

	DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 91.140.50	<div>Entwurf</div>	Einsprüche bis 2008-03-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (IEC 64/1610/CD:2007)		
Low-voltage electrical installations – Part 5- 54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors (IEC 64/1610/CD:2007)		
Installation électriques basse tension – Partie 5-54: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection (CEI 64/1610/CD:2007)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-01-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
<ul style="list-style-type: none">– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 75 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 64/1610/CD:2007 „Low-voltage electrical installations – Part 5- 54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 64 „Electrical installations and protection against electric shock“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Das Deutsche Nationale Komitee versucht in den Beratungen eine Fassung zu erreichen, wie sie inhaltlich mit DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 vorliegt.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 221.1 „Schutz gegen elektrischen Schlag“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Anmerkung zum Begriff 541.3.8 Erdungsleiter wurde ergänzt;
- b) Der Begriff Fundamenterder wurde neu definiert. Es wird jetzt unterschieden zwischen:
 - 541.3.4 „Fundamenterder, im Beton eingebettet“
 - 541.3.5 „Erder, im Erdreich eingebettet“;
- c) Neu aufgenommen wurden die Abschnitte
 - 542.1.5 „Beachtung von hochfrequenten Strömen“
 - 542.1.6 „Beachtung von Korrosion, Austrocknung und Frost“;
- d) 542.2.1 wurde mit neuer Anmerkung zum Thema Korrosion ergänzt. Die vorhandene Anmerkung wurde normativ;
- e) Tabellen 54.1 und 54.2 wurde überarbeitet;
- f) 542.4 wurde mit Anmerkung zu „Blitzschutz in ausgedehnten Anlagen“ ergänzt;
- g) In 543.3 wurde Ergänzungen zu „Verbindungen und Anschlüsse“ vorgenommen;

— Entwurf —

E DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540):2008-01

- h) In 543.4 wurde zum PEN-Leiter auch der PEL- und PEM-Leiter aufgenommen;
- i) 544.1.1 Zusätzlich wurden Angaben zum Querschnitt von Schutzpotentialausgleichsleitern aufgenommen;
- j) Im Anhang B wurde Bild B.54.1 modifiziert;
- k) Im neuen Anhang C wurde der Abschnitt 5.4 „Erdungsanlagen“ aus der IEC 62305-3:2006 aufgenommen;
- l) Im neuen Anhang D wurde der Abschnitt 6 „Inneres Blitzschutzsystem“ aus der IEC 62305-3:2006 aufgenommen;
- m) Im neuen Anhang E wurde das Thema „Errichten von Fundamenterdern in Beton“ aufgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
CLC/TS 61643-12:2006	IEC 61643-12:2002, modifiziert	DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10	VDE V 0675-6-12
HD 60364-4 41:2007	IEC 60364-4-41:2005	DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06	VDE 0100-410
– Vorläufer HD 384.4.43S1:1980 ersetzt durch HD 384.4.43 S2:2001 *)	IEC 60364-4-43:2001 Vorläufer IEC 60364-4-43:1977 + A1:1997, modifiziert	– Vorläufer DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):1991-11	– VDE 0100-430
– Vorläufer HD 384.4.442 S1:1997	IEC 60364-4-44:2007, Abschnitt 442 Vorläufer IEC 60364-4-442:1993 + A 1:1995	– Vorläufer DIN VDE 0100-442 (VDE 0100-442):1997-11 E DIN IEC 60364-4-44/A3 (VDE 0100-442):2005-11	– VDE 0100-442 VDE 0100-442
– Vorläufer HD 60364-4-443:2006	IEC 60364-4-44:2007, Abschnitt 443 Vorläufer IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003, modifiziert, Abschnitt 443	– Vorläufer DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 443):2007-06	– VDE 0100-443
– Vorläufer CENELEC R064-004:1999	IEC 60364-4-44:2007, Abschnitt 444 Vorläufer IEC 60364-4-44:1996, modifiziert	– Vorläufer DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):1999-10 E DIN IEC 60364-4-44/A2 (VDE 0100-444):2003-04	– VDE 0100-444 VDE 0100-444
HD 60364-5-51:2006	IEC 60364 5-51:2001, modifiziert	DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):2007-06	VDE 0100-510

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 384.5.52 S1:1995 + A1:1998	IEC 60364-5-52:1993, modifiziert	DIN VDE 0100-520 (VDE 0100 520):2003 06	DIN VDE 0100-520
EN 60439-2:2000 + A1:2005	IEC 60439-2 :2000	DIN EN 60439-2 (VDE 0660-502):2006-07	VDE 0660-439-2
EN 60909-0:2001	IEC 60909-0:2001	DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07	VDE 0102
EN 61140:2002 + A1:2006, modifiziert	IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	VDE 0140-1
EN 61534-1:2003	IEC 61534-1:2003	DIN EN 61534-1 (VDE 0604-100):2004-04	VDE 0604-1
Reihe EN 62305	Reihe IEC 62305	Reihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305)	VDE 0185-305
EN 62305-1:2006	IEC 62305-1:2006	DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10	VDE 0185-305-1
EN 62305-2:2006	IEC 62305-2:2006	DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2):2006-10	VDE 0185-305-2
EN 62305-3:2006	IEC 62305-3:2006, modifiziert	DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10	VDE 0185-305-3
EN 62305-4:2006	IEC 62305-4:2006	DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10	VDE 0185-305-4
–	IEC 60050(195):1998 + A1:2001*)	–	–
–	IEC 60050(826):2004, modifiziert	DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06	DIN VDE 0100-200
–	IEC 60724:2000	–	–
–	IEC 60949:1988	–	–
*) Übernommen durch Anerkennung. Bezugsquelle gegen Kostenbeteiligung: DKE-Schriftstückservice, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main, Tel.-Nr.: (069) 63 08-3 82 Fax-Nr.: (069) 63 08-1 56 E-Mail-Adresse: dke.schriftstueckservice@vde.com			
**) Die deutsche Fassung des IEV (Internationales Elektronisches Wörterbuch) ist als volltextcodierte Fassung auf CD-ROM mit Textdateien in Deutsch, Englisch und Französisch zu beziehen von: VDE VERLAG GMBH und Bismarckstraße 33 10625 Berlin Telefon: 030 348001-220 Telefax: 030 3417093 Beuth Verlag GmbH 10777 Berlin Telefon: 030 2601-2260 Telefax: 030 2601-1260			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung - Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen - Auswahl und Anwendungsgrundsätze (IEC 61643-12:2002, modifiziert); Deutsche Fassung CLC/TS 61643-12:2006*

DIN EN 60439-2 (VDE 0660-502):2006-07, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen - Teil 2: Besondere Anforderungen an Schienenverteiler (IEC 60439-2:2000 + A1:2005); Deutsche Fassung EN 60439-2:2000 + A1:2005*

DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07, *Kurzschlussströme in Drehstromnetzen - Teil 0: Berechnung der Ströme (IEC 60909-0:2001); Deutsche Fassung EN 60909-0:2001*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, *Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006*

DIN EN 61534-1 (VDE 0604-100):2004-04, *Stromschienensysteme – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61534-1:2003); Deutsche Fassung EN 61534-1:2003*

Reihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305), *Blitzschutz*

DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10, *Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 62305-1:2006); Deutsche Fassung EN 62305-1:2006*

DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2):2006-10, *Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management (IEC 62305-2:2006); Deutsche Fassung EN 62305-2:2006*

DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10, *Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62305-3:2006*

DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10, *Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 62305-4:2006); Deutsche Fassung EN 62305-4:2006*

DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 200: Begriffe (IEC 60050-826:2004, modifiziert)*

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-03, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag*

DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):1991-11, *Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom*

DIN VDE 0100-442 (VDE 0100-442):1997-11, *Elektrische Anlagen von Gebäuden - Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen; Hauptabschnitt 442: Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung; Deutsche Fassung HD 384.4.442 S1:1997*

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 443):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen*

DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):1999-10, *Elektrische Anlagen von Gebäuden - Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen; Hauptabschnitt 444: Schutz gegen*

— Entwurf —

E DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540):2008-01

*elektromagnetische Störungen (EMI) in Anlagen von Gebäuden (IEC 60364-4-444:1996, modifiziert);
Deutsche Fassung CENELEC R064-004:1999*

*DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):2007-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51:2001 modifiziert);
Deutsche Übernahme HD 60364-5-51:2006*

DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmitteln - Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen (IEC 60364-5-52:1993, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.5.52 S1:1995 + A1:1998

E DIN IEC 60364-4-44/A2 (VDE 0100-444) :2003-04, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-44: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen Überspannungen und Maßnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse - Hauptabschnitt 444: Schutz gegen elektromagnetische Einflüsse; (IEC 64/1274/CD:2002)

E DIN IEC 60364-4-44/A3 /VDE 0100-442):2005-11, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-44: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen Störspannungen und Maßnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse - Hauptabschnitt 442: Schutz von Niederspannungsanlagen gegen vorübergehende Überspannungen und bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung (IEC 64/1484/CD:2005)

**Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung
elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und
Schutzpotentialausgleichsleiter**

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	10
541 Allgemeines	10
541.1 Anwendungsbereich	10
541.2 Normative Verweisungen.....	10
541.3 Begriffe.....	11
542 Erdung	12
542.1 Allgemeine Anforderungen	12
542.2 Erder	12
542.3 Erdungsleiter.....	15
542.4 Haupterdungsschiene.....	15
543 Schutzleiter	16
543.1 Mindestquerschnitte.....	16
543.2 Arten von Schutzleitern.....	17
543.3 Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern	18
543.4 PEN-, PEL- oder PEM-Leiter.....	18
543.5 Kombinierte Schutz- und Funktionserdungsleiter	19
543.6 Anordnung von Schutzleitern.....	19
543.7 Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA	19
544 Schutzpotentialausgleichsleiter	19
544.1 Schutzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene	19
544.2 Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich	20
Anhang A (normativ) Verfahren zur Berechnung des Faktors k im Unterabschnitt 543.1.2 (siehe auch IEC 60724 und IEC 60949)	21
Anhang B (informativ) Beispiele für die Darstellung von Erdungsanlagen, Schutzleitern und Schutzpotentialausgleichsleitern	25
Anhang C (informativ) Abschnitt 5.4 der IEC 62305-3, 1. Ausgabe, 2006-01	27
5.4 Erdungsanlage	27
Anhang D (informativ) Abschnitt 6 der IEC 62305-3, 1. Ausgabe, 2006-01	30
6 Inneres Blitzschutzsystem	30
6.1 Allgemeines	30
6.2 Blitzschutz-Potentialausgleich	30
6.3 Elektrische Isolierung von äußeren Blitzschutzsystemen.....	33
Anhang E (informativ) Errichtung von Fundamenterdern in Beton	35
E.1 Allgemeines	35
E.2 Ausnahme von der Nutzung von Fundamenterdern in Beton	35

	Seite
E.3 Herstellung eines Fundamenterders in Beton	35
E.4 Mögliche Korrosionsprobleme anderer geerdeter Anlagen außerhalb eines Fundamenterders in Beton	36
E.5 Fertigstellung eines Fundamenterders in Beton.....	37
Anhang F (informativ) Nationale Abweichungen	38
Literaturhinweise	42

Einleitung

Die Nummerierung der Abschnitte erfolgt fortlaufend mit vorangestellter Nummer dieses Abschnitts (z. B. 541). Die Nummerierung von Bildern und Tabellen erfolgt mit der Nummer dieses Teils und einer fortlaufenden Nummer, d. h. Tabelle 54.1, 54.2 usw. Die Nummerierung von Bildern und Tabellen in Anhängen enthält den Buchstaben des Anhangs und die Nummer des Teils mit einer fortlaufenden Nummer (z. B. A.54.1, A.54.2 usw.).

541 Allgemeines

541.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60364 gilt für Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter mit dem Ziel, die Sicherheit elektrischer Anlagen zu erfüllen.

541.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050(195), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050(826), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

IEC 60364-4-41, *Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-44, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60724, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 60949, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 62305 series, *Protection against lightning*

541.3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 60364 gelten die Begriffe nach IEC 61140 zusammen mit den nachfolgend aufgeführten Begriffen nach IEC 60050-826.

Begriffe für die Beschreibung von Erdungsanlagen, Schutzleitern und Schutzpotentialausgleichsleitern sind im Anhang B zeichnerisch dargestellt und lauten wie folgt:

541.3.1

Körper (eines elektrischen Betriebsmittels)

leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das berührt werden kann und üblicherweise nicht unter Spannung steht, aber unter Spannung geraten kann, wenn die Basisisolierung versagt

[IEV 826-12-10]

541.3.2

fremdes leitfähiges Teil

leitfähiges Teil, das nicht Teil einer elektrischen Anlage ist, jedoch ein elektrisches Potential, im Allgemeinen das einer örtlichen Erde, einführen kann

[IEV 826-12-11]

541.3.3

Erder

leitfähiges Teil, das in ein bestimmtes leitfähiges Medium, zum Beispiel Beton oder Koks, eingebettet sein kann und in elektrischem Kontakt mit Erde steht

[IEV 826-13-05]

541.3.4

Fundamenterder, im Beton eingebettet

leitfähiges Teil, das im Allgemeinen in Form einer geschlossenen Schleife, im Beton eines Gebäudfundamentes eingebettet ist

[IEV 826-13-08 (mod)]

541.3.5

Erder, im Erdreich eingebettet

leitfähiges Teil, das in Form einer geschlossenen Schleife im Erdreich unter einem Gebäudfundament verlegt ist

[IEV 826-13-08 (mod)]

541.3.6

Schutzleiter

Leiter vorgesehen zum Zweck der Sicherheit, zum Beispiel zum Schutz gegen elektrischen Schlag

[IEV 826-13-22]

541.3.7

Schutzpotentialausgleichsleiter

Schutzleiter vorgesehen zur Herstellung des Schutzpotentialausgleichs

[IEV 826-13-24]

541.3.8

Erdungsleiter

Leiter, der einen Strompfad oder einen Teil des Strompfads zwischen einem gegebenen Punkt in einem Netz, einer Anlage oder einem Betriebsmittel zu einem Erder herstellt

[IEV 826-13-12]

E DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540):2008-01

ANMERKUNG Im Sinne dieses Teiles von IEC 60364 ist ein Erdungsleiter ein Leiter, der den Erder mit einem Punkt des Potentialausgleichssystems, im Allgemeinen mit der Haupterdungsschiene, verbindet. Dies besagt nicht, dass alle Anlagen einen eigenen Erder haben müssen.

541.3.9

Haupterdungsschiene

(Haupterdungsklemme)

Anschlusspunkt oder Schiene, der/die Teil der Erdungsanlage einer Anlage ist und die elektrische Verbindung von mehreren Leitern zu Erdungszwecken ermöglicht

[IEV 826-13-15]

542 Erdung

542.1 Allgemeine Anforderungen

542.1.1 Erdungsanlagen dürfen für Schutz- und für Funktionszwecke, entsprechend den Anforderungen der elektrischen Anlage, gemeinsam oder getrennt verwendet werden. Die Anforderungen für Schutzzwecke müssen immer Vorrang haben.

542.1.2 Wenn in der elektrischen Anlage ein Erder vorhanden ist, muss dieser durch einen Erdungsleiter mit der Haupterdungsschiene verbunden werden.

542.1.3 Bei der Auswahl der Art der Erdverbindung der Niederspannungsanlage muss die Art der Erdverbindung der Hochspannungsanlage berücksichtigt werden (siehe IEC 60364-4-44, Abschnitt 442).

542.1.4 Die Anforderungen an Erdungsanlagen dienen dazu, eine Verbindung zur Erde herzustellen,

- die für die Schutzanforderungen der elektrischen Anlage geeignet und zuverlässig ist;
- die Erdfehlerströme und Schutzleiterströme zur Erde führen kann, ohne dass eine Gefahr durch thermische, thermomechanische oder elektromechanische Beanspruchungen und durch elektrischen Schlag, hervorgerufen durch diese Ströme, entsteht;
- die, wenn erforderlich, auch für Funktionsanforderungen geeignet ist.

542.1.5 Besonders betrachtet werden müssen Erdungsanlagen, in denen hochfrequente Ströme erwartet werden (siehe IEC 60364-4-44, Abschnitt 444).

542.1.6 Durch eine vorhersehbare Änderung der Impedanz des Erders (z. B. aufgrund von Korrosion, Austrocknung oder Frost) dürfen die Maßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag, wie im Teil 4-41 gefordert, nicht ungünstig beeinflusst werden.

542.2 Erder

542.2.1 Ausführungen, Werkstoffe und Abmessungen der Erder müssen so ausgewählt werden, dass sie über die zu erwartende Lebenszeit Korrosion widerstehen und eine angemessene mechanische Festigkeit besitzen.

ANMERKUNG Wegen Korrosion sollten folgende Eigenschaften betrachtet werden: Der pH Wert des Erdreiches, die Impedanz und Feuchtigkeit des Erdreichs, Streuströme, chemische Belastung des Bodens und die örtliche Nähe von unterschiedlichen Materialien.

Für Erder im Erdreich sind die gebräuchlichen Werkstoffe und die minimalen Abmessungen unter Berücksichtigung von Korrosion und mechanischer Festigkeit in Tabelle 54.1 enthalten.

Wenn ein Blitzschutzsystem (LPS) vorhanden ist, gilt Abschnitt 5.4 der IEC 62305-1 (siehe Anhang C).

Tabelle 54.1 – Gebräuchliche Werkstoffe und minimale Abmessungen für Erder eingebettet im Erdreich unter Berücksichtigung von Korrosion und mechanischer Festigkeit

Werkstoff	Oberfläche	Form	Mindestmaße			
			Durchmesser	Querschnitt	Dicke	Dicke der Beschichtung/Umhüllung
			mm	mm ²	mm	µm
Stahl	feuerverzinkt ^{a)} oder nichtrostend ^{b)}	Band ^{c)} oder Profil	—	90[100]*	3	63
		Rundstab als (senkrechter) Tiefenerder	16	—	—	63
		Runddraht als (waagerechter) Oberflächen- erder	8 feuerverzinkt 10 nichtrostend	—	—	45
		Rohr	25	—	2	49
		Platte		0.186 m ² ^g [0,250] ^g *	3	45
		Gitter		[0,360] ^g *		45
		Seil		70**		
		Kreuzprofil für Tiefenerder		50x50x3		
	mit Kupfer- umhüllung	Rundstab als (senkrechter) Tiefenerder	15	—	—	2 000
	elektrolytisch verkupfert	Rundstab als (senkrechter) Tiefenerder	14	—	—	250*
		Rundstab als (waagerechter) Oberflächen- erder	8*			70*
		Band als (waagerechter) Oberflächen- erder		90*	3	70*
		Rundstab, blank	[10]**			
		Band, blank		[75]**	3	
Kupfer	blank ^{a)}	Band	—	50	2	—
		Runddraht als (waagerechter) Oberflächen- erder	—	25 ^{f)}	—	—
		Seil	1,8 für Einzeldraht	25 [50]*	—	—

Werkstoff	Oberfläche	Form	Mindestmaße			
			Durchmesser	Querschnitt	Dicke	Dicke der Beschichtung/Umhüllung
			mm	mm ²	mm	µm
		Rohr	20	–	2	–
		Platte		0,186 m ² ^g [0,250] ^{g *}	1,5 [2]*	
		Gitter	–	[0,360] ^{g *}	[2]*	
<p>a) verwendbar auch für Erder bei Einbettung in Beton</p> <p>b) ohne Beschichtung</p> <p>c) Band in gewalzter Form oder geschnitten und mit gerundeten Kanten</p> <p>d) Band mit gerundeten Kanten</p> <p>e) bei Verzinkung im Durchlaufbad z. B. fertigungstechnisch nur mit 50 µm Dicke herstellbar</p> <p>f) Wenn erfahrungsgemäß das Risiko von Korrosion und mechanischer Beschädigung sehr gering ist, darf 16 mm² verwendet werden</p> <p>g) Oberfläche statt Querschnitt</p> <p>* ist durch TC 81 zu überprüfen</p> <p>** nur zu verwenden für Erder, die Beton eingebettet sind</p>						

ANMERKUNG Werte in eckigen Klammern gelten für Blitzschutz und für Schutz gegen elektrischen Schlag, während die Werte ohne Klammern nur für Schutz gegen elektrischen Schlag gelten.

542.2.2 Die Wirksamkeit eines jeden Erders ist abhängig von den örtlichen Bodenverhältnissen und dem Aufbau des Erders. Es müssen ein oder mehrere Erder entsprechend den Bodenverhältnissen und dem geforderten Wert des Erdungswiderstandes ausgewählt werden.

Als Erder dürfen verwendet werden:

- Fundamenterder, eingebettet in Beton (siehe Anhang E);
- Fundamenterder, eingebettet im Erdreich;
- Elektroden vertikal oder horizontal im Erdreich verlegt (z. B. Rundstäbe, Drähte, Bänder, Rohre oder Platten);
- Metallmäntel und andere Metallumhüllungen von Kabeln, entsprechend den örtlichen Auflagen oder Anforderungen;
- andere geeignete unterirdische Konstruktionsteile aus Metall (z. B. Rohre), entsprechend den örtlichen Auflagen oder Anforderungen.

542.2.4 Bei der Auswahl von Erdern und ihrer Verlegetiefe müssen die örtlichen Gegebenheiten und die Möglichkeiten einer mechanischen Beschädigung berücksichtigt werden, um die Auswirkungen von Bodenaustrocknung und Frost so gering wie möglich zu halten.

542.2.5 Bei Verwendung unterschiedlicher Werkstoffe in einer Erdungsanlage muss deren elektrochemische Korrosion berücksichtigt werden.

Für äußere Leiter (z. B. Ableitung einer Blitzschutzanlage), die mit einem Fundamenterder verbunden sind, darf die Verbindung aus feuerverzinktem Stahl nicht im Erdreich verlegt sein.

ANMERKUNG In Beton eingebetteter Stahl besitzt ein elektrochemisches Potential, ähnlich dem von Kupfer in Erde.

542.2.6 Rohrleitungen aus Metall für brennbare Flüssigkeiten oder Gase dürfen nicht als Erder verwendet werden.

ANMERKUNG Diese Festlegung schließt das Einbeziehen solcher Rohre in den Schutzpotentialausgleich nach IEC 60364-4-41 nicht aus.

542.2.7 Erder dürfen nicht direkt im Wasser eines Flusses, Baches, Teiches, Sees oder Ähnlichem verlegt werden.

ANMERKUNG Bei Erdern, die direkt im Wasser errichtet werden, können folgende Risiken auftreten:

- Austrocknung;
- Personen kommen während eines elektrischen Fehlers mit dem Wasser in Berührung.

542.3 Erdungsleiter

542.3.1 Erdungsleiter müssen den Anforderungen nach Abschnitt 543.1 entsprechen und wenn sie in Erde eingebettet sind, müssen ihre Querschnitte die Werte nach Tabelle 54.2 besitzen.

In TN-Systemen, in denen keine nennenswerten Fehlerströme über den Erder zu erwarten sind, dürfen Erdungsleiter nach Abschnitt 544.1.1 bemessen werden.

Tabelle 54.2 – Mindestquerschnitte für Erdungsleiter

Art der Schutzmaßnahme	Verlegt im Erdreich		nicht im Erdreich verlegt	
	Cu	Fe	Cu	Fe
Elektrischer Schlag	siehe Tabelle 54.1	siehe Tabelle 54.1	siehe 543.1.3	siehe 543.1.3
Elektrischer Schlag + Blitzschutz	16 mm ²	50 mm ²	16 mm ²	50 mm ²

542.3.2 Der Anschluss eines Erdungsleiters an einen Erder muss fest und elektrisch zuverlässig ausgeführt werden. Die Verbindung muss durch Schweißen, Pressverbinder, Klemm- oder andere mechanische Verbinder hergestellt werden. Mechanische Verbinder müssen in Übereinstimmung mit den Herstellerangaben errichtet werden. Wenn ein Klemmverbinder verwendet wird, darf er den Erder oder den Erdungsleiter nicht beschädigen.

ANMERKUNG Verbindungseinrichtungen oder Anschlüsse, die lediglich gelötet sind, bieten keine ausreichend zuverlässige mechanische Festigkeit.

542.4 Haupterdungsschiene

542.4.1 In jeder Anlage, in der ein Schutzpotentialausgleich ausgeführt ist, muss eine Haupterdungsschiene vorgesehen sein, mit der folgende Leiter verbunden sein müssen:

- Schutzpotentialausgleichsleiter;
- Erdungsleiter;
- Schutzleiter;
- Funktionserdungsleiter, falls zutreffend.

ANMERKUNG 1 Es ist nicht verlangt, jeden einzelnen Schutzleiter direkt mit der Haupterdungsschiene zu verbinden, wenn sie über andere Schutzleiter mit dieser Haupterdungsschiene verbunden sind.

ANMERKUNG 2 Die Haupterdungsschiene des Gebäudes kann grundsätzlich für Funktionserdungszwecke verwendet werden. Für Zwecke der Informationstechnik ist sie in diesem Fall der Verbindungspunkt zum Erdernetz.

ANMERKUNG 3 Für Blitzschutzanlagen in ausgedehnten Gebäuden (mehr als 20 m Länge) mit metallenen Strukturen kann die Errichtung von mehr als einer Potentialausgleichsschiene erforderlich sein, die jedoch untereinander verbunden sein sollten. Die Mindestquerschnitte von Leitern, die Potentialausgleichsschienen untereinander verbinden, oder Potentialausgleichsschienen mit der Haupterdungsschiene verbinden, betragen 16 mm² Kupfer bzw. 50 mm² Stahl.

542.4.2 Es muss möglich sein, jeden Leiter, der an der Haupterdungsschiene angeschlossen ist, einzeln zu trennen. Dieser Anschluss muss zuverlässig ausgeführt werden und darf nur mit Werkzeug lösbar sein.

ANMERKUNG Trennmöglichkeiten dürfen der Einfachheit halber an der Haupterdungsschiene angeordnet sein, um eine Messung des Widerstandes der Erdungsanlage zu ermöglichen.

543 Schutzleiter

ANMERKUNG Anforderungen des Abschnittes 516 der IEC 60364-5-51 sollten hier mitbetrachtet werden.

543.1 Mindestquerschnitte

543.1.1 Der Querschnitt eines jeden Schutzleiters muss die Bedingungen für die automatische Abschaltung der Stromversorgung erfüllen, die in Abschnitt 411.3.2 von IEC 60364-4-41 gefordert sind und er muss im Stande sein, den zu erwartenden Fehlerstrom zu führen.

Der Querschnitt des Schutzleiters muss entweder nach 543.1.2 berechnet oder nach Tabelle 54.3 ausgewählt werden. In jedem Fall müssen die Anforderungen nach 543.1.3 berücksichtigt werden.

Anschlussklemmen für Schutzleiter müssen die nach diesem Unterabschnitt geforderten Schutzleiterquerschnitte aufnehmen können.

Tabelle 54.3 – Mindestquerschnitte von Schutzleitern

Querschnitt des Außenleiters S mm^2	Mindestquerschnitt des zugehörigen Schutzleiters mm^2	
	Schutzleiter besteht aus demselben Werkstoff wie der Außenleiter	Schutzleiter besteht nicht aus demselben Werkstoff wie der Außenleiter
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	$16^{\text{a)}$	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}^{\text{a)}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
Dabei ist:		
k_1 der Wert k für den Außenleiter, ermittelt mit Hilfe der Formel im Anhang A oder ausgewählt aus den Tabellen in IEC 60364-4-43, entsprechend dem Werkstoff des Leiters und der Isolierung;		
k_2 der Wert k für den Schutzleiter, ausgewählt nach den Tabellen A.54.2 bis A.54.6, je nachdem, welche Tabelle anwendbar ist.		
a) Für einen PEN-Leiter ist die Reduzierung des Querschnittes nur in Übereinstimmung mit den Bemessungsregeln für Neutralleiter erlaubt (siehe IEC 60364-5-52).		

543.1.2 Die Querschnitte von Schutzleitern dürfen nicht kleiner sein als der Wert, ermittelt entweder

- nach IEC 60949,
- oder mit folgender Formel, die nur für Abschaltzeiten bis 5 s anwendbar ist:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Dabei ist

- S Schutzleiterquerschnitt in mm^2 ,
- I Effektivwert des zu erwartenden Fehlerstromes in A, der bei einem Fehler mit vernachlässigbarer Impedanz durch die Schutzeinrichtung fließen kann (siehe IEC 60909-0),
- t Ansprechzeit der Schutzeinrichtung für die automatische Abschaltung der Stromversorgung in s,
- k Faktor, der vom Werkstoff des Schutzleiters, von der Isolierung und anderen Teilen sowie von der Anfangs- und Endtemperatur des Leiters abhängig ist (für die Berechnung des Faktors k siehe Anhang A).

Wenn die Anwendung der Formel keinen Standardquerschnitt ergibt, muss ein Leiter mit mindestens dem nächst größeren Standardquerschnitt verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Es sollte die strombegrenzende Wirkung der Impedanz des Stromkreises und die Begrenzung des $I^2 t$ durch die Schutzeinrichtung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 In Bezug auf die Begrenzung der Temperaturen in Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen siehe IEC 60079-0.

ANMERKUNG 3 Da die metallenen Umhüllungen von mineralisierten Kabeln nach EN 60702-1 eine Kapazität gegen Erde besitzen, die größer ist, als die der Außenleiter, ist die Berechnung der Querschnitte der Umhüllungen nicht erforderlich, wenn diese als Schutzleiter benutzt werden.

543.1.3 Der Querschnitt eines jeden Schutzleiters, der nicht Bestandteil eines Kabels oder einer Leitung ist oder der sich nicht in gemeinsamer Umhüllung mit dem Außenleiter befindet, darf nicht kleiner sein als:

- 2,5 mm² Cu oder 16 mm² Al, wenn Schutz gegen mechanische Beschädigung vorgesehen ist,
- 4 mm² Cu oder 16 mm² Al, wenn Schutz gegen mechanische Beschädigung nicht vorgesehen ist.

543.1.4 Wenn ein Schutzleiter gemeinsam für zwei oder mehr Stromkreise verwendet wird, muss sein Querschnitt wie folgt ermittelt werden:

- berechnet in Übereinstimmung mit 543.1.2 für die in diesen Stromkreisen ungünstigste Bedingung von Fehlerstrom und Abschaltzeit, oder
- ausgewählt nach Tabelle 54.3 entsprechend dem größten Außenleiterquerschnitt dieser Stromkreise.

543.2 Arten von Schutzleitern

543.2.1 Schutzleiter dürfen sein:

- Leiter in mehradrigen Kabeln oder Leitungen;
- isolierte oder blanke Leiter in gemeinsamer Umhüllung mit aktiven Leitern;
- fest verlegte blanke oder isolierte Leiter;
- metallene Kabelmäntel, Kabelschirme, Kabelbewehrungen, Aderbündel, konzentrische Leiter, metallene Elektroinstallationsrohre nach den in 543.2.2.a) und b) aufgeführten Bedingungen.

ANMERKUNG Bezüglich ihrer Anordnung siehe 543.6.

543.2.2 Wenn die Anlage metallene Gehäuse von Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen oder metallgekapsteten Stromschienensystemen enthält (siehe IEC 60439-2), dürfen die Gehäuse oder Konstruktionsteile aus Metall als Schutzleiter verwendet werden, vorausgesetzt, sie erfüllen gleichzeitig die drei folgenden Anforderungen:

- a) ihre elektrisch durchgehende Verbindung muss durch die Konstruktion oder durch geeignete Verbindungen in der Art sichergestellt sein, dass der Schutz gegen eine Verschlechterung dieser Verbindung infolge mechanischer, chemischer oder elektrochemischer Einflüsse sichergestellt ist;
- b) sie entsprechen den Anforderungen nach 543.1;
- c) an jeder dafür vorgesehenen Anschlussstelle müssen andere Schutzleiter angeschlossen werden können.

543.2.3 Folgende Metallteile dürfen als Schutzleiter oder Schutzpotentialausgleichsleiter nicht verwendet werden:

- Wasserleitungen aus Metall;
- Rohre, die brennbare Gase, Flüssigkeiten, Pulver oder ähnliches enthalten;
- Konstruktionsteile, die im normalen Betrieb mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind;
- flexible oder biegsame Elektroinstallationsrohre aus Metall, es sei denn sie sind für diesen Zweck hergestellt;

E DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540):2008-01

- flexible Metallteile;
- Spanndrähte oder Tragseile;
- Kabelwannen und Kabelpritschen.

543.3 Erhalten der elektrischen Eigenschaften von Schutzleitern

543.3.1 Schutzleiter müssen in geeigneter Weise gegen mechanische Beschädigung, chemische oder elektrochemische Zerstörung sowie elektrodynamische und thermodynamische Kräfte geschützt werden.

Alle Verbindungen und Anschlüsse müssen durch ihre Ausführung mechanisch und elektrisch stabil sein, z. B. als geschraubte Verbindungen, Klemmen oder andere vergleichbare mechanische Verbindungen.

ANMERKUNG Alle elektrischen Verbindungen sollten eine ausreichende thermische Belastbarkeit und mechanische Festigkeit aufweisen, um jeder Kombination des Strom/Zeit Verhältnisses, die im Leiter des Kabels/in einem Kabelkanal mit größtem Querschnitt auftreten kann standhalten zu können.

543.3.2 Verbindungen in Schutzleitern müssen für das Besichtigen und Prüfen zugänglich sein, ausgenommen:

- vergossene Verbindungen,
- gekapselte Verbindungen,
- Verbindungen in Elektroinstallationsrohren und in Schienenverteilern aus Metall,
- Verbindungen, die Teil eines Betriebsmittels sind und der Betriebsmittelnorm entsprechen
- Verbindungen die durch Schweißen, Weich- oder Hartlöten hergestellt wurden.

543.3.3 Schaltgeräte dürfen in den Schutzleiter nicht eingefügt werden, jedoch dürfen Verbindungen vorgesehen werden, die für Prüfzwecke mit Werkzeug gelöst werden können.

543.3.4 Wenn eine elektrische Überwachung der Erdung verwendet wird, dürfen die Überwachungseinrichtungen (z. B. Sensoren, Spulen) nicht in den Schutzleiter eingefügt werden.

543.3.5 Körper von Geräten dürfen als Teil eines Schutzleiters für andere Betriebsmittel nicht verwendet werden, ausgenommen wie nach 543.2.2 erlaubt.

543.4 PEN-, PEL- oder PEM-Leiter

543.4.1 PEN-, PEL- oder PEM-Leiter dürfen nur in fest installierten elektrischen Anlagen verwendet werden und sie müssen aus mechanischen Gründen einen Leiterquerschnitt von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² Al besitzen.

543.4.2 PEN-, PEL- oder PEM-Leiter müssen für die höchste vorkommende Spannung isoliert sein, denen sie ausgesetzt sein können.

Metallene Umhüllungen von Kabeln und Leitungen dürfen nicht als PEN-, PEL- oder PEM-Leiter verwendet werden mit der Ausnahme der Umhüllung von Schienenverteilern entsprechend IEC 60439-2 und IEC 61534-1.

ANMERKUNG Die Notwendigkeit einer isolierten Ausführung von PEN-, PEL- oder PEM-Leiter innerhalb von Betriebsmitteln sollte durch das zuständige Gerätekomitee betrachtet werden.

543.4.3 Wenn ab einem beliebigen Punkt der Anlage, die Funktion des Neutral-/ bzw. Mittelpunkts-/aktiven Leiters und des Schutzleiters aufgeteilt wird, ist es nicht zulässig, den Neutral-/Mittelpunkts-/aktiven Leiter mit irgendeinem anderen geerdeten Teil der Anlage zu verbinden (z. B. mit dem Schutzleiter abgezweigt aus dem PEN-, PEL- oder PEM-Leiter). Es ist jedoch zulässig, mehr als einen Neutral-/bzw. Mittelpunkts- oder aktive Leiter und mehr als einen Schutzleiter vom PEN-, bzw. PEL- oder PEM-Leiter abzuzweigen.

Für die Schutz- und Neutral-/bzw. Mittelpunkt- oder aktiven Leiter dürfen getrennte Schienen oder Klemmen vorgesehen werden. In diesem Fall muss der PEN- bzw. PEL- oder PEM-Leiter an die Klemme oder Schiene angeschlossen werden, die für den Schutzleiter vorgesehen ist.

543.4.4 Fremde leitfähige Teile dürfen als PEN-, PEM- oder PEL-Leiter nicht verwendet werden.

543.5 Kombinierte Schutz- und Funktionserdungsleiter

543.5.1 Wenn ein gemeinsamer Schutzerdungs- und Funktionserdungsleiter verwendet wird, muss dieser die Anforderungen für einen Schutzleiter erfüllen. Zusätzlich muss er auch die entsprechenden Anforderungen für Funktionszwecke erfüllen (siehe IEC 60364-4-44, Abschnitt 444).

Ein Gleichstrom-Rückleiter PEL oder PEM für eine informationstechnische Stromversorgung darf ebenfalls als kombinierter Schutzerdungs- und Funktionserdungsleiter genutzt werden.

543.5.2 Fremde leitfähige Teile dürfen als PEN, PEL- oder PEM-Leiter nicht verwendet werden.

543.6 Anordnung von Schutzleitern

Wenn Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag verwendet werden, muss der Schutzleiter in demselben Kabel bzw. in derselben Leitung integriert sein wie die aktiven Leiter oder in unmittelbarer Nähe zu diesen verlegt sein.

543.7 Verstärkte Schutzleiter für Schutzleiterströme größer 10 mA

Für jedes Verbrauchsmittel, das einen Schutzleiterstrom von mehr als 10 mA führt und fest angeschlossen ist, muss ein verstärkter Schutzleiter wie folgt bemessen werden:

- entweder muss der Schutzleiter einen Querschnitt von mindestens 10 mm^2 Cu oder 16 mm^2 Al in seinem gesamten Verlauf aufweisen,

ANMERKUNG 1 Ein PEN-Leiter, der nach 543.4 ausgewählt ist, erfüllt diese Anforderung.

- oder ein zweiter Schutzleiter mit mindestens demselben Querschnitt, wie er für den Schutz bei indirektem Berühren gefordert wird, muss vom Verbrauchsmittel aus bis zu dem Punkt verlegt werden, an dem der Schutzleiter mindestens einen Querschnitt von 10 mm^2 Cu oder 16 mm^2 Al aufweist. Dies erfordert eine getrennte Anschlussklemme für den zweiten Schutzleiter am Gerät.

ANMERKUNG 2 In TN-C-Systemen, in denen die Neutral- und die Schutzleiterfunktion in einem einzigen Leiter (PEN-Leiter) bis zu den Anschlussstellen der Betriebsmittel enthalten ist, darf der Schutzleiterstrom als Betriebsstrom behandelt werden.

ANMERKUNG 3 Verbrauchsmittel mit hohem Schutzleiterstrom im normalen Betrieb können in Verbindung mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) Probleme verursachen.

544 Schutzpotentialausgleichsleiter

544.1 Schutzpotentialausgleichsleiter für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene

544.1.1 Der Schutzpotentialausgleichsleiter, der für die Verbindung mit der Haupterdungsschiene vorgesehen ist, muss einen Querschnitt haben der nicht kleiner ist als der halbe Querschnitt des größten Schutzleiters der Anlage und darf nicht kleiner sein als:

- 6 mm^2 Kupfer, oder
- 16 mm^2 Aluminium, oder
- 50 mm^2 Stahl.

E DIN IEC 60364-5-54 (VDE 0100-540):2008-01

Der Querschnitt von Schutzpotentialausgleichsleitern, die zur Verbindung mit der Haupterdungsschiene vorgesehen sind, braucht nicht größer als 25 mm² Cu zu sein, oder vergleichbare Querschnitte anderer Materialien.

544.2 Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich

544.2.1 Ein Schutzpotentialausgleichsleiter, der zwei Körper elektrischer Betriebsmittel verbindet, muss eine Leitfähigkeit besitzen, die nicht kleiner ist, als die des kleineren Schutzleiters, der an die Körper angeschlossen ist.

544.2.2 Ein Schutzpotentialausgleichsleiter, der Körper elektrischer Betriebsmittel mit fremden leitfähigen Teilen verbindet, muss eine Leitfähigkeit besitzen, die mindestens halb so groß ist, wie die des Querschnitts des entsprechenden Schutzleiters.

544.2.3 Der Mindestquerschnitt von Schutzpotentialausgleichsleitern für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich und für die Verbindung zwischen zwei fremden leitfähigen Teilen muss 543.1.3 entsprechen.

Anhang A (normativ)

Verfahren zur Berechnung des Faktors k im Unterabschnitt 543.1.2 (siehe auch IEC 60724 und IEC 60949)

Der Faktor k ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)$$

Dabei ist

- Q_c volumetrische Wärmekapazität des Leiterwerkstoffes [$\text{J}/(^{\circ}\text{C mm}^3)$] bei 20 °C;
- β Reziprokwert des Temperaturkoeffizienten des spezifischen Widerstandes bei 0 °C für den Leiter [$^{\circ}\text{C}$];
- ρ_{20} spezifischer elektrischer Widerstand des Leiterwerkstoffes bei 20 °C [$\Omega \text{ mm}$];
- θ_i Anfangstemperatur des Leiters [$^{\circ}\text{C}$];
- θ_f Endtemperatur des Leiters [$^{\circ}\text{C}$].

Tabelle A.54.1 – Werte der Parameter für verschiedene Leiterwerkstoffe

Werkstoff	$\beta^{a)}$ °C	$Q_c^{a)}$ J/°C mm ³	$\rho_{20}^{a)}$ Ω mm	$\sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}}$ $\frac{A\sqrt{s}}{\text{mm}^2}$
Kupfer	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Aluminium	228	$2,50 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Stahl	202	$3,80 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78
a) Werte sind abgeleitet von IEC 60949				

Tabelle A.54.2 – Werte von k für isolierte Schutzleiter, die nicht Bestandteil von Kabeln und Leitungen und nicht mit anderen Kabeln und Leitungen gebündelt sind

Leiterisolierung	Temperatur °C ^{b)}		Leiterwerkstoff		
	Anfang	Ende	Kupfer	Aluminium	Stahl
			Wert für k ^{c)}		
70 °C PVC	30	160/140 ^{a)}	143/133 ^{a)}	95/88 ^{a)}	52/49 ^{a)}
90 °C PVC	30	160/140 ^{a)}	143/133 ^{a)}	95/88 ^{a)}	52/49 ^{a)}
90 °C Duroplast	30	250	176	116	64
60 °C Gummi	30	200	159	105	58
85 °C Gummi	30	220	166	110	60
Silikon-Kautschuk	30	350	201	133	73
a) Bei PVC-isolierten Leitern mit Querschnitten über 300 mm ² ist der kleinere Wert anzuwenden.					
b) Temperaturgrenzwerte für verschiedene Arten der Isolierung sind in IEC 60724 enthalten.					
c) Bezüglich des Verfahrens zur Berechnung von k siehe die Formel am Anfang diese Anhangs					

Tabelle A.54.3 – Werte von k für blanke Schutzleiter in Berührung mit Umhüllungen von Kabeln und Leitungen, jedoch ohne Bündelung mit anderen Kabeln und Leitungen

Kabel-/Leitungsumhüllung	Temperatur °C ^{a)}		Leiterwerkstoff		
	Anfang	Ende	Kupfer	Aluminium	Stahl
			Wert für k ^{b)}		
PVC	30	200	159	105	58
Polyethylen	30	150	138	91	50
CSP (ölbeständiger Kautschuk)	30	220	166	110	60
a) Temperaturgrenzwerte für verschiedene Arten der Isolierung sind in IEC 60724 enthalten.					
b) Bezüglich des Verfahrens zur Berechnung von k siehe die Formel am Anfang diese Anhangs.					

Tabelle A.54.4 – Werte von k für Schutzleiter, die als Ader innerhalb von Kabeln und Leitungen enthalten sind, oder die in gemeinsamer Bündelung mit anderen Kabeln und Leitungen oder mit Aderleitungen verlegt sind

Leiterisolierung	Temperatur °C ^{b)}		Leiterwerkstoff		
	Anfang	Ende	Kupfer	Aluminium	Stahl
	Wert für k ^{c)}				
70 °C PVC	70	160/140 ^{a)}	115/103 ^{a)}	76/68 ^{a)}	42/37 ^{a)}
90 °C PVC	90	160/140 ^{a)}	100/86 ^{a)}	66/57 ^{a)}	36/31 ^{a)}
90 °C Duroplast	90	250	143	94	52
60 °C Gummi	60	200	141	93	51
85 °C Gummi	85	220	134	89	48
Silikon-Kautschuk	180	350	132	87	47
a) Bei PVC-isolierten Leitern mit Querschnitten über 300 mm ² ist der kleinere Wert anzuwenden.					
b) Temperaturgrenzwerte für verschiedene Arten der Isolierung sind in IEC 60724 enthalten.					
c) Bezüglich des Verfahrens zur Berechnung von k siehe die Formel am Anfang diese Anhangs.					

Tabelle A.54.5 – Werte von k für Schutzleiter als metallene Umhüllung von Kabeln und Leitungen, z. B als Bewehrung, Metallmantel, konzentrischer Leiter usw.

Leiterisolierung	Temperatur °C ^{a)}		Leiterwerkstoff			
	Anfang	Ende	Kupfer	Aluminium	Blei	Stahl
	Wert für k ^{c)}					
70 °C PVC	60	200	141	93	26	51
90 °C PVC	80	200	128	85	23	46
90 °C Duroplast	80	200	128	85	23	46
60 °C Gummi	55	200	144	95	26	52
85 °C Gummi	75	220	140	93	26	51
Mineral, PVC-umhüllt ^{b)}	70	200	135	—	—	—
reines Mineral	105	250	135	—	—	—
a) Temperaturgrenzwerte für verschiedene Arten der Isolierung sind in IEC 60724 enthalten.						
b) Diese Werte dürfen auch für blanke Leiter angewendet werden, bei denen die Möglichkeit einer Berührung mit brennbarem Material besteht.						
c) Bezüglich des Verfahrens zur Berechnung von k siehe die Formel am Anfang diese Anhangs						