

## eAlloc

Dynamically Optimizing the Allocation of e-cars to Charging Sites

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Leuchttürme eMobilität, Zero Emission Mobility, Zero Emission Mobility 3. AS	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2021	<b>Projektende</b>	31.03.2025
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	42 Monate
<b>Keywords</b>	CO2 emissions, e-mobility, renewable energy, e-charging, anytime optimization		

### Projektbeschreibung

CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen den Klimawandel und die E-Mobilität ist einer der wichtigsten Ansätze zu deren Vermeidung im Verkehrssektor. Ein großes Problem bei der E-Mobilität sind derzeit die relativ geringe Reichweite von E-Autos und potenziell sehr lange Unterbrechungen bei längeren Fahrten zum Aufladen. Die Verbesserung der User Experience mit dem Aufladen von E-Autos während solcher Fahrten ist wichtig, da dies die Akzeptanz von E-Autos verbessern wird. Allerdings wird die E-Mobilität nicht zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen, wenn sie nicht in erster Linie erneuerbare Energien nutzt. Die Abstimmung der Nachfrage mit der Verfügbarkeit erneuerbarer Energien wird in naher Zukunft auch für das E-Laden auf Autobahnen von Bedeutung sein. Dies muss neben der User Experience des Fahrers mit berücksichtigt werden, welche auch von den Wartezeiten an den Ladestationen abhängen wird. Deren Verfügbarkeit ist klarerweise auch wichtig, genauer betrachtet zum Zeitpunkt der Ankunft und nicht zu dem Zeitpunkt, an dem sich ein E-Auto erst nähert. Unter Berücksichtigung all dieser Aspekte erfordert der Interessenausgleich zwischen allen an der dynamischen Zuweisung eines E-Autos zu einer Ladestation beteiligten Interessengruppen eine Optimierung mit mehreren Zielen, die der Fahrer, der Ladestationen und auch der Anbieter erneuerbarer Energien.

In der Praxis ist es schwierig, globale Optima zu finden, da die entsprechenden Algorithmen unter Umständen beliebig lange brauchen. Dieses Problem wird in solchen dynamischen Situationen noch verstärkt, wenn zu jedem Zeitpunkt ein weiteres E-Auto eine Anfrage sendet und die laufende Optimierung beeinflussen kann, die rasch Zuordnungsempfehlungen liefern muss. Daher schlagen wir eine "anytime"-Optimierung vor, die sehr rasch eine Lösung findet und die danach verfügbare Zeit für die Suche nach besseren Lösungen nutzt. Nach dem derzeitigen Stand der Technik können die bestehenden Algorithmen für die "anytime"-Optimierung mit mehreren Zielen je-doch nur zwei Ziele gleichzeitig behandeln. Daher werden wir uns mit diesem Forschungsbedarf befassen und die bestehende Theorie um neue Algorithmen erweitern, die während der Optimierung mit mehr als zwei Zielen umgehen können.

Darüber hinaus müssen wir uns auch mit dem Problem befassen, dass einige Fahrer die Empfehlung für die optimierte Zuweisung zu einer Ladestelle möglicherweise nicht befolgen. Wir werden spezielle Benutzerschnittstellen entwerfen, auf Anfrage Erklärungen geben und Mittel und Wege suchen, um menschliche Fahrer anzuregen, damit sie den Vorschlägen folgen. Dieses Fahrerverhalten wird evaluiert, Benutzerprofile werden erstellt und die Auswirkungen in umfangreichen Simulationen studiert.

Die Validierung und Evaluierung des Gesamtansatzes insbesondere im Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energien für das E-Laden erfolgt sowohl durch automatisierte Simulationsläufe mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen für bestimmte Parameter als auch durch menschliches "Durchspielen" verschiedener Szenarien mit dem Simulator, an dem mehrere menschliche Fahrer teilnehmen können.

Das Konsortium plant eine Exploitation in mehreren Richtungen: E-Ladung und Strom-netze, Nutzung erneuerbarer Energien und die Automobilindustrie. Die erwarteten Ergebnisse werden in der Zukunft zu einer verbesserten User Experience bei der Nutzung von E-Autos, einer verbesserten Nutzung erneuerbarer Energien, stabilen Stromnetzen und zu einer umweltfreundlicheren automobilen E-Mobilität führen.

## **Abstract**

CO<sub>2</sub> emissions cause climate change, and e-mobility is one of the most important approaches to avoid them in the transport sector. A major issue with e-mobility are currently the range of e-cars and potentially very long charging times during longer trips. Improving the user experience with e-charging during such trips is important, since it will improve the acceptance of e-cars. However, e-mobility will not help reducing CO<sub>2</sub> emissions unless it uses primarily renewable energy. Matching demand with availability of renewable energy will matter in the near future also for e-charging on motorways. Hence, e-charging needs to take this aspect into account as well, of course, in addition to the driver's experience. The latter will also depend on waiting times at charging stations, whose availability is also important, more precisely at the time of arrival and not necessarily at the point in time when an e-car is still approaching. Taking all this into account, balancing the interests of all the stakeholders involved in the course of dynamically allocating an e-car to a charging station requires multi-objective optimization, for drivers, charging stations, and providers of renewable energy.

Finding global optima is always hard in practice, since the related algorithms may need indefinitely long time. This issue is reinforced in such dynamic situations, when yet another e-car may send a request at any point in time and influence the currently running optimization, which needs to provide allocation recommendations quickly. Hence, we propose "anytime" optimization, which finds a solution very quickly and uses time available after that for finding better solutions, until it has to stop. At the current state of the art, however, existing algorithms for anytime multi-objective optimization can only handle two objectives simultaneously. Hence, we will address this research need and propose to extend the existing theory with new algorithms for anytime optimization that can handle more than two objectives during optimization.

In addition, we also have to address the problem that some driver may not follow the recommendation for the optimized allocation to a charging site. We will design specific user interfaces including scaffolds, provide explanations at request, and investigate means of "nudging" human drivers to follow suggestions. This driver behavior will be evaluated, user profiles created, and effects studied in extensive simulation studies.

The validation and evaluation of the overall approach, in particular with regard to the utilization of renewable energy for e-charging, will be done both through automated simulation runs including probability distributions for certain parameters, and with humans "playing" the different scenarios with the simulator and distributed user interfaces, so that several human drivers will be able to participate.

This consortium plans for exploitation in several directions: e-charging and electricity networks, utilization of renewable energy, and the automotive industry. The expected results will lead to an improved experience of using e-cars, an improved

utilization of renewable energy, stable electricity networks and, overall, a more environment-friendly automotive e-mobility in the future.

### **Projektkoordinator**

- Universität für Weiterbildung Krems

### **Projektpartner**

- LINZ STROM GAS WÄRME GmbH für Energiedienstleistungen und Telekommunikation
- PowerSolution Energieberatung GmbH
- Technische Universität Wien
- Robert Bosch Aktiengesellschaft
- LINZ NETZ GmbH