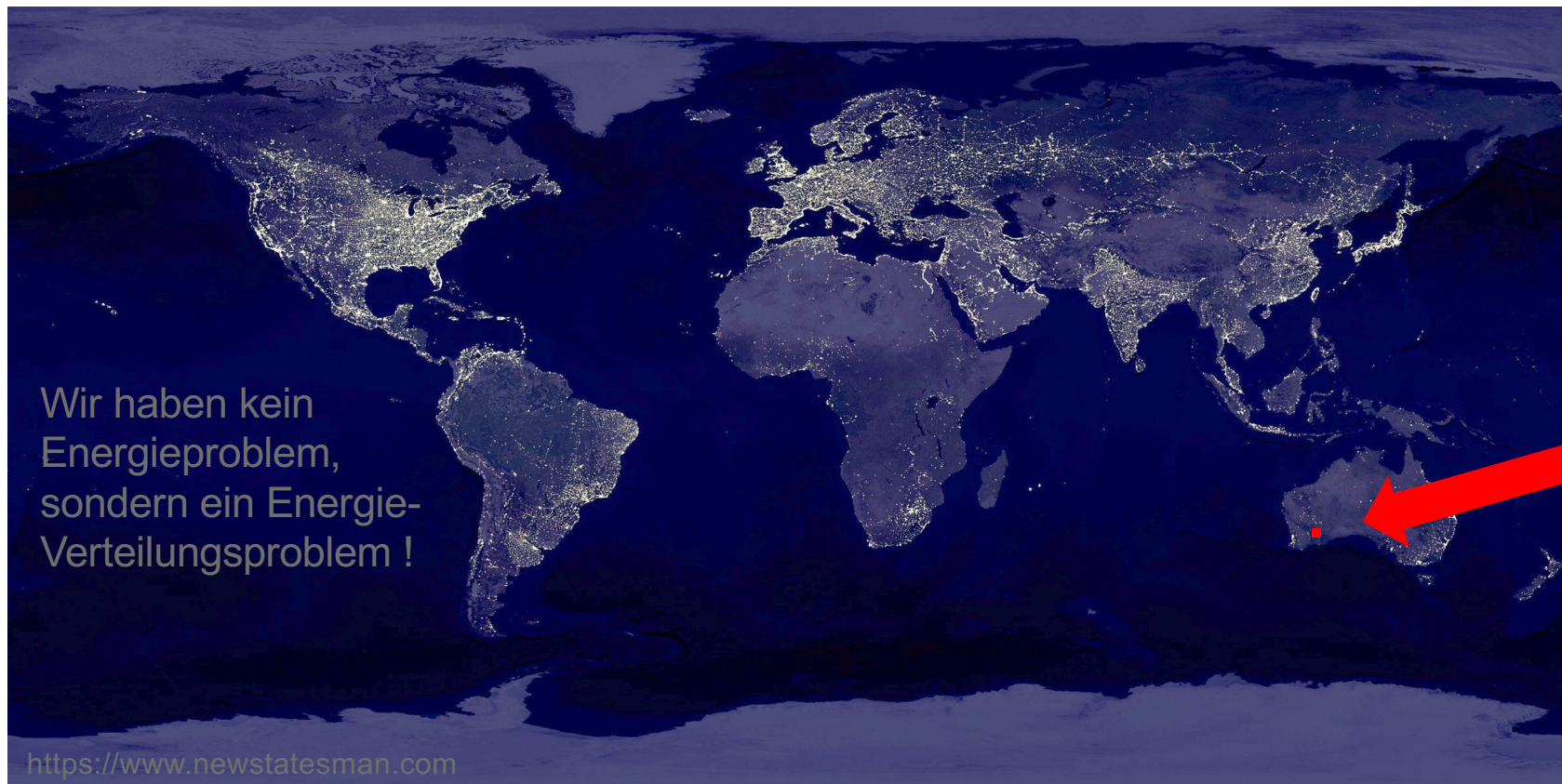
Potentiale

Erneuerbare Energien



Potentiale

Erneuerbare Energien



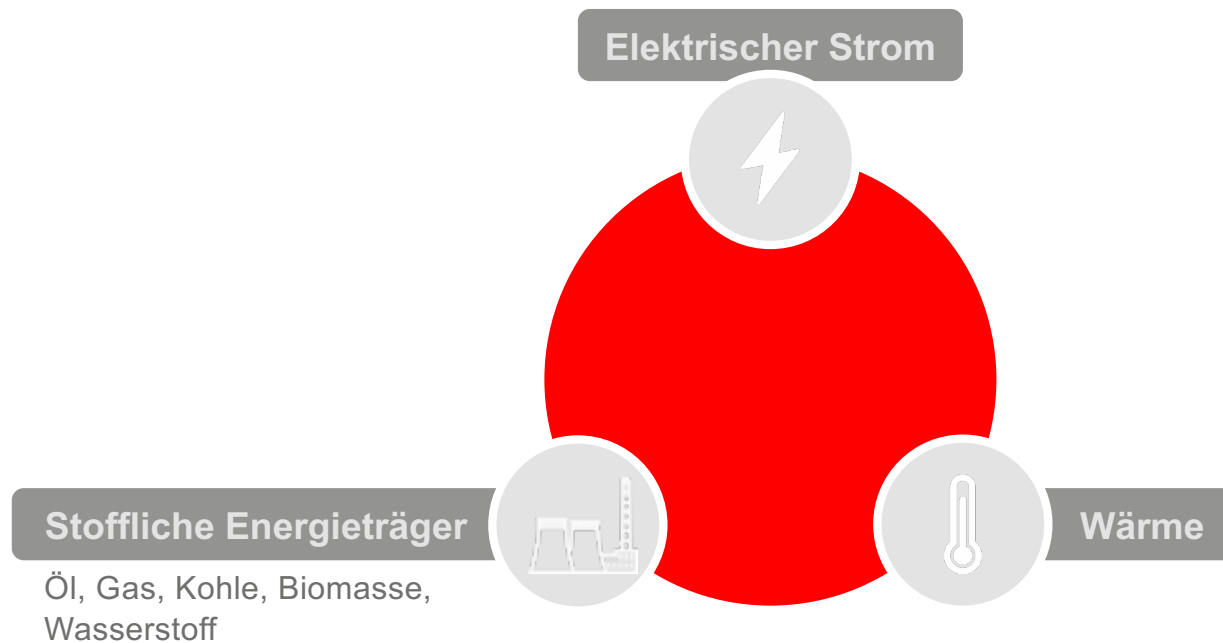
Potentiale Erneuerbare Energien

Erneuerbare Stromerzeugung ist an vielen Orten der Welt viel billiger als Strom aus konventionellen Kraftwerken

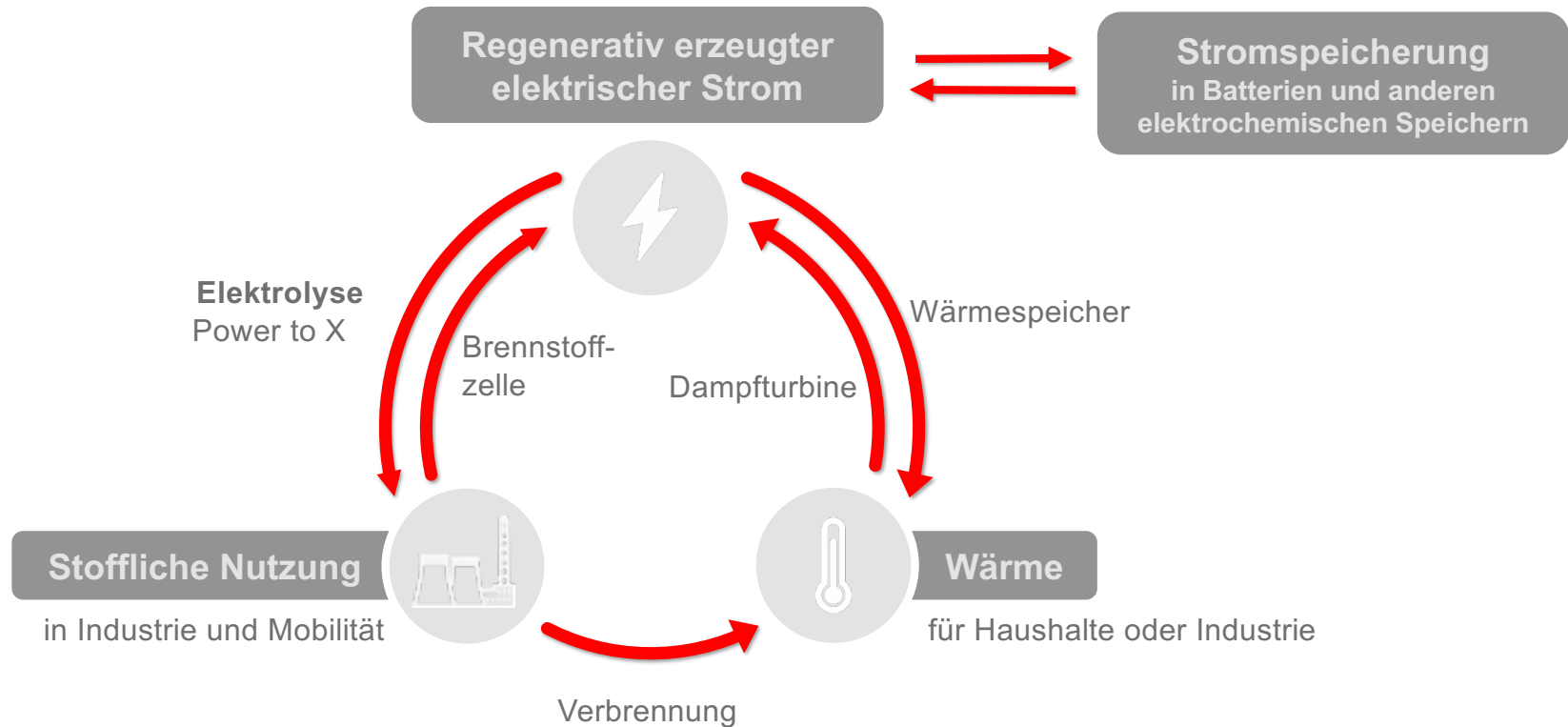


Globaler Handel mit Erneuerbarer Energie

Energiewende Sektorenkopplung

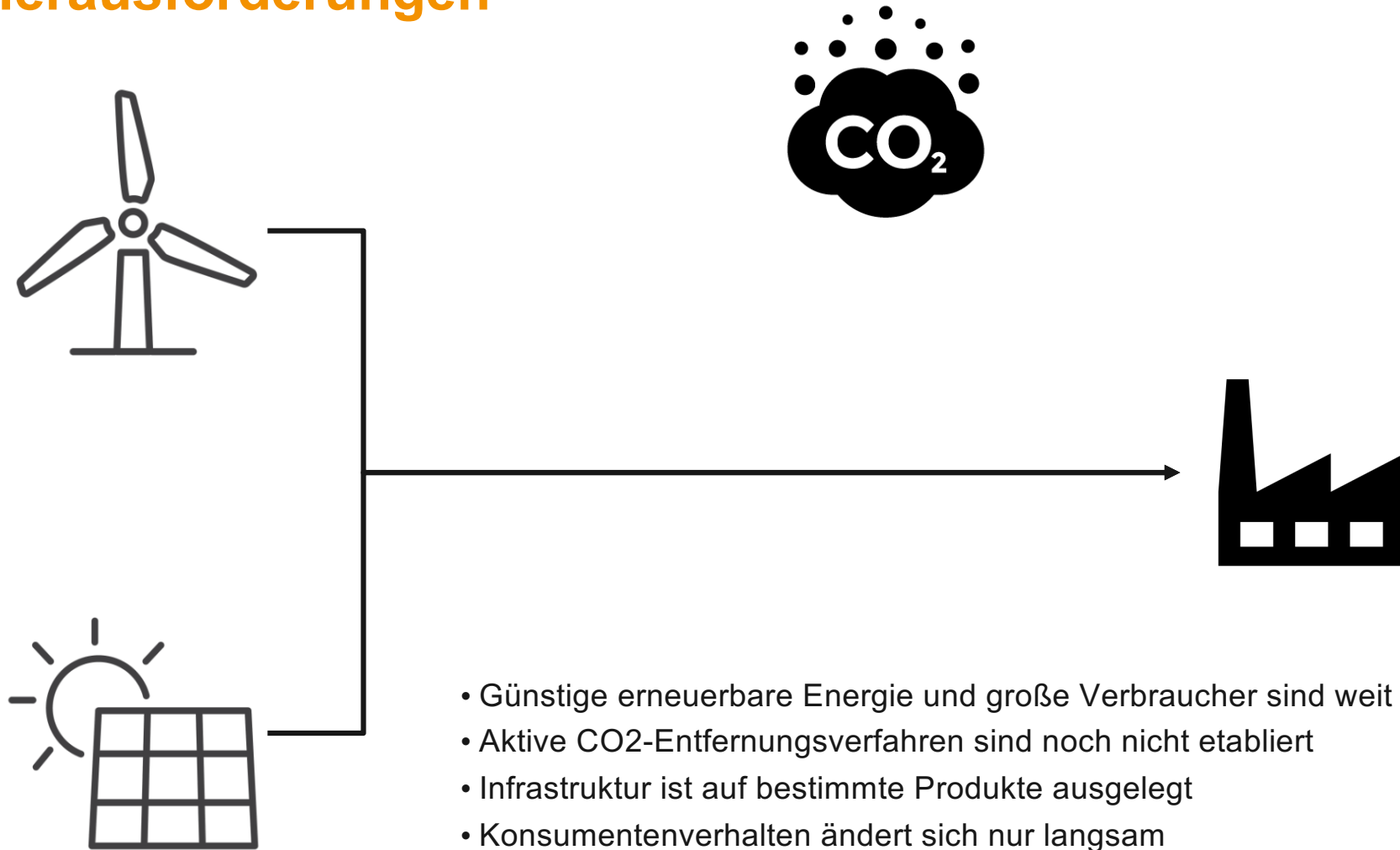


Energiewende Sektorenkopplung



**Infrastruktur- und System-kompatible Technologien
sind erforderlich!**

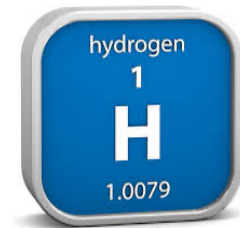
H₂-Wirtschaft Herausforderungen





Das „Einzigartige“ am Wasserstoff:

- Sehr hohe gravimetrische Energiedichte (33.300 Wh / kg)
- Kann mittels Elektrolyse und Strom aus Wasser gewonnen werden
- Verbrennt (in Brennstoffzelle oder Motor) zu Wasser



→ **Technologische Aussicht auf ein vollständig CO₂-freies Energiesystem**

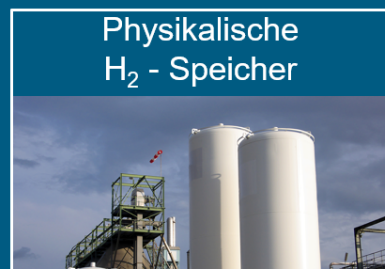
Das „Problem“ mit dem Wasserstoff:

Volumetrische Speicherdichte ist sehr niedrig (3 Wh / Liter bei 1 bar)

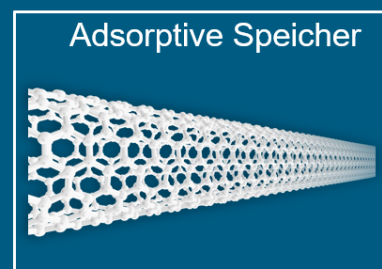
Vergleich: Benzin (ca. 8.800 Wh / Liter)
 Diesel (ca. 10.000 Wh / Liter)

Wasserstoff Speicherung

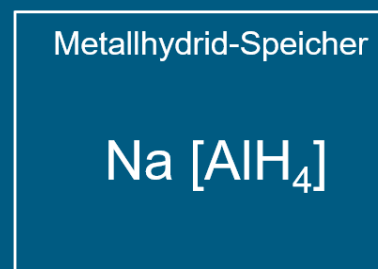
Die volumetrische Speicherdichte muss durch technische Maßnahmen erhöht werden.



- H_2 flüssig (kryogen)
@ -253 °C
 - Druckwasserstoff
@ 300-700 bar
- neue Infrastruktur
notwendig



- Nanotubes
 - Metallorg. Gerüst-
verbindungen (MOF)
- fester Energieträger



- klassische
Metallhydride
 - komplexe
Metallhydride
- fester Energieträger

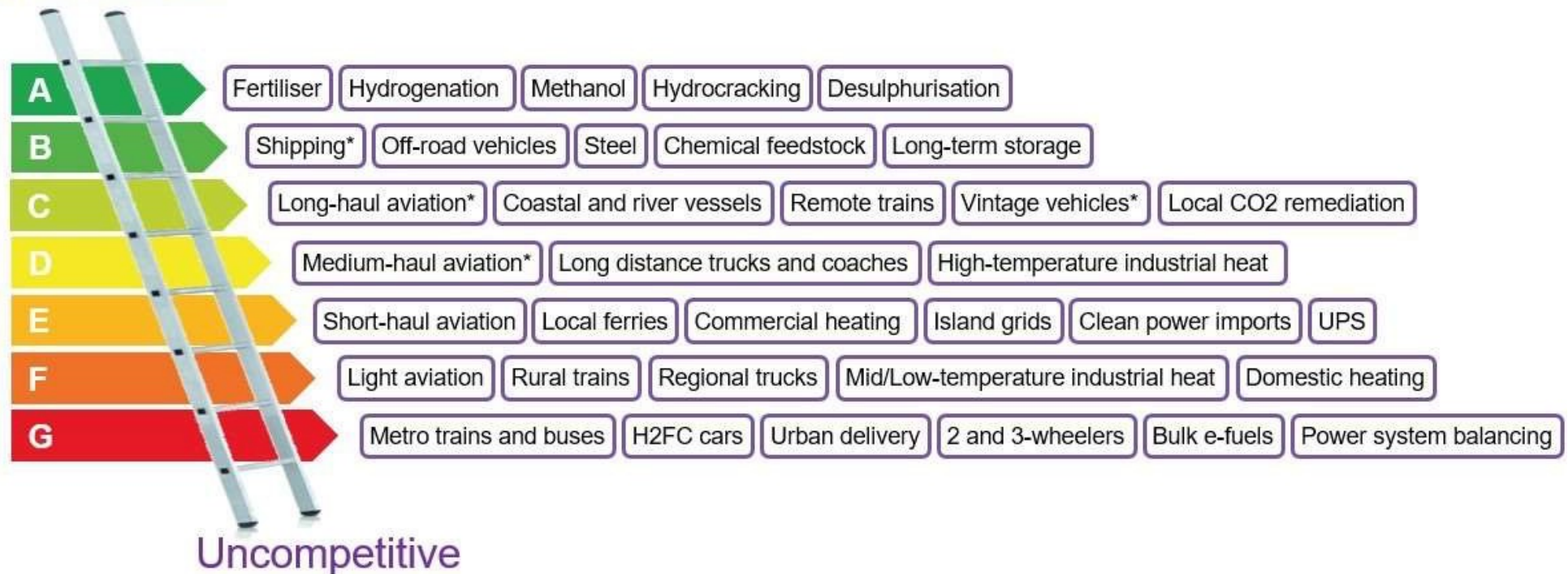


- CO_2 -Hydrierung zu
Methan, Kraftstoffen
oder Methanol
- Liquid Organic
Hydrogen Carrier-
(LOHC)-Systeme

Wasserstoff

Wo geht es hin?

Unavoidable



* Via ammonia or e-fuel rather than H2 gas or liquid

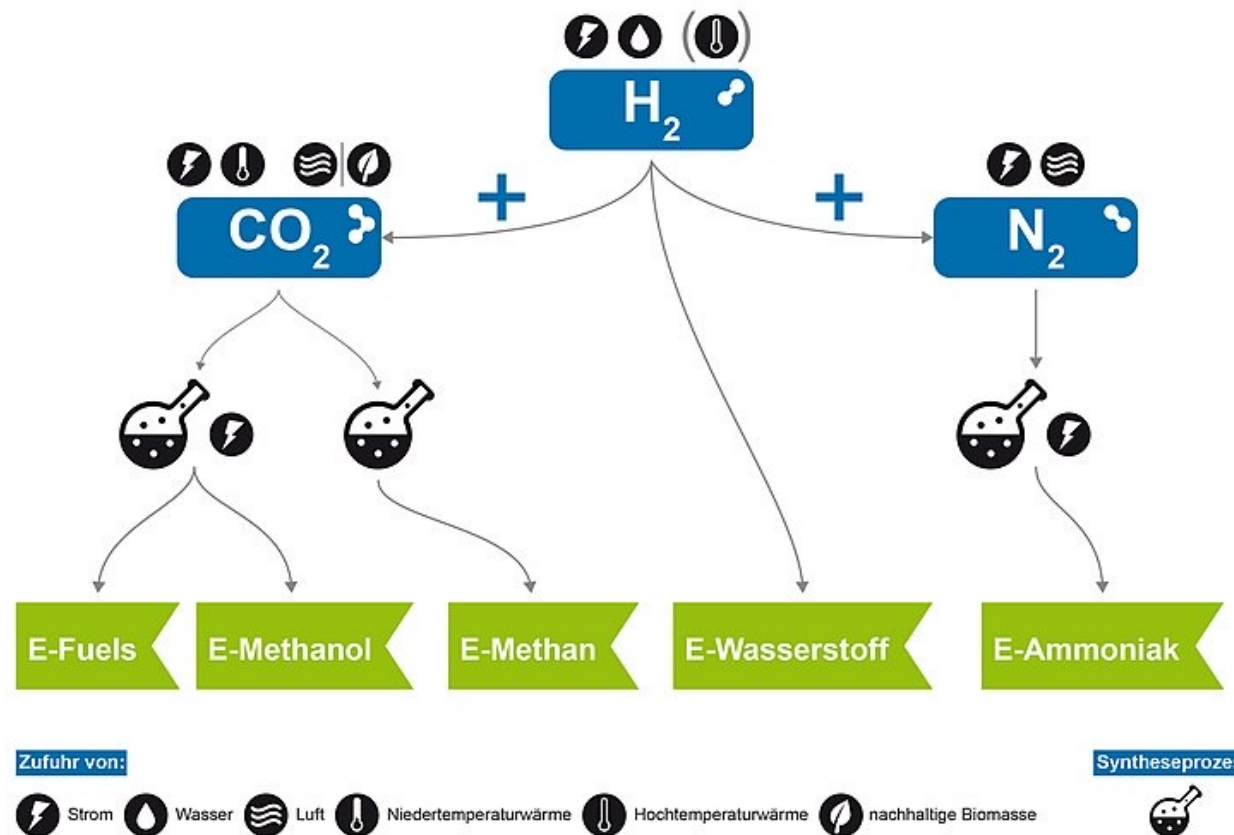
Source: Liebreich Associates (concept credit: Adrian Hiel/Energy Cities)

Wasserstoff

Speicherung durch CO₂ Hydrierung

Öko-Institut e.V.

Power-to-X: Überblick Ausgangsstoffe, Prozesse und PtX-Produkte
Wie aus Strom Brennstoffe und chemische Grundstoffe entstehen



QUELLE: ÖKO-INSTITUT 2019, CC BY-SA 2.0

Wasserstoff

Speicherung durch CO₂ Hydrierung



- Produkte: Diesel, Methanol, Methan etc.
- Drop-in Lösungen für existierende Anwendungen/Fahrzeuge
- Erzeugung chemischer Rohstoffe
- aber: lokale Emissionen, geringer Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors

Wasserstoff in der Chemischen Industrie

Prozesse

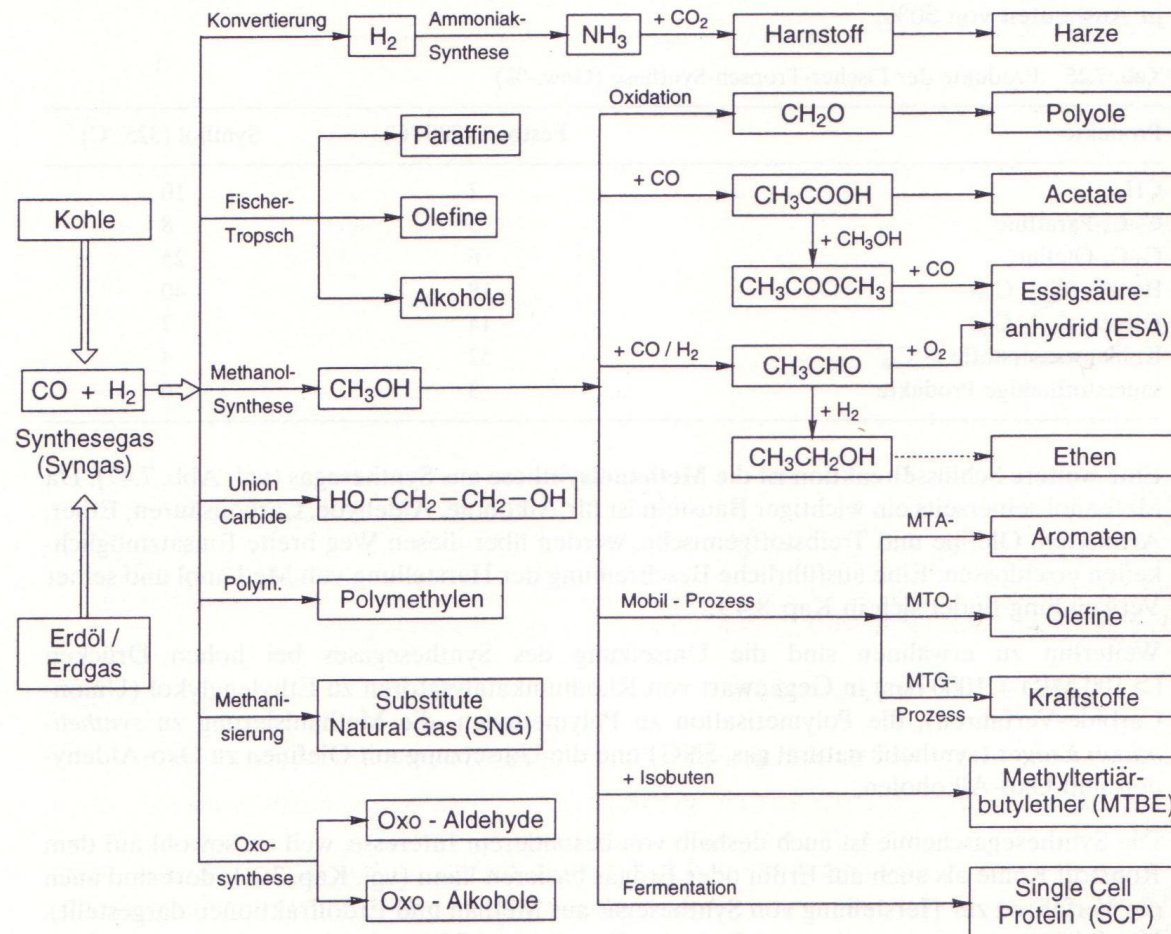
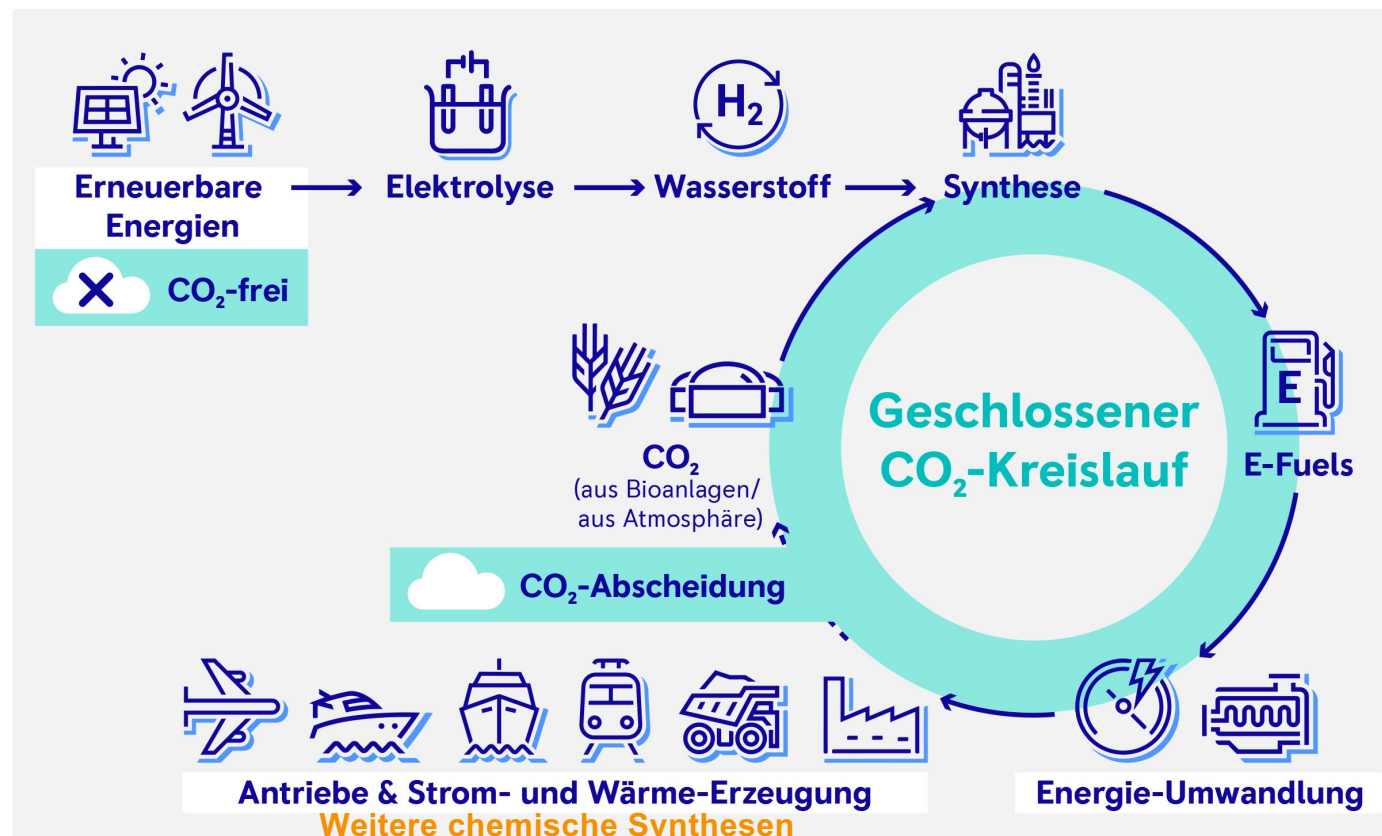
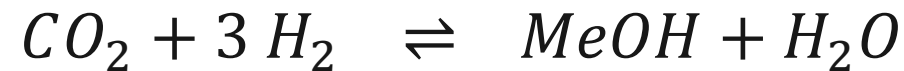


Abb. 7.47 Synthesegaschemie

Wasserstoff

Methanol als Plattformtechnologie

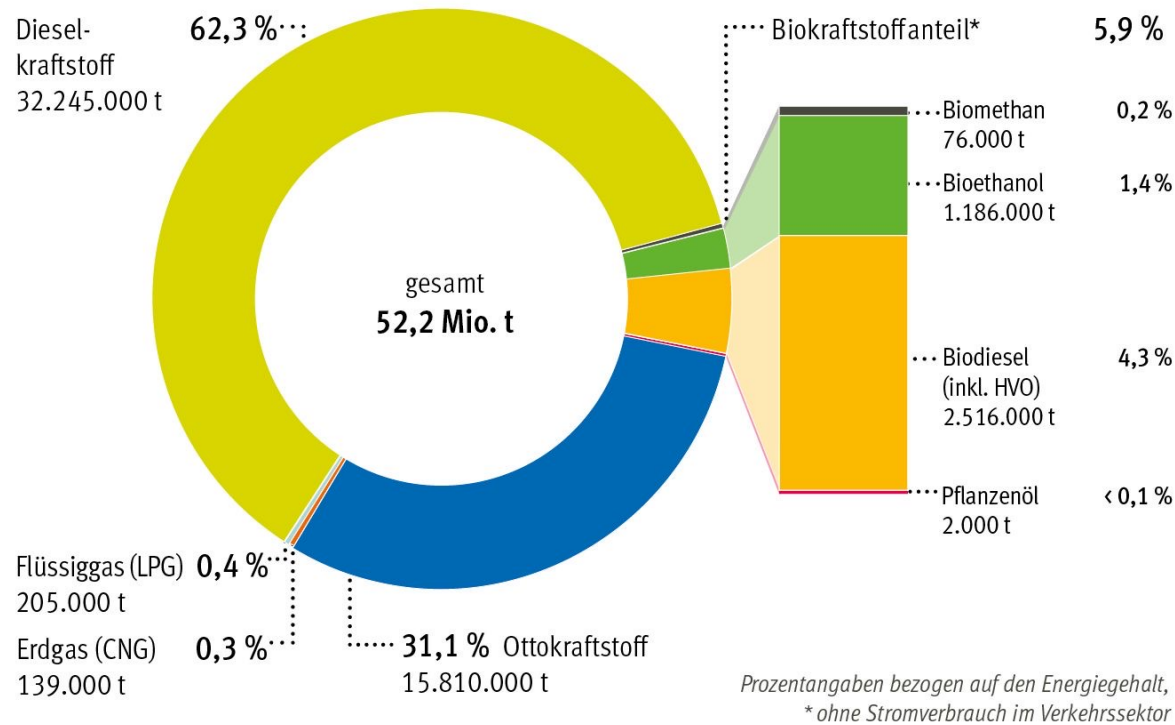




Wasserstoff in der Mobilität

Kraftstoffbedarf

Kraftstoffverbrauch Deutschland 2022



Quelle: FNR-Berechnung nach AGEb, AGEE-Stat, BAFA, BLE (2023)
© FNR 2023

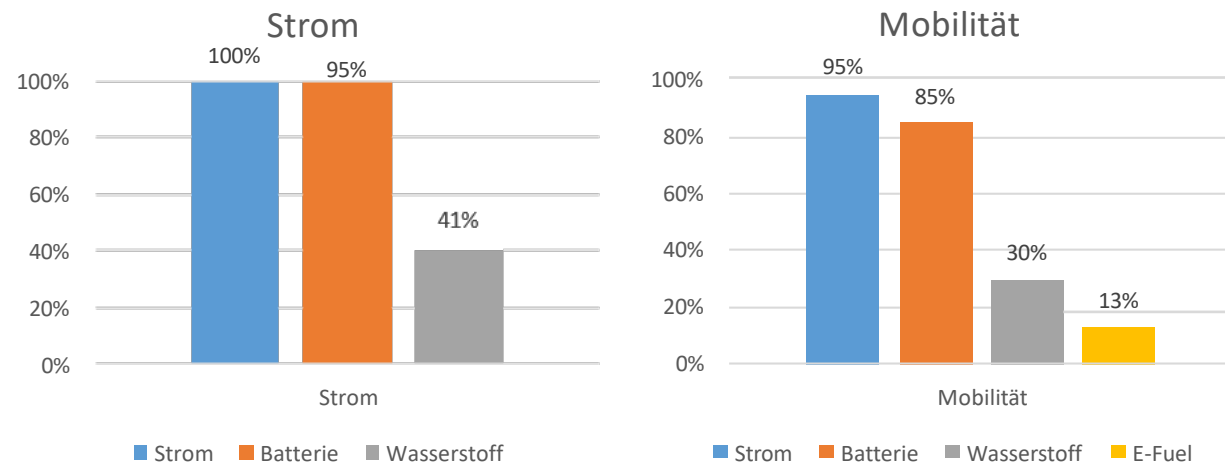


Wasserstoff in der Mobilität

Effizienz

- Regenerative Energie entsteht direkt als Strom (PV, Wind)
- Für Nutzung Verluste bei Umwandlung in Zielenergieform beachten
(wenig Verlust → hoher Wirkungsgrad, viel Verlust geringer Wirkungsgrad)

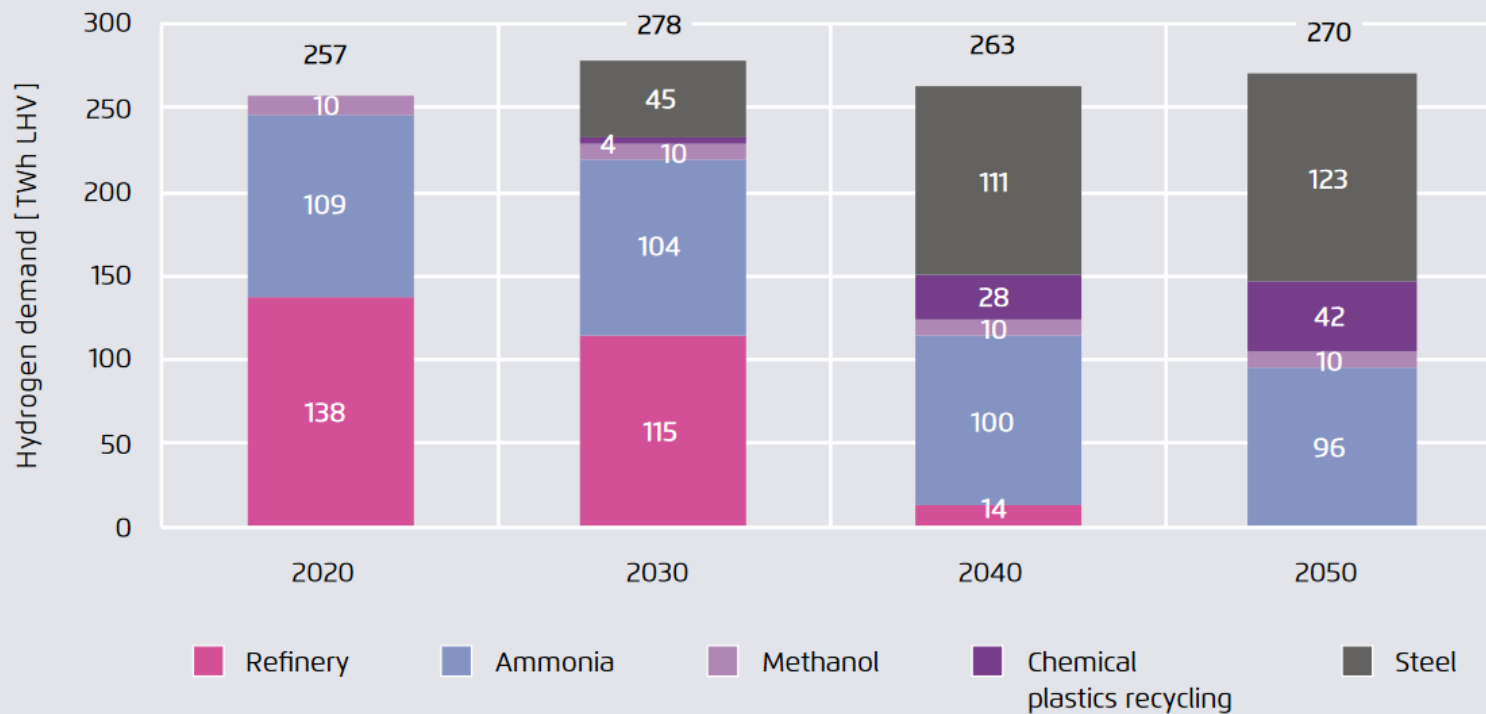
Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Strom in:



Wasserstoff in der Chemischen Industrie

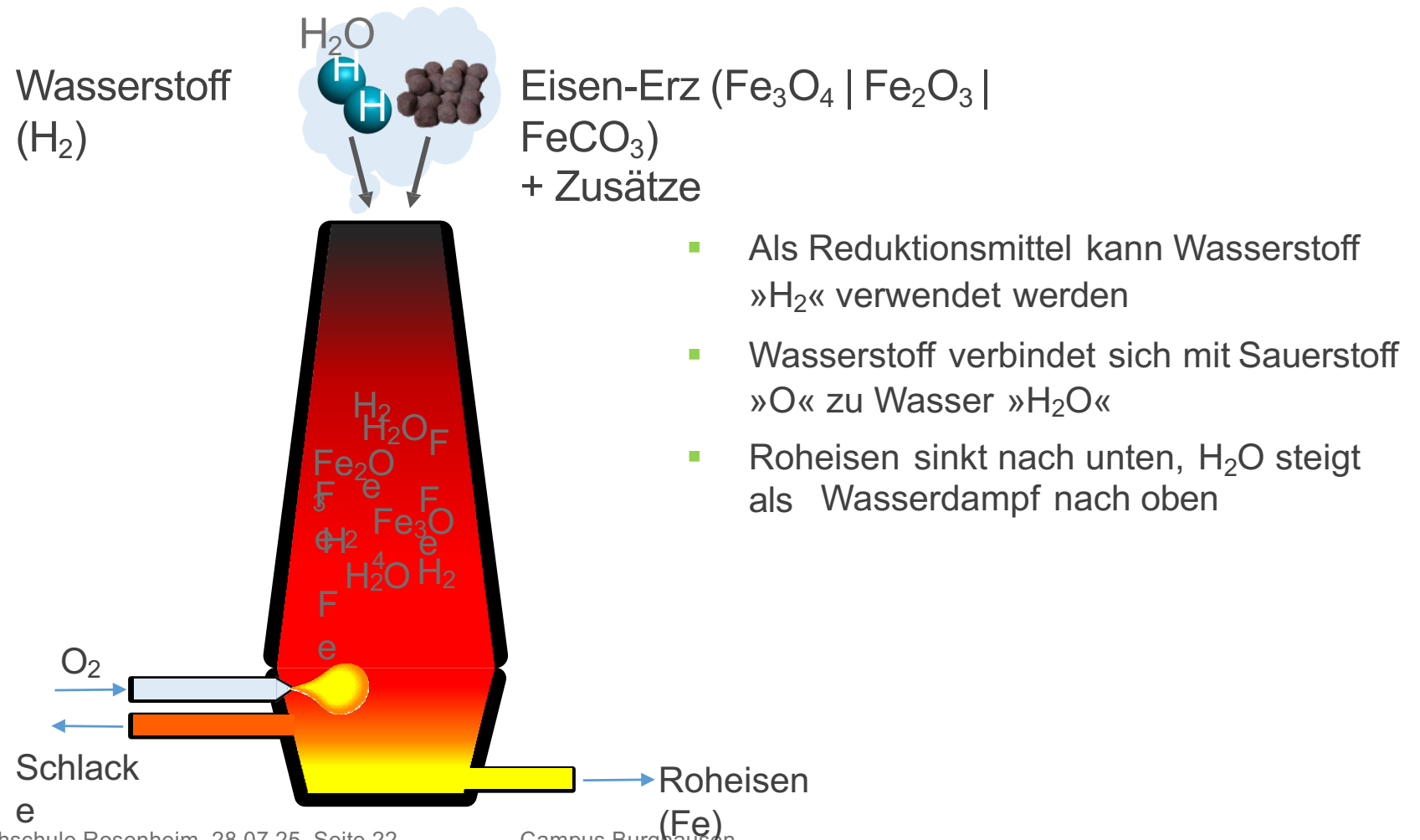
Bedarf

Industrial hydrogen demand from 2020 to 2050 within the specific demand sectors in TWh per year Figure 1



Wasserstoff in der Stahlindustrie

**Stahlerzeugung emittierte 2018 ca. 40 Mio. Tonnen CO_2
ca. 5 % der gesamten deutschen Treibhausgas-Emissionen**



Wasserstoff in der Stahlindustrie

Wasserstoff-Nachfrage aufgrund der Stahlerzeugung

- 45 TWh Wasserstoff bis 2030
- 123 TWh Wasserstoff bis 2050
- Die 18 aktiven deutschen Hochöfen benötigen viel Wasserstoff sehr lokal

Alternative

Mit der Eisenerz-Elektrolyse wird auch eine wasserstofffreie Technologie erforscht Marktreife wird bis 2040 erwartet



“The Stone Age did not end for lack of stone, and the Oil Age will end long before the world runs out of oil.”

Sheikh Ahmed Zaki Yamani, früherer Ölminister von Saudi Arabien im Jahr 2000

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!