

Überprüfung der Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag von DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge

IEWT 2019

Daniel Herbst, Institut für Elektrische Anlagen und Netze

13.02.2019

Hintergrund und Fragestellung

- Steigende Anzahl zugelassener Elektrofahrzeuge
- Schnell wachsende Ladeinfrastruktur (AC & DC)
- DC-Ladestationen:
 - Normen und Vorschriften?
 - Errichtung und Betrieb?
 - Prüfung?

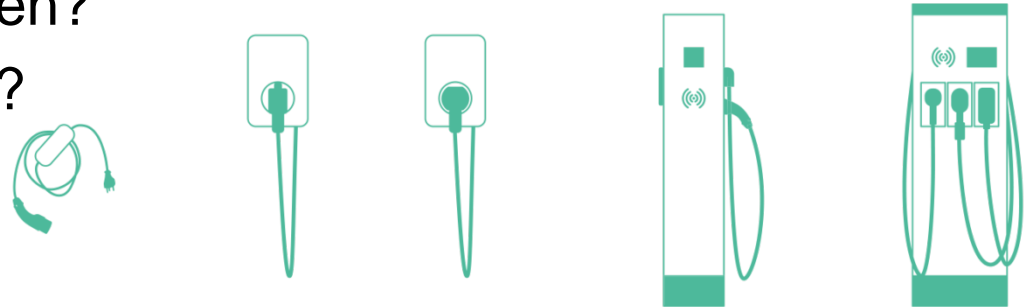


Abb. 1: Verschiedene Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
(Quelle: <http://emobilzug.ch/wissen/ladeinfrastruktur/> zuletzt abgerufen am 2018/11/19)

Gesetze & Normen





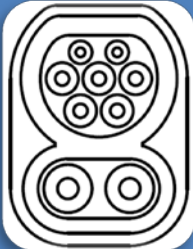


- Legislative Regelungen
 - Elektrotechnikgesetz 1992 (**ETG 1992**)
 - Elektroschutzverordnung 2012 (**ESV 2012**)
 - Elektrotechnikverordnung 2002 (**ETV 2002**)
 - ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (**ASchG**)
- Österreichische und internationale Normen
 - ÖVE/ÖNORM **E 8001-1**:2000-03-01 inkl. Änderungen A1...A4
Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis ~ 1000 V und = 1500 V – Teil 1: Begriffe und Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen) (**verbindlich**)
 - OVE **E 8101**:2019-01-01 Elektrische Niederspannungsanlagen (Ersatz für die E 8001 Reihe) (**nicht verbindlich**)
 - ÖVE/ÖNORM EN / OVE EN / IEC **61439** Reihe (Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen)
 - ÖVE/ÖNORM EN / OVE EN / IEC **62196** Reihe (Ladesteckverbinder)
 - ÖVE/ÖNORM EN / OVE EN / IEC **61851** Reihe (Ladevorgänge/Ladeprozesse)
 - IEC **62896** Reihe (Ladeleitungen)

(vgl. [1] und [3])





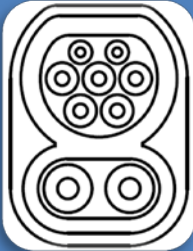
Ladesteckverbinder für Elektrofahrzeuge

Tab. 1: Gängige Steckverbinder Elektromobilität [1]

Steckverbinder/ Ladesystem	Schuko	Typ 1	Typ 2	CHAdeMO	Combo2
					
Spannung	230 V	230 V	400 V	500 V	500 V
Strom	10 A – 16 A	≤ 32 A	≤ 63 A	≤ 125 A	≤ 125 A
Phase	1-phasig AC	1-phasig AC	3-phasig AC	DC	DC
Leistung	≤ 3,7 kW	≤ 7,4 kW	≤ 22 kW	≤ 50 kW	≤ 50 kW
Kommunikation mit Elektrofahrzeug	nicht vorhanden	CP, CS	CP, PP	CP, CP2, CS, CP3, CAN-H, CAN-L	CP, PP

Ladesteckverbinder für Elektrofahrzeuge

Tab. 1: Gängige Steckverbinder Elektromobilität [1]

Steckverbinder/ Ladesystem	Schuko	Typ 1	Typ 2	CHAdeMO	Combo2
					
Spannung	230 V	230 V	400 V	500 V	500 V
Strom	10 A – 16 A	≤ 32 A	≤ 63 A	≤ 125 A	≤ 125 A
Phase	1-phasig AC	1-phasig AC	3-phasig AC	DC	DC
Leistung	≤ 3,7 kW	≤ 7,4 kW	≤ 22 kW	≤ 50 kW	≤ 50 kW
Kommunikation mit Elektrofahrzeug	nicht vorhanden	CP, CS	CP, PP	CP, CP2, CS, CP3, CAN-H, CAN-L	CP, PP

Messaufbau und Fehlerfälle (I) – DC-EVCS Messverteiler

- Unterbrechung der
 - Kommunikations-/Signalleiter, der
 - DC-Leistungsleitungen (DC+ bzw. DC-) sowie des
 - Schutzerdungsleiters (PE)
- Erdschluss
- Kurzschluss



Abb. 2: Messverteiler samt Zubehör [1]

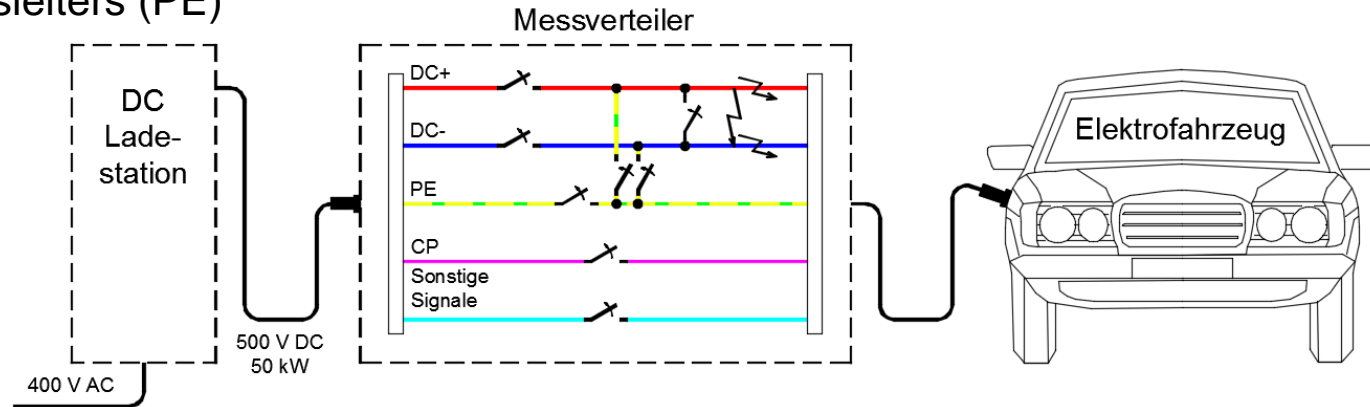


Abb. 3: Prinzipieller Messaufbau samt Fehlerfällen (vgl. [1] und [2])

Messaufbau und Fehlerfälle (II) – Kontaktfehlersimulator

- Kontaktfehler (Längs-Störlichtbogen)

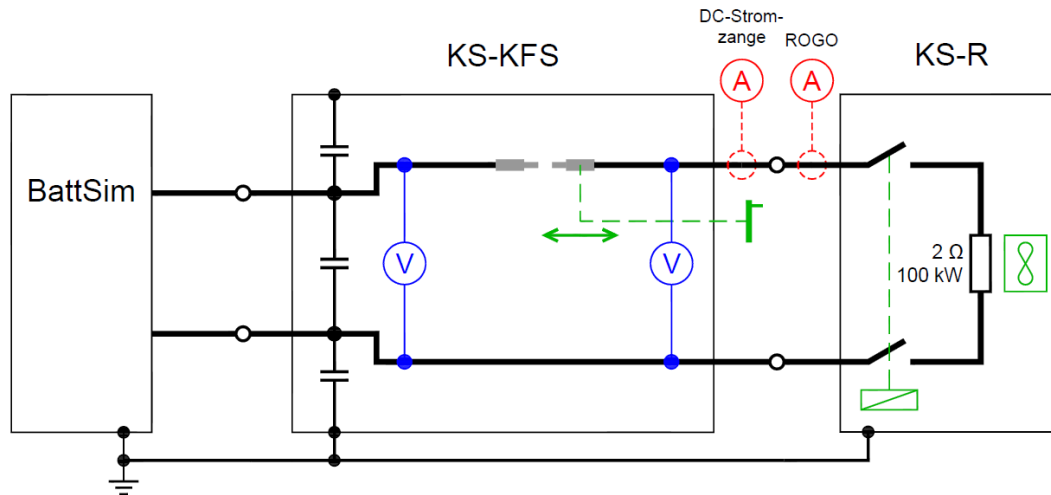


Abb. 4: Kontaktfehlersimulator (KS-KFS) mit Spannungsquelle (BattSim) und Lastwiderstand (KS-R)

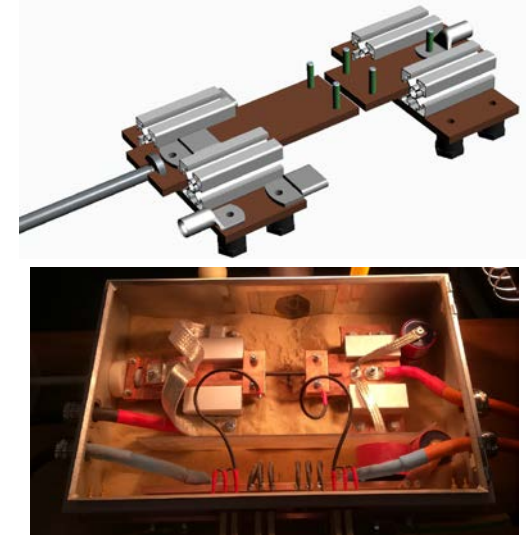


Abb. 5: Kontaktfehlersimulator
(Oben: CAD-Ansicht freigeschnitten;
unten: Foto)

Ausgewählte Ergebnisse (I) – Fehlerfreier Ladevorgang

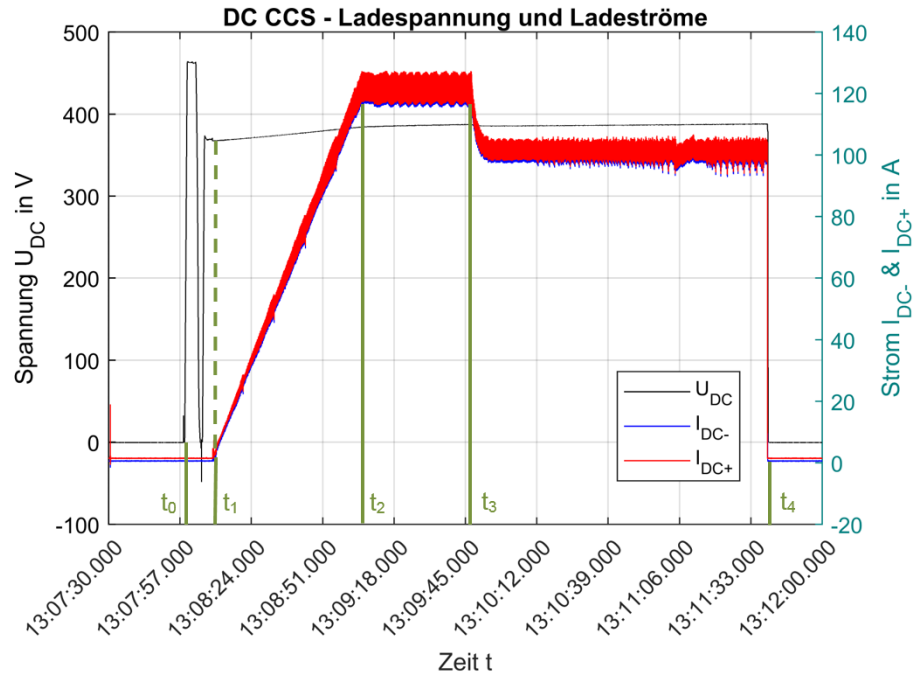


Abb. 6: CCS Ladevorgang DC – fehlerfreier Ladevorgang (Ladespannung und Ladestrom), vgl. [1], [4] und [5]

Ausgewählte Ergebnisse (II) – Unterbrechung des PE-Leiters

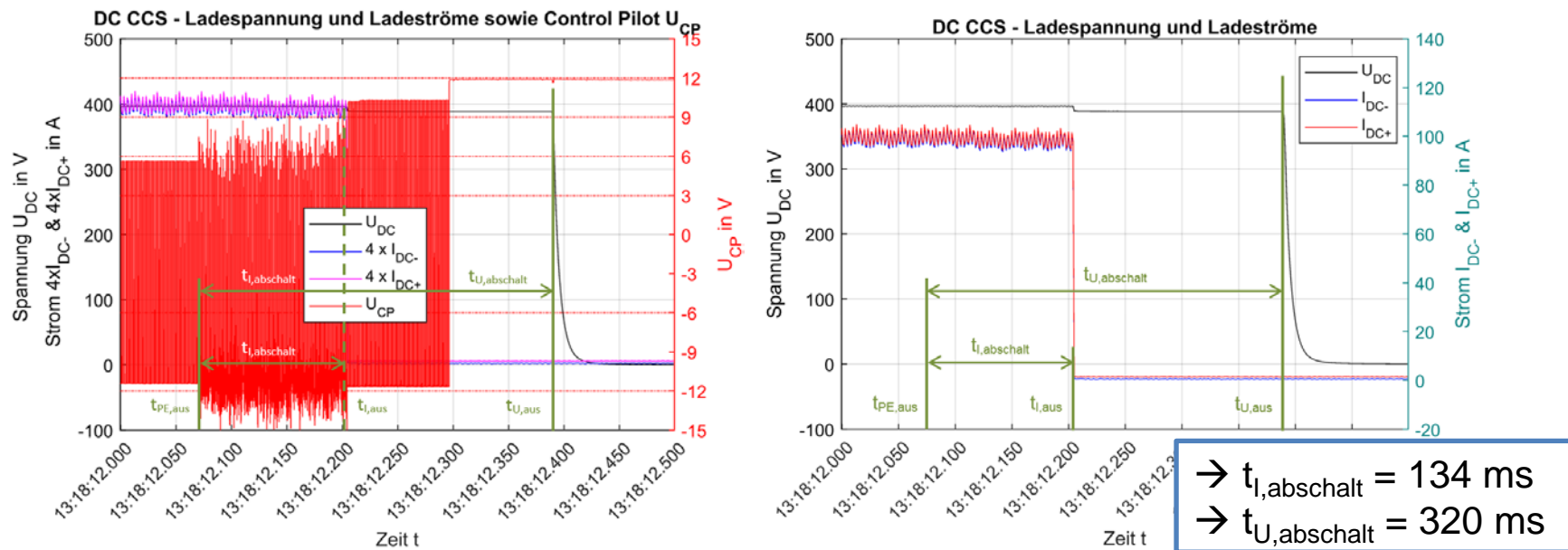


Abb. 7: CCS Ladevorgang DC – Unterbrechung PE-Leiter

(Links: Ladespannung, Ladestrom und Control-Pilot-Signal; rechts: Ladespannung und Ladestrom), vgl. [1], [4] und [5]

Ausgewählte Ergebnisse (III) – Kontaktfehler (Längslichtbogen)

Beispiel 1 und 2:

Elektrodenmaterial:

Kupfer, $\varnothing = 5 \text{ mm}$

Elektrische Beanspruchung:

150 Adc @ 300 Vdc

Zünddraht:

ja, verzinnntes Kupfer

Temperatur:

22,8 °C

Relative Luftfeuchtigkeit:

26,0 %RH

Weitere Versuche:

Elektrodenmaterialien:

V4A, Al, Cu, S 235

Abstände:

0,2 mm... 2,0 mm

Beispiel 1

Elektrodenabstand: **0,8 mm**



Abb. 8: Planes Kupferelektrodenpaar vor (oben) und nach (unten) einer Beanspruchung mit 300 Vdc/ 150 Adc, Abstand $d = 0,8 \text{ mm}$, **verschweißt**

Beispiel 2

Elektrodenabstand: **1,0 mm**

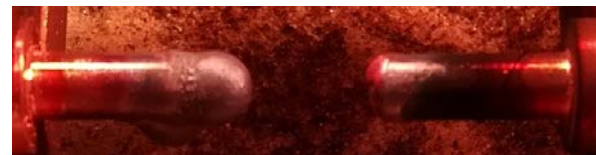


Abb. 9: Planes Kupferelektrodenpaar vor (oben) und nach (unten) einer Beanspruchung mit 300 Vdc/ 150 Adc, Abstand $d = 1,0 \text{ mm}$, **beide abgebrannt**

Ausgewählte Ergebnisse (IV) – Kontaktfehler (Längslichtbogen)

Beispiel 3

Elektrodenmaterial:

Baustahl S 235, $\varnothing = 5 \text{ mm}$

Elektrische Beanspruchung:

150 Adc @ 300 Vdc

Zünddraht:

ja, verzinnertes Kupfer

Temperatur:

22,6 °C

Relative Luftfeuchtigkeit:

27,0 %RH

Elektrodenabstand:

2,0 mm

Beobachtung:

beide Elektroden abgebrannt



Zusammenfassung und Ausblick

- Hintergrund und Fragestellung
- Gesetze und Normen
- Fehlerfälle / Messverteiler / Kontaktfehlersimulator
- Messungen und Analysen an unterschiedlichen Fabrikaten
- Entwicklung eines Prüfgeräts für DC-Ladestationen

Literatur

- [1] Herbst, D., „*DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge – Ein Beitrag zur Entwicklung einer Prüfmethode und Prüfeinrichtung zur Erst- und wiederkehrenden Prüfung von DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge*“, Masterarbeit, Technische Universität Graz – Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Graz, 2018
- [2] DIN VDE V 0122-2-300:2016-04, „*Spezifikation zur Konformitätsprüfung zu IEC 61851-23, Anhang CC*“, ENTWURF, DKE in DIN und VDE, Berlin/Frankfurt am Main, Apr. 2016
- [3] Herbst, D. et al., „*Verification of protective measures for safety of DC charging stations for electric vehicles*“, CIRED 2019, Madrid/Spain, 2019, eingereicht.
- [4] IEC 61851-1:2017-02, „*Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements*“, IEC – International Electrotechnical Commission, Genua/Schweiz, Feb. 2017.
- [5] ÖVE/ÖNORM EN 61851-23:2014-12-01, „*Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 23: Gleichstromladestationen für Elektrofahrzeuge*“, ÖVE/Austrian Standards Institute, Wien, Dez. 2014.
- [6] Herbst, D. et al., „*Methods for the verification of protective measures for safety of DC charging stations for electric vehicles*“, ICREPQ'19, Teneriffa/Spain, 2019, eingereicht.
- [7] Kristl, Seibt & Co. Ges.m.b.H., „*FFG-Basisprogramm Projektbeschreibung zu 'Mobiles und stationäres Prüfgerät für DC-Schnellladesäulen'*“, Projektnummer. 868294“, Graz, 2018.

Überprüfung der Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag von DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge



Vielen Dank!

Dipl.-Ing. Daniel Herbst

Technische Universität Graz
Institut für elektrische Anlagen und Netze
Inffeldgasse 18/I
A-8010 Graz

+43 (0) 316 873 – 7569
daniel.herbst@tugraz.at

Institutsvorstand:
Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Dr.techn. Robert Schürhuber

Projektleiter:
Dipl.-Ing. Dr.techn. Ernst Schmautzer

Projekt gefördert von:



Projektpartner:

