



ESTI Weisung Nr. 407 / Version 0720
07. Juli 2020

Tätigkeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen

(Ersetzt Weisung Nr. 407 / Version 0919)



Beispielbilder

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

Gültig ab 07.07.2020

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Übergangsregelung	3
1. Geltungsbereich	4
2. Gesetzliche und normative Grundlagen	4
3. Schutzziele	5
4. Pflichten von Betriebsinhabern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern	5
5. Begriffe	7
5.1 Allgemeine Definitionen	
6. Arbeitsmethoden	8
6.1 Die drei Arbeitsmethoden	8
6.1.1 Arbeitsmethode 1	8
6.1.2 Arbeitsmethode 2	9
6.1.3 Arbeitsmethode 3	9
6.1.3.1. 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
7. Anforderung an das Personal	13
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
8. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	18
8.1 Grundsatz	18
8.2 Wahl der PSA gegen elektrische Gefahren	18
8.2.1 Zusatzinformation zu den Schutzbekleidungen	19
8.2.2 Allgemeine Anforderungen	19
8.2.3 Zusätzliche Anforderungen (Schutzbekleidung)	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

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 Abschränkung, Verschalung, Gitter	30
Bild 3: Begrenzung der Gefahrenzone durch eine für die entsprechende Spannung geeignete und geprüfte Schutzvorrichtung	31

A. Übergangsregelung bei Inkrafttreten einer neuen oder überarbeiteten Weisung

Das ESTI überarbeitet von Zeit zu Zeit seine Weisungen, um sie den aktuellsten Gegebenheiten anzupassen. Zudem können auch neue Weisungen erlassen werden bzw. nicht mehr notwendige Weisungen zurückgezogen werden. Für den Übergang von der alten Weisung zur neuen Weisung gilt dabei, dass in erster Linie eine allfällige Übergangsregelung (in oder ausserhalb der Weisung) festlegt, wie und wann die alte Weisung von der neuen Weisung abgelöst wird.

Besteht keine Übergangsregelung, gilt Folgendes:

- Die alte Weisung gilt nach wie vor für Sachverhalte bzw. Gegebenheiten, welche zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der neuen Weisung schon bestanden. Beispiel: Persönliche Schutzausrüstungen (PSA), welche beim Inkrafttreten der neuen Weisung Nr. 407 per 7. Juli 2020 im Betrieb vorhanden waren und der alten Weisung genügten, dürfen bis zur geplanten Neuanschaffung weiter genutzt werden.
- Die neue Weisung gilt entsprechend für Sachverhalte und Gegebenheiten, welche sich ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens einstellen.

Etwas anders verhält es sich, wenn eine Weisung zurückgezogen wird bzw. neu publiziert wird:

- Eine zurückgezogene Weisung entfaltet ab ihrem Rückzug grundsätzlich keine Wirkung mehr und ist auch auf vergangene Sachverhalte nicht mehr anwendbar.
- Eine neu in Kraft tretende Weisung (neu publiziert) gilt für Sachverhalte, welche sich ab ihrem Inkrafttreten ergeben (keine Rückwirkung).

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 (Starkstrom) - Niederspannung 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 mindestens gleichwertige 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 über «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»
- Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) SN EN 60529

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) sowie der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV; SR 814.710) 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 / Risikoanalyse 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 Arbeitsstelle 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

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

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

Art. 27 EleG

¹ 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.

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

Art. 82 UVG

Allgemeines

¹ **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.

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

³ **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

¹ 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.

² 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.

³ 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

¹ 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.

² 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.

Hinweise:

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 vorgesehenen Personen zur Hilfeleistung müssen über einen gültigen Nachweis eines aktuellen Erste-Hilfe-Kurses verfügen (wiederbelebende Sofortmassnahmen).

5. Begriffe

Es gelten die Begriffe, die in der ESTI-Weisung Nr. 100, «Fachbegriffe, Schalt- und Arbeitsaufträge» aufgeführt sind. Bezüglich nicht näher definierten 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.

Beispiel: Bedienen von Sicherungssystemen / Steckvorrichtungen für Laien.

Bedienung: Art. 26 Starkstromverordnung

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

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

³ 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.

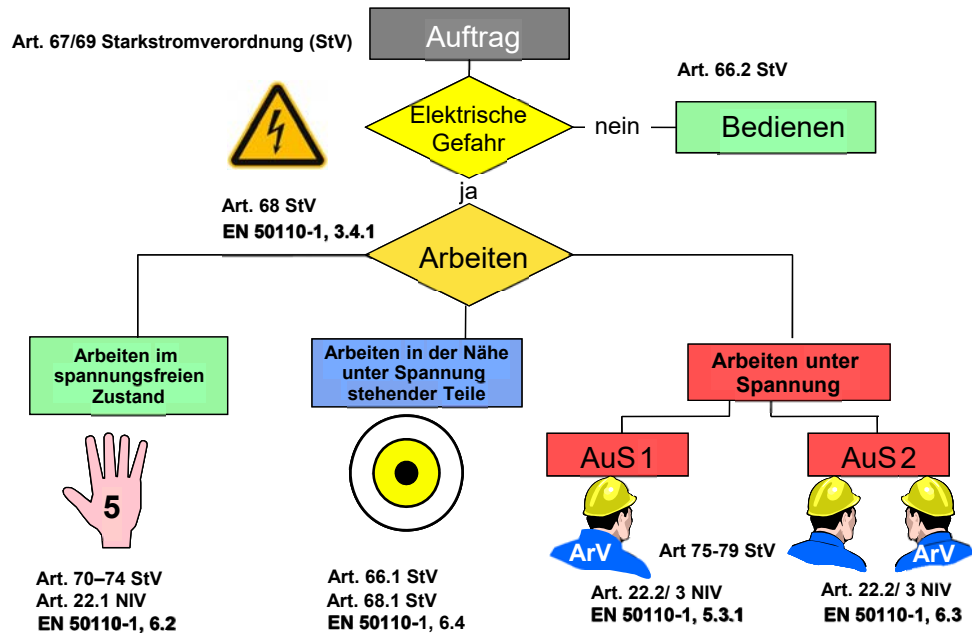
Betrieb: SN EN 50110-1: 2013, 3.1.2

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
- 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 (mögliche Gefahr von Rückspannungen z.B. durch Parallelschaltungen von Trafos, Ringschaltungen oder Energieerzeugungsanlagen).

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 (AuS)

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 Niederspannung NS SN EN 50110-1 Abs. 6.3
Arbeiten unter Spannung als mögliche Massnahme**

Arbeitsschutzsicherungen 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:

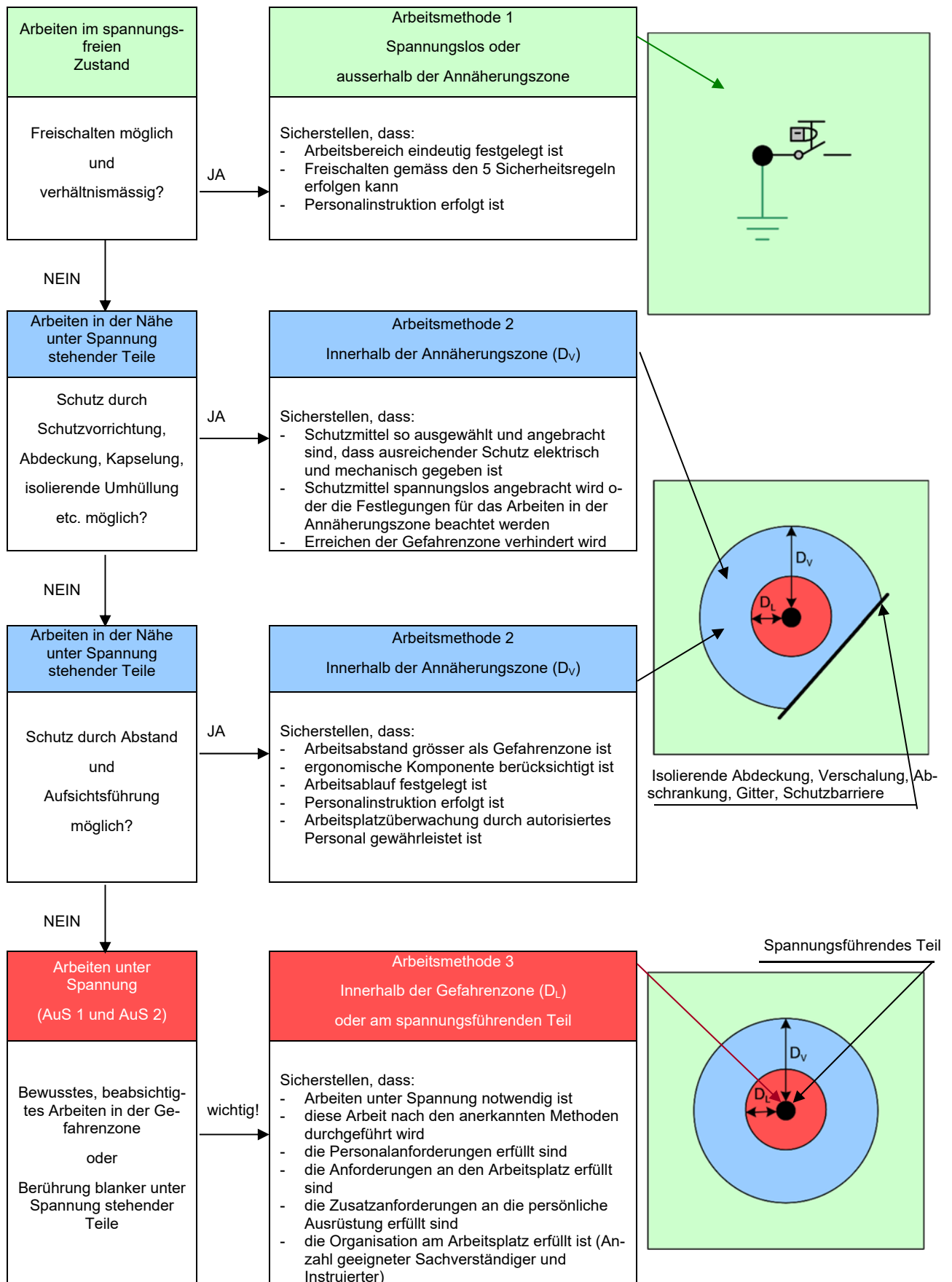
Bei Verwendung von Arbeitsschutzsicherungen Reduktion der Schutzausrüstung von Stufe 3 auf Stufe 1 oder 2 nach Risikoanalyse; trotzdem ist die Arbeit nach den Voraussetzungen AuS auszuführen.

6.2 Weitere Sicherungsmassnahmen

Das **Kennzeichnen, Markieren, Abschränken und Isolieren** 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 Hochspannung 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 (SN EN 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 betriebs-spezifischen 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 (Art. 76 Starkstromverordnung) 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 Niederspannungsinstallatio-nen nach Art. 2 NIV gelten fachkundige Personen, kontrollberechtigte Perso-nen 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-, Übertra-gungs-, Transformations- und Verteilanlagen) müssen oben aufgelistete Per-sonengruppen wie auch Netzelektriker mit eidgenössischem Fähigkeitszeug-nis, Netzfachleute mit Berufsprüfung, Netzelektrikermeister eine praktische Erfahrung (gemäss Punkt 4) erwerben.

3. Das Studium ist ein Abschluss im Bereich der Elektrotechnik an einer Hoch-schule (ETHZ, EPFL, TU etc.), einer Fachhochschule (HTL, FH), einer eidg. anerkannten Technikerschule (TS, HF) oder einer gleichwertigen, anerkannt-ten Lehranstalt und mit Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Ein-richtungen.
4. Unter der Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Einrichtungen ver-steht man eine zeitlich angemessene praktische Tätigkeit mit Starkstroman-lagen im Sinne von Art. 3 Ziff. 29 Starkstromverordnung, welche vom Be-triebsinhaber 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:

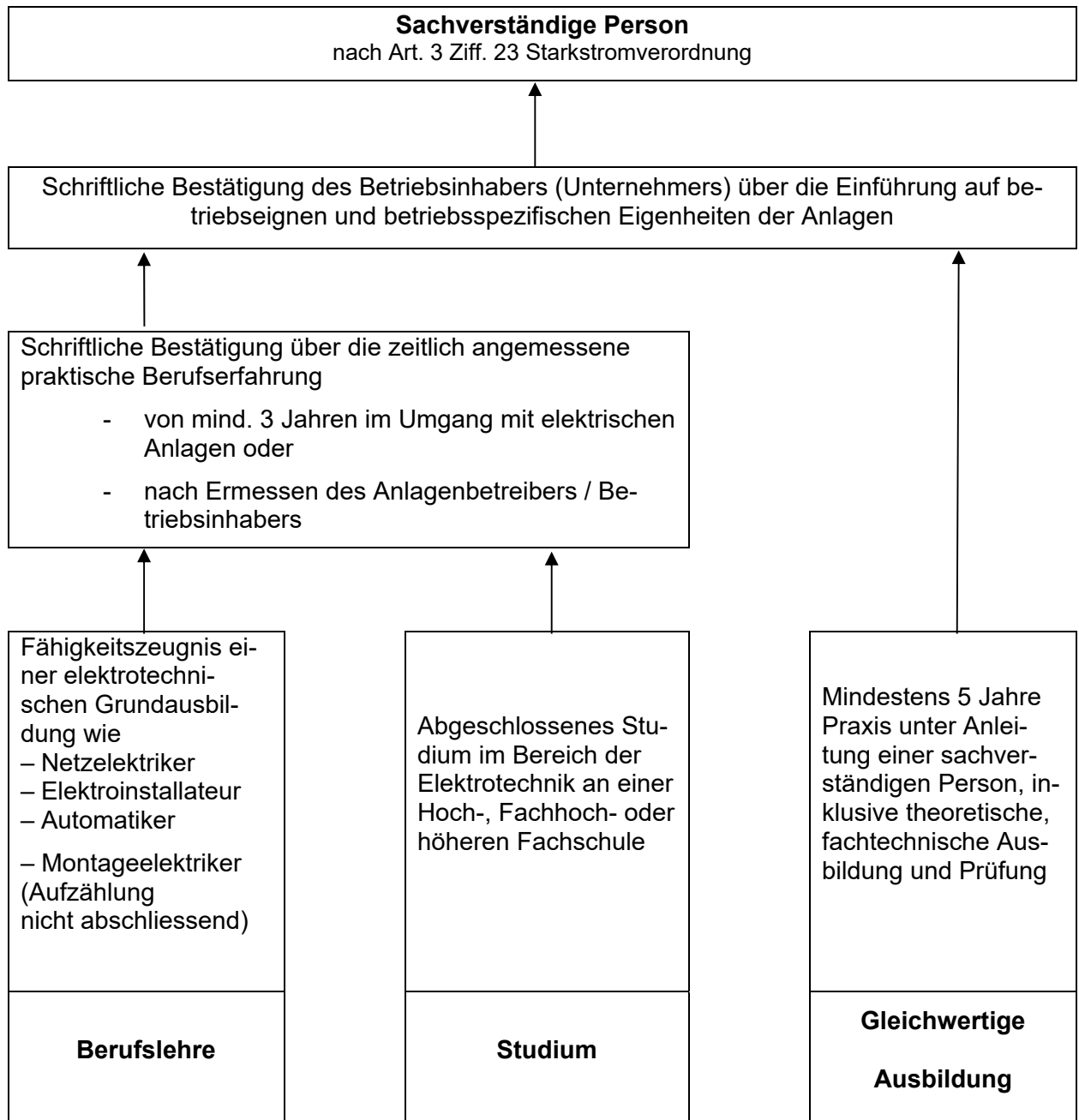
- Grundlagen der Elektrotechnik und Berufskennnisse
- Messtechnik (Schutzmassnahmen)
- Betriebsspezifische Anlagenkenntnisse, Schutzmassnahmen
- Elektrizitätsgesetz und dessen Verordnungen, Regeln der Technik, interne Richtlinien
- Unfallverhütung (Art. 9–13 Starkstromverordnung)
- Massnahmen bei Unfällen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

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"> – Betrieb von elektrischen Anlagen SN EN 50110-1: 2013 – ESTI-Weisungen und Mitteilungen – Technische Anschlussbedingungen TAB – betriebsspezifische Richtlinien 	
Personal	
<u>Starkstromverordnung</u> – Sachverständige Person – Instruierte Person – Besucher	<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 Gefahren erkennen und vermeiden kann, die von der Elektrizität ausgehen können</i>	
– elektrotechnisch unterwiesene Person <i>eine Person, die durch eine Elektrofachkraft ausreichend unterrichtet wurde, sodass sie Gefahren vermeiden 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

Substitution (Ersatz),

Technische Massnahmen,

Organisatorische 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. Der Arbeitgeber sorgt dafür, 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 den Schutz zu gewährleisten, ist das entsprechende Material zu verwenden und die PSA situationsgerecht zu tragen. Material und Einsatz der PSA sind entscheidend um Personen zu schützen.

Material, Qualität, Alter und Zustand haben einen wesentlichen Einfluss auf den Schutz des Körpers (Herstellerangaben wie Reinigung, Pflege, Ablaufdaten beachten). Noch entscheidender ist es aber, dass die PSA überhaupt getragen wird.

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

SN EN 61482-1-1, SN EN 61482-1-2, IEC 61482-2, SN EN 166, SN EN 170 (DGUV GS-ET-29) und SN EN 60903 definieren die Materialeigenschaften für die Schutzbekleidung und das Prüfverfahren. Den Prüfungen wurden Werte für Kurzschlussstrom, Störlichtbogendauer und Abstand zugrunde gelegt. Bestehende Schutzausrüstungen, welche keine der obigen Normen erfüllen (z.B. nach EN 531/533), sind 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 eine 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.

8.2.1 Zusatzinformation zu den Schutzbekleidungen

400V Prüfungen für PSA Probenabstand 300 mm				
	Prüfstrom	Prüfanforderungen	Lichtbogenzeit	Gültige Norm
Schutzbekleidung Boxtest genormt	4 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 1 Neu: IEC 61482-2 (APC=1)
Schutzbekleidung Boxtest genormt	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 61482-1-2 Klasse 2 Neu: IEC 61482-2 (APC=2)
Schutzbekleidung Test nicht EN genormt	10 kA	3-phasig	1000 ms	IEC 61482-2 Noch nicht EN genormt
Schutzhelm mit Visier	7 kA	1-phasig	500 ms	EN 397, EN 166/168/170, EN 61482-1-2
Schutzhauben	7-12 kA	1-phasig	500 ms	(Kl. 2), GS-ET-29 (Klasse 2)
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)

8.2.2 Allgemeine Anforderungen

- **Schutzbekleidung 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 Schutzbekleidung:
Oberkörperkleidung hüftbedeckend (ansonsten ergänzt mit Schutzhose), langarmig, geschlossen getragen. Bei Gefahr von unten zusätzlich Schutzhose gemäss Risikoanalyse.
- Bei Arbeiten unter Spannung (AuS 2) sind lange Hosen zu tragen. Nach Risikoanalyse gemäss SN EN 61482-1-2 Klasse 1 oder 2.

8.2.3 Zusätzliche Anforderungen (Schutzbekleidung)

Die allgemeinen Anforderungen sind den örtlichen Bedingungen anzupassen.

Beispiele:

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

Diese Auflistung ist nicht abschliessend.

8.2.4 Kurzschlussstrom, Störlichtbogenschutzklassen und Schutzstufen

Grundsatz: Schutz gegen Durchströmung ist immer zu gewährleisten (auch bei Kurzschlussströmen (I_k), ≤ 1 kA).

Entscheidungskriterien A) oder B):

- A) Kurzschlussstrom (I_k), an der Arbeitsstelle gemessen (L-PE) oder aufgrund von Netzkenntnissen ermittelt.
- B) Wenn Kurzschlussstrom nicht bekannt: Vorgeschalteter Überstromunterbrecher (I_n) (Schmelzeinsatz kurzschlussstrombegrenzend, siehe 8.2.5).

Stufe	Entscheidungskriterien	Minimale Schutzausrüstung
G	Kurzschlussströme $I_k \triangleq \leq 1$ kA	Grundstufe Bekleidung * 100% Baumwolle oder gleichwertig/ langarmig
①	A) vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq >1$ kA... ≤ 7 kA <u>oder</u> B) $I_n \triangleq \geq 16$ A... ≤ 80 A (Diazed/NH)	Schutzstufe 1 <u>1x Grundstufe +</u> 1x Schutzbekleidung Klasse 1 nach SN EN 61482-1-2 Ergänzen mit Schutzhelm mit Visier oder Schutzhaube, lichtbogenfeste Isolierhandschuhe oder Hitzeschutzhandschuhe
②	A) vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq >7$ kA ... ≤ 15 kA <u>oder</u> B) $I_n \triangleq > 80$ A... ≤ 200 A (NH)	Schutzstufe 2 <u>1x Grundstufe +</u> 2x Schutzbekleidung Klasse 1 nach SN EN 61482-1-2 <u>oder</u> 1x Schutzbekleidung Klasse 2 nach SN EN 61482-1-2 Ergänzen mit Schutzhelm mit Visier oder Schutzhaube, lichtbogenfeste Isolierhandschuhe oder Hitzeschutzhandschuhe
③	A) vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq >15$ kA... ≤ 20 kA <u>oder</u> B) $I_n \triangleq > 200$ A... ≤ 315 A (NH)	Schutzstufe 3 <u>1x Grundstufe +</u> 1x Schutzbekleidung Klasse 1 nach SN EN 61482-1-2 <u>und</u> 1x Schutzbekleidung Klasse 2 nach SN EN 61482-1-2 Ergänzen mit Schutzhelm mit Visier oder Schutzhaube, lichtbogenfeste Isolierhandschuhe oder Hitzeschutzhandschuhe
	A) $I_k \triangleq > 20$ kA B) $I_n \triangleq > 315$ A (NH)	Freischalten oder Massnahmen gemäss Risikoanalyse 

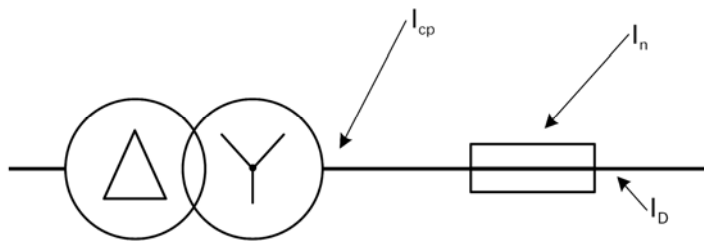
* Auch Kurzschlussströme unter 1 kA können für ungeschützte Körperstellen eine thermische Gefahr darstellen.

Gemäss für den entsprechenden Einsatz durchgeführte Risikoanalyse muss die Grundstufe entsprechend ergänzt werden: Beispielsweise mit einer Schutzbrille, Isolierhandschuhe und Kevlarunterziehhandschuhe.

8.2.5 Erläuterungen zu den Schutzstufen (Ziff. 8.2.4)

Maximaler Durchlassstrom (I_D) von Schmelzsicherung

Prinzip Schema (Leitungsimpedanz vernachlässigbar)



Legende:

I_{cp} : unbeeinflusster Kurzschlussstrom
 I_n : Bemessungsstrom der Schmelzsicherung / Diazed
 I_D : Durchlassstrom

Durchlassstrom

Trafogrösse	I_{cp} (3)	I_{cp} (1)	I_n	$I_D(3)$	$I_D(1)$
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	16 A	≈ 2 kA	≈ 1.7 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 2 kA	≈ 1.9 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 3 kA	≈ 2.3 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	63 A	≈ 5 kA	≈ 4.5 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 6 kA	≈ 5.2 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 7 kA	≈ 6 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	80 A	≈ 7 kA	≈ 5.6 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 7 kA	≈ 6.4 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 9 kA	≈ 7.2 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	125 A	≈ 9 kA	≈ 7.6 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 10 kA	≈ 8.8 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 12 kA	≈ 10 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	160 A	≈ 11 kA	≈ 9.7 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 13 kA	≈ 11.1 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 15 kA	≈ 13 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	200 A	12.5 kA	8.9 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 15 kA	≈ 13 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 17 kA	≈ 14.7 kA
400 kVA	12.5 kA	8.9 kA	250 A	12.5 kA	8.9 kA
630 kVA	18.8 kA	13.3 kA		≈ 18 kA	13.3 kA
1000 kVA	27.5 kA	19.5 kA		≈ 21 kA	≈ 18.3 kA

8.2.6 Beispiele Benützung PSA (nicht abschliessend)

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

Anmerkung: Erläuterungen zu Tabellen 8.2.4. – 8.2.6.nach den Tabellen 8.2.6

Gefährdungen Tätigkeiten	NS und Kleinspannung $\geq 16A$ Nennstrom			
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq > 1 \text{ kA} \dots \leq 7 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \triangleq \geq 16 \text{ A} \dots \leq 80 \text{ A (Diazed)}$	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq > 7 \text{ kA} \dots \leq 15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \triangleq > 80 \text{ A} \dots \leq 200 \text{ A (NH)}$	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \triangleq > 15 \text{ kA} \dots \leq 20 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \triangleq > 200 \text{ A} \dots \leq 315 \text{ A (NH)}$	Minimale Personalanforderung

Kontrollgänge/Arbeiten an Anlagen, welche nach den 5 Sicherheitsregeln gesichert sind. z.B.: Sichtkontrollen, Ablesen von Messeinrichtungen, $\geq IP2XC$ (geschlossen) oder Arbeiten an spannungsfreien Anlagen oder ausserhalb der Annäherungs-Zone Empfehlung: Grundstufe G	0	0	0	i
Schalten der Anlagen: Betätigen der Anlage Lichtbogensichere Bauweise z.B.: Betätigen von NHS-Lasttrenner, Betätigen von Leistungsschalter Lastschaltvermögen bis AC-22B	①	①	①	i
Schalten der Anlagen: Anlage offene Bauweise $< IP2X$ z.B.: Betätigen von NHS-Trenner, Betätigen von Trenner etc. Lastschaltvermögen bis AC-22B	①	②	③	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit an Freileitungen SN EN 61243-3	① ^{1*}	① ^{1*}	① ^{1*}	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit der Anlagen: Offene Anlage $< IP2X$ z.B.: Messungen mit dem 2-Pol-Prüfer oder Anbringen der Messleitungen SN EN 61243-3	①	②	③	i

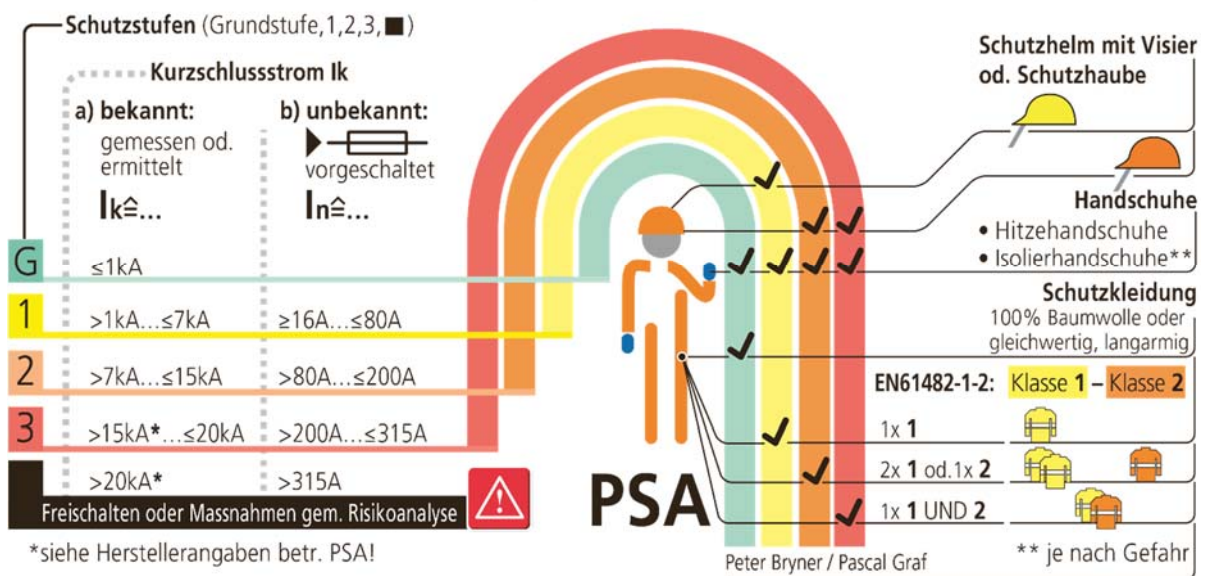
Gefährdungen Tätigkeiten	NS und Kleinspannung $\geq 16A$ Nennstrom			
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \hat{=} > 1 \text{ kA} \dots \leq 7 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \hat{=} \geq 16A \dots \leq 80A$ (Diazed)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \hat{=} > 7 \text{ kA} \dots \leq 15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \hat{=} > 80 \text{ A} \dots \leq 200 \text{ A}$ (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \hat{=} > 15 \text{ kA} \dots \leq 20 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \hat{=} > 200 \text{ A} \dots \leq 315 \text{ A}$ (NH)	Minimale Personalanforderung

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

Gefährdungen Tätigkeiten	NS und Kleinspannung $\geq 16A$ Nennstrom			
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \geq > 1 \text{ kA} \dots \leq 7 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \geq \geq 16 \text{ A} \dots \leq 80A$ (Diazed)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \geq > 7 \text{ kA} \dots \leq 15 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \geq > 80 \text{ A} \dots \leq 200 \text{ A (NH)}$	A) Vorhandener Kurzschlussstrom $I_k \geq > 15 \text{ kA} \dots \leq 20 \text{ kA}$ oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher $I_n \geq > 200 \text{ A} \dots \leq 315 \text{ A (NH)}$	Minimale Personalanforderung

Störungssuche, Messen, Schutz-Apparate, Einstellungen an Anlagen: <i>geöffnete Anlage < IP2X (offen)</i> <i>z.B.: Anbringen von Messleitungen, Messungen an offenen Anlagen</i>	①	②	③	i
Reinigen <i>an Anlagen unter Spannung</i> <i>«Arbeiten unter Spannung auf Abstand»</i>	①	②	③	i
Arbeiten unter Spannung AuS 2 <i>Erweitern, Ändern, Instandhalten oder ähnliche Tätigkeiten direkt an spannungsführenden Teilen (NS) oder nicht abgedeckt in der Annäherungszone, wenn dabei die Möglichkeit des Eindringens in die Gefahrenzone besteht</i>	①	②	③	s + i

PSA – Persönliche Schutz-Ausrüstung



Gefährdungen Tätigkeiten	MS	HS	
	$U_n \triangleq > 1 - \leq 36 \text{ kV}$ Netzebene 5 und 6	$U_n \triangleq > 36 - \leq 150 \text{ resp. } 220 - \leq 440 \text{ kV}$ Netzebene 1-4	Minimale Personalanforderung
Kontrollgänge/ Arbeiten an Anlagen, welche nach den 5 Sicherheitsregeln gesichert sind. <i>z.B.: Sichtkontrollen, Ablesen von Messeinrichtungen, $\geq IP3XD$ (geschlossen) oder Arbeiten an spannungsfreien Anlagen oder ausserhalb der Annäherungs-Zone</i> Empfehlung: Grundstufe G	0	0	i
Schalten der Anlagen: <i>geschlossene und gekapselte Bauweise $\geq IP3XD$ (nach IEC 62271-200 - 205)</i> <i>z.B.: Kompakt-Schaltanlagen Störlichtbogen Qualifikation IAC SN EN 62271-200 - 205</i>	①	①	i
Schalten der Anlagen: <i>offene Bauweise $< IP3X$</i> <i>z.B.: Betätigen von Lasttrenner</i>	②	②	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit an Freileitungen SN EN 61243	① ^{1*}	① ^{1*}	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit der Anlagen: <i>offene Bauweise $< IP3X$</i> <i>z.B.: Phasenvergleich mit 1-Pol-Prüfer SN EN 61243</i>	②	①	i

Gefährdungen Tätigkeiten	MS	HS	
	$U_n \triangleq > 1 - \leq 36 \text{ kV}$ Netzebene 5 und 6	$U_n \triangleq > 36 - \leq 150 \text{ resp. } 220 - \leq 440 \text{ kV}$ Netzebene 1-4	Minimale Personalanforderung
Erden und Kurzschliessen <i>geschlossene und gekapselte Bauweise \geq IP 3X</i> <i>(nach IEC 62271- 200 - 205)</i> <i>z.B.: Kompakt-Schaltanlagen</i> <i>Störlichtbogen Qualifikation IAC</i> <i>SN EN 62271-200 - 205</i>	①	①	i
Erden und Kurzschliessen <i>bei geöffneten oder offenen Anlagen</i> <i>< IP3X</i>	②	①	i
Erden und Kurzschliessen <i>an Freileitungen</i>	① ^{1*}	① ^{1*}	i
Vorbereiten der Arbeitsstelle an geschlossenen Anlagen \geq IP 3X (geschlossen) Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei: – vorbereiteten Originalabdeckungen – geprüftes Abdeckmaterial	①	①	i
Vorbereiten der Arbeitsstelle an offenen Anlagen $<$ IP3X Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei: – behelfsmässigen Abdeckungen innerhalb der Annäherungszone	②	②	i
Auswechseln von Sicherungen unter Spannung, ohne Last, <i>mit entsprechend isoliertem Werkzeug (Standort innerhalb der Annäherungszone)</i> <i>z.B. Primärsicherung Trafo</i>	②	☐	i

Gefährdungen Tätigkeiten	MS	HS	
	Un \geq > 1 - \leq 36 kV Netzebene 5 und 6		Un \geq > 36 - \leq 150 resp. 220 - \leq 440 kV Netzebene 1-4
Störungssuche, Messen, Schutz-Apparate, Einstellungen an Anlagen: < IP3X (offen) offene Bauweise z.B.: Betätigen von Primärrelais mit zugehöriger Bedienungsstange	②	☒	i
Reinigen an Anlagen unter Spannung «Arbeiten unter Spannung auf Abstand»	②	②	i
Arbeiten unter Spannung AuS 2 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

Erläuterungen zu Tabellen 8.2.4. – 8.2.6.

NS	Niederspannung Un \geq > 50V – \leq 1kV
MS	Hochspannung Un \geq > 1 kV – \leq 36 kV (Mittelspannung)
HS	Hochspannung: Un \geq > 36 kV – 440 kV
	Die Anforderungen in obiger Tabelle 8.2.6 gelten für übersichtliche Anlagen. Bei nicht übersichtlichen Anlagen, Kurzschlussströmen ($I_k > 15$ kA) und geringer Distanz muss das Niveau der Schutzausrüstung je nach Tätigkeit erhöht werden.
1*	Gemäss Risikoeinschätzung (Gefahrenermittlung und Wahrscheinlichkeit) kann auf Helm, Visier und/oder Handschuhe verzichtet werden (z.B. Absturzgefahr).
① ② ③	Schutzstufe gemäss 8.2.4
☒	nicht zulässig
	Schutzmassnahmen mit Isoliereigenschaften, welche für die höchste vorkommende Spannung geprüft ist.
s	sachverständige Person
i	instruierte Person

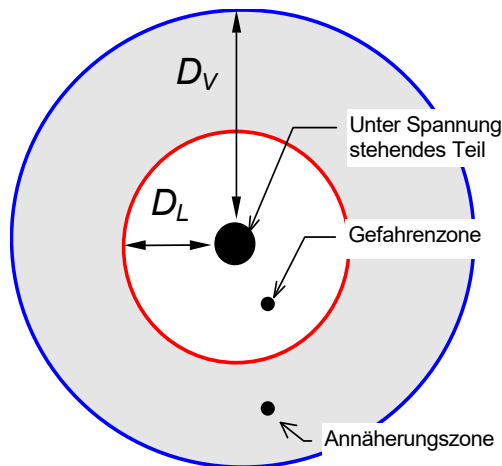
9. Tabellen und Zeichnungen

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
≤ 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.

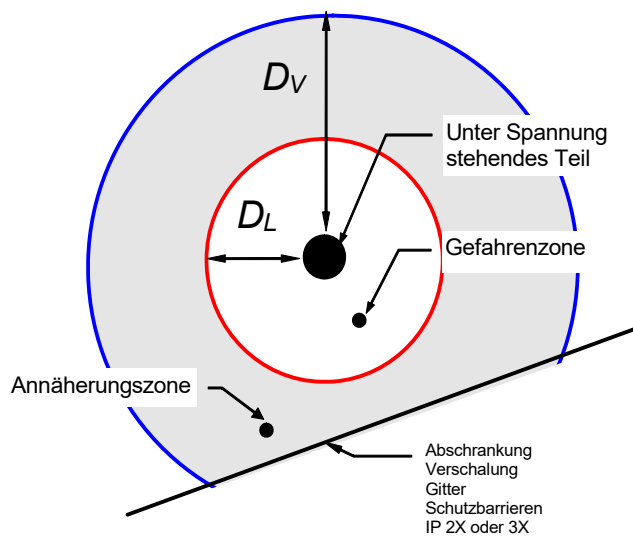
Personen in Bewegung und deren Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln (Werkzeuge, Leitern, Hubarbeitsbühnen, etc.) und -stoffen (Leitenseile, Kabel, Rohre, etc.) sind situativ von einer sachverständigen Person zu beurteilen. Der Anlagenverantwortliche legt zusammen mit dem Arbeitsverantwortlichen den zusätzlich 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



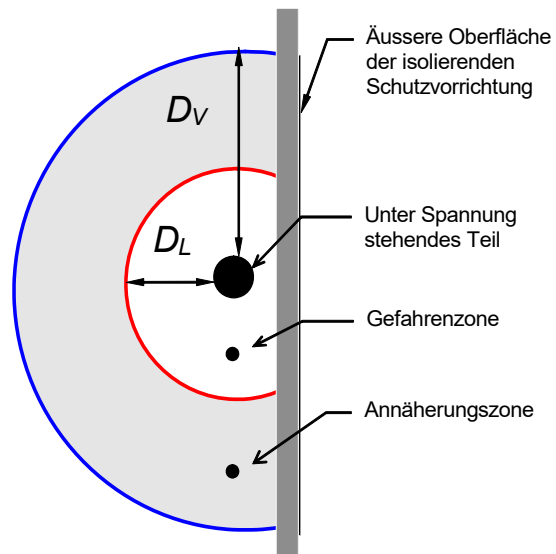
D_L :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt
D_V :	Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt

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