

Power-to-Hydrogen: Technologien zur Erzeugung von Wasserstoff mit flexiblem Stromeinsatz

Georg Markowz
VCI/DECHEMA-Workshop
Strombasierter Wasserstoff
Frankfurt, 14. Dezember 2015



EVONIK
INDUSTRIES

Bedeutung von emissionsarmer Wasserstoff-Erzeugung

Emissionsarm erzeugter Wasserstoff – Zentrale Rolle in allen Szenarien zur Dekarbonisierung

Our abatement vision for 2030

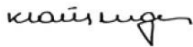
„We believe that our industry has the potential to bend the business-as-usual GHG emissions curve by 0.4 Gt CO₂e per year by 2030 ...”



Mr. Ton Büchner
Chief Executive Officer
AkzoNobel



Mr. Yoshimitsu Kobayashi
Chairman of the Board
Mitsubishi Chemical Holdings Company



Dr. Klaus Engel
Chief Executive Officer
Evonik Industries

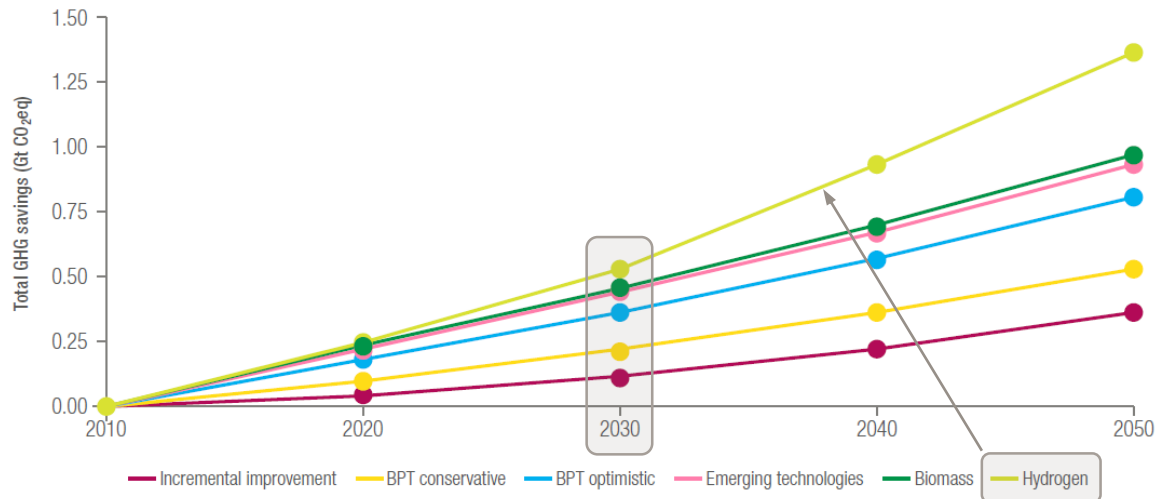


Mr. Jean-Pierre Clamadieu
Chief Executive Officer
Solvay



Mr. Feike Sijbesma
Chief Executive Officer
Royal DSM

Bericht der “Low Carbon Technology Partnerships initiative (LCPTi)”¹⁾ zum Pariser Klimagipfel



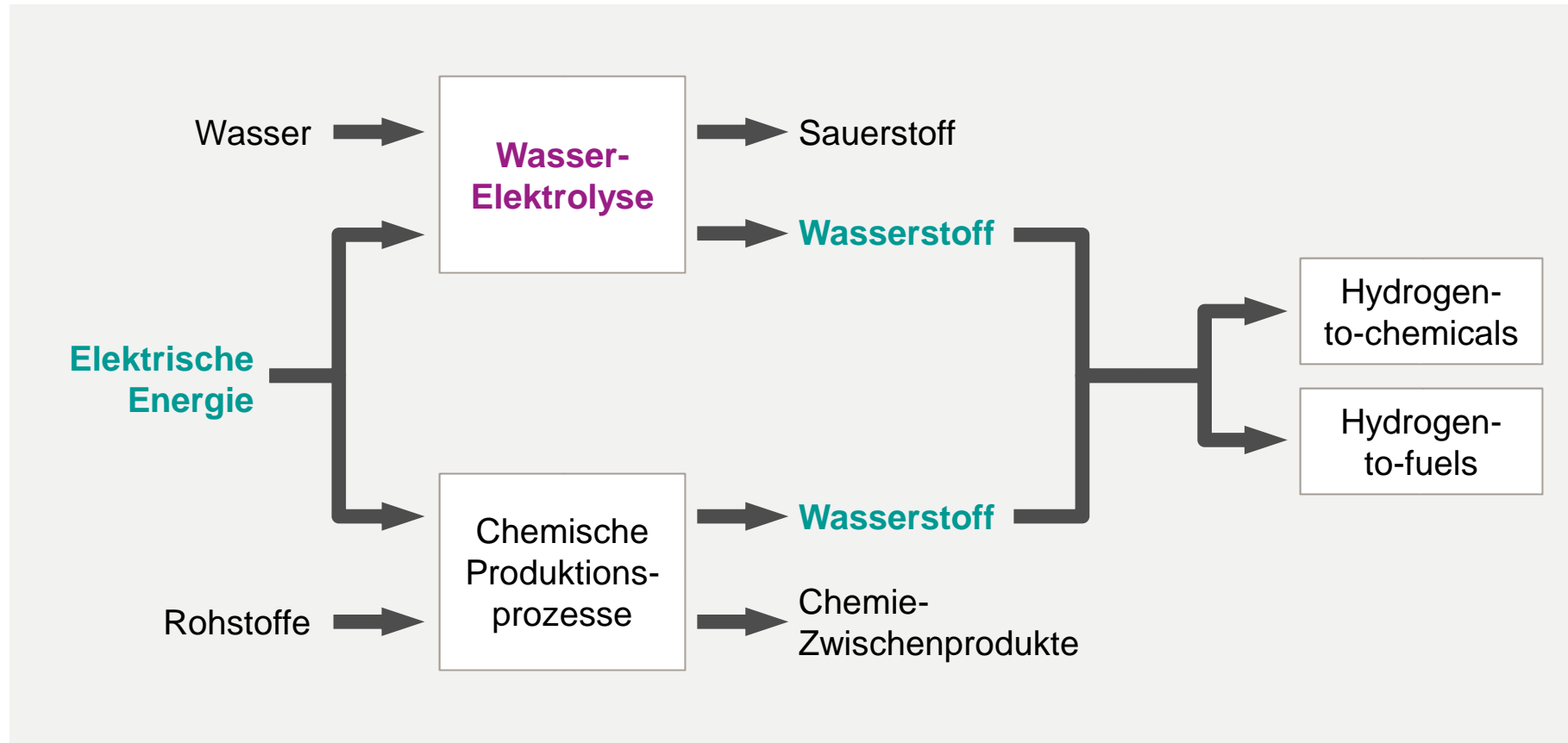
Note: Biomass and hydrogen scenarios include the emerging technologies scenario

[LCPTi report (2015), IEA/ICCA/DECHEMA (2013)]

¹⁾ Focus area Chemicals.

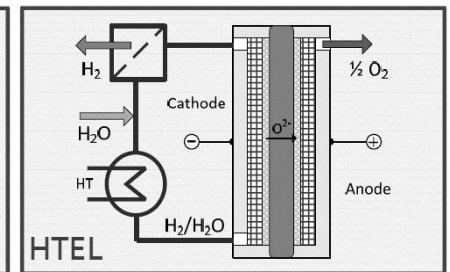
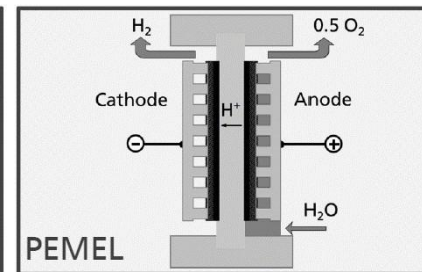
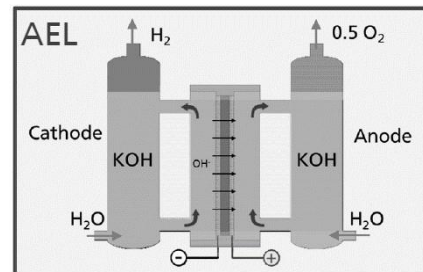
Einordnung von Ansätzen

Einordnung von Ansätzen zur Erzeugung und Nutzung von strombasiertem Wasserstoff



Übersicht an Technologien zur Wasser-Elektrolyse

	Alkalische Elektrolyse	PEM- Elektrolyse	Hochtemperatur- Elektrolyse
Temperatur	40 - 90 °C	20 - 100 °C	700 - 1.000 °C
Ladungsträger	OH ⁻	H ⁺	O ²⁻
Drücke	< 60 bar	< 200 bar	atm.

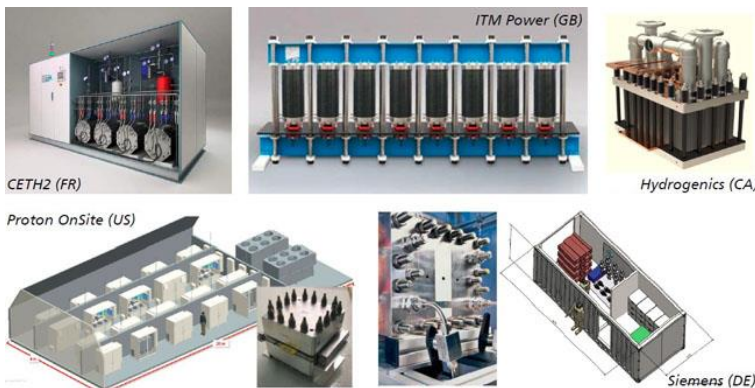


Breiter Stand der Technik – bei der Alkalischen wie auch der PEM-Elektrolyse

Alkalische Elektrolyseure



PEM-Elektrolyseure



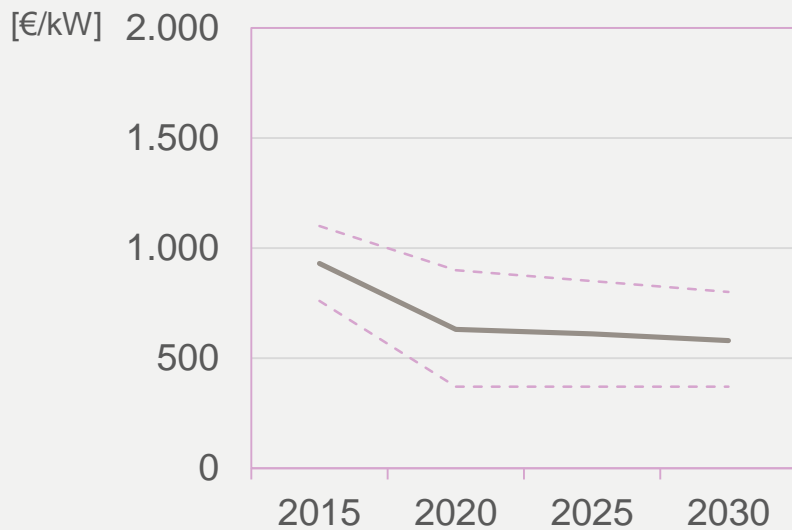
Entwicklungsschwerpunkte

- Erhöhung Arbeitsdruck
- Erhöhung Effizienz
- Erhöhung Stromdichte
- Überlastfähigkeit
- Dynamisierung
- Standzeiten
- Skalierung
- ...
- Senkung Fertigungskosten

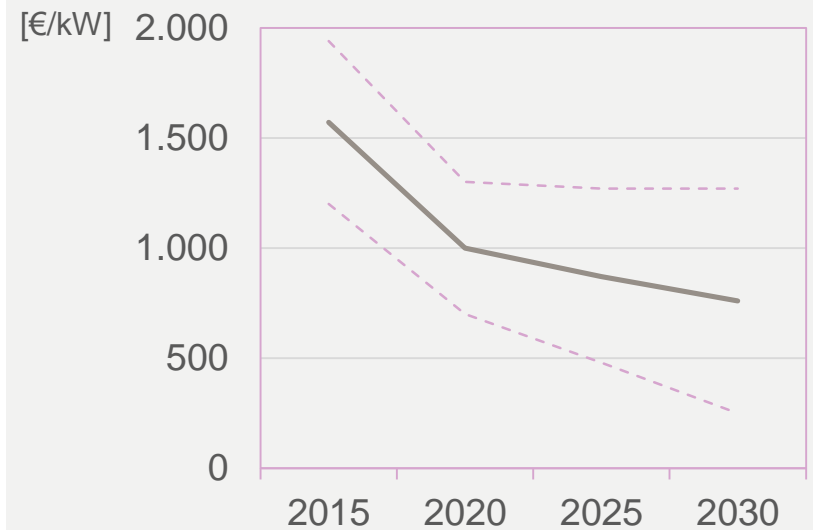
[Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme]

Erwartete Kostenentwicklung

Alkalische Elektrolyseure



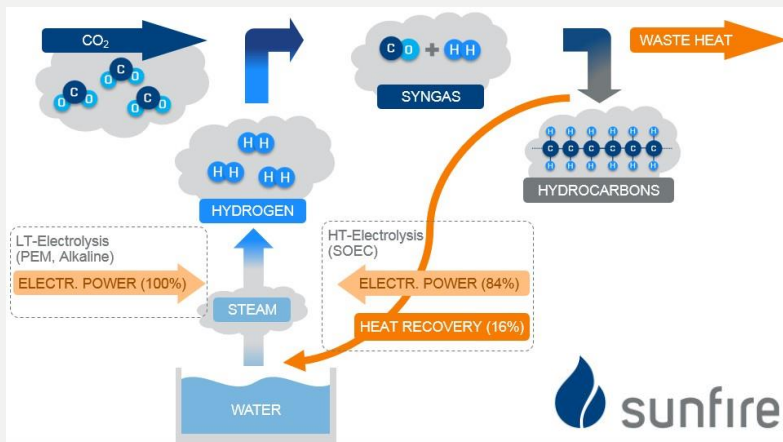
PEM-Elektrolyseure



[Development of Water Electrolysis in the European Union, Final Report, E4Tech, Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (2014)]

Entwicklung der SOEC-Technologie: Beispiel sunfire (Dresden)

Konzept



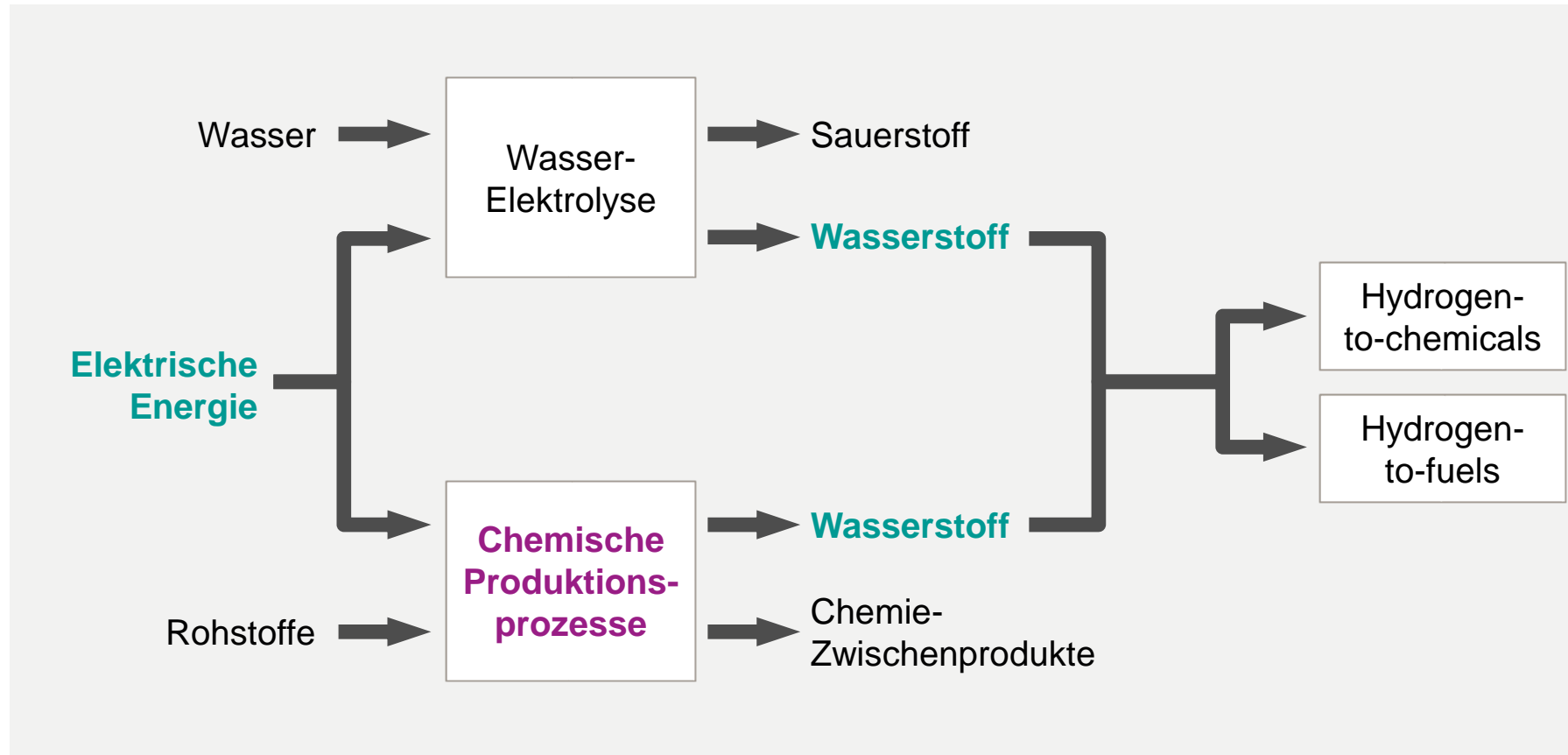
PtL + LTE: $\eta \approx 50\%$ PtL + HTE: $\eta \approx 60\%$

Pilotanlage



Einordnung von Ansätzen

Einordnung von Ansätzen zur Erzeugung und Nutzung von strombasiertem Wasserstoff

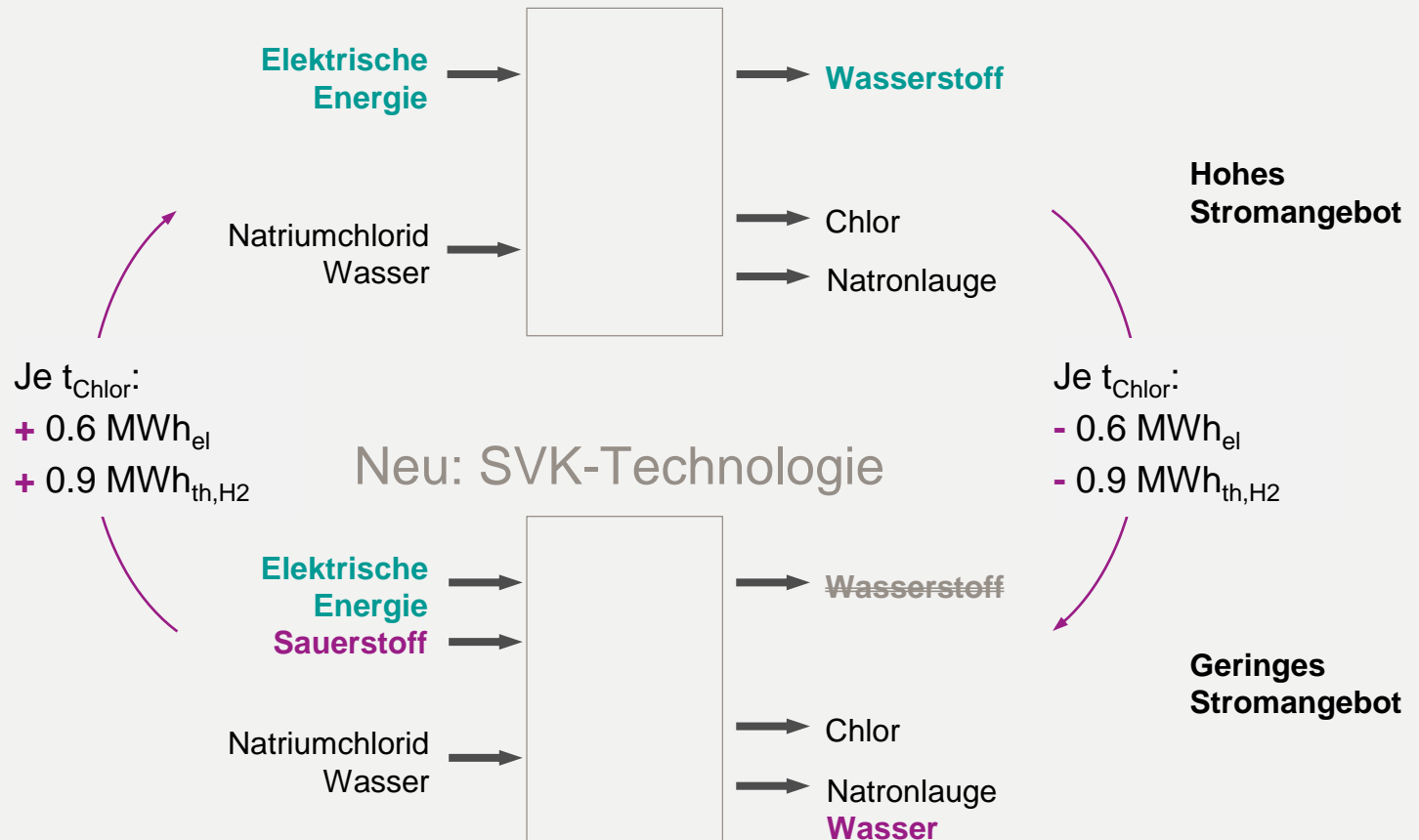


Beispiel: Chlor-Alkali-Elektrolyse



Entwicklungsansatz zur Flexibilisierung der Chlor-Alkali-Elektrolyse

Stand der Technik (Membran-Technologie)



SVK = Sauerstoffverzehrkatoden

Beispiel: Acetylen-Lichtbogentechnologie

Elektrische
Energie



Erdgas

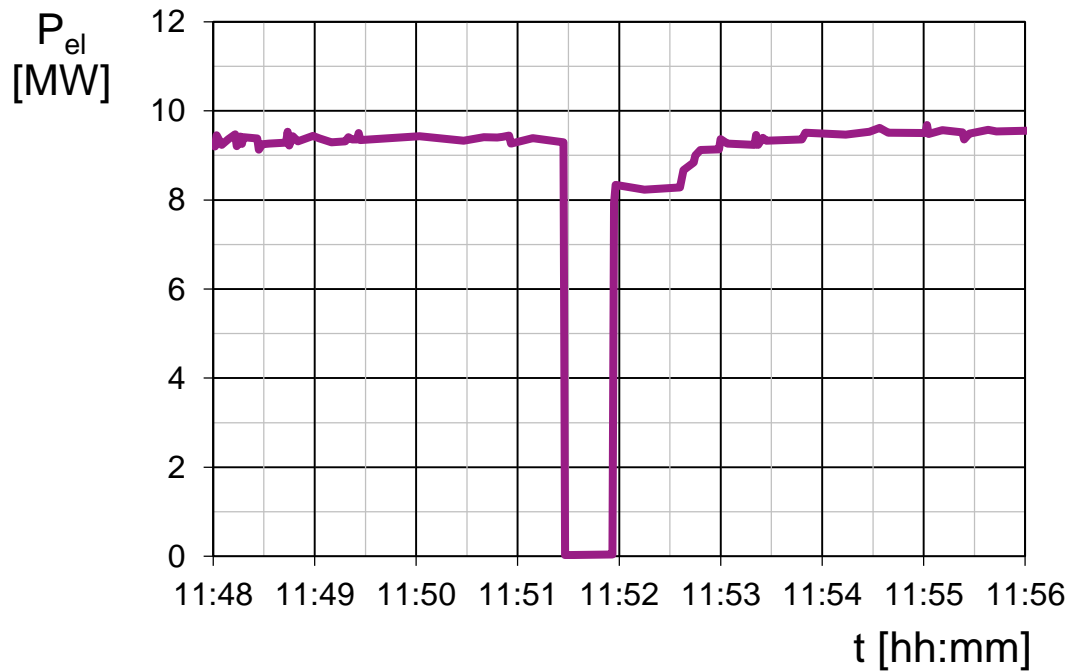


Wasserstoff

$1.0 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{MWh}_{\text{el}}$

Acetylen, Ethylen

Technisches Potenzial: Hohe Dynamik machbar

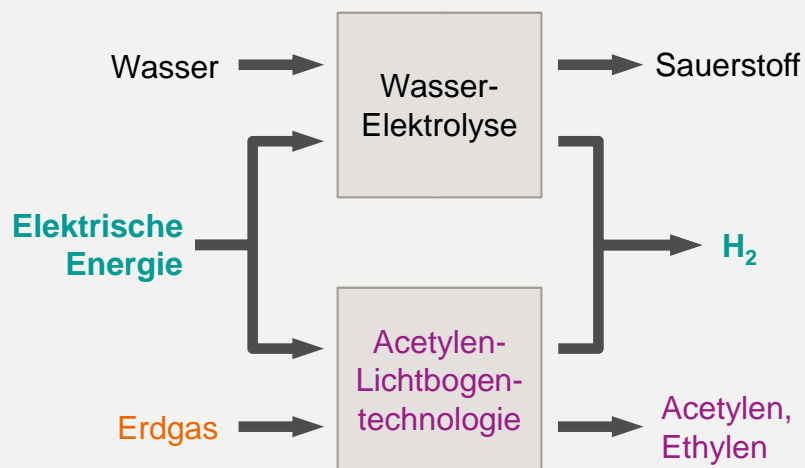


[Quelle: ISP Marl GmbH]

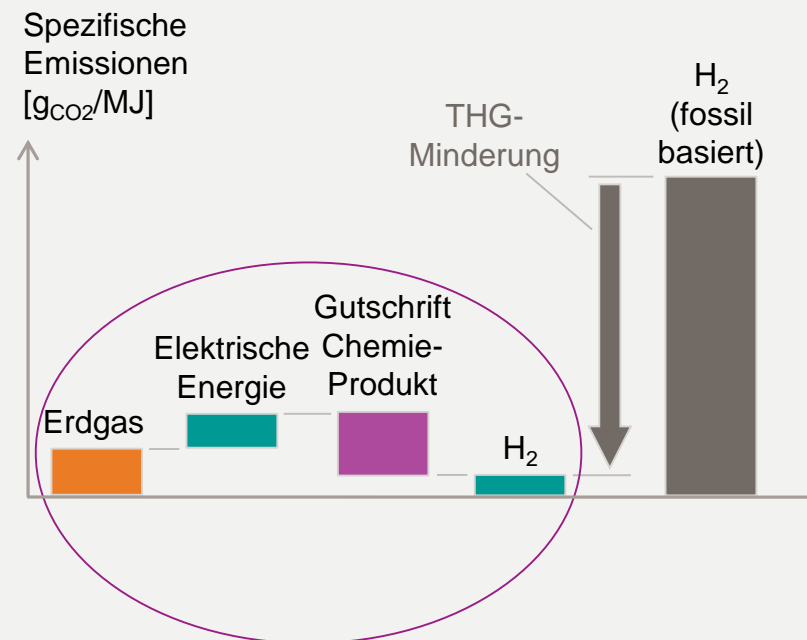
Ökologische Wertigkeit des Wasserstoffs ist maßgeblich

Untersuchung mittels Ökobilanzierung

Betrachteter Rahmen

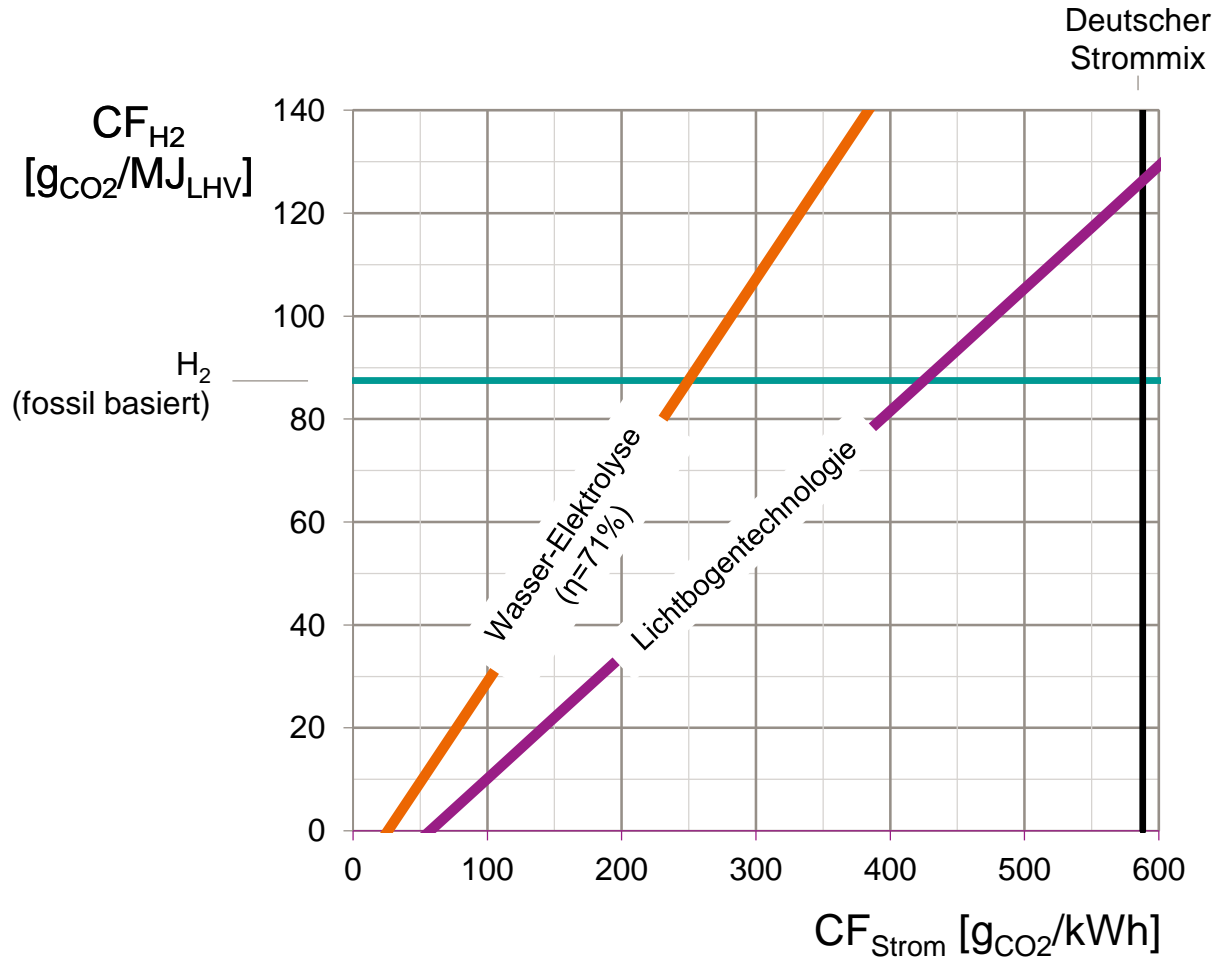


Systematik



Carbon Footprint des erzeugten Wasserstoffs

Abhängigkeit des Carbon Footprints vom eingesetzten Strommix



Beispiel: Acetylen-Lichtbogentechnologie

Elektrische
Energie



Erdgas



Wasserstoff

$1.0 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{MWh}_{\text{el}}$

Acetylen, Ethylen

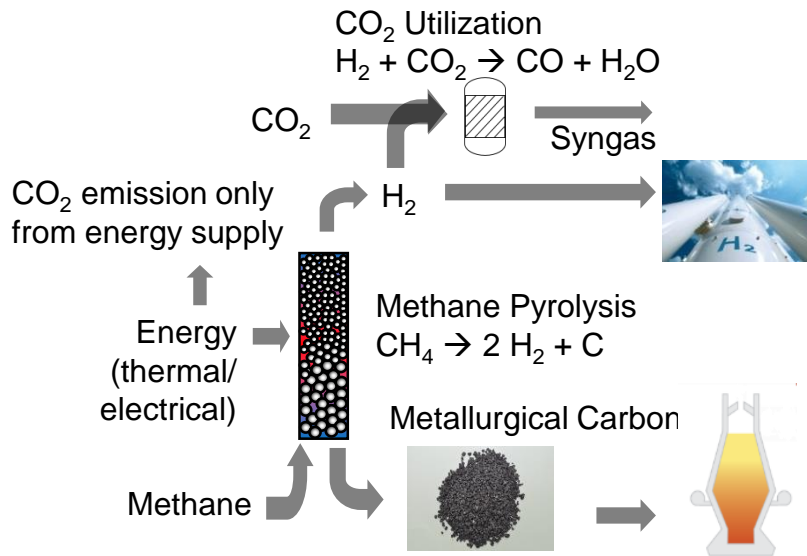
Energiewirtschaftliches Potenzial

- Flexibilität: $\approx \pm 3 \text{ GW}_{\text{el}}$
- Wasserstoff-Erzeugung: $\approx 40 \text{ TWh}_{\text{th}}$

Aktuelle Technologieentwicklungen

Beispiel Methanspaltung

Konzept



R&D project funded by the German Government



Versuchsanlage (eine von mehreren)



Handlungsfelder

Technologien verbessern



Geschäftsmodelle entwickeln



Rahmenbedingungen schaffen



Menschen gewinnen





EVONIK
INDUSTRIES