

# Überspannungsschutz in Schaltschränken

Vojtech Kopecky

Anknüpfend an diverse bisher vom Autor in »de« veröffentlichte Beiträge [1 ... 4] geht es in diesem Beitrag um den Überspannungsschutz in Schaltschränken.

Die Norm [5] Abschnitt 6.8.3.1 enthält folgendes Zitat: »Die schlechte Montage eines an sich guten Filters führt zu schlechten Filterergebnissen«. Aus diesem Grund behandelt dieser Beitrag nicht die Produkte einzelner Hersteller, sondern die wichtigsten Bedingungen für eine fachgerechte Installation der Blitz- und Überspannungsschutzgeräte.

## Häufige Fehler bei der Schaltschrankinstallation

Die Praxis zeigt, dass die Blitz- und Überspannungsableiter sehr oft in den Verteilern ohne Überlegung installiert wurden. Die Installation von Blitzstromableitern der Typ 1, früher der Anforderungsklasse »B« (bekannt auch als Grobschutz) im Schaltschrank lässt sich nur in dem Fall durchführen, wenn das ungeschützte Einspeisungskabel (ggf. auch mehrere) nicht mit anderen »geschützten« Kabeln parallel installiert sind. Das gilt auch für das Erdungskabel des Blitzstromableiters. Die Kabel sollen einen größeren Abstand zu den geschützten Kabeln haben oder abgeschirmt werden.

Der Schaltschrank wirkt im Prinzip wie ein Faradaykäfig. Diese jedoch nützt nichts, wenn man es erlaubt, dass Blitz- oder Teilblitzströme in den Schaltschrank eindringen. Die Blitz- und Überspannungsableiter werden in den Schaltschränken oft auch von einigen Herstellern – mit mehreren Ausnahmen – falsch installiert (Bild 1).

## Blitz- und Überspannungsableiter und Leitungsführung

Das Bild 1, links, zeigt installierte Blitz- und Überspannungsableiter in einem Schaltschrank. Bei einer derartigen

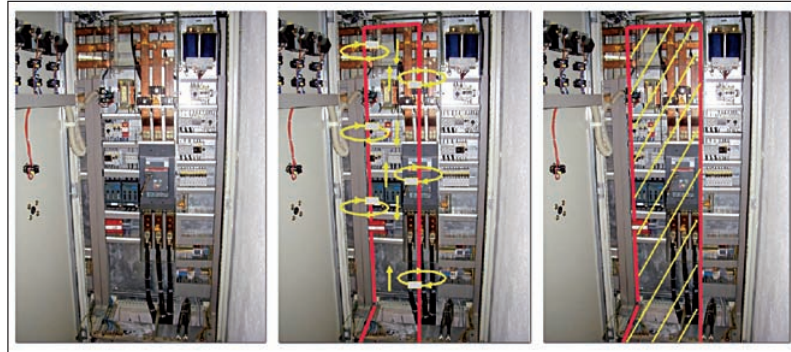


Bild 1: Darstellung der elektromagnetischen Verhältnisse installierter Blitz- und Überspannungsableiter in einem Schaltschrank

Installation müssen die Blitz- oder Teilblitzströme in den Schrank bis zu den Sammelschienen oben eindringen und werden dann von den Sammelschienen über die Leitungen und die Vorsicherung zum Blitzstromableiter und der geerdeten PE-Sammelschiene abgeleitet.

In der Nähe der Sammelschienen und Anschlussadern entstehen große Kopplungen (Bild 1, Mitte). Dadurch können die angeschlossenen Einrichtungen an den benachbarten Installationen im Überspannungsfall gestört oder gar zerstört werden.

Die Anschlusslängen der Leitungen bei dieser häufig vorgefundenen Installationsart sind über 2m lang, wodurch eine Spannungsanhebung durch die Kabelüberlänge ca. 1kV/m bei  $I_s = 10\text{kA}$  entsteht. Wenn der Blitzstromableiter (rotes Element unten links) über einen geschützten Spannungspegel bei 4kV

verfügt, dann »schützt« er die Anlage mit den Anschlusslängen mit einem Spannungspegel über 6kV. Dies ist als mangelhaft zu bezeichnen.

Auch dann, wenn im Schaltschrank die neuen Überspannungsableiter der Kombination der Typ 1 und 2 eingesetzt wurden, sind die hier beschriebenen Bedingungen gleich.

Die Anschlussadern bilden von der Kabeleintrittsstelle und dem Erdungskabel eine Fläche (Störungssenderantenne, siehe Bild 1, rechts), die dann große magnetische Felder verursacht. Wenn dann z.B. in dem Verteilerfeld eine auf EMV empfindliche Einrichtung eingebaut ist, so wird die Einrichtung beschädigt.

Schon seit einigen Jahren haben mehrere namhafte Hersteller (noch nicht alle) die eigene Produktion so geändert, dass sich die Blitz- und Über-

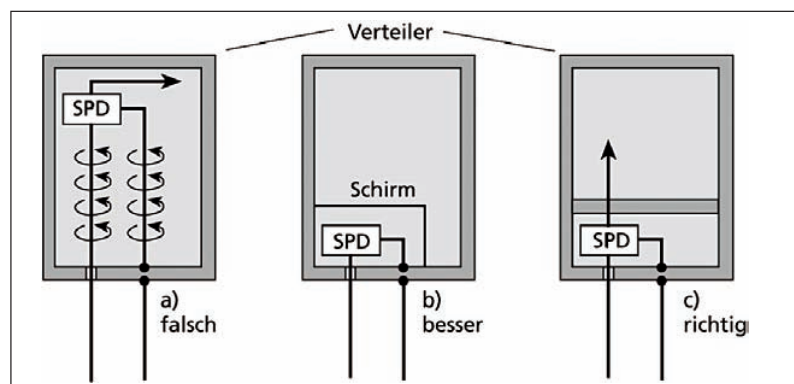
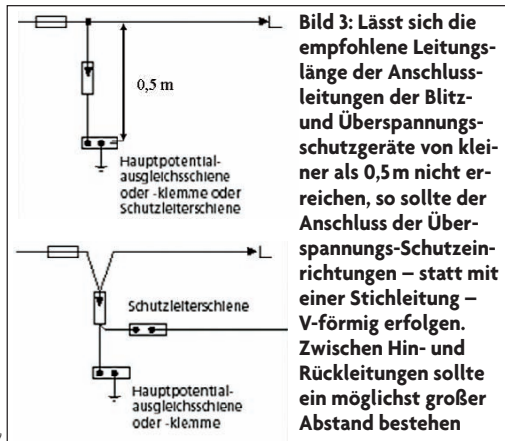


Bild 2: a) Überspannungsschutzgerät am besten vor dem Verteiler platzieren. Lässt sich das nicht realisieren und befindet es sich außerdem im Verteiler, darf es die benachbarten Installationen und Einrichtungen nicht beeinflussen; b) Die SPDs für die Anlage der Energietechnik ließen sich bei richtiger Auswahl des Installationsorts auch in der geschützten Anlage platzieren; c) Die Überspannungsschutzgeräte für elektronische Einrichtungen gehören außerhalb der geschützten Einrichtungen

Vojtech Kopecky, Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für EMV und Blitzschutzsysteme, Aachen

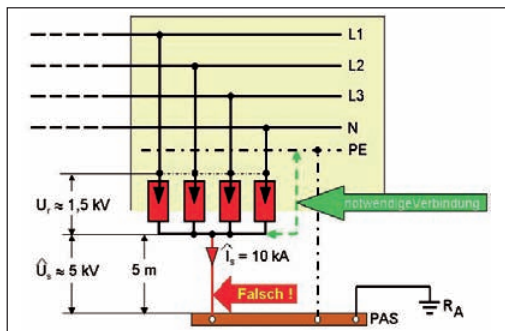


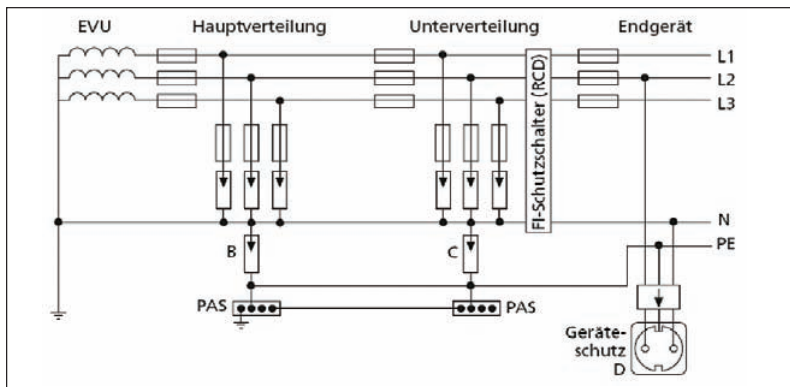
spannungsableiter schon vor oder direkt am Schrank-eintritt (LPZ) befinden. Damit ist die Problematik der 0,5 m Länge von Anschluss- mit Erdungsleitung insgesamt beseitigt. Man darf beim Anschluss vor dem Hauptleistungsschalter aber nicht die Kurzschlussfestigkeit vergessen, hier müssen geeignete Kabel und die Vorsicherung installiert werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass innerhalb des Verteilers auch durch die parallele Führung keine weiteren Kopplungen entstehen. Es wäre wünschenswert, dass auch die anderen Verteilerhersteller ihre Produktion so ändern, dass die Überspannungsableiter wirklich die Einrichtungen schützen und nicht durch die eigene Installation (Überlängen, Schleifen und Kopplungen) gefährden.

Auf den Fotos von Bild 1 befinden sich noch ein Überspannungsableiter des Typs 2 (schmälerer Überspannungsableiter), der von dem Blitzstromableiter Typ 1 nicht entkoppelt wurde oder über keine vorgeschaltete Entkopplungsspule verfügt. In einem solchen Fall kann bei einem Blitzschlag der Überspannungsableiter des Typs 2 (früher die Anforderungskategorie »C«, bekannt auch als Mittelschutz) mit dem eingebauten Varistor zerstört werden und Schaden verursachen, weil er schneller anspricht, als der Blitzstromableiter des Typs 1.

Dies bedeutet für die Elektroinstallationsfirmen, dass bei Verteilern mit Kabeleintritten unten auch die SPDs unten, bei Kabeleintritten oben die SPDs oben installiert werden müssen. Als Grund dafür ist anzu-





**Bild 5: Errichtung von Überspannungsschutz-Schutzeinrichtungen (3+1-System) im TT-System, was die Entstehung gefährlicher Spannung auf dem PE-Leiter bei einer Zerstörung des Überspannungsableiters verhindert (System lässt sich auch bei anderen Netzsystemen mit N-Leiter anwenden, keine Leckströme auf dem PE-Leiter)**

führen, dass der parallele Verlauf der Erdungs-Potentialausgleichsleiter mit anderen Einrichtungen zu verhindern ist (Bild 2). An Stellen, wo elektronische Steuerungsgeräte in die Felddür des Niederspannungsverteilers auch noch nachträglich eingebaut werden könnten, sollten Blitz- oder Überspannungsschutzgeräte nicht in der gleichen Höhe eingebaut werden.

### Häufiger Fehler in Schränken der Datentechnik

Den gleichen Fehler findet man auch in den Datenschränken der 19"-Technik. Die Datentechnik ist schwenkbar im vorderen Bereich des Datenschranks installiert. Hinter dieser Technik befinden sich oft auf dem hinteren Blech die Klemmen der Einspeisung und der Datentechnik. An diesen Stellen sind auch die SPDs installiert. Der Abstand zwischen den SPDs und der auf Überspannung empfindlichen Elektronik beträgt dann oft nur wenige mm. Spricht die SPD an, so entstehen weitere Kopplungen.

Die elektronischen Teile und Platinen der 19"-Technik sind überwiegend hinten nicht durch ein Blech geschirmt. In diesem Fall hilft es – sollte es keine andere Lösung geben, die SPDs an anderer Stelle zu installieren –, die Technik oder die SPDs mit dem Blech abzuschirmen.

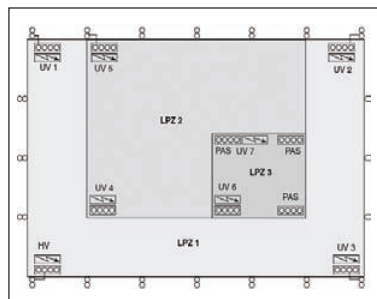
Lässt sich bei der Installation der Blitz- und Überspannungsschutzgeräte die empfohlene Leitungslänge bis 0,5m nicht einhalten, sollte der Anschluss nach DIN V VDEV 0100-534 (VDE V 0100 Teil 534): 1999-4 [6], Anhang C (informativ), V-förmig erfolgen (Bild 3). Wenn die Anschlussleitungen länger als 0,5m sind und nicht V-förmig ausge-

führt wurden, entsteht eine Zusatzspannung mit ca. 1kV/m bei  $I_s = 10\text{ kA}$ .

### Potentialausgleichsanschluss und Vorsicherung für Überspannungsableiter

Wie schon im früheren Beitrag »EMV in Schaltschränken« beschrieben, führt man den Potentialausgleichsanschluss direkt am Kabel-/Leitungseintritt durch. In den Fällen, wo die Erdung der SPDs mit der Stahlschrankkonstruktion verbunden ist (z.B. bei Antennen oder anderer Technik), wird die abgeleitete Energie über den Potentialausgleichsanschluss abgeführt. Liegt der Anschluss innen auf der gegenüberliegenden Seite der Leitungseintrittsstelle, dann verursacht die abgeleitete Energie Kopplungen in angeblich geschützten Einrichtungen.

Bei der Installationsausführung nach Bild 1 gibt es einen weiteren Fehler, und zwar die Vorsicherung des Blitzstromableiters in einer Höhe von 35 A. Wählt



**Bild 6: Beispiel zur Auswahl der SPDs in einer baulichen Anlage in Abhängigkeit der Blitzschutzzonen (LPZ). In HV1, UV1, UV2, UV3 und UV5 sind SPDs der Typen 1 und 2 oder Kombiableiter zu installieren. In UV4 und UV6 sind mindestens SPDs des Typs 2 zu installieren, in UV7 genügt eine SPD des Typs 3**

man die Vorsicherung zu klein und befindet er sich in der Nähe eines Transformators, so kann die Vorsicherung des Überspannungsableiters beim Ansprechen der Überspannungsableiter unterbrochen werden. Der vermeintlich geschützten Anlage fehlt dann der Schutz.

Bei einem fachgerechten Anschluss des Blitzstromableiters muss unten noch vor dem Hauptschalter auch eine Vorsicherung eingebaut werden. Als Vorsicherung soll die maximale Vorsicherung installiert werden, welche von den Herstellern der Überspannungsleitern empfohlen wird. Die Leitungsquerschnitte müssen jedoch der Vorsicherung entsprechen. In den Fällen, wo die vorgeschaltete Vorsicherung für einen Schaltschrank, Verteiler usw. kleiner ist, als die vom Hersteller vorgeschriebene maximale Vorsicherung, installiert man vor dem Überspannungsableiter keine Vorsicherung.

In baulichen Anlagen, in denen die Verfügbarkeit eine große Rolle spielt oder auch in der Nähe von Transformatoren sollte man Blitzstromableiter mit Folgestrombegrenzung installieren.

### Wiederholte Fehler bei der Installation von Überspannungsableitern

Die in den letzten Jahren hergestellten Blitz- und Überspannungsableiter verfügen auf der Erdungsseite immer mindestens über zwei Erdungsklemmen. Eine ist für den PE-Leiter und die zweite für die Erdung – alternativ für das geerdete Potentialausgleichsnetzwerk – vorgesehen. Allerdings wird häufig nur die Verbindung mit der Erdung und nicht mit dem PE-Leiter durchgeführt. Dadurch entsteht ein so genannter genereller Anschlussfehler, wenn der PE-Leiter die notwendige Verbindung von Bild 4 hat. Sonst entsteht durch die lange Zuleitung zur Potentialausgleichsschiene ein hoher induktiver Spannungsfall (ca. 1kV/m bei  $I_s = 10\text{ kA}$ ). Bei nicht vorhandenen Verbindungen an der Schutzstelle mit dem PE-/PEN-Leiter (dies gilt auch beim TN-C-System) liegt so die Längsspannung über dem erlaubten Spannungspegel.

### Bedeutung des Netzsystems

Bei den Fachleuten – ob Planer, Installateur oder Prüfer – ist die Anschlussart der Überspannungsableiter im TT-System mit der 3+1-Schaltung (Bild 5) bekannt.

Aus EMV-Gründen empfehle der Autor immer, die 3+1-Schaltung zu

installieren, da er erwartet, dass es in naher Zukunft dazu kommt, dass nur die 3+1-Schaltung bei allen Netzsystemen mit N-Leiter installiert wird. Damit verhindert man auf dem PE-Leiter Leckströme.

## Überspannungsableiter des Typs 1 oder 2?

Weitere Fehler entstehen bei den Installationen teilweise auch durch falsche Informationen der Hersteller. Sehr oft findet man noch die Informationen, dass die Blitzstromableiter des Typs 1 in dem Elektrohauptverteiler installiert sind und die Unterverteiler nur die Überspannungsableiter des Typs 2 erhalten. Das kann nur bei Anlagen ohne installierte Elektronik so ausgeführt werden. Wie bereits beschrieben, muss dort, wo sich die installierte Elektronik (PCs usw.) befindet, auch das Potentialausgleichsnetzwerk installiert und geerdet werden. Wenn sich dann ein Unterverteiler z.B. an einer Außenwand (LPZ 0/1) befindet, muss auch dieser Unterverteiler über die Blitz- und Überspannungsableiter der Typen 1 und 2 (nicht nur Typ 2) verfügen. Dies bedeutet, dass die abgeleitete Blitzenergie in der Nähe der Außenwand der baulichen Anlage, wo der UV installiert ist, Teilblitzströme auf dem Erdungssystem verursacht. Diese dringt dann von der Erdung in die Leiter der Installation ein. Befinden sich dort nur Überspannungsableiter des Typs 2, so können diese beschädigt werden und die Anlage steht ohne Überspannungsschutz da (Bild 6).

## Mehrere Felder mit Überspannungsableiter

Die oft noch vertretene Ansicht, dass ein Schaltschrank mit neu installiertem Überspannungsableiter der Typen 1 und 2, ggf. zusätzlich noch Typ 3, ein Überspannungsableiter für mehrere m Leitung darstellt, ist nicht richtig.

Man darf die Kabellänge nicht nur nach der Norm [6] beurteilen, sondern auch nach der Fläche, welche die Leiter oder die Sammelschienen bilden. Bei einem Schaltschrank, mit z.B. einer Einspeisung im ersten Feld und die SPS-Steuerung im vierten Feld, muss man damit rechnen, dass bei einem 2 m hohen Schaltschrank und einer Schaltschrankbreite über 3 m die Außenleiter mit den Sammelschienen und der PE-Leiter-Sammelschiene eine Fläche von über 6 m<sup>2</sup> bilden.

## RCDs (FI-Schalter)

Bei einem Gewitter können durch kleinere Stoßströme die RCDs (FI-Schalter) die geschützten Kreise abschalten. Betreiber und auch Installationsfirmen sind häufig der Meinung, dass nach dieser Abschaltung keine Überspannung entstehen kann. Für den Fall, dass sich hinter den RCDs kein anderes Überspannungsschutzgerät befindet, ist die Anlage weiterhin durch Einkopplungen gefährdet.

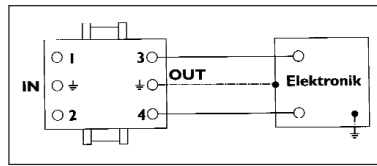
Auf dem Markt gibt es RCDs nur bis zu einer Stoßstromfestigkeit von 250 A (8/20 µs und selektive RCDs (s) oder RCD-UT («unwanted tripping» – unerwünschtes Ausschalten) nur mit einer Stoßstromfestig-

keit von 3 kA (8/20 µs). Bei Installation der Blitz- oder Überspannungsschutzgeräte (SPD) der Typen 1 oder 2 hinter RCDs können höhere Stoßströme die RCDs beschädigen und damit auch den Personenschutz gefährden. Um das zu vermeiden, sollten man hinter den RCDs nur SPDs des Typs 3 mit kleineren Stoßströmen installieren.

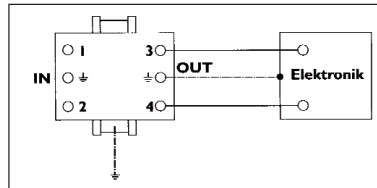
## SPDs bei anderen Blitzstromrichtungen

Treten Einspeise- oder Steuerungskabel der Außenbeleuchtungen, Klimaanlage, Mobilfunkanlagen, Pumpstationen, Dachrinnenheizungen und anderer Einrichtungen seitlich oder oberhalb aus dem zu schützenden Gebäude aus, so müssen die Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen in umgekehrter Reihenfolge (entgegen der Stromrichtung) installiert werden.

Das heißt, dass beispielsweise in einem Schaltschrank bei der Außenbeleuchtung SPDs des Typs 2 hinter jedem Schalter oder Schaltschutz installiert werden müssen (bei abgeschalteter Beleuchtung besteht keine galvanische



**Bild 7: Falsch ausgeführter Erdanschluss von Überspannungsschutz über der zu schützenden Elektronik**



**Bild 8: Richtig ausgeführter Erdanschluss des Überspannungsschutzes zur zu schützenden Elektronik**

Verbindung mit dem gefährdeten Kabel).

Die Blitzstromableiter des Typs 1 werden beim Gebäudeaustritt (Blitzschutzzone LPZ) installiert. In einem Schaltschrank oder einer UV dürfen sich nur Blitzstromableiter mit den gleichen Bedingungen befinden, die im Abschnitt

Überspannungsschutz in Schaltschränken beschrieben ist.

## Überspannungsschutz für die Informationstechnik

Die vorher genannte Problematik besteht nicht nur bei SPDs in Verteilern mit Tragschienen, sondern auch bei der Erdung der Montagebügel für die LSA-Plus-Anschluss-technik. Bei einem Gutachten wurden beispielweise Hunderte Überspannungsschutz-Schutzstecker und -Schutzblöcke in LSA-Plus-Anschluss-technik entdeckt, bei denen die Montagebügel nicht geerdet waren, weil sie auf PVC-Platten befestigt wurden. Somit waren alle SPDs außer Betrieb.

Die Hersteller von Montagebügeln bieten nicht immer vorbereitete Anschlussmöglichkeiten im Montagebügel an. Sind die Montagebügel auf PVC-Platten oder in Original-Gehäusen für die LSA-Plus-Anschluss-technik installiert, benutzen die Monteure oft die Befestigungsschrauben als Erdungsanschlußschrauben, was nicht fachgerecht ist.

Die Erddrahtleisten zum Anschluss von Erdleitungen oder Schirmen (alternativ Reserve-Adern) sollten am Montagebügel immer die ersten Anschlüsse in Installationsrichtung sein. Ist die (rote) Erddrahtleiste an der am weitesten entfernten Stelle des Montagebügels installiert, können die evtl. vorher nicht geerdeten Schirme oder Adern Kopplungen durch ihre Länge verursachen.

Die vorn gegebene Information über fehlerhafte SPD-Anschlüsse der Energieversorgung durch zu lange Verbindungen gilt auch für SPDs informationstechnischer Systeme.

Ein weiterer häufig zu findender Fehler ist die falsche Erdung der SPD vor der zu schützenden Elektronik (Bild 7). Mit dieser Anschlussart entsteht eine »Zusatzspannung« an den Leitungswegen, da der abgeleitete Strom des Schutzgerätes in Richtung der zu schützenden Elektronik und dann erst zur Erde fließt. Die Zusatzspannung addiert sich zur Restspannung der SPD, was eine Erhöhung des Schutzspannungsniveaus verursacht. Mit den abgeleiteten Strömen über die zu schützende Elektronik können auch neue Einkopplungen verursacht werden.

Die richtige Ausführung der Installation der SPD zeigt Bild 8. Wird nur der SPD geerdet, hat die entstehende Zusatzspannung der Erdungsleitung keinen Einfluss auf das Potential der zu schützenden Elektronik. Ein alternativer



PE-Anschluss bei der Elektronik verschlechtert die Anschlussart nicht.

Manchmal findet man die Potentialausgleichsleiter (Erdungsleiter) aber noch auf der geschützten Seite der SPDs angeschlossen vor, was falsch ist (Bild 9, links). Hier kann es zu einer neuen induktiven Einkopplung zwischen der geschützten Leitung und dem Potentialausgleichsleiter kommen. Eine ungefährliche und damit zu empfehlende Ausführung zeigt Bild 9, rechts. Die beste Abhilfe gegen neue Einkopplungen ist immer die Abschirmung der geschützten Leitungen.

Es wird oft vergessen, nicht benutzte Adern zu sichern. Sie müssen aber entweder mit Ableitern geschützt oder geerdet werden. Durch nicht »behandelte« Adern können Überspannungen in die »geschützten« Anlagen verschleppt werden. Nur die koordinierten Schutzmaßnahmen entsprechen den anerkannten Regeln der Technik und gewährleisten, dass die Anlage auch nach einem Blitzschlag weiter arbeiten kann.

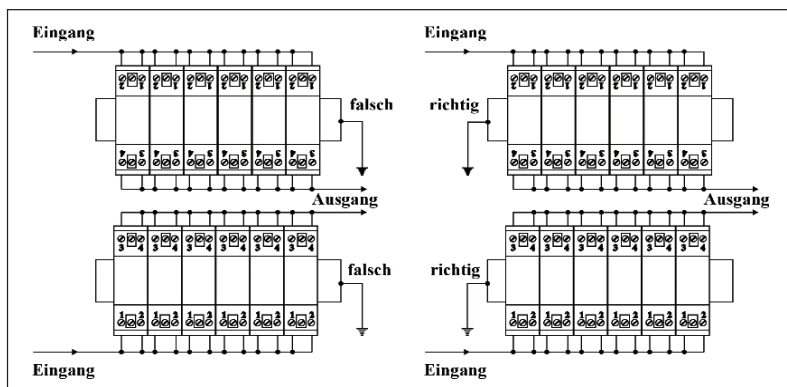
## Geräteschutz

In Feldern mit Steuerungen installiert man weitere Überspannungsableiter. Für Elektronik ist es aber wichtig, wenn die Überspannungsableiter/Filter sich in der Nähe der geschützten Einrichtung befinden (eine häufige Fehlerquelle). Bei großer Entfernung beeinflussen Kopplungen die geschützten Adern. Eine Aderschirmung und beidseitige Erdung ist daher unabdingbar.

Wenn es sich nur um die Filterung und kleine Überspannungen handelt und der Überspannungsableiter oder der Filter direkt vor der geschützten Einrichtung installiert ist (innerhalb des Schrankes oder Verteilers), dann soll für die Überspannungsableiter oder Filter die Metallmasse, an der die Einrichtung installiert ist als Erdungsmaterial benutzt werden. Natürlich muss bei PVC-Schränken die Erdungsleitung benutzt werden, aber dann darf der Erdungsdraht keine Kopplungen in die geschützten Einrichtungen verursachen.

## Zusammenfassung

Nicht nur gute Blitz- und Überspannungsschutzgeräte alleine, sondern natürlich auch die richtige in den Normen beschriebene Anschlussart der Schutzgeräte gewährleistet den vorgeschriebenen maximalen Spannungspegel der geschützten Anlage.



**Bild 9: links: Erdungsleiter auf der geschützten Seite kann bei schlechter Ausführung neue Einkopplungen verursachen; rechts: Erdung der Überspannungsschutzgeräte auf der ungeschützten Seite kann bei richtiger Installation keine neuen Einkopplungen verursachen**

## Literatur

- [1] Kopecky, V.: »Nur ein Fundamenterder?«, »de« 13-14/2005 S. 45 ff.
- [2] Kopecky, V.: »EMV-taugliche Elektroinstallation (1) – Planung, Blitzschutzkonzepte und Potentialmaßnahmen«, »de« 19/2005, S. 46 ff.
- [3] Kopecky, V.: »EMV-taugliche Elektroinstallation (2) – Netzsysteme und Schutzmaßnahmen«, »de« 20/2005, S. 48 ff.
- [4] Kopecky, V.: »EMV im Schaltschrank«, »de« 9/2006, S. 26 ff.
- [5] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-09 Installation von Kommunikationsverkabelung; Teil 2: Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden
- [6] Vornorm DIN V VDE 0100-534 (VDE V 0100 Teil 534): 1999-4 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Überspannungs-Schutzeinrichtungen

[www.kopecky.de](http://www.kopecky.de)