

TN-S-System mit getrenntem Funktions-PE (FPE)





all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



TN-S-System mit getrenntem Funktions-PE (FPE)

Übersicht

1. Einleitung
2. Probleme, Hintergründe
3. Lösungsmöglichkeiten in der Installationstechnik
 - 3.1 PE-Leiterschleifen
 - 3.2 Ist-Zustand in vielen elektrischen Anlagen
 - 3.3 Optimale Lösung
 - 3.4 EMV-gerechter Potentialausgleich der elektronischen Massesysteme
4. Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit
5. Zusammenfassung

1. Einleitung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist eine wesentliche Voraussetzung für störungsfreien und zuverlässigen Betrieb elektrischer Geräte und Anlagen. Eine der wichtigen und grundsätzlichen EMV-Maßnahmen ist die Schaffung eindeutiger und ausreichenden Erdungsverhältnissen für ein Gerät oder eine Anlage. Dabei ist zwischen funktionstechnischen und sicherheitstechnischen Aufgaben der Erdung zu unterscheiden. Bei einer Erdung mit funktionstechnischen Aufgaben wird die Erde als Rückleiter verwendet, oder erfüllt die Aufgabe die Störströme von Filtern abzuleiten und eine einwandfreie Schirmung zu erreichen. Die Aufgabe der sicherheitstechnischen Erdung erfüllt die Aufgabe unzulässig hohe Berührungsspannungen zwischen leitfähigen Anlagenteilen und Erde zu verhindern.

In der Vergangenheit wurden Schutzleiterströme in Gebäudeinstallationen kaum gemessen, obwohl bei der Installation in Datennetzen hohe Ausgleichströme und Potentialunterschiede zwischen verschiedenen Stockwerksverteilern auffallen und zu Störungen und Ausfällen führen.

Daher ist es wichtig eine EMV-gerechte Installation und Verkabelung von PE-Leitern zu realisieren. Als Lösung wird der konsequente Aufbau eines TN-S-Systems in verschiedenen Normen und Fachpublikationen angesehen und verspricht stromlose Schutzleiter und Leitungsschirme. Leider ist oft das Gegenteil der Fall. Hohe Ableitströme oder N-PE-Brücken in den Unterverteilungen sind oft als Ursache schnell erkannt. Eine weitere Ursache, die weitläufig noch nicht bekannt ist, soll im folgenden aufgezeigt werden:

Versorgungsleitungen wirken induktiv als PE-Strom-Transformator und induzieren hohe Ströme im A-Bereich auf das Erdungssystem. Anteile dieser vagabundierenden Erdströme fließen als Folge durch elektronische Systeme aller Art. Es kommt zu Störungen.

2. Probleme, Hintergründe

Seit Ende der achtziger Jahre und mit steigender Tendenz, verändert sich die Art der Stromaufnahme in der elektrischen Energieversorgung. Die Ströme und daraus resultierend zum Teil die Spannungen, haben keinen sinusförmigen Verlauf mehr. Kommutierungseinbrüche durch Gleichrichtung, Leistungsveränderungen durch Phasenanschnitt, Frequenzumrichtung für Motorsteuerungen, Schaltnetzteile zur Gleichspannungserzeugung, sind die Ursachen.

Die Wirkungen sind die Bildung von Oberschwingungen, also harmonische Frequenzanteile zur Grundschwingung von 50 Hz. Hierbei hat der 150 Hz Anteil fatale Folgen. Zur Erinnerung sei erwähnt, dass bei symmetrischer Stromlast in Sinusform auf L1, L2 sowie L3 kein N-Leiterstrom fließt. Die Summe der Augenblickswerte der Ströme und somit auch der Magnetfelder, ist Null (s. Abb. 1).

Die Folge der Oberschwingungen ist aber, dass durch Phasengleichheit bei 150 Hz die Ströme in L1, L2, L3 sich addieren. Der Betrag dieser drei Ströme fließt als Summenstrom im N-Leiter zurück.

Es findet also keine Kompensation der Ströme und somit auch der Magnetfelder im Kabel mehr statt, wie es bei der Grundschwingung von 50 Hz der Fall ist (Abb. 2). Es entsteht ein magnetisches Restfeld, also ein Streufeld. Dieses induziert in den PE-Leiter hinein. Die Drehstromversorgungsleitung ist somit zum Transformator geworden. Hier entstehen die Störspannungen die zu elektromagnetischen Unverträglichkeiten in elektronischen Systemen führen. Das Streufeld dieser Oberschwingungen kann je nach Leitungstyp 2- bis 6mal und bei Einzelleitungen bis zu 16mal höher sein, als im 50Hz normalen Strombetrieb. Es fließen PE-Leiterströme im hohen A-Bereich. Ströme zwischen 10 A und 150 A am zentralen Erdpunkt sind typisch.

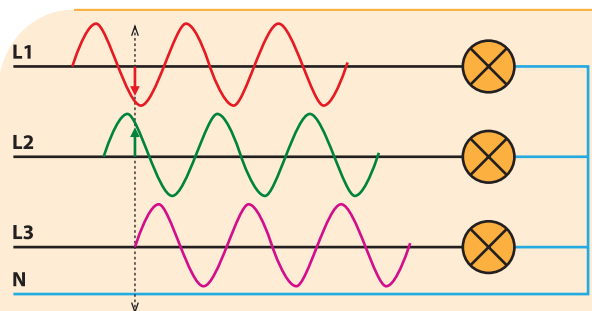


Abb.1 Soll-Idealzustand: Kein N-Leiterstrom, keine Streufelder

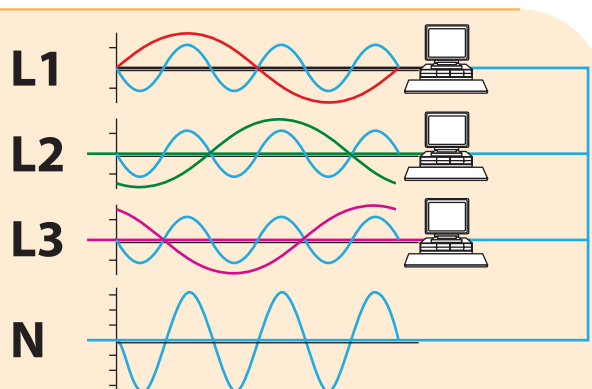


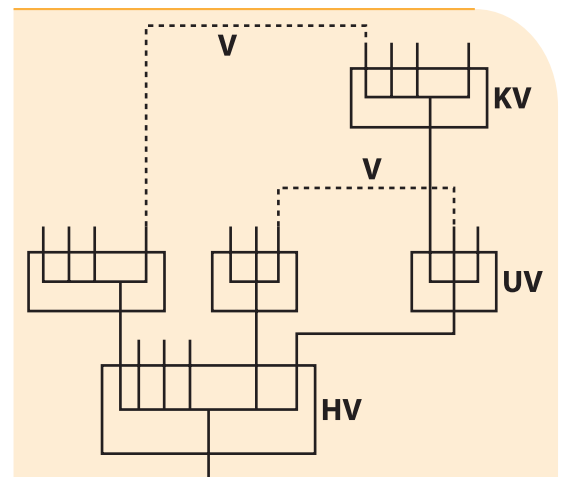
Abb.2 Ist – Zustand: 150 Hz Frequenzanteile als Rückstrom im N-Leiter, Streufelder

3. Lösungsmöglichkeiten in der Installationstechnik

Die elektromagnetische Verträglichkeit in elektrischen Anlagen kann u.a. erreicht werden durch Vermeidung oder Verinerung von:

3.1 PE-Leiterschleifen

Keine Leiterschleifen, in denen sich durch magnetische Felder (transformatorische Wirkung) Störströme induzieren können. Außerdem soll erreicht werden, dass auf den Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Anlagenteilen keine Störströme fließen.



V galvanische Verbindung (z. B. Steuerleitung)
unbedingt vermeiden

HV Hauptverteiler – UV Unterverteiler – KV Kleinverteiler

Abb.3 Vermeidung von PE-Leiterschleifen durch sternförmige Erdung

3.2 Istzustand in vielen elektrischen Anlagen

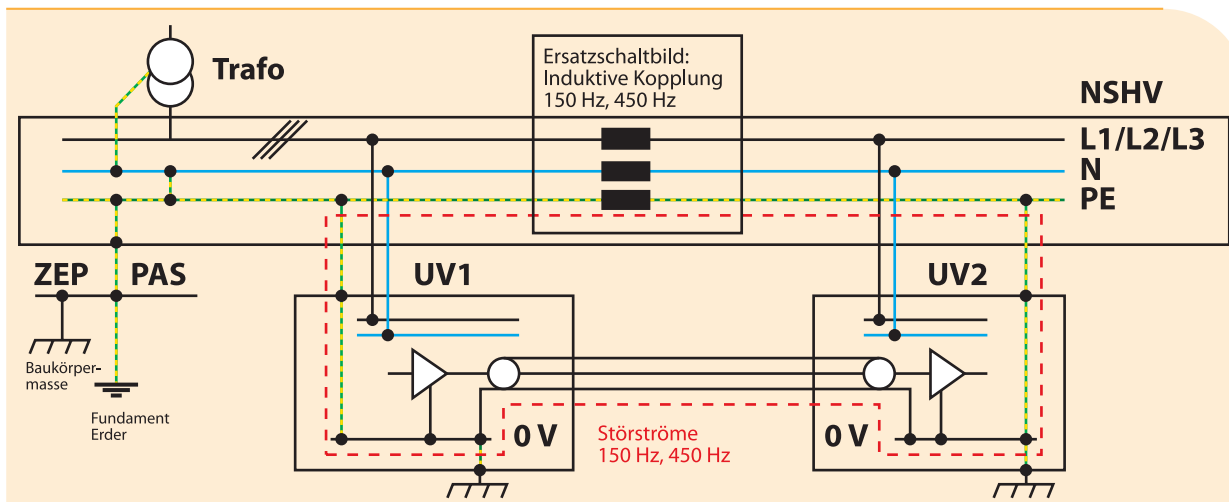


Abb. 4 Hohe Schutzleiter- und Störströme durch induktive Kopplung

Die Energieleitungen stellen die Primärwicklung eines Transformators dar, die Sekundärwicklung wird durch den mit der Leitung mitgeführten PE gebildet. Das durch die Oberschwingungen (150 Hz, 450 Hz) in den Energieleitungen ausgehende Magnetfeld induziert eine

Schutzleiterspannung im PE. Wird der PE-Leiter an beiden Enden z. B. mit einer abgeschirmten Datenleitung verbunden, wird die induzierte Spannung kurzgeschlossen und es fließt ein Schutzleiterstrom bzw. ein Störstrom (150 Hz, 450 Hz) über die Abschirmung der Datenleitungen. Größenordnung: 1...20 A!

3.3 Optimale Lösung

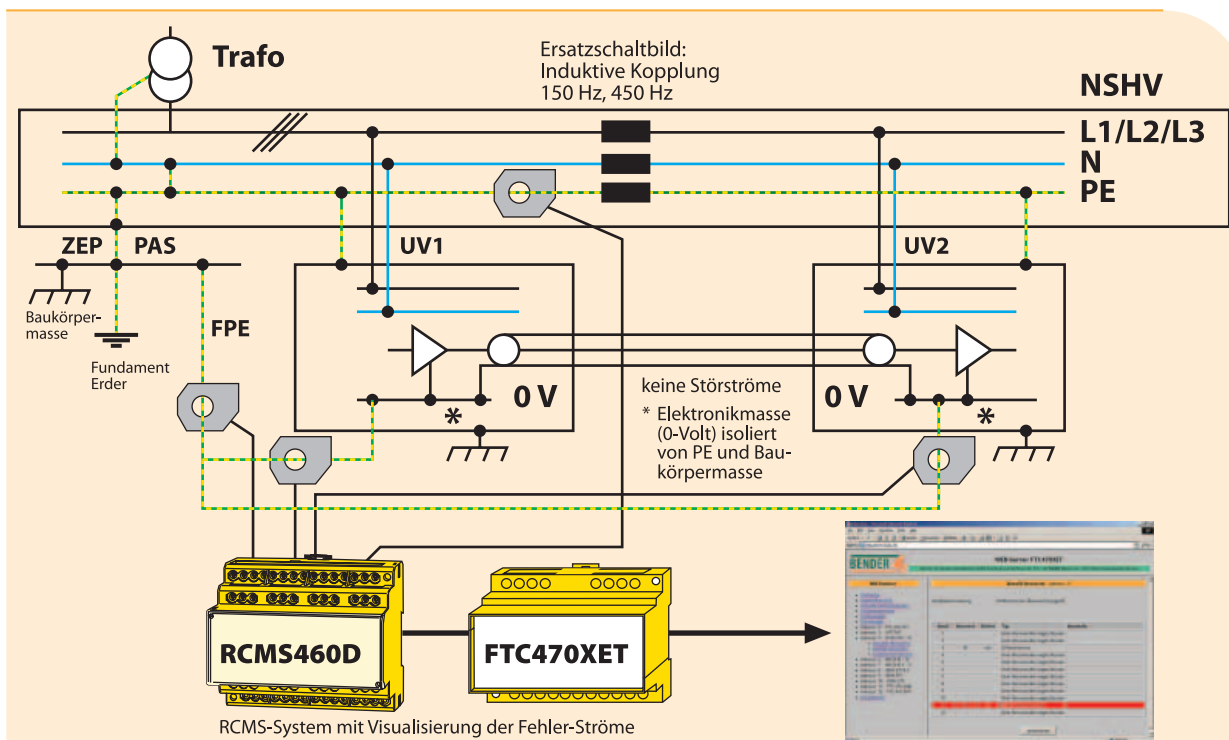


Abb. 5 Vermeidung von Störströmen in Stromversorgung von Elektroniksystemen

Es erfolgt ein isolierter Einbau der Elektronikmasse von der Baukörpermasse und dem PE-Leiter. Es wird ein zusätzlicher Funktions-PE (FPE) verwendet, der zentral nur

einmal am zentralen Erdungspunkt geerdet wird. Der FPE sollte getrennt von den Energiekabeln verlegt werden.

3.4 EMV-gerechter Potentialausgleich der elektronischen Massesysteme

Der isolierte Aufbau von Elektronikmasse (0 V) zum Gehäuse, sowie die Verwendung eines isolierten Funktionsschutzleiters (FPE) führt zur Reduzierung von Störströmen auf Elektronikmassen und Datenschirmen. Die Elektronikmasse darf nur einmal am zentralen Erdungspunkt (ZEP) mit Erde verbunden werden.

Eine permanente EMV-Überwachung des FPE auf Stromfreiheit mit einem RCMS-System ist zwingend erforderlich. Mit einer Nutzsignalverfälschung ist nicht mehr zu rechnen.

4. Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit

- Verlegung von Kabeln und Leitungen in geschirmten Bereichen (metallenen Rohren / Schächten)
- Kurze Kabel- und Leitungslängen (keine Reserve)
- Verringerung der induktiven Kopplung durch größeren Abstand zwischen N- und PE-Leiter
- Verwendung von Stromversorgungsleitungen mit konzentrischer Anordnung des PE als Kabelschirm (NYCW, NYCWY)
- Verringerung der Oberschwingungsanteile des Nennstromes
- Keine Verwendung flachverlegter Einleiterkabel
- Verwendung nichttransformierende Kabel und Leitungen
- Verbesserung der geometrischen Anordnung der PE-Leitungen zu den anderen N- und L-Adern

5. Zusammenfassung

Die konsequente Anwendung des TN-S-Systems ist die Grundvoraussetzung für eine EMV-gerechte Elektroinstallation. Trotzdem können hohe Erdungsströme entstehen und empfindliche informationstechnische Anlagen stören. Durch die heutige hohe Oberschwingungsbelastung der Netze kann ein stromfreies PE-Leitersystem nur erreicht werden, wenn die Vermeidung von PE-Leiterschleifen konsequent durchgeführt wird.

Wesentlich ist die Verwendung von Versorgungsleitungen, die nur eine geringe transformatorische Wirkung auf den in der Leitung mitgeführten PE-Leiter haben. Besonders hohe Einkopplungen sind bei Stromschienensystemen oder bei nebeneinander liegenden Einzelleitern zu erwarten. Diese Versorgungsart sollte vermieden werden.

Um einen optimalen Potentialausgleich zu erreichen, ist die getrennte Verwendung eines funktionstechnischen PE (FPE) und eines sicherheitstechnischen PE (PE) sinnvoll (Abb.6). Der FPE darf nur einmal am zentralen Erdungspunkt mit dem PE verbunden werden. Eine permanente EMV-Überwachung, um die Stromfreiheit des FPE zu überwachen ist notwendig. Moderne Differenzstrom-Suchsysteme (RCMS) erfüllen diese permanente EMV-Überwachung und gewährleisten eine hohe Störunempfindlichkeit.

6. Applikationsfotos

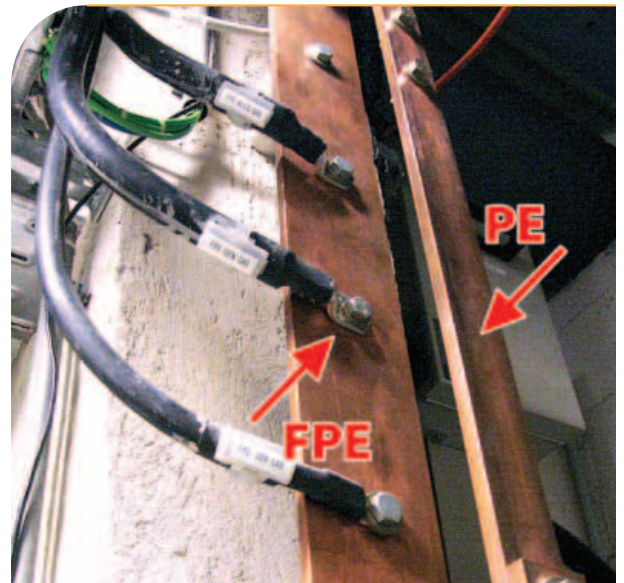


Abb. 6 Getrennte Anwendung von FPE und PE;
Quelle: Bayerischer Rundfunk

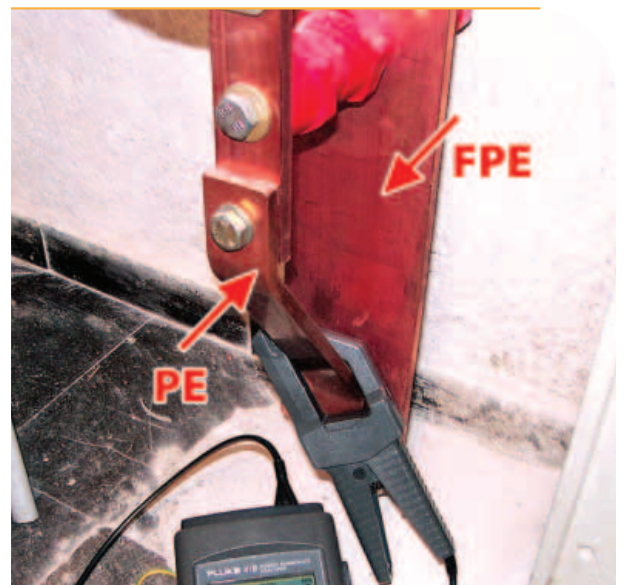


Abb. 7 Verbindung von FPE und PE am zentralen
Erdungspunkt; Quelle: Bayerischer Rundfunk

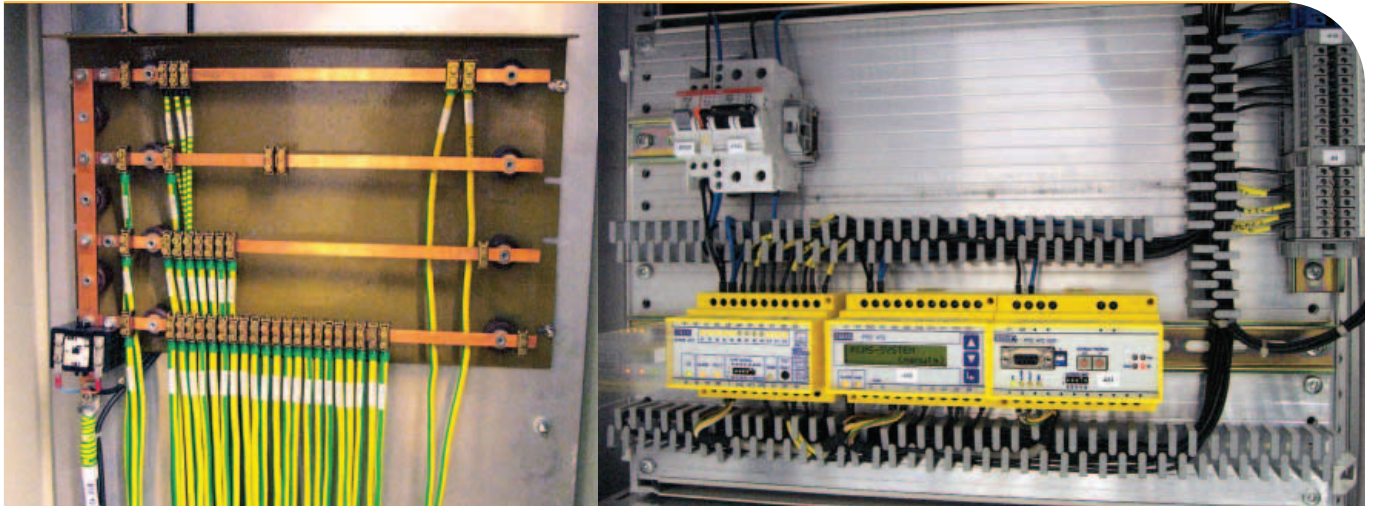


Abb. 8 Zentrale Fehlerstrom-Überwachung des FPE; Quelle: ZDF und Fiduzia

Hinweis:

Diese Technische Information und die darin enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherungen in elektronische Systeme, insbesondere zu kommerziellen Zwecken, sind ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Wir übernehmen keine Gewähr und Haftung für fehlerhafte und unterbliebene Eintragungen. Alle Daten basieren auf Herstellerangaben. Alle Logos und Produktbezeichnungen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller.

Verfasser

Dipl.-Ing. W. Bender GmbH & Co. KG
Londorfer Straße 65 • 35305 Grünberg

Dipl.-Ing. W. Bender GmbH & Co. KG
Postfach 1161 • 35301 Grünberg • Germany
Londorfer Straße 65 • 35305 Grünberg • Germany
Tel.: +49(0)6401 / 807-0 • Fax: 807 259
E-Mail: info@bender-de.com • www.bender-de.com

