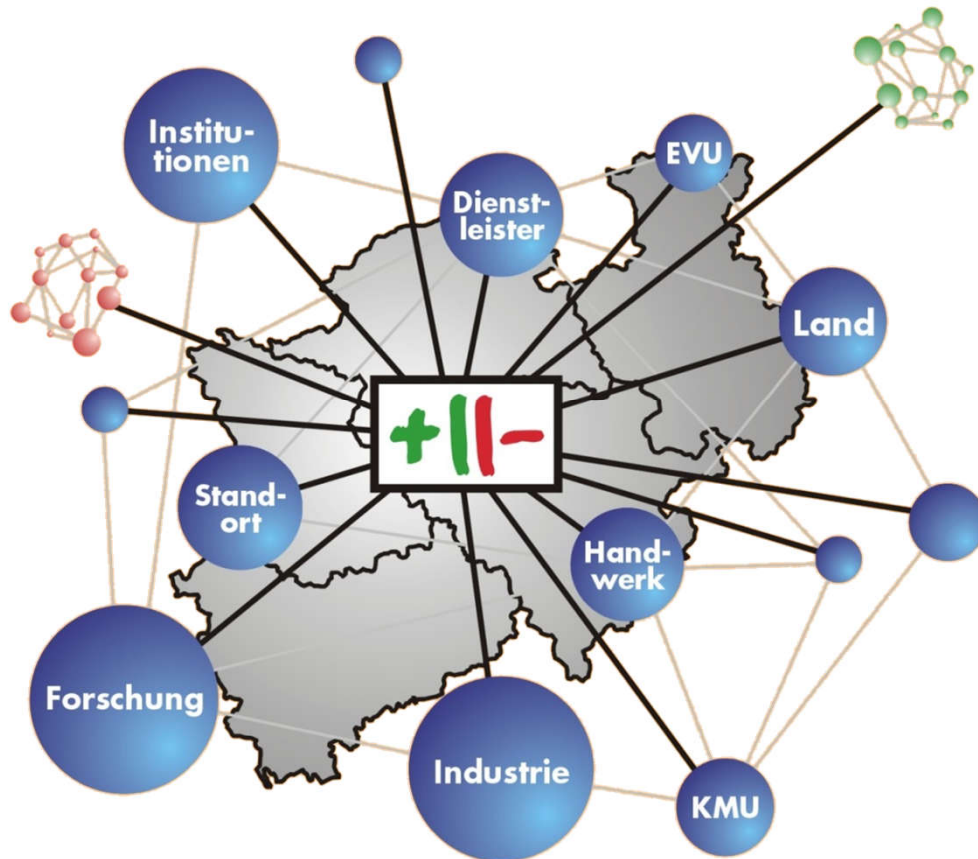




Wasserstoff – Baustein der künftigen Energieversorgung

Dr. Frank Koch
Agropole Seminar, 15.12.2020

Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff, Elektromobilität (NBWE)



- Gegründet im April 2000 als Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff
- **Seit 03/17 Integration der seit 2009 laufenden Aktivitäten der Projektleitstelle Elektromobilität NRW**
- 530 Mitglieder (H2/BZ) und 140 Projektpartner (Emob)
- Elektromobilität: 60 Projekte mit einem Fördervolumen von ca. 60 Mio. € bei über 100 Mio. € Gesamtinvest
- H2/BZ: 140 Projekte mit einem Fördervolumen von ca. 170 Mio. € bei 260 Mio. € Gesamtinvest

Agenda

1

Energiewende und Wasserstoff

2

Fakten und Mythen zum Wasserstoff

Wasserstoff (H₂) – Eigenschaften und Verwendung

Eigenschaften

- Farb- und geruchloses Gas, ungiftig, nicht cancerogen
- Brennbar, leichter als Luft
- Sekundärer Energieträger, herstellbar aus Kohlenwasserstoffen (z.B. Erdgas) und per Elektrolyse (Strom)

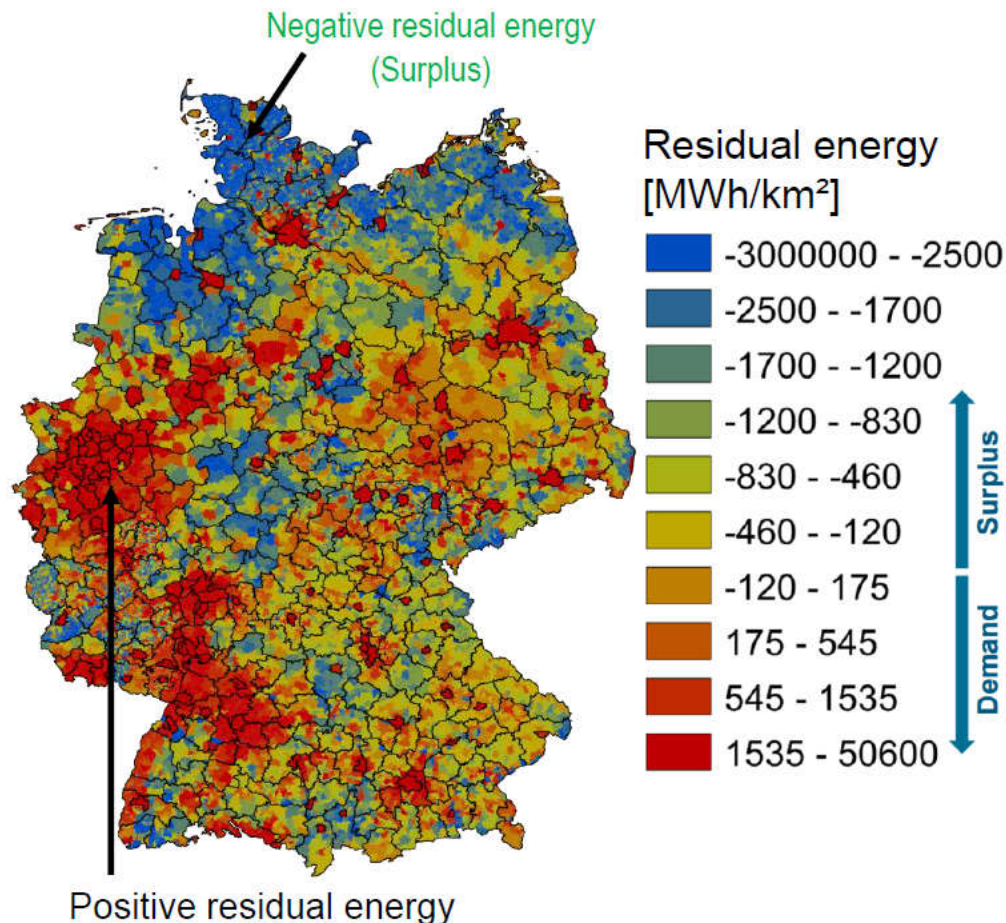


Herstellung und Verwendung

- Wasserstofferzeugung weltweit:
 - 96 % fossil (Erdgasreformierung: Methan + Dampf → Wasserstoff und CO₂)
 - 4 % Nebenprodukt aus Chlor-Alkali-Elektrolyse (Kochsalz + Wasser → Chlor + Natronlauge + Wasserstoff)
 - Jährlich: 50 Mio. t oder 1.650 TWh weltweit (2 Mio. t in D, 1 Mio. in NRW = 33 TWh)
 - Überschuss laut Wasserstoffstudie NRW 2008: 35.000 t/a (aus Cl-Elektrolyse), ausreichend für 300.000 PKW oder 6.000 Busse
- Wasserstoff wird seit Jahrzehnten in der Industrie eingesetzt
 - Chemische Produkte: Ammoniaksynthese (**Düngemittel**), Methanolsynthese (Kunststoffe)
 - Kraft- und Schmierstoffe: Hydrierung, Cracken; Margarineherstellung; Glasindustrie
 - Bedarf: zunehmend, u.a. durch Ersatz von Koks beim Hochofenprozess, synth. Kraftstoffe

1. Herausforderung der Energiewende

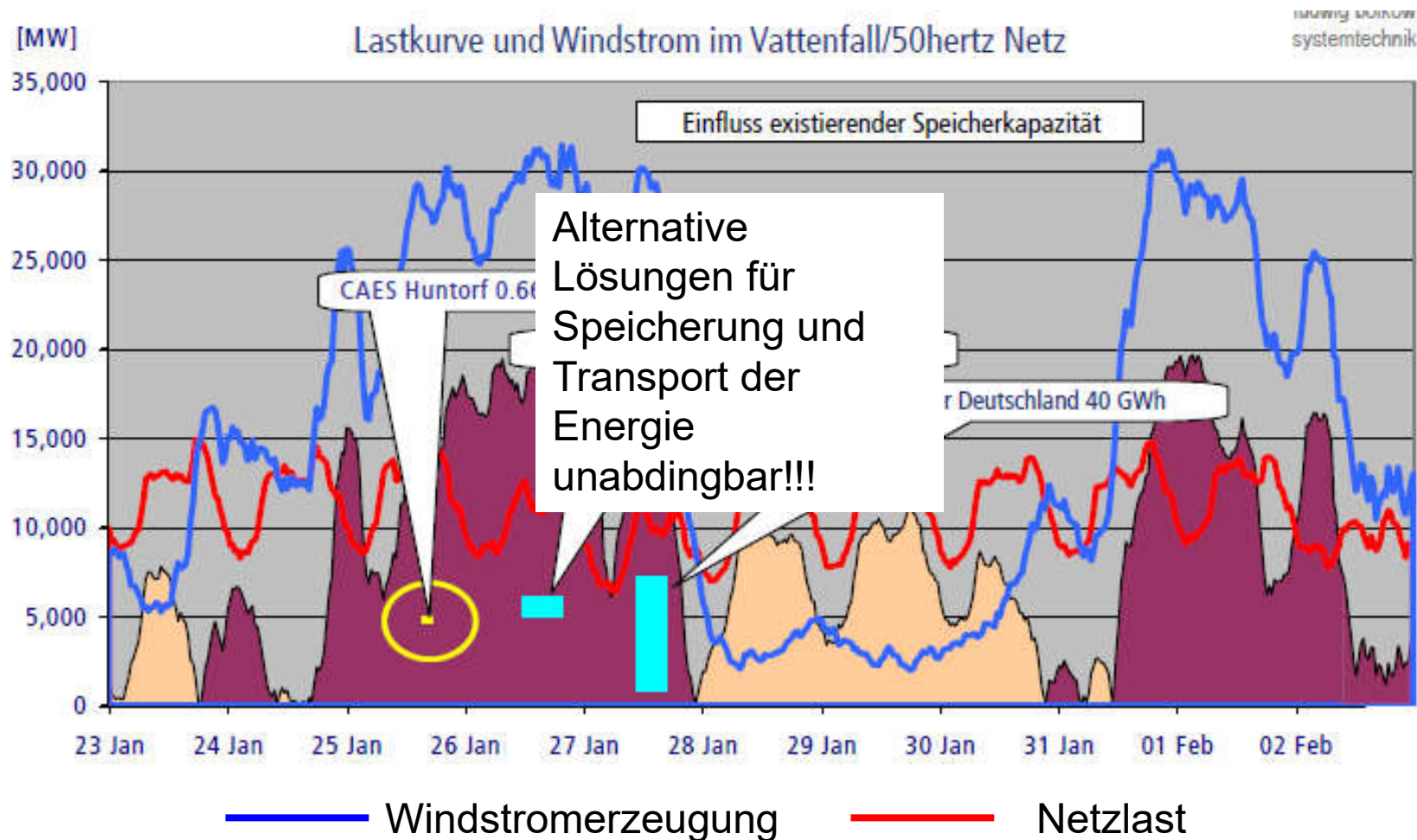
Erneuerbare Energieerzeugung ist regional konzentriert



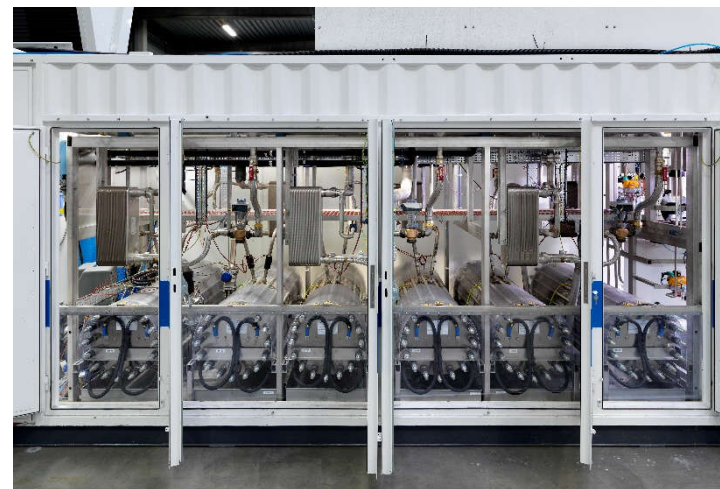
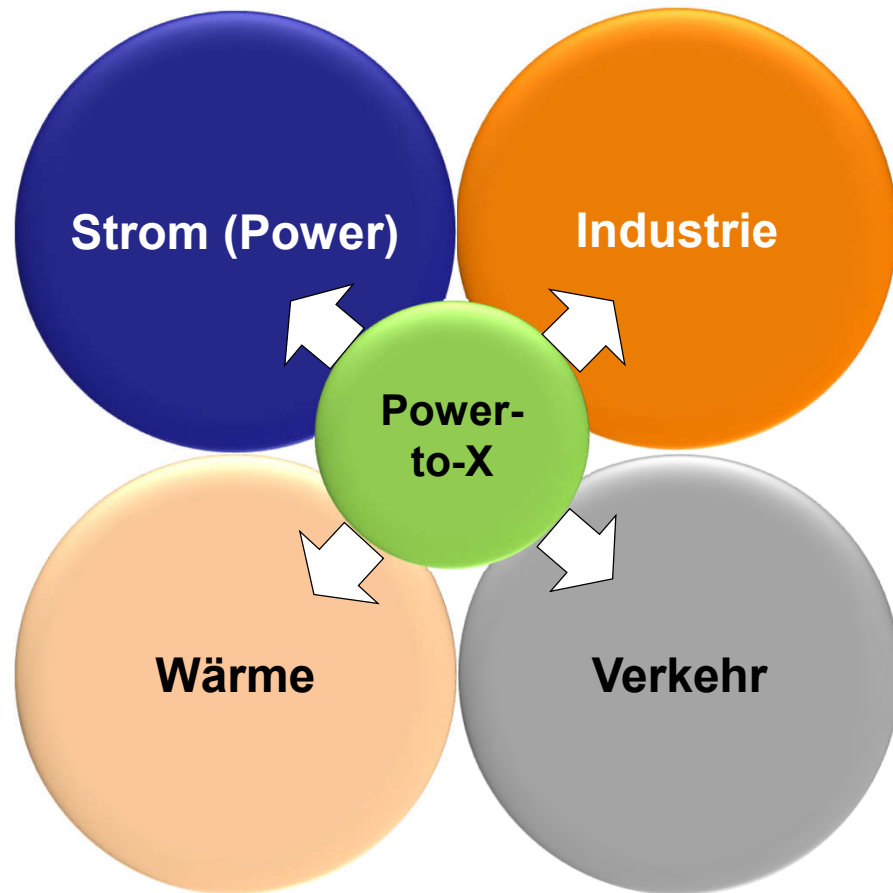
- Überschüsse vor allem durch im Norden installierte Windkraft
- Bei 80 % Stromerzeugung durch Erneuerbare kann der Überschuss bis zu 270 TWh betragen
- 90 TWh reichen aus, um H₂ für 20 Mio PKW (50 % der Fzg-Flotte) zu erzeugen
- Auch ein perfektes Stromnetz kann nur max. 50 der 270 TWh verteilen

Quelle: Fz Jülich

2. Herausforderung der Energiewende Zeitl. Ungleichgewicht von Erzeugung und Bedarf



Lösung: Sektorenkopplung über Wasserstoffproduktion „Power-to-X“



Herstellung: Farbenlehre



Grau:

- Reformierung fossiler Energieträger (Erdgas)
- Elektrolyse mit fossil erzeugtem Strom

Grün:

- Elektrolyse mit Grünstrom
- Reformierung von Biogas

Blau:

- Reformierung fossiler Energieträger mit CarbonCaptureStorage

Türkis:

- Erdgaspyrolyse und Speicherung des festen Kohlenstoffs

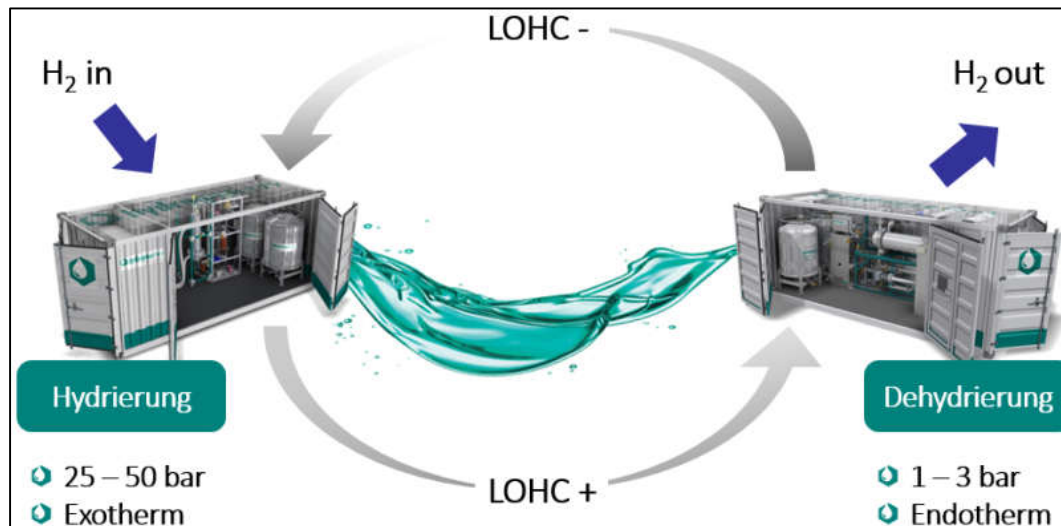
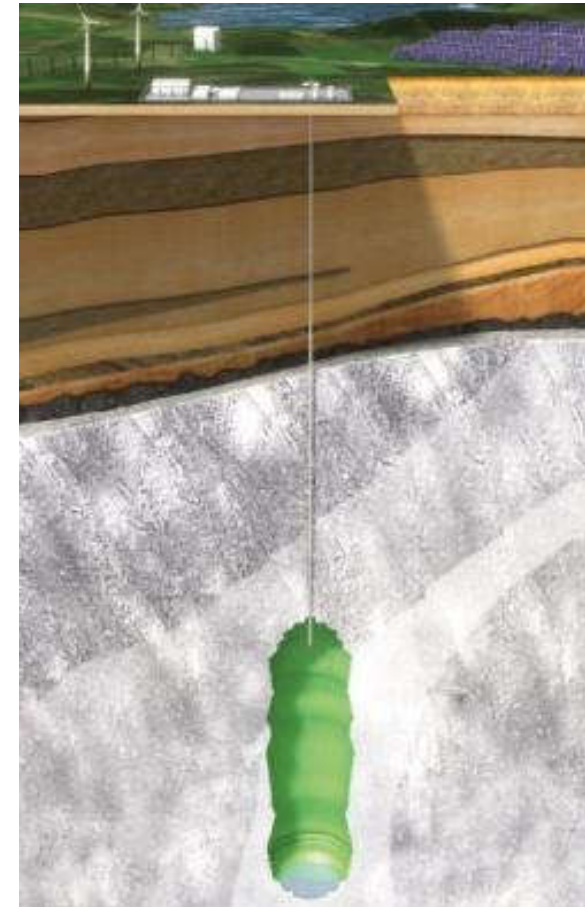
Energietransportkapazitäten



Eine Gas-Pipeline (\varnothing 1,20 m) transportiert so viel Energie wie **acht Hochspannungsleitungen** (mit jeweils 3 GW).

Quelle: Open Grid Europe

Speichermöglichkeiten für Wasserstoff



Quelle: Linde, Fraunhofer ISI, KBB, Hydrogenious

Vergleich Strom und Gas




Abbildung: Gasunie

Wasserstoff-Infrastruktur in NRW



Länge: 240 km
 Druck: 20 - 25 bar
 Durchmesser: DN 150 - DN 300
 Kapazität: 3,6 t/h
 Reinheit: > 99 %
 In Betrieb seit 1938
 Betreiber: Air Liquide

 Nukleus für weiteren
 Infrastruktur-Aufbau

Quelle: Air Liquide

Power-to-Gas im ländlichen Raum

GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

SH
Schleswig-Holstein
Der echte Norden

Das eFarm-Konzept im Verbund.

Startprojekt einer dezentralen Wasserstoff-Infrastruktur.

- o **Im Verbund H₂ erzeugen**
(5 Standorte mit je 225 kW Elektrolyse),
 - o **H₂ transportieren**
(7 mobile Wasserstoffspeicher-Container),
 - o **H₂ verarbeiten**
(2 Wasserstofftankstellenstandorte) und
 - o **H₂ vermarkten**
(2 Busse im ÖPNV).
- o Überschüssiger EE-Strom wird sinnvoll in der emissionsfreien Mobilität genutzt.
 - o Modell für die smarte Integration einer dezentralen Wasserstoff-Infrastruktur.
 - o Akzeptanzsteigerung durch lokale Nutzung regional erzeugten Stroms.



Quelle: GP Joule

Power-to-Gas im ländlichen Raum



Quelle: GP Joule

NWS, H2 Roadmap NRW



Juni 2020



November 2020

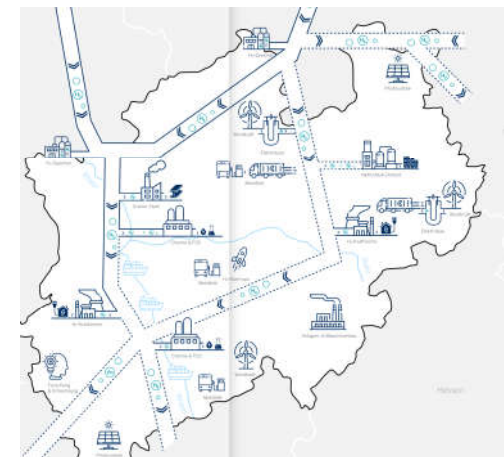
H2 Roadmap NRW

Wasserstoff für Klimaschutz und Wirtschaft

- Wasserstoff als Grundstoff der energieintensiven Industrie
- Antriebsstoff für Lkw, Busse, Schiffe, Flugzeuge und Pkw
- Versorgungssichere Strom- und Wärmeproduktion
- Wertschöpfung durch neue Technologie: Elektrolyseure, Brennstoffzellen, Drucktanks etc.
- Technologieführerschaft ausbauen und Exportpotenzial nutzen
- Bis zu 130.000 Arbeitsplätze insbesondere in der Zulieferindustrie

Basis: hervorragende Randbedingungen in NRW:

Energieinfrastruktur, freiwerdende Gasleitungen, Nähe Windstandort Nordsee, Salzkavernenspeicher, Nachfrage Industrie und Verkehr



Zielmarken der H₂-Roadmap NRW bis 2025 und 2030

Mobilität:

- Mehr als **400 Brennstoffzellen-Lkw**
- **60 Pkw-** und mindestens **20 Lkw-Tankstellen**
- **500 BZ-Busse** für den ÖPNV
- Erste wasserstoffbetriebene **Binnenschiffe** (10)

Energie und Infrastruktur:

- Knapp **500 km** H₂-Leitungen, **120 km** in NRW
- **> 100 MW** Elektrolyseleistung in Industrie
- H₂-Readiness für Strom- und Wärmeerzeuger

Industrie:

- Direktreduktionsanlage Stahlerzeugung in DU
- PtL-Demonstrationsanlage (mehrere 100 t/d)
- Industrielle klimaneutrale Anlage für NH₃/MeOH

Mobilität:

- **11.000 Brennstoffzellen-Lkw** über 20 t (25 %)
- **200 Pkw-** und **Lkw-Tankstellen**
- **3.800 BZ-Busse** für den ÖPNV (45 %)
- **1.000 BZ-Abfallsammler** (30 %)

Energie und Infrastruktur:

- **1.300 km** Wasserstoffleitungen, davon **240 km** in NRW
- **1 bis 3 GW** Elektrolyseleistung in der NRW

Industrie:

- Ausbau der H₂-basierten Stahlherstellung
- Pilotanlage 100% H₂-basierte Glasproduktion
- Demonstrationsprojekte Gießereitechnik, Zementindustrie, Fliesen- und Ziegelwerke

Wasserstoff und Brennstoffzellen im Verkehr in NRW



Quelle: RVK



Quelle: Wystrach

Fahrzeuge

- **Busse:** Hotspot NRW, ab 2020: > 80 BZ-Busse und 6 H₂-Tankstellen in Köln (RVK), Wuppertal, Kreis Düren
- **Müllsammler:** erste Fahrzeuge in DU und Herten
- **Lkw:** Initiativen von Unternehmen, Verbänden sowie des HyTruck-Konsortiums mit NRW-Landesregierung

Mobile Betankung

- Flexible mobile Tankanlage **“WyRefueler”** für 350-bar-Tanks von Wystrach
- Teil des Interreg-Projektes **H2Share** zur Entwicklung eines 27-t-Lkw von VdL
- Entnahmekapazität **120 kg / Tag**
- Bestehend aus **Tankcontainer** (Wechselbrücke) und **Tankstellencontainer**
- **Test des Lkw derzeit in Düsseldorf**

Agenda

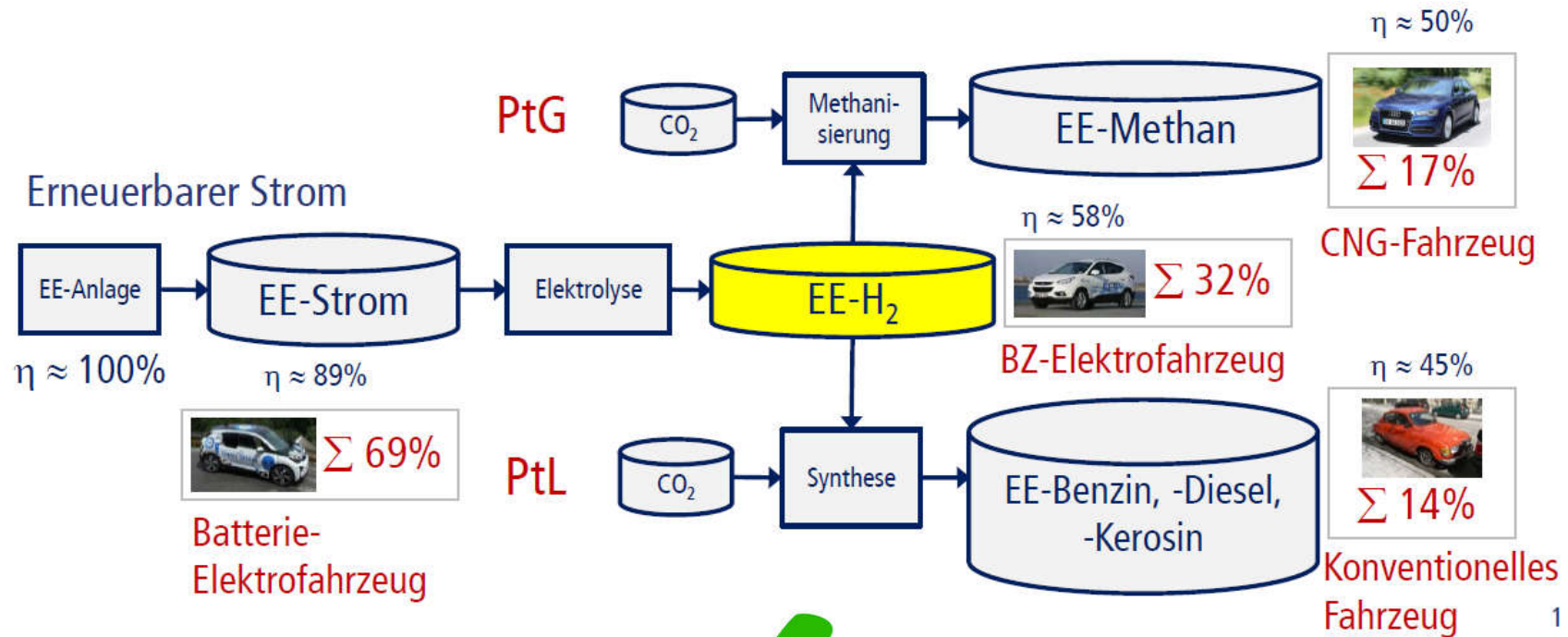
1

Energiewende und Wasserstoff

2

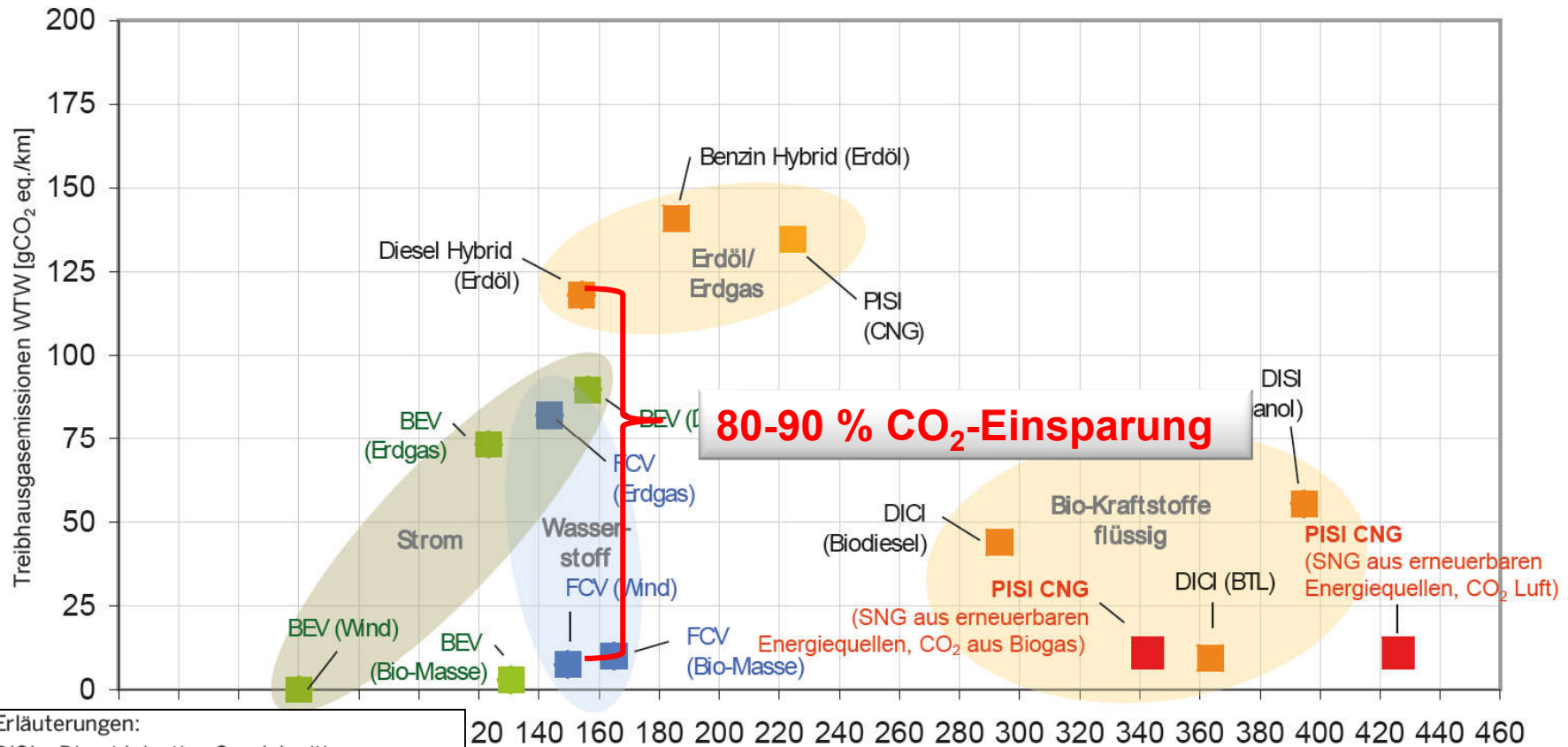
Fakten und Mythen zum Wasserstoff

Der Wirkungsgrad „Well-to-Wheel“ ist schlechter als bei Batterien...



Quelle: LBST 2016

...daher helfen Bz-Autos nicht bei der Erreichung der Klimaziele



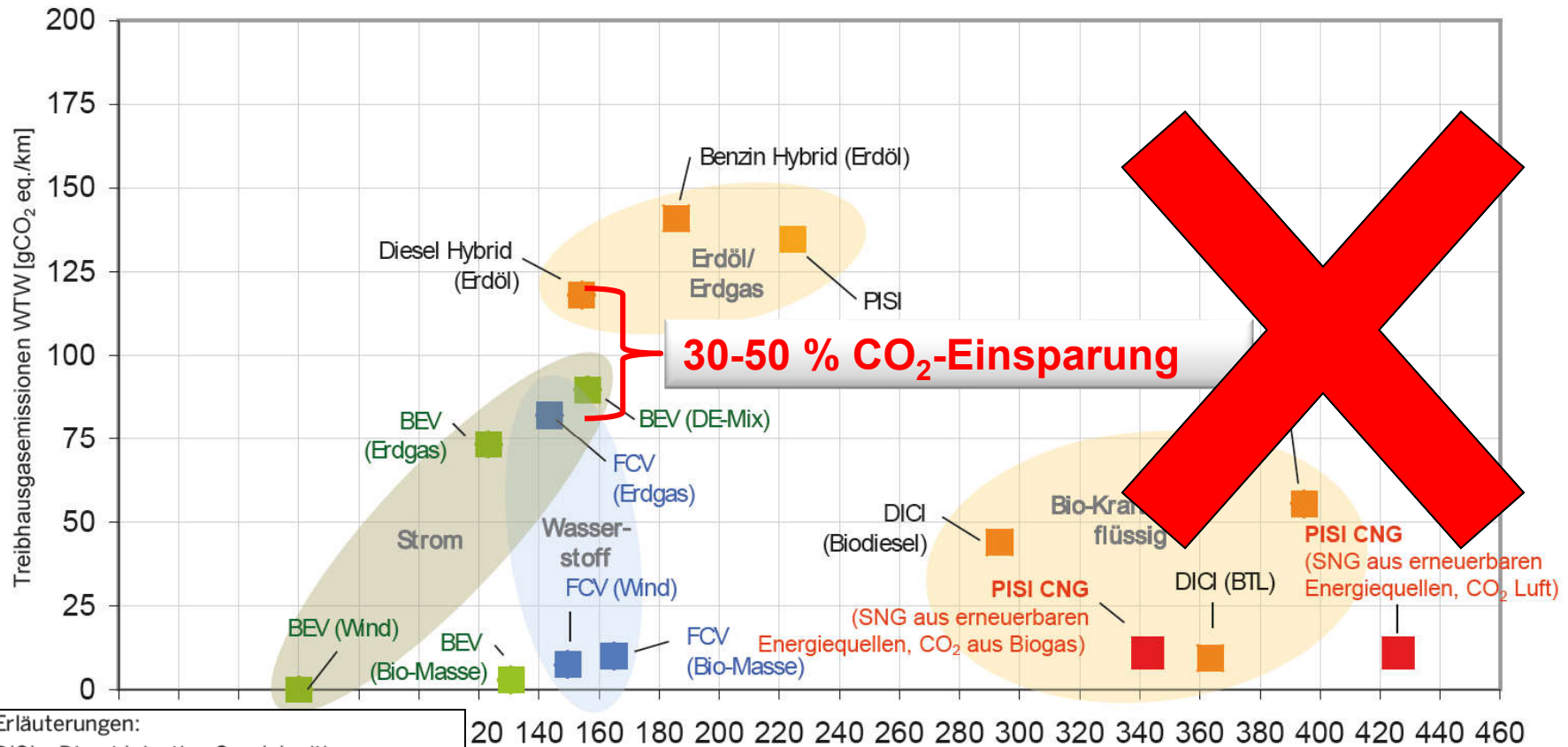
Erläuterungen:
 DISI – Direct Injection Spark Ignition
 DICI – Direct Injection Compression Ignition
 PISI – Port Injection Spark Ignition
 FCV – Fuel Cell Vehicle
 BEV – Battery Electric Vehicle

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

...daher helfen Bz-Autos nicht bei der Erreichung der Klimaziele, erst recht nicht mit H₂ aus Erdgas



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

These: H₂ ist gefährlicher als Benzin

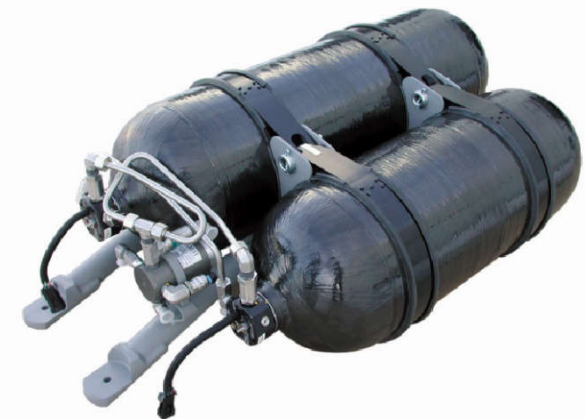
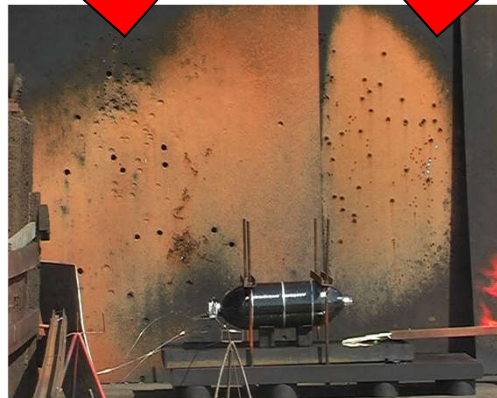
Ein Vergleich



Brand beim Benziner (15.000 Fahrzeugbrände in D/Jahr) und beim Wasserstoff-Fahrzeug (links) bei undichtem Tank

These: Wasserstofftanks explodieren beim Unfall

- Versuche bei der Bundeswehr zeigen, dass Wasserstofftanks unter Beschuss und im Feuer nicht explodieren





Vielen Dank!

EnergieAgentur.NRW
Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff,
Elektromobilität
Dr. Frank Koch
Munscheidstr. 14
45966 Gelsenkirchen
E-Mail: koch@energieagentur.nrw

