

DI Siegfried Flamisch
Sachverständiger für Elektrotechnik
Abteilungsvorstand an der HTBLA Eisenstadt

Die professionelle Stromversorgung von EDV-Anlagen

Bei meiner Tätigkeit als Sachverständiger für Elektrotechnik musste ich immer wieder feststellen, dass bei der Planung und Ausführung von EDV-Anlagen die Stromversorgung oft recht stiefmütterlich behandelt wurde, und es in der Folge zu teuren Ausfällen und Schäden kam.

Um dies zu vermeiden, sollen im Folgenden die wichtigsten Störungen und die Gegenmaßnahmen dazu dargestellt werden. Da dies auch für „elektrotechnische Laien“ halbwegs verständlich sein soll, wurden manche technische Details bewusst einfacher dargestellt, als dies unter Fachleuten oft üblich ist.

Bei der Planung der Stromversorgung für eine EDV-Anlage müssen immer zwei Ideale angestrebt werden:

1. Bestmöglicher Schutz für den Anwender bei elektrischen Fehlern (ein geringes sicherheitstechnisches „Restrisiko“), und
2. Eine ausfallssichere, möglichst immer verfügbare Anlage.

Beide Forderungen lassen sich nicht gleichzeitig optimieren, manchmal widersprechen sie sich sogar. Die Einhaltung der sicherheitstechnischen Vorschriften ist aber auf alle Fälle gesetzlich verpflichtend und hat absolute Priorität.

Die häufigsten durch das Stromnetz verursachten Störungen in einer EDV-Anlage sind:

FALL 1:

Der LS¹ löst - ohne dass ein Gerät einen Kurzschluss aufweist - aus:

Variante 1a:

Beim Einschalten eines gesamten EDV-Anlagenbereiches mit mehreren Geräten löst unmittelbar danach der LS aus und unterbricht den Stromkreis wieder. Ursache: die angeschlossenen Geräte ziehen zu viel Einschaltstrom. Viele Elektrogeräte haben beim Einschalten eine erhöhte Stromaufnahme. Bei Transformatoren und Glühlampen ist dies allgemein bekannt. Weniger bekannt ist dies bei EDV-Geräten, obwohl auch – vor allem ältere - PC-Netzteile diesen Effekt zeigen. Es gehen z.B. auch Laserdrucker sofort nach dem Einschalten in einen Aufwärmmodus und nehmen dabei relativ viel Strom auf.

¹ LS: Leitungsschutzschalter (zum Überstrom- und Kurzschlusschutz, statt einer Schmelzsicherung). Sein „Bemessungsstrom“ („Nennstrom“) richtet sich vor allem nach dem Drahtquerschnitt der Leitung, die er schützen soll

Die Lösung:

Geräte nur einzeln einschalten (vor allem nach Stromausfällen); nicht Schutzrichtungen wie LS oder RCD² als „Hauptschalter“ verwenden!

Eine andere Lösungsmöglichkeit: vom Elektriker einen LS mit einer „trägen“ Abschaltcharakteristik („C“ statt „B“) einbauen lassen.

Variante 1b:

Schaltet der LS erst nach längerem Betrieb ab, so ist die Leitung im Dauerbetrieb überlastet. Hier bringt auch die Verwendung eines trägen LS vom Typ „C“ nichts.

Die Lösung:

Einzelne, nicht unbedingt benötigte Geräte abschalten oder auf andere Stromkreise aufteilen oder es muss der Querschnitt der Zuleitung verstärkt und diese höher abgesichert werden.

Zur überschlägigen Abschätzung der benötigten Gesamtstromstärke und damit der benötigten Leitungsquerschnitte und des „Bemessungsstromes“ des LS sollen die folgenden Überlegungen dienen:

Die typische Leistungsaufnahme eines modernen Desktop - PCs liegt im Betrieb bei etwa 300 W (nicht verwechseln mit der angegebenen maximalen abgebbaren Leistung des Netzteiles, z.B. 350 W). Ein klassischer 17-19 Zoll-Röhrenmonitor (CRT-Monitor) kommt auf rund 50 - 120 Watt , ein 15 Zoll LCD-Schirm nimmt typisch etwa 20 Watt auf. Notebook-PCs nehmen im Mittel etwa 50 - 70 Watt auf, Laserdrucker (kurzzeitig) bis zu 1500 Watt! Sicherer ist es aber, gleich am Typenschild oder in der Betriebsanleitung die Leistungsaufnahme abzulesen und für alle gleichzeitig betriebenen Geräte zu addieren!

Üblicherweise gibt man für die Gesamtleistungsberechnung dann noch mindestens 20% Sicherheitszuschlag dazu.

Da die Netzspannung 230 Volt und der Leistungsfaktor $\cos \phi$ bei EDV-Geräten ungefähr Eins ist, errechnet man die Gesamtstromstärke I einfach mit $I = P / 230$.

(I in Ampere, P in Watt oder VA).

Bei den üblichen Verlegungsarten in Gebäuden werden Zuleitungen mit einem Drahtquerschnitt von 1,5 mm² in der Regel mit max. 12A abgesichert (auch 10A oder 13A –Typen werden verwendet). Übersteigt der berechnete Strom diesen Wert, sind die Geräte auf entsprechend viele solcher 12A - Stromkreise aufzuteilen! Bei verlegten Drahtquerschnitten von 2,5 mm² wird in der Regel mit maximal 16A abgesichert – sinngemäß gilt dann dort dasselbe.

Aus Gründen der Betriebssicherheit sollten an den EDV-Stromkreisen keine Geräte wie Leuchtstoffröhren, Heizgeräte oder Motoren (Staubsauger!) betrieben werden, da diese (neben hochfrequenten Funkstörungen und Ableitströmen) auch sehr hohe Einschaltströme verursachen können!

Sinnvoll ist die gleichmäßige Aufteilung aller Stromkreise auf alle drei Phasen (L1 , L2 und L3) des Drehstromnetzes - dadurch werden einige der hier beschriebenen Störeffekte stark gemildert.

Wichtig: die hier gegebenen Erklärungen sollen lediglich das technische Verständnis fördern. Die beschriebenen Dimensionierungen oder sogar Umbauten dürfen nur von konzessionierten Elektrobetrieben durchgeführt werden!!!

² RDC: Residual Current Device; früher: Fehlerstromschutzschalter oder FI-Schalter oder „Trennwart“

FALL 2:

Der RCD (FI-Schalter) löst – ohne tatsächlichen Defekt eines Gerätes - aus:

Grund: durch die in vielen Netzteilen eingebauten Störschutzkondensatoren fließt immer (auch im Normalbetrieb) ein geringer Strom über den Weg „Phase – Kondensator- Schutzleiter – Erde“ ab. Die Stromstärke dieses „Ableitstromes“ kann bei PC-Netzteilen zwischen 0,5 und 2 mA liegen. Bei 10 parallel betriebenen PCs kann dies im schlechtesten Fall eine Summe von 20 mA ergeben. Ist ein RCD mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta N}$ (früher: „Differenzfehlerstrom“) von 30 mA (= 0,03A) vorgeschaltet, so kann dieser bereits auslösen, weil lt. Norm für RCDs die Auslösung zwischen 0,5 und $1 \times I_{\Delta N}$ erfolgen darf. Hier bringt übrigens auch das Vorschalten einer USV³ keine Lösung (sondern eher eine Verschlechterung), da auch die meisten USV-Netzteile solche Kondensatoren besitzen. Diese Kondensatoren sind übrigens technisch erforderlich, um andere, so genannte „EMV⁴-Vorschriften“ einzuhalten.

Lösung:

Die nahe liegende Verwendung eines „stärkeren“ RCDs (handelsüblich mit $I_{\Delta N} = 0,1A$ oder $0,3A$) scheidet aus sicherheitstechnischen Gründen aus. In dem normalerweise bei uns verwendeten Versorgungssystem müssen seit einigen Jahren alle Steckdosenkreise mit einem RCD mit $I_{\Delta N} = 30$ mA geschützt werden!

Eine technisch saubere (aber teure) Lösung ist daher nur durch Aufteilen der Stromkreise auf möglichst viele getrennte 30 mA - RCDs möglich (siehe Abbildung 1). Ist diesen in der davor liegenden Leitung bereits ein anderer RCD vorgeschaltet (dies ist sicherheitstechnisch zulässig und sogar empfehlenswert), so sollte dieser durch einen verzögert auslösenden „S“ - Typ mit z.B. $I_{\Delta N} = 0,1A$ ersetzt werden, damit er im Falle der Auslösung eines nachgeschalteten 30mA-RCDs nicht auch alle anderen Stromkreise mit abschaltet (das Prinzip der „Selektivität“ ist anzustreben).

Auch hier muss aber die Summe aller Ableitströme aller nachgeschalteten Geräte berücksichtigt werden, damit es nicht zur Auslösung des vorgeschalteten RCDs kommt!

Neuere PC-Netzteile mit PFC⁵ haben zwar meist eine höhere Leistungsaufnahme, aber wesentlich geringere Ableitströme als ältere Typen, weil die hochfrequenten Störspannungsanteile auf der Netzseite durch die PFC verringert werden. Dies gilt auch für USVs (Unterbrechungsfreie Stromversorgungen) mit PFC. Das Problem mit den abschaltenden Fehlerstromschutzschaltern wird dadurch in Zukunft voraussichtlich etwas gemildert werden.

Netzteile für Notebook-PCs sind normalerweise schutzisoliert, d.h. sie haben gar keinen Schutzleiteranschluss auf ihrem 2-poliger Netzstecker, und es können daher diese Ableitströme gegen Erde gar nicht fließen. Dort tritt daher dieses Problem prinzipiell nicht auf.

³ USV: Unterbrechungsfreie Stromversorgung (engl. „UPS“)

⁴ EMV: Elektromagnetische Verträglichkeit. Sammelbegriff dafür, wie ein elektrisches Gerät andere stört oder selbst durch andere gestört wird.

⁵ PFC: Power Factor Correction (Korrektur des Leistungsfaktors) Beeinflusst die Stromaufnahme des Netzteiltes so, dass netzseitig weniger Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung und weniger hochfrequente Störsignale auftreten (betrifft die nichtsinusförmigen Frequenzanteile > 50 Hz)

FALL 3:

Störungen oder Schäden durch Überspannungen:

Überspannungen können auf unterschiedlichste Weise entstehen. Am häufigsten führen sogenannte „indirekte Blitzschläge“ zu Zerstörungen, wenn z.B. ein Blitz in der Nähe eines Gebäudes in eine Freileitung einschlägt.

Vorweg zur Ernüchterung: es ist mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht möglich, ein elektrisches Gerät 100%-ig gegen jede Art von Überspannung zu schützen!

Je näher am Gerät ein Blitzeinschlag stattfindet, desto größere Energien werden freigesetzt. Es kann im Nahbereich dabei zu Spannungen von Millionen Volt und zu Stromstärken im Bereich von einigen hunderttausend Ampere kommen.

Glücklicherweise verlieren solche Energieentladungen bei ihrem Weg über die Leitungen rasch an Energie, vor allem, wenn Sie auf ihrem Weg zu unserer EDV-Anlage über geeignete „Ableiter“ zur Erde abfließen können.

Trotzdem hat man bei Blitzeinschlägen in eine 2 km entfernte Freileitung an den Steckdosen eines Hauses kurzzeitig Spannungsspitzen von einigen tausend Volt gemessen. Dies führt bei Elektronikbaugruppen – und zwar meist in den Netzteilen - zu Durchschlägen bei Isolationsschichten und damit zum Defekt. Blitze können aber auch direkt in Telefonleitungen oder Ableitungen von SAT-Antennen einschlagen. Zur „induktiven Einkopplung“ von hohen Störspannungen in ein Datenkabel reicht es sogar, wenn dies einige Meter parallel zu einer vom Blitz getroffenen Stromleitung verläuft (z.B. in einem parallel geführten Kunststoffrohr!) Dann bringt auch der gute Ratschlag nichts, vor einem Gewitter den Netzstecker vom PC zu ziehen, wenn die Überspannung auf anderen Wegen ins Gerät gelangt!

Ein umfassender und guter Schutz gegen Überspannungen ist daher eine relativ teure und technisch sehr komplexe Sache.

Absoluter Unsinn ist es, wenn „Fachleute“ behaupten, durch den Einbau eines 10 € - Überspannungsschutz - Zwischensteckers sei ein PC hinreichend vor Überspannungen geschützt.

Dieser sogenannte „Feinschutz“ (D-Ableiter) hilft nur bei sehr energieschwachen Störungen. Damit er überhaupt bei höheren Energien wirksam sein kann, muss schon bei der Eintrittsstelle in die Hausanlage ein Teil der Energie zur Erde abgeleitet werden.

Optimal ist ein Schutzkonzept mit 4 räumlich richtig verteilten Stufen. Im Fachjargon spricht man daher von A-, B-, C- und D - Ableitern.

Es müssen auch Datennetz-, Telefon- und SAT-Leitungen – am besten schon beim Eintritt in das Gebäude - entsprechend geschützt werden. Auf Abbildung 1 ist das Prinzip dargestellt.

Überspannungen infolge indirekter Blitzschläge treten natürlich häufiger bei Freileitungen auf. Es können sich die Störungen in Folge aber ohne weiteres auch über ein dort angeschlossenes Erdkabel ausbreiten, daher sollte auch in diesem Falle nicht ganz auf einen Überspannungsschutz verzichtet werden.

FALL 4:

PCs gehen ohne Zutun des Bedieners in den RESET und starten danach neu.

Da Problem liegt hier oft an kurzzeitigen Einbrüchen oder sogar kompletten Ausfällen der Netzspannung. Falls die Raumbelichtung dabei „flackert“ ist dies ein typisches Symptom dafür. Diese Störungen müssen nicht immer aus dem äußeren

Versorgungsnetz kommen, oft werden sie auch von großen Verbrauchern im Haus selbst verursacht (Elektrische Heizungen, große E-Motoren, usw.)

Lösung:

Hier hilft nur ein „Energiespeicher“ in Form einer USV („USV“ = Unterbrechungsfreie Stromversorgung, englisch „UPS“ = Uninterruptable Power Supply).

Bei Netzausfällen bezieht sie den Strom für einige Minuten aus einem eingebauten Akku. Für Desktop PCs reicht üblicherweise eine Nennleistung von 400 VA aus, wenn keine Drucker etc. daran angeschlossen sind (was auch nicht unbedingt notwendig ist). Für Server sollte man unbedingt Typen mit höherer Leistung, sinusförmigem Ausgangsstrom und einer Schnittstelle (RS-232 oder USB) zum gezielten Herunterfahren bei längerem Stromausfall vorsehen. Es werden heute fast ausschließlich sogenannte „Online-Typen“ angeboten, die ständig am Netz liegen und dabei den PC versorgen. Zu beachten ist allerdings, dass die eingebauten Akkus eine begrenzte Lebensdauer haben. Üblicherweise kann man bei richtiger Behandlung (keine Tiefentladung, etc.) von einer Lebensdauer von mindestens 5 Jahren ausgehen. Soll das ganze Datennetz in Betrieb bleiben, sind selbstverständlich auch USVs für alle Hubs, Switches und Router vorzusehen (Nennleistung >50 VA).

Entgegen einer allgemeinen (vor allem von Verkäufern gerne vertretenen) Meinung schützt auch eine USV nicht vor hohen Überspannungen, wenn nicht entsprechende zusätzliche Maßnahmen in der Anlage getroffen sind (siehe oben).

ZUSAMMENFASSUNG:

Eine wirklich störungssichere Stromversorgung bedarf eines hohen Aufwandes und einer gewissenhaften Planung. In Summe kommt das aber immer noch wesentlich günstiger als die Kosten, die dann entstehen, wenn z.B. ein naher Blitzeinschlag wirklich einmal die ganze EDV lahm legt.

Leider wird meiner Erfahrung nach von einigen Elektro-Installationsbetrieben nicht immer genügend auf diesen Sachverhalt hingewiesen – vielleicht aus eigenem Interesse?

Man kann dem Kunden in einer Gegend mit hoher Gewitterhäufigkeit ja dann alle zwei Jahre ein neues Telefon, einen neuen SAT-Receiver ein neues Modem und einige neue PCs verkaufen – vor allem, wenn es sowieso die Versicherung bezahlt. Damit verdient man sicher mehr als beim einmaligen Einbau der Überspannungsableiter ...

Das mag jetzt vielleicht etwas sarkastisch klingen, es entspricht aber leider meiner beruflichen Erfahrung.

Zur Ehrenrettung der Elektroinstallateure muss aber gesagt werden, dass es auch genügend andere und sehr gute Fachbetriebe gibt, die in diesem Bereich wirklich professionell beraten und auch ausführen. Schwarze Schafe gibt es halt überall ...

Seien Sie bitte nur vorsichtig, wenn Ihnen jemand für 100 Euro den totalen Schutz ihrer sündteuren EDV-Anlage verspricht!

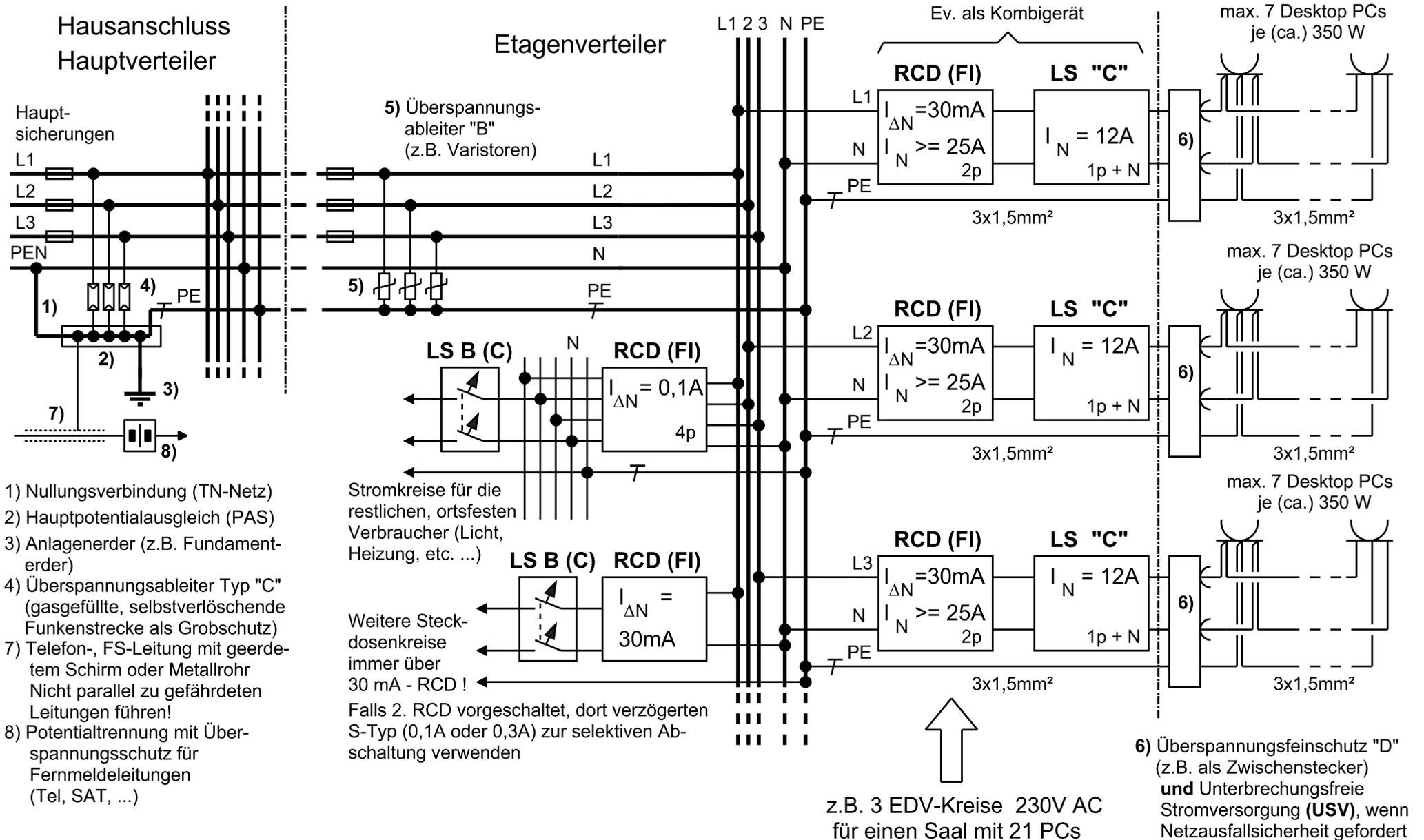
DI S. Flamisch

Die störungssichere Stromversorgung von EDV - Anlagen (mit Überspannungsschutz)

DI S. Flamisch 15.03.2003

SV für Elektrotechnik

E-Mail: siegfried@flamisch.at



- 1) Nullungsverbindung (TN-Netz)
- 2) Hauptpotentialausgleich (PAS)
- 3) Anlagenerder (z.B. Fundamente-erder)
- 4) Überspannungsableiter Typ "C" (gasgefüllte, selbstverlöschende Funkenstrecke als Grobschutz)
- 7) Telefon-, FS-Leitung mit geerdetem Schirm oder Metallrohr Nicht parallel zu gefährdeten Leitungen führen!
- 8) Potentialtrennung mit Überspannungsschutz für Fernmeldeleitungen (Tel, SAT, ...)