

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

1. Einführung

Das Thema „Elektromagnetische Verträglichkeit“ (EMV) hat mittlerweile Einzug in fast alle Bereiche der Planung und Errichtung elektrischer Anlagen gehalten. An vielen Stellen, wo in Normen der Reihe VDE 0100 von EMV die Rede ist, wird auf eine Norm verwiesen, in der der Normenanwender nähere Informationen zu diesem Thema finden kann. Es handelt sich dabei um VDE 0100-444.

Beispiel:

Im VDE 0100-510, Abschnitt 512.1.5 wird gefordert, dass elektrische Betriebsmittel keine „schädlichen Einflüsse“ auf andere Betriebsmittel ausüben und das Versorgungsnetz nicht unzulässig beeinflussen dürfen. In einer nachfolgenden Anmerkung heißt es dann:

„Maßnahmen und Informationen zum Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) enthält DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444).“

Diese Verfahrensweise ist typisch geworden. VDE 0100-444 entwickelte sich im Bereich von VDE 0100 zu einem Sammelbecken für Maßnahmen, um eine ausreichende EMV innerhalb eines Gebäudes zu erreichen.

Die bisher gültige VDE 0100-444 wurde diesem Anspruch nur teilweise gerecht. Die Norm war zum einen recht schlank und bestand zum anderen überwiegend aus unverbindlichen Empfehlungen. Mit Herausgabe der aktuell gültigen Version dieser Norm hat sich dies geändert. Sie trägt folgenden Titel:

DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10 Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-444: Schutzmaßnahmen - Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen

Bereits im Anwendungsbereich dieser Norm (Abschnitt 444.1) findet man folgende Aussage:

„Die Anwendung der von dieser Norm beschriebenen EMV-Maßnahmen kann als ein Teil der anerkannten Regeln der Technik gesehen werden, um elektromagnetische Verträglichkeit der ortsfesten Anlagen zu erreichen, wie durch die EMV-Richtlinie 2004/108/EG gefordert.“

Die erwähnte europäische EMV-Richtlinie entspricht in Deutschland dem EMV-Gesetz aus 2008 (EMVG). Die Aussage ist also, dass die Anforderungen dieses Gesetzes bezüglich der elektrischen Anlage ganz oder teilweise durch Berücksichtigung der Anforderungen dieser Norm erfüllt werden können.

Und im nachfolgenden Abschnitt 444.4 (Reduzierung elektromagnetischer Störungen) heißt es in aller Deutlichkeit:

„Die Planer und Errichter der elektrischen Anlage müssen die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung der elektrischen und magnetischen Störungen auf elektrische Betriebsmittel berücksichtigen.“

2. Grundsätzliche Anforderungen

2.1 Netzsysteme

Jeder, der sich mit der Elektromagnetischen Verträglichkeit in elektrischen Anlagen näher beschäftigt hat, weiß, dass ein Netzsystem mit PEN-Leiter vermieden werden muss. Wo der Schutzleiter, der stets zahlreiche Verbindungen zum Potentialausgleichs- und Erdungssystem im Gebäude aufweist, mit betriebsbedingten Neutralleiterströmen belastet wird, sind Probleme mit der EMV vorprogrammiert. Bereits die saubere Trennung von Schutz- und Neutralleiter in der gesamten elektrischen Anlage (TN-S-System) verhindert oder beugt einer ganzen Anzahl von Störungen vor. schafft eine ganze Anzahl von Störungen aus dem Weg.

Bisher waren Anforderungen zum Netzsystem in der Verbrauchieranlage, in denen ein TN-S-System gefordert wurde, in Normen der Reihe VDE 0800 zu finden. Planer und Errichter der Starkstromanlage berücksichtigten jedoch ausschließlich Normen der Reihe VDE 0100, in denen derartige Forderungen in der gewünschten Klarheit nicht zu finden waren.

Diese Situation hat sich mit Herausgabe von VDE 0100-444 grundsätzlich geändert. In Abschnitt 444.3.1 dieser Norm heißt es:

„TN-C-Systeme dürfen in neu errichteten Gebäuden, die eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden, nicht verwendet werden.“

Die Frage blieb allerdings, was unter einer „wesentlichen Anzahl“ zu verstehen ist. Eventuell kann man hier vermuten, dass in erster Linie gewerblich oder industriell genutzte Anlagen gemeint sein können.

Für den Fall, dass der Netzbetreiber eine Niederspannungsversorgung zur Verfügung stellt (und dies ist im privaten Wohnungsbau immerhin die Regel), wird allerdings im nachfolgenden Abschnitt 444.4.3.2 Folgendes festgelegt:

Anlagen in neu zu errichtenden Gebäuden müssen von der Einspeisung an als TN-S-Systeme errichtet werden.

Diese Anforderung gilt somit ohne die vorgenannte einschränkende Formulierung (*wesentliche Anzahl*). In einer Anmerkung wird zusätzlich darauf hingewiesen, dass es sinnvoll ist, die Wirksamkeit des TN-S-Systems durch die Verwendung einer Differenzstromüberwachungseinrichtung (RCM) nach DIN EN 62020 (VDE 0663) auf Dauer sicher zu stellen. Wer sich mit diesem Thema beschäftigt, weiß, wie schnell eine „gut gemeinte“ Brücke zwischen dem Neutralleiter und dem Schutzleiter (z. B. in einer nachträglich errichte-

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

ten Unterverteilung) die Bemühungen um ein sauberes 5-Leiter-Systems (TN-S-Systems) zunichte machen kann.

2.2 Mehrfacheinspeisung

Das Thema „Mehrfacheinspeisung“ hat bereits VDE 0100-100 im Abschnitt 312.2.1.2 ein Jahr zuvor (die Herausgabe erfolgte im Juni 2009) aufgegriffen. Dort wurde für das TN-System festgelegt, dass bei Mehrfacheinspeisungen die Sternpunkte der parallelen Spannungsquellen (bzw. Transformatoren) nicht direkt geerdet werden, sondern über einen isolierten Leiter mit einem zentralen Erdungspunkt (ZEP) in der Niederspannungshauptverteilung (NHV) verbunden werden sollen (**Bild 1**).

2.3 Verschiedene Netzstrukturen für den Potentialausgleich

Im Abschnitt 444.5 findet man zahlreiche Anforderungen, die früher ausschließlich in Normen der Reihe VDE 0800 zu finden waren. Besonders interessant ist Abschnitt 444.5.3. Der Titel lautet: *Verschiedene Netzstrukturen für Potentialausgleichsleiter und Erdungsleiter*. Hier werden unterschiedliche Möglichkeiten aufgezeigt, leitfähige Konstruktionen und Gehäuse, z. B. von Verteilern, untereinander zu verbinden, um zu gewährleisten, dass im Potentialausgleichssystem möglichst keine Potentialdifferenzen oder Streuströme entstehen. Im **Bild 2** sind die verschiedenen Möglichkeiten zusammengefasst. Dargestellt wird ein Gebäude, bei dem in jedem Stockwerk eine besondere Maßnahme verwirklicht wird.

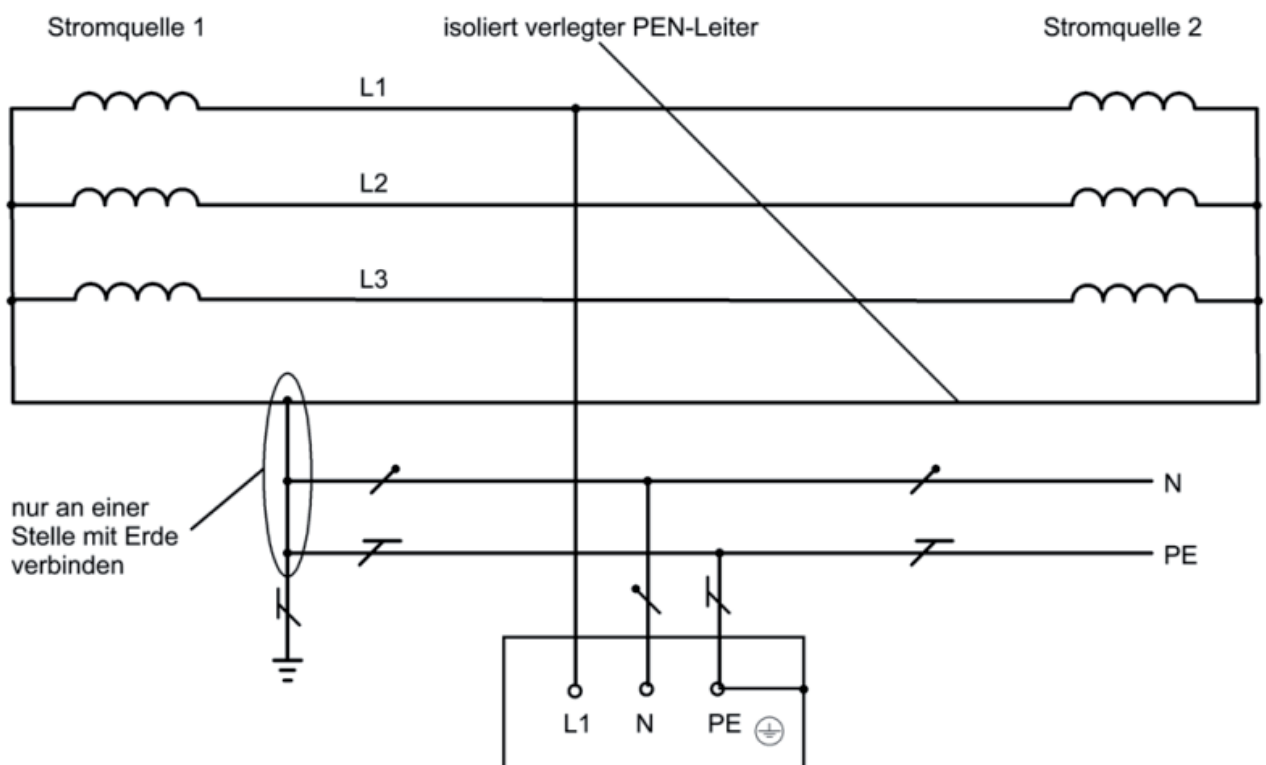


Bild 1 Erdung bei Mehrfacheinspeisung in einem TN-System.

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

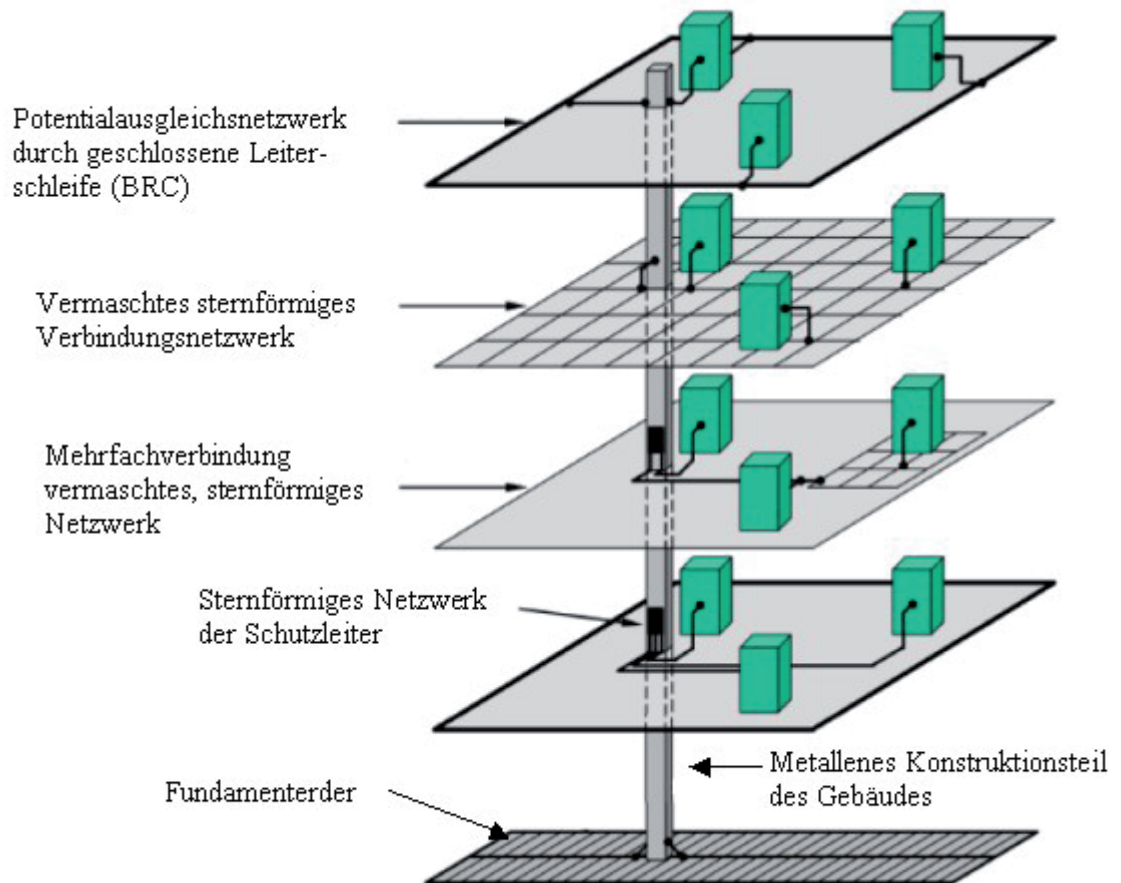


Bild 2 Schematische Darstellung eines Gebäudes, bei dem in jedem Stockwerk eine besondere Form der Struktur des Potentialausgleichs umgesetzt wurde.

Schutzleiter in einem sternförmigen Netz

In Wohnungen und kleineren Gewerbebetrieben kann nach Abschnitt 444.5.3.2 auch ein rein sternförmiges System errichtet werden (dargestellt im untersten Stockwerk oder Erdgeschoss nach Bild 2). Der Vorteil ist, dass hier keine Schleifen gebildet werden, in denen Störströme induziert werden können. Allerdings ist das Durchhalten eines strikten sternförmigen Systems unter Umständen schwierig, weil jede zufällige oder unbewusste Verbindung (z. B. durch geschirmte informationstechnische Leitungen) der angeschlossenen Geräte und Verteiler untereinander den Nutzen des Systems aushebelt. Auch wenn Geräte durch Datenleitungen untereinander verbunden werden (z. B. PC-Netzwerk), ist ein sternförmiges System nur schwer praktikierbar.

Mehrfach vermaschte sternförmige Potentialausgleichsanlage

Eine weitere Möglichkeit ist die so genannte „mehrfach vermaschte sternförmige Potentialausgleichsanlage“ (dargestellt im ersten Obergeschoss nach Bild 2). Auch zu diesem System können die Vor- und Nachteile des zuvor beschriebenen sternförmigen Potential-

ausgleichssystems erwähnt werden. Angewendet wird es in Gebäuden, wo sich an verschiedenen Stellen kleinere Bereiche mit entsprechenden Anlagen befinden, in denen kleinere Gruppen von verschiedenen, untereinander verbundenen Geräten und Verteilern der Informationstechnik betrieben werden. Der Vorteil ist, dass trotz der Vermaschung in den begrenzten Bereichen keine Gebäude übergreifenden Störströme fließen können. In den begrenzten, vermaschten Bereichen kann die Wirkung dieser Ströme durch eine möglichst enge Maschenstruktur auf ein verträgliches Maß reduziert werden.

Vermaschte sternförmige Potentialausgleichsanlage

Wenn in einem Gebäude oder Gebäudeteil eine besonders hohe Dichte von empfindlichen Betriebsmitteln der Kommunikationstechnik betrieben werden sollen, bietet sich der „vermaschte sternförmige Potentialausgleich“ an. Im Bild 2 wird diese Potentialausgleichsanlage im zweiten Obergeschoss dargestellt. Hier müssen alle Metallkonstruktionen innerhalb des Gebäudes einbezogen werden. Günstig ist es, bei Fußböden aus Ortbeton deren Armierung mit einzubeziehen und diese in einer Maschenweite von maximal 2 m x 2 m

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

durch Schweiß- oder Klemmverbindungen untereinander zu verbinden. Es ist auch möglich, diese Maschenweite durch geeignete Leiter im Beton über der Armierung oder für nachträgliche Montage auch unter dem Estrich herzustellen. Die verschiedenen Geräte und informationstechnischen Verteiler werden darüber hinaus über Schutzleiter mit der Schutzleiterschiene der zugehörigen Energieverteilung verbunden. Zusätzlich werden die Schutzleiter- bzw. Kabelschirmschienen der informationstechnischen Verteiler sowie – sofern möglich – die informationstechnischen Geräte selbst mit dem Potentialmaschensystem verbunden. Hierzu sind sinnvollerweise an entsprechenden Stellen innerhalb der relevanten Bereiche Potentialanschlusspunkte oder Potentialausgleichsschienen vorzusehen.

Natürlich ist es auch möglich, Mischformen zu wählen; z. B. die vorgenannte vermaschte sternförmige Potentialausgleichsanlage in Verbindung mit einem Potentialausgleichsringleiter (BRC).

Der Potentialausgleichsringleiter (BRC)

Im obersten Stockwerk nach Bild 2 ist ein Potentialausgleichsringleiter entlang der Außenwände errichtet worden. In Kurzform wird er BRC genannt (eng.: bonding ring conductor). Ein solcher Ringleiter wird in erster Linie in Anlagenbereichen errichtet, wo zahlreiche Anschlüsse zu leitfähigen Teilen und informationstechnischen Geräten und Verteiler über möglichst kurze Wege notwendig werden. In VDE 0100-444, Abschnitt 444.5.3.1 heißt es hierzu:

„Der Potentialausgleichsringleiter (BRC) sollte vorzugsweise aus Kupfer sein, blank oder isoliert, und so errichtet werden, dass er überall zugänglich ist, z. B. durch Verlegung auf einer Kabelwanne, in einem metallenen Elektroinstallationsrohr (siehe Normenreihe EN 61386), durch Aufputzmontage oder in einem zu öffnenden Elektroinstallationskanal.“

2.4 Funktionserdungsleiter

Informationstechnische Geräte benötigen häufig einen möglichst konstanten Potential-Bezugspunkt (Massepotential). Dies ist in der Regel das Erdpotential. Zugeführt wird dieses Potential bis zum informationstechnischen Verteiler über das Potentialausgleichssystem bzw. dem Schutzleiter im Energie-Einspeisekabel.

Einige informationstechnischen Geräte benötigen einen separaten Anschluss für dieses Bezugs-Erdpotential. Der hierfür vorgesehene Leiter übernimmt sonst keine Schutzfunktion und wird nach VDE 0100-444, Abschnitt 444.5.5 Funktionserdungsleiter genannt.

Funktionserdungsleiter können für hohe Frequenzen z. B. flache metallene Geflechte (z. B. Kupferband) oder Metallstreifen sein. Sind überwiegend niedrigere Frequenzen zu erwarten, können auch runde Leiter verwendet werden. In jedem Fall sind die Leiter so kurz wie möglich zu verlegen.

Die Kennzeichnung (Farbkennzeichnung) von Funktionsleitern wie Funktionserdungsleiter ist nicht einheitlich geregelt. Sicher ist aber, dass die Kennzeichnung mit grün-gelber Farbe nicht erlaubt ist, sofern tatsächlich keine Schutzfunktionen mit dem Leiter verbunden sind.

2.5 Kabelträgersysteme

Auf die Trennung der Systeme wird großes Gewicht gelegt. Informationstechnische Kabel sollten nicht durch Kabel und Leitungen der Energietechnik gestört werden. **Bild 3** zeigt Beispiele wie durch eine geschickte Anordnung und Aufteilung der Kabelträgersysteme eine sinnvolle Trennung herbeigeführt werden kann. Natürlich müssen die Kabelträgersysteme selbst aus leitfähigem Material bestehen und so häufig wie möglich – mindestens jedoch an beiden Enden - mit dem Potentialausgleich im Gebäude verbunden werden. Sinnvoll ist dies natürlich nur, wenn die Kabelträger (z. B. Kabelwannen) durchgehend leitfähig – also auch über alle Teilstücke hinweg – verbunden werden.

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

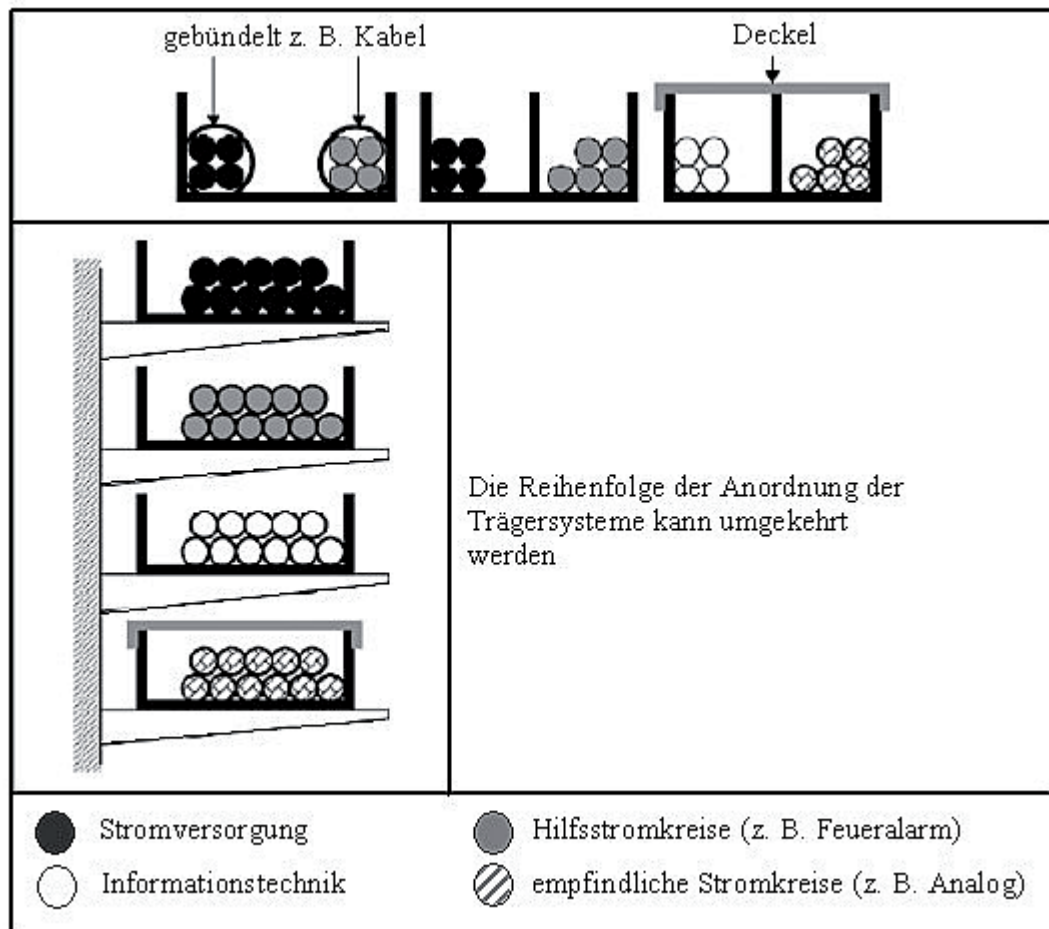


Bild 3 Beispiel für eine Trennung von Systemen und zugleich Abschottung von empfindlichen informationstechnischen Kabeln gegen elektromagnetische Störungen (EMI) – z. B. durch Abdeckung mit Deckel aus leitfähigem Material.

2.6 EMV-Dokumentation für ortsfeste Anlagen

In der von der Europäischen Kommission am 31. Dezember 2004 veröffentlichten EMV-Richtlinie 2004/108/EG wurden nunmehr auch die *ortsfesten elektrischen Anlagen* begrifflich hervorgehoben und genauer ins Auge gefasst. Grundsätzlich gilt, dass ortsfeste Anlagen nach den anerkannten Regeln der Technik zu installieren sind. Allerdings wird ausdrücklich gefordert, dass diese anerkannten Regeln der Technik zu dokumentieren sind. Das bedeutet, dass jede neu installierte elektrische Anlage mit einer EMV-Dokumentation zu versehen ist. Der verantwortliche Installateur (z. B. der leitende Elektromeister des Errichters) hat diese *EMV-Dokumentation* zu erstellen, und der Betreiber hat sie für eine eventuell notwendige Überprüfung durch die Bundesnetzagentur bereitzuhalten. Aus ihr muss hervorgehen, auf welche Art und Weise bei der Planung und Errichtung der elektrischen Anlage, die Schutzziele der EMV-Richtlinie und des EMV-Gesetzes eingehalten wurden.

In dem Leitfaden zur Dokumentation der Bundesnetzagentur Abs. 8, Satz 2 heißt es: Die Übereinstimmung mit grundlegenden Anforderungen einer ortsfesten Anlage kann durch:

- den Planer,
- den Hersteller,
- den Errichter oder
- denjenigen, der die elektromagnetischen Eigenschaften einer Anlage im Rahmen der Instandsetzung, Wartung, Umbau oder Erweiterung verändert,

festgestellt werden.

Entsprechend des Leitfadens könnte die EMV-Dokumentation folgendermaßen aussehen:

Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

Gesamtdokumentation der Elektroinstallation		
Abschnitt: EMV-Dokumentation		
Themen	Inhalte	geprüft
Allgemeine Angaben zum	Adresse usw.	
Netzsystem	TN-S-System	
Eingesetzte Normen	DIN VDE 0100-444: 2010-10	
	DIN VDE 0100-540: 2007-06	
	DIN VDE 0100-510: 2011-03	
	DIN EN 50174-2: 2009-09	
	DIN EN 50130: 2011-05	
	weitere EMV-Normen, falls berücksichtigt	
Betriebsanleitungen	eingebaute elektrische Betriebsmittel, insbesondere die Herstellerangaben wurden beachtet	
EMV-Maßnahmen	Trennungsmaßnahmen zw. Leistungsleitungen und Leitungen der IT	
	Schirmungsmaßnahmen	
	Metallene Verlegesysteme mit Anschluss an den Potentialausgleich (beidseitig)	
	Maßnahmen gegen Ableitströme (Filter)	
Zusatzmaßnahmen	Blitz- und Überspannungsschutz	
	HF-tauglicher Potentialausgleich	
	Fundamenterder	
Hinweise	zum EMV-gerechten Betrieb der Anlage	
Detailzeichnungen	NHV, Potentialausgleich etc.	