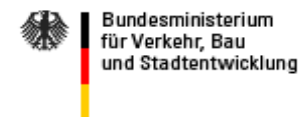




**Carsten Krause, Boris Jermer**

HyCologne – Wasserstoff Region Rheinland e.V.

# Wasserstoff im Kontext der Energiewende ? Realität oder ewige Vision?



Model 3

# Schon 250.000 Vorbestellungen für Tesla

Es soll das erste Elektroauto für den Massenmarkt sein. Tatsächlich schnellen die Bestellungen für das Model 3 von Tesla nach oben. Doch die Euphorie könnte einen Dämpfer bekommen.

03.04.2016

- Merken
- Empfehlen (23)
- Lesermeinungen (19)
- Drucken
- Permalink

f Teilen

Twittern

Teilen

E-mailen

Veröffentlicht: 03.04.2016, 07:33 Uhr



Das neue Model 3 von Tesla soll den Massenmarkt erobern.

## Kommentar

### Teslas Aura

Von ROLAND LINDNER, NEW YORK

Tausende haben das neue Tesla-Auto schon bestellt. Das zeigt, wie stark Elon Musk die Marke gemacht hat - obwohl gerade ein wichtiges Kaufargument fehlt. [Mehr >](#)

👍 10 ⭐ 8



## Die Börse

01.04.2016  
22:59 Uhr

Name Kurs Änderung

**Dax** 9.794,64 -1,71 %



# Wasserstoff



Wasserstoff im Kontext der  
,Energiewende`... Realität oder  
ewige Vision?  
.....wussten Sie, dass.....

# Erstflug für viersitziges Wasserstoff-Flugzeug

## Nur Brennstoffzellen und Batterien treiben den Flieger an

Emissionsfrei in die Luft: Gestern ist das weltweit erste viersitzige Passagierflugzeug mit reinem Brennstoffzellen-Antrieb zum Erstflug gestartet. Als Treibstoff dient Wasserstoff, der über eine Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt wird. Das Flugzeug hat damit immerhin eine Reichweite bis zu 1.500 Kilometern. Flugzeuge mit dieser Technologie könnte künftig daher als Lufttaxi und im Regionalverkehr eingesetzt werden.



Die viersitzige HY4 fliegt mit Strom aus einer Wasserstoff-Brennstoffzelle.

© Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

In den Schlagzeilen



**Erdzwillinge**

Diaschauen zum Thema



**Solar Impulse 2**  
**Brennstoffzellen**  
**Elektromobilität**  
**Elektroautos**

Dossiers zum Thema



**Mit den Flügeln der Sonne -**  
Solar Impulse 2: Ohne Treibstoff um die Welt



**Brennstoffzellen** - Alleskönner auf Wasserstoffbasis?



**Mini-Kraftwerke für Zuhause**

9. März 2017

## Shell-Studie

### Bedeutung von Wasserstoff wächst kontinuierlich



Wasserstoff hilft, die Treibhausgase zu vermindern

© dpa

**Im Jahr 2050 sollen 80 Prozent weniger CO2 ausgestoßen werden. Nur mit Wasserstoff sind diese Ziele zu erreichen, wie auch die neue Shell-Studie aufzeigt.**

Anzeige

## UNTERWEGS IN DIE ZUKUNFT



### Toyota Mirai als Trendsetter

Japaner bringen Serienauto mit Brennstoffzelle

## MERCEDES F 125



### So grün wie Shrek, nur schöner

Daimler stellt neues Forschungsfahrzeug mit Brennstoffzelle vor



Der Newsletter für die Energiezukunft

BRENNSTOFFZELLE

## Schub für Wasserstoff

10.05.2017



Foto: Alstom

Bis 2050 sollen fossile Brennstoffe im globalen Energiemix keine Rolle mehr spielen. Helfen könnte dabei grüner Wasserstoff. Die Technik ist ausgereift und wartet auf den Einsatz.

### bizz energy Juni 2017

Die neue bizz energy gibt es ab dem 30.05.2017 am Kiosk oder bei unserem Abbonnenservice unter [bizzenergy@pressup.de](mailto:bizzenergy@pressup.de).



### bizz energy Research

Individuell zugeschnittene Studien und differenzierte Analysen sowie kurze Reports.

#### Aktuelle Angebote:

- » Jetzt anmelden zur 3. Runde unserer Ausschreibungssimulation **Wind Onshore**
- » Zum Kostenbenchmarking **Wind Onshore**

[MEHR INFORMATIONEN HIER](#)

Film ab! Energiewende in 25 Sek.

Was würde Goethe



## Wasserstoff ... Inhalte für heute:

Wohin?

Wie?

Woher?

Wozu?

Warum?



## Mitglieder HyCologne





Zu wieviel % bestehen wir  
Menschen aus Wasserstoff?

10%

H<sub>2</sub>

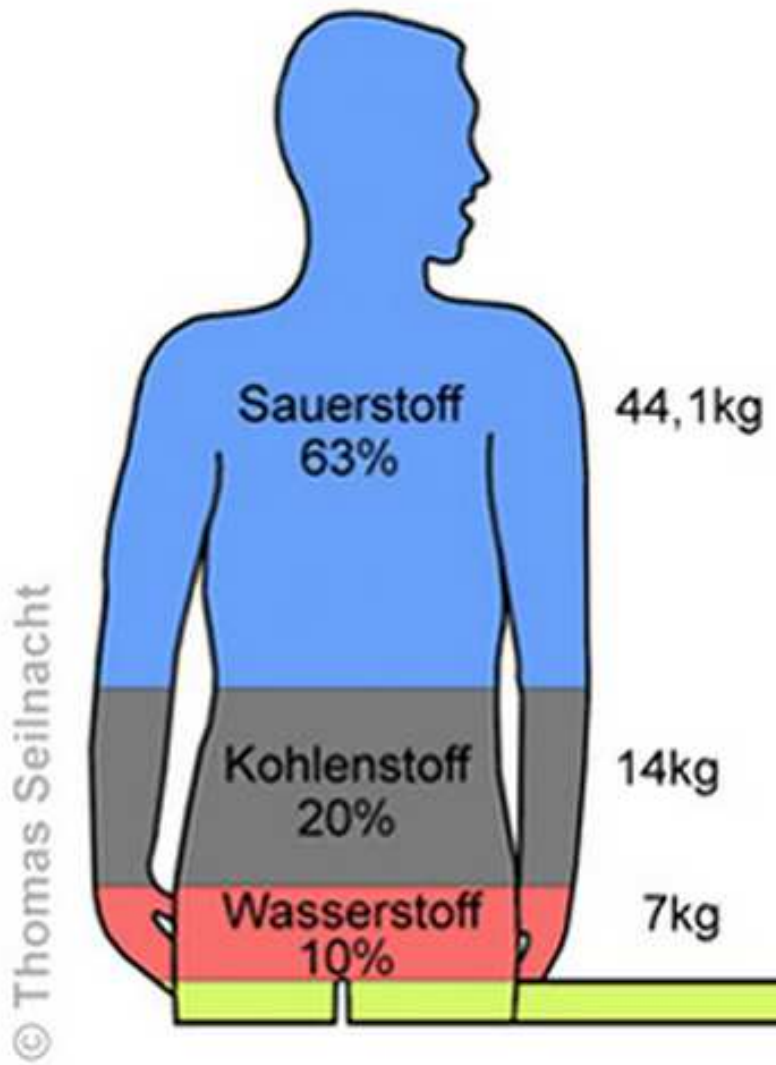
20%

C

63%

O<sub>2</sub>

# Zu wieviel % bestehen wir aus Wasserstoff?



Anteile (ca.) in Prozent und in Masse bei 70kg Körpergewicht

Anteil	in %	Masse
Stickstoff	3	2,1kg
Calcium	1,5	1,05kg
Phosphor	1	0,7kg
Kalium	0,25	175g
Schwefel	0,2	140g
Chlor	0,1	70g
Natrium	0,1	70g
Magnesium	0,04	28g
Eisen	0,004	2,8g
Zink	0,002	1,4g
Kupfer	0,0005	0,35g
Mangan	0,0002	0,14g
Iod	0,00004	0,03g
+ weitere (B, Co, Se, Cr, Mo,...)		



- In Wasser sind viele [unpolare](#) Kohlenwasserstoffe unlöslich, in den meisten organischen [Lösungsmitteln](#) jedoch gut löslich. Das heißt, Kohlenwasserstoffe sind [hydrophob](#), also auch [lipophil](#).
- Gasförmige Kohlenwasserstoffe brennen sehr schnell und mit heißer Flamme; die dabei frei werdende Energie ist groß. Flüssige Kohlenwasserstoffe mit niedrigem Siedepunkt verdampfen leicht; infolge ihres auch niedrigen [Flammpunktes](#) sind Brände leicht zu entfachen. Bei der optimalen (vollständigen) Verbrennung von Kohlenwasserstoffen entsteht [Wasser](#) und [Kohlenstoffdioxid](#), bei unzureichender (unvollständiger) Verbrennung können auch [Kohlenstoffmonoxid](#) oder [Kohlenstoff](#) (Ruß) entstehen. Die Reaktivität der Alkane ist abhängig von ihrer Kettenlänge. Langkettige Alkane sind relativ inert (wenig reaktiv). Verbrennt Kohlenwasserstoff mit rußender Flamme, kann dies auch ein Anzeichen für einen höheren Kohlenstoffanteil in der Verbindung (größere Kettenlänge) sein.
- Alkane gehen aber – neben [Redoxreaktionen](#) bei ihrer Verbrennung – [Substitutionsreaktionen](#) ein, wobei Wasserstoffatome gegen andere Atome und Atomgruppen, aber hauptsächlich Halogenen ausgetauscht werden können. Alkene und Alkine hingegen sind recht reaktionsfreudig und reagieren mit vielen Substanzen unter Anlagerung an die C-C-Mehrfachbindung ([Additionsreaktion](#)).
- Alkane werden häufig als fossiler Energieträger in Gemischen wie [Biogas](#), [Flüssiggas](#), [Benzin](#), [Dieselkraftstoff](#), [Heizöl](#), [Kerosin](#), [Petroleum](#) verwendet. Die bedeutendsten Alkane sind die niedermolekularen Alkane [Methan](#), [Ethan](#) und [Propan](#). Alkane wie [n-Butan](#), [Isopentan](#), verschiedene [Hexane](#) und das [Cycloalkan Cyclohexan](#) sind Bestandteile in [Motorenbenzin](#).



# Warum Wasserstoff?



**Feinstaub, Lärm ...**



... Partikel, Luftschadstoffe ...



**ZONE**



**frei**

A photograph of a presentation stage at night. A man in a dark suit stands on the stage, pointing towards a large screen. The screen displays a line graph of CO2 levels over time, with a sharp spike labeled 'TODAY'. The audience is visible in the foreground, many holding up phones to record the presentation. The Tesla logo is visible in the top right corner of the image.

# RECORD HIGH CO<sub>2</sub>

403.5 PPM AS OF MARCH 2016

MAUNA LOA OBSERVATORY, VOSTOK ICE CORE, LAW DOHSE ICE CORE

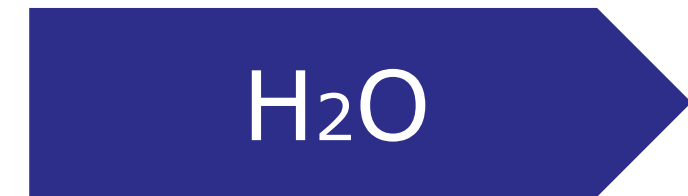
TESLA

Year	CO2 Concentration (PPM)
1970	~315
1980	~325
1990	~335
2000	~370
2010	~390
2016 (March)	403.5
Today	~405



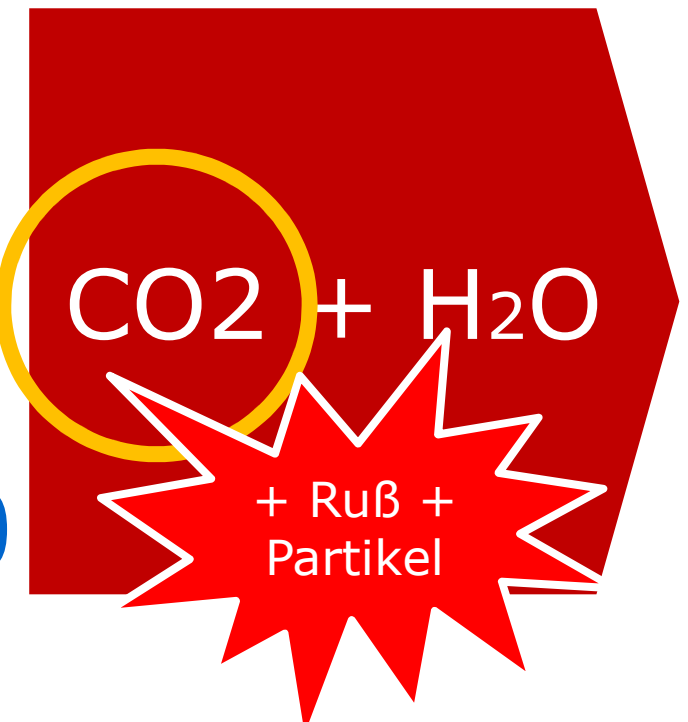
Mehr oder weniger C...

Wasserstoff:  $H_2$



Erdgas:  $CH_4$

Propan:  $C_3H_8$



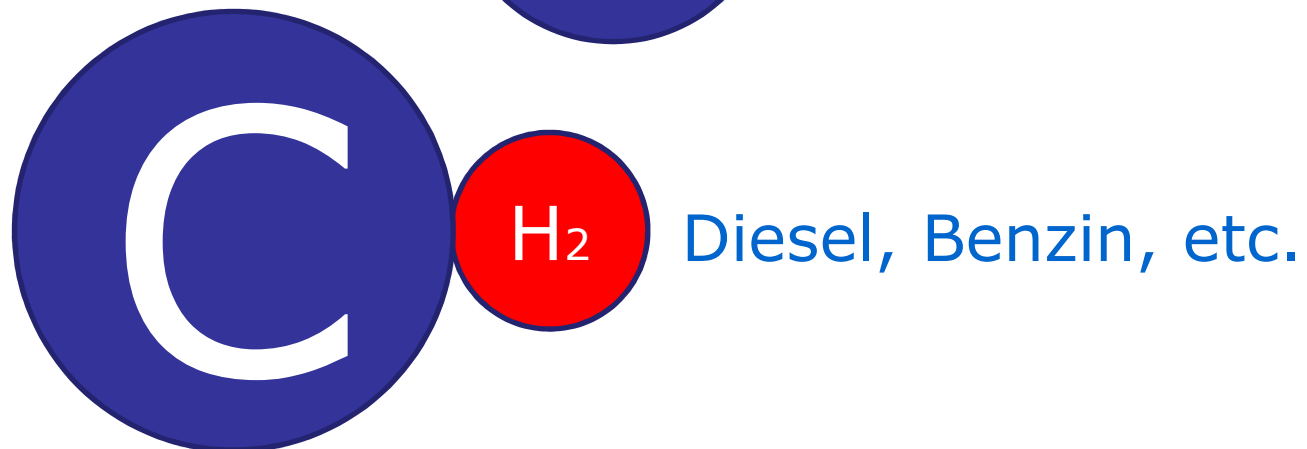
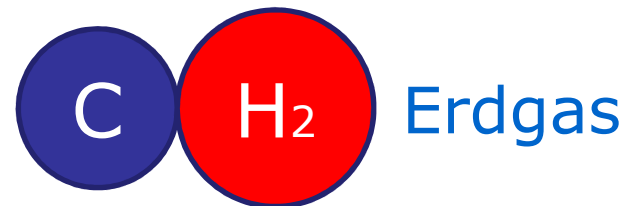
Diesel, Benzin, etc.  $C_{70}H_{20}$



# Mehr oder weniger C...

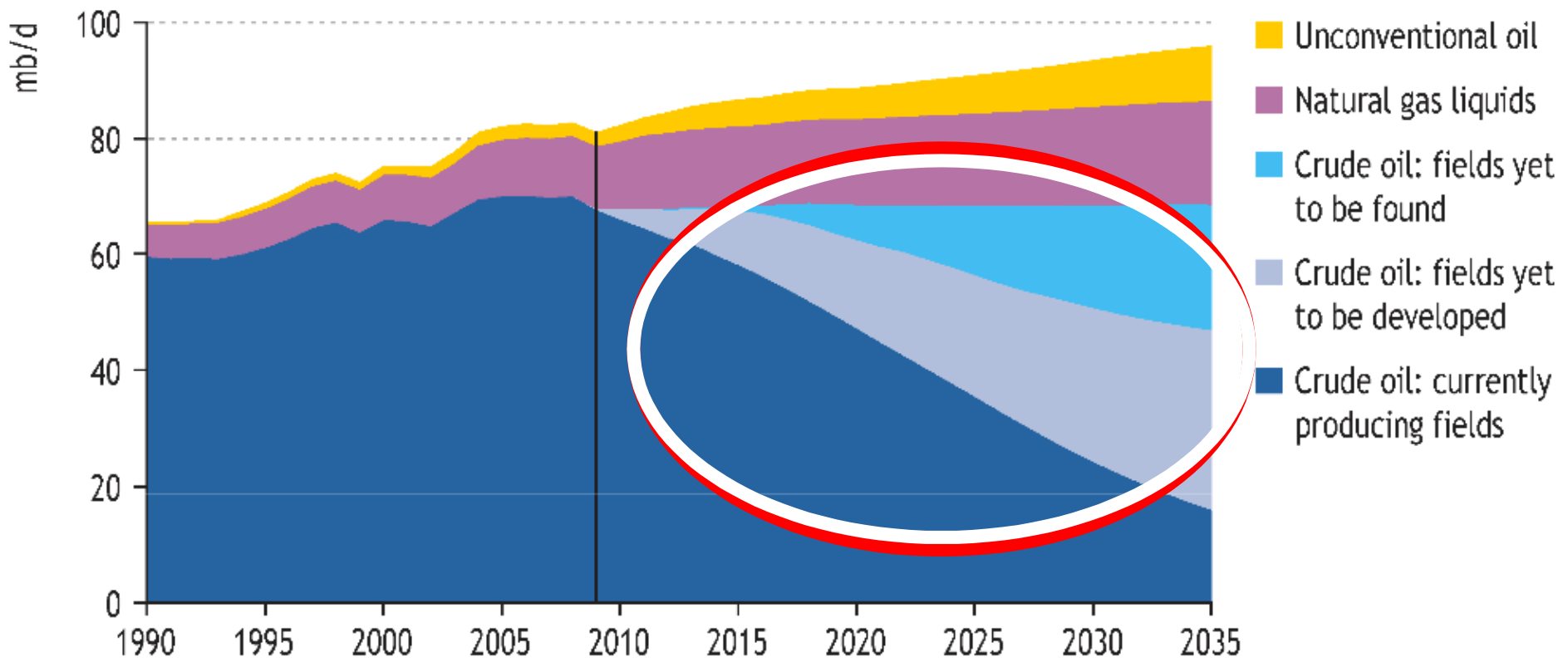
Wasserstoff

H<sub>2</sub>



# Peak Oil...

## World oil production by type in the New Policies Scenario



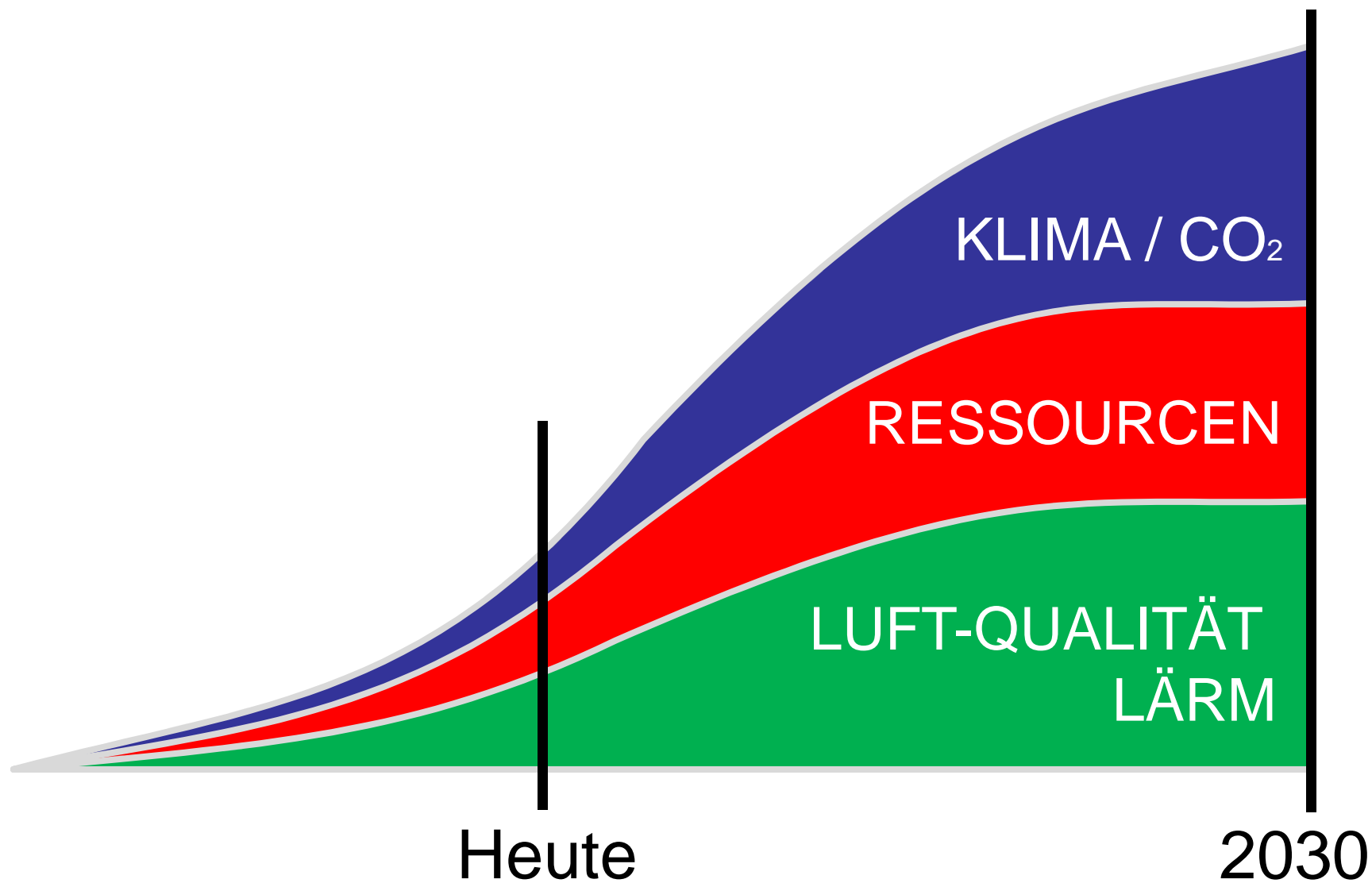
• Source: IEA



# Wozu Wasserstoff?



## Gute Gründe für ein Umdenken...







# Woher kommt Wasserstoff?



Wie wird Wasserstoff heute produziert?

95% aus Erdgas





# Erdgas -> Wasserstoff

(Dampfreformierung)





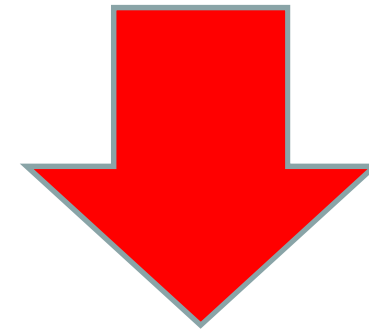
... und in Zukunft?



Energiepark MAINZ (6MW), seit August 2015

# Power to Gas (Wasser-Elektrolyse)

STROM  
Wind & Sonne



$H_2O$

$H_2$

$O_2$





Wie wird Wasserstoff verteilt  
und gespeichert?



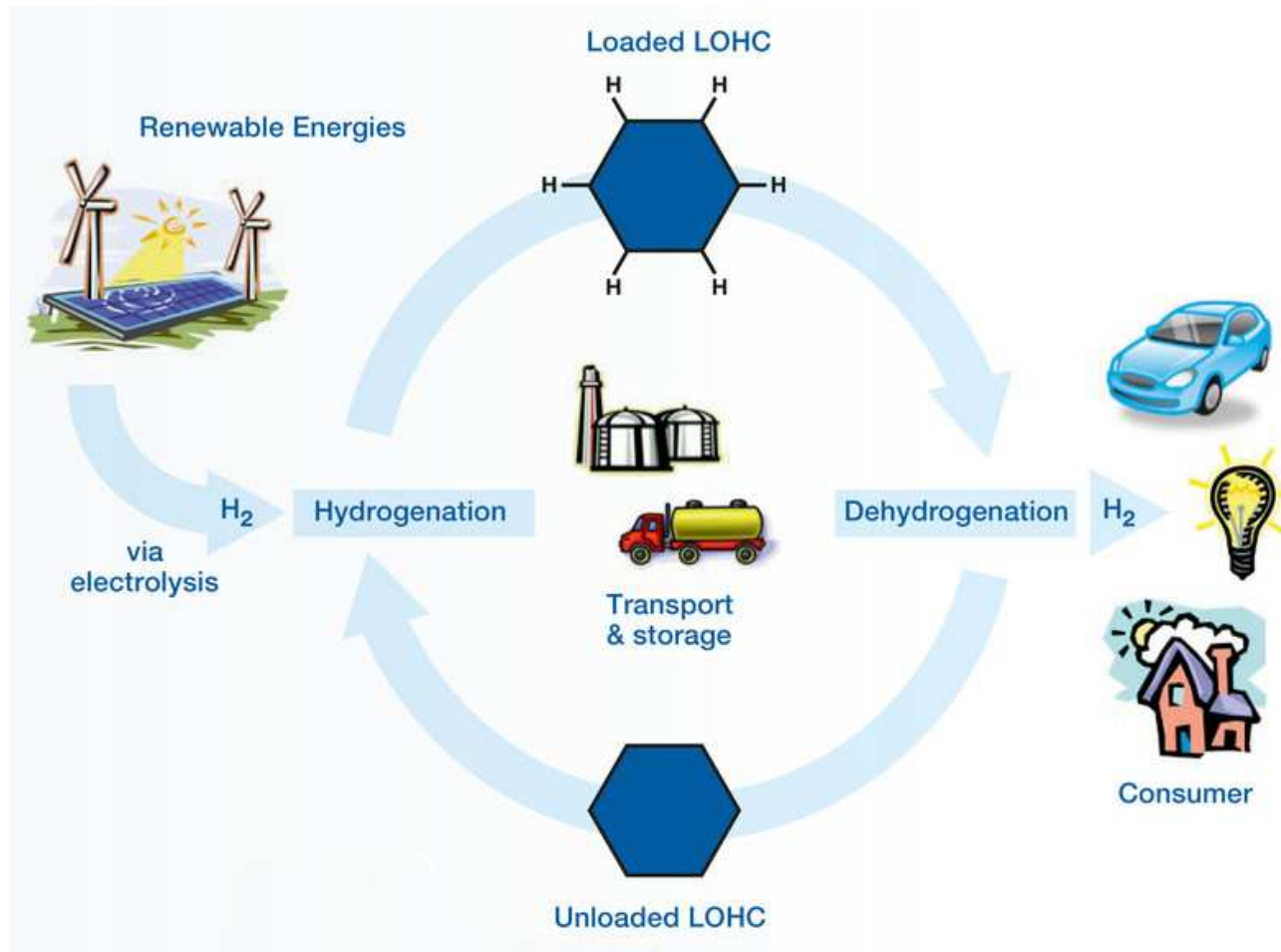




## Typ 4 CFK Tanks bis 900 bar



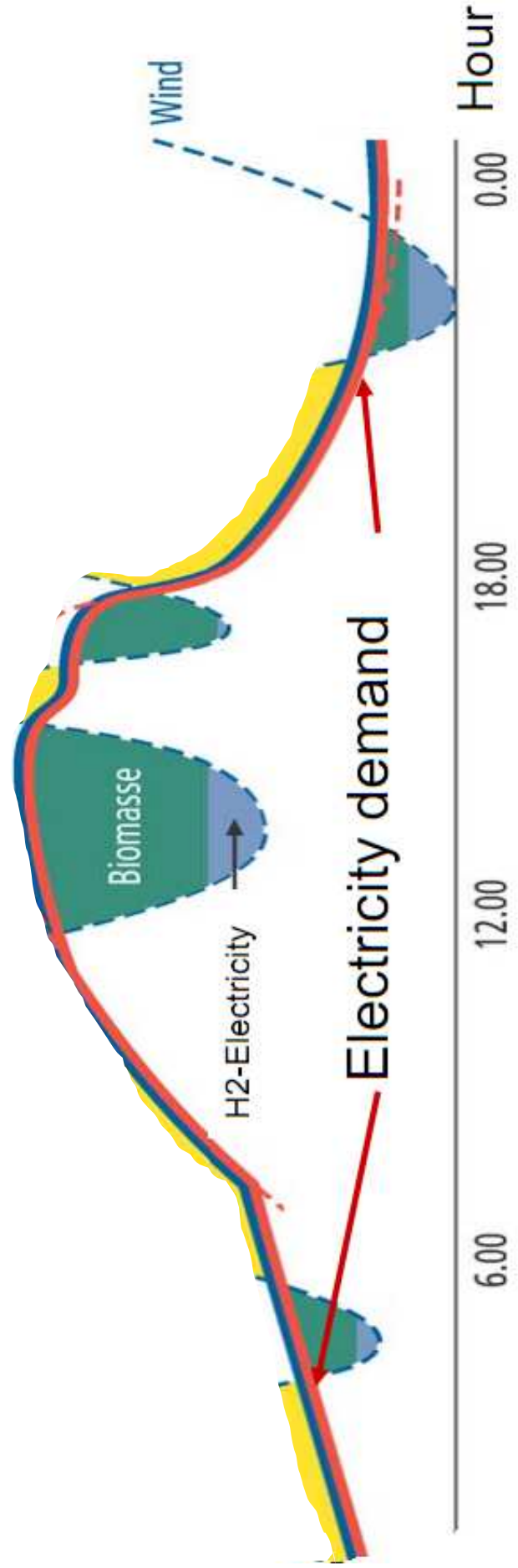
# LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier)





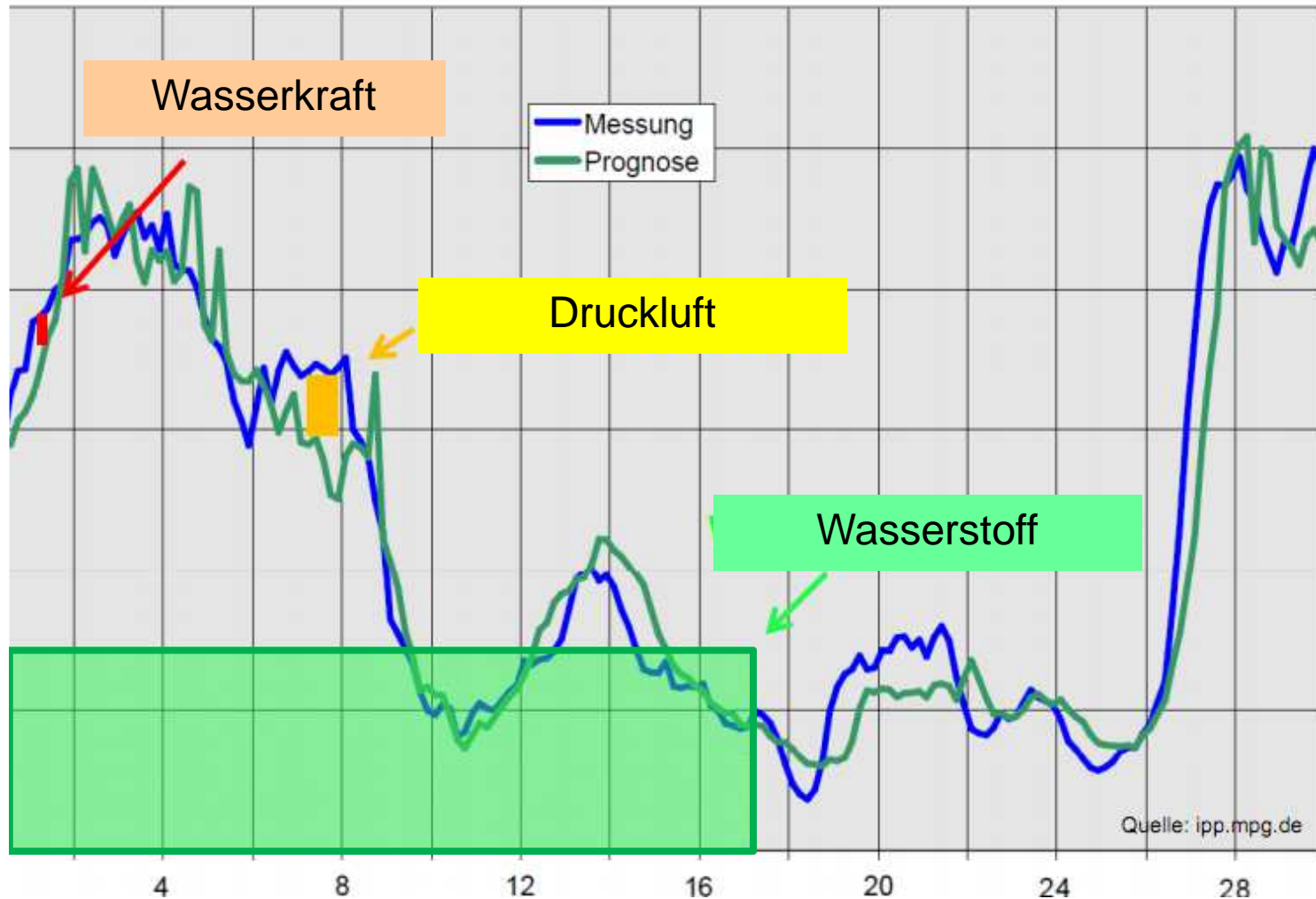
# Wasserstoff im Kontext der ,Energiewende`... Realität oder ewige Vision?







# Potentiale der Energiespeicher



**Pumpspeicher:**  
≈ 2 GWh\* (300m)

**Druckluftspeicher:**  
≈ 8 GWh\* (20bar)

**Wasserstoffspeicher:**  
≈ 1.230 GWh\* (144bar)

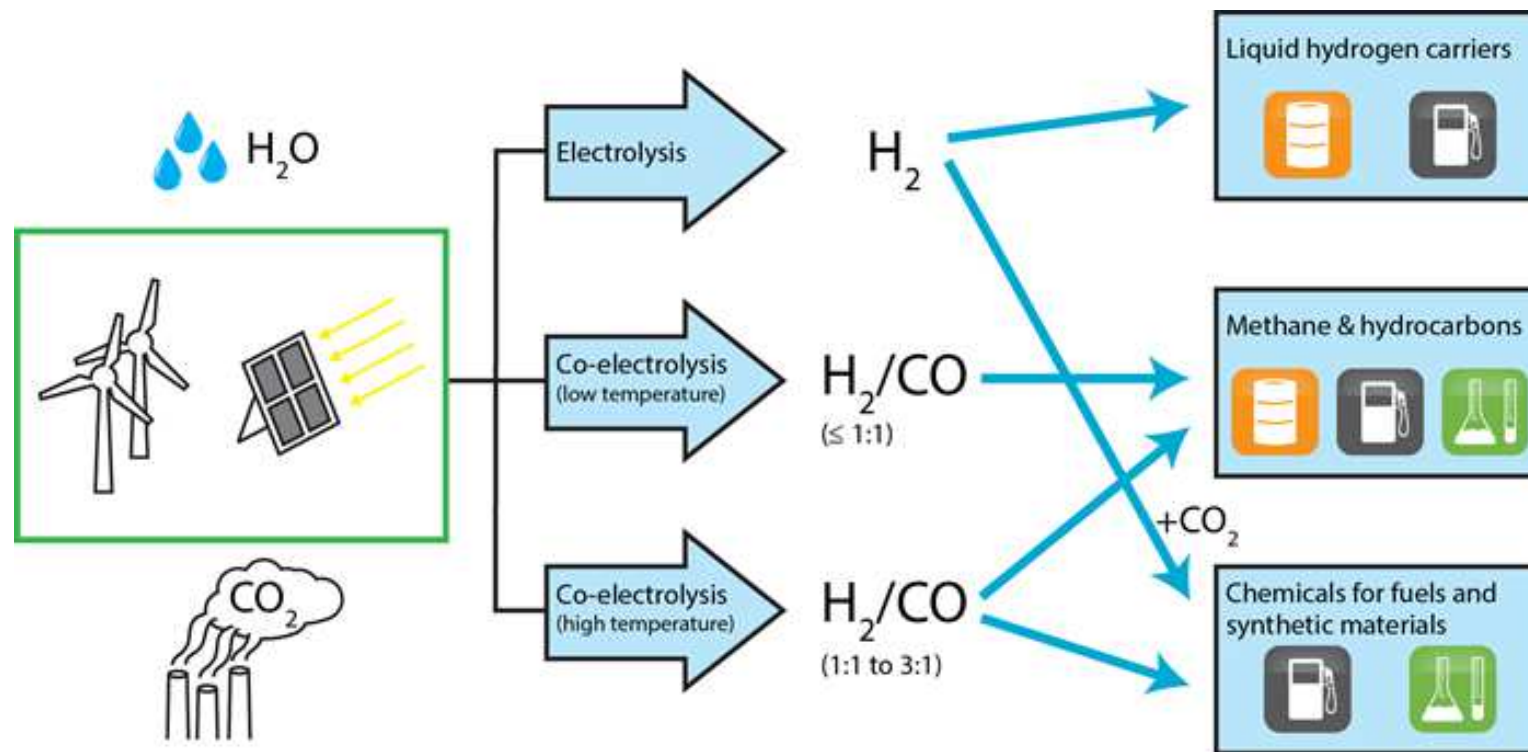


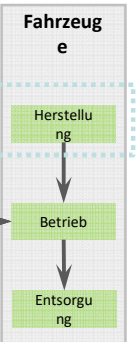
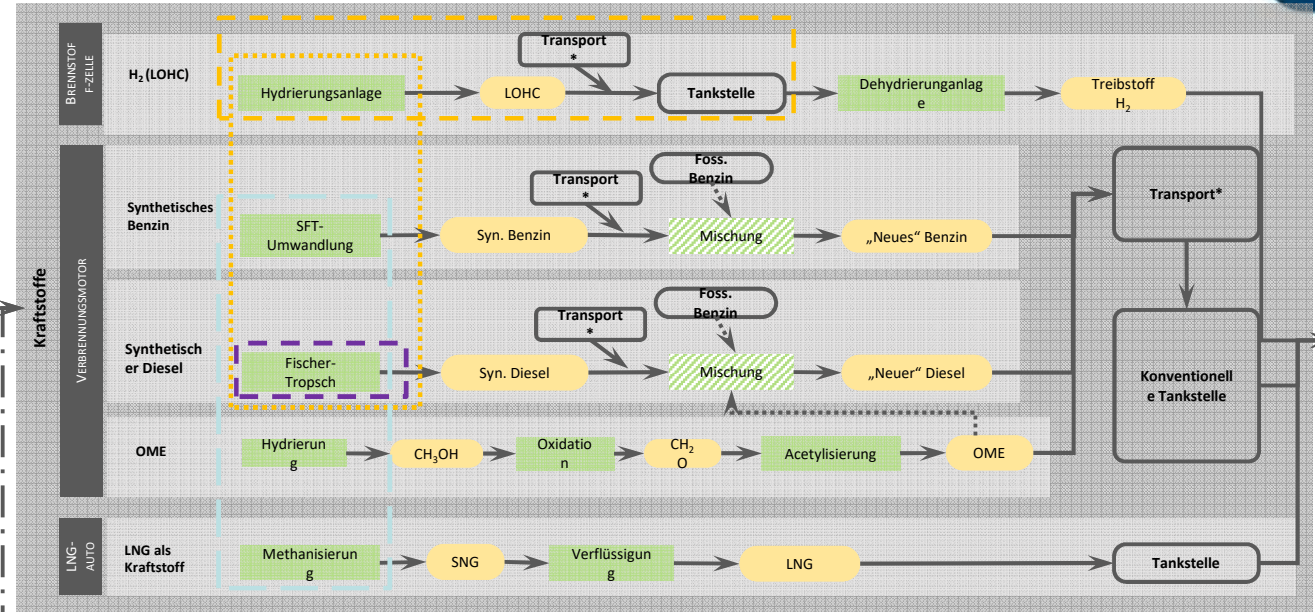
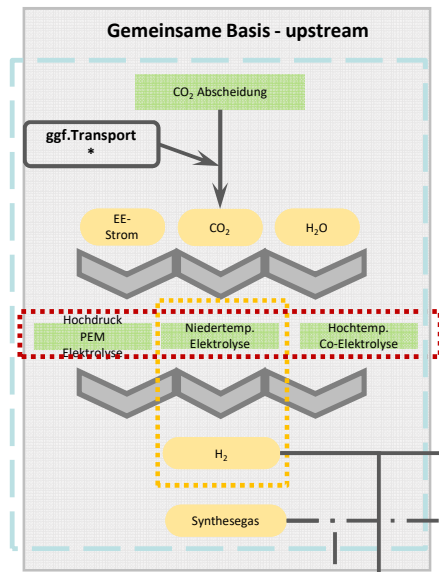
© 2014 ENERTRAG AG. Alle Rechte vorbehalten. ENERTRAG AG, 42699 Solingen, Deutschland. ENERTRAG AG ist ein Unternehmen der ENERTRAG GROUP. ENERTRAG AG ist ein Unternehmen der ENERTRAG GROUP.

Grafik: Römer

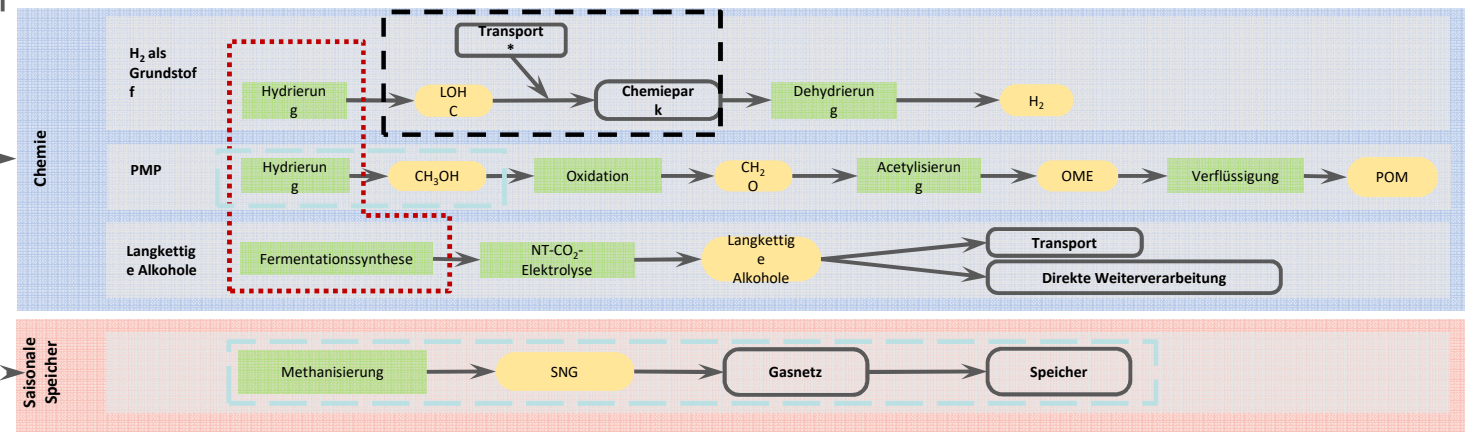
Quelle: ENERTRAG

# Power to X – darf es etwas mehr sein?





- Sunfire GmbH
- Siemens AG
- Volkswagen AG
- Innogy SE
- ArevaH2Gen GmbH
- IneraTec GmbH



Saubere Verbrennung mit "e-fuels"

# Der Sprit der Zukunft wird synthetisch hergestellt

12.01.2017, 11:48 Uhr | dpa



Sogenannte "e-fuels" könnten die Kraftstoffe der Zukunft werden. (Quelle: Ikon Images/imago)



Teilen



Twittern



Drucken



Mailen



Redaktion

Das mögliche Ende des Öls muss nicht das Ende des Verbrennungsmotors bedeuten. Wissenschaftler beschäftigen sich schon länger mit der Herstellung von Diesel oder Benzin aus Strom und CO2. Das hätte auch Vorteile für die Umwelt.

## AKTUELLES

- HSV-Ordner führen Lasogga ab
- Horror-Karambolage auf der A 93
- ▶ Nordkoreas geheime Cyber-Krieger
- Völler-Sohn fällt bei Doping-Test auf
- Brand in Lübecker Pflegeheim
- Lotto-Zahlen: 17 Mio. im Jackpot
- Frau (23) entmannt Vergewaltiger
- Skandal-Absprache beim Fußball?
- Passagier-Jet kollidiert mit Truck
- NBA-Star: "Erdogan ist Hitler"
- ▶ Militär besetzt deutsche Kolonie
- Potsdamer Platz teilweise gesperrt
- 4-Stufen-Plan bei Verstopfung

[zurück zur t-online.de Startseite](#)

Anzeige

ebay

So gut  
wie neu

Top Gebraucht  
entdecken



# Wasserstoff in Raffinerien



## RAFFINERIEN

05.04.2017

Suchen

## Politik für grünen Wasserstoff



Foto: Ikar.us

In Erdölraffinerien kommt auch Wasserstoff zum Einsatz

**Abgeordnete der Großen Koalition machen sich für den Einsatz von grünem Wasserstoff in Raffinerien stark: Sie sind dafür, dass er auf die Treibhausgas-Quote angerechnet wird.**

### bizz energy Juni 2017

Die neue bizz energy gibt es **ab dem 30.05.2017 am Kiosk** oder bei unserem Abonentenservice unter **bizzenergy@pressup.de**.



### bizz energy Research

**Individuell zugeschnittene Studien und differenzierte Analysen sowie kurze Reports.**

#### Aktuelle Angebote:

- » **Jetzt anmelden** zur 3. Runde unserer **Ausschreibungssimulation Wind Onshore**
- » **Zum Kostenbenchmarking Wind Onshore**

**MEHR INFORMATIONEN HIER**

**Film ab! Energiewende in 25 Sek.**

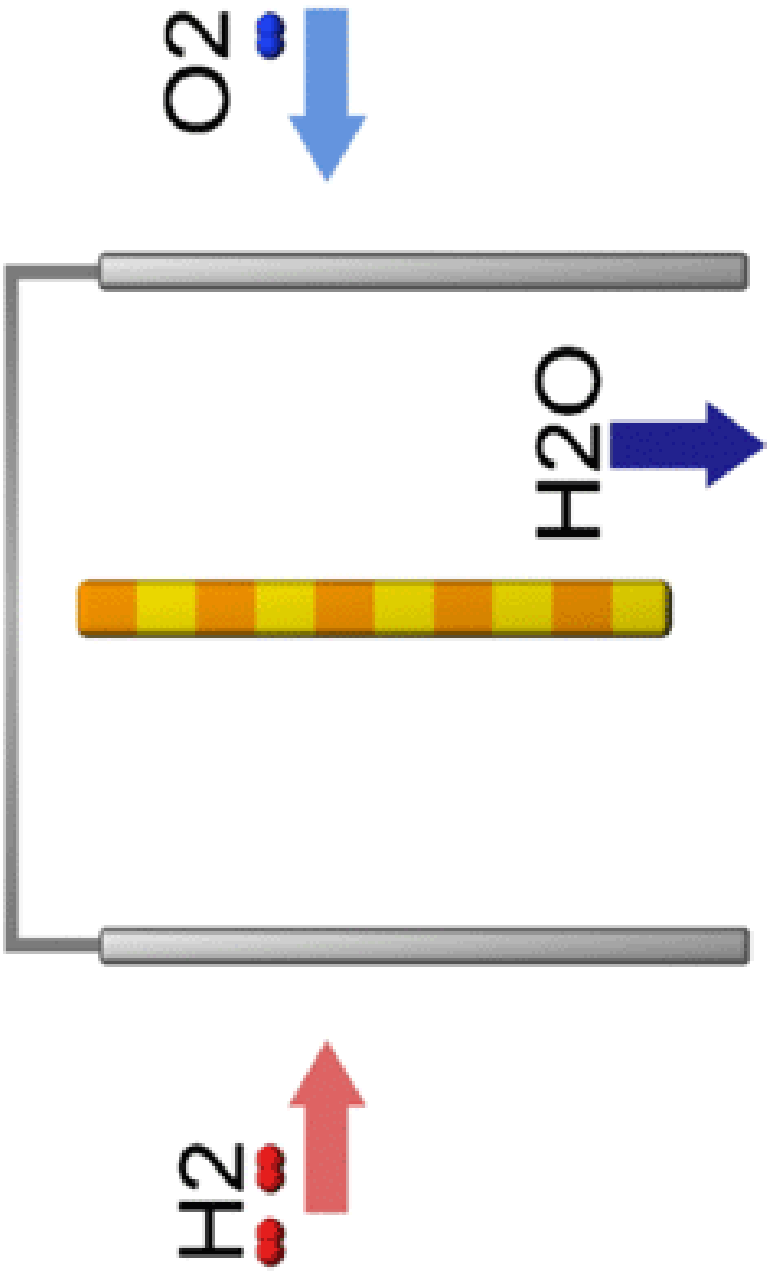


# Was ist eine Brennstoffzelle?





- Stromverbrauch +





## Brennstoffzellen-Stapel (Stack)





Wofür kann Wasserstoff als  
Energieträger genutzt werden?

Zu Wasser...  
zu Lande ...  
und in der Luft





# Hausgeräte (Erdgas -> Wasserstoff)





# Mobile Stromversorgung



## Dezentrale Energieversorgung mit Wasserstoff / Erdgas / Propan (200kW)



Wasserstoff /  
Erdgas / Propan

Strom

Wärme

Kälte

Brandschutz



## Hyundai IX35 (seit 2014)





## Toyota MIRAI (seit 2015)





Und was ist mit TESLA?



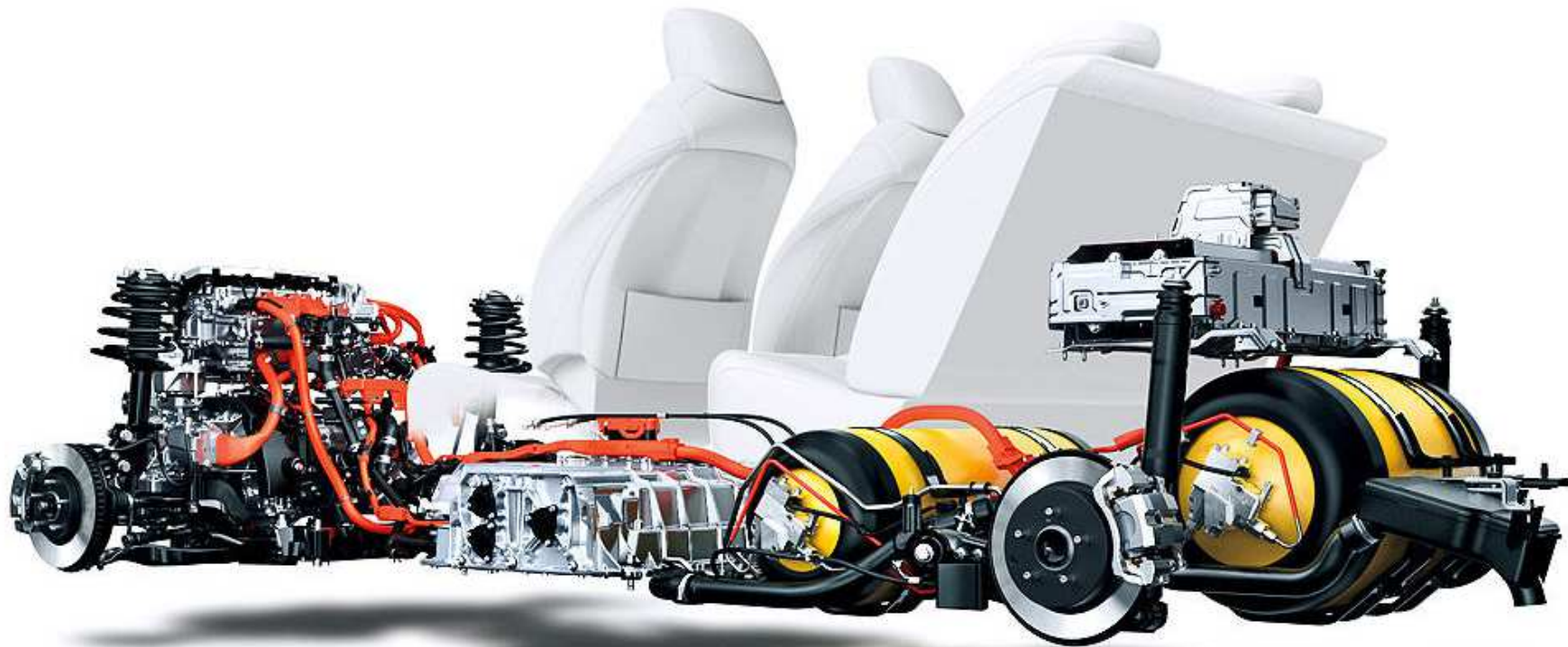


## Der MIRAI von „innen“





## Der MIRAI von „innen“





Auch Bayern macht wieder mit...





VW –  
dieses Mal „ohne Tricks“





Daimler –  
jetzt auf der IAA





## Kurzer technischer Boxenstopp

TESLA Model 3



TOYOTA Mirai



### Antriebsstrang

Batterie

Brennstoffzelle + Batterie

### Reichweite

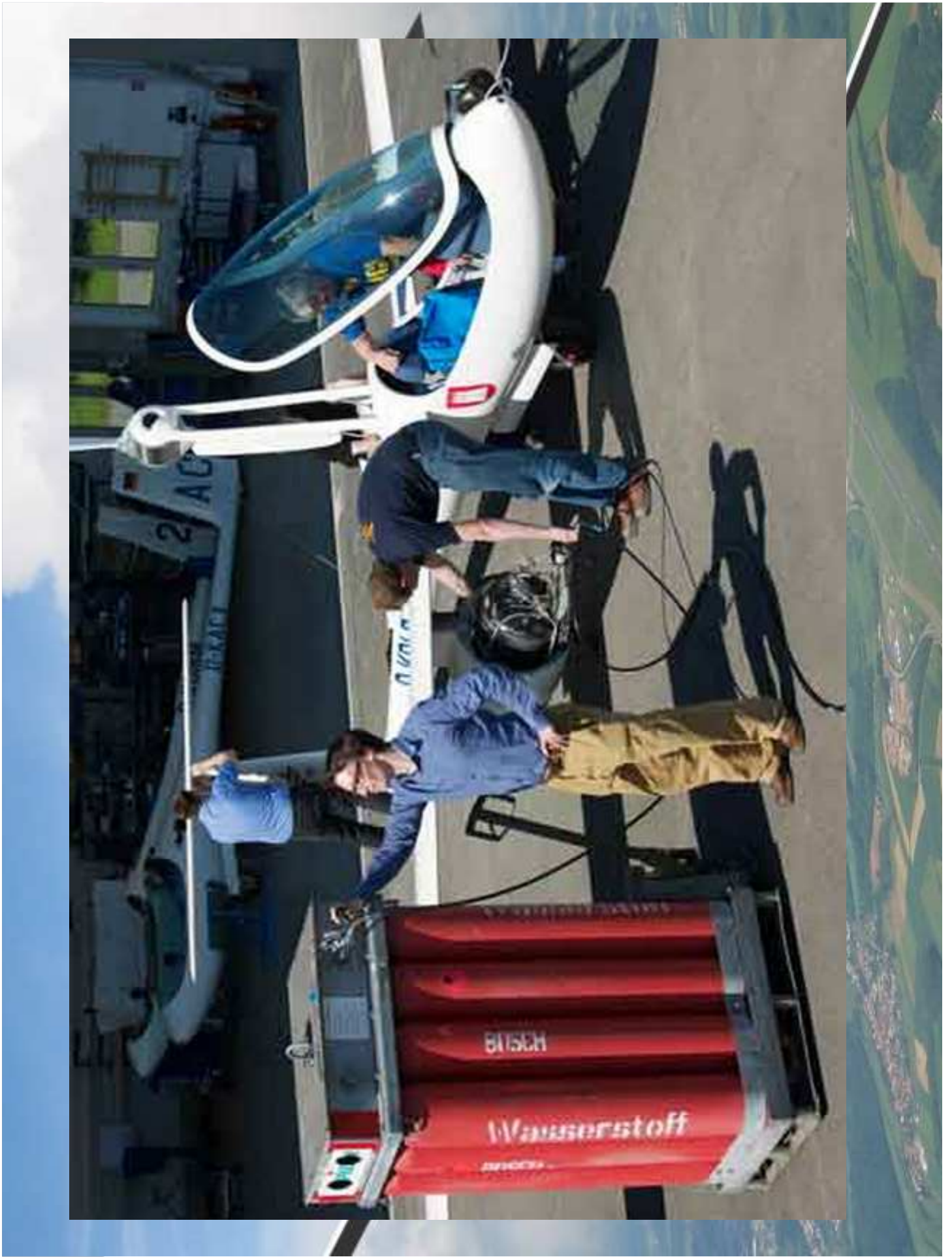
320 km

550 km

### Zeit für Tankvorgang

30-120

3 Minuten





# Elektrisches Bugrad (Airbus, DLR)





# H2 Brennstoffzellen Zug von ALSTOM





## H2 Brennstoffzellen Truck von COOP

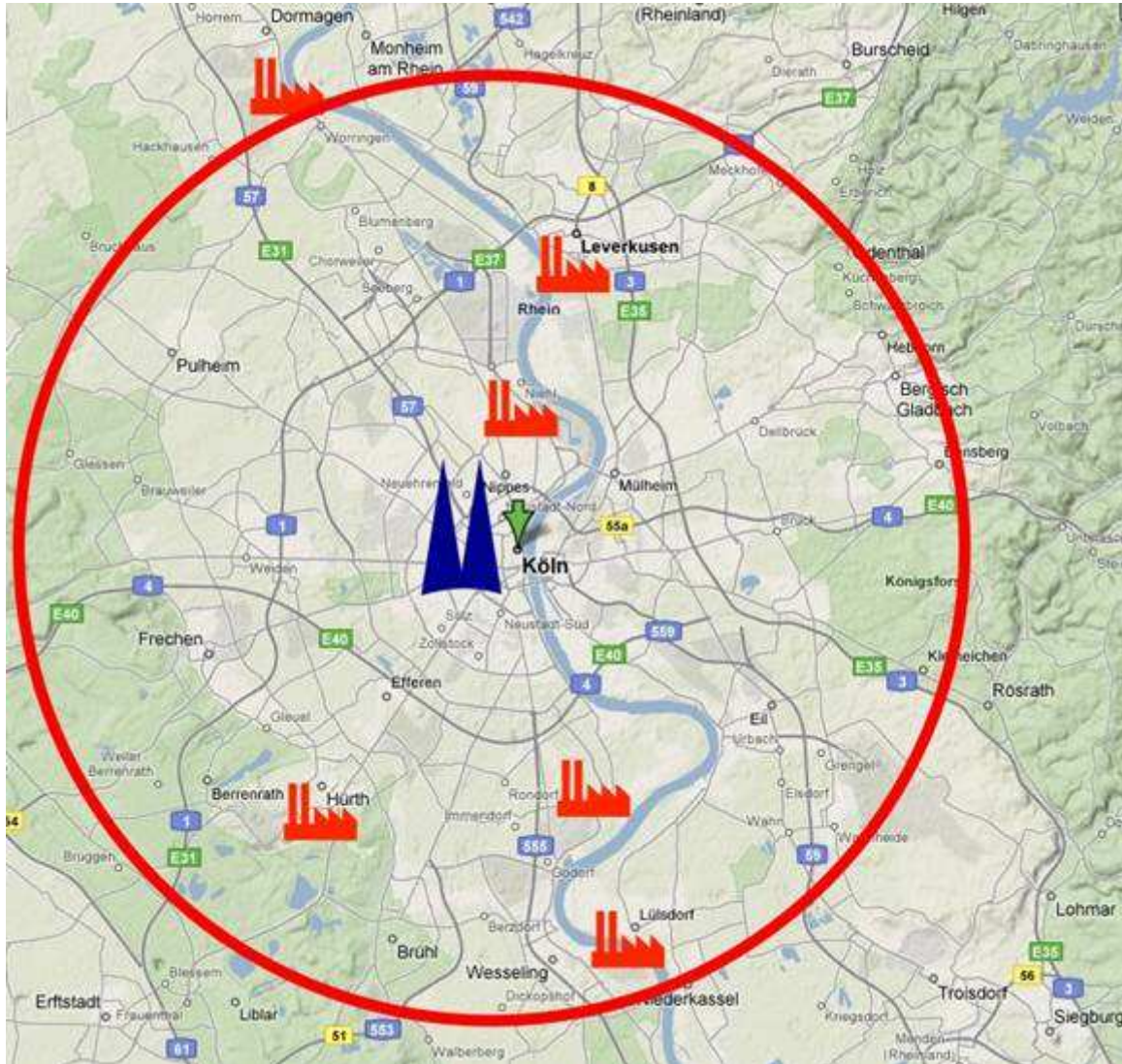




Und was passiert in der Region Köln?



# Chemie Region Köln



- **20 Tonnen Wasserstoff pro Tag**
- **Reicht für die komplette regionale Busflotte (1000 Busse)**



Ein regionaler und  
ökonomischer Faktor:

50 Tonnen H<sub>2</sub> / Tag =  
1,65 GWh / Tag =  
**73 Mio EUR / Jahr**  
(Dieseläquivalent)



## Partner aus der Region Köln



- Investor, Betreiber



- „Schnittstelle“ zum Chemiepark



- Bau der Tankstelle



- Projektmanagement



- Wasserstoff-Versorgung



- Betrieb der Brennstoffzellen-Hybrid-Busse



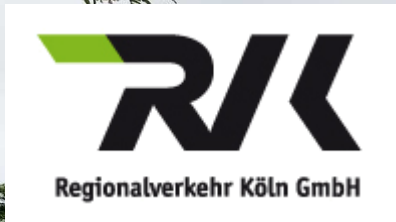
## Wasserstoff-Tankstelle in Hürth (seit 2010) Kapazität: 100 KG / pro Tag ~ 5 Busse



Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung



# Brennstoffzellen-Hybrid-Busse – ein regionales Projekt



Gefördert vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und vom Land Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

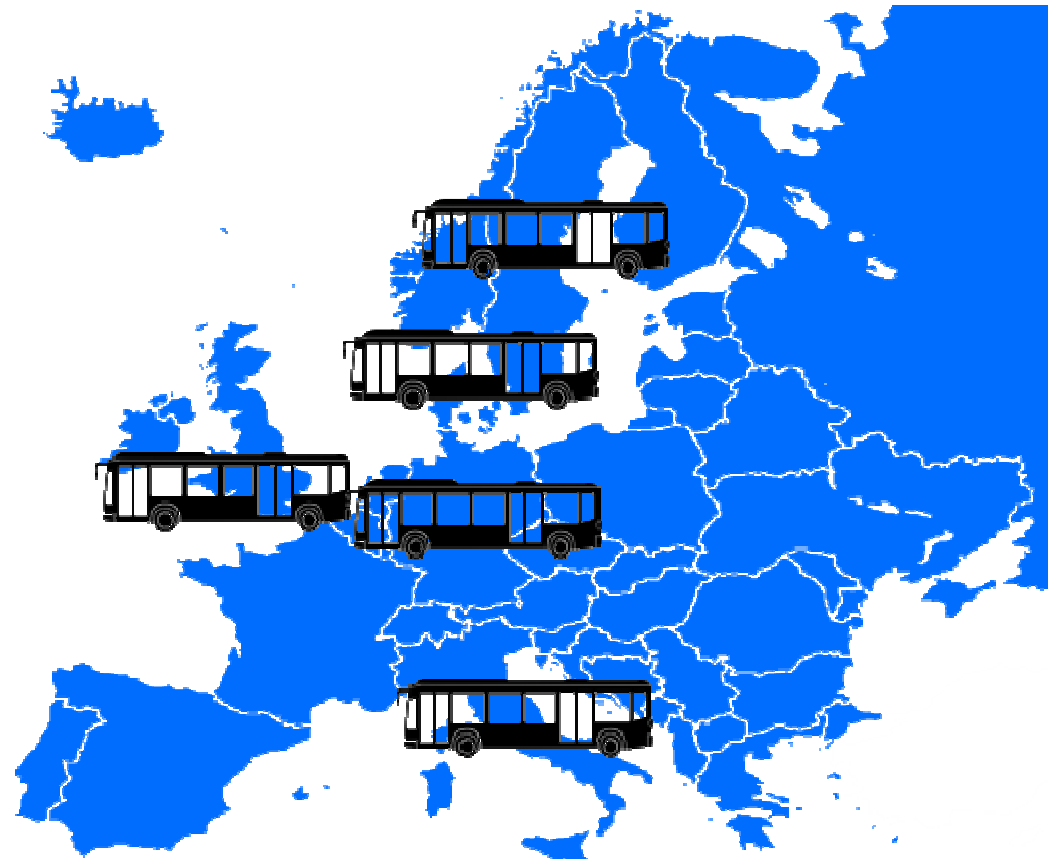




# CH<sub>2</sub>IC

## Clean Hydrogen in European Cities (CHIC Project)

- 5 Regionen
- 26 Busse
- 5 Jahre Laufzeit





# Ausblick

# 50 H2 Tankstellen - Aufbau bis 2018





Ausblick...

## Mehr regionale Wertschöpfung

Erneuerbar erzeugt –  
lokal gespeichert –  
regional genutzt.





## Nach CHIC kommt JIVE Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe





[Über uns](#)

[Mitgliederverzeichnis](#)

[Kompetenz-Atlas](#)

[Projekte in NRW](#)

[Förderung](#)

[Expertengruppen/Plattformen](#)

[Brennstoffzellen](#)

[Wasserstoff](#)

[Termine](#)

[Studium und Karriere](#)

[Elektromobilität in NRW](#)

Mitglied bei:



[Start](#)

[Druckversion](#)

Nachricht vom 25.01.2017

## Europas größtes Brennstoffzellenbusprojekt gestartet

**Kickoff zum derzeit größten EU-Gemeinschaftsprojekt für BZ-Busse: Im Projekt JIVE sollen ab 2018 rund 140 Fahrzeuge beschafft werden, im Projekt MEHRLIN wird der Bau von 7 Wasserstofftankstellen für Busse gefördert.**

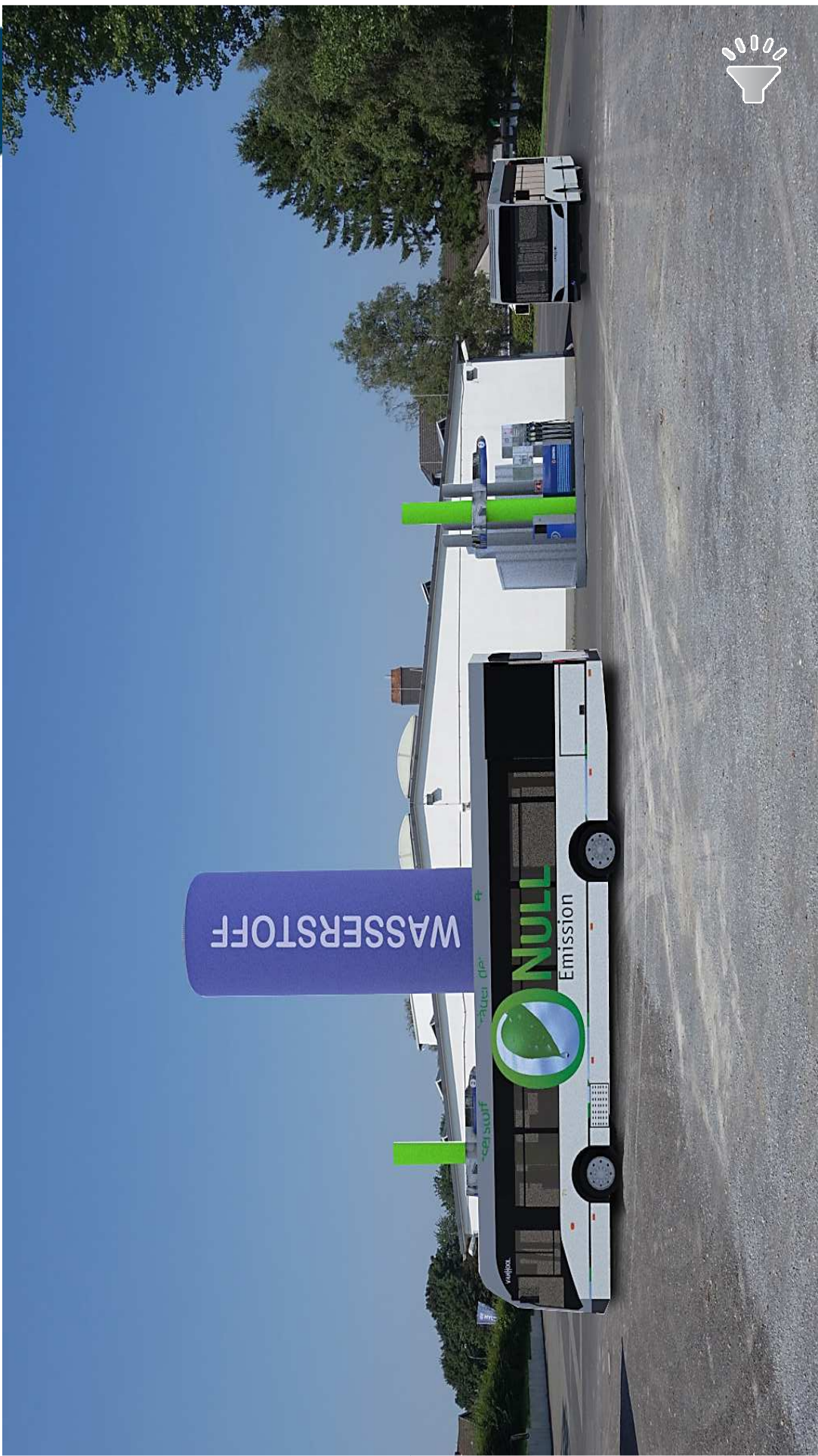
Heute fand in Köln der Kickoff zum bislang größten EU-Gemeinschaftsprojekt im Bereich Brennstoffzellenbusse statt. Im Projekt JIVE sollen ab 2018 rund 140 Fahrzeuge beschafft werden, im Projekt MEHRLIN wird der Bau von 7 Wasserstofftankstellen für Busse gefördert.

Die Größenordnung der Projekte wird es europäischen Busherstellern ermöglichen, ihre Produktionskapazitäten zu erhöhen und Skaleneffekte zu erzielen. Diese sind erforderlich, damit Brennstoffzellenbusse mit anderen Nullemissionskonzepten des öffentlichen Verkehrs preislich konkurrieren können. Ebenso wird das Projekt zeigen, dass Wasserstoff-Tankstellen im täglichen Einsatz mit hohen Abnahmemengen wirtschaftlich zu betreiben sind. Dies wird den Betreibern sowie der Industrie wertvolle Informationen liefern und gleichzeitig die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit dieser Anlagen demonstrieren, die für den Einsatz im ÖPNV unabdingbar sind.

Das JIVE-Projekt wird mit 32 Mio. EUR durch das Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) gefördert, einer



Projektpartner in JIVE und MEHRLIN



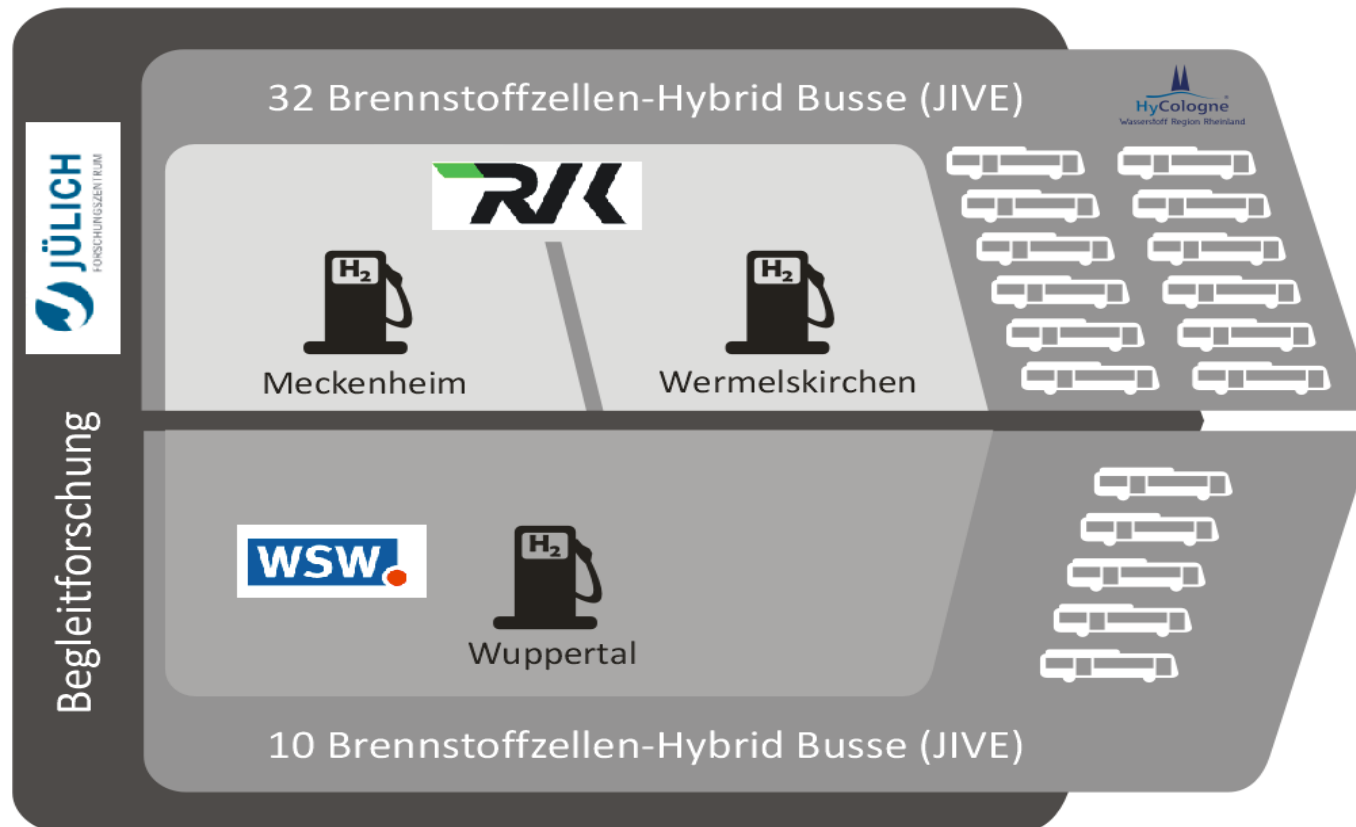


## Neue Busdepots mit Wasserstoff





# BIC H2 - die Struktur



Gefördert durch:  
 Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:  
**NOW**  
Nationale Organisation Wasserstoff-  
und Brennstoffzellentechnologie



Mehr Info hier...



10.-12. Oktober 2016,  
Stuttgart



**Carsten Krause und Boris Jermer**  
info@hycologne.de



**Fragen & Diskussion**