

# Entwicklung und Evaluierung von Stresstestmethoden für drahtlose Fahrzeugladekommunikation

## Problemstellung

Die Elektromobilität befindet sich in steter Weiterentwicklung, insbesondere im öffentlichen Nahverkehr kommen mehr und mehr Elektrofahrzeuge, wie beispielsweise Busse, zum Einsatz. Um den Einsatz dieser Fahrzeuge möglichst effizient zu gestalten werden Strategien für *Autoconnect Charging Devices (ACD)* oder auch *Wireless Power Transfer (WPT)* entwickelt, die ein automatisches Verbinden und Laden ermöglichen sollen. Insbesondere in Szenarien mit einer Vielzahl von Ladeplätzen wird hierzu eine drahtlose Kommunikationsverbindung benötigt, um Durchführung und Abrechnung der Ladevorgänge zu koordinieren. Die Standardfamilie ISO/IEC 15118 sieht hierfür bereits IEEE 802.11n basierte Lösungen vor, bislang bestehen aber keine Testszenerien in Bezug auf die kommunikationstechnischen Herausforderungen, die mit der Nutzung der lizenzfreien ISM Frequenzbänder einhergehen.

Ziel dieser Arbeit ist daher die Entwicklung und Evaluierung umfangreicher Testszenerien unterschiedlicher Komplexität in Bezug auf die kommunikationstechnische Umsetzung der Ladekommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (vgl. Abbildung 1).

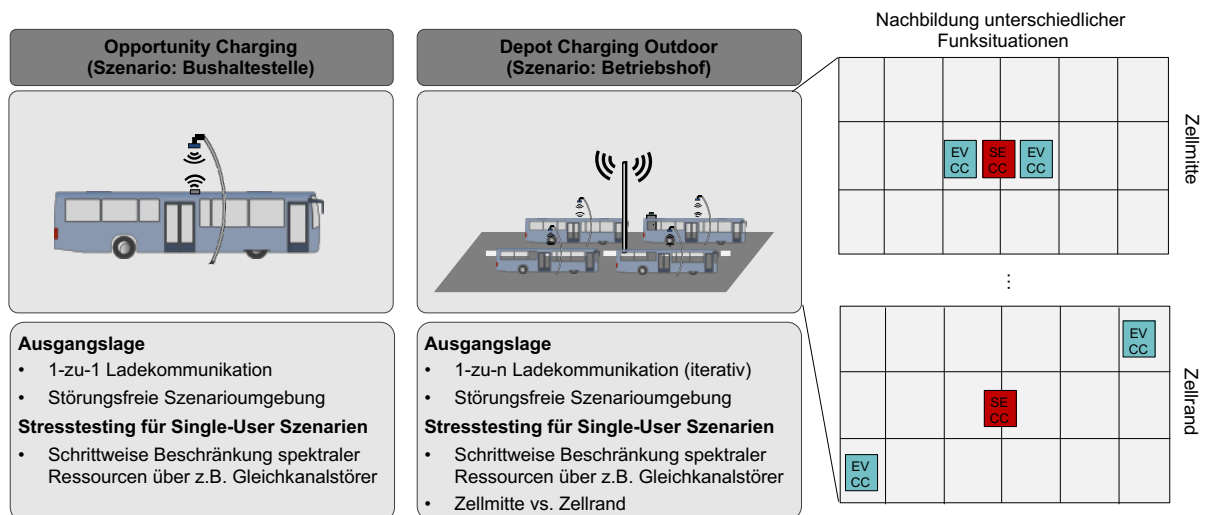


Abbildung 1: Schematische Stresstestszenarien für Ladekommunikation

## Zielsetzung

Um eine gesicherte Funktionsweise des Ladevorgangs gewährleisten zu können, ist die Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug zur Steuerung und Abrechnung von essentieller Bedeutung, insbesondere bei hochskalierten Ladeszenarien ist daher eine robuste Kommunikationsverbindung unerlässlich. Um dies für die Weiterentwicklung der zugrundeliegenden Standards berücksichtigen zu können sind Stresstestverfahren in Bezug auf die Kommunikation notwendig, die in bisherigen Bestrebungen fehlen. Im Rahmen dieser Arbeit sollen Testverfahren auf Basis einer Referenzimplementierung des ISO/IEC 15118-8 Kommunikationsprotokolls für Ladekommunikation entwickelt werden, indem zunächst eine Implementierung des Protokolls auf Entwicklungshardware realisiert wird. Angelehnt an die Testarchitektur in Abbildung 2 soll diese Implementierung automatisiertes Testen in Bezug auf Funktionsweise und kommunikationstechnischer Eigenschaften ermöglichen.

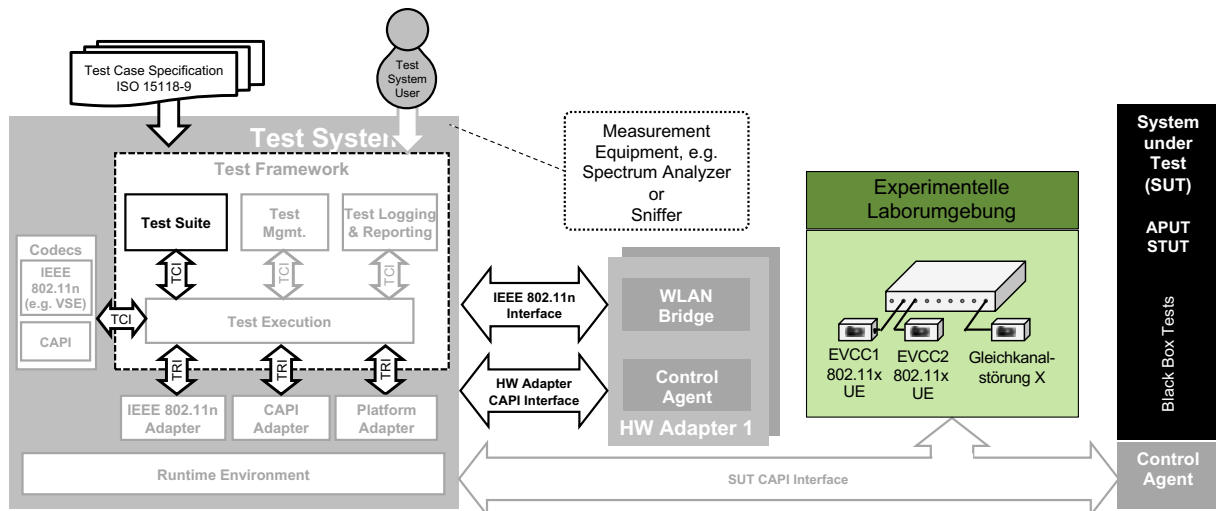


Abbildung 2: Testarchitektur für Ladekommunikationssysteme

In einem nächsten Schritt wird diese Implementierung in eine experimentelle Laborumgebung für drahtlose Kommunikationstechnologien integriert. Zielsetzung ist es, automatisiert unterschiedliche Funk szenarien (verschiedene Kanalsituationen, Abschattung, Interferenz, etc.) abbilden zu können und diese reproduzierbar in ISO/IEC 15118 Testprozesse einzubetten. Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit Stresstestszenarien entwickelt, die möglichst realitätsgetreue Ladesituationen abbilden. Zunächst soll dabei angelehnt an ein Opportunity Charging Szenario (bspw. Bushaltestelle) eine Störsituation durch andere Fremdnutzer nachgestellt werden, die im zweiten Schritt als Depot Charging Szenario (bspw. Betriebshof) auf eine 1-zu-n (bzw. n-zu-n) Ladesituation erweitert wird (vgl. Abbildung 1).

Die notwendige Grundlage der reproduzierbaren Funkumgebungen gewährleistet die Einbettung einer experimentellen Laborumgebung in die Testarchitektur (vgl. Abbildung 2). Die Anbindung verschiedener Kommunikationsteilnehmer an eine Übertragungsmatrix ermöglicht eine einfache Abbildung unterschiedlicher Funk szenarien durch die Option individuell parametrisierbarer Abschattungssituationen, sowie der Berücksichtigung von Interferenzsituationen (Gleichkanal- Nachbarkanalstörer, Rauschen, etc.). Durch den Aufbau der Testumgebung sowie die Evaluierung in den oben genannten Testszenarien werden relevante Rückschlüsse für das laufende Standardisierungsprojekt für Konformitätstests in ISO/IEC 15118-9 sowie ggf. nachfolgende Editionen der ISO/IEC 15118-8 erwartet.

#### Potentielle Arbeitsschritte:

- Umsetzung von Use Case 1 Autoconnect Charging Device (ACD) nach ISO 15118-20 FDIS
- Umsetzung Wireless MAC&PHY nach ISO 15118-8
- Entwicklung einer KPI Matrix zur Bewertung unterschiedlicher MAC/PHYs für drahtlose Ladekommunikation
- Konzeption von reproduzierbaren Stresstestszenarien und Testfällen vor dem Hintergrund der definierten KPI Matrix
- Einbettung experimenteller Laborumgebung in ISO15118 Testarchitektur zur automatisierten Umsetzung der zuvor entwickelten Testfälle
- Leistungsbewertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Standardisierung
- Umsetzung eines agilen Arbeitsprozesses mit dem Ziel einer schnellen Ende-zu-Ende Systemkette und iterativen Optimierung

## Referenzen

- [1] ISO/IS 15118-8:2018(E) Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 8: Physical layer requirements for wireless communication, published March 2018
- [2] IEEE Std 802.11™-2012, IEEE Standard for Information technology — Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — specific requirements: Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications
- [3] ISO/WD 15118-9:2020(E) Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 8: Physical layer requirements for wireless communication, restricted working draft 2020-04-16 (ctd.)
- [4] N. E. Sayed, "A Prototypical Implementation of an ISO-15118-Based Wireless Vehicle to Grid Communication for Authentication over Decoupled Technologies," 2019 AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive (AEIT AUTOMOTIVE), Torino, Italy, 2019, pp. 1-6.
- [5] O. Simon and D. Shkadarevich, "Application of V2G communication for wireless interoperable power transfer," 2017 Twelfth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), Monte Carlo, 2017, pp. 1-5.
- [6] N. Song and B. Kwak, "International Standard Trend of Vehicle to Grid (V2G) Communication Interface for Wireless Communication and RPT" 2019 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific), Seogwipo-si, Korea (South), 2019, pp. 1-5.