OVE EN 50522

Ausgabe: 2023-11-01

Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV

Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.

Prises de terre des installations électriques de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 kV

Copyright OVE

Medieninhaber und Hersteller:
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik

Copyright © OVE – 2023.
Alle Rechte vorbehalten! Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien
E-Mail: verkauf@ove.at
Internet: http://www.ove.at
Webshop: www.ove.at/webshop
Tel.: +43 1 587 63 73

ICS	29.120.50
Ident (IDT) mit	EN 50522:2022
Ersatz für	siehe nationales Vorwort
zuständig	OVE/TK H Elektrische Hochspannungsanlagen

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 50522:2022 hat den Status einer nationalen elektrotechnischen Norm gemäß ETG 1992. Bei ihrer Anwendung ist dieses Nationale Vorwort zu berücksichtigen.

Für den Fall einer undatierten normativen Verweisung (Verweisung auf einen Standard ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste Ausgabe dieses Standards.
Für den Fall einer datierten normativen Verweisung bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Standards.

Der Rechtsstatus dieser nationalen elektrotechnischen Norm ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten rein österreichischen elektrotechnischen Normen ist zu beachten:
- Hinweise auf Veröffentlichungen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser rein österreichischen elektrotechnischen Norm. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieser rein österreichischen elektrotechnischen Norm ist der durch die Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz oder gegebenenfalls auf andere Weise festgelegte aktuelle Stand zu berücksichtigen.
- Informative Anhänge und Fußnoten sowie normative Verweise und Hinweise auf Fundstellen in anderen, nicht verbindlichen Texten werden von der Verbindlicherklärung nicht erfasst.

Europäische Normen (EN) von CENELEC werden gemäß den CENELEC-Regeln durch Veröffentlichung eines identen Titels und Textes in das Gesamtwerk der nationalen elektrotechnischen Normen übernommen, wobei der Nummerierung der Zusatz OVE vorangestellt wird.
Die nachstehende Tabelle listet jene nationalen elektrotechnischen Normen auf, die in Titel, Nummerierung und/oder Inhalt (nicht ident) von den zitierten internationalen bzw. europäischen Standards abweichen.

Europäische Norm	Internationale Norm	Nationale elektrotechnische Norm
HD 60364 (alle Teile)	IEC 60364 (alle Teile)	OVE E 8101:2019-01-01 + OVE E 8101/AC1:2020-05-01

OVE E 8101 Elektrische Niederspannungsanlagen

Erläuterung zum Ersatzvermerk

Gemäß Vorwort zur EN wird das späteste Datum, zu dem nationale (elektrotechnische) Normen, die der vorliegenden Norm entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen, mit dow (date of withdrawal) festgelegt. Bis zum Zurückziehungsdatum (dow) 2025-01-10 ist somit die Anwendung folgender Norm(en) noch erlaubt:

ÖVE/ÖNORM EN 50522:2011-12-01.

Erläuterungen zur Anwendung:

Inhalte und Abbildungen dieser Norm, welche 3-phasige Systeme beschreiben, gelten sinngemäß auch für 1- oder 2-phasige Systeme.

Zur Note b von Tabelle 1 hinsichtlich der Betriebserfahrung mit isoliert und gelöscht betriebenen Netzen in Österreich wird klargestellt, dass hier die Erdungsströme I_E der Tabelle 1 angewendet werden können.

Copyright OVE

EUROPÄISCHE NORM **EN 50522**

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENE

März 2022

ICS 29.120.50

Ersatz für EN 50522:2010 und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden)

Deutsche Fassung

Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV

Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.

Prises de terre des installations électriques de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 kV

Copyright OVE

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2022-01-10 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2022 CENELEC Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50522:2022 D

EN 50522:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 10
1 Anwendungsbereich ... 11
2 Normative Verweisungen ... 12
3 Begriffe ... 12
4 Grundlegende Anforderungen ... 19
4.1 Allgemeine Anforderungen ... 19
4.2 Elektrische Anforderungen ... 19
4.2.1 Arten der Sternpunktbehandlung ... 19
4.2.2 Kurzschlussstrom ... 19
4.3 Sicherheitskriterien ... 19
4.4 Funktionale Anforderungen ... 20
5 Auslegung von Erdungsanlagen ... 20
5.1 Allgemeines ... 20
5.2 Bemessung im Hinblick auf Korrosion und mechanische Beanspruchung ... 20
5.2.1 Erder ... 20
5.2.2 Erdungsleiter ... 20
5.2.3 Potentialausgleichsleiter ... 20
5.3 Bemessung im Hinblick auf thermische Beanspruchung ... 20
5.3.1 Allgemeines ... 20
5.3.2 Strombelastbarkeit ... 21
5.4 Bemessung im Hinblick auf Berührungsspannungen ... 23
5.4.1 Zulässige Werte ... 23
5.4.2 Maßnahmen zur Einhaltung der zulässigen Berührungsspannungen ... 23
5.4.3 Auslegungsverfahren ... 24
6 Maßnahmen zur Vermeidung von Potentialverschleppung ... 27
6.1 Potentialverschleppung von Hochspannungsanlagen zu Niederspannungsanlagen ... 27
6.1.1 Erdungsanlagen für Hoch- und Niederspannung ... 27
6.1.2 Niederspannungsversorgung nur innerhalb der Hochspannungsanlage ... 27
6.1.3 Niederspannungsversorgung mit Zu-/Ableitung außerhalb der Hochspannungsanlage ... 27
6.1.4 Niederspannung in der Nähe von Hochspannungsanlagen ... 27
6.2 Potentialverschleppung zu Telekommunikationsanlagen und anderen Systemen ... 28
7 Errichtung von Erdungsanlagen ... 29
7.1 Ausführung von Erdern und Erdungsleitern ... 29
7.2 Blitz und transiente Beanspruchungen ... 29
7.3 Maßnahmen zur Erdung an Betriebsmitteln und Anlagen ... 29
8 Messungen ... 30
9 Instandhaltbarkeit ... 30
9.1 Inspektion ... 30
9.2 Messungen ... 30
10 Inspektion und Dokumentation von Erdungsanlagen ... 30
Anhang A (normativ) Verfahren zur Berechnung von zulässigen Berührungsspannungen ... 31
A.1 Verfahren zur Berechnung der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp} ... 31
A.2 Verfahren zur Berechnung der zulässigen Leerlauf-Berührungsspannung U_{vTp} ... 32
A.3 Verfahren zur Berechnung der zulässigen Schrittspannungen ... 32

Copyright OVE

Anhang B (normativ) Berechnung der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp}, zulässigen Leerlauf-Berührungsspannung U_{vTp} 34
B.1 Allgemeines 34
B.2 Berechnung der zulässigen Berührungsspannung 34
B.3 Berechnung der Werte der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp} für das Diagramm in Bild 8 34
B.4 Berechnung der zulässigen Leerlauf-Berührungsspannung 37
Anhang C (normativ) Werkstoffe und Mindestmaße für Erderwerkstoffe, die die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherstellen 39
Anhang D (normativ) Bestimmung der Strombelastbarkeit von Erdungsleitern oder Erdern 41
Anhang E (normativ) Beschreibung der anerkannten festgelegten Maßnahmen M 46
Anhang F (normativ) Maßnahmen an Erdungsanlagen zur Reduzierung der Auswirkungen von Hochfrequenzstörungen 48
Anhang G (normativ) Spezielle Maßnahmen zur Erdung von Betriebsmitteln und Anlagen 49
G.1 Anlagenumzäunungen 49
G.2 Rohrleitungen 50
G.3 Anschlussgleise 50
G.4 Maststationen und/oder Mastschalter 50
G.5 Sekundärstromkreise von Messwandlern 51
Anhang H (normativ) Messung von Berührungsspannungen 52
Anhang I (informativ) Reduktionsfaktoren von Erdseilen bei Freileitungen und metallenen Schirmen bei Kabeln 53
I.1 Allgemeines 53
I.2 Typische Werte für Reduktionsfaktoren von Freileitungen und Kabeln (50 Hz) 53
I.3 Einfluss der Stationsausbreitungswiderstände auf den Strom im Kabelschirm 54
Anhang J (informativ) Grundlagen für die Ausführung von Erdungsanlagen 56
Anhang K (informativ) Ausführung von Erdern und Erdungsleitern 62
K.1 Ausführung von Erdern 62
K.1.1 Oberflächenerder 62
K.1.2 Senkrechte oder schräg eingetriebene Tiefenerder 62
K.1.3 Verbinden der Erder 62
K.2 Ausführung der Erdungsleiter 62
K.2.1 Allgemeines 62
K.2.2 Einbau der Erdungsleiter 62
K.2.3 Verbinden der Erdungsleiter 63
Anhang L (informativ) Messungen für und an Erdungsanlagen 64
L.1 Messung und Analyse von spezifischen Erdwiderständen 64
L.1.1 Einleitung 64
L.1.2 Messung des spezifischen Erdwiderstandes 64
L.1.3 Auswertung des gemessenen spezifischen Erdwiderstandes 65
L.2 Messung von Ausbreitungswiderständen und Erdungsimpedanzen 66
L.3 Bestimmung der Erdungsspannung 68
L.4 Messung von Berührungsspannungen und Leerlauf-Berührungsspannungen 69
L.5 Eliminierung von Fremd- und Störspannungen bei Erdungsmessungen 72
Anhang M (informativ) Die Verwendung von Bewehrungsstählen in Beton für Erdungszwecke 74
Anhang N (informativ) Globales Erdungssystem 75
Anhang O (normativ) Besondere nationale Bedingungen 76
Anhang P (informativ) A-Abweichungen 77
Literaturhinweise 80

Copyright OVE

EN 50522:2022

Bilder

Bild 1 – Beispiel für den Verlauf des Erdoberflächenpotentials und für die Spannungen bei stromdurchflossenem Erder 15
Bild 2 – Beispiel für Ströme, Spannungen und Widerstände bei einem Erdfehler in einer Umspannanlage mit niederohmiger Sternpunkterdung 16
Bild 3 – Erdfehlerstrom in einem Netz mit isoliertem Sternpunkt 17
Bild 4 – Erdfehlerstrom in einem Netz mit Erdschlusskompensation 17
Bild 6 – Erdfehlerstrom in einem Netz mit Erdschlusskompensation und vorübergehender niederohmiger Sternpunkterdung (Kurzzeit-Erdung) 18
Bild 7 – Doppelerdschlussstrom in einem Netz mit isoliertem Sternpunkt oder Erdschlusskompensation 19
Bild 8 – Zulässige Berührungsspannung 23
Bild 9 – Auslegung von Erdungsanlagen, die nicht Teil eines Globalen Erdungssystems (C1 von 5.4.2) sind, im Hinblick auf zulässige Berührungsspannung U_{Tp} durch Überprüfung der Erdungsspannung U_E oder der Berührungsspannung U_T und ohne die Berücksichtigung von Potentialverschleppung 26
Bild B.1 – Gesamtkörperimpedanz Z_T in Abhängigkeit vom Körperstrom I_B für einen Stromweg Hand zu Hand 36
Bild B.2 – Ersatzschaltbild für die Berechnung der Werte von U_{vTp} in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f 37
Bild B.3 – Beispiele für Kurven $U_{vTp} = f(t_f)$ bei verschiedenen Zusatzwiderständen $R_F = R_{F1} + R_{F2}$ 38
Bild D.1 – Kurzschlussstromdichte G für Erdungsleiter und Erder in Abhängigkeit von der Fehlerstromdauer t_f 43
Bild D.2 – Dauerstrom I_D für Erdungsleiter mit kreisförmigem Querschnitt (A) 44
Bild D.3 – Dauerstrom I_D für Erdungsleiter mit rechteckförmigem Querschnitt in Abhängigkeit vom Produkt, Querschnitt mal Profilumfang ($A \times s$) 45
Bild G.1 – Erdung eines blanken Metallzaunes, verbunden mit der Schaltanlagenerdung 49
Bild G.2 – Erdung eines entfernten, blanken Metallzaunes, lokal geerdet 50
Bild I.1 – Maßgebende Einflussgrößen des Kabelschirmstromes 55
Bild J.1 – Ausbreitungswiderstand von Oberflächenerdern (aus Band, Rundmaterial oder Seil) bei gestreckter Verlegung oder als Ring in homogenem Erdreich 57
Bild J.2 – Ausbreitungswiderstand von senkrecht in homogenem Erdreich eingebrachten Tiefenerdern 58
Bild J.3 – Typische Werte für den Ausbreitungswiderstand eines Kabels mit Erderwirkung, abhängig von der Kabellänge und dem spezifischen Erdwiderstand 59
Bild L.1 – Beispiel für die Ermittlung der Erdungsimpedanz mit der Strom-Spannungs-Methode mit großen Strömen 68
Bild L.2 – Messung der Leerlauf-Berührungsspannung U_{vT} 70
Bild L.3 – Messung der Berührungsspannung U_T 70
Bild L.4 – Messung der Berührungsspannung U_T mit Berücksichtigung von Zusatzwiderständen 71
Bild L.5 – Messung der Leerlauf-Berührungsspannung U_{vT} mit Berücksichtigung von Zusatzwiderständen 71
Bild L.6 – Möglichkeiten und Anforderungen an die Messung von Berührungsspannung und Leerlauf-Berührungsspannung 72

Tabellen

Tabelle 1 – Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen 22
Tabelle 2 – Mindestanforderungen für den Zusammenschluss von Niederspannungs- und Hochspannungserdungsanlagen basierend auf der Erdungsspannung U_E 28

Copyright OVE

Tabelle B.1 – Zulässiger Körperstrom I_B in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f 34

Tabelle B.2 – Gesamtkörperimpedanz Z_T in Abhängigkeit von der Berührungsspannung U_T für einen Stromweg Hand zu Hand (Werte von Z_T auf 25 Ω gerundet) 35

Tabelle B.3 – Gesamtkörperimpedanz Z_T in Abhängigkeit vom Körperstrom I_B für einen Stromweg Hand zu Hand 35

Tabelle B.4 – Berechnete Werte der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp} in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f (Werte von U_{Tp} auf 5 V gerundet) 36

Tabelle C.1 – Werkstoffe und Mindestmaße für Erderwerkstoffe, die die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherstellen 39

Tabelle D.1 – Werkstoff-Konstanten 41

Tabelle D.2 – Faktoren zur Umrechnung des Dauerstromes von 300 °C Endtemperatur auf eine andere Endtemperatur 42

Tabelle E.1 – Bedingungen für die Anwendung der anerkannte festgelegte Maßnahmen M, um die zulässigen Berührungsspannungen U_{Tp} sicherzustellen (siehe Bild 8) 46

Tabelle J.1 – Spezifische Erdwiderstände für Frequenzen technischer Wechselströme (Bereich von Werten, die häufiger gemessen wurden) 56

Copyright OVE

EN 50522:2022

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 50522:2022) wurde vom CLC/TC 99X „Starkstromanlagen über 1 kV ac (1,5 kV dc)“ erarbeitet.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

– spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss	(dop):	2023-01-10
– spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen	(dow):	2025-01-10

Dieses Dokument wird EN 50522:2010 und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden) ersetzen.

EN 50522:2022 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 50522:2010:

– Kursive Textabschnitte, die anzeigten, dass der Abschnitt eine Kopie eines Textes aus IEC 61936-1 ist, wurden durch Referenzangaben zu IEC 61936-1 aus Gründen des Urheberrechtes ersetzt.

– Abschnitt 3 wurde hinsichtlich Berührungsspannungen aktualisiert.

– Verbesserte Bilder im Abschnitt 3 zur Verteilung der Erdfehlerströme.

– Die Arbeitsschritte zur Auslegung von Erdungsanlagen in 5.4 und Bild 9 wurden verbessert.

– Anhang A und Anhang B einschließlich zulässiger Leerlaufberührungsspannung und zulässiger Schrittspannung überarbeitet.

– Einführung von rostfreiem Stahl in Anhang C und Anhang D.

– Mehr Details und Bilder bezüglich Zäune im Anhang G.

– Erweiterte Tabelle von Reduktionsfaktoren und Anwendung bei Kabeln im Anhang I.

– Neue Bilder im Anhang J (J.4 und J.5).

– Details zur Messung des spezifischen Erdwiderstandes und Messung von Berührungsspannungen einschließlich Flussdiagramm im Anhang L.

– Abschnitt 10 war der Anhang M in früheren Ausgaben.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Copyright OVE

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar zur Festlegung von Anforderungen für die Projektierung und Errichtung von Erdungsanlagen für Starkstromanlagen in Netzen mit Nennwechselspannungen über 1 kV AC und einer Nennfrequenz bis einschließlich 60 Hz, um damit eine sichere und störungsfreie Funktion im bestimmungsgemäßen Betrieb sicherzustellen.

ANMERKUNG 1 Die technischen Prinzipien und Verfahren dieses Dokuments können auch Anwendung finden, wenn in unmittelbarer Nähe der Starkstromanlagen weitere Anlagen und Installationen geplant und/oder errichtet werden.

Im Sinne dieses Dokumentes gilt als eine Starkstromanlage eine der folgenden:

a) Schalt- und Umspannanlagen, einschließlich Schaltanlagen zur Speisung von Bahnanlagen;

b) elektrische Starkstromanlagen auf Masten oder in Türmen, Schaltgeräte und/oder Transformatoren außerhalb abgeschlossener elektrischer Betriebsstätten;

c) eine (oder mehrere) Stromerzeugungsanlage(n) an einem räumlich begrenzten Ort;

   die Anlage enthält Generatoren und Transformatoren mit zugehörigen Schaltgeräten und elektrischen Hilfseinrichtungen. Verbindungen zwischen Stromerzeugungsanlagen an unterschiedlichen Orten sind ausgeschlossen;

d) das elektrische Netz einer Fabrik, Industrieanlage oder anderer industrieller, landwirtschaftlicher, gewerblicher oder öffentlicher Räumlichkeiten;

e) elektrische Starkstromanlagen auf Offshore-Plattformen mit der Aufgabe der Erzeugung, der Übertragung, der Verteilung und/oder der Speicherung von elektrischer Energie;

f) Übergangsmaste zwischen Freileitungs- und Kabelstrecken.

Starkstromanlagen enthalten unter anderem folgende Betriebsmittel:

– drehende elektrische Maschinen;
– Schaltgeräte;
– Transformatoren und Spulen;
– Stromrichter;
– Kabel;
– Verdrahtungen;
– Batterien;
– Kondensatoren;
– Erdungsanlagen;
– Gebäude und Umzäunungen, die zu einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte gehören;
– zugehörige Schutz-, Steuerungs- und Hilfssysteme;
– große Luftdrosselspulen.

ANMERKUNG 2 Grundsätzlich haben Festlegungen von Betriebsmittelnormen Vorrang vor diesem Dokument.

Dieses Dokument gilt nicht für die Projektierung und Errichtung von Erdungsanlagen für eine der folgenden:

– Freileitungen und Kabel zwischen getrennten Anlagen;
– elektrifizierte Bahnstrecken und Fahrzeuge;
– Bergwerksausrüstungen und -anlagen;
– Leuchtröhrenanlagen;
– Anlagen auf Schiffen entsprechend IEC 60092 (alle Teile) und Offshore-Plattformen entsprechend IEC 61892 (alle Teile), die in der Offshore Petroleum Industrie zum Bohren, Verarbeiten und Speichern verwendet werden;
– elektrostatischen Einrichtungen (z. B. Elektrofilter, Pulverbeschichtungsanlagen);
– Prüffeldern;

Copyright OVE