

stadtwerk haßfurt

Zukunftswerkstatt Wasserstoff

Energieversorgung 4.0
regenerativ
digital
sektorgekoppelt
wegweisend



TOWARDS 100% RENEWABLE ENERGY:

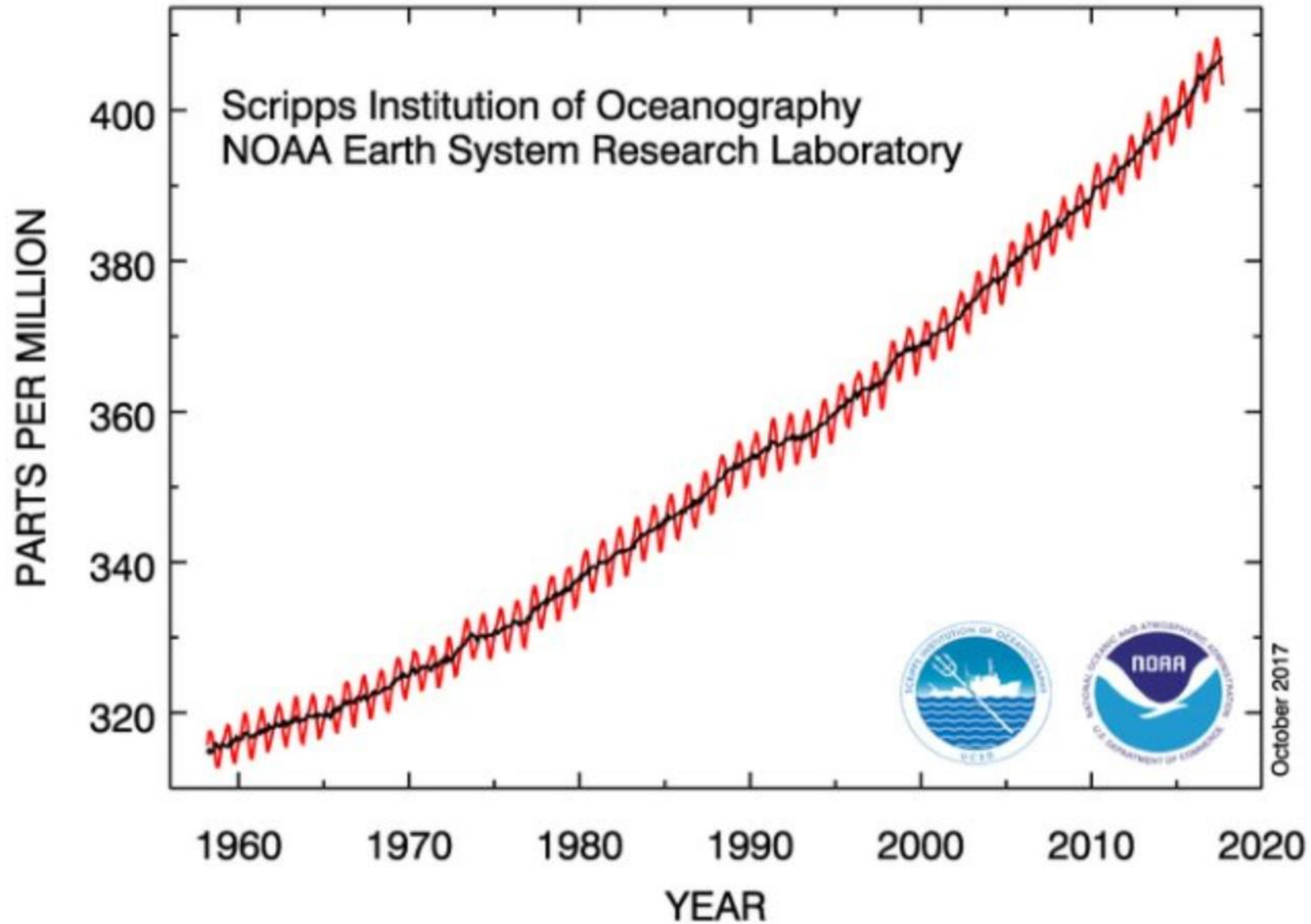
Utilities in transition – Haßfurt als weltweites Vorbild.

	Utility	Jurisdiction	Target	Achievement reported by utility
National level	Ørsted	Denmark	>99% renewable energy generation by 2025	75% renewable energy generation in 2018
	UTE	Uruguay	100% renewable electricity generation	98% renewable electricity generation in 2017
Regional/ state level	SA Power Networks	South Australia, Australia	100% net renewable electricity generation in 2030s ⁶	53% renewable electricity generation in 2018 ⁷
	Hawaiian Electric Companies	Hawaii, United States	100% renewable electricity generation by 2045	27% renewable electricity generation in 2018
City/ municipal level	Stadtwerk Haßfurt	Haßfurt, Germany	100% renewable energy generation by 2030	100% renewable electricity generation in 2019 % of renewable energy generation unknown
	Möln dal Energi	Möln dal, Sweden	100% renewable energy generation	100% renewable energy generation in 2019
	City of Aspen Utilities Agency	Aspen, CO, United States	100% renewable electricity supply ⁸	100% renewable electricity supply in 2015

Source: Data were compiled by the IRENA Coalition for Action based on case studies featured in Chapter 5.



Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory

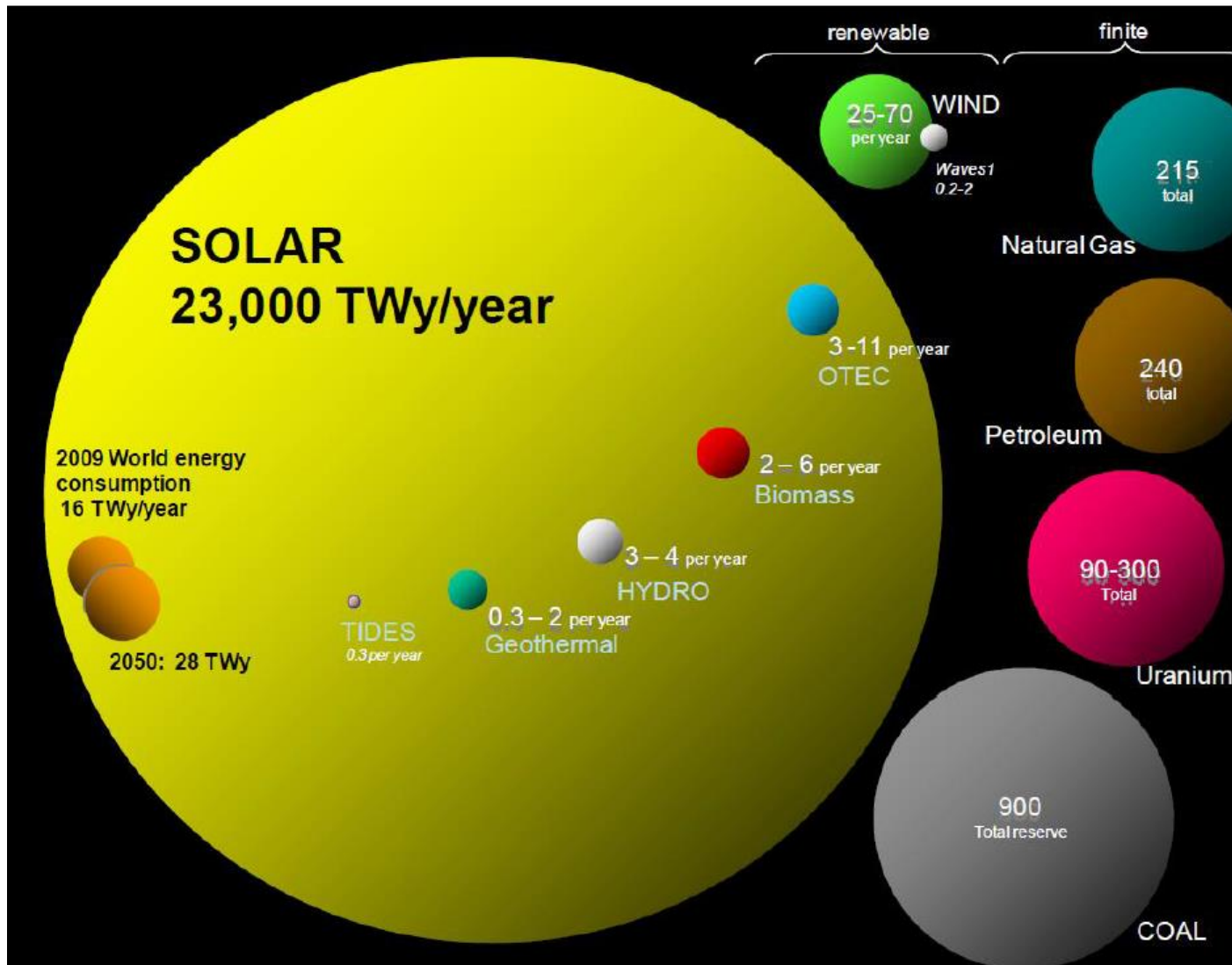


DER KLIMAWANDEL WARTET NICHT.

DIE POLITIK VERFEHLT DIE KLIMAZIELE 2020.



Resources and Energy Demand

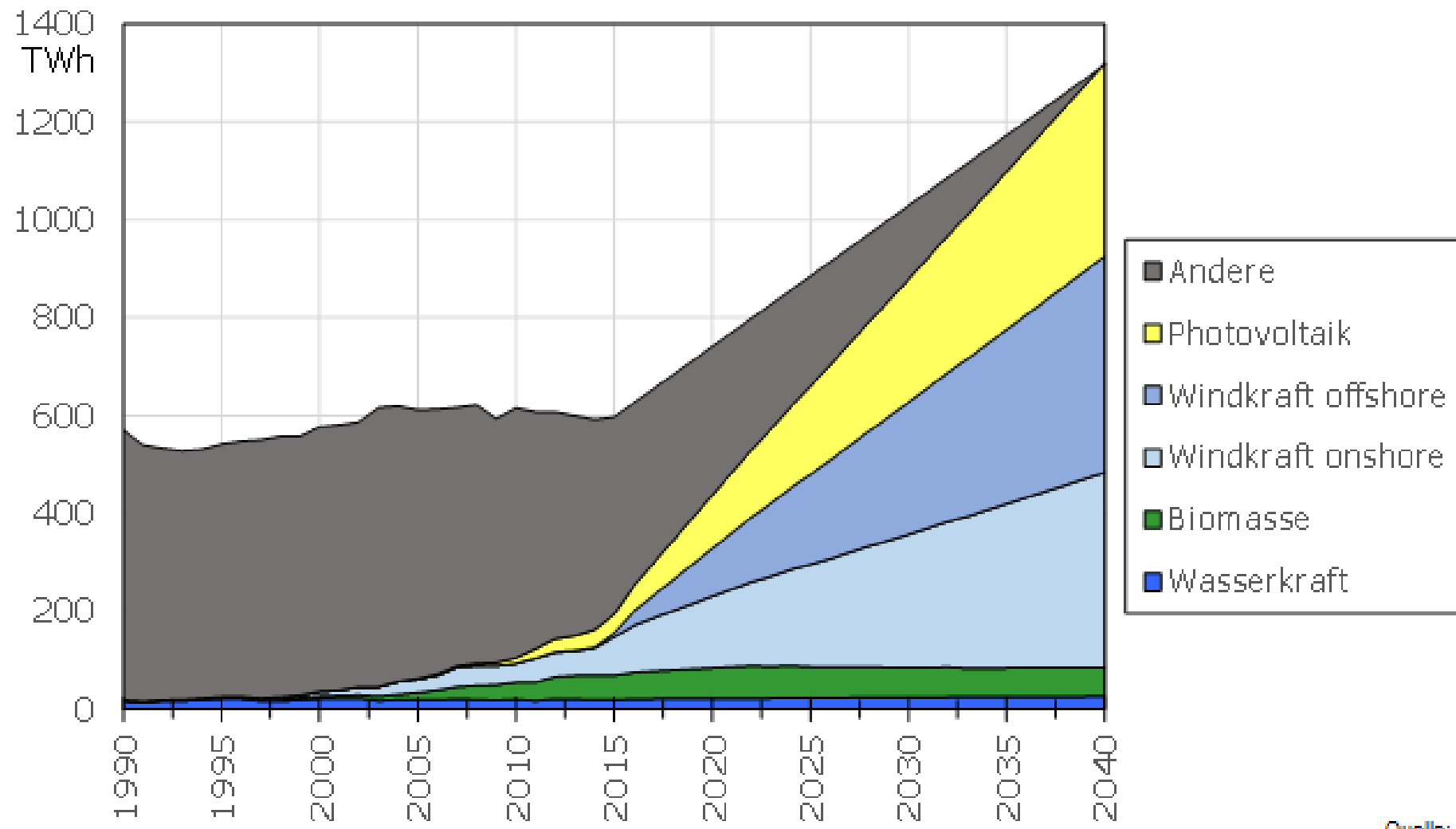


Key insights:

- no lack of energy resources
- limited conventional resources
- solar and wind resources need to be the major pillars of a sustainable energy supply

Remark:

- conventional resources might be lower than depicted by Perez



Quelle: HTW
Berlin

AKTUELLE PROJEKTE

Das setzen wir bereits jetzt um.





10 Nordex N 117
3 Enercon E 70
30,9 MW



Agrokraft Haßfurt
GmbH & Co. KG
2,35 MWel.



5 MW KWK



Gesamt PV 10 MWp
davon 4 MWp STB

13 Ladesäulen



UNSERE ENERGIEBILANZ - VERTRIEB

Entwicklung unserer Strombilanz über die letzten Jahre in MWh



Erzeuger	2010	2011	'12- '14	2015	2016	2017	2018	2019
PV	5.000	6.000	9.000	9.500	10.902	9.189	12.044	11.988
WIND	2.330	5.540	8.700	17.500	54.320	60.938	60.519	63.299
BIOGAS	0	1.122	12.000	12.000	12.462	12.100	12.131	12.232
KWK	4.400	4.600	1.800	2.000	2.200	3.220	5.220	5.420
SUMME	11.730	17.262	31.500	41.000	79.884	85.447	89.914	92.939
EE-Anteil	29 %	42 %	75 %	100 %	195 %	208 %	219 %	226 %

**stadtwerk
haßfurt**

Power to gas



ZELLE GASSPEICHER

Einführung Power-to-Gas Technologie



ZELLE GASSPEICHER

Power-to-Gas Anlage



AUS WIND WIRD WASSERSTOFF!

pro Windgas, unser Speicher
für erneuerbare Energie



städtischebetriebe
haßfurt

windgas
haßfurt



Das Landratsamt Haßberge erlässt folgenden



Landratsamt Haßberge

B e s c h e i d :

- I. Der Fa. Windgas Haßfurt GmbH & Co.KG wird für den Betrieb einer Power-to-Gas-Anlage mit einer maximalen Wasserstoff-Erzeugungskapazität von 225 Nm³/h nach Maßgabe der nachfolgend unter Ziffer II. bezeichneten Planunterlagen sowie den unter Ziffer III. genannten Genehmigungsinhaltsbestimmungen und den unter Ziffer IV. genannten Auflagen die

immissionsschutzrechtliche Genehmigung

erteilt.

Die Genehmigung umfasst gemäß § 13 BImSchG auch die für das Vorhaben notwendige baurechtliche Genehmigung nach Art. 68 Abs. 1 BayBO.

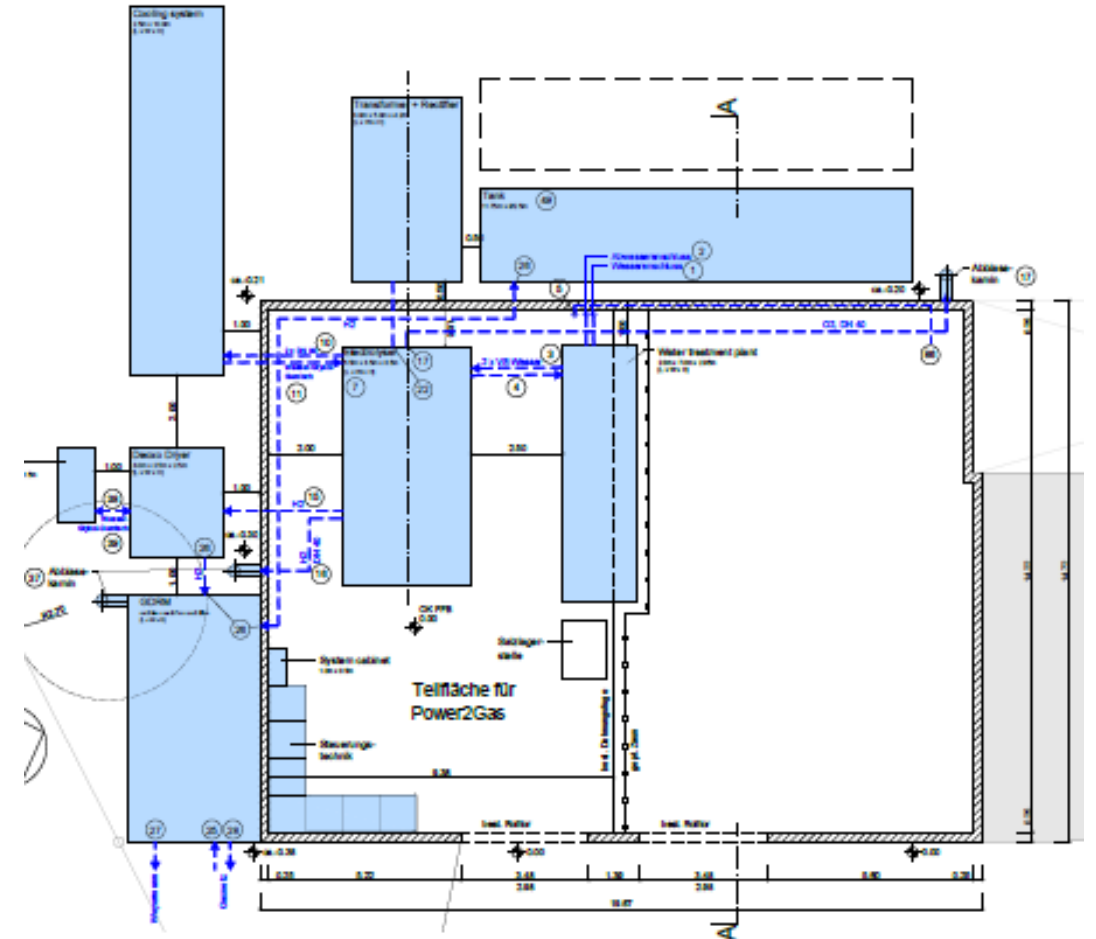
ZELLE GASSPEICHER

Power-to-Gas Anlage

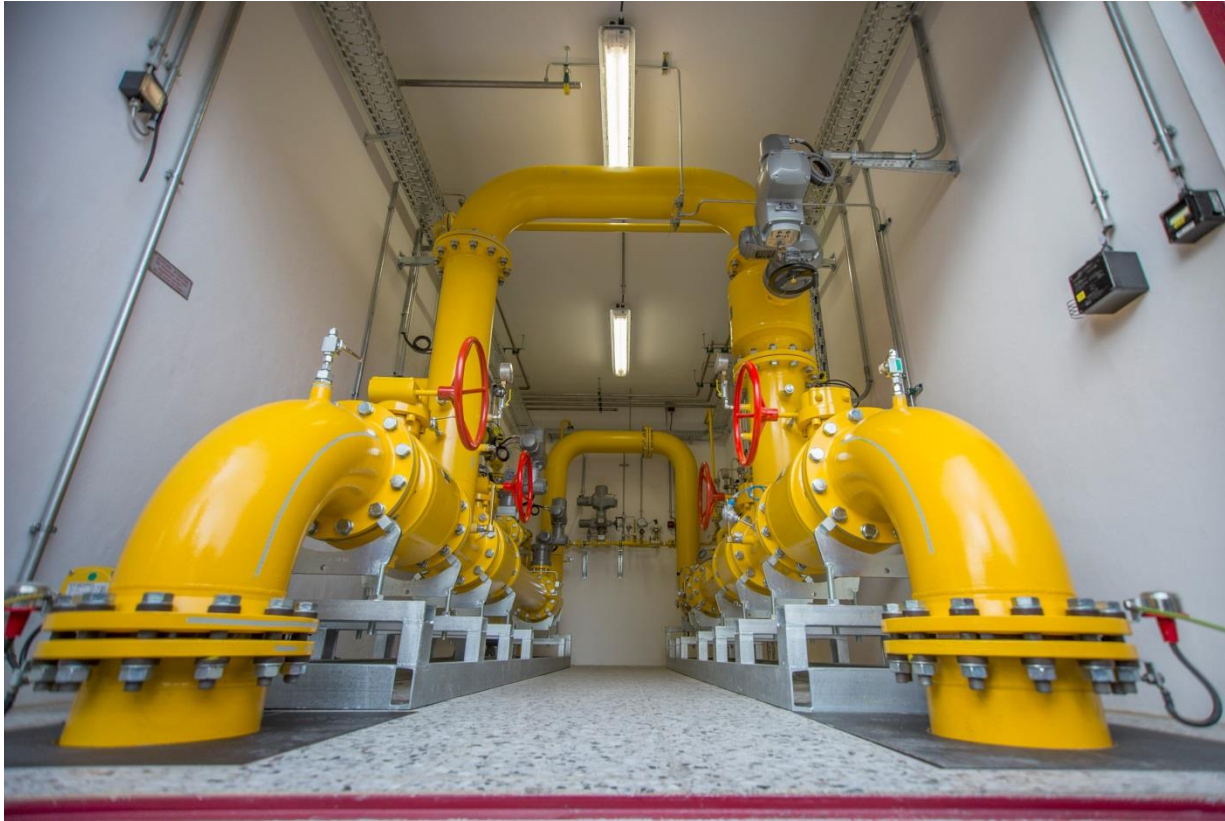


ZELLE GASSPEICHER

Power-to-Gas Anlage



GDRM Anlage



H₂-Anteil im Gasnetz, Messung 29.01.2019



Sauerstoffausbläser, Wasserstofftank



04.06.2020

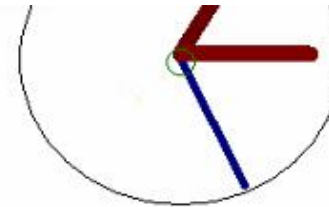


Teststation
24neu
SIE-STORAGE
● 80.2 %
50.0242 Hz



Strom

20.60 kV
Erdschlußspule
EEG-Anlagen



Windkraft

759 Nm³ Qn
8572 kWh Qn
0.000 MW Bayernwerk - Bezug
9.864 MW Bayernwerk - RL
1.540 MW BHKW
6.001 MW PV-Solar
12.819 MW Windkraft 20.88 kV
20.360 MW Gesamt
10.496 MW Netz HAS 20.60 kV

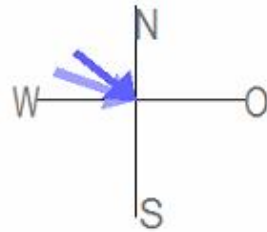


Erdgas

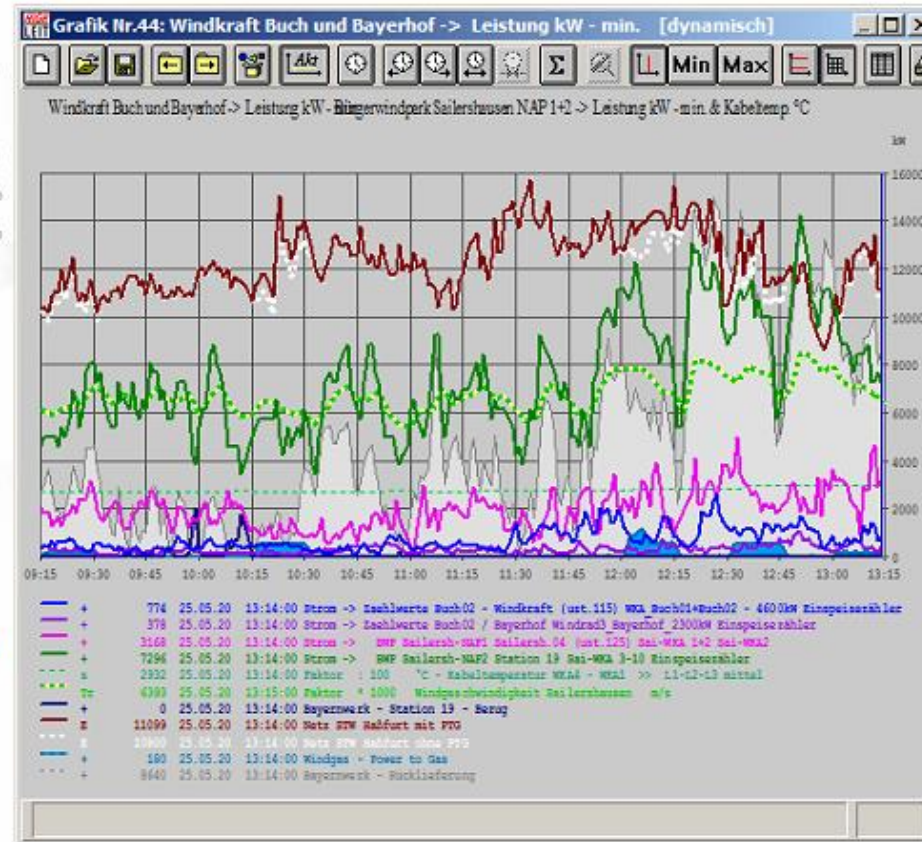
PtG
- 144 kW
H⁺ BHKW
+ 0 kW
- 0 kW



Wasser

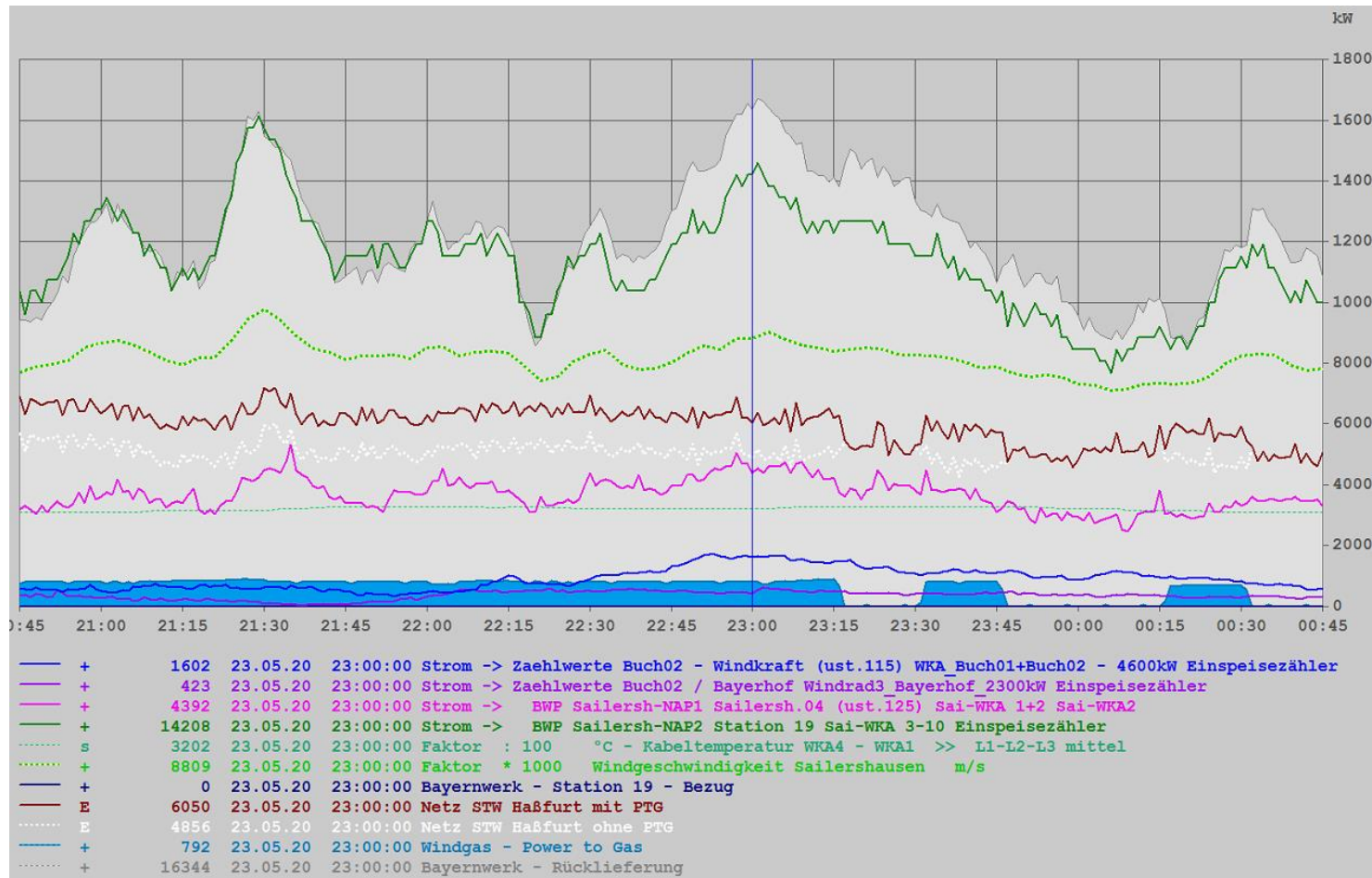


Einsp.1 - L1= 149.7 A
Einsp.2 - L1= 167.5 A
Einsp.1+2= 317.2 A



ZELLE GASSPEICHER

Regelenergie NEXT Kraftwerke

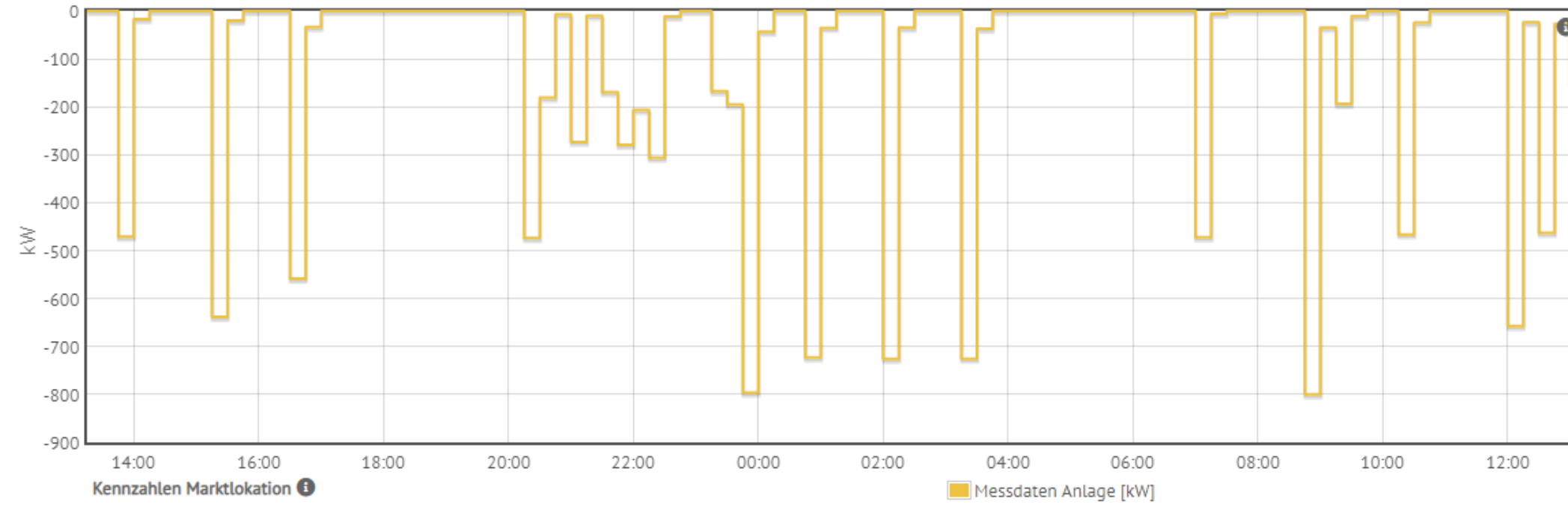


Fr., 22.5.20 [kW]	Sa., 23.5.20 [kW]	So., 24.5.20 [kW]
20,00 € 0	14,01 € -57	0,03 € -165.2...
17,03 € 0	11,48 € -191.2...	-2,44 € -165.2...
15,50 € 0	10,87 € 0	-8,77 € -97
14,02 € 0	8,72 € 0	-20,01 € 0
14,15 € 0	9,37 € -570.2...	-20,37 € -116.5...
15,75 € 0	9,50 € -773.2...	-24,65 € -121.7...
20,83 € 0	12,37 € -378.7...	-30,98 € -97
21,94 € 0	15,07 € 0	-25,00 € -116.5...
21,92 € 0	16,57 € -63.25...	-26,97 € -157.7...
21,20 € 0	16,72 € 0	-39,46 € -144.5...
16,49 € 0	15,53 € 0	-63,04 € 0
14,59 € 0	12,63 € 0	-63,06 € -116.5...
14,69 € 0	12,70 € 0	-70,04 € -121.7...
14,57 € 0	4,64 € -698	-74,97 € -121.7...
16,09 € 0	0,01 € -582.2...	-74,97 € 0
17,27 € 0	-0,94 € -199.5...	-69,99 € -126
18,35 € 0	-0,38 € 0	-57,74 € -144.5...
22,07 € 0	0,75 € -382.5...	-16,98 € 0
22,98 € -191.2...	8,01 € -773.2...	1,54 € 0
23,71 € -391	12,20 € -773.2...	8,03 € 0
23,35 € -773.5...	14,04 € -773.2...	14,00 € -87.5
22,20 € -773.2...	13,94 € -773.5...	14,39 € -185.2...
22,81 € -773.2...	14,56 € -772.2...	16,31 € -120
20,47 € -773.2...	13,99 € -388	8,00 € -278.7...
-153	-340	-103
-3.675	-8.149	-2.483

Name der Anlage	Nennleistung / Vertrag	Letzte 1/4h od. 5min	Verbindung	Bereitschaft	MRL/SRL-Vermarktung	Aktiver MRL/SRL-Abwurf	PRL-Vermarktung	PRL-Aktivierung
ENT PTG Windgas	1.250 kW / DL2-16-277	153 kW	Ok	Ja	Ja	Nein	Möglich	Nein
ENT Windgas	- / DL2-16-277							

Leistung [kW], gemittelt auf festes zeitliches Raster (z.B. 15min) i

Daten laden 📅 von So 24.05.20 13:15 bis Mo 25.05.20 13:15 Zeitreihen: 2 ausgewählt 📄 Geladene Daten herunterladen i



Elektrolysewasserstoff Kostenbetrachtung

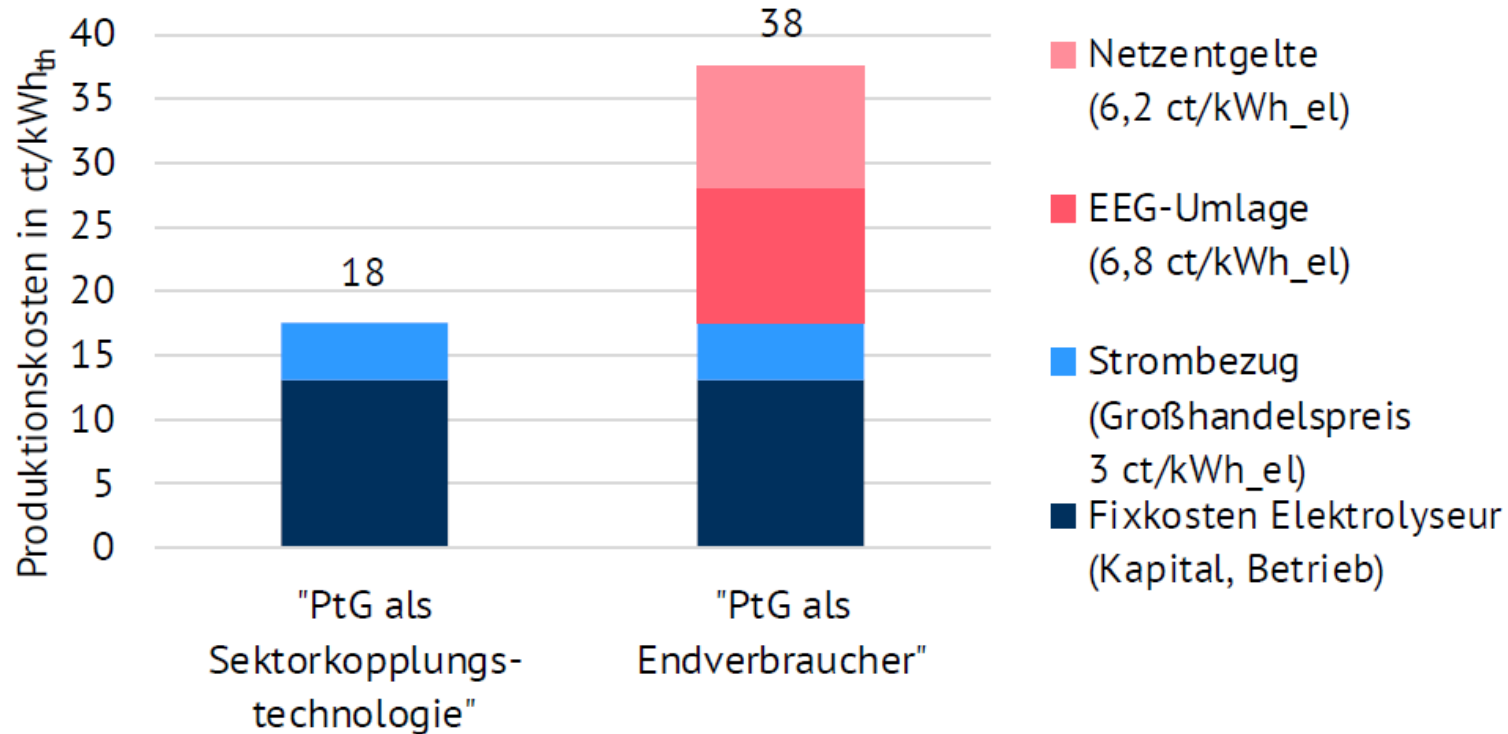


Abbildung 1: Produktionskosten für Elektrolysegas (PtG: Power-to-Gas) bei einer heutigen Anlage und ökologisch sinnvollem, netzdienlichem Betrieb (3.000 Vollbenutzungstunden) je nach Einordnung von PtG als Sektorkopplungstechnologie oder als Endverbraucher

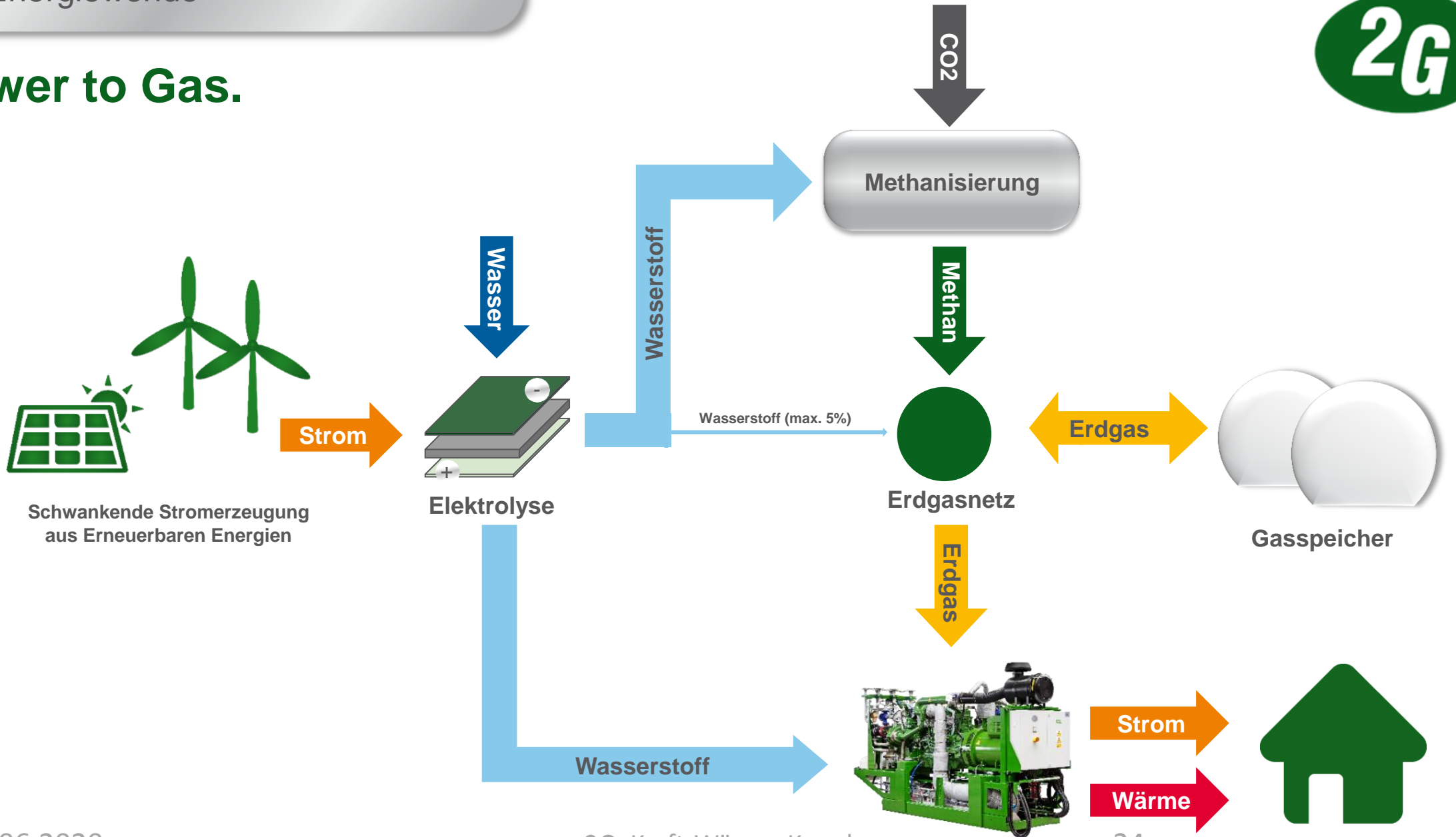
Elektrolysewasserstoff Kostenbetrachtung

Tabelle 1: Entwicklung der durchschnittlichen Kosten und technischen Parameter für Elektrolyseure

ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEN AM STROMVERBRAUCH		40%	65%	80% bis 100%
Jahr ¹³		2020	2030	2040
CAPEX	EUR ₂₀₁₆ /kW _{el}	1.000	500	300
Betriebskosten	% CAPEX p. a.	4%	3%	2%
System-Wirkungsgrad		70%	75%	80%
Lebensdauer	Jahre	10	15	20
Resultierende, jährliche Fixkosten	EUR ₂₀₁₆ /(kW _{el} a)	182	48	21
A) Überschussstrom-Elektrolyseur / Elektrolysegas für die Dunkelflaute				
Vollbenutzungsstunden ¹⁴	h/a	3.000	2.000	1.500 bis 2.500
Strombezugspreis	ct ₂₀₁₆ /kWh _{el}	3	3	0,3
Gesamtkosten	ct ₂₀₁₆ /kWh _{th}	13,0	12,0	3,2 bis 2,1
B) Überschussstrom-Elektrolyseur mit Nebenkosten-Pauschale i. H. v. 6 ct/kWh				
Vollbenutzungsstunden	h/a	3.000	2.000	1.500 bis 2.500
Strombezugspreis	ct ₂₀₁₆ /kWh _{el}	9	9	6,3
Gesamtkosten	ct ₂₀₁₆ /kWh _{th}	21,5	20,1	10,7 bis 9,6
C) Elektrolysegas-Farm				
Vollbenutzungsstunden	h/a	4.000	4.000	4.000
Strombezugspreis	ct ₂₀₁₆ /kWh _{el}	6,0	5,0	4,0
Gesamtkosten	ct ₂₀₁₆ /kWh _{th}	15,1	9,0	6,1



Power to Gas.



Fuel-Switch und Content-Switch.

Fuel-Switch:

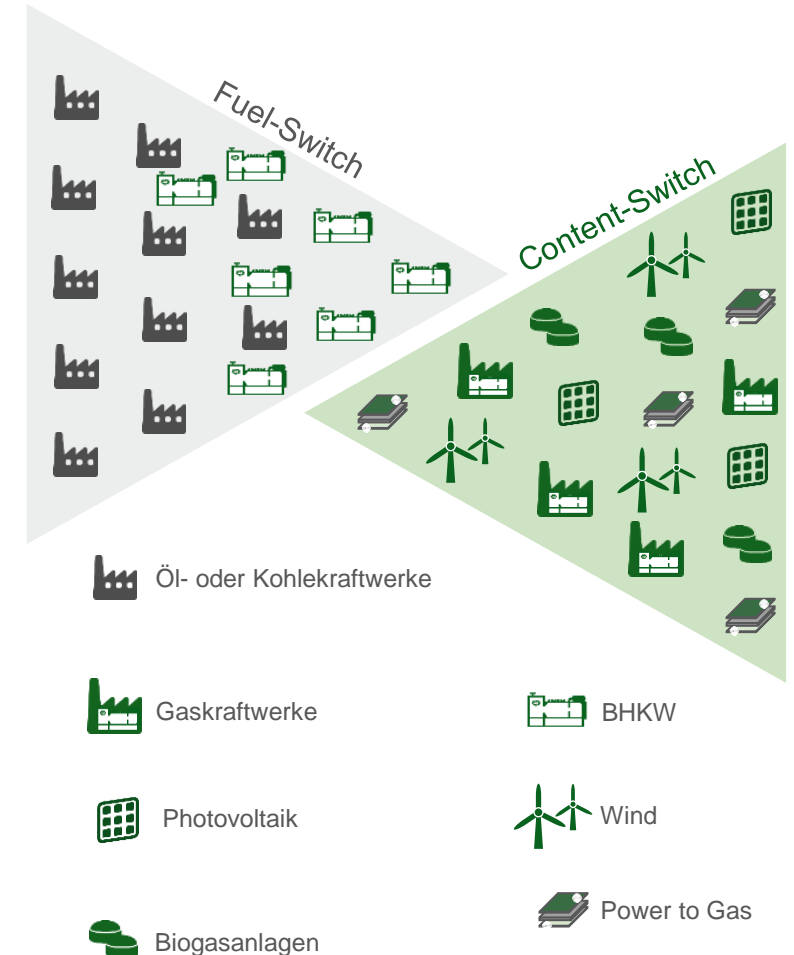
Der Wechsel von Kohle zu Erdgas

Content-Switch:

Der Wechsel zur Verwendung „grüner“ Gase und regenerativen Energien

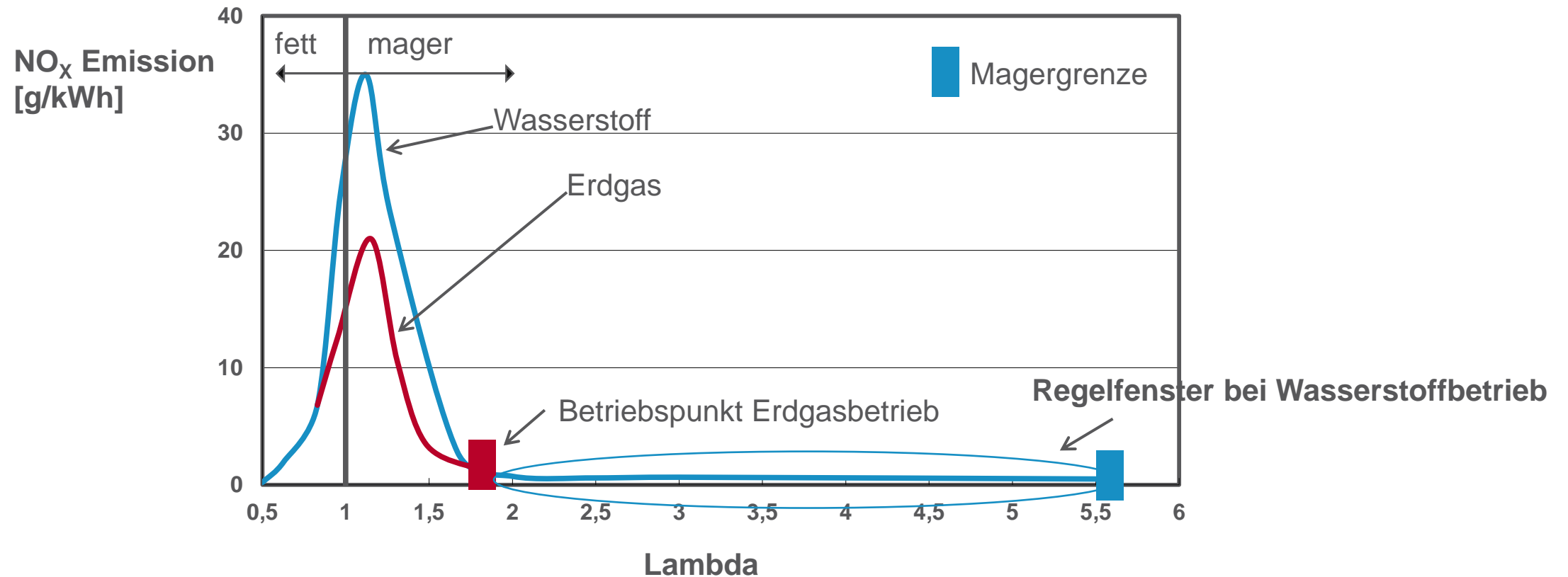
Durch einen kompletten Fuel-Switch von Braunkohle zu Erdgas könnten in Deutschland 108,7 Millionen Tonnen CO₂ bzw. 12 Prozent der Treibhausgas-emissionen aller Sektoren in Höhe von 906 Millionen Tonnen eingespart werden.

Das Erdgasnetz hat eine Speicherkapazität von 220 TWh, was in etwa einem Drittel des gesamten deutschen Jahresenergieverbrauch entspricht.



Quelle: DVGW

Regelfenster und Emissionen bei Wasserstoffbetrieb.



Die **Stickoxidemissionen (NO_x)** bewegen sich im Wasserstoffbetrieb an der **Nachweisgrenze**.
Es entstehen zudem **keinerlei CO₂-Emissionen**.



SEKTORENKOPPLUNG MIT WASSERSTOFF

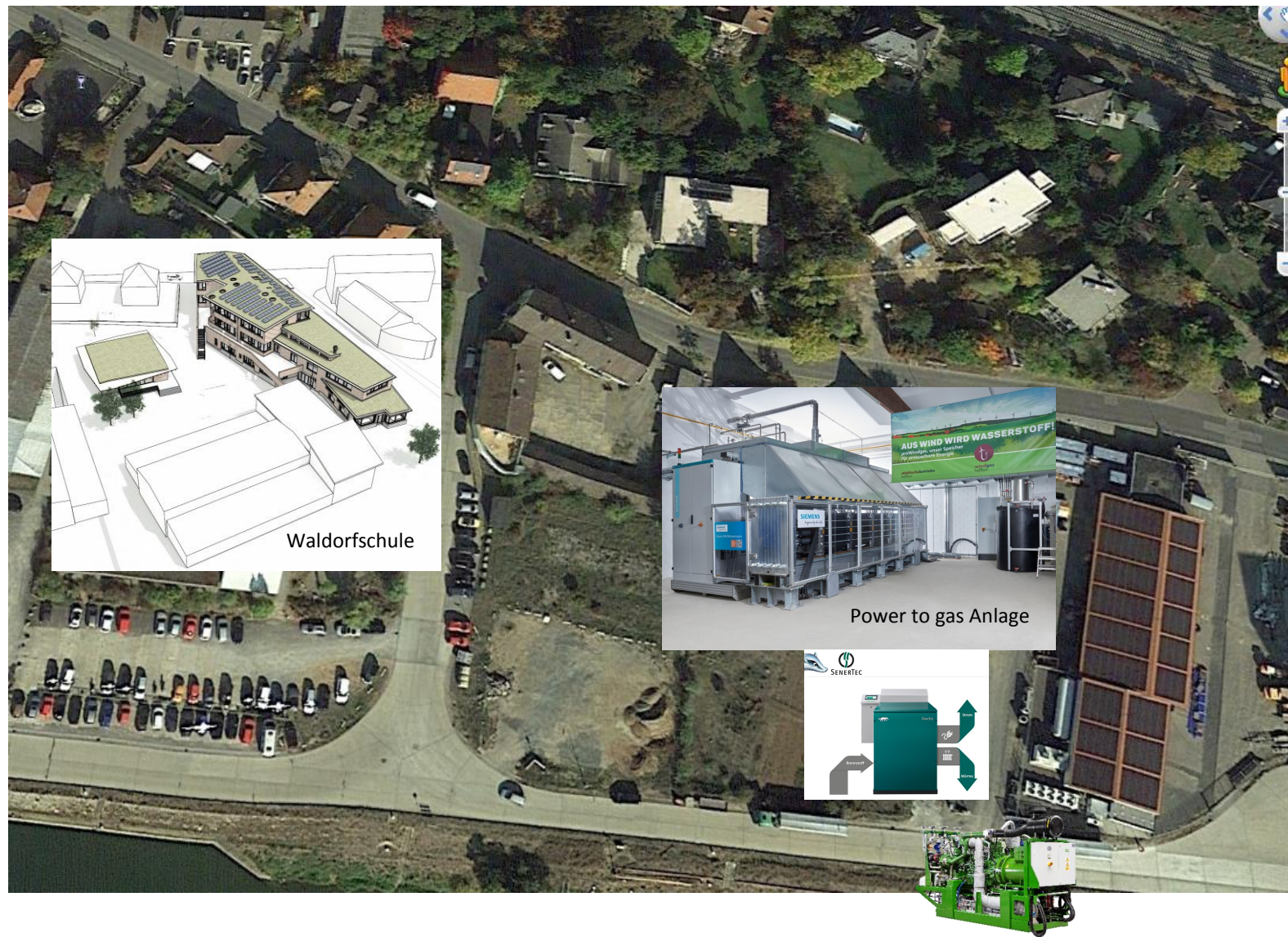
Pilotanlage: Wasserstoff BHKW gewinnt Publikumspreis Zukunft Erdgas e.V.

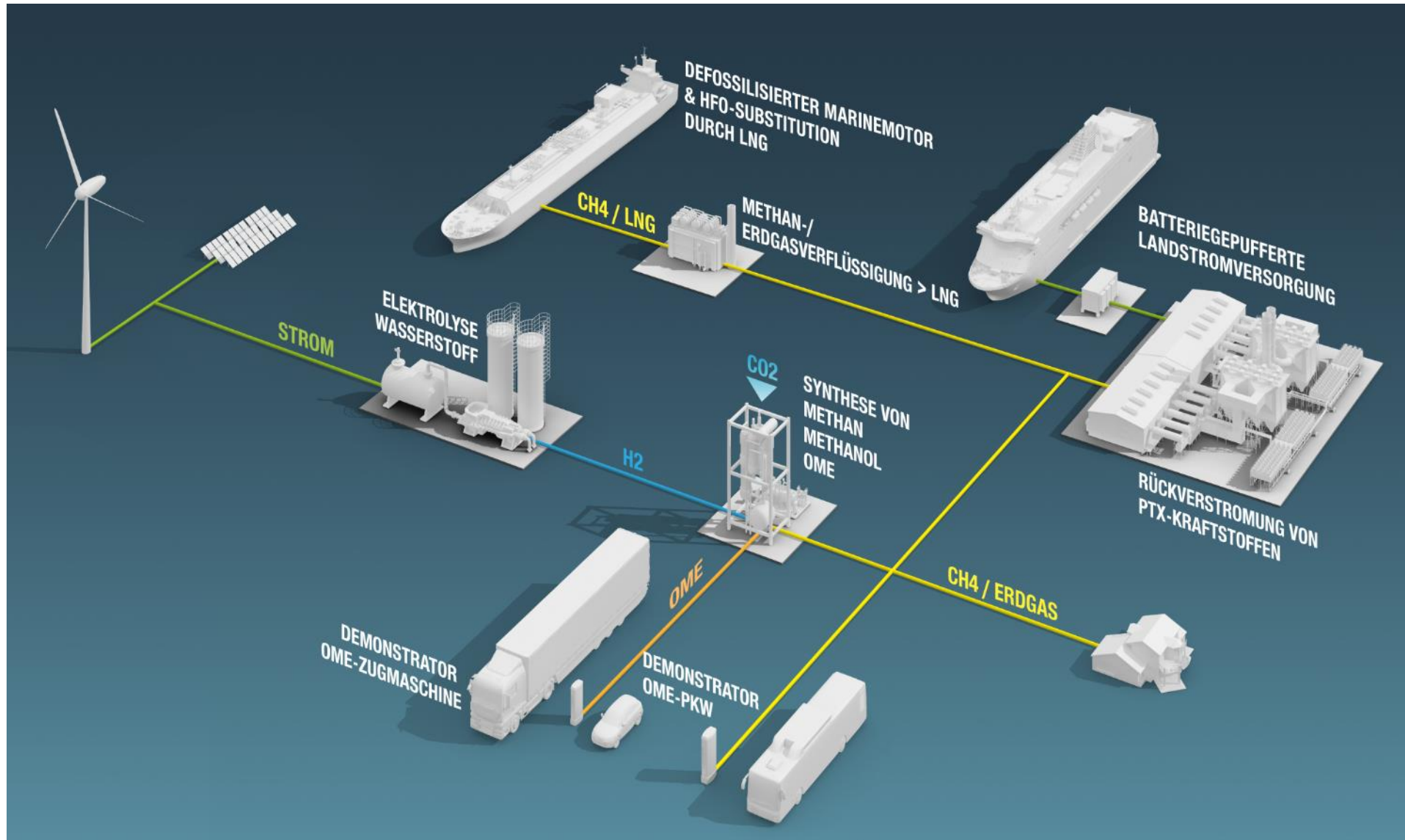




- HydroGen Projekt Wasserstoff Dachs
- Projektbegleitung über die OTH Amberg







E2Fuels

Erneuerbare
Emissionsarme
Kraftstoffe:
Forschung zur
Herstellung und Nutzung
in einem
sektorgekoppelten
Ansatz

Projektpartner:
TU München, MDT,
Siemens, Bosch, Audi



Windgas Haßfurt Power to Gas Erweiterung zu Power to Methanol

SIEMENS
Ingenuity for life



Project Structure and Partners

stadtwerk haßfurt SW Haßfurt

Infrastructure site preparation

MAN MAN Deggendorf

Reactor, design, erection, testing

FAU FAU Erlangen

Scientific support for innovative CO₂ based methanol synthesis

TUM TU München

project coordination, system analyses,

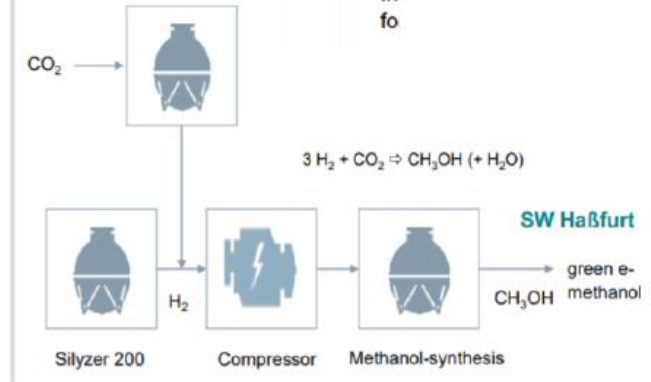
PU

Funding, project coordination

Process Concept

Test plant in Haßfurt

SIEMENS Bi ar In fo



E2Fuels: Erneuerbare Emissionsarme Kraftstoffe - Forschung zur Herstellung und Nutzung in einem sektorgekoppelten Ansatz
BWM: Federal ministry for Economic Affairs and Energy (funding), PU: Projektträger Jülich (executing organization)

© Siemens AG 2018


Anschlussleistung: 1,25 MW
H2 Produktion: 225 Nm3/h




Strombasierte Kraftstoffe verbinden weltweit Energiesysteme mit Vorteilen für die Import- und Exportländer

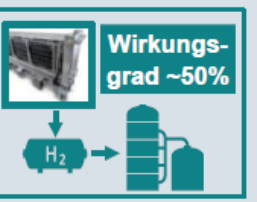
SIEMENS
Ingenuity for life

Regionen mit hohem Energiebedarf und/oder Dekarbonisierungszielen






Stromkosten
~5 ct/kWh



Wirkungsgrad
~50%

- Lokale Wetterbedingungen
- Nutzungskonkurrenz (e-mobility, Power-to-Heat)
- Landbeschränkungen
- Geringe Anlagenausnutzung
- Eher kleinskalig



e-fuel
~10 ct/kWh

?


+ hoher Kapitalkostenanteil


Technologieexport





Vernachlässigbare Transportkosten¹
 < 0.1 ct/kWh

Regionen mit sehr guten Wetterbedingungen






Stromkosten
~2 ct/kWh



Wirkungsgrad
~50%

- Sehr gutes Wetter
- Keine Nutzungskonkurrenz (e-mobility, Power-to-Heat)
- Land ist verfügbar
- Hohe Anlagenausnutzung
- Großskalige Power-to-Fuel Anlagen



e-fuel
~4 ct/kWh

✓

+ hoher Kapitalkostenanteil



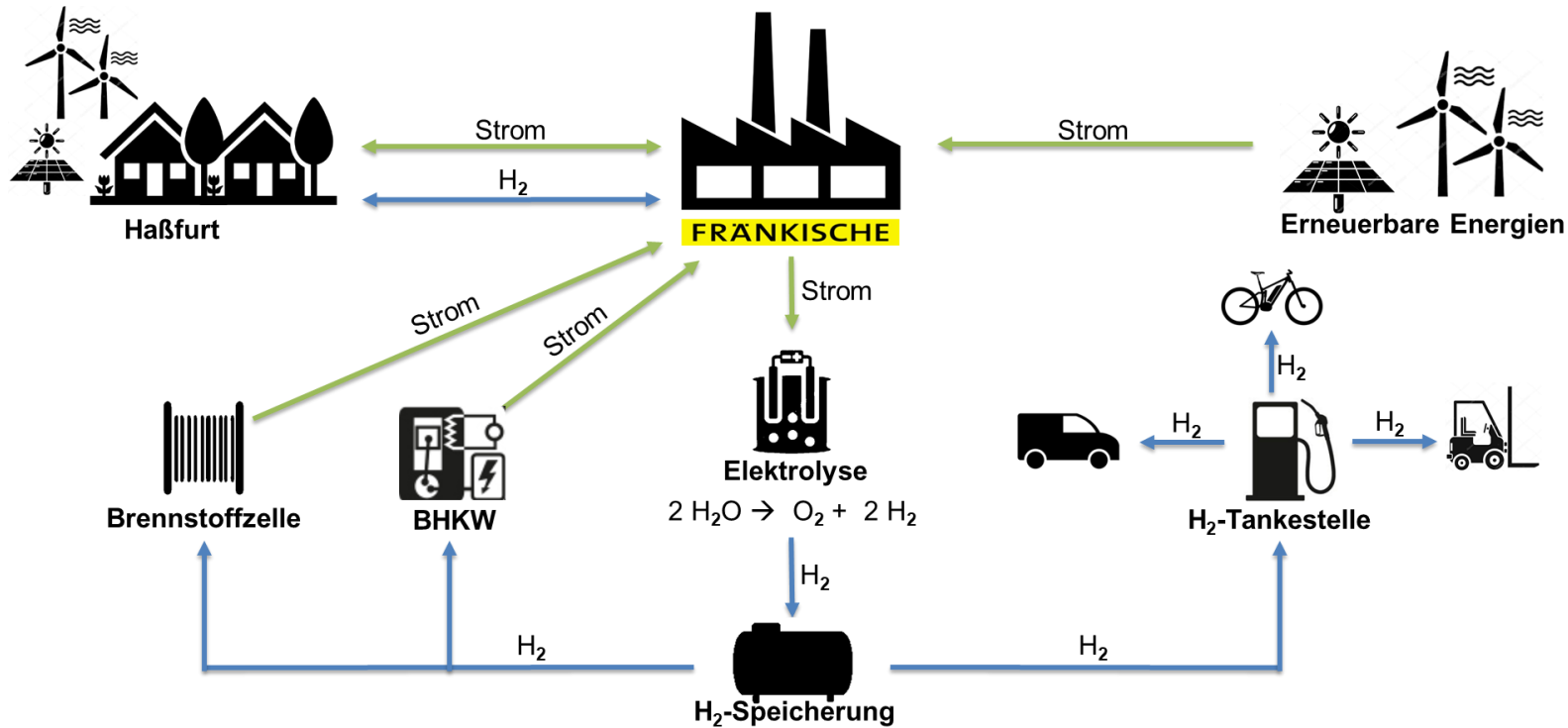
Chile
veröffentlicht: 2017
Preis: €2,2 ct/kWh



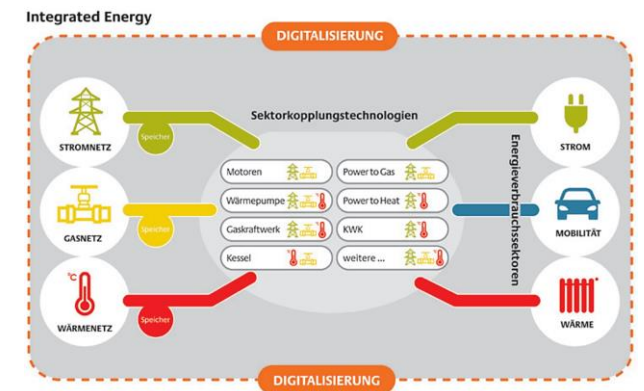
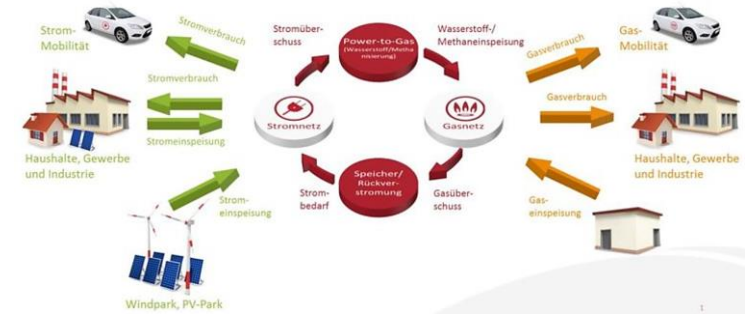
Marokko
veröffentlicht : 2016
Preis: €2,7 ct/kWh

¹ Agora Verkehrswende & Energiewende, Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: Transportkosten flüssiger Kraftstoffe über lange Distanzen (z.B. Naher Osten nach Deutschland) sind kleiner 1 ct/l, damit kleiner 1% des Produktpreises

FRW - Energiekonzept zur nachhaltigen Fertigung



FRÄNKISCHE



CO₂-freie Logistik nach Air Liquide

Air Liquide realisiert ein komplettes Versorgungskonzept von der Produktion, Speicherung und Distribution von Wasserstoff bis hin zu Wasserstofftankstellen und Brennstoffzellen.

1 Vorratsspeicher
Die Anlieferung des Wasserstoffs erfolgt in Flaschenbänden, in Tube-Trailern oder per Pipeline.

2 Kompressionsphase
Der Wasserstoff wird bei etwa 450 bar verdichtet.

3 Hochdruckspeicherung
Viel Energie auf kleinem Raum: Der Wasserstoff wird nach seiner Verdichtung in sogenannten Hochdruckspeichern bevorratet.

4 Steuerungsschrank
Auch die Steuerung und Überwachung des Betankungsvorgangs erfolgt über eine einfache Bedienoberfläche, sodass eine Einzelbedienstation kaum erforderlich ist.

5 Zapfsäule
An der strategisch im Betrieb angeordneten Zapfsäule kann der Fahrer sein Flurförderzeug in weniger als 3 Minuten mit Wasserstoff (350 bar) betanken und sofort weiterfahren. Die Bedienung des Systems ist intuitiv und sicher: Der Schlauchanschluss beispielsweise erfüllt ebenfalls höhere Sicherheitsanforderungen als der einer gewöhnlichen Tankstelle.

6 Brennstoffzelle
In ihr verbindet sich Wasserstoff mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff und erzeugt Energie. Über einen elektrochemischen Prozess wird Strom generiert. Neben Strom werden bei diesem Prozess lediglich Wasser und Wärme freigesetzt.

Die von HyPulsion bereitgestellten serienerprobten GenDrive®-Brennstoffzellensysteme zeichnen sich durch eine hohe Lebensdauer und Wartungsfreiheit aus.

BIS ZU 15 PROZENT
PRODUKTIVITÄTSSTIEGERUNG LASSEN SICH MIT EINER BRENNSTOFFZELLE GEGENÜBER BLEI-SÄURE-AKKUS REALISIEREN. LADEZEIT, BATTERIEAUSCH UND ENERGIEINTENSIVE BATTERIELADEANLAGEN ENTFALEN

3 MINUTEN
BETANKUNGSZEIT UND DER WEGFALL VON AKKULADEZEITEN ERGEBEN EIN BESONDERES SPARPOTENZIAL

0 EMISSIONEN
KEIN KOHLENDIOXID, KEIN STICKSTOFF, KEIN FEINSTAUB, KEINERLEI GIFTIGE SUBSTANZEN

65 PROZENT
WIRKUNGSGRAD: DIE BRENNSTOFFZELLE LÄUFT WÄHREND DER GESAMTEN SCHICHT MIT VOLLER LEISTUNG

BZ-Flurförderfahrzeuge ⑥ (Bsp.: 2,0-3,5t E-Stapler mit BZ Plug Power GenDrive® 1600-80CE-A)*^{1,2}:

- Kosten pro E-Stapler: 25.000-40.000 €
- Kosten pro BZ: ~ 20.000 €
- Tankkapazität: 1,8 kg
- Betankungssystem: 350 bar
- Betankungszeit: 3-5 min
- **H₂-Verbrauch pro Betriebsstunde: 0,25-0,45 kg**
- Laufleistung: 4-7 Betriebsstunden

H₂-Betankungsstation ①-⑤ (Tankkapazität H₂~ 500 kg/d)*³:

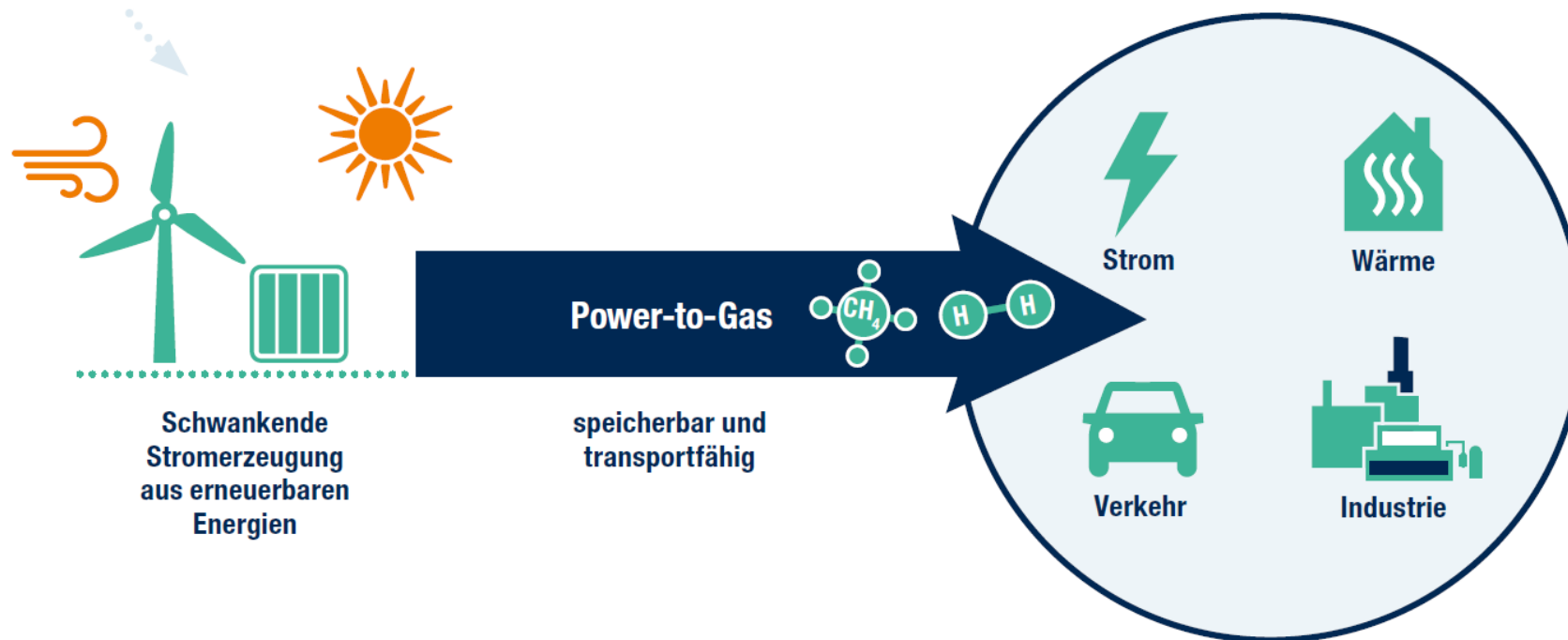
- Kosten: 1,2-1,5 Mio. €

- 1) Nach Mercedes-Benz 2015
- 2) Nach Staplerberater.de 2019
- 3) Nach Roland Berger 2017



Quelle: Air Liquide

Nutzung von „grünem“ Wasserstoff



Enormes
CO₂-Einsparpotential
durch regenerativ
erzeugten Wasserstoff

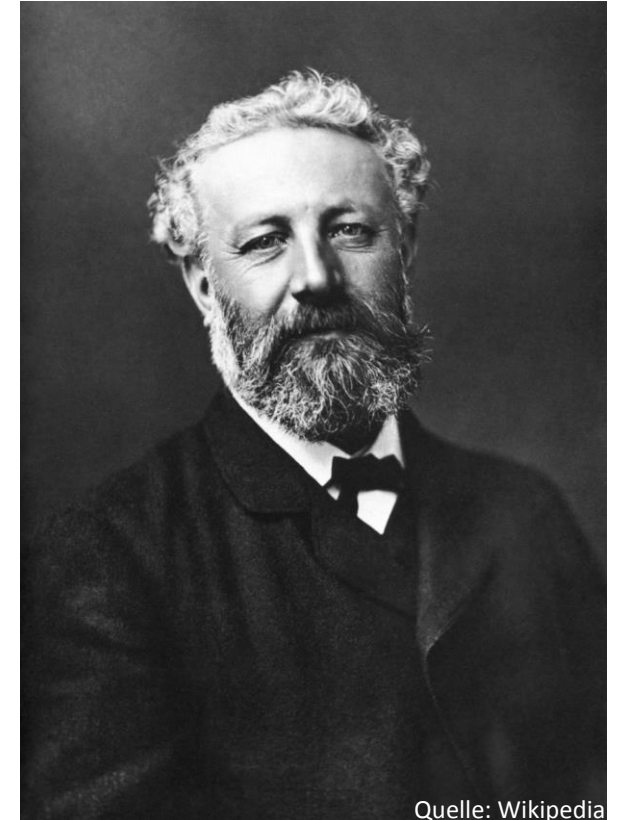


<https://www.dvgw.de/themen/gas-und-energie/wasserstoff-und-energie/>

Quelle: DVGW

„Das Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“


Jules Verne: Die geheimnisvolle Insel, 1874



Jules Verne
(1828-1905)

stadtwerk haßfurt

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

 Stadtwerk Haßfurt GmbH
Augsfelder Straße 6
97437 Haßfurt

 +49 9521 9494-0

 info@stwhas.de

 www.stadtwerkhaassfurt.de

 facebook.com/stadtwerkhaassfurt

RUBIKON



“

**JA, WIR KÖNNTEN JETZT WAS GEGEN
DEN KLIMAWANDEL TUN.**

ABER WENN WIR DANN IN 50 JAHREN
FESTSTELLEN, DASS SICH ALLE WISSENSCHAFTLER
VERTAN HABEN UND ES GAR KEINE KLIMA-
ERWÄRMUNG GIBT, DANN HÄTTEN WIR VÖLLIG
OHNE GRUND DAFÜR GESORGT, DASS MAN IN
DEN STÄDTEN DIE LUFT WIEDER ATMEN KANN,
DASS DIE FLÜSSE NICHT MEHR GIFTIG SIND,
DASS AUTOS WEDER KRACH MACHEN,
NOCH STINKEN, UND DASS WIR NICHT
MEHR ABHÄNGIG SIND VON DIKTATOREN
UND DEREN ÖLVORKOMMEN.

DA WÜRDEN WIR UNS SCHÖN ÄRGERN!

”

MARC-UWE KLING
KABARETTIST