

Anforderungsanalyse und Machbarkeitsstudie für das automatisierte, konduktive Laden von Elektrofahrzeugen

Requirements analysis and feasibility study for the automated conductive charging of electric vehicles

Markus Nieradzik M.Sc., markus.nieradzik@uni-due.de, Dr. Ing. Tobias Bruckmann, tobias.bruckmann@uni-due.de, Dr. Ing. Niko Maas, niko.maas@uni-due.de, Philipp Sieberg M.Sc., philipp.sieberg@uni-due.de, Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Mechatronik, 47057 Duisburg, Deutschland
Dipl.-Ing. (BA) Michael Schneider, mich.schneider@innogy.com, Dr. Ing. Benedikt Bartels, benedikt.bartels@innogy.com, stellvertretend für innogy SE, 45128 Essen, Deutschland

Kurzfassung

Die Abkehr vom klassischen Verbrennungsmotor hin zu alternativen Antriebskonzepten, besonders zu elektrischen Antrieben, ist im Mobilitätssektor ein Megatrend [1] und zur Einhaltung der durch die Politik gesetzten Klimaziele unausweichlich [2]. Obwohl die Anzahl der durch die Fahrzeughersteller angebotenen Elektro- und Hybridfahrzeuge stetig wächst, ist der Marktanteil dieser Fahrzeuge weiterhin sehr gering. Erst in den vergangenen Monaten ist eine langsame Steigerung der Zulassungszahlen für Elektro- und Hybridfahrzeuge zu verzeichnen. Gründe für die geringe Annahme finden sich dabei unter anderem im Bereich der Ladeinfrastruktur. Zu lange Ladezeiten, mangelnder Komfort für den Kunden sowie ein allgemein zu schlecht ausgebautes Netz an Ladesäulen bremsen den Markthochlauf der Elektromobilität. Anbieter von Ladeinfrastruktur entsprechen dieser Kritik und treiben die Entwicklung in diesem Bereich voran. Hauptziele sind dabei die Erhöhung der Ladeleistung, die Steigerung des Komforts beim Ladevorgang, das Smart Charging, sowie die Automatisierung des gesamten Ladevorgangs.

Die Entwicklung und Erforschung eines Systems zum automatisierten konduktiven Laden von Elektrofahrzeugen ist Ziel eines Forschungsprojektes, welches die innogy SE zusammen mit dem Lehrstuhl für Mechatronik der Universität Duisburg-Essen erarbeitet. Erste Ziele in diesem Projekt sind Machbarkeitsstudien mit unterschiedlichem Funktionsumfang und die Prototypenentwicklung eines Laderoboters auf Basis eines seriellen Roboterarms, sodass ein Ladekabel automatisiert in ein Elektrofahrzeug ein- und ausgesteckt werden kann, um dieses konduktiv zu laden.

Der hier vorliegende Beitrag stellt die ersten Ergebnisse dieses Projektes dar und gliedert sich in zwei Teile. Zunächst wird der Stand der Forschung und Entwicklung im Bereich des automatisierten konduktiven Ladens zusammengefasst. Auf Basis dessen werden bisher betrachtete Anwendungsszenarien für Laderoboter herausgestellt und die je nach Anwendungsszenario variierenden Anforderungen an ein solches System analysiert. Der zweite Teil des Beitrags stellt eine erste Machbarkeitsstudie vor, dessen Ziel es ist, einen Funktionsdemonstrator aufzubauen, der beispielhaft den automatisierten Ladezyklus an einem Demonstrationsmodell zeigt.

Der Erfolg von Entwicklungsprojekten hängt maßgeblich von der effizienten Umsetzung des Requirements Engineering ab. Nach Ebert [3] sind die Hauptgründe für das Abbrechen von Projekten ungenügend geklärte Anforderungen oder das mangelhafte Beherrschen von Anforderungsänderungen während des Projektes. Das Ziel der im ersten Teil dieses Beitrags beschriebenen Anforderungsanalyse ist die Erarbeitung und Analyse von Systemanforderungen für automatisierte Ladesysteme. Hierzu erfolgt zur Erfassung bekannter Anwendungsszenarien zunächst die Betrachtung bisher publizierter Forschung und Entwicklung im Bereich des automatisierten konduktiven Ladens durch andere Hersteller und Forschungseinrichtungen. Der teils stark variierende Funktionsumfang der Ansätze verdeutlicht dabei die unterschiedlichen Anwendungsszenarien, die beispielsweise vom komfortorientierten automatisierten Laden einzelner Fahrzeuge auf der privaten Parkfläche [4] bis zu mobilen Laderobotern zum



Abb. 1: Erster Funktionsdemonstrator eines automatisierten Ladesystems während der Messe „E-World – energy and water“ in Essen im Februar 2019 [5]

Laden von vielen Elektrofahrzeugen in öffentlichen Parkhäusern [6] divergieren. Für die erfassten Anwendungsszenarien werden anschließend Systemanforderungen herausgearbeitet und abhängig von dem Anwendungsszenario miteinander verglichen. Abschließend lässt sich hiermit auch die Komplexität des Entwicklungsvorhabens je nach Anwendungsszenario abschätzen.

Die in diesem Projekt angewandte Entwicklungsmethodik entspricht der durch den Verein Deutscher Ingenieure vorgeschlagenen Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme nach VDI 2206 [7]. Den Ausgangspunkt der Entwicklung nach dem sogenannten V-Modell bildet dabei die detaillierte Erarbeitung der Anforderungen an das zu entwickelnde System. Die im ersten Teil des Beitrags durchgeführte Anforderungsanalyse entspricht diesem vorgeschlagenen Ausgangspunkt für die Entwicklung. Das Ergebnis eines durchlaufenen Entwicklungszyklus stellt allgemein ein Produkt dar. Je nach Komplexität des Entwicklungsvorhabens wird der Entwicklungszyklus mehrfach durchlaufen, sodass je nach Produktreife beispielsweise ein Labormuster, ein Funktionsmuster oder auch das marktreife Produkt das Ergebnis des Entwicklungszyklus darstellt.

Bezogen auf das hier beschriebene Projekt stellt der im zweiten Teil des Beitrags präsentierte Funktionsdemonstrator das Ergebnis des ersten Durchlaufens des Entwicklungszyklus dar. Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist es hier, mithilfe von industriellen Standardkomponenten und mit geringem Entwicklungsaufwand einen Demonstrator zu entwickeln, der unter Laborbedingungen die Funktion des Ein- und Aussteckens des automatischen Ladesystems an einem Modell des Elektrofahrzeuges Streetscooter WORK zeigt. Abbildung 1 zeigt den entwickelten Funktionsdemonstrator während der Messe „E-World – energy and water“ im Februar 2019. Die im Rahmen dieses Entwicklungszyklus gestellten Anforderungen, der Aufbau des entwickelten Systems sowie der Ablauf des dargestellten Ladezyklus werden hierbei erörtert.

Literatur

- [1] Schramm, D.; Koppers, M.: *Das Automobil im Jahr 2025: Vielfalt der Antriebstechnik*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- [2] Karle, A.: *Elektromobilität: Grundlagen und Praxis*. 3. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2018.
- [3] Ebert, C.: *Systematisches Requirements Engineering: Anforderungen ermitteln, spezifizieren, analysieren und verwalten*. 3. Aufl., Heidelberg: dpunkt-Verlag, 2010.
- [4] McColl, S.: *Magnetically secured Charging Devices*. WIPO Patent WO2019/075151 A1, 18. April, 2019
- [5] innogy SE: *Roboter zeigt automatisches Schnellladen*. Online verfügbar unter <https://news.innogy.com/roboter-zeigt-automatisches-schnellladen/>; zuletzt abgerufen am 22. November 2019
- [6] Walzel, B.; Sturm, C.; Fabian, J.: *Automated robot-based charging system for electric vehicles*. In: International Stuttgart Symposium, 15.-17. März 2016, Stuttgart
- [7] Verband Deutscher Ingenieure (Hrsg.): *VDI Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: **Sechste IFToMM D-A-CH Konferenz 2020**

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/71206

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20200221-095142-0

Alle Rechte vorbehalten.