

Forschungsberichtsblatt

Netzdienliches und kundenorientiertes Laden im Bestand (NuKLiB)

von

Ted Li, Dr. Axel Sprenger, Dr. Thomas Brenner

OLI Systems GmbH

UScale GmbH



Förderkennzeichen: BWSGD 19008

Projektlaufzeit: von 01.10.2019 bis 31.12.2021

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

- *Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse*

Eine Cloud-basierte intelligente Ladelösung unter Einbeziehung des Nutzerbedürfnisses wurde entwickelt und erforscht, um in Situationen mit begrenzter Leistungskapazität ein für Netzbetreiber und Endkunden befriedigendes Ladeergebnis zu garantieren. Die Schnittstelle zwischen der Cloud-basierten Lösung und dem CPO-Backend kann über abgestimmte APIs eingerichtet werden. Für dieses Projekt wurden sowohl das Backend als auch das Frontend (Lade-App) entworfen und aufgebaut, um das Konzept und die Funktionalitäten des flexiblen Ladens systematisch zu untersuchen und zu demonstrieren.

Der Optimierungsalgorithmus wurde an den Teststandorten des Projekts auf dem Campus der Hochschule Reutlingen und auf dem Betriebsgelände der Stadtwerke Ludwigsburg erfolgreich eingesetzt und getestet. Bei begrenzter Netzkapazität kann der Algorithmus die Ladeleistung den einzelnen Elektrofahrzeugen entsprechend ihrer Flexibilität zuweisen. Ladevorgänge von FahrerInnen, die eine längere Standzeit und weniger Energie benötigen, werden entsprechend nach hinten verschoben, dafür erhalten diese eine Flexibilitätsprämie, die z.B. als Rabatt auf den Ladevorgang gewährt werden kann.

Die Ergebnisse der Benutzerumfrage unseres Konsortialpartners UScale zeigten, dass Benutzer bereit sind, 20 % mehr für Flexibilität zu zahlen, um mit höherer Leistung zu laden und den Ladevorgang früher zu beenden. Auf der anderen Seite erwarten die Benutzer eine Reduzierung der Ladekosten um etwa 20 %, wenn sie dem System die Flexibilität bieten. Dies ist ein wichtiger Anhaltspunkt für die Gestaltung des Belohnungssystems.

- *Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?*

Fortschritte wurden auf dem Gebiet der Nutzerinteraktion (App), der Optimierung sowie der Nutzung der Blockchaintechnologie zur Dokumentation von Flexibilitätserbringung erzielt, im Einzelnen waren dies folgende:

Es wurde eine Lade-App für Tablet und Smartphone entwickelt, die es den Benutzern ermöglicht, ihre Ladeanfragen einzugeben (benötigte Energiemenge und Standzeit) und den Ladevorgang zu überwachen und zu steuern. Die erwartete Belastung des Stromnetzes wird angezeigt, sodass der Nutzer sein Ladeverhalten entsprechend anpassen kann. Das Konzept wurde den Testbenutzern vorgestellt und im Gegenzug erhielten wir Rückmeldungen zu möglichen Funktionsverbesserungen sowie zu den Belohnungserwartungen der Benutzer.

Die Nutzung der Blockchaintechnologie verbessert die Transparenz und Datenintegrität, wobei EV Fahrer die Funktionalität des Optimierungsalgorithmus sowie den Flexibilitätsberechnungsprozess überwachen und überprüfen können. Die Trennung der Off-Chain-Optimierung und der On-Chain-Datenprotokollierung löste das Problem, hohe Transaktionskosten bei vergleichsweise geringem Mehraufwand zu verursachen. Darüber hinaus konnte eine Hashing-Funktion angewendet werden, um die Datenschutzfunktion zu erreichen. Anstatt die Originaldaten direkt auf der Blockchain zu speichern, wird nur deren Fingerabdruck, der „Hashwert“, gespeichert.

- *Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen*

Die Benutzerumfrage hat deutlich gezeigt, dass von den Benutzern eine Flexibilitätsprämie erwartet wird, die etwa 20 % der gesamten Ladekosten ausmacht. Im nächsten Schritt wird das EV-Flexibilitätsbelohnungssystem implementiert, damit EV-Nutzer motiviert werden, sich wahrheitsgemäß zu verhalten und ihre Ladeanfragen bestmöglich anzugeben.

Unterschiedliche Fahrzeugmodelle haben unterschiedliche maximale Ladeleistungen für das AC-Laden; daher muss der Optimierungsalgorithmus frühzeitig über die physikalischen Limits informiert werden. Dies kann entweder durch die Eingabe des Fahrzeugtyps durch den Benutzer (direkte Angabe der maximalen Ladeleistung für das AC Laden) oder durch Abrufen der Ladeleistungsdaten aus dem Fahrzeug oder der Ladeinfrastruktur erreicht werden.

Die tatsächliche Ladeleistung des Elektrofahrzeugs variiert während des Ladevorgangs und hängt stark vom Ladezustand der Batterie ab. Daher ist es wichtig, entweder ein typisches Ladeleistungsprofil gegenüber dem Batterie-SoC zu erhalten (für DC-Laden meist verfügbar) oder die Zeitreihen der Ladeleistungsdaten von der Ladeinfrastruktur zu erhalten und die maximale Ladeleistung regelmäßig zu aktualisieren.

Die Lade-App ist ein wichtiger Baustein für zukünftige kommerzielle Produkte. Alle “Must-Have” Funktionen, einschließlich der Benutzerregistrierung und -authentifizierung, der Überwachung des Ladestatus sowie der Abrechnung, wurden basierend auf dem Feedback der Benutzererfahrung entwickelt. Mit allen verfügbaren App-Funktionen kann das zukünftige kommerzielle Produkt reibungslos andere Mehrwertfunktionen integrieren, um verschiedene Zielgruppen wie Privatanutzer und Geschäftsnutzer zu adressieren.

- *Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen*

Die aus Elektrofahrzeugen bereitstellbare Flexibilität bezüglich der Leistungsaufnahme hat ein enormes Potenzial zur Netzstabilisierung, wird jedoch zu wenig genutzt. Die in diesem Projekt entwickelte Flexibilitätsdefinition und Berechnungsmethode kann von Industriepartnern genutzt und im Standardisierungsprozess berücksichtigt werden, um die EV-Flexibilität besser zu definieren. Gemeinsam mit der DKE sind wir in den entsprechenden Gremien bereits vertreten und arbeiten aktiv daran.

Die Kombination aus Ladepunkt und PV-Anlage ermöglicht auch die Anwendung des dynamischen Lastmanagement zur Optimierung des Eigenverbrauchs. Anstatt nur die Ladestation zu betrachten, kann dieser Anwendungsfall erweitert werden, um den Energieverbrauch des Gebäudes zu optimieren, Kosten durch die verstärkte Nutzung von Eigenstrom zu verringern und den CO₂-Fußabdruck der Unternehmensflotte zu reduzieren.