

BMW
GROUP



BMW iX5 HYDROGEN.

DAS ELEKTROAUTO MIT SCHNELLER BETANKUNG.

ROBERT HALAS

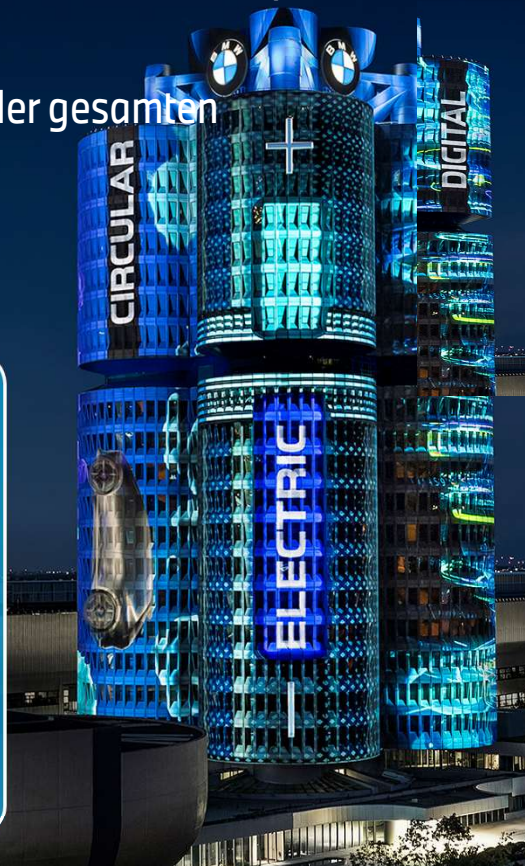
Projektleiter iX5 Hydrogen

DIE BMW GROUP BEKENNT SICH ZUM PARISER ABKOMMEN UND DEM 1,5°C-ZIEL.

- > Erster deutscher OEM, der sich dem 1,5 °C Ziel verpflichtet hat.
- > Ziel: Klimaneutralität entlang der gesamten Wertschöpfungskette bis 2050.
- > Zusätzlich Teil des UN "Race to Zero" Programms.

... erforderlich dafür:

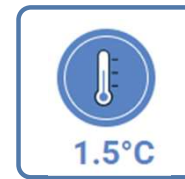
- > Der Einsatz aller verfügbaren Technologien, einschließlich BEVs und FCEVs.
- > Dekarbonisierung der gesamten Wertschöpfungskette und Lebenszyklus.



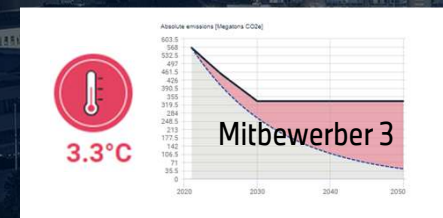
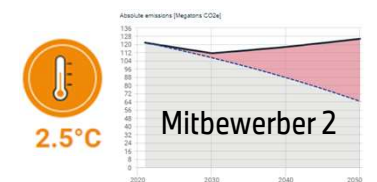
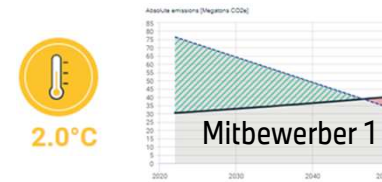
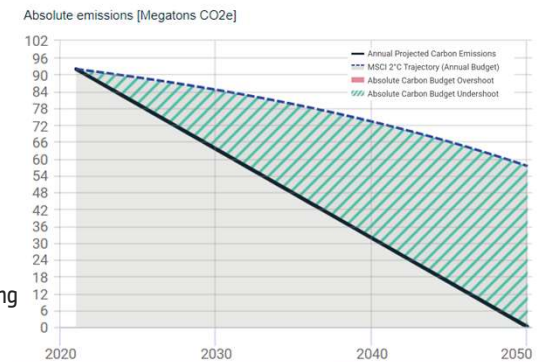
MSCI – implizierter Temperaturerhöungsindex. BMW bereits nahezu im Zielkorridor des Pariser Abkommens.



BMW GROUP



Daten der Dekarbonisierung vom 26. April 2023



DIE HERAUSFORDERUNG DER DEKARBONISIERUNG.



Direkte Nutzung von Elektrizität
(Netz, Batterien)



Industrie, Maschinen, Werkzeuge



Öffentliche Verkehrsmittel in Städten



Städtische Lieferungen

Die Herausforderung der
Elektrifizierung



Personenkraftwagen, Stadt- und Pendlerwagen



Große Personenkraftwagen (Fernverkehr)

H2

Indirekte Nutzung von Elektrizität
(H2, E-Fuels)



Reisebusse, leichte Nutzfahrzeuge



Schwere Lkw



Luft- und Seeverkehr



Industrie (hohe Hitze)

BATTERIEELEKTRISCHE FAHRZEUGE (BEVS) UND BRENNSTOFFZELLEN-ELEKTROFAHRZEUGE (FCEV) ERGÄNZEN SICH.

> Technologie

Beides sind Elektrofahrzeuge — FCEV ermöglicht schnelles Tanken.

> Kunde

BEVs erfüllen die meisten Anwendungsfälle — aber nicht alle. FCEV und BEV zusammen können zu einer schnelleren Dekarbonisierung beitragen.

> Infrastruktur

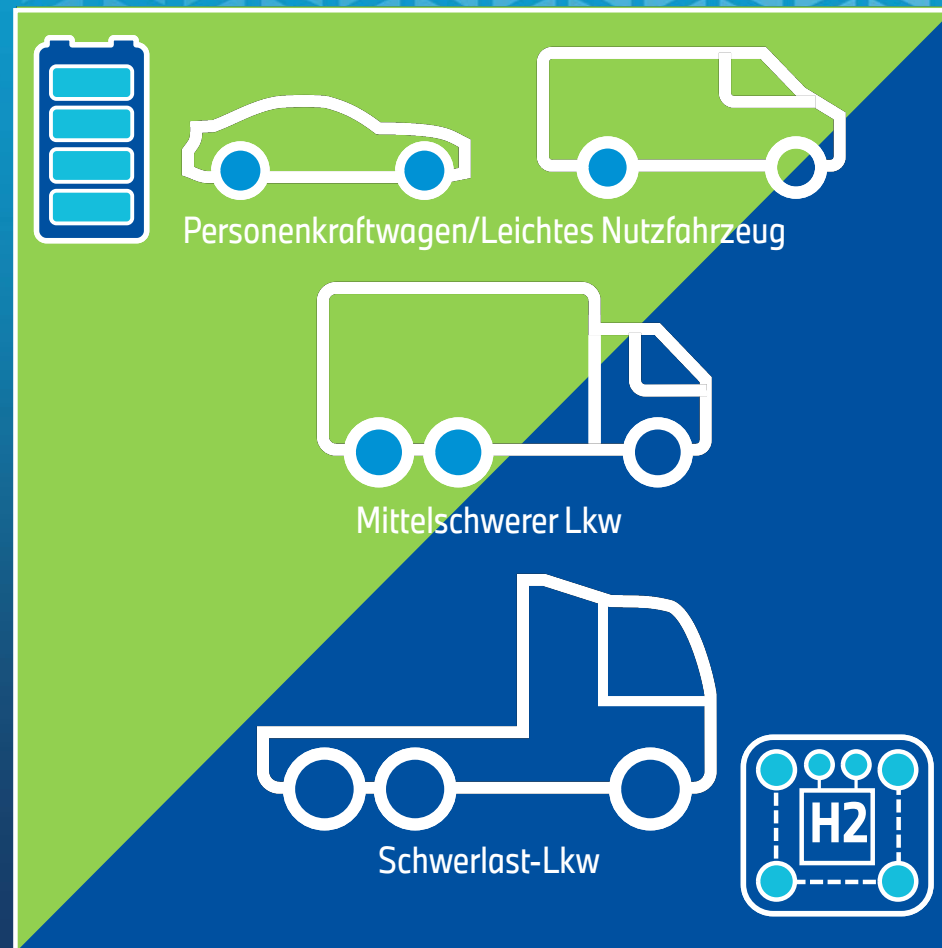
Betrachtet man alle Fahrzeuge auf der Straße, ist eine kombinierte Infrastruktur günstiger als eine reine elektrische Ladeinfrastruktur.

> Rohstoffe

FCEVs verbrauchen weniger kritisches Rohmaterial als BEVs.

> Das BMW Hydrogen Programm

Die Pilotflotte von BMW iX5 Hydrogen-Fahrzeugen wird weltweit zu Test- und Demonstrationszwecken zur Vorbereitung einer möglichen Markteinführung in der 2. Hälfte des Jahrzehnts eingesetzt.

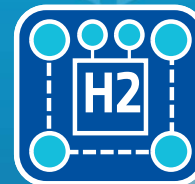


ZWEI ELEKTROANTRIEBE — UNTERSCHIEDLICHE ENERGIESPEICHER.

BMW iX BEV



BMW iX5 FCEV



HYDROGEN FUEL CELL

KUNDENSPEZIFISCHE ANWENDUNGSFÄLLE VON WASSERSTOFFFAHRZEUGEN.

➤ **Kunden**, ohne direkten Zugang zu elektrischem Laden.



➤ **Kunden**, die eine hohe Flexibilität benötigen oder oft reisen.



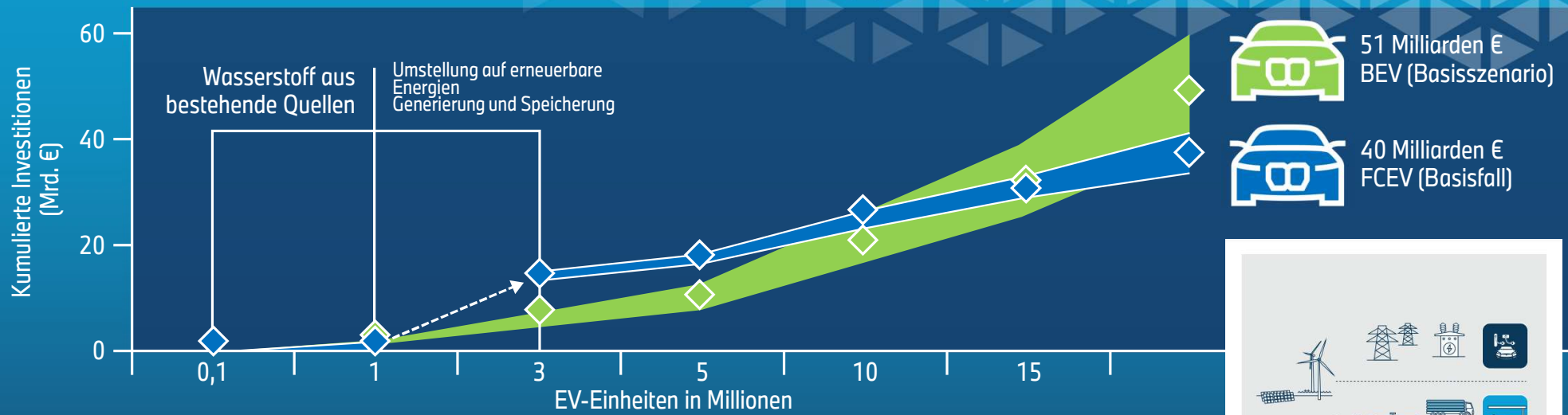
➤ **Kunden** in kalten Klimazonen (gleiche Reichweite).



➤ **Kunden**, die regelmäßig mit Anhänger fahren.

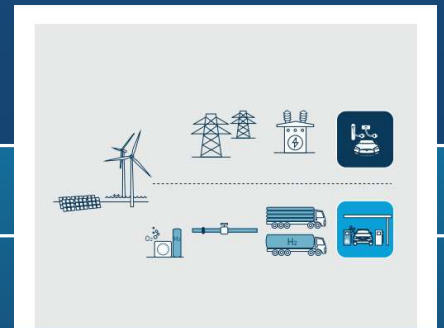


INFRASTRUKTUR: ZWEI SIND GÜNSTIGER ALS EINE.



 51 Milliarden €
BEV (Basisszenario)

 40 Milliarden €
FCEV (Basisfall)



**Comparative Analysis of Infrastructures:
Hydrogen Fueling and Electric Charging of Vehicles**
Martin Robinius, Jochen Linßen, Thomas Grube, Markus Reuß, Peter Stenzel,
Konstantinos Syranidis, Patrick Kuckertz and Detlef Stolten

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 408
ISBN 978-3-95800-295-5

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft



» Schlussfolgerungen:

- › Die Anschaffungskosten für das Laden von Elektrofahrzeugen sind gering — steigen aber exponentiell mit der Anzahl der Fahrzeuge.
- › Die Kosten für eine Wasserstofftankstelle hängen hauptsächlich von der Größe ab — und bleiben mit steigender Anzahl konstant.

* Quelle: „Vergleichende Analyse der Infrastrukturen für Deutschland“ (FZ Jülich).

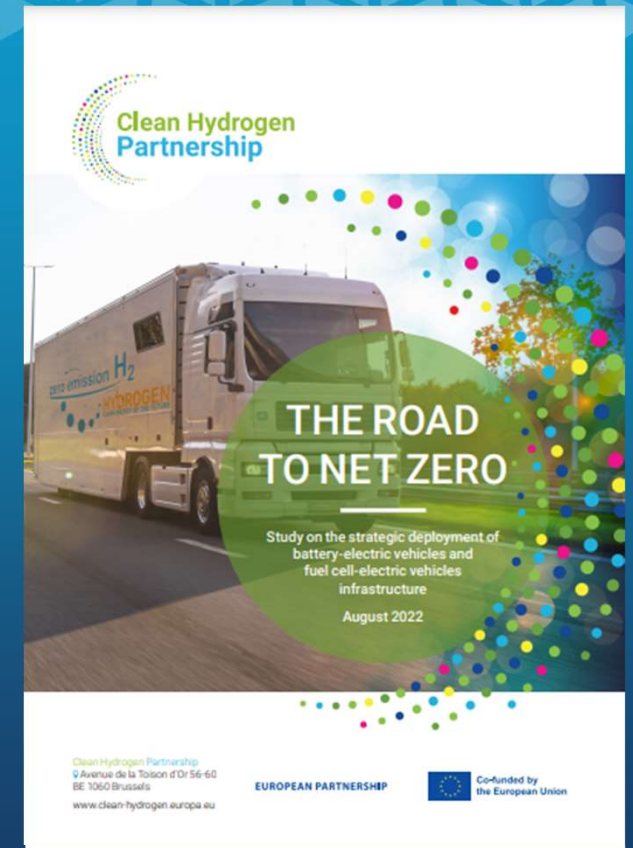
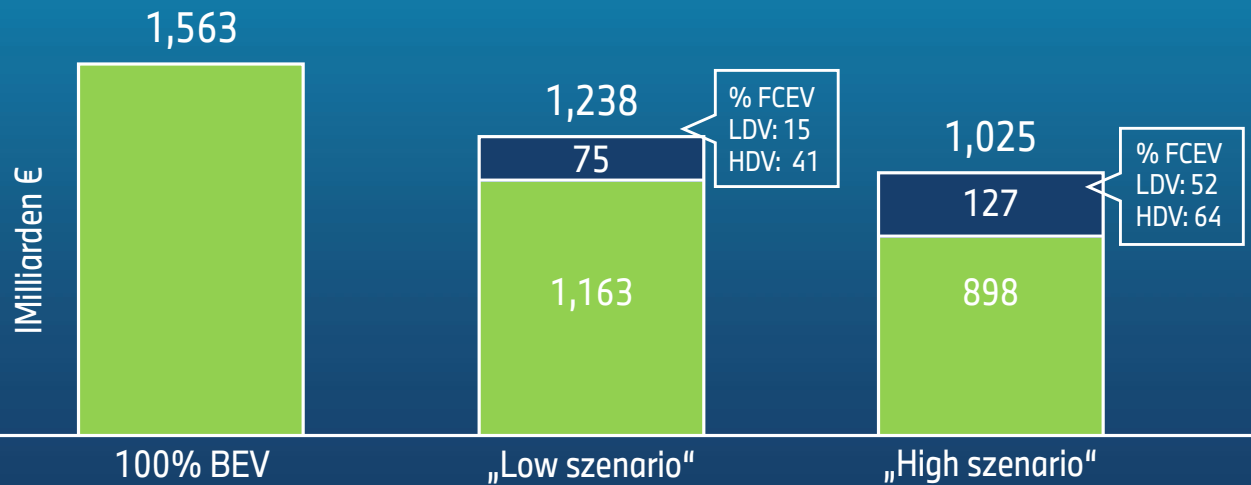
INFRASTRUKTUR: 2 SIND GÜNSTIGER ALS 1.



- Das Szenario „Low“ kostet 20 % weniger als 100 % BEV.
- „High“-Szenario mit 34 % geringeren Kosten als 100 % BEV.

Eine kombinierte H₂-Betankungsinfrastruktur für Nutzfahrzeuge und PKWs ist am kosteneffizientesten.

Gesamtinvestitionen für langfristige Anlagegüter bis 2050 BEV ■ FCEV ■



Quelle: „The Road to net Zero “ (McKinsey for Clean Hydrogen Partnership 2022).

INFRASTRUKTUR: DIE EUROPÄISCHE PERSPEKTIVE. ALTERNATIVE FUEL INFRASTRUCTURE REGULATION (AFIR).



- Bis Ende 2030 werden Wasserstofftankstellen im Abstand von 200 km und an jedem städtischen Knotenpunkt errichtet. Dazu gehören 700 bar Tankstellen für PKWs. Insgesamt über 600 Wasserstofftankstellen.
- Viele europäische Wasserstofftankstellen verfügen bereits über:
 - ✓ 24/7 automatisierter Betrieb (Betankung durch den Fahrer/Kunden)
 - ✓ Hohe Verfügbarkeit (angezeigt online in der H2-Mobility-Datenbank, mit vorheriger Ankündigung der Wartungen)
 - ✓ Hintereinanderbetankung von bis zu 10 Fahrzeugen



Cars & vans use 700 bar worldwide.
Depending on the manufacturer, buses and trucks use 350 bar or 700 bar.

EIN GLOBALES INFRASTRUKTURNETZ AN WASSERSTOFFTANKSTELLEN ENTWICKELT SICH (WELTWEIT, STAND 11/2023).

1100+ Gesamtzahl der aktiven Tankstellen

2020: 545 + 25%
 2021: 690 + 60%
 2023: 1100

247 Tankstellen in Europa und Nahen Osten

80 Tankstellen in Amerika

750+ Tankstellen in Asien und Pazifik

- Amerika
- Europa und Naher Osten
- Asien und Pazifik
- XX Gesamtzahl der HRS im Einsatz



Quelle:
 Hydrogen Council: H2 Insights March 2023 Update
 + <https://h2tools.org/hyarc/hydrogen-Daten/internationale-Wasserstofftankstellen>

MEHR ALS EFFIZIENZ: LEBENSZYKLUS-ANALYSE DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN.

- FCEVs und BEVs haben eine ähnliche Lebenszyklus-Analyse, wie mehrere Studien und Bewertungen gezeigt haben.
- BEVs und FCEVs tragen nur dann zur Dekarbonisierung des Straßenverkehrs bei, wenn sie mit erneuerbarer oder kohlenstoffarmer Energie hergestellt und betrieben werden.
- Selbst wenn man die zusätzlichen Emissionen des LH2-Transports über lange Strecken berücksichtigt, haben FCEVs und BEVs ähnliche Lebenszyklusemissionen.

Produktion



Verwendung



Recycling



Quellen:

1 ADAC: <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>

2 Fraunhofer: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/ISE_LCA-BEV-FCEV-Results.pdf

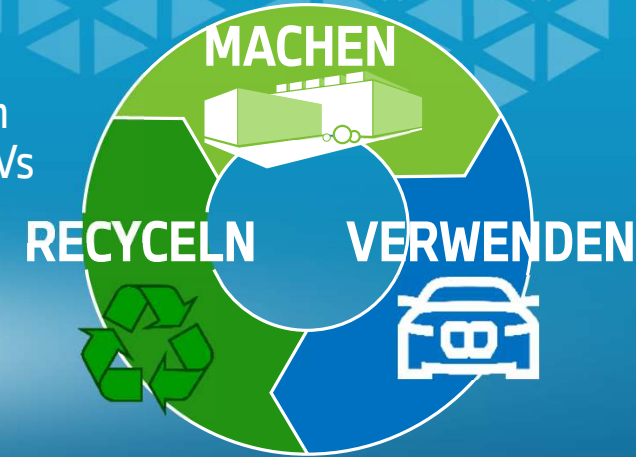
3 HydrogenCouncil: <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/10/Transport-Study-Full-Report-Hydrogen-Council-1.pdf>

LEBENSZYKLUS UND ROHSTOFFPERSPEKTIVE: VIELFALT ERHÖHT DIE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT.

➤ Vielfalt erhöht die Widerstandsfähigkeit und verringert das Risiko.



➤ Zirkularität ist gleichermaßen wichtig für BEVs und FCEVs.



➤ FCEV benötigt > 100 kg weniger Rohstoffe als BEVs.

➤ FCEV-Batterien benötigen 90% **weniger kritische Rohstoffe** als BEV-Batterien.

➤ Platin (Hauptrohstoff für Brennstoffzellen) hat bereits eine hohe Recyclingrate, weiterer Anstieg mit dem Ausstieg aus den Verbrennungsmotoren.



H2-ERFAHRUNG BEI DER BMW GROUP.

BRENNSTOFFZELLE
GASFÖRMIGER
WASSERSTOFF @ 700
BAR



1997 1st Fuel Cell



1999 BMW 750hL
(Auxilliary Power Unit)



2013
BMW 1st FCEV



2015
BMW 5Series GT



2022
BMW iX5 Hydrogen



1980

1990

2000

2010

2020



1979
BMW 520h



1984
BMW 745h



1999
BMW 750hL



2001
BMW 745h



2004
BMW H2R



2006
BMW Hydrogen 7

VERBRENNUNGSMOTOR
FLÜSSIGER
WASSERSTOFF

>40 Jahre

BMW iX5 HYDROGEN. ALLE VORTEILE DES ELEKTRISCHEN FAHRENS - KOMBINIERT MIT SCHNELLEM TANKEN.



» Begeisternde
Beschleunigung

» Null
Emissionen

» Lautloses
Dahingleiten

» Tanken in nur
3-4 Minuten

BMW i **HYDROGEN**
FUEL CELL

BMW iX5 HYDROGEN.
BMW FAHRDYNAMIK.

WELTWEIT
LEISTUNGSSTÄRKSTES PKW-
BRENNSTOFFZELLENSYSTEM



HOCHLEISTUNGSBATTERIE



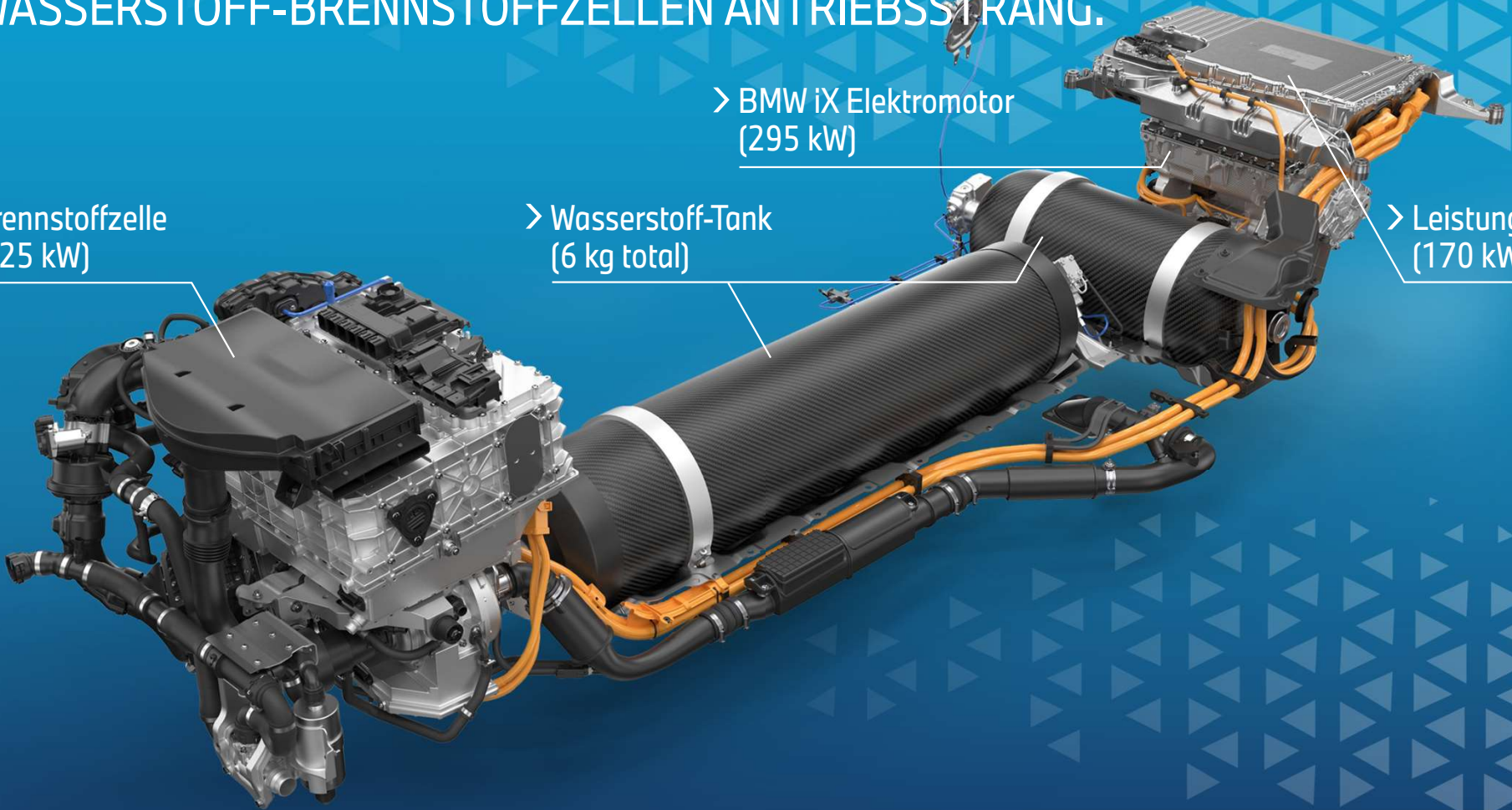
BMW iX5 HYDROGEN. WASSERSTOFF-BRENNSTOFFZELLEN ANTRIEBSSTRANG.

> Brennstoffzelle
(125 kW)

> Wasserstoff-Tank
(6 kg total)

> BMW iX Elektromotor
(295 kW)

> Leistungsbatterie
(170 kW)



BMW iX5 HYDROGEN. TECHNISCHE DATEN.

Leistung Brennstoffzelle	125 kW / 170 PS
Gesamtleistung	295 kW / 401 PS
Kapazität Wasserstofftank	≈ 6 kg
Reichweite (WLTP)	≈ 500 km
Maximale Geschwindigkeit	≈ 185 km/h
Beschleunigung (0-100 km/h)	< 6 s
Gewicht des Fahrzeuges	≈ gleich mit PHEV < im Vgl. mit BEV

HYDROGEN FUEL CELL



DIE BMW iX5 HYDROGEN PILOTFLOTTE ERFÜLLT ALLE INTERNATIONALEN SICHERHEITSTANDARDS.

» Beispiele für Fahrzeug-Tests:

- › Crashtests.
- › Wasserstoff Leckage Tests.
- › Klimatests (heiß & kalt).
- › Lebensdauer, Shaker- und Vibrationstests.

» Komponenten-Zertifizierungstest nach internationalen Standards (GTR, R 134 etc.), z.B.:

- › Drucktests mit Sicherheitsfaktor.
- › Lebensdauer-Zyklisierungstests.
- › Brandversuche.
- › Mechanische Integrität, Shaker- und Vibrationstests.



BMW iX5 HYDROGEN - UMFANGREICHE TESTS IN DEN LETZTEN 4 JAHREN WURDEN ERFOLGREICH ABGESCHLOSSEN.



BMW
GROUP



BMW iX5 HYDROGEN.

DAS ELEKTROAUTO MIT SCHNELLER BETANKUNG.

ROBERT HALAS

Projektleiter iX5 Hydrogen