

Errichten von Starkstromanlagen
mit Nennspannungen bis 1000 V
Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel
Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter

DIN
VDE 0100
Teil 540

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.

Erection of power installations
with nominal voltages up to 1000 V;
Selection and erection of equipment;
Earthing arrangements, protective conductors,
equipotential bonding conductors

Ersatz für
DIN 57 100 Teil 540/
VDE 0100 Teil 540/11.83
Mit DIN VDE 0190/05.86
Ersatz für
VDE 0190/05.73
Siehe jedoch Übergangsfrist!

In diese Norm sind die Sachaussagen der Publikation IEC 364-5-54, Ausgabe 1980, eingearbeitet. Die Abschnittsnummern der IEC-Publikation sind in eckigen Klammern angegeben. Damit ist der Bezug der einzelnen Abschnitte dieser Norm zu den Abschnitten der IEC-Publikation hergestellt.

DIN 57 100 Teil 540 A1/VDE 0100 Teil 540 A1, Entwurf November 1983 ist eingearbeitet.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Mai 1986.

Daneben gelten für in Planung oder in Bau befindliche Anlagen die entsprechenden Festlegungen von Ausgabe November 1983 noch bis zum 30. April 1987.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	8 Kombinierte Erdung für Schutz- und Funk-	
2 Begriffe	2	tionszwecke	7
3 Allgemeine Anforderungen	2	8.1 Allgemeines	7
4 Erdungsanlage	2	8.2 PEN-Leiter	7
4.1 Erder	2	9 Potentialausgleichsleiter	8
4.2 Erdungsleitungen	3	9.1 Querschnitte	8
4.3 Haupterdungsschiene, Potentialausgleichs-		9.2 Überbrückung von Wasserzählern	8
schiene	3	10 Kennzeichnung von Schutzleiter, PEN-Lei-	
4.4 Verbindung mit der Erdungsanlage anderer		ter, Erdungsleiter und Potentialausgleichs-	
Systeme	3	leiter	8
5 Schutzleiter	3	10.1 Isolierte Leiter	8
5.1 Querschnitte	3	10.2 Einadrige Kabel und Leitungen	8
5.2 Arten von Schutzleitern	5	10.3 Konstruktionsteile und nichtisolierte Leiter	8
5.3 Aufrechterhaltung der durchgehenden elek-		Anhang A	9
trischen Verbindung der Schutzleiter	6	Anhang B	9
6 Erdungsleitung und Schutzleiter für Fehler-		Zitierte Normen und andere Unterlagen	10
spannungs-Schutzeinrichtungen	6	Frühere Ausgaben	10
7 Betriebserdung (Funktionserdung)	7	Änderungen	10
		Erläuterungen	11

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Errichtung von Erdungsanlagen, Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern zum Schutz bei indirektem Berühren und zu Betriebszwecken sowie für die Bemessung von Potentialausgleichsleitern.

Sie gilt nur in Verbindung mit den entsprechenden anderen Normen der Reihe DIN VDE 0100 sowie mit den noch nicht ersetzten Paragraphen von DIN VDE 0100/05.73 mit Änderung DIN VDE 0100g/07.76. Diese Norm ist eine im Rahmen der Pilotfunktion für den Schutz gegen gefährliche Körperströme erarbeitete Grundnorm.

2 Begriffe

Allgemeine Begriffe siehe DIN VDE 0100 Teil 200.

2.1 Funktionserdung ist eine Erdung, die nur den Zweck hat, die beabsichtigte Funktion einer Fernmeldeanlage oder eines Betriebsmittels zu ermöglichen. Die Funktionserdung schließt auch Betriebsströme von solchen Fernmeldegeräten ein, die die Erde als Rückleitung benutzen (aus: DIN VDE 0800 Teil 2/07.85).

3 Allgemeine Anforderungen [541]

Diese Norm dient zur sicherheitsgerechten Errichtung von Erdungsanlagen, Schutzleitern, PEN-Leitern und Potentialausgleichsleitern. Dabei sind auch die Erfordernisse der Funktion der elektrischen Anlage zu berücksichtigen.

4 Erdungsanlage [542] [542.1] [542.1.1]

Die Erdungsanlagen dürfen gemeinsam oder getrennt für Schutz- oder Funktionszwecke, je nach den Erfordernissen der elektrischen Anlage, verwendet werden.

[542.1.2]

Die Auswahl und das Errichten der Einzelteile der Erdungsanlagen muß sicherstellen, daß:

- der Wert des Ausbreitungswiderstandes der Erder den Erfordernissen des Schutzes und der Funktion der Anlagen entspricht und man erwarten kann, daß die Funktion des Erders erhalten bleibt.
- der Werkstoff richtig ausgewählt, ausreichend bemessen und eventuell mit zusätzlichem mechanischem Schutz versehen ist, damit er den zu erwartenden äußeren Einflüssen standhält.
- Erdfehlerströme und Erdableitströme ohne Gefahr, z. B. infolge thermischer, thermomechanischer oder elektrodynamischer Beanspruchungen, abgeleitet werden können.

[542.1.3]

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden gegen vor-ausschbare Schädigung anderer Metallteile durch elektrolitische Einflüsse.

Verbindungen von Erdungsleitungen und Erdern untereinander sowie Abzweigungen von diesen sind so herzustellen, daß eine sichere, elektrisch gut leitende Verbindung dauernd sichergestellt ist.

Anmerkung: Zulässig sind Schweiß-, Schraub- oder Klemmverbindungen, an Seilen auch Hülsenverbinder (Preß-, Niet- und Schraubverbinder). Schraubverbinder einschließlich ihrer Schrauben müssen gegen mögliche Korrosion geschützt sein.

4.1 Erder [542.2]

4.1.1 Als Erder können verwendet werden: [542.2.1]

- a) Oberflächenerder
 - Banderder
 - Erder aus Rundmaterial
 - Seilerder
- b) Tiefenerder
 - Staberder
 - Rohrerder
- c) Fundamenterder
- d) Natürliche Erder z. B.
 - Metallbewehrung von Beton im Erdreich
 - Bleimäntel und andere metallene Umhüllungen von Kabeln
 - metallene Wasserleitungen
- e) andere geeignete unterirdische Konstruktionsteile wie Spundwände, Stahlteile von Gebäuden usw.

Anmerkung: Bei der Einbeziehung von Konstruktionsteilen aus Spannbeton sind die zuständigen Bau-fachleute zu befragen.

[542.2.2]

4.1.2 Art und Verlegungstiefe der Erder müssen so ausgewählt werden, daß das Austrocknen oder Gefrieren des Bodens den Ausbreitungswiderstand der Erder nicht über den erforderlichen Wert hinaus erhöht.

4.1.2.1 Oberflächenerder sollen im allgemeinen 0,5 bis 1 m tief verlegt werden, sofern die Bodenverhältnisse dies erlauben.

Steine und grober Kies unmittelbar am Erder vergrößern den Ausbreitungswiderstand. Es empfiehlt sich in diesen Fällen, die Erder mit bindigem Erdreich zu umgeben und dieses zu verfestigen.

Bei Strahlenerdern soll der Winkel zwischen zwei benachbarten Strahlen 60° nicht unterschreiten, da kleinere Winkel wegen der gegenseitigen Beeinflussung keine wesentliche Verringerung des Ausbreitungswiderstandes bringen.

4.1.2.2 Tiefenerder können besonders dann von Vorteil sein, wenn mit der Tiefe der spezifische Erdwiderstand sinkt. Sind mehrere Tiefenerder notwendig, um einen geforderten Ausbreitungswiderstand zu erreichen, so ist ein gegenseitiger Mindestabstand von der doppelten wirksamen Länge eines einzelnen Erders anzustreben.

Anmerkung: Bei hohem spezifischen Erdwiderstand, z. B. der oberen Bodenschichten, sind Tiefenerder nicht mit ihrer ganzen Länge wirksam.

4.1.2.3 Fundamenterder sind nach den „Richtlinien für das Einbetten von Fundamenterdern in Gebäudefundamente“ herzustellen¹⁾.

[542.2.3]

4.1.3 Der anzuwendende Werkstoff und die Ausführung der Erder müssen so ausgewählt werden, daß sie die zu erwartenden Korrosionseinflüsse berücksichtigen (siehe DIN VDE 0151)*). Mindestabmessungen für Erder siehe Anhang A.

Z. Z. Entwurf.

Zu beziehen durch: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e.V. — VDEW, Stresemannallee 23, 6000 Frankfurt 70.

[542.2.4]

4.1.4 Die Planung der Erdungsanlage muß ein mögliches Ansteigen des Ausbreitungswiderstandes der Erde infolge Korrosion berücksichtigen.

[542.2.5]

4.1.5 Metallene Wasserrohrnetze dürfen als Erder verwendet werden, vorausgesetzt, daß das Wasserversorgungsunternehmen (WVU) damit einverstanden ist und daß entsprechende Vereinbarungen getroffen sind, durch die der Eigentümer der elektrischen Anlage von allen beabsichtigten Veränderungen am Wasserrohrnetz im voraus in Kenntnis gesetzt wird.

[542.2.6]

4.1.6 Metallene Rohrleitungen für andere als die in Abschnitt 4.1.5 genannten Zwecke, z. B. für brennbare Flüssigkeiten oder Gase, Heizungen, dürfen nicht als Erder für Schutzzwecke benutzt werden.

[542.2.7]

4.1.7 Metallene Umhüllungen von Kabeln, bei denen eine Korrosion unwahrscheinlich ist, dürfen als Erder verwendet werden. Voraussetzung ist, daß der Besitzer und der Betreiber der Kabel damit einverstanden sind. Es muß eine Vereinbarung getroffen werden, nach der der Anwender der Erdung von allen beabsichtigten Veränderungen an dem Kabel, die dessen Eignung als Erder beeinflussen könnten, im voraus in Kenntnis gesetzt wird.

4.2 Erdungsleitungen [542.3] [542.3.1]

4.2.1 Jede Erdungsleitung muß Abschnitt 5.1, bei Verlegung in Erde auch der Tabelle 1, entsprechen.

Tabelle Mindestquerschnitte von Erdungsleitungen in Erde

Verlegung	mechanisch geschützt	mechanisch ungeschützt
isoliert	Al, Cu, Fe wie in Abschnitt 5.1 gefordert	Al unzulässig Cu 16 mm ² Fe 16 mm ²
blank	Al unzulässig Cu 25 mm ² Fe 50 mm ² , feuerverzinkt	

[542.3.2]

4.2.2 Der Anschluß einer Erdungsleitung an einen Erder muß zuverlässig und elektrotechnisch einwandfrei ausgeführt werden.

Wenn eine Erdungsschelle verwendet wird, darf sie den Erder, z. B. ein Rohr, oder die Erdungsleitung nicht beschädigen. Wird der Anschluß nur durch eine Schraube hergestellt, so muß mindestens M10 verwendet werden. An Seilen dürfen auch Hülsenverbinder, z. B. Kerb-, Preß- oder Schraubverbinder, verwendet werden.

4.2.3 Zum Prüfen des Ausbreitungswiderstandes eines Erders ist in die Erdungsleitung an zugänglicher Stelle eine Trennstelle einzubauen. Sie ist möglichst dort anzuordnen, wo ohnehin Übergangsstellen erforderlich sind.

4.2.4 Erdungsleitungen außerhalb der Erde müssen sichtbar oder bei Verkleidung zugänglich verlegt wer-

den. Erdungsleitungen sind gegen zu erwartende mechanische oder korrosive Einflüsse zu schützen. Schalter oder ohne Werkzeug leicht lösbare Verbindungen sind in Erdungsleitungen unzulässig.

4.3 Haupterdungsschiene, Potentialausgleichsschiene [542.4] [542.4.1]

4.3.1 Jedem Hausanschluß oder gleichwertigen Versorgungseinrichtungen muß eine Haupterdungsschiene (-klemme) oder Potentialausgleichsschiene zugeordnet werden.

Folgende Leiter müssen damit verbunden werden:

- Erdungsleitungen
- Schutzleiter
- PEN-Leiter
- Leiter für den Hauptpotentialausgleich (siehe DIN VDE 0100 Teil 410)
- Erdungsleitungen für Funktionserdung, wenn erforderlich
- Leiter zum Blitzschutzerder

[542.4.2]

4.3.2 Vorrichtungen zum Abtrennen der Erdungsleitungen müssen zugänglich sein. Sie können zweckmäßig mit der Haupterdungsschiene oder Potentialausgleichsschiene kombiniert werden, damit es möglich ist, den Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage zu messen. Diese Verbindung darf nur mit Werkzeug lösbar sein; sie muß ausreichende mechanische Festigkeit haben und eine dauerhafte elektrische Verbindung sicherstellen.

4.4 Verbindung mit der Erdungsanlage anderer Systeme [542.5]

4.4.1 Anlagen mit höherer Spannung

Siehe DIN VDE 0141.

4.4.2 Blitzschutzanlagen

Siehe DIN VDE 0185 Teil 1 und Teil 2.

5 Schutzleiter [543]

5.1 Querschnitte [543.1]

Der Querschnitt des Schutzleiter muß entweder

- nach Abschnitt 5.1.1 ausgewählt werden oder
- nach Abschnitt 5.1.2 berechnet werden, wobei Abschnitt 5.1.3 berücksichtigt werden muß.

[543.1.2]

5.1.1 Die Auswahl der Mindestquerschnitte von Schutzleitern erfolgt nach Tabelle 2.

Die Werte der Tabelle 2 sind nur gültig, wenn der Schutzleiter aus dem gleichen Material besteht wie die Außenleiter. Trifft dies nicht zu, so ist der Querschnitt des Schutzleiters so festzusetzen, daß sich die gleiche Leitfähigkeit ergibt wie bei Anwendung von Tabelle 2. Ergeben sich dabei nicht genormte Querschnitte, so ist der in der Normreihe nächsthöhere Querschnitt auszuwählen.

In IT-Netzen braucht der Querschnitt eines getrennt verlegten Schutzleiters aus Fe oder einer Erdungsleitung aus Fe jedoch nicht größer als 120 mm² zu sein, sofern zusätzlicher Potentialausgleich und Isolationsüberwachung angewendet werden (siehe DIN VDE 0100 Teil 410/11.83, Abschnitt 6.1.5.4).

Tabelle 2. Zuordnung der Mindestquerschnitte von Schutzleitern zum Querschnitt der Außenleiter

1	2	3	4	5
Nennquerschnitte				
Außenleiter mm ²	Schutzleiter oder PEN-Leiter ¹⁾		Schutzleiter ³⁾ getrennt verlegt	
	Isolierte Starkstromleitungen mm ²	0,6/1-kV-Kabel mit 4 Leitern mm ²	geschützt mm ² Cu Al	ungeschützt ²⁾ mm ² Cu
bis 0,5	0,5	—	2,5	4
0,75	0,75	—	2,5	4
1	1	—	2,5	4
1,5	1,5	1,5	2,5	4
2,5	2,5	2,5	2,5	4
4	4	4	4	4
6	6	6	6	6
10	10	10	10	10
16	16	16	16	16
25	16	16	16	16
35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	70	50	50
150	70	70	50	50
185	95	95	50	50
240	—	120	50	50
300	—	150	50	50
400	—	185	50	50

¹⁾ PEN-Leiter $\geq 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ oder $\geq 16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$, nach Abschnitt 8.2.1.
²⁾ Ungeschütztes Verlegen von Leitern aus Aluminium ist nicht zulässig.
³⁾ Ab einem Querschnitt des Außenleiters von $\geq 95 \text{ mm}^2$ vorzugsweise blanke Leiter anwenden.

[543.1.1]

5.1.2 Zur Berechnung der Mindestquerschnitte für Abschaltzeiten bis 5 s ist folgende Gleichung anzuwenden:

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

Darin bedeuten:

- S ist der Mindestquerschnitt in mm²;
 I ist der effektive Wechselstromwert des Fehlerstromes in A, der bei einem vollkommenen Kurzschluß durch die Schutzvorrichtung fließen kann;
 t ist die Ansprechzeit in s für die Abschaltvorrichtung;
 k ist ein Materialbeiwert²⁾, der abhängt
- von dem Leiterwerkstoff des Schutzleiters
 - von dem Werkstoff der Isolierung
 - von dem Werkstoff anderer Teile
 - von Anfangs- und Endtemperatur des Schutzleiters.

Physikalische Einheit von

$$k: \text{A} \frac{\sqrt{\text{s}}}{\text{mm}^2}$$

(Berechnung von k siehe Anhang B)

Materialbeiwerte k für Schutzleiter bei verschiedener Anwendung und verschiedenen Betriebsarten sind in den Tabellen 3 bis 6 angegeben.

Wenn sich durch die Anwendung der Gleichung nicht genormte Querschnitte ergeben, so müssen die nächsthöheren genormten Querschnitte angewendet werden.

Anmerkung 1: Temperaturbegrenzungen für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen: siehe DIN VDE 0165.

Anmerkung 2: Werte für mineralisierte Leitungen sind in Beratung.

[543.1.3]

5.1.3 Der nach Abschnitt 5.1.2 berechnete Querschnitt jedes Schutzleiters, der nicht mit Außenleitern und Neutralleitern in einer gemeinsamen Umhüllung verlegt ist, darf in keinem Falle kleiner sein als:

- 2,5 mm² Cu oder 4 mm² Al, wenn mechanischer Schutz vorgesehen ist;
- 4 mm² Cu, wenn mechanischer Schutz nicht vorgesehen ist,
- 50 mm² Fe bei Bandstahl von mindestens 2,5 mm Dicke.

Ungeschütztes Verlegen von Leitern aus Aluminium ist nicht zulässig.

- ²⁾ Die Benennung „Materialbeiwert“ soll zukünftig auch in DIN VDE 0100 Teil 430 für den „ k -Faktor“ verwendet werden.