

ProSafE² - Entwicklung einer feldtauglichen Methodik zur wiederkehrenden Prüfung von DC-Ladestationen



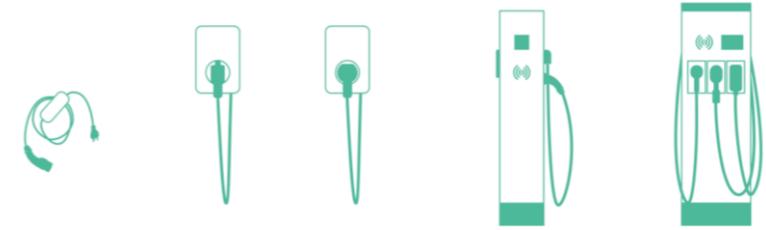
@ EnInnov 2024, Graz

16.02.2024

Daniel Herbst

daniel.herbst@tugraz.at

Intro



(Quelle: emobilzug.ch)

- **Steigende Anzahl an Elektrofahrzeugen (EVs)** mit hohen Batteriekapazitäten
- Nutzer:innen von EVs fordern oft **kurze Ladezeiten**
- **Zunahme** von installierten **DC-Ladestationen (DC-EVCS)**

- Zukunft in AT:
 - **1 500** Ladepunkte mit mind. **150 kW** bis 2030*
 - **1 300** E-Lkw-Ladepunkte mit bis zu **1 MW** bis 2035*
 - bis zu **1,6 Mio. vollelektrische Pkw** in AT bis 2035 möglich**

- **Fehlende** standardisierte
 - **Prüfmethoden**, -abläufe, -protokolle und
 - **Anforderungen an Prüfgeräte**um sicheren Betrieb von **DC-Ladestationen** (im öffentlichen Bereich) langfristig zu gewährleisten.

Stand der Technik

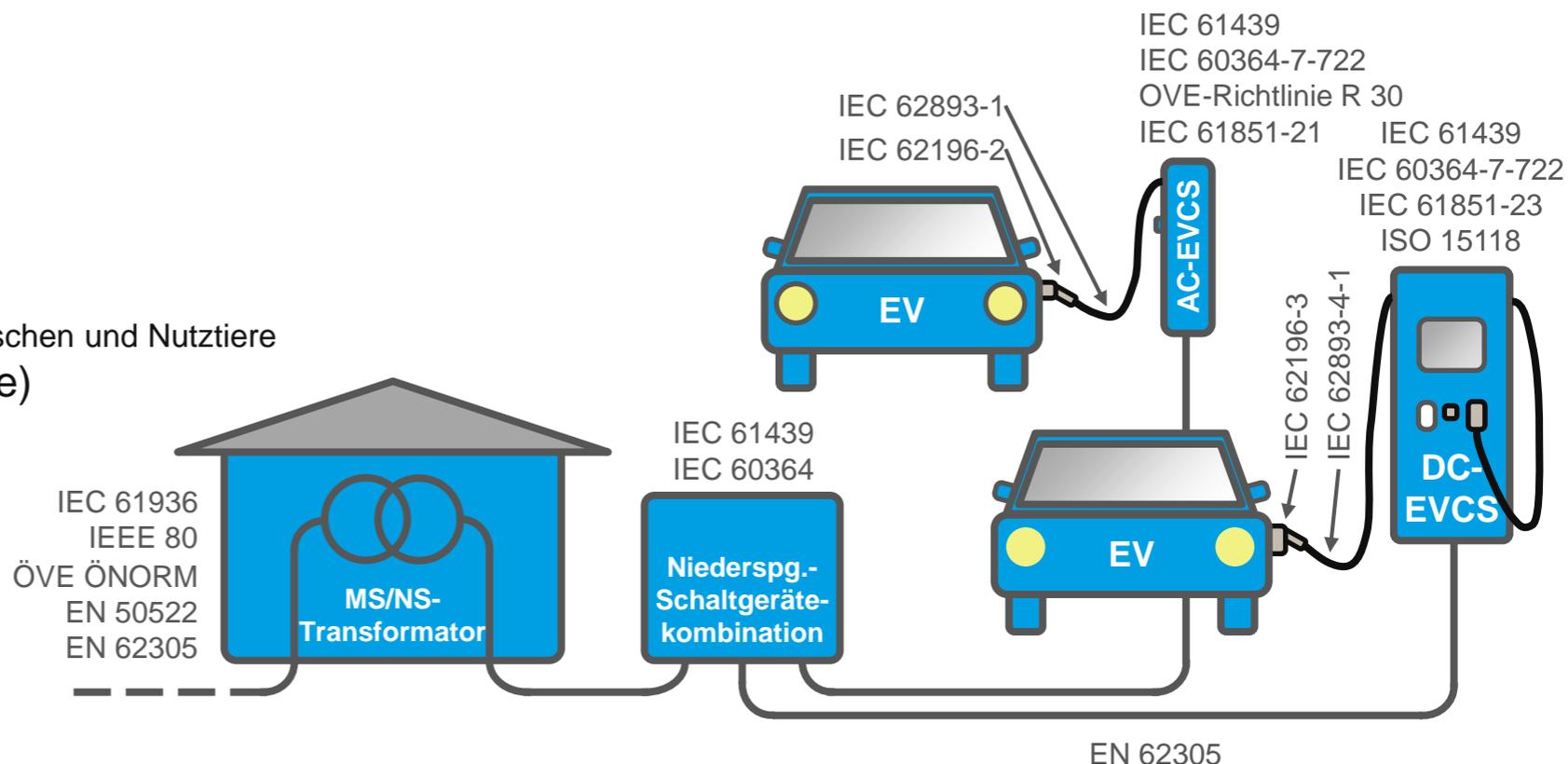
Normung, Ladebetriebsfälle, Anschlussarten, Steckverbinder

Stand der Technik (I)

Legislative und normative Dokumente (Auszug)



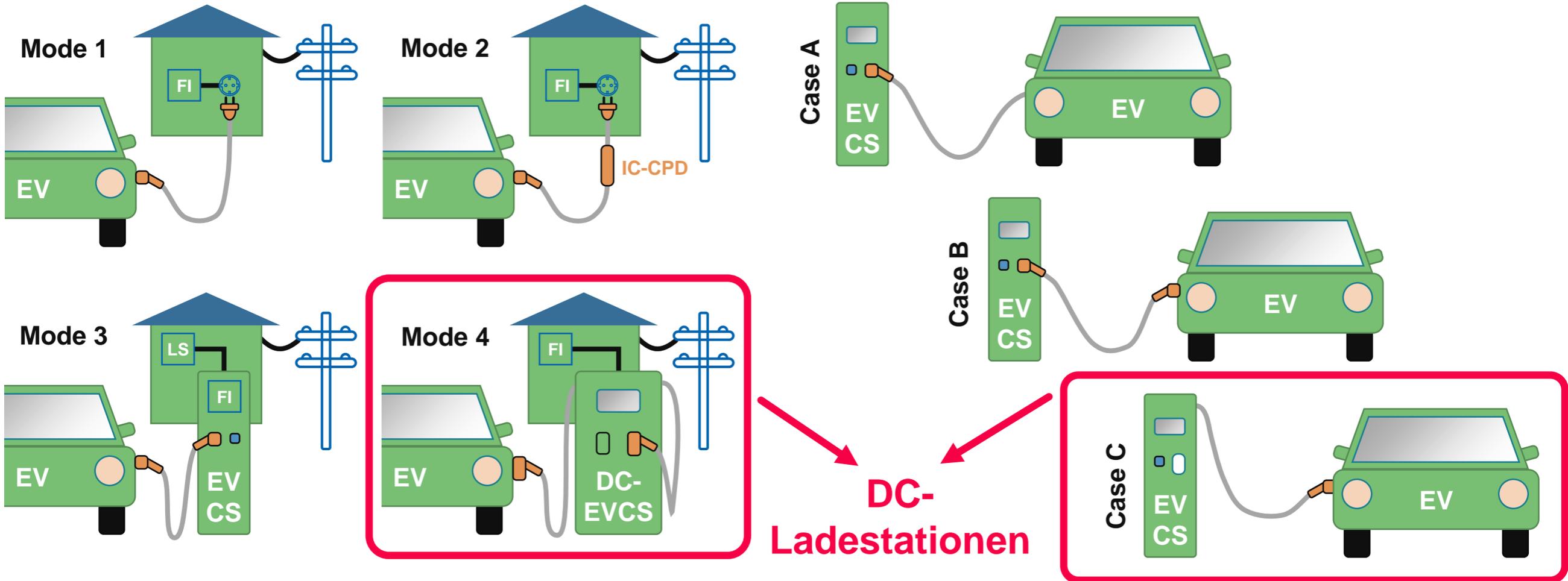
- ETG 1992 idgF
Elektrotechnikgesetz
- ASchG
Arbeitnehmer*innenschutzgesetz
- ETV 2020
Elektrotechnikverordnung
- ESV 2012
Elektroschutzverordnung
- IEC 60479 Reihe
Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere
- OVE E 8101+AC1 (HD 60364 Reihe)
Elektrische Niederspannungsanlagen
- IEC 61439 Reihe
Niederspannungsschaltgerätekombinationen
- IEC 61851 Reihe
Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
- IEC 62893 Reihe
Ladeleitungen für Elektrofahrzeuge (0,6/1 kV)
- IEC 62196 Reihe
Ladesteckverbinder für Elektrofahrzeuge



Stand der Technik (II)

Ladebetriebsfälle* und

Anschlussfälle*



Stand der Technik (III) – Steckverbinder (Auszug)



Steckverbinder/ Ladesystem	Schuko/ Typ F	Typ 1	Typ 2	CCS Combo2	CHAdeMO (bisher)	GB/T / ChaoJi / CHAdeMO	NACS (Tesla)	MCS (in Beratung)
Spannung typisch / Maximum	230 V	120/240 V	400 V	500/1000 V	500/1000 V	500/1000 V	≤ 1250 V	
Strom typisch / Maximum	≤ 10/16 A	≤ 16/80 A	≤ 32/63 A	≤ 500 A	≤ 125/400 A	≤ 125/400 A	≤ 3000 A	
Phase	1-phasig AC	1-phasig AC	3-phasig AC	DC	DC	DC	DC	
Leistung	≤ 3,7 kW	≤ 19,2 kW	≤ 22/44 kW	≤ 350 kW	≤ 400 kW	≤ 400 kW	≤ 0,7/3 MW	
Kommunikation mit Elektrofahrzeug	nicht verfügbar	CP, CS	CP, PP	CP, PP	CP, CP2, CS, CP3, CAN-H, CAN-L	CC1, CC2, S+, S-	CP, PP	CP, PP, Comm.



Wiederkehrende Prüfung von EVCS

Überprüfung der Schutzmaßnahmen bei AC- und DC-Ladestationen

Wiederkehrende Prüfung (I)

OVE-Richtlinie R 30 (a)



OVE-Richtlinie R 30:2020-08-01

„Sicherer Betrieb von elektrischen, konduktiven Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit einer Nennspannung bis AC 1000 V und DC 1500 V“

- Anforderungen an Betreiber von Ladeeinrichtungen
- Anforderungen an Nutzer/Fahrzeughalter
- Wiederkehrende Prüfungen – Prüfintervalle

Wiederkehrende Prüfung (I) OVE-Richtlinie R 30 (b)



Tabelle 1 – Anforderungen an *Betreiber*

Komponente/Anlagenteil	Art der Prüfung	Ausführung	Prüfintervall
Ladestation	Kontrolle der Betriebsbereitschaft	Betreiber	laufend
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	Betätigung der Prüftaste	Betreiber	halbjährlich
Kennmelder für Blitzstrom-/Überspannungsableiter und deren Vorsicherung	Sichtprüfung	Betreiber	bei automatischer Überwachung nicht erforderlich, sonst mind. halbjährlich
Ladeeinrichtung (EVSE)*)	Wiederkehrende Prüfung	der Betreiber beauftragt eine Elektrofachkraft mit der Prüfung	jährlich
Blitzschutzsystem	Messung und Sichtprüfung nach Errichtungsbestimmung	der Betreiber beauftragt eine Elektrofachkraft mit der Prüfung	in Abhängigkeit der Nutzung - gewerblich mind. 3 Jahre - privat mind. 10 Jahre – - bzw. nach Behördenvorgabe - und nach Blitzeinschlägen

*) für DC-Ladestationen vorerst nur teilweise anwendbar

Wiederkehrende Prüfung (II)

AC Ladestationen

- Standardisierte Abläufe und Protokolle
- Normen zur Überprüfung der Schutzmaßnahmen
- Prüfung
 - zB mit konventionellen Installationstestern (Schutzmaßnahmenprüfgerät)
 - unter Verwendung von Messadaptern.



(Quelle: gmc-instruments.de)



(Quelle: chargeupyourday.de)

Wiederkehrende Prüfung (III)

DC Ladestationen (a)

- **DC-Ladestationen durch OVE-Richtlinie R 30 bisher noch nicht abgedeckt!**
 - Zur Zeit Ausarbeitung von Edition 2 inkl. DC-EVCS mit
 - erforderlichen Prüfungen, Prüfintervallen, Verantwortlichkeiten, etc.
- Aktuell verfügbare Lösungen zur wiederkehrenden Prüfung, zB
 - Comemso + GMC
 - Keysight



Quelle: Fotos Daniel Herbst



Quelle: <https://www.keysight.com/at/de/cmp/use-case/ev-charging-test.html>

Wiederkehrende Prüfung (III)

DC Ladestationen (b)

Forschungsprojekt  ProSafeE²



- **Zentrale Themen**

- Elektrische Sicherheit – Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen)
- Wiederkehrende Prüfung (Weiterentwicklung OVE-Richtlinie R 30)
- Erdungs- und Potentialausgleichssystem
- Energieeffizienz, Leistungsmessung/Abrechnung
- Netzurückwirkungen

Mehr Infos zum Projekt:



SCAN ME

Wiederkehrende Prüfung (III)

DC Ladestationen (b)

Forschungsprojekt ProSafeE²

- **Test Cases** zur wiederkehrenden Prüfung
- **Demonstrator** für Prüfungen ist verfügbar
 - DC-EV-Emulator (Combined Charging System, CCS)
 - $< 1000\text{ V}, \leq 200\text{ A} / \leq 120\text{ kW}$ (opt. skalierbar)
 - **Mobil** und **netzunabhängig** (24-V-Steuerspannungsakkus)
 - LWL-Datenverbindung zur Steuerungseinheit (elektrisch getrennt)
 - **Dauerlastfähigkeit**, unabhängig von Energiespeichersystemen
 - **kalibrierfähige Messtechnik** und **automatisierte Prüfroutinen**



Mehr Infos zum Projekt:



SCAN ME

Prüfumfang und Test Cases

für eine wiederkehrenden Prüfung von DC-Ladestationen

Möglicher Prüfumfang einer **wiederkehrende Prüfung einer DC-Ladestationen**

in Anlehnung an:

- OVE-Richtlinie R 30
- OVE E 8101
- IEC 61851-23:2023 ED2
- OVE EN IEC 61557
- ProSafE²-Stakeholder-Anforderungen

**Hersteller-
angaben**

**Funktions-
/Betriebs-
bereitschaft**

Sichtprüfung
zB Steckverbinder,
Ladeleitung, CE-
Zeichen, Typenschild

Überprüfung Schutzmaßnahmen

- **Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD)**
- **Isolationsprüfung Ladeleitung**
- **Messung**
 - Durchgängigkeit Schutzleiter
 - Schleifenimpedanz/Kurzschlussstrom
 - Blitzschutz-, Erdungs- und PA-Anlage
- **Auslösezeiten Schutzeinrichtungen & zugehörige Fehleremulationen, zB**
 - Unterbrechung Kommunikationsleiter (CP)
 - Unterbrechung Schutzerdungsleiter (PE)
 - Kurzschluss zwischen CP und PE
 - opt. Kurzschluss zwischen Leistungsleiter (DC+/DC-) und PE

Test Cases

Test Case:	1	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts																																				
Beschreibung:	Test, ob die Messung des Isolationswiderstandes der Ladeleitungsgarnitur mittels des in der DC-EVCS verbauten IMD																																					
Voraussetzungen / Vorbedingungen:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>2</td> <td>Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Isolationsprüfung der Ladeleitungsgarnitur mit einem geeigneten Prüfgerät für die drei nachfolgenden Fälle: a) DC+ gegen DC-</td> </tr> </table>		Test Case:	2	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	Beschreibung:	Isolationsprüfung der Ladeleitungsgarnitur mit einem geeigneten Prüfgerät für die drei nachfolgenden Fälle: a) DC+ gegen DC-																															
Test Case:	2	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur																																				
Beschreibung:	Isolationsprüfung der Ladeleitungsgarnitur mit einem geeigneten Prüfgerät für die drei nachfolgenden Fälle: a) DC+ gegen DC-																																					
Normativer Verweis:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>5</td> <td>Durchgängigkeit PE</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Prüfung, ob eine vollständige Durchgängigkeit des Schutzerdungsleiters (PE) gegeben ist</td> </tr> </table>		Test Case:	5	Durchgängigkeit PE	Beschreibung:	Prüfung, ob eine vollständige Durchgängigkeit des Schutzerdungsleiters (PE) gegeben ist																															
Test Case:	5	Durchgängigkeit PE																																				
Beschreibung:	Prüfung, ob eine vollständige Durchgängigkeit des Schutzerdungsleiters (PE) gegeben ist																																					
Kriterien für das Bestehen des Tests:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>6</td> <td>Unterbrechung PE „virtuell“</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Test, ob die DC-EVCS bei einer Unterbrechung des Schutzerdungsleiters (PE) innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet. Die PE Unterbrechung wird dabei „virtuell“ mittels der Unterbrechung der PE</td> </tr> </table>		Test Case:	6	Unterbrechung PE „virtuell“	Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einer Unterbrechung des Schutzerdungsleiters (PE) innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet. Die PE Unterbrechung wird dabei „virtuell“ mittels der Unterbrechung der PE																															
Test Case:	6	Unterbrechung PE „virtuell“																																				
Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einer Unterbrechung des Schutzerdungsleiters (PE) innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet. Die PE Unterbrechung wird dabei „virtuell“ mittels der Unterbrechung der PE																																					
Testablauf:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>7</td> <td>Widerstand PP</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Messung des Widerstandes zwischen PE und PP ob erforderlichen Wert hat.</td> </tr> <tr> <td>Voraussetzungen bzw. Vorbedingungen:</td> <td colspan="2">Ladekabel wird angesteckt, CP state B</td> </tr> <tr> <td>Normativer Verweis:</td> <td colspan="2">ENTWURF IEC 61851-23 ED2, CC.9.3.8</td> </tr> <tr> <td>Kriterien für das Bestehen des Tests:</td> <td colspan="2"> <table border="1"> <tr> <th colspan="3">Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle</th> </tr> <tr> <th>Current capability of the cable assembly (A)</th> <th>Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 %^a (Ω)</th> <th>Minimum dissipation rating of resistances^{b, c} (W)</th> </tr> <tr> <td>13</td> <td>1 500</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>680</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>220</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>63 (3-phase) / 70 (1-phase)</td> <td>100</td> <td>1</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Testablauf:</td> <td colspan="2"> <p>Zu a) bis c):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Freischalten der Ladestation oder durch eine Öffnung der DC-... Ladeleitungsgarnitur 2) Ladeleitungsgarnitur a 3) Anlegen einer ausreichend (je nach Fall a) bis c) u 4) Bewertung des Ergebn <p>Zu c) und d):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Initiierung 2) Beaufschaltung (Schutzmaßnahmenprüfgerät) 3) Zeitliche Aufzeichnung des ausgangsseitigen Schütz des 4) Bewertung geachtet 5) Kontrolle, ob eine entsprechenden Benut </td> </tr> </table>		Test Case:	7	Widerstand PP	Beschreibung:	Messung des Widerstandes zwischen PE und PP ob erforderlichen Wert hat.		Voraussetzungen bzw. Vorbedingungen:	Ladekabel wird angesteckt, CP state B		Normativer Verweis:	ENTWURF IEC 61851-23 ED2, CC.9.3.8		Kriterien für das Bestehen des Tests:	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle</th> </tr> <tr> <th>Current capability of the cable assembly (A)</th> <th>Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 %^a (Ω)</th> <th>Minimum dissipation rating of resistances^{b, c} (W)</th> </tr> <tr> <td>13</td> <td>1 500</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>680</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>220</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>63 (3-phase) / 70 (1-phase)</td> <td>100</td> <td>1</td> </tr> </table>		Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle			Current capability of the cable assembly (A)	Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 % ^a (Ω)	Minimum dissipation rating of resistances ^{b, c} (W)	13	1 500	0,5	20	680	0,5	32	220	1	63 (3-phase) / 70 (1-phase)	100	1	Testablauf:	<p>Zu a) bis c):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Freischalten der Ladestation oder durch eine Öffnung der DC-... Ladeleitungsgarnitur 2) Ladeleitungsgarnitur a 3) Anlegen einer ausreichend (je nach Fall a) bis c) u 4) Bewertung des Ergebn <p>Zu c) und d):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Initiierung 2) Beaufschaltung (Schutzmaßnahmenprüfgerät) 3) Zeitliche Aufzeichnung des ausgangsseitigen Schütz des 4) Bewertung geachtet 5) Kontrolle, ob eine entsprechenden Benut 	
Test Case:	7	Widerstand PP																																				
Beschreibung:	Messung des Widerstandes zwischen PE und PP ob erforderlichen Wert hat.																																					
Voraussetzungen bzw. Vorbedingungen:	Ladekabel wird angesteckt, CP state B																																					
Normativer Verweis:	ENTWURF IEC 61851-23 ED2, CC.9.3.8																																					
Kriterien für das Bestehen des Tests:	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle</th> </tr> <tr> <th>Current capability of the cable assembly (A)</th> <th>Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 %^a (Ω)</th> <th>Minimum dissipation rating of resistances^{b, c} (W)</th> </tr> <tr> <td>13</td> <td>1 500</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>680</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>220</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>63 (3-phase) / 70 (1-phase)</td> <td>100</td> <td>1</td> </tr> </table>		Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle			Current capability of the cable assembly (A)	Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 % ^a (Ω)	Minimum dissipation rating of resistances ^{b, c} (W)	13	1 500	0,5	20	680	0,5	32	220	1	63 (3-phase) / 70 (1-phase)	100	1																		
Table B.2 – Current coding resistor for EV plug and vehicle																																						
Current capability of the cable assembly (A)	Nominal resistance of Rc Tolerance ± 3 % ^a (Ω)	Minimum dissipation rating of resistances ^{b, c} (W)																																				
13	1 500	0,5																																				
20	680	0,5																																				
32	220	1																																				
63 (3-phase) / 70 (1-phase)	100	1																																				
Testablauf:	<p>Zu a) bis c):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Freischalten der Ladestation oder durch eine Öffnung der DC-... Ladeleitungsgarnitur 2) Ladeleitungsgarnitur a 3) Anlegen einer ausreichend (je nach Fall a) bis c) u 4) Bewertung des Ergebn <p>Zu c) und d):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Initiierung 2) Beaufschaltung (Schutzmaßnahmenprüfgerät) 3) Zeitliche Aufzeichnung des ausgangsseitigen Schütz des 4) Bewertung geachtet 5) Kontrolle, ob eine entsprechenden Benut 																																					

Test Case:	8	Unterbrechung CP						
Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einer Unterbrechung des CP-Leiters innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.							
Voraussetzungen / Vorbedingungen:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>9</td> <td>Kurzschluss CP/PE</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Test, ob die DC-EVCS bei einem Kurzschluss zwischen dem CP- und dem PE-Leiter innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.</td> </tr> </table>		Test Case:	9	Kurzschluss CP/PE	Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einem Kurzschluss zwischen dem CP- und dem PE-Leiter innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.	
Test Case:	9	Kurzschluss CP/PE						
Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einem Kurzschluss zwischen dem CP- und dem PE-Leiter innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.							
Normativer Verweis:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>10</td> <td>Schleifenimpedanz AC</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Messung der AC-seitigen Schleifenimpedanz (Zs) der versorgenden elektrischen Anlage zur Ermittlung des Kurzschlussstromes sowie ZB einer damit verbundenen Auslösung der Wirksamkeit bei der</td> </tr> </table>		Test Case:	10	Schleifenimpedanz AC	Beschreibung:	Messung der AC-seitigen Schleifenimpedanz (Zs) der versorgenden elektrischen Anlage zur Ermittlung des Kurzschlussstromes sowie ZB einer damit verbundenen Auslösung der Wirksamkeit bei der	
Test Case:	10	Schleifenimpedanz AC						
Beschreibung:	Messung der AC-seitigen Schleifenimpedanz (Zs) der versorgenden elektrischen Anlage zur Ermittlung des Kurzschlussstromes sowie ZB einer damit verbundenen Auslösung der Wirksamkeit bei der							
Kriterien für das Bestehen des Tests:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>11</td> <td>Unterbrechung DC+/DC-</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Test, ob die DC-EVCS bei der Unterbrechung der Leistungsleitungen DC+ oder DC- innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.</td> </tr> </table>		Test Case:	11	Unterbrechung DC+/DC-	Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei der Unterbrechung der Leistungsleitungen DC+ oder DC- innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.	
Test Case:	11	Unterbrechung DC+/DC-						
Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei der Unterbrechung der Leistungsleitungen DC+ oder DC- innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne abschaltet.							
Testablauf:	<table border="1"> <tr> <td>Test Case:</td> <td>12</td> <td>Ladeabbruch durch Kommunikation</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung:</td> <td colspan="2">Test, ob die DC-EVCS bei einem Ladeabbruch durch die Kommunikation innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne erfolgt.</td> </tr> </table>		Test Case:	12	Ladeabbruch durch Kommunikation	Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einem Ladeabbruch durch die Kommunikation innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne erfolgt.	
Test Case:	12	Ladeabbruch durch Kommunikation						
Beschreibung:	Test, ob die DC-EVCS bei einem Ladeabbruch durch die Kommunikation innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne erfolgt.							

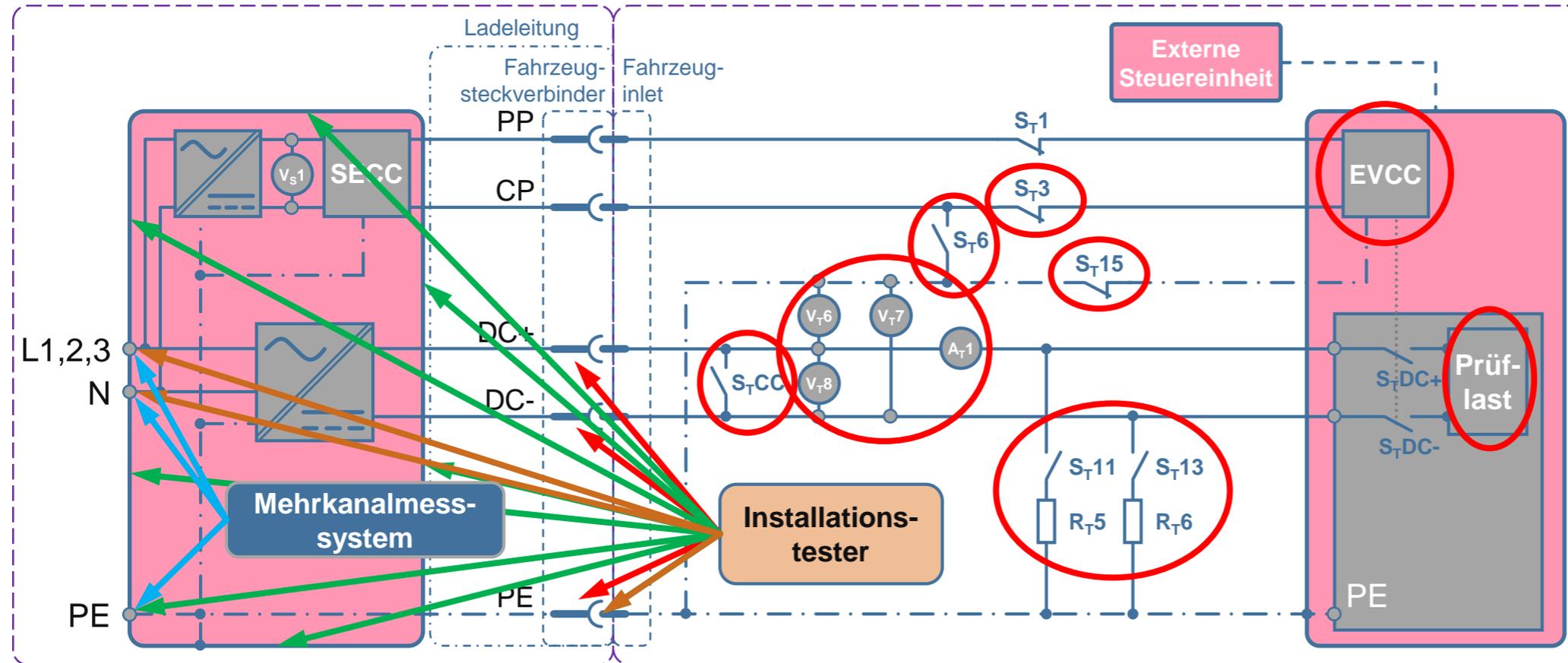
Test Case:	15	Sichtkontrollen
Beschreibung:	Die nachfolgend angeführten Sichtkontrollen werden inklusive Dokumentation empfohlen:	
Kriterien für das Bestehen des Tests:	<ol style="list-style-type: none"> a) Beschädigungen der DC-EVCS b) Beschädigungen der Ladeleitungsgarnitur c) Beschädigungen des Ladesteckverbinders d) Offensichtliche Mängel (Ladeleitung nicht ordnungsgemäß in Kabelverschraubung, blanke spannungsführende Teile (berührbar oder nicht berührbar), sonstige Beschädigungen, offensichtlich fehlende Bestandteile der DC-EVCS, etc.) e) Fehlermeldung auf der Anzeige bzw. dem Display der DC-EVCS f) Vorhandensein eines Typenschildes g) Vorhandensein eines CE-Zeichens (Konformitätserklärung) h) Vorhandensein eines CE-Zeichens (Konformitätserklärung) i) Kontrolle der Kennmelder der Überspannungsschutzgeräte (SPD) j) Einstellung des Isolationsüberwachungsgeräts (IMD) k) Leiterkennzeichnungen (u.a. DC+, DC-, L1-L3, N, PE) l) Kennzeichnung der elektrischen Betriebsmittel m) Zugänglichkeit und Zuordenbarkeit der elektrischen Betriebsmittel zur angemessenen Bedienbarkeit n) Auswahl und Errichtung von Erdungsanlagen, Schutz(erdungs-)leitern sowie deren Verbindungen 	
Testablauf:	<p>Die Sichtkontrolle ist gemäß der Auflistung in der Test-Case-Beschreibung durchzuführen.</p> <p>Anmerkung: Sämtliche Sichtkontrollen sind nach Möglichkeit durchzuführen. Sollte eine Sichtkontrolle nicht durchgeführt werden können ist dies mit Begründung zu dokumentieren</p>	

Test Cases mit dem Prüfgerätedemonstrator



Elektrofahrzeug-Ladestation (EVCS)

Prüfgerätedemonstrator



Test Cases

- 1 Sichtkontrollen
- 2 Durchgängigkeit PE
- 3 Iso-Prüfung Ladeleitung
- 4 Schleifenimpedanz AC
- 5 Testladevorgang
- 6 Prüfung IMD
- 7 Unterbrechung PE „virtuell“
- 8 Widerstand PP
- 9 Unterbrechung CP
- 10 Kurzschluss CP/PE
- 11 KS DC+/DC- vor Ladung
- 12 Spannungseinbruch
- 13 Abbruch durch Komm.
- 14 Not-Aus
- 15 Ladeenergie DC
- 16 Ladeenergie AC und PQ

Feldtests mit dem Demonstrator

Überblick der bisher untersuchten DC-Ladestationen und
erste Ergebnisse der Feldtests

Untersuchte DC-Ladestationen im Zuge der Feldtests

Hersteller	Type	max. Ladeleistung	Betreiber	Standort
ABB	TERRA 54 CJG	DC 50 kW, AC 22/43 kW	Energie Steiermark	Graz
alpitronic	hypercharger HYC_150	DC 150 kW	Wien Energie	Leobersdorf
CIRCONTROL	Quick Charge Combo CCL- QPC-CH-CCS-AC63	DC 50 kW, AC 44 kW	KS / TUG	Graz
EFACEC	EFAPOWER EV-QC45	DC 50 kW, AC 22/43 kW	KELAG	Völkermarkt
Kostad/ Siemens	CPC 50	DC 50 kW, AC 43 kW	Wien Energie	Leobersdorf

Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases	EVCS 1		EVCS 2		
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK

Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases		EVCS 1		EVCS 2	
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts	wP	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK

Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases	EVCS 1		EVCS 2		
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts	wP	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK
7	Unterbrechung PE „virtuell“	wP	NOK	OK	NOK	OK
8	Widerstand PP	wP	n/a	OK	n/a	OK
9	Unterbrechung CP	wP	NOK	NOK	OK	OK
10	Kurzschluss CP/PE	wP	NOK	NOK	OK	OK

Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases		EVCS 1		EVCS 2	
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts	wP	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK
7	Unterbrechung PE „virtuell“	wP	NOK	OK	NOK	OK
8	Widerstand PP	wP	n/a	OK	n/a	OK
9	Unterbrechung CP	wP	NOK	NOK	OK	OK
10	Kurzschluss CP/PE	wP	NOK	NOK	OK	OK
11	Kurzschluss DC+/DC- vor Laden	add	OK	n/a	OK	n/a
12	Spannungseinbruch DC+/DC- während Laden	add	n/a	NOK	n/a	NOK

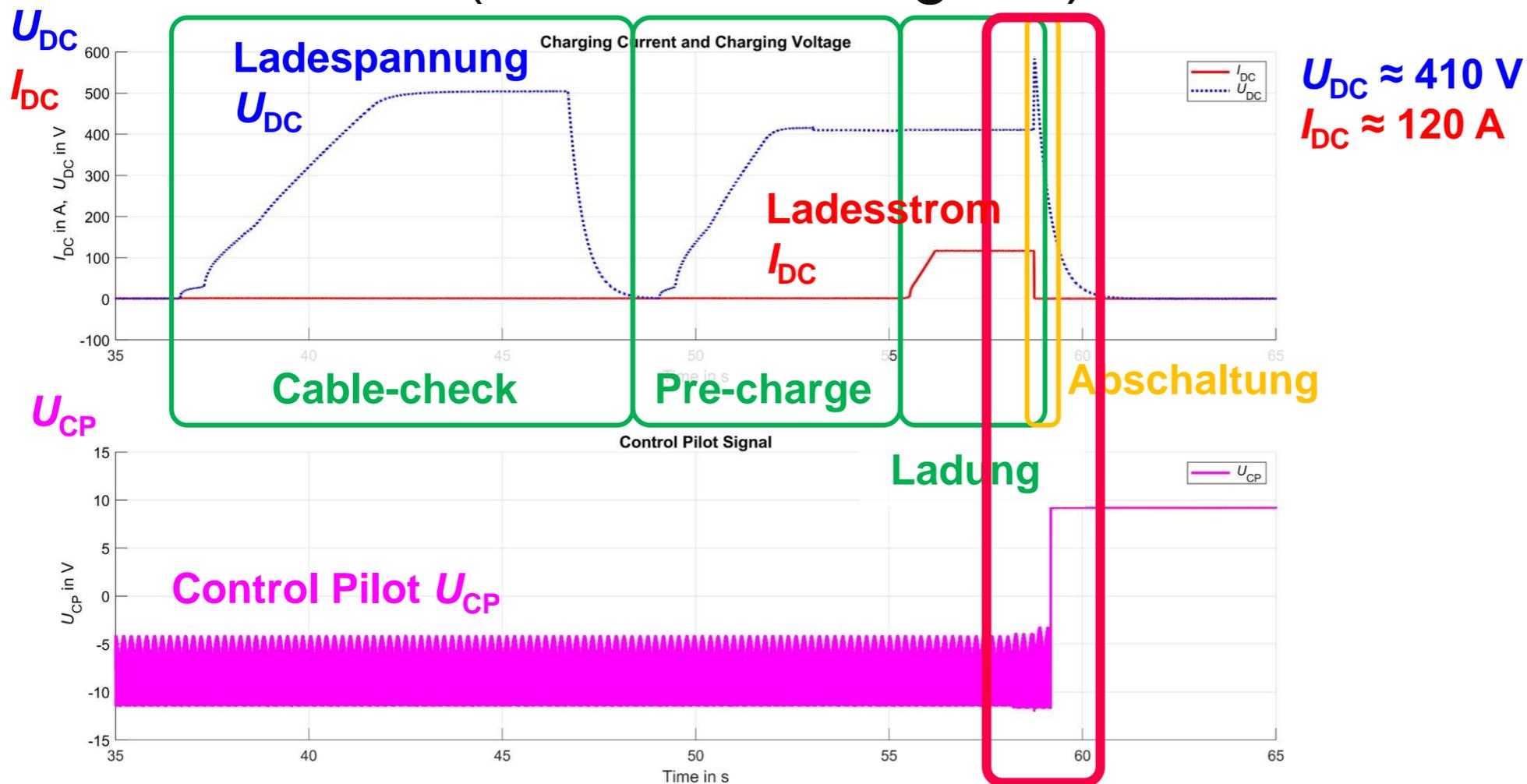
Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases		EVCS 1		EVCS 2	
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts	wP	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK
7	Unterbrechung PE „virtuell“	wP	NOK	OK	NOK	OK
8	Widerstand PP	wP	n/a	OK	n/a	OK
9	Unterbrechung CP	wP	NOK	NOK	OK	OK
10	Kurzschluss CP/PE	wP	NOK	NOK	OK	OK
11	Kurzschluss DC+/DC- vor Laden	add	OK	n/a	OK	n/a
12	Spannungseinbruch DC+/DC- während Laden	add	n/a	NOK	n/a	NOK
13	Ladeabbruch durch Kommunikation	wP	NOK	OK	OK	OK
14	Not-Aus	wP	OK	OK	OK	OK

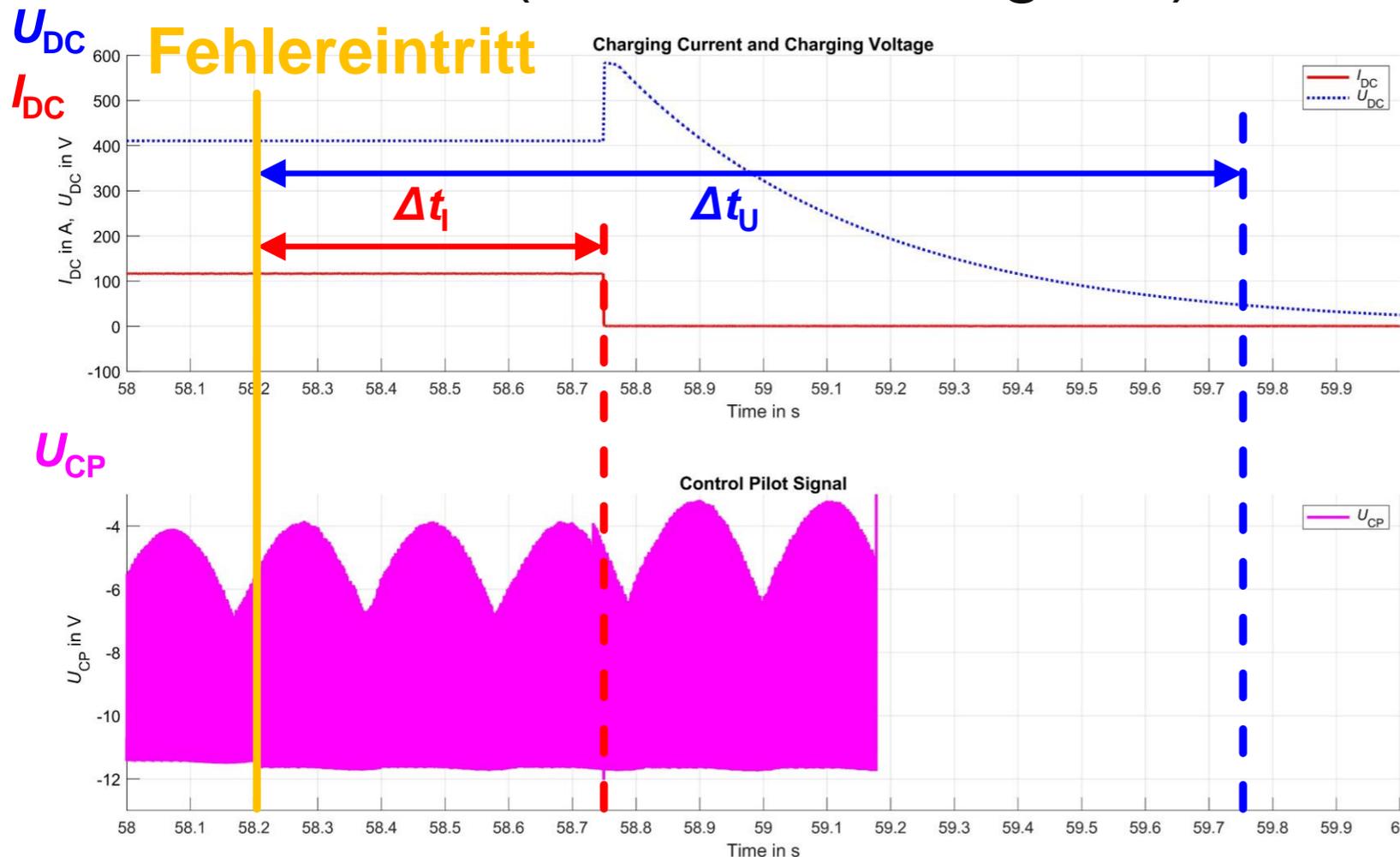
Zusammenfassung der Testergebnisse

Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases	EVCS 1		EVCS 2		
			61851-23 ED2	andere*	61851-23 ED2	andere*
1	Sichtkontrollen	wP	n/a	OK	n/a	OK
2	Durchgängigkeit PE	wP	OK	OK	OK	OK
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur	wP	n/a	OK	n/a	OK
4	Schleifenimpedanz AC	wP	n/a	OK	n/a	OK
5	Testladevorgang	wP	OK	OK	OK	OK
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts	wP	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK	teilweise OK
7	Unterbrechung PE „virtuell“	wP	NOK	OK	NOK	OK
8	Widerstand PP	wP	n/a	OK	n/a	OK
9	Unterbrechung CP	wP	NOK	NOK	OK	OK
10	Kurzschluss CP/PE	wP	NOK	NOK	OK	OK
11	Kurzschluss DC+/DC- vor Laden	add	OK	n/a	OK	n/a
12	Spannungseinbruch DC+/DC- während Laden	add	n/a	NOK	n/a	NOK
13	Ladeabbruch durch Kommunikation	wP	NOK	OK	OK	OK
14	Not-Aus	wP	OK	OK	OK	OK
15	Ladeenergie DC	add	n/a	OK	n/a	OK
16	Ladeenergie AC und PQ	add	n/a	OK	n/a	OK

Beispielhafte Ergebnisse: Test Case 7 (Unterbrechung PE) @ EVCS 1



Beispielhafte Ergebnisse: Test Case 7 (Unterbrechung PE) @ EVCS 1



$U_{DC} \approx 410 \text{ V}$
 $I_{DC} \approx 120 \text{ A}$

Fehlereintritt:
 $t_{\text{Fehler}} \approx 58,2 \text{ s}$

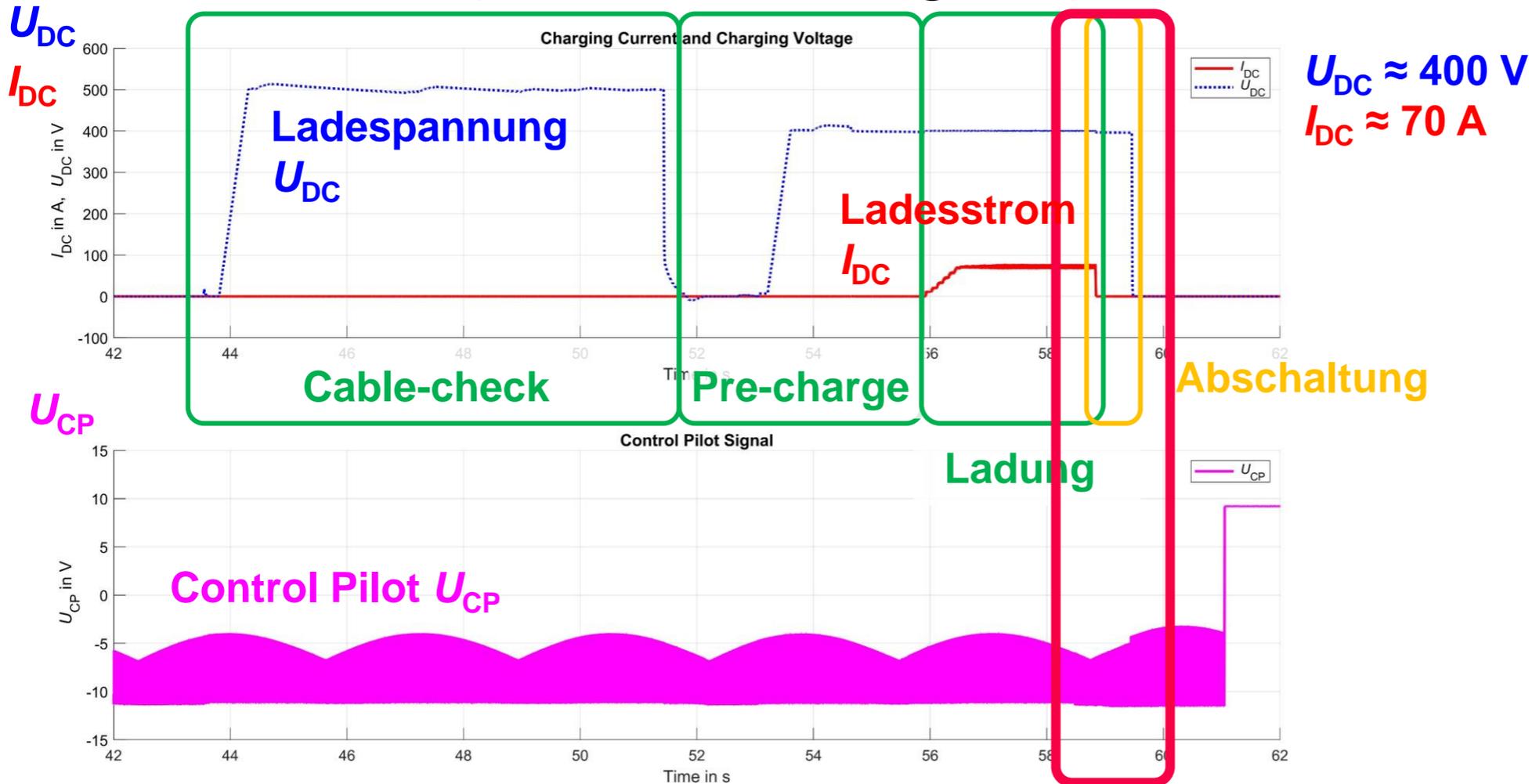
Abschaltzeiten:
 $\Delta t_f \approx 550 \text{ ms}$
 $\Delta t_U \approx 1,55 \text{ s}$



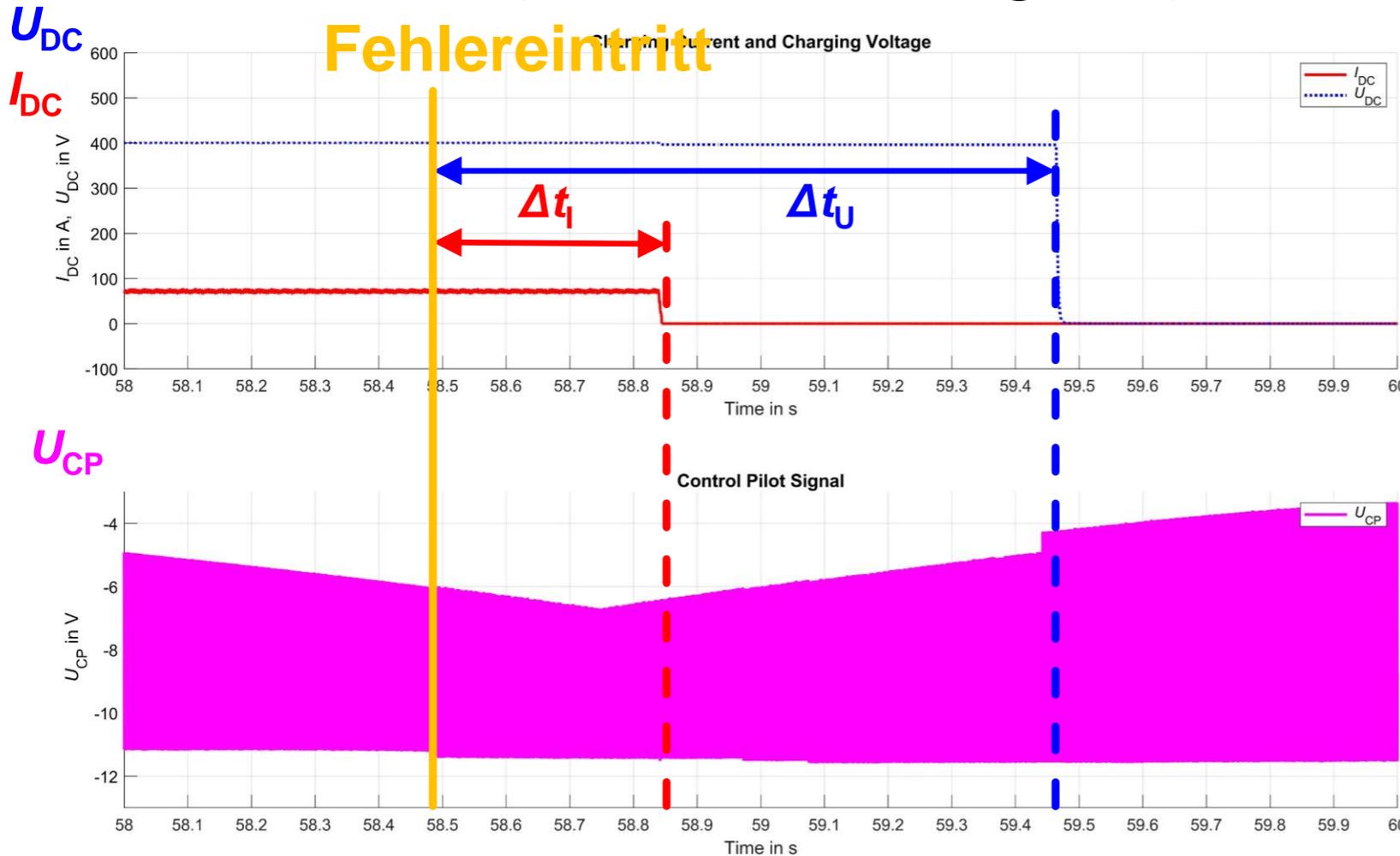
Gemäß 61851-23 ED1 (alte Norm):
→ OK (Δt_f & $\Delta t_U < 5 \text{ s}$)

Gemäß 61851-23 ED2 (neue Norm):
→ NOK ($\Delta t_f > 170 \text{ ms}$ & $\Delta t_U > 1,15 \text{ s}$)

Beispielhafte Ergebnisse: Test Case 7 (Unterbrechung PE) @ EVCS 2



Beispielhafte Ergebnisse: Test Case 7 (Unterbrechung PE) @ EVCS 2



$U_{DC} \approx 400 \text{ V}$
 $I_{DC} \approx 70 \text{ A}$

Fehlereintritt:
 $t_{\text{Fehler}} \approx 58,5 \text{ s}$

Abschaltzeiten:
 $\Delta t_i \approx 350 \text{ ms}$
 $\Delta t_U \approx 1 \text{ s}$



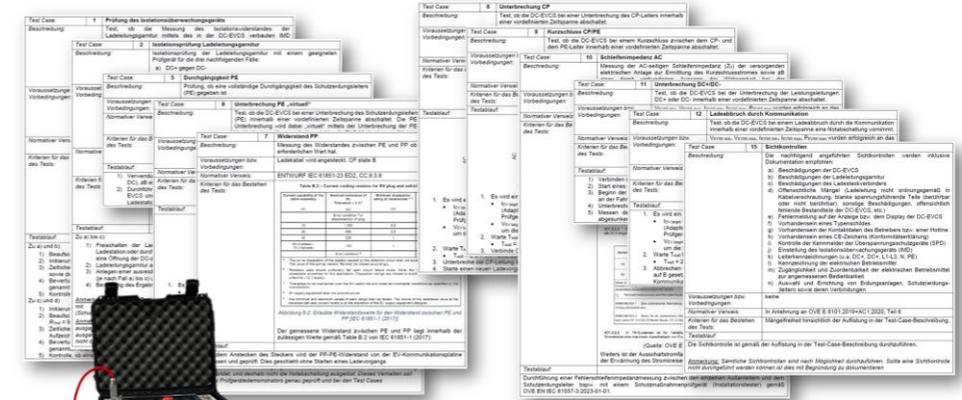
Gemäß 61851-23 ED1 (alte Norm):
 → OK (Δt_i & $\Delta t_U < 5 \text{ s}$)

Gemäß 61851-23 ED2 (neue Norm):
 → NOK ($\Delta t_i > 170 \text{ ms}$ & $\Delta t_U > 1,15 \text{ s}$)

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Definition/Entwicklung von Test Cases zur wiederkehrenden Prüfung von DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- Entwicklung und Bau eines Prüfgerätedemonstrators als EV-Emulator
- Feldtests an unterschiedlichen DC-Ladestationen unserer Partner
 - Keine gravierenden Mängel feststellbar
 - Ältere Modelle erfüllen jedoch IEC 61851-23:2023 ED 2 nur teilweise



Ausblick

- Ergänzende Feldtests mit dem Demonstrator an weiteren DC-Ladestationen unterschiedlicher Hersteller
- Evaluierung der ProSafE² Test Cases
- Einbringen der Erkenntnisse in die Arbeiten zur OVE-Richtlinie R 30
 - Prüfumfang
 - Prüfleistung
 - Ergebnisse/Erfahrungen Feldtests



Nr.	Kurzbezeichnung des Test Cases
1	Sichtkontrollen
2	Durchgängigkeit PE
3	Isolationsprüfung Ladeleitungsgarnitur
4	Schleifenimpedanz AC
5	Testladevorgang
6	Prüfung des Isolationsüberwachungsgeräts
7	Unterbrechung PE „virtuell“
8	Widerstand PP
9	Unterbrechung CP
10	Kurzschluss CP/PE
11	Kurzschluss DC+/DC- vor Laden
12	Spannungseinbruch DC+/DC- während Laden
13	Ladeabbruch durch Kommunikation
14	Not-Aus
15	Ladeenergie DC
16	Ladeenergie AC



Einladung zum vierten

 **ProSafE² Stakeholder-Workshop**

Mehr Infos zum Projekt:



SCAN ME

Wann: **14.03.2024**
12:00 – 17:00 Uhr

Wo: **E-Campus Energie Steiermark**
Neuholdaugasse 56
8010 Graz

Anmeldung und weitere Informationen:
Andrea Schelmlberger (a.schelmlberger@ove.at) oder
Daniel Herbst (daniel.herbst@tugraz.at)



ProSafE² - Entwicklung einer feldtauglichen Methodik zur wiederkehrenden Prüfung von DC-Ladestationen



Mehr Infos
zum Projekt:



@ EnInnov 2024, Graz

16.02.2024

Daniel Herbst

daniel.herbst@tugraz.at