

Schlussbericht des Verbundes

- öffentlich einsehbar -

HYMOVER

Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des Zuwendungsempfängers (ZE) oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z. B. Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der ZE den Zuwendungsgeber (ZG) ausdrücklich darauf hinzuweisen.

Zuwendungsempfänger: AMZ Sachsen im RKW Sachsen e.V. Projektpartner B	Förderkennzeichen: 01 ME 21005B
Kontakt Konsortialführer: Andreas Wächtler Freiberger Str. 35 01067 Dresden	Tel.: 0351-8322-367 Email: waechtler@amz-sachsen.de
Laufzeit des Vorhabens: von: 01.01.2022 bis: 30.06.2024	
Datum Bericht: 29.08.2024	

Inhalt

Allgemeine Hinweise:	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1. Kurzdarstellung.....	3
1.1. Aufgabenstellung	3
1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	6
1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens	9
1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	11
Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden.....	12
Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste	12
1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
2. Eingehende Darstellung	13
2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele	13
2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	14
2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	15
2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	16
2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	16
2.6. Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen.....	17

1. Kurzdarstellung

AMZ Sachsen hat als Konsortialführer das Projekt HYMOVER mit den Partnern FAUN, gts cotech und den Assoziierten Partnern MAN, Volkswagen, Porsche und Schnellecke von der Konzeption bis zur Projektausführung organisiert, und bis zum Ausscheiden des Partners MAN geführt. Nach einer Reorganisation des Projektscope und Neuaufstellung des Rumpfteams, bestehend aus FAUN und AMZ Sachsen wurde das Projekt unter der Leitung von AMZ Sachsen weiter fortgesetzt bis zum vorzeitigen Projektabbruch durch den Projektpartner FAUN im Juni 2024. Somit konnten im Rahmen der Projektarbeit nur erste Zwischenergebnisse erreicht werden. Der Grund für die Neuaufstellung des Projektes in 2023 stellte eine fehlende Freigabe von für das Projekt zwingend notwendigen firmeninternen Informationen seitens MAN dar. Der Grund für den finalen Projektabbruch durch FAUN liegt insbesondere in der Abkehr der Bundesregierung von einer Förderung von Wasserstoff-Forschungs- und Absatzunterstützungsaktivitäten, die ihrerseits in der Streichung von 60 Mrd. Euro im Klimastrukturfond (KTF) aufgrund eines Urteils des Bundesverfassungsgerichtes im Jahr 2023 liegen. Die dadurch fehlende Förderung für Fahrzeugentwicklung (CAPEX-Förderung), Entwicklung der Infrastruktur (Wasserstoff-Tankstellen), sowie Förderung von Beschaffung und Betrieb auf Nachfragerseite (OPEX-Förderung) zwingt FAUN auch aufgrund fehlenden Absatzes von Fahrzeugen zu einer breit angelegten Reduktion aller Forschungsarbeiten im Bereich Wasserstofffahrzeuge wie auch zu einem Abbruch dieses Projekts.

1.1. Aufgabenstellung

Ursprüngliche Aufgabenstellung

Das Ziel des Projekts war die Entwicklung und Erprobung eines intelligenten Gesamtpakets für Wasserstoffantriebstechnologien für den Serieneinsatz von 40-Tonnen-Brennstoffzellen-Sattelzugmaschinen im Mittelstreckenbereich der Automobillogistik.

Zu diesem Zweck sollten zwei Fahrzeuge des Herstellers MAN mit elektrischen Antrieben und Brennstoffzellensystemen einschließlich Wasserstofftanksystemen als Reichweitenverlängerer ausgestattet und in zwei Pilotszenarien auf ihre Praxistauglichkeit bei der Volkswagen Sachsen GmbH und der Porsche Leipzig GmbH getestet werden. Das Projekt profitierte von der regionalen Infrastruktur in Leipzig und Dresden-Zwickau, die das Betanken mit Strom und/oder Wasserstoff sowie die operative Service- und Instandhaltungsinfrastruktur umfasst. Dabei sollte die im Vorgängerprojekt eJIT geschaffene Ladeinfrastruktur in Leipzig und Zwickau genutzt werden, sowie die Wasserstofftankstellen der H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG in Dresden, Meerane und Leipzig.

Das Ziel des Projekts hätte durch die Erfüllung spezifischer Teilziele in den Bereichen „Brennstoffzellen-Sattelzug“ und „smarte Technologie“ sowie deren Integration erreicht werden sollen:

Brennstoffzellen-Sattelzug

- Entwicklung eines Technologiekonzepts zur Integration eines Batterie-Brennstoffzellen-Hybridsystems in Sattelzugmaschinen, einschließlich aller Nebenaggregate.
- Untersuchung und Bewertung des Antriebssystems und der Package-Konzeption im Hinblick auf Nutzlast und Nutzlastvolumen in Verbindung mit der Energiebereitstellung durch Brennstoffzellen und Wasserstoff.

- Validierung des Batterie-Brennstoffzellen-Hybridsystems in der spezifischen Anwendung «Sattelzug».
- Validierung des spezifischen Einsatzfeldes im Feldversuch mit Untersuchungen zur Zuverlässigkeit, Einsatzflexibilität und Nutzerakzeptanz.

Smarte Informations- und Kommunikationstechnologien

- Aufbau eines digitalen Steuer- und Kontrollleitstands auf Basis einer zentralen Datendrehscheibe mit standardisierten Technologien.
- Erarbeitung eines Systemaufbaus für das Kommunikations- und Datenmodell unter Berücksichtigung relevanter Anwendungsfelder und Szenarien.
- Integration aller beteiligten Partner, einschließlich Spediteure, Servicedienstleister (Tankstellen, Ladepunkte), Instandhalter und Logistikkunden Volkswagen und Porsche, durch die zentrale Datendrehscheibe.
- Entwicklung eines Echtzeitmonitoringsystems, auf das jeder Partner zugreifen kann, um eigene Dienste aufzusetzen.
- Parallel zum Piloteinsatz der Brennstoffzellen-Sattelzugmaschinen erfolgt die Validierung der Datendrehscheibe und des Echtzeitmonitoringsystems sowie Untersuchungen zu Steuer- und Kontrollfunktionen anhand von Indikatoren zur energie-, auslastungs- und materialflussoptimierten Einsatzplanung und Steuerung, Bewertung der Nachhaltigkeits-, Energie- und Auslastungseffizienz und Dokumentation von Prozessabweichungen und -störungen.

Technologietransfer und Integration

- Bewertung der Pilotszenarien hinsichtlich der gesamten Wertschöpfungskette, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit.
- Formulierung von Ansätzen zur Übertragung auf andere Verkehrsbereiche.
- Präsentation der neuen Technik und Sensibilisierung von Lieferanten und Dienstleistern.
- Ermittlung und Bewertung von Qualifizierungs- und Schulungsbedarfen sowie Erstellung eines digitalen Sensibilisierungskurses für Brennstoffzellen-LKW für Logistiker.

Alle Projektpartner verfolgten das Ziel gemeinsam, eine hohe Fertigungstiefe in Deutschland zu erreichen und zu halten, was den Zielen der Bundesregierung entspricht. Mit dem Ziel, eine wirtschaftlich tragfähige, dekarbonisierte Transportlogistik zu entwickeln, hätte das Projekt dazu beigetragen, die Spitzenposition des Logistikstandorts Deutschland weiter zu stärken. Die Projektergebnisse sollten als Beispiel dienen, um künftig den Straßengüterverkehr umzugestalten. Das Projektkonsortium umfasste Akteure entlang der Wertschöpfungskette der Fahrzeugindustrie, der Logistikinformationssysteme und der automobilen Zulieferlogistik. Zu den Partnern gehörten MAN als LKW-Hersteller, Schnellecke Logistics als Spedition, GLTS als IKT-Spezialist, FAUN als Systemspezialist und Service- und Instandhaltungspartner sowie Volkswagen und Porsche als prototypische Kunden und Nutzer der smarten H2-Trucks. Das RKW Sachsen sollte als Koordinator gezielte Impulse für das übergreifende Netzwerk-, Transfer- und Innovationsmanagement setzen.

Aufgabenstellung nach Neuaufstellung des Konsortiums und Verbleib der Partner AMZ Sachsen und FAUN.

Im Vergleich zur ursprünglichen Projektplanung wurde das Gesamtziel auf die neue Zielstellung „Bereitstellung eines vollfunktionsfähigen Brennstoffzellenfahrzeugs inklusive eines standardisierten elektrischen Nebenabtriebs mit Wechselaufbau“ angepasst, damit die Partnerstruktur und die zugehörigen Aufwände korrelieren. Dies geschah in Abstimmung mit dem Projektträger. Diese Anpassung war notwendig geworden, weil sich der Partner MAN im ersten Projektjahr 2022 aus dem Projekt zurückgezogen hatte. Alle Bemühungen des Konsortiums Anfang 2023, eine Kooperation mit MAN aufrecht zu erhalten, blieben erfolglos. Ohne MAN als Hersteller war der Aufbau der 40-Tonnen-Brennstoffzellen-Sattelzugmaschinen nicht möglich, da fehlender Zugang zur Elektronik die Zielerreichung verhinderte. Daher musste die Projektzielstellung neu diskutiert und bewertet werden.

Zielstellungen des Teilvorhabens:

1. Ökonomische Nachhaltigkeit:

Ziel war die Untersuchung und Bewertung der ökonomischen Nachhaltigkeit von 40-Tonnen-Brennstoffzellen-Sattelzugmaschinen auf Mittelstrecken in der Automobillogistik. Hierfür wurde ein Berechnungstool mit Kostenrahmen entwickelt und damit wurde dieses Ziel erreicht. Das Berechnungstool liegt vor.

2. Ökologische Nachhaltigkeit:

Ziel war die Untersuchung und Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit dieser Sattelzugmaschinen. Es sollte ein Berechnungstool zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks nach Scope 3 / GHG-P erstellt werden. Zudem war geplant, die soziale Nachhaltigkeit des Gesamtsystems zu berücksichtigen. Ziel war es, Kennzahlen und Berechnungsvorschriften zu erstellen, die zukünftigen Anwendern ermöglichen, die Umweltwirkungen einer Investition in einen H₂-Brennstoffzellen-Sattelzug zu dokumentieren. Dieses Ziel sollte ohne ein konkretes Fahrzeug erreicht werden und stellt für sich ein wichtiges Instrument für Entscheider der Logistikbranche dar.

3. Bewertung von Einsatzszenarien:

Diese Zielstellung baute auf den ersten beiden Zielen auf und wird praxisnah umgesetzt. Auch dieses Ziel kann mit entsprechenden Ausgangsergebnissen weiterhin erreicht werden.

4. IT-Infrastruktur:

Ziel war die Identifikation und Bewertung der IT-Infrastruktur sowie aktueller Rahmenbedingungen in der Automobillogistik. Diese Zielstellung wurde bis auf die Bewertung von Optimierungspotenzialen erreicht.

5. Kompetenzanforderungen:

Ziel war die Identifikation von Kompetenzanforderungen im Zusammenhang mit Brennstoffzellenfahrzeugen. Die Ergebnisse liegen vor.

6. Lehr-/Lernmodule:

Ziel war eine Erarbeitung konkreter Lehr-/Lernmodule im Kontext der Brennstoffzellentechnologie. Dieser Zielstellung wird außerhalb des Projektes weiterhin nachgegangen, da der Bedarf an entsprechender Information und zugehörigem Wissen enorm ist und aktuelle Angebote in Zusammenarbeit mit der Bundesagentur für Arbeit nur unzureichend vorhanden sind. Konkret sind Lehr-/Lernmodule für Kraftfahrer, Instandhaltung/Wartung und grundlegende Lehrgänge in den folgenden Diskursbereichen zusammenzustellen:

- a. Grundlagen des E-Antriebs:
 - i. Wirkungsweise der Aggregate (Batterie, Steuerung, Motoren)
 - ii. Energetische Aspekte
 - iii. Rohstoff- und Umweltaspekte
 - iv. Besonderheiten des elektrischen Fahrens (z. B. Reichweitenprobleme)

- b. Wasserstofflehrgang:
 - i. Herstellung von Wasserstoff, Methoden und Energiebedarf (Wirkungsgrade), lokale Aspekte (z. B. Nutzung von Wüsten)
 - ii. Speicherung von Wasserstoff, Methoden und Massen
 - iii. Energiegehalt im Vergleich mit anderen Energieträgern, Thermodynamik der Druckspeicherung
 - iv. Logistik und Transport (Nahfeld und Ferntransport)
 - v. Gefahrenpotenzial, Brandschutz, Kälteschutz beim Tanken
 - vi. Umweltaspekte (grüne, grüngewaschene und graue/schwarze Herstellung)

- c. Recycling- und Chemielehrgang:
 - i. Neue Stoffe speziell im E- und FCE-Fahrzeug
 - ii. Lagerstätten der Rohstoffe, Gewinnung
 - iii. Methoden und Energiebedarf sowie Hilfsstoffbedarf für Herstellung und Recycling
 - iv. Umweltgefahren bei Gewinnung und Entsorgung

- d. E-Sicherheitslehrgang:
 - i. Gefahren durch Spannung und Strom
 - ii. Wirkung auf den Menschen und biologische Systeme
 - iii. Erste Hilfe und Selbstschutz
 - iv. Umgang mit Gefahrstoffen
 - v. Verhalten im Gefahrenfall, Schadensverhütung und -eindämmung, Meldekettten

Diese umfangreichen Lehr- und Lernmodule sind entscheidend für die zukünftige Integration und Akzeptanz der Brennstoffzellentechnologie in der Logistikbranche.

1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Dekarbonisierung der Transportlogistik durch Elektrifizierung des Antriebsstrangs im LKW-Bereich ist ein zentraler Bestandteil weltweiter Anstrengungen. Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsbemühungen steht die Optimierung von Nutzfahrzeugen hinsichtlich Reichweite, Nutzlast und Kosten. Während im Segment leichter Nutzfahrzeuge (N1-Segment) bereits erhebliche Fortschritte erzielt wurden, fehlen im Bereich der Sattelzugmaschinen mit einem

zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 40 Tonnen bisher Serienfahrzeuge. Seriennahe Prototypen sind kaum bekannt, und viele Hersteller konkurrieren vor allem durch Demonstratoren und Ankündigungen, während die Technologiereife und Marktreife noch auf sich warten lassen. Nachfolgend sind einige der wichtigsten aktuellen Projekte aufgeführt:

- Daimler kündigte den „GenH2“, einen Schwerlast-Lkw mit Brennstoffzelle auf Actros-Basis, an. Erste Vorserienfahrzeuge sollen 2023 vorgestellt werden, mit Serienproduktion ab 2026.
- Nikola Truck & Bosch präsentierten den „Nikola Two“, einen schweren LKW mit Brennstoffzelle. Der Prototyp Nikola One wurde bereits vorgestellt.
- Hyundai entwickelte den H2 Xcient, einen Lkw mit Brennstoffzellen-Antrieb. Die Markteinführung ist derzeit nicht bekannt.
- Toyota und Hino Motors arbeiten gemeinsam an einem Brennstoffzellen-Lkw basierend auf dem Hino Profia. Ein Markteintrittsdatum ist aktuell nicht bekannt.
- Tesla kündigte den Elektro-LKW Semi an. Die Produktion sollte laut letzten Angaben 2022 beginnen, die technische Performance bleibt abzuwarten.
- Hyzon Motors Inc. plant elektrische Brennstoffzellen-LKWs mit einem Gesamtgewicht zwischen 40 und 80 Tonnen und unterschiedlichen Motorisierungsvarianten, hat jedoch bisher keinen Prototyp vorgestellt.
- MAN Truck & Bus SE kündigte im Rahmen ihrer „Zero-Emission-Roadmap“ an, ab 2023/24 H2-Trucks im Projekt Bayernflotte und in Forschungs Kooperationen mit Hochschulen zu testen.

Europäische Förderprojekte für Brennstoffzellen-LKW

Aktuell werden in Europa verschiedene Projekte gefördert, die sich mit Brennstoffzellen-LKW beschäftigen:

- SELV (Förderung: 16,9 Millionen Euro): Umrüstung schwerer Lkw auf Brennstoffzellenantrieb durch ein modularen Antriebsbaukasten - RWTH Aachen.
- HyLightCOM (Förderung: 5,7 Millionen Euro): Entwicklung und Erprobung von fünf leichten Nutzfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb für die Großserienfertigung ab 2025 - Opel Automobile GmbH.
- Scale-e-Drive (Förderung: 1,8 Millionen Euro): Entwicklung und Erprobung batterieelektrischer Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 und 7 Tonnen - Daimler Truck AG und Universität Kassel.
- EU-Projekt H2 Haul: Ein Konsortium aus 62 Partnern, darunter Daimler, Honda, Hyundai, Hyzon, Iveco, sowie Energieversorger wie Air Liquide, Shell und Total, planen bis 2030 die Einführung von 100.000 Wasserstoff-Lkws und bis zu 1.500 Tankstellen.
- H2-Share (Förderung: 1,7 Millionen Euro): Erprobung emissionsfreier Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw im schweren Güterverkehr in sechs nordwesteuropäischen Regionen.

Digitalisierung und Informations- und Kommunikationstechnologie

Im Bereich der Digitalisierung gibt es mehrere Projekte und Lösungsansätze, die die Notwendigkeit einer übergreifenden Digitalisierung und Standardisierung bestätigen:

- KV 4.0: Digitalisierung intermodaler Lieferketten durch eine gemeinsame Datendrehscheibe zur Abbildung der gesamten Transportkette (Förderung: 2,29 Millionen Euro).
- MDM: Mobilitätsdatenmarktplatz des BMVI.
- KITE: Künstliche Intelligenz im Transport zur Emissionsreduktion (Förderung: 1,05 Millionen Euro).
- Evelix: Gewinnung, Aufbereitung und Analyse von Fahr-, Batterie- und Ladedaten aus Elektroautos zur Ladeinfrastrukturplanung (Förderung: 100 TEUR).
- Slide: Störfallerkennung bei Transportprozessen mittels selbstlernender KI-Verfahren (Förderung: 100 TEUR).
- MeteoValue live: Optimierung der Einsatz- und Routenplanung von Speditions- und Fernbusunternehmen unter Berücksichtigung von Schlechtwetterbedingungen und Parkplatzverfügbarkeiten (Förderung: 1,5 Millionen Euro).
- Carrypicker: Yield Management in der Speditionsbranche (Förderung: 2,43 Millionen Euro).
- Kivas: KI-gestützte Kurzzeitprognosen zur Verbesserung der Fahrzeugeinsatz- und Auslastungsplanung im deutschen Straßengüterverkehr (Förderung: 100 TEUR).

Ganzheitlicher Ansatz des Projekts

Das aktuelle Vorhaben verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, der alle Beteiligten der Transportprozesskette berücksichtigt. Es baut auf umfangreichen Vorarbeiten aller Partner auf und integriert sich in die Technologie-Roadmap der Projektpartner.

Beiträge der Projektpartner

- Volkswagen und Porsche: Diese Unternehmen engagieren sich seit Jahren für die Dekarbonisierung der Transportlogistik. Mit dem Projekt eJIT wurden von 2016-2019 Grundlagen für den Einsatz elektrischer Sattelzugmaschinen geschaffen. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus diesem Projekt wurden in das Vorhaben eingebracht.
- Es war geplant, dass MAN Truck & Bus SE seine bisherigen Entwicklungsarbeiten zur Elektrifizierung von Lkw und die Integration von Brennstoffzellen in das Projekt einbringen würde. Ein Fokus lag auf der IKT-Anbindung der Fahrzeuge.
- FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG: FAUN hat bereits vollelektrische Fahrgestelle mit Batterie- und Wasserstoff-Brennstoffzelle als Range-Extender entwickelt und erfolgreich am Markt platziert. Das erworbene Know-how im Bereich Fahrzeugentwicklung und -konfiguration sowie im Servicebereich bildete die Basis für das Projekt „Smart H2-Truck“. Ferner brachte FAUN umfangreiches Know-how im Bereich Telematik und IKT in das Projekt ein.

Zusammen verfolgten die Projektpartner das Ziel, die Transportlogistik nachhaltig zu transformieren und den Einsatz von Brennstoffzellen-LKWs voranzutreiben.

Veränderungen im Bereich der Wasserstoff-Förderung des Bundes

Die Bundesregierung hat kürzlich die Fördermittel für Wasserstofftechnologien erheblich reduziert. Diese Kürzungen betreffen sowohl die Entwicklung von Wasserstofffahrzeugen als auch den Ausbau des Wasserstofftankstellennetzes. Diese Situation stellt Unternehmen wie FAUN vor große Herausforderungen, da die notwendigen finanziellen Unterstützungen fehlen, um innovative Projekte zur Marktreife zu bringen.

Arbeitsplanung		Jahr	Jahr 2				Jahr 3											
		Monat	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AP	Bezeichnung		PM															
3	Kompetenzanforderungen	PLAN	3															
		IST	3															
4	Stakeholderanalyse,	PLAN	2															
		IST	2															
5	Randbedingungen	PLAN	1															
		IST	1															
8	Lehrmodule	PLAN	5															
		IST	1,8															
		NEU	6															
10	Vorbereitung Fallbeispiele	PLAN	1															
		IST	1															
12	Evaluierung	PLAN	5															
		IST	0															
		NEU	3															
13	Wirtschaftlichkeit	PLAN	11															
		IST	4,6															
		NEU	6,5															
14	Projektsteuerung,	PLAN	15															
		IST	8,6															
		NEU	3,5															
15	Kommunikation	PLAN	14															
		IST	2,5															
		NEU	5															

- AP 8 wird mit 6 PM Personalkapazität untersetzt, um die geplanten Lehrmodule zu erarbeiten.
- AP 13 wurde fortgesetzt, um die geplante ökologische Nachhaltigkeit von FCBV mittels eines Nachhaltigkeitsberechnungstools bestimmen zu können.
- AP 14 wurde projektbegleitend bis zum Projektabbruch fortgeführt.
- AP 15 beinhaltet die Arbeiten zum Einbinden der Arbeitskreise des VAK, das Aufbereiten der Projektinhalte für die Kommunikation mit Dritten (DIN, ZEN), Pflege der Internetseite, Organisation eines Events zur Vorstellung der Projektergebnisse sowie die Zusammenarbeit mit Begleitforschung.

Folgende Meilensteine wurde für die restliche Projektlaufzeit fixiert:

MS-Nr.	Datum	Beschreibung
1	September 2023	Kooperationsvertrag neu
2	April 2024	Digitale Lehrmodule liegen vor
3	Mai 2024	ePTO liegt vor
4	August2024	CO2 - Bewertung
5	September 2024	Fahrzeuginbetriebnahme
6	November 2024	Projektergebnisse der Öffentlichkeit vorstellen

7	Dezember 2024	Evaluierungsbericht
8	Dezember 2024	Projektabschluss

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Wissenschaftlicher Stand FAUN/Enginius GmbH (FAUN GROUP)

Zu Beginn des Projekts war das Hauptziel, ein MAN TGS Fahrzeug auf Brennstoffzellen-Antrieb (BZ-Antrieb) umzurüsten. Dies sollte die Umweltfreundlichkeit und Effizienz des Fahrzeugs erhöhen, indem fossile Brennstoffe durch Wasserstoff ersetzt werden.

Ein bereits umgebautes Modell, der Daimler Truck Econic, bekannt als Bluepower bei der Firma Enginius, diente als technisches Referenzobjekt. Der Econic wurde erfolgreich mit einem Brennstoffzellen-Antrieb ausgestattet und lieferte wertvolle Einblicke und Erfahrungswerte für das HYMOVER-Projekt.

Der Betrieb des Bluepower diente als wichtige Referenz und lieferte wertvolle Erfahrungswerte für die Auslegung des Brennstoffzellenantriebs im MAN TGS. Dabei wurden die wartungsintensiven Knotenpunkte identifiziert, sodass bei der Entwicklung und Auslegung des Antriebsstranges, für den MAN TGS besonderes Augenmerk auf deren Optimierung gelegt werden konnte.

Dasselbe gilt für die Wartung der Bluepower-Fahrzeuge. Diese Erfahrungswerte waren entscheidend, um die Auslegung des Antriebs im MAN TGS optimal zu gestalten.

Nach Projekt-Umstrukturierung und Neustart unter FAUN/AMZ Sachsen:

Ein zentraler Bestandteil des Projekts war die Entwicklung eines standardisierten elektrischen Power Take-Off (ePTO). Dabei wurde an den technischen Stand der handelsüblichen mechanischen und elektrischen ePTO-Systeme angeknüpft.

Der Betrieb und die Wartung der bekannten ePTO-Systeme waren ein wichtiger Bestandteil des technischen Standes, auf dem die Entwicklung eines standardisierten ePTO basierte.

Wissenschaftlicher Stand AMZ Sachsen

AMZ hat auf seine umfangreiche Erfahrung in der Erstellung von Lernmodulen gesetzt, die speziell für die Automobilindustrie konzipiert sind. Durch jahrelange Zusammenarbeit mit Automobilzulieferern und kontinuierliche Weiterentwicklung konnte AMZ wertvolles Fachwissen in diesem Bereich sammeln. Dies ermöglicht es uns, qualitativ hochwertige und praxisnahe Lerninhalte zu erstellen, die den neuesten Entwicklungen und Anforderungen der Branche entsprechen.

Im Rahmen eines Projekts aus dem Jahr 2017 hat AMZ zusammen mit Partner aus der Automobilindustrie zwei 40-Tonnen-Sattelzüge auf elektrischen Batteriebetrieb umgebaut und diese in realen Umgebungen getestet. Dabei wurde eine Wirtschaftlichkeits- und Nachhaltigkeitsanalyse durchgeführt. Diese wertvollen Erfahrungen werden nun auch bei wasserstoffbetriebenen MAN-Fahrzeugen angewendet.

Wissenschaftlicher Stand glts cotech

Glts cotech konnte die in verschiedenen früheren Projekten erfolgreichen Themenkomplexe „Datenmodell“, „Datendrehzscheibe“ und digitaler Zwilling als umfängliches und passgenaues Plattformkonzept entsprechend der analysierten Prozesse im Projekt HYMOVER einbringen.

Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte von FAUN

Für die Durchführung des Vorhabens wurden interne Unterlagen zur Herstellung der Bluepower Maschine von Faun verwendet. Dabei kam die Standarddokumentation zum Aufbau der Bluepower Maschine zum Einsatz. Weitere verwendete Dokumente bzw. Verfahren sind nicht bekannt.

Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte von AMZ

Für die Durchführung des Vorhabens wurden von AMZ keine Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte genutzt. Für die Ausgestaltung der Lern- und Lehrmodule wurde auf das AMZ-eigene Lernmanagementsystem zurückgegriffen.

Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte von glts cotech

Für die Durchführung des Vorhabens wurde interne Unterlagen zur Erstellung von Kommunikationsservern verwendet. Es wurde auch interne Unterlagen zur Softwareentwicklung verwendet.

Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

Literatur und Informationen von FAUN

- Fahrzeugspezifische Betriebsanleitung
- Faun interne Schaltpläne
- Weitere relevante Dokumentationen zum Fahrzeugaufbau

Literatur und Informationen von AMZ

Es wurde keine fachspezifische Literatur verwendet. Für die Recherchen wurden Internetrecherchen über die entsprechenden einschlägigen öffentlich zugänglichen Rechercheplattformen zur Wissensvermittlung genutzt.

Literatur und Informationen von glts cotech

Es wurde keine Literatur verwendet. Für die Recherchen wurden Internetrecherchen über die entsprechenden einschlägigen öffentlich zugänglichen Rechercheplattformen zur Wissensvermittlung genutzt.

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Messfahrten zur Auslegung des Brennstoffzellenfahrzeugs wurden gemeinsam mit Schnellecke Logistik und Ellein Logistik im Mai 2022 durchgeführt. Ziel war es, wichtige Parameter wie Reichweite, Leistung, Komponenten, Topografie und Tonnagen zu identifizieren. An den Messfahrten nahmen auch Kollegen von VW Sachsen und dem Porsche Werk Leipzig teil. Die Testdauer betrug etwa einen Monat. Parallel dazu erfolgte die Auswertung mittels eines Simulationsprogramms, um die Simulationsergebnisse mit den realen Fahrdaten abzugleichen und genaue Ergebnisse zu gewährleisten.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Table 2.1: Verwendung Teilvorhaben Konsortialführer

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Lernmodule	Personalkosten	Kleiner Wasserstofflehrgang für Manager
Wirtschaftlichkeit / Nachhaltigkeit analyse	Personalkosten	Berechnungstool für Investitionsentscheidung im Vergleich (Diesel, BEV, BZ, CNG)
Projektsteuerung, Controlling, technische Projektkoordination	Personalkosten	Projektsteuerung und technische Projektkoordination

Table 2.2: Verwendung Teilvorhaben C (FAUN)

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Fahrzeugumbau MAN TGS	Nicht verwendet	Testfahrten und Ergebnisse erreicht Simulation durchgeführt Assoz. Partner MAN ausgestiegen Danach Projektorganisation
Entwicklung standardisierter ePTO	Nicht verwendet	Marktanalyse Vorbereitungen für Fahrzeugumbau Danach Projektabbruch

Table 2.322: Verwendung Teilvorhaben D (gits cotech)

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Systemauslegung	Personalkosten	-Konzept, Modellierung Recherche -Wahl der Kommunikationstechnik
Stakeholder- und Systemanalyse	Personalkosten	-Analyse System- und Prozessbeteiligte, Aufnahme Systemaufbau -Analyse und Systematisierung der Daten -Erarbeitung Grob- und Feinkonzept, Kommunikationsmatrix -Datensicherheit, Anforderungen an die Kommunikation usw.
Randbedingungen		Mitwirkung Aufnahme Randbedingungen

Zentrale Datendrehscheibe, Digitaler Steuerungszwilling		<ul style="list-style-type: none"> -Erstellung Systemaufbau, Infrastruktur, Architektur -Recherche und Auswahl technologische Standards -Recherche und Auswahl Serverkomponenten -Erstellung Datenmodell, Schnittstellen -Implementierung „backend“ -Konzeption und Implementierung „frontend“
--	--	--

2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Tabelle 2.4: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben Konsortialführer

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung
0812	Beschäftigte E12-E15	Vergütung Projektpersonal für Projektkoordination und Inhaltserstellung bis Projektabbruch
0834	Mieten und Rechnerkosten	Mietkosten Büroraum, bis Projektabbruch für alle Arbeitsleistungen
0835	Vergabe von Aufträgen	Webseitenerstellung für Projekt, ist erfolgt und wurde im Zuge der Projektanpassung modifiziert, Aktualisierung gestoppt mit Projektabbruch
0843	Sonstige allgemeine Verwaltungsausgaben	Projektveranstaltungen und -verwaltung im Rahmen der Projektdurchführung, ist erfolgt bis Projektabbruch
0846	Dienstreisen	Reisekosten zu Projektveranstaltungen, Abstimmung mit Projektpartnern, Dienstreisen mit Projektabbruch eingestellt

Tabelle 2.5: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben C (FAUN)

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung
F0831	Gehälter	Entwicklungsteam zum Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Simulation und Konzept erstellt, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Elektrische Fahrtrieb für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Brennstoffzellen für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Batteriepaket für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Wasserstofftanksystem für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch

F0813	Material	Kühlsystem für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Messtechnik für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Hochspannungssystem für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Niederspannungssystem für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch
F0813	Material	Fahrgestellgleiter für Aufbau Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb, Aufbau nicht erfolgt, da Projektabbruch

Tabelle 2.6: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben D (glts cotech)

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung
F0847	Abschreibung auf vorhabenspezifische Anlagen	Serverhardware für zentrale Datendrehscheibe und für Portal, Aufbau und Inbetriebnahme der Entwicklungsumgebung und Funktionsmuster
F0850	sonstige unmittelbare Vorhaben- kosten	Anteilige Kosten für Betrieb der Serverhardware

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

AMZ:

Die eingesetzten Personal- und Materialkosten wurden benötigt und waren geeignet, folgende Schritte durchzuführen:

- Erarbeitung und Erstellung der Lernmodule
- Erstellung eines Berechnungstool für Investitionsentscheidung im Vergleich (Diesel, BEV, BZ, CNG)
- Projektsteuerung
- Projektcontrolling
- Technische Projektleitung

FAUN:

Die eingesetzten Personal- und Materialkosten wurden benötigt und waren geeignet, folgende Entwicklungsschritte durchzuführen:

- Analyse und Marktforschung
- Erstellung der Konzeption der Antriebseinheit
- Durchführung initialer Testfahrten
- Erstellung von Simulationen

Weitere Mittel wurden nicht beansprucht, und nach Projektabbruch wurden die bereits gezahlten Mittel zurückerstattet.

glts cotech:

Die eingesetzten Personal- und Materialkosten wurden benötigt und waren geeignet, folgende Entwicklungsschritte durchzuführen:

- Systemauslegung
- Stakeholder- und Systemanalyse
- Aufnahme Randbedingungen
- Konzeption Zentrale Datendrehscheibe, Digitaler Steuerungszwilling

2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Tabelle 2.7: Verwertung Teilvorhaben Konsortialführer

Projektergebnis/ Inhalt	Nutzen/ Verwertung
Wasserstofflehrgang für Manager	Lehrgang für Unternehmensmanager: Für Unternehmer, die in Wasserstofftechnologie investieren oder Komponenten, Maschinen oder Dienstleistungen in diesem Bereich anbieten möchten.
Berechnungstool für Investitionsentscheidung im Vergleich (Diesel, BEV, BZ, CNG)	Ein Berechnungstool für Unternehmen, die vor der Entscheidung stehen, welche Antriebstechnologie für ihre neuen LKWs am besten geeignet ist. Es hilft dabei, die Kosten zu verstehen und die Rentabilität der Investition zu bewerten.

Tabelle 2.8: Verwertung Teilvorhaben C (FAUN)

Projektergebnis/ Inhalt	Nutzen/ Verwertung
Testfahrten	Erkenntnisse für Fahrzeuge von FAUN
Simulation, Simulationsmodell	Erfahrungen in der Simulation von Anwendungsfällen
Konzeption Antrieb	Für zukünftige Projektmöglichkeiten
Konzeption ePTO	Für zukünftige Projektmöglichkeiten

Tabelle 2.9: Verwertung Teilvorhaben D (glts cotech)

Projektergebnis/ Inhalt	Nutzen/ Verwertung
Datendrehscheibe (Konzeption)	Weiterverwendung für zukünftige Projektmöglichkeiten
Digitaler Steuerungszwilling	Erkenntnisse für zukünftige Projekte im Bereich Antriebstechnologien

2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

AMZ:

Es sind keine Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden aus Sicht des Zuwendungsempfänger.

FAUN:

Es sind keine Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden aus Sicht des Zuwendungsempfänger.

glts cotech:

Es sind keine Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden aus Sicht des Zuwendungsempfänger.

2.6. Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen

Tabelle 2.10: Veröffentlichungen Teilvorhaben Konsortialführer

Titel	Datum	Ort (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	Inhalt (kurz)
Es sind keine Veröffentlichung geplant			

Tabelle 2.11: Veröffentlichungen Teilvorhaben B

Titel	Datum	Ort (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	Inhalt (kurz)
Es sind keine Veröffentlichung geplant			

Tabelle 2.12: Veröffentlichungen Teilvorhaben B

Titel	Datum	Ort (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	Inhalt (kurz)
Es sind keine Veröffentlichung geplant			

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel HYMOVER (RKW Sachsen GmbH/AMZ Sachsen)		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Keltsch, Thomas Helbych, Alexander Wächtler, Andreas	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2024	6. Veröffentlichungsdatum 29.08.2024
	7. Form der Publikation document	
	8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) RKW Sachsen GmbH/AMZ Sachsen Freiberger Str. 35 01067 Dresden	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 11019 Berlin	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen 01ME21005B	
	11. Seitenzahl 17	
13. Literaturangaben --	14. Tabellen 12	
	15. Abbildungen --	
	16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Abschlussbericht für den Projektträger/Fördermittelgeber, Dresden/Berlin, 29.08.2024		
18. Kurzfassung AMZ Sachsen hat als Konsortialführer das Projekt HYMOVER mit den Partnern FAUN, glts cotech und den Assoziierten Partnern MAN, Volkswagen, Porsche und Schnellecke von der Konzeption bis zur Projektausführung organisiert, und bis zum Ausscheiden des Partners MAN geführt. Ziel sollte die Entwicklung eines Brennstoffzellen-Gesamtpaketes für 40-Tonnen Sattelzugmaschinen sein und dadurch eine Weiterentwicklung der verbreiteten Technologie darstellen. Nach einer Reorganisation des Projektscope und Neuaufstellung des Rumpfteams, bestehend aus FAUN und AMZ Sachsen wurde das Projekt unter der Leitung von AMZ Sachsen weiter fortgesetzt bis zum vorzeitigen Projektabbruch durch den Projektpartner FAUN im Juni 2024. Hier war das Ziel, einen elektrischen standardisierten Nebenantrieb ePTO für die Verwendung in Brennstoffzellen-LKW zu entwickeln. Somit konnten im Rahmen der Projektarbeit nur erste Zwischenergebnisse erreicht werden. Der Grund für die Neuaufstellung des Projektes in 2023 stellte eine fehlende Freigabe von für das Projekt zwingend notwendigen firmeninternen Informationen seitens MAN dar. Der Grund für den finalen Projektabbruch durch FAUN liegt insbesondere in der Abkehr der Bundesregierung von einer Förderung von Wasserstoff-Forschungs- und Absatzunterstützungsaktivitäten, die ihrerseits in der Streichung von 60 Mrd. Euro im Klimastrukturfond (KTF) aufgrund eines Urteils des Bundesverfassungsgerichtes im Jahr 2023 liegen. Die dadurch fehlende Förderung für Fahrzeugentwicklung (CAPEX-Förderung), Entwicklung der Infrastruktur (Wasserstoff-Tankstellen), sowie Förderung von Beschaffung und Betrieb auf Nachfragerseite (OPEX-Förderung) zwingt FAUN auch aufgrund fehlenden Absatzes von Fahrzeugen zu einer breit angelegten Reduktion aller Forschungsarbeiten im Bereich Wasserstofffahrzeuge wie auch zu einem Abbruch dieses Projekts.		
19. Schlagwörter Brennstoffzelle, LKW, Nutzfahrzeug, Plattformkonzept, Elektrischer Nebenantrieb (ePTO)		
20. Verlag --	21. Preis --	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) final report
3. title HYMOVER (RKW Sachsen GmbH/AMZ Sachsen)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Keltsch, Thomas Helbych, Alexander Wächtler, Andreas	5. end of project 30.06.2024
	6. publication date 29.08.2024
	7. form of publication document
8. performing organization(s) (name, address) RKW Sachsen GmbH/AMZ Sachsen Freiberger Str. 35 01067 Dresden	9. originator's report no.
	10. reference no. 01ME21005B
	11. no. of pages 17
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 11019 Berlin	13. no. of references --
	14. no. of tables 12
	15. no. of figures --
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) final report for project executing/funding agency, Dresden/Berlin, 29.08.2024	
18. abstract The report describes how AMZ Sachsen, as consortium leader, organized the HYMOVER project with the partners FAUN, glts cotech and its associated partners MAN, Volkswagen, Porsche and Schnellecke from conception to project execution. AMZ led the mutual project until the unexpected withdrawal of the partner MAN. Main goal was to develop a complete fuel cell package for 40-ton trucks and thus represent a further development of the widely used technology. Following a reorganization of the project scope and reorganization of the core team, consisting of FAUN and AMZ Sachsen, the project was continued under the leadership of AMZ Sachsen until the premature termination of the project by the project partner FAUN in June 2024. The aim here was to develop an electric standardized power take-off (ePTO) for use in fuel cell trucks. Thus, only initial interim results could be achieved within the scope of the project work. The reason for the project being restarted in 2023 was a lack of release of internal company information by MAN that was essential for the project. The reason for the final project termination by FAUN is based on the German government's rejection of funding for hydrogen research and sales support activities, which in turn is due to the cancellation of 60 billion euros in the Climate Structure Fund (KTF) due to a constitutional decision by the Federal Constitutional Court in 2023. The resulting lack of funding for vehicle development (CAPEX funding), infrastructure development (hydrogen filling stations) and support for procurement and operation on the demand side (OPEX funding) is forcing FAUN to make a broad-based reduction in all research work in the field of hydrogen vehicles as well as to discontinue this project due to the lack of vehicle sales.	
19. keywords Fuel cell drive, truck, platform concept, electric power take-off	
20. publisher --	21. price --