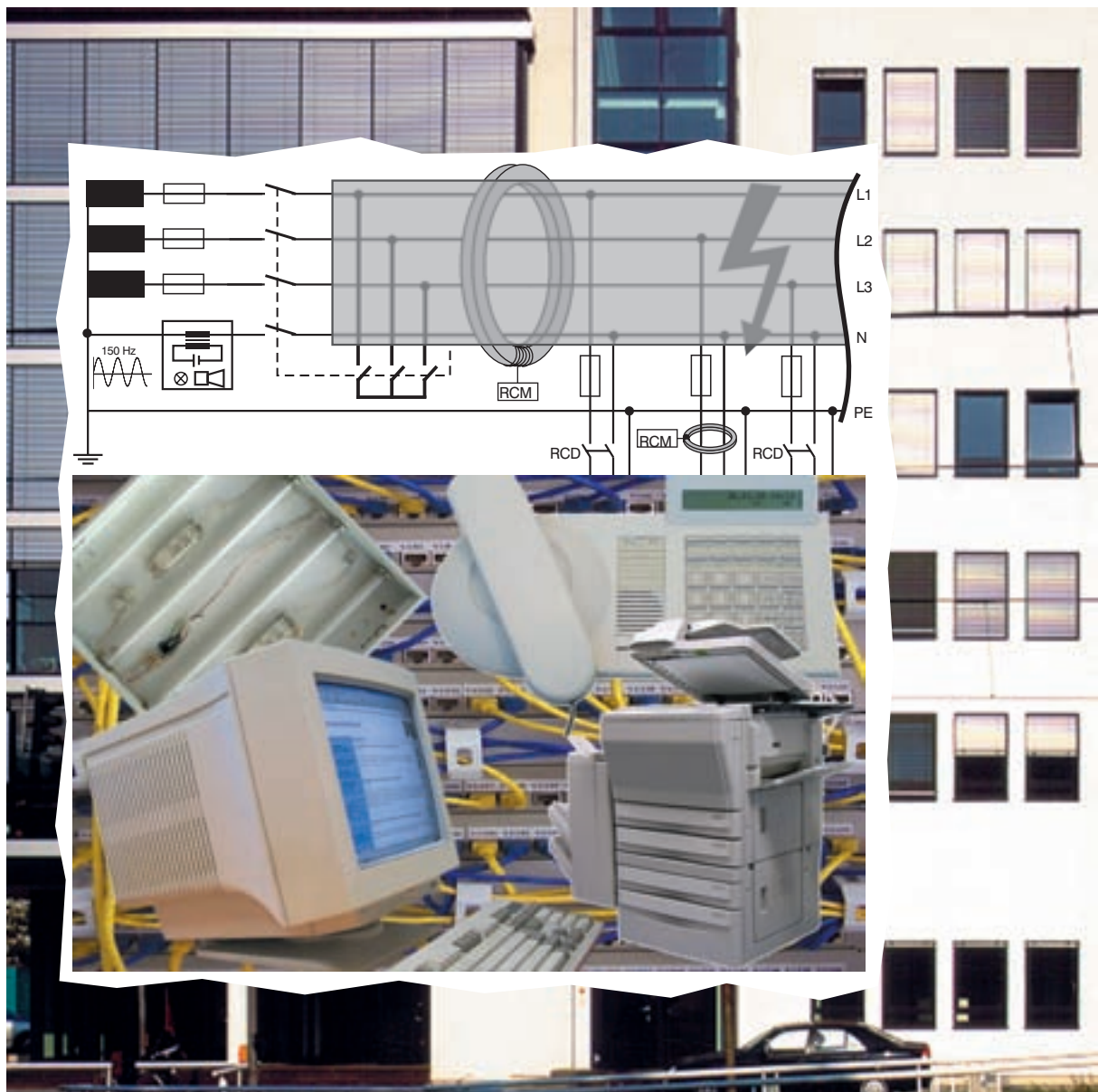


Störungsarme Elektroinstallationen

Richtlinien zur Schadenverhütung



Störungsarme Elektroinstallationen

- Isolationsfehlerschutz
- Störlichtbogenschutz
- Schutz gegen und bei Oberschwingungen
- Elektromagnetische Verträglichkeit

Richtlinien zur Schadenverhütung

Die vorliegende Publikation ist unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installateur- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Anwendungsbereich | 3 |
| 2 | Begriffe | 3 |
| 2.1 | Isolationsfehler | 3 |
| 2.2 | Störlichtbogen | 3 |
| 2.3 | Nichtlineare elektrische Verbraucher | 3 |
| 2.4 | Stromversorgungssystem | 3 |
| 2.5 | Oberschwingungsströme (Harmonische Oberschwingungen) | 3 |
| 2.6 | Pulsstrom | 4 |
| 3 | Gefahren/Schadenursachen | 4 |
| 3.1 | Isolationsfehler | 4 |
| 3.2 | Störlichtbögen | 4 |
| 3.3 | Oberschwingungen | 5 |
| 3.4 | Elektromagnetische Beeinflussung | 5 |
| 4 | Schutzvorkehrungen | 6 |
| 4.1 | Isolationsfehler | 6 |
| 4.2 | Störlichtbögen | 7 |
| 4.3 | Oberschwingungen | 7 |
| 4.4 | Elektromagnetische Beeinflussung | 9 |
| 5 | Betrieb | 10 |
| 6 | Quellen | 11 |
| 6.1 | VdS-Richtlinien und -Merkblätter | 11 |
| 6.2 | Normen | 11 |

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinien sind anzuwenden, wenn durch die möglichen Gefahren (Abschnitt 3) infolge von

- Isolationsfehlern,
- Störlichtbögen,
- Oberschwingungsströmen oder
- elektromagnetischer Beeinflussung, insbesondere bei vernetzten informationstechnischen Anlagen

Störungen bzw. Zerstörungen nicht auszuschließen sind. Im folgenden werden sowohl die spezifischen Gefahren und Schadenursachen erläutert, als auch Maßnahmen zur Schadenverhütung aufgezeigt.

Die Richtlinien enthalten Mindestanforderungen. Ihre Anwendung entbindet nicht von der Beachtung der einschlägigen Normen oder sonstiger technischer Regeln, insbesondere des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten und Anlagen (EMVG).

Die Richtlinien gelten für die Planung, Errichtung und den Betrieb elektrischer Niederspannungsanlagen und richten sich hauptsächlich an Elektrofachkräfte.

2 Begriffe

Neben den im folgenden aufgeführten Begriffen gelten die der DIN VDE 0100 und der anderen einschlägigen Normen.

2.1 Isolationsfehler

Ein Isolationsfehler ist ein fehlerhafter Zustand der Isolierung.

2.2 Störlichtbogen

Störlichtbogen ist ein hochstromführender Gasplasmakanal zwischen Metallteilen unterschiedlichen Potentials, der durch das im fehlerfreien Betrieb isolierende Umgebungsmedium (in der Regel Luft) verläuft.

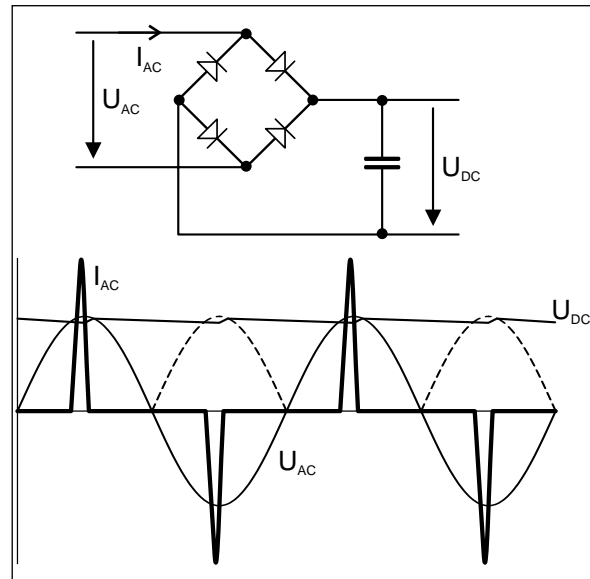
2.3 Nichtlineare elektrische Verbraucher

Nichtlineare elektrische Verbraucher sind vor allem elektrische Geräte mit Gleichrichtertechnik (Schaltnetzteile). Sie bestehen aus Schaltungen mit elektronischen Bauteilen (Bild 1). Diese funktionieren nach dem Prinzip der kapazitiven Glättung und erzeugen Oberschwingungsströme. Derartige elektronische Schaltungen finden auch in vielen Haushaltsgeräten Anwendung.

Es handelt sich z.B. um

- elektronische Vorschaltgeräte in Leuchten und Lichtregelanlagen,

- Energiesparlampen,
- Dimmergeräte,
- Schaltnetzteile in EDV-Anlagen, Personalcomputern (PC), Druckern, Scannern, Telefonanlagen sowie in Geräten der Audio- und Videotechnik, z.B. Rundfunk- und Fernsehgeräte, Videorecorder,
- Kopiergeräte,
- Ladegeräte,
- Kleinschweißgeräte,
- Systemteile von Prozeß- oder Gebäudeleit-techniken.



U_{AC} = Eingangswechselspannung (allg. 230 VAC)

I_{AC} = Eingangswchselstrom

U_{DC} = Ausgangsgleichspannung

Bild 1: Prinzipschaltung eines Schaltnetzteils mit kapazitiver Glättung

2.4 Stromversorgungssystem

Unter Stromversorgungssystem im Sinne dieser Richtlinien sind alle Komponenten der Niederspannungsanlage zu verstehen, wie Kabel, Leitungen, Verteiler, Meß- und Steuereinrichtungen einschließlich der Stromquelle. Diese kann z.B. ein Netztransformator, eine Netzersatzanlage oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV) sein.

2.5 Oberschwingungsströme (Harmonische Oberschwingungen)

Oberschwingungsströme sind von nichtlinearen elektrischen Verbrauchern erzeugte Ströme, deren Frequenz ein Vielfaches der Netzfrequenz (Frequenz der Grundschwingung, 50 Hz) beträgt. Die Ströme der 3. Harmonischen Oberschwingung (150 Hz) von Wechselstromverbrauchern summieren sich im PEN-/ oder Neutral- (N-) Leiter (nachfolgend als N-Leiter bezeichnet) (Bilder 2 und 3).

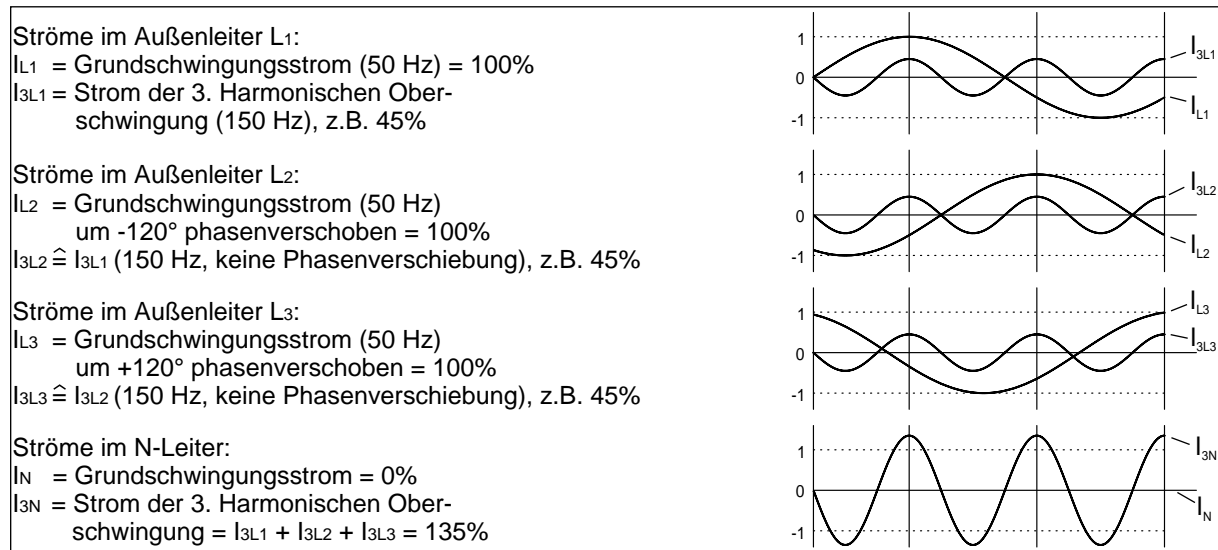
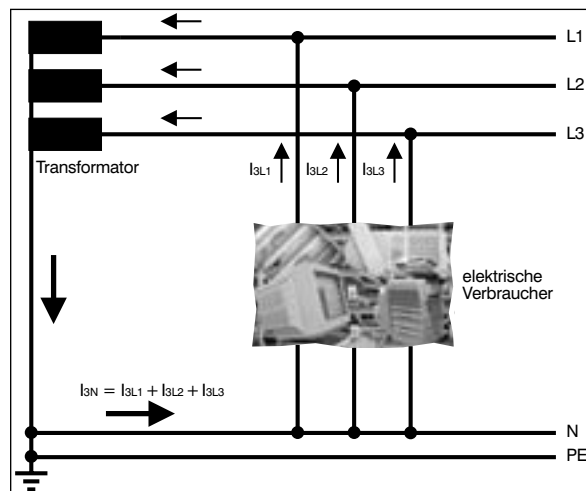


Bild 2: Beispiel des Stromverlaufs bei Verwendung von Schaltnetzteilen mit kapazitiver Glättung auch bei symmetrischer Belastung im Drehstromsystem



L₁, L₂, L₃ = Außenleiter
 N = N-Leiter
 PE = Schutzleiter (nachfolgend als PE-Leiter bezeichnet)

Bild 3: Die Ströme der 3. Harmonischen Oberschwingung summieren sich im N-Leiter

2.6 Pulsstrom

Netzteile mit kapazitiver Glättung haben eine pulsartige Stromaufnahme (Bild 1). Das Verhältnis von Scheitel- zu Effektivwert (Crestfaktor) ist besonders hoch.

3 Gefahren/Schadenursachen

3.1 Isolationsfehler

Isolationsfehler entstehen z.B. infolge

- mechanischer, thermischer, chemischer Beschädigungen elektrischer Isolierungen,
- Verschmutzung von Isolierstrecken,
- Feuchtigkeit in elektrischen Einrichtungen.

In diesen Fällen kann über die Isolationsfehlerstellen ein brandgefährlicher Fehlerstrom

- zwischen aktiven, stromführenden Leitern oder
- von aktiven, stromführenden Leitern über metallene Gehäuse elektrischer Betriebsmittel (Körper) und Schutzleiter oder fremde leitfähige Teile (metallene Gebäudeteile und/oder -installationen) zur Erde

fließen. Isolationsfehlerstellen oder fremde, leitfähige Teile, an denen es infolge des Fehlerstroms über längere Zeit zu einer Fehlerleistung von mehr als 60 Watt kommt, können Brände verursachen. In besonderen Fällen, z.B. bei

- Kompaktbauweise,
- Verwendung von nicht feuersicherheitsgeprüft elektrischen Betriebsmitteln,
- nicht bestimmungsgemäßem Betrieb,
- reduzierter Wärmeabführung,

muß sogar bei geringerer Fehlerleistung mit Brandgefahr gerechnet werden. Nur in wenigen Fällen, z.B. in feuergefährdeten Betriebsstätten, in Gebäuden mit vorwiegend brennbaren Baustoffen oder in der Landwirtschaft, fordern die Normen den Isolationsfehlerschutz durch besondere Schutzgeräte in elektrischen Anlagen. Geeignete Schutzmaßnahmen werden in Abschnitt 4.1 dargestellt.

3.2 Störlichtbögen

Die Störlichtbögen treten u.a. entsprechend den unter 3.1 beschriebenen Einflüssen auf und rufen vor allem in leistungsstarken Schaltgerätekombinationen oder Verteilungsanlagen große Schäden hervor. Die im Störlichtbogen freigesetzte Wärmeenergie kann Schäden verursachen, die zum längeren Ausfall der

elektrischen Anlage führen. Geeignete Schutzmaßnahmen werden in Abschnitt 4.2 dargestellt.

3.3 Oberschwingungen

Nichtlineare elektrische Verbraucher verursachen Oberschwingungsströme, die das Stromversorgungssystem überlasten können. Über galvanische Verbindungen oder durch elektromagnetische Einkopplungen können diese Ströme außerdem auch elektronische Einrichtungen stören oder sogar zerstören. Geeignete Schutzmaßnahmen werden in Abschnitt 4.3 dargestellt. Transformatoren oder Drosselspulen allein können Oberschwingungen auf der Lastseite nicht beseitigen.

3.3.1 Für die Bemessung des Stromversorgungssystems ist die Scheinleistung der angeschlossenen elektrischen Verbraucher zugrunde zu legen. Bei nichtlinearen elektrischen Verbrauchern wird die Scheinleistung maßgeblich durch den Oberschwingungsgehalt bestimmt. Sie liegt deutlich über der ausgewiesenen Wirkleistung. Im Zweifelsfall muß mit der doppelten Wirkleistung gerechnet werden. Wird also bei der Bemessung des Stromversorgungssystems nur die Wirkleistung zugrunde gelegt, kann es überlastet werden und ausfallen. Bei einigen Systemkomponenten, z.B. USV-Anlagen, muß zusätzlich der Crestfaktor beachtet werden.

3.3.2 Nichtlineare elektrische Verbraucher, die jeweils zwischen einem Außenleiter und dem PEN-/N-Leiter angeschlossen werden, belasten den PEN-/N-Leiter zusätzlich durch Ströme der 3. Harmonischen Oberschwingung. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Geräte weitgehend symmetrisch auf die Außenleiter verteilt werden. Unabhängig von der Lastverteilung fließt im PEN-/N-Leiter die Summe der in den Außenleitern auftretenden 150-Hz-Ströme (Bilder 2 und 3).

Der hohe Anteil von Strömen der 3. Harmonischen Oberschwingung kann zu einer PEN-/N-Leiterüberlastung führen. Anschluß- und Verbindungsstellen sind erfahrungsgemäß besonders gefährdet. Leiterisolierungen und andere Isolierstoffe können sich entzünden. Darüber hinaus muß mit N-Leiterunterbrechungen gerechnet werden, die zerstörende Spannungsverschiebungen (Über- und Unterspannung) bewirken.

Erreicht die Gesamtleistung der nichtlinearen elektrischen Verbraucher 20 % (Watt-Angabe) oder 40 % (VA-Angabe) der Bemessungsleistung des Stromversorgungssystems, sind bereits Schutzmaßnahmen erforderlich.

Wird durch Messung festgestellt, daß der N-Leiterstrom größer ist, als der größte Unterschied zwischen den Außenleiterströmen, sind Oberschwin-

gungsströme vorhanden, die ebenfalls Schutzmaßnahmen erforderlich machen können.

3.3.3 Die Netzimpedanzen und die Kompensationskondensatoren bilden Schwingkreise. Oberschwingungsströme, deren Frequenz in der Nähe der Resonanzfrequenz des Schwingkreises liegt, werden verstärkt. Diese Resonanzverstärkung kann die Kondensatoren überlasten und zerstören. Darüber hinaus können z.B. auch Leistungsschalter oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ungewollt auslösen. Werden vor Kondensatoren Sperrkreise installiert (Tonfrequenz-Rundsteueranlagen-Sperren), ergeben sich zusätzliche Resonanzfrequenzen, welche die Überlastungsgefahr weiterhin erhöhen.

3.4 Elektromagnetische Beeinflussung

Ströme, die über galvanische Verbindungen oder durch elektromagnetische Einkopplung in nichtaktiven Leitern fließen, können insbesondere in vernetzten informationstechnischen Anlagen Störungen oder sogar Zerstörungen verursachen. Störer sind neben den in Abschnitt 2.3 genannten Geräten u.a. auch Umrichter, Sendeeinrichtungen, Funk- und Personrufanlagen, Handys, Kurz- und Erdschlüsse – vor allem in Bahn- und Hochspannungsanlagen –, Schaltanlagen sowie Blitze.

Die Schäden werden vor allem dadurch verursacht, daß die Ströme auf

- Schutzleitern,
- Potentialausgleichsleitern,
- Kabelschirmen,
- Gehäusen elektrischer Betriebsmittel (Körper),
- fremden leitfähigen Teilen

fließen und dabei

- deren Strombelastbarkeit überschritten wird,
- elektronische Schaltungen oder elektronische Bauteile durch eingekoppelte Spannungen und Ströme beeinträchtigt werden oder
- Isolierungen (Luft- oder Kriechstrecken) über- oder durchschlagen.

Bei diesen Vorgängen kann es auch zur Entzündung von Isolierungen und anderen brennbaren Materialien kommen. Um Schäden zu vermeiden, ist es erforderlich, die Elektroinstallationen EMV-gerecht auszuführen. Schäden kann nur vorgebeugt werden, wenn auch die Leitungen so verlegt werden, daß sie besonderen Anforderungen genügen (siehe Abschnitt 4.4) und ggf. Überspannungsschutzmaßnahmen (siehe VdS 2031 Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen – Richtlinien zur Schadenverhütung) getroffen werden.

4 Schutzvorkehrungen

4.1 Isolationsfehler

4.1.1 TN- und TT-Systeme (geerdete Netze)

Fehlerströme können durch Geräte nach

- DIN EN 61008/VDE 0664 Teil 10 "Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)¹⁾" (Bild 4) oder Fehlerstrommeldegeräte (Bild 5),
- DIN EN 62020/VDE 0663 "Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM)²⁾" (Bilder 6 und 7),
- DIN EN 60947-2/VDE 0660 Teil 101, Anhang B "Leistungsschalter mit zugeordnetem Fehlerstromschutz"

erfaßt werden. Ihr Bemessungsdifferenzstrom bzw. der Ansprechstrom darf 300mA nicht übersteigen.

Der Schutzleiter ist in der gesamten elektrischen Anlage konsequent in unmittelbarer Nähe der stromführenden Leiter zu führen. Der Schutz wird optimiert, wenn Kabel mit konzentrischem (PE-) Leiter ausgewählt werden und der Schutzleiter auch in schutzisolierte elektrische Geräte eingeführt wird.

Es wird empfohlen, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (auch FI-Schutzschalter oder FI genannt) einzusetzen. Werden Fehlerstrommeldegeräte oder Diffe-

renzstrom-Überwachungsgeräte verwendet, sollten zusätzlich Abschalteneinrichtungen, z.B. Leistungsschalter, vorgesehen werden. Letzteres ist erforderlich, wenn die Erkennung einer Fehlermeldung nicht ständig gewährleistet ist und Fachpersonal für eine schnelle Fehlerbehebung nicht zur Verfügung steht.

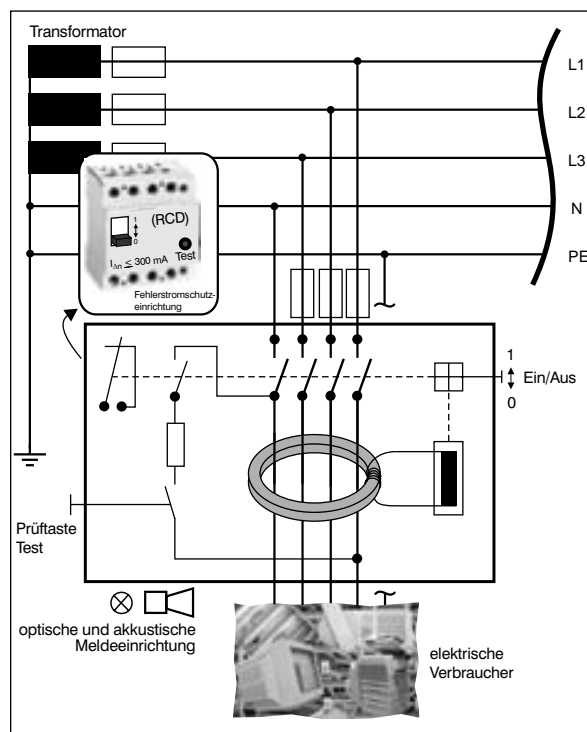


Bild 4: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung und Abschaltung bei Isolationsfehlern mittels Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD)

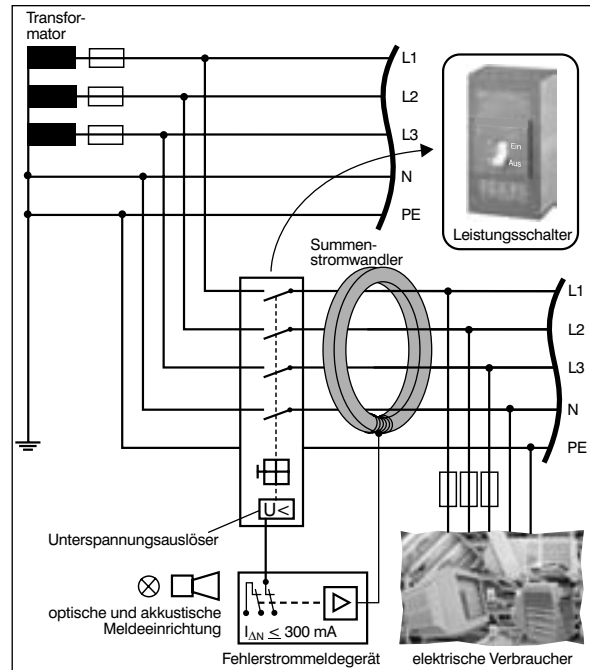


Bild 5: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung bei Isolationsfehlern mittels eines Fehlerstrommeldegeräts und Abschaltung mittels Leistungsschalter

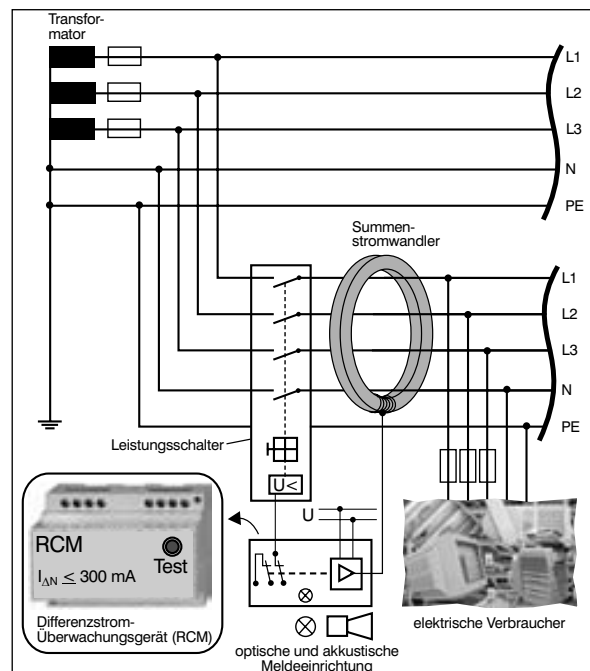


Bild 6: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung mittels Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Abschaltung mittels Leistungsschalter

¹⁾ RCD: Residual Current Device
²⁾ RCM: Residual Current Monitor

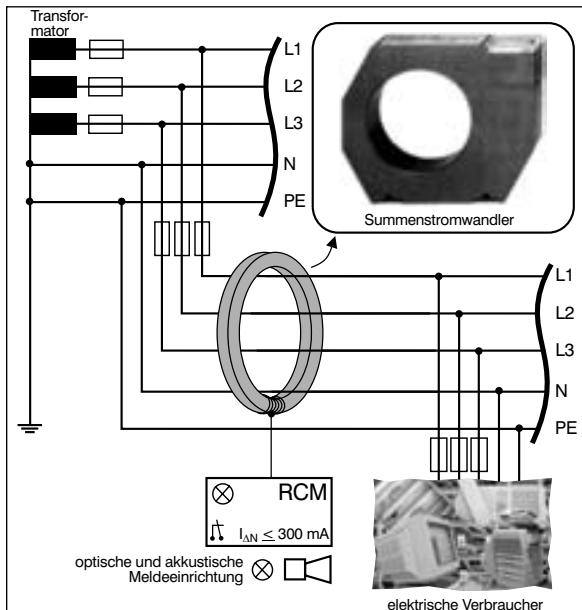


Bild 7: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung mittels Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Signalisierung an besetzter Stelle

4.1.2 IT-Systeme (Isoliertes Netz)

Bei einem Körper- oder Erdschluß besteht weder eine galvanische noch eine Erdverbindung zur Stromquelle. Im ersten Fehlerfall kann deshalb kein gefährlicher Fehlerstrom fließen. Eine Abschaltung der elektrischen Anlage ist nicht erforderlich. Bei Anwendung von IT-Systemen wird so die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage erhöht. Jedoch muß der erste Fehler nach DIN VDE 0100-410 optisch oder akustisch gemeldet werden. Die Erkennung der Meldung muß gewährleistet sein. Es ist deshalb eine optische und akustische Meldung sinnvoll. Zur Meldung sind Einrichtungen nach DIN EN 61557-8/VDE 0413 Teil 8 Isolationsüberwachungsgeräte einzusetzen. Diese Meldegeräte werden auch als IMD (Insulation Monitoring Device) bezeichnet.

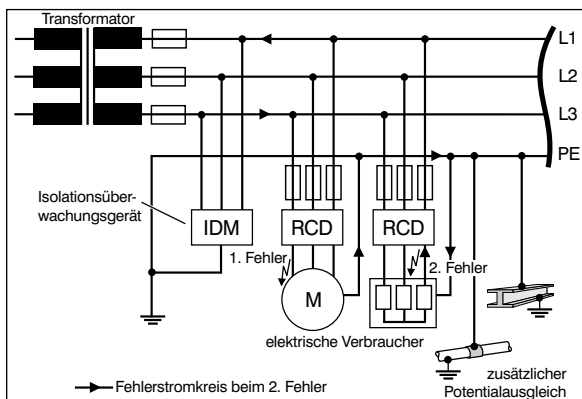


Bild 8: Überwachung eines IT-Systems durch Meldung des 1. Fehlers mittels Isolationsüberwachungsgerät (IDM) und Abschaltung beim 2. Fehler mittels

Nach Eintreten des ersten Fehlers sollte sofort die Fehlersuche eingeleitet werden, um einem zweiten

Fehler vorzubeugen, bei dem die Anlage innerhalb von 5 Sekunden vom Netz getrennt werden muß (DIN VDE 0100-410). Tritt ein zweiter impedanzbehafteter Fehler auf, kann der Brandschutz nur durch zusätzlichen Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, Fehlerstrommeldegeräten oder Differenzstrom-Überwachungsgeräten realisiert werden (Bild 8).

4.2 Störlichtbögen

Das Ausmaß eines Schadens bzw. die Ausfallzeit der elektrischen Anlage bei Einwirkung eines Störlichtbogens kann nur niedrig gehalten werden, wenn der Störlichtbogen in sehr kurzer Zeit erkannt, gelöscht und die fehlerhafte Anlage vom Netz getrennt wird. Schutzeinrichtungen müssen den Stromanstieg und die Lichtwirkung im Falle eines Störlichtbogens erfassen und diesen innerhalb 5 ms löschen (Bild 9).

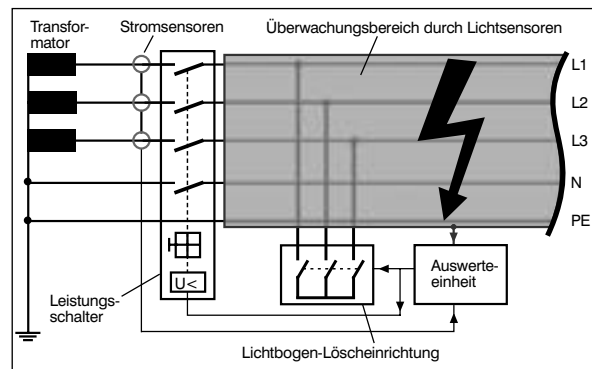


Bild 9: Prinzip einer Störlichtbogen-Schutzeinrichtung

4.3 Oberschwingungen

4.3.1 Errichten des Stromversorgungssystems

Bei Stromversorgungssystemen mit PEN-Leiter fließen im gesamten Erdungs- und Potentialausgleichssystem betriebsbedingte Ströme, die Schäden verursachen können (siehe Abschnitt 3.3). Für neu zu errichtende elektrische Anlagen sind deshalb TN- als TN-S-Systeme zu planen (Bild 4). Für bestehende TN-C-Systeme wird die Umrüstung auf ein TN-S-System empfohlen. TN-S-Systeme sind möglichst ab der Einspeisung (Übergabestelle) zu realisieren.

Um die Funktionsfähigkeit eines TN-S-Systems auch auf Dauer zu gewährleisten (kein Leiterschluß zwischen N- und PE-Leiter, Vertauschen von N- und PE-Leiter), ist dieses durch eine Differenzstrom-Meldeinrichtung (RCM) zu überwachen (Bild 7). Wenn der eingestellte Ansprechwert erreicht wird, muß eine wahrnehmbare optische und akustische Fehlermeldung erfolgen, damit Mängel sofort beseitigt werden können. Damit die Meldung erfolgreich ist, sollte sie ggf. an einer besetzten Stelle aufgeschaltet werden. Wird auf die Aufschaltung verzichtet, ist die zwangsläufige Abschaltung des fehlerhaften Stromkreises erforderlich. Hierfür sind z.B. Fehlerstrom-

Schutzeinrichtungen (Bild 4) oder Fehlerstrommeldegeräte (Bild 5) vorzusehen oder RCM, mit deren Hilfe Leistungsschalter oder -schütze angesteuert werden können (Bilder 5 und 6).

Hinweis: Aus brandschutztechnischen Gründen werden Schutzeinrichtungen, Melde- oder Überwachungsgeräte mit einem Bemessungsdifferenzstrom/Ansprechstrom $\leq 300\text{mA}$ empfohlen.

4.3.2 Auswahl elektrischer Betriebsmittel

Der Einsatz von überschwingungserzeugenden elektrischen Verbrauchern sollte grundsätzlich vermieden bzw. es sollten überschwingungsarme elektrische Verbraucher eingesetzt werden. Auf diese Weise wird nicht nur die Sicherheit der elektrischen Anlage dauerhaft gewährleistet, sondern es werden auch zusätzliche Investitionen für Maßnahmen der Schadenverhütung überflüssig. Sofern die Beeinträchtigung von überschwingungserzeugenden Verbrauchern unvermeidbar ist, sind zur Schadenverhütung die Maßnahmen gemäß den Abschnitten 4.3.3 oder 4.3.4 zu treffen.

4.3.3 Überstromschutz

PEN- oder N-Leiter müssen gegen Überstrom geschützt werden (Bild 10). Im Fehlerfall müssen deshalb alle Außenleiter vom Netz getrennt werden, z.B. durch Leistungsschalter oder Leitungsschutzeinrichtungen (LS). Wird auch der N-Leiter vom Netz getrennt, müssen zuerst alle Außenleiter abgeschaltet werden. Bei Wiedereinschaltung muß sichergestellt werden, daß der N-Leiter vor den Außenleitern zugeschaltet wird. Trenneinrichtungen im PEN-Leiter sind nicht zulässig.

Es wird empfohlen, zusätzlich eine Meldeeinrichtung zu installieren, die anzeigt, daß die Anlage wegen Überlastung im N-Leiter abgeschaltet wurde.

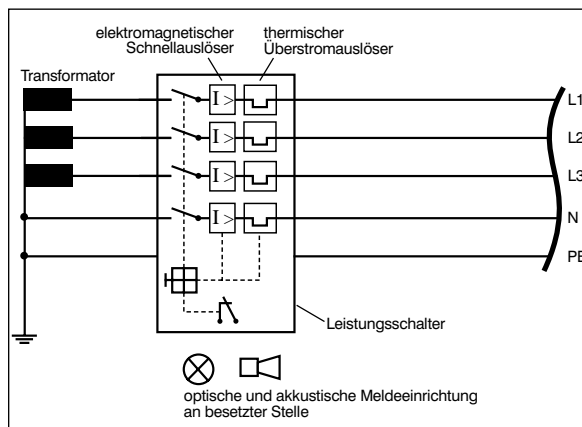


Bild 10: Außen- und N-Leiterschutzeinrichtung durch Abschalteinrichtungen mittels Leistungsschalter und Signalisierung an besetzter Stelle

4.3.4 Netzentlastung

Mit Hilfe spezieller Einrichtungen (Filter), können die Ströme der 3. Harmonischen Oberschwingung weit-

gehend vermieden und eine Netzentlastung erreicht werden. Auf diese Weise können gefährbringende Oberschwingungsströme weder über die Stromquelle noch über PEN-, PE- oder N-Leiter fließen (Bild 11). Die Einrichtungen, durch welche das Netz entlastet werden soll, sind mindestens für die Bemessungsleistung aller elektrischen Verbraucher des Stromversorgungssystems auszulegen.

Die Netzentlastungs-Einrichtungen können in den Sternpunkt des Transformators oder in den N-Leiter geschaltet werden. Werden sie in den N-Leiter eingebaut, ist zusätzlich vor der so geschützten Anlage eine Schutzvorrichtung vorzusehen, die bei Leiterschluß L/PE und N/PE die nachgeschaltete elektrische Anlage allpolig abschaltet (Bilder 4, 5 oder 6).

Es sind Filter mit optischer und akustischer Meldeeinrichtung auszuwählen, die bei Überlastung ansprechen und die Weiterleitung der Meldung ermöglichen.

Hinweis: In Stromversorgungssystemen mit PEN-Leiter darf die Netzentlastungseinrichtung die PE-Schutzfunktion nicht beeinträchtigen.

Die Filter sollten möglichst auch die anderen Oberschwingungen (vor allem die 5. und 7. Harmonische Oberschwingung), die das Stromversorgungssystem belasten, weitgehend aufheben. Anderenfalls sind zum Schutz der Anlage weitere geeignete Einrichtungen vorzusehen, durch die das Netz entlastet wird, z.B. Aktivfilter oder stromsaugende Entlastungseinrichtungen. Sie sind unmittelbar vor den überschwingungserzeugenden elektrischen Verbrauchern anzuordnen und für deren Bemessungsleistung auszulegen. Die Überlastung oder der Ausfall der Netzentlastungseinrichtungen muß optisch und akustisch gemeldet werden.

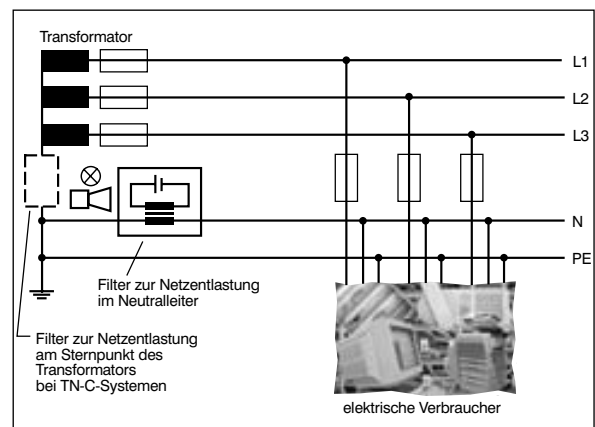


Bild 11: Einrichtung zur Netzentlastung von Oberschwingungen in einem TN-S-System

4.3.5 Maßnahmen ohne Netzentlastung

Können die Maßnahmen nach den Abschnitten 4.3.2 oder 4.3.4 nicht realisiert werden, ist auf andere Weise dafür zu sorgen, daß sich Oberschwingungsströme

nicht schädigend auswirken. Hierfür sind deshalb zusätzlich zu Abschnitt 4.3.3 die Maßnahmen nach den Abschnitten 4.3.5.1 bis 4.3.5.4 durchzuführen.

4.3.5.1 Bei der Auslegung der Stromquellen, wie Transformatoren, ist die zweifache Wirkleistung der nichtlinearen elektrischen Verbraucher zu berücksichtigen. Darüber hinaus müssen bei der Dimensionierung auch die höheren Verluste einkalkuliert werden, die durch andere als 150 Hz-Oberschwingungsströme verursacht werden.

4.3.5.2 Bei der Bemessung der Außenleiter ist die zweifache Wirkleistung der angeschlossenen nichtlinearen elektrischen Verbraucher zu berücksichtigen. PEN- bzw. N-Leiter sind mindestens für die Summe der Ströme der 3. Harmonischen Oberschwingung in allen Außenleitern zu dimensionieren.

Hinweis: Wird der PEN- bzw. N-Leiter für den doppelten, vorstehend ermittelten Außenleiterquerschnitt dimensioniert, ist im allgemeinen mit einer Überlastung nicht zu rechnen.

4.3.5.3 Kompensationskondensatoren sind zu verdrosseln, um schädliche Netzresonanzen zu vermeiden. Dabei ist das Ton-Frequenz-Rundsteuersignal (TF) zu beachten.

4.3.5.4 Die Auslastbarkeit von USV-Anlagen kann ggf. durch einen zu hohen Crestfaktor begrenzt werden. Bei ihrer Auslegung sind deshalb die nichtlinearen elektrischen Verbraucher mit der 3-fachen Wirkleistung zu berücksichtigen.

4.4 Elektromagnetische Beeinflussung

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) in elektrischen Anlagen kann erreicht werden durch Vermeidung oder Verringerung von

- Leiterschleifen,
- induktiven Einkopplungen,
- Störquellen.

Geeignete Maßnahmen sind

- Errichten
 - von TN-S-Systemen gemäß Abschnitt 4.3.1 (Bilder 4, 5, 6, 7 und 12) und
 - eines umfassenden Potentialausgleichssystems (Verbinden möglichst aller elektrisch leitfähigen Gebäudeinstallationen und Gebäudeteile) (Bild 12),
 - der Haupt-, Steig- und Verteilungen in Baumstruktur (sternförmig, Bild 13),
- Gleichmäßige Belastung von Außenleitern (Symmetrie),
- Auswahl möglichst elektrischer Betriebsmittel der Schutzklasse I,

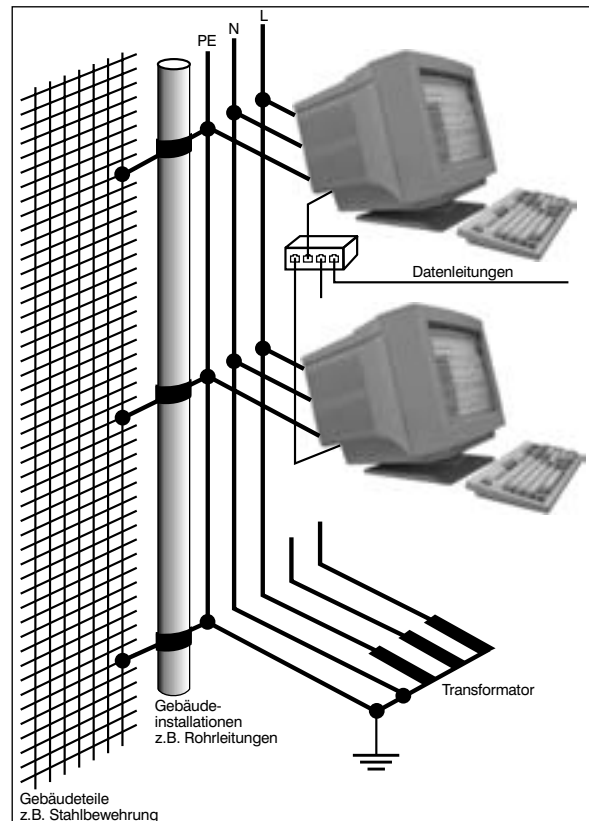
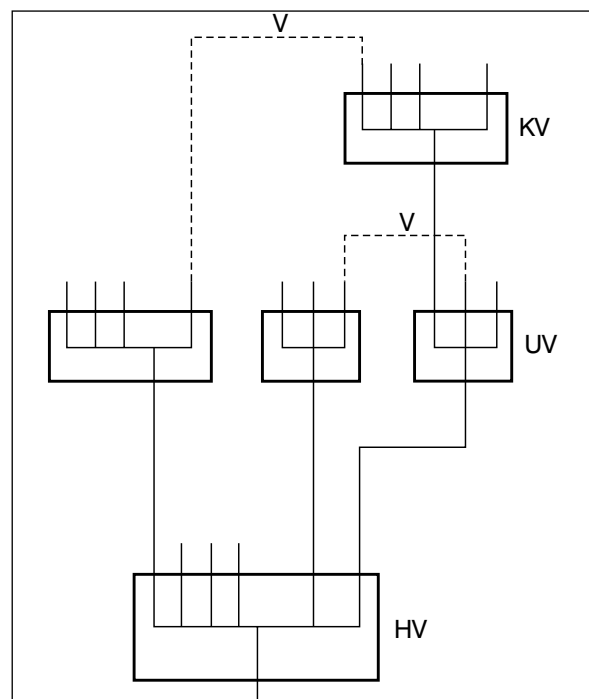


Bild 12: TN-S-System und umfassender Potentialausgleich



V = Galvanische Verbindungen vermeiden, z.B. Steuerleitungen

HV = Hauptverteiler

KV = Kleinverteiler

UV = Unterverteiler

Bild 13: Prinzipschaltbild für eine Baumstruktur der Stromversorgung

- Auswahl elektrischer Verteilanlagen mit metallischem Gehäuse und Verbinden mit dem Potentialausgleichsystem,
- kurze Leiterlängen,
- Führung von Kabeln und Leitungen mit Schirm, PE- oder Erdungsleiter unmittelbar
 - neben oder auf metallenen durchverbundenen Kabeltragekonstruktionen,
 - entlang des Potentialausgleichsystems,
- Auswahl von Kabeln mit konzentrischem Leiter (PE-Leiter),
- Verwendung von Schienenverteilern geeigneter Bauart (Anordnung der Schienen in Sandwichbauweise und metallene Kapselung),
- Einhalten geringer Abstände zwischen aktiven Leitern (Außen- und Neutralleitern) z.B. durch
 - Auswahl von Kabeln und Leitungen mit verdrehten Aderleitungen,
 - Verdrehen von Aderleitungen oder Einleiterkabeln,
 - Führung von Einleiterkabeln gebündelt (möglichst im Dreieck),
 - Einhalten von geringen Abständen zwischen Energie- und Daten-/Steuerleitungen u.s.w., wenn diese an ein Gerät angeschlossen sind,
- Trennung elektrischer Leiter mit Netzspannung von Leitern mit Kleinspannung, z.B. Signal- oder Datenleitungen durch Verlegung in
 - räumlichem Abstand (Bild 14),
 - Kanälen mit metallenen Trennstegen (Bild 14),
 - separaten Metallrohren (Bild 14),
 - separaten metallenen Kabelkanälen (Bild 14),
- Einhalten von ausreichendem Abstand zwischen Kabel- und Leitungstrassen, Transformatorenanlagen, Verteilanlagen und empfindlichen elektrischen Anlagen,
- Räumliche Trennung von Funktionsgruppen, z.B. in separaten Schaltschränken,
- Entfernen von Kabeln und Leitungen, die keine Funktion mehr haben,
- Verlegung von Kabeln und Leitungen unter Putz; die Einkopplung der elektrischen Felder, die von diesen Kabeln und Leitungen ausgehen, wird wirksam reduziert,

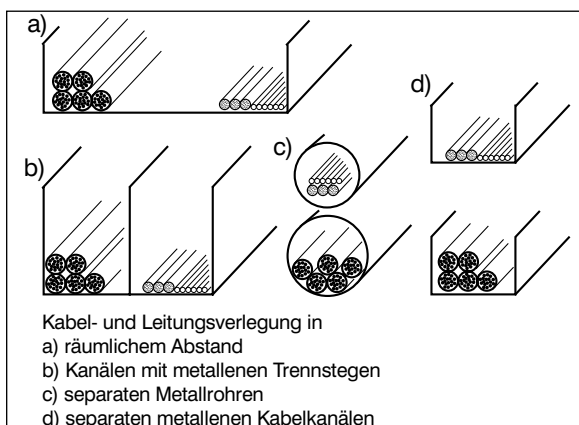


Bild 14: Trennung von Leitern mit Netz- und Kleinspannung

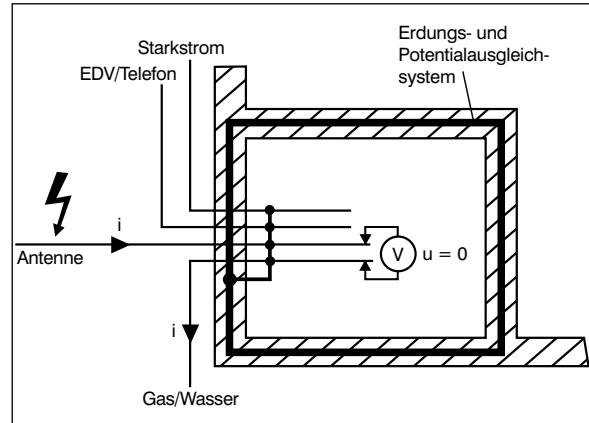


Bild 15: Einführung von Kabel- und Leitungssystemen an einer Stelle in das Gebäude

- Anordnung störsignalerzeugender Einrichtungen (z.B. Frequenzumrichter) in Metallgehäusen,
- Einführung von Kabeln, Leitungen für die elektrische Energieversorgung, Telekommunikation, Television, Wasser, Gas u.a.m., an einer Stelle in das zu schützende Volumen, z.B. in ein Gebäude (Bild 15).

In besonderen Fällen, z.B. in EDV-, Laborräumen sowie Räumen mit medizinischen Einrichtungen, sind darüber hinaus geeignete Maßnahmen auch die

- Montage elektrischer Einrichtungen, z.B. Verteiler (Schaltschränke) ohne galvanische Verbindung zu leitenden Gebäudeteilen (nur in Verbindung mit PE-Leiter),
- Baumstruktur (sternförmiger Aufbau) der Leitungen von Endstromkreisen einschließlich PE/PA-Leitern.

5 Betrieb

5.1 Mindestens einmal jährlich, zusätzlich aber auch nach wesentlichen Änderungen der elektrische Anlage oder der Art und Anzahl der elektrischen Verbraucher, ist der Strom im N-Leiter zu messen. Erforderlichenfalls sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen (siehe Abschnitt 4.3).

5.2 Die Einrichtungen, durch die Überstrom im Neutralleiter gemeldet und ggf. abgeschaltet wird, sind den Herstellerangaben entsprechend instandzuhalten und auf ihre Funktion zu überprüfen.

5.3 Es wird empfohlen, in regelmäßigen Zeitabständen, in den Verteilungsanlagen eine thermographische Temperaturmessung durchzuführen (beispielsweise bei Prüfungen nach Klausel SK 3602 "Elektrische Anlagen", die in einem zugrundeliegenden Feuerversicherungsvertrag vereinbart sein kann). Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren.

6 Quellen

6.1 VdS-Richtlinien und -Merkblätter

VdS 2031 Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS 2046 Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 Volt

VdS 2460 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI), Merkblatt zur Schadenverhütung

VdS 2569 Überspannungsschutz für elektronische Datenverarbeitungsanlagen, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS Schadenverhütung Verlag
Amsterdamer Straße 174
50735 Köln

6.2 Normen

DIN VDE 0100

Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V

DIN EN 61557/VDE 0413

Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen

DIN EN 62020/VDE 0663

Elektrisches Installationsmaterial, Differenzstrom-Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen (RCMs)

DIN EN 61008/VDE 0664

Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter

DIN VDE 0800

Fernmeldetechnik/Informationstechnik

DIN EN 609950/VDE 0805

Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik

VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH • Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln

Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341

Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.