

# **INLAB– Forschungsberichtsblatt**

Datum: 23.12.2022

Projekt: INLAB – Intelligentes Laden in der nutzerorientierten Büroimmobilie

Förderkennzeichen: BWINP21128

Projektlaufzeit: 15.09.2021 - 31.12.2022

Zuwendungsempfänger:

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart,  
2. Building Agency GmbH

## **1.) Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse**

Im Rahmen des Projekts »INLAB« wurde das Bürogebäude von Drees & Sommer in den Oberen Waldplätze 12 als Umsetzungsobjekt einer gebäudeintegrierten innovativen Ladeinfrastruktur genutzt, welches einen Schwerpunkt auf der Nutzerorientierung des Lastmanagements hat. Mit Fertigstellung des Innovationsgebäudes konnte mit Hilfe des Förderprojekts ein Vollausbau der Ladeinfrastruktur der zweigeschossigen Tiefgarage vollzogen werden. Große Erkenntnisgewinne konnten bei der Durchführung des Projekts insbesondere im Bereich der Einbindung des nutzerorientierten Lastmanagements von OLI-Systems in die technische Umgebung des Gebäudes sowie in die softwareseitige Ausstattung des Unternehmens gewonnen werden. Schnittstellen- und Stakeholdermanagement waren zentrale Themen auf dem Weg zur Umsetzung. Ebenso galt es den Nutzerkomfort im Fokus zu behalten und softwareseitig eine ideale Lösung anzubieten. Nach Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur und Integration des OLI Move Lademanagements konnten Mitarbeitende das System testen und im Alltag nutzen. Problem im Bereich der Technik oder des Anwenders traten lediglich in den ersten Tagen auf, so dass das System als voll funktionsfähig beschrieben werden kann. Auch die Deckelung der Ladekapazität über das gesamte Testfeld konnte erfolgreich erprobt werden. Die Wallboxen konnten automatisch Engpässe erkennen und gezielt Ladeströme für nicht priorisierte Fahrzeuge herunterregeln. Eine Reduzierung der Lastspitzen zu Tagesbeginn (in der Regel zwischen 08:00 -10:00 Uhr) war damit möglich.

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene uni- und bidirektionale Lademanagementstrategien entwickelt, welche auf Basis lokaler Prognosen arbeiten. Diese Algorithmen weisen mehrere Optionen auf, so wie beispielsweise die Abfertigungsregel am Lademanagement teilnehmender Fahrzeuge oder in welchem Ausmaß der Fahrzeugnutzer seinen Mobilitätsbedarf mitteilt. Die unidirektionalen und V2H-Strategien wurden alle in einem realitätsnahen Fallbeispiel, der hier beschriebenen Büroimmobilie von Drees & Sommer, getestet und auf eine zuvor modellierte Fahrzeugflotte aus Mitarbeiterfahrzeugen und Dienstwagen angewendet. Hierzu wurden vorab verschiedene Betriebsstrategien definiert und über Lademanagementalgorithmen abgebildet. So wurde beispielsweise variiert, ob die Fahrzeuge uni- oder bidirektional laden, wie sie priorisiert werden und welche Informationen der Fahrzeugnutzer an das Lademanagement weitergibt. Es zeigte

sich, dass die Strategien zur Eigenverbrauchsmaximierung zielführend arbeiten. Insbesondere bidirektionale Strategien, bei denen die Fahrzeuge entsprechend ihrer verbleibenden Zeit bis zur Erreichung ihrer Zielladung priorisiert werden und der Fahrzeugnutzer der Ladeinfrastruktur Informationen seiner nächsten Fahrt übermittelt, weisen erhebliches Potenzial auf, den Eigenverbrauch zu erhöhen. Durch die Anwendung des Fallbeispiels wurde die Funktionsfähigkeit der Algorithmen und der energetische, ökonomische und ökologische Mehrwert aufgezeigt und sichergestellt.

## **2.) Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?**

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass ein Lademanagement, welches auf Basis von lokalen Prognosen arbeitet und individuelle Ladepläne für teilnehmende Elektrofahrzeuge erstellt, einen messbaren Mehrwert in ökonomischer und ökologischer Hinsicht liefert. Daraus lässt sich eine Eignung von Optimierungsverfahren, wie beispielsweise einer linearen Programmierung oder eines genetischen Algorithmus zur Erstellung von Ladeplänen, ableiten.

Während die Ladepläne in diesem Forschungsprojekt das Ziel verfolgen, den Eigenverbrauch aus lokaler Erzeugung zu maximieren, ist das Verfahren auf weitere Zielkriterien übertragbar. Das Simulationsmodell kann ohne großen Aufwand angepasst werden, so dass beispielsweise die Strombezugskosten, welche durch den Ladevorgang verursacht werden, minimiert werden. Somit wurde eine allgemein anwendbare Methode entwickelt, welche auf eine ganze Flotte, aber auch auf ein einzelnes Elektrofahrzeug angewendet werden kann.

Außerdem konnte durch die Simulationsergebnisse gezeigt werden, dass bidirektionale Ladestrategien (insb. Vehicle-to-Home) weitere Potenziale zur Optimierung des Gesamtsystems aufweisen. Denn die bidirektionalen Lademanagementstrategien sorgen für eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und energetischer Kriterien. Des Weiteren lässt sich den Forschungsergebnissen entnehmen, dass eine Kommunikation zwischen Lademanagement und Fahrzeugnutzer einen Mehrwert liefert.

## **3.) Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen**

Auch Drees & Sommer steht vor der Herausforderung den eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu senken und dabei bestehende betriebliche Prozesse weiterhin sicherzustellen. Auch steigende Energiekosten gefährden wirtschaftliche Ziele des Unternehmens. Als Dienstleistungsunternehmen liegen die Schwerpunkte der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der Gebäude und der Mobilität. Mit der Etablierung eines übergeordneten Mobilitätskonzepts im Jahr 2021 stellt Drees & Sommer die Weichen auf reine Elektromobilität im Bereich der Dienstwagenflotte, um ökologische und ökonomische Mehrwerte generieren zu können. Sowohl der Ausbau der Ladeinfrastruktur als auch ein effizienter und netzdienlicher Umgang mit Strom sind hierbei Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Umsetzung. Gerade Spitzenlasten, die sich zu Tagesbeginn ergeben, stellen große Herausforderungen an das Netz und die Wirtschaftlichkeit dar. Eine Senkung von Spitzenlasten und eine maximale

Ausreizung der hauseigenen Photovoltaikkapazitäten ist dabei eine zentrale Zielstellung. Diese Herausforderungen und Zielsetzungen betreffen auch Kunden, welche Drees & Sommer im Bereich der Unternehmensberatung begleitet. Die Elektrifizierung der Dienst- und Nutzwagenflotten in Kombination mit einem intelligenten Ausbaus der Ladeinfrastruktur bei gleichzeitigem Ziel einer wirtschaftlichen und netzdienlichen Lösung sind priorisierte Beratungsinhalte.

Im Rahmen der Etablierung von OLI Systems war ursprünglich eine Integration in die bestehende Thing-it App oder das Outlook der Mitarbeitenden angedacht, um eine möglichst hohe Nutzerkomfortabilität zu generieren. Während bei Outlook eine hohe Abhängigkeit in der Sorgfalt der Termineinstellung beim Nutzer ausgemacht wurde, stellten sich bei der Implementierung in das bestehende Thing-it technische und datenschutzrechtliche Herausforderungen dar, die innerhalb der Projektlaufzeit in der Komplexität nur schwer lösbar erschienen. Entsprechend wurde auf die Lösung von OLI-Systems zurückgegriffen, die mit der App „OLI-Move“ nun eine Standalone-Lösung bietet. Im Rahmen des Projekts wurde hierfür die App für Apple-Geräte programmiert und ausgerollt, um eine Nutzung mit den Diensthandys der Mitarbeitenden zu ermöglichen. Eine Einbindung in Thing-it ist auch weiterhin angestrebt und möglich, um eine höhere Nutzerfreundlichkeit zu ermöglichen – technisch sind mit der „OLI Move“- App keine Einschränkungen verbunden, so dass diese Umsetzung bereits eine geeignete Lösung darstellt, die für Drees & Sommer als auch zukünftige Beratungsansätze kommuniziert und etabliert werden kann.

OLI-Systems als unterbeauftragtes Unternehmen der 2. Building Agency wiederum konnte zahlreiche Entwicklungsschritte im Rahmen des Projekts verwirklichen. Neben der bereits angesprochenen Programmierung der Nutzerschnittstelle OLI Move in iOS konnten erste Erfahrungen mit Mennekes-Wallboxen gesammelt werden. Diese wiederum helfen OLI-Systems bei zukünftigen Kunden, das System schneller und zuverlässiger anzubinden. Auch verschiedene Feedbacks aus der Nutzerbedienung der App konnten im Rahmen des Projekts gelöst werden und damit die Qualität des Produkts nachhaltig verbessert werden.

Der prognosebasierte Algorithmus lässt sich problemlos in die Praxis übertragen. Da die hierzu benötigten Prognosen lokal erstellt werden, wird keine gesonderte Datenerhebung benötigt. Alle Größen, welche das hier entwickelte Lademanagement fordert, sind im Energiemanagementsystem des Standorts verfügbar. Die daraus berechneten Ladepläne können mittels des gängigen ISO/IEC 15118-Datenübertragungsprotokolls an die angesteckten Elektrofahrzeuge weitergeleitet werden, wobei eine Kommunikation zwischen Fahrzeugnutzer und Lademanagement mittels OCPP 2.1 denkbar ist, welches das bidirektionale Laden unterstützt und auf ISO/IEC 15118 aufbaut.

Die Lademanagementalgorithmen wurden in ein Tool des IATs, den Local Grid Planner (LGP), implementiert. Der LGP verfügt über eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), um weitere Anwendungsfälle effizient zu berechnen. Die GUI ermöglicht eine praktische Anwendbarkeit von einem breiten Nutzerkreis (insbesondere Planer von dezentralen Energiesystemen).

#### **4.) Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen**

Eine klare Zielsetzung im Projekt besteht darin, das Demonstrationsvorhaben nicht nur für die lokale Umsetzung bei Drees & Sommer durchzuführen, sondern eine möglichst hohe Anschlussfähigkeit und Übertragbarkeit auf bestehende und neu entstehende Büroimmobilien zu gewährleisten.

Die erarbeiteten Kompetenzen des IAT der Universität Stuttgart zur Planung von Energie- und Ladeinfrastruktursystemen, insbesondere der Integration großer Ladeinfrastrukturen in dezentrale Energiesysteme und zur Entwicklung und Erprobung verschiedener Betriebssystematiken sind dabei förderlich, um lokal vernetzte Energie- und Mobilitätssysteme effizient betreiben zu können. Diese gewonnenen Erkenntnisse können auf andere Gebäude übertragen werden und bilden somit die Grundlage für Folgeprojekte. Das IAT und das Schwesterinstitut Fraunhofer IAO befinden sich derzeit in der Akquise eines großen Forschungsprojektes zum Thema bidirektionales Laden mit Partnern aus Industrie und Forschung.

Durch die Implementierung der hier entwickelten Lademanagementalgorithmen in das Planungstool LGP ist der Forschungstransfer in projektfremde Anwendungen und Branchen sehr gut umzusetzen. Durch das Tool kann eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsfälle betrachtet und simuliert werden. Durch die grafische Benutzeroberfläche gelingt dies einem breiten Anwenderkreis. Außerdem ist dank der allgemeinen Anwendbarkeit des Lademanagementalgorithmus auf verschiedene Zielvorstellungen bzw. auf beliebig große Flotten, dieses Verfahren auf Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen in beliebigen Szenarien denkbar.