

DE Herrn Muschong@online-de.de

Betreff :

Rubrik « Praxisprobleme »

pp-03-001-Polster / EMV-gerechte Umgestaltung einer Elektroanlage

Sehr geehrter Herr P.,

Sie sprechen ein sehr aktuelles und mit vielen „Fußangeln“ versehenes Thema an.

Die Korrosionen sind mit Sicherheit nicht nur auf Ihrer Erdungsanlage, sondern auf allen rohrtechnischen Systemen mit Elektrolyt, wie Sprinkleranlagen, Warmwasser, Kaltwasser und Heizungssystemen zu finden.

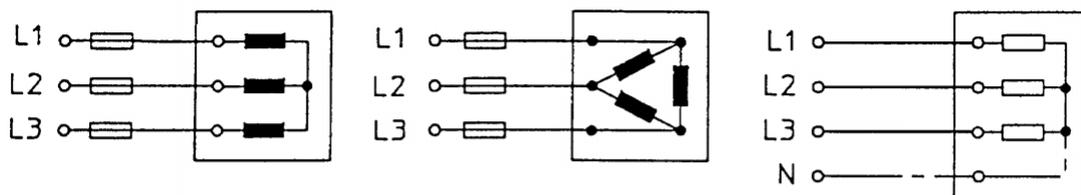
Ströme über Schirmungs- und Bezugssysteme bewirken Funktionsstörungen in elektronischen Systemen.

Magnetische Felder koppeln sich induktiv auf Leitungen und Erdungssysteme ein. Als Hersteller von Kugellagern haben Ihre Fachabteilungen bereits umfangreiche Erfahrungen auch mit Kugellagerverschleiß auf Grund von vagabundierenden Neutralleiterströmen gemacht.

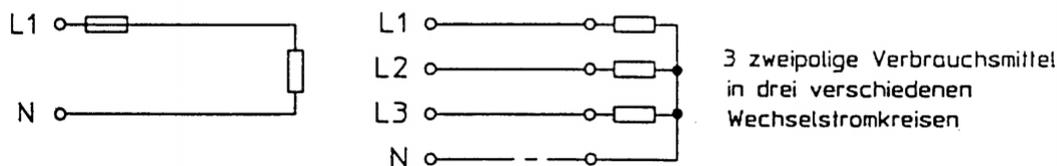
So ist es löblich, eine Netzumstellung zu einem überwachten TN-S-System durchzuführen. Spätestens Ihr Nachfolger muss es ohnehin durchführen.

Der geschlossene elektrische Stromkreis, so wie es uns Herr Kirchhoff und Herr Ohm schon vor vielen Jahren gelehrt haben, muss zwingend in die Praxis 2003 umgesetzt werden.

Dadurch werden die Summe der hinfließenden Ströme gleich der rückfließenden Ströme, die sich an jedem Knoten- Verzweigungspunkt zu Null addieren.



Drehstromkreise (dreipoliger Verbrauchsmittel)



Wechselstromkreis (einpölicher Verbrauchsmittel)

Die Farbgebung der Leiter ist bei einer Netzumstellung, nach den bisherigen Erfahrungen der letzten 10 Jahre, das kleinste und nur formales Problem.

Leider widersprechen sich einige VDE Textpassagen in den verschiedenen Bestimmungen, so dass in der Tat für Elektrofachleute eine Verunsicherung bezüglich der verwendeten Leiterfarben vorliegt.

Gerade die Ader-Farben blau/hellblau und grün/gelb wird in der Praxis in unterschiedlichen Funktionen, genutzt . Damit sind Verwechslungen an entscheidender Stelle vorprogrammiert.

Außerdem kommen immer Kabel aus dem internationalen Markt und benachbarten Ausland z.B. der Schweiz, USA, Kanada, GB, Japan auf den Markt die wieder andere, z. T. eindeutige Farbgebungen verwenden.

Die eindeutigste Textpassage zur Farbgebung an elektrischen Leitern sind in der VDE 0198 EN 60446:1999 Oktober unter 3. zu finden.

Dort ist unter 3.3.2 zwingend ausgesagt, das die Zwei-Farben-Kombination Grün-Gelb für den Schutzleiter verwendet werden muss. Da der PEN Betriebsströme führen kann, darf er dem Grunde nach keine Grün-Gelbe Farbmarkierung führen.

Die „ Formulierungsnot „ des Gremiums ist unter Punkt 3.3.3 wiederzufinden. Durch 3 Anmerkungen wird für den Praktiker eine echte Verwirrung gestiftet, da es wieder Ausnahmeregelungen für die Länder und öffentliche Netze gibt. Dort braucht wohl aus Kostengründen keine PEN-Markierung aufgebracht werden.

Der Sinn der VDE 0198 Kapitel 3 liegt darin eine Eindeutigkeit in einer Liegenschaft zu bekommen, damit keine Verwechslungsgefahr besteht. Auch numerische Zeichen sind erlaubt. Nur der PE sollte wie in den meisten Ländern ausschließlich der Sicherheit des arbeitsstromfreien Schutzleiters dienen.

Wenn Verwechslungen auftreten können, so halte ich es für geboten, eindeutige, dauerhafte Farbaufstriche anzubringen.

In der Anfrage ist aber schon wieder ein Fehler enthalten, da Sie von einem PEN der von der Trafostation kommt, sprechen.

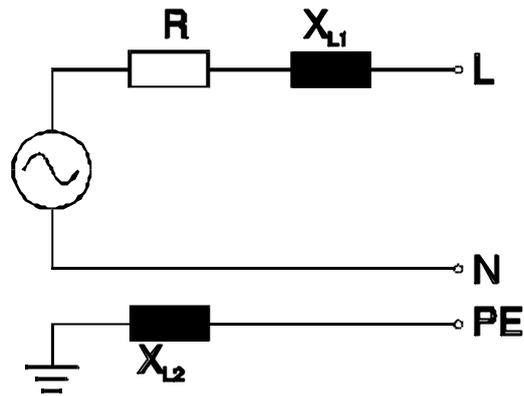
Die Transformator Anschluss-Bezeichnung lautet:

Primär	U1 , V1 , W1 ,
Sekundär	U2 (R), V2 (S), W2 (T), N (MP)

Eine Bezeichnung **PEN** ist am Transformator **nicht** vorhanden.

Zum PEN wird der N erst, wenn direkt am Transformator **und** in der Niederspannungs-Hauptverteilung der Neutralleiter jeweils auf das Erdungssystem gelegt wird und weiter gemeinsam als Rückleiter und Erdungsleiter genutzt wird.

Ist zwischen Trafosternpunkt N und dem Einspeisepunkt an der Niederspannungs-Hauptverteilung ein normales, heute übliches PA-System vorhanden, so fließen schon erhebliche Arbeitsströme des N über das niederimpedante Erdungssystem.

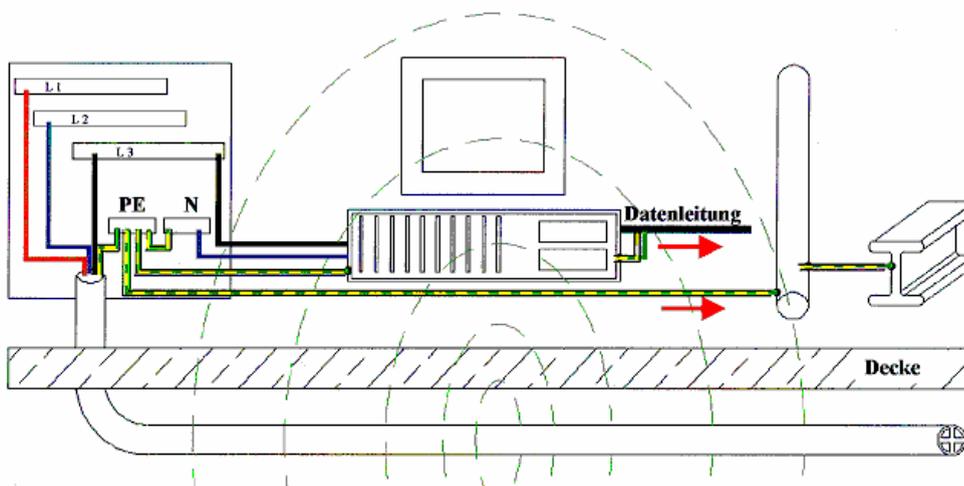


Der Schleifenwiderstand Z macht sich durch die parallele Führung aller metallisch verbundener Systeme und der Frequenz des Neutralleiters bemerkbar.

Wir dürfen nicht vergessen, dass ein Frequenzgemisch zwischen 50 und 150 Hz auf dem Rückleitungssystem fließt und zusätzlich hochfrequente Ableitströme der Y-Kondensatoren alle Schaltnetzteile und Umrichter das Erdungssystem belasten.

In Zukunft müssen auch die Phasen und der Neutralleiter dicht beieinander im Schaltschrank angeordnet werden und der Unsinn der N-Leitertrennschienen aufhören.

Die magnetischen Felder müssen wie in einem Kabel oder Stromschienen-System dicht beieinander geführt werden, da sonst auch bei galvanisch sauberen Aufbau eines TN-S-Systems, hohe induktive Einkopplungen auf die Erdungssysteme wirken.



(Zeichnung Fa. Zeltronik)

Führen Sie einen PEN aus der Station in die Niederspannung-Hauptverteilung ein, so haben Sie bereits die erste Fehlerstromschleife gesetzt, die Sie aus dem ganzen Gebäude nicht mehr heraus bekommen.

Bereits ab den Transformatoren muss der N, der früher mit MP bezeichnet wurde, in einer blauen Farbe bis zur isolierten N-Schiene in der Niederspannung-Hauptverteilung geführt werden.

413.1.3 TN-Systeme

413.1.3.1 Alle Körper der Anlage müssen mit dem geerdeten Punkt des speisenden Netzes, der am **oder in der Nähe des zugehörigen Transformators oder Generators geerdet sein muss**, durch Schutzleiter verbunden sein.
Üblicherweise ist der geerdete Punkt des Stromversorgungssystem der Sternpunkt.

Damit ist klar gestellt, dass die Verbindung zwischen Neutralleiter und dem Erdungssystem auch in der Niederspannungs-Hauptverteilung erfolgen kann.

Dieser Punkt (ZEP) ist in der Regel in der Niederspannungs-Hauptverteilung besser zugängliche und prüfbar aufzubauen.

Der ZEP wird in Zukunft eine größere Bedeutung gewinnen, speziell dann, wenn mehrere Speisequellen innerhalb eines TN-S-System parallel zusammenschaltet werden müssen.

TN-System bedeutet danach auch für parallel geschaltete Transformatoren/Generatoren:

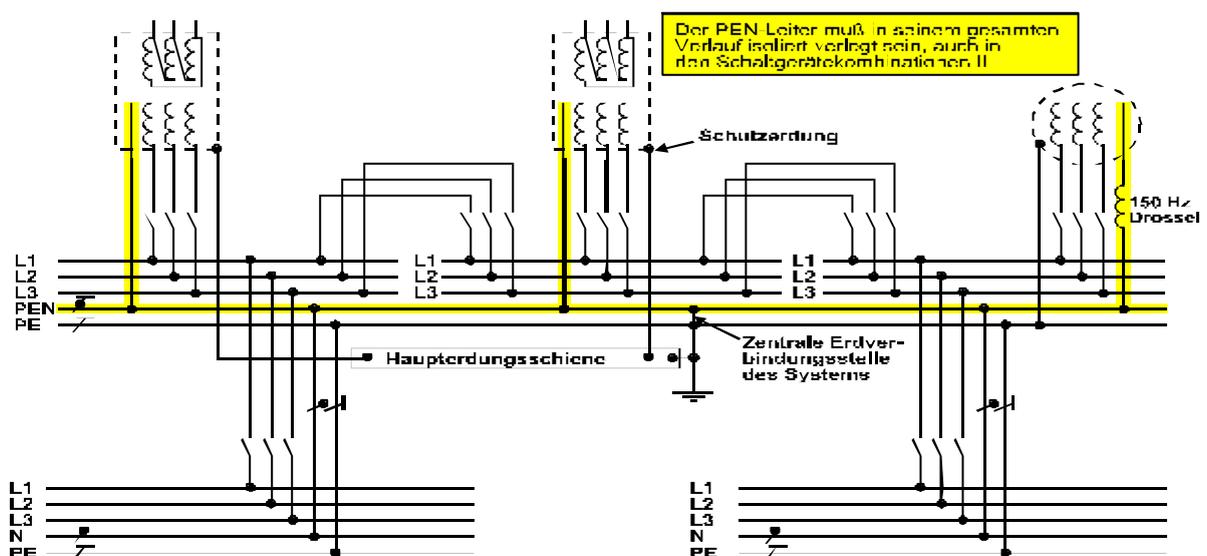
DIN VDE 0100-300 : 1996-01

312-2.1 TN-Systeme

In TN-Systemen ist EIN (1) Punkt direkt geerdet; die Körper der elektrischen Anlage sind über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden.

- TN-S-System: Im gesamten System wird ein getrennter Schutzleiter angewendet.

Elektromagnetisch verträgliches TN-System bei Einspeisung mehrerer Transformatoren bzw. Generatoren



Leider wird aus formalen Gründen immer noch ein „Isolierter PEN“ anstelle der Funktionsbezeichnung N eingezeichnet. Zwischen den aktiven Leitern L1/L2/L3/N und dem PE-System sollte auch schon in der Zeichnung ein Abstand und die Zugänglichkeit für Prüfzwecke dokumentiert sein.

Dem Wortlaut nach gilt die TN- Formulierung auch für ein TN-C Systeme, die eigentlich für symmetrische Systeme gedacht waren. Daher kann auch weiter eine vieradrige Zuleitung zu einem Motor oder Drehstromsystem verwendet werden, da kein N benötigt wird. So ist auch ein Vieradriges Kabel mit 3 Phasen und PE für ein TN-S-System geeignet.

Die blaue Aderfarbe sollte aber nicht für eine Phase zur Anwendung kommen. Verwechslungen mit dem in der Anlage verwendeten N in blauer Farbe ist sonst vorprogrammiert und von DIN VDE 0100-510 : 1997-01 Seite 3 ausdrücklich untersagt.

Folglich muss in solch einem Kabel die Aderfarbe nachträglich eindeutig gestaltet werden.

Im Folgesatz wird an der gleichen Stelle inkonsequenterweise formuliert:

Beim Fehlen eines Neutraleiters oder Mitteleiters darf der „HELLBLAUE Leiter“ in einem mehradrigen Kabel auch für andere Zwecke (ausgenommen als Schutzleiter) verwendet werden.

Welches die anderen Zwecke sind bleibt offen.(Schalt draht ?)

Es ist bei der Verwendung von vieradrigen Kabeln im TN-System zu empfehlen den blauen Außenleiter der als Phase verwendet wird mit einem schwarzen Anstrich zu versehen, so wie es die VDE 0198 vom Oktober 1999 Seite 3 Abschnitt 3.2.3 *unter Wechselstrom-Außenleiter* vorsieht.

Einphasige Verbraucher haben das Drehstromsystem unbemerkt zu einem Dreiphasigen Wechselstromsystem gemacht. Dem muss heute Rechnung getragen werden.

Neuerdings kommen bereits 7 adrige Leitungen auf den Markt. Zu jeder Phase wird bei diesem Kabeltyp auch der dazugehörige N vertwistet mitführt.

In EDV-Anwendungen und Rechenzentrum wird das neue System sich durchsetzen. Es bedingt aber auch einem EMV- gerechten Schaltschrankaufbau, der heute von kaum einem Schaltschrankhersteller sachgerecht und servicefreundlich geliefert wird.

Zur Frage der Aderkennzeichnung gilt die VDE 0198 vom Oktober 1999 Punkt 3.und

DIN VDE 0100-510 :1997-01

514.3 Kennzeichnung von Neutraleitern und Schutzleitern

514.3.2 PEN-Leiter müssen, wenn sie isoliert sind, durch eine der folgenden Methoden gekennzeichnet sein:

- *GRÜN-GELB durchgehend in ihrem ganzen Verlauf, zusätzlich mit hellblauer Markierung an den Leiterenden.*
-

Wie lang die blaue Markierung bei einem isolierten PEN sein muss, ist nirgendwo vorgegeben. In der VDE 0198 ist nur bei blanken Leitern von 15 bis 100mm hellblauen Streifen die Rede.

Damit es eindeutig bleibt, hat sich in der Vergangenheit auch in Abstimmung mit dem VDE-Telefon-„Seelsorgedienst“, Herrn Dipl.-Ing. Rudolf, bewährt, mit einer geeigneten Lackfarbe schwarz und blau als dauerhaften Anstrich aufzubringen.

Es kommt auf das Wort „**eindeutig**“ an. Solange der PEN, der PE und der PA einheitlich mit einer gelb/grünen Markierung versehen wird, kommt es zwangsweise schon zu Verwechslungsgefahren der unterschiedlichen Funktion.

Anwendung der Zwei-Farben-Kombination GRÜN-GELB

DIN VDE 0100-510 : 1997-01 zu Abschnitt 514.3.1

*Die Zwei-Farben-Kombination GRÜN-GELB muss zur Kennzeichnung des Schutzleiters und darf für **KEINEN** anderen Zweck verwendet werden. Diese ist der einzige anerkannte Farbcode zur Kennzeichnung des Schutzleiters.*

Mit anderen Worten, darf ein PEN nach dieser harten Forderung gemäß VDE 0100, Abschnitt 514.3.1 eigentlich keine gelb/grüne Farbgebung haben, da er Betriebsstrom führen kann.

Ein Hilfsargument zur Farbänderung kann sein, man nimmt aus dem PEN den PE heraus, so dass der N in dieser Ader erhalten bleibt. Logischerweise muss dann die Farbänderung von gelb/grün auf blau erfolgen.

Die Ummarkierung des ehemaligen PEN ist auf beiden Seiten durchzuführen.

Es hat sich ein Anstrich und ein zusätzlicher Hinweis als einfaches Klebeschild, welches sich mit jedem Laserdrucker selbst erzeugen lässt,

**„Achtung Aderfarbe wurde gemäß VDE 0100,
Teil 510 abgeändert“**

bewährt.

Gravierte Schilder mit Schrauben anzubringen, halte ich für zu aufwendig. Dagegen sind mehrere, heute einfach zu erstellende Klebeschilder z.B. aus dem Hause Zweckform oder andere völlig ausreichend.

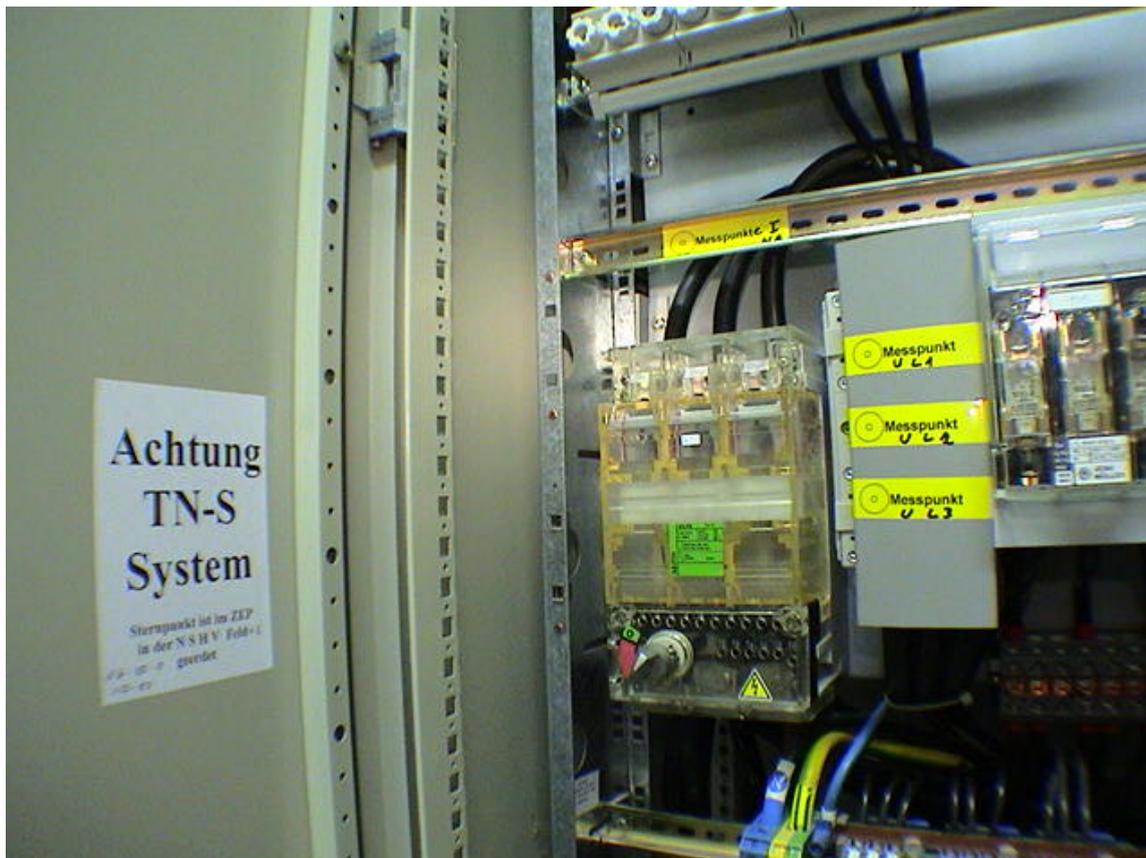
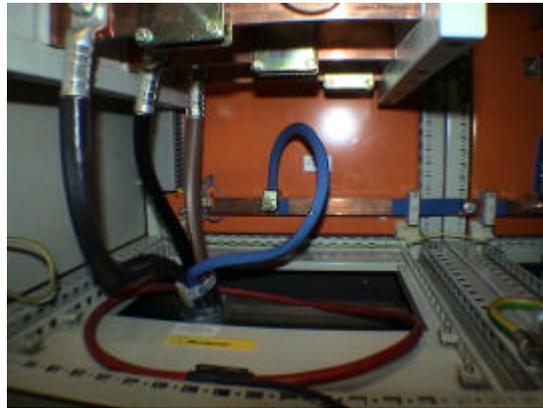
Anwendung der Farbe HELLBLAU gemäss DIN VDE 0100-510 : 1997-01
Abschnitt 514.3.1:

HELLBLAU ist für Neutralleiter bei Wechselstrom und Mittelleiter (bei Gleichstrom) vorgesehen.

Wenn ein Stromkreis einen farblich gekennzeichneten Mittelleiter oder Neutralleiter enthält, muss die für diesen Zweck verwendete Farbe HELLBLAU sein. Hellblau darf nicht zur Kennzeichnung anderer Leiter verwendet werden, wenn eine Verwechslung entstehen kann.

Gleichlautend siehe auch VDE 0198

Die Farbänderung im Nachgang, ohne Leitungen auftrennen zu müssen durch Pinselfarbe hat sich bewährt. Alle anderen Methoden, mit Schrumpfschlauch, Isolierband, waren zu aufwendig und sahen immer „gebastelt“ aus.



Bisher ist kein einziger Fall bekannt, in dem jemand in der Mitte eines Kabels eine Trennung des Kabel ohne Kontrolle auf beiden Seiten vornimmt und es dadurch zu einer Farbverwechslung gekommen wäre.

Wichtig ist, dass die Ader den Arbeitsstrom des N auch tragen kann, damit die Abschaltbedingungen eingehalten sind. Ein Messtechnischer Nachweis mit einem Hochstromschleifen-Messgerät und einem Prüfstrom von 280A sollte zwingend

durchgeführt werden. Der rechnerische Nachweis oder Blick in eine Tabelle reicht nicht aus.

Zum Teil wurden anlässlich Netzumstellungen extrem verringerte Leitungsquerschnitte und nicht funktionierende Abschaltbedingungen/Selektivitäten festgestellt.

Der N ist innerhalb des Kabels zu belassen, damit sich die magnetischen Felder zu Null addieren. (Aktive Leiter L1/L2/L3/N)

Eine externe Verlegung des N ist nur dann statthaft, wenn es sich um einen zu geringen Querschnitt des PEN handelt, welcher im Verbleib nicht verantwortet werden kann.

Der nachzuverlegende N ist planparallel am Kabel mit Kabelbindern festzuzurren, damit im Abschaltfall eines Erdschlusses die Stromkräfte beherrscht werden.

Damit keine Verwechslung mit dem Neutral- oder Mittelleiter des bisherigen verwendeten Kabels vorkommt, *muss der Wechselstromaußenleiter gemäß VDE 0198 Oktober 1999.3.2.3, die Farbe „schwarz“ oder „braun“ erhalten.*

Dieses wird am besten wieder mit einem geeigneten Lack auf Alkydharzbasis für Holz/Metall Anwendung mit einem Wegwerf-Pinsel aufgetragen.

Die Farben schwarz und blau sind für unter 10 EUR in jedem Baumarkt zu erhalten.

Kabel für TT-Systeme haben von sich aus schon diese Aderfarben.

Zum Schluss ist wichtig, dass eine abgeänderte Anlage geprüft und speziell der zentrale Erdungspunkt ZEP bezeichnet ist. Ein Prüfstrom von ca. 10 A kann an beliebiger Stelle des nachgeschalteten System zwischen N und einem PE eingespeist werden und der volle Prüfstrom muss am ZEP wieder zu finden sein.

Über den ZEP dürfen im Normalfall keinerlei Arbeitsströme zwischen 50 Hz und 150 Hz fließen.

Eine große Anzahl von Anlagen sind im In und Ausland sachgerecht umgebaut worden und die Betriebserfahrungen sind sehr positiv.

Inzwischen ist die größte TN-S Anlage mit 64 MW Trafoleistung realisiert.

K.H. Otto
www.sv-otto.de