

„Spinnt“ der EIB ?

Stabiler Betrieb von EIB-Installationen

von Hans-Joachim Otto *

Sie haben es bestimmt auch schon erlebt - die gerade fertiggestellte EIB-Installation funktioniert nicht störungsfrei. Es kommt sogar im Extremfall zu unerklärlichen Defekten an Sensoren und Aktoren.

In der Folge suchen Sie den von Ihnen „installierten“ Fehler. Im Verlauf der Fehlersuche verbringen Sie viele Stunden beim Kunden - mehr gefrustet als Ihnen lieb ist. Die wirkliche Quelle der Störungen finden Sie (zunächst) nicht.

Derartige Probleme haben auch die Unternehmen, die LON-Systeme installieren, ebenfalls die LAN-Fraktion ist derart gebeutelt.

Aus der täglichen Sachverständigen-Praxis mit Schaden- und Störungsfällen haben sich in den letzten Jahren fundierte Erkenntnisse ergeben, die viele Störungen in Netzwerken und Datenübertragungseinrichtungen verschiedenster Art mit sehr großer Wahrscheinlichkeit an ihrer Quelle konkret lokalisieren lassen. Störungen dieser Art werden unter dem Oberbegriff EMV - Elektromagnetische Verträglichkeit - zusammengefasst. Elektronische Systeme sollen in ihrer Umgebung störungsfrei funktionieren und auch andere Systeme nicht stören. Die störungsfreie Funktion ist in vielen Fällen nicht ohne weiteres gegeben.

In der täglichen Praxis treten immer wieder die gleichen Effekte auf, sie sollen daher einmal zusammengefasst aufgeführt werden, vielleicht finden Sie sich wieder:

- Nicht nachvollziehbare Fehler in Datenübertragungssystemen (Ethernet, Gebäudeleittechnik - EIB & LON, Fernwirktechnik, SPS)
- Arbeitsplatzrechner- und System-Abstürze
- Zittern der Bildschirmanzeige
- Drucker-Fehler
- Verlangsamung bis Stillstand der Datenübertragung im lokalen Netzwerk (LAN)
- Auslösung von Alarmanlagen, Feuermeldern
- Korrosion von Rohrleitungen und Erder-Leitungen
 - Rohrfraß bis zu Leckagen
 - nicht zuzuordnende Fehler und unlogisches Verhalten von elektronischen Anlagen, Geräten usw.

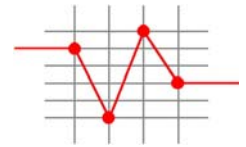
* Hans-Joachim Otto

ö.b.u.v. Sachverständiger für
Technik und Systeme der
Informationsverarbeitung

Weitere Infos:

www.sv-hjotto.de

Dieser Artikel soll helfen, die Probleme zu verringern. Das Thema ist allerdings so umfangreich, dass Sie nach der Lektüre nicht sofort zum EMV-Fachmann avancieren. Die regelmäßige Beschäftigung mit dem EMV-Problem und vor allem praktische Erfahrungen sind unabdingbar.



Allgemeines zur Stromversorgung

Die EMV-Probleme liegen in vielen Fällen in der (oft historisch gewachsenen) Stromversorgung begründet, da diese heutigen Anforderungen (zu) häufig nicht mehr gerecht wird.

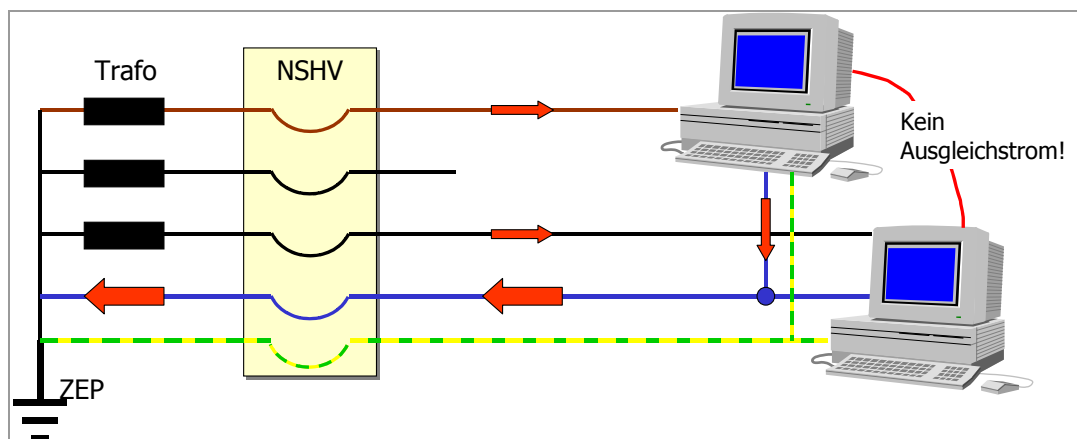
Um die weiteren Ausführungen besser verstehen zu können, werden zunächst die elektrotechnischen Grundlagen kompakt dargestellt, die zum weiteren Verständnis notwendig sind.

Geregelter Stromfluss

Die Spannungsversorgung besteht grundsätzlich aus drei Phasen und einem Rückleiter. Dazu ist ein (Soll: separater) Leiter notwendig, der als Schutzleiter z.B. den Berührungsschutz von Personen an Geräten sicherstellen soll. Dieser Leiter wird für die Spannungsversorgung der angeschlossenen Verbraucher nicht benötigt.

Die Ströme fließen über die Phasen zu den verschiedenen Verbrauchern und über den Rückleiter wieder zurück. Quelle und Ziel des geschlossenen Stromkreises (u.a. Kirchhoffsches Gesetz) ist z.B. ein Transformator beim Energieversorger. Der Schutzleiter ist an geeigneter Stelle (ZEP – Zentraler Erdungspunkt) mit der Gebäudeerde (z.B. über die Potenzial-Ausgleichschiene) verbunden.

Die nachfolgende Grafik zeigt diese Grundlage:

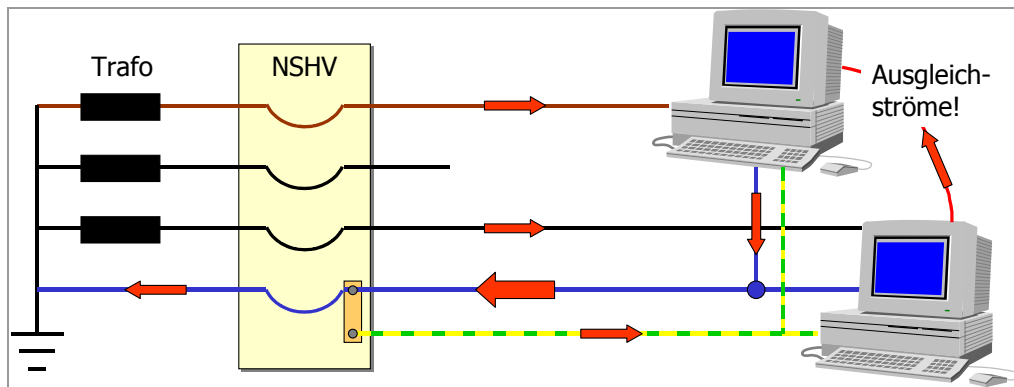
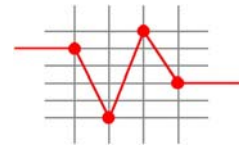


Die im Kabel zum Verbraucher (hier als PC dargestellt) hin- und zurückfließenden Ströme müssen eigentlich gleich sein. Mit einem geeigneten Strommesser (Stromzange - berührungs- und kontaktlose Messung) kann dieser Soll-Zustand überprüft werden.

Undefinierte Ströme

Abweichungen von diesem Soll-Zustand entstehen in der Regel durch eine Elektro-Installation, die nicht den aktuellen Normen und Erkenntnissen entspricht und damit als EMV-ungeeignet bezeichnet werden muss. Dann entstehen so genannte „vagabundierende“ Ströme, die sich über alle geeigneten und nicht geeigneten Leiter im Gebäude ausbreiten.

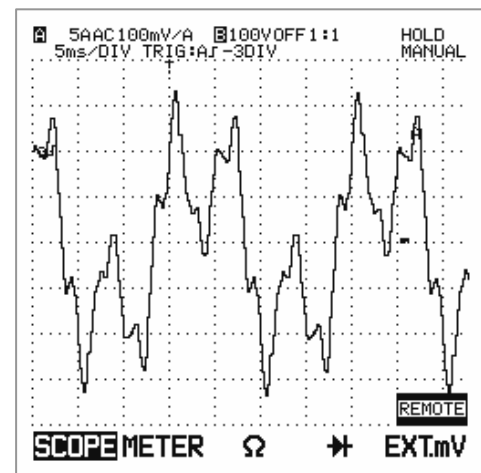
Diese Stromflüsse zeigt die nachfolgende Grafik:



Eine vom sich einstellenden Stromverlauf ungeeignete Aufteilung von PEN zu N und PE in einer Unterverteilung - so wie die obige Grafik zeigt - ist immer wieder vorzufinden. Dieses „aus 4 mach' 5“-Prinzip führt zu Arbeitsströmen auf dem PE-Leiter. Dort haben sie aber nichts zu suchen.

Die Zeit, wo sich die drei Phasen strommäßig auf dem Rückleiter „aufheben“ konnten, ist längst vorbei.

Die Grafik rechts zeigt einen typischen Rückleiterstrom (rund 30 A Spitze-Spitze) aus einer Büro-Etage mit normalem PC-Anteil, der sich schon auf das PE-System (hier gemessen) verbreitet hatte.



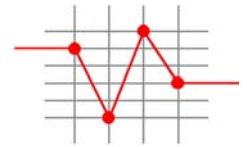
Komplexe Rückleiterströme und die Folgen

Bei 4-Leiter-Systemen waren Störungen auf Datenübertragungssystemen bei sinusförmigen Rückleiterströmen - wie sie früher die Regel waren - praktisch nicht bekannt.

Die heute üblichen elektronischen Netzgeräte verseuchen förmlich den Rückleiter (N) und so können die Rückleiterströme bei ungünstigen Einkopplungen über das PE-System in die angeschlossenen Datensysteme zu den schon geschilderten Störungen führen. In den Netzgeräten lassen die üblichen Ableitkondensatoren gegen PE die dort anstehende Störenergie nahezu ungehindert durch - auf die Spannungsversorgung des elektronischen Systems.

Beim regelmäßigen Auftreten von oberwellenreichen komplexen Rückleiterströmen ist dann eine störungsfreie Funktion der im Haus betriebenen Kommunikationsnetze nicht gewährleistet. Im manchen Fall treten sporadische Fehlereffekte auf, deren Ursache nicht zurückverfolgt werden kann.

Da der Weg der Stör-Ströme nicht vorausgesagt werden kann, sind die Auswirkungen auf Systeme im Gebäude nicht vorherbestimmbar.



Praktische Elektro-Realisierungen

Die Stromversorgung hat also heute massiven Einfluss auf alle Formen von Kommunikationsnetzen.

Nur durch eine konsequente Trennung der stromführenden Leiter (Phasen L und Rückleiter N) vom Schutzleiter PE und die Umsetzung einer richtigen Erdung können die Einflüsse minimieren bzw. eliminieren. Dieses System wird mit TN-S (s=separate, getrennte PE und N) bezeichnet.

Der vergessene PE-Leiter

Da der PE per Definition stromlos ist, haben Generationen von Elektrikern übersehen, dass diese Stromlosigkeit auch überprüft werden muss. Die Strommesszangen liegen meist unbenutzt in den Werkzeugkisten herum. Die Probleme mit vagabundierenden Strömen auf dem PE-Leiter werden seit Jahren in der Literatur ausführlich beschrieben - aber keiner bringt das in Verbindung mit seinen EIB-Problemen.

Lediglich Filter-Ableitströme im Bereich weniger Milliampère sind auf dem PE-Leiter erlaubt.

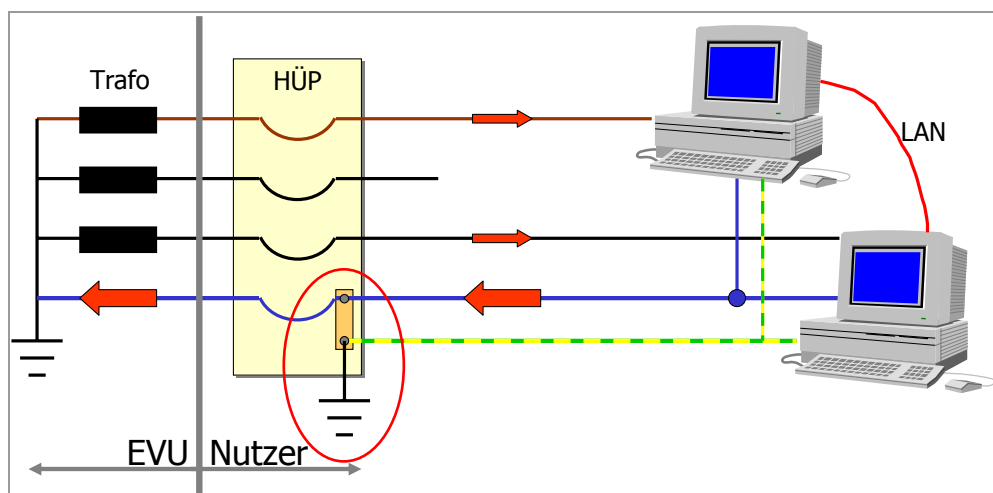
Die PEN-Brücke am zentralen Erdungspunkt muss ebenfalls stromlos sein. Nur dann ist gewährleistet, dass der Strom, der zu den Verbrauchern über die Phasenanschlüsse fließt, definiert über den Rückleiter (N) wieder zur Quelle zurückfließt und damit einen geschlossenen Stromkreis ergibt. Jeder über PE abfließende Strom fließt unkontrolliert über das Erdreich zur Quelle (Trafo) zurück und verursacht undefinierte Effekte.

Zentraler Erdungspunkt - ZEP

Der geeignete Punkt für einen zentralen Erdungspunkt ist zu bestimmen und zu markieren. Nur an dieser Stelle darf (und muss sogar) eine Verbindung zwischen PE und N erfolgen. Es darf im gesamten weiteren System keine PE-N-Brücke vorhanden sein und **keine** – noch so kurze – gemeinsame Führung von PE und N in einem Leiter.

Über diese PE-N-Brücke fließt im Fehlerfall der komplette Strom über PE zum N, bis die Sicherung auslöst. Die Brücke muss daher an geeigneter Stelle installiert werden, wo sichergestellt ist, dass der volle Fehlerstrom fließen kann.

Da in der Regel vom örtlichen EVU ein TN-C-Anschluss verlegt wird, muss dieser definiert auf TN-S umgesetzt werden. Dazu die folgende Grafik:

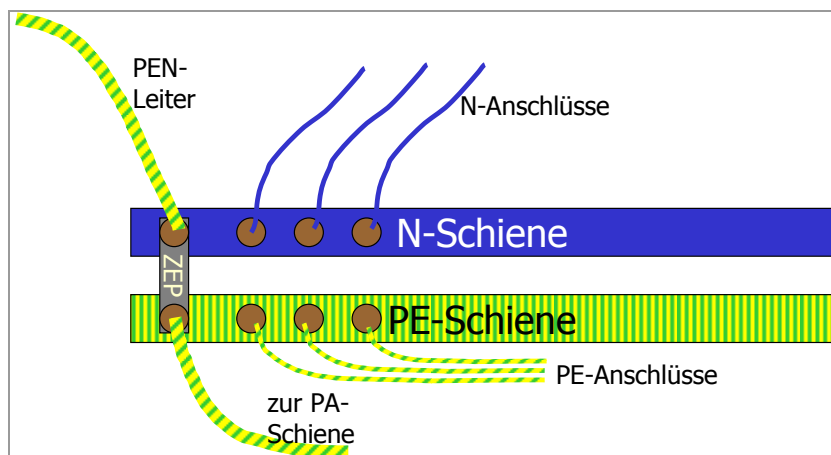




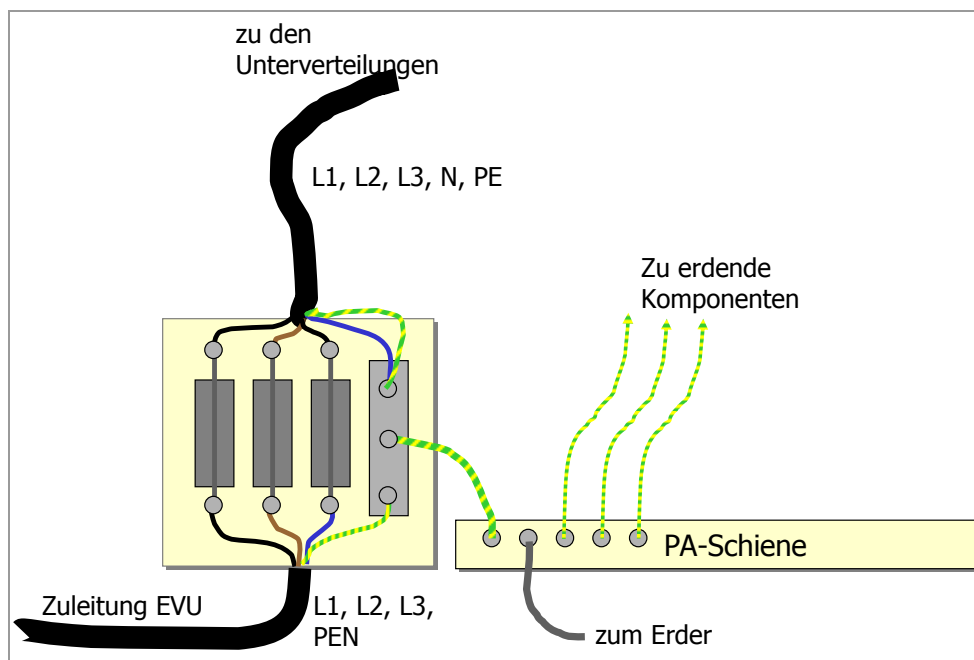
Am Aufteilungspunkt des ankommenden PEN auf N und PE muss auch die Erdung (ZEP) anliegen. Anders funktioniert es nicht sauber - die Ströme laufen anders als geplant. Der rote Kreis in der Grafik oben markiert den ZEP.

Realisierungen

Die nachfolgende Grafik zeigt eine mögliche Realisierung des zentralen Erdungspunktes:



In der Praxis bei einem Haus-Übergabepunkt (HAK-Hausanschlusskasten) ist folgende Installation sinnvoll und einfach durchführbar:



Nur so ist sichergestellt, dass keine vagabundierenden Ströme entstehen und ein optimaler EMV-Status erreicht wird.

Das PE-System muss hierbei (bis auf Filter-Ableitströme von weniger als 50 mA) stromlos sein. Wenn nicht, muss der Fehler gesucht werden.



Messverfahren

Die erste Messung in einer Elektroinstallation erfolgt mit der Strommesszange im Bereich der PE-Abgänge an der PA-Schiene, des weiteren können Messungen an jedem leicht erreichbaren PE/PA-Leiter erfolgen. Auch Blitzableitvorrichtungen, die in der Regel einfach zu erreichen sind, stellen geeignete Messpunkte dar. Hier wurden 410 mA an einem Ableiter während einer Umbaumaßnahme gemessen. Das waren 410 mA zuviel.

Bereits der Nachweis von Strömen auf dem PE/PA-System ist ein sicheres Zeichen dafür, dass Fehler in der Elektroinstallation vorliegen, die das EMV-Verhalten massiv negativ beeinflussen können.

Da hilft übrigens auch keine aufwändige Überspannungs-Schutzeinrichtung, da diese Installationen alle einen sauberen PE voraussetzen (siehe auch die aktuellen Blitzschutz-Normen VDE 0185 vom November 2002, die verbieten einen PEN-Leiter innerhalb eines Gebäudes).

Wo immer Sie in einem Verteilerkasten einen gelb-grünen Leiter (ist es ein PEN oder PE?) sehen, prüfen Sie ob er arbeitsstromfrei ist. Dann wissen Sie schon mehr - aber noch nicht alles!



3,8 A in einem EDV-Schaltkasten



Im nächsten Schritt zur weiteren Detaillierung können Strommesszangen an ein Oszilloskop angeschlossen werden. Damit ist eine genauere Überprüfung der Gesamt-Ströme (hin- und rücklaufend) möglich. Das Ergebnis sollte nahe null sein, d.h. die Ströme von Phasen und N sollten sich in der Summe aufheben. Ist das nicht der Fall, könnten sich Rückleiterströme über das PE-System verbreiten und darüber zurückfließen.

Auch kann eine Signalanalyse unterstützen, wenn noch vagabundierende Ströme gesucht werden müssen.



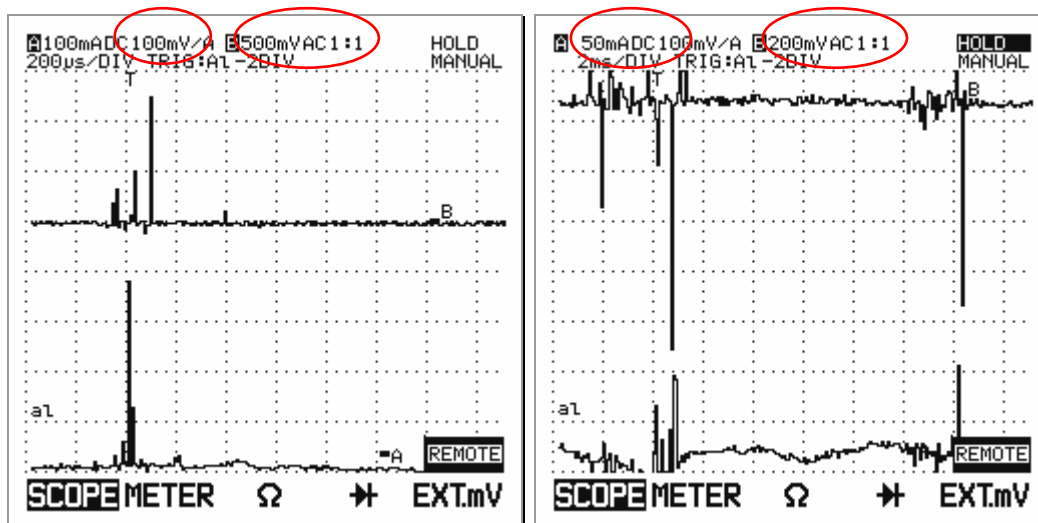
Störungen auf dem Bus

Störungsformen

Was passiert aber jetzt mit den Strömen auf dem PE-System und wie wirkt es auf die installierte Bus-Technik?

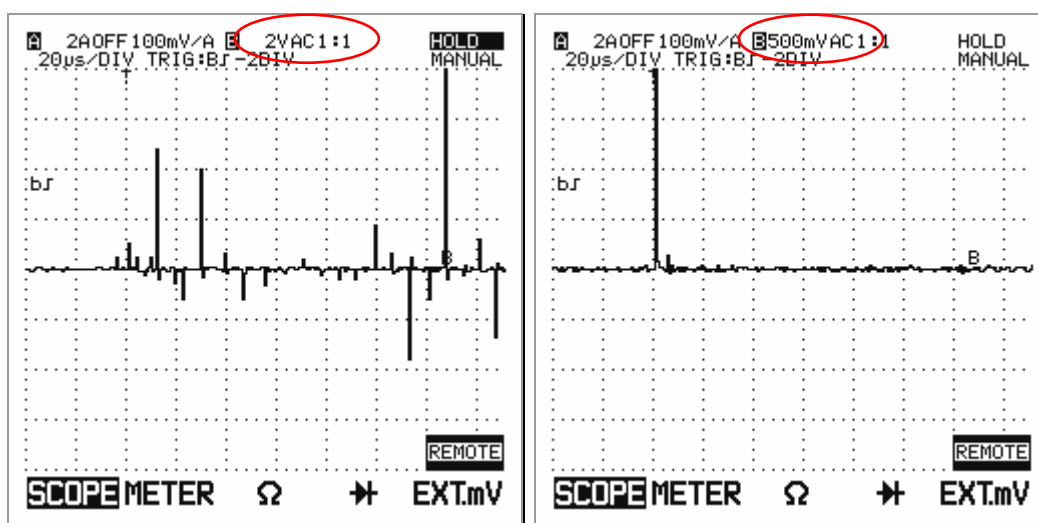
Dazu einige Oszillogramme, die bei einer Fehleranalyse aufgezeichnet werden konnten.

Besondere Störungen auf dem Bus ergaben sich hier bei Betätigung eines Jalousie-Antriebs. Bei den folgenden beiden Screenshots wurden der PE-Strom über eine Strommesszange erfasst (Kanal A, Kurvenverlauf des Stromes unten), der Bus war an Kanal B (Kurve oben) angeschlossen:



Damit war bewiesen, dass die Bus-Komponenten im Bereich der Spannungsversorgung die Impuls-Störungen auf dem PE-System praktisch ungefiltert auf den Bus durchlassen.

Durch direktes Triggern auf die Spannungsspitzen auf dem Bus ergaben sich beim Schalten von Beleuchtung und Jalousie auf dem Bus folgende Ergebnisse:



Es handelt sich bei der linken Messung förmlich um ein Störungs-Gewitter. Die Spitze liegt bei über 8 Volt. Auch bei der rechten Messung war eine massive Spitze zu messen.



Nachhaltige Störungen bis zum Defekt von Busteilnehmern sind bei derart hohen Spannungsspitzen fast die Regel. Zumindest werden die Mikroprozessoren und Speicher in Sensoren und Aktoren derart beeinflusst, dass die Funktion nicht mehr gewährleistet ist.

EIB in einem Einfamilien-Haus

In einem Einfamilienhaus war eine aufwändige EIB-Installation realisiert. Leider funktionierte diese nicht wie geplant. Die Regler der Fußbodenheizung versagten regelmäßig ihren Dienst, es war damit warm oder kalt - je nach letztem Status vor der Störung. Das Licht ging an oder nicht, manchmal auch nur mit Verzögerung.

Die EIB-Installation war in einem Schaltschrank im Technik-Raum des Hauses installiert. Wenn im Nebenraum der Wäschetrockner angeschaltet wurde, floss auf dem PE/PA-System ein vagabundierender Strom von 600 mA - mit entsprechenden Spitzen. Der Elektriker hatte ab Hausanschlusskasten über rund drei Meter ein 4-Leiter-Kabel verlegt und im Schaltschrank „aus vier mach' fünf“ gespielt. Als wenn das PEN-Kabel dann ordnungsgemäß als N und sauberer PE fungiert hätte - ein Wunschtraum.

Nach Einziehen eines weiteren Leiters (neuer PE-Leiter) und damit Schaffung eines TN-S-Systems mit dem definierten Zentralen Erdungspunkt war Ruhe. Die EIB-Komponenten hatten durch die Spannungsspitzen (siehe die typischen Oszillogramme oben) im großen Umfang ihre Programmierung vergessen. Glücklicherweise waren Defekte nicht zu verzeichnen. Der Elektromeister hatte aber sehr viele Stunden unnütz mit einer erfolglosen Fehlersuche verbracht.

LON-Bus Gebäudeautomatisierung

In einem modernen Bürogebäude sollte die Heizungssteuerung und Energieoptimierung über ein LON-Bus-System gesteuert werden. Außerdem die gesamte Licht- und Jalousiebetätigung. Es kam von Anfang an zu permanenten Fehlern und Instabilität der gesamten Bustechnik.

Die Sichtung der Niederspannungs-Hauptverteilung im Keller ergab ein Vierleiter-TN-C-System. Glücklicherweise mit 5-Leiter-Kabel zu den weiteren Unterverteilungen im Haus.

Jedes Schalten von Verbrauchern, insbesondere bei den Jalousien, verursachte auf dem PE-Leiter eine entsprechende Spannungsspitze, die praktisch ungefiltert über die Spannungsversorgung (Netzteil) auf den Bus eingekoppelt wurde. Die Nachrüstung einer fünften Stromschiene und ordnungsgemäßer N- und PE-Trennung beseitigte die Fehler.



EIB in einem Verwaltungsgebäude

In einer umfangreichen EIB-Installation in einem großen Verwaltungsgebäude kam es immer wieder zu massiven Ausfällen von Netzgeräten (es lag schon ein entsprechender Handvorrat im Regal), außerdem musste häufig eine Nachprogrammierung von Buskomponenten erfolgen. Der Kunde war entsprechend unzufrieden.

Der Fehler lag in einem Schaltschrank einer Notstrom-Diesel-Steuerung, wo eine nicht erlaubte PE-N-Brücke zur massiven Verseuchung des PE-Systems mit Rückleiterströmen führte. Der Hersteller dieser Steuerung baut „immer schon“ eine PE-N-Brücke ein.



5 A pro Division - 30 A Spitze-Spitze auf dem PE-System

Empfehlungen

Wenn Sie wieder mal ein System vorfinden, welches sich nicht „normal“ verhält, untersuchen Sie die Elektro-Installation und beseitigen Sie dort eingebaute Fehler. Dann wird der EIB - wie auch andere datentechnische Systeme - wie geplant funktionieren.

Alle neueren Normen, ob bezüglich Blitzschutz (DIN-VDE 0185 - Vornormen 11/2002) oder Überspannungen in Niederspannungsanlagen (IEC 60364-4-44/A2 bzw. VDE 0100 Teil 444) weisen auf die TN-C-Problematik (bezüglich EMV) hin und empfehlen bzw. fordern sogar das TN-S-System im Gebäude. Alle Überspannungs-Komponenten sind bei einem verseuchten PE-System unwirksam und lösen das Problem nicht.

Literatur

Weiterführende Literatur zu diesem sehr umfangreichen Thema sei hier - zumindest auszugsweise - aufgeführt:

- Karl-Heinz Otto - „Die verPENnte Elektroinstallation“ (mehrere Ausgaben seit 1999), viele weitere Fachartikel, regelmäßige Schulungen (www.sv-otto.de)
- Peter Gabler - „Ihr Computer läuft nicht an jeder Steckdose“

Auf der Web-Site des Autors (www.sv-hjotto.de) sind unter „Tipps aus der Praxis“ auch viele Hinweise hinterlegt.

Alle Fotos, Grafiken und Screenshots wurden vom Autor erstellt. Verwendung nur mit ausdrücklicher schriftlicher Zustimmung!