

Im Fokus: Wasserstoff Infrastruktur für Chemie und Stahl

Ganzheitlicher Blick auf die
Versorgungskette

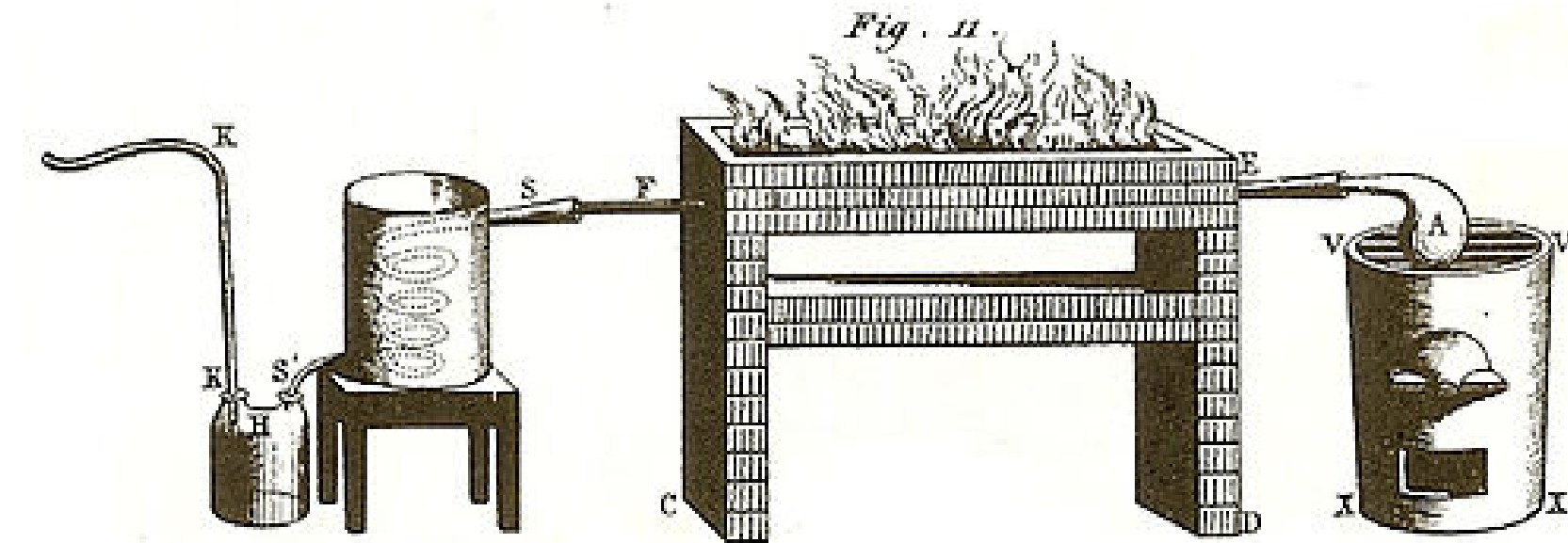
Dipl. Ing. Christian Machens
Geschäftsführer

Antoine Laurent de Lavoisier (*1743, †1794)

- widerlegte mit seinem Versuch die sog. „Phlogistontheorie“ (1700-1775)
- Definierte die Grundlage der modernen Chemie (RedOx-Reaktionen)
- Er erhitzte Späne aus **Eisen** und leitete **Wasserdampf** hindurch --> Er erkannte, dass **Eisenoxid** entstand und sich ebenfalls reiner **Wasserstoff** ("Knallgas") bildete.
- 1789 Entwicklung eines Behälters zur Gasspeicherung (gazomètre)



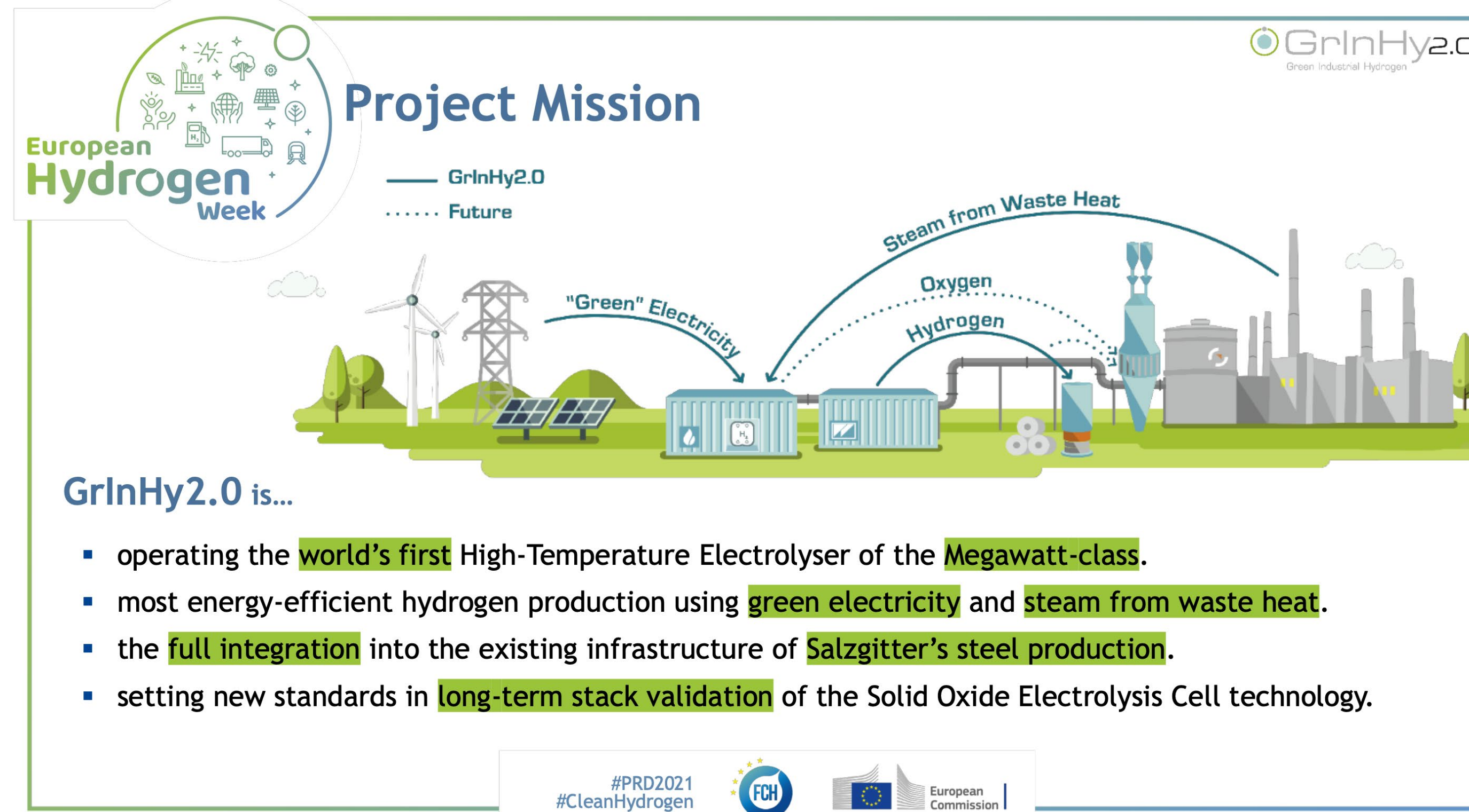
Bei der Produktion von Eisen (Fe) aus Roheisen (Eisenoxyd Fe_2O_3) wird folgende Reaktion durchgeführt:



Anwendungen von Wasserstoff in der Industrie

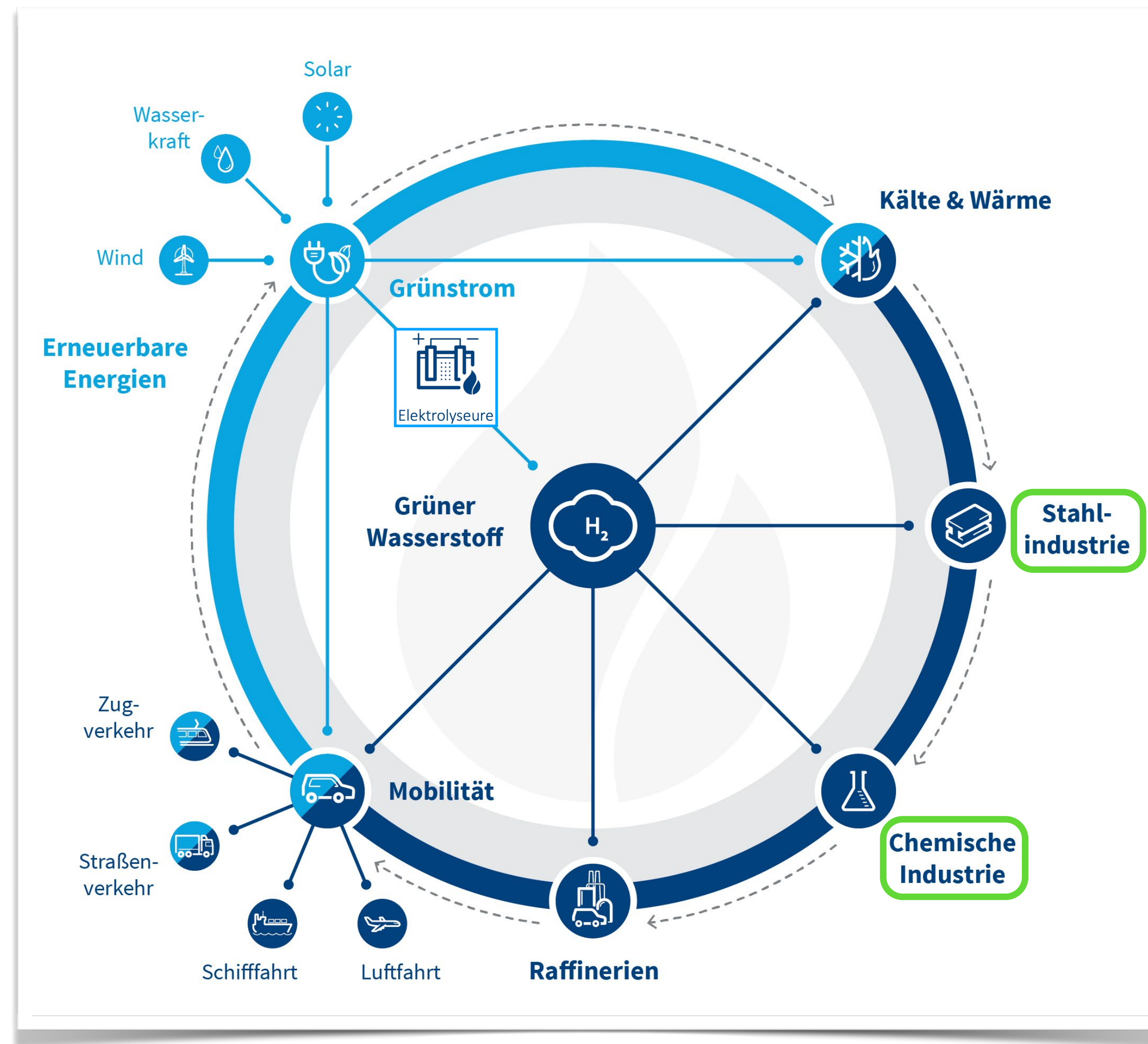
Aktuelle Anwendungen von H₂

	Anwendung	Beschreibung
Chemische Industrie (Weltweit)	Ammoniakherstellung (300 Mrd. m ³ /a)	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
	Raffinerien, Entschwefelung (300 Mrd. m ³ /a)	$\text{H}_2 + \text{S} = \text{H}_2\text{S}$
	Methanolherstellung (40 Mrd m ³ /a)	$\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$
Stahlindustrie	Bisher keine, aber viele Projekte sind gestartet	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$



Definitionen der einzelnen Sektoren

Wasserstoff als zentrales Element der Sektorenkopplung



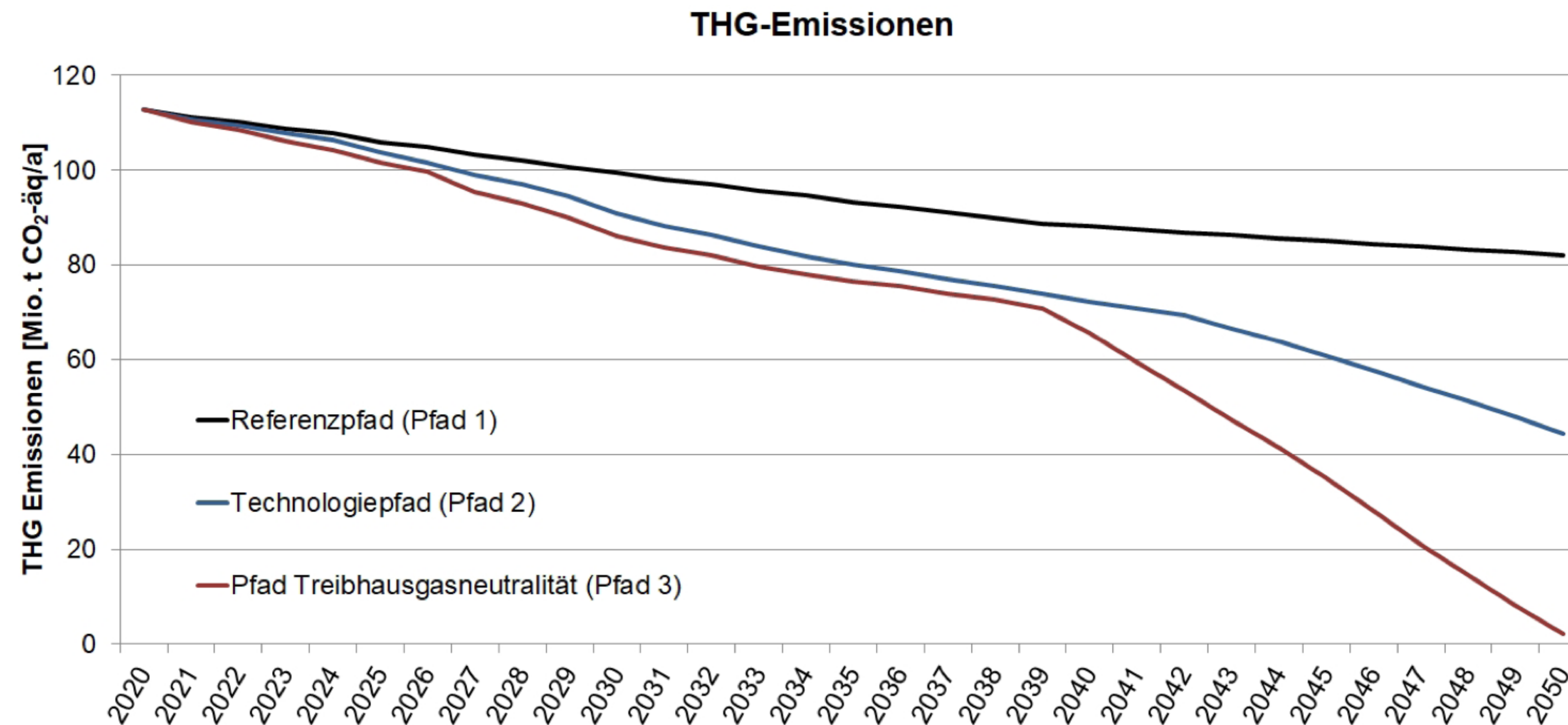
Potentiale zur Dekarbonisierung der Sektoren

Phasen der Dekarbonisierung in der Industrie

Firma	bis Jahr	Ziel
EU Gesamt	2030	-55% Treibhausgase (ref.:1990)
	2050	Klimaneutral
Bayer	2030	100% Strom aus RE
	2050	Klimaneutral
Lanxess	2040	Klimaneutral
DOW Chemical	2030	-5 Mio.t/a CO ₂
	2050	Klimaneutral
BASF	2030	100% Strom aus RE
	2050	Klimaneutral
Merck	2030	80% Strom aus RE, -50% CO ₂
	2040	Klimaneutral
Henkel	2030	-75% CO ₂ (ref.:2010), Energieverbrauch -50%, 100% Strom aus RE
	2040	Klimapositiv (!)
ThyssenKrupp	2030	-30% CO ₂ (ref.:2015)
	2050	Klimaneutral
LINDE	2028	-35% CO ₂ (ref.:2018), 1Mrd.€ in Dekarbonisierung
BASF & RWE	2025	2 GW Offshore Windpark, -3,8 Mio. t/a CO ₂

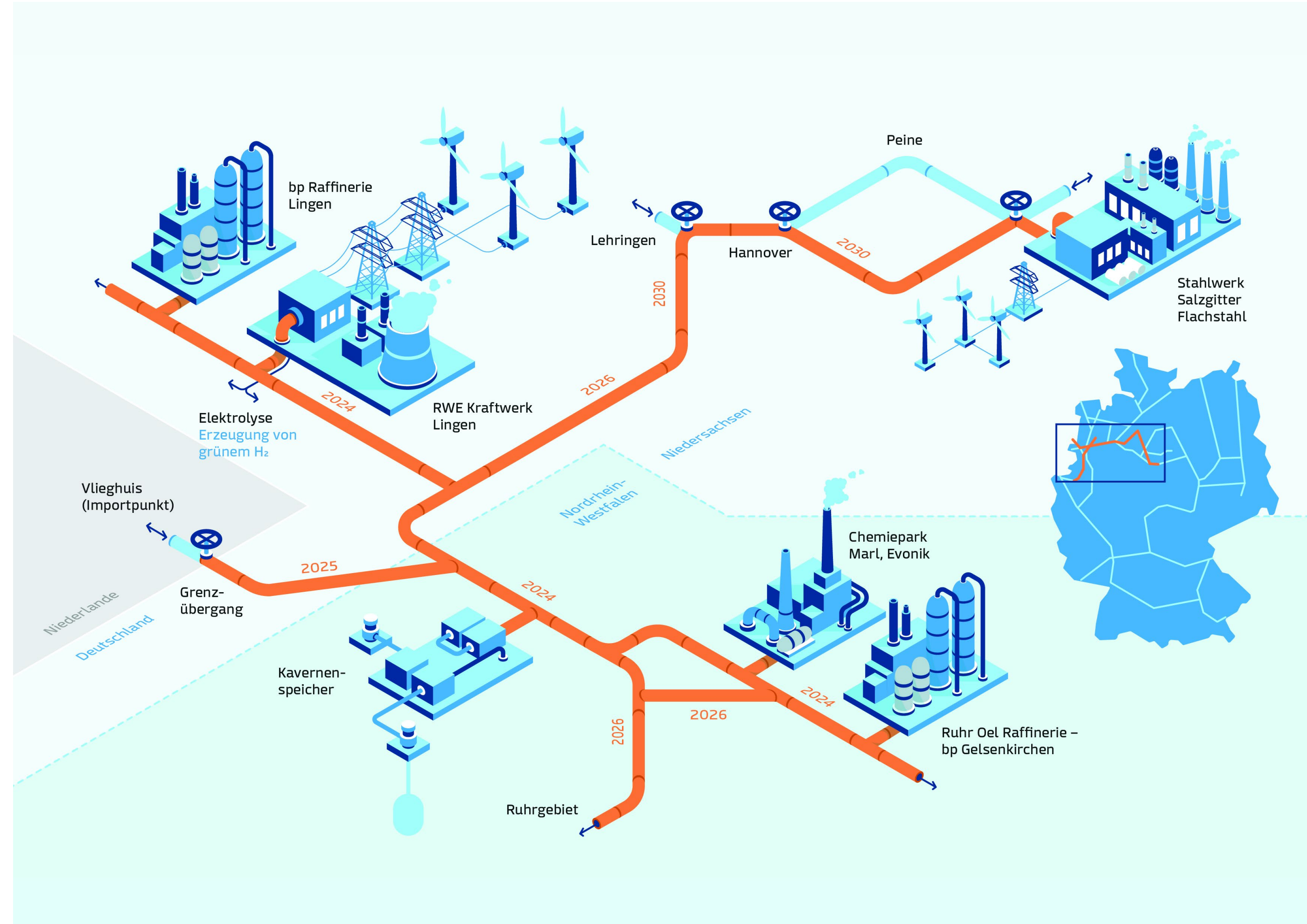
Potentiale zur Dekarbonisierung der Sektoren Einsparpotentiale in der chemischen Industrie

#	Strategie	THG Einsparung	Zusätzliche Investitionen (Mrd. EUR)	Maßnahmen
1	Referenzpfad	27 %	7	Kohleausstieg und Effizienzsteigerung
2	Technologiefad	61 %	23	Höhere Investitionen, neue Verfahren, 4x mehr Strom
3	Neutralitätspfad	100 %	68	Maximale Investitionen, neue Verfahren, 11x mehr Strom



Potentiale zur Dekarbonisierung der Sektoren

Verbundprojekt: „GetH2“



Projekt „GetH2“: Sieben Unternehmen wollen eine gemeinsame Wasserstoffherzeugung, -versorgung und- nutzung etablieren. Der Wasserstoff soll aus Windenergie - Elektrolyse erzeugt werden und insgesamt bis 2030 ca. 16 Mio. Tonnen CO₂ vermeiden.

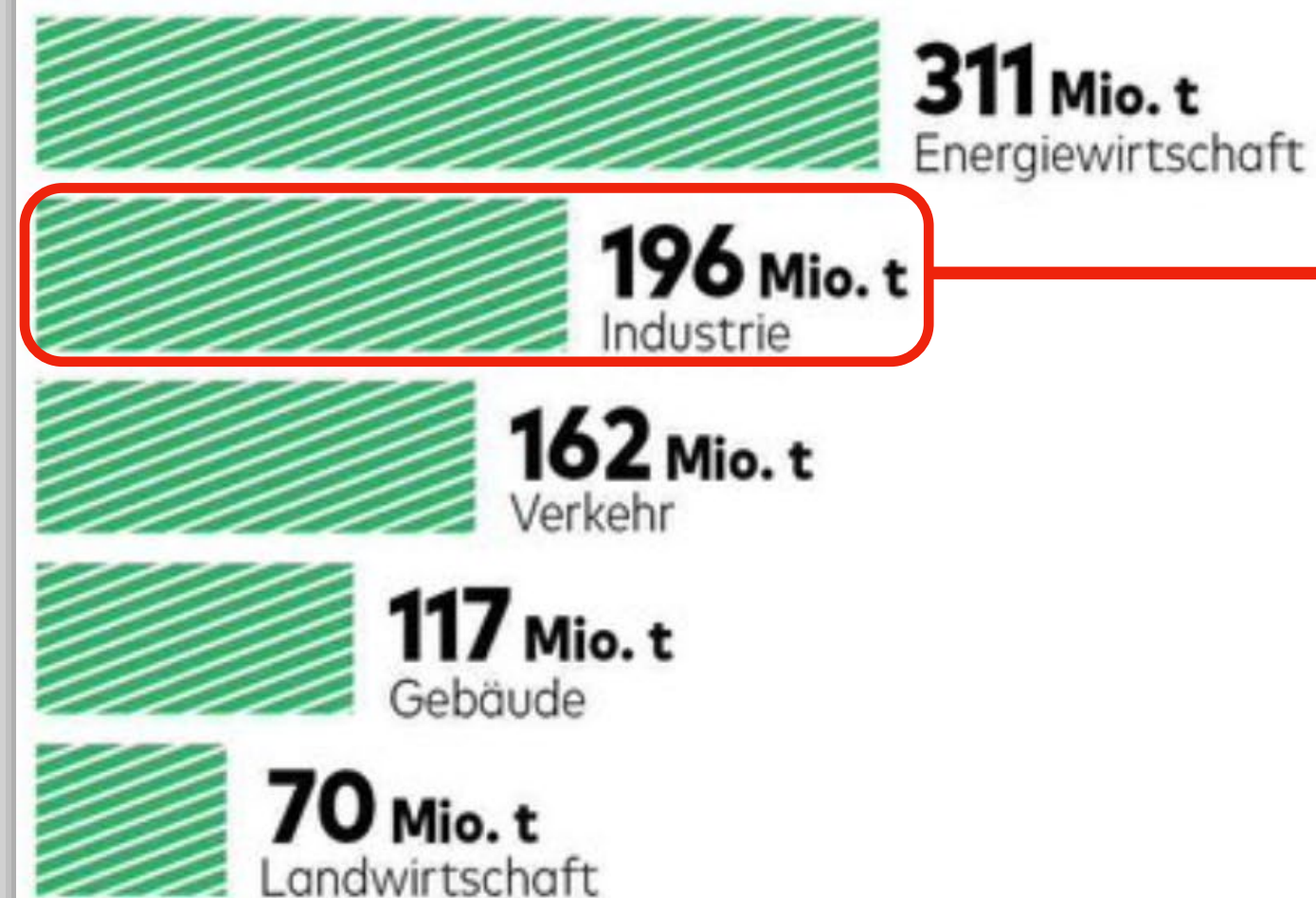
Potentiale zur Dekarbonisierung der Sektoren

Anteil der Industrie am CO₂-Ausstoß in Deutschland

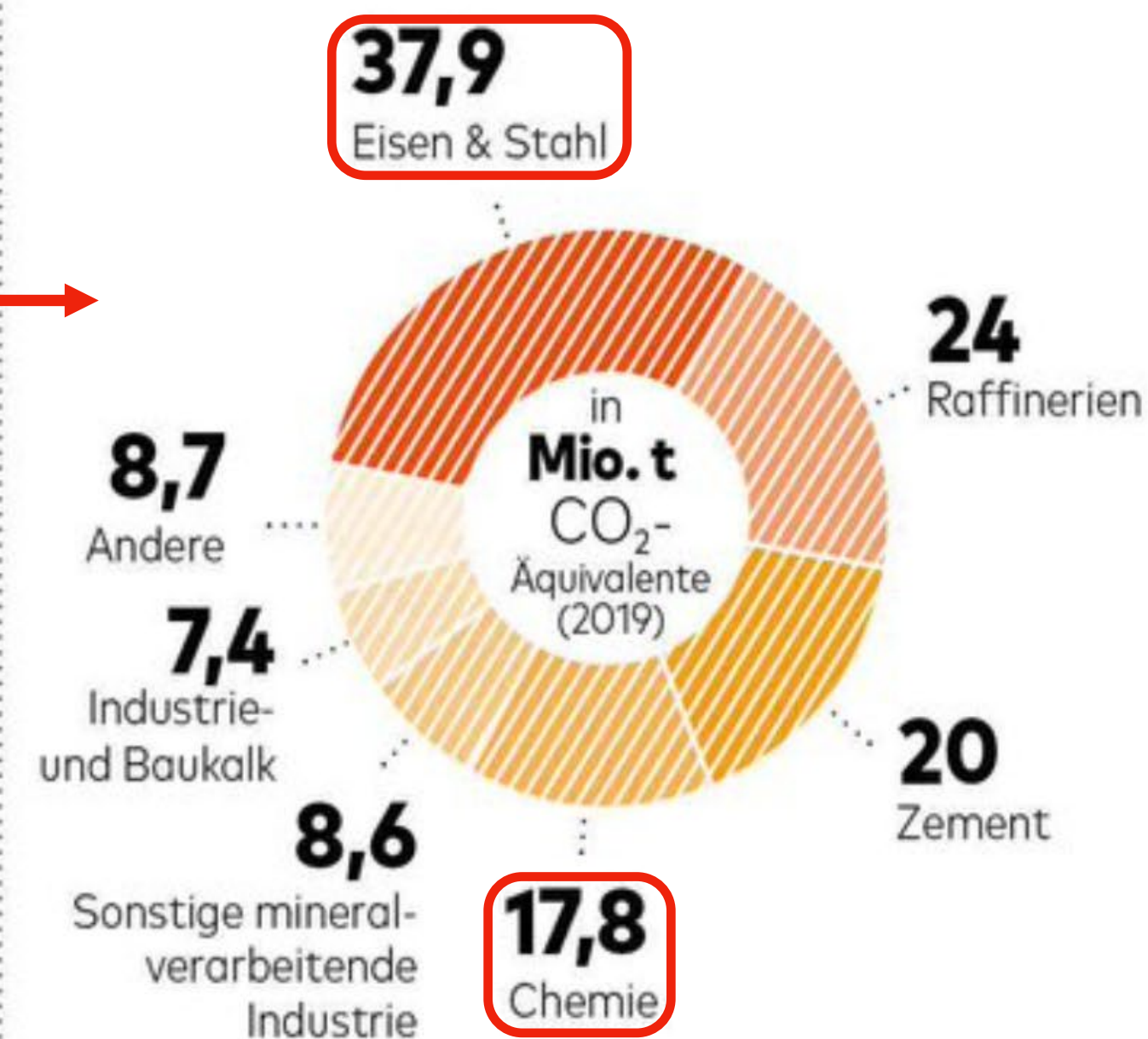
WASSERSTOFF FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Experten sind sich weitgehend einig, dass ohne die Nutzung von grünen Wasserstoff die Ziele der Energiewende – ganz besonders in der Industrie – kaum zu erreichen sind.

WELCHEN ANTEIL AM CO₂-AUSSTOSS
HAT DIE INDUSTRIE?



WELCHEN ANTEIL DARAN HABEN DIE
EINZELNEN INDUSTRIEBRANCHEN?



[Quelle: Umweltbundesamt]

Die Stahl- und Chemieindustrie emittieren ca. 13% des CO₂ in Deutschland

Einsatz und Prozesse in der Stahlindustrie

Energiebezug in der Stahlindustrie

Bei der Freisetzung von Emissionen muss zwischen den

- A) energiebezogenen und
- B) prozessbezogenen

Emissionen unterschieden werden.



Die energiebezogenen Emissionen können relativ einfach durch eine veränderte Bereitstellung der Energie z.B. aus Regenerativen Energien gesenkt werden.

Die prozessbedingten Emissionen können nur durch Veränderungen in den Prozessen oder die Einführung gänzlich neuer Prozesse beeinflusst werden.

Eisenerzreduktion ohne Kohlenstoff

Vereinfachtes Fließbild des betrachteten CDA-Ansatzes

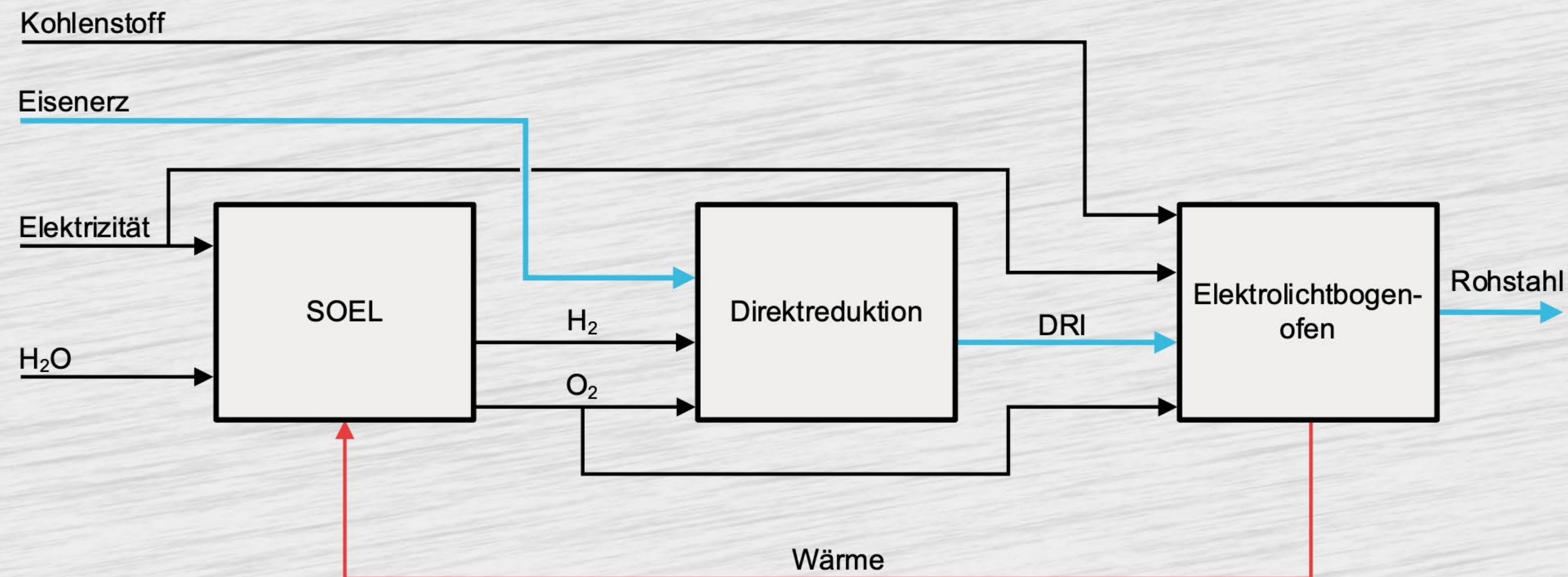
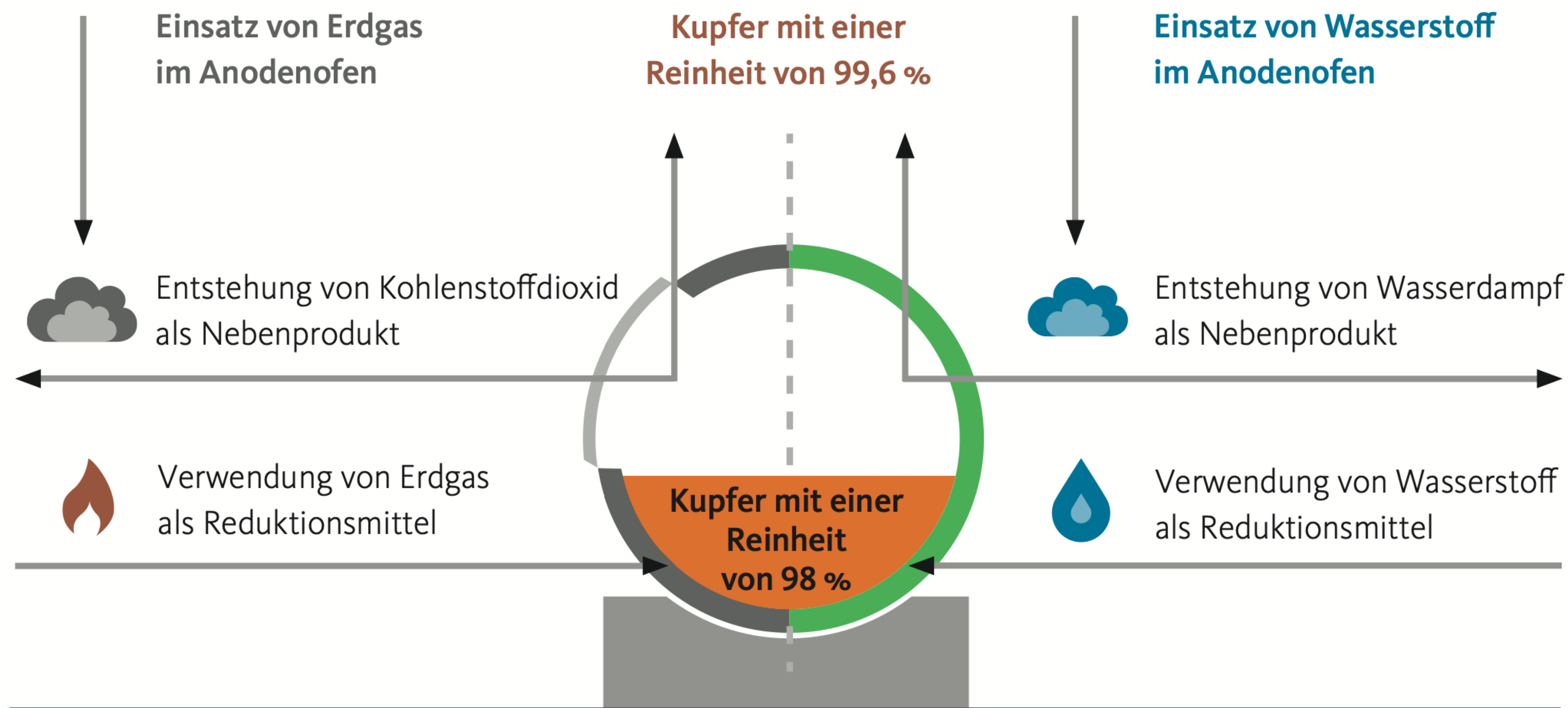


Abb.3: Der Ansatz führt zu einer kompletten Umgestaltung der Rohstahlproduktion.

Einsatz und Prozesse in der Stahlindustrie

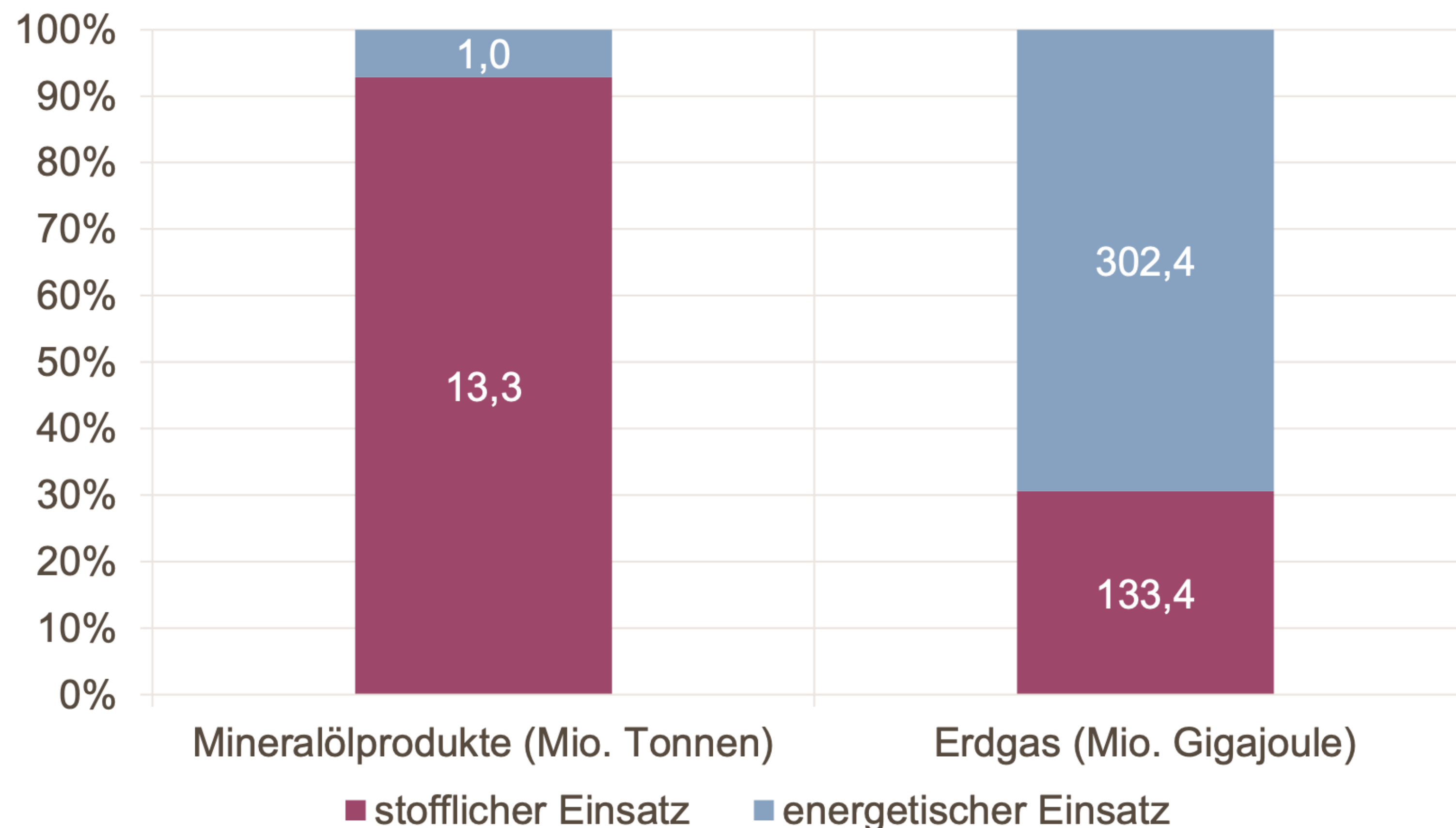
H₂ zur Reduktion von Kupferoxyd (Aurubis, HH)



CO₂-Reduktion: 6.200 Tonnen/Jahr

Chemie setzt Energieträger auch stofflich ein

Stofflicher/energetischer Einsatz von Mineralölprodukten bzw. Erdgas in der Chemie, 2019

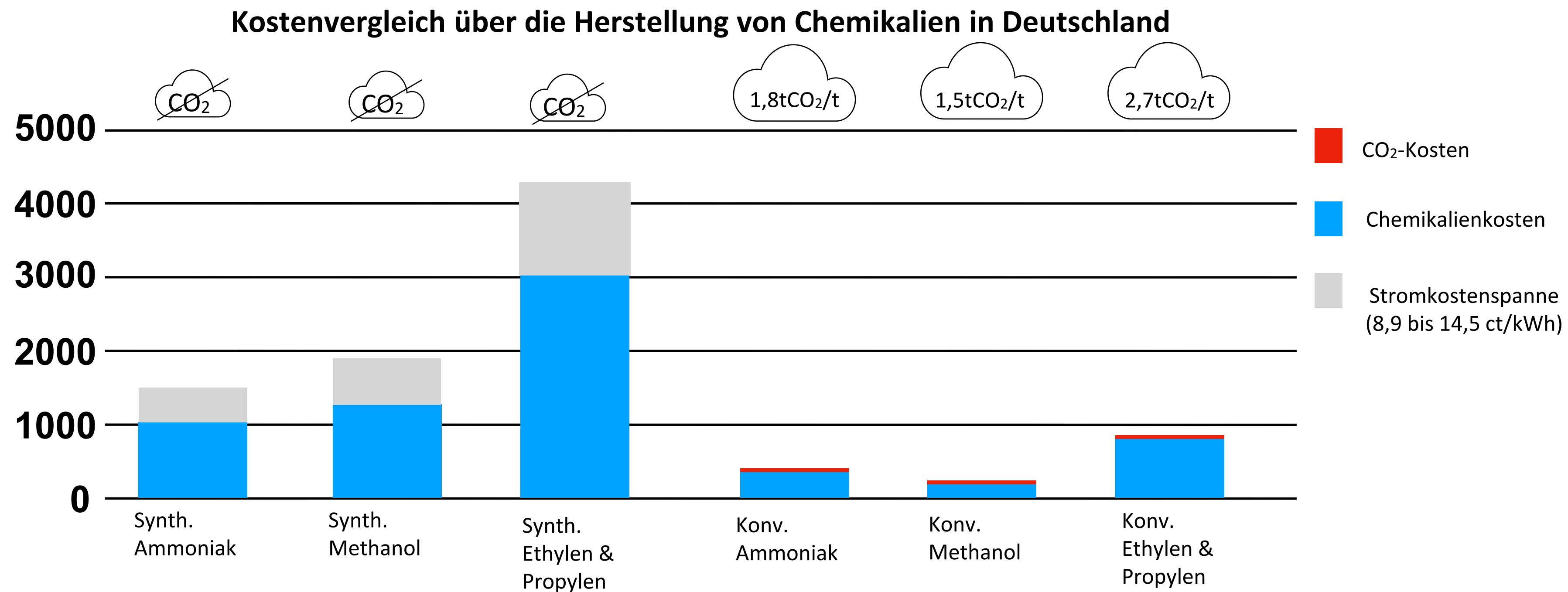


Einsatz und Prozesse in der Chemieindustrie

Synthetische Grundstoffe

Wasserstoffeinsatz zur Produktion von ...	Bedarf in Deutschland
Ammoniak (NH ₃)	460.000 t/a
Methanol (MeOH)	200.000 t/a
Andere Chemikalien	440.000 t/a
GESAMT	1.100.000 t/a

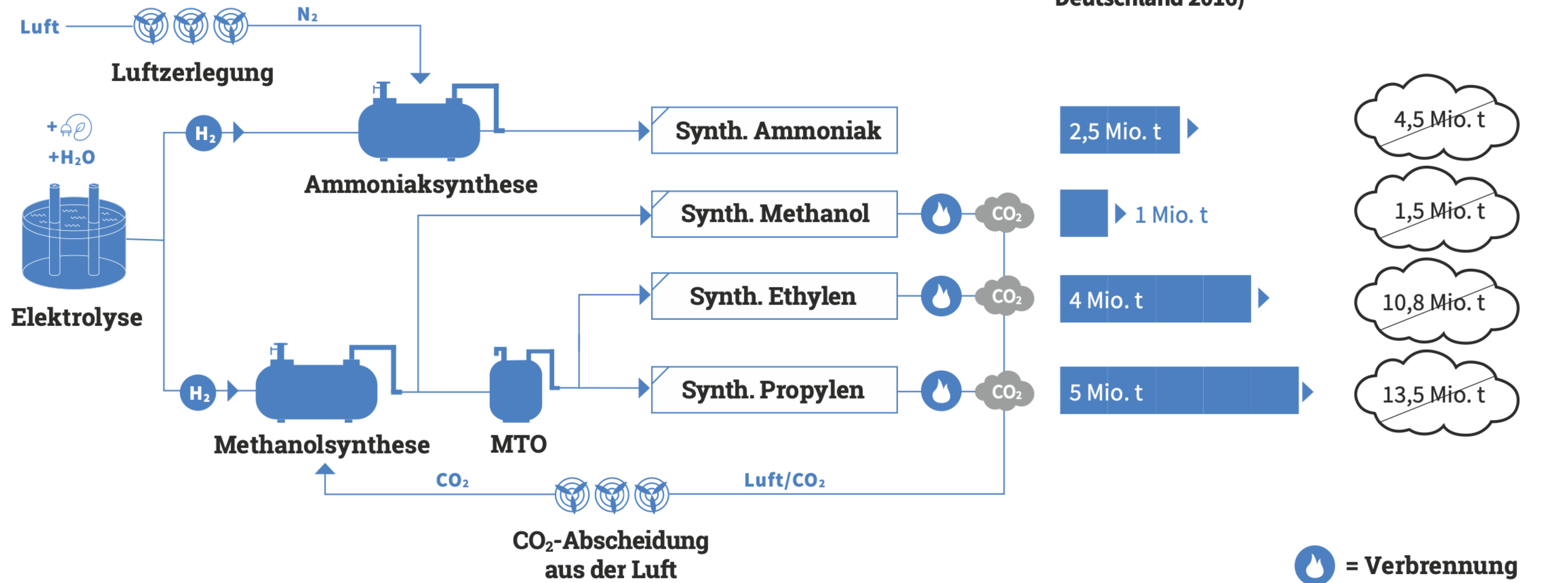
Derzeit wird diese Wasserstoffmenge aus Erdgas mittels Dampfreformierung gewonnen.
Dabei werden ca. 10,6 Tonnen CO₂ pro Tonne H₂ erzeugt.



Einsatz und Prozesse in der Chemieindustrie

Grundstoffproduktion: Ammoniak und Methanol

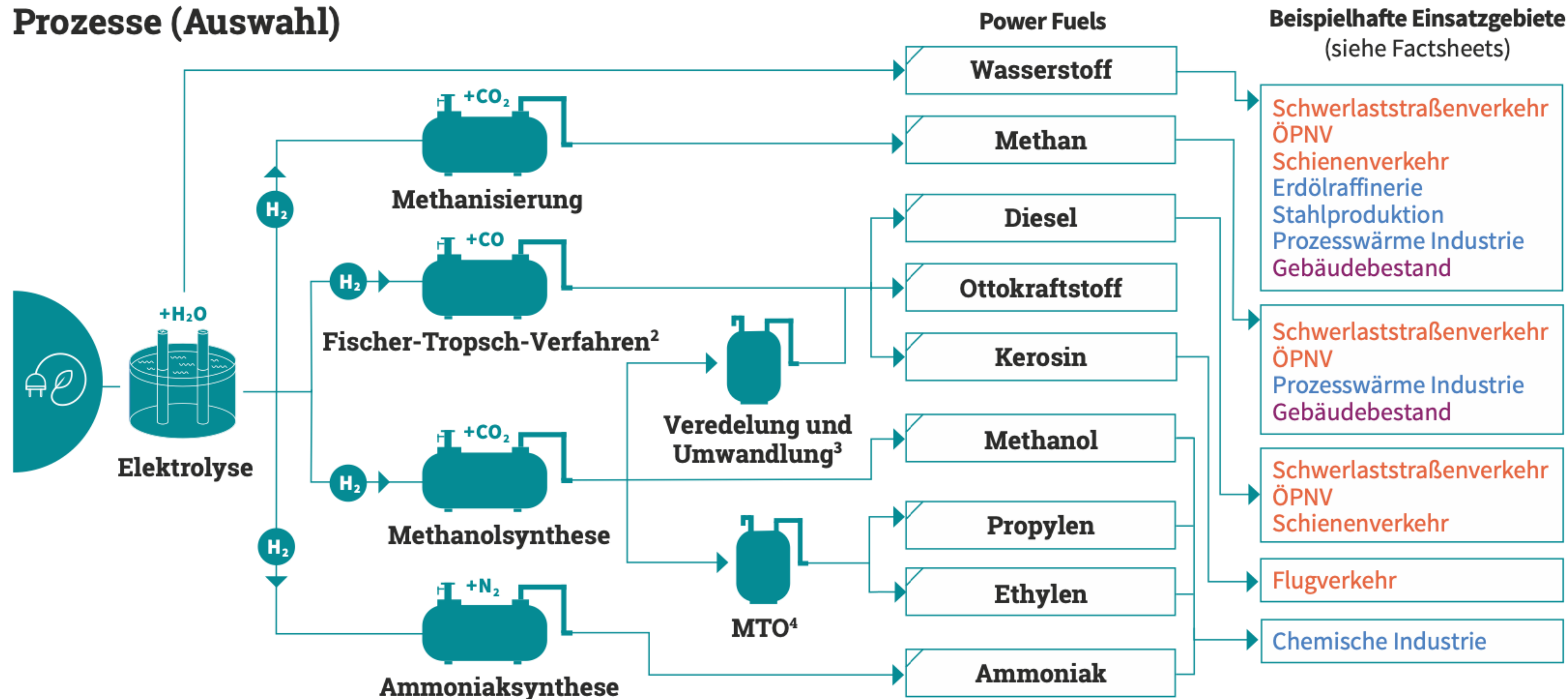
Synthetische Produktionsprozesse



Einsatz und Prozesse für synthetische Kraftstoffe

Prozesse zur Kraftstoffproduktion (PtL, PtG)

Prozesse (Auswahl)



e-Fuels: Power-to-Liquid (PtL) aus Strom, Wasser und CO



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Ihr Christian Machens

www.wasserstofftraining.de

efficientics – efficient energy consulting

Christian Machens Dipl.-Ing. (FH)
Tschaikowskistrasse 21
D – 04105 Leipzig

Mobil: +49 (0)151 24 155 887
Mail: machens@efficientics.com