



**ESTI Weisung Nr. 407 / Version 0919**  
**01. September 2019**

## **Tätigkeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen**

**(Ersetzt Richtlinie Nr. 407 / Version 0909)**



**Autoren:** ESTI  
Mitwirkende: EIT.swiss, Electrosuisse, Suva, VSE, VSEK

**Gültig ab** 01.09.2019

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1. Geltungsbereich</b>	<b>4</b>
<b>2. Gesetzliche und normative Grundlagen</b>	<b>4</b>
<b>3. Schutzziele</b>	<b>5</b>
<b>4. Pflichten von Betriebsinhabern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern</b>	<b>5</b>
<b>5. Begriffe</b>	<b>7</b>
5.1    Allgemeine Definitionen	
<b>6. Arbeitsmethoden</b>	<b>8</b>
6.1    Die drei Arbeitsmethoden	8
6.1.1 Arbeitsmethode 1	8
6.1.2 Arbeitsmethode 2	9
6.1.3 Arbeitsmethode 3	9
6.1.4 Arbeitsschutzsicherungen bei NS	10
6.2    Bemerkungen zum Signalisieren und Markieren	10
6.3    Entscheidungsablauf im Rahmen der Arbeitsvorbereitung	11
6.4    Erläuterungen zu Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	12
6.5    Erläuterungen zu Arbeiten unter Spannung	12
<b>7. Anforderung an das Personal</b>	<b>13</b>
7.1    Sachverständige Person	13
7.1.1 Erläuterungen zum Begriff der sachverständigen Person	13
7.1.2 Werdegang einer sachverständigen Person	15
7.2    Instruierte Person	16
7.2.1 Erläuterungen zum Begriff der instruierten Person	16
7.3    Schaltberechtigung / Schaltanweisungsberechtigung	16
7.4    Vergleich Begriffe: Verordnungen, Regeln der Technik, Personal	17
<b>8. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)</b>	<b>18</b>
8.1    Grundsatz	18
8.2    Wahl der PSA gegen elektrische Gefahren	18
8.2.1 Zusatzinformation zu den Schutzkleidungsstufen	19
8.2.2 Allgemeine Anforderungen	19
8.2.3 Anpassen der Anforderungen (Schutzkleidung)	20
8.2.4 Kurzschlussstrom, Störlichtbogenschutzklassen und Schutzstufen	21
8.2.5 Erläuterungen zu den Schutzstufen (Ziff. 8.2.4)	22
8.2.6 Beispiele Benützung PSA, nicht abschliessend	23
8.2.6.1 Legende	28

**9. Tabellen und Zeichnungen**

Tabelle A.1: Richtwerte für Abstände $D_L$ und $D_V$ nach SN EN 50110-1: 2013	29
Bild 1: Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten	29
Bild 2: Begrenzung der Annäherungszone durch Abschrankung, Verschalung, Gitter	30
Bild 3: Begrenzung der Gefahrenzone durch eine für die entsprechende Spannung geeignete und geprüfte Schutzvorrichtung	31

## 1. Geltungsbereich

Die vorliegende Weisung gilt für alle Tätigkeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen.

Hierbei handelt es sich um elektrische Anlagen aller Spannungsebenen von Kleinspannung - Niederspannung ( $\geq 16$  A Nennstrom) bis Hochspannung. Der Begriff Hochspannung schliesst die Spannungsebenen Mittelspannung und Höchstspannung ein.

Diese elektrischen Anlagen dienen der Erzeugung, Übertragung, Umwandlung, Verteilung und Nutzung elektrischer Energie. Einige dieser elektrischen Anlagen sind ortsfest, wie z.B. Verteilungseinrichtungen in einer Fabrik oder einem Bürogebäude, andere werden nur vorübergehend aufgebaut, wie z.B. auf Baustellen; wieder andere sind ortsveränderlich und können entweder unter Spannung stehend oder im spannungsfreien Zustand bewegt werden. Beispiele hierfür sind elektrisch angetriebene Tunnelbohrmaschinen in Tunnelbauten.

Die Weisung gilt ebenso für alle nicht elektrotechnischen Tätigkeiten, von denen eine elektrische Gefahr ausgeht.

Beispiele für Tätigkeiten:

- Arbeiten nach den 5 + 5 Sicherheitsregeln in spannungsfreiem Zustand.
- Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden elektrischen Anlagen.
- Arbeiten an unter Spannung stehenden elektrischen Anlagen.
- Bedienen und Schalten von elektrischen Anlagen.
- Prüfen, Messen, Reinigen, Anbringen oder Entfernen von Abdeckungen.

Die Betriebe können die in dieser Weisung erwähnten Schutzvorkehrungen den jeweiligen Anlagecharakteristiken angleichen, ohne jedoch deren grundlegenden Bestimmungen zu verletzen. Diese Regelungen basieren auf der gültigen Gesetzgebung und können nur durch strengere betriebsinterne Weisungen ergänzt werden.

## 2. Gesetzliche und normative Grundlagen

Gesetze und Verordnungen stehen hierarchisch an oberster Stelle, gefolgt von den Regeln der Technik (Normen).

- Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG; SR 832.20);
- Verordnung über die Unfallverhütung (VUV; SR 832.30);
- Elektrizitätsgesetz (EleG; SR 734.0)
- Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung; SR 734.2);
- Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV; SR 734.27)
- Verordnung über die Sicherheit von persönlichen Schutzausrüstungen (PSAV; SR 930.115);
- Norm Betrieb von elektrischen Anlagen SN EN 50110-1;
- ESTI-Weisung Nr. 100, Fachbegriffe, Schalt- und Arbeitsaufträge;
- Suva 66138 «Achtung, Stromschlag! Einsatz von Arbeitsmitteln in der Nähe von Freileitungen»
- Suva 88814 «5 + 5 lebenswichtige Regeln im Umgang mit Elektrizität. Instruktionshilfe»
- Suva 84042 «5 + 5 lebenswichtige Regeln im Umgang mit Elektrizität, Faltprospekt»

### 3. Schutzziele

Folgende Schutzziele sind unbedingt und zwingend einzuhalten:

- **Schutz vor Körperdurchströmung** (Elektrisierung)
- **Schutz vor Lichtbogen** (Hitze, Blendung)
- **Schutz vor Folgeschaden** (Sturz, Brand etc.)

Der Schutz vor ionisierenden Strahlen ist im Strahlenschutzgesetz (StSG; SR 814.50) und der Strahlenschutzverordnung (StSV; SR 814.501) geregelt und wird in dieser Weisung nicht weiter thematisiert.

#### 3.1 Schutzmassnahmen

Mit der vorliegenden Weisung soll Fachpersonen geholfen werden, zur richtigen Zeit die richtigen Schutzmassnahmen zu treffen, damit Unfälle und Schadenfälle bereits in der vorbereitenden Arbeitsphase verhindert werden können.

Jede Unternehmung hat aufgrund eigener Gefährdungsbeurteilung / Risikoanalysen die konkrete Umsetzung der Schutzmassnahmen für ihren Betrieb zu definieren und durchzusetzen.

Organisatorische Voraussetzung für sicheres Arbeiten:

Die Grundlage für ein sicheres Arbeiten muss bereits vor Beginn der Arbeit festgelegt werden. Um ein Höchstmass an Sicherheit zu erreichen, bedarf es einer sinnvollen Planung und Koordination der Arbeiten. Hierzu gehört die Erstellung von klaren Arbeitsaufträgen und, wo gefordert, eine Gefährdungsbeurteilung. Die auszuführenden Arbeiten sind eingehend mit den Mitarbeitenden zu besprechen. Es muss sichergestellt werden, dass das geeignete Personal das erforderliche Material, Werkzeug, sowie die nötigen Geräte und Schutzausrüstungen auf die Montagestelle mitnimmt und dort verwendet. Weiter sind nur geprüfte Anlagen in Betrieb zu nehmen. Nur so lassen sich riskante Situationen oder Improvisationen vor Ort vermeiden.

### 4. Pflichten von Betriebsinhabern, Arbeitgebern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern

Pflichten von Betriebsinhabern, Arbeitgebern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern sind im UVG, EleG und der Starkstromverordnung sowie in der SN EN 50110-1: 2013 geregelt.

#### Art. 20 EleG

<sup>1</sup> Die Beaufsichtigung der elektrischen Anlagen und die Überwachung ihres guten Zustandes ist Sache der Betriebsinhaber (Eigentümer, Pächter usw.).

<sup>2</sup> Auch die Beaufsichtigung und der Unterhalt der elektrischen Leitungen, welche sich auf Bahngebiet befinden, sind vom Betriebsinhaber zu besorgen, und es ist daher ihm und seinen Beauftragten zu diesem Zwecke das Betreten des Bahngebietes unter Voranzeige an die Bahnorgane gestattet.

#### Art. 27 EleG

<sup>1</sup> Wenn durch den Betrieb einer privaten oder öffentlichen Schwach- oder Starkstromanlage eine Person getötet oder körperlich verletzt wird, so haftet der Betriebsinhaber für den entstandenen Schaden, wenn er nicht beweist, dass der Unfall durch höhere Gewalt oder durch Verschulden oder Versehen Dritter oder durch grobes Verschulden des Getöteten oder Verletzten verursacht wurde.

<sup>2</sup> In gleicher Weise besteht die Haftpflicht für Schädigung an Sachen, jedoch nicht für Störungen im Geschäftsbetrieb.

## Art. 82 UVG

### Allgemeines

<sup>1</sup> **Der Arbeitgeber** ist verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und nach den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

<sup>2</sup> **Der Arbeitgeber** hat die Arbeitnehmer bei der Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten zur Mitwirkung heranzuziehen.

<sup>3</sup> **Der Arbeitnehmer** ist verpflichtet, den Arbeitgeber in der Durchführung der Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten zu unterstützen. Sie müssen insbesondere persönliche Schutzausrüstungen benützen, die Sicherheitseinrichtungen richtig gebrauchen und dürfen diese ohne Erlaubnis des Arbeitgebers weder entfernen noch ändern.

## Art. 12 Starkstromverordnung

Instruktion der im Betriebsbereich zugelassenen Personen

<sup>1</sup> Die Betriebsinhaber von Starkstromanlagen müssen für ihre Anlagen ein Sicherheitskonzept ausarbeiten und im Rahmen dieses Konzepts diejenigen Personen instruieren, die Zugang zum Betriebsbereich haben, betriebliche Handlungen vornehmen oder an den Anlagen arbeiten.

<sup>2</sup> Die Instruktion muss periodisch wiederholt werden. Der Zeitabstand zwischen zwei Instruktionen richtet sich nach dem Ausbildungsstand der betroffenen Personen, den vorzunehmenden Arbeiten und der Art der Anlagen.

<sup>3</sup> Die Instruktion hat insbesondere Kenntnisse zu vermitteln über:

- a. die Gefahren bei Annäherung an unter Spannung stehende Teile;
- b. die Sofortmassnahmen und Hilfeleistungen bei Unfällen;
- c. die zu betretenden Anlagen mit Hinweisen auf Fluchtwege und Notrufstellen;
- d. die durch das Personal vorzunehmenden betrieblichen Handlungen und Arbeiten;
- e. das Vorgehen bei Brandausbruch.

## Art. 15 Starkstromverordnung

Sicherstellung der Hilfeleistung bei Unfällen

<sup>1</sup> Die Betriebsinhaber von Starkstromanlagen müssen eine genügende Anzahl geeigneter Personen zur Hilfeleistung bei Unfällen und Schadenfällen ausbilden und über eine zweckmässige Organisation für die Hilfeleistung bei Unfällen verfügen.

<sup>2</sup> Sie sorgen dafür, dass bei Unfällen und Schadenfällen den Hilfsorganisationen (Feuerwehr, Zivilschutz usw.) Personen zur Verfügung stehen, die fähig und berechtigt sind, rasch die notwendigen elektrotechnischen Sicherheitsmassnahmen zu treffen.

Viele Unfallursachen im Elektrobereich sind auf die nicht korrekte Anwendung der 5 Sicherheitsregeln zurückzuführen, die in regelmässigen Abständen wiederholt geschult und instruiert werden müssen.

Die Hilfeleistenden müssen über einen gültigen Nachweis eines aktuellen Erste-Hilfe-Kurses verfügen (BLS/ AED).

## 5. Begriffe

Es gelten die Begriffe, die in der ESTI-Weisung Nr. 100, Fachbegriffe, Schalt- und Arbeitsaufträge» aufgeführt sind. Bezüglich nicht näher definierter Bezeichnungen wird auf das Internationale Elektrotechnische Wörterbuch (IEC 60050) verwiesen.

### 5.1 Allgemeine Definitionen; Tätigkeiten an elektrischen Anlagen

**Arbeiten an Starkstromanlagen:** Art. 66 Abs. 1 Starkstromverordnung

Als Arbeiten an Starkstromanlagen gelten Tätigkeiten, deren Ausführung Massnahmen erfordert, die Personen oder Sachen vor den Gefahren des Stroms schützen.

**Bedienen:** Art. 66 Abs. 2 Starkstromverordnung

Das Bedienen einer Anlage von einem sicheren Standort aus und mit den Hilfsmitteln, welche für diesen Zweck konstruiert sind und ohne weitere Schutzmassnahmen gefahrlos angewendet werden können, gilt nicht als Arbeit an einer Starkstromanlage.

Anmerkung: Bedienen von Sicherungssystemen für Laien.

**Bedienung:** Art. 26 Starkstromverordnung

<sup>1</sup> Die Einrichtungen einer Starkstromanlage müssen von einem sicheren Standort aus bedient und kontrolliert werden können.

<sup>2</sup> Die Sicherheit von Personen oder Sachen darf durch das Betätigen von Einrichtungen auch bei einem Defekt nicht beeinträchtigt werden.

<sup>3</sup> Geräte, Werkzeuge und Hilfsmittel für die Bedienung der Anlage und für die Hilfeleistung bei Unfällen und Schadenfällen sowie die persönlichen Schutzausrüstungen müssen dem Personal jederzeit in gutem Zustand zur Verfügung stehen.

#### **Schalten**

«Schalten vor Ort» muss je nach Bauform der Anlage als Bedienen oder Arbeiten eingestuft werden

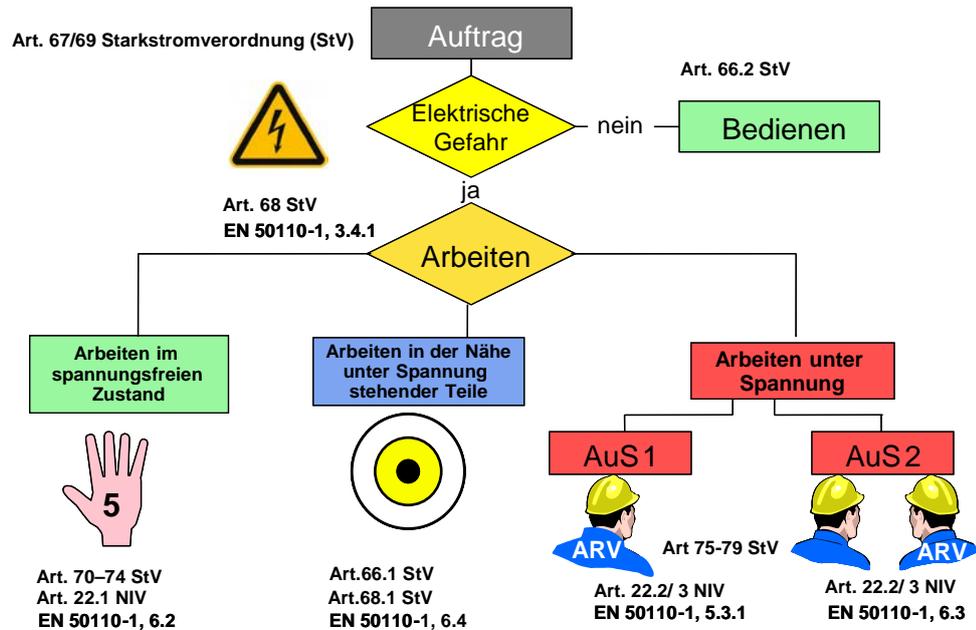
**Betrieb:** SN EN 50110-1: 2013, 3.1.2

Alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit die elektrische Anlage funktionieren kann. Dies umfasst Schalten, Regeln, Überwachen und Instandhalten sowie elektrotechnische und nicht elektrotechnische Arbeiten.

## 6. Arbeitsmethoden

Jede Arbeit muss organisiert und vorbereitet werden. Aufgrund der Gefährdungsbeurteilung / Risikoanalyse ist eine der drei Arbeitsmethoden zu wählen:

- Arbeiten im spannungsfreien Zustand nach EN 61243-3
- Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile
- Arbeiten unter Spannung



### 6.1 Die drei Arbeitsmethoden

Die drei Arbeitsmethoden sowie deren Anforderungen und Unterscheidungsmerkmale werden in Verordnungen und Normen umschrieben:

- Starkstromverordnung (Stand am 1. Juni 2019)
- NIV (Stand am 1. Juni 2019)
- Europäische Norm «Betrieb von elektrischen Anlagen» (SN EN 50110-1: 2013)

Die gemeinsame Anwendung dieser Dokumente verlangt klarere Definitionen der verwendeten Begriffe zur praktischen Anwendung derselben.

#### 6.1.1 Arbeitsmethode 1

##### Arbeiten an ausgeschalteten Starkstromanlagen

Art. 70–74 Starkstromverordnung

##### Arbeitssicherheit

Art. 22 Abs. 1 NIV

##### Arbeiten in spannungsfreiem Zustand

SN EN 50110-1: 2013, Ziff. 3.4.8 und 6.2

**Definition:**

Arbeiten an elektrischen Anlagen, deren spannungsfreier Zustand nach den 5 Sicherheitsregeln zur Vermeidung elektrischer Gefahren hergestellt und sichergestellt ist.

Das Arbeiten an ausgeschalteten Starkstromanlagen ist grundsätzlich die sicherste Art, Arbeiten auszuführen.

Vor Beginn der Arbeiten an Hoch- und Niederspannungsanlagen muss die Arbeitsstelle nach den folgenden **5 Sicherheitsregeln** vorbereitet werden:

- a. freischalten und allseitig trennen;**
- b. gegen Wiedereinschalten sichern;**
- c. auf Spannungslosigkeit prüfen;**
- d. erden und kurzschliessen; \***
- e. gegen benachbarte, unter Spannung stehende Teile schützen.**

\*Bei Arbeiten an Niederspannungsanlagen darf auf diesen Punkt verzichtet werden, wenn keine Gefahr von Spannungsübertragung oder Rückeinspeisung besteht. (Parallelschaltungen und EEA durch mögliche Gefahr von Rückspannungen)

### 6.1.2 Arbeitsmethode 2

**Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile**

SN EN 50110-1: 2013, Ziff. 3.4.5 und 6.4

In der Starkstromverordnung finden sich zu dieser Arbeitsmethode in verschiedenen Artikeln Bestimmungen, Art. 75-77 Starkstromverordnung Art. 66 Abs.1, Art. 68 Abs. 1 und Art. 70 Starkstromverordnung

**Definition:**

Alle Arbeiten, bei denen eine Person mit Körperteilen, Werkzeug oder anderen Gegenständen in die Annäherungszone gelangt, ohne die Gefahrenzone zu erreichen.

Als Massnahme beim Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile sind je nach Arbeitssituation nachfolgende Vorkehrungen zu treffen:

- Schutzvorrichtung, Abdeckung, Kapselung oder isolierende Umhüllung (in der Gefahrenzone dürfen nur spannungsgeprüfte Schutzvorrichtungen verwendet werden)
- Abstand und Aufsichtsführung (unbeabsichtigte schnelle Bewegungsabläufe sind kritisch und daher ist die Aufsichtsführung bei der Planung besonders zu berücksichtigen)
- Vorkehrungen bei Bauarbeiten und sonstigen nicht elektrotechnischen Arbeiten (SN EN 50110-1: 2013, Ziff. 6.4.4 und Suva 66138)

Wenn die Schutzmittel in der Gefahrenzone angebracht werden müssen, ist hierfür der spannungsfreie Zustand herzustellen oder es sind die Festlegungen für das Arbeiten unter Spannung anzuwenden.

### 6.1.3 Arbeitsmethode 3

**Arbeiten an unter Spannung stehenden Starkstromanlagen**

Art. 75–79 Starkstromverordnung

Art. 22 Abs. 2 und 3 NIV

**Arbeiten unter Spannung**

SN EN 50110-1: 2013, 3.4.4 und 6.3

**Definition:**

Jede Arbeit, bei der eine Person bewusst mit Körperteilen oder Werkzeugen, Ausrüstungen oder Vorrichtungen unter Spannung stehende Teile berührt oder in die Gefahrenzone gelangt.

Für das **Arbeiten unter Spannung** sind bezüglich Ausbildung, Material und Personalanforderungen klare Forderungen zu erfüllen.

**6.1.3.1 Arbeitsschutzsicherungen bei NS SN EN 50110-1 Abs. 6.3  
Arbeiten unter Spannung**

Arbeitsschutz- Sicherungen schützen optimal und begrenzen wirkungsvoll die Einwirkdauer von Lichtbögen

Reaktiver Schutz bei AuS 1 + 2

Begrenzung der Lichtbogenenergie

- Einwirkdauer + Lichtbogenleistung: Arbeitsschutzsicherungen
- Einwirkdauer: Störlichtbogenschutzsystem

Bei Arbeiten unter Spannung:

**Vorübergehender** Ersatz von Leitungsschutz-Sicherungen gG. Nicht für Dauerbetrieb geeignet, da

- Leistungsabgabe höher als bei gG
- Keine vollständige Selektivität zu gG-Sicherungen

Minimierung Gefährdung für Monteure bei Störlichtbögen durch:

- Überflinke Auslösecharakteristiken
- Minimierung Durchlassstrom
- Minimierung Durchlassenergie
- Extrem kurze Ausschaltzeiten

Zusammenfassung:

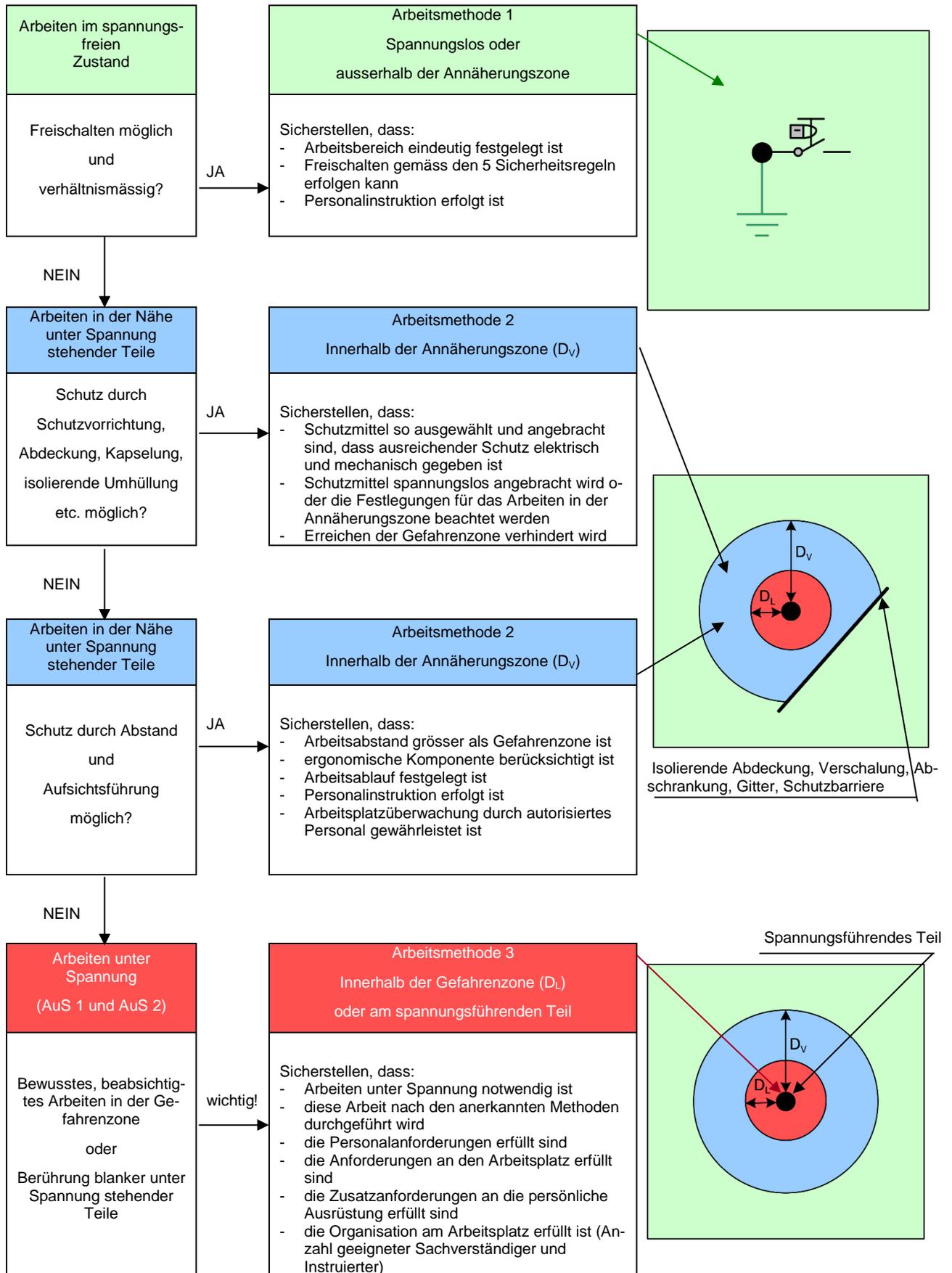
Bei Verwendung von Arbeitsschutzsicherungen Reduktion der Schutzausrüstung von Stufe 3 auf Stufe 1 oder 2 nach Risikoanalyse; trotzdem ist die Arbeit nach den Voraussetzungen AuS auszuführen.

**6.2 Weitere Sicherungsmassnahmen**

Das **Kennzeichnen, Markieren und Abschränken** hat grundsätzlich ausserhalb der Gefahrenzone und wenn möglich vor dem Eindringen in die Annäherungszone zu erfolgen.

- Art. 73 Abs. 1 Starkstromverordnung
- SN EN 50110-1: 2013, Ziff. 4.5 und 6.4.1.6

### 6.3 Entscheidungsablauf im Rahmen der Arbeitsvorbereitung s. Kapitel 9



## 6.4 Erläuterungen zu Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile

Arbeiten in der Annäherungszone, wenn ein zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone ausgeschlossen ist, wie z.B.:

- Reinigung von Starkstromanlagen in der Annäherungszone
- Anbringen oder Entfernen von vorbereiteten Originalabdeckungen mit Standort des Ausführenden innerhalb der Annäherungszone
- Anbringen oder Entfernen von behelfsmässigen Abdeckungen mit Standort des Ausführenden innerhalb der Annäherungszone
- Arbeiten an betriebseigenen Mess-, Regel- und Steuerleitungen sowie an Messkreisen in der Annäherungszone
- Prüfen in der Annäherungszone
- Messen in der Annäherungszone

Wenn eine Abdeckung HS IP 3X, NS IP 2X angebracht ist, gilt die Arbeit als ausserhalb der Annäherungszone.

## 6.5 Erläuterungen zu Arbeiten unter Spannung

Arbeiten unter Spannung (AuS 1)

Wenn NS IP 2X und HS IP 3X nicht erfüllt ist, gelten die folgenden Tätigkeiten als AuS 1:

- Prüfen
- Messen (SNEN 50110-1: 2013, Ziff. 5.3.1.3)
- Anbringen oder Entfernen von Abdeckungen und dergleichen beim möglichen Eindringen in die Gefahrenzone

Anmerkung: AuS 1 hat in der Regel keine Veränderungen an aktiven spannungsführenden Teilen zur Folge.

Arbeiten unter Spannung (AuS 2)

Wenn NS IP 2X und HS IP 3X nicht erfüllt ist, gelten die folgenden Tätigkeiten, die besondere Anforderungen an das Personal, die Ausbildung und die Organisation stellen, als AuS 2:

- Bewusstes, beabsichtigtes Arbeiten in der Gefahrenzone
- Arbeiten an Wandler-, Mess-, Regel- und Steuerleitungen sowie an Messkreisen, wenn zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone nicht ausgeschlossen werden kann
- Arbeiten in der Annäherungszone ohne Abdeckung und wenn zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone nicht ausgeschlossen werden kann

Anmerkung: AuS 2 hat in der Regel Veränderungen an aktiven spannungsführenden Teilen zur Folge.

## 7. Anforderungen an das Personal

Der Arbeitgeber sorgt dafür, dass alle in seinem Betrieb beschäftigten Arbeitnehmenden, einschliesslich der dort tätigen Arbeitnehmenden eines anderen Betriebes, über die bei ihren Tätigkeiten auftretenden Gefahren informiert und über die Massnahmen zu deren Verhütung angeleitet werden. Diese Information und Anleitung haben im Zeitpunkt des Stellenantritts und bei jeder wesentlichen Änderung der Arbeitsbedingungen zu erfolgen und sind nötigenfalls zu wiederholen (Art. 6 Abs. 1 VUV). Der Arbeitgeber, der in seinem Betrieb Arbeitskräfte beschäftigt, die er von einem anderen Arbeitgeber ausleiht, hat hinsichtlich der Arbeitssicherheit gegenüber diesen die gleichen Pflichten wie gegenüber den eigenen Arbeitnehmern (Art. 10 VUV). Vor dem Einsatz von Personal von Dritt- und Temporär-Unternehmen ist daher der Ausbildungsstand zu prüfen und gegebenenfalls eine Ausbildung zu veranlassen.

Für die Weiterbildung (Wissensstand aktuell halten) können die 5 + 5 lebenswichtigen Regeln im Umgang mit Elektrizität (Suva-Bestellnummer 88814.d) und allfälligen betriebspezifischen Regelungen eingesetzt werden.

Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit besonderen Gefahren nur Arbeitnehmern übertragen, die dafür entsprechend ausgebildet sind (Art. 8 Abs. 1 VUV). Deshalb dürfen Arbeiten unter Spannung (AuS) nur Arbeitnehmern übertragen werden, die dafür entsprechend ausgebildet und mit diesen Arbeiten vertraut sind. Diese Tätigkeiten stellen besondere Anforderungen an das Personal, die Ausbildung und die Organisation.

### 7.1 Sachverständige Person

**7.1.1** Erläuterungen zum Begriff der sachverständigen Person nach Art. 3 Ziff. 23 Starkstromverordnung (siehe auch die ESTI-Weisung Nr. 100)

1. Sachverständige Personen haben die Arbeitsprozesse zu beaufsichtigen. Beaufsichtigung bedeutet die Festlegung des Sicherheitsdispositivs eines Arbeitsprozesses sowie die Veranlassung und periodische Überprüfung der Sicherheitsmassnahmen.
2. Als sachverständige Personen für den Bereich Niederspannungsinstalltionen nach Art. 2 NIV gelten fachkundige Personen, kontrollberechtigte Personen sowie Elektroinstallateure und anverwandte Berufe mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis und zeitlich angemessener praktischer Erfahrung (siehe Grafik 7.1.2).

Für den Umgang im Bereich Hochspannungsanlagen (Erzeugungs-, Übertragungs-, Transformations- und Verteilanlagen) müssen oben aufgelistete Personengruppen wie auch Netzelektriker mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis, Netzfachleute mit Berufsprüfung, Netzelektrikermeister eine praktische Erfahrung (gemäss Punkt 4) erwerben.

3. Das Studium ist ein Abschluss im Bereich der Elektrotechnik an einer Hochschule (ETHZ, EPFL, TU etc.), einer Fachhochschule (HTL, FH), einer eidg. anerkannten Technikerschule (TS, HF) oder einer gleichwertigen, anerkannten Lehranstalt und mit Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Einrichtungen.
4. Unter der Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Einrichtungen versteht man eine zeitlich angemessene praktische Tätigkeit mit Starkstromanlagen im Sinne von Art. 3 Ziff. 29 Starkstromverordnung, welche vom Betriebsinhaber oder Anlagenbetreiber schriftlich zu bestätigen ist.
5. Die gleichwertige betriebsinterne Ausbildung lehnt sich an die Ausbildung eines Sachverständigen / Elektrofachkraft an und beträgt – unter Anleitung

von sachverständigen Personen – für den praktischen Teil mindestens 5 Jahre.

Das Arbeitsgebiet umfasst Erstellung, Betrieb und Instandhaltung von Starkstromanlagen, die der Erzeugung, Transformierung, Umformung, Fortleitung, Verteilung und Gebrauch der Elektrizität dienen.

In die praktische Tätigkeit ist eine theoretische, fachtechnische Ausbildung zu integrieren.

Der **Stoffumfang für die theoretische, fachtechnische Ausbildung** umfasst:

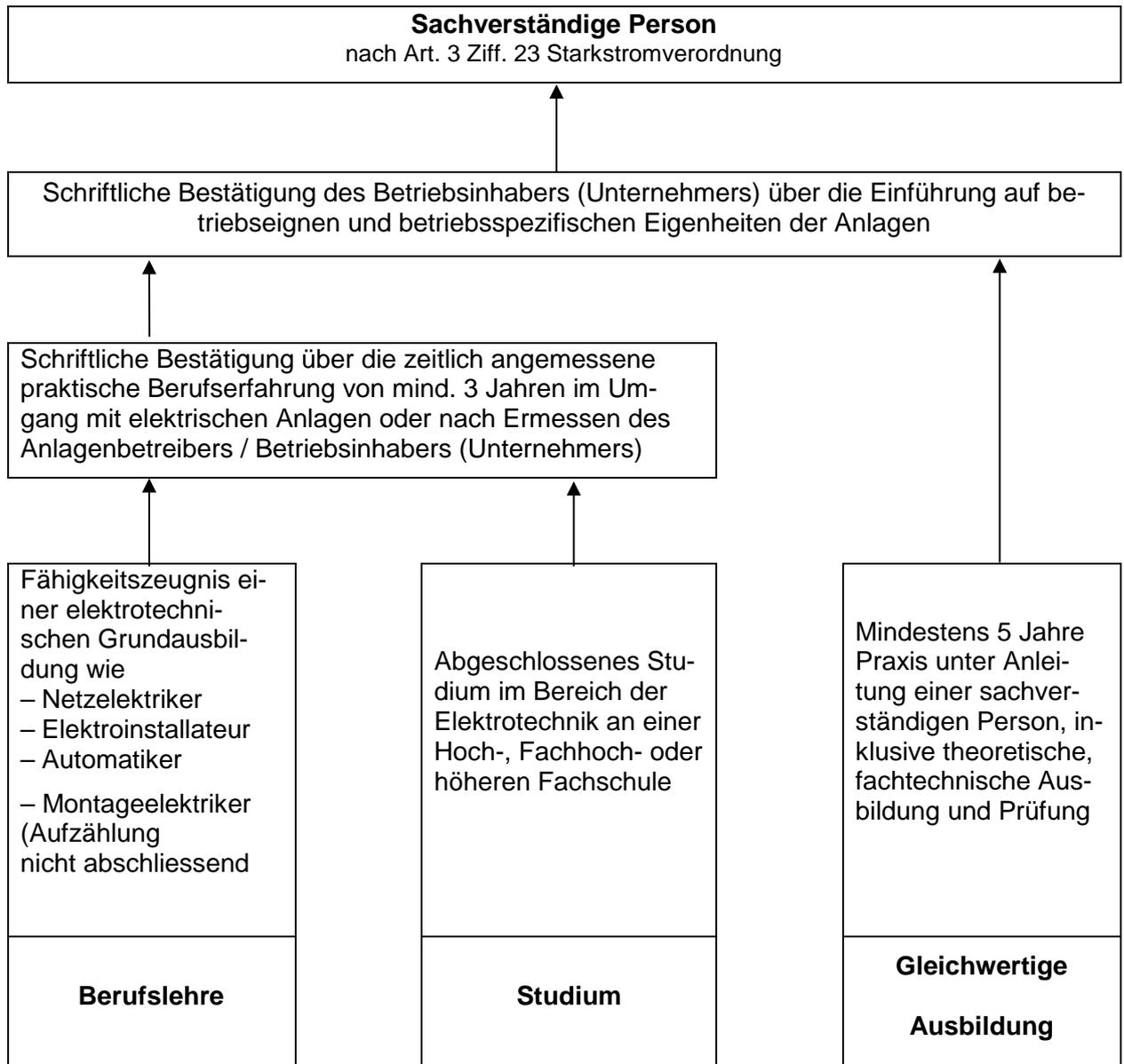
- Grundlagen der Elektrotechnik und Berufskennnisse
- Messtechnik (Schutzmassnahmen)
- Betriebsspezifische Anlagenkenntnisse, Schutzmassnahmen
- Elektrizitätsgesetz und dessen Verordnungen, Regeln der Technik, interne Richtlinien
- Unfallverhütung (Art. 9–13 Starkstromverordnung)
- Massnahmen bei Unfällen und Schadenfällen durch Elektrizität (Art. 14–16 Starkstromverordnung)

Die Bemessung des zeitlichen Aufwands für die theoretische Ausbildung liegt in der Eigenverantwortung des Betriebsinhabers.

Nach Abschluss der gleichwertigen betriebsinternen Ausbildung muss der angehende Sachverständige eine Prüfung bestehen. Diese hat sich über den praktischen und den theoretischen Teil zu erstrecken. Die Prüfung ist entweder vom Betriebsinhaber selber oder einem sachverständigen Dritten durchzuführen.

Die Festlegung des Prüfungsstoffs, die Beurteilung der Prüfungsarbeiten und die Bewertung (genügend, ungenügend etc.) liegen in der Eigenverantwortung des Betriebsinhabers bzw. des sachverständigen Dritten.

### 7.1.2 Werdegang einer sachverständigen Person



Die NIV kennt den Begriff sachverständige Person nicht. Wer elektrische Niederspannungs-Installationen erstellt, ändert, instand stellt oder kontrolliert, muss die Anforderungen der NIV erfüllen.

## **7.2 Instruierte Person**

### **7.2.1 Erläuterungen zum Begriff der instruierten Person nach Art. 3 Ziff. 15 Starkstromverordnung siehe auch ESTI-Weisung Nr. 100**

Person ohne elektrotechnische Grundausbildung, die begrenzte, genau umschriebene Tätigkeiten in Starkstromanlagen ausführen kann und die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen kennt.

Instruierte Personen können standardisierte und eingespielte Arbeitsaufträge an elektrischen Starkstromanlagen ausführen wie z.B. vordefinierte Schalthandlungen.

Standardisierte, eingespielte weitere Tätigkeiten können auch von instruierten Personen überwacht werden. Solche Tätigkeiten sind z.B. Grab-, Holz-, Malerarbeiten, mechanische Arbeiten (nicht abschliessend) und dergleichen in der Annäherungszone. Überwacht eine instruierte Person solche Tätigkeiten, so hat diese die Arbeiten dauernd zu begleiten und zu kontrollieren.

Bei unbekannter, spezieller Arbeitssituation hat die instruierte Person sofort die Arbeiten zu unterbrechen und eine sachverständige Person beizuziehen.

## **7.3 Schaltberechtigte- oder Schaltanweisungsberechtigte Person**

Schaltberechtigte- oder Schaltanweisungsberechtigte Personen sind durch den Betrieb zu ernennen und als instruierte Personen gemäss Art. 12 Starkstromverordnung auszubilden.

Die schaltberechtigte Person handelt gemäss Schalt- oder Arbeitsauftrag (siehe ESTI-Weisung Nr. 100).

### 7.4 Vergleich Begriffe: Verordnungen, Regeln der Technik, Personal

Verordnungen	
Starkstromverordnung Leitungsverordnung LeV	Niederspannungs-Installationsverordnung NIV
Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilanlagen	Installationen
Starkstromanlagen	
Grenzstelle zwischen der Anschlussleitung des Niederspannungsverteilsnetzes und der elektrischen Installation sind die Eingangsklemmen am Anschlussüberstromunterbrecher.	
Regeln der Technik	
Normen von IEC und Cenelec CH-Normen	Normen von IEC und Cenelec CH-Normen Niederspannungsinstallations-Norm NIN
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Betrieb von elektrischen Anlagen SN EN 50110-1: 2013</li> <li>– ESTI-Weisungen und Mitteilungen</li> <li>– Technische Anschlussbedingungen TAB</li> <li>– betriebsspezifische Richtlinien</li> </ul>	
Personal	
<u>Starkstromverordnung</u> – Sachverständige Person  – Instruierte Person	<u>NIV</u> - fachkundige Person - kontrollberechtigte Person - Elektroinstallateur (EFZ)/ Elektromonteur - Montage-Elektriker - Lernende oder Hilfskräfte
	<u>NIN</u> - Sachverständige Person/ Elektrofachkraft - Instruierte Person/ elektrotechnisch unterwiesene Person - Laien
<u>SN EN 50110-1: 2013</u> – Elektrofachkraft <i>eine Person mit geeigneter fachlicher Ausbildung, Kenntnissen und Erfahrung, sodass sie <b>Gefahren erkennen und vermeiden</b> kann, die von der Elektrizität ausgehen können</i>  – elektrotechnisch unterwiesene Person <i>eine Person, die durch eine Elektrofachkraft ausreichend unterrichtet wurde, sodass sie <b>Gefahren vermeiden</b> kann, die von der Elektrizität ausgehen können</i>	

## 8. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

### 8.1 Grundsatz

Wie können Unfälle verhindert werden? Gefährdungen – Ursachen – Massnahmen

Die Reihenfolge sollte immer lauten: «**S-T-O-P**- Prinzip» anwenden

**S**ubstitution (Ersatz),

**T**echnische Massnahmen,

**O**rganisatorische Massnahmen,

**P** Schutz der **P**erson

**P** Der Schutz der **P**erson ist in der Reihenfolge immer die letzte Massnahme am Schluss der Sicherheitskette. Darum braucht es unmissverständliche Weisungen des Arbeitgebers. Zudem sind die Vorgesetzten und Mitarbeitenden einzubeziehen.

Eine zumutbare und wirksame PSA muss durch den Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden. Weiter muss der Arbeitgeber dafür sorgen, dass die PSA jederzeit bestimmungsgemäss verwendet werden kann (Art. 5 VUV).

Die Arbeitnehmer sind verpflichtet, die PSA nach den Weisungen des Arbeitgebers zu benützen (Art. 82 UVG)

Weitergehende Anforderungen des Anlagenbetreibers/ Betriebsinhabers sind zu befolgen.

### 8.2 Wahl der PSA gegen elektrische Gefahren

Eine PSA wird verwendet, um sich vor Durchströmung und / oder Störlichtbogeneinwirkungen zu schützen.

Die PSA ist ein wesentlicher Bestandteil des Personenschutzes.

Um einen Schutz zu gewährleisten, ist einerseits das entsprechende Material zu verwenden und andererseits ist die PSA situationsgerecht zu tragen. Das heisst, Material und Einsatz der PSA sind gleichermassen wichtig.

Material und Qualität haben einen wesentlichen Einfluss auf den Schutz des Körpers. Noch entscheidender ist es aber, dass die PSA überhaupt getragen wird.

Die Wahl der PSA hängt stark vom Arbeitsort und der Tätigkeit ab.

EN 61482-1-1, EN 61482-1-2, IEC 61482-2, DGUV GS-ET-29, EN 166, EN 170 und EN 60903 definieren die Materialeigenschaften für die Schutzkleidung und das Prüfverfahren. Den Prüfungen wurden Werte für Kurzschlussstrom, Störlichtbogendauer und Abstand zugrunde gelegt. Bestehende Schutzausrüstungen, welche keine der obigen Normen erfüllen, sind sofort zu ersetzen.

Für die Ausarbeitung dieses Dokuments wurden Werte angenommen, die der Erfahrung und dem Stand der Technik entsprechen, die als verhältnismässig einzustufen sind und durch Versuche erhärtet wurden.

Ein Personenschutz kann nicht für unbegrenzt hohe Kurzschlussströme und Störlichtbogendauer (Energie) gewährleistet werden. Der Inhalt dieses Dokuments schliesst die sach- und situationsbezogene Gefährdungsbeurteilung / Risikoanalyse nicht aus.

Die folgende tabellarische Aufstellung listet die Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung in Abhängigkeit der verschiedenen thermischen Gefahren eines elektrischen Lichtbogens auf.

400V Prüfungen für PSA Probenabstand 300 mm				
Schutzklasse	Prüfstrom	Prüfanforderungen	Lichtbogenzeit	Gültige Norm
1. Schutzbekleidung Boxtest genormt	4 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 1 Neu: IEC 61482-2 (APC=1)
2. Schutzbekleidung Boxtest genormt	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)
3. Schutzbekleidung Test nicht genormt	10 kA	3-phasig	1000 ms	IEC 61482-2 Noch nicht genormt
Schutzhelm mit Visier	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 166/170 DGUV GS-ET- 29 (Klasse 2)
Schutzhauben	7-12 kA	1-phasig	500 ms	
Lichtbogenfeste Gummihandschuhe	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2, EN 60903: 2003 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)
Hitzeschutz-Handschuhe	7kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2, EN 388/407 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)

### 8.2.1 Zusatzinformation zu den Schutzkleidungsstufen

### 8.2.2 Allgemeine Anforderungen

- **Schutzkleidung ist baumustergeprüft**  
Persönliche Schutzausrüstungen gegen elektrische Gefahren müssen baumustergeprüft sein.  
Der Inverkehrbringer muss als Verantwortlicher feststellbar sein (Konformitätserklärung), welcher haftbar gemacht wird, wenn an einem Produkt etwas nicht den dafür gültigen Normen und Richtlinien entspricht.  
Die Prüfung von persönlichen Schutzausrüstungen erfolgt mittels einer Baumusterprüfung. Sie ist die Konformitätsbestätigung der persönlichen Schutzausrüstung. Der Käufer seinerseits hat darauf zu achten, dass die persönlichen Schutzausrüstungen mit den relevanten Zeichen ausgerüstet sind und die Konformitätsbestätigung mit den Typen der Schutzausrüstung übereinstimmt.
- Generell gilt als Schutzkleidung:  
Oberkörperkleidung hüftbedeckend (ansonsten ergänzt mit Schutzhose), langarmig, geschlossen getragen. Bei Gefahr von unten zusätzlich Schutzhose gemäss Risikoanalyse.

- Bei Arbeiten unter Spannung (AuS 2) gilt zusätzlich die Tragpflicht: lange Hosen gemäss EN 61482-1-2 Klasse 1 oder 2 nach Risikoanalyse.

### **8.2.3 Anpassen der Anforderungen (Schutzkleidung)**

Die Mindestanforderungen sind den örtlichen Bedingungen anzupassen.

Beispiele:

- Alter der Betriebsmittel
- schlechte Instandhaltung der Betriebsmittel
- Umfeldeinflüsse (z.B. blitzexponiert, Verkehr, Passanten, Lärm, betriebliche Schaltheandlungen etc.)
- Fremdeinflüsse (z.B. Verschmutzung)
- Beizug von Dritten (Erhöhung des Risikos)
- extrem hohe Kurzschlussleistungen
- schlechte Übersichtlichkeit einer Arbeitsstelle

Diese Auflistung ist nicht abschliessend.

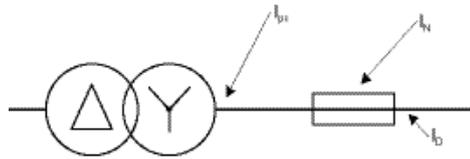
## 8.2.4 Kurzschlussstrom, Störlichtbogenschutzklassen und Schutzstufen

Stufe	Entscheidungskriterien	Minimale Schutzausrüstung
	<p>A) Kurzschlussstrom, an der Arbeitsstelle gemessen (L-PE) oder aufgrund von Netzkenntnissen ermittelt.</p> <p><u>Oder</u></p> <p>B) Wenn Kurzschlussstrom nicht bekannt: Vorgeschalteter Überstromunterbrecher (Schmelzeinsatz kurzschlussstrombegrenzend, siehe 8.2.5)</p>	Schutz gegen Durchströmung ist grundsätzlich immer zu gewährleisten.
<b>G</b>	Kurzschlussströme $\leq 1 \text{ kA}$	Grundstufe: Bekleidung 100% Baumwolle, Schutzbrille, Isolierhandschuhe Auch Kurzschlussströme unter 1 kA können für ungeschützte Körperstellen eine thermische Gefahr darstellen.
<b>①</b>	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom <math>1 \text{ kA} &lt; I_k \leq 7 \text{ kA}</math></p> <p><u>oder</u></p> <p>B) 16 A – 80 A (Diazed/NH)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Schutzstufe 1</b></p> <p style="text-align: center;"><u>1x Grundstufe +</u></p> <p>1x Schutzausrüstung Klasse 1 nach EN 61482-1-2 Schutzbekleidung, Schutzhelm mit Visier, lichtbogenfeste Gummihandschuhe</p>
<b>②</b>	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom <math>7 \text{ kA} &lt; I_k \leq 15 \text{ kA}</math></p> <p><u>oder</u></p> <p>B) <math>&gt; 80 \text{ A} - 200 \text{ A (NH)}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Schutzstufe 2</b></p> <p style="text-align: center;"><u>1x Grundstufe +</u></p> <p>2x Schutzbekleidung Klasse 1 nach EN 61482-1-2 oder 1x Schutzbekleidung Klasse 2 nach EN 61482-1-2 Ergänzt mit Schutzausrüstung Klasse 2: Schutzhelm mit Visier oder Schutzhaube, lichtbogenfeste Gummihandschuhe oder Hitzeschutz-Handschuhe</p>
<b>③</b>	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom <math>15 \text{ kA} &lt; I_k \leq 20 \text{ kA}</math> z.B. in Trafostationen mit Trafo 630 kVA</p> <p><u>oder</u></p> <p>B) <math>\geq 200 \text{ A (NH)}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Schutzstufe 3</b></p> <p style="text-align: center;"><u>1x Grundstufe +</u></p> <p>1x Schutzbekleidung Klasse 1 nach EN 61482-1-2 und 1x Schutzbekleidung Klasse 2 nach EN 61482-1-2 Ergänzt mit Schutzausrüstung Klasse 2: Schutzhelm mit Visier oder Schutzhaube, lichtbogenfeste Gummihandschuhe oder Hitzeschutz-Handschuhe</p>
	<p>A) über 20 kA B) <math>\geq 315 \text{ A (NH)}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Freischalten</b> oder Massnahmen gemäss Risikoanalyse</p>

8.2.5 Erläuterungen zu den Schutzstufen (Ziff. 8.2.4)

Maximaler Durchlassstrom ( $I_D$ ) von Überstromunterbrechern (Schmelzeinsatz)

Prinzip Schema (Leitungsimpedanz vernachlässigbar)



Überstromunterbrecher  
(Schmelzeinsatz)

630 kVA

Durchlassstrom							
Trafogrösse	$I_{pc}$	$I_N$	$I_D$	<b>Legende</b>			
				$I_{pc}$ : unbeeinflusster Kurzschlussstrom			
				$I_N$ : Bemessungsstrom der Sicherung			
				$I_D$ : Durchlassstrom			
400 kVA	12.5 kA	16 A	≈ 2 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 2 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 3 kA				
400 kVA	12.5 kA	63 A	≈ 5 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 6 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 7 kA				
400 kVA	12.5 kA	80 A	≈ 7 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 7 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 9 kA				
400 kVA	12.5 kA	125 A	≈ 9 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 10 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 12 kA				
400 kVA	12.5 kA	160 A	≈ 11 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 13 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 15 kA				
400 kVA	12.5 kA	200 A	12.5 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 15 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 17 kA				
400 kVA	12.5 kA	250 A	12.5 kA				
630 kVA	18.8 kA		≈ 18 kA				
1000 kVA	27.5 kA		≈ 21 kA				

### 8.2.6 Beispiele Benützung PSA (nicht abschliessend)

Eine Gefährdungsermittlung ist in jedem Betrieb durch den Betriebsinhaber separat zu erstellen.

Gefährdungen  Tätigkeiten	NS und Kleinspannung $\geq 16A$ Nennstrom			Minimale Personalanforderung
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $> 1 \text{ kA} - 7 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $16 \text{ A} - 80 \text{ A}$ (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $7 \text{ kA} - 15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $> 80 \text{ A} - 200 \text{ A}$ (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab $15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $\geq 200 \text{ A}$ (NH)	

<b>Kontrollgänge/Arbeiten an Anlagen, welche nach den 5 Sicherheitsregeln gesichert sind.</b> z.B.: Arbeiten an spannungsfreien Anlagen, Sichtkontrollen, Ablesen von Messeinrichtungen $\geq IP2X$ (ausserhalb der Annäherungs-Zone)	G	G	G	i
<b>Schalten der Anlagen:</b> Bedienen der Anlage Lichtbogensichere Bauweise z.B.: Betätigen von NHS-Lasttrenner, Betätigen von Leistungsschalter Lastschaltvermögen bis AC-22B	①	①	①	i
<b>Schalten der Anlagen:</b> Anlage offene Bauweise z.B.: Betätigen von NHS-Trenner, Betätigen von Trenner etc. Lastschaltvermögen bis AC-22B	①	②	③	i
<b>Prüfen auf Spannungsfreiheit an Freileitungen EN 61243-3</b>	① <sup>1*</sup>	① <sup>1*</sup>	① <sup>1*</sup>	i
<b>Prüfen auf Spannungsfreiheit der Anlagen:</b> geöffnete Anlage $< IP2X$ (offen) z.B.: Messungen mit dem 2-Pol-Prüfer oder Anbringen der Messleitungen EN 61243-3	①	②	③	i

<b>Gefährdungen</b>  <b>Tätigkeiten</b>	<b>NS und Kleinspannung ≥ 16A Nennstrom</b>			<b>Minimale Personalanforderung</b>
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom >1 kA – 7 kA oder B) vorgeschalteter Überstromunterbrecher 16 A – 80 A (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom 7 kA – 15 kA oder B) vorgeschalteter Überstromunterbrecher >80A – 200 A (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab 15 kA oder B) vorgeschalteter Überstromunterbrecher ≥ 200 A (NH)	

<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>Bauweise der Anlage ≥ IP2X</i> <i>z.B.: Anbringen von spez. NH-Erdungsgarnituren</i>	① 1*	① 1*	① 1*	i
<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>bei geöffneten oder offenen Anlagen</i>	①	②	③	i
<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>an Freileitungen</i>	① 1*	① 1*	① 1*	i
<b>Vorbereiten der Arbeitsstelle an geschlossenen Anlagen</b> ≥ IP 2X <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> – <i>vorbereiteten Originalabdeckungen</i> – <i>geprüftes Abdeckmaterial</i>	① 1*	① 1*	① 1*	i
<b>Vorbereiten der Arbeitsstelle an offenen Anlagen</b> <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> – <i>behelfsmässigen Abdeckungen innerhalb der Annäherungszone</i>	①	②	③	i
<b>Auswechseln von Sicherungen</b> <i>unter Spannung, ohne Last, mit entsprechend isoliertem Werkzeug (Standort innerhalb der Annäherungszone)</i>	①	②	③	i

<b>Gefährdungen</b>  <b>Tätigkeiten</b>	<b>NS und Kleinspannung <math>\geq 16A</math> Nennstrom</b>			
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $> 1 \text{ kA} - 7 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $16 \text{ A} - 80 \text{ A}$ (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $7 \text{ kA} - 15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $> 80 \text{ A} - 200 \text{ A}$ (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab $15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $\geq 200 \text{ A}$ (NH)	Minimale Personalanforderung

<b>Störungssuche, Messen, Schutz-Apparate, Einstellungen an Anlagen:</b> <i>geöffnete Anlage &lt; IP2X z.B.: Anbringen von Messleitungen, Messungen an offenen Anlagen</i>	①	②	③	i
<b>Reinigen</b> <i>an Anlagen unter Spannung «Arbeiten unter Spannung auf Abstand»</i>	①	②	③	i
<b>Arbeiten unter Spannung</b> AuS 1+2 <i>Erweitern, Ändern, Instandhalten o- der ähnliche Tätigkeiten direkt an spannungsführenden Teilen (NS) o- der nicht abgedeckt in der Annähe- rungszone, wenn dabei die Möglich- keit des Eindringens in die Gefah- renzone besteht</i>	①	②	③	s + i

### PSA – Persönliche Schutz-Ausrüstung

**Schutzstufen (Grundstufe, 1,2,3, ■)**

**Kurzschlussstrom I<sub>k</sub>**

a) bekannt: gemessen od. ermittelt  
**I<sub>k</sub> ≥ ...**

b) unbekannt: vorgeschaltet  
**I<sub>n</sub> ≥ ...**

G	$\leq 1 \text{ kA}$	
1	$> 1 \text{ kA} \dots \leq 7 \text{ kA}$	$\geq 16 \text{ A} \dots \leq 80 \text{ A}$
2	$> 7 \text{ kA} \dots \leq 15 \text{ kA}$	$> 80 \text{ A} \dots \leq 200 \text{ A}$
3	$> 15 \text{ kA} \dots \leq 20 \text{ kA}$	$> 200 \text{ A} \dots \leq 315 \text{ A}$
■	$> 20 \text{ kA}^*$	$> 315 \text{ A}$

Freischalten oder Massnahmen gem. Risikoanalyse

\*siehe Herstellerangaben betr. PSA!

PSA

Peter Bryner / Pascal Graf

**Schutzhelm mit Visier od. Schutzhaube**

**Handschuhe**

- Hitzehandschuhe
- Isolierhandschuhe\*\*

**Schutzkleidung**

Empfehlung: 100% Baumwolle

**EN61482-1-2: Klasse 1 – Klasse 2**

1x 1

2x 1 od. 1x 2

1x 1 UND 2

\*\* je nach Gefahr

Gefährdungen  Tätigkeiten	MS	HS	Minimale Personalanforderung
	1 - 36 kV Netzebene 5 und 6	36 - 150 resp. 220 - 440 kV Netzebene 1 - 4	
<b>Kontrollgänge/Arbeiten an Anlagen, welche nach den 5 Sicherheitsregeln gesichert sind.</b> <i>z.B.: Arbeiten an spannungsfreien Anlagen, Sichtkontrollen, Ablesen von Messeinrichtungen (ausserhalb der Annäherungszone) ≥ IP3X</i>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>i</b>
<b>Schalten der Anlagen:</b> <i>geschlossene und gekapselte Bauweise (nach IEC 62271-200)</i> <i>z.B.: Kompakt-Schaltanlagen</i> <i>Störlichtbogen Qualifikation IAC EN 62271-200</i>	①	①	<b>i</b>
<b>Schalten der Anlagen:</b> <i>offene Bauweise</i> <i>z.B.: Betätigen von Lasttrenner</i>	②	②	<b>i</b>
<b>Prüfen auf Spannungsfreiheit an Freileitungen EN 61243</b>	① <sup>1*</sup>	① <sup>1*</sup>	<b>i</b>
<b>Prüfen auf Spannungsfreiheit der Anlagen:</b> <i>offene Bauweise</i> <i>z.B.: Phasenvergleich mit 1-Pol-Prüfer EN 61243</i>	②	①	<b>i</b>

Gefährdungen  Tätigkeiten	MS	HS	Minimale Personalanforderung
	1 - 36 kV Netzebene 5 und 6	36 - 150 resp. 220 - 440 kV Netzebene 1 - 4	
<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>geschlossene und gekapselte Bauweise (nach IEC 62271-200)</i> z.B.: Kompakt-Schaltanlagen Störlichtbogen Qualifikation IAC EN 62271-200	①	①	i
<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>bei geöffneten oder offenen Anlagen</i>	②	①	i
<b>Erden und Kurzschliessen</b> <i>an Freileitungen</i>	① 1*	① 1*	i
<b>Vorbereiten der Arbeitsstelle an geschlossenen Anlagen</b> ≥ IP 3X <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> – vorbereiteten Originalabdeckungen – geprüftes Abdeckmaterial	①	①	i
<b>Vorbereiten der Arbeitsstelle an offenen Anlagen</b> <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> – behelfsmässigen Abdeckungen innerhalb der Annäherungszone	②		i
<b>Auswechseln von Sicherungen unter Spannung, ohne Last,</b> <i>mit entsprechend isoliertem Werkzeug (Standort innerhalb der Annäherungszone)</i> z.B. Primärsicherung Trafo	②		i

Gefährdungen  Tätigkeiten	MS	HS	
	1 - 36 kV Netzebene 5 und 6	36 - 150 resp. 220 - 440 kV Netzebene 1 - 4	Minimale Personalanforderung
<b>Störungssuche, Messen, Schutz-Apparate, Einstellungen an Anlagen:</b> < IP3X offene Bauweise z.B.: Betätigen von Primärrelais mit zugehöriger Bedienungsstange	②	☒	i
<b>Reinigen</b> an Anlagen unter Spannung «Arbeiten unter Spannung auf Abstand»	②	②	i
<b>Arbeiten unter Spannung AuS 1+2</b> Erweitern, Ändern, Instandhalten oder ähnliche Tätigkeiten direkt an spannungsführenden Teilen (HS) oder nicht abgedeckt in der Annäherungszone, wenn dabei die Möglichkeit des Eindringens in die Gefahrenzone besteht			s + i

### 8.2.6.1 Legende

NS	Niederspannung 50V- <1kV
MS	Hochspannung von 1 – 36 kV (Mittelspannung)
HS	Hochspannung: >36 kV
	Die Anforderungen in obiger Tabelle gelten für übersichtliche Anlagen. Bei nicht übersichtlichen Anlagen, Kurzschlussströmen (> 15 kA) und geringer Distanz muss das Niveau der Schutzausrüstung je nach Tätigkeit erhöht werden.
1*	Gemäss Risikoeinschätzung kann auf Helm, Visier und/oder Handschuhe verzichtet werden. (z.B. Absturzgefahr)
① ② ③	Schutzkleidungsstufe gemäss 8.2.
☒	nicht zulässig
	Schutzkleidung mit Isoliereigenschaften, welche für die höchste vorkommende Spannung geprüft ist.
s	sachverständige Person
i	instruierte Person

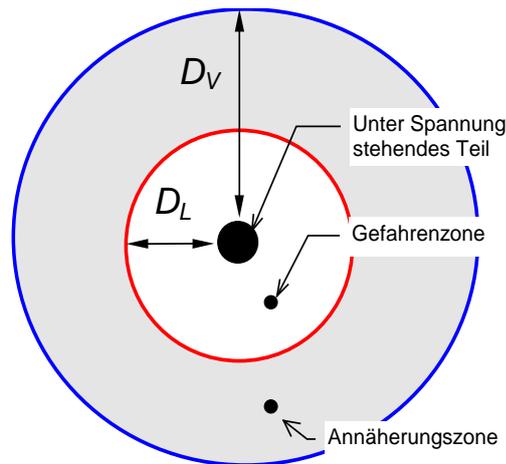
## 9. Tabellen und Zeichnungen

Tabelle A.1: Richtwerte für Abstände $D_L$ und $D_V$ nach SN EN 50110-1: 2013		
Netz-Nennspannung $U_N$ (Effektivwert) kV	Annehmbarer Mindestabstand in der Luft, der die äussere Grenze der Gefahrenzone bestimmt $D_L$ mm	Annehmbarer Mindestabstand in der Luft, der die äussere Grenze der Annäherungszone bestimmt $D_V$ mm
$\leq 1$	Keine Berührung	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3000
150	1200	3000
220	1600	3000
275	1900	4000
380	2500	4000
480	3200	6100
700	5300	8400

Die Werte für  $D_L$  und  $D_V$  wurden mittels Umfrage bei den CENELEC-Mitgliedsländern ermittelt.  $D_L$  orientiert sich an den Mindestluftstrecken für genormte Bemessungs-Blitzstossspannungen aus SN EN 60071-1:2006 "Isolationskoordination". Für  $D_V$  wird in der SN EN 61936-1:2010 "Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV – Teil 1: Allgemeine Bestimmungen" bei Spannungen kleiner gleich 110 kV 1 m zum Mindestluftabstand addiert, für Spannungen grösser 110 kV 2 m.

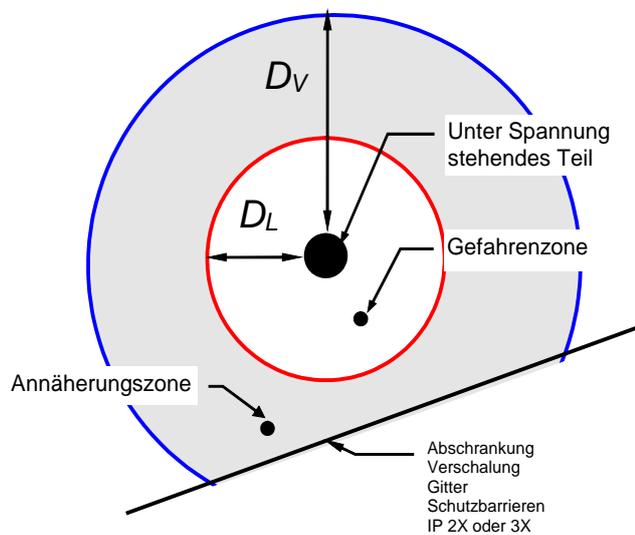
Personen in Bewegung und deren Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln (Werkzeuge, Leitern, Hubarbeitsbühnen, etc.) und -stoffen (Leitenseile, Kabel, Rohre, etc.) sind situativ von einer sachverständigen Person zu beurteilen. Der Arbeitsverantwortliche legt zusammen mit dem Anlagenverantwortlichen den zusätzlich zu berücksichtigenden Abstand fest. Vorgehen ähnlich Suva 66138 "Achtung, Stromschlag! Einsatz von Arbeitsmitteln in der Nähe von Freileitungen" Kapitel 3.6 «Sicherheitsabstand S» bei angehängter Last.

Bild 1: Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten



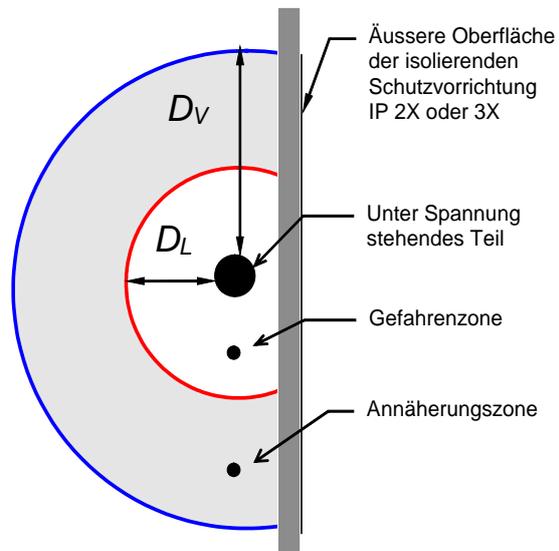
$D_L$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt
$D_V$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt

Bild 2: Begrenzung der Annäherungszone durch Abschränkung, Verschalung, Gitter, Schutzbarrieren



$D_L$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt
$D_V$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt

Bild 3: Begrenzung der Gefahrenzone durch eine für die entsprechende Spannung geeignete und geprüfte Schutzvorrichtung



$D_L$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt
$D_V$ :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt