

## eCityBus 2. FJ

Modulare und skalierbare AD-Ready eCity Bus-Plattform

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	12.05.2023	<b>Projektende</b>	31.03.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	23 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Der diesem FFG Basisprogramm-Antrag zugrundeliegende Forschungs- und Entwicklungsgegenstand ist eine neuartige, modulare und leichtgewichtige Plattform für elektrische Stadtbusse, welche insbesondere durch

- Konzeption und Entwicklung eines neuen integrierten elektrischen Antriebsstranges,
- Konzeption und Entwicklung für den Einsatz im Bus-Chassis geeigneter Batteriepakete und
- die folglich mögliche Ausschöpfung des Leichtbaupotenzials durch Multi-Material Design im Bereich des Chassis und des Aufbaus technisch möglich gemacht und umgesetzt werden soll.
- Als Bindeglied zur Erreichung hoher Energieeffizienz kommt u.a. dem Bereich des „Vehicle Thermal Management Systems“ (VTMS) eine wesentliche Rolle zu.
- Die Entwicklung einer AD-Ready Plattform für City und Shuttle Busse, welche es AD-Technologieunternehmen (Oxbotica, Sensible4, ZF etc.) ermöglicht, deren Komplementärtechnologie in den Markt zu bringen und ggf. im Kontext von Transport-as-a-Service Modellen zu betreiben.

Entstehen soll durch Unterstützung des FFG-Basisprogramms und einem Überkommen der inhärenten Zielkonflikte der Entwicklung, ein Prototypenfahrzeug dieses hochinnovativen, energie- und kosteneffizienten elektrischen Stadtbusse, welcher – neben bereits in Entwicklung befindlichen elektrischen Nutzfahrzeugen – wesentlichen Teil der betrieblichen Wachstumsstrategie von eVersum darstellt. Im österreichischen und europäischen Kontext soll dieses Fahrzeug und die wegweisenden Entwicklungen einen Teil der klima- und verkehrspolitischen Gesamtlösung darstellen.

Im 2. Forschungsjahr ist das Ziel, die entwickelten Bausteine und den Prototypen auf ein höheres TRL-Niveau (TRL > 6) zu bringen sowie eine modulare Integration bis zu SAE-Level 4 Funktionalitäten zu ermöglichen und zu demonstrieren.

### Endberichtkurzfassung

WP2

Das Projekt hat alle seine ambitionierten Ziele erfolgreich erreicht und resultierte in einer leichten, robusten und hochgradig

anpassungsfähigen Fahrzeugplattform. Durch den Einsatz fortschrittlicher FEA-Simulationen konnten wir eine theoretische Gewichtsreduzierung von 26?% der Rohkarosserie (Body-in-White, BIW) erzielen, die in der Praxis mit einer realen Reduktion von 25?% bestätigt wurde. Dies machte das Fahrzeug nicht nur leichter, sondern übertraf auch die Branchenstandards hinsichtlich Steifigkeit und Biegeverhalten, was eine hervorragende Sicherheit und Fahrdynamik gewährleistet.

Auch unsere Fertigungsziele wurden erreicht, indem die Montageeffizienz verbessert wurde. Der Wechsel von GFK-Teilen zu tiefgezogenen Komponenten führte beispielsweise zu einer erheblichen Verkürzung der Montagezeit und einer signifikanten Gewichtsreduzierung, was die Fahrzeugleistung und Reichweite direkt verbesserte.

Darüber hinaus haben wir erfolgreich eine modulare Plattform mit austauschbaren Innenraumkomponenten entwickelt, was zu einer deutlichen Gewichtsreduzierung im Innenraum führte. Diese Plattform ermöglicht eine umfangreiche Individualisierung – einschließlich der Skalierung von Batteriepaketen sowie der flexiblen Positionierung von Ladeanschlüssen und Türen.

Durch die Erfüllung dieser Kernziele haben wir ein vielseitiges, wirtschaftliches und leistungsstarkes Fahrzeug geliefert, das alle Projektanforderungen in vollem Umfang erfüllt.

### WP3

Alle unsere Projektziele wurden erfolgreich erreicht, was in einer Fahrzeugplattform mit verbesserter Leistung, Effizienz und Autonomie resultierte.

Wir haben sowohl das Brake-by-Wire- als auch das Steer-by-Wire-System erfolgreich implementiert, wodurch das Fahrzeug vollständig über elektronische Signale steuerbar ist. Diese entscheidende Integration ermöglicht es der Plattform, sich zu einem vollständig SAE Level 4 autonom gesteuerten Fahrzeug weiterzuentwickeln – ein zentrales Ziel von Beginn an.

Das Projekt brachte zudem bedeutende Leistungsverbesserungen mit sich. Wir integrierten einen neuen Zweigang-Antriebsstrang, der das Drehmoment im ersten Gang erheblich erhöht und die Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h auf 87 km/h steigert. Dieses neue System verbessert außerdem die Effizienz, vergrößert die Reichweite des Fahrzeugs und reduziert den Bedarf an Wärmeabfuhr.

Schließlich führte unser Redesign des Bremssystems zu einer deutlich schnelleren Repressurisierung sowie zu einer Gewichtsreduktion.

Diese Erfolge – von der Umsetzung fortschrittlicher autonomer Systeme bis hin zu messbaren Leistungs- und Effizienzsteigerungen – bestätigen, dass wir 100?% unserer ursprünglich gesetzten Ziele erreicht haben.

### WP4

Um das Ziel dieses Arbeitspakets zu erreichen, haben wir zwei Konzeptdurchläufe durchgeführt. Einer beinhaltete die notwendigen Modifikationen der elektrischen Schnittstellen und des BMS, um bessere Systemreaktionszeiten, Flexibilität im Energiemanagement sowie verbesserte Überwachungsmöglichkeiten zu gewährleisten. Der zweite Durchlauf umfasste Verbesserungen hinsichtlich der Systemsicherheit und der Automatisierung der Qualitätskontrolle. Mit diesen Modifikationen

konnten wir die Zielvorgaben in Bezug auf Fahrzeugreichweite, Ladeanforderungen und Bereitschaftsmodi erreichen. Es wurde eine Änderung an der DC-Ladefähigkeit vorgenommen: Die Ladeleistung wurde von 150?kW auf 135?kW begrenzt. Obwohl das System ursprünglich für 150?kW ausgelegt war, haben wir die Leistung reduziert, um das System langfristig nicht zu überlasten. Darüber hinaus haben wir weitere Optimierungsmöglichkeiten untersucht, obwohl die Ziele des Pakets bereits erreicht wurden – mit dem Ziel, die Reichweite des Fahrzeugs weiter zu erhöhen, wie sie in den Verkaufszahlen präsentiert werden soll. Damit haben wir 100?% der Ziele dieses Arbeitspakets erreicht.

## WP5

Alle gesetzten Ziele für das Thermomanagement des Fahrzeugs wurden erfolgreich erreicht und führten zu deutlichen Verbesserungen in Effizienz, Leistung und Komfort.

Durch eine umfassende Optimierung des Fahrzeug-Thermomanagementsystems (VTMS) konnte der Energieverbrauch für die Luftverteilung signifikant reduziert werden. Dies wurde durch den Einsatz eines neuen, leichteren und besser isolierenden Materials, die Optimierung der Luftkanäle mittels 3D-gedruckter Verbindungen sowie die Anpassung der Luftdurchmesser auf Basis von CFD-Analysen zur Reduktion von Turbulenzen und zur Effizienzsteigerung erreicht.

Darüber hinaus wurde die Leistung des Hilfskühlkreislaufts erheblich verbessert. Durch die Auswahl eines geeigneteren Kühlmittels, eine optimierte Steuerlogik und vergrößerte Durchmesser der Hauptleitungen konnte der Durchfluss gesteigert werden. Dies führte zu einer schnelleren Reaktionszeit des Kühlsystems für Hochvolt-Komponenten und den Antriebsmotor.

Diese thermischen Optimierungen führten insgesamt zu deutlich verkürzten Kühl- und Heizzeiten sowie zu einer spürbaren Reduktion des Energieverbrauchs im Betrieb. Zusätzlich konnte die Entfrosterleistung für den Fahrerbereich auf das Niveau des restlichen Fahrzeuginnenraums angehoben werden, was den Komfort und die Sicherheit der Passagiere weiter erhöht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle gesetzten Ziele dieses Thermo-Optimierungsprojekts vollständig erreicht wurden.

## WP6

Wir haben 100?% unserer festgelegten Sicherheitsziele erfolgreich erreicht und ein Fahrzeug geschaffen, das nicht nur alle gesetzlichen Standards erfüllt, sondern diese sogar übertrifft. Unsere umfassende Analyse führte zu gezielten Designverbesserungen, die die passive Sicherheit für alle Fahrgäste und das Personal deutlich erhöhen.

Um Verletzungen durch Stürze zu vermeiden, wurden die Fahrerstufen neu gestaltet und mit neuen Kantenprofilen versehen, um den Rutschschutz zu verbessern. Außerdem wurden die Kanten im Fahrgastraum und an den Radläufen neu geformt, um scharfe Ecken zu beseitigen. Diese Bereiche wurden zusätzlich mit Schutzprofilen versehen, und alle Ecken erhielten weiches Silikongummi für besseren Schutz bei Kollisionen oder Notbremsungen.

Zur Erhöhung der Sicherheit bei rutschigen Bedingungen integrierten wir zusätzliche Anti-Rutsch-Maßnahmen, wie z.?B. Grip-Tapes auf den Einstiegstreppe und in Rollstuhlbereichen. Auch die Haltegriffe wurden in Position und Höhe verbessert,

um einen sichereren Halt zu ermöglichen.

Ein entscheidender Erfolg war unser innovativer Ansatz zur Batteriesicherheit: Teile der Body-in-White (BIW)-Struktur wurden so gestaltet, dass sie bei einem thermischen Durchgehen (thermal runaway) gefährliche Flammen und Gase sicher vom Fahrgastraum ableiten. Dieses Schutzsystem zur Entlüftung wurde erfolgreich für Batterien sowohl im Fahrzeugboden als auch im Heckbereich integriert und bietet so ein neues Maß an Sicherheit für Fahrgäste und Personal.

#### WP7

Im Rahmen dieses Arbeitspakets haben wir ein Standardfahrzeug der Stufe L0 so modifiziert, dass es als Plattform für L4-Funktionalitäten dienen kann. Dazu gehörte auch die Ausstattung des Fahrzeugs mit zusätzlicher Hardware zur Ferninteraktion mit Fahrgästen über visuelle und akustische Systeme sowie zur Flottenüberwachung. Zudem wurden Lenkung, Bremsen, Antrieb und Karosseriesysteme mit „Drive-by-Wire“-Fähigkeiten ausgestattet. Alle Funktionen mussten zusätzliche Diagnosefunktionen sowie entsprechende Erweiterungen in Software und Hardware enthalten. Dieses Arbeitspaket wurde auch in Zusammenarbeit mit WP8 umgesetzt, um zu identifizieren, welche Änderungen zusätzlich notwendig sind, um die Anforderungen aus TARA/HARA-Cybersicherheitsanalysen zu erfüllen und ein sicheres Fahrzeug zu gewährleisten. Da alle Anforderungen erfüllt wurden, gehen wir davon aus, dass wir 100% der Ziele dieses Arbeitspakets erreicht haben.

#### WP8

Basierend auf unserer Marktrecherche haben wir Kontakt zu verschiedenen Unternehmen aufgenommen, die sich mit der Entwicklung von AD-Systemen auf Level 4 beschäftigen, unter anderem ZF und OXA. Gemeinsam mit diesen Partnern wurde analysiert, welche Sensorkonfiguration integriert werden muss, da diese Unternehmen über umfangreiche Erfahrung mit der Implementierung von AD-Stacks verfügen. Zusammen mit ihnen haben wir die Architektur aus WP7 bewertet und Verbesserungen an den Schnittstellen und der Softwarearchitektur vorgenommen, damit diese mit deren AD-Stack kompatibel ist. Nach Integration der Sensoren entwickelten wir die Schnittstellen zur AD-Steuerung, um die Funktionen zu testen, zu validieren und zu demonstrieren, die Teil dieses Arbeitspakets sind. Da das Ziel dieses Arbeitspakets darin bestand, SAE-L4-Funktionalitäten zu demonstrieren und zu testen – einschließlich tatsächlichem Fahren, Bremsen und Lenken durch den AD-Stack – haben wir die Anforderungen zu 100% erfüllt.

#### WP9

Die grundlegenden Ziele des Projekts, ein autonom fahrendes Fahrzeug zu entwickeln und auf den Markt zu bringen, wurden erreicht. Das Fahrzeug entspricht der EU-Verordnung 2018/858, und die autonomen Fahrfunktionen sind im Rahmen der Prototypenzulassung in verschiedenen Staaten homologierbar. Dies ermöglicht die zukünftige Entwicklung marktreifer Systeme und Fahrzeuge, um schließlich ein serienreifes Fahrzeug zu entwickeln. Umfangreiche Optimierungsarbeiten wurden bereits durchgeführt, jedoch müssen AD-Sensorik, -Parameter und -Funktionen umfassend evaluiert und in kontrollierten Umgebungen weiterentwickelt werden – beispielsweise unter nationalen und auch den derzeit noch geltenden EU-Beschränkungen. Mit ständiger Weiterentwicklung und Systemverbesserungen sowie Iterationen beim Lernen autonomer AD-Systeme könnte AD LVL-4 innerhalb des nächsten Jahrzehnts in Serie produziert werden. Ein entscheidender Aspekt

hierfür ist, ausreichend Zeit auf der Teststrecke für Systemanpassungen und Systemlernen zu ermöglichen.

### **Projektpartner**

- eVersum mobility solutions GmbH