

Technischer Hinweis

Express 250

Standortbezogene Empfehlungen zur Elektrik: Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern

Geltungsbereich

Dieses Dokument bietet Hinweise für Anwender, die nicht mit der Installation von EV-Gleichstrom-Ladegeräten (z. B. Express 250) an öffentlich zugänglichen Orten vertraut sind.

Lesen Sie beim Entwerfen und Errichten eines Express 250-Standorts zuerst sorgfältig die Anleitung zur Verdrahtung und Erdung durch, die in der *Express 250-Anleitung zur Einrichtung des Standorts* von ChargePoint enthalten ist. Wenn der Standort trotz dieser Anleitung einen Fehlerstrom-Schutzschalter benötigt, ziehen Sie diesen technischen Hinweis zurate.



Wichtig: Bei der Installation von Elektrofahrzeug-Ladestationen (EVSE) müssen stets alle örtlichen Vorschriften und Gesetze eingehalten werden. Bei Fragen zu nicht standardmäßigen Installationen wenden Sie sich bitte an ChargePoint Solutions Engineering.

Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern

ChargePoint empfiehlt dringend die Verwendung eines TN-S-Erdungssystems, um die Installation und störenden Fehlauslösungen eines Fehlerstrom-Schutzschalters zu vermeiden.

Bei Gleichstrom-Ladestationen werden AC/DC-Hochleistungswandler verwendet, um den Wechselstrom-Eingang in einen Gleichstrom-Ausgang für das EV umzuwandeln. Bei dieser Spannungswandlung können Leckströme entstehen, die über den PE-Schutzleiter zum Erdungssystem fließen. Dies kann zu unerwünschtem Auslösen führen, wenn ein Fehlerstrom-Schutzschalter vor der Gleichstrom-Ladestation einen zu niedrigen Auslösestromsollwert aufweist.

Wenn die Eigenschaften der Installation die Verwendung eines TN-S-Erdungssystems verhindern, ziehen Sie diesen technischen Hinweis zur Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern für Gleichstrom-Ladestationen zurate.

Alle Ladegeräte, die von ChargePoint entwickelt und vertrieben werden, sind kompatibel mit Installationen, bei denen Fehlerstrom-Schutzschalter gemäß IEC 61851-1:2018 Ausg. 3.0, IEC 61851-23: 2014 Ausg. 1.0 und IEC 60364-7-722:2018 erforderlich sind. Für Gleichstrom-Ladegeräte (z. B. Express 250) wird die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern nicht empfohlen. Hochleistungs-EVSE können Fehlauslösungen insbesondere unter transienten Bedingungen (z. B. Wiederherstellung der Stromversorgung, Spannungsspitzen, Leitungseinbrüche oder Phasenausfall) verursachen.

Die Anforderung an Fehlerstrom-Schutzschalter und insbesondere die Unterscheidung zwischen Gleichstrom-Ladestationen vom Typ Modus 4 und Wechselstrom-Ladestationen vom Typ Modus 1, 2 oder 3 werden oft falsch interpretiert.

In Europa werden die Anforderungen in den folgenden Klauseln beschrieben:

- IEC 61851-23:2014-03 Ausg. 1

- Abschnitt 6.2 Lademodus für Elektrofahrzeuge:

Steckbare Gleichstrom-Ladestationen für Elektrofahrzeuge, die mit standardmäßigen Steckern und Steckdosen an das Wechselstromnetz angeschlossen werden sollen, müssen mit Fehlerstrom-Schutzschaltern mit den Eigenschaften des Typs A kompatibel sein. Die steckbare Gleichstromladestation für Elektrofahrzeuge muss einen Fehlerstrom-Schutzschalter haben und kann mit einer Überstromschutzeinrichtung ausgestattet sein.

Die Express 250 ist kein steckbares Produkt und erfordert daher keinen Fehlerstrom-Schutzschalter.

- Abschnitt 7.6 Zusätzliche Vorgaben:

Die EV-Gleichstrom-Ladestation muss mit dem Fehlerstrom-Schutzschalter vom Typ A in der Installation (d. h. Wechselstromnetz) kompatibel sein.

Ladegeräte der Klasse II können über einen durchgehenden Schutzleiter zur Erdung des EV-Chassis verfügen.

- Die Express 250 ist kompatibel mit dem Fehlerstrom-Schutzschalter vom Typ A. Der Wert ΔI_n hängt von den Installationskriterien und den in diesem technischen Hinweis angegebenen Grenzwerten ab.
 - Die Express 250 ist ein Ladegerät der Klasse I. Alle leitfähigen Teile (einschließlich des Gehäuses) sind geerdet, und der Wechselstromeingang hat eine Erdungsklemme.
 - Die Express 250 hat eine einfache Isolierung zwischen Wechselstromeingang und Erdungsteilen.

- IEC 61851-1:2017 Ausg. 3, Abschnitt 8.5 Fehlerstrom-Schutzschalter

EV-Ladegeräte, die einen Fehlerstrom-Schutzschalter haben und keine elektrische Trennung als Schutzmaßnahme verwenden, müssen den folgenden Anforderungen entsprechen:

Die Express 250 hat keinen Fehlerstrom-Schutzschalter, sondern eine elektrische Trennung zwischen Netz und Ausgang, sodass die nachfolgenden Klauseln nicht gelten.

Schutz vor Stromschlägen

Um den Fahrer beim Laden eines Fahrzeugs vor Stromschlägen zu schützen, bietet die Express 250:

- Galvanische (verstärkte) Isolierung für das Gleichstrom-Ausgangskabel. Wenn der Ausgang berührt wurde (zwischen Person und Erde), z. B. aufgrund einer Beschädigung an der Isolierung des Ausgangskabels, führt dies nicht zu einem Stromfluss zur Erde, und die Gefahr eines Stromschlags wird verringert.
- Isolationswächter am Ausgang (IMI, Isolation Monitor Interrupter)
 - Sobald der Isolationswiderstand einen bestimmten Wert unterschreitet, wird der Ladevorgang gestoppt oder nicht gestartet, und der Ausgang wird stromlos geschaltet. Der

Isolationswächter arbeitet beim Ladevorgang kontinuierlich. Dadurch ist sichergestellt, dass der Ausgang immer galvanisch getrennt ist.

- UL 2231-1 fordert, dass das Produkt einen Isolationswächter hat, dessen Funktion im Rahmen der Prüfung als gelistetes Produkt bewertet wird.
- IEC 61851-23:2014 Ausg. 1.0 fordert, dass das Produkt einen Isolationswächter o. Ä., dessen Funktion im Rahmen der Prüfung als Produkt mit CE-Kennzeichnung bewertet wird.

Die aktuellen IEC- oder UL-Normen schreiben die Verwendung eines Fehlerstrom-Schutzschalters für Wechselstrom-Ladestationen vor. Diese Anforderung ist jedoch nicht obligatorisch für Gleichstrom-Ladegeräte vom Typ Modus 4 mit permanentem Anschluss, bei denen sich die Anforderung an den Fehlerstrom-Schutzschalter auf die Installation bezieht und sich stets nach den lokalen Verdrahtungsvorschriften und Erdungssystemen richtet.

Einstellung des Fehlerstrom-Schutzschalters

Die allgemeinen Regeln für die Installation eines Fehlerstrom-Schutzschalters sind in der Norm IEC 60364-4-41 beschrieben. Dort werden die verschiedenen Erdungssysteme und die Möglichkeiten zum Fehlerschutz von Stromkreis und Personen angegeben. Es handelt sich um eine internationale Norm, aus der zahlreiche nationale Anforderungen an elektrische Anlagen abgeleitet werden.

Bei der Auswahl von Geräten zum Schutz vor Stromschlägen sind zwei Haupteigenschaften zu berücksichtigen:

- Die Stromstärke, bei der das Gerät auslöst. Dies kann von der Art des Erdungssystems, vom Erdungsimpedanzwert und von der maximalen Kontaktspannung abhängen.
- Die maximale Trennzeit, die vom Erdungssystem, der Nennspannung, der maximalen Kontaktspannung und dem Nennstrom der Installation abhängt.

Hinweis: Der obligatorische Einsatz für einen Fehlerstrom-Schutzschalter mit einer maximalen Auslösung von 30 mA beträgt unabhängig von Erdungssystem (TT, TN-S, TN-C oder IT) oder Verbraucher bis zu 32 A pro Phase. Weitere Informationen finden Sie in den nationalen und internationalen Vorschriften.

TT-Erdungssysteme

Bei TT-Erdungssystemen wird ein der Installation vorgeschalteter Fehlerstrom-Schutzschalter empfohlen, da im Massekreis eine hohe Erdungsimpedanz¹ vorliegen kann. Unter Berücksichtigung der maximalen Kontaktspannung² je nach Installationsort (trockene oder feuchte Umgebung) sollte die maximale Impedanz der PE-Installation in Abhängigkeit von der Auslösung des Fehlerstrom-Schutzschalters wie folgt betragen:

Zs-Höchstwert je nach Höchstspannung und Auslösestrom des Fehlerstrom-Schutzschalters					
	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA
24 V eff	2400 Ω	800 Ω	240 Ω	80 Ω	48 Ω
50 V eff	5000 Ω	1666 Ω	500 Ω	166 Ω	100 Ω

¹ In einigen Ländern ist es nicht zulässig, bestimmte Grenzwerte des Erdungswiderstands für TT-Systeme zu überschreiten.

² Die maximale Kontaktspannung kann von Land zu Land variieren. Stets die lokalen Vorschriften beachten.

Abbildung 1 zeigt eine beispielhafte TT-Installation:

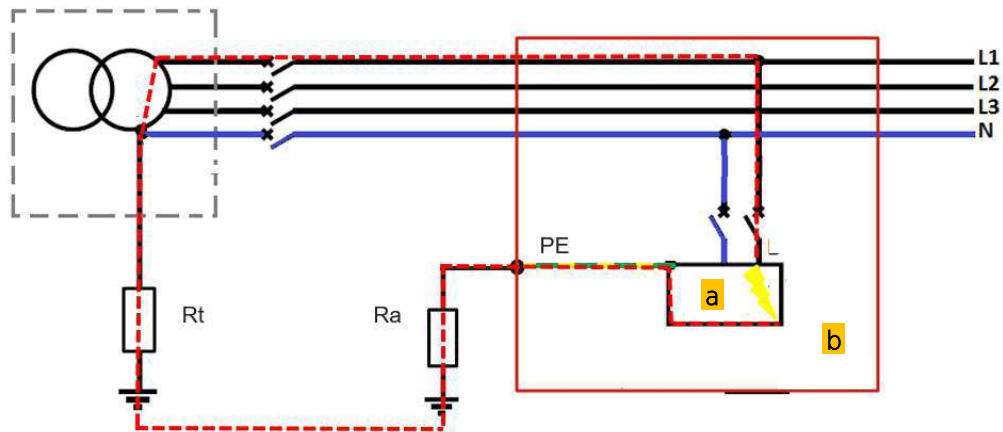


Abbildung 1: Isolationsfehler im TT-System

- a = EVSE
- b = Gebäude
- R_t (Trafozentrum) = 1Ω
- R_a (Erdungselektrode) = 10Ω
- R_c (Leiter) = vernachlässigbar

Netzspannung = 230/400 VAC.

$$I_d = \frac{U_o}{R_a + R_t + R_c} = \frac{230 \text{ V}}{10 + 1 \Omega} = 20.9 \text{ Amps}$$

Ein Leitungsschutzschalter wird bei dieser Stromstärke nicht ausgelöst. Die Kontaktspannung beträgt jedoch:

$$U_c = I_d * R_a$$

$$U_c = 20,9 \text{ A} * 10 \Omega = 209 \text{ V} \rightarrow \textbf{Danger}$$

Bei einem Fehlerstrom-Schutzschalter mit 100 mA, 300 mA oder 500 mA gilt:

$$U_c = 0,1 \text{ A} * 10 \Omega = 1 \text{ V} \rightarrow \textbf{Safe}$$

$$U_c = 0,3 \text{ A} * 10 \Omega = 3 \text{ V} \rightarrow \textbf{Safe}$$

$$U_c = 0,4 \text{ A} * 10 \Omega = 5 \text{ V} \rightarrow \textbf{Safe}$$

Um die richtige Auswahl des Fehlerstrom-Schutzschalters zu gewährleisten, prüfen Sie die Schleifenimpedanz des TT-Systems.

TN-Erdungssysteme

Bei TN-Erdungssystemen ist die Verwendung eines Fehlerstrom-Schutzschalters möglicherweise aufgrund der niedrigen Fehlerimpedanz nicht erforderlich³. Dieser niedrige Impedanzwert führt zu einem hohen Strom, der durch den PE fließt (leitungsneutraler Kurzschluss), und der Schutz kann durch ein Überstrom- oder Kurzschlussgerät (Schmelzsicherung oder Leitungsschutzschalter) gewährleistet werden.

Ein Fehlerstrom-Schutzschalter darf nicht in einem TN-C-System verwendet werden. Erkundigen Sie sich bei Ihrem Netzbetreiber, ob das System verwendet wird.

HINWEIS: Einige nationale Vorschriften erfordern die Installation eines Fehlerstrom-Schutzschalters am Installationsort. In diesem Fall gelten die im Abschnitt „Einstellung des Fehlerstrom-Schutzschalters“ aufgeführten allgemeinen Anforderungen. Prüfen Sie die nationalen Vorschriften auf weitere Informationen, und wenden Sie sich an ChargePoint, falls das Problem weiterhin besteht.

Abbildung 2 zeigt eine beispielhafte TN-Installation:

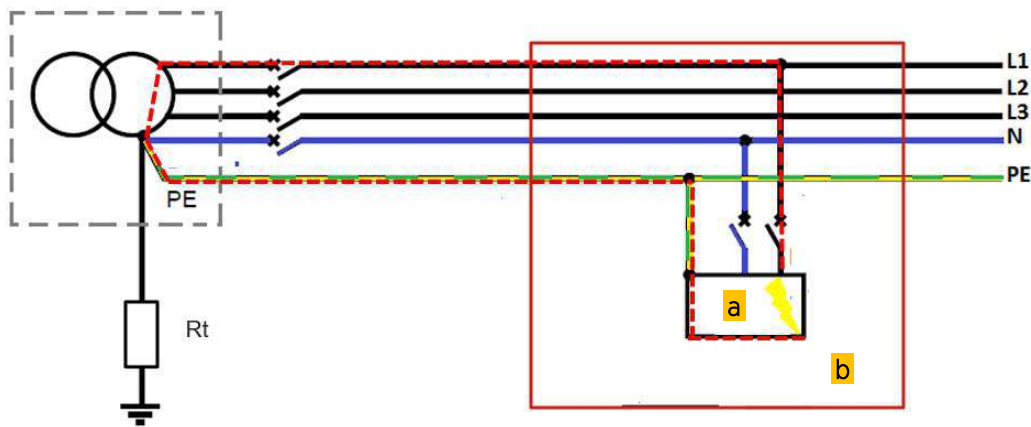


Abbildung 2: Isolationsfehler im TN-S-System

- a = EVSE
- b = Gebäude
- R_t (Trafozentrum) = 1Ω (nicht zutreffend)
- R_a (Erdungselektrode) = 0Ω (nicht vorhanden)
- R_c (Leiter) = $0,1 \Omega$ (vernachlässigbar)

Netzspannung = 230/400 VAC

$$I_d = \frac{U_o}{R_a + R_c} = \frac{230 \text{ V}}{0,1 \Omega} = 2300 \text{ Amps}$$

Dieser hohe Strom sollte nur durch Kurzschlüsse oder eine Überstromschutzeinrichtung (z. B. Leitungsschutzschalter oder Schmelzsicherung) unterbrochen werden.

³ Einige EU-Länder geben die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern in den nationalen Verdrahtungsvorschriften vor. Normalerweise gilt diese Anforderung für Geräte bis 32 A.

Der Nennstrom des Überstromschutzgeräts muss während des Fehlers unter dem erwarteten Strom liegen, und das Gerät muss innerhalb der maximal zulässigen Zeit auslösen⁴.

Für EVSE-Installationen können in einigen Ländern TN-S-, TN-C- und TN-C-S-Erdungssysteme verwendet werden. Überprüfen Sie die Mindestanforderungen der örtlichen Vorschriften.

IT-Erdungssysteme

Bei IT-Erdungssystemen, bei denen nur der Verbraucher eine Erdungselektrode hat, kann der Schutz gegen Fehlerisolierung durch Verwendung von Isolationswächter, Alarmen und Schaltelemente während einer einzelnen Fehlerisolierung angewendet werden. Für eine doppelte Fehlerisolierung können ein Leitungsschutzschalter oder eine Sicherung verwendet werden, um den Stromkreis zu schützen und zu trennen. Bei dieser Anwendung ist möglicherweise kein Fehlerstrom-Schutzschalter erforderlich⁵, obwohl er zulässig wäre.

Dieses Erdungssystem wird für Standorte empfohlen, an denen eine Unterbrechung der Stromversorgung nicht erwünscht ist.⁶

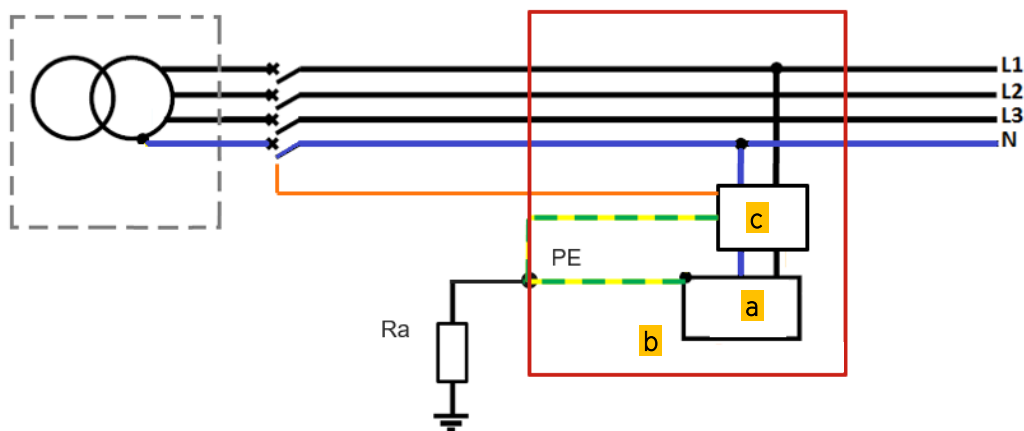


Abbildung 3: IT-System

- a = EVSE
- b = Gebäude
- c = Isolationswächter

Wenn der Impedanzwert von Leitung oder Neutraleiter zu PE von einem bestimmten Wert reduziert wird (basierend auf den lokalen Vorschriften), sendet der Isolationswächter einen Alarm an den technischen Kundendienst, und/oder löst ein Schaltgerät aus, und es ist kein Ladevorgang zulässig.

⁴ Prüfen Sie immer die Typkurve des Leitungsschutzschalters oder der Sicherung, um die Auslösezeit bei einem Fehlerstrom sicherzustellen, und berücksichtigen Sie stets die temperaturabhängigen Minderungsfaktoren. Die maximale Auslösezeit beträgt 5 Sekunden. Erkundigen Sie sich bei den örtlichen Behörden, ob kürzere Zeiten möglich sind.

⁵ Einige EU-Länder geben die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzschaltern in den nationalen Verdrahtungsvorschriften vor. Normalerweise gilt diese Anforderung für Geräte bis 32 A.

⁶ Dieses Erdungssystem wird häufig in Norwegen verwendet. Vor der Implementierung gegen die lokalen Vorschriften prüfen.

Zusätzliche Hinweise zur Einstellung

- Die Express 250 ist eine Anlage der Klasse I mit einem symmetrischen 3-phasigen Verbraucher von mehr als 500 W.
- Bei TT-Erdungssystemen, bei denen ein RCD (RCCB oder RCBO) unumgänglich ist, werden folgende Einstellungen empfohlen:
 - Typ: A, F oder B (Typ A mit hoher Immunität bevorzugt)
 - Auslöseschwelle: 300 mA
 - Auslöseverzögerung: 150 ms

Niedrigere Werte können insbesondere bei Netzüberspannungen zu Fehlauslösungen führen.

- Bei gekoppelten 250er-Installationen mit Fehlerstrom-Schutzschalter muss jede Ladestation über einen separaten Fehlerstrom-Schutzschalter verfügen. Wenn ein vorgeschalteter Leistungsschalter mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter mehrere Ladestationen vom Typ Express 250 versorgt, muss der Auslöseschwellenwert für die Summe der einzelnen Auslöseschwellen angepasst werden.
- Die Express 250 kann unter normalen Betriebsbedingungen Werte zwischen $50 \leq \Delta I_n \leq 70$ mA erreichen.
- ChargePoint empfiehlt dem Installateur, vom Netzbetreiber ein TN-S-Erdungssystem anzufordern.
- Es ist auch möglich, ein TN-C oder TN-C-S mit mehrfacher Schutzterdung⁷ bereitzustellen, um das TT-Erdungssystem und den zugehörigen Fehlerstrom-Schutzschalter für 300 mA zu vermeiden. Diese Anforderung ist in bestimmten Fällen aufgrund von Einschränkungen der Installation oder der Ländervorschriften nicht umsetzbar.
- Installationen an Tankstellen sind ein Sonderfall. Wenden Sie sich bitte an ChargePoint, um weitere Informationen zu erhalten.

⁷ In Großbritannien gestattet die BS 7671-7-722:2018 die Verwendung einer mehrfachen Schutzterdung unter bestimmten Umständen. In diesen Fällen kann eine maximale Kontaktspannung von 70 V eff angelegt werden.

Normenverweise

- IEC 60364-4-41:2017 – Niederspannungsanlage – Schutzeinrichtungen – Schutz vor Stromschlägen – (Abschnitt 411.3)
- IEC 60364-7-722:2018 RLV – Niederspannungsanlage – Teil 7 -722: Anforderungen an besondere Installationen oder Standorte – Stromversorgung für Elektrofahrzeuge – (Abschnitt 722.411.3.3)
- IEC 60364-7-722:2018 RLV – Niederspannungsanlage – Teil 7 -722: Anforderungen an besondere Installationen oder Standorte – Stromversorgung für Elektrofahrzeuge – (Abschnitt 722.413.3.2)
- IEC 60364-7-722:2018 RLV – Niederspannungsanlage – Teil 7 -722: Anforderungen an besondere Installationen oder Standorte – Stromversorgung für Elektrofahrzeuge – (Abschnitt 722.531.2.101)
- IEC 61851-2017; Ausg. 3.0 – Leitfähiges Ladesystem für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61851-23:2014 Ausg. 1.0 – Leitfähiges Ladesystem für Elektrofahrzeuge – Teil 23: Gleichstrom-Ladegeräte für Elektrofahrzeuge
- IEC 62477-1:2016 – Sicherheitsanforderungen an leistungselektronische Wandlerysteme und -geräte – Teil 1: Allgemein
- UK:
 - BS 7671:2018 - Requirements for Electrical Installation
 - BS 7671:2018 – Requirements for Electrical Installation – Amendment 1:2020
- Spain: ITC-BT-52 – Instalaciones con fines especiales – Recarga de Vehículo eléctrico
- France:
 - NF C15 100 - Installations électriques à basse tension
 - UTE C15-722 – Installations d'alimentation de véhicules électriques ou hybrides rechargeables par socles de prises de courant
- Germany : DIN VDE 0100-410:2018-10: Part 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlagshock (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert + A1:2017, modifiziert); Deutsche Implementierung von HD 60364-4-41:2017 + A11:2017