Fundamenterder gemäß neuer DIN 18014:2014-03

Reyno Thormählen

Wird eine Erdungsanlage als Teil einer elektrischen Anlage errichtet, so haben sich seit der vorletzten Revision der DIN 18014 im Jahre 2007 wesentliche Änderungen ergeben. Die Nichtbeachtung der Ausführungsnorm kann für den Errichter der Erdungsanlage schwerwiegende Folgen haben, denn wird der Fundamenterder aufgrund fehlender Sachkunde falsch installiert, so kann unter Umständen eine Gefährdung der Nutzer der elektrischen Anlage auftreten. Hier sind sowohl der Architekt als auch der Handwerker in der Verantwortung. Der etwaige Tatbestand einer Baugefährdung wird am Ende von Juristen geklärt.

Eine später erkannte fehlerhafte Ausführung des Fundamenterders lässt sich in aller Regel nicht mehr berichtigen oder nachbessern. Auf Grundlage des deutschen Baurechts (VOB/B § 13 Abs. 3) haftet der Unternehmer für eine mangelhafte Vorleistung eines anderen Unternehmers. Daher ist es zwingend, dass sich alle Gewerke, die auf eine bauseits erstellte Erdungsanlage zurückgreifen, z. B. Elektroinstallateure oder Blitzschutzfirmen, vergewissern, dass die Erdungsanlage mangelfrei errichtet wurde. Werden bei dieser Prüfung Mängel entdeckt, sind Bedenken gemäß VOB/B §4 Abs. 3 anzuzeigen. Erst damit entfällt die Sachmängelhaftung für den Installateur.

Einleitung

Durch den zuständigen Arbeitsausschuss des Normenausschusses Bauwesen (NA-Bau) wurde die aus dem September 2007 stammende DIN 18014 überarbeitet und im März 2014 neu herausgegeben. Dabei haben sich wiederum Änderungen für die Errichtung eines Fundamenterders ergeben. Gemäß geltender DIN 18014 ist der Fundamenterder integraler Bestandteil der elektrischen Anlage.

Der Fundamenterder verbessert die Wirksamkeit des Schutzpotentialausgleichs. Er ist darüber hinaus zum Zweck der Schutzerdung, der Blitzschutzerdung und der Funktionserdung geeignet, wenn die in den jeweiligen DIN-VDE-Normen enthaltenen Voraussetzungen erfüllt werden.

Die Norm unterscheidet die Begriffe Ringerder und Fundamenterder. Als Ringerder wird ein leitfähiges Teil bezeichnet, das als geschlossener Ring erdfühlig in das Erdreich bzw. in die Sauberkeitsschicht eingebettet ist. Als Fundamenterder wird ein leitfähiges Teil bezeichnet, das im Allgemeinen im Beton eines Gebäudefundamentes als geschlossener Ring verlegt ist.

Wer fordert den Fundamenterder?

Das Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) fordert in §49: „(1): Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten. (2): Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. beachtet werden." Die entsprechende VDE-Vorschrift ist die DIN VDE 0100-540:2012-06: „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter". Diese regelt in Abschnitt 542.1.1: „In Deutschland muss in allen neuen Gebäuden ein Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 errichtet werden."

Die Verteilungsnetzbetreiber haben diese Forderung in ihren Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz, z. B. TAB NS Nord 2012 in Kapitel 12 „Auswahl von Schutzmaßnahmen", übernommen. Auch DIN 18012: „Haus-Anschlusseinrichtungen – Allgemeine Planungsgrundlagen" und DIN 18015 „Elektrische Anlagen für Wohngebäude" fordern für jeden Neubau einen Fundamenterder. Für die Planung und die Ausführung des Fundamenterders sind die allgemeinen Bestimmungen in der aktuellen im März 2014 neu herausgegebenen DIN 18014 festgelegt.

Wer darf installieren?

Da die Erdungsanlage Bestandteil der elektrischen Anlage hinter der Haus-Anschlusseinrichtung ist und daher bei der Werkstoffauswahl und der Ausführung besondere Fachkenntnisse nötig sind, darf die

Installation nur durch eine Blitzschutz-/Elektrofachkraft erfolgen. Bei Verlegung durch eine Baufachkraft muss die Abnahme durch eine Blitzschutz- oder Elektrofachkraft erfolgen.

Was muss beachtet werden?

Wenn kein Blitzschutzsystem vorhanden ist, ist eine Maschenweite von maximal 20 m x 20 m einzuhalten. Sind Einzelfundamente vorhanden, dann sind diese mit einer wirksamen Fundamenterderlänge von mindestens 2,5 m auszurüsten. Hierzu sollte das Fundament eine Kantenlänge von mehr als 0,6 m aufweisen. Der Abstand der Einzelfundamente zueinander ist in der Neuausgabe nicht mehr relevant, jetzt wird jedes Einzelfundament mit einem eigenen Erder ausgerüstet. Die Verbindung der Fundamenterder dieser Einzelfundamente zu einem geschlossenen Ring sollte im Kellergeschoss, mindestens jedoch im untersten Geschoss oberhalb der Gründung erfolgen. Die Verbindungsleitungen müssen dabei korrosionsgeschützt verlegt sein, sofern sie im Erdreich geführt werden.

Als grundlegende Korrosionsschutzmaßnahme gilt, dass Erder im Beton über eine allseitige Betonüberdeckung von mindestens 5 cm verfügen müssen.

In bewehrten Fundamenten ist der Fundamenterder mit der Bewehrung in Abständen von 2 m dauerhaft elektrisch leitend, z. B. mit Armierungsanschlussklemmen, zu verbinden (**Bild 1**). Das Verrödeln des Fundamenterders mit der Armierung (**Bild 2**) dient ausschließlich der Lagefixierung und ist keine sichere elektrische Verbindung.

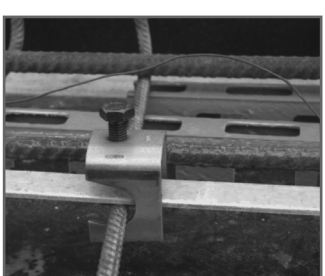


Bild 1: Elektrisch sichere Verbindung mit Armierungsanschlussklemme



Bild 2: Verrödeln als Lagefixierung, keine sichere elektrische Verbindung

Befinden sich im Gebäude Mittelspannungsschaltanlagen, sind zusätzliche Anforderungen gemäß DIN VDE 0101 „Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“ (Teil 1 und 2) zu beachten. Dies kann Auswirkungen auf die zu verwendenden Werkstoffe, Querschnitte und Verbindungsbauteile haben. Ein Beispiel zeigt **Bild 3**.

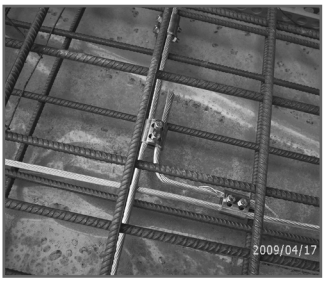


Bild 3: Schutz-, Blitzschutz- und Betriebserdung

Welche Werkstoffe dürfen verwendet werden?

Als Werkstoff für den Fundamenterder darf Rundstahl mit mindestens 10 mm Durchmesser oder Bandstahl von mindestens 30 mm x 3,5 mm verwendet werden. Im Beton darf verzinkter oder schwarzer (unbehandelter) Stahl verwendet werden.

Als Werkstoff für den Ringerder ist korrosionsbeständiges Material, z. B. nichtrostender Edelstahl, Werkstoff-Nr. 1.4571 oder gleichwertig, zu verwenden. Dies gilt ebenso für alle aus dem Erdreich oder aus dem Beton herausgeführten Anschlussteile (z. B. Anschlussfahnen) oder Anschlussplatten (z. B. Erdungsfestpunkte).

Alle Klemm- und Verbindungsbauteile, die nicht allseits von mindestens 5 cm Beton umgeben sind, müssen ebenfalls in dauerhaft korrosionsbeständigen Werkstoffen (Werkstoff-Nr. 1.4571 oder gleichwertig) ausgeführt sein. Verbindungsstellen sind zusätzlich mit Korrosionsschutzbinde fachgerecht zu umwickeln, so dass weder Feuchtigkeit noch Schmutz eindringen und an der Kontaktstelle Übergangwiderstände verursachen kann.

Feuerverzinkte Materialien sind in der DIN 18104 außerhalb des Betons nicht zulässig. Dies gilt auch für Keilverbinder, deren Einsatz bei maschineller Verdichtung des Betons (z. B. mit Rüttlern) ausdrücklich untersagt ist.

Was sind Fundamente mit erhöhtem Erdübergangswiderstand?

Ist die notwendige Erdfühligkeit des Erders im Fundament nicht gegeben, muss außerhalb des Fundaments ein Ringerder verlegt werden.

Diese Fälle treten z. B. bei der Verwendung folgender Baumaterialien auf:

(1) wasserundurchlässiger Beton nach DIN 206-1 und 1045-2 (weiße Wanne),
(2) Bitumenabdichtungen (schwarze Wanne), z. B. Bitumenbahnen, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB),
(3) schlagzähe Kunststoffbahnen (z. B. PVC-Noppenfolien),
(4) Wärmedämmung (Perimeterdämmung) auf den Unterseiten und Seitenwänden der Fundamente oder
(5) zusätzlich eingebrachte, kapillarbrechende, elektrisch schlecht leitende Bodenschichten, z. B. aus Recyclingmaterial, Glasschaum.

In Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel werden Bauwerke gegen eindringendes Grundwasser abgedichtet. Bei diesen sogenannten Wannenabdichtungen unterscheidet man braune, schwarze und weiße Wannen sowie Kombinationen aus diesen Varianten. Bei braunen bzw. schwarzen Wannen verhindert ein Quelltongemisch bzw. ein Bitumenanstrich oder eine robuste wasserdichte Folie das Eindringen des Wassers. Bei weißen Wannen kommen Betonsorten zum Einsatz, bei denen spezielle Zuschlagstoffe ein tieferes Eindringen des Wassers als 15 mm verhindern. Von weißen Wannen spricht man im Allgemeinen, wenn Betongüten mit Druckfestigkeitsklassen ab C25/C30 verwendet werden (**Bild 4**). In der Praxis wird häufig der Begriff „wasserundurchlässiger (WU-)Beton“ verwendet. Weitere Merkmale des wasserundurchlässigen Betons sind ein Wasserzementwert w/z-Wert ≤ 0,6 und ein Mindestzementgehalt von 280 kg/m^3 Beton.

Die heutige Wärmeschutzverordnung fordert in vielen Fällen das Einbringen zusätzlicher Perimeterdämmungen. Wird diese Dämmung vollflächig unter dem Fundament ausgeführt, so liegt der Fundamenterder im Beton elektrisch isoliert gegen das Erdreich.

Bei Fundamenten, die die Bedingungen nach (1) bis (5) erfüllen, ist außerhalb des Fundaments ein Ringerder zu verlegen (**Bild 5**). Bislang galt, dass lediglich bei Blitzschutzanlagen und für EMV-Zwecke

Druckfestigkeitsklasse DIN 1045:1988	Druckfestigkeitsklasse DIN EN 206-1:2001-07/ DIN 1045-2:2008-08	Anwendung
B5	C 8 / 10	Sauberkeitsschicht
B10	C 8 / 10	Sauberkeitsschicht
B15	C 12 / 15	Sauberkeitsschicht
B25	C 20 / 25	Boden-, Deckenplatte
B30	C 25 / 30	Mindestanforderung WU-Beton
B35	C 30 / 37	Mindestanforderung FD-/FDE-Beton
B45	C 35 / 45	Industrie-, Brücken-, Sonderbauten
B55	C 45 / 55	

C = Concrete (Beton)

Mindestdruckfestigkeit Zylinder

Mindestdruckfestigkeit Würfel

WU = wasserundurchlässig,
FD = flüssigkeitsdicht,
FDE = flüssigkeitsdicht nach Eindringprüfung

Quelle: DAfStB (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton)

Bild 4: Druckfestigkeitsklassen von Beton

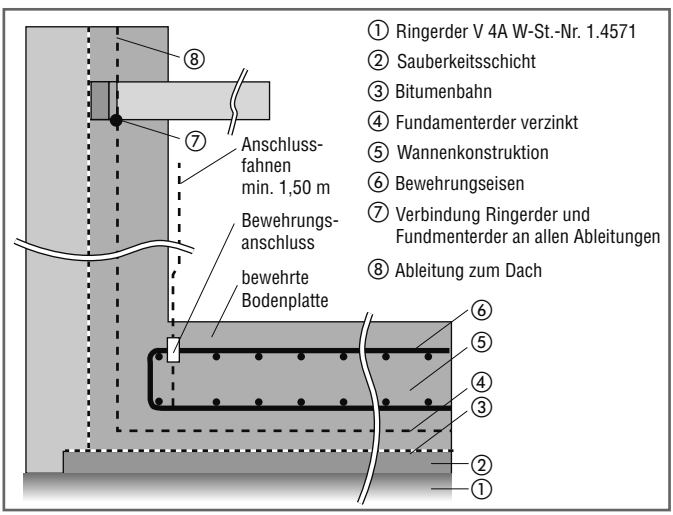


Bild 5: Verlegung des Ring- und Fundamenterders bei einem Fundament mit erhöhtem Erdübergangswiderstand

für den Potentialausgleich im Fundament ein zusätzlicher Rund- oder Bandstahl zu verlegen ist, der mit der Bewehrung und der Haupterdungsschiene und ggf. weiteren Potentialausgleichsschienen verbunden wird. In der neuen DIN 18014:2014-03 wird bei Fundamenten mit erhöhtem Erdübergangswiderstand jetzt immer ein zusätzlicher Rund- oder Bandstahl gefordert, der mit der Bewehrung und dem Potentialausgleichssystem zu verbinden ist. Dieser kann zum Zwecke eines niederimpedanten Funktionspotentialausgleichs innerhalb des Gebäudes genutzt werden und wird daher Funktionspotentialausgleichsleiter genannt.

Bei größeren Objekten ist der außenliegende Ringerder alle 20 m des Gebäudeumfanges mit dem innenliegenden Funktionspotentialausgleichsleiter zu vebinden. Bei Blitzschutzsystemen ist zusätzlich an jeder Erdeinführung für die Ableitung eine Verbindung herzustellen.

> Im Falle eines Blitzeinschlags dürfen keine Überschläge im Fundament durch die Isolierung zur Erdungsanlage stattfinden. Dies wird gemäß DIN EN 62305-3 durch eine maximale Maschenweite von 10 m x 10 m erreicht.

Entscheidungshilfe

In der Praxis besteht häufig Unklarheit über die Wirkungsweise der Erdungsanlage im Hinblick auf verwendete Betonsorten und die daraus resultierende notwendige Ausführung. Eine anwenderfreundliche Installationshilfe wird in **Bild 6** gegeben.

Diese Übersicht deckt viele Standardfälle ab, kann aber nicht alle Besonderheiten der heutigen und zukünftigen Bauausführungen berücksichtigen. Der Fachplaner oder die installierende Fachkraft muss daher entscheiden, wie er/sie die dauerhafte Erdung und die Funktionseigenschaften für Potentialausgleich, Elektromagnetische Verträglichkeit oder Blitzschutzsysteme sicherstellen kann.

Durchgangsmessungen

Vor dem Einbringen des Betons müssen zum Nachweis der ordnungsgemäßen Verbindung Durchgangsmessungen zwischen dem Anschlussteil für die Haupterdungsschiene und allen anderen An-

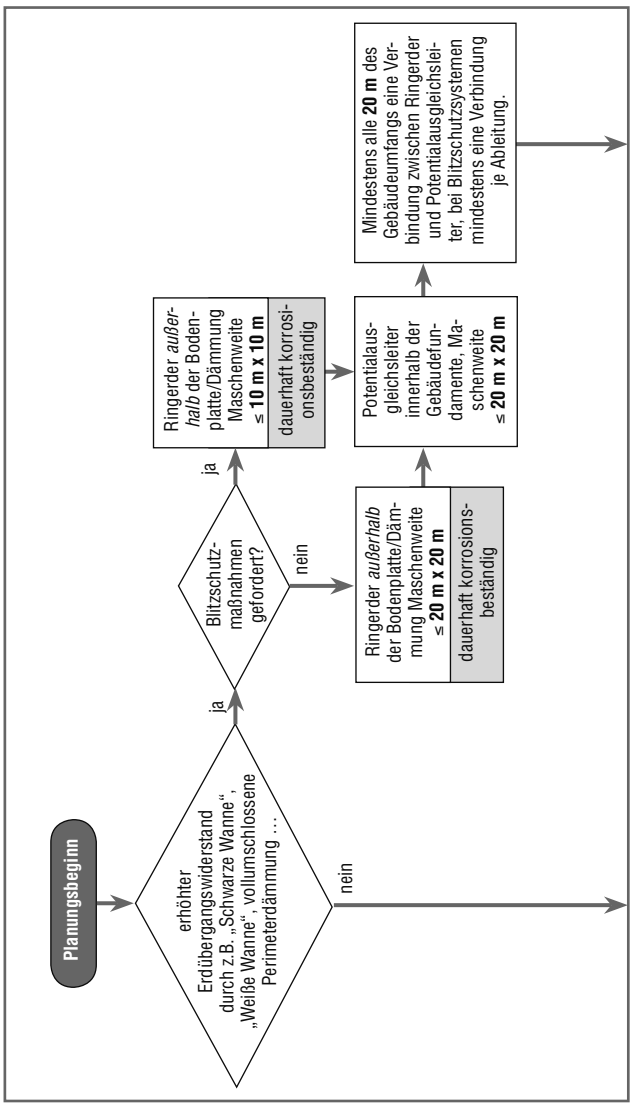


Bild 6: Entscheidungshilfe zur Bestimmung der Maschenweite und Werkstoffe von Ringerdern und Fundamenterdern (Teil 1/2)

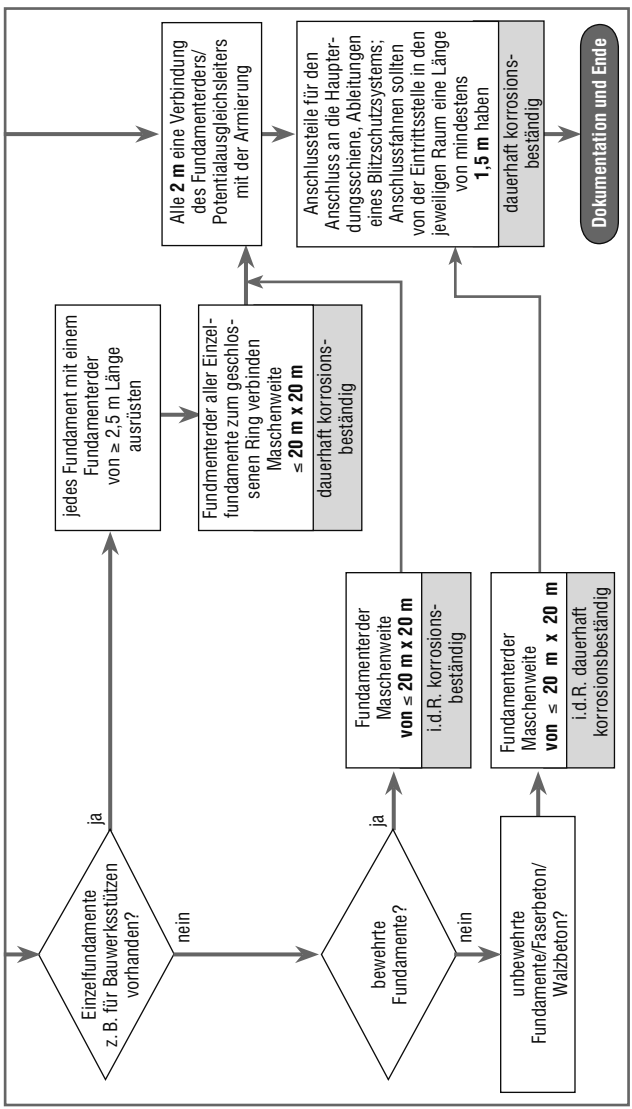


Bild 6: Entscheidungshilfe zur Bestimmung der Maschenweite und Werkstoffe von Ringerdern und Fundamenterdern (Teil 2/2)

schlussteilen durchgeführt werden. Die Messungen mussten bislang Widerstandswerte ≤ 1 Ω aufweisen. In der neuen Ausgabe der DIN 18014 wird dieser Schwellenwert auf ≤ 0,2 Ω gesenkt. Es sind Messmittel nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) zu verwenden. Der Messstrom beträgt nach DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) innerhalb des kleinsten Messbereichs 200 mA.

Dokumentation

Nach Abschluss der Verlegung des Fundament- bzw. Ringerders ist eine Dokumentation anzufertigen. Diese Dokumentation muss enthalten:

- Verlegeplan der Erdungsanlage,
- Fotografien der Gesamterdungsanlage,
- Detailaufnahmen von Verbindungsstellen, z. B. zu Haupterdungsschienen, Anschlussteilen der Blitzschutzanlage,
- Ergebnisse der Durchgangsmessungen.

Später nicht mehr zugängliche Teile sind gemäß DIN 18014 Abschnitt 7 anhand von Fotoaufnahmen zu dokumentieren, damit die fachgerechte Installation auch nach dem Einbringen des Betons zweifelsfrei nachgewiesen werden kann. Baubegleitende Prüfungen und/oder Teilabnahmen während der Bauphase sind ein wirksames Mittel, um die Mangelfreiheit der Werkleistung zu belegen.

Nach Abschluss der Arbeiten wird dem Auftraggeber ein Protokoll mit Angaben zum Gebäude, des Errichters und der Erdungsanlage (eingesetzte Werkstoffe und Form), eine Fotodokumentation, Plandokumentation und der messtechnische Nachweis, wie Durchgangsmessung und ggf. auch Erdausbreitungswiderstand (abhängig von der Anlagendimension), übergeben. Ein Beispiel zeigen die **Bilder 7a** und **7b**.

Praxistipp 1: Der Errichter der Erdungsanlage muss die verwendeten Verbindungsbauteile und abgehenden Anschlussfahnen/Anschlussteile vor dem Verfüllen mit dem Beton fotografisch nachvollziehbar dokumentieren. Diese Stellen sind in der Ausführungszeichnung (Verlegeplan) eindeutig zu kennzeichnen.

Praxistipp 2: Es wird allen Gewerken, z. B. Elektroinstallateuren oder Blitzschutzerrichtern, die auf bauseits erstellte Erdungsanlagen nach DIN 18014 zurückgreifen, dringend empfohlen, sich vor Leis-

Bericht-Nr.:	Datum der Prüfung:	Name des Erstellers:
Angaben zum Gebäude	Straße:	
	PLZ, Ort:	
	Nutzung:	
	Bauart:	
	Art des Fundamentes:	
Angaben zum Planer	Name:	
	Straße:	
	PLZ, Ort:	
Angaben zum Errichter	☐ Elektro-Fachkraft	☐ Blitzschutz-Fachkraft ☐ Bauunternehmen unter Aufsicht einer Elektro-/Blitzschutzfachkraft
	Firma, Name:	
	Straße:	
	PLZ, Ort:	
Zweck	☐ Schutzerdung für elektrische Sicherheit	
	☐ Funktionserdung für	
Angaben zur Ausführung	☐ Fundamenterder ☐ Ringerder	☐ Stahl blank ☐ Stahl verzinkt ☐ nichtrostender Stahl ☐ Kupfer
	☐ Rundmaterial	☐ Bandmaterial ☐
	Anschlussteile innen	☐ Stahl verzinkt mit Kunststoffummantelung ☐ nichtrostender Stahl, ☐ Anschlussplatte (Erdungsfestpunkt) ☐ Kupferseil ☐ Kupferkabel NYY
	Anschlussteile außen	☐ Stahl verzinkt mit Kunststoffummantelung ☐ nichtrostender Stahl, Werkstoff-Nr.: ☐ Anschlussplatte (Erdungsfestpunkt) ☐ Kupferseil

Bild 7a: Dokumentation der Erdungsanlage nach DIN 18014

tungsausführung die vollständige Erder-Dokumentation vorlegen zu lassen. Fehlt diese oder ist sie unvollständig, ist der Kunde schriftlich darauf hinzuweisen. Liegen offensichtliche, schwerwiegende Mängel bei der Erdungsanlage vor, so wird empfohlen, dem Kunden neben dem schriftlichen Hinweis Ersatzmaßnahmen (z. B. zusätzliche Ringerder) anzubieten.

Fazit

Die Anforderungen an eine Erdungsanlage sind hoch. Sie soll ein Gebäudeleben lang halten und die ihr zugedachte Funktion als Schutzerdung dauerhaft erfüllen. Für den Betrachter ist sie dabei weitgehend unsichtbar, da sie sich im Beton oder im Erdreich befindet.

Bericht Nr.:				
Zweck der Dokumentation	☐ Abnahme/Übergabe			
Ergebnisse	Die Ausführung stimmt mit den vorliegenden Plänen überein		☐ ja	☐ nein
	Alle Durchgangsmessungen ergaben Werte ≤ 0,2 Ω nach 5.8		☐ ja	☐ nein
	Mängel:	☐ Mängelbeseitigung ist notwendig		
		☐ Erneute Prüfung ist notwendig		
Beschreibung, Zeichnungen, Bilder für die Erdungsanlage	☐ Zeichnung Nr.:	☐		
	☐ Bild Nr.:	☐		
Die Dokumentation besteht aus diesen Blättern und nebenstehenden Anlagen, z. B. Zeichnungen, Fotos. (bei umfangreichen Anlagen mit verschiedenen Materialien können mehrere dieser Dokumentationen ausgefüllt werden)				
Ort	**Datum**	**Stempel/Unterschrift Elektro-/Blitzschutz-Fachkraft**		

Bild 7b: Dokumentation der Erdungsanlage nach DIN 18014)

Der Beitrag zeigt, dass eine sorgfältige und fachgerechte Ausführung außerordentlich wichtig ist. Verlässt man sich nur auf eine spätere messtechnische Beurteilung der Güte einer Erdungsanlage, ist dies nicht erfolgversprechend. So bleiben z. B. Querschnittsminderungen infolge von Korrosion lange Zeit unentdeckt. Des Weiteren ist es später nur mit hohem Aufwand möglich, den Erdungswiderstand exakt zu ermitteln, da dann fremde geerdete Systeme (z. B. Leitun-

gen der Versorgungsnetzbetreiber) in das Gebäude eingeführt sind und diese in aller Regel nur mit hohem Aufwand zu trennen sind. Die Erdungsanlage bildet später nur noch einen Teil der gesamten Erdungsimpedanz.

Die heute verwendeten modernen Betonsorten bestimmen durch ihre verminderte Erdfühligkeit (Leitfähigkeit durch entsprechende Wassereindringtiefe bis hin zur Isolierung) entscheidend die Ausführung der Erdungsanlagen.

Literatur

DIN 18014:2014-03 „Fundamenterder – Planung, Ausführung und Dokumentation“, Beuth-Verlag, Berlin

DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2011-10 „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen“, Beuth-Verlag, Berlin

DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 1): 2012-10 „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 1: Zusätzliche Informationen zur Anwendung der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)“

Betontechnische Daten: Ausgabe 2009, Herausgeber: Heidelberg Cement AG, Entwicklung & Anwendung, Oberklamweg 6, 69181 Leimen

VDB-Montagehandbuch: Stand 2014. Herausgeber: VDB, Verband Deutscher Blitzschutzfirmen e.V., Steinfelder Gasse 9, 50670 Köln, www.blitzschutz.eu