



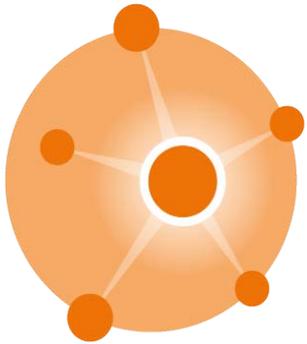
# Wasserstoff. Der flexible Stromkomplementär

...für Klimaschutz in allen Sektoren

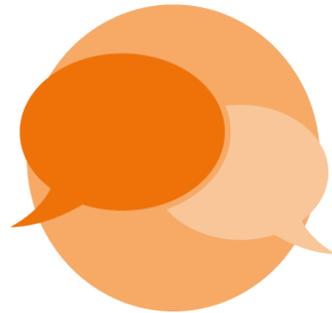
**Dr. Michael Weber**

Aachen, 09.05.2019

## Vier Dienstleistungsbereiche im Auftrag des Landes NRW



Netzwerke



Beratung

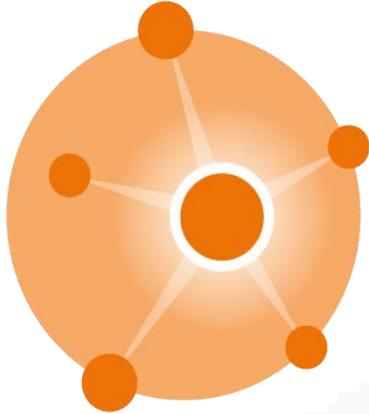


Marktinitiativen



Öffentlichkeitsarbeit &  
Wissensmanagement

## Vernetzung über gesamte Wertschöpfungskette



Netze/Speicher

Carbon Capture and Usage

Wärme/Gebäude

Wasserkraft

Biomasse

Energieeffizienz Unternehmen und Kommunen

Geothermie

Energieforschung

Mobilität

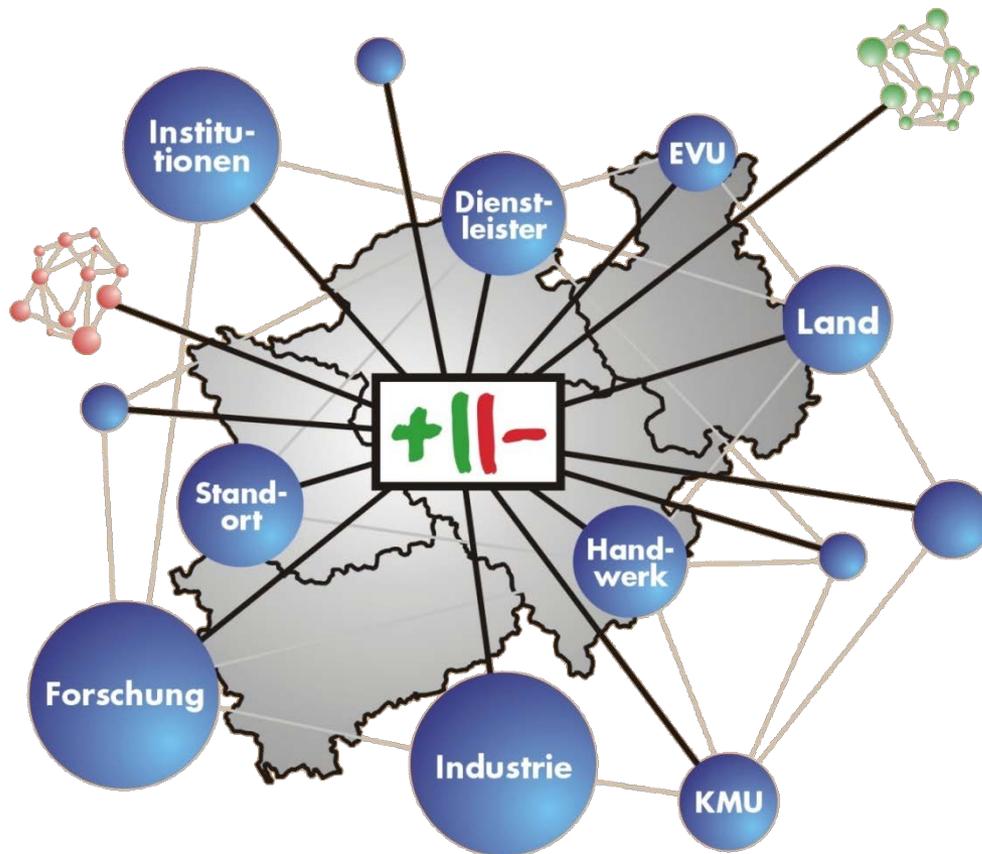
Kraftwerkstechnik / Kampagne KWK.NRW

Brennstoffzelle und Wasserstoff, Elektromobilität

Windenergie

KWK

# Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff, Elektromobilität NRW (NBWE)



- Gegründet im April 2000 als Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff
- 2017 Integration Projekt-Leitstelle Elektromobilität NRW
- 480 Mitglieder (H<sub>2</sub>, BZ) und 130 Projektpartner (Emob)
- Elektromobilität: 60 Projekte, Fördervol. 60 Mio. €, Gesamtinv. 100 Mio. €
- H<sub>2</sub>, BZ: 125 Projekte, Fördervolumen 145 Mio. €, Gesamtinvest 230 Mio. €
- Fachveranstaltungen: Jahrestreffen, Expertengruppen H<sub>2</sub>-System, PtG, ÖPNV...
- Schülerwettbewerb, Forschungspreis, Lehrerseminar

1

**Warum Wasserstoff?**

2

**Elektrolyse**

3

**Fahrzeuge**

4

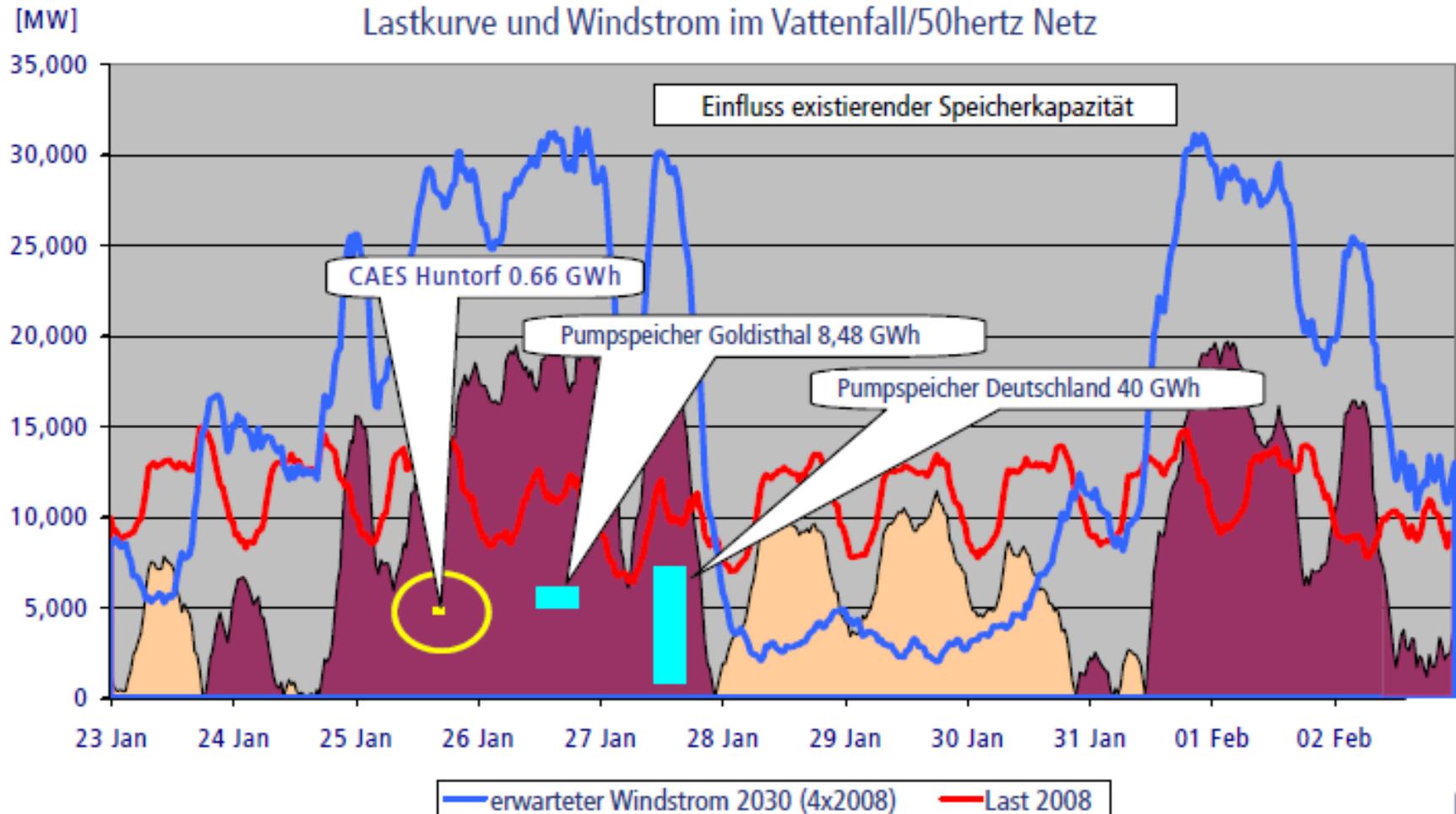
**Infrastruktur**

5

**Überblick Bedarfssektoren | NRW | Aachen**

- Alle Sektoren müssen THG-Emissionen drastisch reduzieren.
- Strom aus Wind und Sonne wird unsere dominante Energiequelle.
- Wir müssen lernen, mit Wechsel von Mangel und Überschuss zu leben.
- Große Überschussmengen lassen sich nur in Form chemischer Energieträger ressourcenschonend speichern und transportieren.

# Warum Power-to-Gas?

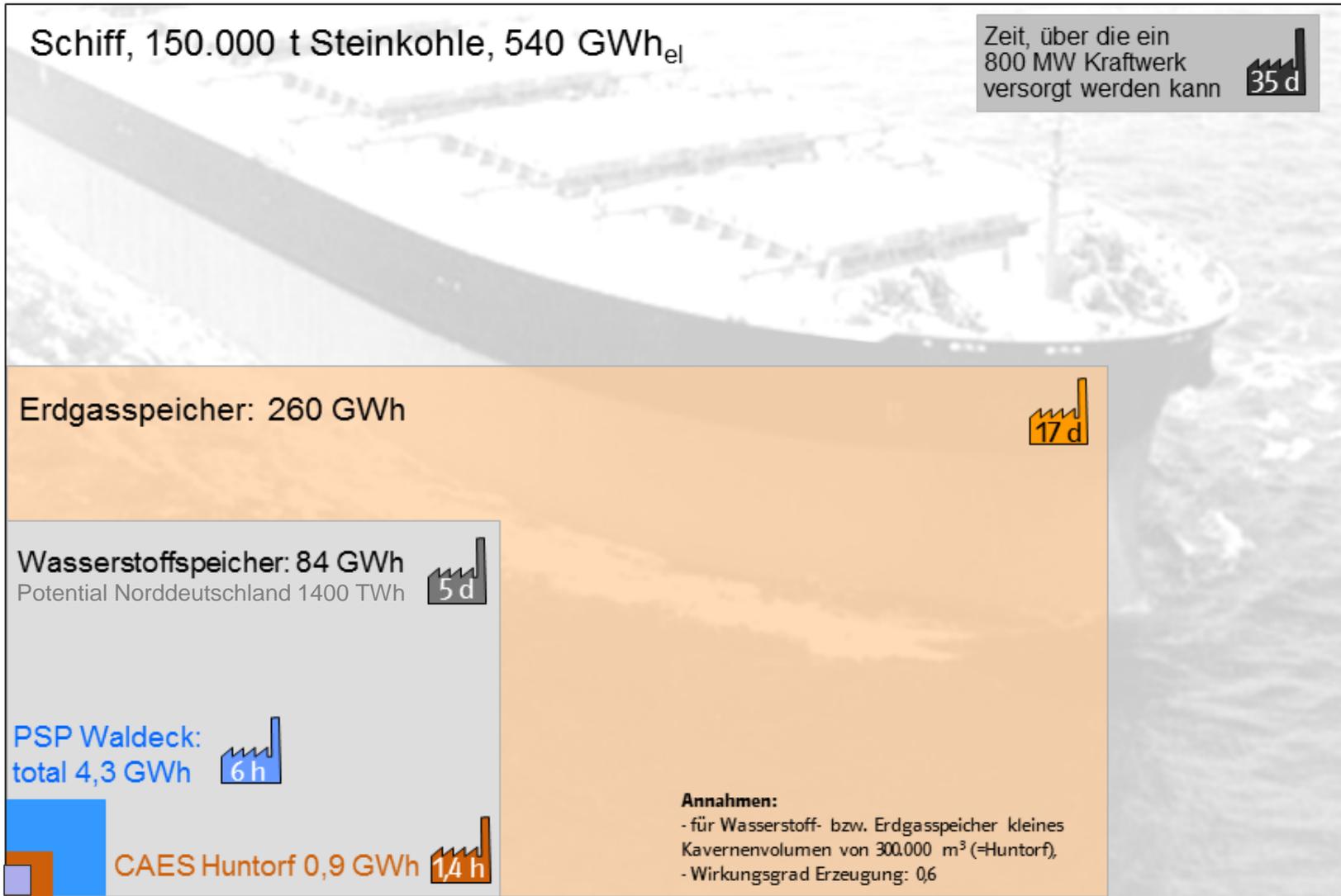


Mai-12

© 2012 Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH



(aktuell werden für die Zukunft noch viel höhere Überschüsse erwartet)



Deutsche Batteriespeicher 0,28 GWh (23 Standorte 06/2018)

Quelle: uniper SE (ergänzt)

Bis 2020 7,7 GW Offshore-Wind in Betrieb in D, davon Nordsee 6,3 ([www.offshore-windindustrie.de](http://www.offshore-windindustrie.de))

Bis 2021-30 ~8 GW in Ausschreibung (WindSeeG)

O-NEP 2030 für die Nordsee	2030: 11,7 GW	— Lücke
NEP-2030: DC1 Emden-Osterath ab 2025:	2 GW	
DC „Alegro“ Niederzier-Lüttich ab 2020:	1 GW	



**Eine Gaspipeline (ø 1,20 m) transportiert soviel Energie wie acht Hochspannungsmasten (je 3 GW)**

Quelle: Open Grid Europe

(Wasserstoff bedarf etwa der doppelten Querschnittsfläche)

## Fluktuierende Erneuerbare Energie in großen Mengen speichern

und Wasserstoff vielfältig emissionsmindernd verwenden:

- Rückverstromung: Eigenversorgung u.a. ++ rel. CO<sub>2</sub>-Vermeidung
- Gasnetz direkt / methanisiert | Strom / Wärme / Mobilität | 500 tkm ++
- Industrielle H<sub>2</sub>-Nutzung: Raffinerien, Prozesswärme, DIR... +++++
- CCU: Hüttengase, Zement, Müllverbrennung... ++
- Mobilität mit Brennstoffzellen +++++
  - Halbierung des Energiebedarfs (Pkw) und Verdrängung kohlenstoffreicher Kraftstoffe
  - Emissionsfrei UND flexibel (schnelle Betankung, hohe Reichweite)
    - PKW (3 min, 450 – 800 km)
    - Triebwagenzüge, Busse
    - Müllfahrzeuge, Straßenreinigung, Lkw (bis 5-Achser)...
    - Binnenschiffe, Flugzeuge (Kurzstrecke)
    - Lagerlogistik



Symbio F-CELL



Toyota



Van Hool, RVK



Hyundai



Streetscooter



Wright



Ursus



Toyota

### Brennstoffzellen-Fahrzeuge emissionsfrei und flexibel



Solaris



Toyota



Honda



Esoro



Faun



Hyundai



Alstom



Daimler



Hy4 DLR



Hydroville

Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen ist wegen Neuheit und Infrastrukturbedarf herausfordernd aber lohnend

1

**Warum Wasserstoff / Power-to-Gas**

2

**Elektrolyse – Technik, Kosten, Projekte**

3

**Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Elektroantrieb**

4

**Wasserstoff-Infrastruktur**

5

**Überblick Bedarfssektoren | NRW | Aachen**

# Wasserspaltung mittels Elektrolyse

3 verschiedene Elektrolyt-Typen, weitere in Entwicklung

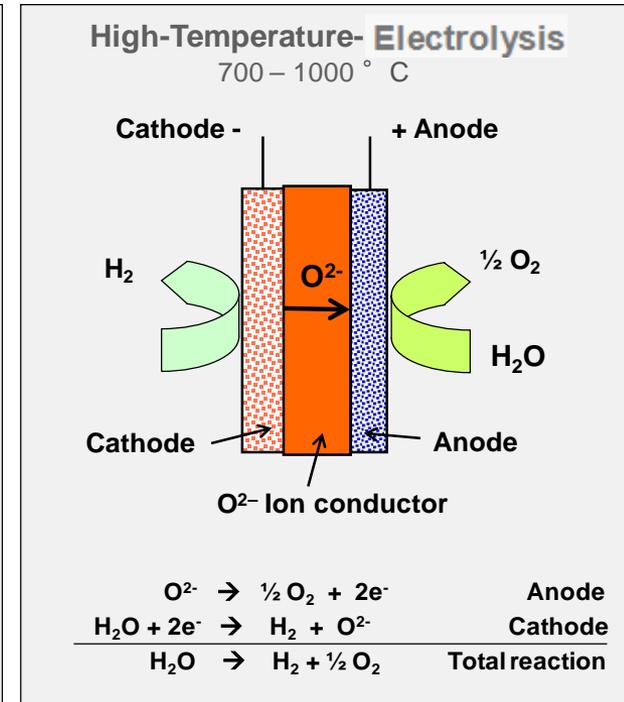
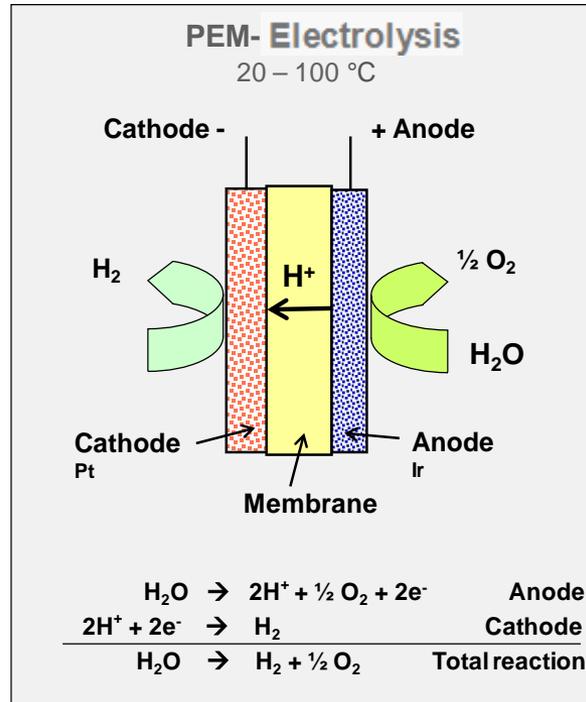
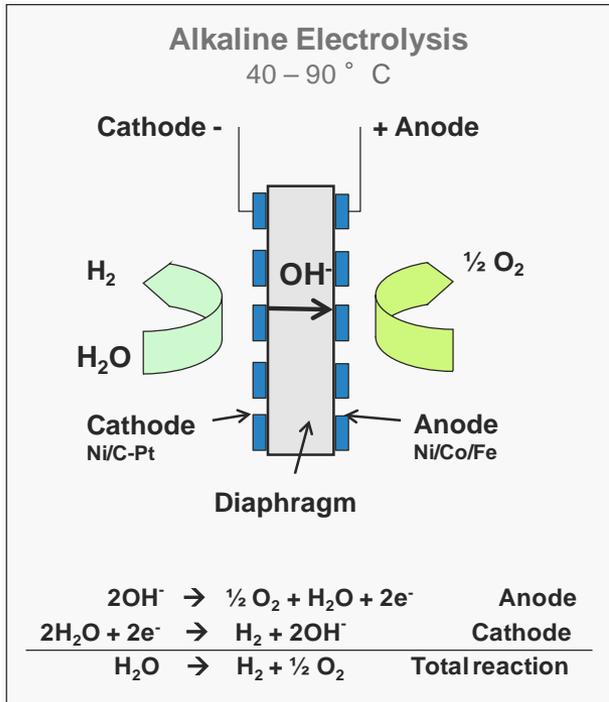


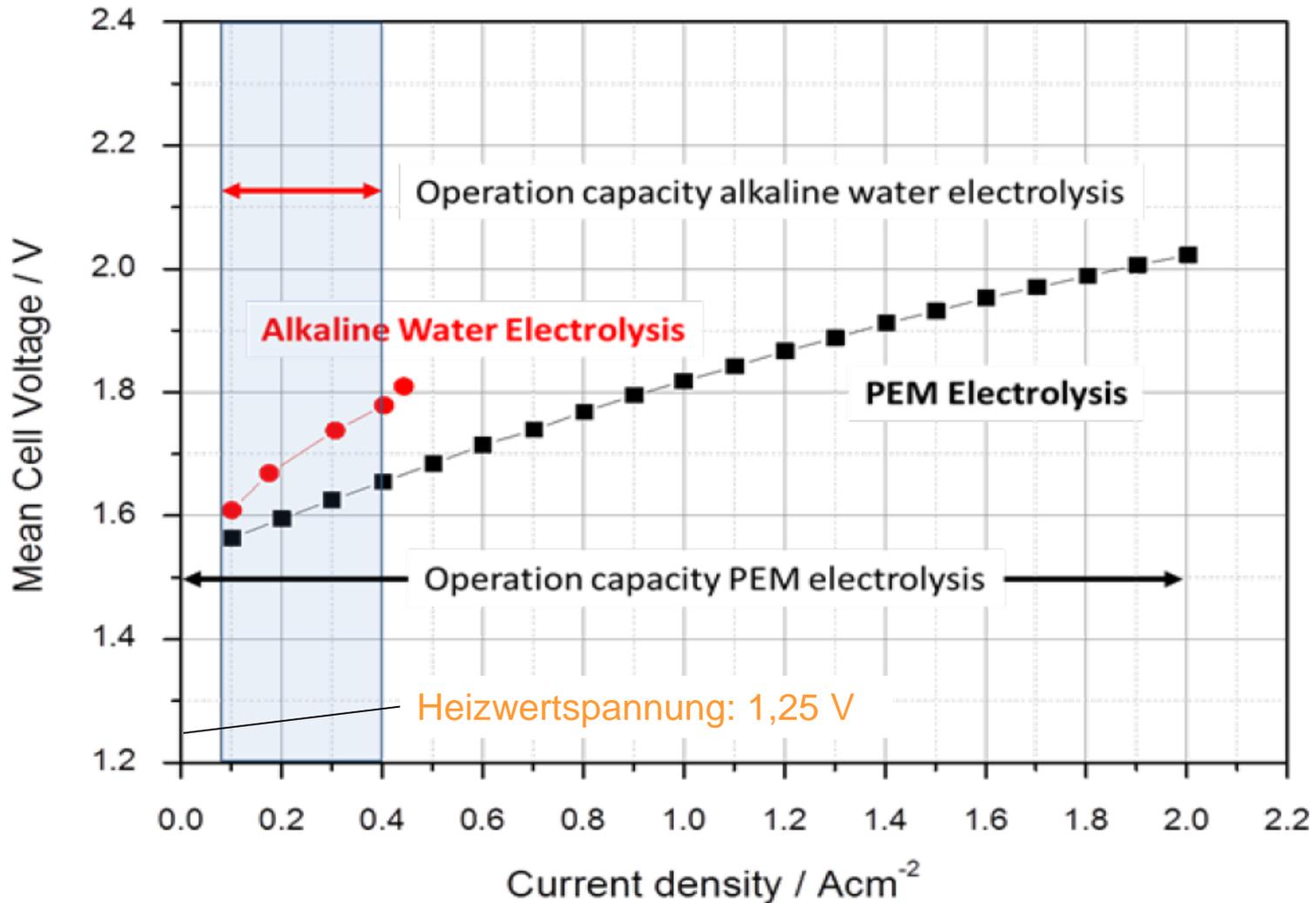
Bild: J. Mergel, FZ-Jülich

- + bewährt bis 30 bar
- + kostengünstig
- + regelenergiefähig
- begrenzt teillastfähig (15-40%)
- geringe Stromdichte

- + hohe Strom-/Leistungsdichte
- + hoher Wirkungsgrad mögl.
- + tief teillastfähig
- Materialkosten

- + sehr hoher Wirkungsgrad<sup>1</sup>
  - geringe Stackleistung
  - langsamer Kaltstart
  - Materialkosten
- <sup>1</sup> insbes. wenn Dampfquelle vorhanden

System-Energiebedarf meist 5 kWh/Nm<sup>3</sup>. 2030: 4,5 kWh bzw. 67% H<sub>1</sub>-Wirkungsgrad



Source: Mergel, J; Carmo M, Fritz, D (2013). "Status on Technologies for Hydrogen Production by Water Electrolysis". In Stolten, D. *Transition to Renewable Energy Systems*. Weinheim: Wiley-VCH.

# Druckelektrolyse System Lurgi

(alkalisch)



Simbabwe, 32 bar, 28 x 760 Nm<sup>3</sup>/h, 46 t/d  
Düngemittelproduktion  
Betrieb 1972 – 2016  
(für etwa 100.000 Pkw reichend)

Quelle: ELT

# PEM-Elektrolyse - Stacks

## HYDROGENICS, Canada, Belgien & Deutschland

1,5 MW, 30 bar



Source: HYDROGENICS

## SIEMENS, Deutschland

2 MW, 35 bar



Source: Siemens

## Proton OnSite, USA

– 0,25 MW  
erworben durch  
NEL Hydrogen

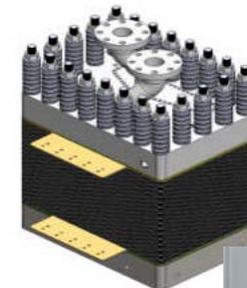


Source: ProtonOnSite

## Giner, USA

1 MW, 40 bar

i-Gas, Stolberg

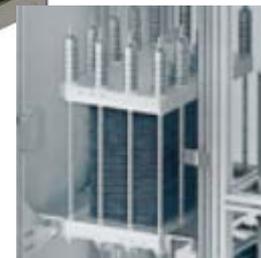


## Areva H2Gen

30 Nm<sup>3</sup>/h



Source: ITM POWER.



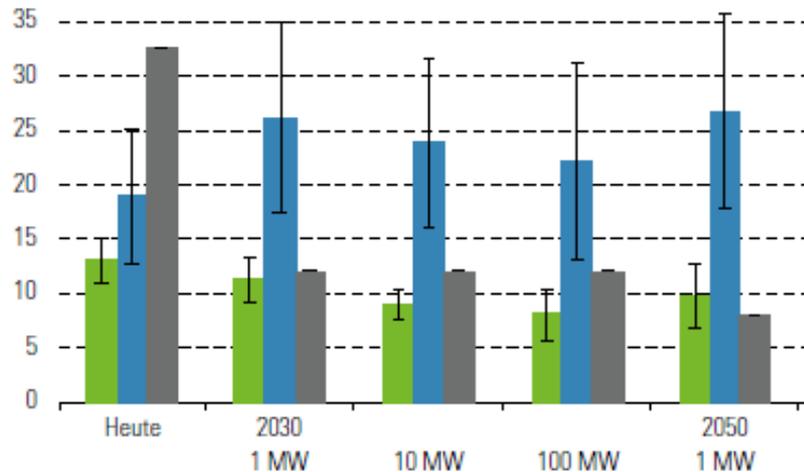
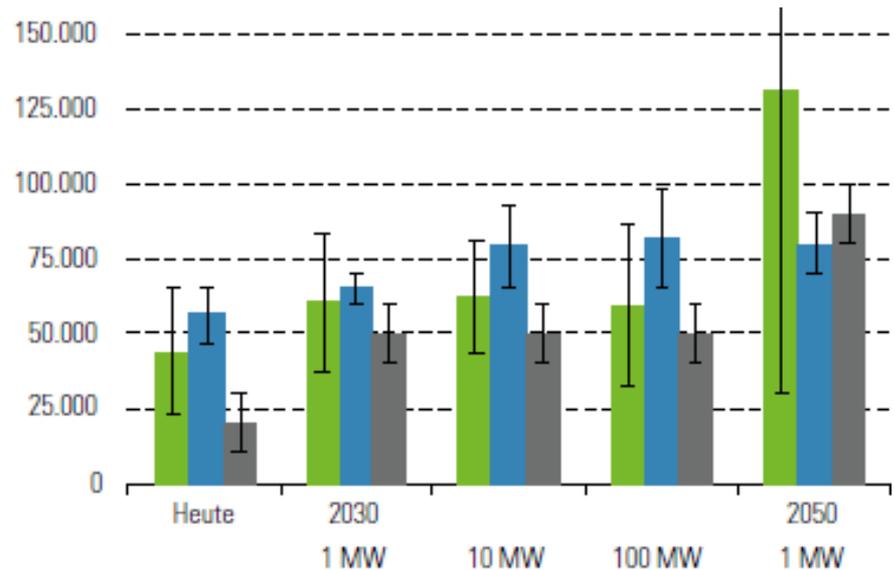
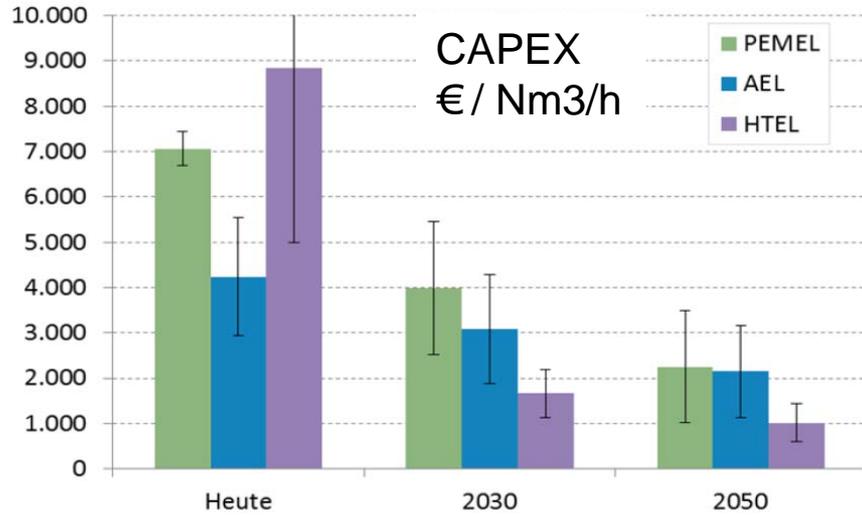
## ITM Power, UK

2 MW

## H-Tec Systems

225 kW, 30 bar

# Elektrolyse Kosten



Wartung  
€/ a



Lebensdauer  
Stack / h



Studie „Industrialisierung der Wasserelektrolyse“  
FhG ISE, FhG IPA, E4Tech für BMVI 2018  
Herstellerrumfrage für Systeme von 1, 10, 100 MW

Energiebedarf\*: 5 kWh/Nm<sup>3</sup> (künftig 4,5)  
(Heizwert: 3 kWh/Nm<sup>3</sup>)

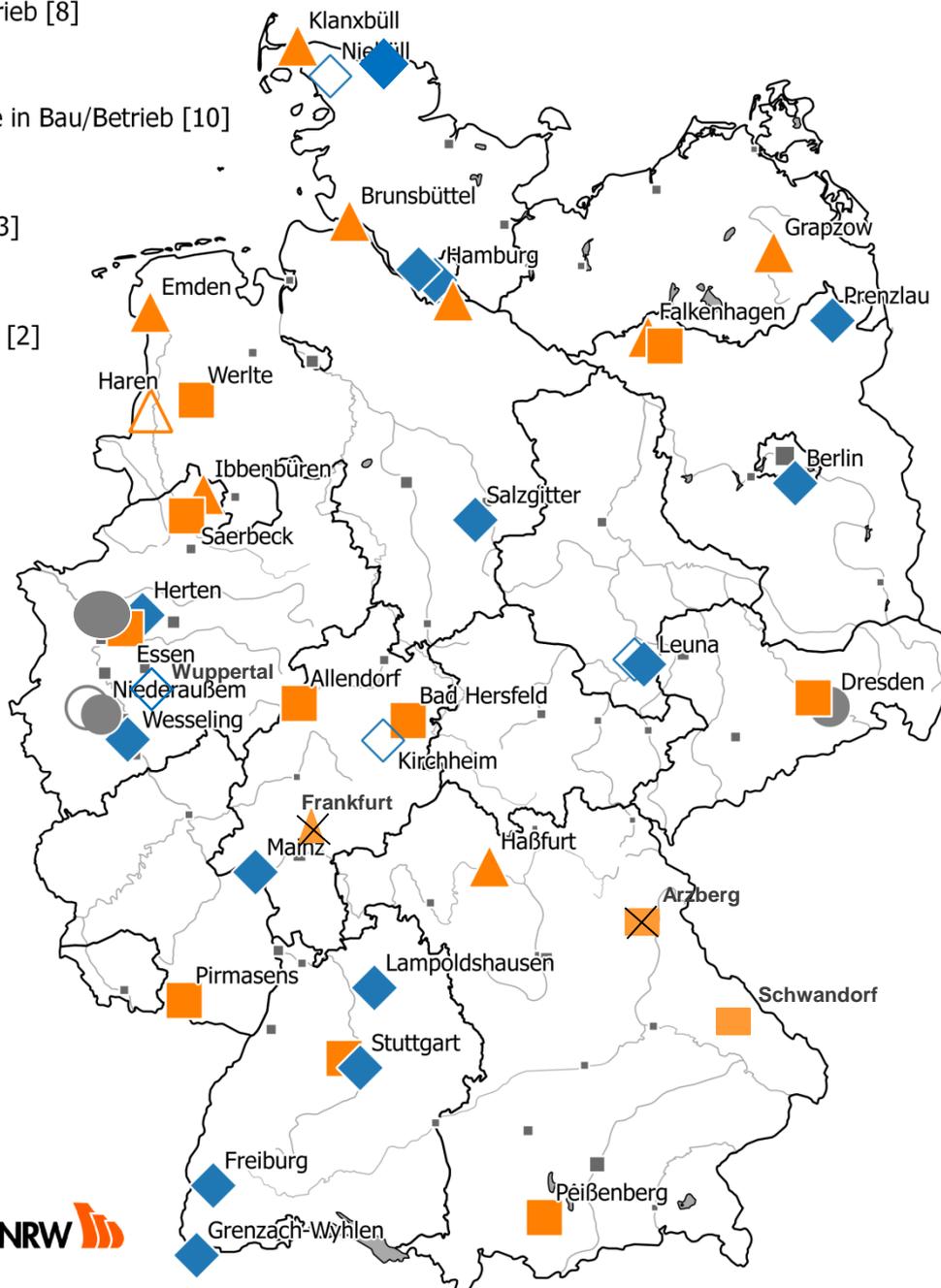
\* aus Projekt-Veröffentlichungen

- ▲ Wasserstoff-Einspeisung in Erdgasnetze in Bau/Betrieb [8]
- △ ... in Planung [1]
- Methanisierungs- und Methan-Einspeisungsprojekte in Bau/Betrieb [10]
- ... in Planung [0]
- ◆ Andere Wasserstoff-Anwendungen in Bau/Betrieb [13]
- ◇ ... in Planung [3]
- Umwandlung in chemische Produkte in Bau/Betrieb [2]
- ... in Planung [1]
- ✕ ... demontiert

in Betrieb	24	29.3 MW
in Bau	10	18.7 MW
in Planung	8	10.0 MW

# Power-to-Gas in Deutschland

(Stand 07.2018)



# H<sub>2</sub>-Rückverstromung: Grapzow, Herten



- Betreiber: WIND-projekt GmbH
- Elektrolyse: Hydrogenics, alkal. 210 m<sup>3</sup>/h
- Speicher: Druckgasflaschen 310 bar
- Stromerz.: Senergy Gasmotor
- Ziel: Betriebsstrom für 140 MW Windpark
- Wirkungsgrade: 61% \* 93% \* 33% = 18%
- Projekt: RH2 (NIP, 2009–2014)

- Betreiber: H2-Herten GmbH
- Elektrolyse: Hydrogenics, alkal., 150 kW<sub>el</sub>
- Verdichter: Linde, ionische Flüssigkeit
- Speicher: 50 bar, 500 kg
- Stromerz.: Hydrogenics, PEM-BZ 50kW
- Inselsimul.: Gustav Klein
- Cycle-eff.: ~32%

+++ Anmietbares Technikum +++

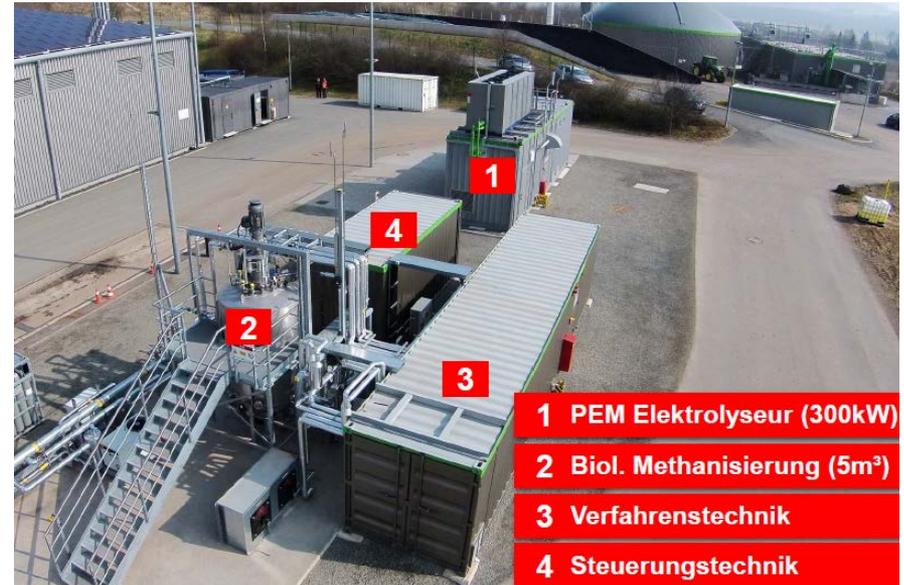
# H<sub>2</sub>-Einspeisung: Ibbenbüren, Haßfurt, Falkenhagen, Frankfurt, HH-Reitbrook, Mainz...



- Betreiber: Innogy/Westnetz
- Elektrolyse: ITM-Power, PEM, 150 kW<sub>el</sub>
- Einspeisung: 12 bar, < 1 vol%
- Wärmenutzung in Drosselstation
- Gesamtwirkungsgrad: 86 %<sub>HHV</sub>
- Wirkungsgrad H<sub>2</sub>-Erz.: 71 %<sub>HHV</sub>
- Betriebsbeginn: 08/2015

- Betreiber: Windgas Haßfurt GmbH&CoKG (Stadtwerk Haßfurt +Greenpeace Energy)
- Elektrolyse: Siemens, PEM, 1250 kW<sub>el</sub>
- EE-Stromerzeugung: 203% d. Bedarfs
- H<sub>2</sub>-Einspeisung: bis 10 vol%
- Vermarktung: proWindgas
- Inbetriebnahme: 10/2016

# Methanisierung: Werlte, Allendorf, Falkenhagen, Bad Hersfeld, Dresden, Peißenberg



© Schmack Carbotech

- Betreiber: Audi
- Elektrolyse: McPhy, alkal. 3x2,1 MW<sub>el</sub>
- Reaktor: Etogas, thermo-chemisch

- Betreiber: Viessmann
- Projekt: BioPower2Gas
- Elektrolyse: PEM, 300 kW<sub>el</sub>
- Integrator: Schmack Carbotech
- Reaktor: MicrobEnergy, biologisch schnelle Lastwechsel
- Wirkungsgrad: ~53% (mit Wärme bis 80)
- CH<sub>4</sub>: >98%
- Potenzial<sub>in D</sub>: 9000 Biogasanl., 44 GW

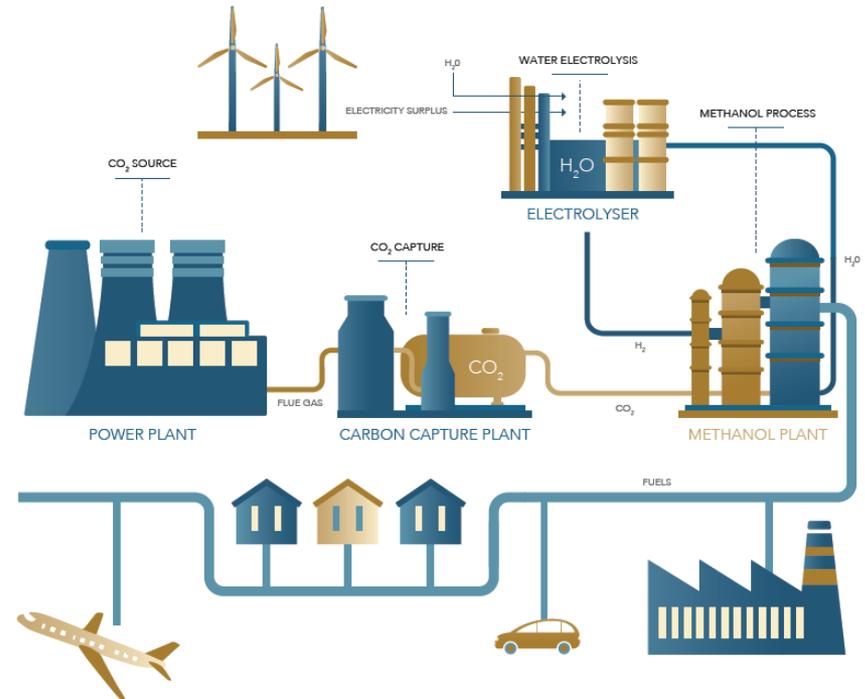
# Industrielle Nutzung: Wesseling, Lampoldshausen, Salzgitter, HH-Ölwerke



- Betreiber: Shell, Rheinland Raffinerie
- Projekt: Refhyne (EU)
- Elektrolyse: ITM-Power, PEM, **10 MW<sub>el</sub>**
- Kick-Off: 01/2018
  
- Lokaler Wasserstoffbedarf: 180.000 t/a
- Entsprechender Strombedarf: 10 TWh/a

- Betreiber: ZEAG, DLR-Lampoldshausen
- Elektrolyse: ITM-Power, PEM, 1 MW<sub>el</sub>
- Nutzung: Treibstoff für Triebwerkstests

# Carbon Re-Use/PtL: Dresden, Niederaußem



- Betreiber + SOEC Lieferant: Sunfire
- Produkt: Naphtha
- Reformer: Bilfinger Industrial Technolog.
- Auslegung: 160 l/d
- Dauertest: 3 t in 1500 h (= 48 kg/d)
- Gesamtwirkungsgrad: 70%
- (Projekt HELMETH: 75%)
- CO<sub>2</sub>-Ausnutzung: >90%
- Betrieb: 08/2015 – 05/2017

- Projekt: MefCO2 (EU)
- Betreiber: MHPSE (RWE)
- Produkt: Methanol
- Elektrolyse: Hydrogenics, PEM, 1 MW<sub>el</sub>
- Reformer: Carbon Recycling Internat.
- Budget: 11 m€, 80 % funding
- Auslegung: 1 t/d (n. BRG 2,3 t mögl.)
- Projektende: 30.11.2018

# PtG-Projekte für H<sub>2</sub>-Mobilität:

Energiepark Mainz, Stuttgart, HH-Hafencity, BER, neu: Ellhöft, Husum-Niebull

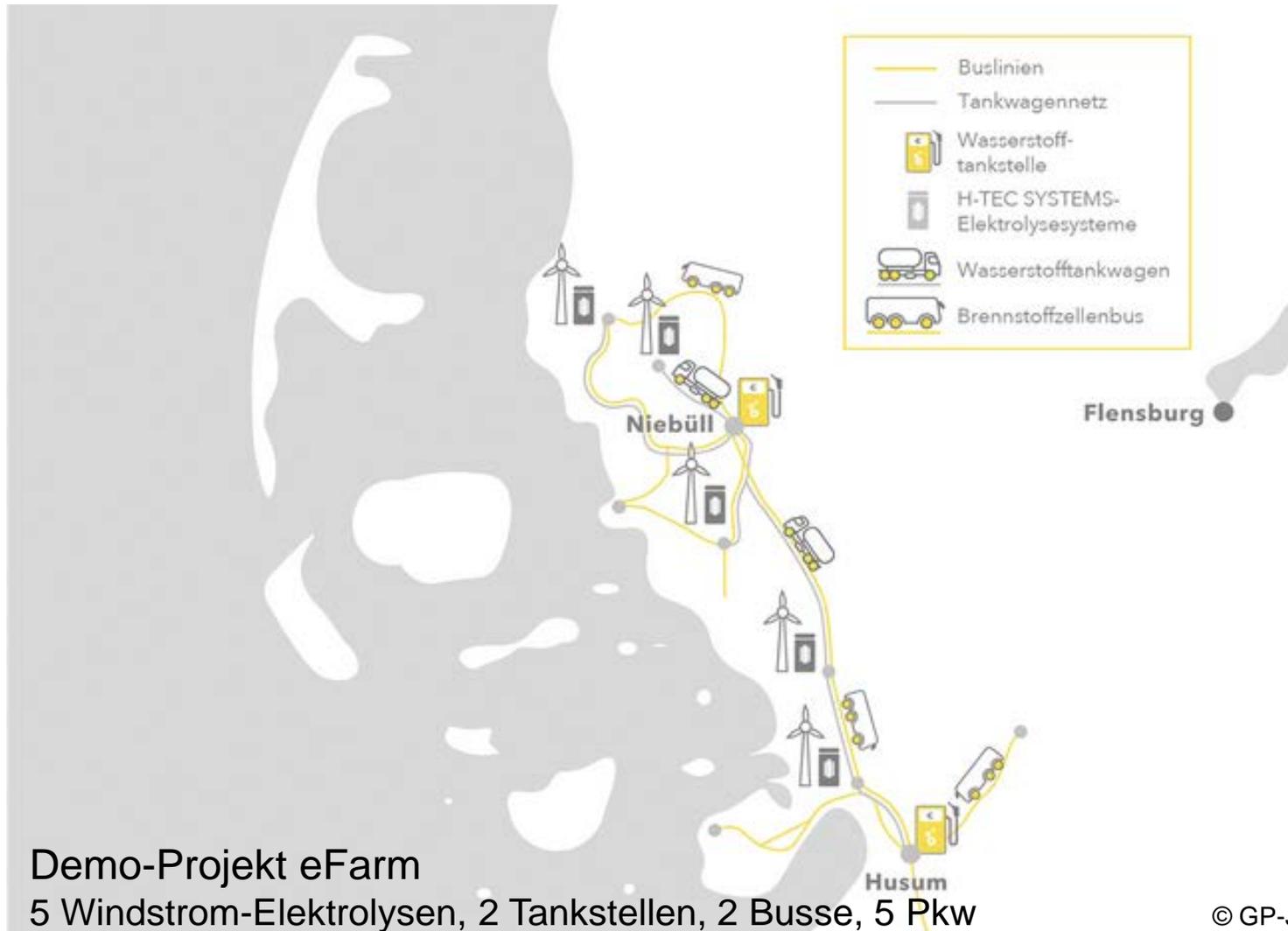


- Betreiber: Stadtwerke Mainz, Linde
- Elektrolyse: Siemens, PEM, 25 bar, 6 MW<sub>el</sub>
- Ziel: Industrie, Mobilität, Einspeisung
- Inbetriebn.: 07/2015

- Verdichter: HyGear
- Min. Ansaugdruck: 15 bar
- Max. Zieldruck: 250 bar

# PtG-Projekte für H<sub>2</sub>-Mobilität:

Energiepark Mainz, Stuttgart, HH-Hafencity, BER, Ellhöft, **eFarm Husum-Niebüll**



1

**Warum Wasserstoff / Power-to-Gas**

2

**Elektrolyse**

3

**Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Elektroantrieb**

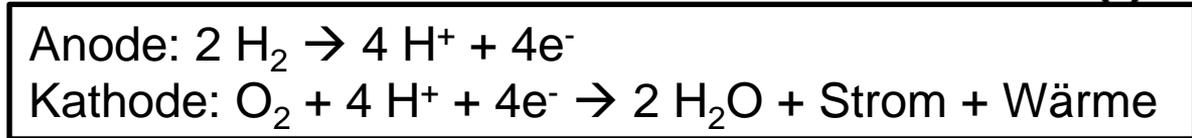
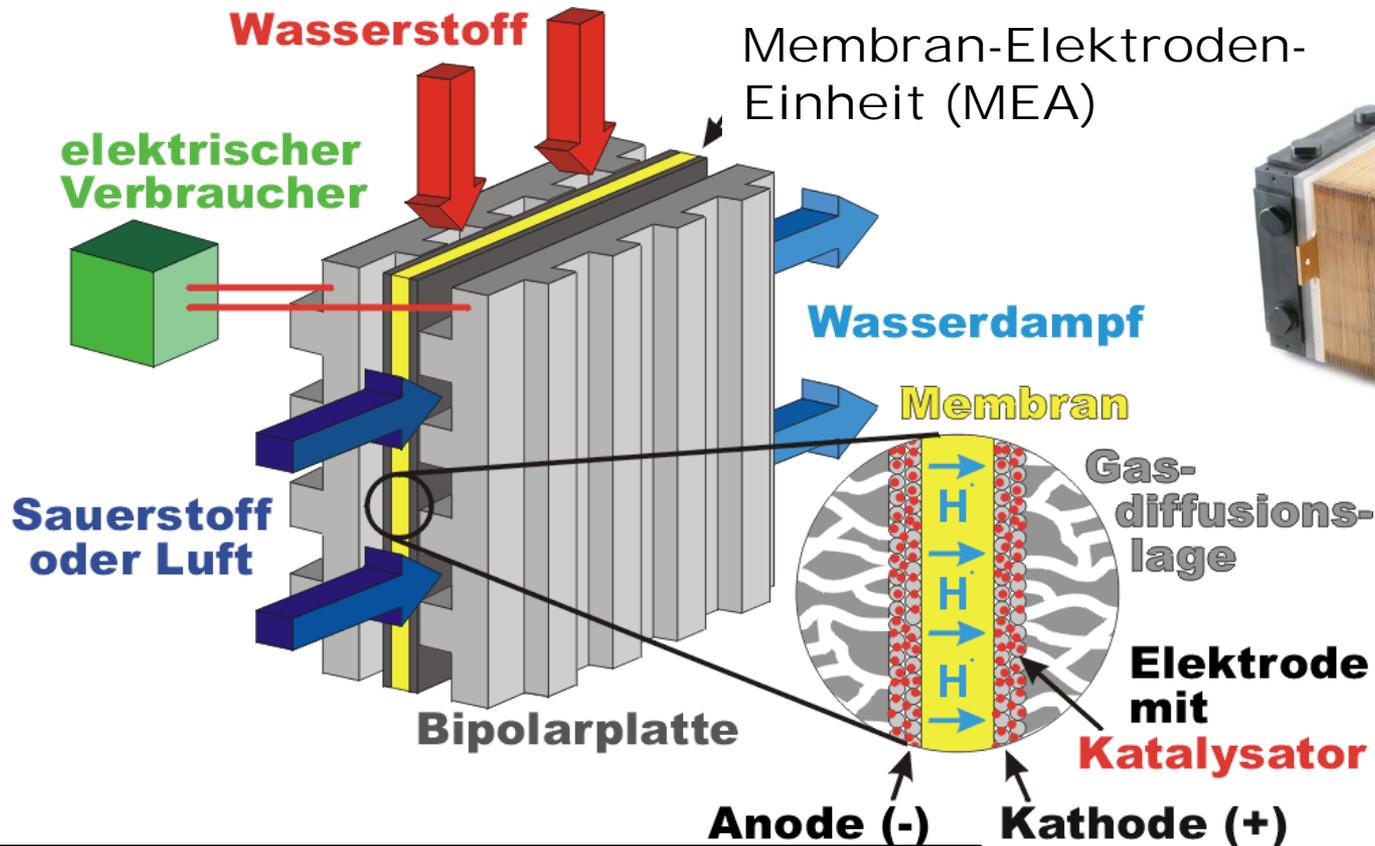
4

**Wasserstoff-Infrastruktur**

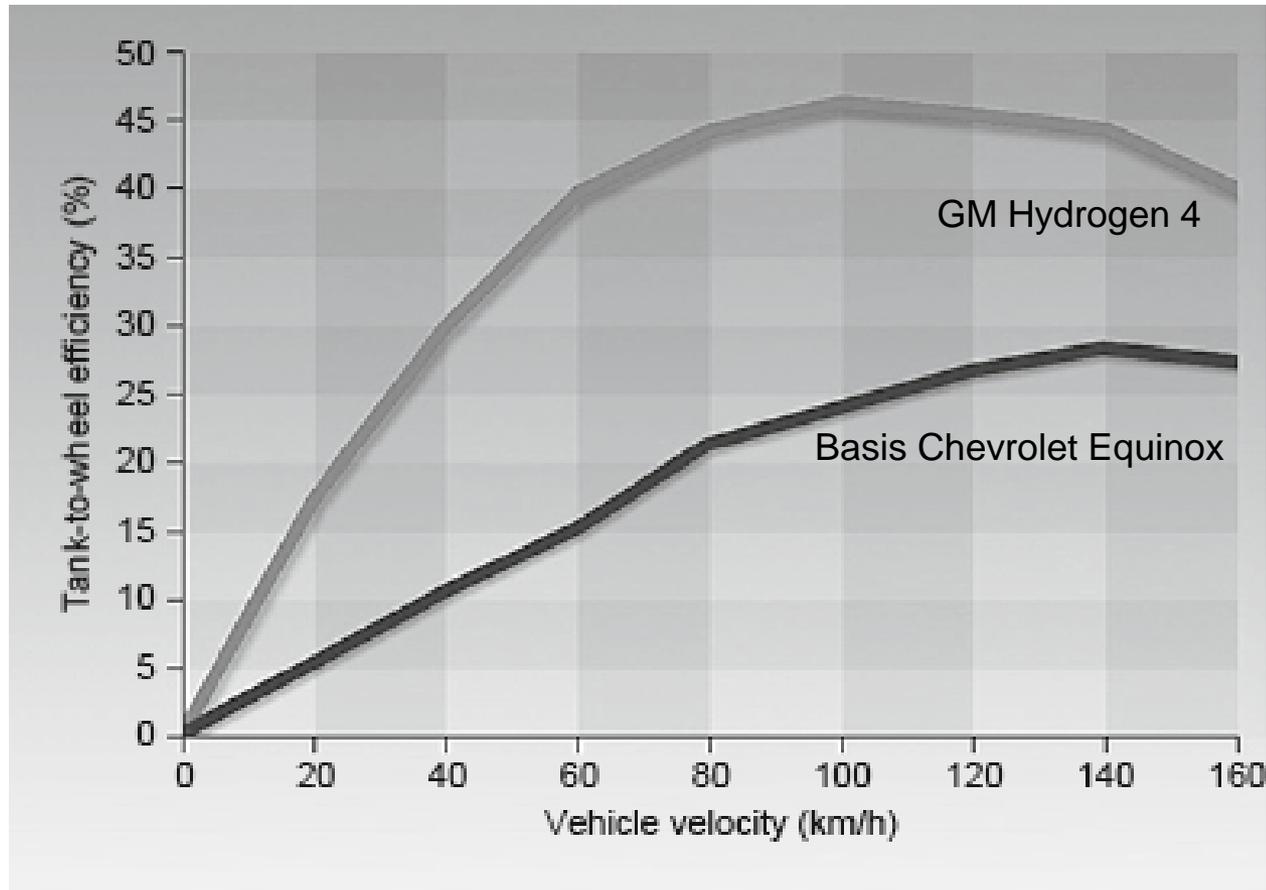
5

**Überblick Bedarfssektoren | NRW | Aachen**

# Brennstoffzelle – wie geht das?



Platin: 20g in Serie, 12g /80kW bereits demonstriert (Abgaskatalysator 4 – 6g)  
Systemwirkungsgrad: 50 – 60%



Quelle: Eberle, von Helholt (2010) Electric and Hybrid Vehicles, p. 227 – 245, ISBN 978-0-444-53565-8

(Bei Berücksichtigung elektrischer Verbraucher schneidet die Brennstoffzelle noch besser ab.)

# Wasserstoff – ist das denn sicher?



Brand bei undichtem Tank  
15.000 Fahrzeugbrände in D/Jahr



Tesla nach Kurzschluss beim Laden  
am Supercharger

Elektromobilität ist sicher. ...mit Wasserstoff ganz besonders!

# Brennstoffzellen-Fahrzeuge



Mercedes GLC ab 2018  
500 km Reichweite, davon 50 Batterie



Toyota Mirai  
500 km, 8 g/km



Streetscooter Work L mit BZ-REX  
500-700 km statt 167 km Reichweite  
2021/22 je 90 an Westnetz



Hyundai Nexso  
800 km Reichweite  
(gebrauchte ix35 v. 2014 begehrt)

# BZ-Busse im Alltagseinsatz



Solaris Urbino 18,75 m  
Hamburger Hochbahn seit 12/2014



Van Hool 13,4 m  
2 bei RVK seit 4/2014  
10 in Aberdeen seit 3/2015, weitere in Oslo  
Verbrauch auf 100 km: 10 kg H<sub>2</sub>  $\cong$  33 L Diesel  
Verfügbarkeit > 90%  
2-Achser in Produktion



Weltweit 200 im Einsatz  
In EU: 90 im Einsatz, 300 bestellt

Weitere Hersteller:  
Ursus, Solbus (POL), ebe EUROPA (D/P)  
Wright Bus (UK), Safran (F), Hyundai, Toyota  
Skoda (2020), Evobus (2021)

# Projekt JIVE

## Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe



FUEL CELLS AND HYDROGEN  
JOINT UNDERTAKING

### Ziele

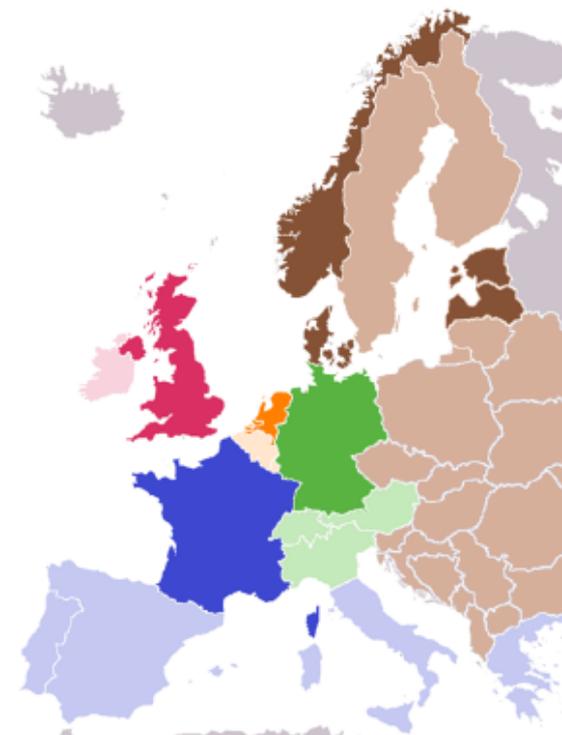
- Einsatz von 139 Brennstoffzellenbussen in 9 Städten
- Errichtung von 3 Bustankstellen
- Ziele:
  - 30 % Kostenreduktion durch gem. Lastenheft
  - 90 % Verfügbarkeit von Bussen und 100 % von Tankstellen
- Beweis der technologischen Reife von Bz-Bussen
- Unterstützung der weiteren Markteinführung



UK – 56 Busse



Italien –  
12 Busse



Fuel cell buses in cities participating in JIVE

Current FC buses

Future FC buses (Project JIVE)

Future FC buses (other projects)

Articulated bus (Project JIVE)



Dänemark –  
10 Busse



Lettland  
– 10 Busse



Deutschland –  
51 Busse



**Laufzeit 2017-2022, Budget 106 Mio. €, EU-Förderung 32 Mio. €, 22 Partner aus D: RVK 30 Busse. WSW 10 Busse. Rhein-Main (3 Betriebe) 11 Busse**

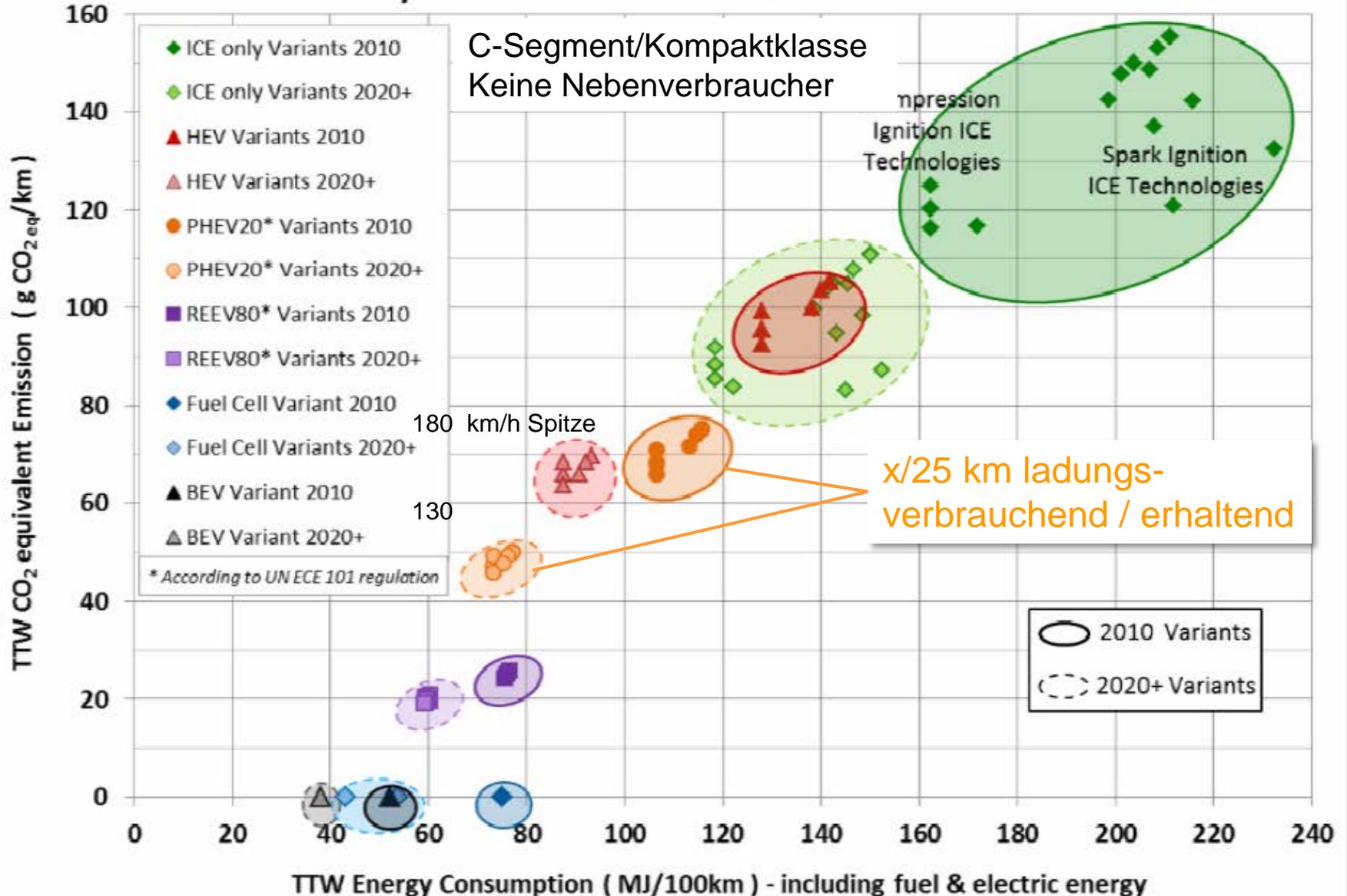
# Weitere Brennstoffzellenfahrzeuge



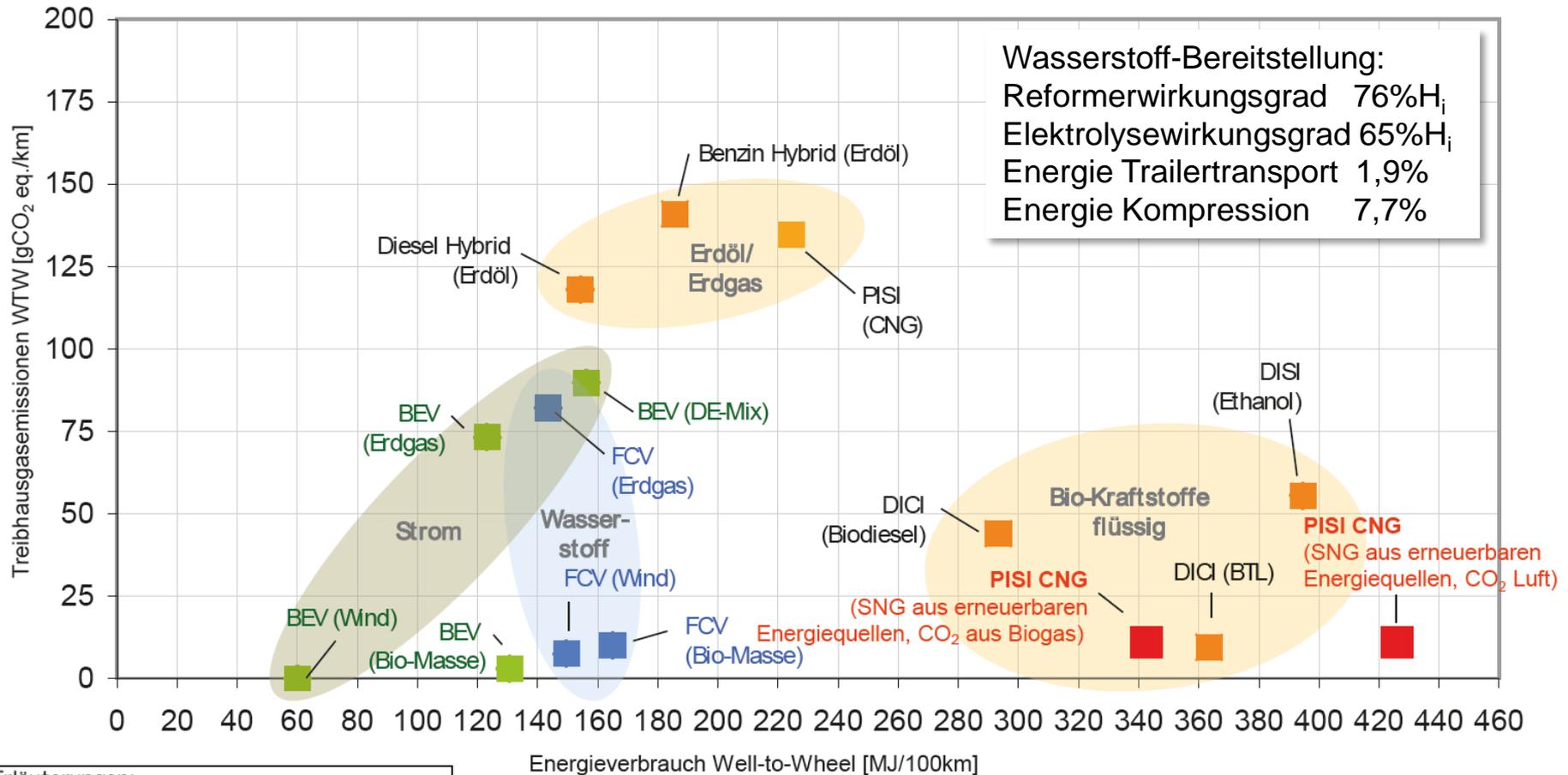
- Brennstoffzellen-Müllsammler (FAUN)
- Energiebereitstellung für Antrieb und Presse
- Vorstellung 2018
- Brennstoffzellen-Truck
- In Betrieb bei Coop Schweiz seit 11/16
- Reichweite 400 km
- BZ-Triebwagen (ALSTOM)
- Bis zu 38 % Energieeinsparung gegen Diesel
- 650 km Reichweite
- Linienbetrieb startet 2018 in Norddeutschland

# Brennstoffzelle im TtW-Vergleich

Summary of TTW Simulation Results for NEDC - 2010 & 2020+ Variants



# H2-Brennstoffzelle im WtW-Vergleich



**Erläuterungen:**  
 DISI – Direct Injection Spark Ignition  
 DICI – Direct Injection Compression Ignition  
 PISI – Port Injection Spark Ignition  
 FCV – Fuel Cell Vehicle  
 BEV – Battery Electric Vehicle

Energieverbrauch Well-to-Wheel [MJ/100km]

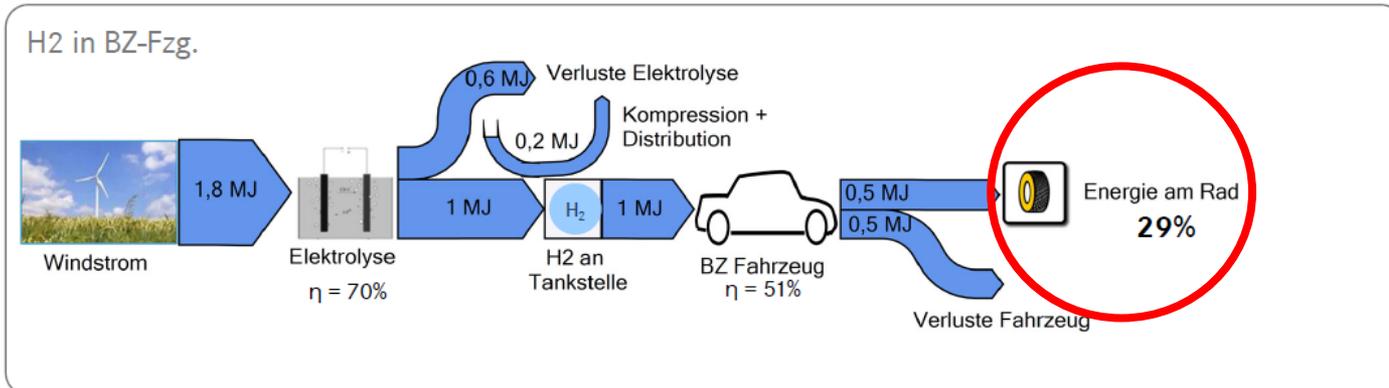
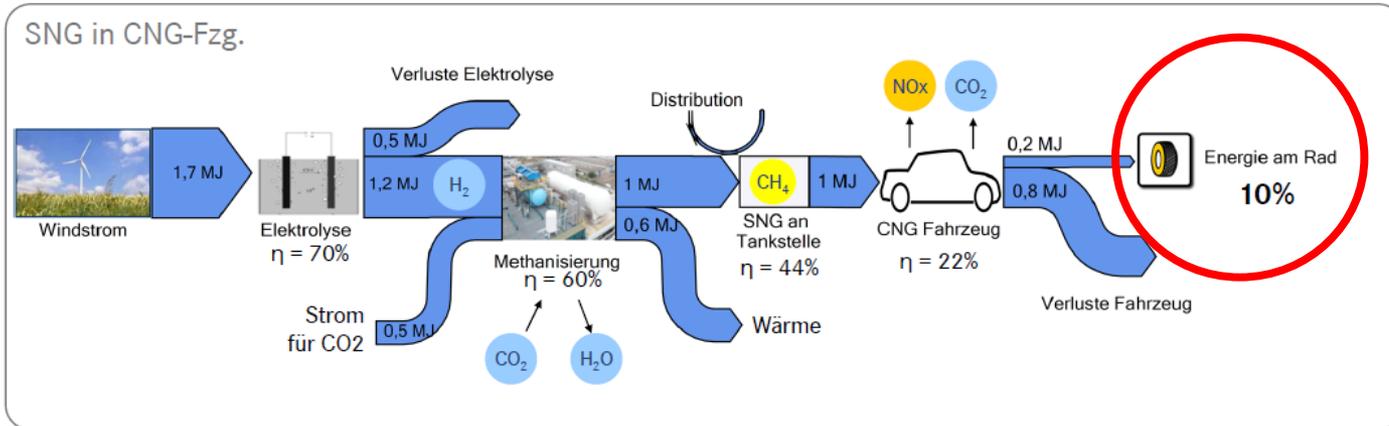
Quellen:

- JRC/ EUCAR/ CONCAWE (2011) WtW Report
- LBST (2010): ASSESSMENT AND DOCUMENTATION OF SELECTED ASPECTS OF TRANSPORTATION FUEL PATHWAYS

**BEV (Wind) enthält keinen externen Speicheraufwand!**  
 Zusätzlicher Strombedarf = brennstoffbasierte Erzeugung, soweit nicht EE-Überschüsse genutzt werden!

## DAIMLER

### WtW Bewertung SNG vs. Nutzung H<sub>2</sub> in BZ-Fahrzeug



Quellen: WTT: LBST (2010) ASSESSMENT AND DOCUMENTATION OF SELECTED ASPECTS OF TRANSPORTATION FUEL PATHWAYS, S.88 ; EUCAR/CONCAWE/JRC: WTT Report; TTW: EUCAR PISI (Port Injection Spark Ignition) CNG Fahrzeug für 2010

1

**Warum Wasserstoff / Power-to-Gas**

2

**Elektrolyse**

3

**Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Elektroantrieb**

4

**Wasserstoff-Infrastruktur**

5

**Überblick Bedarfssektoren | NRW | Aachen**



# Öffentliche Tankstellen heute

700 bar, teils auch 350

zumeist an bestehenden Tankstellen

In D meist in Betrieb der H2 Mobility Deutschland GmbH

blau = in Bau

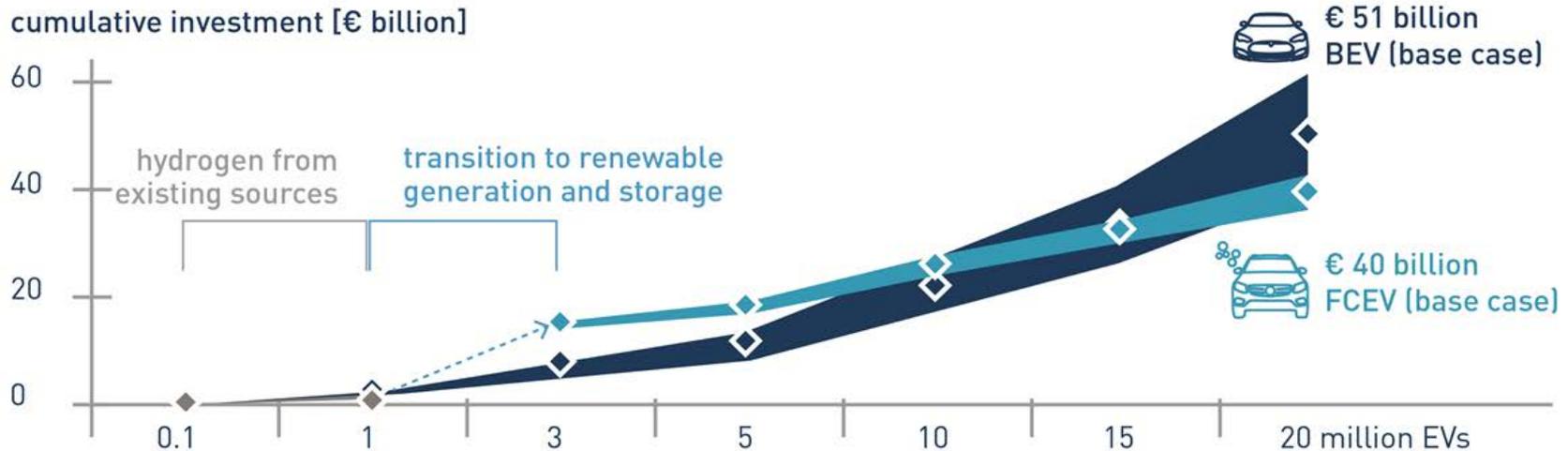
NRW: 13 in Betrieb, 19 bis Ende 2019



Prager Ring

App: h2.live

- Preis für Pkw seit Jahren auf 9,50 €/kg festgelegt (3,2 €/l dieseläquivalent)
- Preis entsprach 2010 den Streckenkosten vergleichbarer Dieselfahrzeuge
- Tatsächliche Kosten extrem mengenabhängig
  - Studie Infrastrukturkosten FZ-Jülich für H2-Mobility



1

**Warum Wasserstoff / Power-to-Gas**

2

**Elektrolyse**

3

**Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Elektroantrieb**

4

**Wasserstoff-Infrastruktur**

5

**Überblick Bedarfssektoren | NRW | Aachen**

# H<sub>2</sub>-Potenziale nach Sektoren

Deutschland. Raffinerien aktuell, Rest für -95% THG

■ Raffinerien (aktuell):	1.100.000 t/a (Wesseling 180.000 <sup>1</sup> )	
■ Eisen-Direktreduktion:	2.400.000 t/a <sup>2</sup>	} F&E-Bedarf
■ Prozesswärme:	4.500.000 t/a <sup>3</sup>	
■ 20 Mio. Pkw	2.000.000 t/a (Bsp.)	
■ Güter-/Personentransport	? (~1 Mio. t/a)	
■ Residuallaststrom	0.4 bis 3 Mio. t/a (30-80 GW) bei -95% THG <sup>3</sup>	
■ Gebäudewärme	1 bis 5 Mio. t/a je nach Elektrifizierung <sup>3</sup>	
Summe (Raff. reduz., Mittelw.) > 15 Mio t/a = 500 TWh <sub>Hi</sub> = ~750 TWh <sub>el</sub>		

<sup>1</sup> Vortrag Shell, Wesseling, 18.1.18

<sup>2</sup> Vortrag ThyssenKrupp, Jülich, 5.4.17

<sup>3</sup> abgeleitet aus Wasserstoffstudie NRW (23.05.2019)

- Verkehrsintensität in Ballungsräumen (Ende 2019, 18/6 H<sub>2</sub>-Tankstellen Pkw/Bus)
- Großer Bedarf an CO<sub>2</sub>-Vermeidung in der Industrie: Stahl, Raffinerien...
- Quellen für Nebenprodukt-Wasserstoff: Chlor-Elektrolysen, Ethylen-Erzeugung
- H<sub>2</sub>-Pipeline (240 km, zweitlängste in Europa)
- Elektrolyse / BZ: thyssenkrupp Uhde, i-Gas<sup>1</sup>, Areva H<sub>2</sub>Gen<sup>2</sup> / Hydrogenics<sup>1</sup>... <sup>1</sup> Systembau <sup>2</sup> Planung
- Komponenten und Maschinen: Rohre, Behälter, Verdichter, Turbinen, Pressen...
- Fahrzeuge: Ford, Streetscooter, e.GO, Mercedes-Sprinterwerk
- F&E: RWTH, RUB, FZJ, Westfälische HS, FEV, ZBT Duisburg, ...
- Infrastruktur: Air Liquide, Open Grid Europe, Thyssengas, Westnetz...
- PtG-Projekte: Herten, Ibbenbüren, Niederaußem, Duisburg, Wuppertal, Wesseling
- Förderung: Leitmarkt+Klimaschutzwettb., Busse+kommun.Fz., H<sub>2</sub>-Modellkommune
- Wasserstoffstudie NRW Veröffentlichung 23.05.2019, In4Climate-Veranstaltung

	Szenario 1 (EL)	Szenario 2 (H <sub>2</sub> )	Szenario 3 (EL)	Szenario 4 (H <sub>2</sub> )	Szenario 5 (EL)	Szenario 6 (H <sub>2</sub> )
Zeithorizont	2030		2050			
THG Minderungs- ziele ggü. 1990	55%		80%		95%	
Erwartete H <sub>2</sub> -Nachfrage	Gering	Hoch	Gering	Hoch	Gering	Hoch
Verteilung Elektrolyse nach	H <sub>2</sub> - Verbrauch	EE- Erzeugung	H <sub>2</sub> - Verbrauch	EE- Erzeugung	H <sub>2</sub> - Verbrauch	EE- Erzeugung
H <sub>2</sub> -Kavernen + H <sub>2</sub> -Gasleitungen	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja

- „EL“: Szenarien mit Fokus auf Elektrifizierung
- „H<sub>2</sub>“: Szenarien mit Fokus auf Wasserstoff, H<sub>2</sub>-Pipelinennetz

11. Februar 2019

© Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

LBST.de 

Die Studie steht ab dem 23.05.2019 abends auf <https://www.energieagentur.nrw/brennstoffzelle> zum Download bereit.

- Tankstelle seit 04/2019
- Brennstoffzellen-Fahrzeuge: Streetscooter, e.GO
- F&E: IPT, PEM, IKDG, FZ-Jülich...
- Energieversorgung für RWTH: Siemens-Stawag (?)
- Elektrolyse: iGas energy GmbH (Stolberg)

---

## Und jetzt?

- Chance für ein IPCEI (<http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupMeeting&meetingId=9313>)
- Busse: wie viele haben mehr als 150, 200, 250 km Reichweitenbedarf?
- SPNV Stolberg-Herzogenrath: Stromkosten nach der Braunkohleverstromung?
- Müllfahrzeuge, Taxis, Car-Sharing...?
- Regionaler Windwasserstoff?

# Zusammenfassung

- Wasserstoff und Strom ergänzen sich
- Wasserstoff (grünes Gas, SNG) wird gebraucht
  - um große Mengen Überschussenergie zu nutzen, zu speichern, zu transportieren
  - für Anwendungen mit Bedarf an Reichweite, Flexibilität, Temperatur
  - wo im Bestandsbau Geld für Komplettsanierung fehlt und
  - in der Stromerzeugung, sobald Erdgas nicht mehr vertretbar/wirtschaftlich.
- Wasserstofftechnologie ist alltagstauglich, bedarf aber noch der Förderung
- Künftig separates Wasserstoff-Pipelinennetz (zunächst für Großverbraucher)
- Neue Stromnutzungen (PtX) sind kein Ersatz für Braunkohleverstromung; es bedarf erneuerbarer Stromerzeuger und der Nutzung von Flächen hierfür.
- In ländlichen Räumen NRWs ist über MW-Demo hinaus da Platz für PtX, wo EE-Überschüsse die Leistungsgrenzen der Lastflussumkehr überschreiten.
- Das Rheinische Revier kann durch Brennstoffzellen- und Fahrzeugproduktion profitieren => IPCEI. (Elektrolyse-Produktionskapazitäten vorerst ausreichend)

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Dr. Michael Weber**

Netzwerk Brennstoffzelle und  
Wasserstoff, Elektromobilität

Roßstrasse 92  
40476 Düsseldorf

Tel.: +49 211 866 42245

Website: [www.energieagentur.nrw/brennstoffzelle](http://www.energieagentur.nrw/brennstoffzelle)

E-Mail: [weber@energieagentur.nrw.de](mailto:weber@energieagentur.nrw.de)