H_2 | Herstellung und Verwendung in verschiedenen Sektoren

Prof. Dr.-Ing. Klaus Görner

DFK-Webinar-Reihe zum Thema H_2 | 25.03.2021

Klaus Görner | Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Vita, Funktionen, Aktivitäten

Vita

Studium	*Verfahrenstechnik an der Universität Stuttgart*
Prom. und Habil.	*Energietechnik an der Universität Stuttgart*
Industrie	*Lentjes und Deutsche Babcock*

Funktionen

RRP	*Rhein Ruhr Power e.V. - Vorstand*
LUAT	*Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik u. Anlagentechnik*
GWI	*Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. - Vorstand*
VI	*Virtuelle Institute Kraft-Wärme-Kopplung und Strom zu Gas und Wärme - Koord.*
VAIS	*Fachbereichsleiter „Neue Technologien und Umwelt“ - Vorstand*

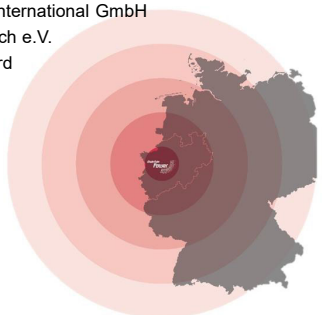
Aktivitäten für

Heute	*Dynamische Anlagensimulation (z.B. Kraftwerke, Einzelprozesse)*
Morgen	*Anlagenkombinationen (z.B. Kraftwerk und Methanol-Synthese)*
Übermorgen	*Wasserstoff, P2X und Sektorenkopplung (Gesamtsystem)*

Rhein Ruhr Power e.V. - Der Verein

Mitglieder

- **4.OPMC**
- **4-stream consulting** GmbH
- **Benesch**, Prof. Dr. Wolfgang A.
- **CEBra** Centrum für Energietechnik Brandenburg e.V.
- **DVV** Deut. Vereinigung für Verbrennungsforschung e.V.
- **DLR** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- **ef.Ruhr** GmbH
- **EnergieAgentur.NRW** GmbH
- **ETABO** Energietechnik und Anlagenservice GmbH
- **Evonik** Technology & Infrastructure GmbH
- **FZJ** Forschungszentrum Jülich GmbH
- **Fraunhofer Umsicht**
- **GWI** Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- **Hamon Enviroserv** GmbH
- **Heiermann**, Gerd
- **Hourfar**, Dr. Dariush
- **InPro-Consult** GmbH
- **IPE** Institut für Produkt Engineering – Uni DUE
- **Kehr**, Dr. Manfred
- **Korte**, Nicolas
- **KSB** SE & Co. KGaA
- **MAN Energy Solutions** SE
- **M&S** Mehldau & Steinfath Umwelttechnik GmbH
- **MPE** Mitsubishi Power Europe GmbH
- **RWE** Power AG
- **RWTH Aachen**
- **Siemens** Gas and Power GmbH& Co. KG
- **Soliterm** GmbH
- **SPRINT!** Energy Consulting GmbH / **troveo** GmbH
- **STEAG** GmbH
- **TÜV Nord Systems** GmbH & Co. KG
- **TÜV Rheinland Industries Service** GmbH
- **UDE** Universität Duisburg-Essen
- **VAIS** e.V. (früher FDBR e.V.)
- **VDM Metals** International GmbH
- **VGB** PowerTech e.V.
- **Witt**, Prof. Gerd



Rhein Ruhr Power - Die Themen

Think Tank für die Themen der Zukunft

Strategische Themenfelder

Sektorenkopplung
Strom, Wärme und Produkte gemeinsam denken

Additive Fertigung
Rasche Umsetzung von der Idee bis zum Produkt

Power-to-Products
Energie und Produkte zusammen-bringen und umsetzen

Digitalisierung
Vorteile nutzen, Risiken vermeiden

Kompetenz der Mitglieder entlang der Wertschöpfungskette

Integration in Ver-sorgungssysteme → Projektentwick-lung und Planung → Werkstoffe → Komponenten → Bau / Modernisierung → Betrieb → Wartung und Instandhaltung

Herausforderungen der Energiewende

für die Sektoren

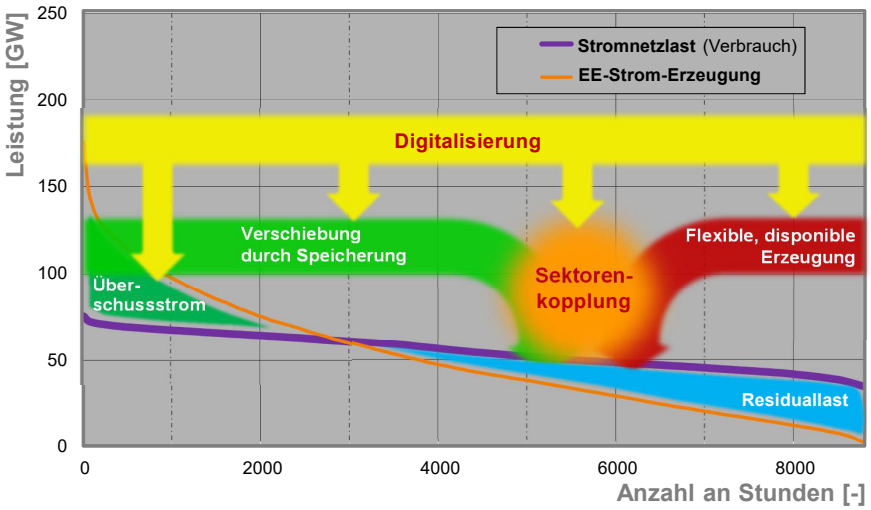
- Energie

- Chemie

- Stahl

Herausforderungen für die Energiewende

Versorgungssicherheit und Systemstabilität mit Volatilität der EE-Strom-Erzeugung



Zusammenwirken von
- Disponibler Erzeugung
- Speicherung
- Sektorenkopplung und
- Digitalisierung

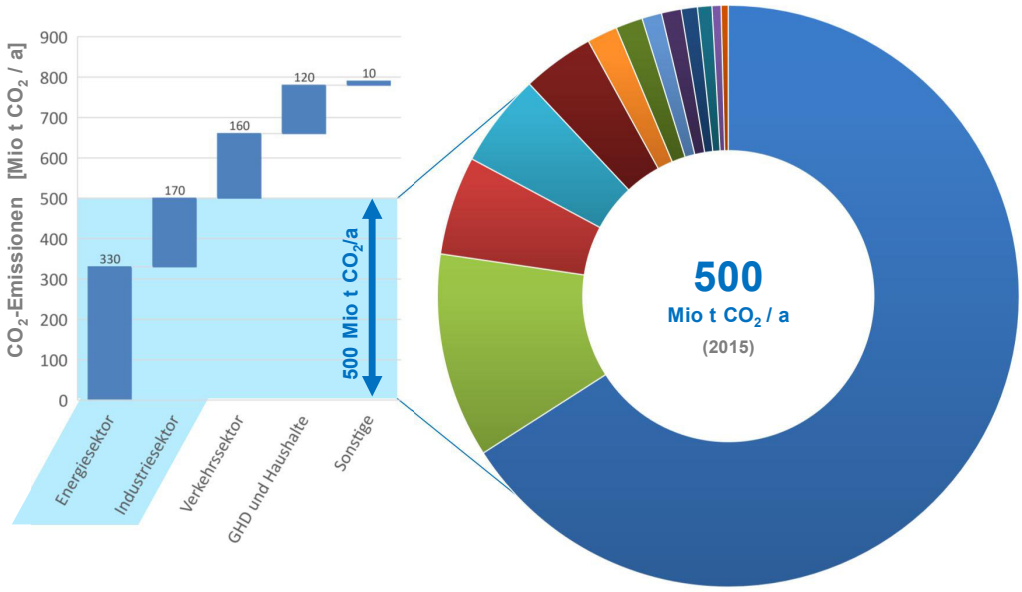
ist entscheidend, um
- Energiewende zum Erfolg zu führen

und gleichzeitig
- Versorgungssicherheit und
- Systemstabilität

zu gewährleisten.

Herausforderungen für die Energiewende

CO_2-Emissionen aus den verschiedenen Sektoren



- Energiewirtschaft fossil — **330** Mio t/a
- Energiewirtschaft biogen
- Roheisen- und Stahlherstellung
- Nichteisenmetallherstellung
- Erdölraffination
- Grundchemikalienherstellung — **39** Mio t/a
- Ammoniakherstellung
- Zementherstellung
- Kalkherstellung
- Papier- und Zellstoffherstellung
- Glasherstellung
- Keramische Industrie
- Sonstige (H2, Gips, Soda, Zucker, Ruß, ...)

Zur Sektorzuordnung:
Raffinerien und Strom- und Wärme-erzeugung in der Chemie werden dem Energiesektor zugeordnet

Quelle: CO_2 aus dem Energie- und Industriesektor zur Einkopplung in Power-to-Gas-Prozesse. ewp 6/7 2019, S. 54ff

Herausforderungen für den Sektor Energie

Brennstoff-Switch von Kohle zu Gas

GuD-Anlage Steag KW Herne

Quelle: Steag, 2021

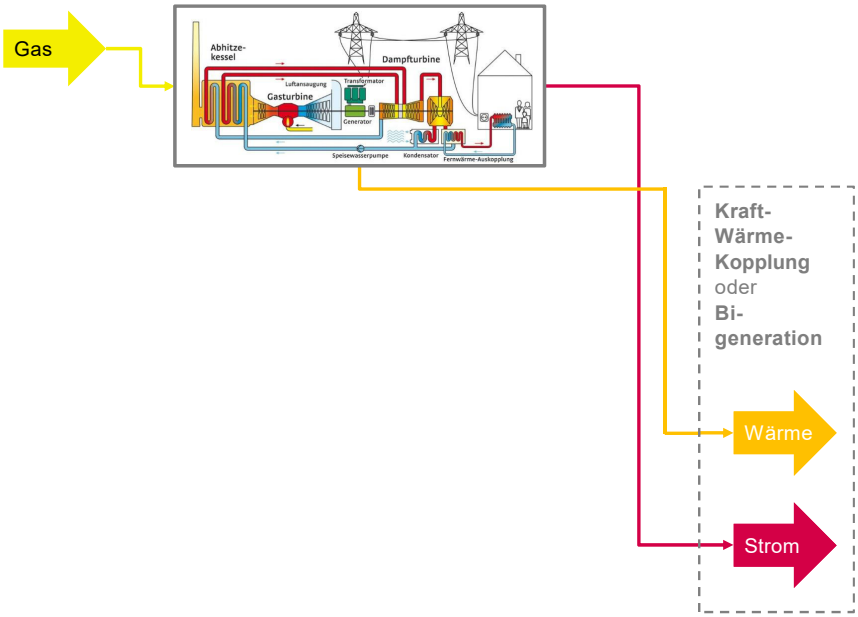
Beide Anlagen mit Wärmeauskopplung

GuD-Anlage Evonik Marl

Quelle: Evonik, 2021

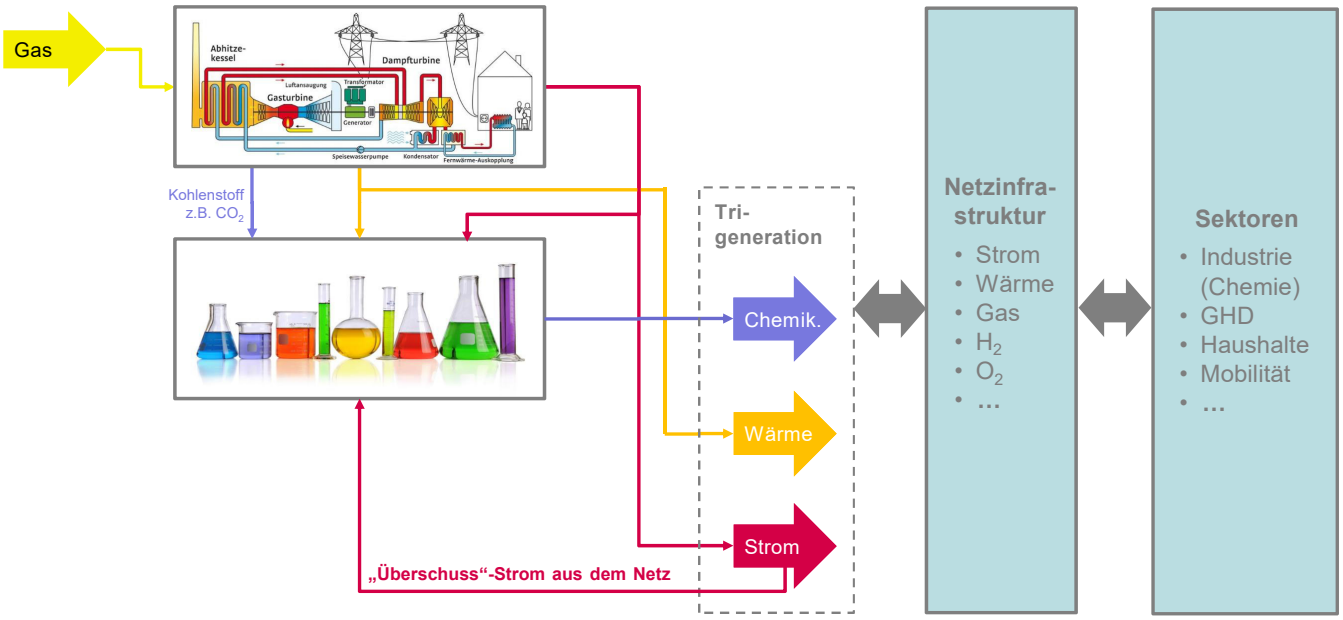
Herausforderungen für den Sektor Energie

GuD-Anlagen mit Wärmeauskopplung (KWK oder Bi-Generation)



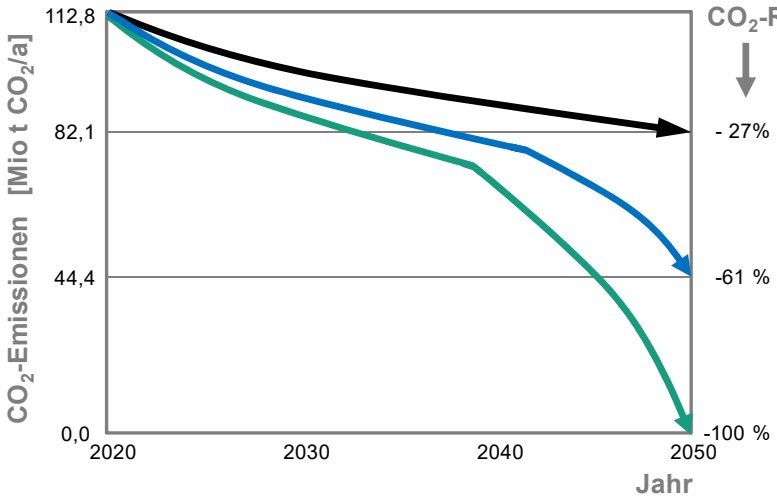
Herausforderungen für den Sektor Energie

Sektorenkopplung ist zentrales Element der Lösung



Herausforderungen für den Sektor Chemie

Bedarf an erneuerbarem Strom und Schließung von Stoffkreisläufen



Annahmen:
Strompreis 4 ct/kWh
incl. Steuern und Abgaben

Referenzpfad

0 Mrd €	Zusätzl. Invest	CO_2-Reduktion durch EE-Strom
54 TWh/a	Strombedarf	

Technologiepfad

15 Mrd €	Zusätzl. Invest	CO_2-Reduktion durch zusätzl. 200 TWh EE-Strom
254 TWh/a	Strombedarf	

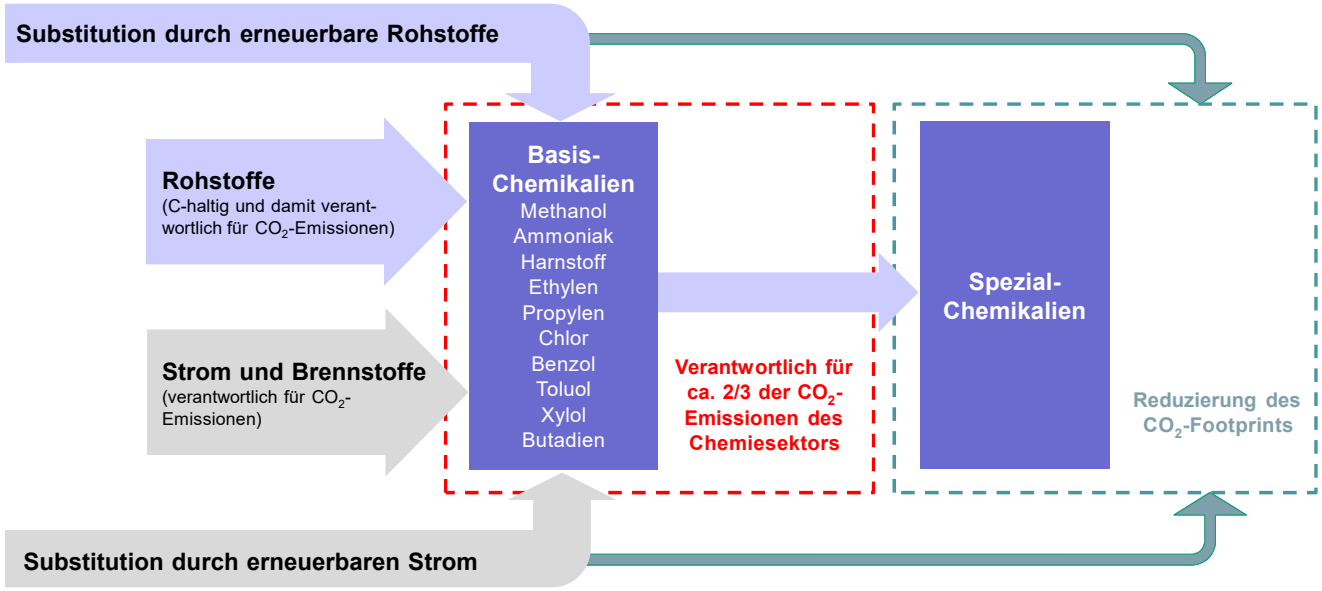
Pfad CO_2-Neutralität

45 Mrd €	Zusätzl. Invest	Zusätzlicher Stromeinsatz entspräche dem Gesamt-Verbrauch Deutschlands heute
628 TWh/a	Strombedarf	

Quelle: Roadmap Chemie 2050. VCI-Studie, 2019; durchgeführt von DECHEMA und FutureCamp

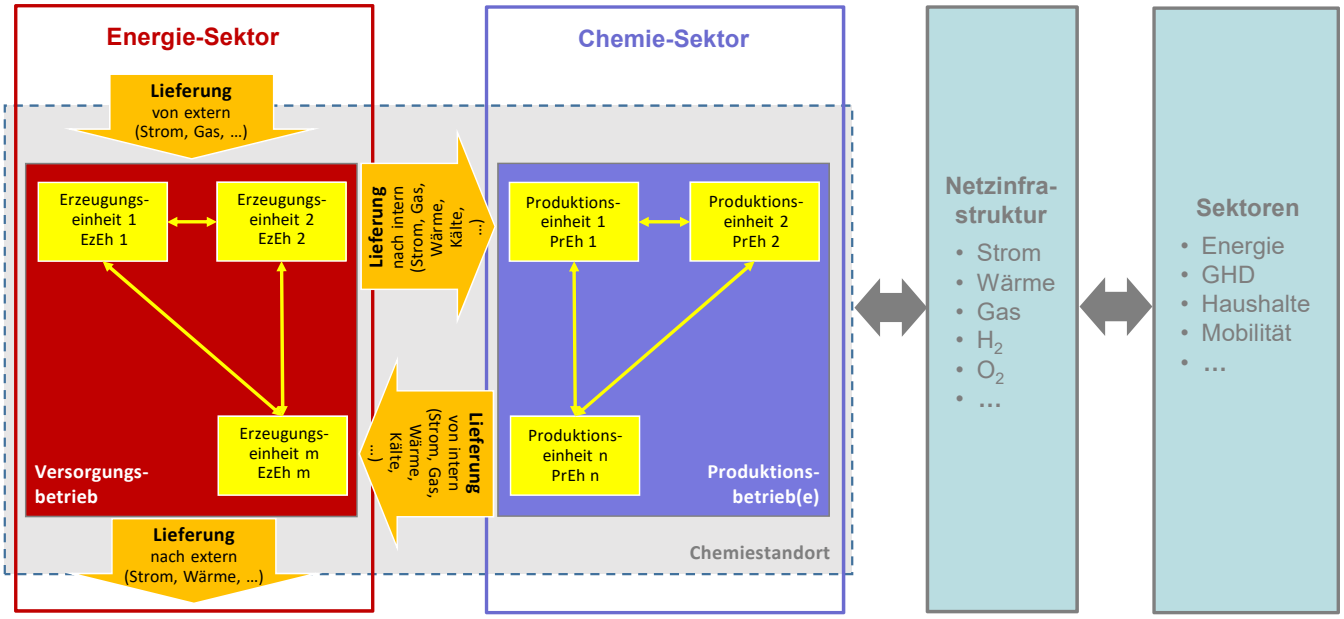
Herausforderungen für den Sektor Chemie

Quellen für CO_2-Emissionen



Herausforderungen für den Sektor Chemie

Sektorenkopplung ist zentrales Element der Lösung



Herausforderungen für den Sektor Stahl

Eckzahlen für die Stahlindustrie

CO_2-Emissionen in Deutschland (2019) **810 Mio t**

Anteil der Stahlindustrie **67 Mio t**

Anteile der Stahlherstellungsverfahren

Hochofen-Konverter-Route	70 %	mit	2,0 t CO_2 / t Stahl
Elektrostahl-Route	30 %	mit	0,1 t CO_2 / t Stahl

CO_2-Einsparpotenziale durch grünen H_2 **86 %**

Damit könnten eingespart werden 26 t CO_2/ t H_2

H_2-Mengen

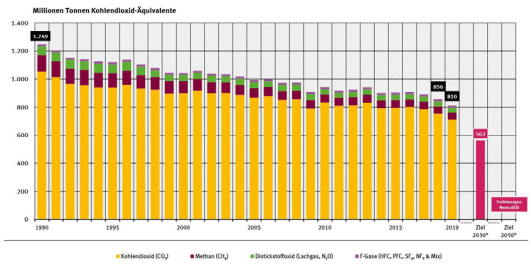
Notwendige H_2-Menge für grüne Stahlproduktion 2,00 Mio t H_2/a

Ziel der Bundesregierung für grünen H_2 bis 2030 0,42 Mio t H_2/a

Investitionsvolumen für grüne Stahlproduktion bis 2050 **30 Mrd €**

Kostenvorteile von H_2-Importen (aus den weltweit besten Wind-und Solar-Standorten) **40 %**

dafür aber erhebliche (bis 100 %) zusätzliche Kosten für Transport



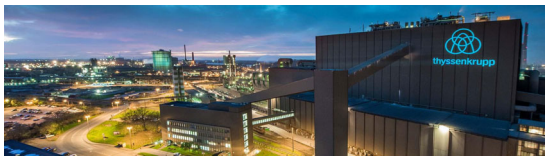
Quellen: Grün gewinnt, Stahl, 1/2021, S. 30-31 und UBA, 20.03.2021; Foto: Bistum Essen, HomePage, 2021

Herausforderungen für den Sektor Stahl

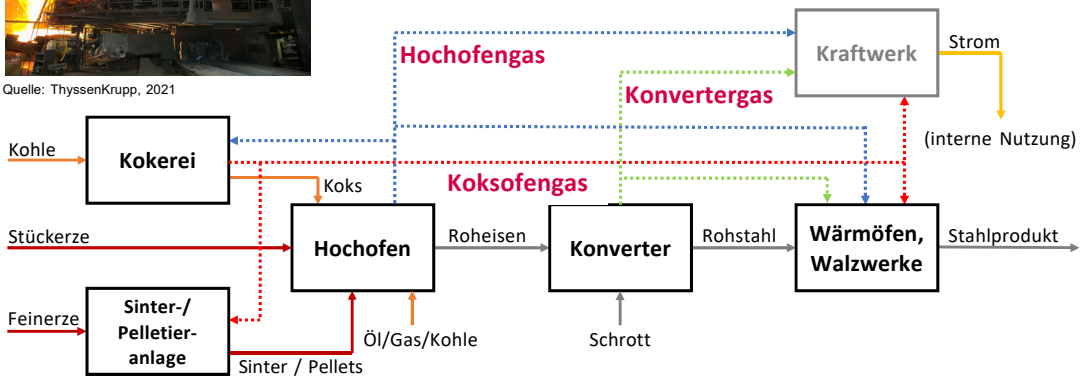
Integriertes Hüttenwerk

Grundschema

Quelle: ThyssenKrupp, 2021



Quelle: ThyssenKrupp, 2021



Hochofengas
2 - 4 % H_2
45 – 60 % N_2
20 – 25 % CO_2
20 – 30 % CO

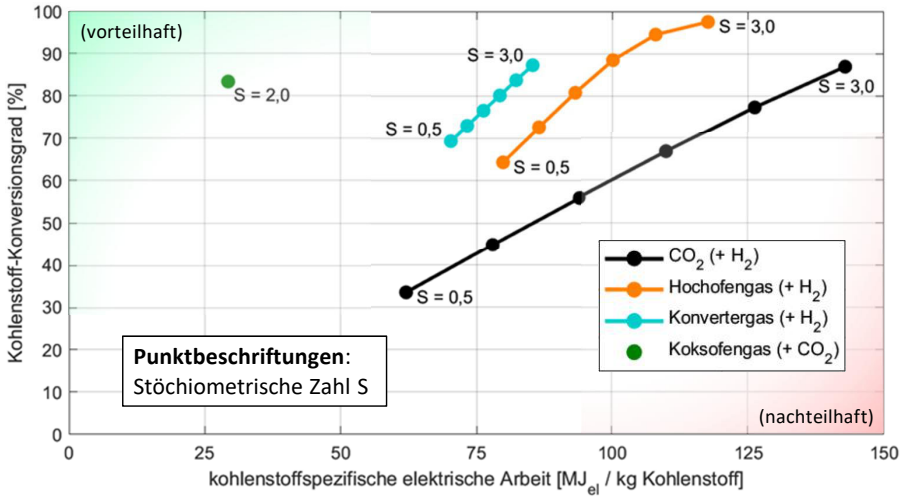
Koksofengas
55 % H_2
25 % CH_4
10 % N_2
5 % CO
5 % Sonst.

Konvertergas
2 % H_2
15 % CO_2
65 % CO
18 % N_2

Quelle: Kempken, T., Modellgestützte Analyse der Integration von Power-to-Methanol in ausgewählte Industrieprozesse, Lfd. Promotion an Univ. Duisburg-Essen, LUAT, 2021

Herausforderungen für den Sektor Stahl

Energieaufwand und Konversionsgrade für verschiedene Hüttengase



Quelle: Kempken, T., Modellgestützte Analyse der Integration von Power-to-Methanol in ausgewählte Industrieprozesse, Lfd. Promotion an Univ. Duisburg-Essen, LUAT, 2021

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

- Nationale Strategie

- Herstellung

- Einsatz

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung (Stand: 06/2020)

Erzeugung von Wasserstoff
- 4 Maßnahmen

Verkehr
- 9 Maßnahmen

Industrie
- 4 Maßnahmen

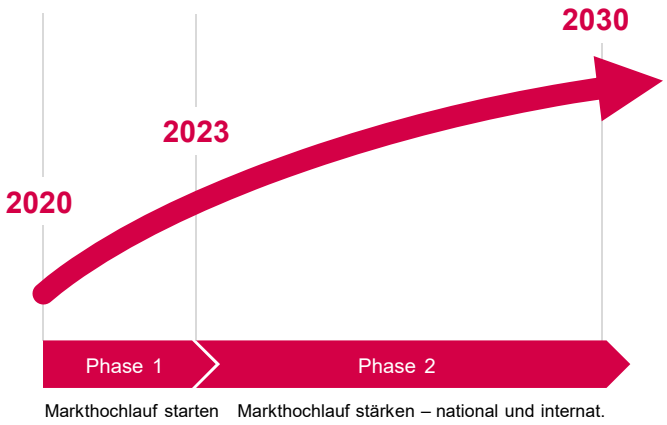
Wärme
- 2 Maßnahmen

Infrastruktur / Versorgung
- 3 Maßnahmen

Forschung, Bildung und Innovation
- 7 Maßnahmen

Europäischer Handlungsbedarf
- 4 Maßnahmen

Internationaler Wasserstoffmarkt und außenwirtschaftliche Partnerschaften
- 5 Maßnahmen

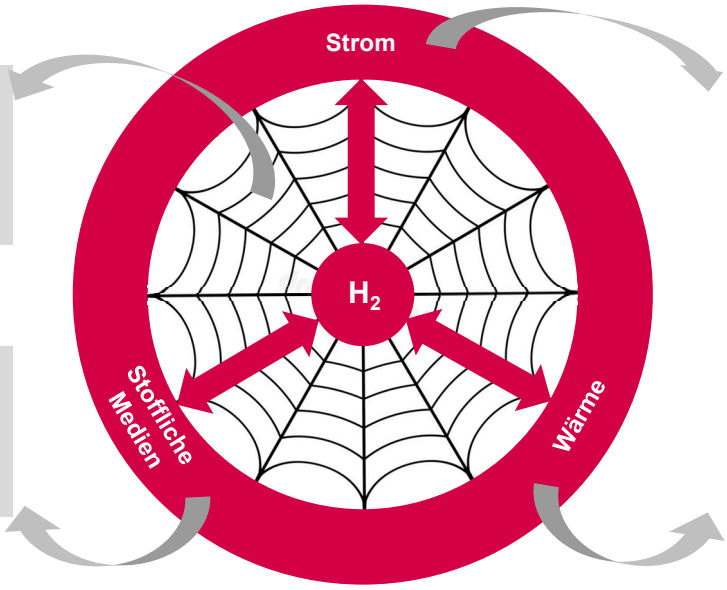


Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Wasserstoff ist zentrales Element einer sektorengekoppelten Energiewelt von morgen

Infrastruktur für
- Strom
- Gase und H_2
- Stoffliche Medien
- Wärme

Hersteller u. Verbr.
- Chemiebetriebe
- Raffinerien
- Metallhersteller und -verarbeiter



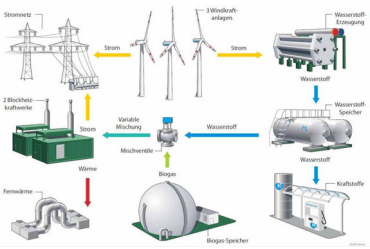
Stromerzeugung
- Kraftwerke
- EE-Anlagen
- Industrie
- Dezentrale Erzeugung

Wärmeversorgung
- Fernwärme
- Nahwärme
- Industrielle Abwärme
- Dezentrale Erzeugung

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Herstellverfahren

Ausgangsstoffe
Verfahren
Energieaufwand



Kohle	Erdgas	Biomasse	Wasser
gerechnet als $CH_{0,7}S_xO_y$	gerechnet als reines Methan CH_4	gerechnet als Holz $CH_{1,7}O_{0,8}$	gerechnet als reines Wasser H_2O
Verfahren Vergasung kJ/kmol H_2	Verfahren Reforming kJ/kmol H_2	Verfahren Vergasung kJ/kmol H_2	Verfahren Elektrolyse PEM, Alkali, …
Energieaufwand 51.150 kJ/kmol H_2	Energieaufwand 41.280 kJ/kmol H_2	Energieaufwand 33.200 kJ/kmol H_2	Energieaufwand 242.000 kJ/kmol H_2

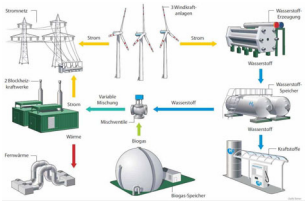
Wasserstoff
H_2

Quelle:
Lohmüller, R.; Steinigeweg, S.:
Wasserstofferzeugung aus Biomasse.
HTWK Leipzig, 2010

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Bedeutung von Wasserstoff

Herstellung / Verwendung



Erdgas	Benzin	Ethan	Wasser
Reformierung von Erdgas $CH_4+H_2O \rightarrow CO+H_2$ $CO+H_2O \rightarrow CO_2+H_2$	Reformierung von Benzin $C_8H_{18} \rightarrow C_6H_6+C_2H_6+3H_2$	Herstellung von Ethylen $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4+H_2$	Chlor-Alkali-Elektrolyse $NaCl+H_2O \rightarrow NaOH+1/2Cl_2+1/2H_2$

Wasserstoff
H_2

Methanol-Synthese	Ammoniak-Synthese	Hydro-Cracking	Hydrotreating zur Entfernung von S, O, N und Me z.B.:
$2H_2+CO \rightarrow CH_3OH$ $3H_2+CO_2 \rightarrow CH_3OH+H_2O$	$3H_2+N_2 \rightarrow 2NH_3$	$H_2+C_xH_y \rightarrow C_nH_m$ n<x und m<y	$R\text{-}SH+H_2 \rightarrow R\text{-}H+H_2S$
Methanol	Ammoniak	Ölaufbereitung	Sonstige

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Bedeutung von Wasserstoff

Herstellmengen

Gasförmige Energieträger	Flüssige Energieträger	Feste Energieträger	Wasser
Ausgangsstoffe			
Erdgas	Erdöl / Naphta	Kohle / Biomasse	Wasser

Dampf-Reformierung	Autotherme Reformierung	Partielle Oxidation	Kvaerner-Verfahren	Elektro-chemische Verfahren	Thermo-chemische Verfahren	Sonstige
Umwandlungsverfahren						

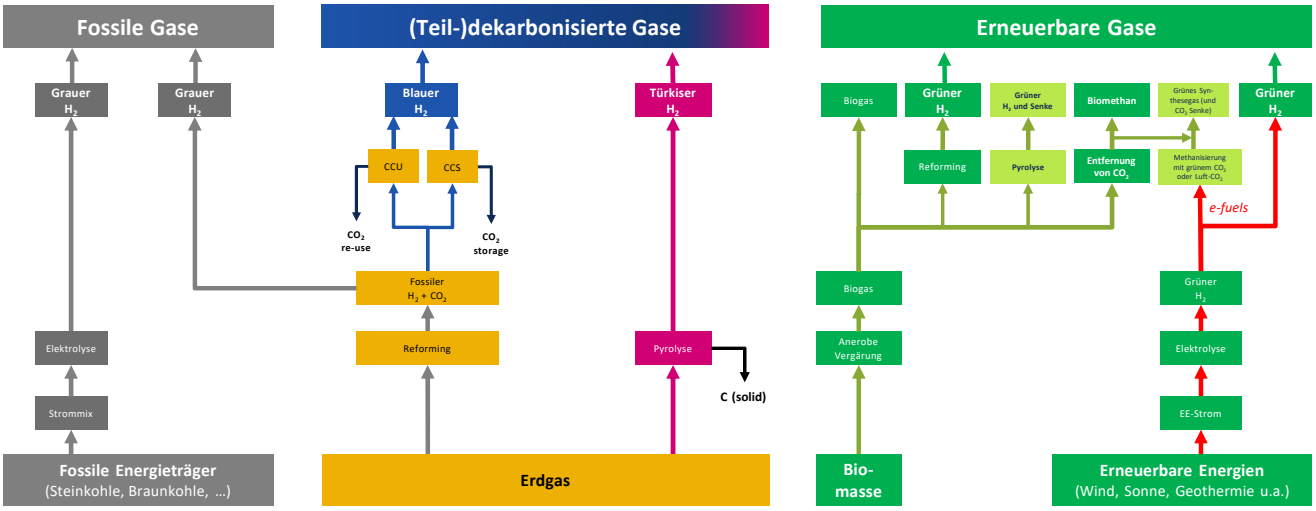
Wasserstoff
H_2

6.000	k.A.	3.000	k.A.	900	2.100	k.A.
Deutschland gesamt: 25.000 [Mio $m_{i.N.}^3$]					Davon chemische Industrie: 19.000 [Mio $m_{i.N.}^3$]	
Herstellmengen [Mio. $m_{i.N.}^3$/a]						
190.000	k.A.	120.000	k.A.	10.000	50.000	k.A.
Weltweit gesamt: 500.000 [Mio $m_{i.N.}^3$]						

Quelle:
DWV, (http, 6/2016);
EnergieAgentur.NRW (2016);
eigene Darstellung

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

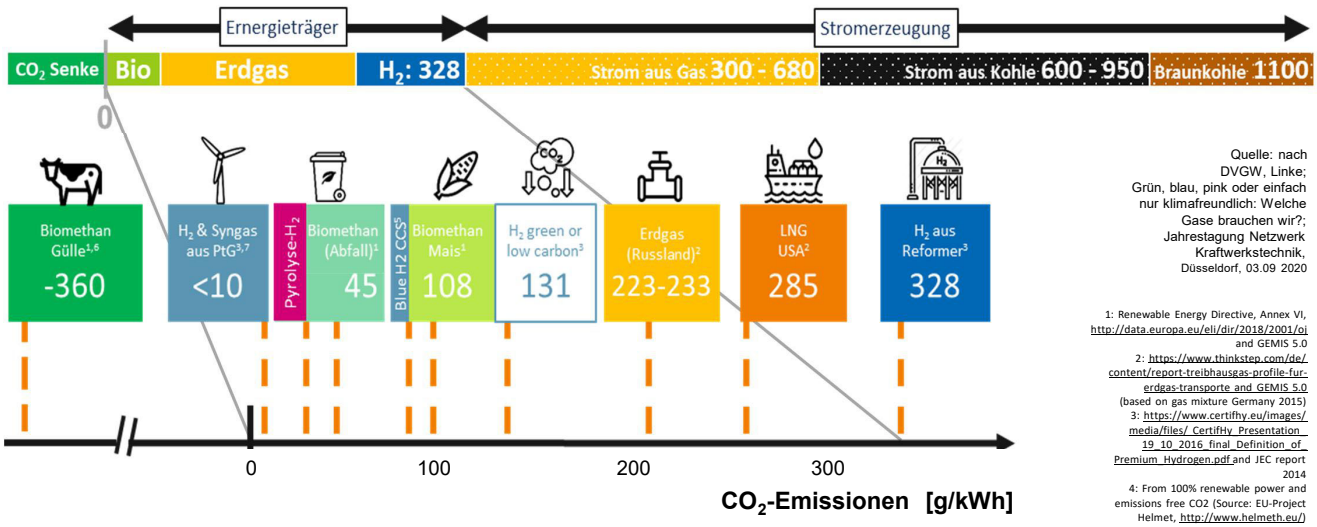
Die neue Farbenlehre bei Wasserstoff



Quelle: Erweitert nach: DVGW, Linke; Grün, blau, pink oder einfach nur klimafreundlich: Welche Gase brauchen wir?; Jahrestagung Netzwerk Kraftwerkstechnik, Düsseldorf, 03.09 2020

Wasserstoff als zentraler Teil der Lösung

Äquiv. CO_2-Emissionen in g/kWh inkl. Erzeugung, Transport und End-use (vollständige Umwandlung)



Quelle: nach DVGW, Linke; Grün, blau, pink oder einfach nur klimafreundlich: Welche Gase brauchen wir?; Jahrestagung Netzwerk Kraftwerkstechnik, Düsseldorf, 03.09 2020

1: Renewable Energy Directive, Annex VI, http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj and GEMIS 5.0
2: https://www.thinkstep.com/de/content/report-treibhausgas-profile-fur-erdgas-transporte and GEMIS 5.0 (based on gas mixture Germany 2015)
3: https://www.certifhy.eu/images/media/files/ CertifHy_Presentation_19_10_2016_final_Definition_of_Premium_Hydrogen.pdf and JEC report 2014
4: From 100% renewable power and emissions free CO2 (Source: EU-Project Helmet, http://www.helmeth.eu/)
5: Technical report D2.4 CertifHy Green, 2015
6: RED II
7: Study on comparison of PtX processes, DVGW 2018

Wasserstoff-Herstellung - Technologien

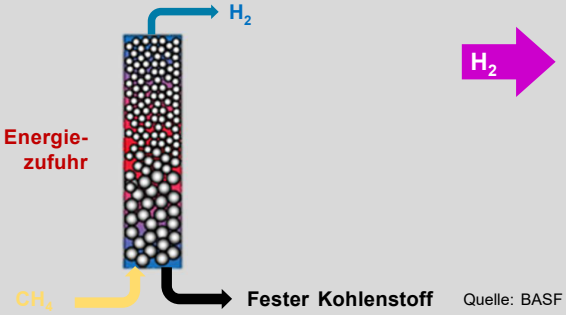
Vergleich der Verfahren Steam Reforming und Methan-Pyrolyse

Steam-Reforming-Verfahren

CH_4 → Ent-schwefelung – Vor-reformierung – Dampf-reformierung – Wassergas-Shift-Reaktion – Feinreinigung (DWA) – H_2

Methan-Pyrolyse-Verfahren

CH_4 → Methanpyrolyse $CH_4 \rightarrow 2\,H_2 + C$

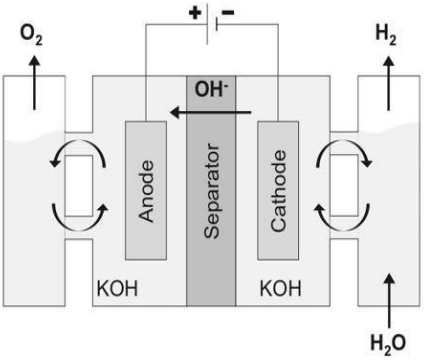


Quelle: BASF

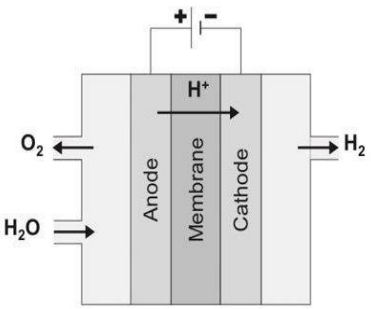
Wasserstoff-Herstellung - Technologien

Alkalische, Protone Exchange Membrane- und Solid Oxide-Elektrolyse

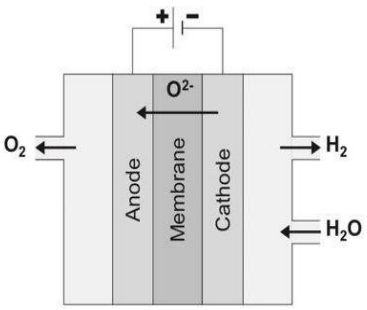
AEC
Alkalische Elektrolyse-Zelle



PEMEC
PEM-Elektrolyse-Zelle



SOEC
Solid Oxide-Elektrolyse-Zelle



Quelle: Modifiziert nach: Koy, J. Ch.; Lebenszyklusorientierte Bewertung von Power-to-Transport-Optionen. Lfd. Dissertation an der Univ. Duisburg-Essen, 2021

Wasserstoff-Herstellung - Technologiestand

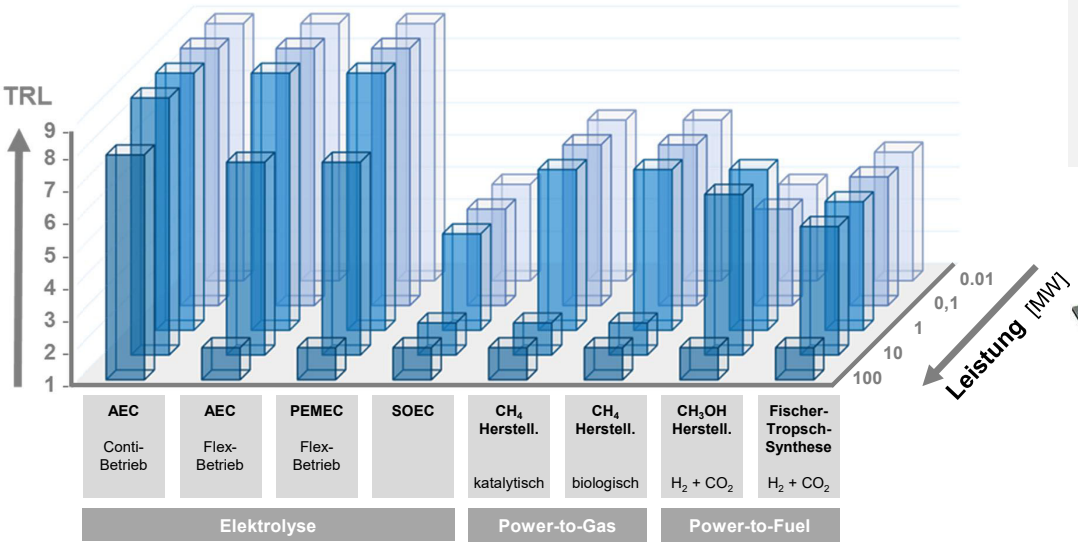
Kennzahlen für die Technologien

Technologie		AEC	PEMEC	SOEC
Entwicklungsstand	[TRL]	**7 - 9**	**6 - 8**	**4 - 5**
Anlagenleistung (maximal verfügbare)	[kW]	**5.300**	**< 3.000**	**< 2.200**
Zelltemperatur	[°C]	**60 - 90**	**50 - 80**	**700 - 1.000**
Zelldruck	[bar]	**10 - 30**	**20 - 50**	**1 - 15**
Elektrischer Energiebedarf auf Stackebene	Volllast [kWh_{el}/kg_{H2}]	**46 - 56**	**43 - 58**	**27 - 37**
	Teillast (25 bzw. 5 %) [kWh_{el}/kg_{H2}]	**38 - 46**	**40 - 44**	-
Abwärmepotenzial auf	[kWh_{th}/kg_{H2}]	**13 - 24**	**17 - 20**	-
Temperaturniveau	[°C]	60 - 80	50 - 80	
Hochfahrzeit	[min]	**15 - 120**	**<1 - 15**	**60 - 240**
Leistungsgradient max. bei Betriebsbedingungen	positiv [% P_N/s]	**0,13 - 25**	**10 - 100**	**0,11**
	negativ [% P_N/s]	**25**	**10 - 100**	k. A.
Lastbereich	[% P_N]	**< 20 - 130**	**< 10 - < 200**	**> 30 - 100**
Lebensdauer	Stack [h_{op}]	**55.000 - 100.000**	**20.000 - 100.000**	**8.000 - 16.000**
	technisches System [a]	**20 - 50**	**10 - 30**	**20**
Investitionskosten	[€/kW]	**< 850 - 1.500**	**1.400 - 2.100**	**> 2.000**

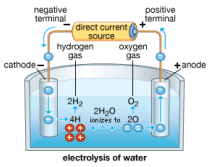
Quelle: Modifiziert nach: Koy, J. Ch.; Lebenszyklusorientierte Bewertung von Power-to-Transport-Optionen. Lfd. Dissertation an der Univ. Duisburg-Essen, 2021 – Zahlenwerte gerundet

Wasserstoff-Herstellung - Technologiestand

TRL von **Elektrolyse, Power-to-Gas** (P2C) und **Power-to-Fuel** (P2F)



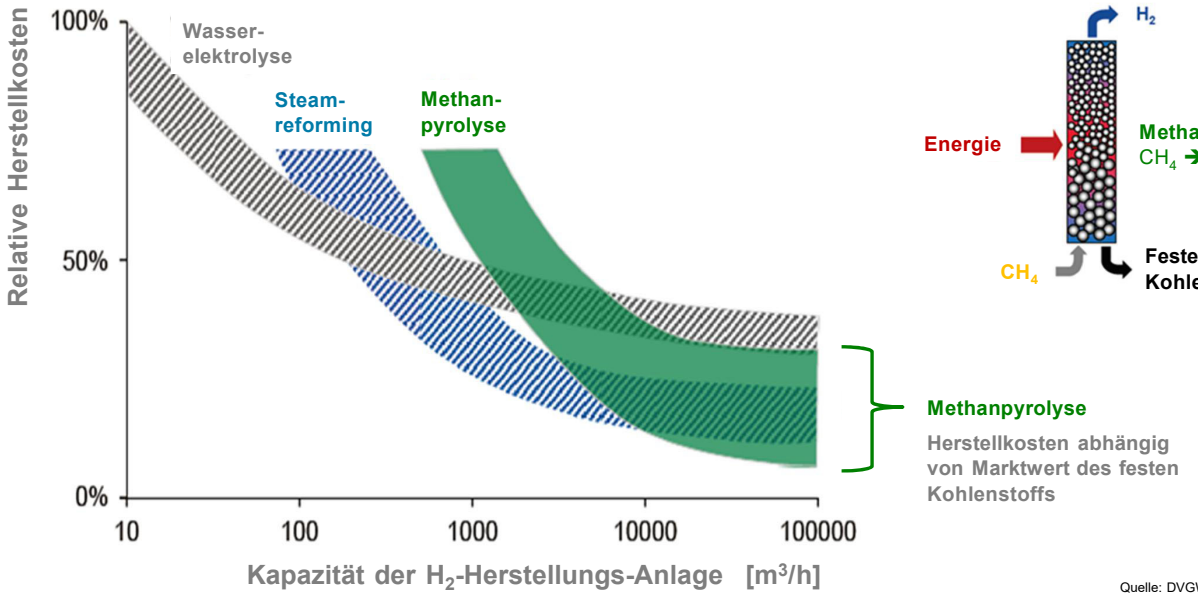
AEC	alcaline water electrolysis cell
PEMEC	proton-exchange membrane electrolysis cell
SOEC	solid oxide electrolysis cell
CH_4	Methan
C_3OH	Methanol

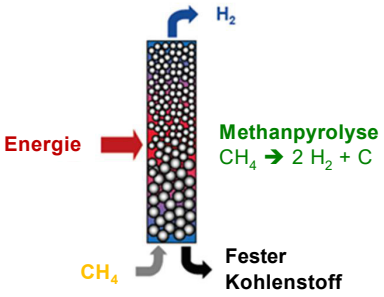


Quelle: C. Pieper, M. Beckmann: Transformation of the German energy system Technology Readiness Levels. VGB SAB project 2018

Wasserstoff - Herstellungkosten

Vergleich der Wasserelektrolyse, der Dampfreformierung und der Methan-Pyrolyse

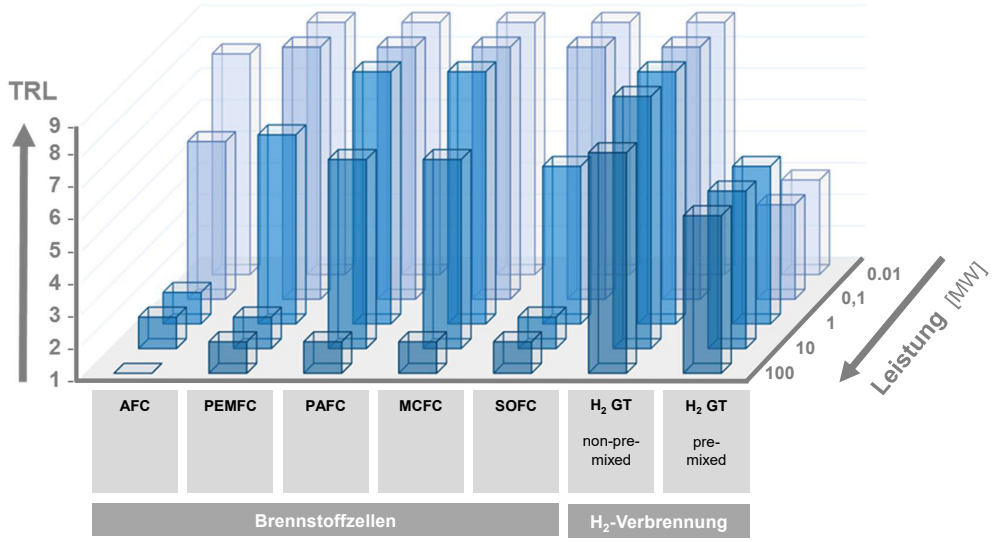




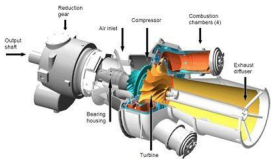
Quelle: DVGW nach BASF, 2020

Wasserstoff - Einsatz

TRL für **Wasserstoff-Umwandlung** (Brennstoffzelle und Verbrennung) **– Fuel-to-Power** (F2P)



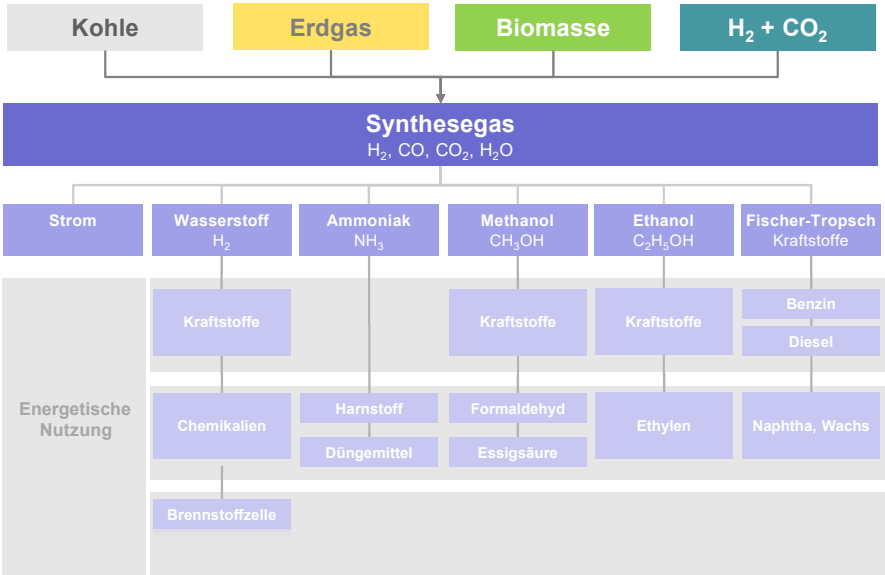
AFC	alcaline fuel cell
PEMEC	proton-exchange membrane FC
PAFC	Phosphor acid FC
MCFC	molten carbonate FC
SOFC	solid oxide FC

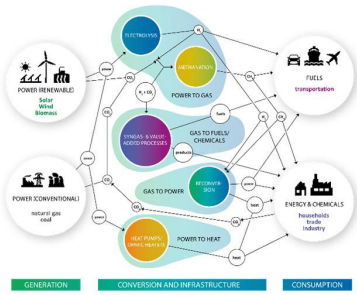


Quelle: C. Pieper, M. Beckmann: Transformation of the German energy system Technology Readiness Levels. VGB SAB project 2018

Synthesegas in der Chemischen Industrie

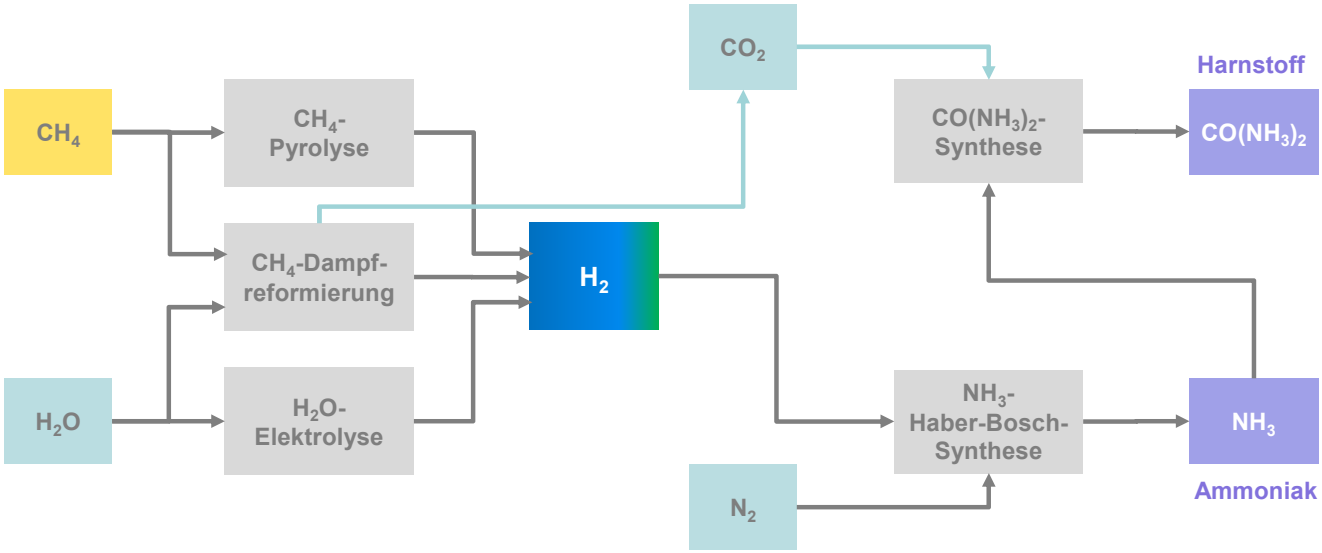
Synthesegas ist die Schlüsselchemikalie für eine große Bandbreite an Produkten





Ammoniak und Harnstoff in der Chemischen Industrie

Ammoniak- und Harnstoff-Synthese - Herstellung aus Methan bzw. Wasser

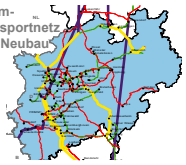
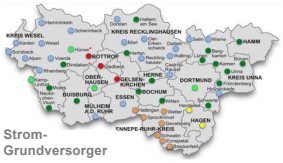
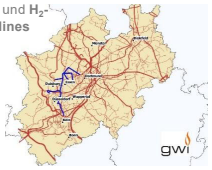
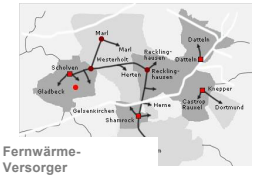


Transportnetz-Infrastruktur

- **Strom** *(Höchst-/Hoch-/Mittel-Spannungs- und Verteilnetz-Ebenen)*
- **Gase** *(Erdgas, Wasserstoff, CH_4-/H_2-Mischung)*
- **Chemikalien / Grundstoffe**
- **Wärme** *(Nah- und Fernwärme-Netze)*

Transportnetz-Infrastruktur

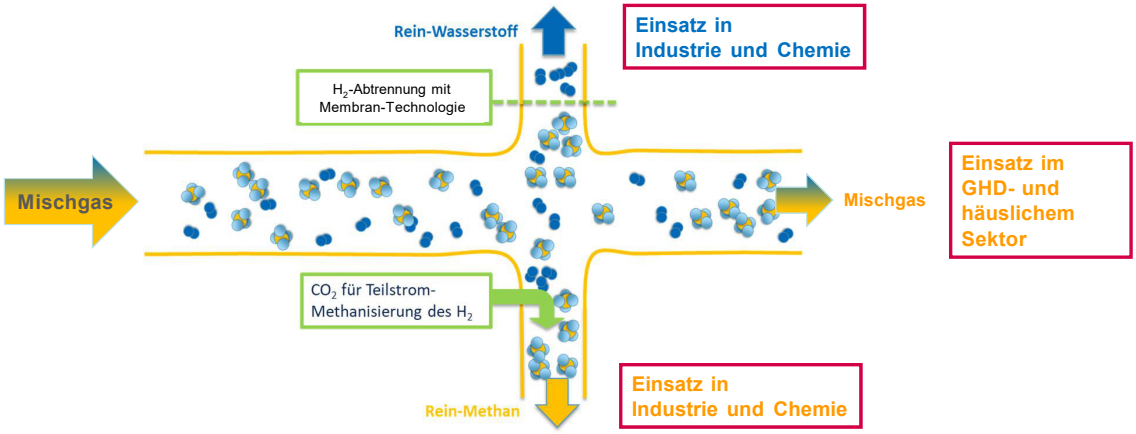
Netzinfrastrukturen in NRW

Infrastrukturen für		Infrastrukturen	Versorger bzw. Betreiber
▪ **Strom**	Verschiedene Ebenen - Übertragungsnetzebene - Verteilnetzebene überregional - Verteilnetzebene regional - Verteilnetzebene lokal	Strom-Transportnetz und Neubau 	 Strom-Grundversorger
▪ **Stoffl. Medien**	Erdgas - Transportnetzebene - Mitteldruckebene - Verteilnetzebene Wasserstoff Diverse chem. Grundstoffe	CH_4- und H_2-Pipelines 	Gas-Verteilnetzbetreiber
▪ **Wärme**	Fernwärmenetze Nahwärmeinseln	Wärme-Netze und Verbindungen	 Fernwärme-Versorger

Transportnetz-Infrastruktur - Gas

Reingas oder Mischgas

Mischgas (H_2 <u>und</u> CH_4) kann auch der Rein-Gasversorgung (H_2 <u>oder</u> CH_4) der Industrie dienen



Quelle: Linke, G.: DVGW, 2020

Transportnetznetz-Infrastruktur - Gas

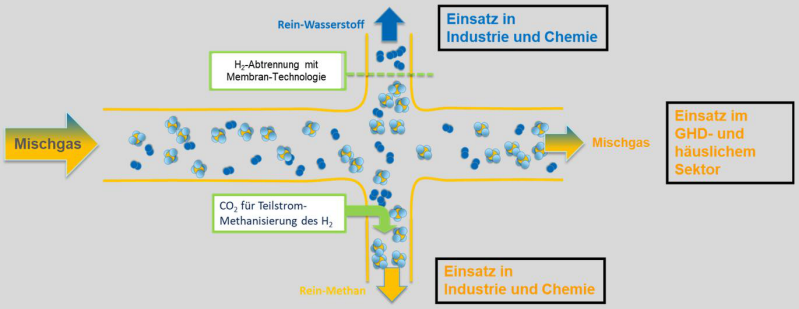
Getrenntes H_2-System oder H_2-Beimischung ins Erdgasnetz

Getrenntes H_2-System

Neubau von H_2-Leitungen

Umwidmung von Erdgas-Leitungen zu H_2-Leitungen

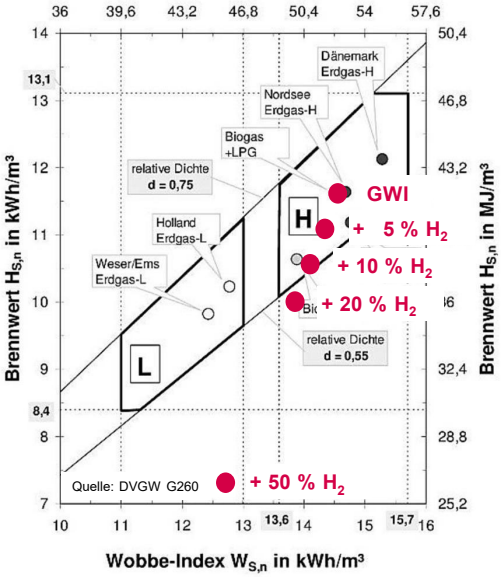
H_2-Beimischung ins Erdgasnetz



Gas-Anwendung

Zulässige Gasbeschaffenheiten in D

Wobbe-Index $W_{S,n}$ [MJ/m³]



Wobbe-Index-Anwendung

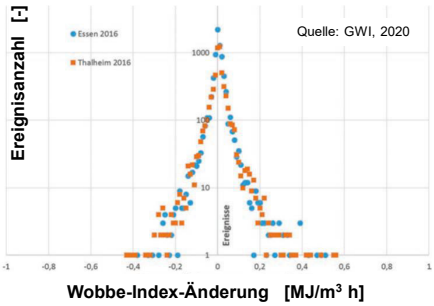
Wobbe-Index ist ein Gaskennwerte, der die Austauschbarkeit von Gasen charakterisiert

$$W_s = \frac{H_s}{\sqrt{\frac{\varrho}{\varrho_0}}}$$

Wobbe-Index-Änderungen durch steigende H_2-Anteile

GWI - Gas-Qualität in Essen
+ 5 % H_2
+ 10 % H_2
+ 20 % H_2
+ 50 % H_2

Lokale Wobbe-Index-Schwankungen

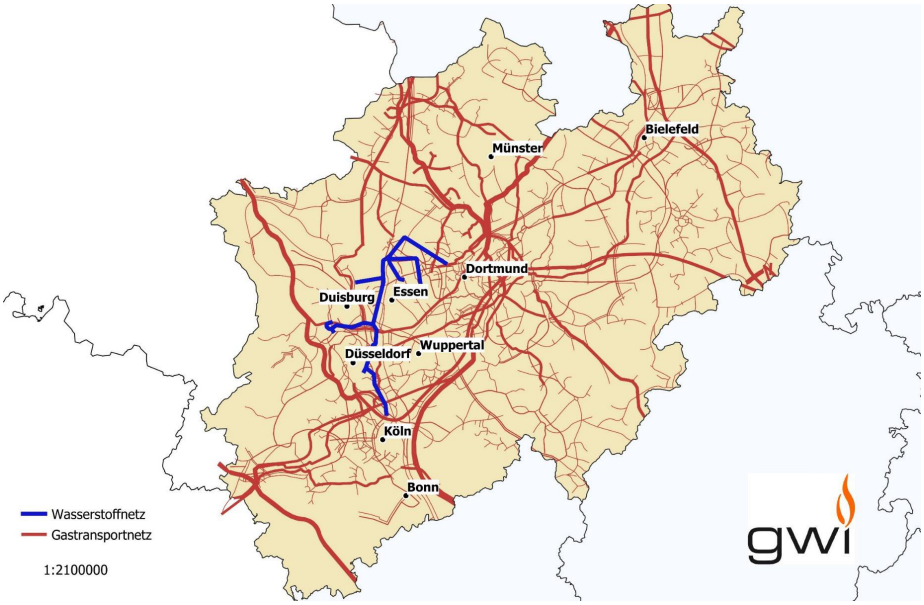


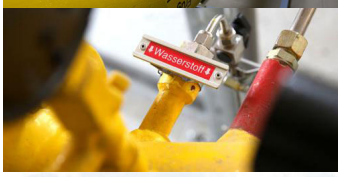
Bei zusätzlich schwankenden H_2-Anteilen im Erdgasnetz nehmen die Wobbe-Index-Schwankungen weiter zu.

Gasanwendung muss darauf Rücksicht nehmen.

Transportnetz-Infrastruktur - Gas

Gastransport- und Wasserstoffnetz NRW





Transportnetznetz-Infrastruktur - Gas

Leitungsnetz der Open Grid Europe OGE

- Länge Leitungsnetz: ca. 12.000 km
- ca. 30 Verdichter-Stationen und ca. 100 Maschinen
- 51 Entry-Punkte, 1.100 Exit-Punkte
- 17 Grenzübergangspunkte zu Nachbarländern
- mehr als 450 nationale und internationale Kunden

Quelle: bizz energy, 2021

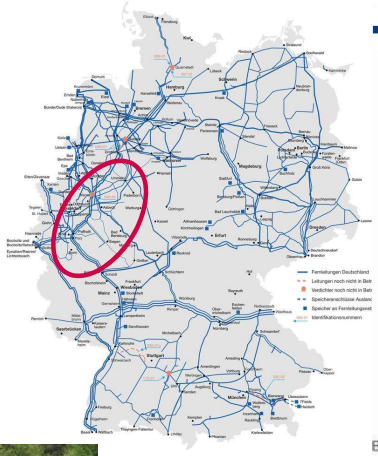
Quelle: faz, 2021

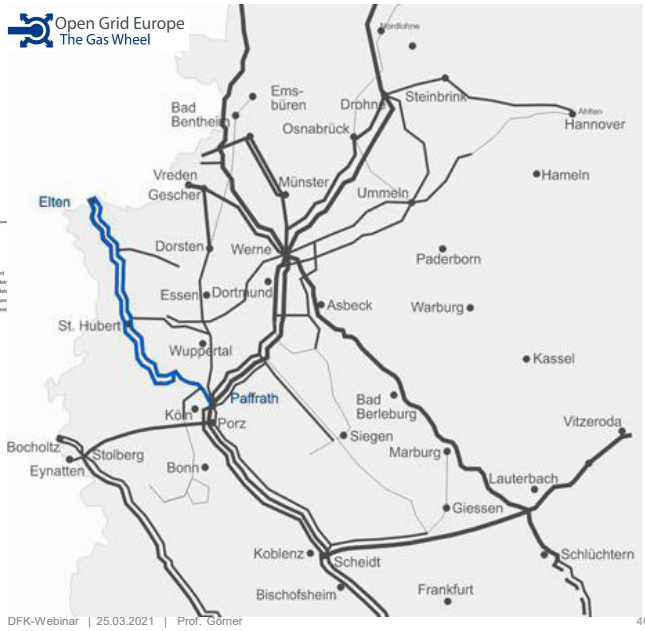
Quelle:
Leicher, J et al (Hrsg.):
Gasqualitäten im veränderten Energiemarkt,
Vulkan-Verlag, 2021

Transportnetznetz-Infrastruktur - Gas

Pipeline-System für Erdgas in NRW (Auswahl)

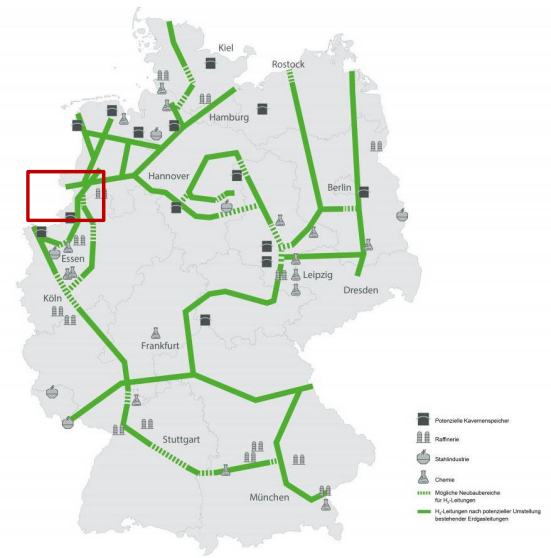
Erdgas-Hochdrucknetz
(> 4 bar)





Transportnetznetz-Infrastruktur - Gas

Geplante Basisstruktur der FNB Gas (5.900 km) und **Projekt GET H2 Nukleus**



Quelle: FNB Gas HomePage, 03.01.2021

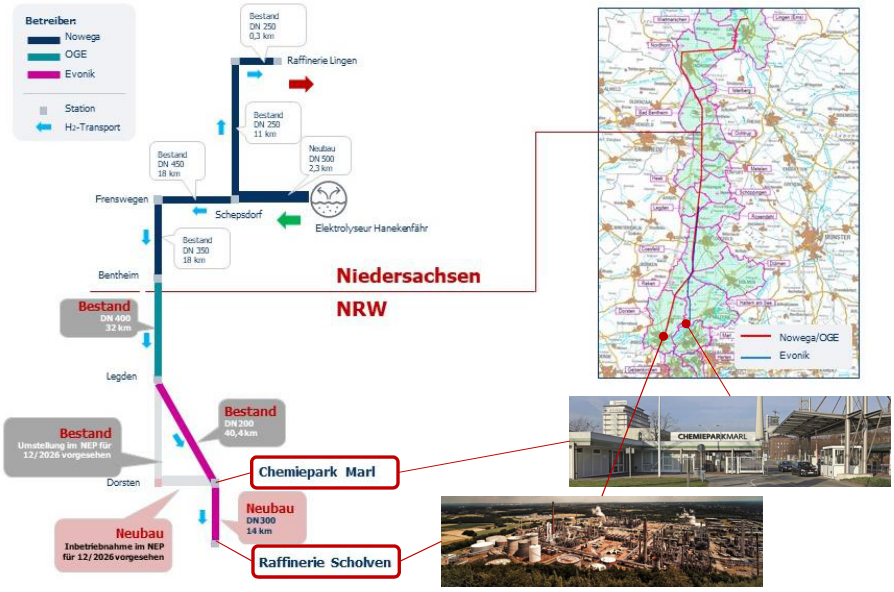
Quelle: GET H2 Nukleus, HomePage, 03.01.2021

Gesamtsystem-Integration

- ***H_2-Erzeugung*** *und/oder* ***-Transport*** *(an oder zu einzelnen Standorten)*
- ***P2X-Anlagen*** *und/oder* ***Sektorenkopplung*** *(an einzelnen Standorten)*
- ***Initiale Systemintegration*** *(regional fokusiert)*
- ***Systemerweiterung*** *(von lokal über regional in Richtung D bzw. EU)*

H_2-Erzeugung und/oder -Transport an oder zu einzelnen Standorten

Projekt GET H2 Nukleus



EVONIK POWER TO CREATE

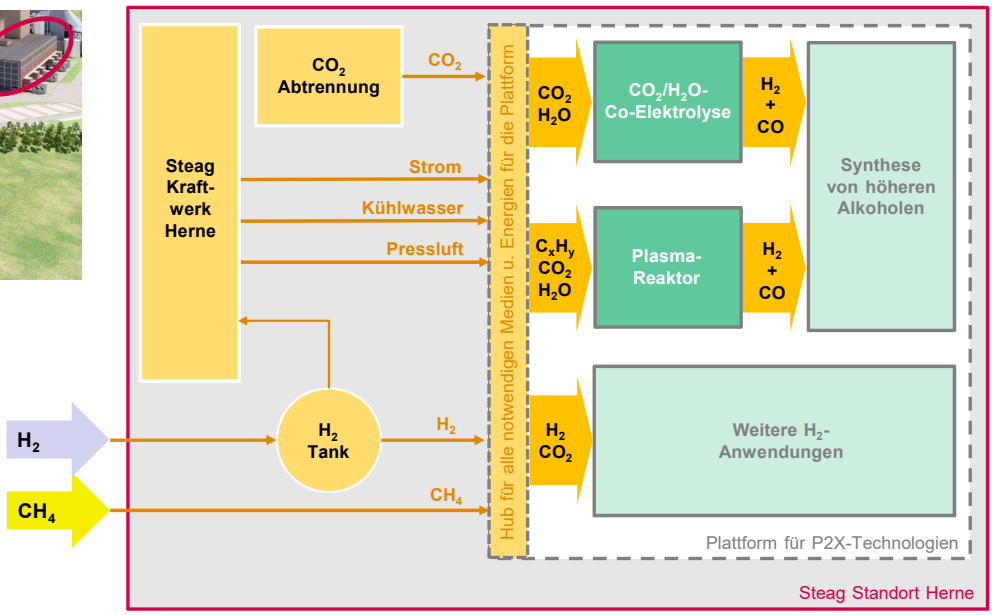
bp

P2X-Anlagen und/oder Sektorenkopplung an einzelnen Standorten

P2X-Plattform in Herne zur Demonstration der Technologien und der Anlagen-Integration

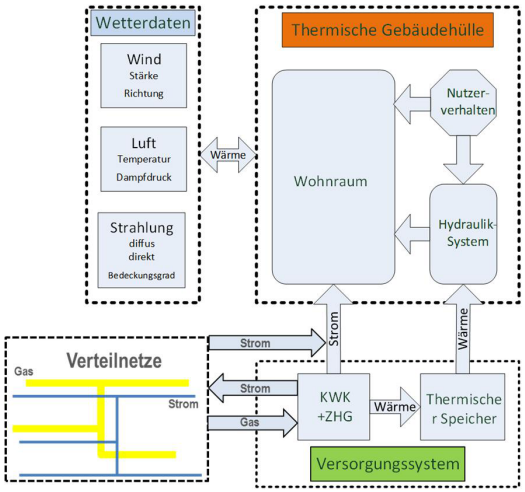
P2X-Plattf. im KW Herne

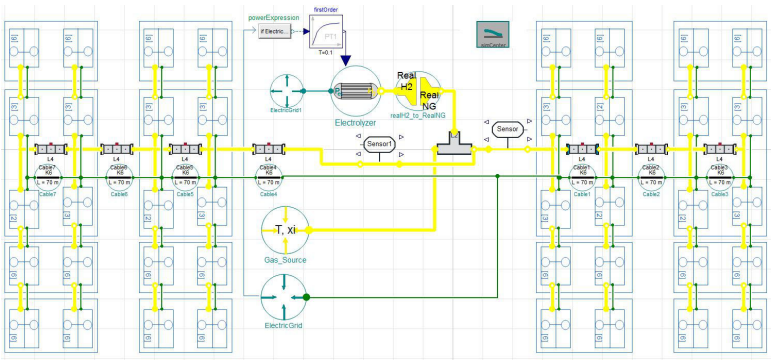
- GuD-KWK-KW mit Wärme-Extraktion für FW-Versorgung
- Plattform zur Chemikalienherstellung
- Infrastrukturanbindung für Wasserstoff

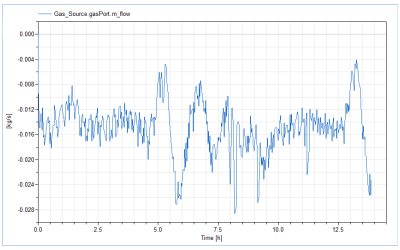


Initiale Systemintegration und -Erweiterung

Beispiel: Quartiersbezogenes Systemcockpit des GWI





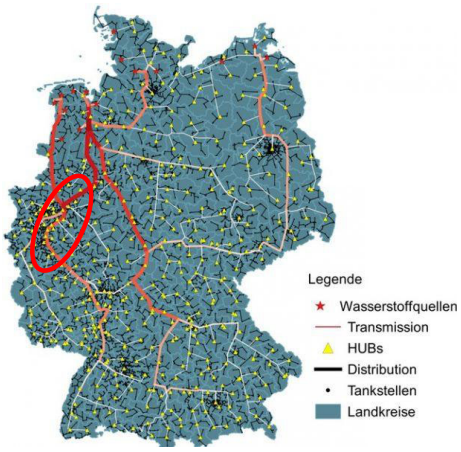


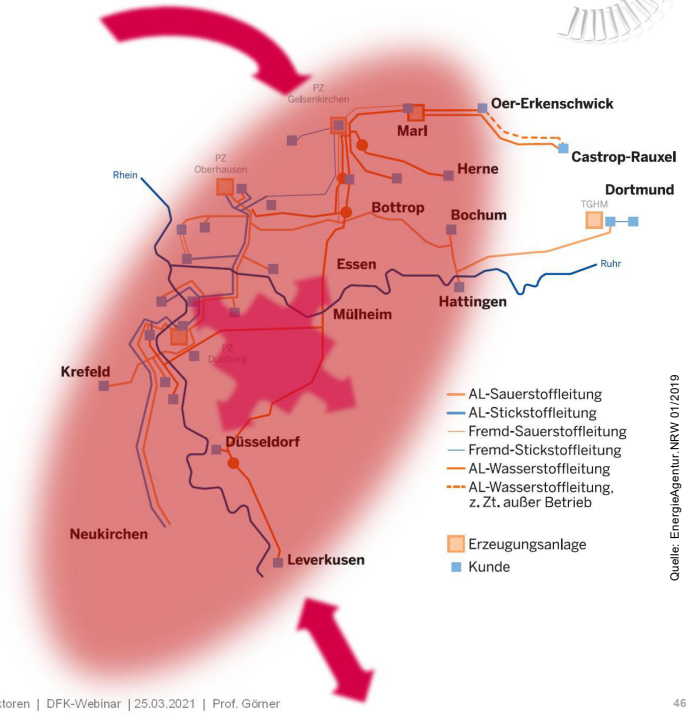
INTEGRANET

Projektpartner:
Fhg Umsicht

Initiale Systemintegration und -Erweiterung

Beispiel: Projekt „EnergieCockpit“





Quelle: EnergieAgentur.NRW 01/2019

Initiale Systemintegration und -Erweiterung

Beispiel: Projekt „EnergieCockpit“

2020 — 2030 — 2040 — 2050

Bilanzelemente - Initialphase

- H_2-Netz und weiterer Ausbau
- H_2-Einspeisung in CH_4-Netz
- Berücksichtigung großer industrieller H_2-Ein- und Ausspeiser (ausgehend vom Chemiesektor)

Weitere Bilanzelemente

- CH_4-Netz-Teilumwidmungen
- Ein- und Ausspeiser aus den Sektoren GHD, Industrie
- Sukzessive Hinzunahme von ÖPNV, Bahn, Binnenschifffahrt

Zunehmende Verfeinerung bei der Abbildung von

- Netzinfrastruktur
- Ein- und Ausspeiser
- Speichern

Bilanzraum Sukzessive Erweiterung von Rhein-Ruhr über NRW und D auf EU

H_2-Herstellung und -Verwendung in verschiedenen Sektoren

Zusammenfassung

- **Wasserstoff hat wichtige Rolle bei der Energiewende**
  - H_2-Einsatz ist kohlenstofffrei
  - Erstprodukt bei P2X-Technologien
  - In vielen Prozessen Edukt oder Produkt
- **Hersteller und Betreiber sind regional präsent**
  - Wasserstoffinfrastruktur
  - Energiesektor und Chemiesektor
  - Hersteller und Betreiber
- **Notwendige weitere Schritte**
  - Großprojekte zur Erzeugung und Verwendung von H_2 müssen realisiert werden
  - Gesamtsystem, bestehend aus Netz-Infrastruktur, Ein- und Ausspeisern, muss ausgelegt und simuliert werden
  - RRP erarbeitet hierzu ein Projekt „EnergieCockpit“

Rhein Ruhr Power e.V.

Roßstraße 92 | 40476 Düsseldorf

Tel.: 0211 / 86642-282 | Fax: 0211 / 86642-22
info@rhein-ruhr-power.net | www.rhein-ruhr-power.net

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Compliance Hinweis

Pflichtgemäß möchten wir Sie auf das europäische und nationale Kartellrecht aufmerksam machen, das untersagt, im Rahmen von Veranstaltungen wettbewerbsrelevante Themen wie Preise und Rabatte sowie individuelle Markteinschätzungen zu diskutieren oder sonstige sensible Unternehmensdaten auszutauschen. Ebenso ist es untersagt, branchenbezogene Verhaltensweisen abzustimmen bzw. entsprechende Beschlüsse oder Vereinbarungen zu treffen. Ein derartiges Vorgehen kann mit hohen Bußgeldern geahndet werden. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund bitten wir um strikte Beachtung dieser Grundregeln.