



Richtlinien

Tätigkeiten an elektrischen Anlagen



Autoren ESTI, Electrosuisse, RE, BKW

gültig ab 1. Dezember 2009
ersetzt STI Nr. 407.1199

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tel. 044 956 12 12
Fax 044 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Schutzziele	3
2.	Arbeitsmethoden	4
2.1	Die drei Arbeitsmethoden	4
2.2	Bemerkungen zum Signalisieren und Markieren	5
2.3	Entscheidungsablauf im Rahmen der Arbeitsvorbereitung	6
3.	Begriffe und Beispiele	7
3.1	Allgemeine Definitionen	7
3.2	Beispiele für Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	8
3.3	Beispiele für Arbeiten unter Spannung	9
4.	Pflichten von Betriebsinhabern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern	9
5.	Anforderung an das Personal	10
5.1	Sachverständiger	10
5.2	Werdegang einer sachverständigen Person	12
5.3	Instruierte Person	13
5.4	Schaltberechtigung	13
5.5	Übersicht: Verordnungen, Regeln der Technik, Personal	14
6.	Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	15
6.1	Grundsatz	15
6.2	Wahl der PSA	15
6.2.1	Benützung der Schutzausrüstung im Bereich «Elektro»	16
6.2.2	Kurzschlussstrom und Schutzkleidungsstufen	17
6.2.3	Zusatzinformation zu B) in 6.2.2	18
6.2.4	Zusatzinformation zu den Schutzkleidungsstufen	19
6.2.4.1	Allgemeine Anforderungen	19
6.2.4.2	Anpassen der Anforderungen (Schutzkleidung)	19
6.2.5	Beispiele Benützung Schutzausrüstung (PSA), nicht abschliessend	20
6.2.5.1	Legende	22
7.	Tabellen und Zeichnungen	23
	Tabelle A.1: Richtwerte für Abstände D_L und D_V nach EN 50110-1	23
Bild 1:	Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten	24
Bild 2:	Begrenzung der Annäherungszone durch Abschrankung, Verschalung, Gitter, Schutzbarrieren	24
Bild 3:	Begrenzung der Gefahrenzone durch eine für die entsprechende Spannung geeignete und geprüfte Schutzvorrichtung	25

1. Schutzziele

Folgende Schutzziele sind unbedingt und zwingend einzuhalten:

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

Mit diesen Erläuterungen 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 Risikoanalysen die konkrete Umsetzung dieser Erläuterungen für ihren Betrieb zu definieren und durchzusetzen.

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

2. Arbeitsmethoden

Jede Arbeit muss geplant werden. Aufgrund der Risikobeurteilung ist eine der drei Arbeitsmethoden zu wählen:

- Arbeiten im spannungsfreien Zustand
- Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile
- Arbeiten unter Spannung

2.1 Die drei Arbeitsmethoden

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

- Starkstromverordnung (StV 734.2, Stand 20. Januar 1998)
- Niederspannungsverordnung (NIV 734.27, Stand 22. Januar 2002)
- Europäische Norm «Betrieb von elektrischen Anlagen» (EN 50110-1)

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

Arbeitsmethode 1

Arbeiten an ausgeschalteten Starkstromanlagen

StV Art. 70–74

Ausführung von Installationsarbeiten

NIV Art. 22.1

Arbeiten in spannungsfreiem Zustand

EN 50110-1, 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 an Starkstromanlagen auszuführen.

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

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">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 das Erden und Kurzschliessen verzichtet werden, wenn keine Gefahr von Spannungsübertragung oder Rückeinspeisung besteht.

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

Arbeitsmethode 2

Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile

EN 50110-1, 3.4.5 und 6.4

In der Starkstromverordnung finden wir zu dieser Arbeitsmethode in verschiedenen Artikeln Aussagen, ohne auf den obigen Wortlaut zu stossen.

StV Art. 66.1, Art. 68.1 und Art. 70

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 (EN 50110-1, 6.4.4 und SUVA-Richtlinie 1863)

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.

Arbeitsmethode 3

Arbeiten an unter Spannung stehenden Starkstromanlagen

StV Art. 75–79, NIV Art. 22.2 und 22.3

Arbeiten unter Spannung

EN 50110-1, 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.

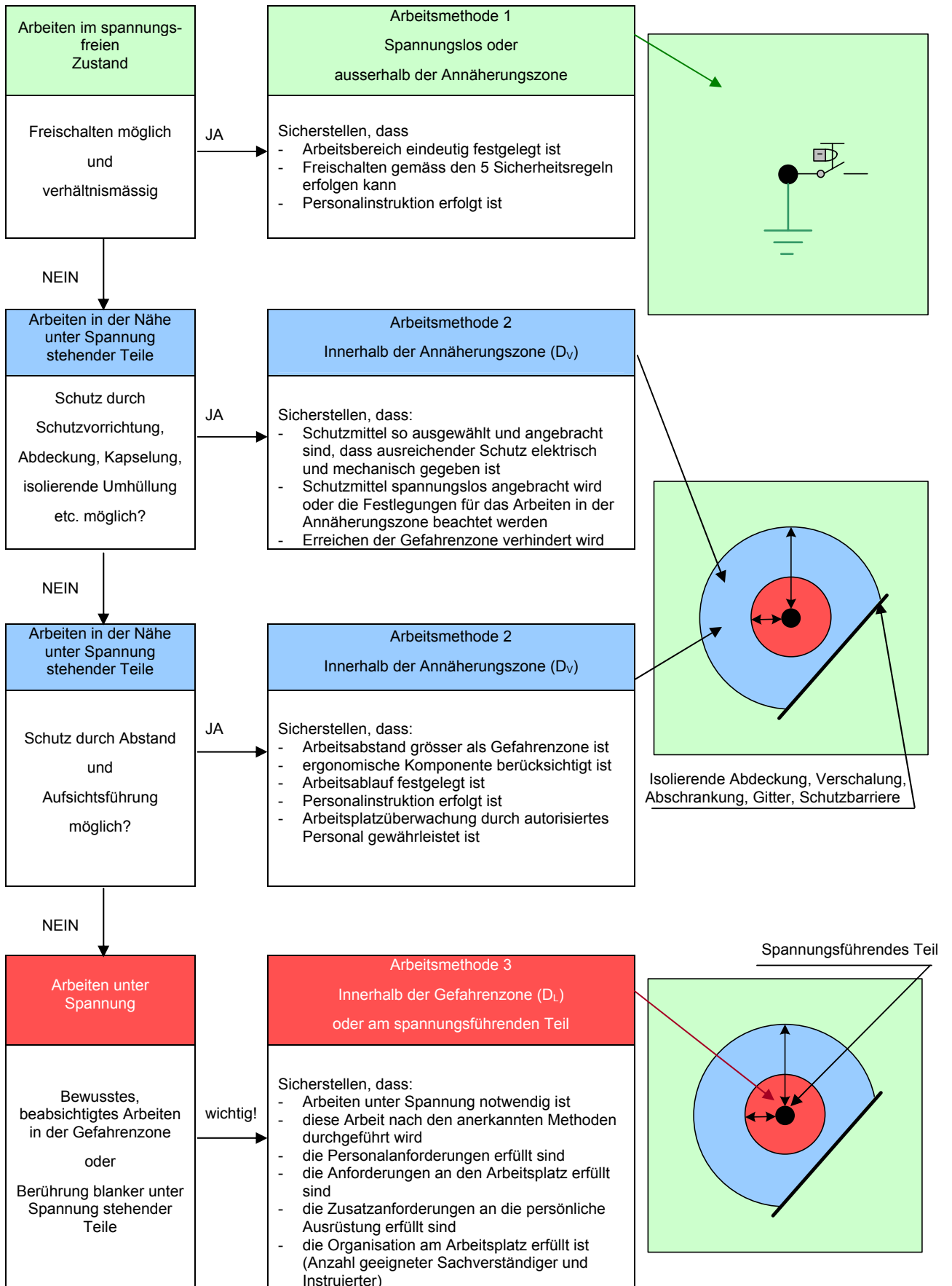
Für das **Arbeiten unter Spannung** sind bezüglich Ausbildung, Material und Personalanforderungen klare Forderungen zu erfüllen.

2.2 Bemerkungen zum Signalisieren und Markieren

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

- StV Art. 73.1
- EN 50110-1, 4.5 und 6.4.1.5

2.3 Entscheidungsablauf im Rahmen der Arbeitsvorbereitung



3. Begriffe und Beispiele

3.1 Allgemeine Definitionen

Tätigkeiten an Starkstromanlagen

(StV Art. 66.1/EN 50110-1, 3.4.1 und 3.4.2)

Arbeiten: StV Art. 66.1

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

Bedienen: StV Art. 66.2

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.

Bedienung: StV Art. 26

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.

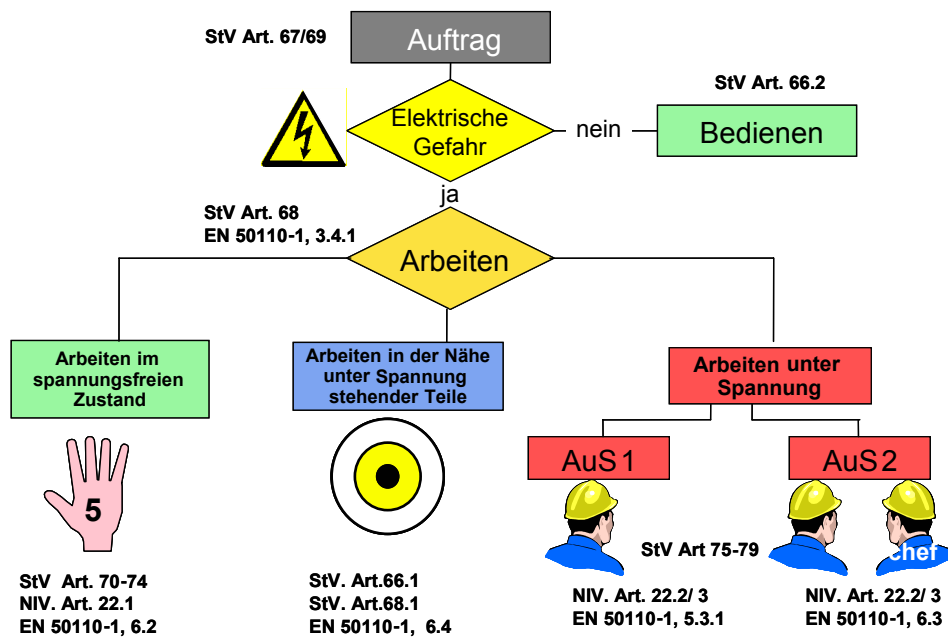
Schalten

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

Betrieb: EN 50110-1, 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.

Tätigkeiten an elektrischen Anlagen/Entscheidungsablauf



3.2 Beispiele für 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

3.3 Beispiele für Arbeiten unter Spannung

Einfache Routinearbeiten (AuS 1) wie:

- Prüfen
- Messen
- Anbringen oder Entfernen von Abdeckungen und dergleichen beim möglichen Eindringen in die Gefahrenzone

Tätigkeiten, die besondere Anforderungen an das Personal, die Ausbildung und die Organisation stellen (**AuS 2**):

- Bewusstes, beabsichtigtes Arbeiten in der Gefahrenzone
- Arbeiten an betriebseigenen 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

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

Pflichten von Betriebsinhabern, Arbeitgebern, Anlagen- und Arbeitsverantwortlichen sowie Arbeitnehmern sind im UVG, der StV sowie in der EN 50110-1 geregelt.

UVG Art. 82 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 benutzen, die Sicherheitseinrichtungen richtig gebrauchen und dürfen diese ohne Erlaubnis des Arbeitgebers weder entfernen noch ändern.

5. Anforderungen an das Personal

Aus der Starkstromverordnung lassen die Begriffe «sachverständige Person» (Elektrofachkraft; nach EN 50110-1:2004; Kap. 3.2.3) und «instruierte Person» (elektrotechnisch unterwiesene Person; nach EN 50110-1:2004; Kap. 3.2.4) Definitionsspielraum zu.

Nachfolgend werden die Begriffe erläutert.

5.1 Sachverständiger

Erläuterung zum Begriff der sachverständigen Person nach StV Art. 3 Ziff. 23

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 Installationen nach NIV Art. 2 gelten fachkundige Personen, Elektroinstallateure mit Berufsprüfung und Elektroinstallateure mit eidg. Fähigkeitszeugnis.

Für den Umgang im Bereich Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilanlagen müssen oben aufgelistete Personengruppen wie auch Netzelektriker mit eidgenössischem Fähigkeitsausweis, Netzfachleute mit Berufsprüfung, Netzelektrikermeister mit höherer Fachprüfung 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) 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 Erfahrung mit Starkstromanlagen, welche vom Betriebsinhaber schriftlich zu bestätigen ist.
5. Die gleichwertige betriebsinterne Ausbildung lehnt an die Ausbildung einer 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 zur Erzeugung, Übertragung, Umwandlung, Verteilung und Anwendung der elektrischen Energie dienen.

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

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

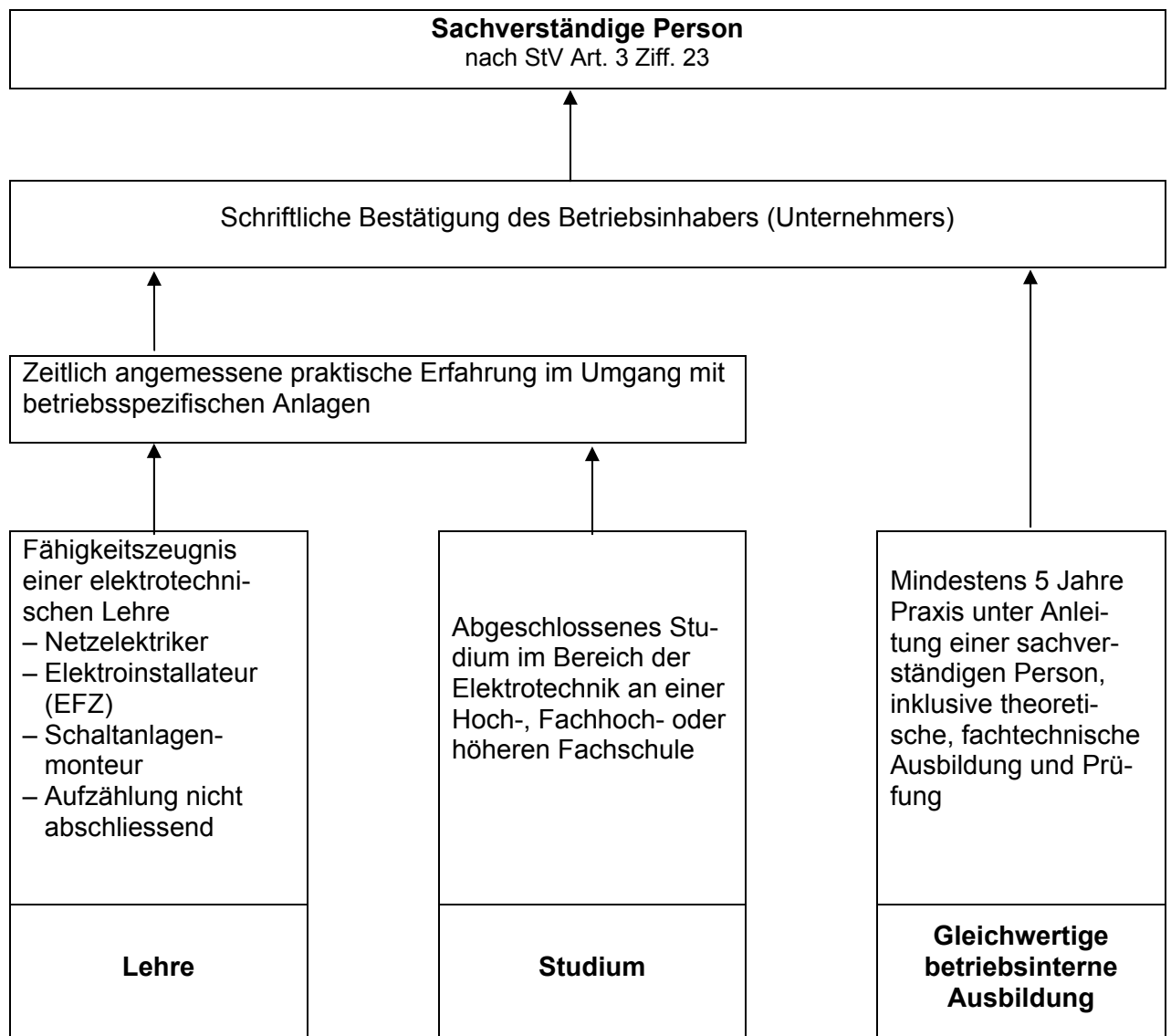
- Grundlagen der Elektrotechnik und Berufskennntnisse
- Messtechnik
- Betriebsspezifische Anlagenkenntnisse, Schutzmassnahmen
- Elektrizitätsgesetz und dessen Verordnungen, Regeln der Technik, interne Richtlinien
- Unfallverhütung (StV Art. 9–13)
- Massnahmen bei Unfällen und Schadenfällen durch Elektrizität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

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.

5.2 Werdegang einer sachverständigen Person



Die Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV) kennt den Begriff sachverständige Person nicht. Wer elektrische Installationen erstellt, ändert, instand stellt oder kontrolliert, muss die Anforderungen der NIV erfüllen.

5.3 Instruierte Person

Erläuterungen zum Begriff der instruierten Person nach StV Art. 3 Ziff. 15

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

Standardisierte, eingespielte Arbeitsprozesse können auch von Instruierten überwacht werden.

Überwacht ein Instruierter einen Arbeitsprozess, so hat er die Arbeiten dauernd zu kontrollieren.

Solche Arbeiten sind z.B. Grab-, Holz-, Malerarbeiten und dergleichen in der Annäherungszone.

Bei unbekannter, spezieller Arbeitssituation hat der Instruierte sofort eine sachverständige Person beizuziehen.

5.4 Schaltberechtigung

Schaltberechtigte Personen sind durch den Betrieb zu ernennen und sind als instruierte Person gemäss StV Art. 3 Ziff. 15 auszubilden.

Die schaltberechtigte Person handelt gemäss Auftrag.

5.5 Übersicht: Verordnungen, Regeln der Technik, Personal

Verordnungen	
Starkstromverordnung StV 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	
Diverse EN Weisungen des ESTI betriebsspezifische Richtlinien	Niederspannungsinstallations-Norm NIN
– Betrieb von elektrischen Anlagen EN 50110-1 – ESTI-Mitteilungen – Werkvorschriften	
Personal	
<u>StV</u> – Sachverständige Person <i>Person mit elektrotechnischer Grundausbildung (Lehre, gleichwertige betriebsinterne Ausbildung oder Studium im Bereich der Elektrotechnik) und mit Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Einrichtungen</i> – Instruierte Person <i>Person ohne elektrotechnische Grundausbildung, die begrenzte, genau umschriebene Tätigkeiten in Starkstromanlagen ausführen kann und die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen kennt</i>	<u>NIV</u> (bekannte Begriffe) <ul style="list-style-type: none"> - fachkundige Person - Projektleiter - Elektrotechniker/Chefmonteur - Sicherheitsberater - Elektroinstallateur (EFZ)/ Elektromonteur - Montage-Elektriker - Lernende oder Hilfskräfte <hr/> <u>NIN</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sachverständige Person/ Elektrofachkraft - Instruierte Person/ elektrotechnisch unterwiesene Person - Laien
<u>EN 50110-1</u> – Elektrofachkraft <i>eine Person mit geeigneter fachlicher Ausbildung, Kenntnissen und Erfahrungen, sodass sie Gefahren erkennen und vermeiden kann, die von der Elektrizität ausgehen können</i> – elektrotechnisch unterwiesene Person <i>eine Person, die durch Elektrofachkräfte ausreichend unterrichtet wurde, sodass sie Gefahren erkennen und vermeiden kann, die von der Elektrizität ausgehen können</i>	

6. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Die nicht getragene PSA ist die schlechteste

6.1 Grundsatz

Die Verantwortung für die PSA liegt beim Betriebsinhaber.

Die Arbeitnehmer sind verpflichtet, die persönliche Schutzausrüstung nach den Weisungen des Arbeitgebers zu benutzen.

6.2 Wahl der PSA

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

PSA sind ein wesentlicher Bestandteil der Unfallverhütung

Um einen Schutz zu gewährleisten, ist einerseits das entsprechende Material zu verwenden und andererseits sind persönliche Schutzausrüstungen situationsgerecht zu tragen. Das heisst, Material und PSA-Einsatz 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. Und das ist wiederum von Tragkomfort und Material abhängig.

Die Wahl der PSA hängt stark vom Arbeitsort und der Tätigkeit ab. Je nach Gefährdungspotenzial reicht die Ausrüstung vom Sicherheitsschuh über Schutzjacken bis hin zum Gesichtsschutz.

EN 61482 definiert die Materialeigenschaften für Schutzkleidung und das Prüfverfahren. Der Prüfung wurden Werte für Kurzschlussstrom, Störlichtbogendauer und Abstand zugrunde gelegt.

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.

In der Praxis kann die Situation vielleicht günstiger liegen, gerade den gewählten Werten entsprechen oder aber bedeutend ungünstiger sein.

Eine Untersuchung an öffentlichen 400-V-Netzen in Deutschland hat gezeigt, dass an 95% der möglichen Arbeitsstellen ein Kurzschlussstrom kleiner 7 kA zu erwarten ist. Abweichend davon können in Ballungsgebieten und Industrienetzen Kurzschlussströme deutlich über 10 kA auftreten.

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

Übergangsempfehlung:

Schutzkleidung für Tätigkeiten an elektrischen Anlagen haben der EN 61482-1-2 zu entsprechen.

Schutzkleidung, welche den bisherigen Normen ENV 50354 respektive EN 531 und EN 533 entsprechen, dürfen weiterverwendet werden. Neubeschaffungen haben der EN 61482-1-2 zu entsprechen.

Bestehende Schutzkleidung, welche keine der obigen Normen erfüllt, ist sofort zu ersetzen.

6.2.1 Benützung der Schutzausrüstung im Bereich «Elektro»

Wer eine Arbeit an einer Starkstromanlage ausführt, muss entsprechend ausgerüstet sein. Zur Ausrüstung gehören insbesondere die persönlichen Schutzausrüstungen, die einen ausreichenden Schutz bieten gegen die Berührung unter Spannung stehender Teile, gegen Lichtbogen und mechanische Gefahren.

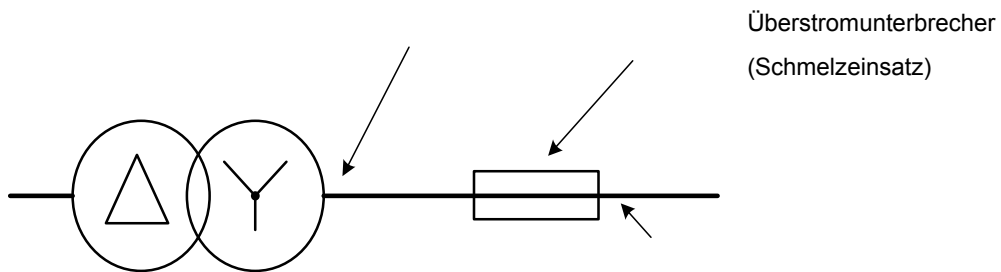
Die tabellarische Aufstellung listet die Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung in Abhängigkeit der verschiedenen Tätigkeiten auf.

6.2.2 Kurzschlussstrom und Schutzkleidungsstufen

Stufe	Entscheidungskriterien	Minimale Schutzkleidung
	<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 6.2.3)</p>	
0	Kurzschlussströme ≤ 1 kA können bezüglich Störlichtbogengefahr als ungefährlich eingestuft werden.	Keine Vorgaben (Empfehlung: 100% Baumwolle)
①	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom > 1 kA ≤ 7 kA</p> <p><u>oder</u></p> <p>B) 16 A – 100 A (Diazed/NH)</p>	<p>Schutzkleidung Stufe 1</p> <p>1x Schutzkleidung nach EN 61482-1-2 Klasse 1</p> <p>– Schutzhelm mit Visier, Hitzeschutzhandschuhe, nach Gefahr ergänzt mit Isolierhandschuhen</p>
②	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom > 7 kA ≤ 15 kA</p> <p><u>oder</u></p> <p>B) 125 A – 200 A (NH)</p>	<p>Schutzkleidung Stufe 2</p> <p>2x Schutzkleidung Stufe 1</p> <p><u>oder</u></p> <p>1x Schutzkleidung nach EN 61482-1-2 Klasse 2</p> <p>– Schutzhelm mit Visier, Hitzeschutzhandschuhe, nach Gefahr ergänzt mit Isolierhandschuhen</p>
③	<p>A) vorhandener Kurzschlussstrom > 15 kA</p> <p>z.B. in Trafostationen mit Trafo 630 kVA</p> <p><u>oder</u></p> <p>B) ≥ 250 A (NH)</p>	<p>Schutzkleidung Stufe 3</p> <p>– 1x Schutzkleidung Stufe 1</p> <p><u>und</u></p> <p>– 1x Schutzkleidung Stufe 2</p> <p>– Schutzhelm mit Visier, Hitzeschutzhandschuhe, nach Gefahr ergänzt mit Isolierhandschuhen</p>

6.2.3 Zusatzinformation zu B) in 6.2.2Maximaler Durchlassstrom von Überstromunterbrechern (Schmelzeinsatz)

Prinzipschema (Leitungsimpedanz vernachlässigbar)



630 kVA

I_{cf}	I_N	I_{pk}
15...20 kA	16 A	≈ 2 kA
15...20 kA	63 A	≈ 5 kA
15...20 kA	100 A	≈ 7 kA
15...20 kA	125 A	≈ 9 kA
15...20 kA	150 A	≈ 11 kA
15...20 kA	200 A	≈ 13 kA
15...20 kA	250 A	≈ 16 kA

6.2.4 Zusatzinformation zu den Schutzkleidungsstufen

6.2.4.1 Allgemeine Anforderungen

- **Schutzkleidung ist baumustergeprüft**
Persönliche Schutzausrüstungen im Bereich Elektrizität 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, langarmig, geschlossen getragen.
- Bei Arbeiten unter Spannung (AuS 2) gilt zusätzlich die Tragpflicht:
Hosen gemäss EN 61482-1-2 Klasse 1, langbeinig.
Dies gilt nicht für einfache Routinearbeiten (AuS 1).

6.2.4.2 Anpassen der Anforderungen (Schutzkleidung)

Die Mindestanforderungen sind den Situationen anzupassen.

Beispiele:

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

Diese Auflistung ist nicht abschliessend.

6.2.5 Beispiele Benützung Schutzausrüstung (PSA), nicht abschliessend

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

Gefährdungen Tätigkeiten	HS	NS und Kleinspannung			Minimale Personalanforderung
	A) Vorhandener Kurzschlussstrom > 1 kA – 7 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 16 A – 100 A (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom 7 kA – 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 125 A – 200 A (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher ≥ 250 A (NH)		

Kontrollgänge/Besucherführungen/Arbeiten an Anlagen, welche nach den 5 Sicherheitsregeln gesichert sind. z.B.: Arbeiten an spannungsfreien Anlagen, Sichtkontrollen, Ablesen von Messeinrichtungen (ausserhalb der Annäherungszone)	0	0	0	0	i
Schalten der Anlagen: HS: geschlossene und gekapselte Bauweise (nach IEC 62271-200) z.B.: Kompakt-Schaltanlagen NS: Bedienen der Anlage Lichtbogensichere Bauweise z.B.: Betätigen von NHS-Lasttrenner, Betätigen von Leistungsschalter	0	0	0	0	i
Schalten der Anlagen: HS: offene Bauweise z.B.: Betätigen von Lasttrenner NS: Anlage offene Bauweise z.B.: Betätigen von NHS-Trenner, Betätigen von Trenner etc.	②	①	②	③	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit an Freileitungen	① 1*	① 1*	① 1*	① 1*	i
Prüfen auf Spannungsfreiheit der Anlagen: HS: offene Bauweise z.B.: Phasenvergleich mit 1-Pol-Prüfer NS: geöffnete Anlage < IP2X (offen) z.B.: Messungen mit dem 2-Pol-Prüfer oder Anbringen der Messleitungen	①	①	②	③	i

Gefährdungen Tätigkeiten	HS	NS und Kleinspannung			Minimale Personalanforderung
		A) Vorhandener Kurzschlussstrom >1 kA – 7 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 16 A – 100 A (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom 7 kA – 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 125 A – 200 A (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher ≥ 250 A (NH)	

Erden und Kurzschliessen <i>HS: geschlossene und gekapselte Bauweise (nach IEC 62271-200)</i> <i>z.B.: Kompakt-Schaltanlagen</i> <i>NS: Bauweise der Anlage ≥ IP2X</i> <i>z.B.: Anbringen von spez. NH-Erdungsgarnituren</i>	0	① 1*	① 1*	① 1*	i
Erden und Kurzschliessen bei geöffneten oder offenen Anlagen	①	①	②	③	i
Erden und Kurzschliessen an Freileitungen	① 1*	① 1*	① 1*	① 1*	i
Vorbereiten der Arbeitsstelle an offenen Anlagen <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> <ul style="list-style-type: none"> – vorbereiten Originalabdeckung – geprüftes Abdeckmaterial 	① 1*	① 1*	① 1*	① 1*	i
Vorbereiten der Arbeitsstelle an offenen Anlagen <i>Anbringen/Entfernen von Abdeckungen bei:</i> <ul style="list-style-type: none"> – behelfsmässigen Abdeckungen innerhalb der Annäherungszone 	①	①	②	③	i
Einfache Routinearbeiten HS <i>Auswechseln von Sicherungen unter Spannung, ohne Last, mit entsprechend isoliertem Werkzeug (Standort innerhalb der Annäherungszone)</i> <i>z.B. Primärsicherung Trafo</i>	②	☐	☐	☐	i

Gefährdungen Tätigkeiten	HS	NS und Kleinspannung			Minimale Personalanforderung
		A) Vorhandener Kurzschlussstrom > 1 kA – 7 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 16 A – 100 A (Schmelze)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom 7 kA – 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher 125 A – 200 A (NH)	A) Vorhandener Kurzschlussstrom ab 15 kA oder B) Vorgeschalteter Überstromunterbrecher ≥ 250 A (NH)	

Einfache Routinearbeiten <i>Störungssuche, Messen, Schutzapparate, Einstellungen an Anlagen:</i> HS: offene Bauweise z.B.: Betätigen von Primärrelais mit zugehöriger Bedienungsstange NS: geöffnete Anlage < IP2X z.B.: Anbringen von Messleitungen, Messungen an offenen Anlagen	①	①	②	③	i
Reinigen <i>an Anlagen unter Spannung</i> «Arbeiten unter Spannung auf Abstand»	②	①	②	③	i
Arbeiten unter Spannung <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

6.2.5.1 Legende

NS	Niederspannung
HS	Hochspannung:
	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.
① ② ③	Schutzkleidungsstufe gemäss 6.2.2
☐	nicht anwendbar
	Schutzkleidung mit Isoliereigenschaften, welche für die höchste vorkommende Spannung geprüft ist.
s	sachverständige Person
i	instruierte Person

7. Tabellen und Zeichnungen

Tabelle A.1: Richtwerte für Abstände D_L und D_V nach EN 50110-1		
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

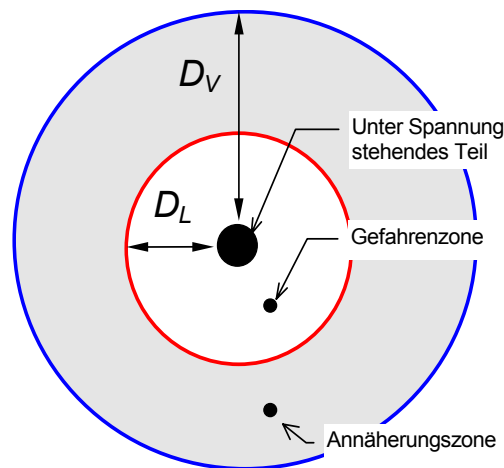
Weitere informative Erklärungen können in der EN 50110-1 (Anhang A) nachgelesen werden.

Ergonomische Komponente:

Die minimale zu berücksichtigende ergonomische Komponente hängt von der Person, der Tätigkeit und den verwendeten Hilfsmitteln ab und ist vom Arbeitsverantwortlichen an Anlagen selber zu definieren und dem annehmbaren Mindestabstand D_V anzurechnen.

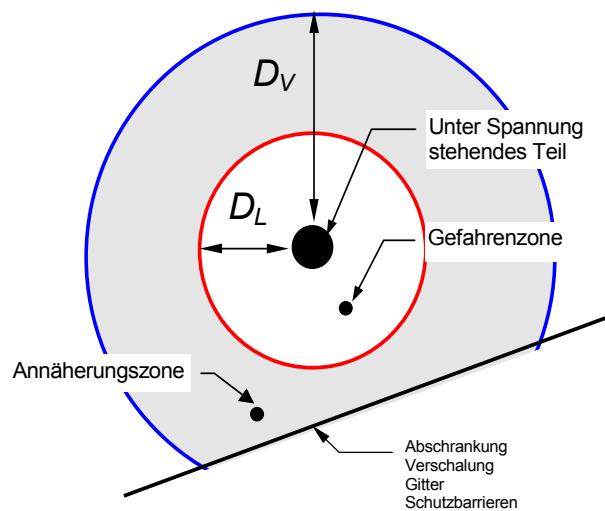
Bis ca. 70 kV ist die ergonomische Komponente in der Regel grösser als der elektrische Abstand D_L .

Bild 1: Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten



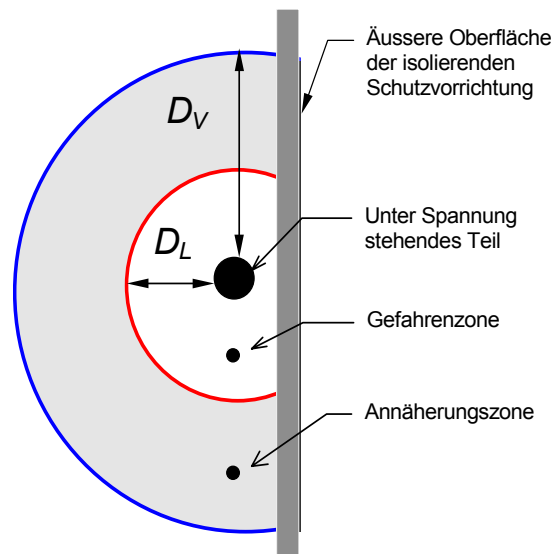
D_L : Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt
 D_V : Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt

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