



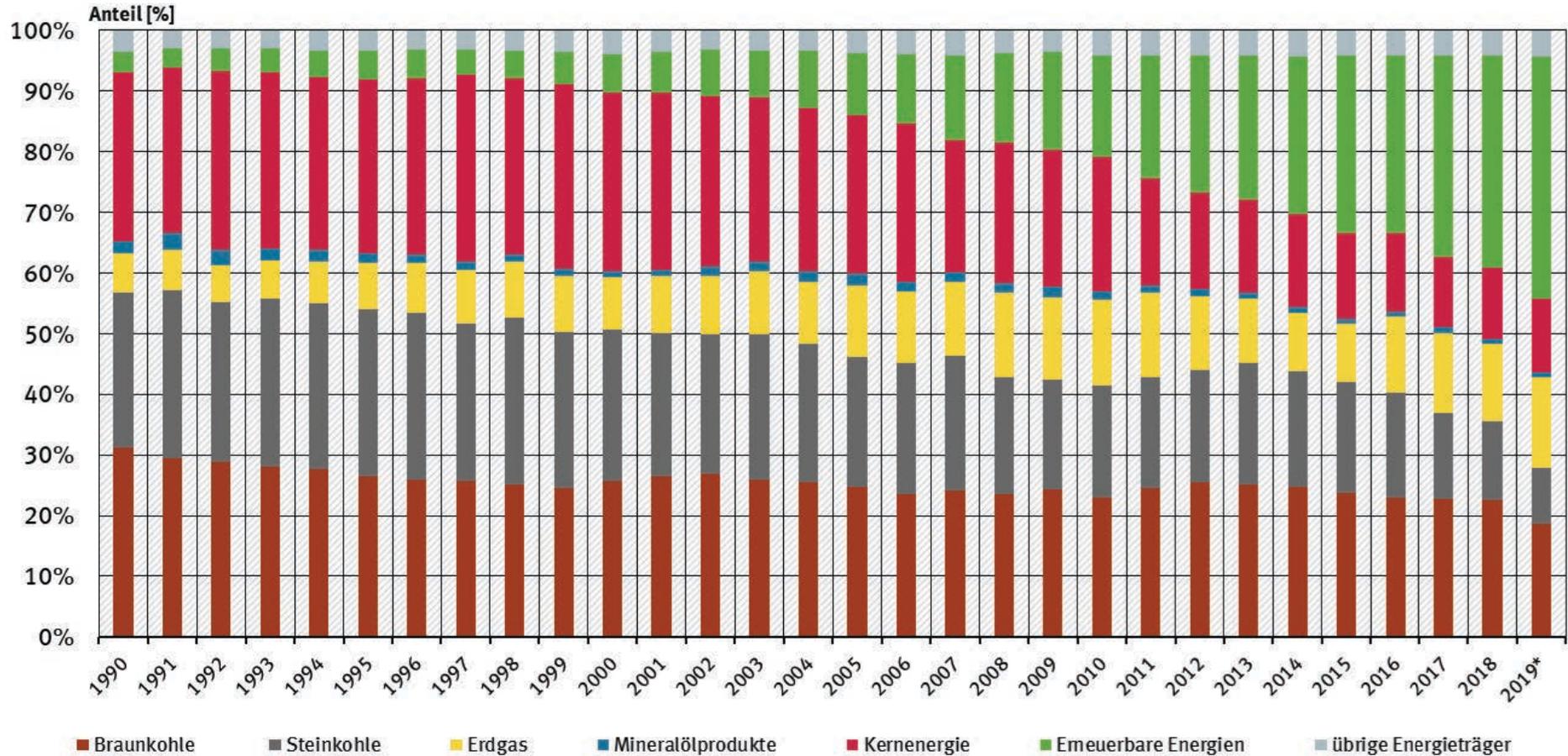
# Wasserstofftechnik in der Anwendung - Perspektiven für die Mobilität

TH Wildau, 12. März 2021

Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan



# Anteil der Energieträger an der Bruttostromerzeugung – „Deutscher Strommix“



\* vorläufig z.T. geschätzt

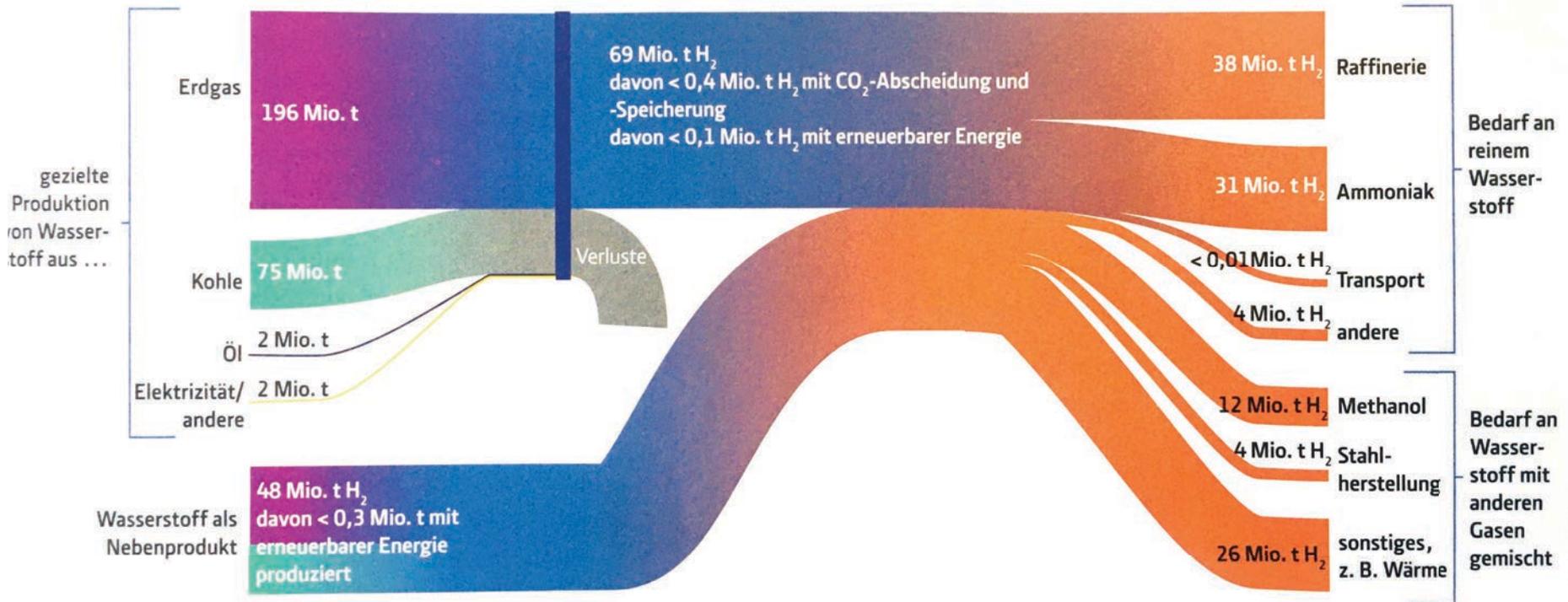
Quelle: AGE B Stand 17.12.2019, eigene Berechnungen UBA, AGEE - Stat 02/2020

Sowohl die EU als auch Deutschland haben sich ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt: Bis 2050 sollen die jährlichen Treibhausgas (THG)-Emissionen im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent sinken. Zwischenziele bestehen für 2020 und 2030. Die Ziele sind im Lichte der Ergebnisse der Klimakonferenz in Paris zu betrachten. Die Weltgemeinschaft einigte sich dort Ende 2015 auf das Ziel einer treibhausgasneutralen Weltwirtschaft zwischen 2050 und 2100.

Ziele	Deutschland			EU		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
<b>Treibhausgase</b>						
Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -80 bis -95 %	-20 %	-40 %	-80 bis -95 %
<b>Steigerung des Anteils EE am Energieverbrauch</b>						
Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18 %	30 %	60 %	20 %	27 %	
<b>Reduktion des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz</b>						
Senkung des Primär- oder Endenergieverbrauchs (P/EEV)	-20% PEV ggü. 2008		-50% PEV ggü. 2008	20% (Energieeffizienzsteigerung ggü. business-as-usual)	27% (Energieeffizienzsteigerung ggü. business-as-usual)	

# Rahmenbedingungen

- Klimaschutzziele  
 (treibhausgasneutralen Wirtschaft zwischen 2050 und 2100),
- Strukturwandel Lausitzregion,
- Ausrichtung der TH Wildau auf Wasserstoffanwendungen



Quelle: IEA 2019

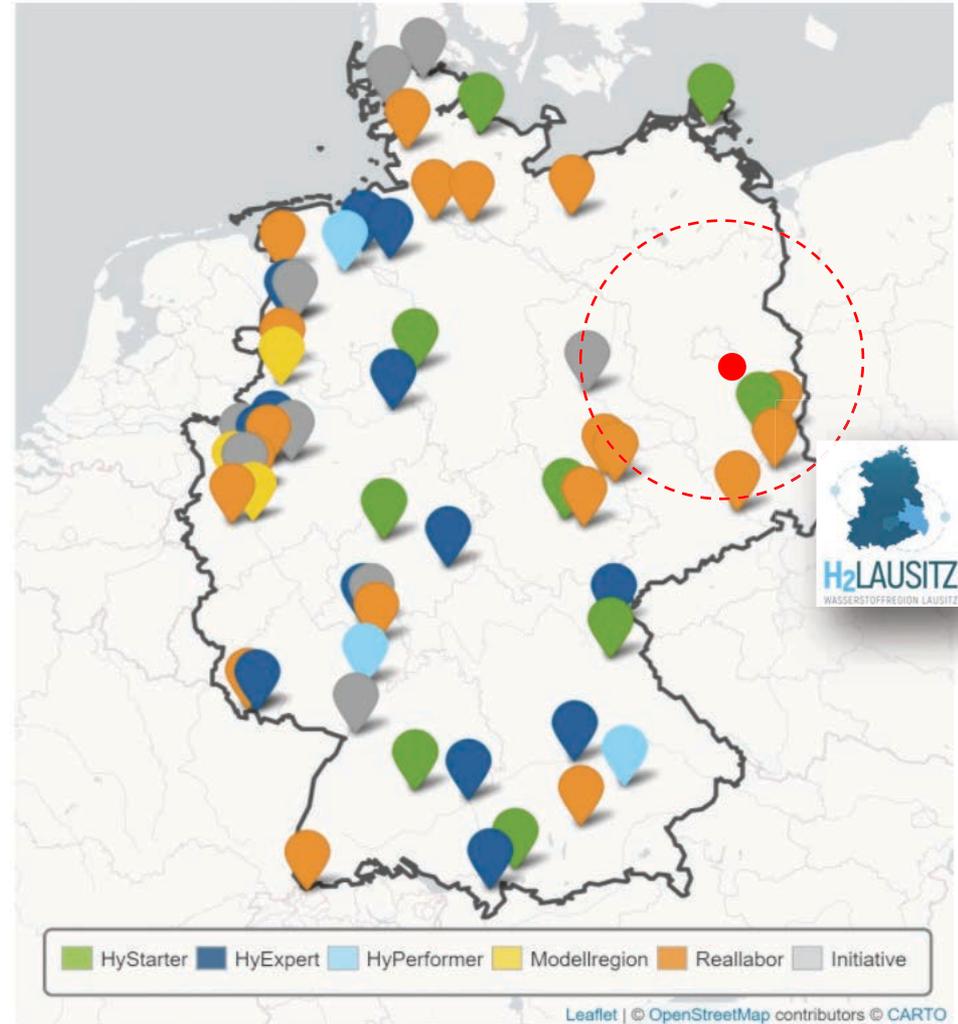
# Welche Wasserstoffregionen gibt es in Dtl?

Stand: April 2020

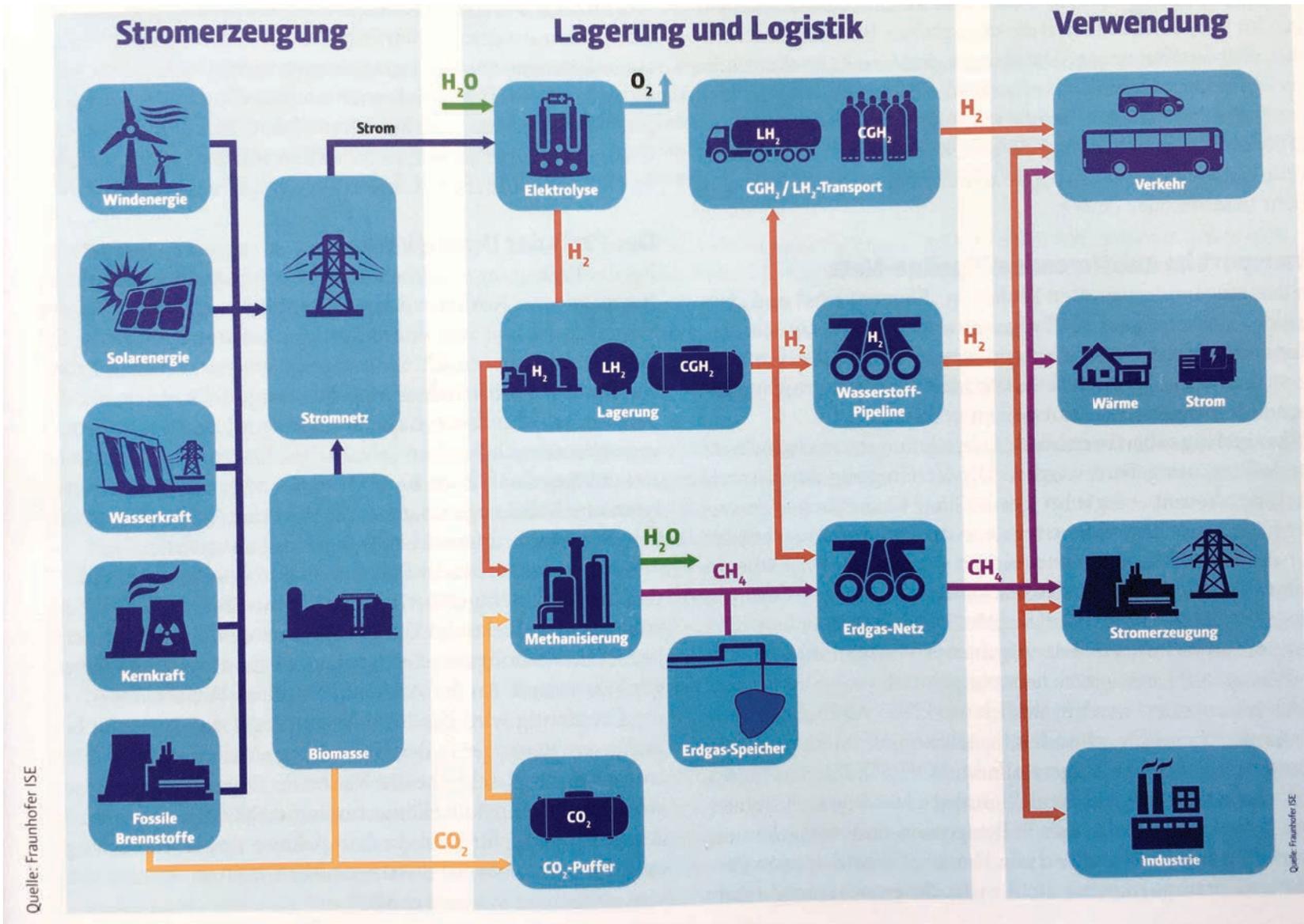
Die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) fördert mit „HYLAND – Wasserstoffregionen in Deutschland“ insgesamt 25 Regionen. Der Fokus des Förderprogramms liegt auf der Integration von grünem Wasserstoff im Verkehrssektor.

Es gibt folgende Kategorien:

- **HyStarter** (9 Regionen):  
Sensibilisierung der Region für das Thema Wasserstoff und Entwicklung von Grobkonzepten
- **HyExperts** (13 Regionen):  
Erstellung von umsetzungsreifen Feinkonzepten
- **HyPerformer** (3 Regionen):  
Umsetzung der Wasserstoffprojekte



# Erzeugen, speichern, verteilen, verbrauchen

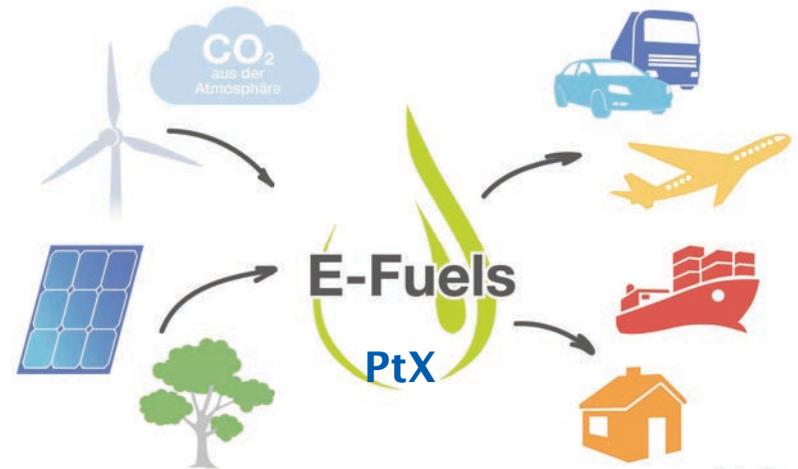


# Zielstellung des Hydrogenium

Energiebedarfe der Zukunft müssen durch nachhaltige, regenerative Quellen befriedigt werden. Industrielle Wirtschaftssysteme sind zunehmend angehalten, auf eine Effizienz der Energienutzung zu achten und ihre Prozesse CO<sub>2</sub>-sparend zu gestalten. Im Umbruch der Energiesysteme stellen neue Anforderungen an die Bereitstellung und vor allem die Nutzung in konventionellen Bestandssystemen sowie Produkten und Dienstleistungen eine volkswirtschaftliche Dimension dar. Im Zuge des Ausbaus von marktregulierenden Anforderungen wie bspw. der Normungsreihe ISO 50.001 werden Qualifizierungssysteme eine wesentliche Voraussetzung, um sich diesen Faktoren zu stellen und wirtschaftlich im Wettbewerb zu agieren.

Das Zentrum soll als Plattform dienen, um auf Basis von Live-Demonstratoren, einem Reallaboren und Fachkräften für das Themengebiet zu sensibilisieren und die Eigenentwicklung von Anwendungen des Wasserstoffes zu begleiten. Die Nähe zu Wissenschaftspartnern sowie Partnerunternehmen soll hierzu als Enabler dienen und den Prozess der Umsetzung von Lösungen beschleunigen helfen (Inkubator).

- Prof. Dr.-Ing. Klaus Dreiner (HNE-Eberswalde)  
(*Nachhaltige Automation*)
- Prof. Dr. rer. nat. Lutz Giese  
(*Energiemanagement/Erneuerbare Energien*)
- Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan  
(*Cyberphysische Produktionssysteme, AES*)
- Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Rolle  
(*Ingenieursphysik und Erneuerbare Energien*)
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rüter-Kindel  
(*Luftfahrttechnik*)



## Gemeinsame Zielsetzung:

- Minderung von CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen aus industriellen Prozessen und Kraftwerken
- Lösungen im Bereich der Energieforschung und der Energiewende für die Industrie
- CO<sub>2</sub>-Reduktion durch den Einsatz alternativer Reduktionsmittel wie Wasserstoff



- Photovoltaik-Module
- Spektralradiometrie
- Thermographiemessungen
- Solarthermische Anlage zur Brauchwasserbereitung
- Vertikale Windkraftanlage
- Wasserstoff-Brennstoffzellenanlage



**Projektbeispiel:** Ausstattung von Basisstationen des Digitalfunks der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BSO) des Landes Brandenburg mit Wasserstoff-Brennstoffzellen-Netzersetzanlagen

**Laufzeit:** 06/2012-03/2017



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



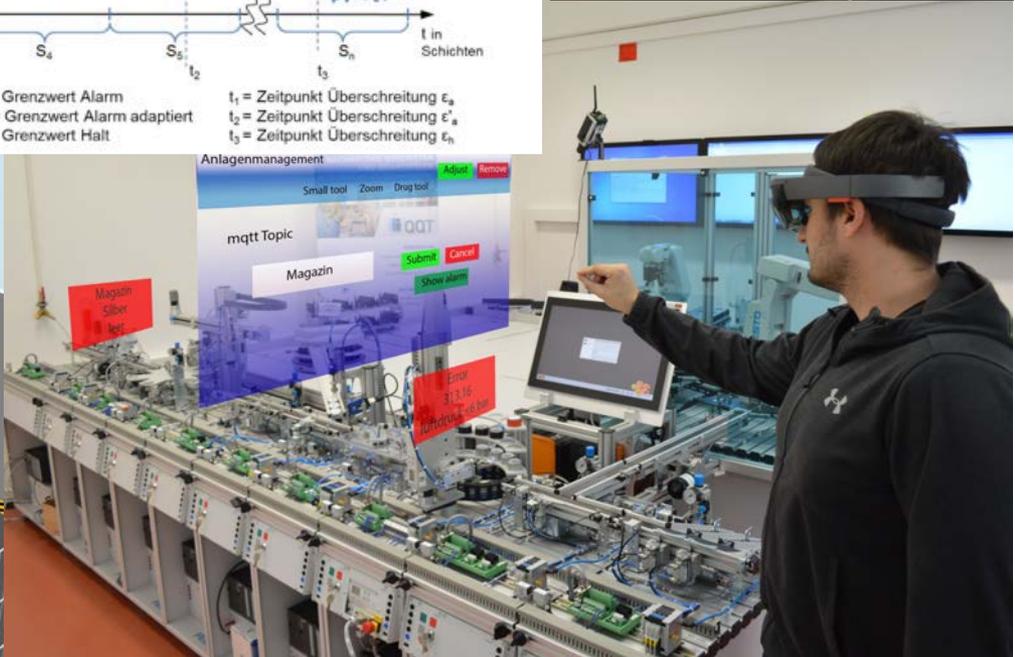
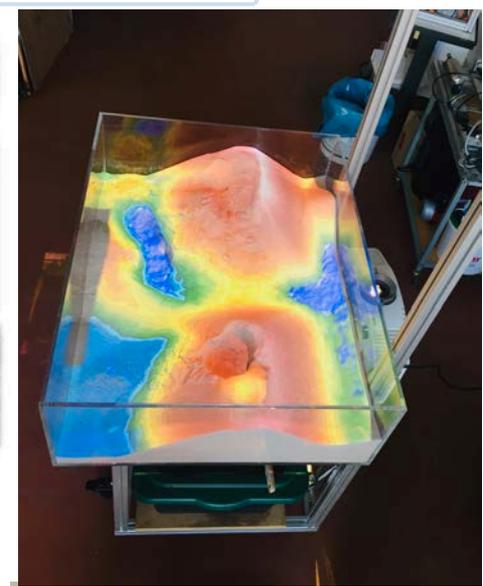
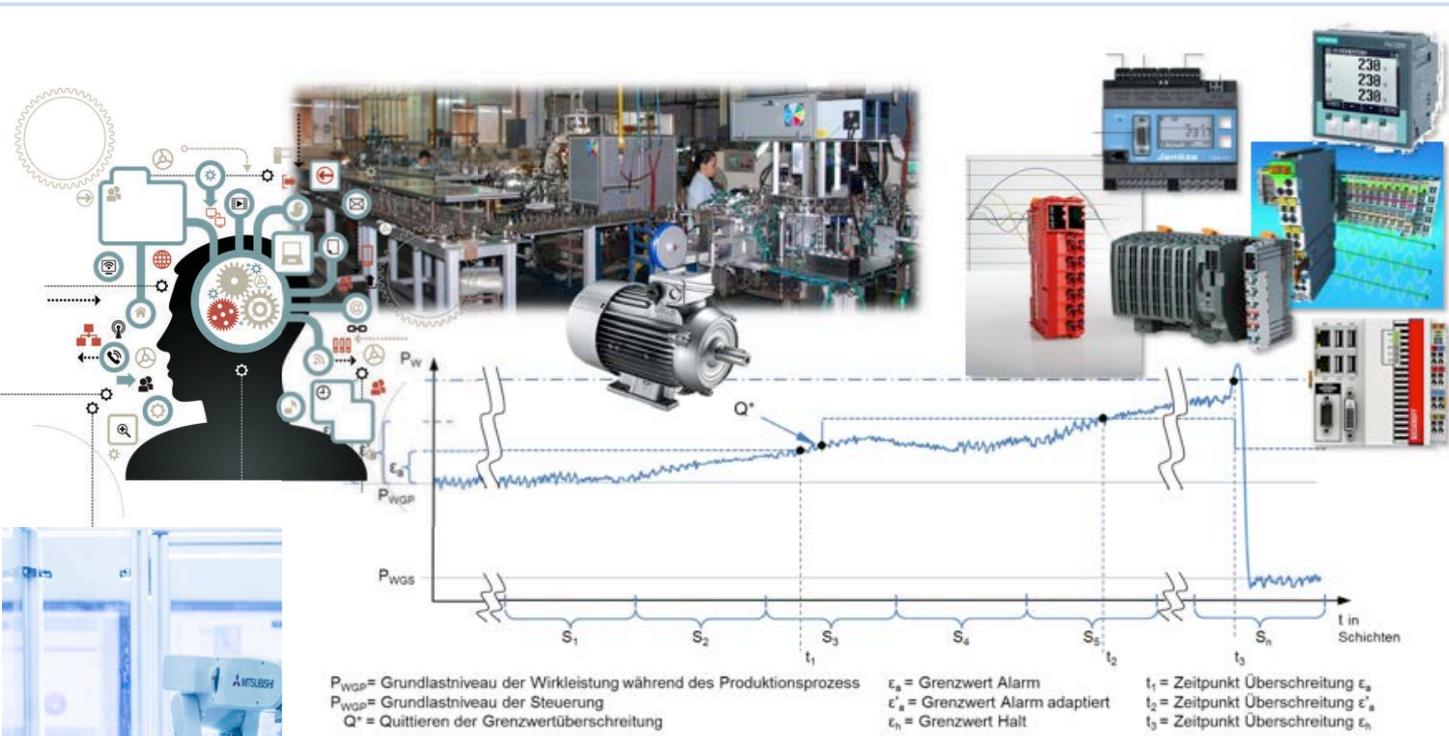
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

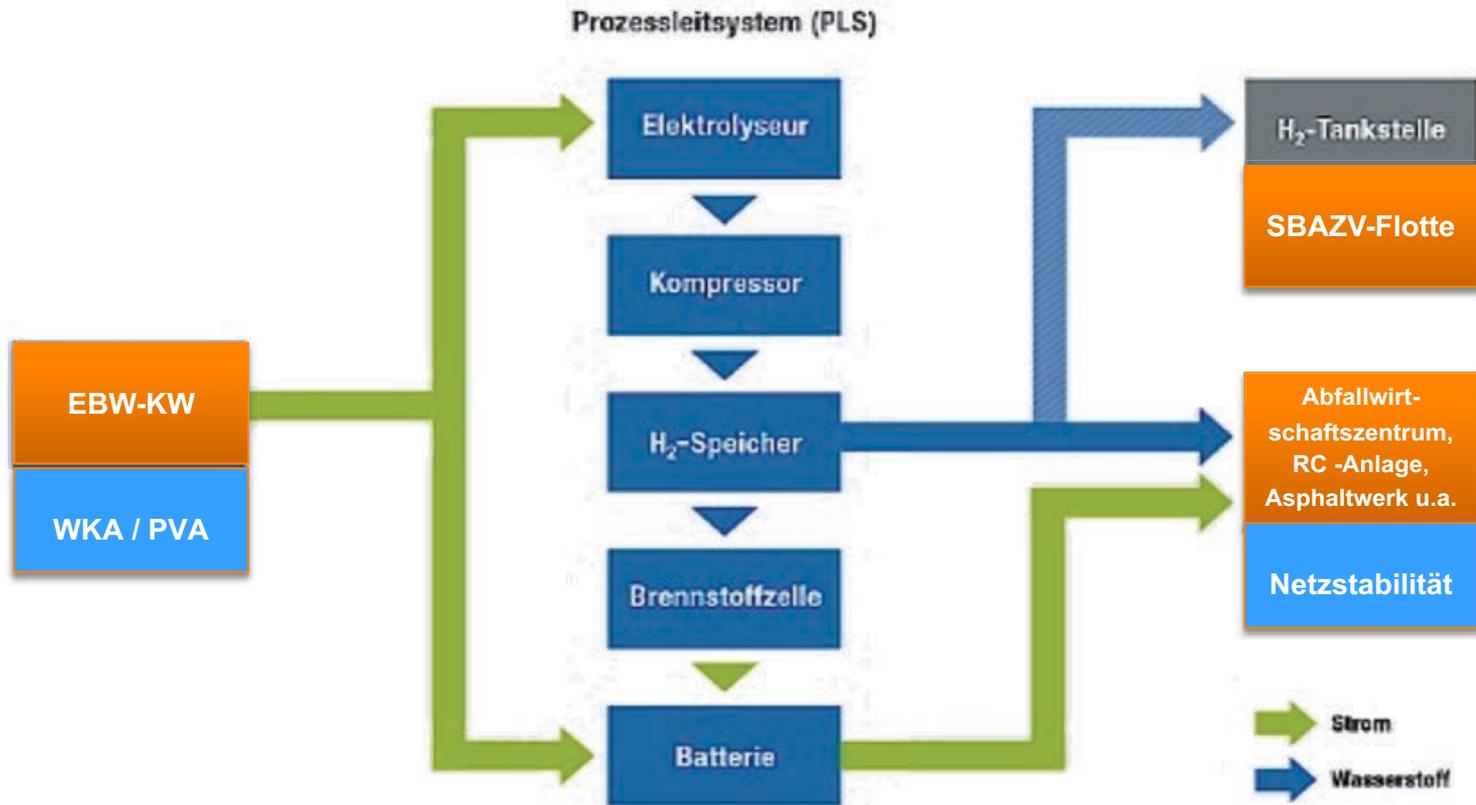


# Technikum für Cyberphysische Produktionssysteme: Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan





# Nutzungskonzept - Wasserstoff

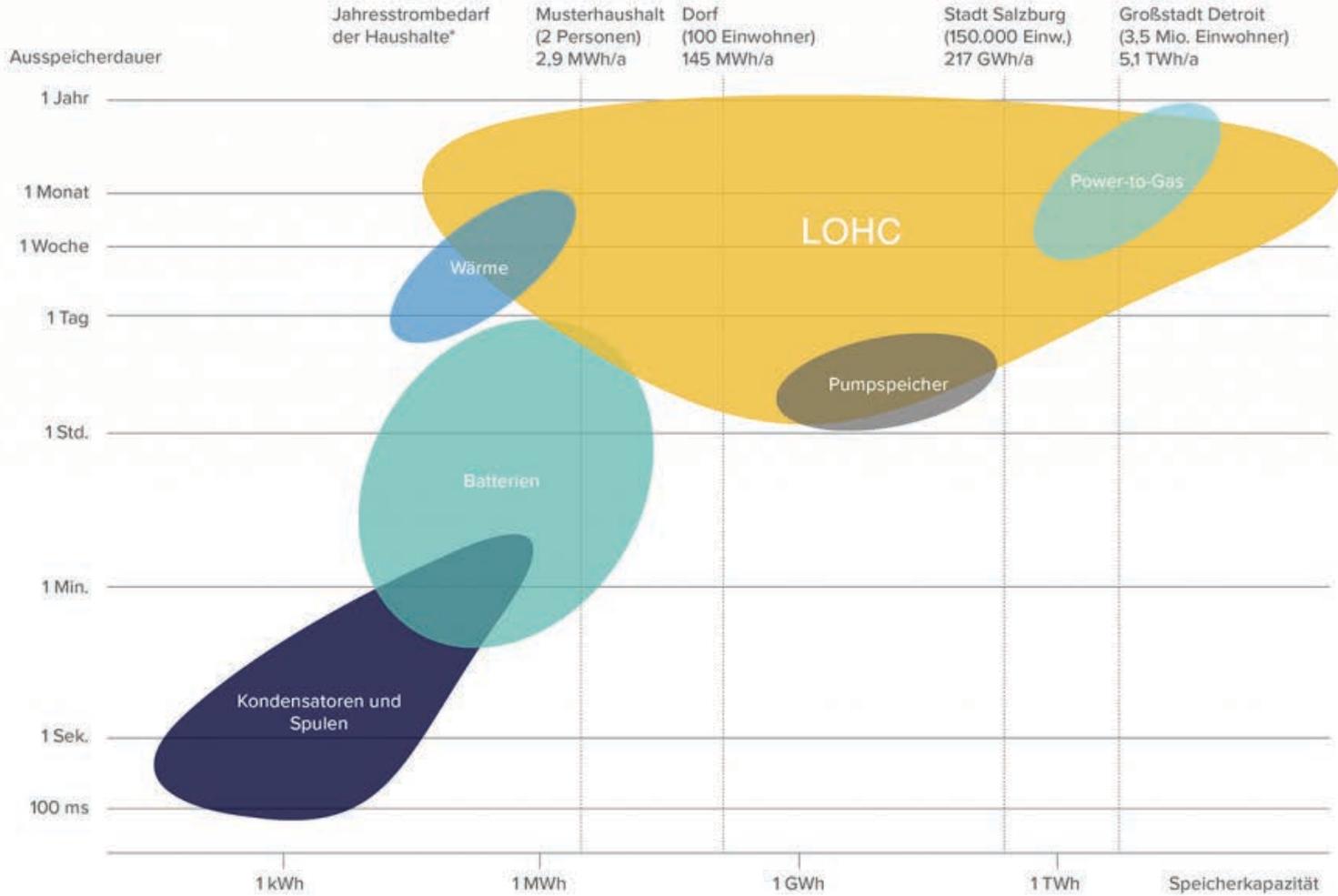


EBW-KW ... Ersatzbrennstoffkraftwerk-Königs Wusterhausen

WKA/PVA ... Windkraft/Photovoltaikanlagen

SBAZV ... Südbrandenburgischer Abfallzweckverband

# Speicherkapazitäten ausgewählter Medien

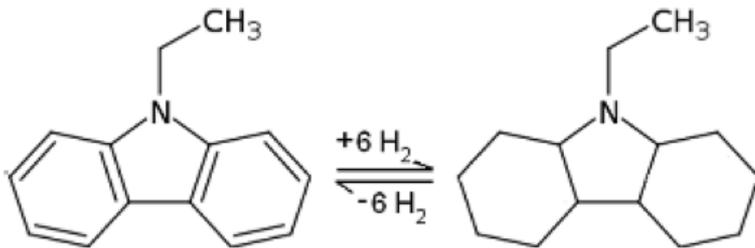


■ chemisch   
 ■ thermisch   
 ■ mechanisch   
 ■ elektrochemisch   
 ■ elektrisch/elektromagnetisch

\* ohne Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; Strombedarf pro Person: 1,45 MWh/a  
 Quelle: H2-Industries SE

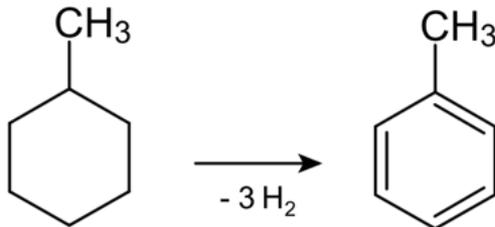
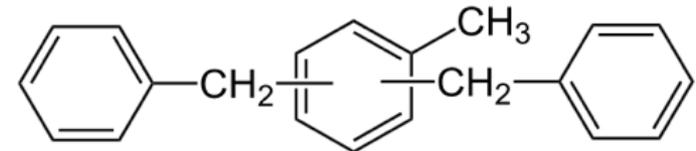
# LOHC-Trägermaterialien zur chemischen Wasserstoffspeicherung (Prof. Lutz Giese)

1. Dibenzyltoluol  $C_{21}H_{20}$
2. N-Ethylcarbazol  $C_{14}H_{13}N$
3. Toluol  $C_7H_8$



Ein weiteres Beispiel eines geeigneten Prozesses ist die katalytische Hydrierung und Dehydrierung von **N-Ethylcarbazol** ( $C_{14}H_{13}N$ ) oder ähnlicher Verbindungen (wie z.B. N-Methylcarbazol oder Phenylcarbazol). Rund **58 kg Wasserstoff pro Tonne** beladenem LOHC.

**Dibenzyltoluol**  $C_{21}H_{20}$  ist ein Polyaromat und eignet sich über eine Hydrierungs- und Dehydrierungsreaktion zur Speicherung von Wasserstoff. Von dieser Verbindung gibt es mehrere Struktur-Isomere, die sich aber alle vergleichbar verhalten. **Pro Tonne** der Trägersubstanz können so **rund 50 kg Wasserstoff** gespeichert werden.



Eine weitere Möglichkeit zur reversiblen Wasserstoffspeicherung ist die Hydrierung/Dehydrierung von **Toluol**  $C_7H_8$  zu Methylcyclohexan. Dieser Prozess wird als Methylcyclohexan-Toluol- $H_2$ -System (MTH) bezeichnet. Toluol ist ein weit verbreitetes Lösungsmittel, das im Verdacht steht, krebserregend zu sein. Wegen der schwierigen Dehydrierbarkeit hat man sich in der Forschung auf andere Stoffe verlagert. Rund **61 kg Wasserstoff pro Tonne** beladenem LOHC.

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan**  
*Automatisierungstechnik (Bachelor)*  
*Automatisierte Energiesysteme (Master)*  
*FG: iC3@Smart Production*

Technische Hochschule Wildau  
Hochschulring 1  
15745 Wildau

+49(0) 3375 508 418  
+49(0) 171 9764862  
jrs@th-wildau.de

[www.ic3-wildau.de](http://www.ic3-wildau.de)

