ERZGEBIRGE
DIE ERLEBNISHEIMAT

HZwo Antrieb für Sachsen
Sächsischer Innovationscluster für Brennstoffzellen und Wasserstoff

Eisenbahn-Sommer im Erzgebirge

Referent:

Nico Keller M.Sc.
HZwo e.V.

Professur Alternative Fahrzeugantriebe
TU Chemnitz

Emissionsfreie Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen

HZwo e.V. und das sächsische Innovationscluster für Wasserstoff

Gefördert durch:
STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT ARBEIT UND VERKEHR
Freistaat SACHSEN
Umgesetzt durch:
SAB

SEIT 2018 DIE SÄCHSISCHE KOMPETENZSTELLE FÜR WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

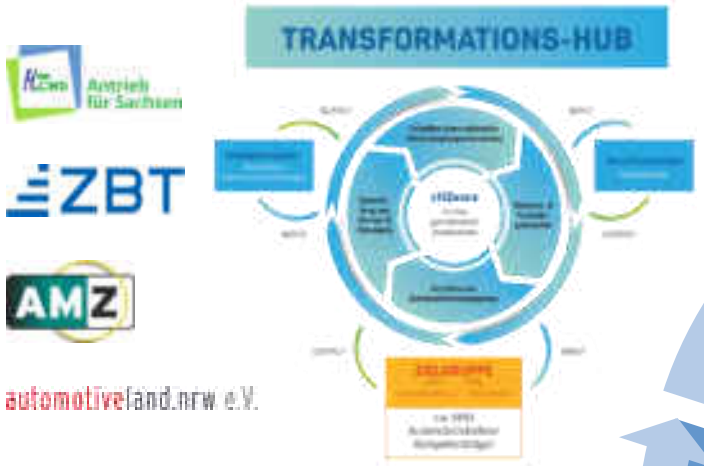
HZwo bietet Zugang zu:

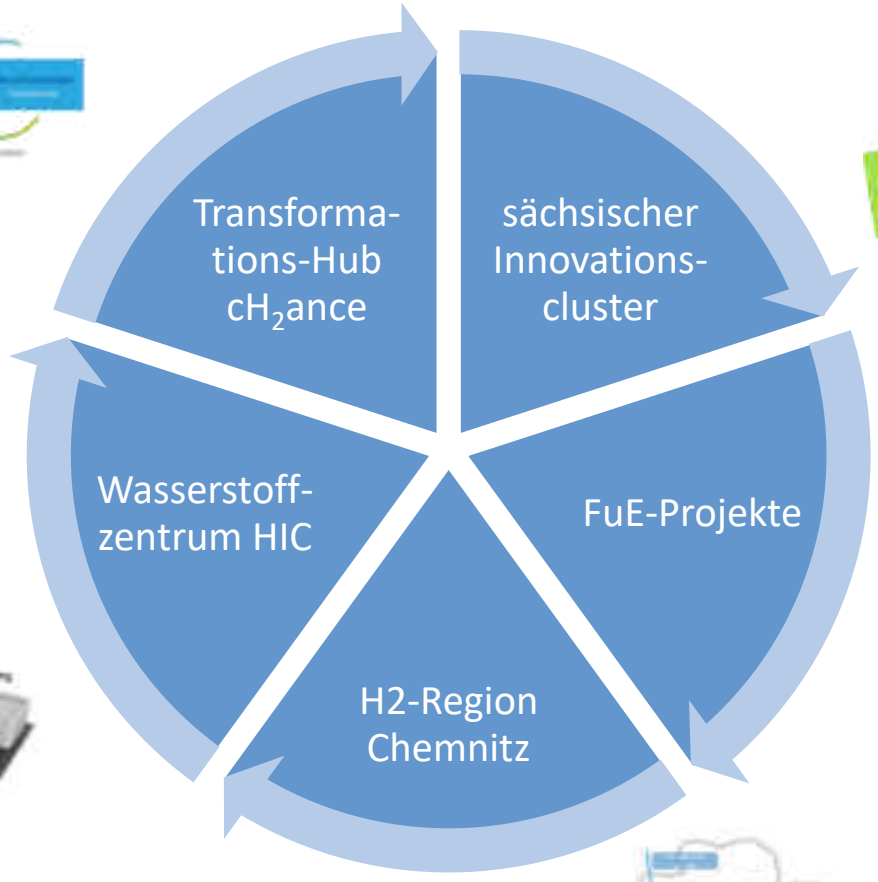
Mitglieder im Innovationscluster

Projektnetzwerk

WASSERSTOFFLAND SACHSEN

Sächsischer Innovationscluster für Brennstoffzellen und Wasserstoff

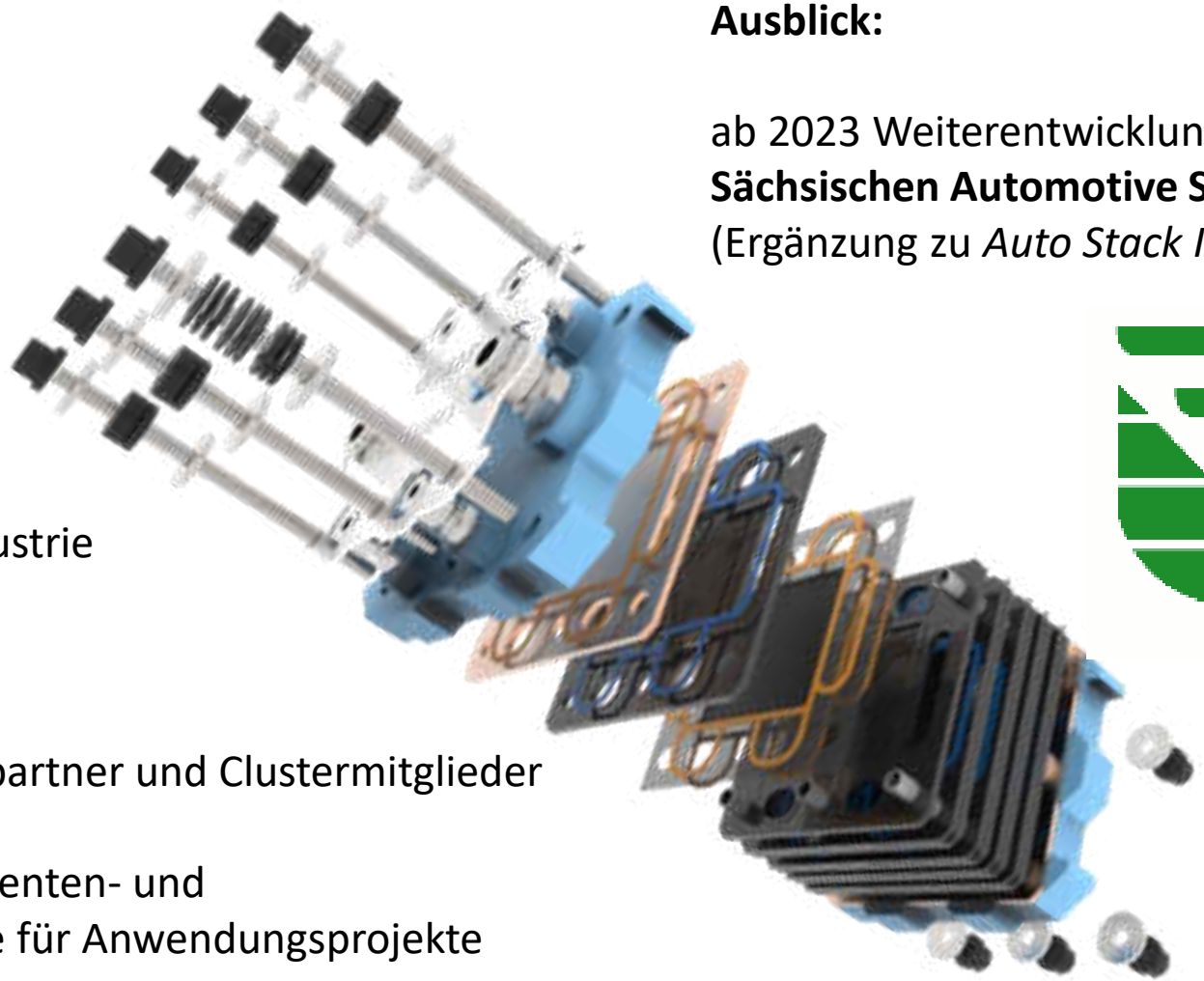




OSS – Open Source Stack

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

ALF Alternative Fahrzeugantriebe



- von der **Theorie** in die **Praxis**
- Generierung einer Entwicklungs-plattform für Forschung und Industrie
- **Open Source Stack (OSS)**
- freie Stack-Plattform für Projektpartner und Clustermitglieder
- mögliche Grundlage für Komponenten- und Technologieentwicklungen sowie für Anwendungsprojekte

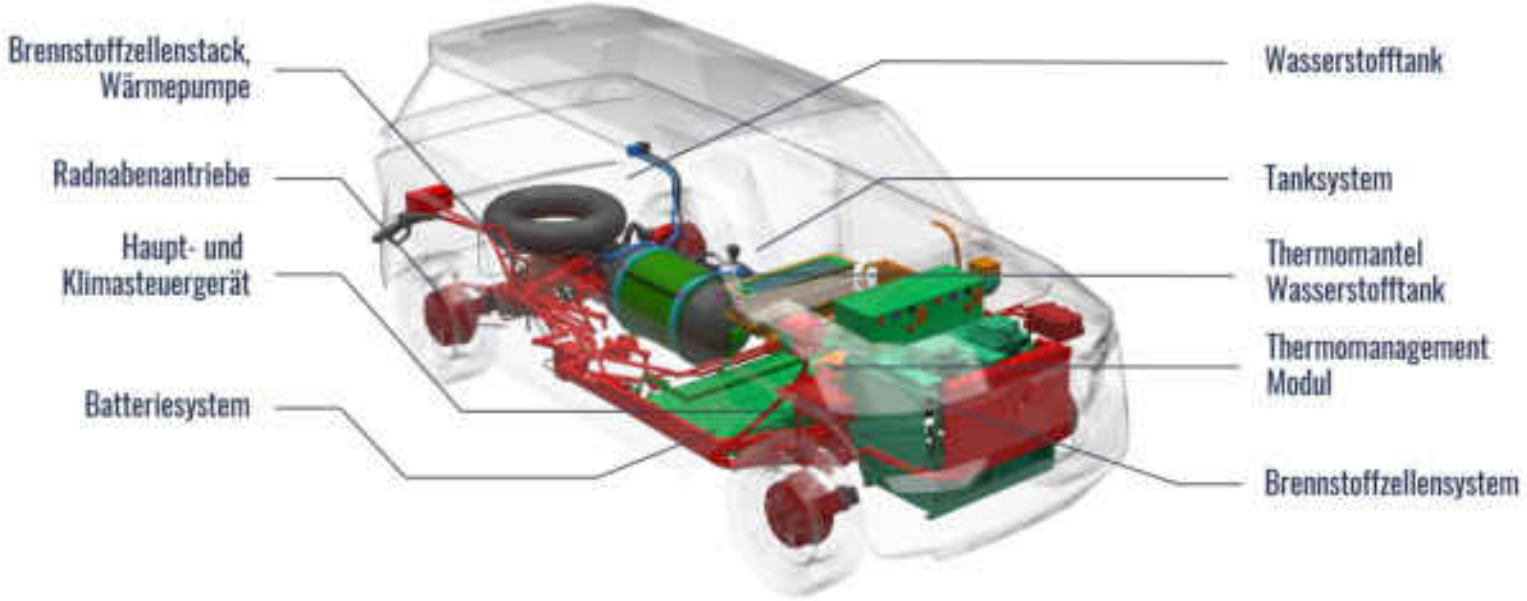
Ausblick:

ab 2023 Weiterentwicklung zu einer **Sächsischen Automotive Stack-Plattform** (Ergänzung zu *Auto Stack Industrie* für OEMs)

Open Source Auto Stack Saxony

HZwo:OSCar

- Experimentalplattform für Forschung, Lehre, Aus- und Weiterbildung
  - Voller Zugriff auf die CAD-Daten, Steuerungsdaten und das reale Fahrzeug
  - Testplattform für die Integration innovativer Komponenten, Teilsysteme oder Gesamtsystementwicklungen



Europa fördert Sachsen. EFRE
Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

HZwo e.V. und die H2-Technologie-Region Chemnitz

Gefördert durch: Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr | Freistaat Sachsen

Umgesetzt durch: SAB

Aktuelles

H2-Technologie-Region Chemnitz

Projekt

Projekt H2-Region Chemnitz

SACHSEN

Förderung im Konjunkturprogramm „Nachhaltig aus der Krise“

Ländermittel für Projekt
→ Fokus: Vernetzung, Marketing, Vorstudien, H2-Büro
→ **Ziel:** Initiierung von regionalen H2-Umsetzungs-/Anwendungsprojekten
→ Empfänger: HZwo e.V.
→ 08/21 – 12/22

Projekt

HyExperts Region Chemnitz

HYEXPERTS
WASSERSTOFFREGIONEN IN DEUTSCHLAND

Bundesmittel für Machbarkeitsstudie
→ **Ziel:** umsetzungsfähiges Gesamtkonzept für Wasserstoff-wirtschaft in der Region Chemnitz
→ externer Auftragnehmer
→ 06/22 – 12/23

Projekt

HIC – H2 Technologie- und Innovationszentrum ein Teil des nationalen Wasserstoffzentrums

Bundesmittel für Bau und Anlagen
→ **Ziel:** Gebäude mit H2-Infrastruktur für Prüf- und Testzwecke von Komponenten und BZ-Systemen

HIC - Hydrogen and Mobility Innovation Center

ITZ Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff

HIC
Hydrogen and Mobility Innovation Center

Lenkungskreis:

HZwo Antrieb für Sachsen

Fraunhofer IWU

Chemnitz Kulturhauptstadt Europas 2025

Technische Universität Chemnitz

eins energie in sachsen

Staatsministerium für Wirtschaft Arbeit und Verkehr

Freistaat Sachsen

Bündnis aus
90 Partnern:

HIC im Überblick

- industrielle Foschungs-, Test- und Zertifizierungseinrichtung
- Test- und Prüflabore für Brennstoffzellensysteme und Komponenten
- Testumgebung für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge und Schienenfahrzeuge
- Wasserstoff-Ausbildungslabore
- Startupzentrum mit mietbaren Wasserstofflaboren
- Funktionsmuster- und Protoypwerkstätten

Ansprechpartner:

Dipl. Ing. Karl Lötsch
HZwo e.V. | karl.loetsch@hzwo.eu

Schwerpunkte des HIC im ITZ

Pkw und leichte Nutzfahrzeuge

Schienenfahrzeuge

Komponenten → Stack → System → Antrieb → Gesamtfahrzeug

einschließlich BoP-Komponenten, Integration, Betriebsstrategien, Software, etc.

Emissionsfreie Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen

Gefördert durch:
STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT ARBEIT UND VERKEHR
Freistaat SACHSEN

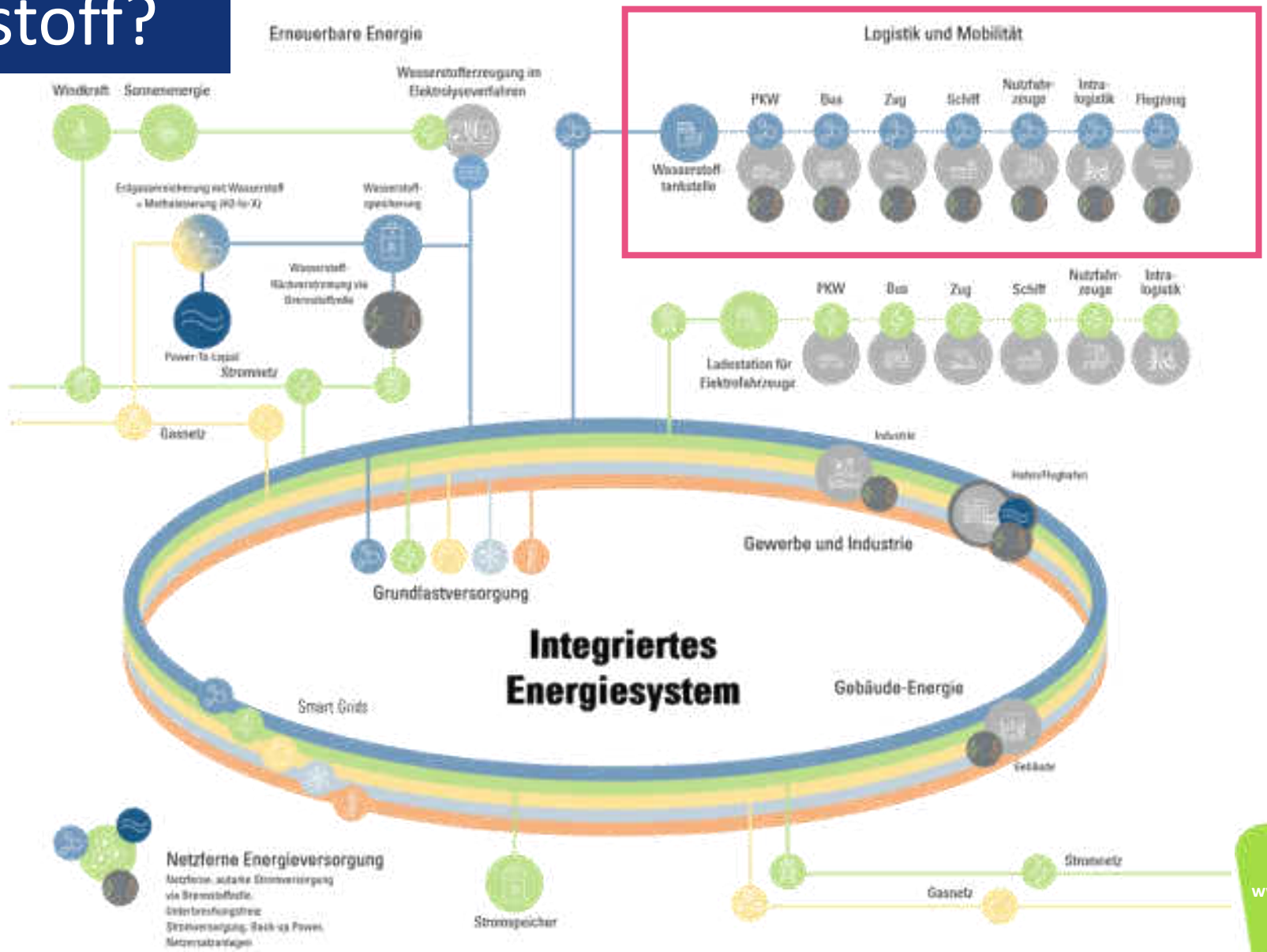
Umgesetzt durch:
SAB

Warum Wasserstoff?

Schlüsselelement
für eine
ganzheitliche
und nachhaltige
Sektorenkopplung

C-freier, chemischer
Energieträger
und -speicher

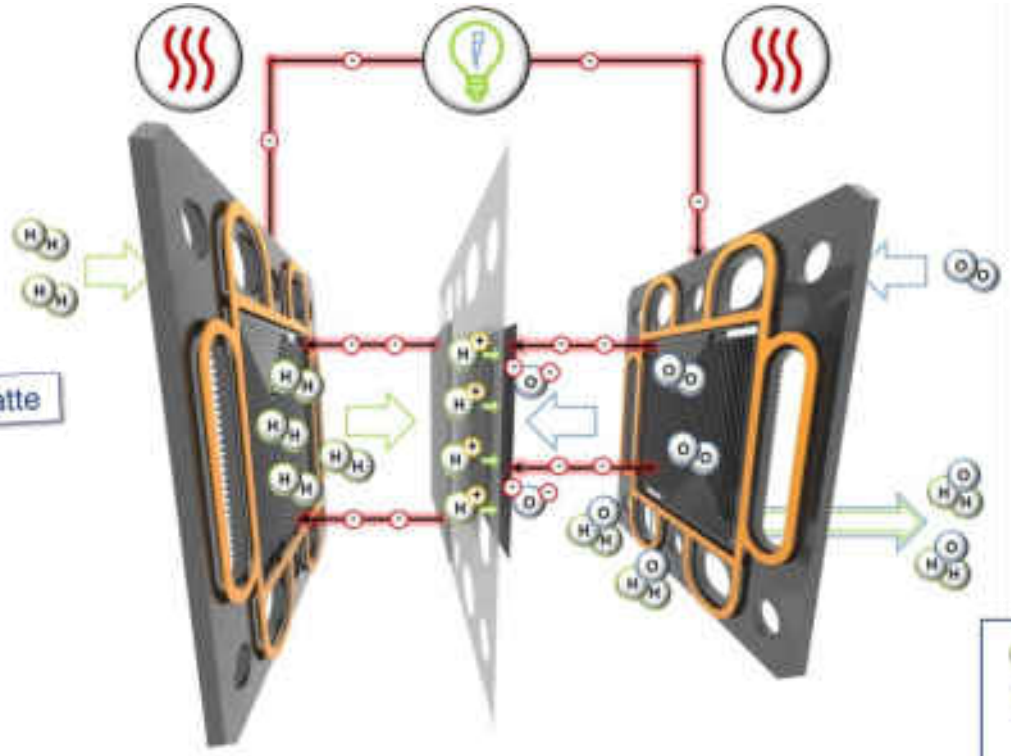
Verfügbarkeit und
Herstellung



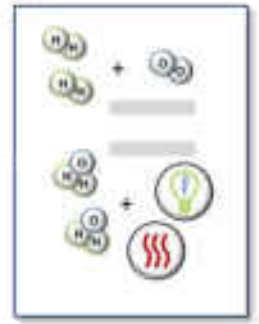
Grundprinzip Brennstoffzelle

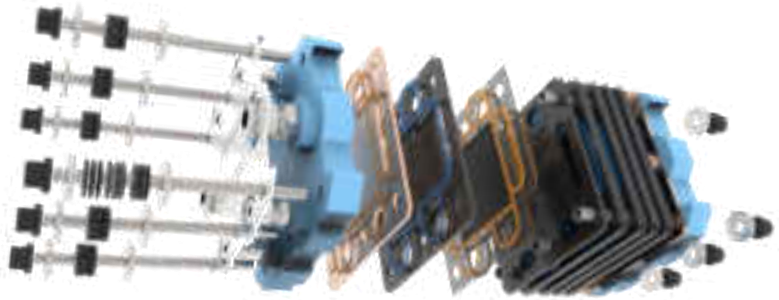
Die interaktive Version gibt es auf…

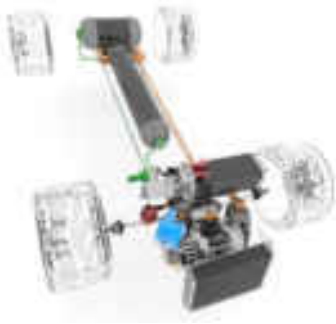
http://hzwo.eu/wissen/



Der OSS ist ein NT-PEM-BZ-Stack







Emissionsfreie Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen

Heutige Herausforderungen

(Auswahl)

Technische

- Lebensdauer
- Leistungsdichten

Infrastruktur

- Betankungsmöglichkeiten
- Wasserstofferzeugung
- Wasserstoffverteilung

Fertigung

- Qualitätssicherung
- Großserienproduktion

Gesellschaftliche Akzeptanz

- Reichweiten
- Betankungszeiten

- Kosten

Potenziale hinsichtlich Betankungszeiten

Strom Supercharger 120 kW

Tesla Model S

100 kWh (500 kg LiIon)

25 kWh / 100 km

→ 1 min „Tanken“ ~ 8 km fahren

Wasserstoff

Tankstelle 3.000 kW (ca. 1 kg/min)

Mercedes GLC F-Cell

142 kWh (4,4 kg H2)

1 kg H2 / 100 km

→ 1 min Tanken ~ 100 km fahren

Diesel

Zapfsäule 27.000 kW (ca. 50 l/min)

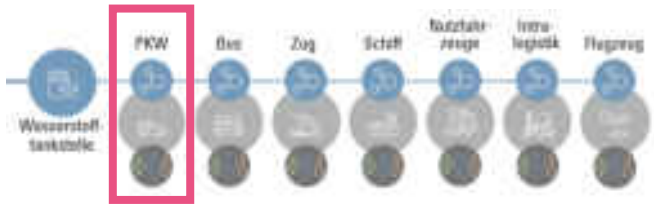
Audi A3 2.0 TDI

450 kWh (40 kg Diesel)

6 L Diesel / 100 km

→ 1 min Tanken ~ 800 km fahren

Tankstellennetzwerk

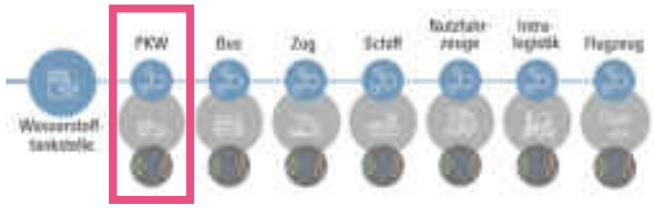


Verfügbarkeit von Brennstoffzellen-Fahrzeugen

Hyundai Nexo 2018

Hyundai Fuel Cell	
FC	PEM, 95 kW
Leistungsdichte	3.1 kW/Liter
E-Motor	120 kW, 395 Nm (PSM)
Reichweite	**800 km**
Betankungszeit	5 min.
Tank	3 x 700 bar CH2, 6.33 kg 156.6 Liter
Batterie	Li-Polymer, 40 kW

Preis: 69.000,00 EUR



Verfügbarkeit von Brennstoffzellen-Fahrzeugen

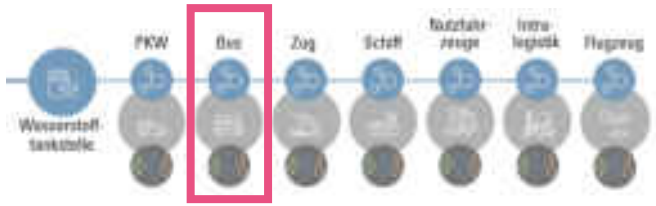
Mercedes
GLC F-Cell 2018

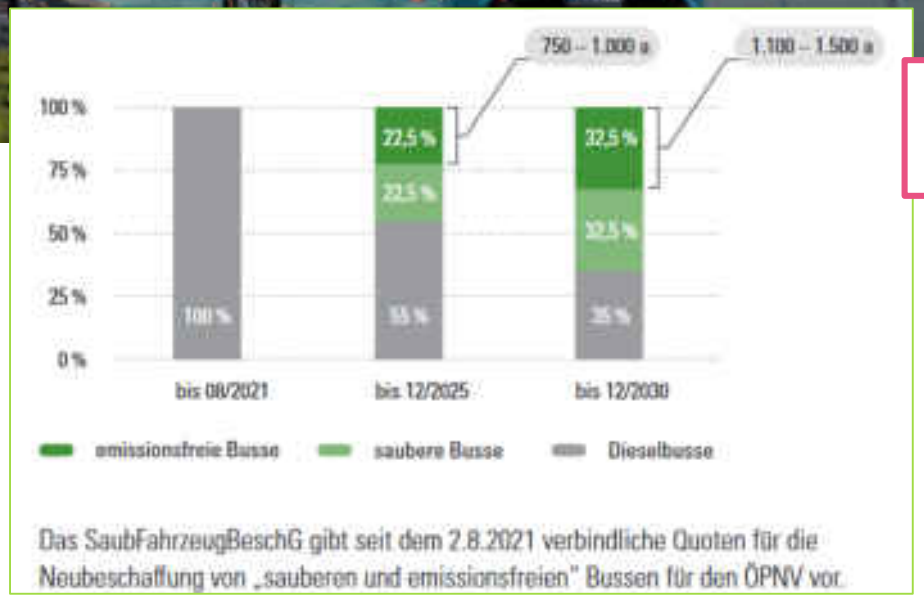
Mercedes-Benz Fuel Cell (MBFC)

FC	PEM (AFCC, Kanada)
E-Motor	147 kW, 350 Nm
Reichweite	**500 km**
Betankungszeit	3 min.
Tank	2 x 700 bar CH2, 4.4 kg
Batterie	Li-Ion, 13.8 kWh (plug-in)

Preis: 799,00 EUR/Monat ***(derzeit nur zur Miete)***

Busse





Das SaubFahrzeugBeschG gibt seit dem 2.8.2021 verbindliche Quoten für die Neubeschaffung von „sauberen und emissionsfreien" Bussen für den ÖPNV vor.

Clean Vehicles Directive gibt Rahmenbedingungen vor

Auszug aus:
https://www.ebustool.de/antriebsformen/brennstoffzellenbusse/

Beschaffungskosten für Brennstoffzellenbusse

Die Datengrundlage für die Kosten von Brennstoffzellenbussen ist noch sehr gering, weshalb wir die nachfolgend angegebenen Kosten als Anhaltswerte betrachten. Die größte Einzelposition stellen Kosten für die Batterien und für das Brennstoffzellensystem dar. Da beide Komponenten beim gegenwärtigen Stand der Technik während der Nutzungszeit der Busse mindestens einmal getauscht werden müssen, sollten immer auch die Kosten für die Ersatzbeschaffung mit berücksichtigt werden. Die Preise beziehen sich auf beide Antriebsformen.

	Solobusse	Gelenkbusse[1)]
BSZ-Hybrid/BSZ-REX	580.000 – 650.000€	800.000 – 850.000€
Batterie[2)] für BSZ-Hybrid	50.000 – 60.000€	k. a. D.
Brennstoffzelle[2)]	100.000 – 140.000€	k. a. D.

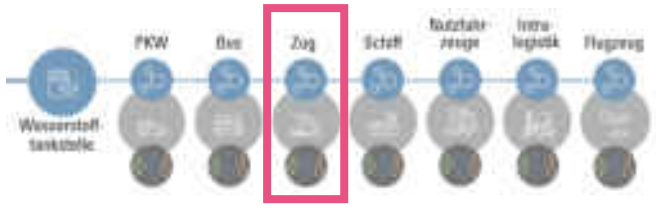
1) Nur geringe Datengrundlage
2) Ein Tausch während der Nutzungszeit des Busses, ggf. über Servicevertrag
k. a. D. – keine ausreichende Datengrundlage

Wartungs- und Instandhaltungskosten

Auszug aus:
https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2022/04/NOW_Abschlussbericht_Begleitforschung-Bus.pdf

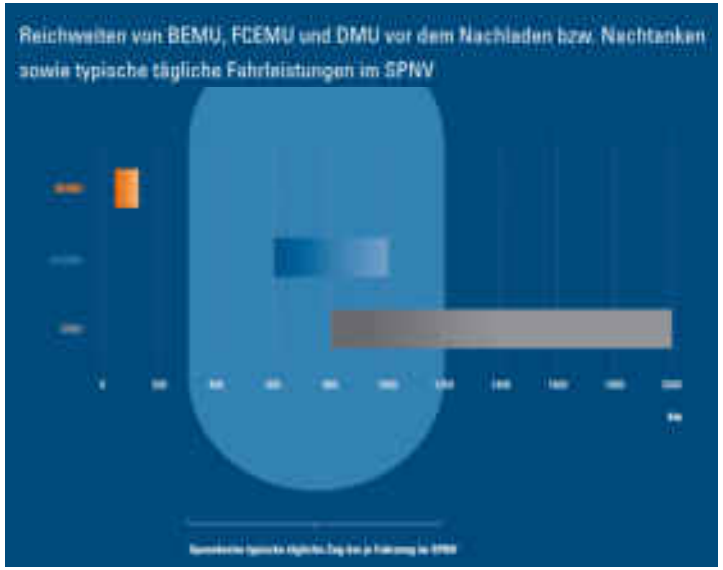
Konzeptbild aus HZwo Wasserstoffstudie

Züge



Auszüge aus:
https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/now_marktanalyse-schienenverkehr-1.pdf

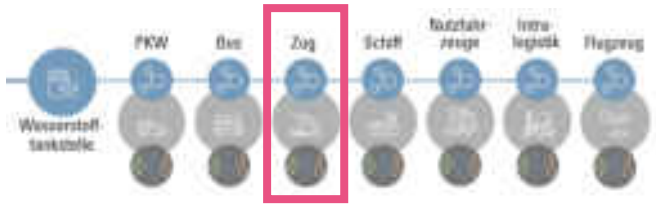
Alstom CORADIA iLint



Siemens Mireo Plus H

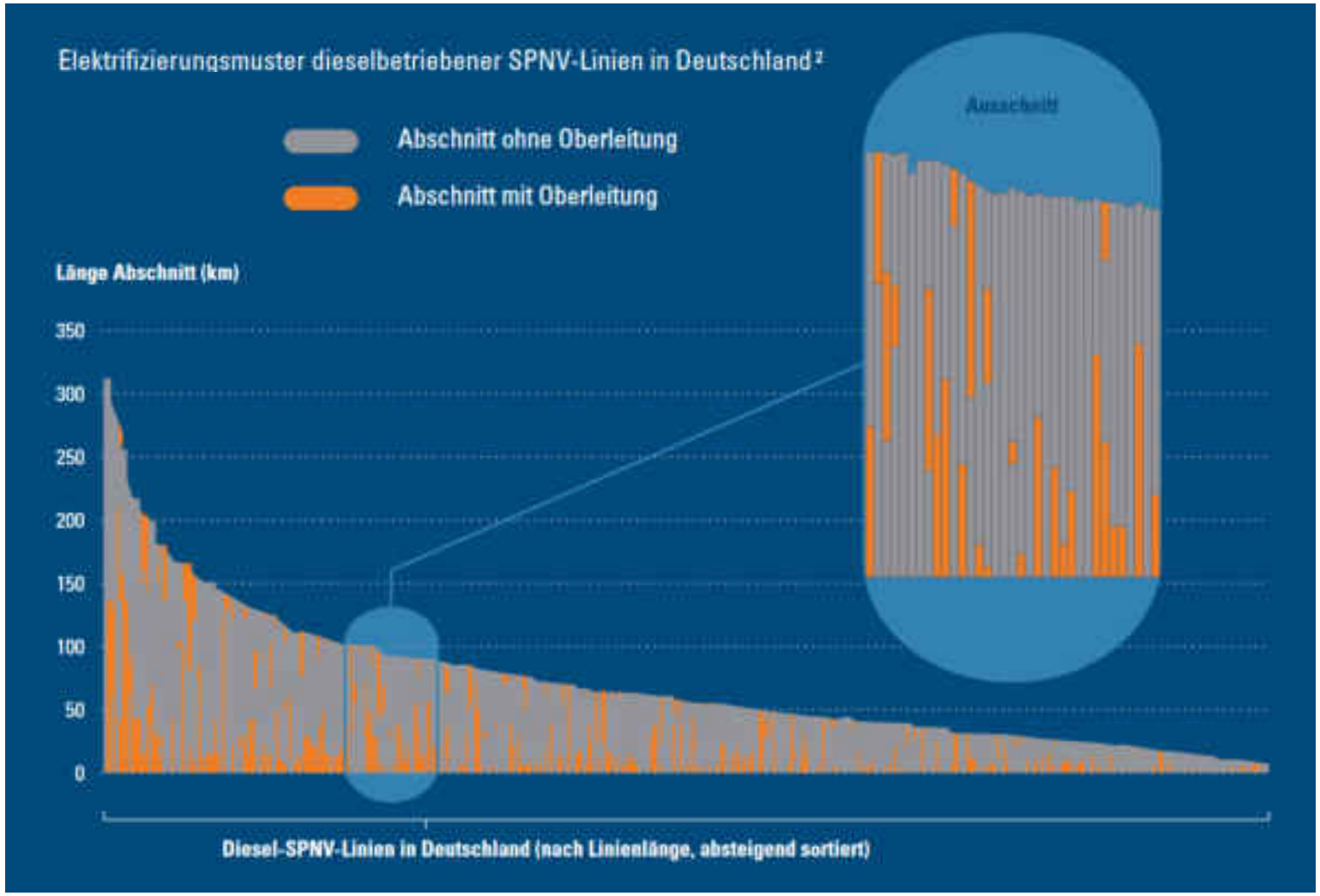
Antriebsstrangtopologien

Züge



Auszüge aus: https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/now_marktanalyse-schienenverkehr-1.pdf

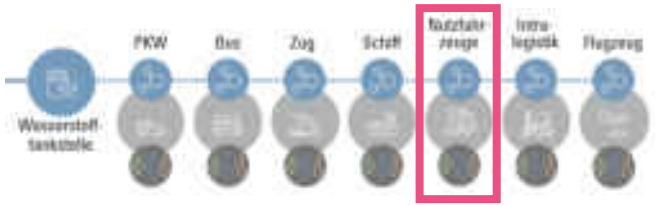
- Das geplante Elektrifizierungsprogramm des Bundes sieht eine Erhöhung des Elektrifizierungsgrades des bundeseigenen Schienennetzes von 60 % auf 70 % innerhalb der nächsten Jahre bis 2025 vor, wobei diese Elektrifizierungsvorhaben in der Regel langwierigen Genehmigungs- und Planungsprozessen unterliegen und vor diesem Hintergrund und auf Grund knapper Kapazitäten der Bauwirtschaft die Erreichbarkeit des 70 %-Ziels innerhalb der nächsten fünf Jahre kaum umsetzbar erscheint. Dennoch hat die Bundesregierung eine milliardenschwere Modernisierungsoffensive eingeleitet und stellt bis 2030 weitere 11 Mrd. € für Infrastrukturmaßnahmen bereit.[3]



[2] Pagenkopf, J.; Bitter, M.; Haas, J.; Friedrich, H. (2018): Analysis of German diesel operated regional railway lines' patterns with regard to the application of battery and fuel cell electric trains. The Fourth International Conference on Railway Technology – Railways 2018, 3.–7. Sept. 2018, Sitges, Spanien. Online unter: https://elib.dlr.de/121881

[3] Quelle BMVI: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2020/065-scheuer-bund-staerkt-schiene.html

Nutzfahrzeuge



Hyundai XCient Fuel Cell

CLEAN LOGISTICS

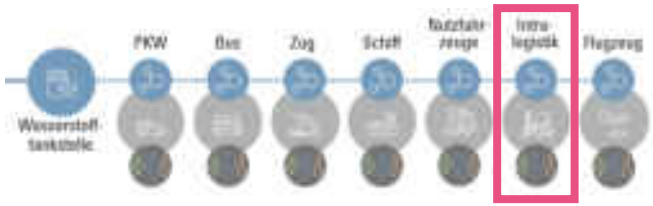
Mitglied im HZwo e.V.!

Daimler GenH2 Truck

Annaberg | 2022

www.hzwo.eu

Intralogistik



https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/10/05_Wasserstoffaktivitaeten-in-der-Logistik-bei-BMW-mit-Schwerpunkt-Werk-Leipzig-_Dr.-Irrenhauser_Stiede.pdf

https://www.dvz.de/rubriken/logistik/intralogistik/detail/news/intralogistik-bmw-vom-wasserstoffantrieb-ueberzeugt.html

Eigene H2-Infralogistik-Studie im Rahmen von H2-Region Chemnitz wurde bereits durchgeführt.

Transformation der Komponenten- und Zuliefererlandschaft

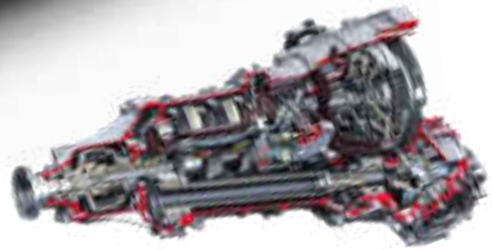
Nebenaggregate

Motorblock,
Zylinderkopf

Mechanische
Komponenten

Tanksystem
und Komponenten

Verfahrenstechnische
Komponenten



Getriebe

Batterien
Bordnetz, Hybrid

Transformation der Komponenten- und Zuliefererlandschaft

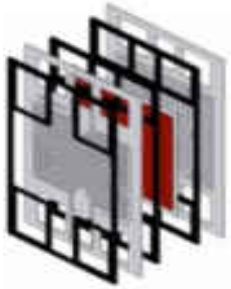
Nebenaggregate

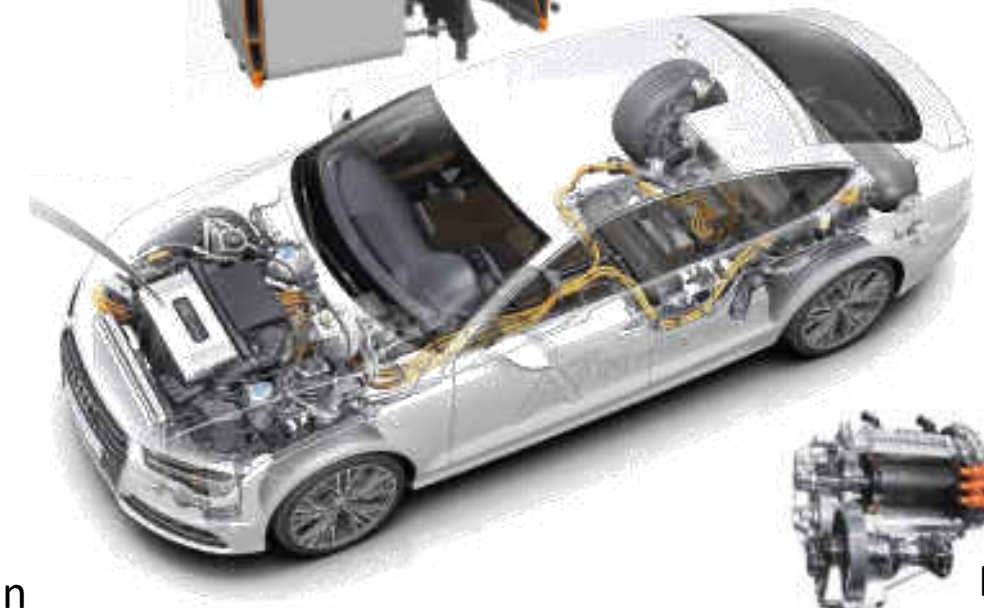
Stack-Endplatten und Spannsystem

BZ-Einzelkomponenten

Tanksystem und Komponenten

Mechanische Komponenten





Batterien

Verfahrenstechnische Komponenten

E-Antrieb / Getriebe

fehlende Produktionsprozesse für Großserie

fehlende Wertschöpfungsketten

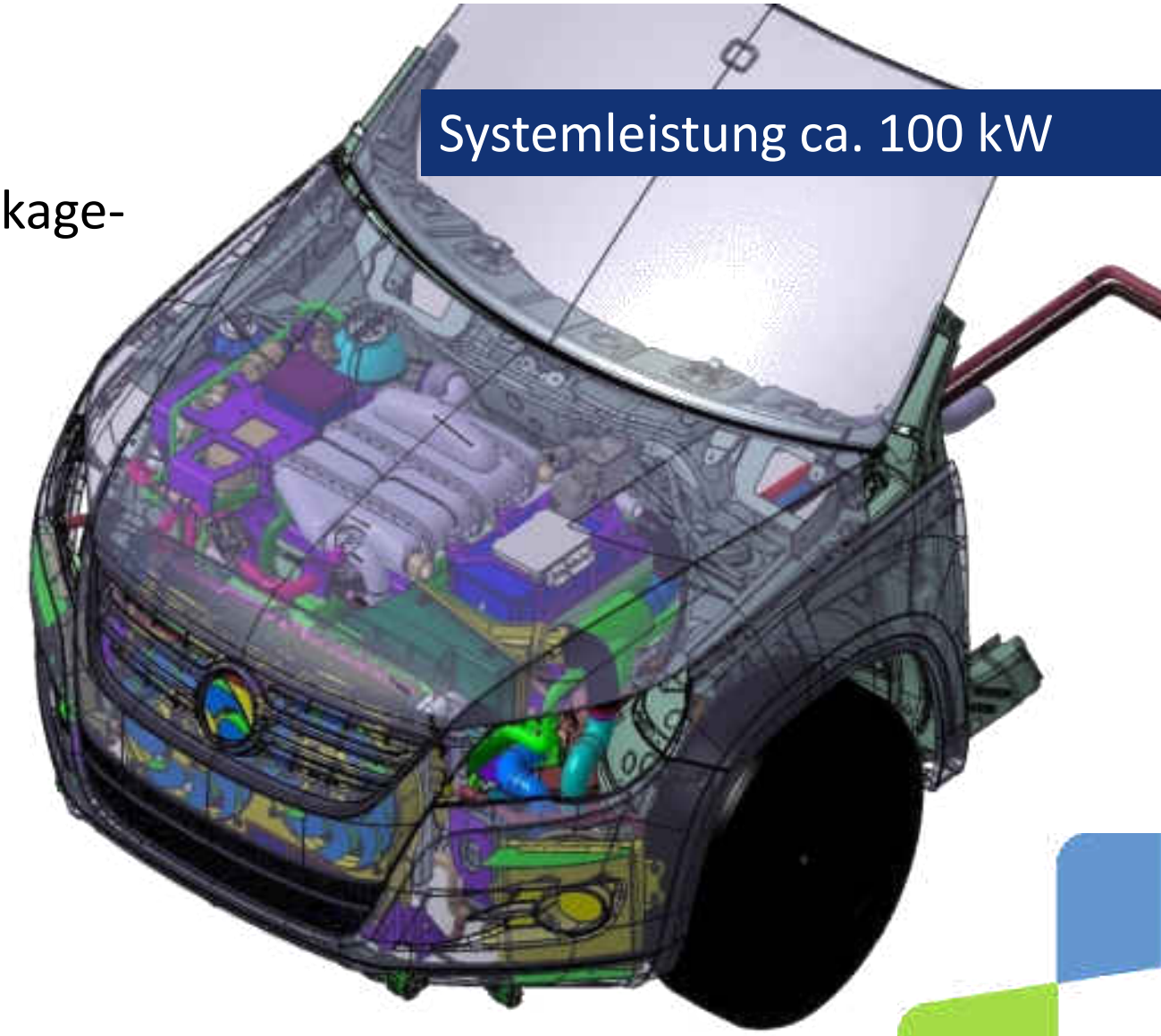
Potenziale hinsichtlich der Leistungsdichte

Einhaltung von Package-anforderungen

betrifft insbesondere auch die Integrationsfähigkeit von Hochdruck-Tanksystemen

Chemische Energie für

min. 600 km Reichweite

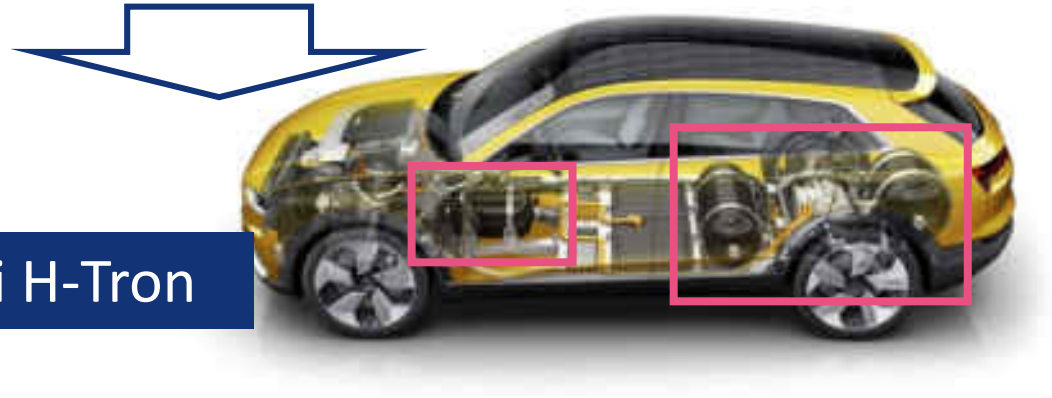


Systemleistung ca. 100 kW

Potenziale hinsichtlich des Tanksystems

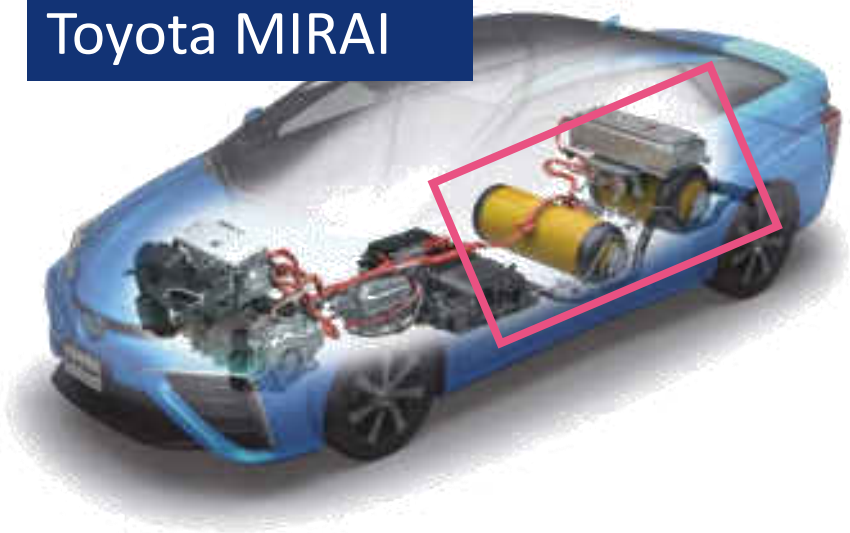
Optimierung aktueller Packagekonzepte

BMW iX 5 Hydrogen

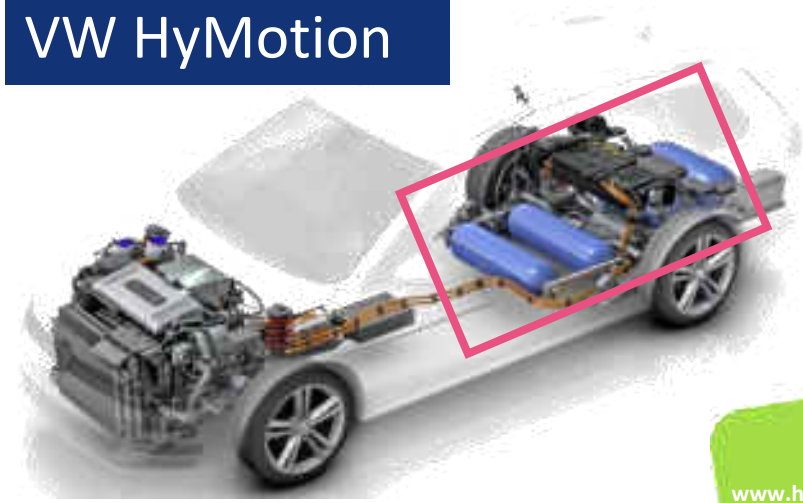


Audi H-Tron

Toyota MIRAI



VW HyMotion



Emissionsfreie Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzellen

Heutige Herausforderungen

(Auswahl)

Technische

- Lebensdauer
- Leistungsdichten

Infrastruktur

- Betankungsmöglichkeiten
- Wasserstofferzeugung
- Wasserstoffverteilung

Gesellschaftliche Akzeptanz

- Reichweiten
- Betankungszeiten

Fertigung

- Qualitätssicherung
- Großserienproduktion

Kosten

Zusammenfassung

Anwendungsbereiche und Potentiale für Wasserstofftechnologien sind Branchen- und Sektorenübergreifend nahezu überall gegeben.

Jetzt gilt es die letzten Hürden für eine breite Marktdurchdringung anzugehen.

Gemeinsam können wir hier in Sachsen Pionierarbeit leisten, bestehende Technologien transformieren, neue Technologien etablieren und die Industrie so auf die zukünftigen Märkte vorbereiten.

Machen wir Sachsen #ready4Wasserstoff

Danke!

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

HZwo e. V.
Nico Keller (M.Sc.)
nico.keller@hzwo.eu

HZwo Antrieb für Sachsen
Sächsischer Innovationscluster für Brennstoffzellen und Wasserstoff

Freistaat SACHSEN