

**YOUR GLOBAL MOBILITY
ENGINEERING EXPERTS**

EDAG GROUP

Engineering Update: Wie verändern H₂-Antriebs- technologien die Entwicklung des Fahrzeugs der Zukunft?

Dr.-Ing. Martin Hillebrecht

EDAG ZAHLEN & FAKTEN



1969
GRÜNDUNG



~ 60
STANDORTE
WELTWEIT



19
LÄNDER



~ 8.000
MITARBEITER



33
SHOWCARS



2015
BÖRSENGANG



~ 5 %
TRAININGS-
RATE



650
MIO. EURO
UMSATZ



~ 2-3%
BRUTTOINVESTITION
VOM UMSATZ

EDAG WELTWEIT

Europa:

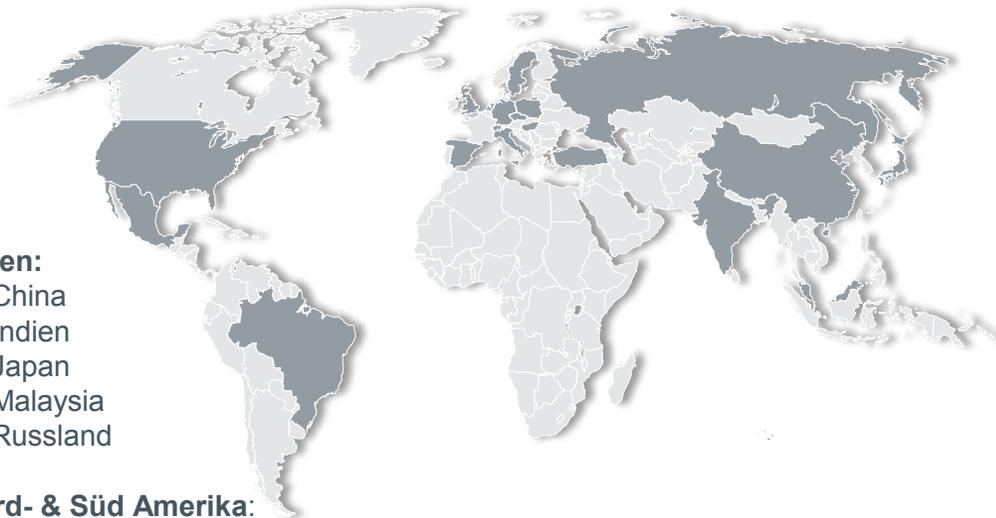
- Deutschland
- Großbritannien
- Italien
- Niederlande
- Polen
- Schweden
- Schweiz
- Spanien
- Tschechien
- Türkei
- Ungarn

Asien:

- China
- Indien
- Japan
- Malaysia
- Russland

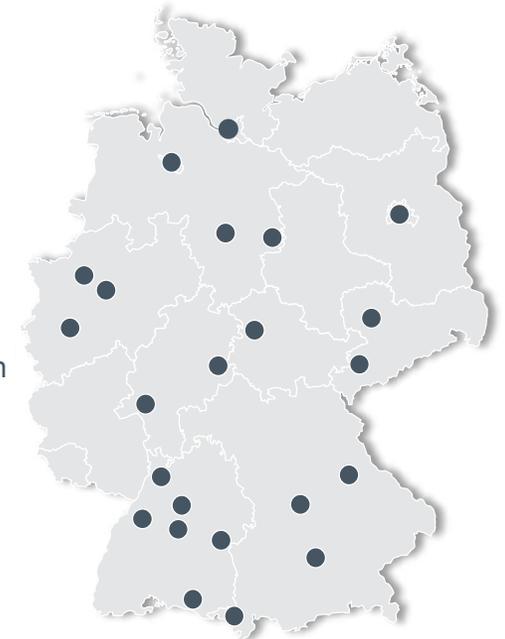
Nord- & Süd Amerika:

- Brasilien
- Mexiko
- USA



EDAG DEUTSCHLAND

- Berlin
- Bremen
- Dortmund
- Eisenach
- Friedrichshafen
- Fulda
- Hamburg
- Hannover
- Ingolstadt
- Karlsruhe
- Köln
- Leipzig
- Lindau
- München
- Neckarsulm
- Recklinghausen
- Regensburg
- Stuttgart
- Ulm
- Weinheim
- Wiesbaden
- Wolfsburg
- Zwickau



Vehicle Engineering

- Gesamtfahrzeug: Entwicklung & Management
- Fahrzeugintegration
- Body in White
- Chassis
- Interieur
- Exterieur
- Antriebsstrang
- Kleinserie & Edition

Electrics/Electronics

- Vehicle Electrics & Electronics
- E-Drive & Energy Systems
- Comfort & Body Systems
- Autonomous Drive & Safety
- Connectivity & User Experience

360° FAHRZEUGENGINEERING

Software & Digitalisierung

- Mobility Software
- Connected Services
- Smart City
- Smart Factory

360° PRODUKTIONSENGINEERING

Production Solutions

- Machbarkeitsanalyse
- Produktionsplanung
- Anlagenengineering
- Vorrichtungstechnik
- Fabrikautomation
- Produktionsoptimierung
- Sicherheitstechnische Dienstleistungen



„Deutschland wird überproportional zur Erreichung der Zero-Emissionsflotten in der EU beitragen müssen.“ Zitat des VDA anlässlich der VDI-drivtev 10.2021

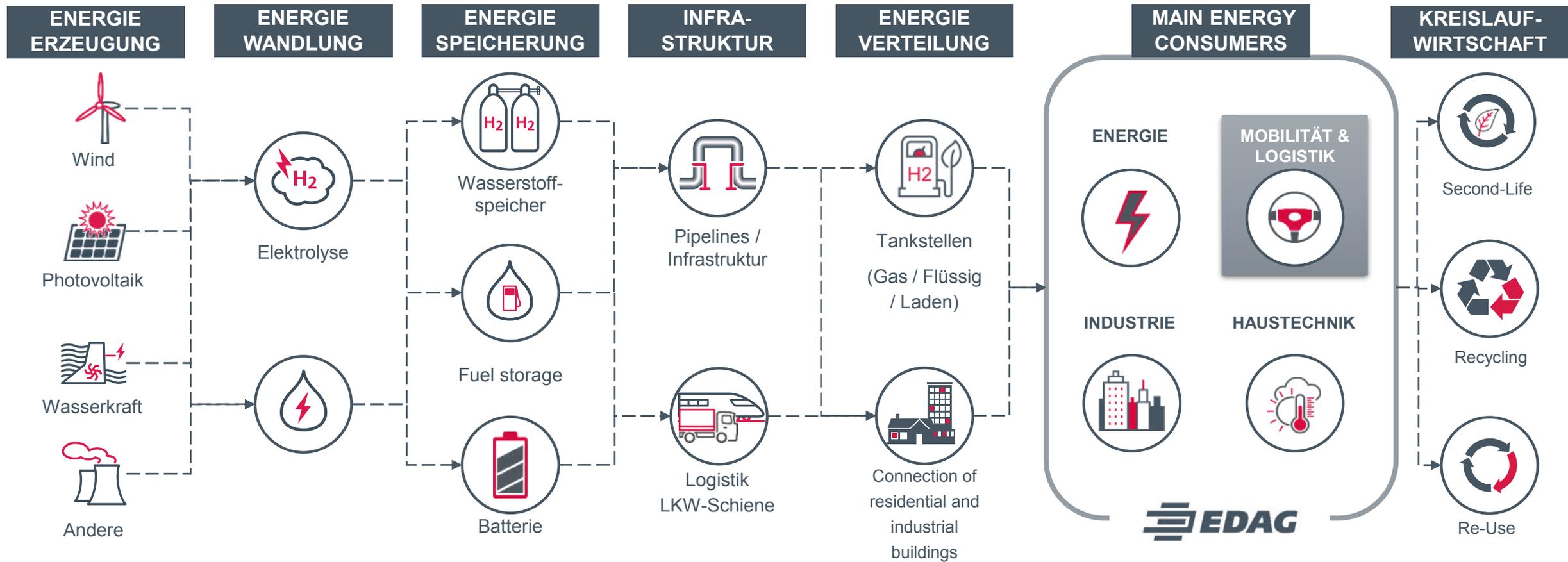
Die Automobilindustrie arbeitet mit Hochdruck an der Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen. Die Integration alternativer Antriebstechnologien hat in der Mobilitätsindustrie eine sehr hohe Priorität. Für PKWs wird das batterieelektrische Fahrzeug BEV priorisiert.

Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien sind dennoch ein extrem wichtiger Innovations-“Enabler“ für das gesamte Automotive Engineering. Die Priorität liegt derzeit noch in den Nutzfahrzeugen, Bussen und ÖPNV.

Deutsche Hersteller sind langjährige Pioniere, aber asiatische Hersteller präsentieren derzeit serienreife FCEV.

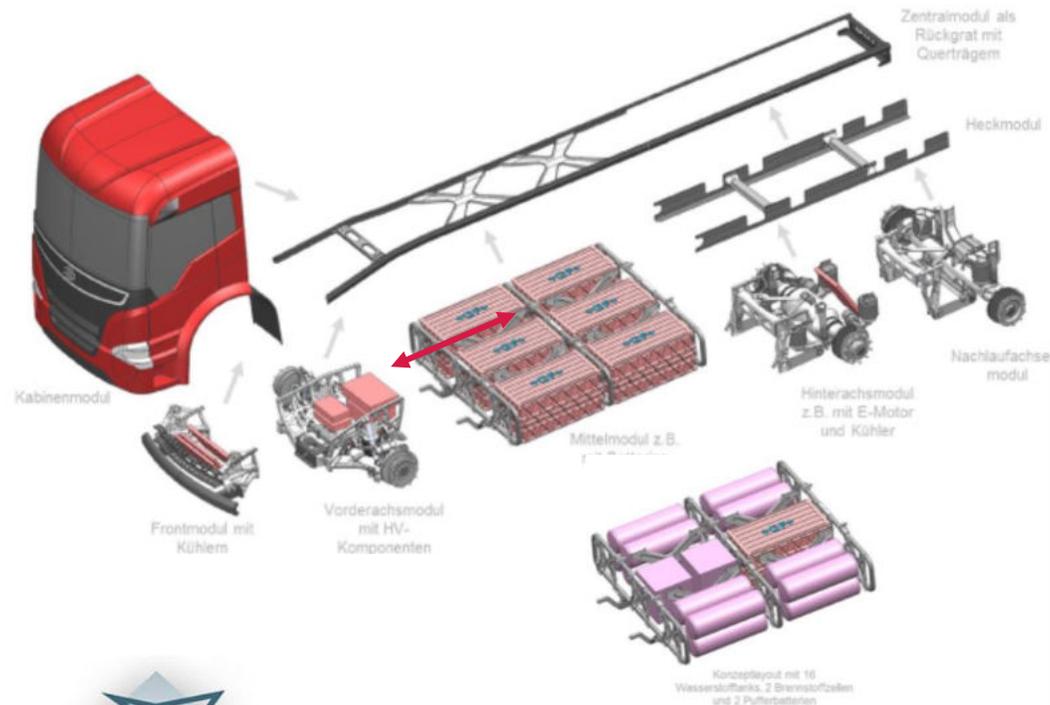
Es sind Innovations- und Investitionsanreize sowie intensive Förderprogramme verfügbar.

SICHWEISE EDAG H2-ÖKOSYSTEM



Konzept für ein modulares und skalierbares LKW-Chassis mit allen Anforderungen an batterie-elektrisch angetriebene Verteilerfahrzeuge

- Integrierbarkeit in unterschiedliche Antriebskonzepte (E-Motoren, Diesel, Erdgas)
- Weitreichende Anpassung an Radstand, Radformel, Antrieb und Fahrzeugtyp
- Vergrößerte Fahrgestellsteifigkeit durch raumnutzende Fachwerkstruktur
- Kostenoptimierung durch Verwendung einfacher Bauteile bei varianzbehafteten Strukturen und werkzeugintensiven Bauteilen bei sich wiederholenden Komponenten



Kundennutzen

Problem

- Varianten-intensive Bauweise mit Vielfalt zukünftiger Antriebe
- Integration H2-Tanks und elektrischer Energiespeicher
- Modularität und Skalierbarkeit

Lösungskonzept



<https://www.youtube.com/watch?v=VPgOjyh1Yr4>



Systemintegration, Serienentwicklung und Produktion eines FCEV-PKW

Projekt-Beschreibung: SUV mit Brennstoffzelle

- Entwicklung und Produktion als Generalauftragnehmer
- Integration des Antriebsstrangs
- Entwicklung von BiW,
- Modifikation von Anbauteilen Int./Ext., Rücksitz, HVAC und Kühlung
- Prototypenbau
- Befüllung und Dichtheitsprüfung für Wasserstoffanwendung
- Erprobung/Validierung auf Gesamtfahrzeugbasis
- Kleinserienwerkzeugbau und Produktion von brennstoffzellenspezifischen Fahrzeugteilen
- Kleinserienfertigung im EDAG Werk Bremen inkl. Gesamtprozessgestaltung
- Start der Serienproduktion
- After Sales Dokumentation/Teile

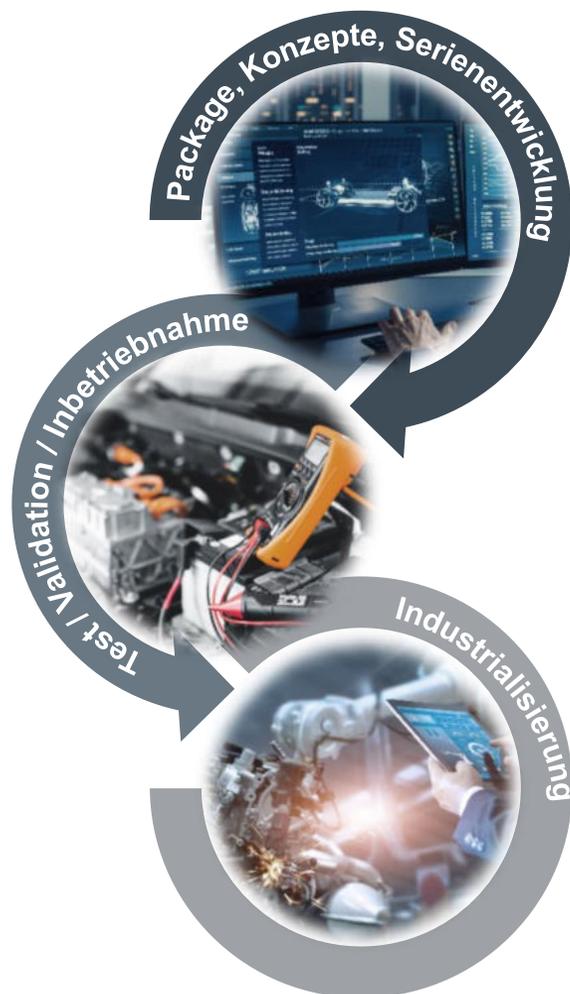
Herausforderungen:

- Integration der neuen EE-Architektur
- Langlebigkeit, Betriebsstabilität, Sicherheits- und Gesamtfahrzeugverantwortung
- Beschaffungs- und Qualitätsverantwortung für exklusive Brennstoffzellen-Fahrzeugteile
- Produktion von Kundenfahrzeugen in Daimler AG-Serienqualitätserwartung
- Teile-/System-/Fahrzeugfreigabe und Empfehlung, Qualitätsfreigabe durch EDAG
- Aufbau einer neuen Produktionsstätte in Bremen



ERFORDERLICHE FÄHIGKEITEN

BRAINWARE, HARDWARE, SOFTWARE



Package, Konzepte und Serienentwicklung

- Funktionale Sicherheit
- H2- / HV-Sicherheit
- Energiemanagement
- HV-Batterie
- E-Maschine / Getriebe / Invertertechnologie
- Package / Integration / Dokumentation
- BIW / TKD / Interieur / Exterieur
- HV / LV-Kabelbaum / Bordnetz
- Kühlung / (Luft-)Strömungssimulation
- Komponenten-/Systemdesign und -auswahl
- Brennstoffzelleneinheit *
- H2-Druckspeichersystem und Steuereinheit*

Test / Validation / Inbetriebnahme

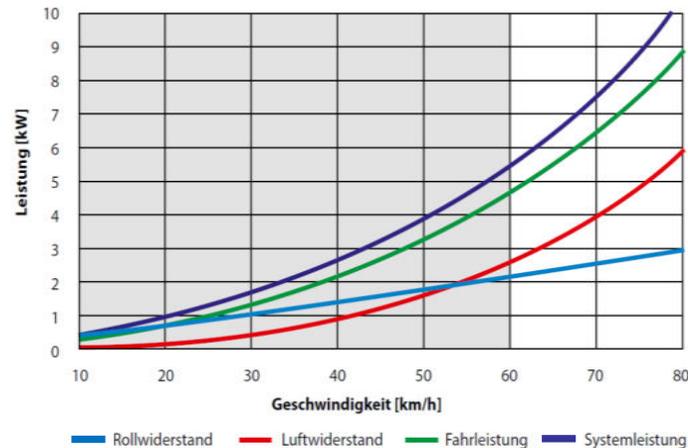
- Thermal
- Homologation
- Achsausrichtung
- H2-Betankung
- Komponenten- / System- / Fahrzeugebene
- Flottenmanagement und Wartung
- NVH / Systemzuverlässigkeit
- Fhgz.-Sicherheit / Crash / Rückhaltesystem
- Fahrzeugspezifische Prüfungen
- Gesamtfahrzeugvalidierung
- Sommer-/Wintertest
- Medien-Befüllung und Dichtheitsprüfung
- Inbetriebnahme von H2-, HV- und 12V-Komponenten
- H2 / HV-Sicherheit auf Gesamtfahrzeugebene
- H2 / HV Sicherheit auf Komponentenebene *

Industrialisierung

- Produktionstechnik Scale-Up vom Labor bis zur Großserie
- Kleinserienfertigung
- Kleinserienwerkzeugbau und Fertigung (exkl. Brennstoffzellen-Stack & System)
- Aftersales und Instandhaltung
- Smart Factory
- CO₂-neutrale Produktion

EINFLUSSFAKTOREN ENERGIEVERBRAUCH

Fahrleistungen für einen urbanen People Mover in Abhängigkeit der Geschwindigkeit



Fahrzeugspezifikationen

$c_f = 0,008$ $m = 1800 \text{ kg}$
 $c_w = 0,3$ $A = 3 \text{ m}^2$
 Batteriekapazität = 30 kWh



EDAG Simulationsrechnung 12.2018
 Urbaner Fahrbetrieb –
 mit Beschleunigungsvorgängen und Steigungsannahmen:

100 kg Gewichtsreduzierung führen zu 4-5% Energieverbrauch
 Es ist essentiell, die Batteriekapazität „user“-gerecht anzupassen
 Strukturintegration des Batteriesystems denkbar

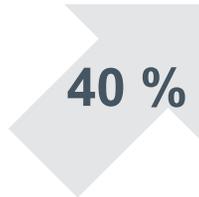
Literatur: 1.) Hillebrecht, M., Schäfer, M. und M. Hohmann: Leichtbaupotenzial in urbanen Elektrofahrzeugen. Lightweight design 6.2018. Springer.

2.) Henning, F; Gauterin, F., Dollinger, A und T. Burgert: Leichtbau für die Elektromobilität - eine gewichtige Strategie. Auswirkung von Leichtbau auf den Energiebedarf eines Elektrofahrzeugs“ Hannover Messe Industrie 2019.

H2HYBAT MOTIVATION (2019-2021)



BEV-Plattformen



SUV Marktanteile in EU-27

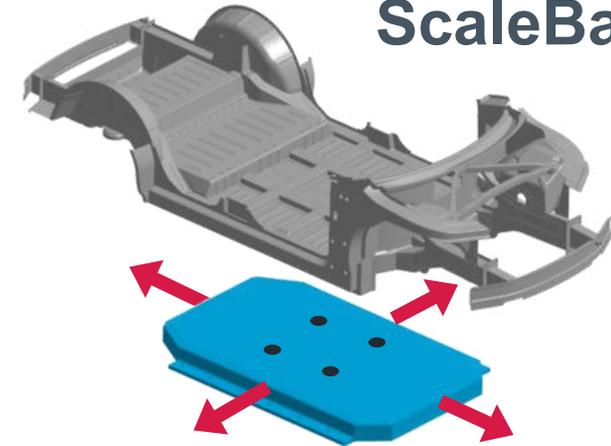


Endkunden ?

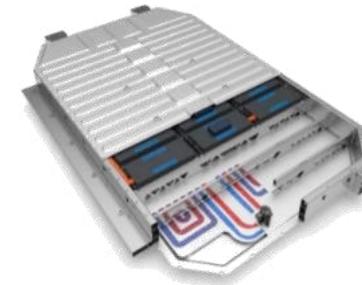
- **verunsichert: Reichweite** und **Ladezeiten** bei Langstrecke
- Brennstoffzellen und Wasserstoff mit **sehr positivem Image**



Fuel Cell Electric Vehicles als Ergänzung von BEVs
insb. für große Fahrzeuge wie SUVs



ScaleBase



ScaleBat



H2HYBAT (2019-2021)



Package

- Keine dedizierte FCEV-Plattform erforderlich
- Package ermöglicht sehr flache Module
Boden- und Fußraumfreiheit

Sicherheit

- Neues Sicherheitskonzept beim Seitenaufprall
- Hohe Crashesicherheit durch virtuelle Crashtests

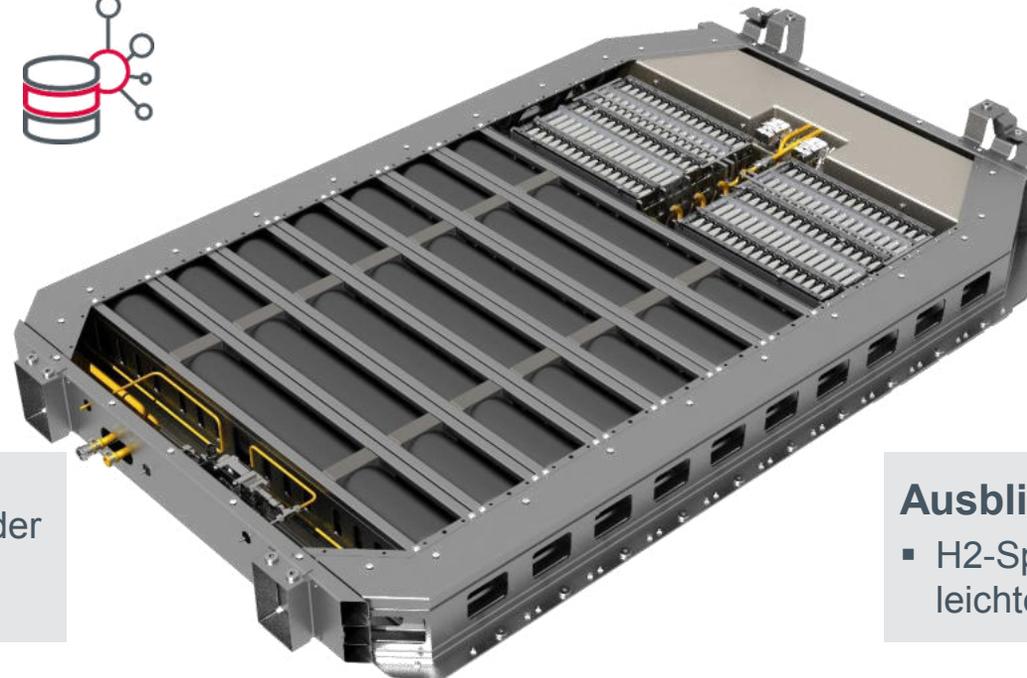
Flexibilität

- Individuelle Konfiguration möglich
- User-Anforderung im Fahrzeug-/
Speicherconfigurator möglich
(z.B. basierend auf individuellem Fahrprofil)



Modularität

- Wettbewerbsfähige Massenproduktion der
Speichermodule in großen Stückzahlen
- Hohe Anzahl von Gleichteilen



Nachhaltigkeit

- Austausch und
Wiederverwendung von H2-
Speichermodule möglich



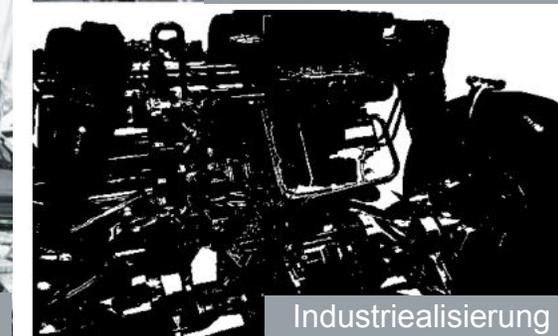
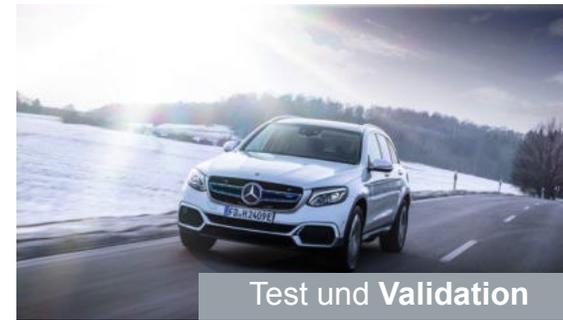
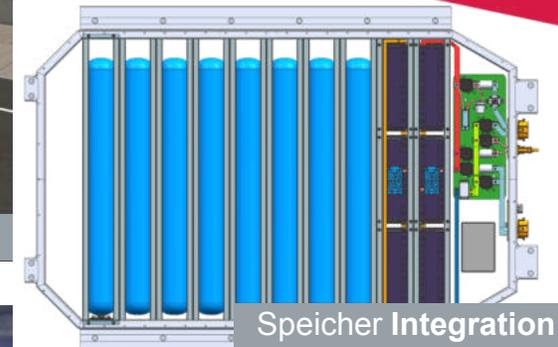
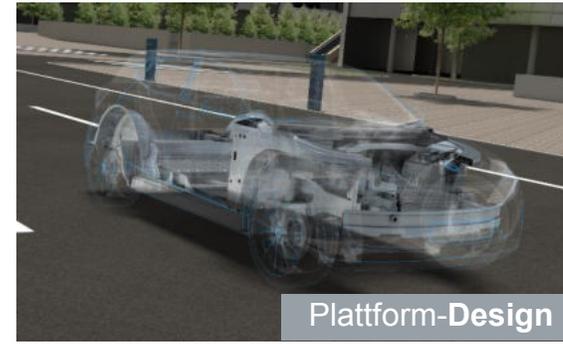
Ausblick

- H2-Speicherkonzept auch für
leichte Nutzfahrzeuge geeignet



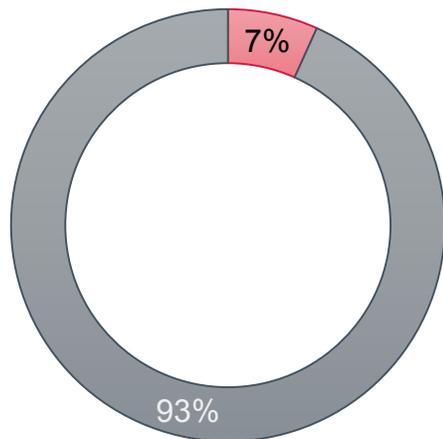
LEISTUNGSUMFÄNGE H2-PKW-LÖSUNGEN

- Engineering für Fahrzeugentwicklung und Produktion
- Langjährige Erfahrung mit Wasserstofflösungen
- Erfahrung in allen relevanten Bereichen der Brennstoffzellen-Fahrzeugentwicklung
 - Design, Konzeption, Auslegung
 - Crash-Simulation
 - Erprobung und Betriebsstrategien
- Software-Entwicklung
- Simulation (Strömung, Energie, Sicherheit,...)
- Kleinserienproduktion FC-Fahrzeuge
- Industrialisierung
 - Vom Labor zur Großserienfertigung
- Betankungs-Stationen und -Prüfgeräte



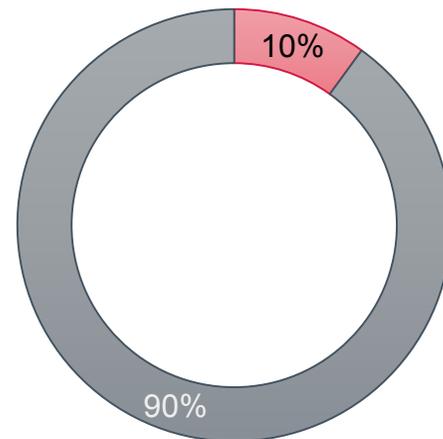
FLEXHYBAT HERAUSFORDERUNG (2019-2022)

Inländerfahrleistung



■ Kleintransporter ■ Rest

Verkehrsbedingte CO₂-Emissionen



■ Kleintransporter ■ Rest

- Laut Kraftfahrt-Bundesamt lag die geschätzte Inländerfahrleistung über alle Fahrzeugarten im Jahr 2018 bei insgesamt 736,0 Mrd. Kilometern.
- Allerdings erhöhten sich insbesondere für **Kleintransporter**, die **gefahrenen Kilometer** auf nunmehr **49,5 Mrd. Kilometer**.
- Kleintransporter verursachen rund **10%** der verkehrsbedingten **CO₂-Emissionen**
- Tendenz steigend



Quelle (2019):

www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/AlleFahrzeugarten

FLEXHYBAT PROBLEMSTELLUNG (2019-2022)

Für Kleintransporter gelten seit 2020 neue EU-Verordnungen mit einem CO₂-Zielwert von 147 g/km
Transformation der Antriebe in Abhängigkeit von Mobilitätsbedarf und Region



Herausforderungen der Fahrzeug-OEMs:

- Stark differierende Nutzungsprofile und Energiebedarfe
- Wie schnell entwickelt sich die Batterietechnik weiter ?
- Notwendigkeit mehrerer Antriebsvarianten ?
- Weltweite Märkte mit divergierenden Elektrifizierungsgraden und -infrastrukturen



Co-Existenz von unterschiedlichen Antriebsvarianten und Fahrzeugmodellen in einer Produkt-Linie zu erwarten



FLEXHYBAT

ARCHITEKTUREN FÜR BEV UND FCEV

Neben den unterschiedlichsten Attributen aus der Produktdefinition bestimmt der Energiespeicher die Architektur der Fahrzeuge signifikant.

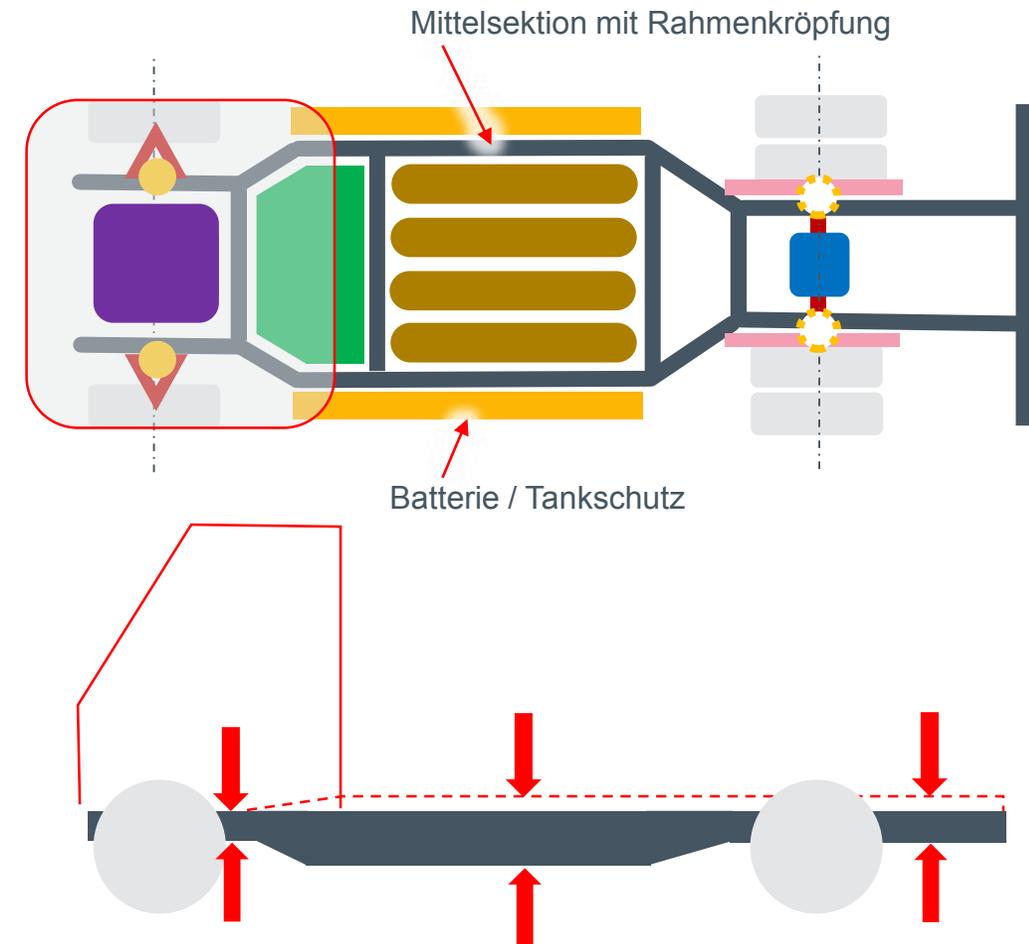
Wichtigste Auslegungskriterien sind:

- Größe / Volumina der Energiespeicher
- Sicherheitskonzept für die Energiespeicher
- Speicherkonzept (strukturintegriert / Anbauteil)

Die **Lasten aus dem Betrieb und den Crash-Lastfällen** dimensionieren zudem die Fahrzeugstrukturen in ihrer großen Bandbreite der Nutzlasten.

Hieraus ergibt sich eine Varianz in:

- Rahmenhöhen und –querschnitten
- Lastpfadverläufen



FLEXHYBAT PARTNER DES PROJEKTS



FlexHyBat - Inkrementelle Leichtbau-Fahrzeugbodengruppe für leichte Nutzfahrzeuge auf Basis 3D- rollgeformter Profile

GEFÖRDERT VOM



BETREUT VON



	Geschäftsmodell	Rolle im Projekt	
	unabhängige Entwicklung von Fahrzeugen und Produktion in der Automobilindustrie	Konsortialführung, Engineering Karosserie, Batteriekasten, H ² -Speicher, CAE-Auslegung und Komponententests	
	Hersteller kaltgewalzter Bandstähle Schwerpunkt Automotive	Innovative hochfeste Stahlgüten Laser High Speed Blanking von Formplatinen Lokale Entfestigung durch Erwärmen	
	Roboter, Maschinenbau, Schweißtechnik, Automatisierung	Entwicklung und Industrialisierung einer 3D-Auftragschweißtechnik	
	Software Engineering, Experte für FWP, Umformsimulation, Maschinenbau, Profiliertechnik	Engineering flexibles Walzprofilieren, Prototypen-Bauteile, CAE Software	
	Werkzeugbau Stanz- und Umformtechnik	Modulare Werkzeuge für das Formschlagen Hubgebundene Funktionalisierung von Trägerbauteilen	
	Forschungsinstitut, Auftragsforschung, Multiplikator Know-how, Lizenzgeber	Prozesskettenauslegung nach StBiFü®-Ansatz Roboterbasiertes 3D-Rollformen, Funktionalisierung durch inkrementelle Umformverfahren	

Technologiemerkmale

- Fahrzeug-Package und Architektur
- Systemintegration elektrische und konventionelle Antriebe
- Virtuelle Absicherung

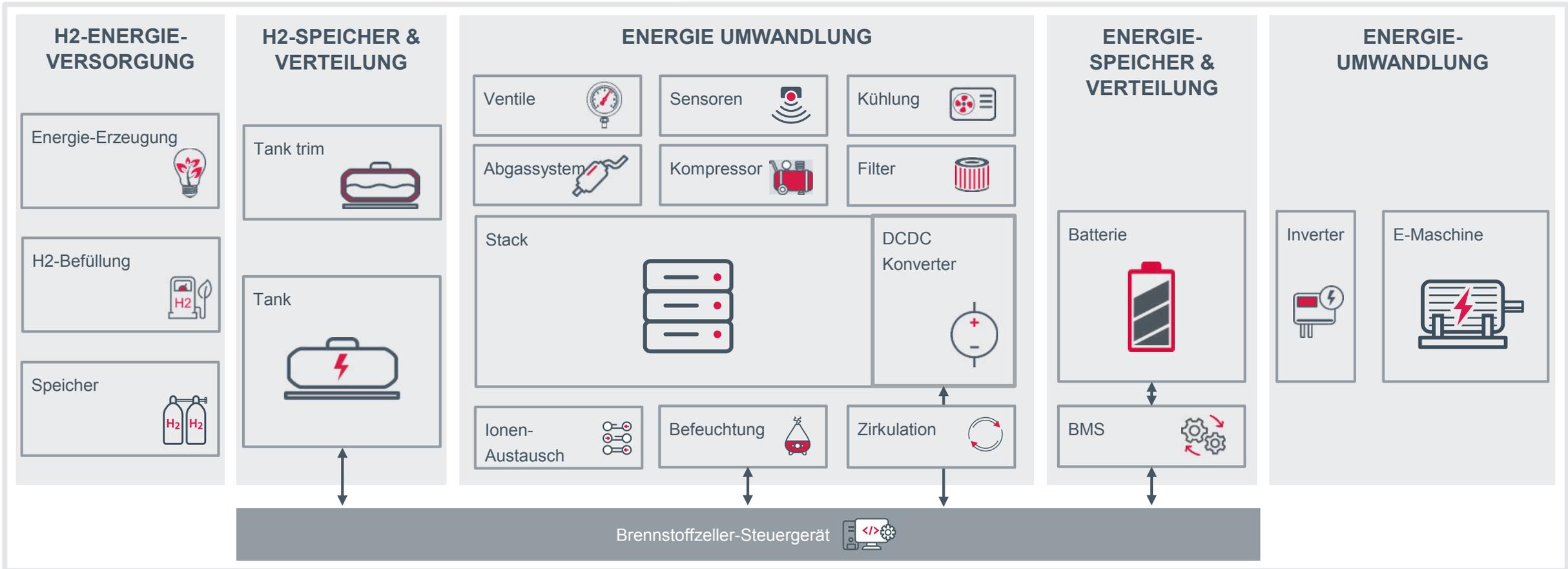
Ideen und Lösungsansätze im Projekt

- Benchmark-Daten für generische Konzepte
- Annahmen und Spezifikationen für Komponenten: Speicher, Batterie, Größe <-> Reichweite
- CAE-getriebene Entwicklung und lastgerechte Bauteilgestaltung
- Gewichtsreduktion durch gezielte Profilauswahl
- Berücksichtigen zukünftiger Anforderungsparameter der Fahrzeugklasse mit altern. Energiemedien
- Konzeptaufbau und anschließende Strukturabsicherung

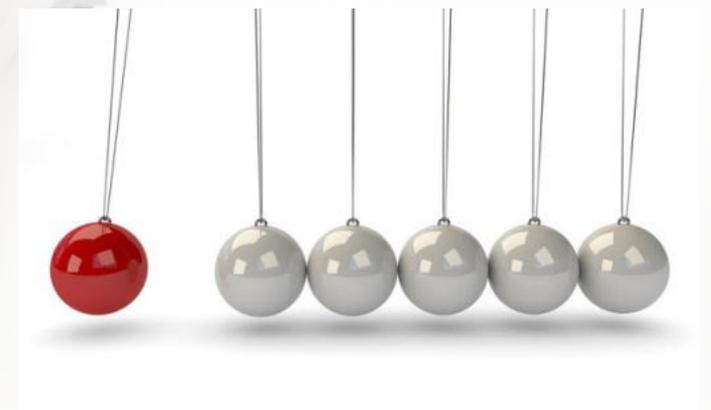


	Fzg. 1	Fzg. 2		
Querschnitt Ltr.				
Verlauf				
Querschnitte Querträger				
lastfallbedingte Aussteifung durch Auftragsschweißen				

ÜBERSICHT FCEV-ANTRIEBSSTRANG BRENNSTOFFZELLE BALANCE OF PLANT



H2-orientierte Zulieferindustrie: Multidisziplinäre und komplexe Wertschöpfungskette



Aufgrund der stark differenzierenden Anforderungen wird es im Segment der schweren und leichten Nutzfahrzeuge mehrere parallele alternative Antriebskonzepte geben – passend zu den Bedürfnissen der Nutzergruppen.

BEVs können in vielen Anwendungsfällen weder die erforderliche Verfügbarkeit, die ausreichende Nutzlast (bedingt durch hohe Batteriegewichte) erzielen.

Life-Cycle-Assessment und Recyclingproblematik ist (noch) unzureichend geklärt.

Die wasserstoffbetriebene Brennstoffzelle als Haupt-Energiequelle oder Range-Extender hat großes Potenzial die Anforderungen hinsichtlich größerer Reichweite, Nutzlastmaximierung und kurzen Tank- und Ladezyklen.

Die zukünftige Erschließung des PKW erfordert aber sowohl Technologie- als auch Kostenführerschaft für eine wettbewerbsfähige Massenproduktion großer Stückzahlen.

DANKE SEHR
für Ihr Interesse

Dr.-Ing. Martin Hillebrecht
Senior Expert Innovations
+49-171-635 6143
martin.Hillebrecht@edag.com

