



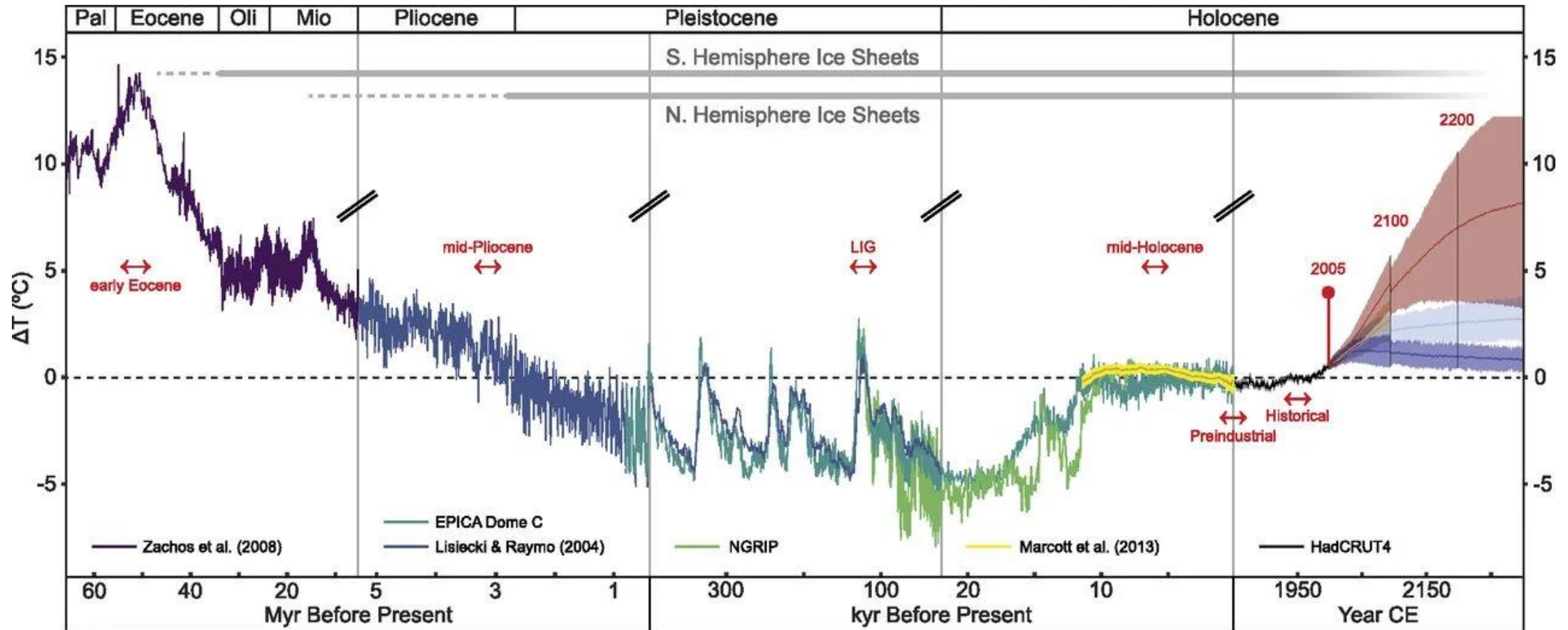
# Mit Mut zum Wandel

**Grüner Wasserstoff für  
Klimaschutz und  
Versorgungssicherheit**

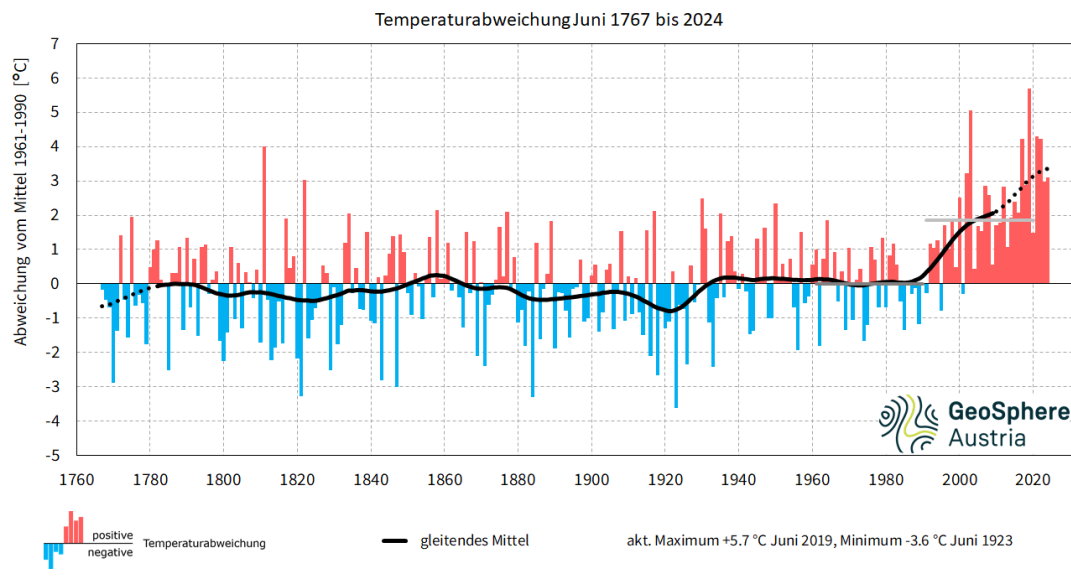
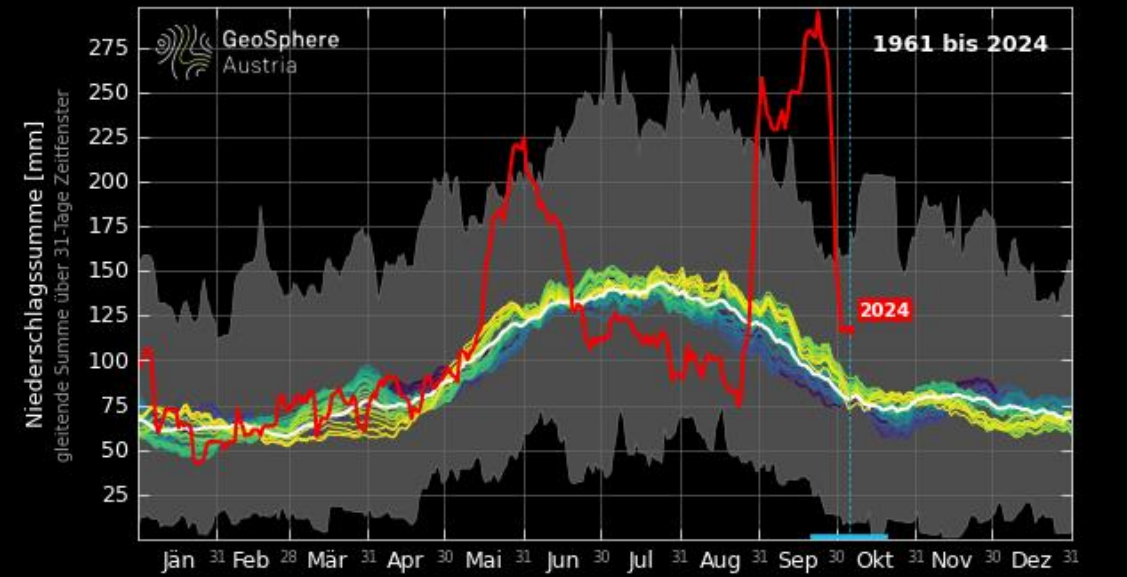
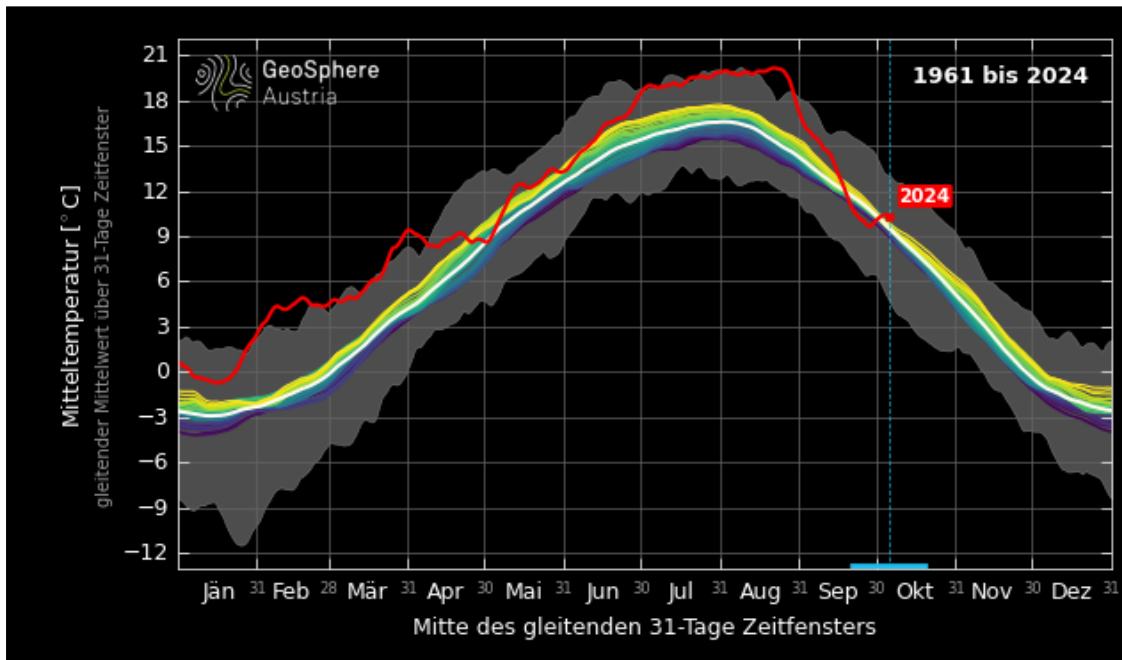
DI Dominik Kreil, BSc

Bereich Klimaschutz und Wasserstoff

# Mittlere globale Temperatur

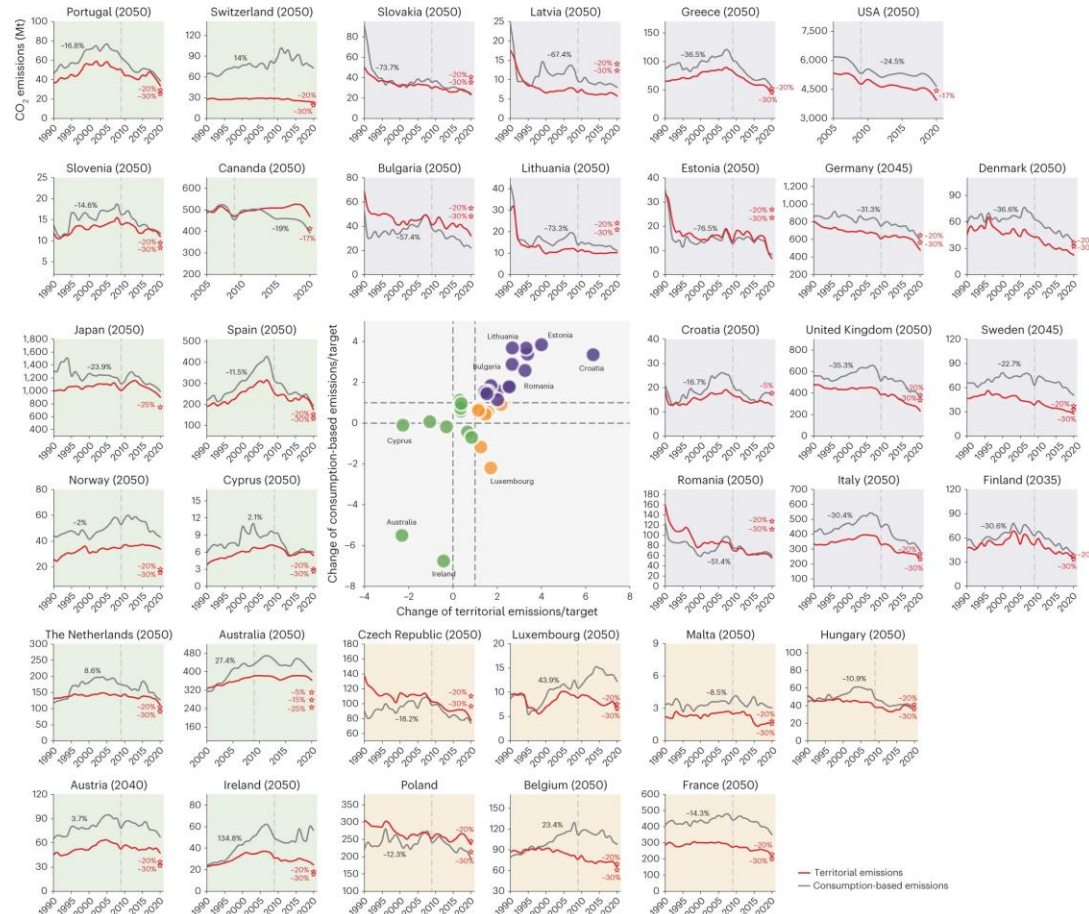


© [Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates | PNAS](#)





# Österreich kein Musterland, was den Klimaschutz betrifft

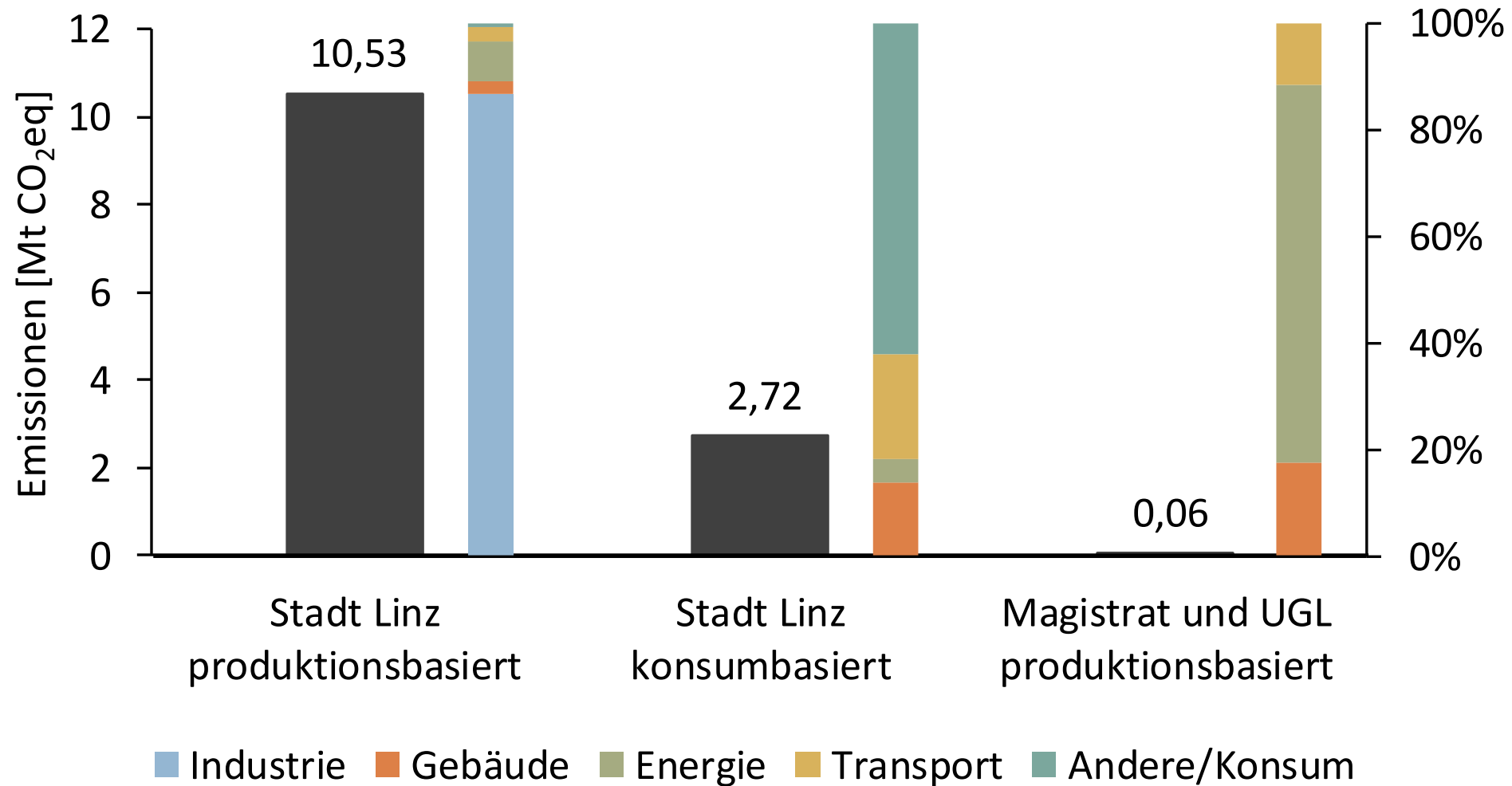


## Li et al. (2024) analysierten die Klimaschutzversprechen der UN-Klimakonferenz (COP15) Kopenhagen 2009:

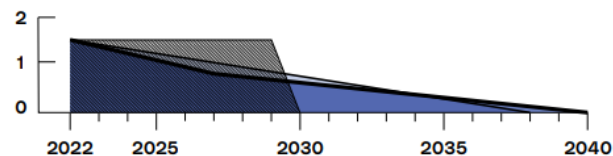
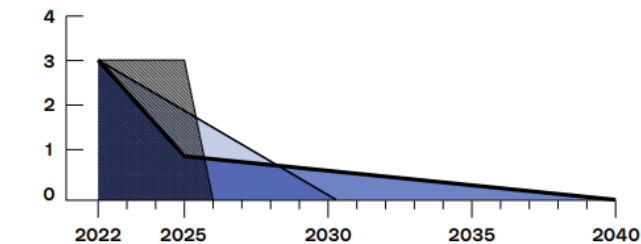
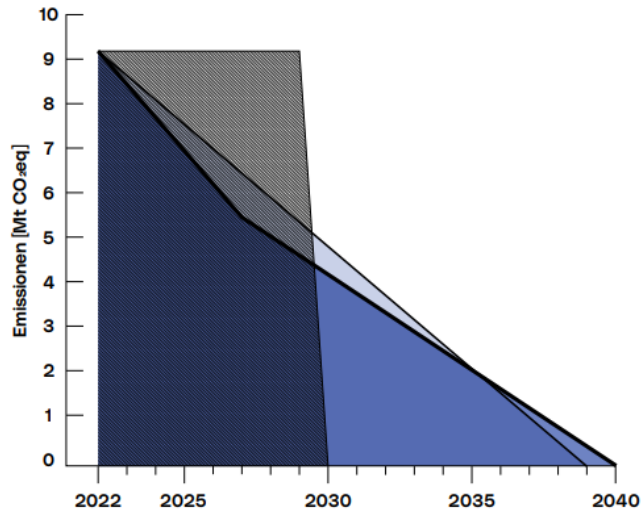
- Österreich gehört zur „gescheiterten Gruppe“, gemeinsam mit elf anderen Staaten
- in 2020 lag der produktionsbasierte nationale CO<sub>2</sub>-Ausstoß immer noch über dem Niveau des Basisjahres 1990
- das Nicht-Erreichen von kurzfristigen Emissionszielen, macht das Erreichen von langfristigen Emissionszielen noch schwieriger



# Treibhausgasbilanz / Basisjahr 2019



# Treibhausgasbudget der Stadt Linz, produktionsseitig bis zum Jahr 2040





The Cosmic Cliffs  
im Eta-Carinae Nebel







# das Periodische System der Elemente



- Wasserstoff (Gas)
- Metalle
- Edelgase
- Alkalimetalle
- Halbmetalle
- Lanthanoide
- Erdalkalimetalle
- Nichtmetalle
- Actinoide
- Übergangsmetalle
- Halogene

Atommasse  
Ordnungszahl  
Elementname  
Elementssymbol

3 6,941  
**Li**  
Lithium

5 10,81 <b>B</b> Bor	6 12,01 <b>C</b> Kohlenstoff	7 14,01 <b>N</b> Stickstoff	8 15,99 <b>O</b> Sauerstoff	9 18,99 <b>F</b> Fluor	10 20,18 <b>Ne</b> Neon												
13 26,98 <b>Al</b> Aluminium	14 28,08 <b>Si</b> Silizium	15 30,97 <b>P</b> Phosphor	16 32,07 <b>S</b> Schwefel	17 35,45 <b>Cl</b> Chlor	18 39,95 <b>Ar</b> Argon												
19 39,09 <b>K</b> Kalium	20 40,08 <b>Ca</b> Calcium	21 44,95 <b>Sc</b> Scandium	22 47,87 <b>Ti</b> Titan	23 50,94 <b>V</b> Vanadium	24 51,99 <b>Cr</b> Chrom	25 54,94 <b>Mn</b> Mangan	26 55,85 <b>Fe</b> Eisen	27 58,93 <b>Co</b> Kobalt	28 58,69 <b>Ni</b> Nickel	29 63,55 <b>Cu</b> Kupfer	30 65,39 <b>Zn</b> Zink	31 69,72 <b>Ga</b> Gallium	32 72,61 <b>Ge</b> Germanium	33 74,92 <b>As</b> Astat	34 78,96 <b>Se</b> Selen	35 126,9 <b>Br</b> Brom	36 83,80 <b>Kr</b> Krypton
37 85,47 <b>Rb</b> Rubidium	38 87,62 <b>Sr</b> Strontium	39 88,91 <b>Y</b> Yttrium	40 91,22 <b>Zr</b> Zirkonium	41 92,91 <b>Nb</b> Niob	42 95,94 <b>Mo</b> Molybdän	43 97 <b>Tc</b> Technetium	44 101,1 <b>Ru</b> Ruthenium	45 102,9 <b>Rh</b> Rhodium	46 106,4 <b>Pd</b> Palladium	47 107,9 <b>Ag</b> Silber	48 112,4 <b>Cd</b> Cadmium	49 114,8 <b>In</b> Indium	50 118,7 <b>Sn</b> Zinn	51 121,8 <b>Sb</b> Antimon	52 127,6 <b>Te</b> Tellur	53 189,9 <b>I</b> Jod	54 131,3 <b>Xe</b> Xenon
55 132,9 <b>Cs</b> Cäsium	56 137,3 <b>Ba</b> Barium	57-71 <b>La</b> Lanthanoide	72 178,5 <b>Hf</b> Hafnium	73 180,9 <b>Ta</b> Tantal	74 183,8 <b>W</b> Wolfram	75 186,2 <b>Re</b> Rhenium	76 190,2 <b>Os</b> Osmium	77 192,2 <b>Ir</b> Iridium	78 195,1 <b>Pt</b> Platin	79 196,9 <b>Au</b> Gold	80 200,6 <b>Hg</b> Quecksilber	81 204,4 <b>Tl</b> Thallium	82 207,2 <b>Pb</b> Blei	83 208,9 <b>Bi</b> Wismut	84 (210) <b>Po</b> Polonium	85 (210) <b>At</b> Astat	86 (222) <b>Rn</b> Radon
87 (223) <b>Fr</b> Francium	88 (226) <b>Ra</b> Radium	89-103 <b>Ac</b> Actinoide	104 (261) <b>Rf</b> Rutherfordium	105 (262) <b>Db</b> Dubnium	106 (263) <b>Sg</b> Seaborgium	107 (264) <b>Bh</b> Bohrium	108 (265) <b>Hs</b> Hassium	109 (268) <b>Mt</b> Meitnerium	110 (281) <b>Ds</b> Darmstadtium	111 (280) <b>Rg</b> Röntgenium	112 (285) <b>Cn</b> Copernicium	113 (284) <b>Nh</b> Nihonium	114 (289) <b>Fl</b> Flerovium	115 (288) <b>Mc</b> Moskovium	116 (292) <b>Lv</b> Livermorium	117 (294) <b>Ts</b> Tennessine	118 (294) <b>Og</b> Oganesson



57 138,9 <b>La</b> Lanthan	58 140,1 <b>Ce</b> Cer	59 140,9 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,2 <b>Nd</b> Neodym	61 145 <b>Pm</b> Promethium	62 150,4 <b>Sm</b> Samarium	63 151,9 <b>Eu</b> Europium	64 157,2 <b>Gd</b> Gadolinium	65 158,9 <b>Tb</b> Terbium	66 162,5 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,9 <b>Ho</b> Holmium	68 167,2 <b>Er</b> Erbium	69 168,9 <b>Tm</b> Thulium	70 173 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,9 <b>Lu</b> Lutetium
89 (232) <b>Ac</b> Actinium	90 (232) <b>Th</b> Thorium	91 (231) <b>Pa</b> Protactinium	92 (238) <b>U</b> Uran	93 (239) <b>Np</b> Neptunium	94 (239) <b>Pu</b> Plutonium	95 (243) <b>Am</b> Americium	96 (247) <b>Cm</b> Curium	97 (252) <b>Bk</b> Berkelium	98 (251) <b>Cf</b> Californium	99 (252) <b>Es</b> Einsteinium	100 (257) <b>Fm</b> Fermium	101 (258) <b>Md</b> Mendelevium	102 (259) <b>No</b> Nobelium	103 (260) <b>Lr</b> Lawrencium





**1,008**  
**H**  
Wasserstoff (Gas)

**1,008**  
**H**  
Wasserstoff

Alkalimetalle  
Erdalkalimetalle  
Übergangsmetalle

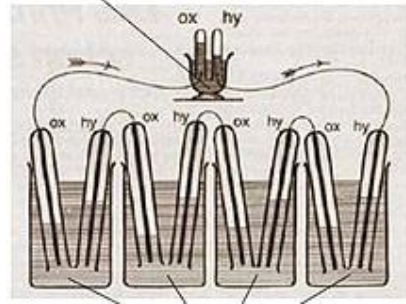
37	85,47	38	87,62	39	88,91	40	91,22	41	92,91	42	95,94
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo						
Rubidium	Strontium	Yttrium	Zirkonium	Niob	Molybdän						
55	132,9	56	137,3	57-71	72	178,5	73	180,9	74	183,84	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W						
Cäsium	Barium	Lanthanoide	Hafnium	Tantal	Wolfram						
87	(223)	88	(226)	89-103	104	(261)	105	(262)	106	(263)	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg						
Francium	Radium	Actinoide	Rutherfordium	Dubnium	Seaborgium						
57	138,9	58	140,1	59	140,9						
La	Ce	P									
Lanthan	Cer	Praseodym									
89	(232)	90	(232)	91	(231)						
Ac	Th	Pa									
Actinium	Thorium	Protactinium									

- gasförmig
- farblos
- geruchlos
- sehr leicht
- Verbrennt zu Wasser
- Energiedichte ~33 kWh/kg



Energiedichte CH<sub>4</sub> ~14 kWh/kg

# Hy-story



Entdeckung des Wasserstoffs durch den Briten Henry Cavendish

Entdeckung des Brennstoffzellen-Effekts durch Sir William Grove

Erster Windelektrolyseur von Paul le Cour

Brennstoffzellen in Raumfahrtmissionen Gemini und Apollo

Erste Wasserstoff-tankstellen in Hamburg und München

Reallabore der Energiewende

1766

1838

1895

1965/1966

1999

2019



1800

1825

1850

1875

1900

1925

1950

1975

2000

2010

2020

1800

1874

1909

1976

1994

2004

2017

Entdeckung des Prinzips der Elektrolyse

Wasserstoffvision von Jules Verne

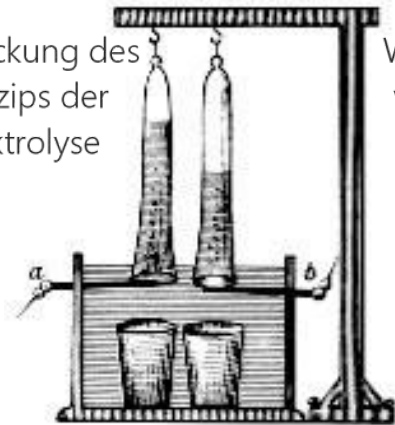
Entwicklung des Haber-Bosch-Verfahrens

Gründung des International Journal of Hydrogen Energy

Wasserstoffbetriebenes Brennstoffzellenfahrzeug NECAR

Flottenerprobung von Brennstoffzellenfahrzeugen

Wasserstoffstrategie Japan



Beginn des Projekts HySolar 1986

Erste Ölkrise 1973/1974

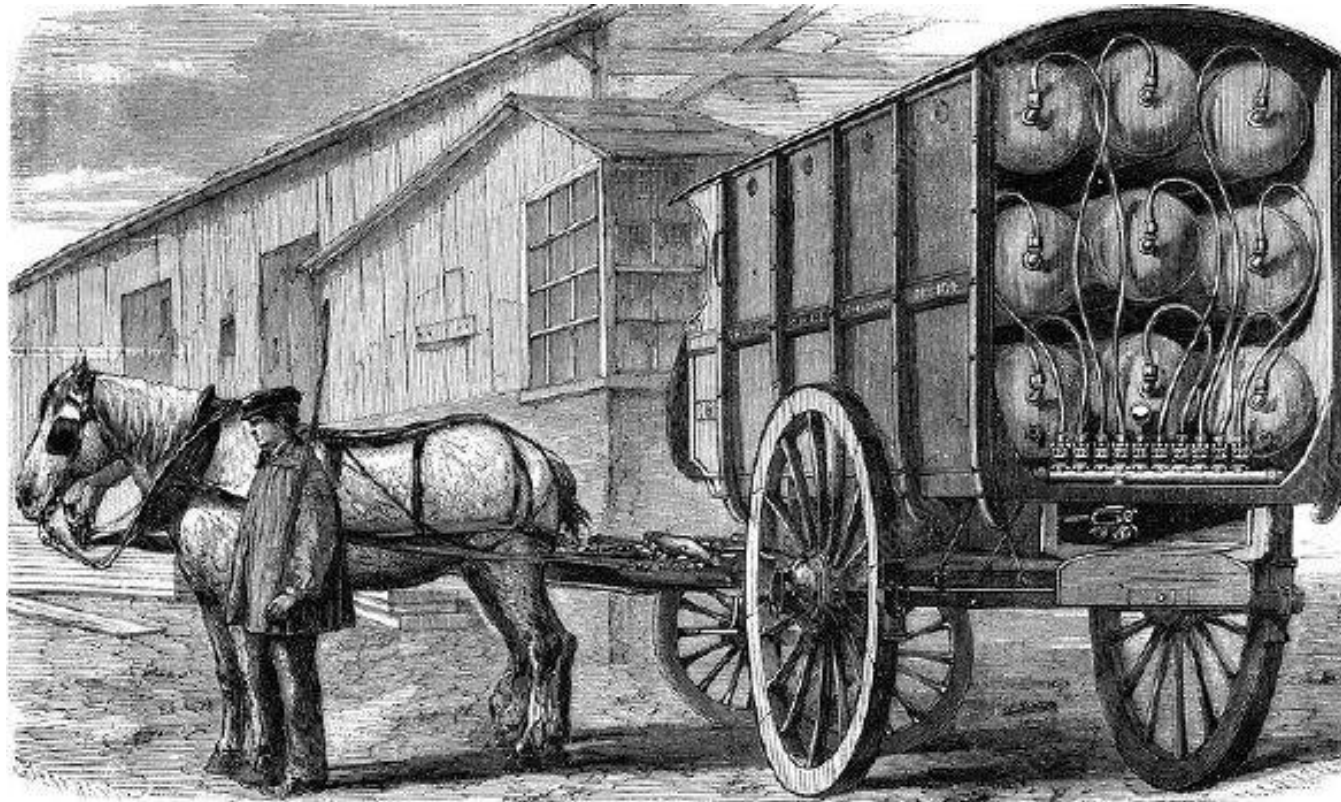
Bau des ersten Brennstoffzellen-U-Boots 2003

Pariser Klimaabkommen 2015



# Hy-story

Kokereigastransport - Paris um 1860



Chemische Fabrik Griesheim-Elektron  
FRANKFURT AM MAIN.

Autogene  
Schweissung  
mit  
**WASSERSTOFF  
& SAUERSTOFF**  
für Eisen- u. Stahlbleche  
von 0,3 bis 10<sup>m</sup> Stärke.

Wie selbstleuchtend veranschaulicht, besteht der Apparat zur autogenen Schweissung aus Wasserstoff- und Sauerstoff-Flasche sowie dem Schwelapparat. Die zum Schweißen benutzte Wasserstoff-Sauerstoffflamme hat eine Temperatur von 1900° Celsius. Das Metall kommt hierbei direkt zum Schmelzen, die Schweißnaht fließt zusammen, ohne Füllmet. Es können aber ein besonderes Flussmittel.

Die Schweißarbeiten brauchen, da die Flamme reduzierend wirkt, nicht blank zu sein. Die Arbeit ist leicht zu erlernen, durchaus nicht anstrengend, insbesondere für die Augen und vollkommen gefahrlos.

Die einschüchtlenden Arbeiten werden in unseren Werken in Griesheim a. M. und Bitterfeld nach vorheriger Anmeldung jederzeit ausgeführt.

Schweißarbeiten innerhalb unserer Fabriken erlassen wir kostenlos. Klein-Arbeiten stehen ebenfalls jederzeit zur Verfügung.

Die autogene Schweissung gestattet die Herstellung von Schweißarbeiten, wie sie mit keinem anderen Verfahren ausführbar sind.

Daneben sind einige der bemerkenswertesten Arten von Schweißarbeiten dargestellt.

Unsern belinden sich einige Abbildungen autogen geschweißter Eisenteile zur Veranschaulichung des Anwendungsgebietes.

Ueber Verwendung von Wasserstoff zur Blütlung mit Druckluft, sowie auch unter Verwendung der Starkenergie ohne Druckluft verleihe man besonderen Prospekt.

Ein vollständiger fahrbarer Schweissapparat im Betrieb.

Längsnaht an Blechen über 3 mm Stärke.

Schweissung eines planen Bodens über 3 mm Stärke.

Schweissung eines nach aussen gekrümmten Bodens über 3 mm Stärke.

Längsnaht an Blechen gekrümmten Bodens über 3 mm Stärke.

Schweissung eines nach innen gekrümmten Bodens über 3 mm Stärke.

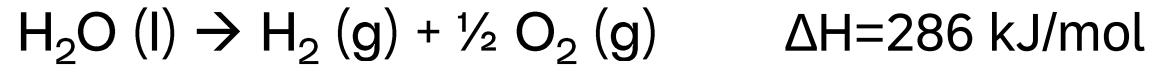
Stumpfschweissung eines Flansches.

Schweissung eines nach aussen gekrümmten Bodens über 3 mm Stärke.

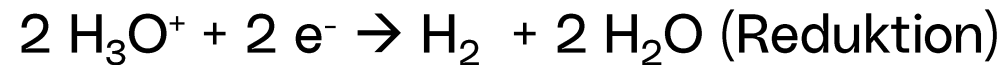
Schweissung eines nach innen gekrümmten Bodens über 3 mm Stärke.

Die Wasserstofflieferung erfolgt von unserem Werke Elektron in Griesheim a. M. und Werk II in Bitterfeld.  
Die Sauerstofflieferung nur von unserem Werk I in Bitterfeld.

# Grundlagen Elektrolyse



**Kathode (-)**

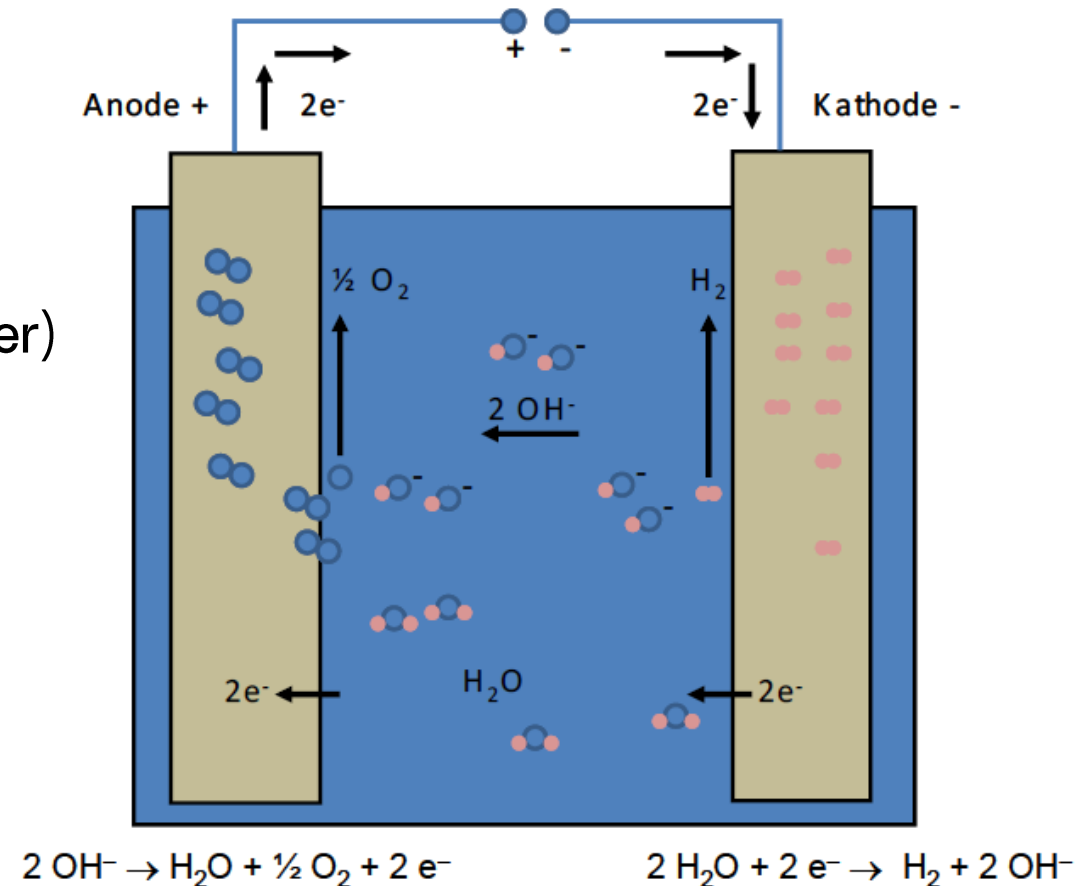


**Anode (+)**

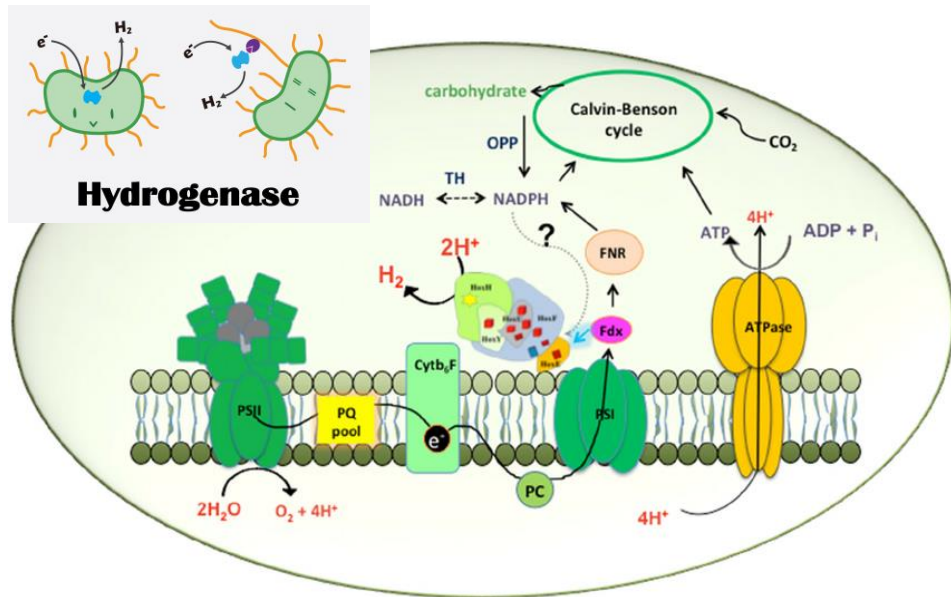
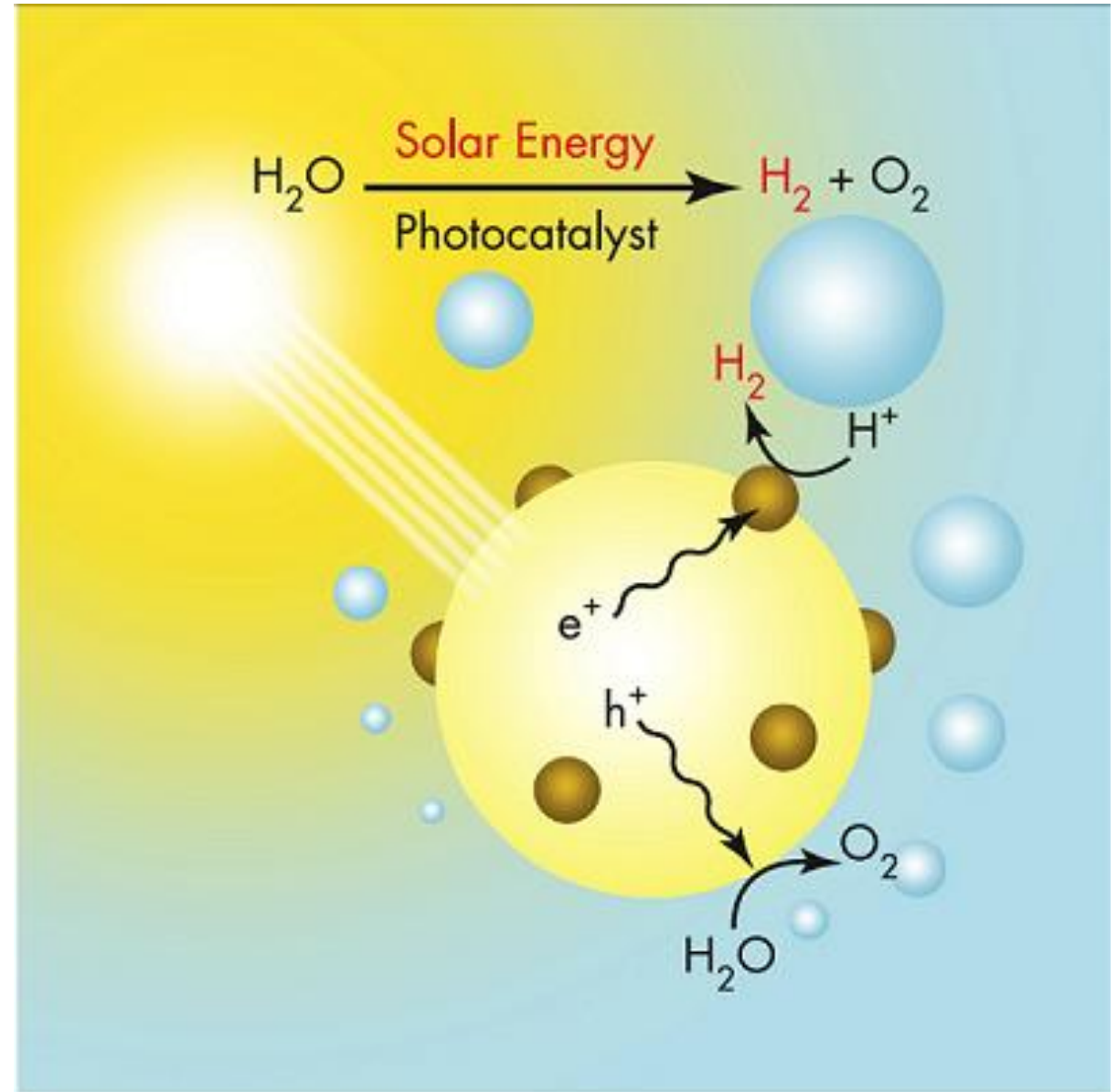
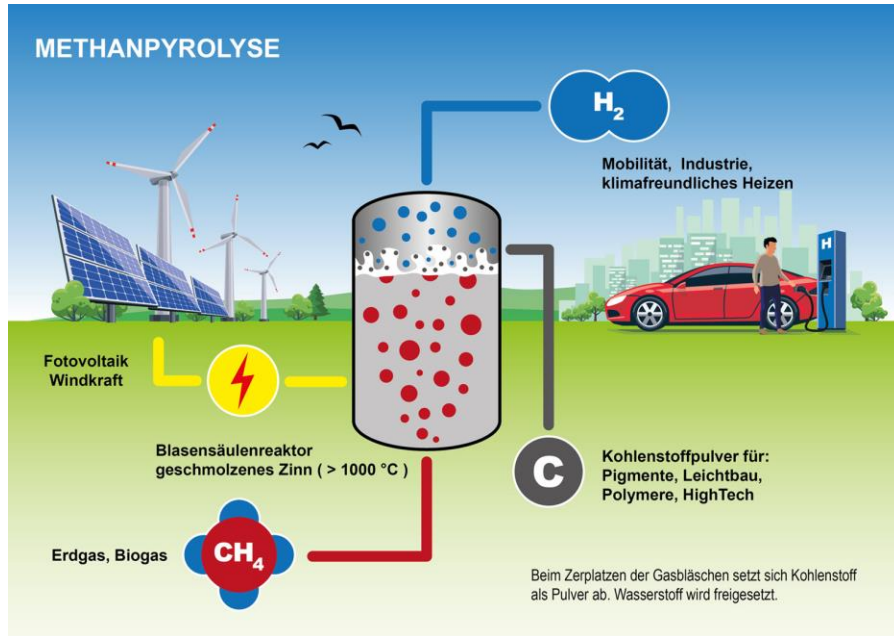


Wirkungsgrad bis zu 60-80%

Elektrodenabstand muss klein sein um elektr. Widerstand zu minimieren → Membran

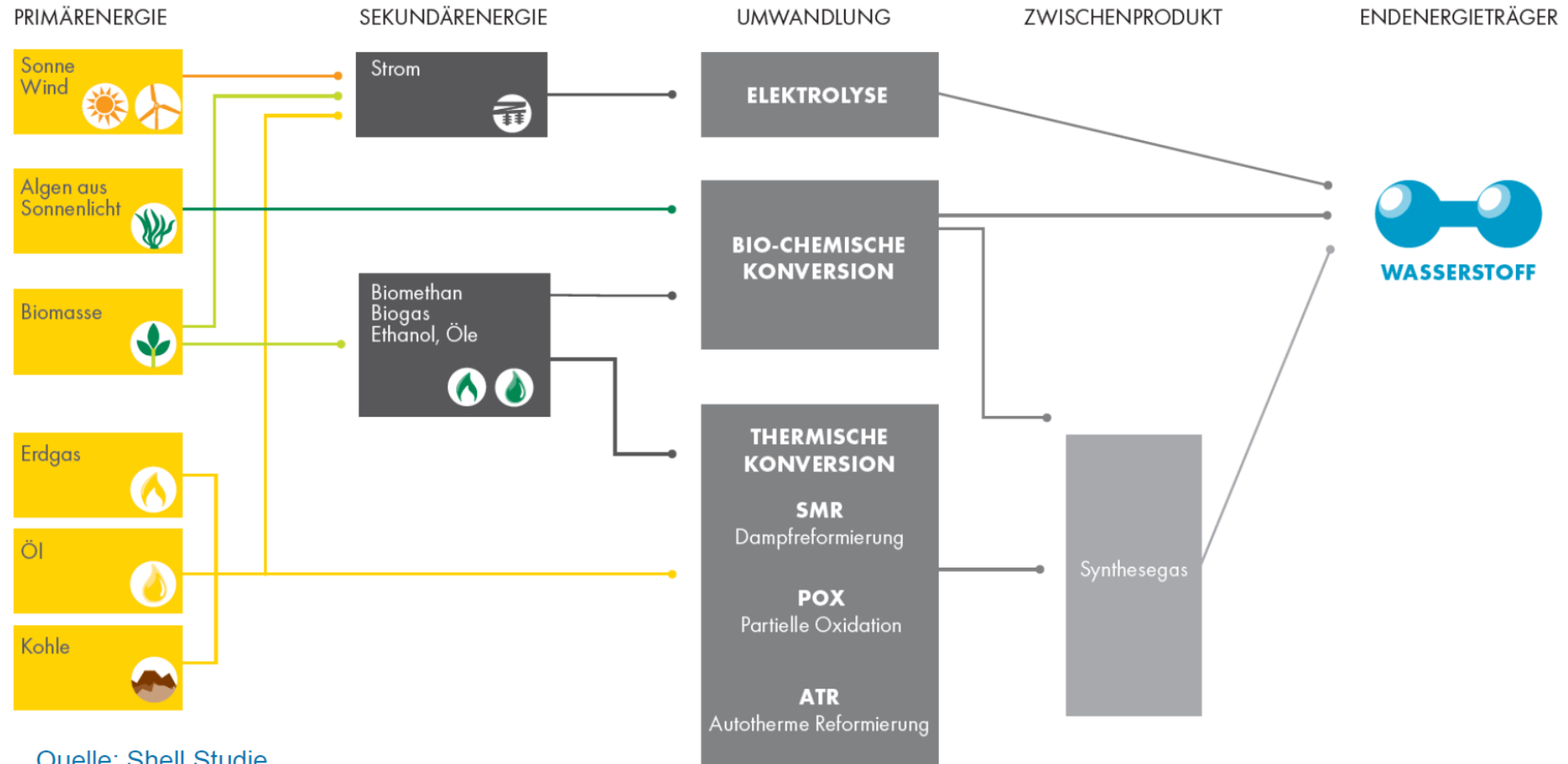






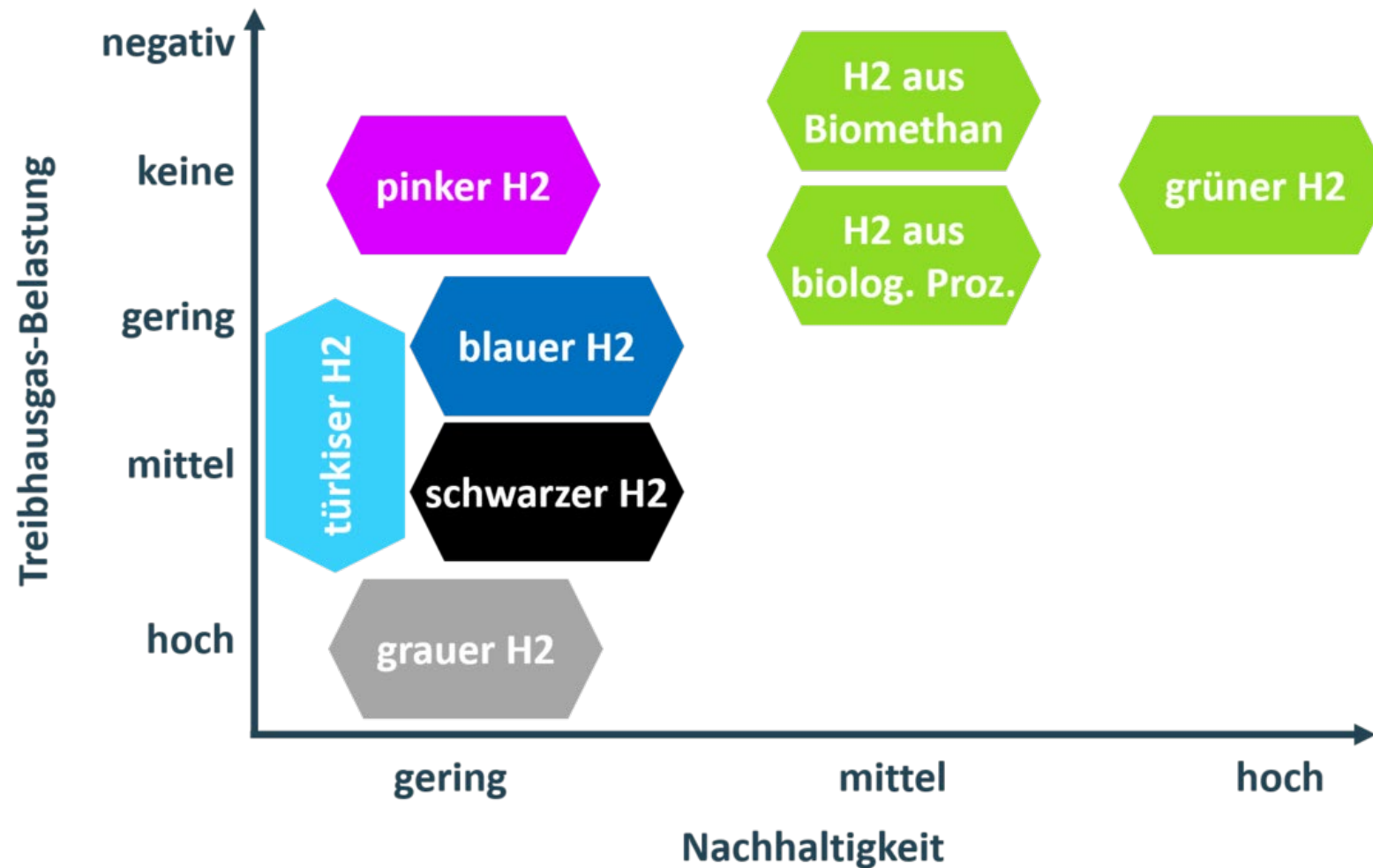


# Etablierte Verfahren zur Erzeugung

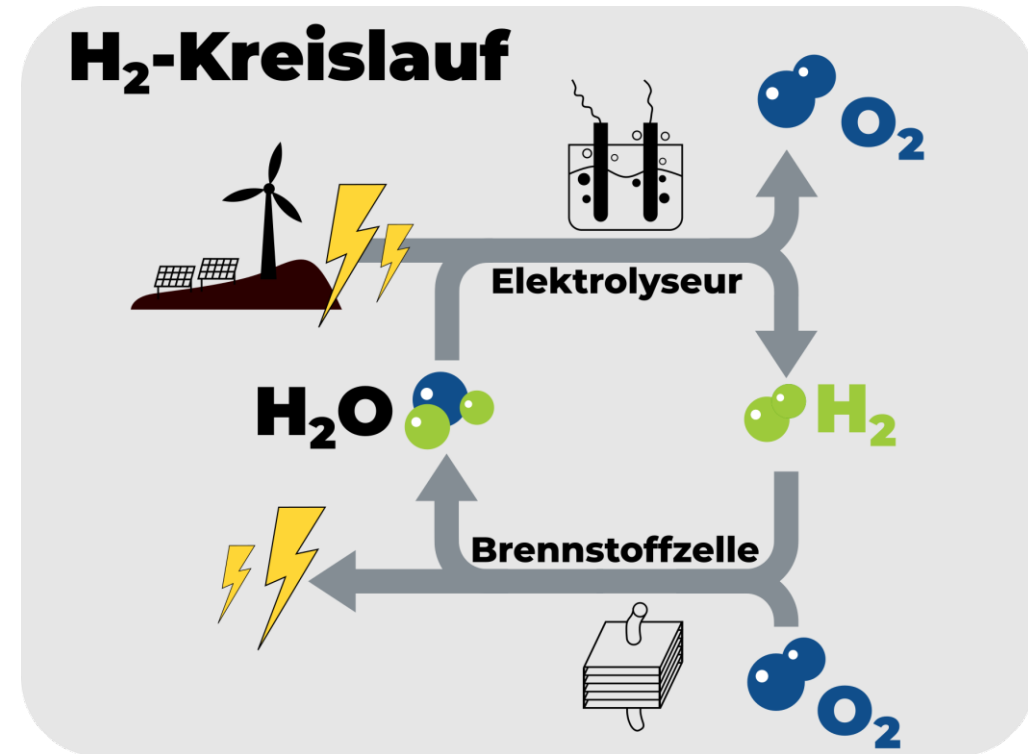
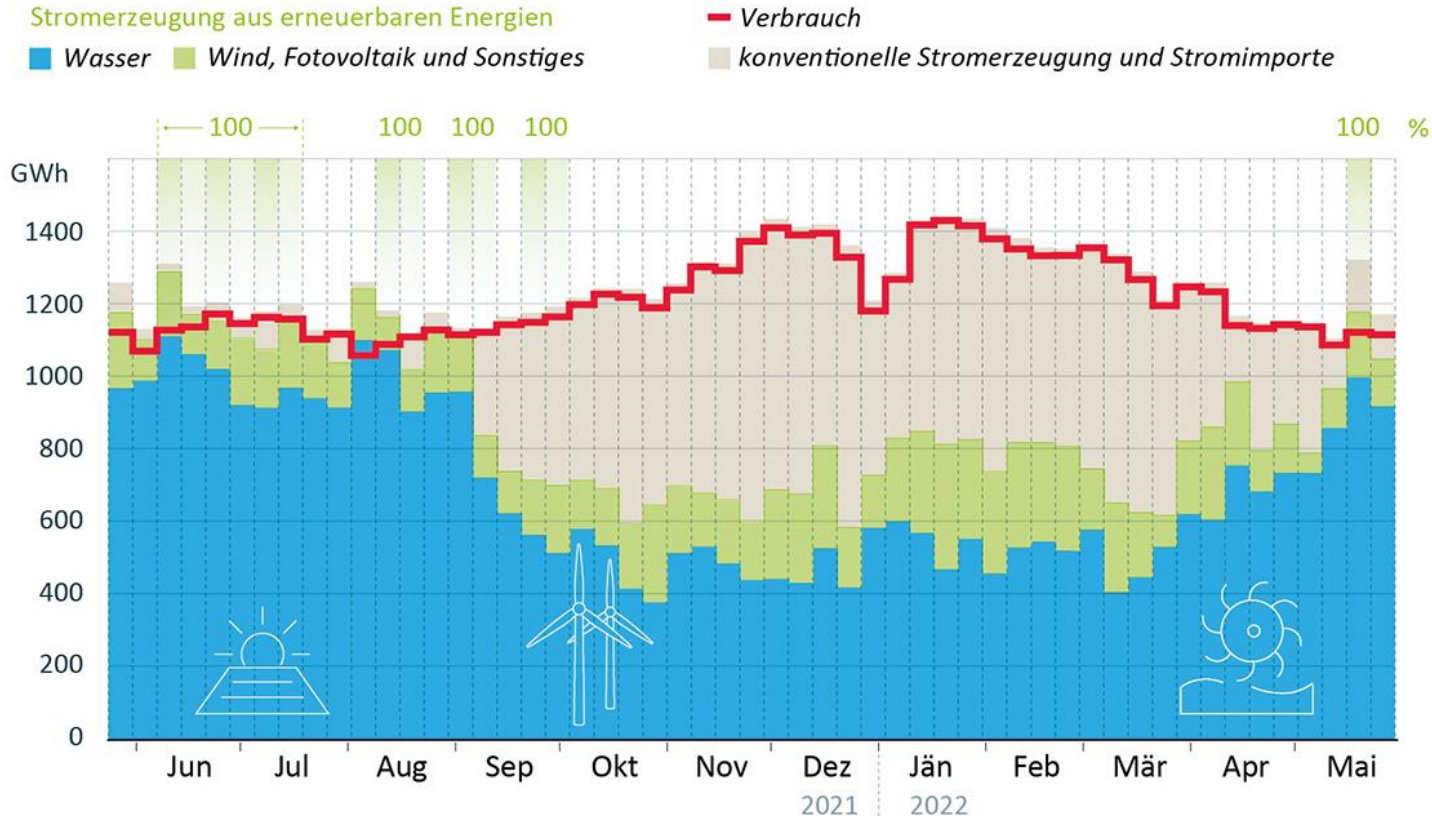


Quelle: Shell Studie

# H2 nicht per se klimaneutral



# Saisonale Speicher – Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

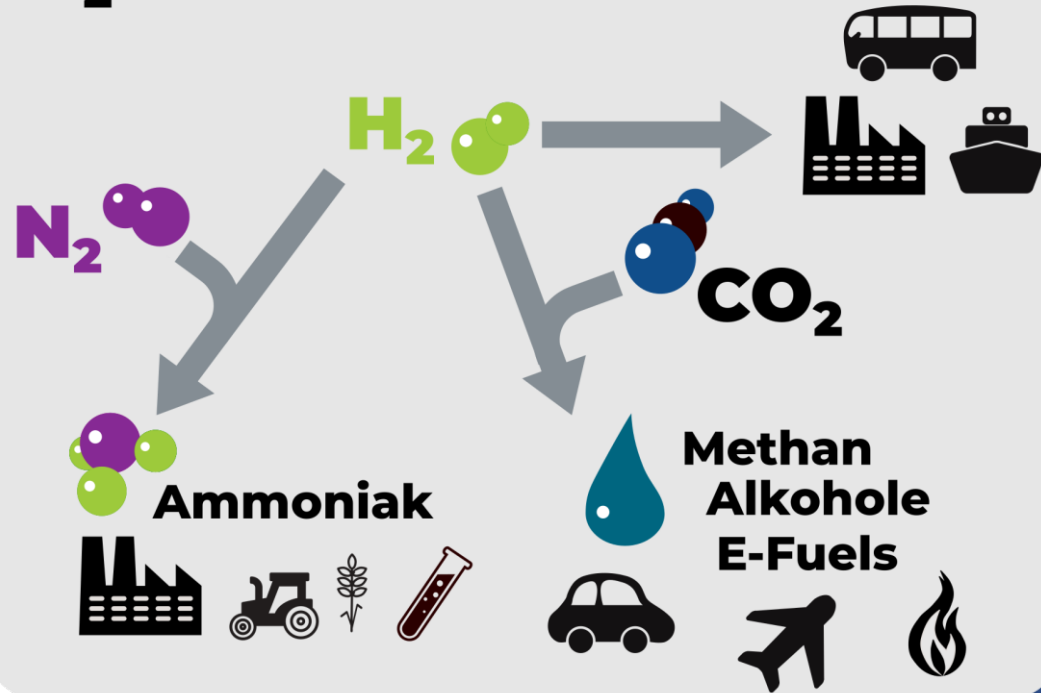


©Stadt Linz,



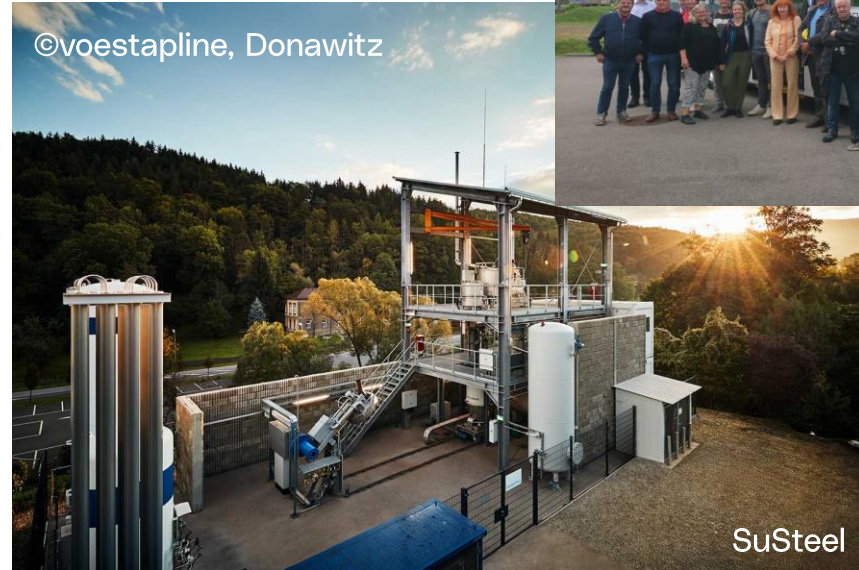
# Die Vielfalt des Wasserstoffs

## H<sub>2</sub> in der Industrie



©Stadt Linz

©voestapline, Donawitz



SuSteel



ZEROe H2 Plane ©AIRBUS



# H<sub>2</sub> meets H<sub>2</sub>O

WIKE  
Büro Stadtregierung

L\_nz

# Wasserstoff zielgerichtet einsetzen

Grüne Moleküle benötigt?	Industrie 	Verkehr 	Energie- sektor 	Gebäude 
<b>No-regret</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsmittel (Stahl aus Direktreduktion)</li> <li>Stoffliche Nutzung (Ammoniak, Chemikalien)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langstrecken-Luftverkehr</li> <li>Langstrecken-Schiffsverkehr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langzeitspeicher zum Back-up variabler erneuerbarer Energien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fernwärme (Residuale Wärmelast*)</li> </ul>
<b>Umstritten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hochtemperatur-Wärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lkw &amp; Busse**</li> <li>Kurzstrecken-Luftverkehr</li> <li>Kurzstrecken-Schiffsverkehr</li> <li>Schienenverkehr***</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größe des Bedarfs angesichts anderer Flexibilitäts- und Speicheroptionen</li> </ul>	
<b>Nicht empfehlenswert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedertemperatur-Wärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pkw</li> <li>Kleinere Nutzfahrzeuge</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelne Gebäude</li> </ul>

# H2Linz Initiative – Klimaneutrale Industriestadt Linz



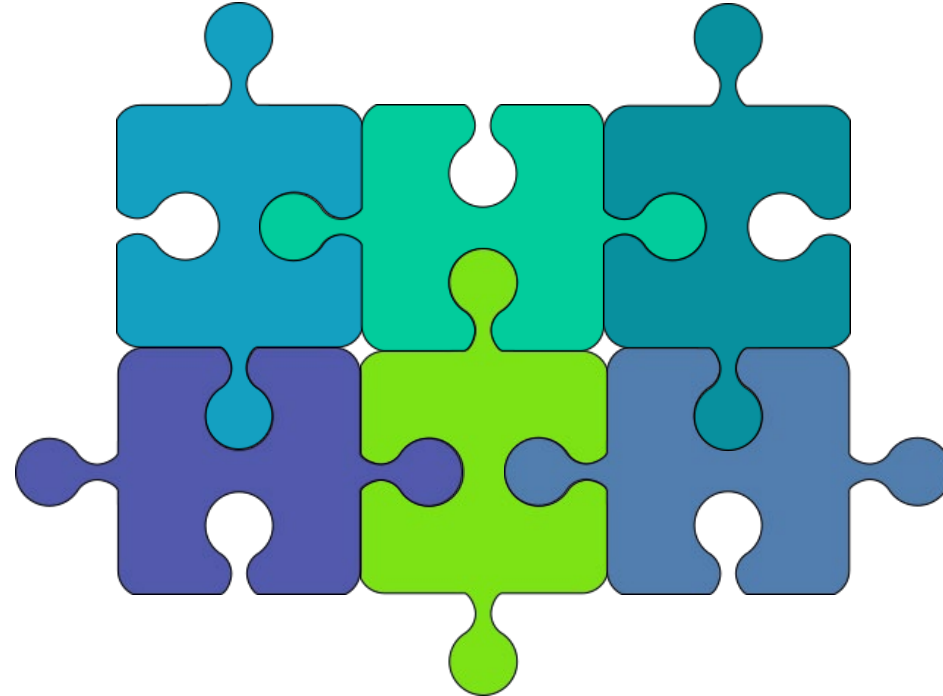
## Industrie

Transformation beschleunigen



## Ansiedelung

Neue Unternehmen um Wertschöpfungskette zu stärken



## Bürger:innen

Bewusstseins- und Fortbildung



## Stadt

Wasserstoff im eigenen Wirkungsbereich anwenden



## Forschung

Forschung unterstützen



## Kompetenz-zentrum

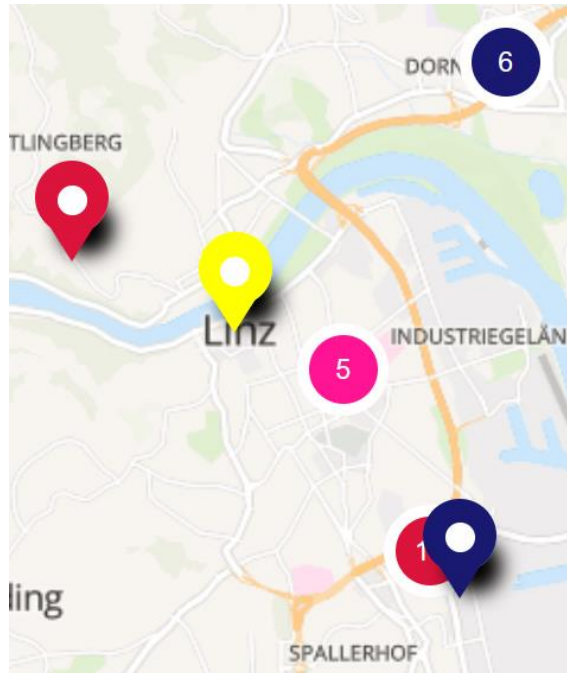
Linz als internationaler Hub für Wasserstofftechnologie



# Linzer H2 Landkarte



Und viele mehr...



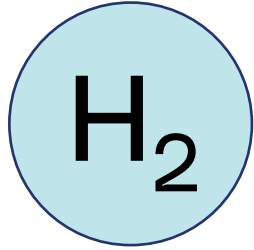
grünbeck



WIKE Büro Stadtregerung **L\_nz**

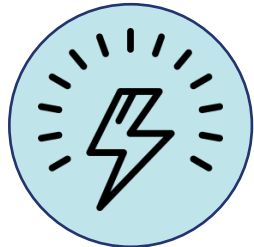
[www.linz.at/umwelt/wasserstoff.php](http://www.linz.at/umwelt/wasserstoff.php)

# Linz ist ein Energie Hot-Spot



Wasserstoff

Mind. 600.000 t/a



Energie

Mind. 38 TWh/a erneuerbare  
Energie für Elektrolyse

H2Future 6MW      seit 2019  
GrAmLi 60MW      ab 2027



LAT Nitrogen, Linz



H2Future Elektrolyseur, voestalpine Linz

# H<sub>2</sub> Beitrag zu SDGs



**Gesundheit und Wohlergehen**

Reduktion der Luftverschmutzung

**Hochwertige Bildung**

Neue Ausbildungswege zu „green Jobs“

**Bezahlbare und saubere Energie**

Ein sauberer und vielseitiger Energievektor

**Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum**

Nachhaltiges Wachstum und Schaffung von „green Jobs“

**Industrie, Innovation und Infrastruktur**

Fördert die Defossilisierung der Industrie, Innovation sowie Entwicklung grüner Infrastruktur

**Nachhaltige Städte und Gemeinden**

Sauberer Transport, Mobilität und Wärme  
Nachhaltige Jobs für die lokalen Einwohner:innen

**Maßnahmen zum Klimaschutz**

Schlüsseltechnologie zur Defossilisierung in vielen Wirkungsbereichen



Eine öffentlich-private Kooperation ist unumgänglich um die positiven Effekte auf den Boden zu bringen





Dipl. Ing. Dominik Kreil, BSc  
Klimaschutz und Wasserstoff  
WIKE, Magistrat Linz  
Altstadt 10, 4020 Linz



+43 664 80651 1043



dominik.kreil@mag.linz.at

# Its all about networking and having fun



L\_nz