

# Elektromobilität mit Wasserstoff

Arbeitskreis Burbacher Unternehmen  
25. Januar 2016



Dr. Frank Koch



# Agenda

1

**Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW**

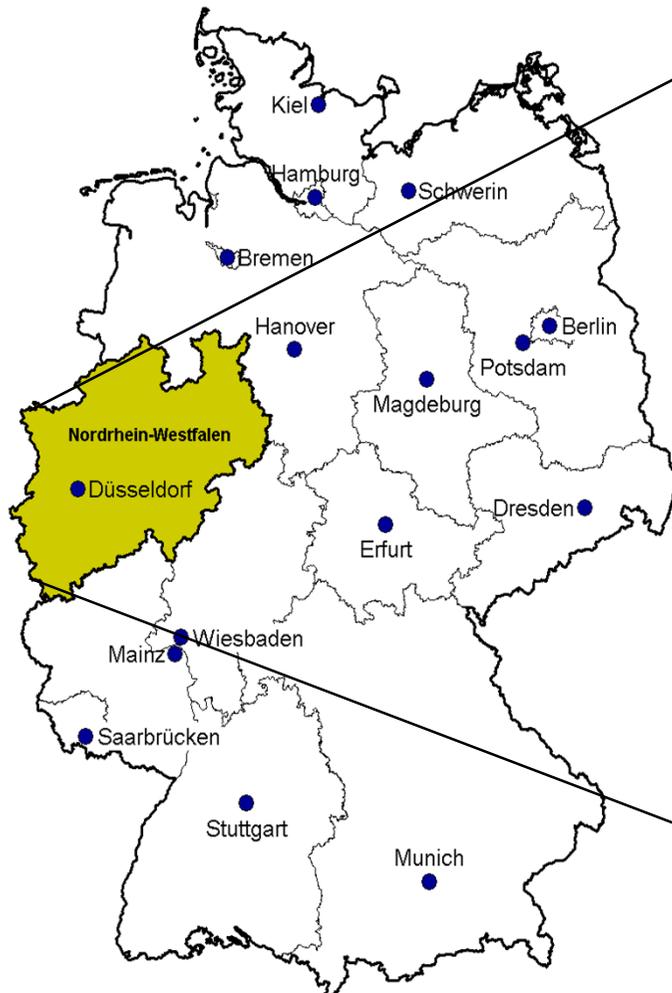
2

**Brennstoffzellen in der Mobilität**

3

**Wasserstoff – Erzeugung und Verteilung**

# Das Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW



- Gemeinnützige Organisation als Dienstleister der Landesregierung Nordrhein-Westfalen als Teil der EnergieAgentur.NRW
- Gegründet im April 2000
- Technologieplattform zur Unterstützung der Entwicklung und Markteinführung der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik
- 430 Mitglieder weltweit, davon 60 % KMU
- 120 FuE- und Demonstrationsprojekte in NRW

# Klimaschutzwettbewerb HydrogenHyWay.NRW



- Aufruf 20.1.2016
- Frist 31.03.2016
- Budget 21 Mio. €
- Projektlaufzeit 3 Jahre ab 03/17
- Themen:
  - Umwandlung und Speicherung von Überschussstrom
  - H<sub>2</sub>-Infrastrukturen zur Befüllung von Fahrzeugen
  - Erprobung von Bz-Fahrzeugen
  - Brennstoffzellen-KWK
  - FuE für Bz-Technologie

Infos unter:  
[www.leitmarktagentur.nrw](http://www.leitmarktagentur.nrw)

# Netzwerk: Expertengruppen, Workshops



**Expertengruppe  
Power to Gas**

*Janina Senner (GWI)*

**Expertengruppe  
H2-System**

*Dr. Emonts, Th. Grube (FZJ)*

**Expertengruppe  
Markteinführung**

*J. Jungsbluth (ZBT)*

**Expertengruppe**

...

**Expertengruppe  
H2 für ÖPNV**

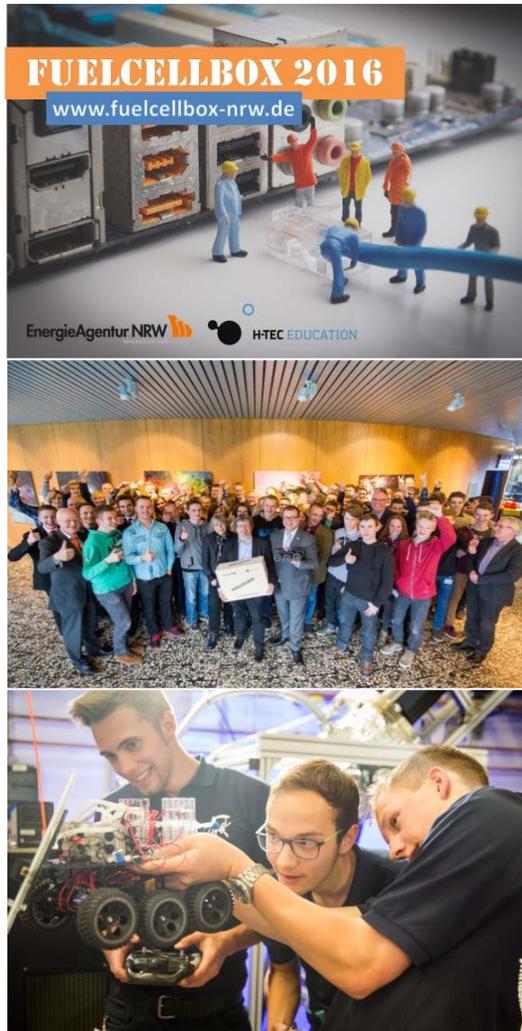
*Dr. Frank Koch (NBW)*

**Expertengruppe**

...

**Themenspezifische Workshops  
(Tankstellen-Genehmigung, ÖPNV, KWK, USV etc.)**

# Öffentlichkeitsarbeit: Schülerwettbewerb „FUELCELLBOX“ 2015 und 2016



**Thema 2016: Unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einer Brennstoffzelle und H<sub>2</sub>**

- Schirmherrschaft: Minister Remmel

**Rückblick 2015: Marsmission „Colognium“ mit autarkem Energieversorgungsmodul**

- 180 Teams mit annähernd 500 Schülern/innen
- Abschlussveranstaltung: Planetarium Bochum & Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Sieger: Gymnasium Lennestadt



**Partner:**  TUV NORD GROUP  
Excellence for your Business

 GP JOULE  
TRUST YOUR ENERGY.

 Fuji Electric  
Innovating Energy Technology

 HYDROGENICS  
Advanced Hydrogen Solutions

 h2-netzwerk-ruhr

 DWV  
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband

 HyCologne  
Wasserstoff Region Rheinland

**Jury:**  ZBT

 JÜLICH  
FORSCHUNGSZENTRUM

[www.fuelcellbox-nrw.de](http://www.fuelcellbox-nrw.de)

# Agenda

1

**Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW**

2

**Brennstoffzellen in der Mobilität**

3

**Wasserstoff – Erzeugung und Verteilung**

# Hintergrund und Rahmenbedingungen



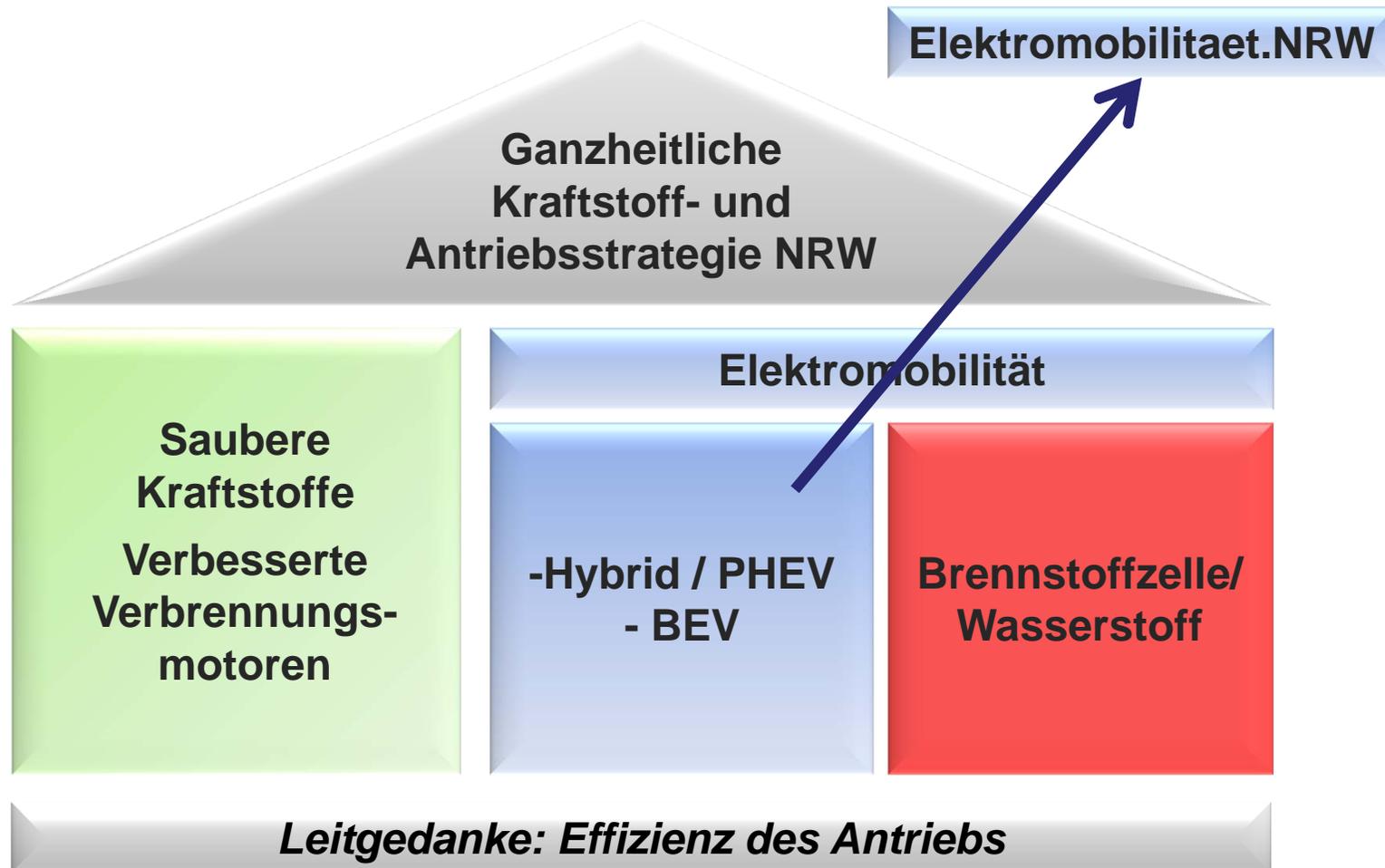
## Ausgangslage:

- Ca. 20 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland durch Straßenverkehr
- Zunahme Individualverkehr bis 2025 um ca. 20 %
- Reduktion von Luftschadstoffen, insbes. Stickoxide, Feinstaub und Lärm, ist vor allem in den Städten dringend erforderlich.

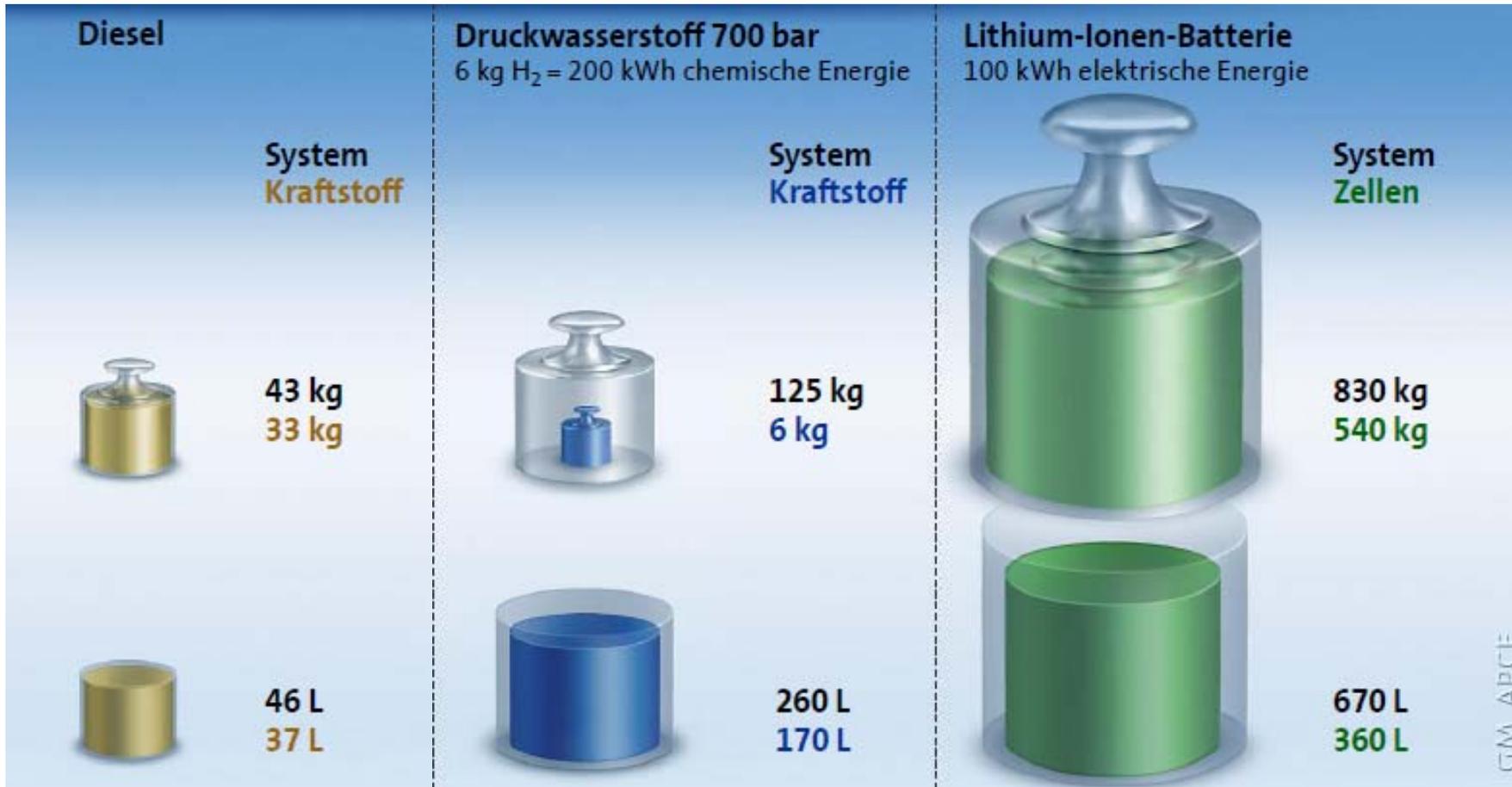
## Ziele:

- Klimaschutzgesetz NRW: 25 % CO<sub>2</sub> Reduktion bis 2020 (80 % bis 2050)
- CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel: 95 g/km bei Neuwagen bis 2021
- Vorgabe Fahrzeugbestand NRW in 2020: 250.000 Elektrofahrzeuge (D: 1 Million),  
derzeit: 30.000 BEV in D (insg. 1,55 % Anteil alternativer Antriebe am Gesamtbestand)

# Kraftstoff- und Antriebsstrategie NRW



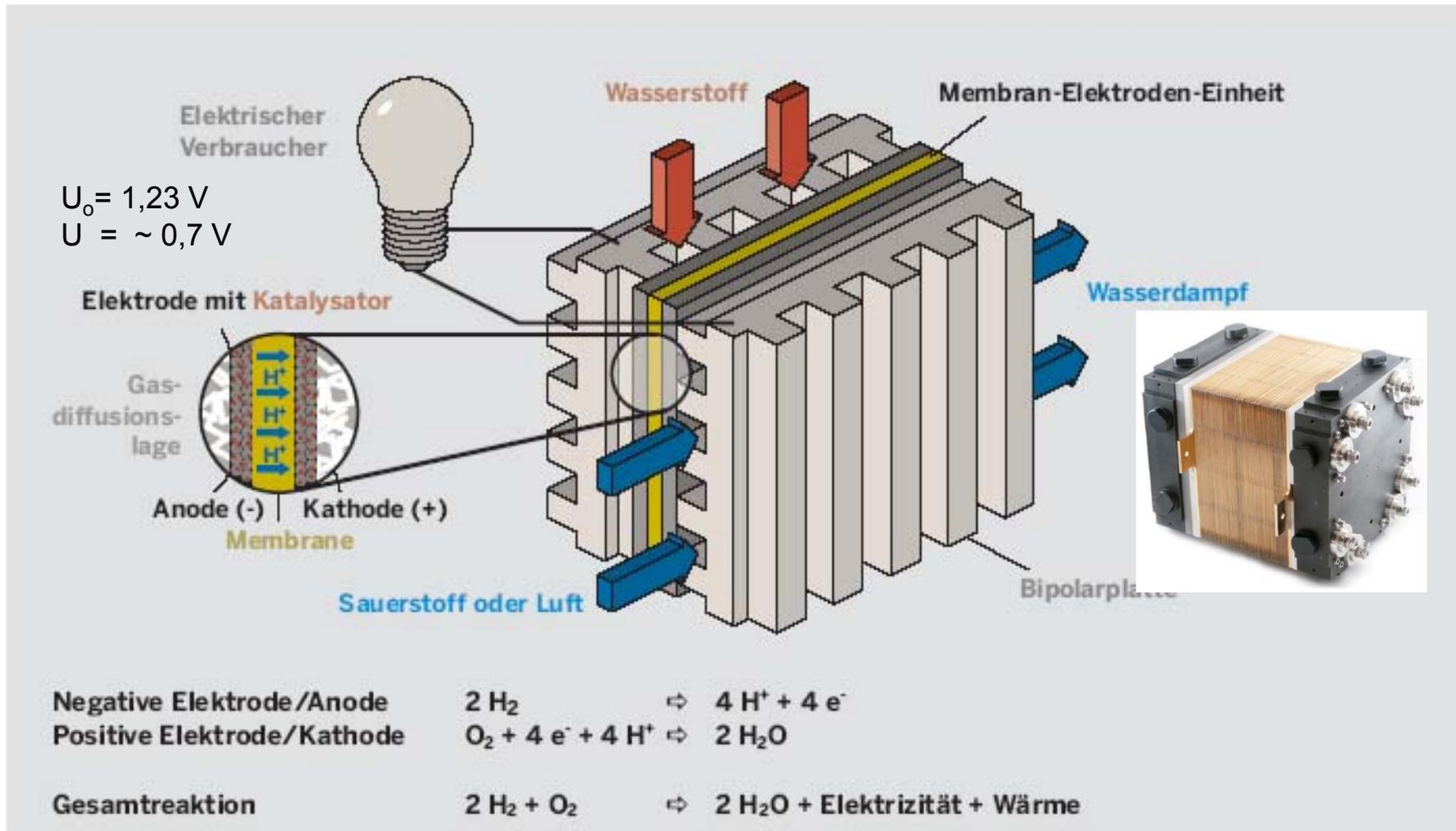
# Warum Brennstoffzellen für den Antrieb?



Quelle: GM Opel

Annahme: 500 km Reichweite

# Funktionsprinzip



# Status quo

- Alle größeren Automobilhersteller arbeiten an der Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen, seit 2013 auch verstärkt VW und BMW
- PKW: weltweit knapp 1.000 (Flotteneinsatz, zunehmend auch privat )
- Busse: weltweit über 100 Busse im ÖPNV-Einsatz, davon ca. 60 in Europa
- Weltweit rund 200 Wasserstofftankstellen in Betrieb, über 100 in Planung
- Erreichte Ziele:
  - Reichweiten um 500-600 km, Kaltstartfähigkeit  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Betankungszeiten um 5 Minuten
  - Lebensdauer der Brennstoffzelle entspricht Fahrzeuglebensdauer
  - Drastische Kostensenkungen durch optimierte Bauteile, autom. Fertigung, Platinreduktion: GM (2008) 300.000 €, Toyota (2015) 55.000 € (in Japan)
- Markteinführung hat begonnen: Hyundai u. Toyota in Serienfertigung, Honda ab Anfang 2016; Daimler ab 2017 auf Basis GLC: Zielpreis ca. 3.500 € über Dieselhybrid

## Beispiele PKW



Daimler F-CELL, 400 km Reichweite, ca. 100 St. Hyundai IX 35, 600 km Reichweite, 250 St. in Europa



Renault HyKangoo, 300 km Reichweite  
Batterie mit 5 kW Range-Extender



Toyota Mirai, Reichweite 500 km  
Markteinführung: Japan Frühjahr 2015, Europa Anfang  
2016; bereits 10.000 Bestellungen in Japan

# Beispiele PKW



Daimler F-CE



Renault Hykango, 300 km Reichweite  
Batterie mit 5 kW Range-Extender



**Honda FCV Concept ab 2016**  
**USA: 60.000 \$ oder 500 \$/Monat**

Toyota Mirai, Reichweite 500 km  
Markteinführung: Japan Frühjahr 2015, Europa Anfang  
2016; bereits 10.000 Bestellungen in Japan

# Beispiele Busse



VDL-APTS Phileas  
(RVK seit 2011)



Van Hool 13,4  
(u.a. RVK seit 4/2014, Aberdeen, Oslo)



Solaris Urbino 18,75  
(Hamburger Hochbahn seit 12/2014)

Verbrauch: 10 kg H<sub>2</sub> / 100 km  
≈ 33 L Diesel

# Brennstoffzellenmobilität in NRW



## CEP Projekt Düsseldorf

- 4 Daimler F-CELL (laufend)
- 1 Ford Focus FCV (laufend)
- 5 GM/Opel Hydrogen 4 (beendet)
- 5 Hyundai IX 35 (Auslieferung in 2015)

In NRW: 100.000 km;  
1.080 Betankungen; 1.5 t H<sub>2</sub>

## Bus Projekt Köln/ Hürth

- 2 VDL/APTS Phileas (seit 2011)
- 2 VanHool (seit Mai 2014)

4 Busse: 140.000 km;  
19 t H<sub>2</sub>

## MiniBus Projekt

- nördl. Ruhrgebiet
- 2 Tecnobus/Hydrogenics (beendet)

2 Busse: 85.000 km;  
3 t H<sub>2</sub>

# Weitere Bz-Fahrzeuge für Kommunen



# Brennstoffzellen-Triebwagen



10 Triebwagen (ALSTOM CORADIA LINT) im Ruhrgebiet ab 2018/19 (plus weitere 30 in anderen Bundesländern) im Einsatz

Auslegungsdaten:

- 540 kW Antriebsleistung
- ca. 200 kW Bz-Leistung
- 160 kg H<sub>2</sub> @ 350 bar Speicher
- 500 km Reichweite

H<sub>2</sub>-Bedarf der NRW-Flotte:  
2.000 kg/Tag!!

→ Machbarkeitsstudie zur Betankung

## Elektromobilitätsgesetz (umgesetzt seit Ende September 2015)

- Brennstoffzellenfahrzeugen werden wie andere Elektrofahrzeuge behandelt
- Kfz-Steuerbefreiung 5 Jahre bei Erstzulassung ab 1. Januar 2016 bis 31. Dezember 2020.
- Kommunen haben die Möglichkeit zur
  - Reservierung von kostenlosen Parkplätzen für E-Fahrzeuge
  - Öffnung von Busspuren für E-Fahrzeuge
- Neue Kennzeichen bzw. Plaketten für E-Fahrzeuge



Quelle: Bundesverband solare Mobilität (BSM)



Quelle: Wirth-Gruppe

- Förderung von Demoprojekten im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzelle NIP 2.0 angekündigt

# Agenda

1

**Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW**

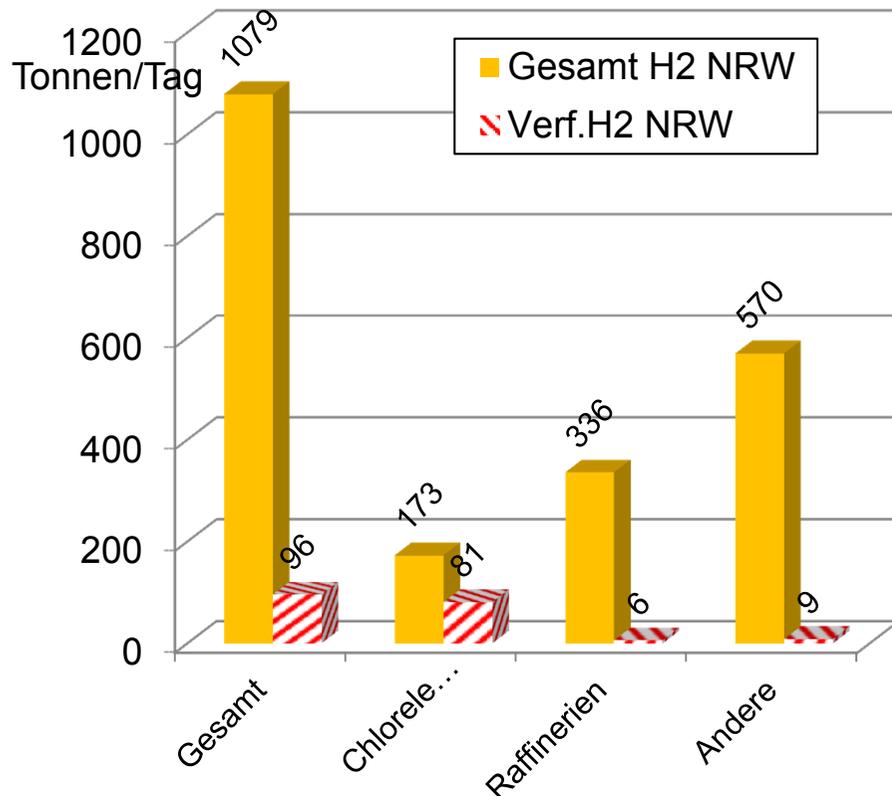
2

**Brennstoffzellen in der Mobilität**

3

**Wasserstoff – Erzeugung und Verteilung**

# Wasserstoffquellen in NRW



**CO<sub>2</sub>-Relevanz für Verkehrssektor:** Auch mit H<sub>2</sub> aus Erdgasreformierung ist eine Verbesserung **30-50% CO<sub>2</sub> Reduzierung** im Vergleich zu Benzin/Diesel möglich

- **Chemische Industrie (vorhanden):**

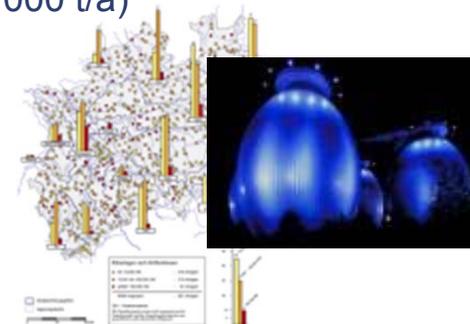
400.000 t/a (2 Mio t/a in D),  
im Wesentl. Erdgasreformierung  
 $CH_4 + H_2O \Rightarrow CO + 3 H_2$ ;  $CO + H_2O \Rightarrow CO_2 + H_2$

- **Nebenprodukt (vorhanden):**

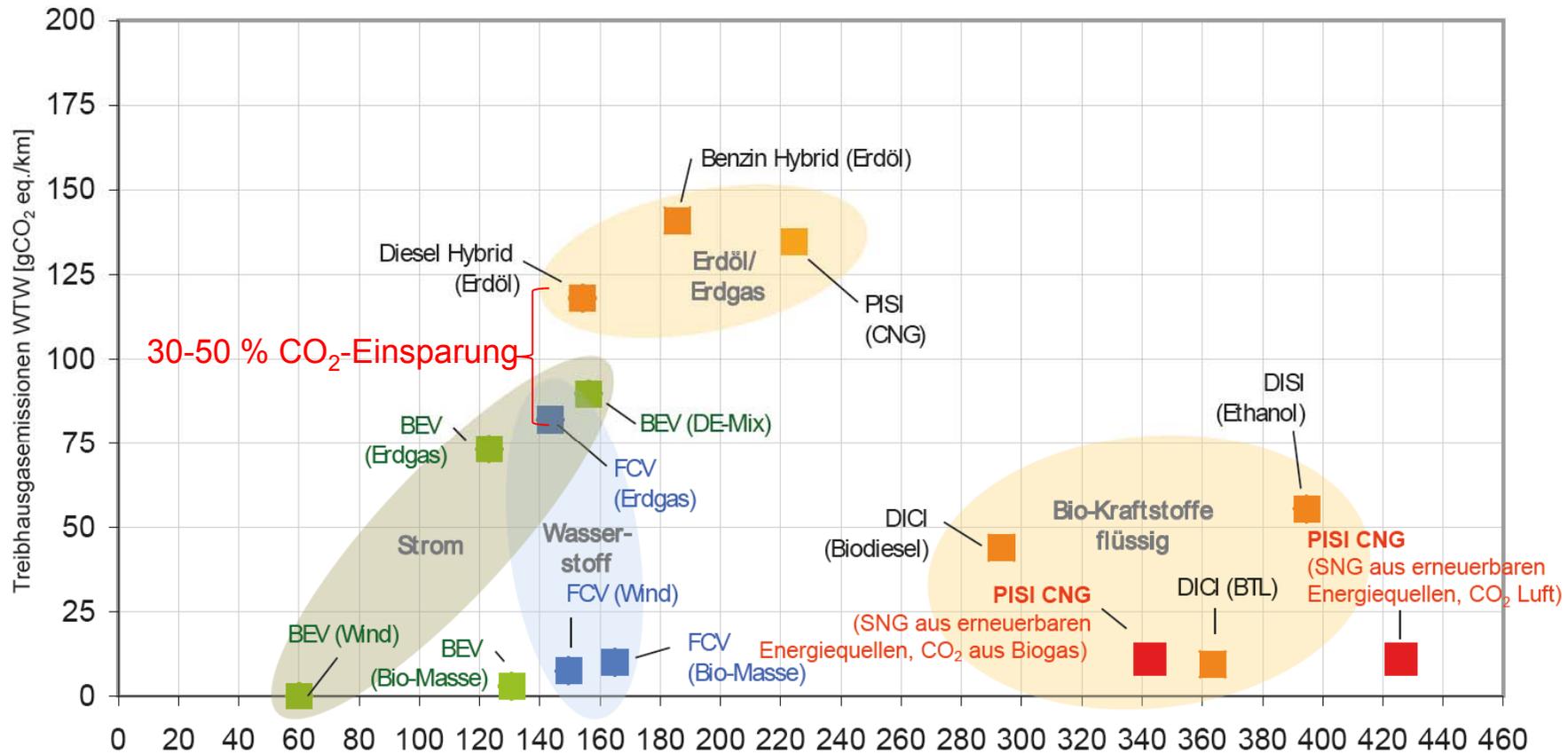
Hauptsächlich aus Cl-Alkali-Elektrolyse  
(Kapazität 35.000 t/a), ausreichend für  
300.000 PKW oder 6.000 Busse

- **Klärgas (zukünftig):**

H<sub>2</sub> Produktion an Kläranlagen (z.B. durch  
Klärgasreformierung, theoret. Kapazität  
45.000 t/a)



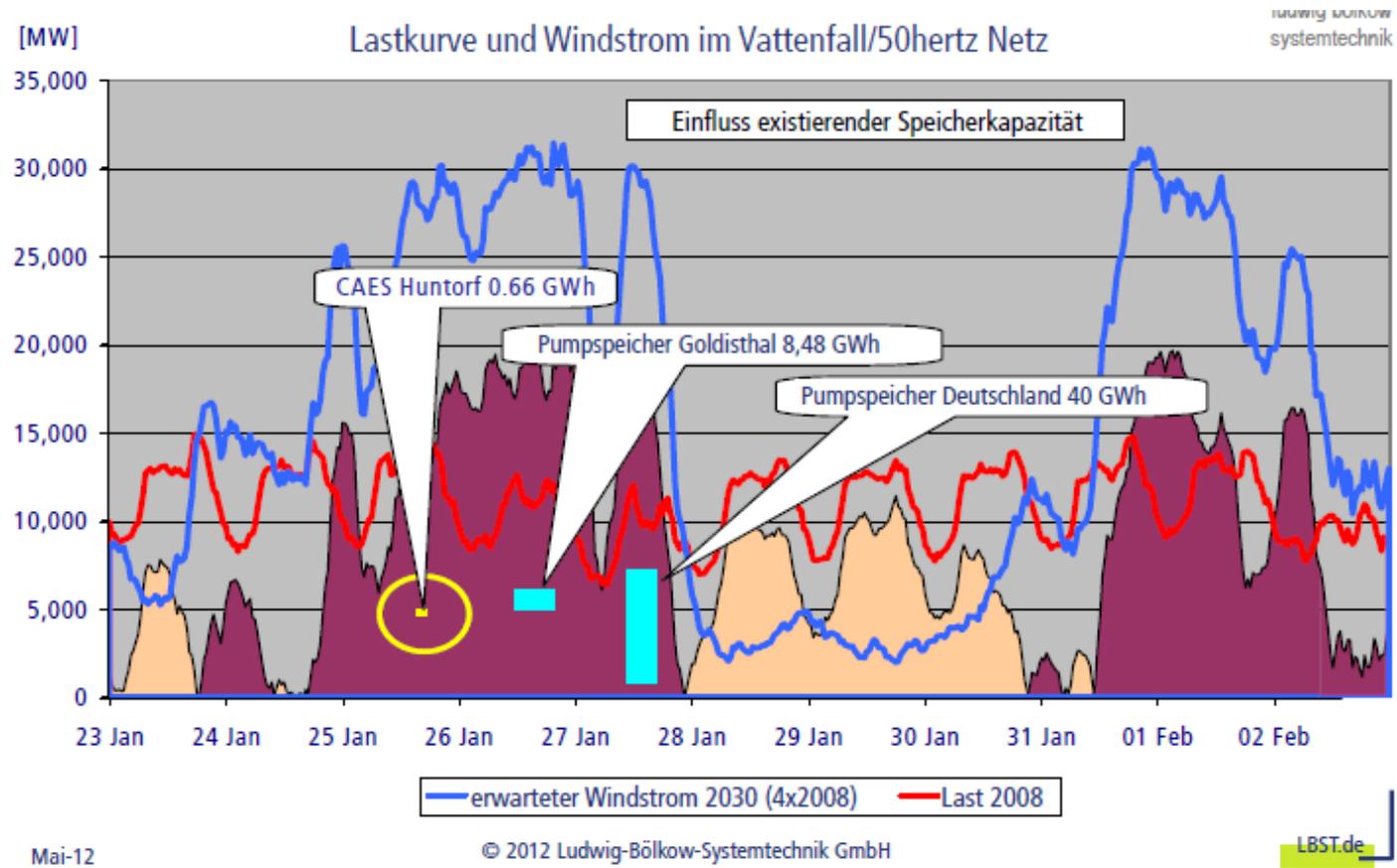
# WtW und CO<sub>2</sub>-Emissionen



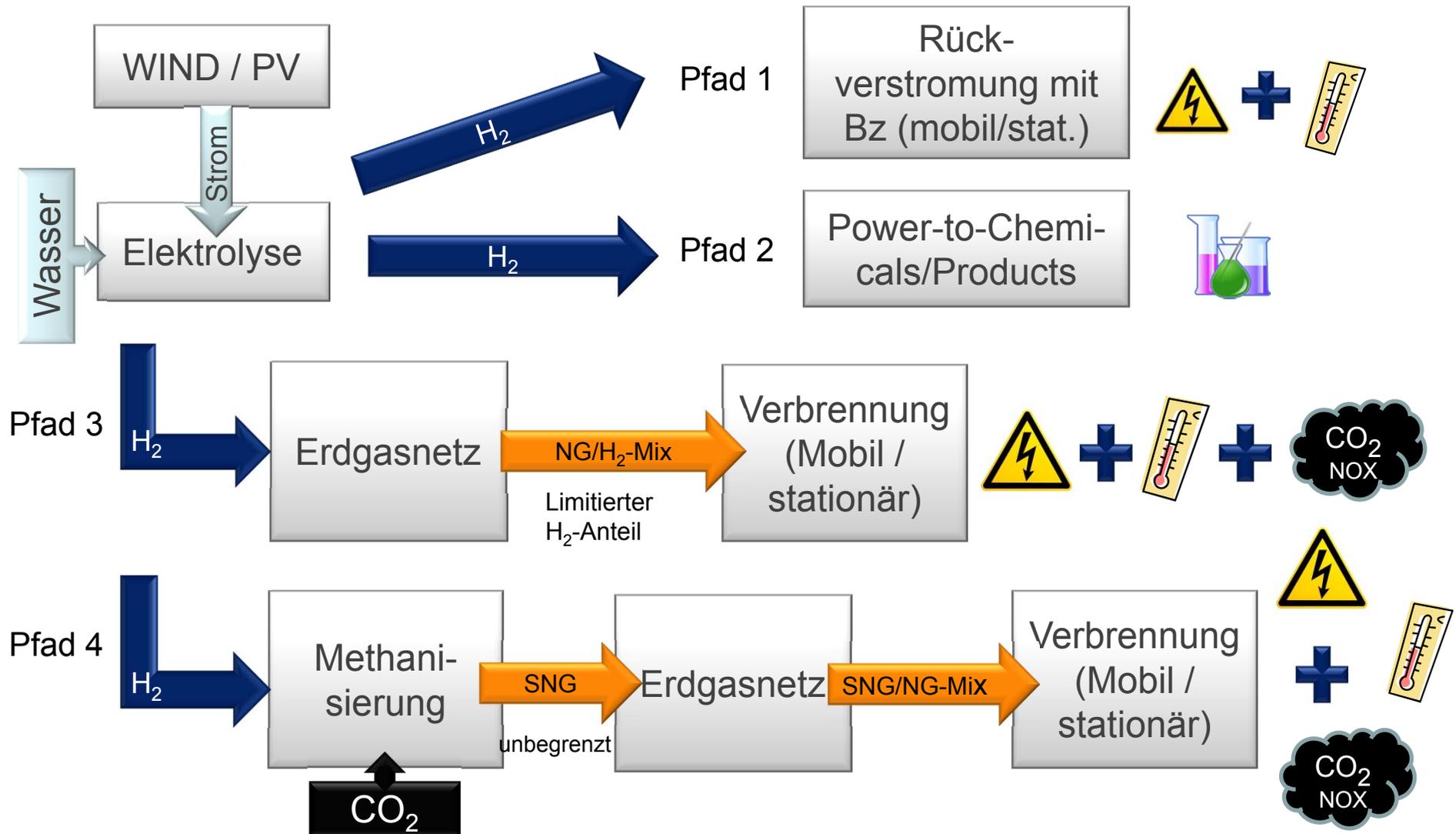
Erläuterungen:  
 DISI – Direct Injection Spark Ignition  
 DICI – Direct Injection Compression Ignition  
 PISI – Port Injection Spark Ignition  
 FCV – Fuel Cell Vehicle  
 BEV – Battery Electric Vehicle

Energieverbrauch Well-to-Wheel [MJ/100km]  
 Quellen:  
 1. JRC/ EUCAR/ CONCAWE (2011) WtW Report  
 2. LBST (2010): ASSESSMENT AND DOCUMENTATION OF SELECTED ASPECTS OF TRANSPORTATION FUEL PATHWAYS

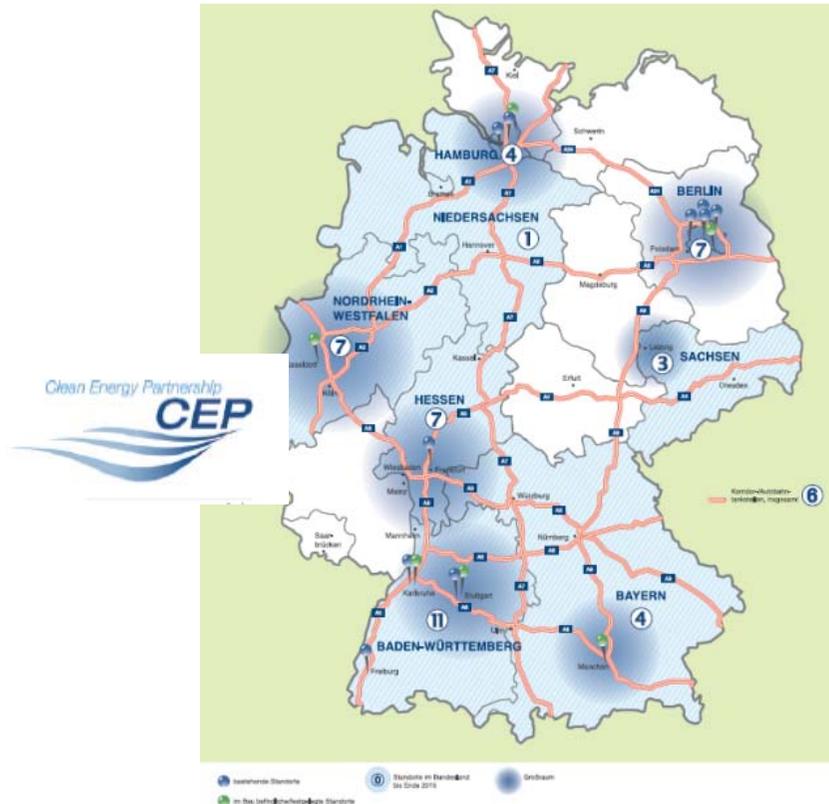
# Wasserstoff aus "grünem" Strom



# H<sub>2</sub> aus Erneuerbaren: Power-to-Gas

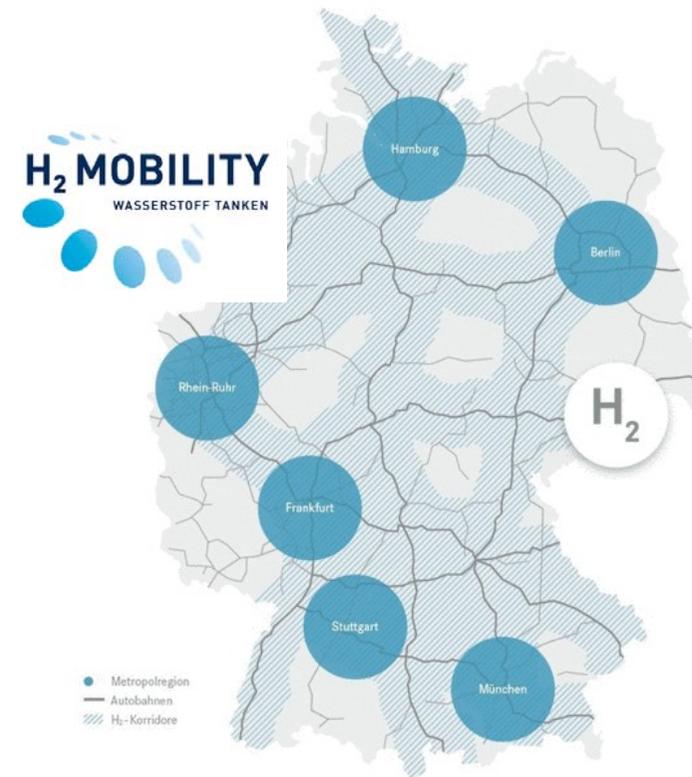


# Gepl. Tankstelleninfrastruktur in D



## Clean Energy Partnership

- 50 Tankstellen bis Mitte 2016 (z.Zt. 23 Tankstellen)
- 8 der 50 TS in NRW
- Alle 200 km an den Autobahnen



## H<sub>2</sub> Mobility

- 400 Tankstellen bis 2023
- Kosten 350 Mio. €
- Alle 90 km an den Autobahnen
- Mind. 10 im Ballungsraum

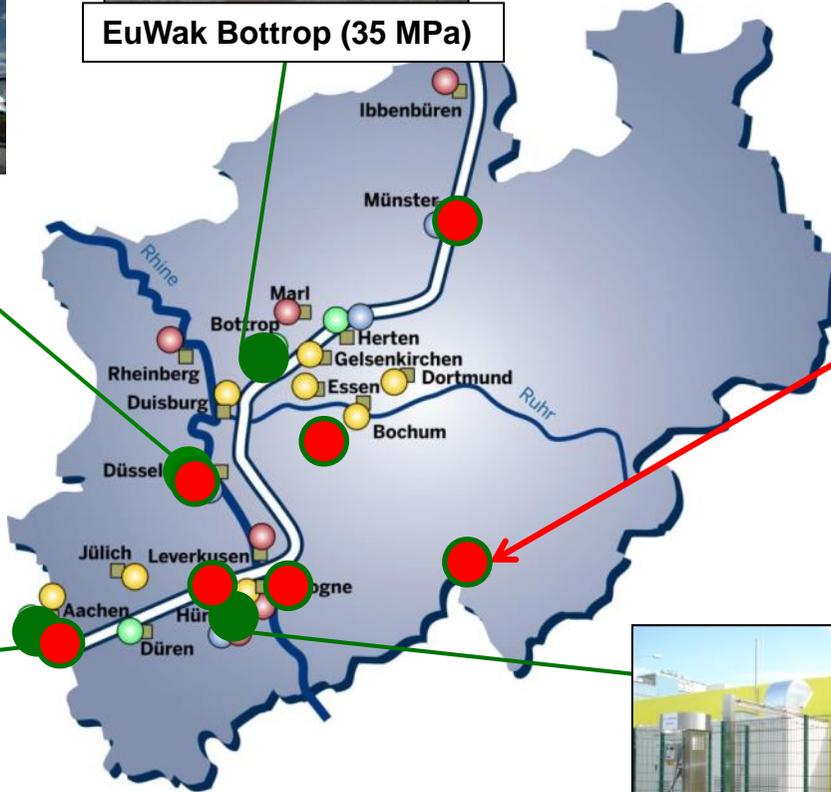
# Wasserstofftankstellen in NRW



Automeile (70 MPa)



EuWak Bottrop (35 MPa)



- In Planung:
  - Münster (in Bau)
  - Aachen
  - Wuppertal (in Bau)
  - Köln Flughafen
  - Köln A4/A1
  - Düsseldorf Süd
- Olpe?

(mit Busbetankungs-  
option)



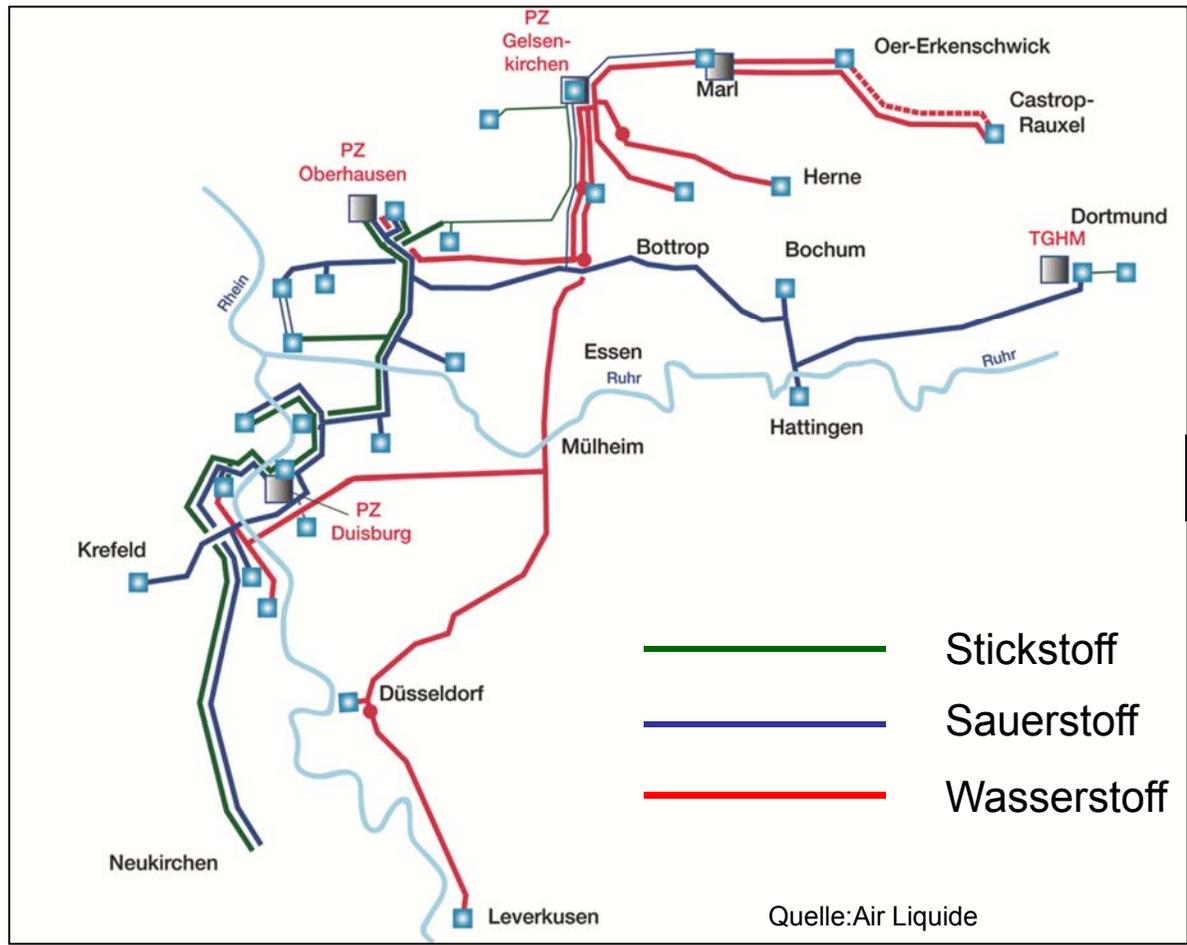
Ford Aachen (35 MPa)



Chemergy Hürth (35 MPa)



# Wasserstoffpipeline NRW



Länge: 240 km  
Druck: 20 bar  
In Betrieb seit 1930  
Betreiber: Air Liquide

Nukleus für den  
Infrastrukturaufbau,  
Ideal zur Versorgung  
von Großtankstellen

# Zusammenfassung

- Brennstoffzellen bedeuten emissionsfreie Elektromobilität mit großen Reichweiten und kurzen Betankungszeiten
- Markteinführung seit 2014, Tankstelleninfrastruktur im Aufbau
- Wasserstoff aus fossilen Quellen (Erdgas) bewirkt bereits 30 % CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber mineralischen Kraftstoffen
- Ziel ist regenerative H<sub>2</sub>-Erzeugung über Power-to-Hydrogen
- Mögliches künftiges Business-Modell für Stadtwerke
  - Eigene H<sub>2</sub>-Herstellung über Pfad Power-to-Gas (Überschussstrom aus Wind → Elektrolyse)
  - Energiesparte der Stadtwerke Kraftstofflieferant für die Verkehrssparte und an Dritte
  - Je nach Strompreis kann H<sub>2</sub>-Preis vergleichbar Dieselpreis werden
- NRW hat Klimaschutzwettbewerb HydrogenHyWay.NRW gestartet
- Bund bietet Förderung über NIP an
- EU startet 300 Bz-Bus-Beschaffungsprogramm 2016-2020



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit**

**Netzwerk Brennstoffzelle und  
Wasserstoff NRW**

Roßstrasse 92  
40476 Düsseldorf

Tel.: +49 209 167 2816

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

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

