ÖVE/ÖNORM
EN 50522

Ausgabe: 2011-12-01

Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV

Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.

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

Copyright OVE

Medieninhaber und Hersteller:
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Austrian Standards Institute

Copyright © OVE/Austrian Standards Institute – 2011.
Alle Rechte vorbehalten! Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!

Verkauf von in- und ausländischen Normen und technischen Regelwerken durch
Austrian Standards Institute
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@as-plus.at
Internet: http://www.as-plus.at
24-Stunden-Webshop: www.as-plus.at/shop
Tel.: +43 1 213 00-444
Fax: +43 1 213 00-818

Alle Regelwerke für die Elektrotechnik auch erhältlich bei
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien
E-Mail: verkauf@ove.at
Internet: http://www.ove.at
Webshop: https://www.ove.at/webshop
Tel.: +43 1 587 63 73
Fax: +43 1 586 74 08

ICS	29.120.50
Ident (IDT) mit	EN 50522:2010
Ersatz für	siehe nationales Vorwort
zuständig	OVE/Komitee TK H Elektrische Hochspannungsanlagen

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 50522:2010 hat sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971. 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 ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN ist zu beachten:

- Hinweise auf Veröffentlichungen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM 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) werden gemäß den „Gemeinsamen Regeln“ von CEN/CENELEC durch Veröffentlichung eines identen Titels und Textes in das Gesamtwerk der ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN übernommen, wobei der Nummerierung der Zusatz ÖVE/ÖNORM bzw. ÖNORM vorangestellt wird. Die nachstehende Tabelle listet jene ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN auf, die in Titel, Nummerierung und/oder Inhalt (nicht ident) von den zitierten internationalen bzw. europäischen Standards abweichen.

Europäische Norm	Internationale Norm	ÖSTERREICHISCHE BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK bzw. ÖNORM
HD 60364-1	IEC 60364-1	ÖVE/ÖNORM E 8001-1
HD 60364-4-41	IEC 60364-4-41	ÖVE/ÖNORM E 8001-1

ÖVE/ÖNORM E 8001-1 Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Teil 1: Begriffe und Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen)

Erläuterung zum Ersatzvermerk

Die vorliegende Norm ersetzt zusammen mit ÖVE/ÖNORM EN 61936-1:2011-12-01 die bisher gültige ÖVE/ÖNORM E 8383:2000-03-01.

Gemäß Vorwort zur EN wird das späteste Datum, zu dem nationale Normen, die der vorliegenden Norm entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen, mit dow (date of withdrawal) festgelegt. Bis zum Zurückziehungsdatum (dow) 2013-11-01 ist somit die Anwendung folgender Norm(en) noch erlaubt:

ÖVE/ÖNORM E 8383:2000-03-01.

Da die zu ersetzende ÖVE/ÖNORM jedoch mit der ETV 2002/A2 verbindlich erklärt wurde, kann die Zurückziehung dieser Bestimmungen erst mit Erscheinen einer neuen ETV erfolgen.

Copyright ÖVE

Erläuterung zur Anwendung

Der Normentext enthält sowohl Textteile, die aus der EN 61936-1:2010 übernommen wurden (kenntlich durchkursiven Text) als auch Textteile, die identisch mit Textteilen aus dem bestehenden HD 637 S1:1999 (ÖVE/ÖNORM E 8383:2000) sind.

Da in der EN 61936-1:2010 die normativen Regelungen zur Errichtung von Erdungsanlagen deutlich weniger Umfang und damit eine geringere Detaillierung als in ÖVE/ÖNORM E 8383:2000 (HD 637 S1) haben, wurde durch CENELEC beschlossen, dass zeitgleich die neue Europäische Norm EN 50522:2010 erstellt wird, die in Ergänzung zur EN 61936-1:2010 den derzeitigen Regelungsbestand des HD 637 S1 (ÖVE/ÖNORM E 8383:2000) für Erdungsanlagen abdeckt.

Wie in der Norm erwähnt, gelten die Festlegungen der Norm bis zu einer Nennfrequenz von 60 Hz. Bis zum Erscheinen einer entsprechenden Norm sollte der Norminhalt sinngemäß auch für Gleichstromanlagen mit Nennspannungen über 1,5 kV angewendet werden.

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

Zur Note 2 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.

Änderungen

Gegenüber ÖVE/ÖNORM E 8383:2000 wurden folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

a) Die Struktur der Tabelle 1 (Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen) wurde geändert;

b) Neu eingefügt wurden Regelungen für Maßnahmen zur Vermeidung von Potentialverschleppung (Abschnitt 6);

c) Die Tabelle 2 (Minimalanforderungen für den Zusammenschluss von Niederspannungs- und Hochspannungs-Erdungsanlagen basierend auf der Erdungsspannung (EPR) hat eine neue Struktur;

d) Ausführliche Erläuterungen zum Globalen Erdungssystem sind im informativen Anhang O enthalten;

e) Die Berührungsspannungskurve (Bild 5.1) wurde der neuen IEC/TS 60479-1:2005 angepasst. Das entsprechende Berechnungsverfahren ist erläutert (Anhang A).

Copyright OVE

– Leerseite –

Copyright OVE

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 50522

November 2010

ICS 29.120.50

Ersatz für HD 637 S1:1999 (teilweise)

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 en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2010-11-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Copyright OVE

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2010 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50522:2010 D

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CENELEC TC 99X „Starkstromanlagen über 1 kV a.c. (1,5 kV d.c.)“ ausgearbeitet. Er wurde der formalen Abstimmung unterworfen und wurde durch CENELEC am 2010-11-01 angenommen als EN 50522.

Zusammen mit EN 61936-1:2010 ersetzt dieses Dokument HD 637 S1:1999.

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

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

– spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2011-11-01

– spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-11-01

ANMERKUNG *Der kursive Text ist identisch mit IEC 61936-1.*

Copyright OVE

Inhalt

Seite

Vorwort 2
1 Anwendungsbereich 6
2 Normative Verweisungen 7
3 Begriffe 8
3.1 Allgemeine Begriffe 8
3.2 Begriffe bezüglich Anlagen 8
3.3 Begriffe bezüglich Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag 9
3.4 Begriffe bezüglich Erdung 9
4 Grundlegende Anforderungen 18
4.1 Allgemeine Anforderungen 18
4.2 Elektrische Anforderungen 18
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 21
5.3 Bemessung im Hinblick auf thermische Beanspruchung 21
5.4 Bemessung im Hinblick auf Berührungsspannungen 23
6 Maßnahmen zur Vermeidung von Potentialverschleppung 27
6.1 Potentialverschleppung von Hochspannungsanlagen zu Niederspannungsanlagen 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 30
8 Messungen 30
9 Instandhaltbarkeit 30
9.1 Inspektion 30
9.2 Messungen 30
Anhang A *(normativ) Berechnungsverfahren für zulässige Berührungsspannungen* 31
Anhang B (normativ) Berührungsspannung und Körperstrom 32
Anhang C (normativ) Werkstoffe und Mindestmaße für Erderwerkstoffe, die die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherstellen 37
Anhang D (normativ) Bestimmung der Strombelastbarkeit von Erdungsleitern oder Erdern 38
Anhang E (normativ) Beschreibung der anerkannten festgelegten Maßnahmen M 42
Anhang F (normativ) Maßnahmen an Erdungsanlagen zur Reduzierung der Auswirkungen von Hochfrequenzstörungen 45
Anhang G (normativ) Spezielle Maßnahmen zur Erdung von Betriebsmitteln und Anlagen 46

Copyright OVE

Seite

Anhang H (normativ) Messung von Berührungsspannungen ... 48
Anhang I (informativ) Reduktionsfaktoren von Erdseilen bei Freileitungen und metallenen Schirmen bei Kabeln ... 49
Anhang J (informativ) Grundlagen für die Ausführung von Erdungsanlagen ... 51
Anhang K (informativ) Ausführung von Erdern und Erdungsleitern ... 55
Anhang L (informativ) Messungen für und an Erdungsanlagen ... 57
Anhang M (normativ) Einzelheiten zur Bauüberwachung und Dokumentation von Erdungsanlagen ... 62
Anhang N (informativ) Die Verwendung von Bewehrungsstählen in Beton für Erdungszwecke ... 63
Anhang O (informativ) Globales Erdungssystem ... 64
Anhang P (normativ) Besondere Nationale Bedingungen ... 65
Anhang Q (informativ) A-Abweichungen ... 66

Bilder

Bild 1 – Beispiel für den Verlauf des Erdoberflächenpotentials und für die Spannungen bei stromdurchflossenem Erder ... 14
Bild 2 – Beispiel für Ströme, Spannungen und Widerstände bei einem Erdfehler in einer Umspannanlage mit niederohmiger Sternpunkterdung ... 15
Bild 3 – Die wesentlichen Komponenten der Erdfehlerströme in Hochspannungsnetzen ... 17
Bild 4 – Zulässige Berührungsspannung ... 25
Bild 5 – 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 ... 26
Bild B.1 – Ersatzschaltbild des Berührungsstromkreises ... 35
Bild B.2 – Beispiele für Kurven $U_{vTp} = f(t_f)$ bei verschiedenen Zusatzwiderständen $R_F = R_{F1} + R_{F2}$ ... 36
Bild D.1 – Kurzschlussstromdichte G für Erdungsleiter und Erder in Abhängigkeit von der Fehlerstromdauer t_f ... 39
Bild D.2 – Dauerstrom I_D für Erdungsleiter ... 41
Bild J.1 – Ausbreitungswiderstand von Oberflächenerdern (aus Band, Rundmaterial oder Seil) bei gestreckter Verlegung oder als Ring in homogenem Erdreich ... 52
Bild J.2 – Ausbreitungswiderstand von senkrecht in homogenem Erdreich eingebrachten Tiefenerdern ... 53
Bild J.3 – Typische Werte für den Ausbreitungswiderstand eines Kabels mit Erderwirkung, abhängig von der Kabellänge und dem spezifischen Erdwiderstand ... 54
Bild L.1 – Beispiel für die Ermittlung der Erdungsimpedanz nach der Strom-Spannungs-Methode ... 61

Tabellen

Tabelle 1 – Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen ... 22
Tabelle 2 – Minimalanforderungen für den Zusammenschluss von Niederspannungs- und Hochspannungs-Erdungsanlagen basierend auf der Erdungsspannung (EPR) ... 28
Tabelle B.1 – Höchster zulässiger Körperstrom I_B in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f ... 32
Tabelle B.2 – Gesamtkörperimpedanz Z_T in Abhängigkeit von der Berührungsspannung U_T für einen Stromweg Hand zu Hand ... 33

Copyright OVE

Seite

Tabelle B.3 – Berechnete Werte der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp} in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f 33

Tabelle B.4 – Annahmen für die Rechnungen mit zusätzlichen Widerständen 34

Tabelle D.1 – Werkstoff-Konstanten 38

Tabelle D.2 – Faktoren zur Umrechnung des Dauerstromes von 300 °C Endtemperatur auf eine andere Endtemperatur 39

Tabelle E.1 – Bedingungen für die Anwendung der Ersatzmaßnahmen M, um die zulässigen Berührungsspannungen U_{Tp} sicherzustellen (siehe Bild 4)....42

Tabelle J.1 – Spezifische Erdwiderstände für Frequenzen technischer Wechselströme (Bereich von Werten, die häufiger gemessen wurden)....51

Copyright OVE

1 Anwendungsbereich

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

Im Sinne dieser Norm gilt als eine Starkstromanlage eine der folgenden:

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

b) Elektrische Anlagen 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.

In Starkstromanlagen können unter anderem folgende Betriebsmittel vorkommen:

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

ANMERKUNG Grundsätzlich haben Festlegungen von Betriebsmittelnormen Vorrang vor dieser Norm.

Diese Europäische Norm gilt nicht für die Projektierung und Errichtung von Erdungsanlagen für eine der folgenden:

- *Freileitungen und Kabel zwischen getrennten Anlagen;*
- *elektrische Bahnen;*
- *Bergwerksausrüstungen und -anlagen;*
- *Leuchtröhrenanlagen;*
- *Anlagen auf Schiffen und off-shore-Plattformen;*
- *elektrostatischen Einrichtungen (z. B. Elektrofilter, Pulverbeschichtungsanlagen);*
- *Prüffeldern;*
- *medizinischen Einrichtungen, zum Beispiel medizinischen Röntgeneinrichtungen.*

Diese Europäische Norm gilt nicht für die Anforderungen zur Durchführung von Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen.

Copyright OVE

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).

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529)

EN 60909, *Kurzschlussströme in Drehstromnetzen* (IEC 60909)

HD 60364-1, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe* (IEC 60364-1, modifiziert)

HD 60364-4-41, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag* (IEC 60364-4-41, modifiziert)

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-602:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 602: Generation, transmission and distribution of electricity – Generation*

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60050-605:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 605: Generation, transmission and distribution of electricity – Substations*

IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

IEC 60287-3-1, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-1: Sections on operating conditions – Reference operating conditions and selection of cable type*

IEC/TS 60479-1:2005, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60949:1988, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects*

IEC/TR 61000-5-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

Copyright OVE