

## ETA3

Enhanced battery-electric and hydrogen fuel cell electric wheel loader platform (fuel cell drive non-road improvement)

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Leuchttürme eMobilität, Zero Emission Mobility, Zero Emission Mobility 6. Ausschreibung 2023/01	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	08.01.2024	<b>Projektende</b>	07.01.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	37 Monate
<b>Keywords</b>	Decarbonization; construction machinery; wheel loader; battery-electric drive (BEV); fuel cell electric drive (FCEV)		

### Projektbeschreibung

Das Projekt ETA3 verfolgt als übergeordnetes Ziel die Entwicklung eines vollelektrisch angetriebenen Radladers der mittelgroßen Baureihe als Leitentwicklungsgerät für batterie-elektrische Antriebe (BEV) und Brennstoffzellenantriebe (FCEV), um damit die Brennstoffzellentechnologie in der Baumaschine voranzutreiben, und für die spätere Serienanwendung ertüchtigen und optimieren zu können.

ETA3 geht über den Anspruch eines reinen Konzeptfahrzeuges deutlich hinaus. Es wird ein vollelektrischer Prototyp Radlader mit hohem Technologiereifegrad (TRL) mit einem Brennstoffzellenantrieb der nächsten Generation gebaut, womit die Voraussetzungen geschaffen werden, im Anschluss an die Demophase in eine Langezeiterprobung gehen zu können.

Gemeinsam mit seinen Projektpartnern konnte sich Liebherr im Rahmen der Vorgängerprojekte ETA und ETA2 mit den Grundlagen rüsten, die elektrische Antriebstechnik (BEV) sowie die Wasserstoff-Brennstoffzelle (FCEV) als Schlüsseltechnologien für die Erreichung zukünftiger CO<sub>2</sub>-Ziele in der Baumaschine für den Maschinentyp Radlader vorbereiten zu können.

Mit dem Erschließen der Brennstoffzellenantriebe im Projekt ETA2 konnten ab 2021 die Grundlagen dieser Technologie erarbeitet werden. Es wurde ein kleiner Radlader als Versuchsträger aufgebaut, welcher auf der europäischen Leitmesse für Baumaschinen – kurz Bauma – im Oktober 2022 präsentiert wurde. Durch die fundierte Gesprächsbasis mit den weltweit führenden Brennstoffzellenherstellern konnte im Hause Liebherr umfangreiches Wissen zu den Auslegungsgrundlagen für die Anwendungen in Baumaschinen etabliert werden.

Projektpartner Tobias konnte die technologieimmanenten Limits der Wasserstoffspeicherung sowohl am Fahrzeug als auch in der lokalen Versorgung am Einsatzort erarbeiten, wodurch eine optimierte Bauraumnutzung erzielt werden konnte. Aufbauend darauf wird in ETA3 ein deutlich größeres, modulares, richtlinienkonformes und schnellbetankungsfähiges Wasserstofftanksystem entwickelt.

Die TU Wien entwickelt in ETA3 ein optimiertes Energiemanagement, welches den entscheidenden Beitrag leisten wird, Brennstoffzelle und Batterie im Hinblick auf deren Alterung mit einer adaptiven Steuerung in Balance halten zu können.

Die Entwicklung des vollelektrischen Prototyp Radladers mittlerer Baugröße mit hohem TRL im Projekt ETA3 ist gekennzeichnet durch folgende innovativen Merkmale:

- Effizienzoptimierter elektrischer Triebstrang mit einer Spannungslage von bis zu 800 VDC für beide Energiequellen, BEV und FCEV
- Defizite der heute verfügbaren Brennstoffzellensysteme aufzeigen und in enger Zusammenarbeit mit den Herstellern Ertüchtigungsschritte für den non-road Einsatz in Angriff nehmen
- Radlader mit großer Nähe zu Serienanforderungen, geeignet für die Langzeiterprobung der Brennstoffzelle der nächsten Generation
- Prädiktives Energiemanagement auf Basis von Langzeitmessdaten, um eine kosten- und effizienzoptimierte Auslegung des Brennstoffzellenantriebs zu ermöglichen
- Mittels adaptiver Betriebsstrategie ausgewogene Lebensdauer sowohl für die Brennstoffzelle als auch die Batterie erzielen
- Entwicklung eines modularen, schnellbetankungsfähigen Wasserstofftanksystems unter Berücksichtigung der Sicherheits- und Zulassungsvorschriften
- Schaffung von mobilen, baustellentauglichen Wartungseinrichtungen für die fahrzeugeitige Wasserstofftechnik

ETA3 findet seinen Abschluss in einer mehrmonatigen Demophase im realen Kundenbetrieb und dem Schritt in die Langzeiterprobung.

## **Abstract**

The overall objective of the ETA3 project is to develop a full-electric wheel loader of the mid-size segment as a lead development machine for battery-electric drives (BEV) and fuel cell drives (FCEV) in order to advance fuel cell technology in construction machinery, and to be able to upgrade and optimize it for later series-production application.

ETA3 clearly goes beyond the claim of a pure concept machine. A full-electric prototype wheel loader with a high technology readiness level (TRL) and a next-generation fuel cell drive will be built, creating the conditions for long-term field testing beyond the demo phase.

Together with its project partners, Liebherr was able to equip itself with the fundamentals to prepare electric drive technology (BEV) and hydrogen fuel cells (FCEV) as key technologies for achieving future CO2 targets in construction machinery for the wheel loader machine type as part of the R+D projects ETA and ETA2.

By dealing with fuel cell drive systems in the ETA2 project starting in 2021, it was possible to work out the fundamentals of this technology. A small-size wheel loader was built for demonstration purpose, which was presented at the leading European trade fair for construction machinery - Bauma for short - in October 2022. Thanks to well-founded discussions with the world's leading fuel cell manufacturers, Liebherr was able to establish extensive knowledge of the relevant design principles for applications in construction machinery.

Project partner Tobias was able to work out the technology-immanent limits of hydrogen storage both on the vehicle and in the local supply at the point of use, enabling optimized use of installation space. Building on this, a significantly larger, modular, directive-compliant hydrogen tank system capable of fast-refueling will be developed in ETA3.

The Vienna University of Technology (TU Wien) will develop an optimized energy management system that will make a decisive contribution to keeping the fuel cell and battery in balance with regard to their aging with an adaptive control system.

The development of the full-electric prototype wheel loader of the mid-size range with high TRL in the ETA3 project includes the following innovative features:

- Efficiency-optimized full-electric powertrain with a voltage range of up to 800 VDC for both energy sources, BEV and FCEV
- Identify deficits of currently available fuel cell systems and initiate modification and upgrade steps for non-road use in close cooperation with manufacturers
- Full-electric wheel loader prototype of the mid-size range close to series requirements, suitable for long-term testing of the next-generation fuel cell system
- Analyze energy management based on long-term measurement data to enable cost/efficiency optimized design of the fuel cell drive system
- Achieve balanced lifetime conditions for both the fuel cell and the battery by means of an adaptive operating strategy.
- Development of a modular hydrogen refueling system capable of fast-refueling, taking into account safety and approval regulations
- Development of mobile, site-compatible maintenance facilities for on-board hydrogen technology

The ETA3 project will be finished in a demo phase lasting several months in real customer operations with the final step into long-term field testing.

### **Projektkoordinator**

- LIEBHERR-WERK BISCHOFSHOFEN GMBH

### **Projektpartner**

- Adolf Tobias Gesellschaft m.b.H.
- Technische Universität Wien