

Peter Gabler

»Ihr Computer läuft **nicht** an jeder Steckdose!«

go inside →

Installationsleitfaden zum Schutz vor
undefinierten Systemfehlern sowie vor
Überspannung, Blitz und Spannungsausfall

0
20
40

Herausgegeben vom
Fachbereich Elektronik und EDV
im Bundesverband öffentlich bestellter
und vereidigter sowie qualifizierter
Sachverständiger e.V.

BVS

Wibner

Staffelpreise bei Mengenbestellung

Sollten Sie diese Broschüre in größerer Stückzahl z. B. als Seminargrundlage oder für Kundengespräche benötigen, fragen Sie nach unseren günstigen Staffelpreisen.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei
Der Deutschen Bibliothek erhältlich.

ISBN 3-89639-203-4

2. Auflage 2000

© Wißner-Verlag, Augsburg 2000

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags.

Peter Gabler

»Ihr Computer läuft **nicht** an jeder Steckdose!!«

Installationsleitfaden zum Schutz vor
undefinierten Systemfehlern sowie vor
Überspannung, Blitz und Spannungsausfall



Herausgegeben vom
Fachbereich Elektronik und EDV im
Bundesverband öffentlich bestellter
und vereidigter sowie qualifizierter
Sachverständiger e. V. (BVS)



Peter Gabler
Sperberweg 7
71691 Freiberg a. N.

Tel.: 0 71 41-7 53 10
Fax: 0 71 41-7 68 74
Mobil:
01 71-7 71 11 48

Peter Gabler ist Elektroniktechniker und seit 1970 im Hard- und Softwareservice tätig – zunächst bei einem Hersteller von Großrechnern und später als Kundendienstleiter bei einem bundesweit tätigen Systemhaus für Klein- und Mittelbetriebe in ausgewählten Branchen. Einige Jahre davon leitete er die zentrale Hotline und das Dienstleistungsmarketing für produktnahe Dienstleistungen. Schwerpunkte lagen in der Prävention: PCs und vernetzte Elektroniksysteme störungsfrei installieren und sicher betreiben.

Seit 1993 ist er selbständiger Berater und berät Systemhäuser in der Ausgestaltung von Dienstleistungen zum verkaufbaren Produkt. Er ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an elektronischen Systemen durch Überspannung.

Inhalt

Vorwort	4
1 Der fast normale Alltag	5
2 Die Aktivitäten des Service-Personals	6
3 Die Standard-Elektroinstallation Netzform TN-C-S	7
4 Die emv-freundliche Netzform TN-S	10
5 Der fremdspannungsarme Potentialausgleich	11
5.1 Die praktische Umsetzung	11
5.2 Einzeladern kontra verdrehte Kabel	16
5.3 Vorhandene TN-C-S Installation in TN-S umrüsten	17
5.4 Verbindungen zwischen N und PE	18
5.5 Vermeiden von Erdschleifen	19
5.6 Beispiele für galvanische Trennung	21
6 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	23
6.1 Tips für die Auswahl einer USV	25
6.2 Die Konsequenz	27
7 Aufstellbedingungen für Büro-Computer	28
8 Forderungen an eine sichere EDV-Stromversorgung	30
9 Schlußbemerkung	31
10 Quellennachweise	32

Vorwort

Die Meinung ist weit verbreitet: PCs, Netzwerke und andere vernetzte Elektroniksysteme sind schnell und leicht installiert, denn Steckdosen gibt es überall. Doch wenn unlogische und undefinierte Fehler auftreten, stellt es sich heraus, daß die Probleme oft auf Fehler in der Verkabelung (230 Volt ~ / Datenkabel) zurückgeführt werden können.

Es gilt im Interesse der Systemanwender Störungen und Zerstörungen zu vermeiden. Die Kosten für einen Produktionsstillstand sind wesentlich höher gegenüber denen für eine edv-gerechte Elektroinstallation oder gegenüber dem Austausch von defekter Hardware. Das unternehmerische Gesamtrisiko ist über Versicherungen nicht abzusichern und wirtschaftlich nicht vertretbar.

Der vorliegende Installationsleitfaden ist das Ergebnis von über 15 Jahren Sicherheits- und Umfeldanalysen im Bereich von PCs, Großrechnern und vernetzten Elektroniksystemen. Er ist mit größter Sorgfalt erstellt und bei unzähligen Informationsgesprächen bei Endkunden und deren Elektroinstallateuren eingesetzt worden. Eine große Anzahl von Installationen wurden nach den Inhalten erfolgreich umgebaut. Der Leitfaden ist zum einen als leichte Informationskost für Interessierte und zum anderen als Gesprächsgrundlage beim Anwender gedacht. Er kann so erkennen, daß eine Installation nicht nur das Aufstellen von Hardware und das Aufspielen und Konfigurieren von Software bedeutet, sondern viel früher beginnt.

1 Der fast normale Alltag

- Kurz vor Abschluß Ihrer Tagesarbeit bleibt der PC einfach stehen oder es »hängt« sich das Netzwerk auf.
- Die Belastung im Netz steigt »unmotiviert« von ca. 10 % auf über 30 % an. Die Performance des Netzwerks ist schlecht
- Sie geben an einer Workstation Daten ein, die mit einer deutlich sichtbaren zeitlichen Verzögerung quasi in einem Paket abfließen.
- Im Fehlerprotokoll eines Systems werden mehrere Speicherfehler registriert.
- Im Cache-Speicher eines Systems werden einzelne Statusbits verändert, die den Zugriff auf die Festplatten versperren. Die Daten sind verloren.
- Es wird eine erfolgreiche Datensicherung gemeldet, trotzdem kann beim Restore auf die Daten nicht zugegriffen werden.
- An einem Kassensystem wird die Druckersequenz des Bondruckers unmotiviert umgestellt. Der Ausdruck ist nicht zu verwenden.
- Neue Workstations werden installiert und ins Netz integriert. Erst nach Reduzieren der Übertragungsgeschwindigkeit von 100 Mbit/s auf 10 Mbit/s kann eine Verbindung aufgebaut werden.
- Es werden Schreib- Lesefehler auf Festplatten gemeldet.
- Die Parameter einer Klimaanlage sind nicht in den Griff zu bekommen. Es findet eine Taupunktunterschreitung statt und der kostbare Stuck »tropft« von der Decke.
- Wegen Fehlalarme der Brandmeldeanlage rückt die Feuerwehr mehrmals aus.
- Die USV-Anlage schaltet unmotiviert auf Bypass und die Bildschirm-anzeige zittert.

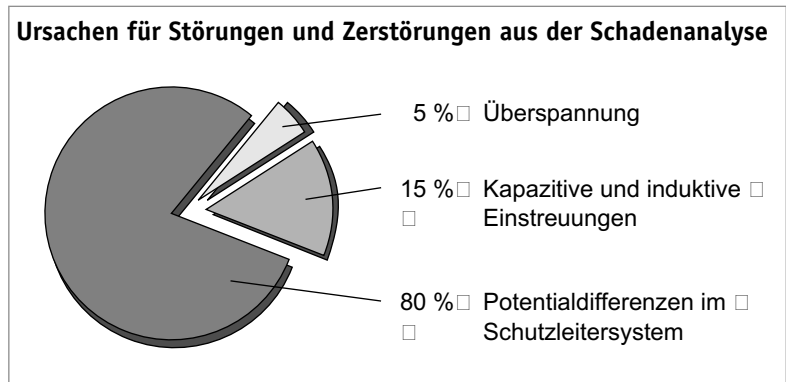
Undefinierte Fehler
ohne erkennbaren
logischen
Zusammenhang

2 Die Aktivitäten des Service-Personals

Defekte Systeme sind im Service-Stützpunkt ohne Befund

Der Service-Techniker geht vor Ort und findet zunächst keinen Fehler. Kurze Zeit später zeigen sich dem Techniker die selben Symptome. Nun wird Hardware getauscht, denn er muß Aktivität zeigen. Die Baugruppe wird im Service-Stützpunkt deponiert und zwischengelagert. Kurze Zeit später dieselben Symptome. Der Softwarespezialist findet ebenfalls keinen Fehler. Updates bringen keine Verbesserungen. Werden Rechner, Drucker oder Baugruppen dagegen im Servicestützpunkt getestet, zeigen sich kein Fehler.

Umfragen bei namhaften deutschen Computerherstellern haben ergeben, daß zwischen 70 % und 80 % der zum Baugruppentausch eingeschickten Netzwerkkarten nicht defekt sind!

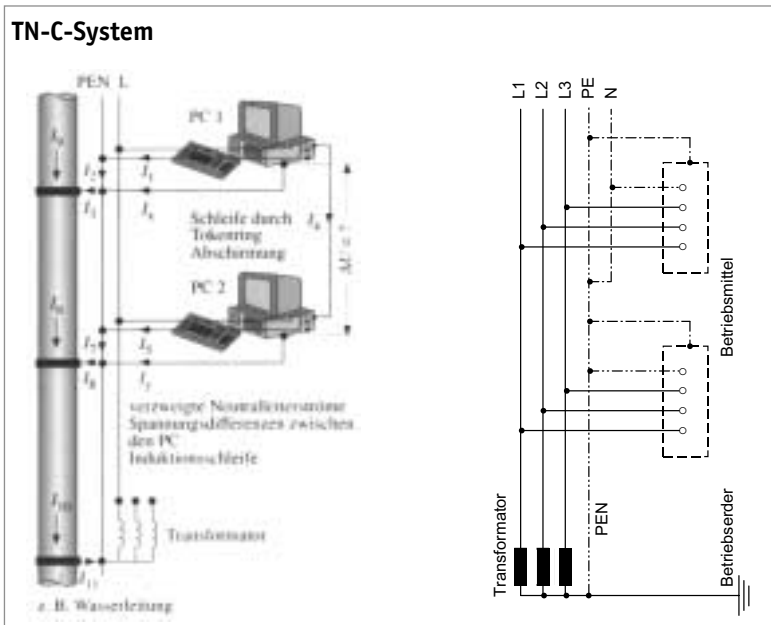


3 Die Standard-Elektroinstallation Netzform TN-C-S

Üblicherweise wurden bisher und werden heute noch in neu errichteten Gebäuden die Netzform TN-C-S installiert. (In wenigen Regionen in Deutschland ist die Netzform TT vorgeschrieben).

Die Netzform TN-C bzw. TN-C-S (Vertikal TN-C/Horizontal TN-S) ist die Netzform, die am häufigsten bei Störungen und Zerstörungen von Elektroniksystemen anzutreffen ist. Sie wird deshalb in der neuesten Literatur als emv-ungünstig bezeichnet. In dieser Netzform darf laut VDE in einem Teil des Netzsystems der PE und N-Leiter als gemeinsamer PEN-Leiter geführt werden, sofern der Querschnitt mindestens $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ oder $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ beträgt.

Neutralleiterströme werden zwangsweise über Schutzleiter geführt

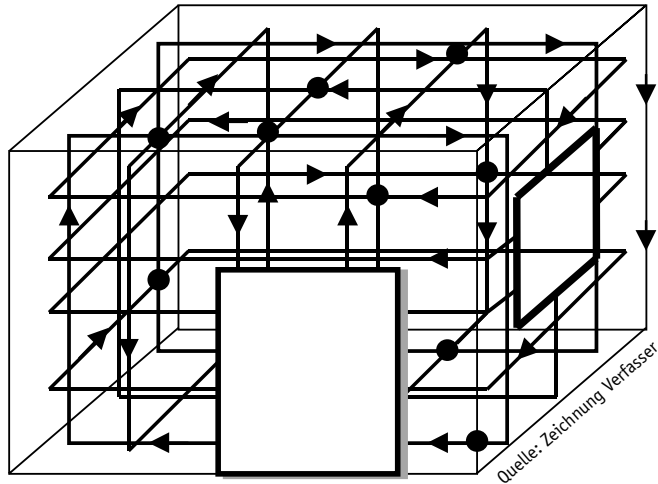


Diese Installation ist die billigste Mindestausstattung, die bei sach- und fachgerechter Ausführung den Schutz von Personen sicherstellt. Den Schutz von Funktionen aber kann diese Netzform nicht im entferntesten bieten.

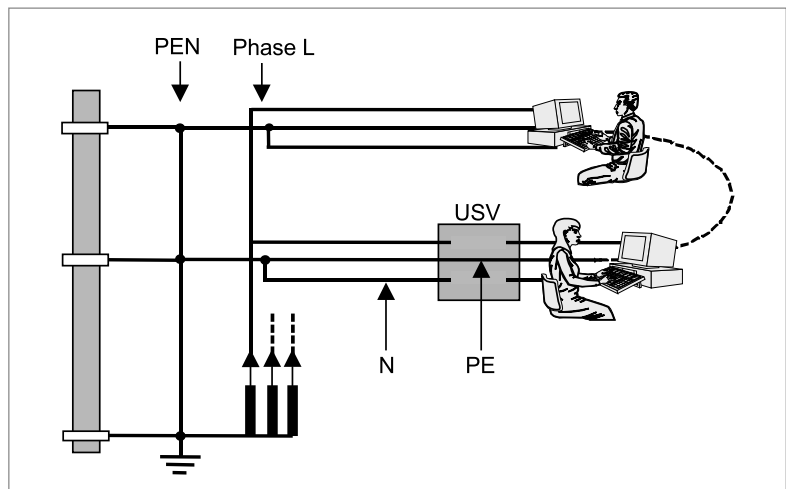
Da in dieser Netzform ein PEN-Leiter zugelassen ist, fließen die Neutralleiterströme zwangsweise über den Schutzleiter PE.

Ein mehrfach geerdeter PEN-Leiter ist aber gleichzeitig mit dem jeweiligen Erdungssystem verbunden, und generiert Störspannungen und Potentialdifferenzen zwischen den Systemen der verschiedenen Unterverteilungen. Die Verteilung dieser Ströme geschieht willkürlich je nach Güte bw. Niederohmigkeit der Verbindungen.

Mögliche Stromverteilung in ein Potentialausgleichssystem

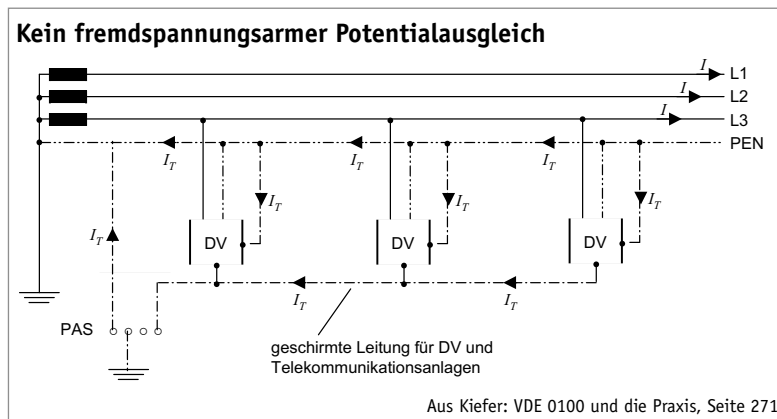


Die Abbildung zeigt das Beispiel einer Stromverteilung in einem Gebäude respektive seinem Erdungs- und Potentialausgleichssystem. Diese Ströme können fließen, sobald ein PEN-Leiter mindestens zweimal geerdet ist.



In vielen Fällen wird versucht, die Probleme mittels USV zu beseitigen. Trotz galvanischer Trennung an N und L gibt es keine Abhilfe, denn der PE-Leiter muß aus Berührungsschutzgründen durchverbunden sein. Die Ausgleichsströme können trotzdem fließen.

In diesem Umfeld ist der laut VDE 0100 Teil 540 vom November 1991 geforderte »fremdspannungsarme Potentialausgleich« nicht gegeben.



Neutralleiter-
Ströme auf allen
geerdeten Teilen
eines EDV-Systems

Abschirmung und Bezugsleiter der Signalleitungen sind mit dem PEN-Leiter verbunden. In einer Anlage mit einem oder mehreren PEN-Leitern fließen die Rückströme des N-Leiters auf allen Leitungen, die mit dem geerdeten PEN-Leiter verbunden sind.

Das, was bisher über die Standardinstallation aufgezeigt wurde, sichert bei sach- und fachgerechter Ausführung den Schutz von Personen. In diesem Umfeld können auch unvernetzte Einzelgeräte funktionieren. (PC, Drucker, Bildschirm, Kopierer, Faxgerät).

Werden mehrere Geräte vernetzt, z.B. stockwerkübergreifend, gebäudeübergreifend, oder UV Unterverteilung übergreifend, dann herrschen plötzlich andere Verhältnisse, die ein verbessertes, ein PEN-freies Systemumfeld benötigen.

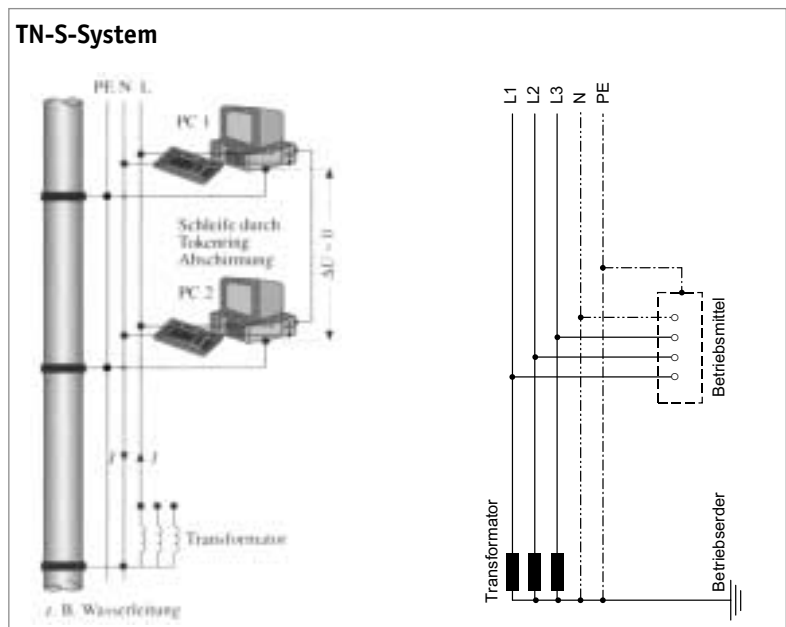
In den Gebäuden muß die EMV der Systeme untereinander nach der VDE 0100 und ihren Teilen sichergestellt werden.

Die emv-freundliche Netzform TN-S

Seit Mitte 1980 haben die deutsche Bundespost, die Bundesbahn sowie die Rundfunkanstalten innerbetrieblich vorgeschrieben, daß in einem Gebäude die Netzform TN-S einzurichten ist, wenn fernmelde- und informationstechnische Einrichtungen installiert werden.

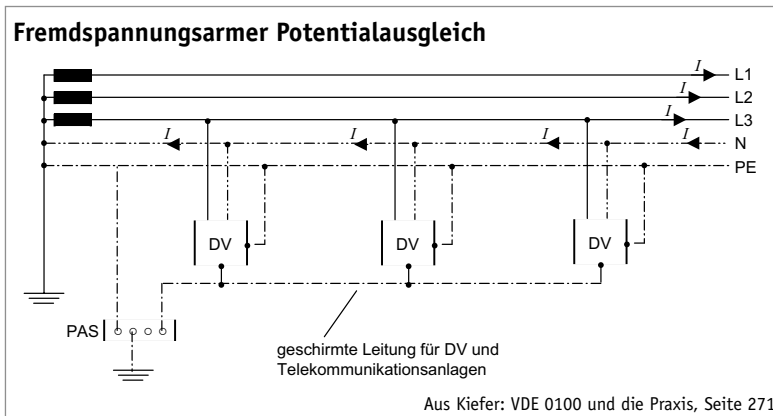
Seit November 1991 ist in der VDE 0100 Teil 540 im Anhang C2 festgeschrieben, daß nur mit der Netzform TN-S ein fremdspannungsarmer Potentialausgleich zu erzielen ist.

Voraussetzung für ein sauberes Systemumfeld:
Netzform TN-S!



Das bedeutet im Prinzip, daß ab dem Trafo bzw. ab der speisenden Stelle der N- und PE-Leiter separat geführt werden und bis zur letzten Steckdose ein durchgängiges 5-Leiternetz L₁/L₂/L₃/N/PE in dem Gebäude vorhanden sein muß. Der N-Leiter ist in der gesamten Installation im Prinzip wie ein isolierter Außenleiter zu behandeln und zu führen. Der N-Leiter darf im gesamten Gebäude keine Verbindung mehr mit dem PE-Schutzleiter haben (keine PEN-Brücken). Damit soll sichergestellt werden, daß innerhalb der Gebäude auf dem PE-Schutzleiter keine betriebsmäßigen Arbeitsströme mehr fließen können.

5 Der fremdspannungsarme Potentialausgleich



Keine Neutralleiter-Ströme auf geerdeten Teilen eines EDV-Systems

In dieser Anlage sind die N-Leiter Rückströme im N-Leiter isoliert. Es fließen keine diesbezüglichen Ströme auf dem Schutz und Bezugsleitsystem. Die Vektorsumme der Phasenströme zu den Verbrauchern und der N-Leiter Rückstrom sind vom Betrag her gleich hoch. Es entstehen keine Differenzströme und damit auch keine elektromagnetischen Felder.

5.1 Die praktische Umsetzung

Im folgenden werden anhand von praktischen Beispielen die Umsetzung der Netzform TN-S beschrieben.

1 Der Hausübergabepunkt

Dieses Beispiel zeigt die Umsetzung in einem Gebäude mit einem Anschluß an die öffentliche Stromversorgung. In dieser Installation ist kein eigener Transformator vorhanden.

2 Energieversorgung über einen einzelnen Transformator

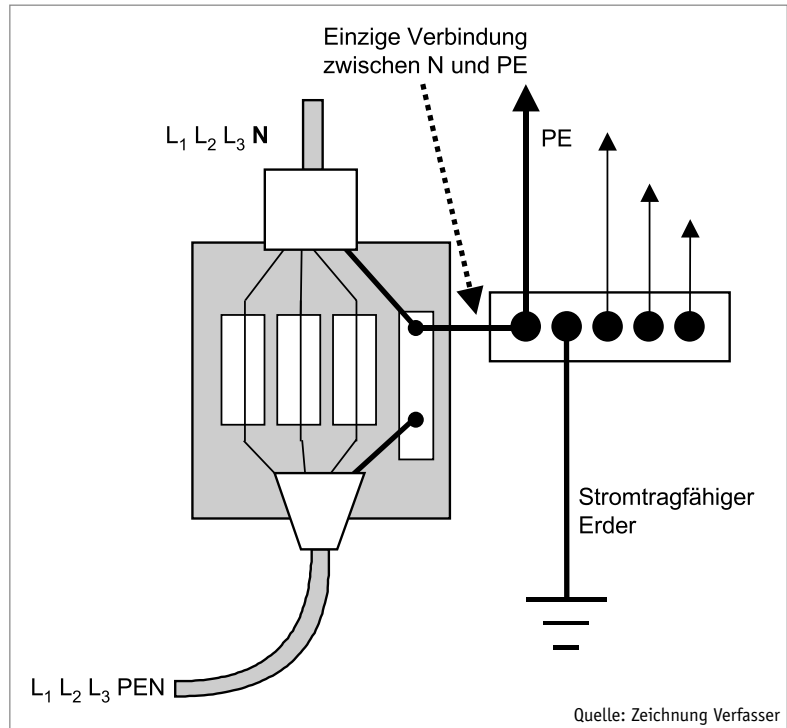
Dieses zweite Beispiel zeigt die Installation mit einem Transformator, einer nachfolgenden Niederspannungshauptverteilung (NSHV) und nachfolgenden Unterverteilungen (UV)

3 Energieversorgung mittels Transformator, Netzersatzanlage (NEA) und Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Zu Punkt 1 Hausübergabepunkt

Üblicherweise ist am Gebäudeeinspeisepunkt ein 4-Leiteranschluß TN-C vorhanden $L_1 L_2 L_3 PEN$.

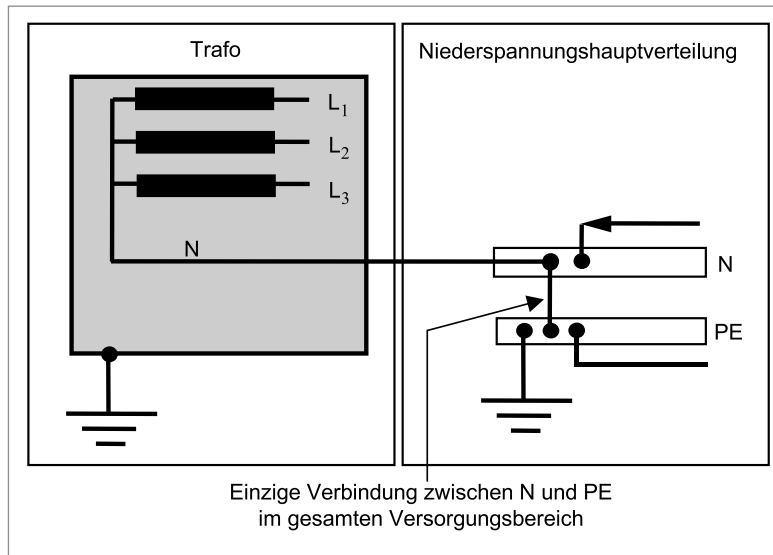
Netzform TN-S ab
Hausübergabepunkt



Nach dem Hausübergabepunkt ist der PEN-Leiter in einen N- und einen PE-Leiter aufgeteilt und in der gesamten Installation getrennt geführt. An der PEN-Schiene ist die einzige Verbindung zwischen N und PE. Auch über die Zählerplätze und in den nachfolgenden Verteilern, Abzweigdosen, Leuchten und Steckdosen gibt es keine Verbindung.

Zu Punkt 2 Energieversorgung über einen einzelnen Transformator

Die erste Möglichkeit:



Diese Umsetzung ist möglich, wenn Trafo und NSHV nicht weit entfernt sind

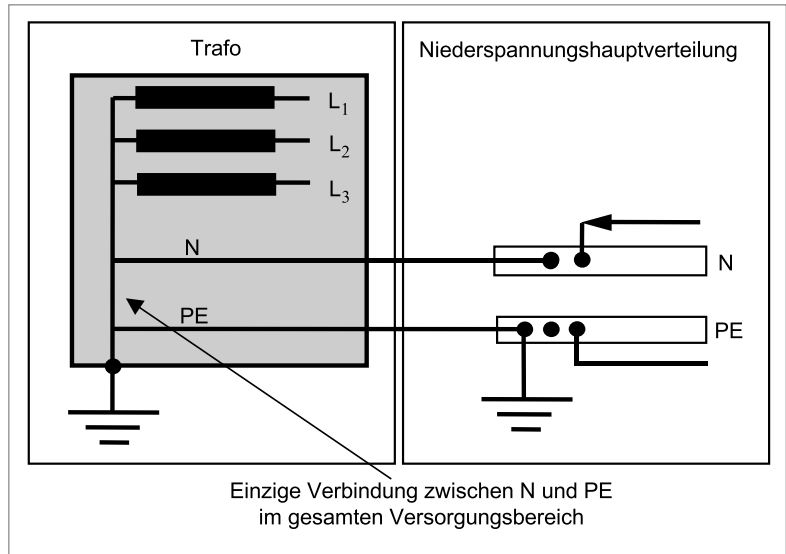
Wichtige Voraussetzung: In der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) ist eine getrennte N- und PE-Schiene vorhanden. Wenn nicht, dann muß sie nachgerüstet werden!

In der Trafostation ist der Sternpunkt nicht geerdet. Der in der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) ankommende N-Leiter wird auf die isolierte N-Schiene aufgelegt. Von dort wird eine Verbindung zur PE-Schiene hergestellt. Von der PE-Schiene wird eine Verbindung zur Potentialausgleichschiene (PAS) bzw. zum Fundamenterder hergestellt.

Auf die N-Schiene sind alle Leiter mit N-Funktion und auf die PE-Schiene sind alle Leiter mit PE-Funktion aufzulegen. Weitere Verbindungen zwischen N und PE im Verlaufe der Niederspannungsinstallation, die von dieser Niederspannungshauptverteilung (NSHV) mit Energie versorgt wird, sind nicht zulässig. Alle Leiterquerschnitte L_1 L_2 L_3 N sind gleich. Der N-Leiter darf nicht reduziert ausgeführt sein.

Die zweite Möglichkeit:

Bei großen Entfernungen zwischen Trafo und NSHV

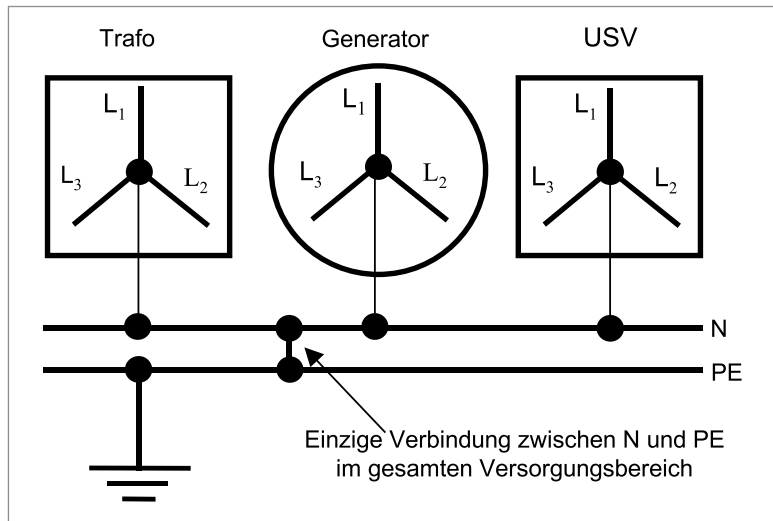


Wichtige Voraussetzung: In der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) ist eine getrennte N- und PE-Schiene vorhanden. Wenn nicht, dann muß sie nachgerüstet werden!

Ab dem Sternpunkt des Transformators werden gleiche Querschnitte von L_1 , L_2/L_3 - und N-Leiter verlegt. Der PE darf reduziert sein. Es sollten bevorzugt Kabel (z.B. NYCWY) und keine Einzeladern verlegt werden.

N und PE sind nur am Trafo gebrückt. Es gibt keine weiteren PEN-Brücken in der Installation.

Zu Punkt 3: Energieversorgung mittels Transformator, Netzersatzanlage (NEA) und Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)



N-Bussystem
aufbauen!

Sind diese Komponenten zu einem Energieversorgungskonzept zusammengefaßt, dann dürfen die Sternpunkte nicht geerdet sein. Jeder ankommende Sternpunktleiter ist in der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) auf die N-Schiene aufzulegen. Damit ist die Forderung der Netzform TN-S erfüllt, wonach der Sternpunkt nur einmal geerdet und damit nur einmal mit PE verbunden sein darf.

Der Erder sollte auch in diesem Falle ein stromtragfähiger Erder sein, der im Zweifelsfalle durchzumessen ist.

Die Verbindungen von den Energiequellen zu der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) sollte möglichst nicht in Einzeladern, sondern mit verdrehten Kabeln ausgeführt werden.

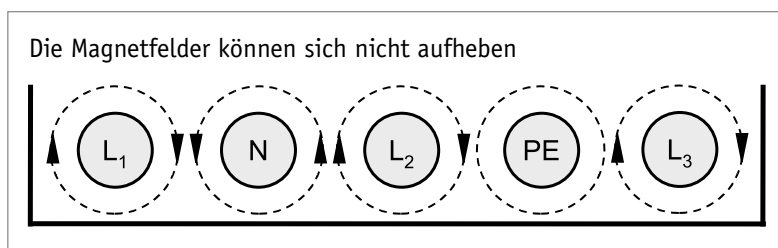
Alle N-Leiter haben denselben Querschnitt wie die Phasenleiter.

5.2 Einzeladern kontra verdrehte Kabel

Einzeladern vermeiden – Mehrleiterkabel verwenden

Wie bereits bei den Trafoanbindungen an die Niederspannungshauptverteilung (NSHV) aufgezeigt, sollten auch die Verbindungen von der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) zu den nachgelagerten Unterverteilungen (UV) nicht mit Einzeladern (z.B. NYY-0) ausgeführt werden, sondern mit verdrehten Kabeln (z.B. NYCWC). Reicht der Querschnitt eines Kabels im Vergleich zur Last nicht aus, dann sollten mehrere verdrehte Kabel parallel geschaltet werden.

Begründung: Liegen mehrere Einzeladern parallel auf einer Kabelpritsche, dann können sich die magnetischen Felder der einzelnen Adern nicht mehr aufheben. Bildschirme, die z.B. ein Stockwerk über der Pritsche oder in einem Raum daneben liegen, werden erheblich gestört.

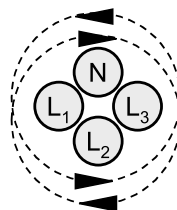


Werte aus der Praxis: In einem Betrieb flossen pro Unterverteilung (UV) und Phase ca. 700 Amp effektiv. In einem direkt dahinterliegenden Büroraum konnte in einer Entfernung von circa zwei Meter immer noch eine magnetische Feldstärke von 20 μ Tesla gemessen werden.

Wichtiger Hinweis: Ein Monitorbild beginnt der bei ca. 0,7 bis 1 μ Tesla zu flimmern.

Die Magnetfelder heben sich auf

Sind die Adern in einem Kabel verdreht, dann können sich die magnetischen Felder der Summenströme in den Phasenleitern zum Verbraucher und des Rückstromes im N-Leiter bei gleichem Betrag und umgekehrten Vorzeichen aufheben.



5.3 Vorhandene TN-C-S Installation in TN-S umrüsten

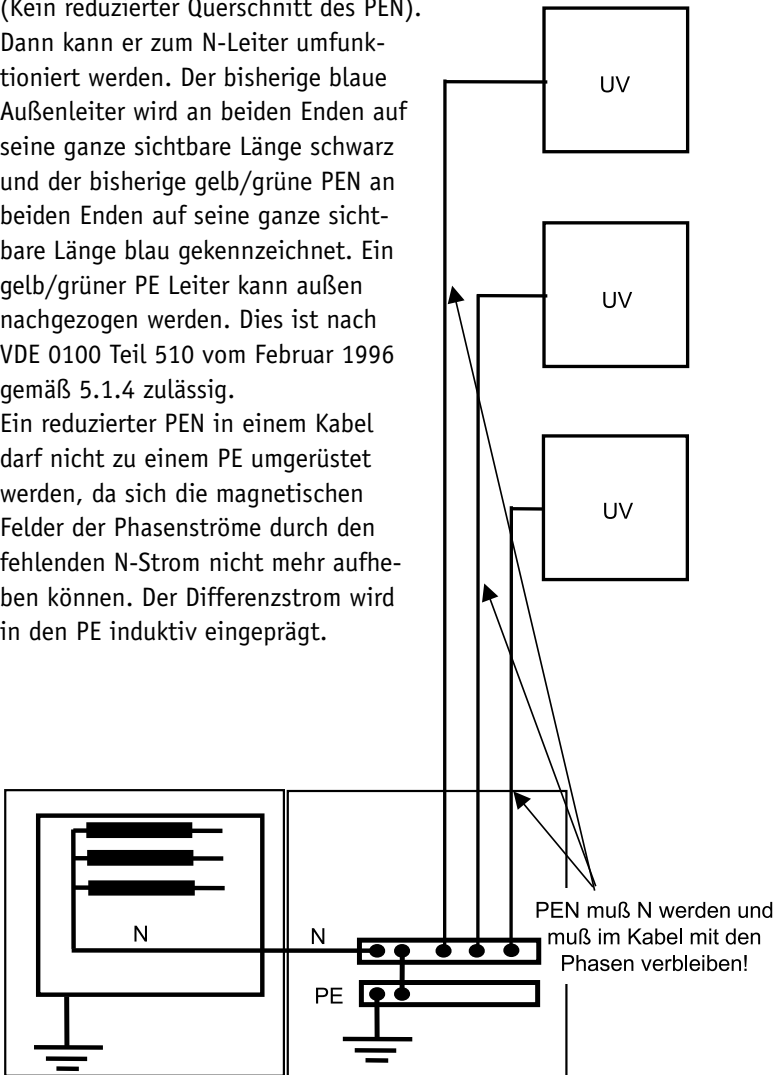
Eine vorhandene TN-C-S Installation kann zur TN-S Installation umgerüstet werden.

Bedingung: In den Zuleitungen von der NSHV zu den UV hat der bisherige PEN-Leiter mindestens denselben Querschnitt wie die Außenleiter. (Kein reduzierter Querschnitt des PEN).

Dann kann er zum N-Leiter umfunktioniert werden. Der bisherige blaue Außenleiter wird an beiden Enden auf seine ganze sichtbare Länge schwarz und der bisherige gelb/grüne PEN an beiden Enden auf seine ganze sichtbare Länge blau gekennzeichnet. Ein gelb/grüner PE Leiter kann außen nachgezogen werden. Dies ist nach VDE 0100 Teil 510 vom Februar 1996 gemäß 5.1.4 zulässig.

Ein reduzierter PEN in einem Kabel darf nicht zu einem PE umgerüstet werden, da sich die magnetischen Felder der Phasenströme durch den fehlenden N-Strom nicht mehr aufheben können. Der Differenzstrom wird in den PE induktiv eingepreßt.

PEN-Leiter zum N-Leiter umrüsten



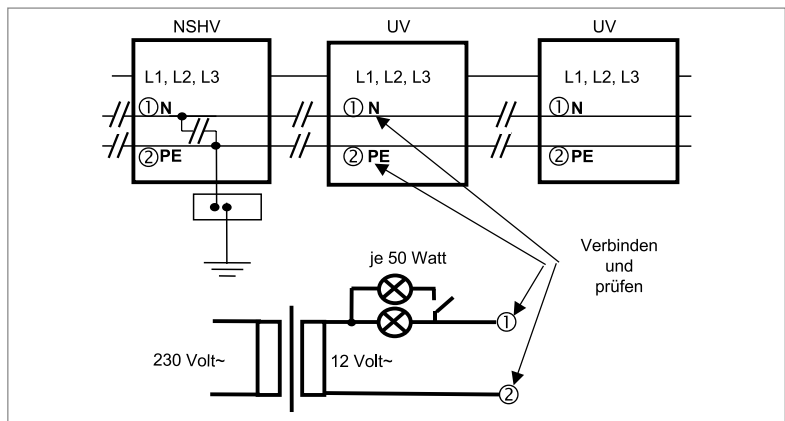
PE kann außen nachgezogen werden

5.4 Verbindungen zwischen N und PE

In jeder Unterverteilung (UV) ist der ankommende N-Leiter auf die N-Schiene (oder N-Klemmbock) und der PE-Leiter auf die PE-Schiene (oder PE-Klemmbock) aufzulegen. Die PEN-Brücken sind in jeder Unterverteilung (UV) zu entfernen.

Alle PEN-Brücken entfernen

Diese Umkleumarbeiten, bei denen die Einspeisung sicherheitshalber geöffnet werden muß (Sicherung, Hauptschalter, Trenner), sollten dazu genutzt werden, »in die Verbrauchsanlage hineinzumessen«. Hier kann mit einem VDE-zugelassenen Isolationsmeßgerät, besser jedoch mit einem eingepprägten Strom aus einem Hilfstrafo gemessen werden. Zum Messen ist die Netzeinspeisung z.B. in die Niederspannungshauptverteilung NSHV abzuschalten, der ankommende N-Leiter abzuklemmen und danach die PEN-Brücke vorübergehend zu entfernen. Nun wird die Verbindung zum Prüfgerät hergestellt (s. Zeichnung). Solange sich in den nachfolgenden Verteilungen zwischen N und PE eine Verbindung befindet, leuchten die beiden Halogenlampen. Der Trafo wird im Kurzschluß betrieben, wobei der Strom durch die beiden Halogenlampen begrenzt wird. Sind alle Brücken entfernt, werden die gelösten Anschlüsse und die PEN-Brücke wieder eingebaut. Anschließend wird die Netzeinspeisung wieder zugeschaltet. Die getrennte Führung des N- und PE-Leiters muß bis zur letzten Abzweig- und Steckdose und zu jeder Leuchte eingehalten werden.



Die Anlagen nach dem Umbau überwachen

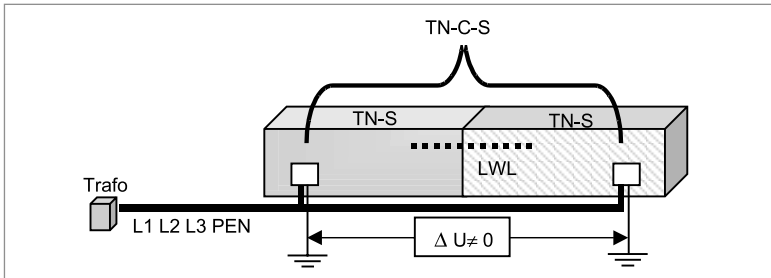
Nach Prüfungsabschluß sollte der Erfolg der Arbeit dauerhaft überwacht werden. Hierzu sollten Fehlerstromüberwachungsgeräte RCMs (Residual-Current-Monitoring) in allen wichtigen Verteilungen eingebaut werden (z.B. von Fa. Bender, 35305 Grünberg und Fa. Doepke, 26506 Norden).

5.5 Vermeiden von Erdschleifen

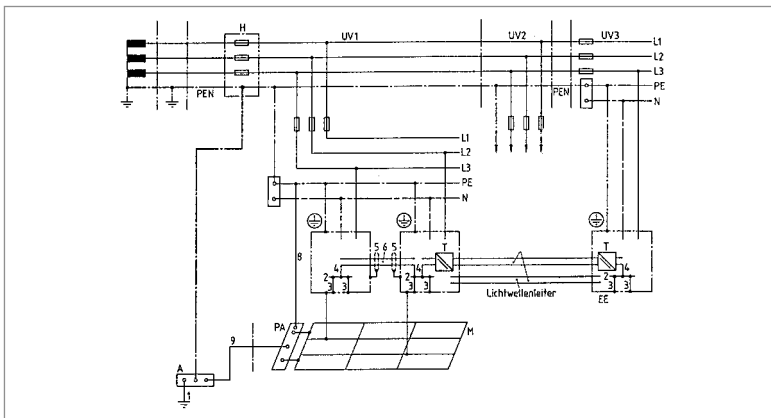
Für EDV-Systeme sollte die Stromversorgung so aufgebaut werden, daß alle mit dem System verbundenen Komponenten von einem Punkt aus versorgt werden (Prinzip *Single Point Grounded*).

Im nachfolgenden Beispiel sind zwei Versorgungsabschnitte innerhalb eines Gebäudes nach der Netzform TN-S aufgebaut. Da beide Niederspannungsverteilungen über eine Einspeisung mit PEN-Leiter verfügen, ist in der Gesamtheit wieder die Netzform TN-C-S realisiert. Die Spannungs- bzw. Potentialdifferenz ist aufgrund des Rückstromes im (PE-)N-Leiter in einem Zeitpunkt $\neq 0$. Sind Datenkabel mit Abschirmung eingesetzt die mit dem jeweiligen Erdungssystem verbunden sind, dann fließen über diese Signalleitungen Ausgleichsströme, die zu Störungen und Zerstörungen von Endgeräten führen.

Vorsicht: Trotz TN-S-Abschnitten ist in der Gesamtheit TN-C-S vorhanden



In der Vorschrift VDE 0800 Teil 2 ist für solche Fälle der Einsatz von Lichtwellenleiterkabel (LWL) vorgesehen.

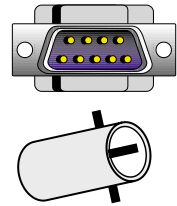
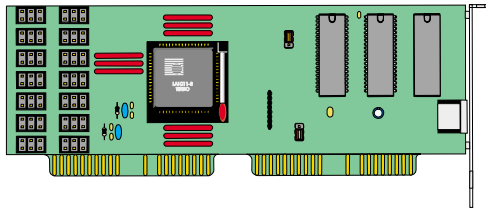


In der Praxis bedeutet dies, daß in den Versorgungsabschnitten, in welchen ein sauberes TN-S Netz mit einem unbelasteten PE installiert ist, die Datenverkabelung mit Kupferdatenkabel ausgeführt werden kann. Beim Übergang von einem Versorgungsabschnitt zu einem anderen muß dann ein LWL Lichtwellenleiterkabel eingesetzt werden, will man Störungen und Zerstörungen vermeiden.

In der Schadenpraxis sind deshalb sehr häufig Schnittstelleneinrichtungen und die daran angeschlossenen Geräte betroffen:

Die häufigsten Ausfälle treten an Schnittstelleneinrichtungen auf

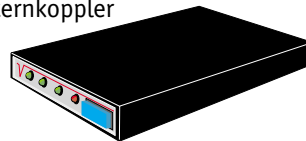
- Serielle Schnittstellen und -Einrichtungen RS232/422/485
- Zeiterfassung, Zutrittskontrolle, BDE-Geräte



- Netzwerkkarten und -Komponenten
- Twinax und Token-Ring
- Ethernet



- Parallelschnittstellen und Drucker
- Modems, aktive Hubs, Sternkoppler
- SPS-Steuerungen

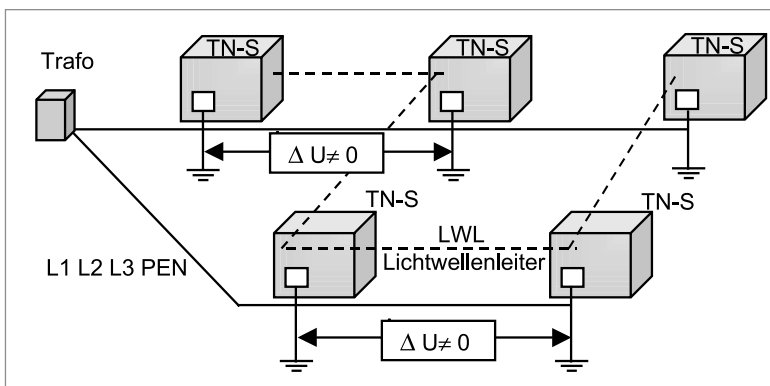


- usw.

5.6 Beispiele für galvanische Trennung

Ein Betrieb besteht aus mehreren Gebäuden. Büro, Produktion, Logistik und Lager. In diesen Gebäuden sind Anlagen zur Produktionssteuerung, zur Betriebsdatenerfassung, zur Zutrittskontrolle und zur Zeiterfassung installiert. Teilweise sind in solchen Gebäuden Büroarbeitsplätze mit vernetzten PCs und Produktionsmaschinen untergebracht.

Diese Gebäude sind über ein 4-Leiterkabel an die Stromversorgung angeschlossen. Als Grundvoraussetzung gilt, daß in den einzelnen Gebäuden die Netzform TN-S realisiert ist. Sind diese Geräte über Kupferdatenleitungen miteinander verbunden, dann ist in der Gesamtheit aufgrund des PEN-Leiters die Netzform TN-C-S realisiert. Es kommt zwangsläufig zu Erdschleifen.



Lichtwellenleiter
helfen Probleme
zu vermeiden

Hier sollten deshalb Lösungen mit LWL Lichtwellenleiterkabel eingerichtet werden, damit keine Erdschleifen entstehen und keine Ausgleichsströme fließen können.

Mögliche Alternativen

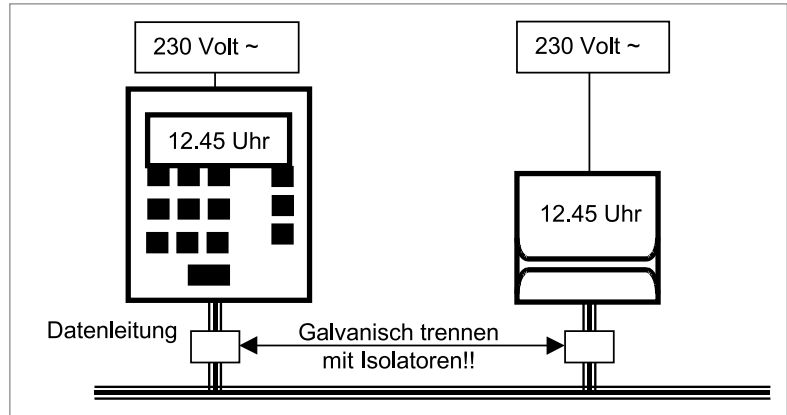
Sind in solchen Betrieben z.B. die vernetzte Bürokommunikation in einem Gebäude konzentriert und im übrigen nur ein Zeiterfassungsgerät pro weiteres Gebäude, dann kann die galvanische Trennung mittels eines Isolators realisiert werden. Diese Isolatoren sind in Abhängigkeit des Schnittstellentyps, der Datenprotokolle und der Leitungslängen auszuwählen.

Dasselbe Prinzip sollte auch bei Zutrittskontrollgeräten angewendet werden.

Im übrigen sollte mittels Stromzangen auf den Datenleitungen gemessen werden, ob Ströme festgestellt werden.

Z.B.: Zeiterfassung und Zugangskontrollen

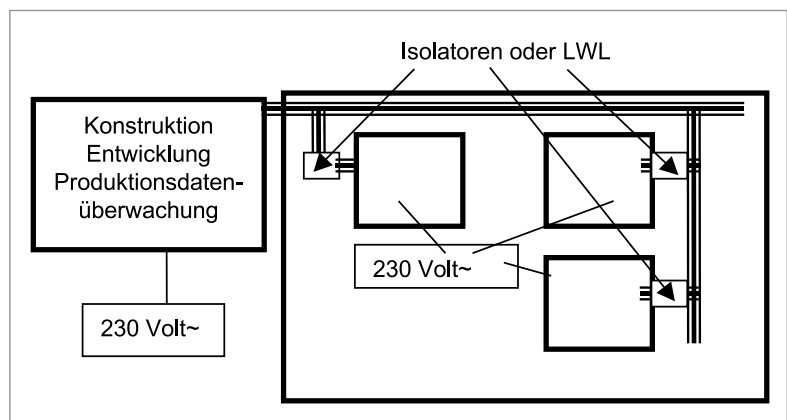
Jedes Gerät ist nur einmal mit dem Schutzleiter verbunden



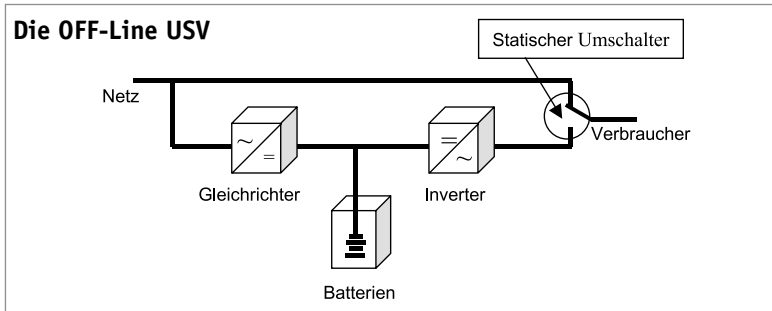
Z.B.: Bereich Konstruktion und PPS-Systeme

Es gibt Bereiche, in welchen die Konstruktion direkt mit den Bearbeitungszentren in der Produktion verbunden ist. Werden diese beiden Bereiche über verschiedene Unterverteilungen (UV) versorgt, die über ein 4-Leiternetz eingespeist werden (TN-C-S-Netz), dann sollten in diesem Bereich LWL Lichtwellenleiterkabel eingesetzt werden, oder mittels Isolatoren die datentechnische Anbindung an den Bearbeitungszentren galvanisch getrennt werden.

Erdschleifen mithilfe von Lichtwellenleitern oder Isolatoren vermeiden



6 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)



OFF-Line USV
sind nicht
unterbrechungsfrei!

Wirkungsweise: Diese Art von USV-Geräte registriert den Netzausfall und schaltet elektronisch oder elektromechanisch auf internen Batteriebetrieb um. Im Normalbetrieb ist der Verbraucher direkt mit dem Netz verbunden, und die Batterien werden geladen

Vorteil:

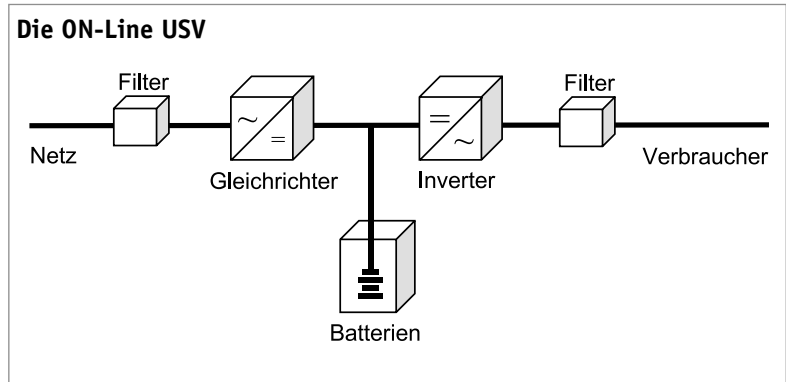
- Gegenüber einer ON-Line USV ist eine hohe Materialeinsparung und dadurch ein geringerer Preis möglich.

Nachteil:

- Ansprech- und Umschaltzeiten durch Fühler und elektronische oder elektromechanische Umschalteneinrichtungen von 10 ms und mehr reichen für einige Verbraucher aus, aber nicht für alle.
- Die Netzteile der angeschlossenen Geräte können die Ausfallzeiten nicht immer überbrücken.
- Im Normalbetrieb gelangt i.d.R. ungefilterte Netzspannung an die Verbraucher.
- OFF-Line-Geräte liefern im Batteriebetrieb häufig rechteck- oder trapezförmige Ausgangsspannungen. Geräte, die sinusförmige Ausgangsspannungen liefern und Filterwirkung besitzen, bewegen sich wegen des hohen technischen Aufwands bereits in der Preiskategorie der ON-Line-Geräte.
- Die Toleranz der Eingangsspannung ist geringer, so daß die USV bei kleineren Netzschwankungen umschaltet und die Batterien häufiger beansprucht. Die Batterielebensdauer wird verkürzt.
- Defekte im Bereich des Wechselrichters und/oder Batterie werden erst bei Netzausfall bemerkt.

Prüfen, ob sich
USV und Rechner
vertragen

ON-Line USV
ist wirklich
unterbrechungsfrei!



Wirkungsweise: Eingangsseitig wird die Netzspannung gefiltert und gleichgerichtet. Die Gleichspannung lädt einerseits eine Batterie und dient andererseits als Eingangsspannung für einen Wechselrichter. Dieser erzeugt eine sinusähnliche Wechsellspannung, die dann auf effektive 230 Volt ~ hochtransformiert wird. Fällt das Netz aus, entfällt lediglich das Laden der Batterien.

Nachteil:

- Der Preis ist etwas höher, aber er entspricht der Sicherheit!

Vorteil:

- Filter im Ein- und Ausgangsbereich; Störungen werden eliminiert.
- Eingangsspannungstoleranz von +10% bis -15%
- Ausgangsspannung ca. ± 1 % vom Nennwert.
- Keine Umschaltzeiten (wirklich unterbrechungsfrei).
- Batterien werden ständig kontrolliert geladen.
- Ladezustand wird überwacht.
- Überlastfähig

Beim USV-Anbieter
nachfragen

Welche Ausdrücke in den Verkaufsprospekten auch gewählt werden, entscheidend ist alleine:

Wird im Moment des Netzspannungsausfalls am Ausgang der USV umgeschaltet oder nicht. Diese Frage muß dem USV-Anbieter gestellt werden. Es sollten nur solche USVen verwendet werden, die am Ausgang **nicht** umschalten!

6.1 Tips für die Auswahl einer USV

Scheitelwertfaktor oder Crestfaktor

Computer stellen eine nichtlineare Last dar und beziehen aus dem Netz einen hohen Spitzenwert im Verhältnis zum Effektivwert. Dieses Verhältnis ist als Crestfaktor definiert, der von Rechner zu Rechner unterschiedlich sein kann. Fragen Sie deshalb bei Ihrem Systemlieferanten nach dem Crestfaktor des oder der Rechner (typisch 3), die an die USV angeschlossen werden. Die USV muß im Umschaltmoment mindestens diese Leistung erbringen. Bringt sie diese Leistung nicht, stürzt das System im Umschaltmoment ab. Der Crestfaktor ist deshalb eine wichtige Größe für die Leistungsfähigkeit einer USV (siehe auch Nennleistung).

Überbrückungszeit

Die Überbrückungszeit, in der die Verbraucher alleine durch die in der USV eingesetzten Batterien gespeist werden, sollte abgestimmt sein. Sie kann zum einen von den organisatorischen Notwendigkeiten des betrieblichen Ablaufs abhängig sein, wie auch von der Dauer, die ein System benötigt, um alle Dateien sicher abzuschließen und auf der Festplatte zu speichern. Typische Zeiten sind 5 bis 15 Minuten.

Nennleistung

Die Nennleistung der USV muß mit den Anforderungen des zu versorgenden Systems abgestimmt sein. Dabei werden die Werte »mittlere Effektivstromstärke und Spitzenstromstärke« des Systems in Bezug zum Crestfaktor der USV gesetzt. Je nach Ergebnis kann es sein, daß z.B. eine USV mit einer Nennkapazität von 20 KVA nur mit maximal 80 %, also maximal 16 KVA belastet werden darf. Ist dieses Verhältnis nicht beachtet worden, kann es schon im Normalbetrieb zu Ausfällen kommen. Der Spitzenstrom ist nicht mit dem Einschaltstrom zu verwechseln, der beim Einschalten des Systems auftritt.

Kommunikation

Kommunikationseinrichtungen (Schnittstellen/Software) zwischen USV und dem System sind für nahezu alle USVen erhältlich (Standard/Option). Sie stellen automatisch einen geregelten Shut-Down, d.h. die Datensicherung und das Stillsetzen des Systems sicher. Lassen Sie sich den sicheren Prozess für ihre Konfiguration vorführen. Sollten Sie aus organisatorischen Gründen zusätzlich einen automatischen Wiederanlauf des Systems benötigen, so lassen Sie sich diesen Prozess vorführen.

Weitere Tips

Temperatur der USV

Die USV darf nur innerhalb der in den Spezifikationen genannten Höchstgrenzen betrieben werden. Liegen die Umgebungstemperaturen unterhalb dieser Höchstgrenzen, dann erhöht sich die Zuverlässigkeit einer Anlage z.B. bei einer Überlastung. Wird eine USV in einem fensterlosen Raum betrieben, kann eine Klimatisierung erforderlich werden.

Temperatur der Batterien

Die zulässigen Umgebungstemperaturen für Batterien liegen meist unterhalb denen für die USV-Anlage. Diese Werte sollten unbedingt eingehalten werden. Sind die Temperaturen über einen längeren Zeitraum zu niedrig, vermindert sich die Kapazität. Sind die Temperaturen zu hoch, verkürzt sich deren Lebensdauer.

Aufstellung

USV-Anlagen produzieren Abwärme und Geräusche. Dies sollte bei der Standortwahl berücksichtigt werden. Kleine bis mittlere Geräte sollten nicht direkt vor einer Wand stehen und die warme Abluft kann nicht ungehindert abfließen.

Der eigentliche Platzbedarf der USV und der problemlose Transport zum Installationsort sollte geprüft werden. Der Zugang für das Wartungspersonal sollte gewährleistet sein.

Sind getrennte Bereiche für die USV und die Batterien vorgesehen, so sind die einschlägigen Vorschriften im Umgang mit Säuren zu beachten.

Wartung/Fernwartung

Bei mittleren bis größeren Anlagen und in Abhängigkeit der Mindestverfügbarkeit einer USV-Anlage ist es möglich, per ON-Line Diagnose jederzeit über die Leistungsfähigkeit einer USV informiert zu werden. Periodische Tests können nach Absprache zwischen den jeweiligen Vertragspartnern vereinbart werden. Dazu gehört ein Statusbericht mit einer aktuellen Zustandsbeschreibung.

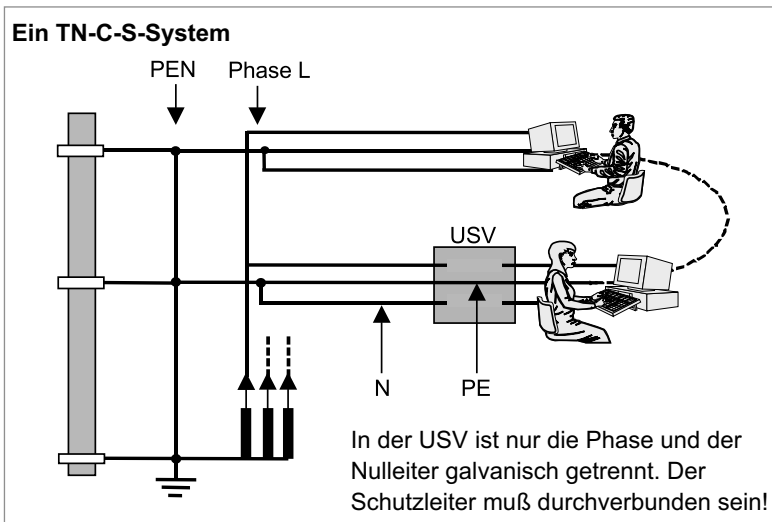
Zukünftige Kapazität

Planen Sie rechtzeitig für Systemerweiterungen. Sie können davon ausgehen, daß zukünftige Elektroniksysteme weniger Leistung aufnehmen als heute. Manche USV-Anlagen sind modular aufgebaut und können mit der benötigten Leistung wachsen.

6.2 Die Konsequenz

Treten die auf Seite 8 beschriebenen Symptome im »normalen Alltag« auf, dann wird sehr häufig versucht, die Probleme mittels einer USV-Anlage in den Griff zu bekommen. Es wird fast ausnahmslos von Störungen aus dem 230 Volt~ Netz gesprochen die durch eine galvanische Trennung beseitigt werden können.

Die Fehler eines Systems, die auf vagabundierende Ströme im Schutz- und Bezugsleitersystem zurück zu führen sind, können durch eine USV nicht beseitigt werden.



Das bedeutet in der Konsequenz:

Immer zuerst die emv-freundliche Netzform TN-S einrichten. Das Prinzip des geschlossenen Stromkreises muß realisiert werden. Die Neutralleiterströme müssen im Neutralleiter zurück zur speisenden Quelle geführt werden. Sie dürfen nicht in das Erdungssystem eingespeist werden. Insofern sind, wie bereits beschrieben, TN-C und TN-C-S Systeme mit PEN-Leitern aus der Sicht der EMV in Gebäuden äußerst problematisch und müssen konsequent vermieden werden!

Erst danach kann und soll eine USV eingebaut werden und nicht umgekehrt.

7 Aufstellbedingungen für Büro-Computer

Diese Aufstellbedingungen finden sich fast gleichlautend in den Unterlagen aller namhaften PC- und Computer-Hersteller

1 Einleitung

Die sachgemäße Aufstellung und Installation ist eine wesentliche Voraussetzung für die Betriebssicherheit der PCs und Netze. Daher sind die hierfür geltenden Aufstellbedingungen zu beachten. Wir haften gemäß unseren AGBs nicht für Schäden, die durch Nichtbeachten unserer Aufstellbedingungen entstehen.

2 Sicherheitsregeln

Die elektrische Installation der Systemstromversorgung ist nach den allgemein anerkannten Regeln der Elektrotechnik sowie den Unfallverhütungsvorschriften zu errichten und zu unterhalten.

Außerdem gelten die TABs (Technische Anschlußbedingungen) der örtlichen Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVUs).

3 Aufstellung und Installation

Die Aufstellung, Inbetriebnahme, Reparatur und Wartung der Computersysteme einschließlich der Peripherie ist nur von unseren Service-Mitarbeitern durchzuführen.

Die Elektroinstallation ist von Elektrikern nach den geltenden VDE- und DIN-Vorschriften herzustellen. Der Standort ist so zu wählen, daß das System mit allen Peripherien vor Erschütterung, Staub, Nässe und direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß weder die Heizung noch ein Lüftungsfenster Einfluß auf das Kühlsystem hat.

Klima: Die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit sind zwei wesentliche Faktoren bezüglich statischer Aufladungen.

Raumtemperatur: $21 \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$

Temp. Gradient: $< 5 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Std}$

Raumluftfeuchtigkeit: 40–60 % rH

Die Raumluftbefeuchtung muß nach dem Verdunstungsprinzip arbeiten, da beim Sprühprinzip Kalkablagerungen zu befürchten sind. Der Abstand zu Heizkörpern muß $> 50 \text{ cm}$ betragen.

Elektrostatische Aufladungen: Computersysteme können durch statische Elektrizität in ihrer Funktion gestört oder zerstört werden. Außerdem belästigt sie das Bedienungspersonal.

Die Entstehung statischer Elektrizität hängt in erster Linie von der Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit dem Bodenbelag und der Schuhsohle beim Menschen ab. Bei Bedienungskräften hat die Kleidung und der Stuhl ebenfalls Einfluß auf das Entstehen statischer Aufladungen.

Zur Vermeidung von statischen Aufladungen gelten deshalb folgende Hinweise:

- Verringerung des elektrischen Widerstandes des Fußbodenbelages.
- Einhaltung der relativen Luftfeuchtigkeit von 40–60 % rH.

Stromversorgung: Die Stromversorgung ist gemäß VDE 0100 von einem Elektroinstallateur zu errichten. Das Computersystem ist an einen Haus- oder Etagenverteiler anzuschließen. Dieses EDV-Netz versorgt alle zum System gehörenden Geräte (Gemeinsames Erdungskonzept/Single Point Grounded). Es dürfen keine anderen Komponenten angeschlossen werden. Es ist eine möglichst wenig belastete und störungsarme Phase auszuwählen.

Betriebsspannung: $230\text{ V} \pm 10\%$

Betriebsfrequenz: $50\text{ Hz} \pm 1\%$

Klirrfaktor: max. 5 % der Nennspannung, Oberschwingungsanteil < 3 %.

Netzspannungseinbrüche > 5 ms sind nicht akzeptabel.

4 Hinweise für vernetzte Systeme

Alle Netzanschlußkabel sind an fest installierte Schukosteckdosen anzuschließen (EDV-Netz). Abgeschirmte Netz- und Datenkabel werden gemeinsam verlegt. Der Kabelanschluß liegt in der Verantwortung des Kunden.

Systemschutzerdung: Die Erdung ist so einzurichten, daß alle EDV-Geräte an einen Erdungspunkt angeschlossen werden. Entsprechende Querschnitte sind vorzusehen. Die Bildung von Erdschleifen ist zu vermeiden. Das PE Schutzleitersystem muß unbelastet sein (Nachweis durch messen!)

5 Bestimmungen und Vorschriften

VDE 0100: Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen.

VDE 0800 Teil 2: Bestimmungen für Einrichtungen und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschl. Informationsanlagen.

Forderungen **8** an eine sichere EDV-Stromversorgung

- Schaffung eines stromtragfähigen, niederohmigen Erdungssystems
- Keine Arbeitsströme auf dem PE / PA System (Nachweis!)
- Keine Mehrfacherdung des N bei Mehrfacheinspeisung;
N nur einmal erden!
- Keine reduzierten Kabelquerschnitte für N zulassen
- Kabelquerschnitte für Oberschwingungslasten auslegen
- Keine Einzeladern vom Trafo zur NSHV und danach zur UV
- Im gesamten Gebäude keine PEN-Leiter zulassen
- Überspannungsschutz für Kompensationsanlagen einbauen
- Differenzstromüberwachungsgeräte RCM (Residual-Current-Monitoring) verwenden
- Permanentes Energie-Monitoring aller Parameter einführen
- Anlagen prüffähig aufbauen – Meßpunkte zugänglich machen
- Dokumentation und Beschriftung von Kabeln und Anlagen
- Adern sicher kennzeichnen
- Permanent Lernen
- Anlagen fachgerecht warten, die Netztechnik entwickelt sich weiter

Schlußbemer⁹kung

Die in dieser Installationsbroschüre dargestellten Zusammenhänge sind Grundvoraussetzungen, die dringendst für eine funktionierende EDV-Elektronik eingerichtet sein sollen.

Aus der Sicht der EMV muß ein Stromfluß von Betriebsströmen auf der Erdungsanlage unbedingt vermieden werden.

Dies schafft günstige Voraussetzungen, denn dadurch können nicht nur Betriebsströme mit der Grundfrequenz 50 Hz sondern auch Ströme mit harmonischen und zwischenharmonischen Oberschwingungen von 150 Hz und höher auf dem PE vermieden werden.

Sind diese Ströme nach wie vor auf dem Schutzleiter PE und auf dem Potentialausgleichsystem vorhanden, dann fließen sie in allen Anlagenteilen, die geerdet bzw. über einen Potentialausgleich miteinander verbunden sind.

Aus der Schadenpraxis sind Störungen und Zerstörungen auf diese Ströme im Erdungssystem zurückzuführen.

Selbst bei Potentialanhebungen durch atmosphärische Entladungen (indirekte Blitzentladungen) konnte beobachtet werden, daß bei sauber aufgebauten TN-S-Netzen keine oder nur sehr geringe Schäden auch ohne Überspannungsschutzeinrichtungen aufgetreten sind.

Ein gezielt geplanter und sorgfältig eingesetzter Überspannungsschutz in Niederspannungshauptverteilungen NSHV und Unterverteilungen UV kann die auftretende Überspannungen abbauen, die über die Netzzuleitungen in die Installationen gelangen.

Auf das Thema der Oberschwingungen wurde in diesem Installationsleitfaden nicht eingegangen. Siehe dazu VDE 0839 und seine Teile, Verträglichkeitspegel in Niederspannungsnetzen, Mittelspannungsnetzen und Industrieanlagen.

10 Quellennachweis

VDE 0100 Teil 300

VDE 0100 Teil 510

VDE 0100 Teil 540

VDE 0800 Teil 2

Karl-Heinz Otto: Die verPENnte Elektroinstallation, DS 6/99 Seite 8-12

Rudolph/Winter: EMV nach VDE 0100; Schriftenreihe 66 VDE Verlag

A. Kohling: EMV von Gebäuden, Anlagen und Geräten; VDE Verlag

G. Kiefer: VDE 0100 und die Praxis; VDE Verlag

Niemand/Kunz: Erdungsanlagen; VWEW / VDE Verlag

Bellaire/Hergesell: Standortplanung AS 400, IBM Stuttgart

Wiesemann Theis, Wuppertal: Isolatoren (aus Datenbuch 98)

Bender, Grünberg: RCM Fehlerstromüberwachungsgeräte

Doepke, Norden: RCM Fehlerstromüberwachungsgeräte

Silcon, Langenfeld: USV Unterbrechungsfreie Stromversorgungen

Prof. Dr. Dipl.-Ing. Schlabbach: Netzurückwirkungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Friedhelm Noack: Blitzstörbeeinflussung in Niederspannungsnetzen

Siemens; Technische Mitteilung 08/1997 TM 6014, Überspannungsschäden durch ungünstige Netzkonstellation.

Wißner: Tela CD

Die Meinung ist weitverbreitet: PC's, Netzwerke und elektronische Systeme sind schnell und leicht zu installieren, denn Steckdosen gibt es überall. Doch wenn diese Systeme nicht das tun, was sie sollen, sind die Probleme oft auf Fehler in der Verkabelung (230 V~/Datenkabel) zurückzuführen. Es gilt im Interesse der Anwender Schäden zu vermeiden. Die Kosten für einen Produktionsstillstand sind wesentlich höher gegenüber dem reinen Ersatz von defekter Hardware oder einer EDV- und elektronikgerechten Elektroinstallation. Das unternehmerische Gesamtrisiko ist über Versicherungen nicht abzusichern und wirtschaftlich nicht vertretbar.

Der vorliegende Installationsleitfaden ist das Ergebnis von über fünfzehn Jahren Installationsberatung im Bereich PC's, Mehrplatzanlagen und Netzwerken. Er ist mit größter Sorgfalt erstellt und bei unzähligen Beratungsgesprächen mit Endkunden und deren Elektroinstallateuren eingesetzt worden. Der Leitfaden ist zum einen als leichte Informationskost für Interessierte und zum zweiten als Gesprächsgrundlage für die Installationsberatung beim Endkunden gedacht. Der Endkunde kann so erkennen, dass eine Installation nicht nur das Aufstellen von Hardware und das Aufspielen von Software bedeutet, sondern viel früher beginnt.

ISBN 3-89639-203-4

15,- DM

