

PROJEKTVORSTELLUNG

HYPERSFORMANCE

DR. HELERSON KEMMER
26.01.2021

Agenda

1. Mobile Brennstoffzelle bei Bosch

2. HyPerFormance

1. Steckbrief

2. Meilensteine, aktueller Arbeitsstand

3. Highlights

4. Herausforderungen

3. Zusammenfassung und Aussicht

Mobile Brennstoffzelle bei Bosch

Wiederverwendbare Bosch Komponenten
aus dem Verbrennungsmotor



- Die Geschäftsbereiche von Bosch sind **sehr aktiv** bei der Brennstoffzelle, viele Kern-Kompetenzen sind vorhanden:
 - ❑ **Systemfähigkeit** für das Verständnis und Auslegung des Gesamtsystems
 - ❑ **Luft- und Kraftstoffversorgung** und –regelung, **Thermalmanagement**
 - ❑ **SW-Regelung** mit komplexen Wechselwirkungen zwischen Aktuatoren und Sensoren
 - ❑ Umgang mit Kraftstoff bei **hohen Drücken**

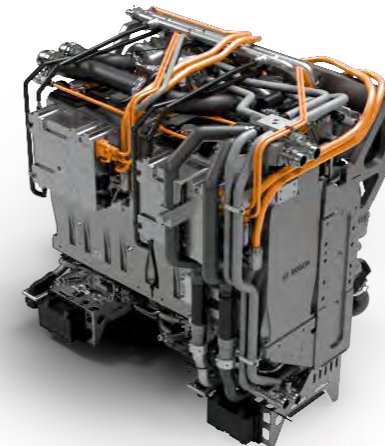
Bosch Komponenten für Hybrid-Fahrzeugen und BEV



Bosch Brennstoffzellensystem

- Komponenten sind in Entwicklung, sowohl durch Anpassungen aus der Verbrennungsmotorwelt, aus den Hybridfahrzeugen/BEV sowohl auch **brennstoffzellenspezifische** Komponenten und Systemen
- Eine **konzerninterne begleitende Forschung** wird für die Vorbereitung der **nächsten Generation** stark/explicit gewünscht

Bosch brennstoffzellenspezifische Komponenten



Public funded project Hyperformance

Component platform for fuel cell systems for mobility 2025

Motivation

- ▶ The main challenges from fuel cell drivetrains are the system costs and the H₂ infrastructure
- ▶ The system requirements depend strongly on the vehicle and power classes
→ Well-grounded system knowledge is essential for system and components specification

Targets

- ▶ Pre-development of new system approaches with reduced costs
- ▶ Definition of a modular system with use of same parts for different vehicle and power classes

Period:
Oct/2017-Jun/2021

Project managers:
Dr. Mark Hellmann
Dr. Helerson Kemmer

Total costs:
10.2 Mil. €

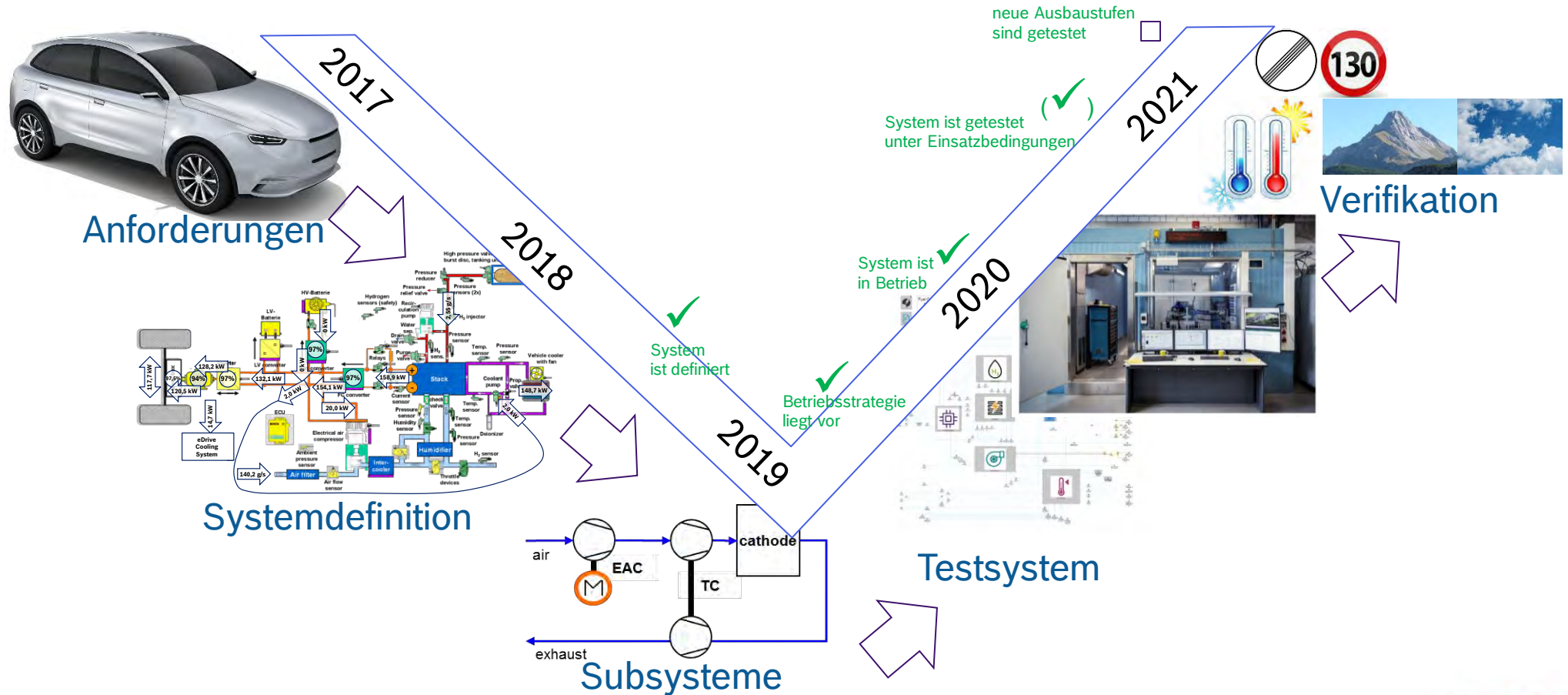
Funded:
4.5 Mil. €

Responsible body: PtJ

Work packages

AP0 Project management	AP1 Variant analysis	AP2 Harmonization of variants	AP3 Mounting and test of modular system
AP4 Evaluation of modular system	AP5 Interplay between stack and system	AP6 Development and validation of simulation models	AP7 Operation strategies

Meileinsteine, Arbeitsstand: gesamter Entwicklungszyklus ist durchlaufen, um innovative Systemansätze zu finden



Highlight aus der SW-Spezifikation: Zustandsmaschine und Regelungsalgorithmen wurden neu aufgesetzt

- Es gab im Hause Bosch bereits **prototypische** SW-Algorithmen für das Brennstoffzellensystem
- Da die **SW-Algorithmen** i.d.R. vom Anfang an nicht **strukturiert** und **ausbaufähig** sind, ist die SW-Pflege bei historisch gewachsenen SW-Algorithmen schier unmöglich bzw. sehr aufwändig
- Um das für die Brennstoffzelle zu verhindern, wurde in HyPerFormance die **FCCU¹-SW neu** aufgesetzt
 - ❑ Es wurden mathematische Tools zur **eindeutigen, überlappungs-** und **fehlerfreien** Strukturierung verwendet
 - ❑ Mehrere ganztägige Workshops wurden mit SW- und Brennstoffzellen-**Spezialisten** durchgeführt
 - ❑ Das Ergebnis wurde zunächst in SIL²-Umgebung ausführlich getestet
 - ❑ Und dann auf dem **System-Prüfstand** im Rahmen von HyPerFormance in Betrieb genommen und verifiziert
 - ❑ Das Ergebnis floss direkt in die **Plattform-SW** des Geschäftsbereiches als Basis für die Serienentwicklung

Systemprüfstand liegt für die Verifizierungen im relevanten Umgebungstemperatur-, -feuchte- und -druckbereich vor

- Ein Prüfstand wurde für die für HyPerFormance **notwendigen Untersuchungen** spezifiziert und ausgeschrieben
- Nach einem ausführlichen Auswahlprozess wurde ein Lieferant auserkoren, der den Prüfstand **maßgeschneidert** entwickelt und gebaut hat
- Unter Mitwirkung des Prüfstandlieferanten, Bosch und TÜV-SÜD wurde ein **Sicherheitskonzept** gemäß dem Stand der Technik erstellt, umgesetzt und in einem Life-Safety-Test geprüft
- Mit dem Prüfstand können Untersuchungen im **relevanten Bereich** durchgeführt werden
 - ❑ -30°C bis 55°C
 - ❑ 0 bis 90% relative Feuchte
 - ❑ -1000m bis 2000m über Meeresspiegel

Zwischenbericht NIP-II: HyPerFormance

Berichtszeitraum 01.01.2019 – 30.06.2019

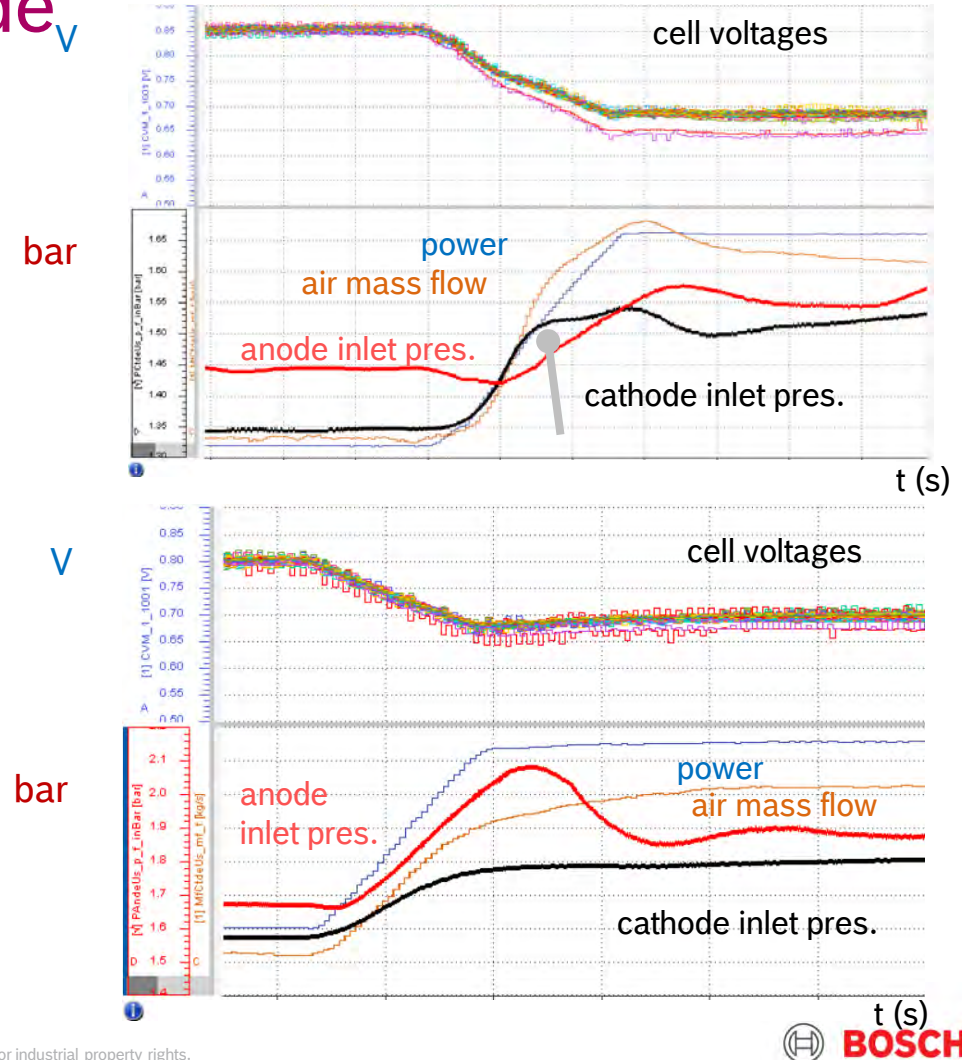
Der erfolgreich in Betrieb genommene Prüfstand bietet die Grundlage für experimentelle Validierung auf Systemebene im Projekt HyPerFormance.



Abbildung 5: Brennstoffzellen-Systemprüfstand (Prüfkammer ohne Nebenaggregate) nach Inbetriebnahme (Foto: LICHTMEISTER Photography Productions e.U.)

Herausforderung aus den Versuchen: Verbesserung der Druckdifferenz zwischen Anode und Kathode_V

- Status at 1st operation phase:
pressure difference control between anode and cathode during load jump (inversion, see top diagram) and in case of transitions had to be enhanced.
- Reasons
 - Calibration of anode pressure offset not yet optimized for high gradients
 - Model of pressure drop with stack cathode was not yet optimized
 - Sensor position at cathode outlet to be enhanced, locate downstream shut-off valve
- Current Status:
 - Now the pressure difference during a positive load jump shows no inversion of sign anymore.
 - The target of 100 mbar is reached speedy after the load change.
 - Verification at other conditions (hot, cold, full load, ...) open



Zusammenfassung und Ausblick

- HyperFormance ist “**on track**”, Projektabschluss Mitte 2021
- **Transfer** der Ergebnisse in die Serienentwicklung erfolgt in 2021
 - ❑ **SW-Strategien** für Normalbetrieb (bereits transferiert), Gefrierstart und Heißland
 - ❑ **Subsystems**, z.B. Luft-Modul
 - ❑ **Simulationsmodelle**
 - ❑ **Auslegungstools**
- In HyPerFormance wurden viele Erfindungsmeldungen eingereicht, entsprechende **Patentanmeldungen** sind in Bearbeitung. Bisher 10 Patente beim Patentamt angemeldet
- **Ideen** konnten aus Zeitgründen nicht alle umgesetzt werden
- Die Geschäftsbereiche von Bosch sind sehr aktiv bei der Brennstoffzelle, eine **konzerninterne begleitende Forschung** ist explizit gewünscht
- Ein **Folgeprojekt** ist in Planung