

Sind Fundamente der überhaupt notwendig?

Bestandsgebäude ohne Erdungsanlage – ein Sicherheitsrisiko?

Einführung

Mit Fundamentern bzw. Erdungsanlagen beschäftigen sich nicht nur Elektro- bzw. Blitzschutzfachkräfte, Verteilungsnetzbetreiber (NB) für die elektrische Energieversorgung, Architekten, Ingenieure und Handwerker. Für Bauträger, Investoren und Bauherren (Anschlussnutzer) sind der Umfang und damit der wirtschaftliche Aspekt einer solchen Maßnahme von Bedeutung. Der Fundament der wurde bereits in der DIN 18015-1:1980-04 gefordert; seitdem wurden die Anforderungen bzw. der Aufwand ständig erweitert; Materialeinsatz, Arbeitsleistung und damit die Kosten für eine solche Erdungsanlage haben sich drastisch erhöht.

Die Bausenkungskommission stellte im Endbericht von 2015 [1] fest: Normungsverfahren haben einen Einfluss auf die Höhe der Baukosten. »Die zuständigen Gremien bestimmen über die Notwendigkeit der Überarbeitung von Normen selbst«. Zudem wird vermutet, dass bei der Überarbeitung von Normen – in einzelnen Fällen – »...zu hohe Standards festgeschrieben werden, die über das erforderliche Maß hinausgehen und das Bauen dadurch verteuern«. Aus Autorensicht stellt die DIN 18014:2014-03 Fundamente der – Planung, Ausführung und Dokumentation ein Beispiel für eine derartige Norm dar, was nachfolgend erläutert werden soll.

Erdungsanlagen

In der Elektrotechnik werden aus Schutz- und Funktionsgründen Erdungsanlagen errichtet. Denkbare Ausführungen sind z.B. Tiefen-, Ring- und Oberflächenerder. Der Fundamente der ist eine besondere Ausführung der Erdungsanlage, ein leitfähiges Teil im Gebäudefundament, das im elektri-

schon Kontakt mit der Erde steht. Die ursprüngliche Idee war kostengünstig ohnehin vorhandene Stahlbauteile der Bewehrung, geschützt im Beton, als Erdungsanlage heranzuziehen. In den letzten Jahren hat man sich jedoch normativ von dieser Idee entfernt und die Anforderungen Zug um Zug erweitert und verschärft. Die DIN 18014:2014-03 Fundamente der – Planung, Ausführung und Dokumentation sieht umfangreiche Maßnahmen vor. Dort, wo durch den Einsatz von wasserundurch-

lässigen Beton, Bitumenabdichtungen, Kunststoffbahnen, Wärmedämmung bzw. isolierenden Bodenschichten erhöhte Erdübergangswiderstände vermutet werden, ist ein korrosionsbeständiger Ringerder vorgesehen, der im Erdreich um das Gebäude oder unterhalb der Fundamente angebracht wird. Mit der Norm »Fundamente der« werden also auch Erderformen erfasst, die gar nicht im Fundament existieren.

Bei Anwendung des Ringerders wird zusätzlich eine Funktionspotentialaus-

Tabelle 1: Kosten für einen Fundamente der gemäß DIN 18014 bei Erfordernis eines Ringerders (Beispiel)

Pos.	Bezeichnung	Menge	EP [€]	GP [€]
1	Edelstahldraht V4A Durchmesser 10 mm liefern und auf gewachsenen Erdreich mit Abstandhalter und notwendige Zubehörteile verlegen, ohne Grabarbeiten	40	31,06	1.242,40
2	Schutzkappen für Anschlussfahnen liefern und montieren	2	9,75	19,50
3	Anschlussfahnen Edelstahl V4A Durchmesser 10 mm Länge mind. 1,5 m aus dem Beton bzw. über Terrain, kompl. mit Trenn-, Verbindungs- und Kreuzklemmen und Haltern liefern und montieren	2	98,48	196,96
4	Druckwasserdichte Wanddurchführung für »weiße Wanne« 200-300 mm inkl. notwendiger Anschlussklemmen liefern und montieren	1	125,45	125,45
5	Erdungsfestpunkt für Verbindung Ringerder – Potentialausgleich Bodenplatte einschl. aller Zubehörteile liefern und montieren	1	74,12	74,12
6	Funktionspotentialausgleich Rundstahl 10 mm feuerverzinkt mit Befestigung alle zwei Meter	35	14,35	502,25
7	Erstellung der Pläne	1	120,00	120,00
8	Durchgangsmessung, Fotos und Protokollerstellung	1	250,00	250,00
Summe netto				2.530,68
19 % Mehrwertsteuer				480,82
Gesamtsumme brutto				3.011,50

gleichsanlage (zusätzlicher Bandstahl, alle zwei Meter mit der Bewehrung verbunden) innerhalb der Betonplatte gefordert. Fundamenterder, Ringerder und die Funktionspotentialausgleichsanlage werden mit der Haupterdungsschiene verbunden, mit der z. B. auch die Blitzschutzanlage sowie elektrische Leiter der elektro- und informationstechnischen Anlage kontaktiert werden sollen.

Neben Vorgaben zu den verwendeten Werkstoffen für Anschlusssteile und Verbinder werden auch Angaben zur Dokumentation in Ausführungsplänen, Fotografien mit Detailaufnahmen sowie Durchgangsmessungen gemacht.

Angesichts dieser Anforderungen kann von einer kostengünstigen Errichtung einer Erdungsanlage nicht mehr ausgegangen werden. Bei einer geforderten Ausführung als Ringerder bei WU-Beton mit Funktionspotentialausgleichsanlage können für ein einfaches Einfamilienhaus folgende Kosten entstehen (s. Tab. 1). Bei einfachen freistehenden Häusern sind damit bereits Kosten von ca. 1 % oder mehr der gesamten Bausumme erreicht.

Ist bei Gebäuden immer eine Erdungsanlage notwendig?

In den Bauordnungen der Länder sowie in der Liste der als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln ist keine Forderung nach einer Erdungsanlage vorhanden. Im § 44 der Bayerischen Bauordnung ist lediglich ein Hinweis zu Blitzschutzanlagen zu finden, welche eine Erdungsanlage erforderlich machen. An dieser Stelle ist bereits festzuhalten, dass bislang kein Fachgremium des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) eine Veranlassung sah, eine Technische Regel zum Ausführungszwang einer Erdungsanlage für alle Gebäude in die Bauregelliste aufzunehmen.

In der deutschen Übernahme HD 60634-5-54 der IEC 60364-5-54:2011 Low-voltage electrical installations Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors [2] heißt es im Abs. 542.1.2 in der Anmerkung: »Eine elektrische Anlage benötigt keinen eigenen Erder«.

Der Arbeitskreis für die länderspezifische Ausgabe der DIN VDE 0100-540:2012-06 [3] hat jedoch anders entschieden und einen grau schattierten, nationalen Zusatz eingefügt: »In Deutschland muss in allen neuen Gebäuden ein Fundamenterder nach der nationalen Norm DIN 18014 errichtet werden«. Für Bestandsgebäude ist die Nachrüstung einer Erdungsanlage nicht vorgesehen.

In Deutschland werden in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen zwei unterschiedliche Netzsysteme angewandt: Das TN-System (ca. zu 85 %, Abbildung 1) und das TT-System zu ca. 15 % (Abbildung 2). Nur beim TT-System wird beim Gebäude des Anschlussnutzers (AN) ein sogenannter Anlagenerder benötigt. Bei 85 % aller Gebäude (TN-System) funktionieren die Schutzmaßnahmen zum Schutz vor dem elektrischen Schlag ohne einen Anlagenerder, da der Strom bei einem Fehler über den sogenannten PEN-Leiter fließt, mit dem die Körper der Betriebsmittel (metallische Gehäuse) verbunden sind.

Es wird deutlich, dass hierzu keine Erdung notwendig ist. Die Schleifenimpedanzbedingung, welche Voraussetzung für die Abschaltung im Fehlerfall ist, ergibt sich aus der Netzspannung und dem Auslösestrom des Schutzorgans mit:

Z_s die Impedanz der Fehlerschleife

U_0 Nennwechselspannung

I_a Abschaltstrom des Schutzorgans bei einer definierten Zeit

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

Im TN-System ist lediglich der Transformator beim Netzbetreiber (NB) zu erden (Betriebserder). Nun wird in der DIN VDE 0100-410 [4], Anmerkung 2 empfohlen, Schutzleiter oder PEN-Leiter (früher Nullleiter genannt) an der Eintrittsstelle in jegliche Gebäude oder Anwesen zu erden. Jedoch ist seit ca. 1930 bekannt, dass die Fehler- bzw. Berührungsspannung im Falle eines Fehlers im Gebäude mit einer solchen Maßnahme kaum zu minimieren

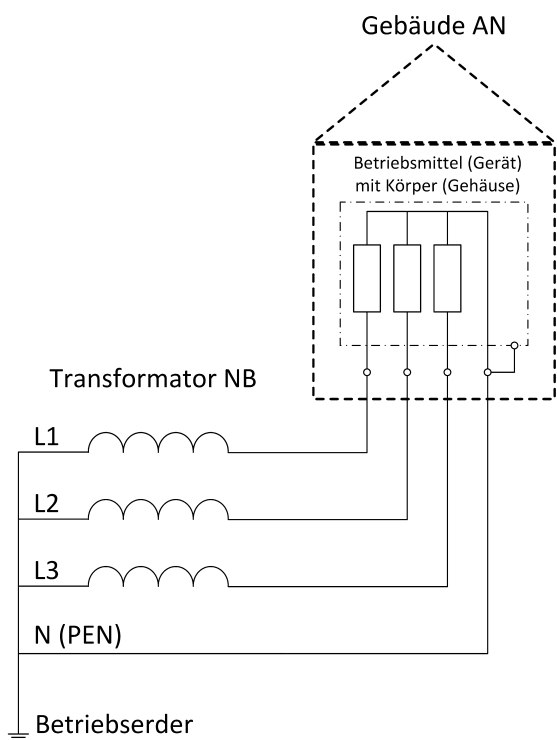


Abb. 1: TN-System

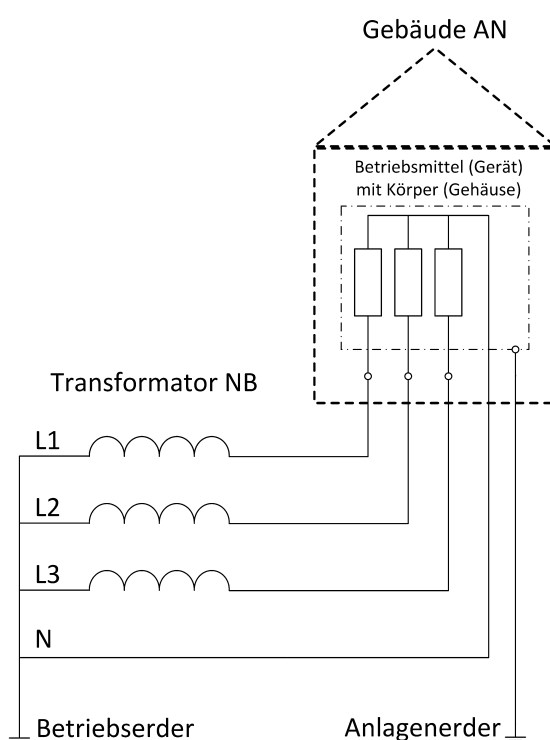


Abb. 2: TT-System

ist [5]. In Fachkreisen bezeichnete man damals solche Erder als »Dekorationserder«, da diese nur zum Schein und nicht einem technischen Zweck dienten.

Regelmäßig wird auch angeführt, dass die Erdungsanlagen an den Gebäuden im TN-System die Betriebserde des Netzbetreibers verbessern und die Fehlerbedingungen bei herabfallenden Außenleitern (umgangssprachlich auch Phase genannt) von Freileitungsanlagen auf z. B. metallische Zäune entschärfen. Hier ist anzumerken, dass laut der Norm DIN VDE 0100-410 dies in die Verantwortlichkeit des Verteilungsnetzbetreibers fällt: »Wo die Erdung durch ein öffentliches oder anderes Versorgungssystem vorgesehen wird, sind die notwendigen Bedingungen außerhalb der elektrischen Anlage in der Verantwortlichkeit des Verteilungsnetzbetreibers.«

»Im Grunde bezahlt also im TN-System der Anlagenbetreiber mit seinem Fundamenterder Anforderungen, die eigentlich der Energieversorger erfüllen muss« [6].

Spätestens nach Abschluss der Errichtung und Dokumentation mit dem Formblatt für die Dokumentation des Fundamenterders lt. DIN 18014, Anhang A wird deutlich, welche technische Aufgabe dem Fundamenterder im TN-System zukommt. Unter »Zweck« kann durch Ankreuzen ausgewählt werden, ob eine Schutzerdung für elektrische Sicherheit oder eine Funktionserdung beabsichtigt wird, siehe u. a. Tabelle 2.

Tabelle 2: Auszug aus der DIN 18014:2014-03 Anhang A / Formblatt für die Dokumentation des Fundamenterders

Zweck	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutzerdung für elektrische Sicherheit ■ Funktionserdung für... (Eintragung des Zwecks durch Errichter)
--------------	---

Da im TN-System die Schutzerdung obsolet ist und in den allermeisten Gebäuden keine Funktionserdung benötigt wird, muss zu diesem Zeitpunkt konstatiert werden, dass die gesamte Erdungsanlage »zwecklos« ist.

Das TT-System wird in vielen Fällen rein zufällig und ohne physikalische Begründung betrieben. Es ist in Bezug auf den Schutz vor elektrischem Schlag das nachteilige System. Bei Ausfall des Betriebserders oder des Anlagenerders oder bei einer defekten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ist bei einem Fehler der Schutz gegen den elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung nicht mehr gegeben. Gerade elektrische Anlagen privater Betreiber werden kaum von Elektrofachleuten wiederkehrend geprüft. Es muss daher mit dem Versagen vieler solcher Schutzgeräte gerechnet werden. Dies war Grund für das Land Österreich im Jahr 1998, mit einer 10-jährigen Umsetzungsfrist, bis auf wenige Ausnahmen alle TT-Systeme in TN-Systeme zu überführen [7]. Das TT-System – früher Schutzerdung benannt – war an der Wende vom 18. auf das 19. Jahrhundert die erste Schutzmaßnahme. Heute hat dieses System bis auf wenige Ausnahmen keine technische Relevanz mehr. Viele Netzbetreiber wandeln daher deren TT-Systeme in TN-Systeme um. Sofern weiterhin auf den weiteren Betrieb von TT-Systemen beharrt wird, bzw. gar bei neu zu errichtenden Ortsnetzen dieses System wieder zur Anwendung kommt, muss erklärt werden, dass auch hier Kosten für Erdungsanlagen grundlos den Anschlussnutzern auferlegt werden.

Hinzuzufügen ist, dass eine Erdungsanlage im TT-System bei Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsdifferenzstrom $\leq 0,03$ Ampere ohne großen Kosten-

aufwand z. B. mit Tiefererder bzw. Staberder zu betreiben sind. Die Forderung nach kostenintensiven Fundamenterdern ist hier überzogen. Erdungsanlagen sind außerdem nur bei Gebäuden mit besonderen Anforderungen notwendig:

- Gebäude mit Blitzschutzanlage
- Gebäude mit besonderen Anforderungen an die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Gebäude mit Kabelnetzen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste

Gebäude mit Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen werden i.d.R. bei Gebäuden mit größerer Ausdehnung, Menschenansammlung oder bei besonderen Anforderungen zur Sicherheit vorgesehen (z. B. in der Baugenehmigung bzw. dem Brandschutzkonzept). Direkte Blitzeinschläge sind jedoch eine Ausnahmerecheinung [8], daher sind Installationen von Blitzschutzanlagen eher selten. Da bei Blitzschutzanlagen besondere Anforderungen über die DIN 18014 an Erdungsanlagen gestellt werden, sollten diese gemäß der EN 62305-3 errichtet werden; hier werden ausdrücklich auch andere Erderformen aufgeführt.

Gebäude mit besonderen Anforderungen an die EMV

In der DIN 18014 bezieht sich der Funktionspotentialausgleich (auch EMV-Potentialausgleich genannt) ausschließlich auf die Ebene der zu errichtenden Erdungsanlage (i.d.R. das Kellergeschoß). Eine solche Maßnahme ist für ein Gebäude mit Anforderungen an die EMV völlig unzureichend. Daher sollte die dafür speziell vorgesehene DIN VDE 0100-444 [9] herangezogen werden.

Gebäude mit Kabelnetzen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste

Hierbei werden Erdungsanlagen nur für den Zweck benötigt, wenn z. B. Antennenanlagen nicht im Schutzwinkel eines Gebäudes montiert werden. Aus technischer Sicht würde auch hier z. B. ein einfacher Tiefererder ausreichen.

Können Erdungsanlagen auch nachteilige Effekte ausüben?

Dies muss eindeutig bejaht werden. Im TN-System kommt es durch die Errichtung von Erdungsanlagen und Verbindung mit dem Rückleitungssystem (PEN-Leiter) zu einer parallelen Führung der Rückströme (Abb. 3). Das Fatale ist: Je umfangreicher die Erdungsanlage ausgeführt und je niedriger der Erdübergangswiderstand ist, desto stärker steigt die Stromstärke der sogenannten Streuströme an. Die Folge sind Emissionen durch magnetische Wechselfelder im Umfeld der Erdungsanlage, dem gesamten Potentialausgleichssystem und dem Gebäudeeinführungskabel. Dies hat z. B. Auswirkungen auf den Betrieb von sensiblen Anlagen (Informations- und Medizintechnik). Weiterhin haben Streuströme und magnetische Wechselfelder im Ortsnetz der Netzbetreiber negative Folgen auf den Betrieb von Fernmeldetechniken wie DSL-Daten-Übertragungen sowie der Breitbandkabel-Kommunikation. Grundsätzlich sind dadurch sogar Konflikte mit dem EMV-Gesetz von 2008 nicht auszuschließen. Damit steht die DIN 18014 im möglichen Widerspruch zu einem Gesetz!

DIN 18014 und die Praxis

Die normgerechte Ausführung, welche gemäß DIN 18014 den Elektro- und Blitzschutzfachkräften vorbehalten ist, scheitert in

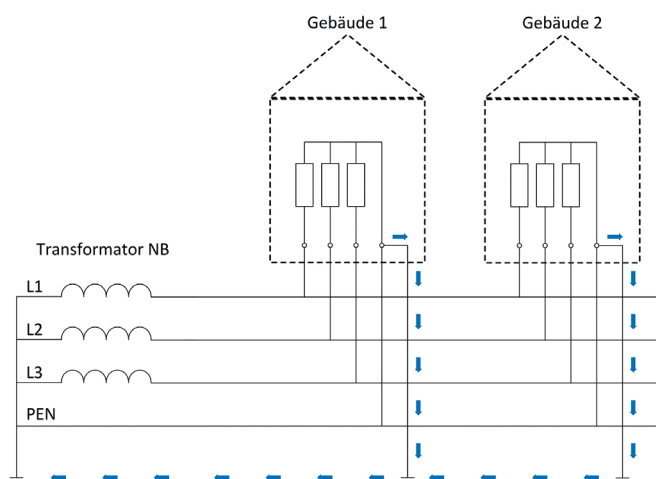


Abb. 3: Streuströme im TN-System

der Praxis sowohl aus organisatorischen Gründen, als auch am Umstand, dass zum Zeitpunkt der Einbringung des Fundamenters diese Fachleute häufig noch gar nicht am Bau beteiligt sind. Eine weitere Problematik ist, dass das VDE-Normenabonnement für das Elektrotechniker-Handwerk in Fachkreisen auf eine Verbreitung zwischen 10 und 20% geschätzt wird. Sollte dies auch auf die anzuwendenden DIN-Normen zutreffen, muss davon ausgegangen werden, dass die weit überwiegende Mehrheit der Elektroinstallations-Betriebe die DIN 18014 nicht wirklich kennt.

BVS-Standpunkt: Fundamenterder – Erdungsanlagen 06-2016

Oben ausgeführte Probleme haben dazu geführt, dass im vergangenen Jahr ein sogenannter Standpunkt zu dieser Thematik vom Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. (BVS) herausgegeben wurde [10]. Der BVS ist die zentrale Organisation der öffentlich bestellten und vereidigten sowie gleichwertig qualifizierten Sachverständigen in Deutschland. Die Fachbereiche Bau und Technische Gebäudeausrüstung (TGA) diskutieren in Arbeitskreisen Fach-

themen, die durch Normen, Merkblätter, Richtlinien usw. nicht ausreichend geregelt sind oder deren besondere Bedeutung hervorgehoben werden soll. Teilweise sind in Normen auch Forderungen vorhanden, die physikalisch nicht nachvollziehbar sind. Das Diskussionsergebnis wird in Standpunkten mit konkreten Empfehlungen veröffentlicht.

Der BVS-Standpunkt enthält neben den physikalischen Bedingungen zu den Netzsystemen, Aufzählungen zu relevanten Regelwerken auch Empfehlungen zum Umgang mit Erdungsanlagen bei der Bewertung z. B. durch Sachverständige. Weiterhin werden insgesamt zehn Kritikpunkte sowie erhebliche Verstöße gegen die Grundsätze der Normung gemäß DIN 820 aufgeführt [11]. In diesem Zusammenhang wurde der DIN e.V. vom BVS am 09.06.2015 aufgefordert, insgesamt 13 Fragen u. a. zu den physikalischen Grundlagen zu beantworten. Bislang liegt hierzu keine schriftliche Beantwortung vor.

Der BVS-Standpunkt Fundamenterder – Erdungsanlagen 06-2016 kommt insgesamt zu dem Schluss, dass die DIN 18014 nicht als Allgemein anerkannte Regel der Technik anzusehen ist. Vor diesem Hintergrund muss auch festgestellt werden, dass durch zweifelhafte Regelwerke das Sachverständigenwesen in zwei Lager geteilt wird:

1. Solche Sachverständige, die alle Regelwerke ohne Ausnahme in der Praxis anwenden, auch wenn diese zweifelhaft bzw. falsch sind.
2. Sachverständige, welche sich an den geleisteten Eid halten und korrekt gemäß der Sachverständigenordnung arbeiten, müssen immer öfter Normen als nicht Anerkannte Regel der Technik einstufen.

Dadurch drohen Fehlurteile bei Gerichten bzw. Auseinandersetzungen und finanzielle Benachteiligungen im Baugeschehen.

Resümee

Die von der aktuellen Bundesregierung in 2014 eingesetzte Bauensenkungskommission wurde u. a. beauftragt, die Entwicklung der Baukosten zu analysieren und die Kostentreiber zu identifizieren. Aus den umfangreichen Empfehlungen wurde ein 10-Punkte Programm abgeleitet [12]. Unter Punkt 4.2.6 »Normen, Standards und gesetzliche Anforderungen im Bauwesen

auf den Prüfstand stellen« ist zu finden: Weil die vielen Normen Planung und Errichtung von Neubauten komplizierter, zeitaufwendiger und damit teurer machen, will das Bundesbauministerium mit dem Institut für Normung einen »Präsidialausschuss« gründen und Normen auf den Prüfstand stellen. Außerdem ist ein Bund-Länder-Kontrollausschuss vorgesehen, der Einfluss auf künftige Normungen nimmt.

In den Kernempfehlungen und Maßnahmen [13] zum Endbericht der Bausenkungskommission plädieren die Bündnispartner für die Einführung einer verpflichtenden Folgenabschätzung für die Kosten des Wohnens bei allen relevanten Entwürfen von Gesetzen, Verordnungen und Normen.

»Das Normungswesen ist nach Auffassung aller Bündnispartner einer grundsätzlichen Revision zu unterziehen, wobei insbesondere Kosten- und Praxisaspekte stärker berücksichtigt werden müssen. Auch das Setzen von Standards über das Normungswesen – das in nicht-staatlicher Trägerschaft organisiert ist – kann zu Erhöhungen der Baukosten führen, denen nicht immer ein hinreichender Nutzen gegenübersteht. Generell sollten bei Normungsprozessen die Auswirkungen auf die Höhe der Baukosten bestimmt werden, um eine Kosten-Nutzen-Abwägung vornehmen zu können.«

Durch Weglassen des kostenintensiven Fundamentierers bzw. Ersatz durch einen kostengünstigen Staberder kann bei nahezu allen der am TN-System (85 % der Gebäude) angeschlossenen Wohngebäude bereits eine Bausumme von bis zu 1 % und mehr eingespart werden. Bei Umwandlung der noch bestehenden TT-Systeme in das bessere TN-System steigt der Anteil auf nahezu 100 %.

Die Sicherheit bei Bestandsgebäuden (auch mit Menschenansammlungen wie Kirchen, Museen, Schulen usw.) ist offenbar auch ohne Fundamentierers gegeben – sonst hätte längst eine Nachrüstpflicht per Verordnung herbeigeführt werden müssen. Offenbar besteht kein Risiko!

Das Beispiel der DIN 18014 zeigt, dass durch eine falsch verstandene Normungsmotivation nicht nur unnötig wertvolle Rohstoffe verbraucht, sondern auch die Kosten für den Wohnungsbau in die Höhe getrieben werden. Durch Änderungen der Regelwerke, in denen die DIN 18014 erwähnt wird, sowie ersatzlose Zurückziehung dieser Norm kann im Sinne der Baukostensenkungskommission ein erster Schritt vollzogen werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.); Wissenschaftliche und technische Begleitung der Baukostensenkungskommission (Bearb.): Bericht der Baukostensenkungskommission im Rahmen des Bündnisses für bezahlbares Wohnen und Bauen, Endbericht November 2015. Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wohnungswirtschaft/buendnis_baukostensenkungskommission_bf.pdf
- [2] IEC 60364-5-54:2011 Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors; German implementation HD 60364-5-54:2011
- [3] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2012-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter (IEC 60364-5-54:2011); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54:2011
- [4] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen

elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007

- [5] Schrank, W.: Schutz gegen Berührungsspannungen. Zweite erweiterte Auflage. Berlin: Springer, 1952
- [6] Schmolke, H.: »de«-Expertenrunde Praxisprobleme (1). de – Das Elektrohandwerk 92(2017), Nr. 3
- [7] Müller, R.: Nullungsverordnung für Österreich. ep Elektropraktiker 53(1999), Nr. 2, S. 128-130
- [8] Fachhochschule Aachen, Standort Jülich, Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften und Technik (Bearb.): Hilfestellungen zur einfacheren Beurteilung von Blitz- und Überspannungsschäden in der Schadensregulierung. Endbericht vom 28.02.2007. Forschungs- und Entwicklungsprojekt für den Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV). Jülich, 2007. Quelle: http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2007/07/Studie_FH_Aachen.pdf
- [9] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen (IEC 60364-4-44:2007 (Abschnitt 444), modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-444:2010 + Cor.:2010
- [10] BVS Standpunkt: Fundamentierers-Erdungsanlagen 06-2016. Fachbereiche Bau und TGA im Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. (BVS). Quelle: http://www.bvs-ev.de/fileadmin/user_upload/downloads/standpunkte/BVS_Standpunkt_Fundamentierers_Erdungsanlagen_2016-06.pdf
- [11] DIN 820-1:2014-06 Normungsarbeit – Teil 1: Grundsätze
- [12] Bericht zum Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen und zur Wohnungsbau-Offensive (10-Punkte-Programm). Beschluss des Bundeskabinetts am 9. März 2016. Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wohnungswirtschaft/buendnis_bezahlbares_wohnen_bauen_bf.pdf
- [13] Kernempfehlungen und Maßnahmen. Stand: 25. November 2015. Hrsg.: Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen; i.A. des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wohnungswirtschaft/buendnis_kernempfehlungen_massnahmen_bf.pdf

Die Autoren

Martin Schauer

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der Handwerkskammer für Unterfranken im Elektrotechniker-Handwerk und elektrische, magnetische und elektro-magnetische Felder

Sachverständigenbüro
Gertrud-von-le-Fort-Str. 8, 97074 Würzburg
Tel. 0931/70 288 0, Fax 0931/70 288 29
mail@sv-schauer.de
www.sv-schauer.de



Prof. Dr.-Ing. Dirk Brechtken

von der Industrie- und Handelskammer Trier
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für elektrische Anlagen
der Energietechnik bis 36 kV

Abtealand 7, 54329 Konz
Tel. 06501/600-289, Fax 06501/600-288
brechtken@prof-brechtken.de
www.prof-brechtken.de

