

EMV-Aspekte in der NIN 2015

Auswirkungen auf die elektrischen Installationen

Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wird durch die aktuelle Gesetzgebung geregelt. Vermehrt wurde die Thematik in den letzten Jahren in den Belangen der Installationstechnik nicht verstanden oder erkannt und somit oftmals vernachlässigt. In den NIN 2015 wird nun direkt auf die Massnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse eingegangen oder auf aktuelle Normen verwiesen. Erklärungsbedarf dazu besteht vor allem in der praktischen Umsetzung. Der vorliegende Beitrag geht auf wesentliche Aspekte ein.

Martin Arnold, Michael Johannes Arnold, Henrik Lowack

Die Thematik Elektromagnetische Verträglichkeit und deren Umsetzung hat Gesetzescharakter. In der Starkstromverordnung SR 734.2 [1] wird in Art. 5 der Störerschutz wie folgt genannt:

¹ Starkstromanlagen und die daran angeschlossenen elektrischen Einrichtungen dürfen, soweit dies ohne ausserordentlichen Aufwand möglich ist, in allen Betriebszuständen den bestimmungsgemässen Gebrauch anderer elektrischer Anlagen und Einrichtungen nicht in unzumutbarer Weise stören.

² Störungsgefährdete Starkstromanlagen und die daran angeschlossenen elektrischen Einrichtungen dürfen, soweit dies ohne ausserordentlichen Aufwand möglich ist, in ihrem bestimmungsgemässen Gebrauch in allen Betriebszuständen nicht durch andere elektrische Anlagen und Einrichtungen in unzumutbarer Weise gestört werden.

Im gleichen Artikel wird die VEMV [2] genannt:

⁵ Für die elektromagnetische Verträglichkeit gelten die Bestimmungen der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit.

Zusammengefasst heisst das:

Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung (Bauelement, Baugruppe, Gerät, Anlage), in einer vorgegebenen elektromagnetischen Umgebung in beabsichtigter Weise zu arbeiten, ohne dabei diese Umgebung durch elektromagnetische Wirkungen in unzumutbarer Weise zu beeinflussen.

Systeme dürfen sich demnach nicht gegenseitig beeinflussen. Elektrotechnische Beeinflussungen können durch Kopplungen (galvanisch, induktiv, kapazitiv, gestrahlt) stattfinden.

Die EMV in der NIN 2015

In den Niederspannungs-Installationsnormen NIN 2005 und 2010 wurden nur wenige Aussagen zur EMV-Thematik ge-

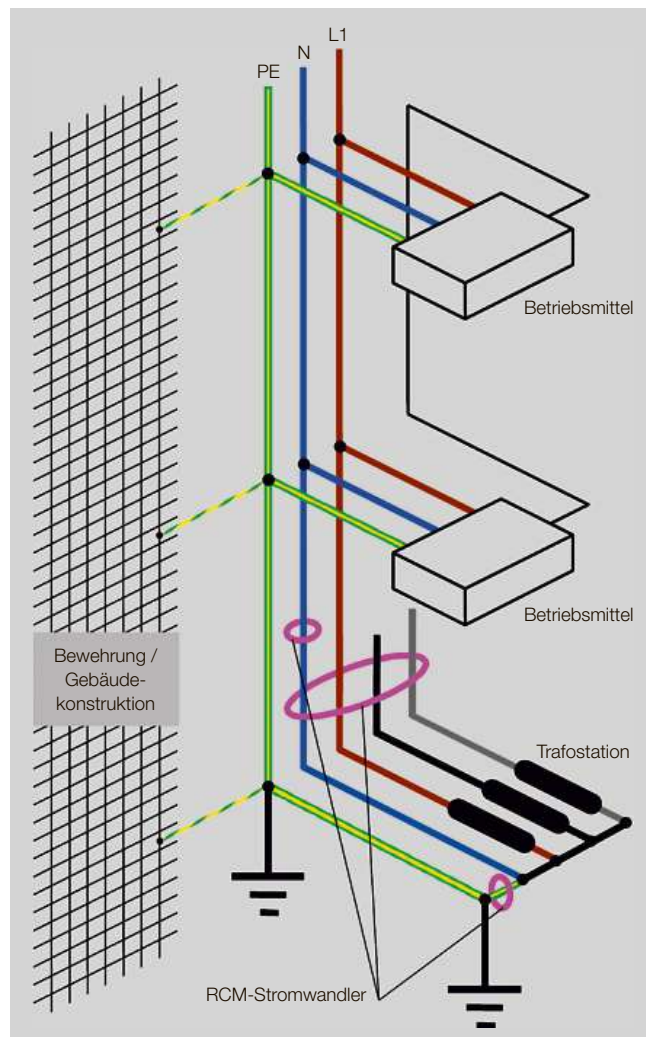
macht. Sie beschränkten sich auf Grundsätzliches wie «Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung». Konkrete EMV-Massnahmen fehlten fast gänzlich, obwohl es bereits 1997 eine EMV-Verordnung gab.

In der aktuellen Ausgabe hingegen werden verschiedene EMV-Belange thematisiert. Aufgrund der Nennung der Störproblematik in der aktuellen Starkstromverordnung [1] wird der EMV nun in den neuen NIN die notwendige Beachtung geschenkt. Die neuen NIN repräsentieren den Stand der Technik. Alle elektrischen Betriebsmittel müssen den einschlägigen Anforderungen der EMV entsprechen und mit den entsprechenden Normen übereinstimmen (3.3.2).

Im Wesentlichen werden Themen unter zwei Aspekten genannt:

- Massnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse.
- Massnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen.

Vor allem im Kapitel 4.4.4 «Massnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse» werden Anforderungen und



Arnold E. und B./CES

Bild 1 Prinzipdarstellung Netzstruktur TN-S-System (in Anlehnung an Fig. 4.4.4.4.3.2.1) mit Darstellung von Möglichkeiten der Integration von Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCM-Stromwandlern).

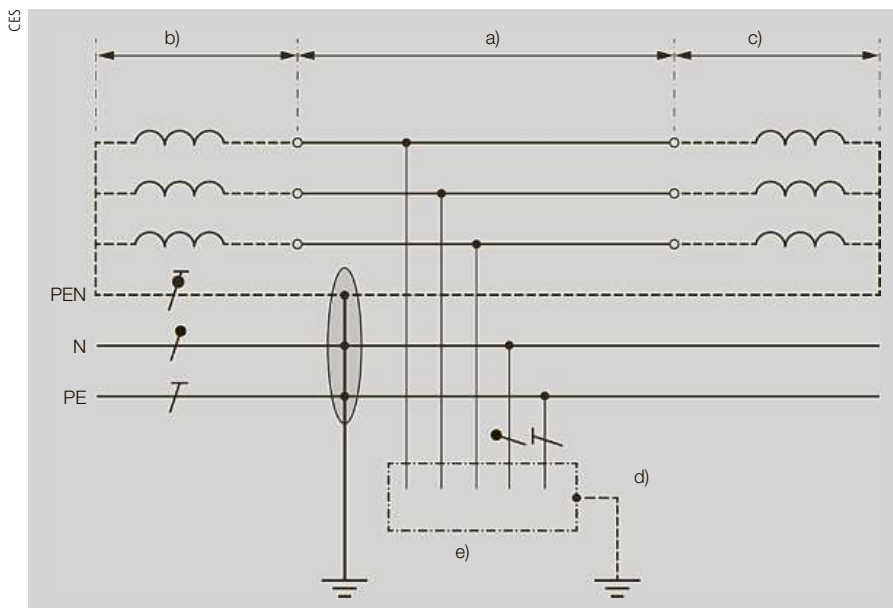


Bild 2 TN- und TT-Mehrfacheinspeisung mit einer Verbindung PEN und PE (Fig. 4.4.4.4.6.1.1).
a) Anlage, b) Stromquelle 1, c) Stromquelle 2, d) Erdung im TT-System, e) Körper.

Empfehlungen für die Vermeidung oder Reduzierung elektromagnetischer Störungen beschrieben. Dieser Abschnitt richtet sich an Architekten, Planer, Errichter und Instandhalter elektrischer Anlagen. Dabei dürfen nur elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden, welche die EMV-Anforderungen erfüllen. Zudem sollen empfindliche elektrische Betriebsmittel nicht in der Nähe von Quellen starker elektromagnetischer Felder (z.B. Elektromotoren, Schweißmaschinen, Gleichrichter, Frequenzumrichter, Transformatoren, Schaltanlagen, Gleichrichter, Schaltnetzteile) platziert werden.

Planer und Errichter elektrischer Anlagen müssen die Massnahmen zur Reduzierung elektrischer und magnetischer Störungen berücksichtigen. Die folgenden unter 4.4.4.4.2 beschriebenen Massnahmen reduzieren elektromagnetische Störungen:

- Installation von Überspannungsschutzeinrichtungen bzw. Filtern für elektrische Betriebsmittel, die empfindlich gegen elektromagnetische Einflüsse sind.
- Leitfähige Mäntel von Kabeln und Leitungen sollten mit der Potenzialausgleichsanlage verbunden werden.
- Vermeidung von Induktionsschleifen durch gemeinsame Verlegewege von Kabeln und Leitungen der Stromversorgungs-, Signal- und Datenübertragungskreisen.
- Leistungs- und Signalkabel sollten getrennt verlegt werden und, wo sie sich kreuzen, möglichst unter einem rechten Winkel.

- Verwendung von Kabeln mit konzentrischen Leitern.
- Verwendung von symmetrischen Mehraderkabeln und -leitungen mit getrenntem Schutzleiter (z.B. geschirmte Kabel) für elektrische Verbindungen zwischen Umrichtern und Motoren bei frequenzgesteuerten Antrieben.
- Bei gemeinsamer Verwendung von geschirmten Signal- oder Datenkabeln, für mehrere von einem TT-System versorgte Gebäude, sollte ein Parallelerdungsleiter verwendet werden.

Auch in weiteren Kapiteln wird die EMV thematisiert oder es besteht ein Zusammenhang bezüglich Massnahmen, welche die elektromagnetischen Einflüsse betreffen:

- Beim System TN sind der Schutz- oder PEN-Leiter an der Übergangsstelle (Anschlussleitung-Installation) zu erden. Über Erde zurückfliessende (vaga-bundierende) Betriebsströme sind bei

Dimensionierungen zu berücksichtigen (4.1.1.4).

- Anlagen in neu zu errichtenden Gebäuden müssen von der Einspeisung an als TN-S-Systeme errichtet werden (**Bild 1**). TN-C-Systeme dürfen in neu errichteten Gebäuden, die eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden, nicht verwendet werden (4.4.4.4.3).

- Bei Mehrfacheinspeisungen muss gewährleistet werden, dass nur eine Verbindung zwischen PEN und Erde besteht (4.4.4.4.6) (**Bild 2**). Mehrfachverbindungen sind nicht zulässig, sonst ist die Summe der Teilströme in der Anlage nicht mehr null, und als Folge davon können magnetische Streufelder entstehen.

- Die Wirksamkeit eines TN-S-Systems kann mit Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen (RCM) kontrolliert werden. (4.4.4.4.3) (**Bild 1**).

- Der Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse und von Schaltvorgängen ist zu gewährleisten (4.4.3; 5.3.4).

- Der Schutz von Menschen vor Einwirkungen durch elektromagnetische Strahlen ist zu beachten. Dieser Grundsatz stützt sich auf das Bundesgesetz über den Umweltschutz. In der NISV [3] sind die zu treffenden Massnahmen spezifiziert (1.3.1.6).

- Der Trennungsabstand bei Blitzschutzsystemen (LPS) ist einzuhalten (4.2.2.3.13).

Nachstehend werden einige der genannten Themen mit ihrer Anwendung detaillierter erläutert.

Potenzialausgleich

In den neuen NIN werden Begriffe, die einen Aspekt des Potenzialausgleichs darstellen, präzisiert (2.1.13). Es sind dies im Wesentlichen:

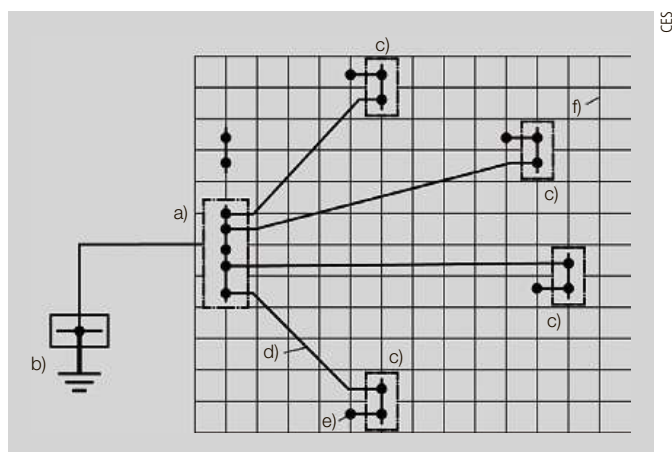


Bild 3 Beispiel einer vermaschten Potenzialausgleichsanlage mit einem sternförmigen Netz (Fig. 4.4.4.5.3.4.1).

- a) Verteiler, b) Haupterdungschiene, c) Elektr. Verbrauchsmittel, d) Verbindungsleiter (für Schutz- oder Funktionszwecke), e) Funktionspotenzialausgleichsleiter, f) Masche.

Arnold E. und B.



Bild 4 Beispiel einer engmaschigen Potenzialausgleichsanlage (SRPP; Systembezugspotenzialebene nach SN EN 50310) unter Einbezug aller Konstruktionen.

Potenzialausgleich: Das Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, um Potenzialgleichheit zu erzielen.

Schutz-Potenzialausgleich/-Leiter: Potenzialausgleich zum Zweck der Sicherheit/-Schutzleiter zur Herstellung des Schutzpotenzialausgleichs.

Funktionspotenzialausgleich/-Leiter: Potenzialausgleich aus betrieblichen Gründen, aber nicht zum Zweck der Sicherheit/-Leiter zum Zweck des Funktionspotenzialausgleichs.

Funktionserdungsleiter: Erdungsleiter zum Zweck des Funktionspotenzialausgleichs. Dieser Leiter stellt eine Massnahme gegen EMV-Einflüsse dar. Elektronische Betriebsmittel benötigen für ihren korrekten Betrieb eine Bezugsspannung auf dem Potenzial der Erde. Diese Spannung wird durch den Funktionserdungsleiter hergestellt, der auch dazu dient, einen störungsarmen Signalbezug in IT-Anlagen herzustellen. Die Leiter können durch Metallstreifen, flache Geflechte und Kabel gebildet werden. Für Betriebsmittel im Hochfrequenzbereich sind Metallstreifen oder flache Geflechte erforderlich. Verbindungen müssen möglichst kurz ausgeführt werden (4.4.4.5.5).

Der Potenzialausgleich bildet einen wesentlichen Bestandteil einer elektrischen Struktur. Hier bilden auch Kabelwannen und Pritschen (5.4.3.2.3) einen wichtigen EMV-Aspekt. Grossflächig durchverbundene Trassen tragen viel zur EMV bei. Sie müssen in den Potenzialausgleich einbezogen werden bzw. dürfen als Potenzialausgleichsleiter verwendet werden, sofern sie

- angemessen geschützt werden können gegen mechanische Beschädigung, chemische oder elektrochemische Zerstörung sowie elektro- und thermodynamische Kräfte,
- der Leitwert (Leitfähigkeit) des Kabeltragsystems ausreichend ist und

die Verbindungen zwischen einzelnen Bauteilen die Vorgaben an eine Schutzleiterverbindung (Schutz gegen Selbstlockerung) einhalten.

In der NIN-Ausgabe 2010 wurde diese Thematik erwähnt, jedoch widersprüchlich beschrieben, sodass in einer Electrosuisse-Info (2089 vom April 2013) die notwendigen Präzisierungen gemacht wurden.

Die durchverbundenen Trassen bilden einen Ersatz für den geforderten Parallelerdungsleiter (Fig. 4.4.4.4.2.1) und werden so zum Bestandteil einer Potenzialausgleichsanlage. Sie sind grossflächig und erfüllen in der Regel den geforderten Mindestquerschnitt von 16 mm².

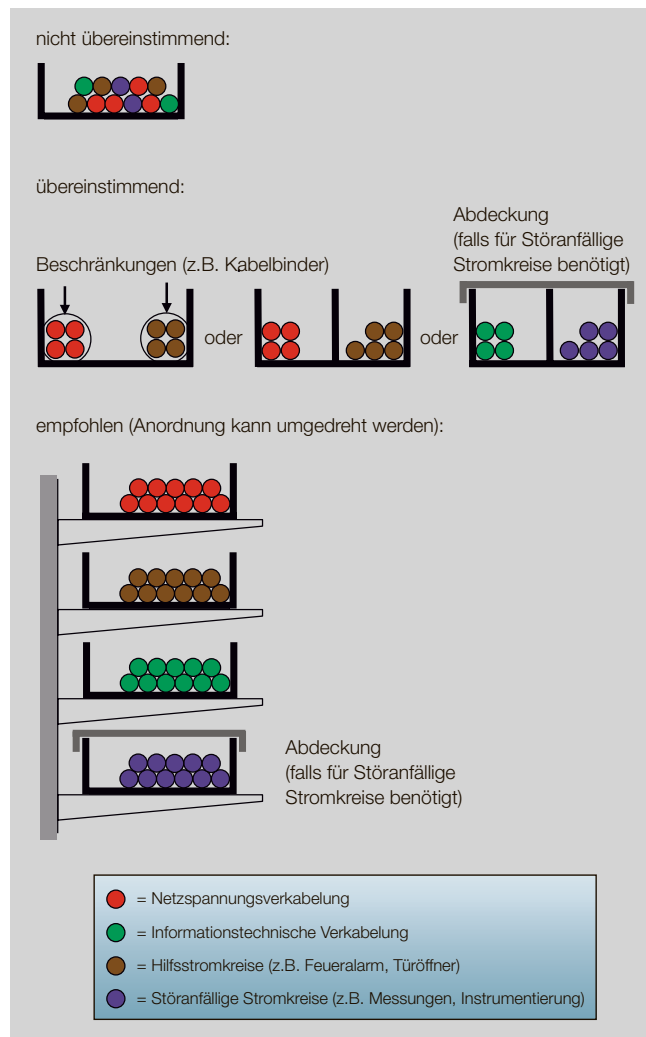
Eine vermaschte sternförmige Potenzialausgleichsanlage (4.4.4.5.3.4) (Bild 3) bildet einen wichtigen EMV-Aspekt. Das gezeigte Beispiel ist anwendbar bei Anlagen mit einer hohen Dichte von empfindlichen Betriebsmitteln. Dabei wird die Metallkonstruktion des Gebäudes genutzt, ergänzt durch ein quadratisches durch Leiter gebildetes verlegtes Gitternetz. Im Bereich der empfindlichen Ein-

richtungen darf die Maschenweite in Abhängigkeit vom Pegel (Schutzklasse) für den Blitzschutz und von der Störfestigkeit der Betriebsmittel nicht grösser als 2x2m sein. In besonderen Fällen können Teile des Gitternetzes engere Maschen haben (z.B. bei Rechenzentren), um einen zuverlässigen Signalbezug bis zu den höchsten in Betracht kommenden Frequenzen zu gewährleisten (Bild 4).

Leiter, Stromkreise, Anordnung, Verlegung

Anordnung, Verlegung und Schutz

Wenn mehrere Leiter pro Pol parallel geschaltet werden, müssen Massnahmen zur gleichmässigen Aufteilung des Belastungsstromes getroffen werden. Ein geometrischer Aufbau (verdrehen, auskreuzen, symmetrische Anordnung) ist erforderlich. Diese Massnahmen verhindern eine magnetische Beeinflussung und stellen so nebst den sicherheitstechnischen Aspekten auch eine Optimierung der EMV dar (4.3.3.4; 4.3.4.4; 5.2.3.5). Siehe auch Fachbeitrag [7].



Arnold E. und B./CES

Bild 5 Trennung von Kabeln in Kabelwegsystemen nach SN EN 50174-2 Bild 8 bzw. Fig. 4.4.4.6.2.2 inkl. mechanische Abtrennung.

Arnold E. und B.



Bild 6 Beispiel Trassen mit grossflächiger Durchgängigkeit (4.4.4.Z1) als Potenzialausgleichsleiter mit Anschluss an Bewehrung (5.4.3).

Getrennte Verlegung von Stromkreisen

Wenn die Kenndaten von ICT-Kabeln sowie ihre vorgesehene Verwendung bekannt sind, gelten die Anforderungen und Empfehlungen gemäss SN EN 50174-2 [4]. Wenn sie nicht bekannt sind, ist ein Mindestabstand zwischen Leistungskabeln und Leitungen in Luft von 200 mm einzuhalten (4.4.4.6). Aktive Leiter, die auch zur informationstechnischen Anwendung verwendet werden, werden hier nicht als solche betrachtet. Die Mindestabstände sind für diese Anwendung von aktiven Leitern nicht anwendbar (siehe dazu Zusammenfassung der Mindestabstände, wo Kenndaten nicht bekannt sind; Tabelle 4.4.4.6.2.1).

Die Mindestanforderungen an die Abstände gelten in allen Richtungen (dreidimensional). Wo sich ICT-Kabel und Leitungen kreuzen müssen und die Mindestabstände nicht eingehalten werden können, muss an der Kreuzungsstelle ein Winkel von 90° in jeder Richtung eingehalten werden. Leitungen und Leistungskabel/-leitungen und ICT-Kabel sollen nicht im gleichen Kabelbündel zusammengefasst werden (Bild 5).

Kabelmanagementsysteme

Kabelmanagementsysteme gibt es in metallener und nichtmetallener Ausführung. Erstere bieten unterschiedliche Grade eines Schutzes gegen elektromagnetische Störungen (4.4.4.7). Bei der Wahl des Kabelmanagementsystems ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Die Stärke des elektromagnetischen Feldes entlang des Verlegewegs.
- Die zulässigen Pegel leitungsgebundener und ausgestrahlter Störungen.
- Die Bauart des Kabel- oder Leitungssystems (geschirmt, verdreht, Glasfaser).
- Die elektromagnetische Störfestigkeit der angeschlossenen Betriebsmittel.

Nichtmetallene Kabel- und Leitungstragsysteme sind nur geeignet bei Lichtwellenleitern und wenn entsprechend der elektromagnetischen Umgebung die angeschlossenen Betriebsmittel die geforderte Festigkeit aufweisen sowie bei Verwendung metallener Ummantelungen.

Für bezüglich EMV geeignete metallene Kabelmanagementsysteme gilt (4.4.4.Z1.1):

- Sie müssen immer an beiden Enden an das örtliche Potenzialausgleichssystem angeschlossen werden.
- Bei langen Verlegewegen >50 m sind zusätzliche Verbindungen mit dem Potenzialausgleichssystem zu empfehlen. Alle Verbindungen müssen so kurz wie möglich sein.
- Wenn das Kabelverlegungssystem aus mehreren Bauteilen besteht, ist deren Durchgängigkeit (z.B. bei Stossstellen, Abzweigungen) über den gesamten Umfang zu verbinden (z.B. Schrauben, Nieten). Voraussetzung ist, dass die Oberflächen gute Leiter sind und keine isolierenden Farbanstriche aufweisen.
- Die Kabeltragsysteme sind gegen Korrosion zu schützen. Ihre Form sollte über die gesamte Länge gleichbleibend sein.
- Alle Verbindungen müssen eine niedrige Impedanz aufweisen (grossflächige Verbindungen), da sonst die elektromagnetische Schirmwirkung abgeschwächt wird (Bild 6).

Für Frequenzen von wenigen MHz aufwärts schwächt z.B. eine 10 cm lange

Flechtverbindung zwischen zwei Teilen eines Kabelverlegungssystems die Schirmwirkung um mehr als den Faktor 10 (20 dB) ab (siehe Beispiele in Fig. 4.4.4.Z1.1.1). Dies gilt auch bei Durchführungen durch Brandschottungen (Bild 7 und 8). Diese sind möglichst grossflächig auszuführen.

Schutz bei Überspannungen

In Anlagen von Gebäuden, die eine Begrenzung von transienten Überspannungen durch atmosphärische Einflüsse oder Schalthandlungen innerhalb einer Anlage erfordern, sind Überspannungsschutzmassnahmen notwendig (4.4.3; 5.3.4). Wichtige Aspekte gegen elektromagnetische Einflüsse sowie für die optimale Funktionalität sind die Anordnung und der Anschluss (kurz und niederinduktiv, Leiterschleifen vermeiden) der Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs). Ausführlich wird dies im Fachbeitrag [8] beschrieben.

NISV

Alle elektrischen Installationen müssen den Anforderungen zur Vermeidung schädlicher oder lästiger nichtionisierender Strahlung genügen. Die NISV [3] gibt Grenzwerte vor. Die durch Leitungssysteme und Anlagen erzeugten Emissionen können sehr unterschiedlich sein. Generell nimmt die Strahlung mit zunehmendem Abstand ab (1.3.1.6). Die NISV [3] statuiert für neue Hausinstallationen die Minimierung der magnetischen Flussdichte an sogenannten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Im Kapi-

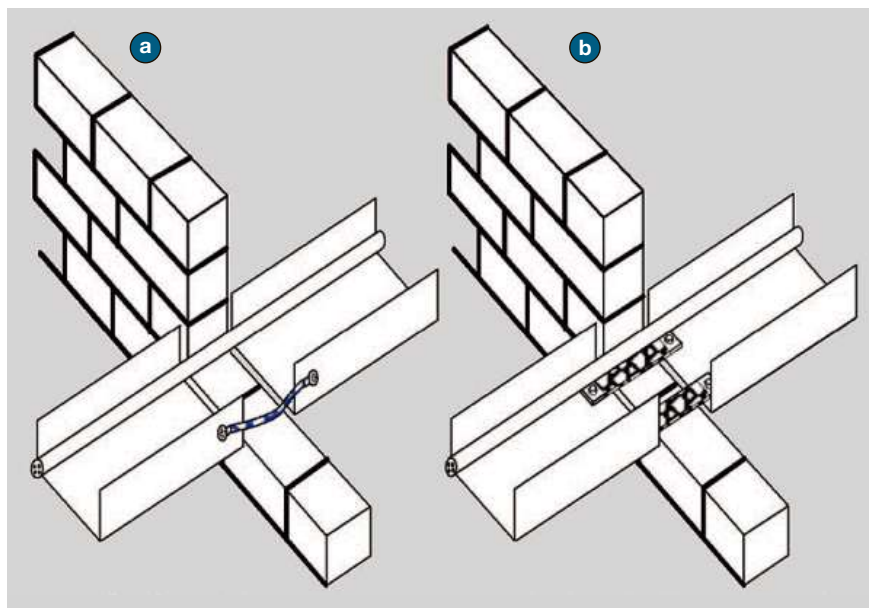


Bild 7 Durchführung metallener Kanäle in Brandschottungen (Fig. 4.4.4.Z1.1.2). a) ungeeignet, b) geeignet.



Bild 8 Beispiel grossflächige Durchführung von Metallkanal durch Brandschottung.

tel 4 «Elektrische Hausinstallationen» wird der Geltungsbereich definiert. Neue Hausinstallationen sind nach dem anerkannten Stand der Technik auszuführen. Insbesondere müssen folgende Massnahmen getroffen werden:

- Speiseleitungen ab Verteilafeln sind möglichst sternförmig anzuordnen.
- Schlaufen in Speiseleitungen sind zu vermeiden.
- Hauptverteilsysteme dürfen nicht in der Nähe des Schlafbereichs eingerichtet werden.

Für in Gebäuden integrierte Trafostationen (Kapitel 2 in der NISV) gilt für die magnetische Flussdichte der Anlagegrenzwert von 1 μ T.

Beispiele besonderer EMV-Massnahmen

Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen (RCM)

Wenn in bestimmten Anwendungsfällen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) nicht eingesetzt werden können, z.B. weil der Betriebsstrom des zu schützenden Stromkreises grösser ist als der grösste Bemessungsstrom des RCD, können RCMs eingesetzt werden (5.3.2.3). Sie können aber auch überall dort eingesetzt werden, wo Überwachungsfunktionen erforderlich sind, jedoch ohne Auslösung einer Abschaltung. Es sind dies z.B. Wirksamkeit der Separierung im TN-S-System (4.4.4.3) bzw. Überwa-

chen von Ableitströmen (5.3.8.5), Neutralleiterbelastungen sowie Summenströmen (Bild 1).

Trennungsabstand (Näherung)

Die Trennungsabstände zwischen Teilen des Blitzschutzsystems (Fangeinrichtungen und Ableitungen) und metallenen Teilen und elektrischen Anlagen innerhalb des zu schützenden Gebäudes sind in jedem Fall anzustreben (4.2.2.3.13). Die Trennungsabstände sind zu ermitteln.

Bei folgenden Bauten, Bereichen und Anlagen müssen diese eingehalten werden:

- Feuergefährdete Bereiche.
- Explosionsgefährdete Bereiche.
- Technische empfindliche Einrichtungen (z.B. Informationstechnik, Brandmeldeanlagen).

Nicht eingehalten werden müssen die Trennungsabstände, sofern diese als natürliche Ableitungen verwendet werden, bei Bauten aus bewehrtem Stahl, bei Stahlskelettbauten sowie im Bereich von durchverbundenen Metallfassaden. Die Trennungsabstände sind zu berechnen.

Résumé

In der neuen NIN wird die EMV umfassend behandelt. Viele bereits bekannte Massnahmen werden nun beschrieben.

Planer, Errichter und Instandhalter elektrischer Anlagen müssen sich mit der Thematik auseinandersetzen. Auffallend oft wird in den Beschreibungen der Begriff «müssen» genannt, im Unterschied zu früheren NIN-Ausgaben, in denen die Begriffe «empfohlen» und «sind zu» verwendet wurden.

Referenzen

- [1] SR 734.2 (Stand 2012); Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung).
- [2] SR 734.5 (Stand 2015); Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV).

- [3] SR 814.710 (Stand 2012); Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).
- [4] SN EN 50174-2 (2009); Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden.
- [5] SN EN 50160 (2010); Merkmale der Spannungen in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen.
- [6] SN EN 50310 (2010); Anwendung von Massnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik.
- [7] Peter Bryner, «Anordnung, Verlegung und Schutz», in Elektrotechnik ET 2/15.
- [8] Josef Schmucki, «Überspannungen in NS-Installationen», in Elektrotechnik ET 12/11, 1/12 und 2/12.

Literatur

Niederspannungs-Installationsnorm NIN 2015, www.electrosuisse.ch/de/normung/nin-2015.html

Link

www.arnoldeub.ch

Autoren

Martin Arnold, Michael Johannes Arnold und **Henrik Lowack** befassen sich mit der Beratung, Optimierung und dem Controlling in EMV-Belangen des elektrotechnischen Installationsbereiches. Die Firma ist seit über 24 Jahren auf diesem Fachgebiet tätig. **Arnold Engineering und Beratung, 8152 Opfikon** info@arnoldeub.ch

Résumé

Les aspects relatifs à la CEM de la NIBT 2015

Les répercussions sur les installations électriques

La compatibilité électromagnétique (CEM) est réglementée par la législation actuelle. Du point de vue de la technique d'installation, cette thématique n'a cessé ces dernières années d'être incomprise ou ignorée, et a donc été bien souvent négligée. Désormais, la NIBT 2015 aborde directement les mesures visant à lutter contre les influences électromagnétiques ou renvoie aux différentes normes actuelles. Toutefois, c'est principalement la mise en œuvre pratique qui nécessite d'apporter certaines explications. Cette contribution se penche sur certains aspects essentiels. No