

DIN EN 50488
(VDE 0115-488)
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 13.260; 45.020

Einsprüche bis 2019-05-08

Entwurf

Bahnanwendungen –
Ortsfeste Anlagen –
Elektrische Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer
Oberleitungsanlage und/oder ihrer zugehörigen Rückleitung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 50488:2018

Railway applications –

Fixed Installations –

Electrical protective measures for working on or near an overhead contact line system and/or its associated return circuit;

German and English version prEN 50488:2018

Applications ferroviaires –

Installations Fixes –

Mesures de sécurité électriques pour le travail sur ou à proximité d'un système de ligne aérienne de contact et/ou de son circuit de retour associé;

Version allemande et anglaise prEN 50488:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-03-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 88 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50488:2018 „Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und/oder ihrer zugehörigen Rückleitung“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50488:2018 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50488:2018 „Railway applications – Fixed Installations – Electrical protective measures for working on or near an overhead contact line system and/or its associated return circuit“ wurde vom SC 9XC „Electric supply and earthing systems for public transport equipment and ancillary apparatus (Fixed installations)“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ FprEN nur 8 Wochen beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ FprEN 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 „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.2 „Ortsfeste Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

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.

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen –
Ortsfeste Anlagen –
Elektrische Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer
Oberleitungsanlage und/oder ihrer zugehörigen Rückleitung**

Railway applications –
Fixed Installations –
Electrical protective measures for working
on or near an overhead contact line
system and/or its associated return circuit

Applications ferroviaires –
Installations Fixes –
Mesures de sécurité électriques pour le travail sur
ou à proximité d'un système de ligne aérienne de
contact et/ou de son circuit de retour associé

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.
CENELEC Termin: 2018-12-07

Er wurde von CLC/SC 9XC erstellt.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.



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

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 64352

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Personal, Organisation und Kommunikation	11
3.3 Bereiche während der Arbeiten	12
3.4 Abstände	13
3.5 Tätigkeit	14
3.6 Schutzvorrichtungen	15
4 Allgemeine Grundsätze	16
4.1 Elektrische Sicherheit bei Arbeiten.....	16
4.1.1 Planen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung	16
4.1.2 Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung	17
4.1.3 Aufrechterhalten der elektrisch sicheren Umgebung während der Arbeiten	17
4.1.4 Wiederherstellen des normalen Betriebszustandes (nach der ersten Revision)	17
4.2 Personal	17
4.3 Organisation	18
4.4 Kommunikation	19
4.5 Arbeitsstelle	20
4.6 Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte	20
4.7 Dokumentation für sicheres Arbeiten	21
4.8 Schilder.....	21
4.9 Maßnahmen für den Notfall während der Arbeiten	21
5 Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage.....	21
5.1 Allgemeines	21
5.2 Arbeiten im spannungsfreien Zustand.....	22
5.2.1 Von allen Spannungsquellen freischalten	22
5.2.2 Gegen Wiedereinschalten sichern	22
5.2.3 Spannungsfreiheit feststellen	23
5.2.4 Erden und Kurzschließen	23
5.2.5 Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken	24
5.3 Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen.....	25
5.3.1 Allgemeines	25
5.3.2 Schutz durch Schutzvorrichtungen.....	25
5.3.3 Schutz durch den Mindest-Arbeitsabstand	26

5.3.4	Annäherung von gefährlichen aktiven Teilen durch Maschinen	29
5.4	Arbeiten unter Spannung	29
5.5	Elektromagnetische Beeinflussung	30
5.6	Umgebungsbedingungen	30
6	Arbeitsverfahren für Arbeiten an oder in der Nähe einer Rückleitung	30
6.1	Allgemeines	30
6.2	Arbeiten an oder in der Nähe einer Rückleitung ohne die Gefährdung, einen elektrischen Schlag zu erhalten, während des normalen Betriebszustandes	30
6.3	Arbeiten an oder in der Nähe einer Rückleitung mit der Gefährdung, einen elektrischen Schlag zu erhalten, während des normalen Betriebszustandes	31
6.3.1	Arbeiten an oder in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen, die spannungsfrei geschaltet sind	31
6.3.2	Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen	32
7	Empfohlene Abstände in der Luft bei Arbeiten	32
Anhang A (informativ)	Verfahren zur Berechnung von Abständen in der Luft bei Arbeiten	33
A.1	Berechnung von D_R	33
A.2	Festlegung der Arbeitsabstände D_L und D_A	33
A.3	Festlegung von D_V	34
A.4	Überblick über die Abstände	34
Anhang B (informativ)	Beispiele für physikalische Maßnahmen zur Einschränkung der Bewegungen der Arbeiter, um den Mindest-Arbeitsabstand zu erfüllen	36
B.1	Allgemeines	36
B.2	Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und dem gefährlichen aktiven Teil, wenn die Arbeitszone in D_V hineinreicht	38
B.3	Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und dem gefährlichen aktiven Teil, wenn die Arbeitszone nicht in D_V hineinreicht	39
Anhang C (informativ)	Veranschaulichung des Prozesses zum Auswählen von Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage	41
Literaturhinweise		44
Bilder		
Bild 1	– Abstände von gefährlichen aktiven Teilen bei der Anwendung einer Schutzvorrichtung	26
Bild 2	– Abstände von aktiven Leitern bei der Anwendung des Schutzes durch den Mindest-Arbeitsabstand	28
Bild 3	– Abstände von aktiven Leitern bei der Anwendung physikalischer Maßnahmen zur Einschränkung der Bewegungen	29
Bild A.1	– Veranschaulichung von Abständen	35
Bild B.1	– Horizontale Abstände, Arbeitsabstand (D_A) und Arbeitszone	37
Bild B.2	– Vertikale Abstände, Arbeitsabstand (D_A) und Arbeitszone	38
Bild C.1	– Veranschaulichung des Prozesses zum Auswählen von Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage	41
Erläuterungen/Anmerkungen		42

Tabellen

Tabelle 1 – Empfohlene Abstände für D_L und D_V	32
Tabelle A.1 – Überblick über die Berechnung der Abstände D_L und D_V	34
Tabelle B.1 – Empfohlene Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und den gefährlichen aktiven Teilen bei handgeführten Werkzeugen	39
Tabelle B.2 – Reduzierte Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und den gefährlichen aktiven Teilen	39
Tabelle B.3 – Empfohlene Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und den gefährlichen aktiven Teilen bei handgeführten Werkzeugen	40
Tabelle B.4 – Reduzierte Abstände zwischen der physikalischen Maßnahme und den gefährlichen aktiven Teilen	40
Tabelle ZZ.1 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Energie“ (VERORDNUNG (EU) Nr. 1301/2014 vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG [2008 ABI. L191]	42
Tabelle ZZ.2 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Infrastruktur“ (VERORDNUNG (EU) Nr. 1299/2014 vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG [2008 ABI. L191]	43

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument [prEN 50488:2018] wurde durch CLC/SC 9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (ortsfeste Installation)“ des Technischen Komitees CLC/TC 9X „Elektrische und elektronische Anwendungen für Bahnen“ bearbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur Umfrage eingereicht.

Nachstehende Daten wurden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate
(bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Dieses Dokument wird CLC/TR 50488:2006 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CENELEC erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen von EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe den informativen [Anhang ZZ](#), der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

In diesem Dokument werden bahnspezifische Anforderungen bezüglich des sicheren Arbeitens an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und/oder ihrer Rückleitung aufgeführt.

Bei der Erstellung dieses Dokuments wurde EN 50110-1 „Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ als Leitfaden verwendet. EN 50110-1 wurde jedoch nicht speziell für die Anwendung bei elektrischen Zugförderungssystemen erstellt.

Da es viele unterschiedliche Arten von Niederspannungsoberleitungen gibt, befasst sich dieses Dokument nicht mit Arbeiten an oder in der Nähe von Oberleitungen mit Nennspannungen unter 1,5 kV.

Dieses Dokument befasst sich nicht mit Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Oberleitungen. In den Ländern, in denen es erlaubt ist, an unter Spannung stehenden Oberleitungen zu arbeiten, sollten die nationalen Vorschriften die erforderlichen Sicherheitsregeln einschließen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument spezifiziert die Anforderungen an die elektrische Sicherheit bei:

- Arbeiten an einer spannungslosen Oberleitungsanlage;
- Arbeiten in der Nähe einer unter Spannung stehenden Oberleitungsanlage.

Es bezieht sich lediglich auf elektrische Gefährdungen während der Arbeiten.

Dieses Dokument gilt für Oberleitungsanlagen mit den folgenden Nennspannungen:

- 1,5 kV und 3 kV DC;
- 15 kV, 2 x 15 kV, 25 kV und 2 x 25 kV AC.

Es enthält ferner Anforderungen bezüglich Arbeiten, die zu elektrischen Gefährdungen aus der Rückleitung führen können.

Dieses Dokument befasst sich nicht mit elektrischen Risiken wegen:

- Arbeiten an unter Spannung stehenden Oberleitungsanlagen (Arbeiten unter Spannung können entsprechend nationalen Anforderungen und Verfahren durchgeführt werden);
- Arbeiten an oder in der Nähe anderer elektrischer Quellen.

Sollten keine anderen Regeln oder Verfahren existieren, kann dieses Dokument auch auf Oberleitungsanlagen mit anderen Nennspannungen angewandt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 50122-1, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO-Online-Browsing-Plattform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Allgemeines

3.1.1

Fahrleitung

(en: contact line)

Leitersystem, das über Stromabnahmeeinrichtungen Triebfahrzeuge mit elektrischer Energie versorgt

Leitersystem, das über Stromabnahmeeinrichtungen Fahrzeuge mit elektrischer Energie versorgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Leitersystem umfasst alle Leiter, die zur Stromabnahme nötig sind, sowie Stromschienen und beinhaltet Folgendes:

- Verstärkungsleitungen;
- Schalterquerleitungen;
- Trennschalter;
- Streckentrenner;
- Überspannungsschutzeinrichtungen;
- Trageinrichtungen, die nicht von den Leitern isoliert sind;
- Isolatoren, die mit aktiven Teilen verbunden sind;
- Hänger;
- Hilfstragseil;
- Y-Seil;
- Speiseleitungen;

nicht zur Fahrleitung gehören Erdseile und Rückleiter.

[QUELLE: IEC 811-33-01:2017, modifiziert – „Speiseleitungen“ wurden in die Anmerkung aufgenommen.]

3.1.2

Fahrleitungsanlagen

(en: contact line systems)

Tragsystem und Fahrleitung, die über Stromabnahmeeinrichtungen Fahrzeuge mit elektrischer Energie versorgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Fahrleitungsanlage kann umfassen:

- die Fahrleitung;
- Maste und Gründungen;
- Tragkonstruktion und alle anderen Komponenten, die der Seitenführung oder Abspannung der Leiter dienen;
- Querfelder oder -seile;
- Nachspanneinrichtungen;
- weitere Leitungen entlang dem Gleis wie Speiseleitungen, Erdseile und Rückleiter, sofern diese an denselben Masten wie die Fahrleitung befestigt sind;
- mit der Fahrleitung fest verbundene Leiter zur Versorgung weiterer elektrischer Einrichtungen wie Beleuchtung, Signalanlagen, Weichensteuerung und Weichenheizung.

[QUELLE: IEC 811-33-59:2017]

3.1.3

elektrische Gefahr

(en: electrical danger)

Risiko einer elektrisch bedingten Verletzung, wenn elektrische Energie in einer elektrischen Anlage vorhanden ist

[QUELLE: IEC 651-26-07:2014]

3.1.4

elektrisch bedingte Verletzung

(en: electrical injury)

physischer Schaden (einschließlich Tod) einer Person, hervorgerufen durch elektrischen Schlag, elektrische Verbrennung, elektrische Explosion oder Lichtbogen, oder durch Brand oder Explosion, die durch elektrische Energie ausgelöst wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-32.

[QUELLE: IEC 651-26-08:2014]

3.1.5

elektrische Anlage

(en: electrical installation)

Zusammenstellung von elektrischen Betriebsmitteln, die in der Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung zur Verteilung und/oder Anwendung elektrischer Energie verwendet werden

[QUELLE: IEC 651-26-01:2014, modifiziert – Dies wurde für die ortsfesten Anlagen der elektrischen Zugförderung angepasst.]

3.1.6

elektrische Gefährdung

(en: electrical hazard)

mögliche Ursache eines Schadens, wenn elektrische Energie in einer elektrischen Anlage vorhanden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Schaden“ in diesem Zusammenhang bezieht sich auf Schäden bei Personen und/oder elektrische Anlagen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-30. Er wurde geändert, um ihn an die Übersetzung des ISO/IEC Guide 51 anzupassen und den Begriff „Schaden“ zu präzisieren.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:1999, 3.5, modifiziert – Der Begriff wurde zur Präzisierung der Definition geändert.]

[QUELLE: IEC 651-26-05:2014]

3.1.7

elektrisches Risiko

(en: electrical risk)

Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefährdung und der Schwere des Schadens, wenn elektrische Energie in einer elektrischen Anlage vorhanden ist

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:1999, 3.2, modifiziert – Der Begriff wurde zur Präzisierung der Definition geändert.]

[QUELLE: IEC 651-26-06:2014, modifiziert – Anmerkung 1 wurde gelöscht.]

3.1.8

gefährliches aktives Teil

(en: hazardous-live-part)

aktives Teil, von dem unter bestimmten Bedingungen ein schädlicher elektrischer Schlag ausgehen kann

[QUELLE: IEC 826-12-13]

3.1.9

Nennspannung

(en: nominal voltage)

Spannung, durch die die elektrische Anlage oder ein Teil der elektrischen Anlage gekennzeichnet ist

[QUELLE: IEC 826-11-01:2004]

3.1.10

Betrieb

(en: operation)

alle technischen und organisatorischen Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit eine elektrische Anlage funktionieren kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Betrieb umfasst Bedienen, z. B. Schalten, Steuern, Überwachung und Instandhalten.

[QUELLE: IEC 651-26-02:2014, modifiziert – Anmerkung 2 zum Eintrag und die Quellenreferenz zu IEC 60050-151:2001 wurden gelöscht.]

3.1.11

Oberleitung

(en: overhead contact line)

Fahrleitung, die oberhalb oder neben der oberen Fahrzeugbegrenzungslinie angeordnet ist und die Fahrzeuge mit elektrischer Energie über eine auf dem Dach angebrachte Stromabnahmeeinrichtung versorgt

[QUELLE: IEV 811-33-02:2017]

3.1.12

Oberleitungsanlage

(en: overhead contact line systems)

Fahrleitungsanlage, die eine Oberleitung verwendet

3.1.13

Schutzmaßnahme

(en: protective measure)

Maßnahme zur Erzielung einer angemessenen Risikominderung, ausgeführt

- vom Konstrukteur (Eigensicherheit, Sicherheitseinrichtungen und ergänzende Schutzmaßnahmen, Benutzerinformationen) und
- vom Anwender (Arbeitsorganisation und -verfahren, Überwachung, Schulung, Arbeitserlaubnisregeln, Beschaffung und Nutzung von zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen, Verwendung von persönlichen Schutzausrüstungen)

[QUELLE: ISO/IEC Guide 116:2010, 3.10]

[QUELLE: IEV 903-01-17]

3.1.14

verstärkte Isolierung

(en: reinforced insulation)

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen, die im gleichen Maße Schutz gegen elektrischen Schlag bietet wie die doppelte Isolierung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die verstärkte Isolierung kann aus mehreren Schichten bestehen, die nicht einzeln als Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung geprüft werden können.

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-06-09]

3.1.15

Rückleitung

(en: return circuit)

alle Leiter, die den vorgesehenen Pfad für den Fahrrückstrom und den Strom im Fehlerfall bilden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Leiter können zum Beispiel sein:

- Fahrschienen;
- Rückleitungsstromschienen;
- Rückleiter;
- Rückleitungsanschlussleiter.

[QUELLE: IEV 811-35-01:2017]

3.2 Personal, Organisation und Kommunikation

3.2.1

Anlagenverantwortlicher

ABT^{N1}

(en: designated person in control of an electrical installation

EI)

Person, die benannt ist, die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlage zu tragen

Anmerkung 1 zum Begriff: Erforderlichenfalls kann diese Verantwortung teilweise auf andere Personen übertragen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-37. Er wurde zur Präzisierung der Definition geändert.

[QUELLE: IEV 651-26-10:2014]

3.2.2

Anlagenverantwortlicher während der Durchführung von Arbeiten^{N2}

ALV

(en: designated person in control of an electrical installation during work activities

EW)

Person, die benannt ist, während der Arbeiten an der Arbeitsstelle die Verantwortung für die elektrische Anlage sowie für die Schaffung und das Aufrechterhalten einer sicheren elektrischen Arbeitsumgebung zu tragen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Person hat die möglichen Auswirkungen der Arbeiten auf die elektrische Anlage oder die Teile davon, die in ihrer Verantwortung stehen, sowie die Auswirkungen der elektrischen Anlage auf die Arbeiter zu beurteilen. Einige dieser Tätigkeiten können von anderen Personen erledigt werden (siehe 4.1, 4.2 und 4.3).

[QUELLE: EN 50110-1:2013, modifiziert]

3.2.3

Arbeitsverantwortlicher

ARV

(en: designated person in control of a work activity

WA)

Person, die benannt ist, die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung der Arbeit zu tragen

Anmerkung 1 zum Begriff: Erforderlichenfalls kann diese Verantwortung teilweise auf andere Personen übertragen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-36. Er wurde zur Präzisierung der Definition geändert.

[QUELLE: IEV 651-26-09:2014]

3.2.4

elektrotechnisch unterwiesene Person

(en: instructed person (electricity))

Person, die durch Elektrofachkräfte unterwiesen oder beaufsichtigt wird und damit befähigt ist, Risiken zu erkennen und Gefahren zu vermeiden, die von Elektrizität ausgehen können

^{N1} Nationale Fußnote: Das nationale Komitee weist darauf hin, dass hier der Anlagenbetreiber (ABT) gemeint ist (siehe EN 50110-1) und so im nachfolgenden Text umgesetzt wird. Dies wurde im Rahmen der Kommentierung an CLC weitergegeben.

^{N2} Nationale Fußnote: Das nationale Komitee weist darauf hin, dass der Anlagenverantwortliche (ALV) gemeint ist (siehe EN 50110-1) und so im nachfolgenden Text umgesetzt wird. Dies wurde im Rahmen der Kommentierung an CLC weitergegeben.

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-04-02, modifiziert – Der Begriff wurde zur Präzisierung der Definition geändert.]

[QUELLE: IEV 651-26-12:2014]

3.2.5

Meldung

(en: notification)

mündliche oder schriftliche Nachrichten oder Anweisungen bezüglich des Betriebs einer elektrischen Anlage

3.2.6

Laie

(en: ordinary person)

Person, die weder eine Elektrofachkraft noch eine elektrotechnisch unterwiesene Person ist

[QUELLE: IEC 60050-826:2004, 826-18-03]

3.2.7

Elektrofachkraft

(en: skilled person (electricity))

Person mit entsprechender Ausbildung, Kenntnissen und Erfahrungen, die sie befähigt, Risiken zu erkennen und mögliche Gefahren zu vermeiden, die von Elektrizität ausgehen können

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-33. Er wurde zur Präzisierung der Definition geändert.

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-04-01, modifiziert.]

[QUELLE: IEV 651-26-11:2014]

3.3 Bereiche während der Arbeiten

3.3.1

Gefahrenzone

(en: danger zone)

bei Hochspannung ein Bereich, der durch den Mindestschutzabstand um gefährliche aktive Teile ohne vollständigen Schutz begrenzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Gelangen in die Gefahrenzone gilt als Berühren gefährlicher aktiver Teile.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die äußere Begrenzung der Gefahrenzone wird als Abstand DR bezeichnet (siehe [Anhang A](#)).

3.3.2

Annäherungszone

(en: vicinity zone)

begrenzter Bereich außerhalb der Gefahrenzone

Anmerkung 1 zum Begriff: Die äußere Begrenzung der Annäherungszone wird als Abstand DV bezeichnet (siehe [Anhang A](#)).

[QUELLE: IEC 60050-651:1999, 651-01-07^{N3}, modifiziert]

^{N3} Nationale Fußnote: Dieser Eintrag hat aktuell die Nummer 651-21-04.

3.3.3

Arbeitsort^{N4}

(en: work location)

Baustelle, Bereich oder Ort, an der/dem Arbeiten durchgeführt werden sollen, werden oder wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-08.

[QUELLE: IEV 651-26-03:2014]

3.3.4

Arbeitszone

(en: working zone)

dreidimensionaler Bereich, der die physischen Grenzen der beabsichtigten Reichweite während des Arbeitens beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die äußere Grenze schließt beabsichtigte Bewegungen während des Arbeitens ein, schließt aber unbeabsichtigte Bewegungen aus. Unbeabsichtigte Bewegungen sind in Abstand DE enthalten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff kann auf eine an der Arbeit beteiligte Person angewandt werden und dabei einen direkt von ihr benutzten Gegenstand (außer Werkzeug für das Arbeiten unter Spannung) einschließen. Der Begriff kann auch auf Maschinen und Betriebsmittel angewandt werden, die von einer an der Arbeit beteiligten Person bedient werden (z. B. zum Heben, zum Materialtransport usw.).

3.4 Abstände

3.4.1

elektrisch geladen

(en: charged)

kennzeichnet ein Objekt, dessen elektrische Ladung von null verschieden ist

[QUELLE: IEV 113-06-26]

3.4.2

aktives Teil

(en: live part)

Leiter oder leitfähiges Teil, der/das dazu vorgesehen ist, im üblichen Betrieb unter Spannung zu stehen; dies schließt vereinbarungsgemäß jedoch nicht die Fahrschienen und die damit verbundenen Teile ein

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass das Risiko eines elektrischen Schlags besteht.

[QUELLE: IEV 826-12-08, modifiziert – Die Definition wurde an die ortsfesten Anlagen der elektrischen Zugförderung angepasst.]

3.4.3

Mindest-Arbeitsabstand

D_A

(en: minimum approach distance

D_A)

während des Arbeitens einzuhaltender Mindestabstand in Luft zwischen dem Körper eines Arbeiters, einschließlich aller von ihm benutzten Objekte (außer Werkzeug für Arbeiten unter Spannung), und Teilen mit anderem elektrischen Potenzial

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden die Mindest-Arbeitsabstände ab dem nächsten gefährlichen aktiven Teil gemessen.

^{N4} Nationale Fußnote: Das nationale Komitee weist darauf hin, dass die Arbeitsstelle gemeint ist, dies wird im nachfolgenden Text so umgesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der isolierende Teil des Isolators wird normalerweise als aktives Teil angesehen. Ausnahmen sind die Teile von Kunststoffseilen, deren Abstand zu aktiven Teilen größer ist als der Kriechweg (nach **EN 50345**), aber mindestens 1 m.

Anmerkung 3 zum Begriff: Dieses Konzept gilt nicht, wenn Schutzvorrichtungen nach **5.3.2** verwendet werden.

[QUELLE: IEC 651-21-11, modifiziert]

3.5 Tätigkeit

3.5.1

Durchführungserlaubnis

(en: authorisation)

Genehmigung, die geplante Arbeit durchzuführen (schriftliche oder mündliche eindeutige Anweisung)

[QUELLE: **EN 50110-1:2013**]

3.5.2

Spannungsfrei

(en: dead)

auf einem elektrischen Potenzial befindlich, das gleich oder nicht wesentlich anders ist als das der örtlichen Erde an dem Arbeitsort

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-15.

[QUELLE: IEC 651-21-09]

3.5.3

Arbeiten im spannungsfreien Zustand

(en: dead working)

Arbeit an elektrischen Anlagen, deren spannungsfreier Zustand zur Vermeidung elektrischer Gefahren hergestellt und sichergestellt ist

[QUELLE: **EN 50110-1:2013**]

3.5.4

Erden der Fahrleitung

(en: earthing of contact line)

Verbinden der Fahrleitung mit der Erde, um elektrische Sicherheit zu erzielen

3.5.5

Trennen

(en: isolation)

Funktion, die dazu bestimmt ist, aus Gründen der Sicherheit die Stromversorgung von allen Abschnitten oder von einem einzelnen Abschnitt der elektrischen Anlage zu unterbrechen, indem die elektrische Anlage oder der Abschnitt von jeder elektrischen Stromquelle abgetrennt wird

[QUELLE: IEC 826-17-01:2004]

3.5.6

Arbeiten unter Spannung

(en: live working

live work)

Tätigkeit, bei der ein Arbeiter mit Körperteilen, Werkzeugen, Ausrüstungen oder Geräten unter Spannung stehende Teile berührt oder in die Gefahrenzone eindringt

Anmerkung 1 zum Begriff:^{N5} Beispiele für das Arbeiten unter Spannung sind das Wechseln von Isolatoren und Abstandshaltern, das Reinigen von Isolatoren und unter Spannung stehenden Teilen und das Wechseln anderer Bauteile.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Arbeiten unter Spannung erfolgt unter Anwendung spezieller Verfahren wie:

- Arbeiten auf Schutzabstand;
- Arbeiten mit Isolierhandschuhen;
- Arbeiten mit direkter Berührung.

Anmerkung 3 zum Begriff: Dieser Eintrag hatte in IEC 60050-651:1999 die Nummer 651-01-01. Er wurde zur Klarstellung des Begriffs „Arbeiten unter Spannung“ geändert.

[QUELLE: IEV 651-21-01]

3.5.7

Kurzschließen der Fahrleitung

(en: short circuiting of contact line)

Verbinden der Fahrleitung mit der Rückleitung, um elektrische Sicherheit zu erzielen

3.5.8

Arbeiten

(en: work activity)

Form einer Tätigkeit, bei der die Möglichkeit einer elektrischen Gefährdung besteht

[QUELLE: EN 50110-1:2013, 3.4.1, modifiziert]

3.5.9

Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen

(en: working near hazardous-live-parts)

Tätigkeit, bei der ein Arbeiter mit Körperteilen, Werkzeugen oder anderen Gegenständen in die Annäherungszone gelangen kann, ohne in die Gefahrenzone einzudringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Eintrag wurde zur Klarstellung des Konzepts „Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Oberleitungsanlagen“ geändert.

[QUELLE: IEV 651-21-02:2014, modifiziert – Der Begriff, die Definition und Anmerkung 1 zum Begriff wurden geändert.]

3.6 Schutzvorrichtungen

3.6.1

physikalische Maßnahme

(en: physical measure)

Teil, das verwendet wird, um die Bewegungen des Arbeiters in einer Weise einzuschränken, die zur Sicherstellung der Einhaltung des Arbeitsabstandes während des Arbeitens beiträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Maßnahme mindert die Abhängigkeit des Arbeiters von seinem Urteilsvermögen, um sicherzustellen, dass dieser den Mindestabstand einhält.

3.6.2

Schutzvorrichtung

(en: protective device)

Teil, das während des Arbeitens verwendet wird, um eine Person oder einen von ihr verwendeten Gegenstand physikalisch daran zu hindern, in die Gefahrenzone zu gelangen

^{N5} Nationale Fußnote: Das nationale Komitee weist darauf hin, dass die Anmerkung 1 zum Begriff nicht zutreffend ist, da diese im Widerspruch zur Einleitung und zum Anwendungsbereich steht.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Maßnahmen hängen nicht davon ab, wie der Arbeiter beurteilt, ob er vermeiden kann, in die Gefahrenzone zu gelangen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele sind elektrische Schutzabdeckung, elektrisches Schutzhindernis, eine Einrichtung zur Begrenzung der physikalischen Reichweite am Betriebsmittel.

3.6.3

elektrische Schutzabdeckung

(en: (electrically) protective barrier)

Teil, das Schutz gegen direktes Berühren aus allen üblichen Zugriffsrichtungen bietet

[QUELLE: IEV 195-06-15]

3.6.4

elektrisches Schutzhindernis

(en: (electrically) protective obstacle)

Teil, das unabsichtliches Berühren eines aktiven Teils durch einen Menschen, nicht aber Berühren durch eine absichtliche Handlung verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Sicherheits-Grundnorm **EN 61140:2016, 5.2.4.1** legt Folgendes fest: Hindernisse sind für den Schutz von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen vorgesehen, jedoch ist ihre Anwendung nicht für den Schutz von Laien erlaubt.

[QUELLE: IEV 195-06-16:1998, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt und die Definition an **EN 61140:2016, 3.12**, angepasst.]

4 Allgemeine Grundsätze

4.1 Elektrische Sicherheit bei Arbeiten

Die nachfolgende Aufzählung beschreibt die Hauptschritte, die durchzuführen sind, um die elektrische Sicherheit zu bewerkstelligen, wenn Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung auszuführen sind:

- Planen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung;
- Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung;
- Aufrechterhalten der elektrisch sicheren Umgebung während der Arbeiten;
- Wiederherstellen des normalen Betriebszustandes.

Die in dieser Norm beschriebenen Verantwortlichkeiten müssen festgelegt, dokumentiert und von sachkundigen Personen durchgeführt werden.

4.1.1 Planen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung

Bevor Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung ausgeführt werden, müssen die elektrischen Risiken beurteilt werden.

Diese Beurteilung muss Folgendes einschließen:

- Festlegung der Arbeiten und deren geplanten Ausführung;
- Ermittlung der hierfür entstehenden elektrischen Gefährdungen;
- Festlegung der Art und Weise, wie die Arbeiten auszuführen sind, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten (Berücksichtigung des Arbeitens im spannungsfreien Zustand, des Arbeitens in der Nähe von aktiven Teilen und des Arbeitens unter Spannung, falls erlaubt);
- Sicherstellung, dass der elektrische Schutz der Oberleitungsanlage wirksam bleibt und dass bestehenbleibende Berührungsspannungen zulässig sind;

- Festlegung, welche Schutzmaßnahmen wann erforderlich sind, um das Entstehen elektrischer Gefahren zu vermeiden;
- Festlegung der Verantwortung und des Verfahrens für die Durchführung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung elektrischer Gefahren;
- Festlegung des angemessenen Niveaus der fachlichen Qualifikation der an den Arbeiten Beteiligten (z. B. Elektrofachkraft, elektrotechnisch unterwiesene Person, Laie).

Die in der Beurteilung ermittelten geplanten Arbeiten, maßgeblichen Risiken und dazugehörigen Schutzmaßnahmen müssen vor dem Beginn der Arbeiten überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie weiterhin gültig sind.

4.1.2 Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung

Vor dem Beginn des Arbeitens müssen die Schutzmaßnahmen zur Vermeidung elektrischer Gefahren durchgeführt werden.

Die anzuwendenden Regeln sind beschrieben:

- für Arbeiten im spannungsfreien Zustand in 5.2;
- für Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen in 5.3.

Falls neue elektrische Gefährdungen während des Herstellens der elektrisch sicheren Arbeitsumgebung festgestellt werden, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, um eine elektrische Gefahr zu vermeiden.

Die Verantwortung für das Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung darf einem ALV oder einem ARV zugewiesen werden, wie während des Planens der Arbeiten festgelegt.

4.1.3 Aufrechterhalten der elektrisch sicheren Umgebung während der Arbeiten

Während der Arbeiten muss die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen entsprechend dem für die Arbeiten erstellten Plan überprüft und überarbeitet werden.

Falls neue elektrische Gefährdungen während der Arbeiten festgestellt werden, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, um eine elektrische Gefahr zu vermeiden.

Die Verantwortung für das Aufrechterhalten einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung darf einem ALV oder einem ARV zugewiesen werden, wie während des Planens der Arbeiten festgelegt.

4.1.4 Wiederherstellen des normalen Betriebszustandes (nach der ersten Revision)

Nach der Beendigung der Arbeiten und vor dem Wiederherstellen des normalen Betriebszustandes müssen das Personal und dessen Werkzeug, Ausrüstung und Geräte sich an einer Stelle befinden, an der deren Sicherheit gewährleistet ist; ferner muss überprüft werden, ob die elektrische Anlage sich wieder in ihrem Soll-Zustand befindet.

Wenn die Arbeiten erledigt sind und die Bestätigung der obigen Bedingungen erfolgt ist, müssen die durchgeführten Schutzmaßnahmen entsprechend dem für die Arbeiten geplanten Maßnahmen und der Risikobeurteilung wieder aufgehoben werden.

4.2 Personal

Alle an den Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und/oder ihrer Rückleitung beteiligten Personen müssen über die einschlägigen Sicherheitsanforderungen, Sicherheitsvorschriften und betrieblichen Anweisungen unterrichtet werden und diese befolgen.

Die nationale Gesetzgebung kann das Mindestalter und die Kriterien für die fachliche Qualifikation von Personen vorschreiben.

Wenn es keine nationalen Festlegungen für die fachliche Qualifikation von Personen gibt, sind hierfür die folgenden Beurteilungskriterien anzuwenden:

- Kenntnisse der Elektrotechnik;
- Erfahrung mit elektrotechnischer Arbeit;
- Kenntnis der Anlage, an der zu arbeiten ist, sowie praktische Erfahrung mit der vorgesehenen Arbeit;
- Kenntnis der Gefährdungen, die während des Arbeitens entstehen können, und der zu beachtenden Vorsichtsmaßnahmen;
- die Fähigkeit, jederzeit zu erkennen, ob es sicher ist, die Arbeit fortzusetzen.

In den betrieblichen Regeln müssen die Verantwortlichkeiten und die Kriterien für die fachliche Qualifikation der Verantwortlichen, der Elektrofachkräfte und der elektrotechnisch unterwiesenen Personen bezüglich der elektrischen Sicherheit dargelegt sein, es sei denn, dass dies gesetzlich geregelt ist.

Vor dem Beginn der Arbeit müssen deren Art und Schwierigkeitsgrad beurteilt werden, um je nach Erfordernis Elektrofachkräfte, elektrotechnisch unterwiesene Personen oder Laien für die Durchführung der Arbeit auszuwählen.

Hat eine Person für eine Arbeit nicht die zur Vermeidung elektrischer Gefahren oder Verletzungen erforderlichen Fachkenntnisse oder Erfahrung, darf sie diese Arbeit nicht ausführen, es sei denn, sie untersteht dabei einer ausreichenden Aufsichtsführung.

4.3 Organisation

Dieser Unterabschnitt beschreibt die Anforderungen an das folgende Personal:

- den Anlagenbetreiber (ABT);
- den Anlagenverantwortlichen (ALV);
- den Arbeitsverantwortlichen (ARV).

Die Verantwortung der oben genannten Personen muss für den Anwendungsbereich, den Teil der Oberleitungsanlage und/oder ihrer Rückleitung und den Zeitraum festgelegt und dokumentiert werden.

Die Aufgaben des ABT, des ALV und des ARV dürfen von ein und derselben Person wahrgenommen werden.

Jeder Person, die aus Sicherheitsgründen Bedenken hat, eine Anweisung oder Arbeit auszuführen, muss die Möglichkeit gegeben werden, diese Bedenken unmittelbar dem ARV mitzuteilen. Dieser muss die Sachlage untersuchen und erforderlichenfalls die Entscheidung einer fachlich übergeordneten Stelle herbeizuführen.

An den Arbeiten an der Rückleitung können mehrere technische Abteilungen beteiligt sein (z. B. wenn die Fahrschienen Teil der Rückleitung sind oder wenn Gleisdrosseln für die Signaltechnik Teil der Rückleitung sind).

4.3.1 Anlagenbetreiber (ABT)

Jede elektrische Anlage muss unter der Verantwortung einer Person, des ABT, stehen.

Falls zwei oder mehrere elektrische Anlagen, für die unterschiedliche ABT verantwortlich sind, miteinander in Verbindung stehen, müssen formelle Regelungen hinsichtlich der Absprache und der Zusammenarbeit zwischen diesen Personen vorhanden sein, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten.

4.3.2 Anlagenverantwortlicher (ALV)

Der ALV muss für seinen Teil der Anlage verantwortlich sein und dem ARV die Erlaubnis erteilen, mit dem Arbeiten entsprechend dem für die Arbeit erstellten Plan anzufangen.

Falls zwei oder mehrere elektrische Anlagen miteinander in Verbindung stehen, ist es unverzichtbar, dass es formelle Regelungen hinsichtlich der Absprache und der Zusammenarbeit zwischen den ABT dieser Anlagen gibt, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten.

4.3.3 Arbeitsverantwortlicher (ARV)

Jede Arbeit muss unter der Verantwortung eines ARV stehen.

Wenn die Arbeit unterteilt wird, kann es erforderlich sein, einen für die Sicherheit jeder Teilarbeit Verantwortlichen zu benennen. Die Verantwortung bleibt jedoch bei der koordinierenden Person.

Vor dem Beginn des Arbeitens und während des Arbeitens muss der ARV:

- alle an den Arbeiten Beteiligten über alle elektrischen Gefährdungen unterrichten, die bei der Risikobeurteilung und beim Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung festgestellt wurden;
- alle an den Arbeiten Beteiligten über Schutzmaßnahmen unterrichten;
- überprüfen, dass die Weisungen nachvollziehbar verstanden wurden;
- während der Durchführung der Arbeiten die Weisungen wiederholen, falls erforderlich (z. B. falls diese lange dauern oder kompliziert sind);
- sicherstellen, dass alle maßgeblichen Anforderungen, Regeln und Weisungen eingehalten werden.

4.4 Kommunikation

Während der in 4.1 beschriebenen Hauptschritte müssen Informationen ausgetauscht werden, um eine elektrisch sichere Umgebung während des Arbeitens an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung sicherzustellen.

Bei dem Informationsaustausch müssen die nachfolgenden allgemeinen Regeln immer eingehalten werden, um sicherzustellen, dass:

- der Austausch zwischen den vorgesehenen Personen entsprechend dem Plan für elektrisch sicheres Arbeiten erfolgt;
- der Austausch aufgezeichnet wird und nachvollziehbar ist;
- die Informationen genau und eindeutig sind;
- sich keine Fehler während des Austauschs einschleichen.

Dies umfasst jede Art der Kommunikationsübergabe und des Kommunikationsaustausches zwischen Personen, d. h. mündlich (z. B. über Telefon, über Sprechfunk und im direkten Gespräch), schriftlich (z. B. per Fax, E-Mail, Tablet oder Smartphone) und optisch (z. B. über optische Anzeigegeräte, Warntafeln, Leuchten usw.).

Alle für die sichere Durchführung der Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung erforderlichen Informationen wie Netzzustand, Zustand der Schaltgeräte (ein, aus, geerdet) und Zustand der Sicherheitseinrichtungen, müssen in einer schriftlichen Meldung (einschließlich elektronischer Arten) übermittelt werden.

Um bei der mündlichen Informationsübermittlung Fehler zu vermeiden, muss der Empfänger die Informationen gegenüber dem Absender wiederholen; dieser muss dann bestätigen, dass sie korrekt empfangen und verstanden wurden.

Die Freigabe zur Aufnahme der Arbeit und das Wiedereinschalten der Oberleitungsanlage nach der Beendigung der Arbeiten dürfen nicht auf Grund von Zeichengebung oder vorher getroffener Absprache nach einem vereinbarten Zeitraum erfolgen.

Falls das Personal unterschiedliche Sprachen spricht und um das Verstehen und die Verständlichkeit sicherzustellen, muss die Sprache von vornherein festgelegt werden, die die Beteiligten zu verstehen haben.

4.5 Arbeitsstelle

Die Arbeitsstelle muss eindeutig festgelegt und gekennzeichnet sein, um die Begrenzungen in Bezug auf die elektrischen Gefährdungen festzulegen.

Wegen der elektrischen Gefährdungen müssen die Zugangsregelungen zur Arbeitsstelle festgelegt und, falls erforderlich, eindeutig gekennzeichnet sein.

Die Arbeitsstelle ist die feste oder mobile Stelle, an der die Arbeiter sich während der Durchführung ihrer Aufgaben befinden dürfen, z. B.:

- der Boden;
- die Plattform auf dem Dach eines Anhängers, der sich auf einem Gleis befindet;
- eine feste Plattform an einem Mast zwecks Arbeiten an einem Schalter oder Trennschalter;
- eine mobile Plattform eines Hubgeräts;
- ein Dach eines Gebäudes oder ein Vordach eines Bahnhofs;
- eine Treppe oder eine feste oder mobile Leiter neben der Oberleitung;
- ein Hubsteiger.

Auf der Risikobeurteilung (nach 4.1) basierende Schutzmaßnahmen müssen implementiert werden, um elektrische Gefahren zu vermeiden.

Die Einschränkungen der Bewegungen der Arbeiter, der Maschinen (z. B. aufgeständerter Arbeitsbühne), der Werkzeuge und der Geräte müssen festgelegt werden, um elektrische Gefahren zu vermeiden.

Die Oberfläche, auf der die Arbeiter stehen, muss ausreichend stabil sein, um unbeabsichtigte Bewegungen zu vermeiden.

Unmittelbar nach der Festlegung der Begrenzungen der mobilen Arbeitsstellen müssen das Restrisiko durch die angrenzenden elektrischen Gefahren und die erforderlichen Begrenzungen für die Arbeiter an der mobilen Arbeitsstelle bestimmt werden.

4.6 Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte

Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte zur Vermeidung elektrischer Gefahren müssen den Anforderungen der einschlägigen europäischen, nationalen oder internationalen Normen entsprechen, soweit es solche gibt.

Beispiele für Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte sind:

- flexible oder starre Schutz- oder Isolierabdeckungen;
- isolierte Werkzeuge und Werkzeuge aus Isoliermaterial (z. B. Isolierhandschuhe);
- Steuerstände und Schaltstangen;
- Warnschilder, Warnsignale und Warnflaggen;
- Spannungsprüfer und Spannungsprüfsysteme;
- Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen.

Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte müssen nach den Anweisungen und/oder der Anleitung des Herstellers oder des Lieferanten verwendet, gelagert und instandgehalten werden. Diese Anweisungen

und/oder diese Anleitung müssen in der Sprache bzw. den Sprachen der Anwender geschrieben sein. Alle Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte, die für das sichere Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und ihrer Rückleitung vorgesehen sind, müssen für diese Verwendung geeignet sein. Die Ausrüstung kann enganliegende Kleidung oder zusätzliche persönliche Schutzausrüstung (PSA) einschließen.

4.7 Dokumentation für sicheres Arbeiten

Eine für das sichere Arbeiten erforderliche präzise Dokumentation der Oberleitungsanlage und/oder ihrer Rückleitung muss zur Verfügung stehen; dies gilt sowohl für die Planung als auch für die Durchführung der Arbeiten (z. B. Zeichnungen sowie Rückleitungs-, Schalt-, Erdungs- und Isolationspläne usw.).

4.8 Schilder

Falls in der Risikobeurteilung festgehalten, müssen geeignete Schilder angebracht werden, um auf mögliche elektrische Gefährdungen aufmerksam zu machen. Die Schilder müssen einschlägigen europäischen, nationalen oder internationalen Normen entsprechen, soweit es solche gibt.

4.9 Maßnahmen für den Notfall während der Arbeiten

Es müssen Verfahren für den Notfall bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und/oder ihrer Rückleitung ausgearbeitet werden; dabei müssen die Regelungen festgelegt werden, die zur Bewerkstelligung des mit elektrischen Gefährdungen bei einem Unfall oder einem Zwischenfall an den Arbeitsstellen verbundenen Risikos zu verwenden sind.

Die Rollen und Verantwortlichkeiten der an der Durchführung des Plans Beteiligten müssen genau dokumentiert werden.

An jeder Arbeitsstelle müssen eine oder mehrere geschulte Personen anwesend sein, die im Falle eines elektrischen Schlags und/oder daher rührender Verbrennungen angemessene erste Hilfe leisten können. Es wird empfohlen, eine der Gegebenheiten angemessene Erste-Hilfe-Anleitung auf Plakaten oder in Grafiken an der Arbeitsstelle auszuhängen oder als Merkblatt oder Sicherheitsunterlagen an die Arbeiter auszuhändigen.

5 Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage

5.1 Allgemeines

Vor dem Beginn jeder Arbeit muss der ARV diese planen; dabei muss er die Regelungen für das Herstellen einer elektrisch sicheren Arbeitsumgebung berücksichtigen.

Die Arbeitsverfahren für Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage werden in drei unterschiedliche Verfahren eingeteilt:

- Arbeiten im spannungsfreien Zustand (siehe 5.2);
- Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen (siehe 5.3);
- Arbeiten unter Spannung (siehe 5.4).

All diese Verfahren basieren auf der Verwendung von Schutzmaßnahmen gegen elektrische Gefahren.

Im (informativen) [Anhang C](#) wird der Prozess zum Auswählen selektiver Schutzmaßnahmen veranschaulicht.

Je nach den betrieblichen Anforderungen und der Risikobeurteilung der Arbeit werden das Verfahren für Arbeiten im spannungsfreien Zustand und das Verfahren für Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen oft gleichzeitig verwendet (z. B. bei Arbeiten im spannungsfreien Zustand an einer Oberleitung beim Vorhandensein einer unter Spannung stehenden Oberleitung an dem angrenzenden Gleis).

5.2 Arbeiten im spannungsfreien Zustand

Dieser Unterabschnitt behandelt die wesentlichen Anforderungen zur Sicherstellung des spannungsfreien und sicheren Zustandes der elektrischen Anlage an der Arbeitsstelle für die Dauer der Arbeit. Dies erfordert die eindeutige Festlegung der Arbeitsstelle.

Wenn festgelegt worden ist, welche elektrische Anlagen betroffen sind, müssen die folgenden fünf wesentlichen Sicherheitsregeln in der angegebenen Reihenfolge angewandt werden, es sei denn, dass es wichtige Gründe gibt, hiervon abzuweichen:

- von allen Spannungsquellen freischalten;
- gegen Wiedereinschalten sichern;
- Spannungsfreiheit feststellen;
- erden und kurzschließen;
- benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

Freigabe zur Aufnahme der Arbeit nach der Durchführung der Schutzmaßnahmen

Die Freigabe zur Aufnahme der Arbeit darf nur der ARV den Arbeitern geben und nur nach der Durchführung der in 5.2.1 bis 5.2.5 ausführlich beschriebenen Maßnahmen (fünf Sicherheitsregeln).

Wenn der ALV irgendeine der obigen Maßnahmen durchgeführt hat, muss eine schriftliche Meldung erfolgen. Die Verantwortlichkeiten müssen nach 4.3 festgelegt werden.

Wiedereinschalten nach Beendigung der Arbeiten

Nach der Beendigung und Überprüfung der Arbeit müssen alle Personen, die ihre Arbeit vollendet haben, sich von der Arbeitsstelle zurückziehen. Alle bei der Arbeit verwendeten Werkzeuge, Ausrüstungen und Geräte müssen entfernt werden. Erst dann können Sicherheitseinrichtungen (z. B. Sperren, Schilder und Schutzabdeckungen) sowie Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen entfernt und mit dem Verfahren zum Wiedereinschalten begonnen werden.

Sobald eine der Handlungen, die die elektrische Anlage für die Arbeit an ihr sicher machen sollten, rückgängig gemacht worden ist, muss dieser Teil der elektrischen Anlage als unter Spannung stehend betrachtet werden.

Der ARV muss dem ALV eine nachvollziehbare Meldung zukommen lassen, in der dieser feststellt, dass die unter seiner Verantwortung durchzuführenden Arbeiten beendet worden sind.

5.2.1 Von allen Spannungsquellen freischalten

Der Teil der Anlage, an dem die Arbeit auszuführen ist, muss von allen Spannungsquellen getrennt werden. Die Trennung ist durch eine Luftstrecke oder eine gleichwertige Isolation herzustellen, die sicherstellen wird, dass die Isolationsstelle elektrisch nicht versagt.

5.2.2 Gegen Wiedereinschalten sichern

Alle Schaltgeräte, die zur Trennung der elektrischen Anlage für die Arbeit verwendet worden sind, müssen gegen Wiedereinschalten gesichert werden, vorzugsweise durch Sperren des Betätigungsmechanismus. Wenn keine Sperreinrichtungen vorhanden sind, müssen in der Praxis bewährte gleichwertige Schutzhandlungen durchgeführt werden, um das Wiedereinschalten zu verhindern.

Falls die Anlage ferngesteuert wird, darf die Fernwirkzentrale das „Sperren“ des Betätigungsmechanismus des Trennschalters durchführen. Unter „Sperren“ wird in diesem Zusammenhang „Blockieren“ oder „Kennzeichnen“ verstanden. Sperren darf vor Ort durchgeführt werden. Falls das Sperren vor Ort durchgeführt wird, muss ein Schild aufgestellt werden, um unbefugten Betrieb zu untersagen.

Alle Anzeige- und Verriegelungssysteme, die für diesen Zweck verwendet werden, müssen zuverlässig sein.

Vor der Feststellung der Anlage auf Spannungsfreiheit müssen die Teile der elektrischen Anlage, die nach dem Freischalten der Anlage und dem Sichern gegen Wiedereinschalten weiterhin geladen sind, z. B. Kondensatoren und Kabel, mit geeigneten Geräten entladen werden.

ANMERKUNG Wenn Schaltgeräte ferngesteuert sind, braucht ihre Hilfsenergie nicht abgeschaltet werden, um die Anlage gegen Wiedereinschalten zu sichern.

5.2.3 Spannungsfreiheit feststellen

Die Spannungsfreiheit an (oder so nahe wie möglich an) den Leitern der Oberleitungsanlage, an der die Arbeit auszuführen ist, muss festgestellt werden. Dieser Zustand muss für die abgeschalteten Teile der Anlage entsprechend den örtlichen Anweisungen festgestellt werden.

Die Spannungsfreiheit kann z. B. durch die Verwendung von in den Betriebsmitteln fest eingebauten und/oder separat angebrachten Spannungsprüfsystemen festgestellt werden. Die letztgenannten müssen unmittelbar vor und nach Möglichkeit auch nach dem Gebrauch überprüft werden.

ANMERKUNG Beispielsweise wird in einigen DC- oder 15 kV AC-Anlagen die Spannungsfreiheit durch einfaches Berühren des abgeschalteten Teils durch eine tragbare Erdungs- und Kurzschließvorrichtung oder ein tragbares Erdungs- und Kurzschließgerät festgestellt.

Sollte wider Erwarten Betriebsspannung festgestellt wird, muss das Verfahren unterbrochen werden.

Nach einer Überprüfung durch den ALV wird das Verfahren fortgesetzt, wenn es sicher ist, oder es wird endgültig beendet.

Falls in den örtlichen Anweisungen vorgesehen und falls die die Trennung durchführenden Schaltgeräte zuverlässig durch Erdungs- oder Kurzschließgeräte gesperrt werden, kann an diesem Ort auf die Feststellung der Spannungsfreiheit verzichtet werden.

5.2.4 Erden und Kurzschließen

Bei Arbeiten, die Arbeiten im spannungsfreien Zustand an oder in der Nähe von Oberleitungsanlagen erfordern, müssen Erdungs- oder Kurzschließgeräte an den Orten angewandt werden, an denen sie das an der Arbeitsstelle beschäftigte Personal effektiv gegen die durch zufälliges Unterspannungssetzen entstehenden Gefährdungen aus allen Spannungsquellen schützen.

Bei einer Arbeitsstelle an einer AC-Strecke müssen alle Teile, an oder in der Nähe von denen zu arbeiten ist und die eine Gefährdung darstellen können, kurzgeschlossen und geerdet werden. An einer DC-Strecke müssen alle Teile mit den Schienen kurzgeschlossen und/oder – falls erforderlich – geerdet werden. Die Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen/-geräte müssen zuerst mit dem Erdungspunkt bzw. den Schienen und dann mit den zu erdenden oder kurzzuschließenden Betriebsmitteln verbunden werden.

Falls Leiter während des Arbeitens unterbrochen oder verbunden werden müssen und falls dabei Gefahr durch Potenzialunterschiede an der Anlage besteht, müssen vor der Unterbrechung oder Verbindung der Leiter angemessene Maßnahmen wie Potenzialausgleich und/oder Erden an der Arbeitsstelle ergriffen werden. Es muss immer sichergestellt sein, dass die für diesen Zweck verwendeten Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen/-geräte, Schalter und Kabel sowie Verbinder für Potenzialausgleich geeignet und für die Kurzschlussbeanspruchung der elektrischen Anlage am Einbauort ausgelegt sind.

Es müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen/-geräte während der gesamten Dauer der Arbeit wirksam bleiben.

Falls die Erdungsanschlüsse während einer Messung oder Prüfung entfernt werden, müssen besondere Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung einer Gefahr getroffen werden.

Wenn ferngesteuerte Erdungs- oder Kurzschlusschalter zum Erden und Kurzschließen einer elektrischen Anlage verwendet werden, muss die geschlossene Stellung der Erdungs- oder Kurzschlusschalter zuverlässig von der Fernwirkanlage angezeigt werden.

Abhängig von der durchzuführenden Arbeit und dem Stromversorgungssystem kann Erden oder Kurzschließen oder beides, d. h. Erden und Kurzschließen, erforderlich sein; dabei muss berücksichtigt werden, dass die Gleichstrom-Rückleitung in den meisten Fällen von der Erde isoliert ist. Falls die getroffenen Maßnahmen nicht sicherstellen, dass ein Dachstromabnehmer eine Isolationsstelle überbrücken und daher unbeabsichtigt Leiter an der Arbeitsstelle unter Spannung setzen kann, werden zusätzliche Erdungs- oder Kurzschließgeräte zur Minderung dieses zufälligen Risikos des Unterspannungssetzens benötigt.

ANMERKUNG Falls die Erdungs- oder Kurzschließgeräte sich in einer aus elektrisch durchgängigen Drähten und/oder Kabeln gebildeten Zone befinden, kann die Anzahl von Geräten reduziert werden; dabei müssen die Abstände zwischen der Stelle, aus der die das Unterspannungssetzen verursachende Spannung zufällig kommen kann (z. B. Überbrückung eines Streckentrenners), und dem nächsten Erdungs- oder Kurzschließgerät berücksichtigt werden (die Abstände hängen von der Spannung und dem Kurzschlussstrom der Anlage ab).

Jeder elektrische Unterabschnitt in der Arbeitszone muss einzeln oder gruppenweise geerdet oder kurzgeschlossen werden. Mehrere Unterabschnitte können gruppiert werden, um eine aus elektrisch durchgängigen Drähten und/oder Kabeln gebildete Zone zu bilden; dies kann z. B. durch das Schließen von Lasttrennschaltern oder Trennschaltern zwischen zwei Unterabschnitten geschehen. Diese Lasttrennschalter oder Trennschalter sollten in der geschlossenen Position gesichert werden. Falls das Sichern nicht erfolgen oder gewährleistet werden kann, muss mindestens ein Erdungs- oder Kurzschließgerät in jedem Unterabschnitt verwendet werden.

Die Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen/-geräte müssen von der Arbeitsstelle aus sichtbar sein, zumindest am Beginn der Arbeiten. Die Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen/-geräte sollten so nahe wie möglich an der Arbeitsstelle angebracht sein.

Falls tragbare Erdungs- und Kurzschließgeräte nicht von der Arbeitsstelle aus sichtbar sind, müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Geräte während des Arbeitens am Ort verbleiben. Beispiele für solche Vorsichtsmaßnahmen sind Objektschutz oder Entfernen des zum Ausbau des Erdungs- und Kurzschließgerätes erforderlichen Werkzeugs (z. B. Erdungsstange, Schlüssel zum Trennen der Schienenklammern usw.).

An Orten mit fest eingebauten Erdungsgeräten, an denen es nicht möglich ist, das/die Erdungs- und Kurzschließgerät(e) an den Begrenzungen der Arbeitsstelle zu sehen, sollten örtliche Erdungsvorrichtungen, zusätzliche Anzeigergeräte oder eine andere gleichwertige Kennzeichnung bereitgestellt werden.

Wenn die unbeabsichtigte Verwendung von Schaltgeräten zu einer Gefährdung an der Arbeitsstelle führen kann, muss die Verwendung dieser Geräte verhindert werden, indem sie so gesichert werden, dass sie nicht verwendet werden können.

5.2.5 Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Falls gefährliche aktive Teile einer elektrischen Anlage sich neben der Arbeitsstelle befinden und falls entsprechend der Risikobeurteilung festgestellt wird, dass Schutzmaßnahmen notwendig sind, müssen diese vor dem Beginn der Arbeiten an diesem Ort getroffen werden, wie in „Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen“ (siehe 5.3) dargelegt.

Der ARV muss diesem Sachverhalt große Beachtung widmen.

5.3 Arbeiten in der Nähe von gefährlichen aktiven Teilen

5.3.1 Allgemeines

Wenn die Arbeiten erfordern, dass eine Person oder ein von ihr verwendeter Gegenstand in die Annäherungszone gelangt oder wenn das Risiko eines zufälligen Gelangens in die Annäherungszone besteht, darf diese Arbeit nur durchgeführt werden, wenn Schutzmaßnahmen getroffen worden sind, die sicherstellen, dass es nicht möglich ist, in die Gefahrenzone zu gelangen.

Falls möglich, müssen Schutzvorrichtungen physikalisch das Gelangen in die Gefahrenzone verhindern. Schutzvorrichtungen sind z. B. eine elektrische Schutzabdeckung, ein elektrisches Schutzhindernis, eine Einrichtung zur Begrenzung der physikalischen Reichweite usw. Falls Schutzvorrichtungen sich für die Arbeit nicht eignen, dürfen Schutzmaßnahmen verwendet werden, die auf dem Mindest-Arbeitsabstand und/oder einer Beaufsichtigung basieren. Der Mindest-Arbeitsabstand muss größer sein als die Gefahrenzone.

Schutz durch Schutzvorrichtungen (5.3.2) und Schutz durch den Mindest-Arbeitsabstand (5.3.3) können gleichzeitig verwendet werden.

5.3.2 Schutz durch Schutzvorrichtungen

Wenn die Arbeitsstelle festgelegt worden ist, müssen zur Vermeidung elektrischer Gefahren die Einschränkungen der Bewegungen der Arbeiter, des Werkzeugs und der Geräte festgelegt werden. Schutzvorrichtungen müssen sicherstellen, dass diese Einschränkungen unabhängig von der Beurteilung der Arbeiter eingehalten werden.

Wenn eine Schutzvorrichtung verwendet wird, muss diese:

- a) die Arbeiter und die von ihnen verwendeten Gegenstände daran hindern, während des Arbeitens in die Gefahrenzone oder, wenn relevant, in die Annäherungszone zu gelangen;
- b) ausreichende mechanische Festigkeit, Stabilität und Haltbarkeit aufweisen, um den festgelegten Schutzgrad aufrechtzuerhalten; dabei müssen alle maßgeblichen Einwirkungen durch die Umgebung, die Arbeit und die Werkzeuge berücksichtigt werden;
- c) vor Ort sicher befestigt und gegebenenfalls nur durch die Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs entfernbar sein. Sie darf ohne Schlüssel oder Werkzeug entfernbar sein, muss aber so gesichert sein, dass unbeabsichtigtes Entfernen unwahrscheinlich ist.

Als eine Funktion ihrer Position und ihrer Gestaltung kann die Schutzvorrichtung die Geometrie der Gefahren-, der Annäherungs- und der Arbeitszone wie folgt ändern:

- d) wenn außerhalb der Annäherungszone eine Schutzvorrichtung verwendet wird, die die Arbeiter und die von ihnen verwendeten Gegenstände daran hindert, in die Annäherungszone zu gelangen, legt diese die Begrenzung der Arbeitszone fest (Bild 1a));
- e) wenn innerhalb der Annäherungszone eine Schutzvorrichtung verwendet wird, die die Arbeiter und die von ihnen verwendeten Gegenstände daran hindert, in die Gefahrenzone zu gelangen, legt diese die Begrenzung der Annäherungszone neu fest und sie legt die Begrenzung der Arbeitszone fest (Bild 1b));
- f) wenn innerhalb der Gefahrenzone eine Schutzvorrichtung verwendet wird, die die Arbeiter und die von ihnen verwendeten Gegenstände schützt, legt diese die Begrenzung der Gefahrenzone und die der Annäherungszone neu fest und sie legt die Begrenzung der Arbeitszone fest (Bild 1c)).