



E | HANDWERK



Richtlinie zum E-CHECK E-Mobilität

für die wiederkehrende Prüfung von Ladeinfrastruktur
für Elektrostraßenfahrzeuge und den dazugehörigen Teil
der elektrischen Anlage



Inhaltsverzeichnis

Einleitung /// Ziel	4
Geltungsbereich /// Haftungsausschluss	5
Verantwortlichkeiten /// Grundlagen zur Anwendung	6
Durchführung /// E-CHECK Protokoll	7
Empfohlene Prüffristen /// Prüfung der Ladestation	8
Sichtprüfung	9
Prüfungen von Ladestationen	10
Ladung mit Wechselspannung	10
Prüfung der Ladesequenz	11
Prüfung von Ladekabel	12/13
Prüfprotokoll Ansichtsexemplar	14/15
Zusätzliche Messungen	16 - 19

Ziel und Geltungsbereich der Richtlinie



Einleitung

Langsam aber stetig wächst die Zahl der Elektrofahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr. In gleichem Umfang wächst die Zahl der öffentlichen und der privaten Ladestationen. Ladestationen und Ladekabel unterliegen durch häufige Nutzung und Umwelteinflüsse einer Abnutzung und Alterung.

Aus diesen Gründen muss im Laufe der Zeit mit Mängeln gerechnet werden, die entscheidend für die Sicherheit der Nutzer sind. Deshalb sollten, wie im gewerblichen Bereich verpflichtend, auch in allen anderen Bereichen wiederkehrende Prüfungen in Form des E-CHECK E-Mobilität durchgeführt werden.

Ziel

Durch den E-CHECK E-Mobilität sollen Mängel an Ladestationen, Ladekabeln und den zugehörigen elektrischen Anlageteilen, die Gefahren für die Nutzer bergen, erkannt werden. Gleichzeitig sollte die Elektrofachkraft auch der Berater des Betreibers sein. Er sollte nützliche Hinweise zur Befähigung der elektrischen Anlage, Auswahl und Installation von Ladestationen und zur rationellen Energieanwendung und Einbindung regenerativer Energieerzeuger aufzeigen. Für den ordnungsgemäßen Zustand der Ladeinfrastruktur und deren elektrischen Betriebsmittel ist der Betreiber verantwortlich. Auf Grundlage dieser Richtlinie für den E-CHECK E-Mobilität ist der Zustand der Ladeinfrastruktur und deren elektrischen Anlageteile bezüglich

- ihrer Gebrauchs- und Funktionsfähigkeit,
- ihres ordnungsgemäßen, sicherheitstechnischen Zustandes,
- Schutz gegen elektrischen Schlag,
- Schutz gegen thermische Auswirkungen,
- Maßnahmen gegen Blitzeinwirkung und Überspannung,
- Energieeinsparung und
- Sicherstellung der Informationsübertragung

zu prüfen.

Nach Durchführung des E-CHECK E-Mobilität und der Beseitigung eventuell festgestellter Mängel ist die erforderliche Sicherheit für den Nutzer wieder hergestellt.

Geltungsbereich

Diese Richtlinie E-CHECK E-Mobilität gilt für die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen, z. B. nach VDE 0105-100 von öffentlichen Einrichtungen. Für die Prüfung von Ladekabeln ist die VDE 0701-0702 zu berücksichtigen. Für die wiederkehrende Prüfung bestimmter elektrischer Anlagen können zusätzliche Anforderungen in gesetzlichen Verordnungen oder Vorschriften festgelegt sein, die zu beachten sind. Diese sind in Abschnitt „Grundlagen zur Anwendung“ aufgelistet. Diese Richtlinie und die darin enthaltenen Festlegungen stehen in Übereinstimmung mit den anerkannten Regeln der Technik.

Voraussetzung für die wiederkehrende Prüfung ist eine ordnungsgemäße Erstprüfung nach VDE 0100-600 und Funktionsprüfung nach VDE 0122-1.

Bei der wiederkehrenden Prüfung sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu berücksichtigen, die zum Zeitpunkt der Errichtung der elektrischen Anlage oder der elektrischen Betriebsmittel Gültigkeit hatten.

Haftungsausschluss

Die Verfasser dieser Richtlinie für den E-CHECK E-Mobilität und alle am Vertrieb beteiligten Personen übernehmen keine Haftung für deren Vollständigkeit. Jeder Betrieb ist eigenverantwortlich für die Einhaltung der jeweils gültigen Vorschriften und Normen.

Die vorliegende Richtlinie stellt nur eine Arbeitshilfe dar, da sich zum einen die gesetzlichen Rahmenbedingungen ändern können und zum anderen jeder Einzelfall individuelle Problemlagen beinhalten kann, die bei der Erstellung dieser Richtlinie nicht beachtet werden konnten.





Verantwortlichkeiten, Grundlagen und Durchführung

Verantwortlichkeiten

Der Anlagenverantwortliche (Eigentümer oder Betreiber) trägt die Verantwortung für den ordnungsgemäßen Betrieb der elektrischen Anlage oder der elektrischen Betriebsmittel, die er an eine Elektrofachkraft übertragen kann.

Der Anlagenerrichter ist eine Elektrofachkraft nach DIN VDE 0105-100 bzw. DGUV Vorschrift 3 (vormals BGV A3). Elektrofachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann. Verantwortlich für die Durchführung der Arbeiten im Sinne dieser Richtlinie ist ausschließlich die Elektrofachkraft, die auch eigenverantwortlich über die Art

und den Umfang der Prüfung entscheidet. Im gewerblichen Bereich können Ladeinfrastruktur für Elektrostraßenfahrzeuge und deren zugehörige Betriebsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung als Arbeitsmittel eingestuft werden. In diesem Fall ist zu beachten, dass die wiederkehrende Prüfung nur von „zur Prüfung befähigte Personen“ nach TRBS 1203 durchgeführt werden darf.

Die Prüfergebnisse sind dem Eigentümer/Betreiber der Anlage in schriftlicher Form (Prüfprotokoll) anzuzeigen. Bei Feststellung von schwerwiegenden sicherheitsrelevanten Mängeln (Gefahr im Verzug) sind sofort gemeinsam mit dem Eigentümer/Betreiber Maßnahmen zur Beseitigung zu veranlassen.

Grundlagen zur Anwendung

Nachfolgend aufgeführte Gesetze, Verordnungen und Bestimmungen bilden die Grundlage für diese Richtlinie zum E-CHECK E-Mobilität:

Grundlage für die Richtlinie zum E-CHECK E-Mobilität	
Bereich	Gesetz, Verordnung, Bestimmung
Ladesäulenverordnung Baugefährdung	StGB § 319
Mitverantwortung der Netzbetreiber	NAV § 15
Betriebssicherheitsverordnung	BetrSichV § 10, § 14 und § 15
Technische Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung	TRBS 1201, 1203
Gebäudeversicherungen	z. B. VdS 3471
Unfallverhütungsvorschriften	z. B. DGUV Vorschrift 3 und 4, VSG 1.4
VDE Bestimmungen	z. B. VDE 0105-100; VDE 0701-0702; VDE 0100-722; VDE 0122; VDE-AR-E 2510-2
DGUV – Information	DGUV 203-070/-071/-072

Durchführung

Der E-CHECK E-Mobilität ist unter Berücksichtigung von

- Alter,
- Zustand,
- Umgebungseinflüssen,
- Beanspruchung,
- letzten Revisionsergebnissen (alte Prüfprotokolle),
- vorhandenen Bestandsunterlagen und
- technische Dokumentationen

an der Ladeinfrastruktur und deren Betriebsmittel entsprechend VDE 0105-100, VDE 0122 und ggf. VDE-AR-E 2510-2 durchzuführen.

Der Betrieb der Ladeinfrastruktur bedingt die regelmäßige Wartung, Inspektion und Überwachung nach DIN EN 50272-2 (VDE 0510-2).

Anforderungen und Hinweise der Herstellerdokumentation zur Betriebsführung müssen berücksichtigt werden.

Folgende Maßnahmen ergeben sich daraus:

1. Sichtprüfung auf Beschädigungen, Aufstellungsort oder Mängel entsprechend der Tabelle auf Seite 9
2. Bestandsaufnahme einschließlich skizzierten Grundriss mit Installations- oder Übersichtsschaltplan (falls für eine bessere Übersicht erforderlich)
3. Prüfung/Messung Durchgängigkeit der Leiter
4. Messung des Isolationswiderstands der Anlage oder des Ableitstroms des Betriebsmittels
5. Prüfung/Messung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen (einschließlich Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen)
6. Prüfung der Wirksamkeit der Schutzeinrichtung bei Kurzschluss/Netzeninnenwiderstand
7. Prüfung der Funktion
8. Ausfertigung des Prüfprotokolls/Mängelberichts

Bei Behinderung der Prüfung, z. B. durch Einbauteile oder sonstige Gegenstände, sind entsprechende Vermerke im Prüfprotokoll/Mängelbericht anzubringen. Soweit keine Prüf-fristen durch Gesetze oder Verordnungen vorgegeben sind, sollten durch die Elektrofachkraft Prüf-fristen vorgeschlagen werden. Dabei sind die genannten Kriterien der Anlage zu dieser Richtlinie zu berücksichtigen. Die wiederkehrende Prüfung sollte mindestens jährlich erfolgen.

E-CHECK Protokoll

Für das Erstellen des E-CHECK Protokolls stehen nachfolgende Unterlagen zur Verfügung:

- Richtlinie zum E-CHECK E-Mobilität,
- Besichtigungsprotokolle,
- Prüfprotokolle und Übergabebericht/Zustandsbericht,
- Erläuterungen zu Prüfprotokollen und Übergabebericht/ Zustandsbericht

WICHTIG!
Die E-CHECK Plakette ist das Gütesiegel der Elektroinnungs-Fachbetriebe. Sie darf nur vergeben werden, wenn die über-prüfte Anlage den Anforderungen entspricht.

Prüfristen und Prüfungen von Ladestationen



Empfohlene Prüffristen

Prüffristen und Art der wiederkehrenden Prüfungen von Ladeinfrastruktur für Elektrostraßenfahrzeuge in Anlehnung an die DGUV Vorschrift 3 (vormals BGV A3) „Prüfungen“ oder TRBS 1201

Prüffristen von Ladeinfrastruktur für Elektrostraßenfahrzeuge in Anlehnung an die DGUV Vorschrift 3			
Wann	Wo	Was	Wer
Täglich	Ladestation	Sichtkontrolle vor Benutzung	Nutzer
		Kontrolle der Betriebsbereitschaft	Betreiber
Halbjährlich	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	Betätigung der Prüftaste	Betreiber
	Ladekabel	Wiederholung der Messungen und Prüfungen nach VDE 0701/702	Zur Prüfung befähigte Person
1 Jahr	Gesamtanlage	Wiederholung der Messungen und Prüfungen nach VDE 0105-100	Zur Prüfung befähigte Person
	Ladesäule	Prüfungen zur Verkehrssicherheit	Betreiber

Prüfung der Ladestation

Messungen, Messverfahren und Werte/Richtwerte für die Messung in Anlagen mit Schutzmaßnahmen im TN-/TT-System

Ladung mit Wechselspannung

Damit die Grundforderung des Gesetzgebers aus dem Energiewirtschaftsgesetz § 49 erfüllt wird, müssen für die Ladeinfrastruktur von Elektrostraßenfahrzeuge Prüfungen durchgeführt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die technische Sicherheit bei Errichtung und im Betrieb gewährleistet ist. Die Erstprüfung wird gemäß DIN VDE 0100-600 durchgeführt.

Die wiederkehrenden Prüfungen für Ladeinfrastrukturen für Elektrostraßenfahrzeuge bei Ladung mit Wechselspannung müssen

nach DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1) in geeigneten Abständen durchgeführt werden. Die Prüfziele sind in DIN VDE 0105-100 aufgelistet.

Die Erstprüfung sowie wiederkehrende Prüfung muss von einer Elektrofachkraft mit einer Befähigung nach TRBS 1203 durchgeführt werden und besteht aus Besichtigen, Messen und/oder Erproben. Prüfungen müssen unter Bezugnahme der technischen Dokumentation und den vom Hersteller erstellten Betriebsmittelnormen durchgeführt werden. Prüfergebnisse müssen aufgezeichnet werden.

Sichtprüfung	
Zustand oder Eigenschaft	Besichtigungsobjekte
Gehäuse der Anlage	Erkennbare Schäden oder Mängel Stand- und Verankerungsbefestigung
Umhüllung, Gehäuse der Anlage, evtl. Kabel und Stecker	Äußere Einflüsse am Standort, Eignung für Aufstellungsort
Gehäuse, Steckverbindungen	Schutz gegen Eindringen von Wasser, Feuchtigkeit oder Gegenstände
Steckdosenmechanismus	Ungehinderter Wasserablauf
Vorhandener Berührungsschutz	Schutz gegen direktes Berühren
Schutzleiter, Potenzialausgleich	Querschnitt, Kennzeichnung, sicherer Anschluss, richtige Verlegung, Schutz gegen indirektes Berühren
Überstromschutz	Zuordnung Leiterquerschnitt
Überspannungsschutz	Auswahl, Anschluss
Zusätzlicher Schutz	Vorhandensein, richtige Auswahl
Schaltpläne, Dokumentation	Vorhandensein, vollständig
Festlegungen des Herstellers	Erfüllt, vollständig
Erdungsanlage	Zustand, Anschlüsse
Beschriftungen, Hinweise	Vorhandensein, lesbar
Filter für Lüfter	Luftdurchlässigkeit, Verschmutzung
Anschlussraum	Verschmutzung, Tierbesiedelung

Prüfungen von Ladestationen



Ladung mit Wechselspannung		
Messungen nach DIN VDE 0105-100 – Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb		
Messungen		
Die nachfolgenden Prüfungen und Erprobungen sind mit einem Adapter zur Fahrzeugsimulation (CP) nach VDE 0122-1 durchzuführen.		
Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Durchgängigkeit der Leiter	Widerstandsmessung der Leiter	PE < 1,0 Ω PA < 0,1 Ω
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Messung des Isolationswiderstands	≥ 1,0 MΩ
Der Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme ist mittels Prüfadapter im Fahrzeugzustand C nach VDE 0122-1 durchzuführen.		
Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$	RCD Typ A *1 RCD Typ EV RCD Typ B	$I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ und Herstellerangaben beachten
Nachweis der Wirksamkeit der Schutzeinrichtung bei Kurzschluss durch Messung des Netzzinnenwiderstandes Z_{L-N}	Messung des Netzzinnenwiderstands	$Z_S \leq \frac{2}{3} \frac{U_o}{I_a}$
Optional		
Messung des Schutzleiterstroms	Messung z. B. mit Zangenamperemeter	$I_{\text{Mess}} \leq 0,4 \times I_{\Delta N}$
Messung des Neutralleiterstroms	Messung z. B. mit Zangenamperemeter	$I_{\text{Mess}} \leq I_L$

*1 Hinweise in DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722): 2016-10 beachten

Prüfung der Ladesequenz		
Erprobungen Ladevorgang nach VDE 0122-1		
Fahrzeugzustand	Funktionsprüfung	Ergebnis
Status A	Kein Fahrzeug angeschlossen	Ja / Nein
Status B	Fahrzeug angeschlossen, aber nicht bereit zum Laden	Ja / Nein
Status C	Fahrzeug angeschlossen und bereit zum Laden, Belüftung des Ladebereichs nicht gefordert	Ja / Nein
Status D	Fahrzeug angeschlossen und bereit zum Laden, Belüftung des Ladebereichs gefordert	Ja / Nein
Status E	Fehler – Kurzschluss CP – PE über interne Diode	Ja / Nein

(Ladung von Gleichspannung. Aufgrund fehlender Vorgaben zu DC Prüfungen können noch keine verbindlichen Angaben gemacht werden.)



Prüfungen von Ladekabeln

Prüfung des Ladekabels Mode 2

Das Ladekabel Mode 2 ist mittels Prüfadapter für Ladekabel im Fahrzeugzustand C nach VDE 0122-1 zu prüfen.

Messungen		
Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Schutzleiterwiderstand *2	Niederohmige Widerstandsmessung	≤ 0,3 Ω (mit Anschlussleitungen bis 5 m Länge) zzgl. 0,1 Ω je weitere 7,5 m bis max. 1,0 Ω
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	≥ 1,0 MΩ (Sekundärseite)
Schutzleiterstrom	Messung mit Stromzange Differenzstrom	≤ 3,5 mA
Einhaltung Auslösestrom PRCD	Auslöseprüfung PRCD	$I_{\Delta Na} < I_{\Delta N}$

Erprobungen		
Erprobungsobjekt	Funktionen	Ergebnis
Einstellung des Ladestroms am Ladekabel Mode 2	Funktionsprüfung 6 A am ICCB 8 A am ICCB 10 A am ICCB 13 A am ICCB 16 A am ICCB	Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein
Funktionsprüfung mittels Adapter	Funktionsprüfung – Abschaltung Unterbrechung L Unterbrechung N Unterbrechung PE Vertauschung L-PE Fremdspannung U extern auf PE	Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein

Fahrzeugzustand	Funktionsprüfung	Ergebnis
Status B	Fahrzeug angeschlossen, aber nicht bereit zum Laden	Ja / Nein
Status C	Fahrzeug angeschlossen und bereit zum Laden, Belüftung des Ladebereichs nicht gefordert	Ja / Nein
Status E	Fehler – Kurzschluss CP – PE über interne Diode	Ja / Nein

*2 Herstellerangaben beachten

Prüfung des Ladekabel Mode 3

Das Ladekabel Mode 3 ist mittels Prüfadapter für Ladekabel nach VDE 0701/702 und nach VDE 0122-1 zu prüfen.

Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Schutzleiterwiderstand	Niederohmige Widerstandsmessung (wie auf der Seite 10)	≤ 0,3 Ω (mit Anschlussleitungen bis 5 m Länge) zzgl. 0,1 Ω je weitere 7,5 m bis max. 1,0 Ω
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	≥ 1,0 MΩ
Schutzleiterstrom	Messung mit Stromzange	≤ 3,5 mA
Prüfen der Widerstandscodierung für Fahrzeugkupplung und Stecker nach VDE 0122-1	Widerstandsmessung mit Multimeter oder Prüfgerät	13 A Ladekabel 1,5 kΩ 20 A Ladekabel 680 Ω 32 A Ladekabel 220 Ω 63 A Ladekabel 100 Ω

Prüfprotokoll – Prüfbericht

Das nachfolgende Prüfprotokoll erhalten Sie über die WFE (www.wfe-shop.de, Tel. 069/24 77 47-40 oder -41, Fax 069/24 77 47-49)

Formulare mit der geschützten „E-Marke“ dürfen nur von Betrieben der elektro- und informationstechnischen Handwerke verwendet werden, die Mitglied einer Innung sind, die der elektrotechnischen Organisation angehört und einen E-Markenvertrag unterzeichnet haben.





Zusätzliche Messungen (Optional)

1. Prüfung CP Signal (Frequenz; Tastverhältnis; Spannung)

Zur Steuerung des Ladevorgangs ist in der VDE 0122-1 ein Kommunikationssignal definiert. Die Ladestation erzeugt ein bestimmtes Rechtecksignal mit einer Frequenz von 1 kHz. Dieses PWM-Signal wird über den CP-Anschluss der Ladebuchse (siehe Bild 1) an das Elektrostraßenfahrzeug übertragen.

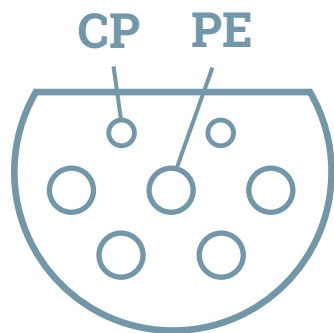


Bild 1: Ladebuchse vom Typ 2

Über das Verhältnis der Impulsdauer zur Periodendauer (duty cycle) gibt der Controller in der Ladestation dem Laderegler im Elektrostraßenfahrzeug den Stromwert vor, den der Laderegler zum Laden des Antriebsakkus maximal aus dem Stromnetz entnehmen darf.

Da ein gestörtes PWM-Signal oftmals die Ursache für nicht startende oder abbrechende Ladevorgänge ist, ist es sinnvoll, dieses bei einer Fehlersuche näher zu betrachten. Spezielles Fachwissen, das z. B. bei der Schulung zum E-Mobilität Fachbetrieb vermittelt wird, wird dabei vorausgesetzt.

Durch die Elektronik im Elektrostraßenfahrzeug wird das PWM-Signal in Abhängigkeit vom Betriebszustand (z. B. Fahrzeug möchte laden oder möchte nicht laden) unterschiedlich belastet. Dadurch werden die Spannungswerte des PWM-Signals beeinflusst. Anhand dieser Spannungswerte ist wiederum der Controller in der Ladestation in der Lage, zu erkennen, ob ein Elektrostraßenfahrzeug angeschlossen ist und laden möchte. Nur wenn ein angeschlossenes Elektrostraßenfahrzeug tatsächlich laden will und alle Parameter in Ordnung sind, schaltet die Ladestation die Spannung zur Ladesteckdose ein.

Treten Fehler auf und es findet kein Laden statt, dann ist es sinnvoll, dieses PWM-Signal näher zu untersuchen. Beispielsweise können mit Hilfe eines Fahrzeugsimulators die verschiedenen Betriebszustände eingestellt werden. Mit einem Oszilloskop kann das PWM-Signal dann näher untersucht werden (siehe Bild 2).

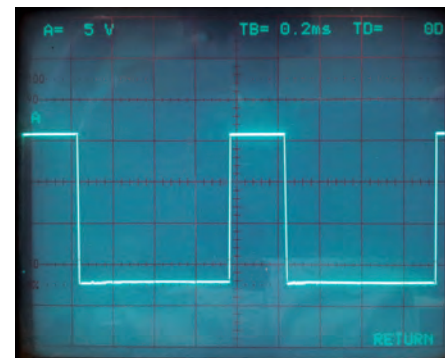


Bild 2: Oszillogramm eines fehlerfreien PWM-Signals

Durch die Auswertung des PWM-Signals können die Fehler oft eingegrenzt und deren Ursache ermittelt werden. Die Untersuchung mit Oszilloskop und Fahrzeugsimulator ist in der praktischen Anwendung jedoch etwas „unhandlich“. Intelligenter Fahrzeugsimulatoren sind in der Lage, nicht nur die Betriebszustände des Fahrzeugs zu simulieren, sondern gleichzeitig weitere Auswertungen zu leisten. Funktionstest und Fehlersuche sind damit eleganter möglich. Bild 3 zeigt einen solchen Fahrzeugsimulator, der gleichzeitig eine Auswertung des PWM-Signals bietet.

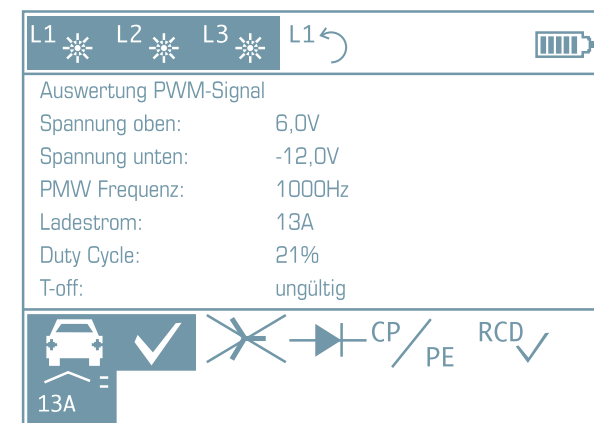


Bild 3: Fahrzeugsimulator mit erweiterten Auswertemöglichkeiten

2. Überprüfung des Ladeprozesses mit angeschlossenem Elektrostraßenfahrzeug

Eine Überprüfung des Ladeprozesses wird notwendig, wenn kein Ladevorgang startet oder dieser undefiniert abbricht. Mithilfe spezieller Testgeräte ist es möglich, eine vollständige Diagnose, sprich eine Überprüfung des Funktionsverhaltens, im Ladeprozess zwischen einem angeschlossenen E-Fahrzeug und einer EVSE (Elektrofahrzeug-Versorgungsanlage) durchzuführen. Das entsprechende Prüfgerät wird direkt zwischen beiden geschaltet, um die Kommunikation zwischen den Teilnehmern zu protokollieren. Für den Fall, dass zum Beispiel der Ladevorgang nicht startet, kann die Fehlerquelle (Ladesäule oder Elektrofahrzeug) schnell geortet werden.

Diagnosen des Ladeprozesses:

2.1 Fahrzeugzustand (CP)

Gemäß IEC 61851 (DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)) sind die Zustände A, B, C und D definiert (kein Fahrzeug vorhanden, Fahrzeug vorhanden, Fahrzeug bereit zum Laden, Lüftung nicht erforderlich, Lüftung erforderlich).

Zustand	Spannung in V	Bedeutung
A	+12 V / -12 V	Kein Fahrzeug
B	+9 V / -12 V	Fahrzeug vorhanden
C	+6 V / -12 V	Fahrzeug bereit zum Laden ohne Lüftung
D	+3 V / -12 V	Fahrzeug bereit zum Laden mit Lüftung



2.2 Strombelastbarkeit der Ladeleitung (PP)

Auf Grund der unterschiedlichen Strombelastbarkeit der Ladeleitungsgarnituren sind gemäß IEC 61851 (DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)) Widerstandsnennwerte Rc zwischen PP und PE definiert. Folgende Werte sind möglich:

Strombelastbarkeit der Ladeleitungsgarnitur	Widerstandsnennwert Rc
Kein Kabel	$\infty \, \Omega$
13 A Kabel	1,5 k Ω
20 A Kabel	680 Ω
32 A Kabel	220 Ω
63 A Kabel	100 Ω

2.4 Der gemessene Ladestrom

Der gemessene Ladestrom wird aus dem Duty Cycle (Tastverhältnis) berechnet. Gemäß IEC 61851 (DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)) teilt die Ladestation dem Fahrzeug durch den Duty Cycle mit, mit

2.3 Auswertung des PWM Signals

Die Auswertung des PWM-Signals gibt Aufschluss darüber, in welchem Ladezustand sich Fahrzeug und Ladestation befinden. Dabei sind folgende Ladezustände zu unterscheiden:

Zustand	Spannung	Bedeutung
A	+12 V=	Fahrzeug nicht angeschlossen
B	+9 V= / +9 V – -12 V	Fahrzeug angeschlossen
C	+6 V – -12 V	Fahrzeug bereit zum Laden ohne Lüftung
D	+3 V – -12 V	Fahrzeug bereit zum Laden mit Lüftung
E	0 V	Netz nicht verfügbar oder Pilotsignal kurzgeschlossen

Nur bei fehlerfreier Kommunikation kann ein korrekter Ladevorgang zustande kommen. Die Frequenz des PWM-Signals beträgt 1.000 Hz.

welchem Maximalstrom geladen werden darf. Der Ladestrom wird vom Prüfgerät automatisch errechnet.

Duty Cycle des PWM-Signals	
Tabelle B.2 der IEC 61851 (DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1))	
	Maximaler Ladestrom bzw. Bedeutung
< 3%	Laden nicht zulässig
3% ≤ Duty Cycle ≤ 7%	Höhere Kommunikation
7% < Duty Cycle < 8%	Laden nicht zulässig
8% ≤ Duty Cycle < 10%	6 A
10% ≤ Duty Cycle ≤ 85%	Max. Ladestrom = (% Duty Cycle) * 0.6 A
85% < Duty Cycle ≤ 96%	Max. Ladestrom = (% Duty Cycle - 64) * 2.5 A
96% < Duty Cycle ≤ 97%	80 A
Duty Cycle > 97%	Laden nicht zulässig

2.5 Fehlerdiagnose – Beispiele

Fehler: L1, L2, L3 nicht phasenrichtig angeschlossen:

L1	L2	L3	L	
Auswertung PWM-Signal				
Spannung oben:		6,0V		
Spannung unten:		-12,0V		
PMW Frequenz:		1000Hz		
Ladestrom:		13A		
Duty Cycle:		21%		
T-off:		ungültig		
				CP / PE RCD
13A	=			

Quelle: GMC-I Messtechnik, Profitest H+E TECH

Fehler: Kein PWM-Signal, Signalerzeugung oder Kabelverbindung fehlerhaft :

Auswertung PWM-Signal				
Spannung oben:		0,0V		
Spannung unten:		0,0V		
PMW Frequenz:		kein Signal		
Ladestrom:		0A		
Duty Cycle:		0%		
T-off:		1mS		
				CP / PE RCD
20A	=			

Quelle: GMC-I Messtechnik, Profitest H+E TECH

Fehler: L2 nicht angeschlossen oder Sicherung L2 defekt:

L1		L3	R	
Auswertung PWM-Signal				
Spannung oben:		3,0V		
Spannung unten:		-12,0V		
PMW Frequenz:		1000Hz		
Ladestrom:		16A		
Duty Cycle:		27%		
T-off:		ungültig		
				CP / PE RCD
20A	=			

Quelle: GMC-I Messtechnik, Profitest H+E TECH

Fehler: undefinierte Werte für PWM, Spannung und Frequenz; Signalerzeugung defekt oder CP und PP; Anschlussbelegung vertauscht:

Auswertung PWM-Signal				
Spannung oben:		4,3V		
Spannung unten:		0,0V		
PMW Frequenz:		kein Signal		
Ladestrom:		13A		
Duty Cycle:		21%		
T-off:		1mS		
				CP / PE RCD
20A	=			

Quelle: GMC-I Messtechnik, Profitest H+E TECH



**Fachverband Elektro- und Informationstechnik
Baden-Württemberg**

Voltastraße 12 | 70376 Stuttgart
www.fv-eit-bw.de

Landesinnungsverband für das Bayerische Elektrohandwerk

Infanteriestraße 8 | 80797 München
www.elektroverband-bayern.de

**Landesinnungsverband der Elektrotechnischen Handwerke
Berlin/Brandenburg**

Villa Rathenau, Wilhelminenhofstraße 75 | 12459 Berlin
www.eh-bb.de

**NFE Norddeutscher Fachverband
Elektro- und Informationstechnik e.V.**

Eiffestraße 450 | 20537 Hamburg
www.nfe24.de

**Fachverband Elektro- und Informationstechnik
Hessen/Rheinland-Pfalz**

Berta-Cramer-Ring 32 | 65205 Wiesbaden-Delkenheim
www.liv-fehr.de

**Landesinnungsverband der Elektro- und Informations-
technischen Handwerke Mecklenburg-Vorpommern**

Ellerried 1 | 19061 Schwerin
www.eh-mv.de

**Landesinnungsverband für Elektro- und Informationstechnik
Niedersachsen/Bremen**

Baumschulenallee 12 | 30625 Hannover
www.eh-nb.de

**Fachverband Elektro- und Informationstechnische
Handwerke Nordrhein-Westfalen**

Hannöversche Straße 22 | 44143 Dortmund
www.feh-nrw.de

Landesinnung Saarland der Elektrohandwerke

Grülingsstraße 115 | 66113 Saarbrücken
www.elektrohandwerk-saar.de

**Fachverband Elektro- und Informationstechnik
Sachsen/Thüringen**

Scharfenberger Straße 66 | 01139 Dresden
www.elektro-sachsen-thueringen.de

**Landesinnungsverband Sachsen-Anhalt
der Elektrohandwerke**

Gustav-Ricker-Straße 62 | 39120 Magdeburg
www.eh-sachsen-anhalt.de

**Landesinnungsverband der Elektro- und
Informationstechnik Schleswig-Holstein**

Kieler Straße 35 a | 24768 Rendsburg
www.elektrohandwerke-sh.de

Herausgeber/Impressum:



Zentralverband der Deutschen Elektro- und
Informationstechnischen Handwerke (ZVEH)
Lilienthalallee 4
60487 Frankfurt am Main

www.elektrohandwerk.de