

# Die Bedeutung der Erdungsanlage – Sicherheit zum Nulltarif?

## Relevance of the earthing system - safety at zero cost?

Dipl.-Ing., Jürgen Wettingfeld, W. Wettingfeld GmbH & Co. KG, Krefeld, Deutschland, [info@wettingfeld.org](mailto:info@wettingfeld.org)  
B.-Eng. Hendrik Wettingfeld, W. Wettingfeld GmbH & Co. KG, Krefeld, Deutschland, [info@wettingfeld.org](mailto:info@wettingfeld.org)

### Kurzfassung

Ziel des Beitrages ist eine ganzheitliche Betrachtung der Bedeutung einer Erdungsanlage unter Berücksichtigung der Normen DIN 18014, DIN EN 62305-3, DIN VDE 0100, 0101, 0165, 0800 und VDE-AR-N 4100. Hierzu gehören Aspekte der Personen- und Funktionssicherheit und der Kosten.

### Abstract

The aim of this article is to take a general view of the relevance of an earthing system, taking into account the standards DIN 18014, DIN EN 62305-3, DIN VDE 0100, 0101, 0165, 0800 and VDE-AR-N 4100. This includes aspects of personal and functional safety and costs.

## 1 Einleitung

Seit ihren Anfängen zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich die Elektrotechnik ständig weiterentwickelt und findet ab 1901 zunehmend Eingang in die Haushalte [1]. Neben dem elektrischen Licht gibt es erste Kleingeräte wie Bügeleisen, Backofen und Staubsauger. Mit diesem Fortschritt nahm jedoch auch die Gefährdung durch Elektrizität zu. Dies führte dazu, dass der VDE ab 1904 die ersten Vorschriften zur elektrischen Sicherheit herausgab, aber erst die 1924 erschienenen Leitsätze für Erdungen enthielten brauchbare Bemessungsregeln für Erdungsanlagen [3].

Während das Thema Erdung im Sinne des Blitzschutzes immer integraler Bestandteil des „Blitzschutzsystems“ war [2], so führte Walter Koch in seinem Standardwerk „Erdungsanlagen“ noch 1948 aus:

*„während dort, wo oft gegen die Vorschriften und Erkenntnisse der Erdungstechnik gehandelt wird, nämlich in Niederspannungsanlagen, zahlreiche Unfälle und Todesfälle zu verzeichnen sind.“*

Koch führt weiter aus:

*„Für jeden Techniker, der verantwortlich elektrische Hoch- und Niederspannungsanlagen zu entwerfen, zu errichten oder zu betreiben hat, ist es eine heutzutage unerlässliche Forderung, seinem Wissensgebiet das der Erdungstechnik anzugliedern.“*

In diesem Sinne wird die Bedeutung der Erdungsanlage auch von Thomas Niemand und Andreas Schröder gesehen [7]:

*„Für jeden Ingenieur und Techniker, der verantwortlich ist für die Errichtung, den Betrieb oder die Instandhaltung elektrischer Hoch- und Niederspannungsanlagen, ist die Kenntnis der Erdungsmaßnahmen eine unerlässliche Forderung. Grundsätzlich ist die Erdung die wichtigste Maßnahme für den Schutz bei indirektem Berühren. Hier, wie auch in den Niederspannungsnetzen, die je nach Behandlung des Neutral- oder PEN-Leiters durch Spannungsverschleppungen ebenfalls gefährliche Potentialannahmen können, ist die Erdung das wichtigste Mittel um Personengefährdungen zu vermeiden.“*

Mit der Einführung der „Richtlinien für das Einbetten von Fundamenterdern in Gebäudefundamente“ [4] im Jahr 1966 erfolgte ein wesentlicher Schritt im Sinne der elektrischen Sicherheit. Diese Richtlinie wurde gemeinsam von Fachleuten der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, des Zentralverbandes des Deutschen Elektrohandwerks und von Baufachleuten erarbeitet.

Begründet wurde die Herausgabe wie folgt:

*„Durch die technische Entwicklung sind in Neubauten nicht nur die Wasser-, Gas- und Starkstrominstallationen umfangreicher geworden, sondern zu ihnen sind in zunehmendem Maße Zentralheizungs-, Antennen-, Fernsprech- und Rufanlagen getreten. Diese Vielzahl von Leitungs- und Rohranlagen bildet in den Gebäuden ein weit verzweigtes Netz metallisch leitender Systeme, die vielfach in einander greifen oder sich gegenseitig beeinflussen können. Deshalb können Fehler oder Mängel in einem Leitungssystem ungünstige Rückwirkungen auf ein anderes System haben, z.B. durch Spannungsver-*

schleppungen. Um beim Auftreten solcher Mängel und Gefährdungen dem häufig **Sachkundigen** einen erhöhten Schutz, insbesondere gegen Berührungsspannungen zu erzielen, wurde der Fundamenterder eingeführt, an den alle vorerwähnten, metallenen leitenden Systeme angeschlossen werden, so dass ein Potentialausgleich erzielt wird“.

Erstaunlicherweise wird diese Basis der elektrischen Sicherheit, des Personenschutzes und der Zuverlässigkeit der technischen Verfügbarkeit jetzt von „Experten“ in Frage gestellt, mit dem Hinweis: Es geht auch billiger, die Anforderungen der Elektrotechnik ist für viele bauliche Anlagen nicht so komplex wie in den Normen dargestellt. Teilweise wird sogar in Frage gestellt ob die DIN 18014 [10] eine anerkannte Regel der Technik ist. Die DIN 18014 beschreibt wie ein Fundamenterder zu realisieren ist.

Dieser Beitrag versucht diesen Gegensatz aufzulösen und einer rationalen Betrachtung zu zuführen.

## 2 Erfordernis einer Erdungsanlage

Die Notwendigkeit einer Erdungsanlage für Neubauten ergibt sich aktuell u.a. aus VDE-AR-N 4100 [11], DIN VDE 0100-410 [12] und DIN VDE 0100-540 [14]. Im Abschnitt 542.1.1 der DIN VDE 0100.540 wird ausgeführt:

**„In Deutschland muss in allen neuen Gebäuden ein Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 errichtet werden“.**

Gemäß VDE –AR-N 4100, Abschnitt 11. Auswahl von Schutzmaßnahmen, dient ein Fundamenterder nach DIN 18014 den Zwecken

- des Blitzschutzes;
- der Schutzerdung von Antennenanlagen;
- der Schutz- und Funktionserdung von Erzeugungsanlagen und Speichern;
- der Funktionserdung von Breitbandkabelnetzen und Telekommunikationsnetzen.

Darüber hinaus dient ein Fundamenterder nach DIN 18014 der

- **Erhöhung der Wirksamkeit des Hauptpotentialausgleiches nach DIN VDE 0100-410;**
- Schutzerdung in TT-Systemen;
- Potentialausgleichssteuerung in Gebäuden;
- Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV);

- **Einhaltung der *Spannungswaage* zur Sicherstellung der niederohmigen Erdung des Neutralleiters (oder des PEN) als Voraussetzung für den Verzicht des Schaltens eines Neutralleiters in Deutschland**

Moderne Erdungsanlagen müssen heute den unterschiedlichsten Anforderungen genügen, die sich u.a. aus den Normen

- DIN VDE 0100-410 [12]
- DIN VDE 0100-444 [13]
- DIN VDE 0100-540 [14]
- DIN EN 50522 [15]
- DIN EN 60079-14 [16]
- DIN EN 50174-2 [17]
- DIN EN 50310 [18]
- DIN VDE 0855 [19]
- und DIN EN 62305-3 [20]

ergeben können.

## 3 Hinweise zur DIN 18014

Die DIN 18014 wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-09-85 AA „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im DIN erstellt und ist ursprünglich nur für Wohngebäude gedacht. Da aber keine anderen Normen zur Verfügung stehen, die sich mit der Ausführung des Fundamenterders befassen, werden die Grundsätze der DIN 18014 für die Erstellung eines Fundamenterders allgemein angewendet. Die Bedeutung des Fundamenterders für öffentliche Gebäude ergibt sich auch aus [28], Abschnitt 4.2.1. Umfangreiche Hinweise zur Planung und Ausführung von Fundamenterder können in [8] und nachgelesen werden [9]

Über die Jahre blieb das Grundprinzip des Fundamenterders im Prinzip gleich. In der Regel werden auf der unteren Bewehrungslage Erdungsleiter vermascht verlegt und im Abstand von 2 m mit der Bewehrung verklebmt. An geeigneten Stellen werden Anschlussteile herausgeführt, die später für Erdungs- und Potentialausgleichsmaßnahmen genutzt werden können.

Änderungen in der Ausführung ergaben sich durch neue Bautechniken und den Fortschritt der Elektro- und Gebäudetechnik.

In der DIN 18014 wird im Abschnitt 5.7 beschrieben, wann die Erdfähigkeit des Erders im Fundament nicht mehr gegeben ist. Durch die Verwendung von

- *Wasserundurchlässigen Beton nach DIN EN 206 und DIN 1045-2 (weiße Wanne);*
- *Bitumenabdichtungen (schwarze Wanne) z.B. Bitumenbahnen, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB);*
- *Schlagzähen Kunststoffbahnen;*
- *Wärmedämmung (Perimeterdämmung) auf der Unterseite und Seitenwänden der Fundamente;*
- *zusätzlich eingebrachten, kapillarbrechenden, schlecht elektrische leitenden Bodenschichten z.B. aus Recyclingmaterial.*

Die Anwendung dieser baulichen Maßnahmen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Funktion des Leiters im Beton, der in diesem Fall keine Verbindung zur Erde herstellen kann und nur noch als „Funktions-Potentialausgleichsleiter“ folgende Aufgaben erfüllt:

- Funktions-Potentialausgleich nach DIN VDE 0100-540 und / oder DIN VDE 0800;
- Potentialausgleich im Sinne der DIN VDE 0100-444 und DIN VDE 0800-2-310;
- Elektromagnetische Verträglichkeit nach DIN VDE 0100-444;
- Impedanzarme Einbindung von Betriebsmitteln in den Potentialausgleich nach DIN VDE 0800-174-2
- Reduzierung von Potentialunterschieden zwischen Erder, äußeren und inneren Teilen, die mit dem Schutzleiter verbunden sind.

Die eigentliche Verbindung zwischen Funktions-Potentialausgleichsleiter und Erdreich kann durch einen erdfähig verlegten Ringerder, Tieferder oder einer Kombination beider Varianten erreicht werden. Der Erdungswiderstand einer Erdungsanlage kann jahreszeitlich und witterungsbedingt sehr stark schwanken. Um eine zuverlässige Erderwirkung zu erreichen, sollte ein Mindestwiderstandswert angestrebt werden. Analog zur DIN EN 62305-3 kann dies ein Erdungswiderstand  $< 10$  Ohm sein. In besonderen Fällen, z.B. bei Betriebserden sind auch Erdungswiderstände  $< 2$  Ohm erforderlich.

## 4 Normative Bedeutung der DIN 18014

Wie zuvor dargestellt wurde die Urfassung der heutigen DIN 18014 im Jahr 1966 erstmalig veröffentlicht. Seit dieser Anfangsveröffentlichung wurde die Norm regelmäßig überarbeitet und dem technischen Fortschritt angepasst.

Vor einer endgültigen Veröffentlichung hat die Fachöffentlichkeit Gelegenheit Anregungen und Kritik in einem Einspruchsverfahren einzubringen. Damit erfüllt die DIN 18014 alle formalen Merkmale einer anerkannten Regel der Technik nach DIN EN 45020, die wie folgt definiert werden [27]:

*„1.5 Anerkannte Regel der Technik - technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird.“*

*ANMERKUNG: Ein normatives Dokument zu einem technischen Gegenstand wird zum Zeitpunkt seiner Annahme als der Ausdruck einer anerkannten Regel der Technik anzusehen sein, wenn es in Zusammenarbeit der betroffenen Interessen durch Umfrage- und Konsensverfahren erzielt wurde.*

### 3.2.1 Für die Öffentlichkeit zugängliche Normen

*ANMERKUNG: Dank ihres Status als Normen, ihrer öffentlichen Zugänglichkeit und ihrer Änderung oder Überarbeitung, soweit dies nötig ist, um mit dem Stand der Technik Schritt zu halten, besteht die Vermutung, dass internationale, regionale, nationale oder Provinznormen (3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 und 3.2.1.4) anerkannte Regeln der Technik sind.“*

Die DIN 18014 ist eine nationale Norm, deren Schwerpunkt auf der Realisierung eines Fundamentes liegt.

Schutz- und Funktionsziele werden dagegen in den VDE-Normen beschrieben. Diese Normen werden nach einem vergleichbaren Prozedere erstellt. Der entscheidende Unterschied zur DIN 18014 besteht darin, dass VDE-Normen international oder europäisch erstellt werden. Die veröffentlichten VDE-Normen stellen daher in der Regel den anerkannten Stand der Technik international oder europaweit dar.

Ein von „Experten“ geäußertes Vorurteil spricht der DIN 18014 den Status einer anerkannten Regel der Technik ab, weil diese angeblich nur unzureichend bekannt ist. Dieser Vorwurf ist nicht haltbar, da der Fundamenterder nach DIN 18014 von Elektro- und Blitzschutzfachkräften zu erstellen ist. Zu den Ausbildungsinhalten von Elektro-Fachkräften gehört auch die Vermittlung von Normeninhalten, hierzu gehört insbesondere die Reihe DIN VDE 0100. Weiterhin ist jede Fachkraft verpflichtet sich entsprechend weiterzubilden und seine Kenntnisse dem aktuellen Stand der Normung anzupassen. In diesem Zusammenhang gibt es keine Vorschrift, wie eine Fachkraft dieser Verpflichtung nachkommt. Dies kann durch die Teilnahme an Seminaren, durch Literaturstudium oder durch ein Abonnement des VDE-Auswahlordner für die elektrotechnischen Handwerke erfolgen.

## 5 Qualifikation

Um allen Schutz- und Funktionszielen gerecht zu werden muss eine Erdungsanlage ganzheitlich, also als „**Erdungssystem**“, geplant, installiert und geprüft werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Erdungsanlage in zunehmendem Maße von physikalischen Überlegungen geprägt wird. Hierzu gehört die Vermeidung von hochfrequenten Störpotentialen oder Anforderungen, die sich aus der elektromagnetischen Verträglichkeit ergeben können.

In diesem Zusammenhang darf nicht vergessen werden, dass die Vorteile einer ganzheitlichen Erdungsanlage nur vor dem Betonieren realisiert werden kann. Werden wichtige Maßnahmen versäumt, dann lassen sich die ursprünglichen Vorteile gar nicht oder nur noch mit großen Einschränkungen nachträglich realisieren.

Eine bauliche Anlage wird in der Regel für einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten erstellt. Hieraus ergeben sich besondere Anforderungen an den Planer, der sicherstellen muss, dass die Erdungsanlagen den aktuellen Erfordernissen gerecht werden, aber nach Möglichkeit auch zukunftstauglich ist. Hierzu gehören insbesondere Überlegungen zu Maschenweiten und zur Zahl der Anschlusspunkte. Es sollte der Grundsatz gelten, lieber einen Anschlusspunkt zu viel, als

später große Längen von PA-Leitungen als Ersatzmaßnahme nach zu installieren.

Im reduzierten Maße gelten die Anforderungen auch für die Fachkraft, die für die Montage verantwortlich ist. Versäumnisse bei der Installation von Klemmen können zu erhöhten Widerständen führen, die eine ordnungsgemäße Nutzung, z.B. von Anschlussstellen für den Potentialausgleich, verhindern. Aus diesem Grund ist für die handwerkliche Erstellung eines Erdungssystem die Qualifikation einer Elektro- und Blitzschutz-Fachkraft erforderlich.

## 6 Dokumentation

Eine ganzheitliche Erdungsanlage erfordert eine detaillierte Planung, die die Grundlage für die Ausführung bildet. Da nach dem Verfüllen der Baugrube und dem Betonieren die Ausführung nicht mehr prüfbar ist, kommt der baubegleitenden Dokumentation eine große Bedeutung zu. Hierzu gehören auch baubegleitende Durchgangsmessungen, die sicherstellen sollen, dass alle Verbindungsstellen ordnungsgemäß ausgeführt und niederohmig sind. Alle Maßnahmen sind darüber hinaus durch aussagefähige Fotografien zu dokumentieren. Die in der DIN 18014 im Abschnitt 7 aufgeführten Vorgaben zur Dokumentation müssen eingehalten werden.

## 7 Kosten eines Fundamenterders

Es gibt Kritiker, die die Erstellung eines Fundamenterder nach DIN 18104 aus Kostengründen ablehnen. Unter anderen wurde publiziert, dass der Fundamenterder für ein Einfamilienhaus mehr als 3.000 € kosten würde. Dies kann nicht ausgeschlossen werden, da aber nicht jeder eine Millionärsvilla sein Eigen nennt, ist die genannte Summe unseriös. Nachkalkulationen mit Hilfe der Kalkulationshilfe der elektrotechnischen Handwerke (KFE) [28] ergaben durchweg Summen, die die genannten Kosten um über 50 % unterschreiten. Berücksichtigt man die Lebensdauer eines Einfamilienhauses, dann verteilen sich die Kosten in der Regel über mehrere Jahrzehnte. Jeder Bauherr ist daher gut beraten, wenn er stattdessen auf die Ausführungsqualität und die verwendeten Materialien achtet.

## 8 Technologieoffene Alternativen

Die zuvor genannten Schutz- und Funktionsziele sind nicht für jede bauliche Anlage im vollen Umfang erforderlich. So kann es durchaus vertretbar sein, dass ein Einfamilienhaus mit einfachen elektrotechnischen Anforderungen einen Erder für die Schutzmaßnahme erhält. In diesem Zusammenhang sei gesagt, einfach meint einfach und berücksichtigt nicht mögliche zukünftige Anforderungen an die elektrotechnische Nutzung.

Diese Ausnahme sieht jedoch die VDE-AR-N 4100, die DIN VDE 0100-410 und DIN VDE 0100-540 zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor. Hier müssen Planer, Installateure und Prüfer überlegen, ob für Sie ein haftungsrechtliches Risiko entsteht, wenn Sie von den normativen Forderungen abweichen.

Für den Verbraucher stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage: Spare ich wirklich Geld, wenn ich auf eine herkömmliche Erdungsanlage nach DIN 18014 verzichte, oder entstehen möglicherweise auf andere Art Kosten.

Bei dieser Art der Diskussion dürfen folgende Fakten nicht vernachlässigt werden: Zum jetzigen Zeitpunkt ist das TN-Netz der Normalfall, so dass man fast überall durchgängig von einem globalen Erdungsnetz sprechen kann. Dies hat Vorteile im Fehlerfall für den Versorgungsnetzbetreiber, aber auch für den Verbraucher. Zurzeit muss im Fehlerfall der N-Leiter nicht aus Sicherheitsgründen geschaltet werden. Dies kann sich jedoch ändern, wenn insbesondere Einfamilienhäuser mit „Spar-Erdern“ ausgestattet werden. Damit kann die Realisierung eines globalen Erdungsnetzes in Wohngebieten erschwert oder sogar verhindert werden. Die Versorgungsnetzbetreiber könnten dann wieder den Weg zurück zum TT-Netz finden. Der Verbraucher müsste dann kostspieligere Schutzgeräte für den Fehlerfall einsetzen, die auch den N-Leiter abschalten. Weiterhin ist der Verbraucher alleine für die Sicherheit seiner elektrischen Anlage verantwortlich. Möglicherweise hängt dann die Sicherheit nur von einem hochohmigen Tiefenerder und einem FI-

Schalter ab, der hoffentlich regelmäßig einer Funktionsprobe unterzogen wurde [30]:

*„Fehlerstromschutzschalter müssen regelmäßig geprüft werden. Aber wann haben Sie tatsächlich das letzte Mal auf die Prüftaste eines FI-Schalters gedrückt?“*

*Das regelmäßige Drücken der Testtaste hält die Reaktionsgeschwindigkeit der Mechanik hoch und verhindert ein »Verkleben« der Kontakte.“*

Die zuletzt gemachten Aussagen sind jedoch nur für die vorgenannten Einfamilienhäuser von Belang. Bauliche Anlagen mit höheren Anforderungen an die Elektrotechnik, z.B. Verwaltungsgebäude, Hochhäuser, Industrieanlagen, Krankenhäuser, Chemieanlagen oder Umspannwerke, benötigen ganzheitliche Erdungsanlagen. Wird dies versäumt, dann kommen die Probleme und die Kosten für Störuntersuchungen und Alternativmaßnahmen von ganz alleine auf die Verantwortlichen zu. Wenn nicht, dann weiß man das gut funktionierende Erdungs- und Potentialausgleichssystem zu schätzen.

## 9 Fazit

Seit dem Beginn der Elektrotechnik kommt der Erdungsanlage ein großer Stellenwert zu (siehe auch [5] und [6]). Die Planung und Ausführung eines Fundamenterders wird zunehmend von den bauphysikalischen Gegebenheiten bestimmt. Da sich die Bautechnik ständig weiterentwickelt, muss sich auch der Fundamenterder oder besser die **„ganzheitlich zu betrachtende Erdungsanlage“** weiterentwickeln und anpassen. Es ist an der Zeit, dass eine Norm veröffentlicht wird, die sich generell mit dem Thema **„Erdungsanlage für alle bauliche Anlagen“** befasst.

Deshalb sei an dieser Stelle noch einmal aus der Einleitung zitiert:

*„Grundsätzlich ist die Erdung die **wichtigste Maßnahme** für den Schutz bei indirektem Berühren. Hier, wie auch in den Niederspannungsnetzen, die je nach Behandlung des Neutral- oder PEN-Leiters durch Spannungverschleppungen ebenfalls gefährliche Potentiale annehmen können, ist die Erdung das **wichtigste Mittel** um Personengefährdungen zu vermeiden.“*

## 10 Literatur

- [1]. Fischer, Ernst-Peter: Das große Buch der Elektrizität, 2011, Komet Verlag, Köln
- [2]. Findeisen, F.: Rathschläge über den Blitzschutz der Gebäude, 2. Auflage, 1899, Verlag von Julius Springer, Berlin
- [3]. Koch, Walter: Erdungsanlage, 1. Auflage 1948, Springer Verlag, Berlin
- [4]. Richtlinien für das Einbetten von Fundamentern in Gebäudefundamente, Herausgeber: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. – VDEW, 1966, VDEW, Frankfurt am Main
- [5]. Biegelmeier, Gottfried; Kiefer, Gerhard; Krefter, Karl-Heinz: Schutz in elektrischen Anlagen, Band 1 Gefahren durch den elektrischen Strom – 1996, VDE-Schriftenreihe Band 80
- [6]. Biegelmeier, Gottfried; Kiefer, Gerhard; Krefter, Karl-Heinz: Schutz in elektrischen Anlagen, Band 2 Erdungen, Berechnung, Ausführung und Messung – 1996, VDE-Schriftenreihe Band 81
- [7]. Niemand, Thomas; Schröder, Andreas: Erdungsanlagen, 2. Auflage, 2016, Herausgegeben von Rolf Rüdiger Cichowski, VDE Verlag GmbH
- [8]. Kern, Wettingfeld: Blitzschutzsysteme 1, VDE-Schriftenreihe Band 44, VDE-Verlag, 2014
- [9]. Kern, Wettingfeld: Blitzschutzsysteme 2, VDE-Schriftenreihe Band 160, VDE-Verlag, 2015
- [10]. DIN 18014: Fundamenterder – Allgemeine Planungsgrundlagen (2014-03)
- [11]. VDE-AR-N 4100 - Anwendungsregel, TAR Niederspannung (2019-04)
- [12]. DIN VDE 0100 T 410: Errichten von Niederspannungsanlagen -Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (2007-06)
- [13]. DIN VDE 0100-444 VDE 0100-444: Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-444: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen (2010-10)
- [14]. DIN VDE 0100 T 540: Errichten von Niederspannungsanlagen -Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel -Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutz-Potenzialausgleichsleiter (2012-06)
- [15]. DIN EN 50522 (VDE 0101-2): Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV (2011-11)
- [16]. DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1): Explosionsgefährdete Bereiche, Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen (2014-10)
- [17]. DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden (2011-09)
- [18]. DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310): Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik (2011-05)
- [19]. DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1): Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste, Teil 11: Sicherheitsanforderungen (2019-02)
- [20]. DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1): Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze (2011-10)
- [21]. DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (2011-10)
- [22]. DIN EN 62305-3 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 2): Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen (2012-10)
- [23]. DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 1): Zusätzliche Informationen zur Anwendung der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) (2012-10)
- [24]. DIN EN 62305-3 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 2): Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen (2012-10)
- [25]. DIN EN 62305-3 Beiblatt 3 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 3): Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen (2012-10)
- [26]. DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (2011-10)
- [27]. DIN EN 45020:2007-03: Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe (2007-03)
- [28]. Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEW): ELT-Anlagen 2015, Planung und Bau von Elektroanlagen in öffentlichen Gebäuden
- [29]. Kalkulationshilfe für die elektro- und informationstechnischen Handwerke (KFE), Ausgabe 2014, Herausgeber: Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke – ZVEH Lilienthalallee 4, 60487 Frankfurt a.M., [www.zveh.de](http://www.zveh.de)
- [30]. FI-Schalter regelmäßig prüfen? <https://www.i-magazin.com/fi-schalter-regelmaessig-pruefen/> download am 30.06.2019