

Bewertung des Ausbaus zukünftiger Ladeinfrastruktur

Promotion Marc Schmidt

Persönliche Daten:

Marc Schmidt
Telefon: 0151 75021093
marc_schmidt@outlook.de

Betreuung:

Institut: IISM (Institute of Information Systems and Marketing)
Universität: KIT (Karlsruher Institut für Technologie)
Fachrichtung: Wirtschaftsingenieurwesen

Anschrift:

Marc Schmidt
Anna-Lauter-Straße 4
76137 Karlsruhe

Bewertung des Ausbaus zukünftiger Ladeinfrastruktur



Position

Wie lange halten sich Kunden an gegebenen Standorten auf und wann kommen sie dort an?

In welchen geographischen Zonen macht Ladeinfrastruktur Sinn? Welche Bevölkerungsdichte wird benötigt?



Tarif

Wie reagieren Kunden auf verschiedene Tarifmodelle:

- Abrechnung nach Zeit
- Abrechnung nach Energie (kWh)
- Pauschale Abrechnung

Welche Tarife eignen sich für welche Standorte?



Hardware

Wie kann der Trade-Off zwischen günstiger langsamer Ladeinfrastruktur und schneller aber teurer Ladeinfrastruktur gelöst werden?

Wann ist der Kunde bereit auf Geschwindigkeit zu verzichten?

Welchen Wert besitzt Ladegeschwindigkeit?



Konkurrenz

Welchen Einfluss haben Ladepunkte der Konkurrenz auf die Profit eines Standortes?

Welche Faktoren beeinflussen die Entscheidung eines Kunden einen Standort anstelle eines Anderen zu besuchen?

Ziel

Im Rahmen der Promotion soll eine **datenbasierte Bewertung** von Standorten entwickelt werden, die den zukünftigen **Ausbau von Ladeinfrastruktur** unterstützt, indem sie die Auslastung und das **Verhalten** am Standort abschätzt und somit eine Aussage zum **Umsatzpotential** ermöglicht.

Marc Schmidt

Beitrag für: Energie und Umwelt – Meine Idee für morgen

Bewertung des Ausbaus zukünftiger Ladeinfrastruktur

1 Einleitung

Mit einer steigenden Anzahl an elektrischen Fahrzeugen auf der Straße, steigt der Bedarf nach einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur und somit auch das Umsatzpotential. Dieses Umsatzpotential verteilt sich hierbei auf unterschiedliche Standorte, an denen elektrische Fahrzeuge geladen werden können. Neben der privaten Garage gibt es diverse Möglichkeiten, sein Fahrzeug an öffentlicher Ladeinfrastruktur zu laden. Zu diesen gehören Ladesäulen im öffentlichen Parkraum, wie z.B. am Straßenrand, Ladesäulen an Zielorten, wie z.B. an Supermärkten, oder Ladesäulen an Autobahnen, die das schnelle Weiterfahren ermöglichen.

Jeder Standort bringt hierbei seine eigenen Rahmenbedingungen mit sich. Neben der generellen Nachfrage in der Umgebung, unterscheidet sich auch das Kundenverhalten am Standort, wie zum Beispiel die Ankunfts Wahrscheinlichkeit über den Tag, die Verweildauer und die Nachfrage nach Strom beim Eintreffen.

Auch das Geschäftsmodell und der daraus resultierende Tarif besitzen einen Einfluss auf das Umsatzpotential. Kunden können pauschal pro Ladevorgang oder abhängig von Zeit oder geladener Energiemenge abgerechnet werden. Für einen zukünftigen Ausbau der Ladeinfrastruktur stellt sich somit die Frage, wie das Umsatzpotential einzelner Standorte bestimmt werden kann und durch welche Faktoren dieses beeinflusst wird.

Um diese Frage zu beantworten soll ein Verständnis darüber erlangt werden, an welchen Orten eine Nachfrage nach Ladeinfrastruktur besteht, welches Kundenverhalten dort zu erwarten ist und warum sich Kunden für das Laden an diesem Standort entscheiden.

2 Problemstellung

Der Ausbau von Ladeinfrastruktur und das Laden von elektrischen Fahrzeugen wurde bereits aus Sicht verschiedener Problemstellungen betrachtet. Khalkhali et al. (2015) ermitteln, wie der Ausbau von Ladeinfrastruktur Verteilnetzbetreiber bei der Bereitstellung von Regelleistung unterstützen kann. Staudt et al. (2018) zeigen, wie durch den Einsatz von Vehicle-To-Grid (V2G) Technologie der Re-Dispatch im deutschen Verteilnetz minimiert und die teilnehmenden Fahrzeuge kompensiert werden können. Xu et al. (2018) zeigen, wie durch das verzögerte Laden von Pendlern Lastspitzen vermieden werden können.

Die Positionierung und der wirtschaftliche Betrieb von Ladeinfrastruktur wurden bisher jedoch nur unzureichend diskutiert. Ein häufig vorzufindender Ansatz ist die Allokation von Ladepunkten zu Gebieten einer Karte. Wirges, Linder und Kessler (2012) bestimmen die räumliche und zeitliche Adaption von elektrischen Fahrzeugen und leiten daraus die Nachfrage an Ladepunkten ab. Öffentliche Ladepunkte wurden hierbei Stadtbezirken zugewiesen, ohne den genauen Standort zu bestimmen. Ip, Fong und Liu (2010) leiten die Nachfrage aus den auf einer Straße gefahrenen Fahrzeugen ab und identifizieren Nachfragecluster auf einer in Planquadrante unterteilten Karte. Auch Dong, Liu und Lin (2014) unterteilen die Umgebung von Seattle in Planquadrante und weisen diesen auf Basis von GPS Daten eine Nachfrage nach Ladepunkten zu. Pan, Yao und Zhang (2017) analysieren durch eine Umfrage erhobene Fahrten in Peking und bestimmen die Anzahl an Ladepunkten in einem Set von Regionen, die für den Ausbau von Ladestationen geeignet sind. Diese Arbeiten fokussieren sich auf eine standortunabhängige Verteilung und Notwendigkeit von

Ladeinfrastruktur und berücksichtigt somit auch keine für den Standort spezifischen Faktoren. Auch die zeitliche Verteilung der Nachfrage über den Tag wird nicht betrachtet, sodass der Fall eine bereits belegten Ladestation nicht berücksichtigt wird.

Schröder und Traber (2012) untersuchen den standortunabhängigen Einfluss von Tarifen bei Schnellladeinfrastruktur. Sie zeigen, dass eine zeitliche Preisdiskriminierung den Profit erhöhen kann aber halten fest, dass Kunden wahrscheinlich einfache Tarife bevorzugen. Zhang et al. (2017) analysieren das resultierende Lastprofil von Ladeinfrastruktur unter Berücksichtigung von vier Echtzeit-Preismodellen und deren Einfluss auf Lastspitzen. Eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit wird dabei durch eine Vermeidung von Dispatch-Kosten erreicht. Der Einfluss von Tarifen auf die Kundenakzeptanz und die Wahl des Standortes sind jedoch noch nicht ausreichend untersucht.

Ein weiterer Ansatz ist die Analyse der Lage und Gegebenheiten von konkreten Standorten. Gharbaoui et al. (2013) erzeugen mit Hilfe des Fahrtengenerators SUMO Fahrten in Pisa und bestimmen die abgedeckten Fahrzeuge für unterschiedliche Anzahlen von Ladepunkten auf einer vorgegebenen Auswahl an Parkplätzen. Obwohl eine konkrete Auswahl an Parkplätzen betrachtet wird, differenzieren die Autoren nicht zwischen standortabhängigen Aufenthalten, sondern nehmen die gleiche Verteilung der Verweildauer für alle Standorte an. Frade et al. (2011) bestimmen die Nachfrage in den Stadtgebieten der Stadt Lissabon. Die Nachfrage ergibt sich aus dem Verbrauch von Pendlern, deren Ziel der betrachtete Block ist, sowie aus dem Verbrauch der dort lebenden Anwohner. Hierbei laden Pendler ihr Fahrzeug tagsüber (7 bis 19 Uhr) und Anwohner nachts (19 bis 7 Uhr) für einen fixen Zeitraum von 6h. Sowohl die Liste der betrachteten Parkplätze als auch die Anzahl der zu installierenden Ladepunkte waren externe Variablen. Guo und Zhao (2015) ermitteln einen Kriterienkatalog, der Standorte anhand von ökologischen, ökonomischen und sozialen Kriterien bewertet. Anhand dieser Kriterien wurden vier potentielle Standorte von Expertengruppen beurteilt, um den optimalen Standort zu definieren. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Einfluss des Baus der Ladeinfrastruktur, ohne konkret auf die Nutzung durch Fahrer von elektrischen Fahrzeugen einzugehen. Hierbei handelt es sich um standortspezifische Analysen von Ladeinfrastruktur mit jedoch nur geringer Differenzierung des Verhaltens von Kunden an einzelnen Standorten. Diese benötigt noch genauerer Untersuchung.

Zhang et al. (2018) identifizieren den Einfluss von Geschäftsmodellen auf die Wirtschaftlichkeit von Ladeinfrastruktur als einen nicht ausreichend erforschten Bereich. Ähnlich wie auch Tankstellen zusätzliche Erträge durch den Verkauf von Produkten erzeugen, soll auch erforscht werden, welche Möglichkeiten im Kontext von Ladeinfrastruktur bestehen.

Die Analyse der Literatur hat ergeben, dass Methoden zur Bestimmung von neuen Standorten für Ladeinfrastruktur nur Regionen und keine konkreten Punkte ermitteln beziehungsweise nur in einem spezifischen Umfeld Anwendung finden. Insbesondere die Frage, warum sich ein Kunde für einen Standort entschieden hat, das Verhalten des Fahrers an einem Standort und der Einfluss von Tarifen wird häufig gar nicht oder nicht ausreichend in die Bewertung integriert. Es bedarf somit eines Ansatzes, der sowohl flächendeckend Anwendung findet und gleichzeitig das Kundenverhalten an den Standorten berücksichtigt.

3 Ziele der Promotion

Im Rahmen der Promotion soll eine datenbasierte Bewertung von Standorten entwickelt werden, die den zukünftigen Ausbau von Ladeinfrastruktur unterstützt, indem sie die Auslastung und das Verhalten am Standort abschätzt und somit eine Aussage zum Umsatzpotential ermöglicht.

Dabei werden zwei Perspektiven betrachtet. Zum einen soll aus Sicht des Kunden ermittelt werden, wo sich ein Umsatzpotential bildet und von welchen Faktoren dieses beeinflusst wird. Dabei soll insbesondere das Kundenverhalten berücksichtigt werden, sodass Aussagen über die Verweildauer, die Nachfrage und die Ankunfts-wahrscheinlichkeit am Standort möglich sind und in die Bewertung einfließen. Es sollen zudem Faktoren ermittelt werden, die einen Kunden dazu bewegen, an einem Standort zu laden, wie zum Beispiel Möglichkeiten um die sogenannte „Ladeweile“ zu überbrücken oder das Reservieren von Ladepunkten, um sich insbesondere in Ballungsgebieten von Mitbewerbern zu differenzieren.

Die zweite Perspektive fokussiert sich auf die Fragestellung, wie durch neue Geschäftsmodelle und Tarife das Umsatzpotential an Standorten beeinflussen kann, beziehungsweise welche Standorte sich besonders für die aktuellen Tarife eignen. Insbesondere in der Kombination mit Kundenpräferenzen stellt sich die Frage, welche Tarife an den einzelnen Standorten von den Kunden bevorzugt werden und wie diese das Ladeverhalten und den Umsatz beeinflussen.