

## ZEMPSI

Zero Emission Mobility Power System Integration

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Leuchttürme eMobilität, Zero Emission Mobility, Zero Emission Mobility 2022/01	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.02.2023	<b>Projektende</b>	31.05.2024
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	16 Monate
<b>Keywords</b>	Stromsystem; Integration E-Mobilität; Vehicle2X, Smart Charging		

### Projektbeschreibung

Durch die Ziele der österreichischen Bundesregierung, den Verkehrssektor bis 2040 vollständig zu dekarbonisieren und fossil betriebene Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge zu ersetzen, gerät das Stromsystem zunehmend unter Druck. Es gibt bereits zahlreiche technische Pläne, die Speicherkapazitäten von Elektrofahrzeugen für zusätzliche Flexibilität zu nutzen. V2X-Anwendungen, Intelligentes Laden und andere neuartige Ladeansätze versprechen eine Entlastung des Stromnetzes.

Die Integration von Zero Emission Mobility (ZEM) in das Stromsystem adressiert viele verschiedene Themen, die im Projekt behandelt werden (Integration ins Stromsystem, E-Mobilitätstechnologien, rechtliche Aspekte und Förderung). Obwohl es eine große Anzahl von Projekten zur E-Mobilität gibt, decken sie nicht alle Aspekte ab, um ein vollständiges Bild des Stands der Technik sowie Empfehlungen für den zukünftigen Umgang mit ZEM Power System Integration (ZEMPSI) in umfassender Weise zu geben. Das ZEMPSI-Projekt liefert dieses Bild zum ersten Mal, unterstützt durch die Integration aller Stakeholder-Perspektiven in die Arbeit.

Das große Projektportfolio und Kompetenzspektrum des ZEMPSI Konsortiums dient als Grundlage für eine erfolgreiche Projektabwicklung. Die langfristige Zusammenarbeit der Projektpartner und eine sinnvolle Projektstruktur ermöglichen eine reibungslose Zusammenarbeit.

Das Projekt wird eine Gesamtsynthese über die technische Interaktion der Elektromobilität im Straßenverkehr und verwandter Technologien mit der öffentlichen Stromnetzinfrastruktur erstellen, einschließlich der Interaktion von Interessengruppen und den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen. Schließlich werden Empfehlungen zu den verschiedenen Themen gegeben.

### Abstract

Following the Austrian Federal Government's objectives of completely decarbonizing the transport sector by 2040 and replacing fossil fuel vehicles with electric ones, the power system is increasingly under pressure. There are already numerous technical plans for using the storage capacities of electric vehicles to provide additional flexibility. V2X applications, smart charging and other novel charging approaches promise to reduce the burden on the power grid. The integration of Zero Emission Mobility (ZEM) into the power system addresses a lot of different topics to be covered by the project (power system integration, e-mobility technologies, legal and funding aspects). Although a lot of projects on e-

mobility exist, they do not cover all these aspects for providing a full picture of the state of the art as well as recommendations how to deal with ZEM power system integration (ZEMPSI) in future, in a comprehensive manner. The ZEMPSI project provides this picture for the very first time supported by the integration of all stakeholder perspective into the work.

The large project portfolio and range of competences in the ZEMPSI consortium serves as foundation for a successful project execution. The long-term cooperation of the project partners and a reasonable project structure enables a smooth cooperation.

The project is going to draw an overall synthesis on the technical interaction of electric mobility in road transport and related technologies with the public power system infrastructure, including the interaction of stakeholders and the legal and regulatory framework. Eventually, recommendations for the different areas will be provided.

## **Endberichtkurzfassung**

Das Projekt „Zero Emission Mobility Power System Integration“ (ZEMPSI) befasst sich mit der Herausforderung der Integration von Elektromobilität in das Stromnetz, um das Ziel der österreichischen Regierung zu unterstützen, den Verkehrssektor bis 2040 zu dekarbonisieren. Die Studie bietet eine Gesamtsynthese des rechtlichen und regulatorischen Rahmens sowie der technischen Interaktion der Elektromobilität im Straßenverkehr und verwandter Technologien mit der öffentlichen Stromnetzinfrastruktur, einschließlich der Interaktion der Stakeholder.

Die umfassende Strategie der Europäischen Union zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 umfasst ehrgeizige Ziele, die in Schlüsselinitiativen wie dem Europäischen Green Deal und dem Fit-for-55-Paket festgelegt sind, die gemeinsam darauf abzielen, die Treibhausgasemissionen in mehreren Sektoren erheblich zu reduzieren. Der Europäische Green Deal skizziert einen Fahrplan für Netto-Null-Emissionen bis 2050 und enthält Zwischenziele wie die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 50-55 % bis 2030 im Vergleich zum Stand von 1990 und eine Reduzierung der Verkehrsemissionen um 90 % bis 2050. Ergänzend zu diesen EU-weiten Initiativen zielt der österreichische Mobilitätsmasterplan 2030 auf einen klimaneutralen Verkehr bis 2040 ab und gibt Ziele für den Übergang zu emissionsfreien Fahrzeugen vor, wobei alle neuen Pkw, Zweiräder und Nutzfahrzeuge bis 2030 und schwere Nutzfahrzeuge bis 2035 emissionsfrei sein sollen. Die Entwicklung und der Ausbau der notwendigen Infrastruktur, wie z. B. groß angelegte Batterie- und Wasserstoffprojekte, sind von entscheidender Bedeutung für das Erreichen dieser Ziele. Darüber hinaus befasst sich die AFIR-Verordnung (Verordnung (EU) 2023/1804) mit der ungleichen Entwicklung der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in den EU-Mitgliedstaaten, indem sie verbindliche Ziele für die Einrichtung interoperabler und benutzerfreundlicher öffentlicher Ladepunkte festlegt. Diese Verordnung soll sicherstellen, dass die Infrastruktur proportional zur Anzahl der Elektrofahrzeuge wächst, indem sie sowohl flotten- als auch entfernungsbezogene Ziele vorgibt, um nahtloses Reisen zu erleichtern und die breite Akzeptanz der Elektromobilität zu unterstützen. Darüber hinaus wird eine Bewertung relevanter Finanzierungsmöglichkeiten (EBIN und ENIN) und steuerlicher Anreize zur Unterstützung der verstärkten Einführung von Elektromobilität in Österreich vorgelegt. Diese koordinierten Bemühungen unterstreichen das starke Engagement der EU und Österreichs für eine nachhaltige und intelligente Mobilität, die den Übergang in eine dekarbonisierte Zukunft vorantreibt.

Aus technischer Sicht werden in der Studie verschiedene Technologien zum Laden von Elektrofahrzeugen (EVs) untersucht, wobei induktives und leitendes Laden, die derzeit als Stand der Technik gelten, im Vordergrund stehen. Beim leitenden Laden wird die elektrische Energie über Kabel übertragen, entweder mit Wechselstrom, wofür ortsfeste Wandler erforderlich sind, oder mit Gleichstrom, für den Gleichrichter an Bord verwendet werden. Stromabnehmersysteme, die vor allem für Busse und Lkw verwendet werden, ermöglichen einen direkten Anschluss an die oberirdische Ladeinfrastruktur. Induktives Laden hingegen ermöglicht eine drahtlose Energieübertragung mit hohem Wirkungsgrad. Die Ladesysteme reichen von privaten Wallboxen bis zu öffentlichen Hochleistungsstationen, wobei der künftige Bedarf wahrscheinlich bis in den Megawattbereich reicht. Darüber hinaus wird die Entwicklung fortschrittlicher automatisierter Systeme, wie z. B. des Matrix Charging Pad, das hocheffizientes, kontaktbasiertes Laden ermöglicht, untersucht. In Bezug auf Ladestrategien ist das Potenzial fortschrittlicher Technologien wie Vehicle-to-Everything (V2X) und Smart Charging, die dazu beitragen können, die steigende Nachfrage im Stromnetz durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen als flexible Energiespeicherlösungen zu mindern, einer der aktuellen Diskussionspunkte in der Welt der Elektromobilität. Diese Technologien bieten ein erhebliches Potenzial für den Ausgleich des Stromnetzes, die Optimierung der Energienutzung und die Integration erneuerbarer Energiequellen. Der Bericht bewertet den aktuellen Stand der V2X- und Smart-Charging-Technologien und identifiziert Schlüsselbereiche für Fortschritte, wie die Verbesserung der Batterieeffizienz, die Verbesserung von Energiemanagementsystemen und die Entwicklung von Interoperabilitätsstandards.

Die Integration der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (EV) in das Stromnetz bringt mehrere komplexe Wechselwirkungen und Herausforderungen mit sich. Die elektrischen Verteilungsnetze arbeiten auf verschiedenen Spannungsebenen, jede mit spezifischen Kapazitäts- und Anschlusskriterien. Zu den wichtigsten Faktoren, die die Netzleistung beeinflussen, gehören die Kurzschlussleistung und die Netzimpedanz. In ländlichen Gebieten ist das Hauptproblem der Spannungsanstieg aufgrund größerer Kabellängen, während städtische Netze aufgrund höherer Kurzschlusskapazitäten vor dem Problem der Überlastung von Komponenten stehen. Daher muss neben anderen Faktoren auch die Netztopologie berücksichtigt werden, um die EV-Infrastruktur optimal in das Stromnetz zu integrieren. Eine strategische Netzplanung ist unabdingbar, um die steigende Belastung durch Elektrofahrzeuge zu bewältigen. Dazu gehören Maßnahmen wie Netzausbau und -verstärkung, der Einsatz von steuerbaren Transformatoren und Wirkleistungsregelung. Darüber hinaus können intelligente Ladetechnologien die Ladezeiten optimieren, um Nachfragespitzen zu reduzieren und das Netz zu entlasten. Synergien mit erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Photovoltaikanlagen, können die Netzeffizienz und Nachhaltigkeit weiter verbessern, indem sie die Energiespeicherung und den bidirektionalen Energiefluss ermöglichen (Vehicle-to-Grid-Technologien). Diese integrierten Ansätze verbessern nicht nur die Netzstabilität, sondern unterstützen auch die umfassenderen Ziele der energetischen Nachhaltigkeit und der Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Das Verständnis des Nutzerverhaltens wird als entscheidender Faktor für die Gestaltung effizienter und nutzerfreundlicher Ladeinfrastrukturen hervorgehoben. Der Bericht enthält eine Übersicht über die Präferenzen und das Verhalten der Nutzer, die Aufschluss über die Entwicklung maßgeschneiderter Ladelösungen und -strategien geben kann. Die Analyse der Nutzergruppen bewertet das Verhalten und die Eigenschaften verschiedener Segmente des Marktes für Elektrofahrzeuge und konzentriert sich darauf, wie diese Gruppen die Integration von EV beeinflussen und beeinflusst werden. Zu den

wichtigsten Gruppen gehören der Individualverkehr, Handelsdienstleistungen, Taxis, der öffentliche Verkehr, der Fernverkehr und der Güterverkehr. Jede Gruppe wird im Hinblick auf typische Nutzungsszenarien, Fahr- und Standverhalten sowie Ladeanforderungen analysiert. Privatfahrzeuge, die überwiegend für den Individualverkehr genutzt werden, weisen unterschiedliche Batteriekapazitäten und Reichweiten auf, wobei sich die Ladezeiten an den täglichen Routinen wie Pendeln und Besorgungen orientieren. Handelsdienste und Taxis, die eine hohe Zuverlässigkeit und eine schnelle Einsatzbereitschaft erfordern, nutzen häufig Batterien mit höherer Kapazität und schnellere Ladelösungen. Der öffentliche Verkehr und der Fernverkehr erfordern eine robuste Infrastruktur, um eine häufige und umfassende Nutzung zu ermöglichen. Der Güterverkehr, der leichte, mittelschwere und schwere Nutzfahrzeuge umfasst, stellt je nach Ladung und Entfernung spezifische Anforderungen, wobei der Schwerpunkt auf depotbasiertem Laden für die Flotteneffizienz liegt. Die Analyse untersucht auch die Auswirkungen von intelligenten und bidirektionalen Ladetechnologien in jedem Bereich.

Die Stakeholder-Analyse beleuchtet die Rollen, Interaktionen, Synergien und Konflikte zwischen verschiedenen Akteuren, die an der Elektrifizierung der Mobilität und ihrer Integration in das Stromnetz beteiligt sind. Zu den wichtigsten Akteuren gehören Stromerzeuger, Lieferanten, Aggregatoren, Verteilungs- und Übertragungsnetzbetreiber, Fahrzeughersteller, Ladeinfrastrukturanbieter sowie Energieunternehmen und Endverbraucher. Die Analyse unterstreicht die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen den traditionell getrennten Bereichen Mobilität und Elektrizität unter Einbeziehung von politischen Entscheidungsträgern, Behörden und Industrievertretern. Es wird ein kontinuierlicher Dialog zwischen den Interessengruppen empfohlen, um strategische Ziele abzustimmen und bewährte Verfahren auszutauschen, wobei regelmäßige Treffen dazu beitragen, die Dynamik aufrechtzuerhalten und neue Herausforderungen gemeinsam anzugehen. Durch die Bewältigung dieser technischen und regulatorischen Herausforderungen sowie der Herausforderungen der Interessengruppen kann die Integration von CO<sub>2</sub> freier Mobilität in das Stromnetz effektiv gesteuert und beschleunigt werden. Durch diese strategische Planung und Zusammenarbeit kann sich Österreich als Vorreiter bei der Schaffung eines resilienten und nachhaltigen Mobilitätsökosystems positionieren und den erfolgreichen Übergang zu einem vollständig dekarbonisierten Verkehrssektor sicherstellen.

Die Validierung von Technologien und die Identifizierung möglicher Lösungen konzentriert sich schließlich auf die Auswertung der Ergebnisse einschlägiger Projekte und Fallstudien im Bereich der Elektromobilität und Netzintegration. In vielen Fällen führen die Studien umfangreiche Netzanalysen mit Hilfe von Lastflussberechnungen durch, die die Netzbelastung, die Spannungsqualität und die Frequenzregelung auf der Grundlage detaillierter Netzdaten und -modelle bewerten. Verschiedene Referenzszenarien, die unterschiedliche Niveaus der Durchdringung der Elektromobilität und der Energieerzeugung widerspiegeln, werden erstellt, um die maximalen Auswirkungen auf das Netz unter den aktuellen Bedingungen zu verstehen. Die vorgeschlagenen Lösungen zur Abmilderung der Auswirkungen auf das Stromnetz reichen von konventionellen Netzverstärkungstechniken bis hin zu fortschrittlichen Maßnahmen wie Blind- und Wirkleistungsregelung und Integration von Speichersystemen. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, die Netzleistung zu optimieren und Synergieeffekte mit anderen Technologien wie Photovoltaikanlagen und lokalen Speichern zu nutzen, um die Netzverträglichkeit zu verbessern und die netzirksame Leistung zu reduzieren. Die Ergebnisse und Empfehlungen werden durch Erkenntnisse aus verschiedenen nationalen und internationalen Projekten untermauert, so dass ein umfassender Ansatz zur Zukunftssicherung der Netzinfrastruktur im Hinblick auf die Anforderungen einer breiten Elektromobilität

gewährleistet ist.

### **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

### **Projektpartner**

- Montanuniversität Leoben
- Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz