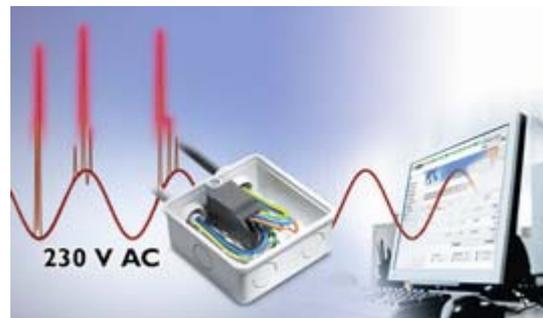


Spannungsspitzen (zer-)stören die Energieversorgung

Erkennen, vorsorgen, vermeiden

Zu den Grundvoraussetzungen der elektrotechnisch vernetzten Gebäudeinstallation gehört die sichere Energieverteilung. Überspannungsschäden, die aus Spannungsspitzen resultieren, schädigen die informationstechnischen Geräte, führen zu Datenverlust und beeinträchtigen den Betriebsablauf. Brandmelde- und Zugangskontroll-Anlagen werden außer Kraft gesetzt, und bei Photovoltaik-Anlagen verlängert ein defekter Wechselrichter die Amortisierungszeit. Spannungsspitzen kann man allerdings erkennen und durch Vorsorge-Maßnahmen abwenden (Aufmacherbild).



Blitze als Ursache von Spannungsspitzen

Gewitter - und die damit verbundene Einschlaggefahr von Blitzen - sind eine der Hauptursachen für Spannungsspitzen in elektrotechnischen Anlagen. Etwa 1,5 bis 2 Millionen Blitze pro Jahr werden in Deutschland registriert, und die Schäden sind beträchtlich: Zerstörte Geräte, beschädigte Betriebs- und Datentechnik, Ausfall der Anlage. Nur etwa 1 Prozent der gemessenen Blitze weisen Stromspitzen von bis zu 200 kA auf (Bild 1). Dennoch müssen Elektroinstallationen – vor dem Hintergrund der Risikobewertung - vor dem hohen aber seltenen Blitzstrom geschützt werden.

Die entstehende Spannungsspitze hängt vom Erdübergangs-Widerstand ab, den der Blitzstrom auf dem Weg zur Erde passiert. Je niedriger der Erdübergangs-Widerstand, desto geringer ist die auftretende Spannungsspitze. Hat eine Elektro-Anlage einen Erdübergangs-Widerstand von nur 2Ω - was allerdings in der Praxis kaum vorkommt - beträgt die Spannung 400.000 Volt:

$$U = I \times R = 200.000 \text{ A} \times 2 \Omega = 400.000 \text{ V}$$

50 Prozent der auftretenden Blitze besitzen dagegen einen Spitzenstrom von 30 kA, hier kann bei einem Erdübergangs-Widerstand von 2Ω immerhin eine Spannung von 60 kV auftreten.

Schalthandlungen als Ursache von Spannungsspitzen

Überspannungen infolge von Schalthandlungen sind zwar häufiger als Blitz-Überspannungen – allerdings sind die Schäden weniger spektakulär. Wie groß die Schäden am Gerät sind, spielt allerdings keine Rolle, denn auch ein leicht beschädigtes oder beeinträchtigttes Gerät reduziert die Verfügbarkeit einer Anlage. Schon beim Schalten von gängigen Endgeräten – wie Leuchtenbänder, Drucker oder Motoren - treten Spannungsspitzen auf (Bild 2).

Bemerkenswert bei der Messung während eines Schaltvorganges ist, dass zwischen Neutral-Leiter und Erdpotential hohe Spannungsspitzen von bis zu 4 kV auftreten, obwohl nur der aktive Leiter geschaltet wird. Auf dem aktiven Leiter entstehen Spannungsspitzen von 6 kV und mehr. Die Messung verdeutlicht, dass Geräte nicht nur durch Spannungsspitzen über die aktiven Leiter beeinflusst werden können. Auch über den Neutral-Leiter und den PE-Anschluss können Überspannungen bei einer Schalthandlung in ein Gerät und somit an die Elektronik gelangen. Schutzgeräte wie „Maintrab“ oder „Blocktrab“ berücksichtigen für

einen optimalen Schutz stets alle Leitungen eines Gerätes. Jede Spannungsspitze wird somit auf geräteverträgliche Werte von unter 1,5 kV in jedem Leiter begrenzt.

Nun sollten 230 V-Geräte Spannungsspitzen zwischen 1 und 2,5 kV vertragen - entsprechend der Überspannungs-Kategorie. Aber durch gleichzeitiges Schalten von Endgeräten - etwa Leuchtenbänder, Computer und Drucker - können Spannungsspitzen überlagert werden und auf ein Vielfaches von 2,5 kV anwachsen. In diesem Fall wird die Elektronik in einem Gerät in Bruchteilen von Sekunden zerstört.

Nun soll keinesfalls der Eindruck entstehen, dass jedes Schalten von Geräten massive Störungen nach sich zieht. Langzeitmessungen haben ergeben, dass im Schnitt die Spitzenwerte von Spannungen in einer 230 V-Stromversorgung von 2,5 bis 6 kV reichen. Für die zerstörende Wirkung sind das gleichzeitige Auftreten von Schalthandlungen sowie die Dauer der Spannungsspitze verantwortlich. Detaillierte Informationen zu Spannungsspitzen und Häufigkeit hierzu finden sich in der DIN VDE 0184.

Spannungsspitzen nachweisen

In einer Elektro-Anlage können Spannungsspitzen mit einem Oszilloskop oder einem Netzanalyse-Gerät dargestellt werden, Spannungsspitzen werden so bei Langzeit-Messungen sichtbar gemacht. Gemessen werden kann auch mit einem Impulzzähler, der Spannungsspitzen ab einem eingestellten Schwellwert mittels Messwandler aufzeichnet.

Allerdings ist die Aussagekraft solcher Messungen mit Vorsicht zu genießen. Man erkennt zwar die Spannungsspitzen, und man kann sie auch zur Risikobewertung heran ziehen. Entscheidend ist aber nicht die Häufigkeit der Spannungsspitzen, sondern die enthaltene zerstörerische Energie. Und da genügt schon ein einziger Impuls, um das Gerät vollständig zu zerstören.

Nun kann es durchaus passieren, dass man zwar die Spannungsspitzen aufgezeichnet hat, dabei aber gleichzeitig ein für den Produktionsprozess wichtiges Endgerät zerstört wurde. Hier ist die Vorsorge mittels Überspannungsschutz wichtiger als ein aufwendiges Monitoring-System. Sichere Ergebnisse über Aufzeichnungen von Spannungsspitzen in verschiedenen Anlagen kann man ebenfalls der DIN VDE 0184 entnehmen. Dort sind Spitzenwerte, Häufigkeit und Verteilung für alle relevanten Spannungs-Einkopplungen detailliert aufgeführt. Beobachtet wurden dabei unter anderem Bürogebäude, Industrie-Anlagen und Netzverteilungs-Systeme.

Zerstörungen durch Überspannungen erkennen

Der sicherste Nachweis einer Überspannung ist ein zerstörtes Gerät selbst. Schaut man sich zerstörte Geräte an, ist der Überspannungsschaden – anders als bei einer Überlast oder bei einer dauerhaft zu hoch anliegenden Nennspannung - deutlich erkennbar. Bei einer Überspannung ist auf Teilen der Elektronik eine „kalte“ Explosion zu erkennen, während eine dauerhaft zu hohe Spannung „heiße“ Brandspuren verursacht. Von außen sind diese Schäden am Gerät kaum erkennbar, aber der Fachmann stellt derartige Schäden sofort fest. Ein eindeutiger Nachweis der Schäden durch Spannungsspitzen ist beispielsweise für Gutachten im Versicherungsfall erforderlich (siehe auch Kastentext).

Zuverlässiger Schutz vor Spannungsspitzen

Eine wichtige Schutzmaßnahme vor häufig auftretenden Schalt-Spannungsspitzen ist der Einbau von Überspannungs-Ableitern des Typ 3. Phoenix Contact bietet hier den Ableiter „Maintrab“ als Adapter für die Steckdose an. Der Schutz kann auch direkt in das zu schützende Endgerät oder in die Installationsdose eingebaut werden – wie bei „Blocktrab“

(Bild 3). Ein umfassendes, mehrstufiges Überspannungsschutz-Konzept schützt sowohl vor Blitz-Einkopplungen, auch wenn diese vergleichsweise selten auftreten, sowie vor selbst erzeugten Überspannungen durch Schalthandlungen. Empfehlenswert für die Stromversorgung ist ein mehrstufiges Schutzkonzept aus drei Komponenten:

- Typ 1: Blitzstrom-Ableiter in der Haupteinspeisung
- Typ 2: Überspannungs-Ableiter in der Unterverteilung
- Typ 3: Geräteschutz direkt vor dem Endgerät

Fazit

Spannungsspitzen mit Störpotential gibt es in jeder elektrotechnischen Anlage. Dabei treten Überspannungen durch Schalthandlungen häufiger auf als Blitzeinkopplungen. Spannungsspitzen können zwar durch Messungen ermittelt werden, aber nur die Vorsorge mittels Überspannungsschutz-Konzept sorgt für die erforderliche hohe Verfügbarkeit einer Elektro-Anlage. Kastentext

Überspannungen erkennen und verhindern

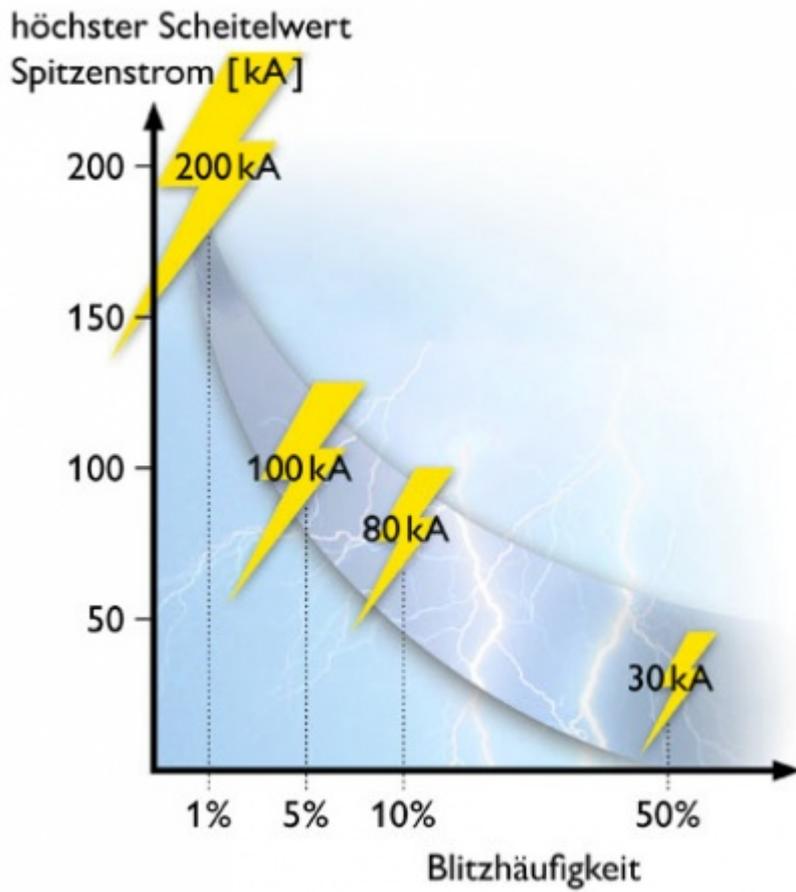
Drohende Überspannungsschäden müssen vom Fachmann erkannt und mittels Schutz in der Elektro-Anlage verhindert werden. Vor kurzzeitigen Spannungsspitzen – so genannten Transienten - schützen Überspannungsschutz-Geräte. Vor temporären oder dauernden Überspannungen schützen spezielle TOV-Schutzgeräte (Temporary Over Voltage).

Spuren einer transienten Überspannung (Bild 4a)

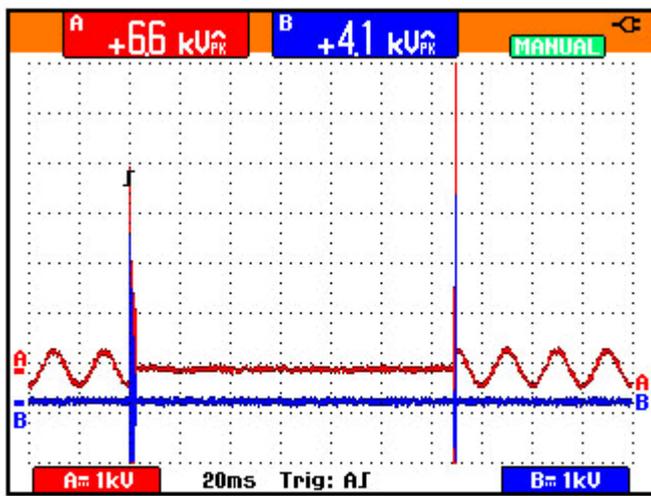
- Sichtbare Überschläge anhand von schwarzen Spuren auf Platinenbahnen oder Steckverbindungen, keine Blasenbildung auf der Platine
- Explodierte elektronische Bauteile - Widerstände, Halbleiter, Schaltkreise
- Verbogene Anschlussdrähte der zerstörten Bauteile – zum Beispiel Widerstände
- Explodierte Schaltgeräte - Sicherungen und RCD-Geräte
- Lokale Durchschläge von einer Kabel-Isolierung
- Sicherung löst nicht aus – mit wenigen Mikrosekunden ist der Impuls zu kurz

Spuren einer dauerhaften Überlastung (Bild 4b)

- Sichtbare Brandspuren und Hitze-Entwicklung durch Blasenbildung auf Platinen
- Geschmolzene Teile der Isolierung von Leitungen
- Längere Hitze-Einwirkung an Gehäuseteilen, Verformungen
- Verbrannte elektronische Bauteile wie Widerstände und Kondensatoren
- Vorgeschaltete Sicherungen können auslösen

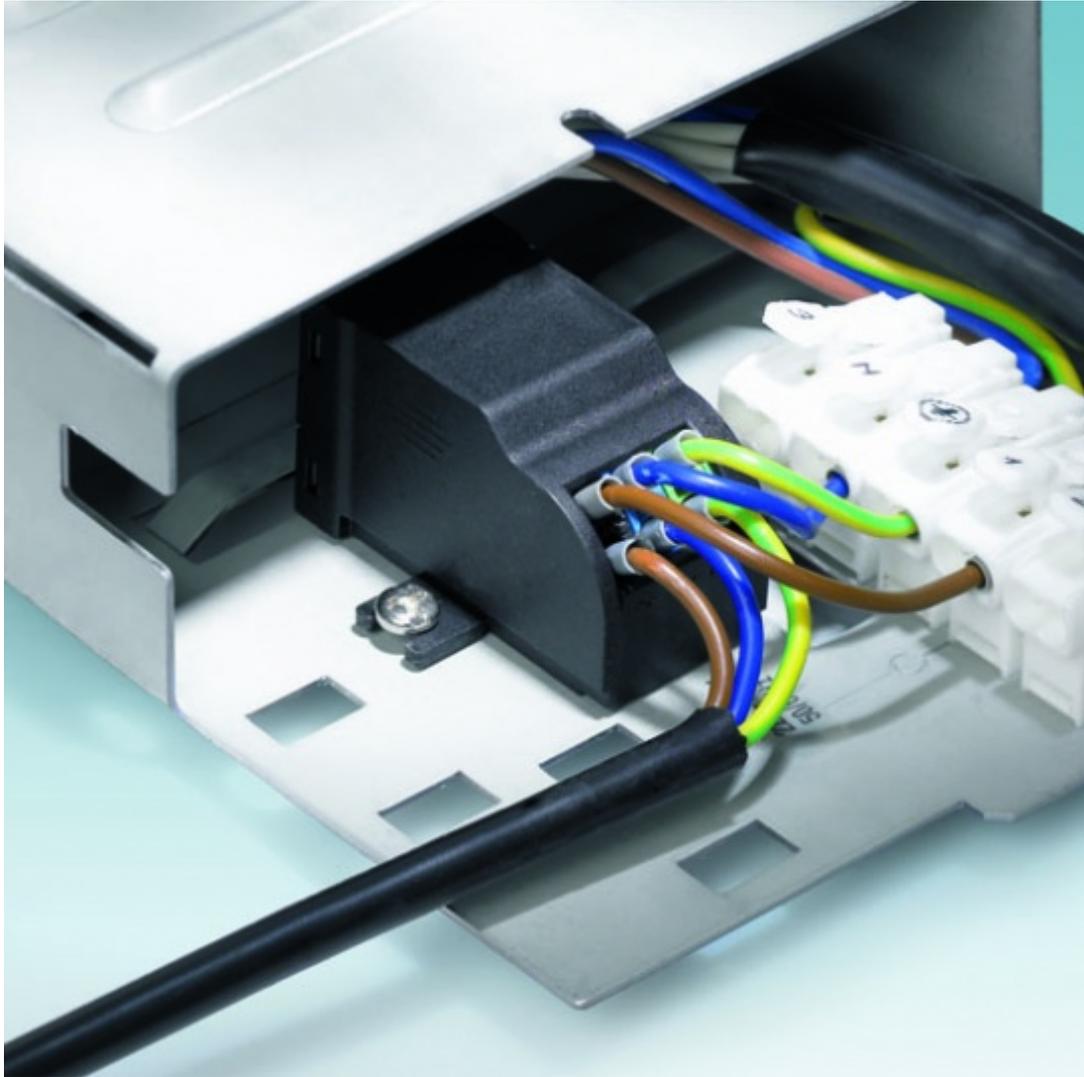


Weniger als ein Prozent der Blitze haben einen Spitzenwert von 200 kA - mit einer Häufigkeit von 50 Prozent wird bei allen registriert Blitzeis schlägen der Strom-Spitzenwert von ca 30 kA gemessen (Bild 1)

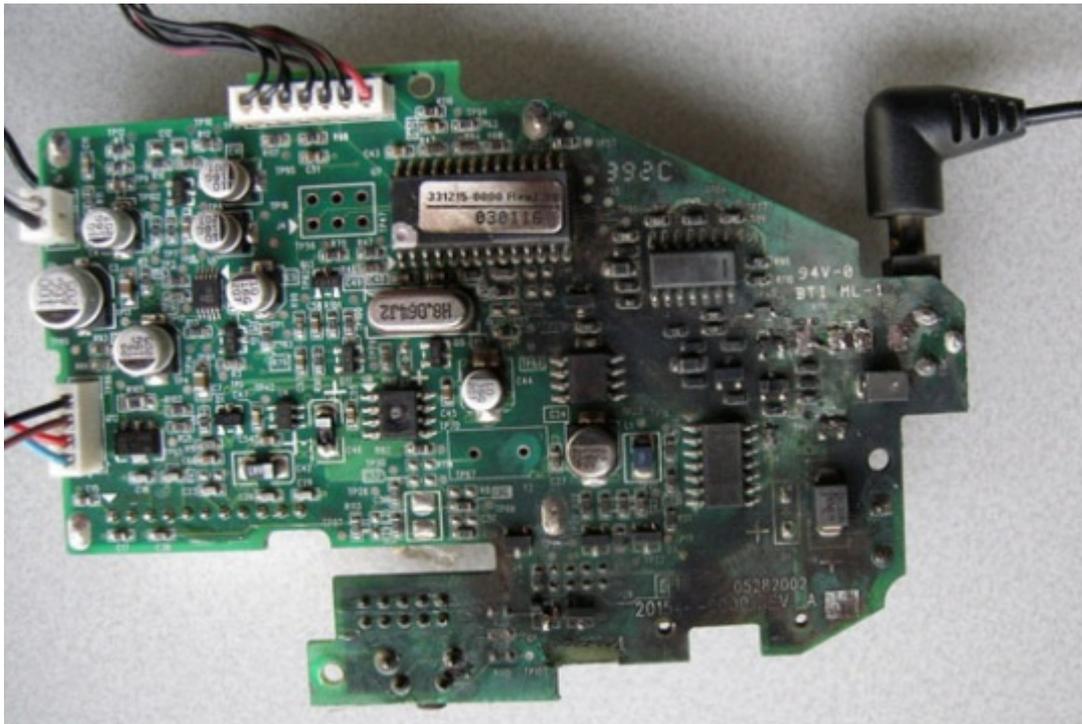


rot: U L1 - N
 blau: U N - PE

Das Oszilloskop zeigt den Spannungsverlauf eines Ein- und Aus-Schaltvorganges bei einem 230 Volt-Endgerät mit den resultierenden Spannungsspitzen zwischen L-N [A] und N-PE [B] (Bild 2)



Überspannungsschutz-Geräte vom Typ 3 wie Blocktrab bieten den besten Schutz vor Schalt-Überspannungen – installiert werden sie direkt im Endgerät oder in einer Geräte-Anschlussdose vor einem Gerät (Bild 3)



Überspannungs-Einkopplungen hinterlassen Spuren: Ein kurzzeitiger Überspannungsimpuls zeigt Spuren von Leiterbahnen-Überschlägen und einen explodierten Schaltkreis (Bild 4a)



Eine dauerhaft anliegende Überspannung zeigt deutliche Überlastungen der Elektronik und Brandspuren auf einer Switch-Platine (Bild 4b)