



CITEL

Fachbeitrag

**Hochverfügbare E-Mobilität
durch Überspannungsschutz**



Blitz- und Überspannungsschutz

Hochverfügbare Elektromobilität durch Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen

Dieser Leitfaden richtet sich an Anwender, Planer, Installateure und Hersteller von Ladeeinrichtungen, die an Lösungen für die normgerechte Integration von Überspannungsschutz in der Ladeinfrastruktur interessiert sind. Laborsimulationen unterstützen die praxisgerechte Umsetzung und bilden den Schwerpunkt dieser Abhandlung.

Die Vorteile der Elektromobilität sind unumstritten. Auch die kürzlich vom Europaparlament getroffene Entscheidung, ab 2035 nur noch Neufahrzeuge ohne Treibgasemissionen in der EU zuzulassen, treibt die Elektromobilität als elementar wichtiges Standbein in Richtung Klimaneutralität voran.

Dabei stehen hohe Verfügbarkeit und die Betriebssicherheit der Ladeeinrichtung und insbesondere die des kontaktierten EVs (Electric Vehicles) im Mittelpunkt. Die Versorgung aus dem öffentlichen Netz birgt Risiken trotz höchster Anforderungen an die Netzqualität im europäischen Verbund. Spannungsspitzen aufgrund indirekter Blitz(nah)einschläge, aber auch durch Schaltvorgängen hervorgerufene Überspannungen belasten oder überlasten die Elektronik der Ladeeinrichtung. Eine schnellere Alterung, gar ein vorzeitiger Ausfall sind nur zwei der Folgen dieser Einflussfaktoren.

Überspannungsschutz im Fokus der Elektromobilität

Nachstehend soll die Bedeutung des Überspannungsschutzes im Hinblick auf die Elektromobilität erläutert werden. Wir konzentrieren uns dabei auf die beiden in der Praxis gängigen Ladebetriebsarten 3 und 4 für konduktives (kabelgebundenes) Laden nach IEC 61851-1 (VDE 0122-1). Unabhängig, ob das Ladekabel fest mit der Ladeeinrichtung verbunden ist (der sog. „Fall C“) oder ob das Ladekabel beidseitig mit einem Ladestecker ausgerüstet wurde (der sog. „Fall B“), in beiden Fällen ist die Ladeeinrichtung fest mit dem Netz verbunden. Die Ladeleistung bewegt sich bei der Ladebetriebsart 3 zwischen 3,7 und 43 kW (i.d.R. bei 11 bis 22 kW = „Normalladen“). Mechanisch ausgeführt wird diese Art von Ladeeinrichtung meist als Wandladestation, als sog. Wallbox. Obwohl primär für den Aufstellort im privaten Umfeld gedacht, trifft man diese Art von Ladeeinrichtungen zunehmend vermehrt auch auf (Firmen)-Parkplätzen im öffentlichen Raum an, hier dann häufig auf einer Stele (Standsäule) montiert. Die Ladebetriebsart 4 hingegen adressiert das DC-Laden mit Ladeleistungen von typ. 50 bis perspektivisch 450 kW (High Power Charging), basierend auf einer Nenngleichspannung von derzeit bis zu 800 V. Der Gleichrichter befindet sich dabei entweder dezentral in der

Ladesäule oder aber es kommt ein leistungsstarker zentraler Gleichrichter mit zahlreichen angeschlossenen DC-Ladestationen, den Satelliten zum Einsatz.



Vielfältige Installationsorte führen zwangsläufig zu unterschiedlichen Anforderungen an den zu berücksichtigenden Überspannungsschutz, dessen Installation jedoch sowohl im privaten als aber auch im öffentlichen Raum obligatorisch ist.

Aber wie ermitteln wir nun konkret den für unsere Anwendung optimal geeigneten Überspannungsschutz? Hier hilft ein Blick in die Blitzschutzgrundnorm. Der Teil 1 der IEC 62305 (VDE 0185-305-1) behandelt u. a. die Unterscheidung verschiedener Schadensquellen für eine bauliche Anlage und lässt eine erste Einschätzung des Bedrohungspegels zu. Zwar ist die Ladeeinrichtung i.d.R. immer auch Teil der baulichen Anlage, trotzdem lassen sich hier Rückschlüsse auf das ausgehende Gefahrenpotenzial auf die Ladeeinrichtung ablesen.



Legende: S1 = Blitzeinschlag in die bauliche Anlage
S2 = Blitzeinschlag nahe der baulichen Anlage
S3 = Blitzeinschlag in die eingeführte Leitung
S4 = Blitzeinschlag nahe der eingeführten Leitung

Die Ladeeinrichtung als Teil des Gesamtkonstrukts

Unter Berücksichtigung des Gefahrenpotenzials erfolgt die Beurteilung der erforderlichen Schutzmaßnahmen. Der Teil 2 der Blitzschutzgrundnorm IEC 62305 (VDE 0185-305-2) unterstützt hier maßgeblich bei der Risikoabschätzung. Eine ausgebildete Blitzschutz-Fachkraft hilft bei der Umsetzung und Einstufung.

Auch die Nutzung des zu bewertenden Gebäudes fließt in die Beurteilung ein. So gibt das Beiblatt 6 des Teils 3 der Blitzschutzgrundnorm Empfehlungen für die typische Einstufung in eine Schutzklasse des Blitzschutzsystems wieder. Auch wird hier auf gesetzliche und behördliche Vorgaben eingegangen. Basierend auf dem Gefährdungspegel wird die Blitzschutzklasse festgelegt, dessen Kennwerte wiederum zur Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen dienen.

Gefährdungspegel (LPL)	Blitzschutzklasse (LPS)
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Das Blitzschutzsystem besteht dabei aus äußerem und innerem Blitzschutz. Die Fang- und Ableitungseinrichtungen sowie die Erdungsanlage selbst zum Verteilen des Blitzstromes in der Erde als Teil des äußeren Blitzschutzes werden hier nicht weiter behandelt. Dieser Artikel konzentriert sich auf den inneren Blitzschutz zur Verhinderung gefährlicher Funkenbildung, d.h. dem Schutz vor Ausfällen innerer Systeme, hervorgerufen durch induktive Kopplung von Stoßwellen durch Blitzeinschläge und übertragene Stoßwellen von eingeführten Leitungen.

Gemäß IEC 61643-12 und VDE 0100-443 ist eine mit einem externen Blitzschutzsystem ausgerüstete bauliche Anlage mit Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) des Typs 1, den sog. Blitzstromableitern auszurüsten. Die Maximalwerte der hierbei zu berücksichtigenden Parameter für die Auslegung der Komponenten ergeben sich entsprechend dem Gefährdungspegel (LPL) aus nachfolgender Tabelle:

Stromparameter	LPL I	LPL II	LPL III	LPL IV
Scheitelwert	200 kA	150 kA	100 kA	
Zeitparameter	T ₁ /T ₂ 10/350µs			

Im Worst-Case-Szenario gehen wir demnach (Gefährdungspegel LPL I) von bis zu 200 kA als Wert für den direkten Blitzeinschlag (S1) in das äußere Blitzschutzsystem aus. Es kann üblicherweise angenommen werden, dass 50% über das Erdungssystem abfließen. Somit wird jedes SPD einer dreiphasig aufgebauten Stromversorgung mit Neutralleiter mit einem Blitzteilstrom I_{imp} von 25 kA pro Pol beaufschlagt. Im Fall des LPL III wäre dies ein I_{imp} von 12,5 kA pro Pol.

Dabei hat der Einbau dieser Überspannungsschutzeinrichtung mindestens so nah wie möglich am Speisepunkt der elektrischen Anlage zu erfolgen.

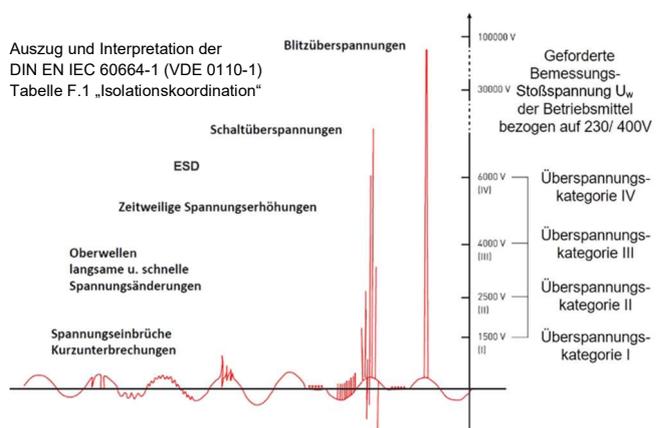
Auch bauliche Anlagen, die primär Blitzeinschlägen in die eingeführten Versorgungsleitungen (S3) ausgesetzt sind, müssen mit einem Überspannungsableiter des Typs 1 ausgestattet werden. Hier kann auf die über die Zeit gesammelte Felderfahrung zurückgegriffen werden, wiederum verankert im Teil 1 der Blitzschutzgrundnorm IEC 62305 (VDE 0185-305).

Gefährdungspegel (LPL)	Schadensquelle S3
I	10 kA pro Pol (10/350µs)
II	7,5 kA pro Pol (10/350µs)
III und IV	5 kA pro Pol (10/350µs)

Mehrphasenleitung (Drei-Phasen- und Neutralleiter) - Werte pro Pol

Es ist wichtig, diese direkten, jedoch vergleichsweise eher selten auftretenden energiereichen Einschläge immer im Blick zu behalten. Trotzdem sollte nicht unerwähnt bleiben, dass das Schadensrisiko für interne Systeme durch indirekte Einschläge in der Nähe der baulichen Anlage (S2) oder der eingeführten Versorgungsleitung (S4) oft größer ist.

Viele bauliche Anlagen brauchen keinen Schutz gegen direkte Blitzeinschläge (S1/S3). Hier reicht eine korrekt geplante und installierte Überspannungsschutzeinrichtung des Typs 2 aus, dieser Mindestschutz ist seit der Neufassung der VDE 0100-534 im Oktober 2016 obligatorisch, da nunmehr auch Wohngebäude und kleine Büros mit fest angeschlossenen Betriebsmitteln der Überspannungskategorien I und II Berücksichtigung finden.



Entscheidend ist demnach bei der Auswahl eines SPDs auch dessen gewährter Schutzpegel bei Stoßwellenbeanspruchung und dessen Energieabsorptionsvermögen (I_{imp} , I_n , I_{max} , U_{oc}).

Die Bemessungs-Stoßspannung U_w eines Betriebsmittels charakterisiert das festgelegte Stehvermögen seiner Isolierung gegen Überspannungen (Stehstoßspannung zwischen Leiter und Erde).

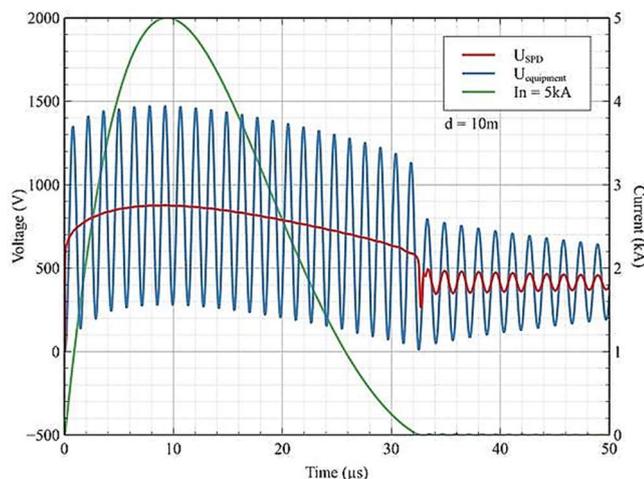


Die Wandladestation (Wallbox) im privaten Umfeld

Typische Standorte der Ladeeinrichtung am Wohnort sind die Garage oder der Stellplatz im Eigenheim oder aber z.B. bei Wohnanlagen dessen Tiefgaragenparkplätze. Bei all diesen Installationsorten kann davon ausgegangen werden, dass keine neuerliche interne Stoßstrombelastung auftritt.

Sollte in älteren Gebäuden noch keine Überspannungsschutzeinrichtung vorhanden sein, so ist die Installation der Wallbox der geeignete Zeitpunkt für das Update der Hauptverteilung, da die Erweiterung eine Änderung der bestehenden Anlage gemäß der Anwendungsregel VDE-AR-N 4100 darstellt.

Trotz der anfänglich beschriebenen im Einspeisebereich vorzusehenden Überspannungseinrichtung sollte im Hinblick auf sensible Verbraucher nach etwa 10 Metern ein zusätzliches SPD installiert werden. Diese Empfehlung findet sich auch in der VDE 0100-534. Hintergrund ist die Vermeidung von erneuten induktiven Einkopplungen und Schwingungen, die sich am Verbraucher in einer Spannungsüberhöhung abzeichnet, die gegenüber dem Schutzpegel des SPD bis zu zweimal höher sein kann (s. a. IEC 61643-12).



Einfluss des Abstands zwischen SPD und geschütztem Gerät
- SPD Typ 2
- Stoßstrom 5 kA @ 8/20 µs
- Länge der Leitung zwischen SPD/ Betriebsmittel von 10 m

Die Ladestation im öffentlich zugänglichen Umfeld

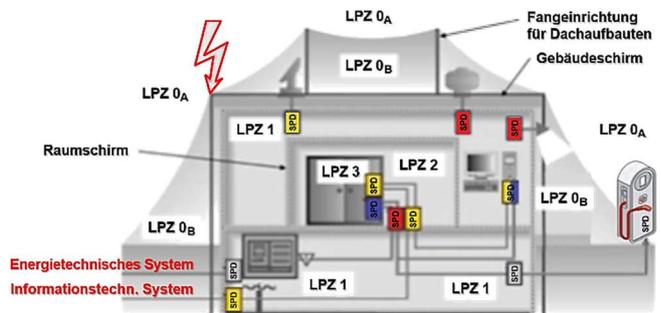
Im ersten Stepp der Betrachtung konzentrieren wir uns auf Ladeeinrichtungen im AC-Bereich, die mittels einer Gebäudeverteilung direkt an das 230/400 V Drehstromnetz angebunden werden.

An dieser Stelle sollte generell - unabhängig, ob privat oder öffentlich genutzt - der Teil 722 der VDE 0100 erwähnt werden, der die allgemeinen Teile der VDE 0100 um für die Stromversorgung von E-Fahrzeugen am Niederspannungsnetz spezifische Aspekte ergänzt, z. B.

- Eigener Stromkreis mit Überstromschieneinrichtung für die Energieübertragung von/ zum Elektrofahrzeug
- AC-Anschlusspunkt mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD); Bemessungsdifferenzstrom $\leq 30\text{mA}$
- Schutzvorkehrung gegen Gleichfehlerströme

Explizit aufgenommen wurden im Abschnitt 443 Vorkehrungen zur Beherrschung von Überspannungen, da öffentlich zugängliche Anschlusspunkte als Teil einer öffentlichen Einrichtung erachtet werden und daher gegen transiente Überspannungen zu schützen sind. Aber welcher Überspannungsschutz sollte jetzt konkret berücksichtigt und installiert werden?

Um dies beurteilen zu können, werfen wir wiederum einen Blick in die Blitzschutzgrundnorm, dort treffen wir



im Teil 4 auf das Blitzschutz-zonen-Konzept:

Legende: Äußere Blitzschutzzone LPZ 0

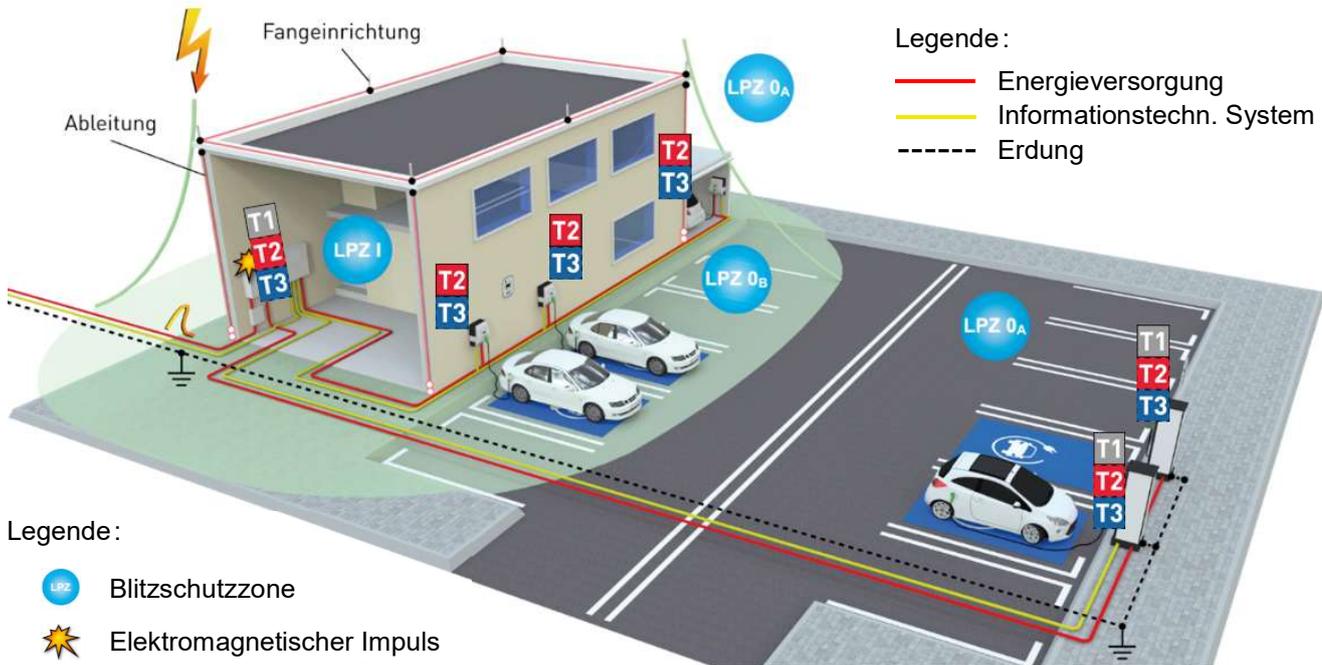
- LPZ 0A Gefährdung durch direkte Blitzeinschläge
- LPZ 0B Geschützt gegen direkte Blitzeinschläge

Innere Blitzschutz-zonen

- LPZ 1 Stoßströme werden durch Stromaufteilung bzw. SPDs an den Zonen begrenzt
- LPZ 2...n Stoßströme werden weiter durch Stromaufteilung bzw. SPDs an den Zonen begrenzt

- Farbgebung der SPDs:
- SPD Blitzstromableiter Typ 1 (+2+3)
 - SPD Überspannungsableiter Typ 2 (+3)
 - SPD Geräteschutz Typ 3
 - SPD Ableiter für Datenleitungen/ Netzwerk

Setzen wir o. a. Abbildung unter Berücksichtigung der dem Gebäude zugeordneten Parkplätze in die Praxis um, dann ergeben sich nachstehende Konstellationen, die wir im Folgenden beispielhaft betrachten ...



Betrachten wir zunächst die Wandladestationen an der Außenwand des Gebäudes. Hier könnten sich auch Wallboxen auf Stelen abgesetzt vom Gebäude befinden. Wichtig ist dessen Aufstellort: sie befinden sich alle in der Blitzschutzzone 0B, d.h. in einem Bereich, der gegen direkte Blitzeinschläge geschützt ist. Unter Einhaltung des Trennungsabstandes reicht es demnach aus, in oder unmittelbar vor der Wallbox einen Überspannungsschutz des Typs 2 zu installieren. Hier bieten sich zur Nachrüstung im Inneren der Wallbox die kompakten Ausführungen DAC40CS-31-275 oder MSB10-31-230 an. Der Anschluss sollte vorzugsweise vor einem in der Wallbox installierten RCD erfolgen.



SPD 3ph~
Festverdrahtet
Montageplatte
(abnehmbar)

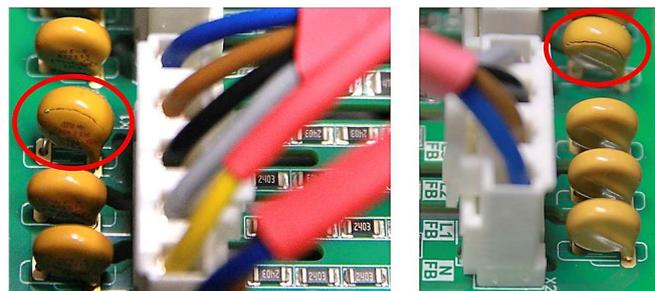


SPD 3ph~
steckbar
2 TE breit
Hutschiene

Durch o.a. Maßnahmen wird sichergestellt, dass die Wallbox gegen Überschläge zwischen den aktiven Leitern und der Erde (Isulationskoordination) ausreichend geschützt ist. Dies wird durch die Auswahl des SPD auf der Grundlage seines Schutzniveaus U_p bezogen auf die Bemessungsstoßspannung U_w des Betriebsmittels erreicht. Diese Grundsätze finden sich auch in der IEC 62305-4 und IEC 60664-1.

Die Koordinationsthematik

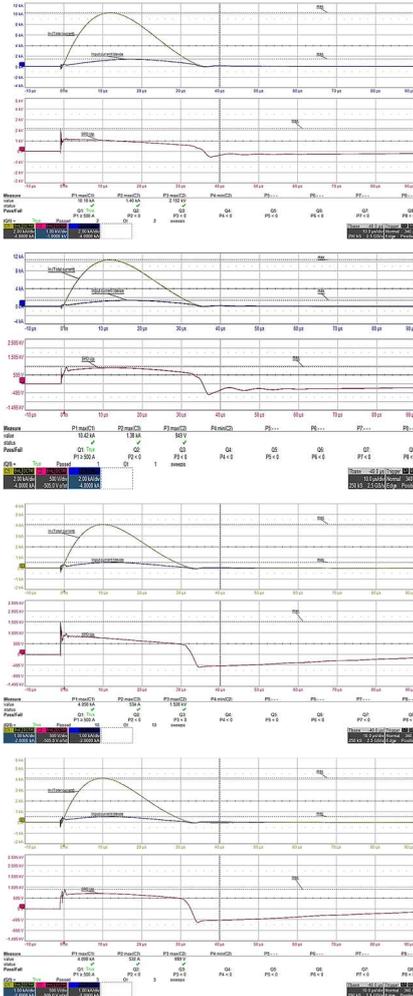
Obwohl ständig angeschlossene EV-Versorgungseinrichtungen nach der Überspannungskategorie III gem. IEC 61851-1 geprüft werden müssen, kann es trotz vorgeschaltetem SPD zu einer energetischen Überlastung der Wallbox internen Schutzkomponenten kommen. Dies muss sich nicht unbedingt direkt in einem Ausfall der Wallbox bemerkbar machen, jedoch führt dies zu dessen vorzeitiger Alterung und ggf. eingeschränkter Funktionstüchtigkeit.



Beispiel einer energetischen Überlastung (T3 Test mit $U_{oc} = 6\text{ kV}$)

Die Abstimmung des SPD mit dem Betriebsmittel in Bezug auf die Störfestigkeit hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Eine vollständige Immunität des Systems gegen LEMP zu gewährleisten erfordert i.d.R. weitreichende Prüfungen und Simulationen. Hier hilft CITELs patentierte VG-Technologie. Durch die in den vergangenen Jahrzehnten ständig weiterentwickelte Kombination aus gasgefüllter Funkenstrecke und einem speziell abgestimmtem MOV konnte ein auf dem Markt führendes SPD entwickelt werden, das über 90% der Störung absorbiert ... und dies bei Installation unmittelbar vor dem zu schützenden Betriebsmittel.

Empirische Untersuchungen und jährlich Tausende von Anwendungen in der Praxis belegen die Wirksamkeit.



T2 Test
Common Mode
nach IEC 61643-11
 $I_n = 10 \text{ kA}$

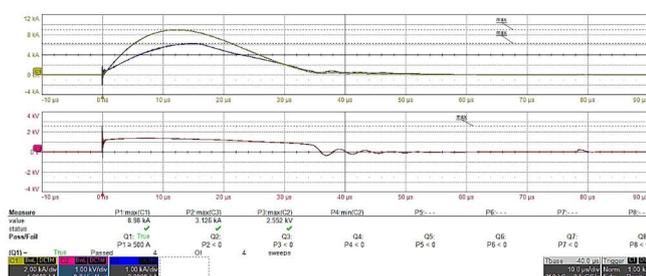
T2 Test
Differential Mode
nach IEC 61643-11
 $I_n = 10 \text{ kA}$

T3 Test
Common Mode
nach IEC 61643-11
 $U_{oc} = 10 \text{ kV}$

T3 Test
Differential Mode
nach IEC 61643-11
 $U_{oc} = 10 \text{ kV}$

Das SPD war dem Betriebsmittel direkt mit wenigen Zentimetern Abstand vorgeschaltet. Deutlich zu erkennen ist die große Absorptionsfähigkeit des SPD von nahezu 90 % des Störimpulses und somit geringster Belastung des nachgeschalteten Betriebsmittels ... dies bei einem Schutzpegel U_p von maximal 1 kV.

Untersuchungen mit einem herkömmlichen SPD zeigen zwar auch eine Verringerung der Belastung der Komponenten nachgeschalteter Betriebsmittel, jedoch müssen diese letztendlich einem Vielfachen des Störimpulses gegenüber der Lösung mit VG-Technologie widerstehen, womit sie i.d.R. überfordert sind und somit zum Ausfall oder zur Funktionsbeeinträchtigung neigen.



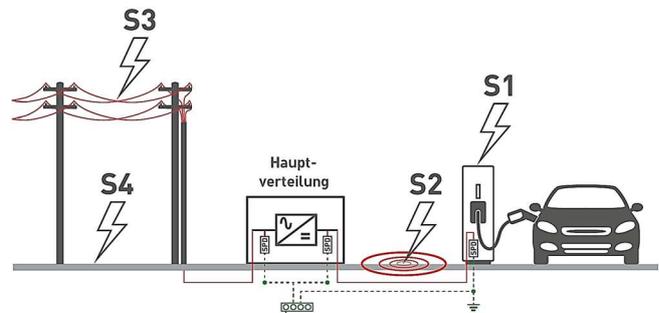
Aufgrund der Kompaktheit heutiger moderner Wallboxen ist eine Integration des SPD im Gehäuse häufig nicht möglich, oder Bedenken durch den evtl. Gewährleistungsverlust beim Öffnen der Wallbox lassen den Wunsch nach einer externen Realisierung aufkommen. Hier bietet sich CITELs EV Box an. Sie kann wahlweise mit einem Kombi-Ableiter des Typs 2+3 oder des Typs 1+2+3 bestückt werden (Ladeeinrichtung in LPZ 0A).



Da leistungsstärkere Ladeeinrichtungen mechanisch in Form von Ladesäulen angeboten werden (hierzu gehören auch die DC Ladestationen mit integriertem Gleichrichter in der Ladesäule), weisen diese aufgrund ihrer Bauform im Anschlussraum i.d.R. ausreichend Platz zur Integration einer geeigneten Überspannungseinrichtung auf. Alle energieseitig von einem Hauptgebäude versorgten Ladeeinrichtungen sind erdungstechnisch in das Erdungssystem des Gebäudes mit einzubeziehen.

Die öffentlich zugänglichen High Power Charger

Ladestationen mit hohen bzw. höheren Ladeleistungen werden zunehmend mit einem direkten Netzanschluss außerhalb von Gebäuden an das Niederspannungsnetz angeschlossen. Bei einer größeren Anzahl bietet sich ein gemeinsamer Übergabepunkt an das öffentliche Netz mittels eines zentralen Zähleranschlussschrankes an. Hier ist insbesondere ein Blick in die VDE-AR-N 4100 zu empfehlen. Dort wird auch auf den Überspannungsschutz eingegangen. Generell empfiehlt sich hier in der Zentrale als auch den einzelnen Ladestationen ein Blitzstromableiter, vorzugsweise ein Kombi-Ableiter des Typs 1+2+3 mit VG-Technologie zur einwandfreien Koordination und Leckstromfreiheit.



Ladestationen eines Ladeparks werden über einen Zentralgleichrichter versorgt. Die angeschlossenen Satelliten, die DC Ladestationen sind für die Verteilung der zur Verfügung gestellten Ladeleistung zuständig. Im DC Bereich sind Überspannungseinrichtungen nach

der IEC 61643-41/-42 zu berücksichtigen, beide Teile wurden jedoch noch nicht final veröffentlicht. Trotz fehlender Standardisierung hat CITEL basierend auf den Erfahrungen im PV Bereich eine SPD Reihe entwickelt, die für diese Art der Anwendung optimal geeignet sind. Bei DC Dauerspannungen von bis zu 1500V weisen diese SPDs eine Kurzschlussfestigkeit von 100kA auf und sind somit prädestiniert für ESS Anwendungen sowie dem DC Bereich der Elektromobilität.

Erwähnung finden sollte abschließend noch das „Laterne laden“. Stellt das Straßenbeleuchtungsnetz eine ausreichende Ladeleistung zur Verfügung und ist der Standort der Laterne in Relation zum Verkehrsweg zur Führung des Ladekabels geeignet, so hat auch diese Art der Ladeinfrastrukturausweitung hohes Potenzial. Hier bietet CITEL spezielle einphasige Ableiter zur Integration in diese extrem kompakten Ladeeinrichtungen.

Quellenverzeichnis : IEC 62305 Teile 1-4 (VDE 0185-305 Teile 1-4)
IEC 61851-1 (VDE 0122-1)
IEC 60664-1 VDE 0100-443
IEC 61643-11 und -12 VDE 0100-534
IEC 61643-21 und -22 VDE 0100-722
IEC 61643-41 und -42 VDE-AR-N 4100

Schutz der signalverarbeitenden Leitungen

Die Kommunikation ist heutzutage unerlässlich, sei es zur Aufnahme statistischer Daten, zwecks Regelung des Lastmanagements oder zu Abrechnungszwecken.

Der Überspannungsschutz dieser Aderleitungen gestaltet sich dabei recht unproblematisch, findet sich für jede Art der Datenübertragung ein entsprechendes Schutzorgan. Normenseitig niedergelegt wurden diese Überspannungsschutzeinrichtungen in den Teilen 21 und 22 der IEC 61643.



Autor:

Dirk Schneider, Dipl.-Ing.
Citel Electronics GmbH
Abt. Produktmanagement
Mail: dschneider@citel.de
Tel. +49 172 2016 015



UNTERNEHMENS PORTRÄT

CITEL Electronics GmbH

E Mobilität gehört neben der Gebäudetechnik und Photovoltaik zu einem der Kerngebiete der CITEL Electronics GmbH. Als Spezialist für den **Blitz- und Überspannungsschutz** entwickelt und produziert das inhabergeführte Unternehmen mit über 80-jähriger Tradition anwenderorientierte Lösungen. Zahlreiche auf die Applikation zugeschnittene Broschüren sowie Auswahlhilfen unterstützen neben dem persönlichen Support den Kunden bei der Auswahl der korrekten Produkte und belegen die strategische Ausrichtung des weltweit agierenden Unternehmens.

Patente wie die VG-Technologie unterstreichen dabei die Innovationskraft auch der kürzlich vorgestellten neuen Produktlinie nach internationalen Anforderungen. In Zusammenarbeit mit einem Spezialisten für Industriedesign wurde ein noch ergonomischeres und praxisgerechteres Modul entwickelt. Die Umset-



zung antizipierte dabei insbesondere von den Erfahrungen der Kundenbedürfnisse.

Eigene Prüflaboratorien mit leistungsstarken Impulsgeneratoren und schnell reagierenden Hochspannungs-Digitaloszilloskopen ermöglichen die Tests auf

Einhaltung der anwendbaren Normen. Zusätzliches Equipment zur Simulation von Vibrations- und Klimachecks steigert die Zuverlässigkeit der Produkte. Abgerundet wird all dies durch eine langjährige Mitgliedschaft im VDE.

Der Überspannungsschutz ist wesentlicher Bestandteil CITELs Schutzstrategie für die E-Mobilität und derer Infrastruktur. Sie garantiert die Sicherheit und Langlebigkeit der Geräte und trägt somit zu deren Wirtschaftlichkeit bei.

KONTAKT



Citel Electronics GmbH
Feldstraße 9a, 44867 Bochum
Tel.: +49 2327 6057 0
info@citel.de
www.citel.de



CITEL

Head Office

France
Tel. : +33 1 41 23 50 23
e-mail : contact@citel.fr
Web : www.citel.fr

Factory

Reims
Tel. : +33 3 26 85 74 00
e-mail : contact@citel.fr

Germany

Bochum
Tel. : +49 2327 6057 0
e-mail : info@citel.de
Web : www.citel.de

USA

Miramar
Tel : (954) 430 6310
e-mail : info@citel.us
Web : www.citel.us

UAE

Dubai
Tel : +971 501 271 737
e-mail : julien.pariat@citel.ae
Web : www.citel.fr

China

Sales department

Shanghai
Tel. : +86 21 58 12 25 25
e-mail : info@citelsh.com
Web : www.citel.cn

Factory

Tel. : +86 21 58 12 80 67

Russia

Moscow
Tel. : +7 499 391 47 64
e-mail : info@citel.ru
Web : www.citel.ru

India

New Delhi
Tel. : +91 11 400 18131
e-mail : indiacitel@gmail.com
Web : www.citel.in

Thailand

Bangkok
Tel. : +66 (0) 2 104 9214
Web : www.citel.fr