

FORSCHUNGSBERICHTSBLATT

Smart_E_Park

Thema: SmartGrid E-Parkhaus „Langer Graben“ Schwäbisch Hall
Zuwendungsempfänger: Hochschule für Technik Stuttgart
Laufzeit: 15.11.2020 – 30.09.2022
Förderkennzeichen: BWINP 21103

1. Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Die Durchführung des Vorhabens fand vom 15.11.2020 bis zum 30.09.2022 statt. Im Zuge der Sanierung des Parkhaus P1: „Langer Graben“, die 22 Monate andauerte, wurde im Rahmen dieses Pilotprojekts eine der vier Parkebenen mit 108 Parkflächen exemplarisch vollständig mit Ladepunkten mit intelligenter Netzanbindung ausgestattet. Des Weiteren wurden alle der knapp 500 Stellplätze für eine potentiell notwendig werdende Erweiterung der Anbindung an die E-Ladeinfrastruktur vorbereitet. Das Parkhaus konnte am 15. Oktober 2021 wieder öffnen. Sanierungsgegenstand war neben der Erneuerung der gesamten Technik insbesondere auch ein helleres Erscheinungsbild und die Integration eines Farbleitsystems zur besseren Orientierung.

Es wurden E-Ladesäulen installiert, die über je zwei Ladepunkte mit maximal 22 Kilowatt Ladeleistung verfügen. Um Kosten- und Ressourcen (Kupferkabel) zu sparen, wurde ein Verteilsystem mit vernetzten Unterverteilern für jeweils bis zu fünf Ladepunkte umgesetzt und auf Hausanschluss-, Parkdeckverteiler- und Unterverteilerenebene mit einem kaskadierten intelligenten Ladelastmanagement ausgestattet.

Durch diese kaskadierte Intelligenz konnte ein hoch effizientes Ladelastmanagement realisiert werden, das lokale Überlastungen in der Verteilung effizient vermeidet und durch die Anbindung an das Venios System (Tool zur Netzstatusprognose) der Stadtwerke außerdem einen netzdienlichen Betrieb ermöglicht.

Als wissenschaftlicher Partner hat die HFT das Verbundvorhaben durch die Entwicklung von KI-basierten Methoden zur Vorhersage und Bewertung von Ladezyklen für das intelligente Parkhauslastmanagement unterstützt und die Umsetzung wissenschaftlich begleitet.

Über ein Monitoring wurden Daten über das Ladeverhalten und die Auslastung der Ladeinfrastruktur gesammelt, welche zur Optimierung der entwickelten Methoden herangezogen werden. Außerdem hat die HFT eine innovative und intuitive mobile Applikation zur Ladepunktreservierung und Echtzeit-Monitoring des Ladevorgangs entwickelt.

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

Es wurden Berechnungsmodelle und Algorithmen für das Ladelastmanagement entwickelt und ein digitaler Zwilling des Ladeverhaltens im Parkhaus „Langer Graben“ umgesetzt. Der digitale Zwilling simuliert das Belegungsverhalten sowie die Ladezeiten der Fahrzeuge. Ladeströme sowie dynamische Lastprofile können generiert werden. Das Modell wurde validiert und optimiert.

Eine Cloud-Basierte MySQL Datenbank wurde zur Erfassung der Ladepunktdaten etabliert. Hierbei wurden bereits vor Fertigstellung des Parkhauses „Langer Graben“ Messdaten anderer Ladepunkte in Echtzeit eingespielt, um das Zusammenspiel mit den entwickelten Algorithmen zu testen. In diesem Kontext wurde auch eine automatisierte Messdatenüberprüfung umgesetzt.

Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse fand statt und Betreibermodelle für E-Ladesäulen in Bestandsparkhäusern wurden entwickelt. In Kreativworkshops mit Studierenden wurden bspw. innovative Ansätze mittels des Business Model Canvas ermittelt. In einem Workshop mit den Vertriebs- und Marketingansprechpartnern des Parkhausbetreibers wurden die studentischen Ansätze mit den Möglichkeiten und Zielen in Schwäbisch Hall abgeglichen.

Eine einfache Progressive-Web-App wurde entwickelt und aktuell auf einer Virtuellen Maschine betrieben. Die App läuft im Demo-Betrieb und ist voll einsatzbereit über <https://langergraben.app> abrufbar. Die App nutzt Apache, Python und Flask und enthält Javascript Routinen, um die Verfügbarkeit aktueller Daten zu prüfen. Im Hintergrund werden regelmäßig Daten aus dem Parkhaus „Langer Graben“ bezogen und analysiert. Die Darstellung in der App erfolgt, sobald ausreichend Daten zur Verfügung stehen. Alternativ werden derzeit Informationen eines Testsystems wiedergegeben, die prototypisch verwendet wurden. Die App wurde im Projektverlauf kontinuierlich den aktuellen Entwicklungen entsprechend angepasst und aktualisiert. Es wurden weitere Interaktionstools und Informationen integriert, wie beispielsweise die Belegung des Parkhauses.

3. Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Die Umsetzung der Ladeinfrastruktur wurde von den SSH und deren Partnern durchgeführt und dokumentiert. Durch Lieferengpässe konnte der zeitliche Rahmen nicht ganz eingehalten werden. Derzeit betragen die Preise für das Laden von Elektrofahrzeugen in den Parkhäusern in Schwäbisch Hall 29 Eurocent mit HallCard bzw. 40 Eurocent ohne. Das Laden über die HallCard deckt dabei kaum die derzeitigen Energiekosten. Trotz des für den Verbraucher attraktiven Preises ist die Auslastung der Ladesäulen im Parkhaus „Langer Graben“ bisher eher als gering einzustufen. Eine deutlich höhere Auslastung der aufgebauten Ladeinfrastruktur wird erst möglich, wenn mehr Elektrofahrzeuge im Markt verfügbar sind. Einige Ansätze der Geschäftsmodelle, wie die Einbeziehung des Fachhandels für Ladegutscheine wurden verworfen, um nicht falsche Anreizmodelle für (Elektro-)Autofahrer gegenüber Fußgängern, Radfahrern oder Nutzern des ÖPNV zu schaffen. Durch die neu entwickelte App zur Ladeplatzreservierung ergibt sich jedoch die Möglichkeit die Reservierung von Ladestationen zu bepreisen. Beträge von bis zu 2 € je Reservierung scheinen für die Zukunft realistisch, sobald die Auslastung der Ladestationen steigt und die Verfügbarkeit von freien Ladestationen nicht mehr vorausgesetzt werden kann. Dann wird auch die Möglichkeit der dynamischen Bepreisung des Ladens in Abhängigkeit von der Auslastung an Bedeutung gewinnen. Eine unterschiedliche Bepreisung nach Ladegeschwindigkeit (bzw. AC-/DC-Laden) wird schon heute von einigen Anbietern genutzt.

Über die rein wirtschaftliche Betrachtung hinaus steht für die Stadtwerke Schwäbisch Hall jedoch eine gute Kundenbeziehung im Vordergrund. Insofern haben die (Preis-)Transparenz für den Kunden, sowie Mehrwertfunktionen, wie Reservierungsfunktion, Einbeziehung von Staumeldungen und Tagesbaustellen, Car-Sharing Angebote etc. einen hohen Stellenwert. Viele dieser Dienste lassen sich über eine entsprechende App realisieren.

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

Das INPUT 2.0 Förderprogramm hat in ganz Baden-Württemberg zu neuen Innovationen beigetragen. Schwerpunkt der Forschung waren hier oftmals das Thema der Netzanbindung sowie das Ladelastmanagement von E-Ladeinfrastrukturen. „Smart_E_Park“ differenziert sich hier von den anderen Projekten, indem speziell die Modellentwicklung zur Simulation der Prozesse eines E-Parkhauses angestrebt wurden. Flankierend durch ein smartes Monitoring und der Datenanalyse konnte so ein Simulationsmodell entwickelt werden, welches sich u.a. in der zukünftigen Quartierssimulation mit den Themen der Sektorenkopplung und dem Bidirektionalen Laden einbetten lässt. Außerdem ermöglicht die Darstellung des potentiellen Lastgangs, die kostengünstigere Planung von E-Ladeinfrastrukturen. Eine Nach- und Weiternutzung ist durch beide Projektpartner möglich und gewünscht. Die fortlaufende Historisierung der Daten aus dem Parkhaus ist von beiden Partnern zum beidseitigen Erkenntnisgewinn vereinbart. Durch die Anreicherung der Daten können die Stadtwerke insbesondere die Geschäftsmodellentwicklung eigenständig weiterentwickeln. Die App bleibt über die Projektlaufzeit hinaus bestehen (Die Domain langergraben.app wurde von enisyst registriert und die App wird über das Projektende hinaus auf der enisyst Cloud laufen). Eine Umsetzung für weitere Parkhäuser der Stadtwerke wird derzeit eruiert. Über die iCity

(www.icity.de) Partnerschaft werden weitere Transferpotentiale erhoben. Die Erkenntnisse werden in einer im Jahr 2023 angedachten thematischen Netzwerkveranstaltungen zur Mobilität wichtigen Entscheidern aus Politik, öffentlicher Verwaltung und der Industrie vorgestellt.

Das Projekt „Smart_E_Park“ wurde einem Fachpublikum durch die Teilnahme am Kolloquium Umweltforschung im Rahmen einer Projektvorstellung durch eine Posterpräsentation (vgl. Anhang B) vorgestellt. Des Weiteren fand ein Austausch mit anderen Forschungsprojekten aus dem INPUT Förderprogramm statt. Zusätzlich erfolgt nach Projektabschluss eine Vorstellung und Publikation im Rahmen des internationalen „6th E-Mobility Power System Integration“ - Symposium.

Stuttgart, 31. Oktober 2022