



Erläuterungen zur Leitungsverordnung (LeV) vom 30.03.1994



Autoren : STI-PV (D. Marty)

Gültig ab: 1. September 1999
Ersetzt : alle bisherigen Ausgaben

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. Titel: Allgemeine Bestimmungen	6
1. Kapitel: Zweck, Geltungsbereich und Begriffe	6
Art. 2 Geltungsbereich	6
Art. 6 Regel der Technik	6
2. Kapitel: Sicherheit	6
Art. 7 Störschutz	6
Art. 8 Vermeiden von Beeinflussungen durch Leitungen	6
Art. 9 Verhältnis zu anderen Leitungen oder Infrastrukturanlagen	7
Art. 10 Vorübergehende Gefährdung	8
2. Titel: Bauvorschriften	8
1. Kapitel Freileitungen	8
1. Abschnitt: Schwachstromfreileitungen	8
Art. 12 – 86 s. TELECOM Ausgabe 8.94 PTT Nr. 718.11.4 dt	8
2. Abschnitt: Starkstromfreileitungen	8
Art. 29 Störschutz	8
Art. 30 Vogelschutz	8
Art. 31 Verhaltenshinweise	9
Art. 33 Abstand der Leiter unter sich und zu den Tragwerken	9
Art. 34 Abstand zum Boden	10
Art. 35 Abstand zu den Bäumen	11
Art. 36 Abstand zu den Gebäuden	11
Art. 38 Abstand von Hochspannungsfreileitungen zu Gebäuden	11
Art. 39 Areale mit grossen Menschenansammlungen, Spiel- und Sportanlagen	12
Art. 40 Abstand zu Gewässern	13
Art. 41 Beleuchtungskörper an Hochspannungstragwerken	13
Art. 42 Kandelaber	13
Art. 43 Verkehrsschilder und Schutzwände	14
Art. 45 Leiter und Tragelemente von Luftkabeln	14
Art. 46 Grösster Leiterzug	14
Art. 49 Leiterverbindungen	14
Art. 50 Isolatoren	14
Art. 51 Isolatoren in Mehrfachketten	15
Art. 54 Belastungsannahmen für Tragwerke und Fundamente	15
Art. 55 Tragwerksarten	17
Art. 56 Tragfähigkeit und Standfestigkeit von Tragwerken, Fundamenten, Verstreibungen und Verankerungen	17
Art. 57 Holztragwerke für Regelleitungen	21
Art. 58 Verankerungen, Dachständer	21
Art. 60 Kennzeichnung der Tragwerke	21
Art. 61 Tragwerkfundamente	22

2.	Kapitel: Kabelleitungen	22
1.	Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen	22
	Art. 62 Werkpläne	22
	Art. 64 Sicherung freigelegter Leitungsabschnitte	23
	Art. 65 Allgemeine technische Anforderungen	23
	Art. 66 Kennzeichnung	23
	Art. 68 Verlegung im Erdreich	23
	Art. 69 Verlegung in Kabelschutzrohren	23
	Art. 70 Verlegung in Tunnels und Stollen	23
	Art. 72 Erdung	23
2.	Abschnitt: Besondere Bestimmungen für Starkstromkabelleitungen	24
	Art. 73 Kabelart	24
	Art. 74 Netzkabel	24
	Art. 77 Markierung	24
3.	Kapitel: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen unter sich	24
1.	Abschnitt	24
	Art. 78 Zulässigkeit und Leitungsführung	24
	Art. 79 Anordnung von Freileitungen	24
	Art. 80 Mechanischer Schutz für herabführende Leiter	25
	Art. 81 Abstände	25
2.	Abschnitt: Annäherung, Parallelführung und Kreuzungen von Schwachstrom- und Starkstromleitungen	25
	Art. 83 Schwachstrom- und Niederspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken	25
	Art. 85 Parallelführungen von Schwachstrom- und Hochspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken	26
	Art. 86 Kreuzungen von Schwachstrom- und Hochspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken	26
	Art. 87 Kreuzungen von Schwachstrom- und Starkstromleitungen bei getrennten Tragwerken	26
3.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen von Starkstromleitungen unter sich	26
	Art. 88 Mehrere parallele Starkstromfreileitungen	26
	Art. 92 s. auch Art. 8	26
	Art. 93 Wärmestau und Brandschutz	26
	Art. 94 Kabelleitungen für Anlagen mit Schutzfunktionen	27
	Art. 95 Hochspannungskabelleitungen grosser Leistung	27
	Art. 96 Abstände und Abdeckungen	27
4.	Kapitel: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit anderen Anlagen	27
1.	Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen	27

2.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Eisenbahn-, Standseilbahn- und Trolleybusanlagen (Bahnen)	27
	Art. 98 Leitungstragwerke	27
	Art. 99 Abstand bei Annäherungen und Parallelführungen	27
	Art. 100 Kreuzungen von Bahnen mit Freileitungen	28
	Art. 101 Abstand bei Kreuzungen	28
	Art. 103 Kabelunterführungen	28
	Art. 104 Unterführung von Hochspannungsfreileitungen unter Bahnbrücken	28
3.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Luftseilbahnen und Skiliften	29
	Art. 105 - 113 s. Beilage 9	29
4.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Nationalstrassen und anderen Verkehrswegen (Beilage 10)	29
	Art. 114 – 119 Diese Artikel gelten nur für Nationalstrassen	29
	Art. 120 – 122 Diese Artikel gelten für alle Verkehrswege	29
5.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Rohrleitungsanlagen (Beilage 11)	29
	Art. 124 Abstand	29
6.	Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Tankanlagen (Beilage 12)	29
	Art. 133 Abstand von Kabelleitungen	29
	Art. 134 Erdungsanlagen	29
3.	Titel: Betrieb, Instandhaltung und Kontrolle elektrischer Leitungen	30
	Art. 135 Instandhaltung und Kontrollen	30
	Art. 137 Instruktion der Feuerwehr	30
	Art. 140 Arbeiten an Kabelleitungen	30
Beilage 1	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 36 und 38	31
	Direktabstände für Gebäude-Annäherungen und -Überführungen	
Beilage 2	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 45	36
	Kurzschlussfestigkeit	
Beilage 3	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art.54	37
	Darstellung der Lastannahmen	
Beilage 4	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 61	44
	Bodenkennwerte für Fundamentberechnungen	

Beilage 5	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 81 und Anhang 6. und 17	45
	Abstände bei Parallelführungen auf gemeinsamen Tragwerken	
	Abstände bei Parallelführungen bei getrennten Tragwerken	
	Abstände bei Kreuzungen	
Beilage 6	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 100	48
	Anordnung für Gleichstrombahnen	
Beilage 7	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 9	49
	Zusätzliche Schutzmassnahmen laut Anhang 2 & VO & Wegleitung	
Beilage 8	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 37	50
	Dachständereinführung	50
	Fassadeneinführung	51
	Anschlussleitungen zu Installationen	52
Beilage 9	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 105 – 113	57
	Parallelführung Kreuzung von Bahn über HS-Leitung	57
	Kreuzung von HS-Leitung über Seilbahn	58
Beilage 10	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 115-2 und 118-2	59
	Anhang 3, 2, Art. 120-1 und 120-2	
	Annäherung und Parallelführungen mit Nationalstrassen und anderen Verkehrswegen	59
	Freileitungsunterführungen bei Brücken	60
Beilage 11	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Anhang 19,1 und 19, 3.1	61
	Annäherungen und Parallelführungen elektrischer Leitungen mit Rohrleitungsanlagen	61
	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen von Starkstromkabelleitungen und Rohrleitungen	63
Beilage 12	Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art.131-1, 2 Art. 130 und Art. 131-3	64
	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Tankanlagen	
Korrigenda	Anhang 1, Ziffer 6	66
	Anhang 6, Diagramm 2.4.3	
	Anhang 17, Tabelle 3.1, 15. Zeile	
	Anhang 19	

1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

1. Kapitel: Zweck, Geltungsbereich und Begriffe

Art. 2 Geltungsbereich

- 3 Von ausserordentlichen Schwierigkeiten kann nur dann gesprochen werden, wenn der Aufwand für die Realisierung unverhältnismässig hoch ist im Vergleich zum daraus resultierenden Gewinn. Es dürfen dabei nicht nur die finanziellen Aspekte in Betracht gezogen werden.
- 4 Bei Lichtwellenleitern auf Starkstromfreileitungen sind auch die massgebenden Artikel für Starkstromfreileitungen zu beachten.

Art. 6 Regel der Technik

Mit der Änderung der Schwachstromverordnung (SchV) wurden die Absätze 2 und 3 neu formuliert.

- 2 Als anerkannte Regeln der Technik gelten insbesondere die Normen von IEC und CENELEC.
Wo international harmonisierte Normen fehlen, gelten die schweizerischen Normen.
- 3 Bestehen keine spezifischen technischen Normen, so sind sinngemäss anwendbare Normen oder allfällige technische Weisungen zu berücksichtigen.

2. Kapitel: Sicherheit

Art. 7 Störschutz

Dieser Artikel gilt insbesondere auch für unzulässige Störungen bei anderen elektrischen Apparaten wie Telefon, Radio, TV, Computer usw.

Mit der Inkraftsetzung der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit wurde folgender Absatz neu eingeführt.

- 4 Für die elektromagnetische Verträglichkeit gelten die Bestimmungen der Verordnung vom 9. April 1997 (SR 734.5) über die elektromagnetische Verträglichkeit.

Art. 8 Vermeiden von Beeinflussungen durch Leitungen

Dieser Artikel bezieht sich auf die gefährlichen Beeinflussungen bei der Erstellung, dem Betrieb und der Instandhaltung von Leitungen.

- 3 Bei metallischen Futterrohren (Pressrohre) im Einflussbereich fremder Erdungsanlagen können isolierte Schutzrohre zur Aufnahme der Kabel eingelegt werden. Solche Futterrohre gelten dann nicht als Kabelschutzrohre. Ausgleichströme innerhalb desselben Erdungssystems gelten nicht als Fremdströme.
- 4 Die Kosten sind gemeinsam im Verhältnis der wirtschaftlichen Bedeutung der Anlagen zu tragen.

Art. 9 Verhältnis zu anderen Leitungen oder Infrastrukturanlagen (Anhang 2 LeV und Beilage 7)

Gemäss LeV Art. 36 müssen Freileitungen so weit von Gebäuden entfernt erstellt oder so ausgeführt werden, dass sie weder Menschen oder Gebäude gefährden noch bei einem Gebäudebrand Rettungs- und Löschmassnahmen behindern.

Der Leitungsbesitzer muss dem ESTI die Beschreibung der Annäherung bzw. Überführung mit folgenden Unterlagen im Doppel einreichen:

- Beschreibung
- Situationsplan
- Längenprofil
- evtl. Querprofil
- evtl. Gebäudeansichten
- evtl. Foto von überspanntem Gebäude

Inhalt der Beschreibung

- ESTI L-Nr. der Leitung
- Spannung und Name der Leitung
- Bezeichnung des Gebäudes (Garage, Schopf, etc.) im Leitungsbereich
- Parzellen-Nr., evtl. Assek.-Nr.
- Politische Gemeinde, evtl. zusätzlich Ort

Beschreibung des Gebäudes:

- Evtl. Grundstückbesitzer
- Benutzungsart, wenn nicht schon oben definiert
- Materialien für Fassaden, Wände, Decken und Dach
- Materialien die evtl. gelagert werden
- Evtl. umbauter Raum in m³ (bis zur nächsten Brandmauer, wenn vorhanden)
- Evtl. spezielle bauliche Massnahmen
- Evtl. zusätzliche Sicherheitsmassnahmen (Sprinkler etc.)

Beschreibung der Leitung:

- Angabe zwischen Mast Nr. X und Y, wenn nicht aus Plan ersichtlich
- Anzahl Leiter pro Phase, Querschnitt und Material
- Angaben über die Befestigung der Leiter an den angrenzenden Tragwerken
- (Hängeketten einfach/doppel, Abspannketten einfach/doppel)
- Direkt- und Vertikalabstände bei 40° C Leitertemperatur oder bei 0° C und Zusatzlast (Art. 47), wenn nicht aus Plänen ersichtlich
- Angaben über Minimalabstände zu Gebäuden bei Windauslenkung

Weitere Angaben:

- z.B. Betriebsfeuerwehr vorhanden
- ² Wenn die Einhaltung der Vorschriften problematisch ist, entscheidet die Kontrollstelle, ob unter bestimmten Auflagen eine Ausnahme bewilligt werden kann.

Art. 10 Vorübergehende Gefährdung

- ² An die Kontrollstelle (ESTI, BAV) ist nur dann eine Meldung erforderlich, wenn zwischen den Beteiligten keine Einigung über die vorzusehenden provisorischen Schutzmassnahmen zu Stand kommt.

2. Titel: Bauvorschriften

1. Kapitel: Freileitungen

1. Abschnitt: Schwachstromfreileitungen

Art. 12 - 28 Siehe Heft TELECOM der Generaldirektion PTT, Abteilung Linien, "Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen im Leitungsnetz", Ausgabe 8.94, PTT Nr. 718.11.4 dt(134415)

2. Abschnitt: Starkstromfreileitungen

Art. 29 Störschutz

Zusätzlich zu dieser Bestimmung ist auch Artikel 7 und die dazu gehörige Erläuterung zu beachten.

Art. 30 Vogelschutz

- ¹ Bei minimalen Leiterabständen auf einem Tragwerk (z.B. bei Stützisolatoren, Trennschaltern, Überspannungsableitern) können Vögel mit grösseren Flügelspanweiten beim An- oder Wegflug durch Kurzschlüsse (Phase - Phase) oder Erdschlüsse (Phase - Mast) gefährdet werden. Muss in bestimmten Gebieten damit gerechnet werden oder

werden solche Fälle festgestellt, dann ist die Wegleitung des VSE (2.9) „Vogelschutz an Freileitungen“ zu beachten.

- 2 Bei Spannweiten quer zu bekannten Fluggebieten sind allenfalls die Leiter speziell zu markieren.

Art. 31 Verhaltenshinweise

Orientierungen in ortsüblicher Art können sein: Plakatanschläge
Merkblätter
Inserate in öffentlichen Publikationsorganen
Tageszeitungen
usw.

Als Gefahr bringende Tätigkeiten in der Nähe von Freileitungen gelten z.B.:

- Arbeiten mit längeren Gegenständen, wie: Wasser- und Jaucherohre
Obstpflücker
Schüttelstangen
Leitern
Metallseilen (z.B. für Hagelnetze)
- Aufstellen von Antennen
- Stellen von Baugerüsten und Baukranen
- Einsatz fahrbarer Gerüste und Hebefahrzeuge
- Arbeiten an und auf Gebäuden, die mit blanken Hauszuführungen versehen sind
(Dachständer, Fassadenabspannungen)
- Aufstellen von Hagelnetzen

Art. 33 Abstand der Leiter unter sich und zu den Tragwerken (Anhang 6 LeV)

Die Abstände C₁ bis C₄ nach Anhang 6 basieren auf normierten Prüfspannungen. Für Abstände innerhalb des gleichen Systems (C₁, C₃) und gegen geerdete Tragwerksteile gelten die normalen Prüfspannungen. Für Abstände zwischen verschiedenen Systemen wurden die für Trenner vorgeschriebenen, höheren Prüfspannungen zugrunde gelegt. Die Abstände C₃, C₄ bei kurzzeitigen Annäherungen basieren nur auf den 50-Hz-Prüfspannungen, weil bei kurzzeitigen Annäherungen wohl gleichzeitig mit 50-Hz-Überspannungen gerechnet werden muss, jedoch nicht mit atmosphärischen Überspannungen.

1.2 **Abstände der Leiter auf und zu den Tragwerken (Anhang 6, Ziff. 1.2 und Ziff. 2.1.3 LeV)**

Bei kurzen Verbindungen auf einem Tragwerk, zu Schaltern, abzweigenden Stromkreisen, Kabelendverschlüssen usw. genügt es, wenn die Abstandswerte C₁...C₄ eingehalten werden.

Abstände zwischen den Leitern in der Spannweite (Anhang 6, Ziff. 2.2 LeV)

Unterschiedliche Windkräfte (Beilage 5.1 und 5.2)

Die Forderung, dass die Auslenkung der Leiter mit bis zu 40% unterschiedlichen Windkräften zu ermitteln ist, heisst, dass das eine Seil z.B. mit voller Windlast und das andere mit 100....60% der vollen Windlast beaufschlagt wird (500 N/m² und 500 ...300 N/m² bzw. 650 N/m² und 650 ...390 N/m²).

Es ist aber auch möglich, dass die kritische Annäherung nicht bei maximaler, sondern bei reduzierter Windkraft auftritt. Auch in diesem Falle ist mit bis zu 40% unterschiedlicher (bezogen auf die höhere Kraft) Windkraft zu rechnen (z.B. 300 N/m² und 300 ...180 N/m²).

Verschiedenartige Leiter

Bei Leitern mit unterschiedlichen Querschnitten und/oder verschiedenen Werkstoffen sind die Windauslenkungen insbesondere dann kritisch, wenn die Kennzahlen w (Durchmesser/Gewicht) der zu betrachtenden Seile unterschiedliche Werte aufweisen.

Massnahmen, um die Abstände in der Spannweite zu vergrössern, sind z.B.:

- Abstände am Mast (Mastbild) vergrössern
- obere Seile stärker spannen als die unteren

Beim stärkeren Spannen einzelner Leiter sind die daraus entstehenden Folgen (höhere Anfälligkeit der Seile für winderregte Schwingungen, höhere Kräfte für das Seil, die Tragwerke und die Fundamente) zu beachten.

³ Dieser Absatz gilt verständlicherweise auch für isolierte Hochspannungsleiter

Abstände zwischen den Leitern in der Spannweite (Anhang 6, Ziff. 2.2 LeV)

Auf Regelleitungen in nicht exponierten Gebieten, können die Direktabstände „z“ zwischen den Leitern (ausnahmsweise) verkleinert werden.

- | | | |
|---------------|--------------------------|-----------|
| - für | $U_n < 1 \text{ kV}$ | auf 50 cm |
| - für 1 kV ≤ | $U_n \leq 20 \text{ kV}$ | auf 75 cm |
| - für 20 kV < | $U_n \leq 60 \text{ kV}$ | auf 90 cm |

Art. 34 Abstand zum Boden

⁴ Solche Ausnahmen sind grundsätzlich nur möglich, wenn mit Abschränkungen oder Umzäunung und Warntafeln die notwendige Sicherheit gewährleistet wird.

Art. 35 Abstand zu Bäumen

- 4 Die gegebenen Abstände gelten nur für direkt unter der Leitung stehende Bäume. Das grundsätzliche Festlegen von seitlichen Abständen zwischen Freileitungen und Bäumen, Hecken usw. ist nicht möglich, weil dabei die örtlichen Verhältnisse von entscheidender Bedeutung sind.

Bei bestehenden Freileitungen sollte beachtet werden, dass ohne sep. vertragliche Regelung für jedes nachträgliche Ausästen oder Fällen von Bäumen immer das Einverständnis des Eigentümers erforderlich ist. Andernfalls ist Art. 44, Abs. 1 EIG (Beseitigen von Baumästen) massgebend oder es ist die Enteignung (für eine Pflanzbeschränkung bzw. ein -verbot) einzuleiten.

Art. 36 Abstand zu Gebäuden

Bei Abständen zu bewohnten Gebäuden ist nach Art. 11 LeV auch zu berücksichtigen, dass die zulässigen Grenzwerte der elektromagnetischen Felder und die Planungswerte des Lärmpegels (Korona) nicht überschritten werden.

Art. 37 Abstand von Niederspannungsleitungen zu Gebäuden (Anhang 7 LeV)

- 1 Siehe Mitteilung des ESTI Nr. 239.1295 d „Anschlussleitung zu Niederspannungs-Installationen“ in der Beilage 8.3
- 1.2 Die Leitungsverordnung gilt für Niederspannungsfreileitungen bis und mit den Abspannvorrichtungen für Leiter und Luftkabel. (Siehe auch Art. 58.4, Verankerungen, Dachständer und Art. 60.3, Kennzeichnung der Tragwerke)

Zeichnungen: Dachständereinführung, Fassadeneinführung, in Beilage 8.1 und 8.2

Allgemeine Hinweise

Bewegliche Gebäudeteile sind z.B. Fensterläden, Balkontüren, Fahnen.

Geerdete oder elektrisch leitende Gebäudeteile sind z.B. Blitzableiter, Dachtraufen, Metalldächer.

Art. 38 Abstand von Hochspannungsfreileitungen zu Gebäuden (Anhang 8 LeV)

- 1,2,3 Der horizontale Abstand von 5 m bis 20 m ist der mit der Feuerwehr vereinbarte und für Rettungs- und Löscheinsätze erforderliche freie Raum. Je nach Leiter-Windauslenkung oder Grösse der elektromagnetischen Felder ist dieser Horizontalabstand allenfalls zu vergrössern.

Gemäss den Bestimmungen von Art. 53 ist bei Gebäuden auch speziell darauf zu achten, dass weder Abgase und Dämpfe noch ein Gebäudebrand die mechanische und elektrische Festigkeit der Freileitung derart beeinträchtigen, dass dadurch der Schutz von Personen oder anderen Gebäuden nicht mehr gewährleistet ist.

- 4 Von Annäherungen an bzw. Überführungen von Gebäuden wird dann gesprochen, wenn die minimalen Horizontalabstände zwischen Gebäude und nächstliegendem Leiter nicht eingehalten werden können. Solche Ausnahmefälle sollten auf das absolut Notwendige beschränkt werden. Bei Annäherungen oder Überführungen wird aus brand- bzw. sicherheitstechnischen Gründen der Direktabstand (kürzeste Verbindung zwischen Gebäudeteil und Leiter) massgebend.

Einige minimale Direktabstände, welche bei Annäherungen bzw. Überführungen von oft vorkommenden Gebäuden eingehalten werden müssen, sind in der Beilage 1 aufgeführt. Diese Abstände gelten nur als Anhaltspunkte, sie müssen im einzelnen konkreten Falle noch von der zuständigen Kontrollstelle beurteilt werden.

Bei bestimmten Gebäuden muss die darüber führende Hochspannungsleitung im Notfall rasch abgeschaltet werden können. An solchen Überführungstragwerken wird daher eine entsprechende Aufschrift verlangt. Brände dieser Gebäude gelten im Allgemeinen aber nicht als Notfälle; hingegen können beispielsweise Erdbeben, durch Fahrzeuge oder Bäume beschädigte bzw. schiefgedrückte Tragwerke, Leiter- oder Isolatorendefekte usw. beim überspannten Gebäude eine gefährliche Situation verursachen und deshalb eine umgehende Leitungsabschaltung erfordern.

Wohnwagen auf Campingplätzen gelten dann als ständige (permanente) Bauten, wenn sie länger als 6 Monate am gleichen Ort stehen bleiben.

Für Antennenanlagen auf überführten Gebäuden oder Campingplätzen sind die PTT-Vorschriften zu beachten. Die Antennenanlagen müssen so erstellt werden, dass weder bei der Montage, bei Reparaturen noch bei Sturm eine gefährliche Annäherung an Hochspannungsleitungen möglich ist. Der Abstand muss auch gewährleisten, dass im Brandfall das Feuer keinen Überschlag von der Leitung zur Antenne einleiten kann.

Leitungen mit mehr als 100 kV Nennspannung können unter Umständen bei Gebäudeüberführungen bzw. -annäherungen alle von Erde isolierten Metallteile in und an den Gebäuden kapazitiv aufladen. Beim Berühren dieser Teile können dann fühlbare Ableitströme auftreten. Diese Ströme sind im Allgemeinen nicht gefährlich. Sie sind aber unangenehm und können indirekt, durch ihre Schreckwirkung oder auch in brandtechnischer Hinsicht, gefährlich werden. Abhilfe schafft in solchen Fällen das Erden dieser Metallteile. Die erwähnten Aufladungen können unter Umständen auch bei abgeschalteten elektrischen Hausinstallationen auftreten und unangenehme Sekundärfolgen haben. Es muss daher beim Feststellen solcher Aufladungen an den Verteiltafeln ein Hinweisschild angebracht werden.

Art. 39 Areale mit grossen Menschenansammlungen, Spiel- und Sportanlagen

- 3 Bei Tragwerken im Bereich öffentlicher Schwimmbäder ist darauf zu achten, dass keine elektrisch leitenden Wasserleitungen oder dergleichen durch den Einflussbereich der Masterdungen laufen. Lässt sich dies nicht vermeiden, so sind diese Leitungen zu verlegen oder entsprechend zu isolieren.
- 4 Für den Bodenabstand von 15 m über Fussballfeldern sind nicht sicherheits-, sondern spieltechnische Gründe (Spielverfälschungen) ausschlaggebend. Dieser Abstand ist daher über dem gesamten Spielfeld einzuhalten. Allfällige Unterschreitungen sind nur tolerierbar bei Fussballfeldern, auf denen nie massgebende Spiele ausgetragen werden.

- 6 Nach oben offene Tribünen gelten grundsätzlich als Areal mit zeitweise grossen Menschenansammlungen.

Art. 40 Abstand zu Gewässern

- 1,2,3 Bei Gewässern mit eidgenössisch konzessionierter, sowie Grenzgewässern mit internationaler Schifffahrt werden die Zulässigkeiten mit dem BAV und bei allen anderen Gewässern mit den zuständigen kantonalen Instanzen festgelegt.

Der höchste Schifffahrtswasserstand (HSW) ist nicht unbedingt identisch mit dem tatsächlich vorkommenden, höchsten Wasserstand.

Das offene Gewässer geht im Allgemeinen dort in eine Gewässerstrecke über, wo ein erstes Hindernis (Brücke, Steg u. ä.) die freie Durchfahrt hoher Schiffe be- oder verhindert.

- 4 Schiffsaufbauten, insbesondere Masten von Segelschiffen, unterliegen an den wenigsten Orten einer Höhenbeschränkung. Da Freileitungen nicht beliebig hoch geführt werden können, ist es meist sinnvoll, bei von Freileitungen überführten Gewässern die Schiffsfahrtszeichen E.12 (Hochspannungsfreileitung), C.1 (Beschränkung der Durchfahrtshöhe) oder A.4 (Verbot des Fahrens mit Segelschiffen) anzubringen.¹

An Orten mit bewilligtem Ein- und Auswassern von Schiffen (Zeichen E.9 und E.10) werden vorteilhafterweise Warntafeln angebracht, welche auf die Gefahr der Freileitung aufmerksam machen und unter Umständen das Umlegen von Bootsmasten verlangen.

Art. 41 Beleuchtungskörper an Hochspannungstragwerken

- 4 Bei Tragwerken aus elektrisch leitenden Werkstoffen oder bei Holztragwerken mit herabgeführtem Hochspannungserdleiter ist das Problem der Beeinflussung besonders zu beachten, weil in den meisten Fällen die Erdung der Beleuchtungskörper nicht mit der Hochspannungsanlage verbunden ist und dadurch gefährliche Potentialdifferenzen entstehen können.

Art. 42 Kandelaber (Anhang 9 LeV)

- 3 Instandhaltungsarbeiten an Beleuchtungskörpern auf Kandelabern werden üblicherweise mit Auszugleitern, Hebebühnen oder anderen beweglichen Hilfsmitteln ausgeführt. Damit solche, nicht genau lenkbaren Hilfsmittel gefahrlos eingesetzt werden können, muss um die Beleuchtungskörper herum ein relativ grosser Raum freigehalten werden. Die geforderten Abstände sind aus Anhang 9 zu entnehmen.
- 4 Stehen mehrere Kandelaber in einer Reihe (z.B. einer Strasse entlang), dann werden Auszugleitern, Hebebühnen oder dergleichen beim Verschieben von Kandelaber zu Kandelaber nicht immer abgesenkt. Bei tiefliegenden und zwischen Kandelabern hindurchführenden Leitern besteht dann die Gefahr einer unzulässigen Annäherung. An Kandelabern müssen beidseits solcher Kreuzungen entsprechende Warntafeln oder Hinweisschilder angebracht werden.

- 5 Das vorgängige Erden bei Arbeiten an elektrischen Beleuchtungskandelabern im Bereich von Freileitungen mit Nennspannungen über 100 kV ist erforderlich, um allfällige kapazitive Aufladungen zu verhindern (Schreckreaktion).

Art. 43 Verkehrsschilder und Schutzwände

- 2 Sind die Konstruktionen für Verkehrsschilder oder ähnliches besteigbar und/oder begehbar, dann muss von der begehbaren Standfläche bis zum untersten Spannung führenden Leiter ein Minimalabstand von $5\text{m} + 0,01 \text{ m/kV}$ eingehalten werden.

Art. 45 Leiter und Tragelemente von Luftkabeln

Für die Bemessung des Leiterquerschnittes ist zur maximal zulässigen Dauerstrombelastung auch die Grösse und Dauer des Kurzschlussstromes gemäss Beilage 2 zu berücksichtigen.

Art. 46 Grösster Leiterzug

Für die Berechnung der maximalen Zugbeanspruchung der Leiter sollte gegebenenfalls (in klimatischen Extremlagen) auch die Gleichzeitigkeit von Wind und Zusatzlast berücksichtigt werden. (Siehe Anhang 1, Ziffern 11 und 12 LeV)

Art. 49 Leiterverbindungen

Bei Leiterverbindungen sind die durch thermische Einflüsse entstehenden Materialveränderungen (z.B. beim Schweissen oder Löten) sowie die Neigung der Leichtmetalle, bei Druckbeanspruchungen zu fließen, zu beachten. Leiterverbindungen in freier Spannweite sollten nach Möglichkeit vermieden werden.

Leiterabzweigungen sollten grundsätzlich keine Zugkräfte übernehmen müssen und bei oder in unmittelbarer Nähe von Tragwerken angebracht werden.

Art. 50 Isolatoren

- 3 Die Kenntnisse über Isolatoren aus organischen Werkstoffen (Kunststoff) zur Zeit der Ausarbeitung der Verordnung erlaubten es noch nicht, gesicherte Aussagen über die mechanisch zulässigen Beanspruchungen zu machen. Es wird vorläufig empfohlen, den Sicherheitsfaktor bezogen auf die garantierte Kurzzeitlast reichlich zu bemessen. (IEC-Normen sind in Vorbereitung. Siehe IEC Norm 1109, Ausgabe 1992-03)

Art. 51 Isolatoren in Mehrfachketten

Dieser Artikel gilt nur, wenn die Mehrfachketten als zusätzliche Schutzmassnahmen gemäss Art. 9 Abs. 4 erforderlich sind.

- 4 Mehrfachketten erhöhen die Sicherheit nur, wenn beim Bruch eines Bauteils einer Teilkette die anderen Teilketten weder durch die dynamische Beanspruchung noch durch das Zusammenschlagen von Bauteilen beschädigt werden und ebenfalls brechen. Dieses Risiko kann weitgehend vermieden werden, wenn die einzelnen (Porzellan)-Isolatoren länger als 50 cm sind oder wenn beim Einbau von kürzeren Einzelisolatoren eine Teilkette aus höchstens 3 Isolatoren besteht.

Werden Isolatoren aus organischen Werkstoffen für solche Mehrfachaufhängungen oder Mehrfachabspannungen verwendet, dann sind vermehrte Sichtkontrollen empfehlenswert.

Art. 54 Belastungsannahmen für Tragwerke und Fundamente**Allgemein** (Anhang 14 LeV)

Die an einem Leiterbefestigungspunkt bzw. Tragwerk aus den Leiterzügen sich ergebende Horizontalkraft wird allgemein mit "Resultierender Horizontalzug" bezeichnet. Er schliesst aber transversale Komponenten infolge Wind auf die Leiter und Erdleiter nicht ein; diese Kräfte werden in den Lastfällen separat aufgeführt. Für $\alpha = 200$ gon wird der resultierende Horizontalzug oft auch mit "Differenzzug" bezeichnet, da er in diesem Fall als rechnerische Differenz der angrenzenden Leiterzüge auftritt.

Die theoretischen Lastfälle mit einem und/oder zwei einseitigen Leiter- bzw. Teilleiterzügen bezwecken vor allem, die Tragwerke für einen bestimmten Widerstand gegen gleichzeitige Belastung durch Torsions- und Längskräfte zu bemessen. Sie sind oft auch für die Dimensionierung von Auslegern und Traversen massgebend. Die grösste Beanspruchung der einzelnen Tragwerksteile in diesen Lastfällen wird durch Kombination der angreifenden Kräfte in allen zu berücksichtigenden Leiterbefestigungspunkten ermittelt.

Die Lastfälle mit einem %-Satz der Horizontalzüge decken weitgehend auch die Belastungen durch unterschiedliche Zusatzlasten auf den Leitern ab.

Die verschiedenen Lastfälle sind in der Beilage 3 für oft gebrauchte Leiteranordnungen dargestellt.

Windkräfte (Anhänge 6, 15.1 und 15.3 LeV)

Korrigendum: In der Legende zum Diagramm 2.4.3 im Anhang 6 sind die Stricharten für die Diagrammlinien 2 und 3 vertauscht. Die Linie 2 gilt für w zwischen 22.0 und 33.0 und die Linie 3 für w zwischen 12.9 und 22.0

Messungen ergaben, dass der Wind nicht gleichzeitig über grössere Breiten und mit konstanter Geschwindigkeit weht. Bei grösseren Spannweiten ist daher eine gewisse Reduktion der Windkräfte zulässig. Da jedoch Angaben über die wirklichen Reduktionen fehlen, wurden für mittlere Spannweiten a_m über 225 m bestimmte Reduktionsfaktoren angenommen.

Im ebenen Gelände nimmt die Windgeschwindigkeit ungefähr mit der fünften Wurzel der Höhe über Boden zu, und die vom Wind herhörenden Kräfte wachsen mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit. Zur Vereinfachung der statischen Berechnungen werden jedoch die spezifischen Windkräfte angegeben für Leitungen mit Tragwerkshöhen bis 30m (Boden - Mastspitze), mit Tragwerkshöhen bis 80m und für Tragwerksteile über 80m.

Für Tragwerke, die einen von 200 gon abweichenden Leitungswinkel aufweisen, können die Windkräfte in Richtung der Winkelhalbierenden, bzw. senkrecht dazu angenommen werden.

Als Masten mit annähernd kreisförmigem Querschnitt gelten solche, deren Querschnitt ein ungefähr gleichseitiges Vieleck mit mindestens sechs Seiten aufweist.

Für die Berechnung der Windkräfte auf die Leiter ist die Tragwerkshöhe massgebend.

Bei Leitungen mit Tragwerkshöhen bis 30 m basieren die Lastannahmen auf einem Staudruck $q = 900 \text{ N/m}^2$. Bei Leitungen mit Tragwerkshöhen bis 80 m basieren die Lastannahmen auf einem Staudruck $q = 1100 \text{ N/m}^2$, wobei bei solchen Leitungen diese Druckannahme auch für Leitungsteile unter 30m Bodenabstand massgebend ist. Für Tragwerksteile über 80m Höhe basiert die Lastannahme auf einem Staudruck $q = 1430 \text{ N/m}^2$.

Zusatzlasten (Anhang 15.2 und 15.3 LeV)

Aus Messungen und Beobachtungen ergibt sich, dass bei grösseren Spannweiten und zugleich vielen Leiterseilen am gleichen Tragwerk angenommen werden darf, dass die maximalen Zusatzlasten auf den Leiterseilen entweder nicht über die ganzen Spannweiten, oder dann nicht gleichzeitig auf allen Leiterseilen vorkommen. Daraus kann abgeleitet werden, dass bei Einhaltung beider Randbedingungen:

- grosse Spannweiten
- viele Leiterseile am gleichen Tragwerk

eine gewisse Reduktion der Zusatzlast zulässig ist. Diese Reduktion kann sich aber lediglich auf die Tragwerksdimensionierung auswirken, da die dazugehörigen Randbedingungen jeden Einfluss auf den Einzelleiter oder Bündelleiter (Belastung, Durchhang) ausschliessen. Die Reduktionsfaktoren erlauben die Annahme dementsprechend geringerer Zusatzlasten. Sie wurden so festgelegt, dass im Allgemeinen die daraus resultierenden Leiterzüge bei grossen Spannweiten nicht schwächere Tragwerke erfordern als die Leiterzüge bei kleinen Spannweiten. Die Faktoren kommen nur zur Anwendung, wenn die ideellen Spannweiten a_{id} grösser als 225m sind und mehr als 6 Leiter (inkl. Erdleiter) auf dem gleichen Tragwerk aufgelegt sind.

Teilleiter von Bündelleitern dürfen separat berücksichtigt werden, wenn die Bündelleiter bei allen Abspannmasten mit Mehrfachabspannungen befestigt sind.

Sofern ein Reduktionsfaktor zulässig ist, kann er auch für Erdleiter angewendet werden.

Für Freiluftanlagen an exponierten Standorten sollten bezüglich der Schneelast immer zusätzliche Abklärungen gemacht werden. Gegebenenfalls sind auch bei solchen Anlagen die Schneelast und die Windkräfte gleichzeitig in der Rechnung zu berücksichtigen.

Art. 55 Tragwerksarten

- 2 Ausnahmsweise können z.B. aus ästhetischen und konstruktiven Gründen auch bei Tragmasten Abspannketten verwendet werden.
- 4 Obschon bei einem Tragwerk grosse Spannweitenunterschiede vermieden werden sollten, lässt sich dies nicht immer verhindern. Sind die Spannweitenverhältnisse beim Übergang von Weitspannleitungen auf Regelleitungen grösser als 3:1 und innerhalb von Weitspannleitungen grösser als 4:1, sollten aus statischen Gründen Abspannmasten zur Anwendung gelangen.
Abspannmaste in Regelleitungen müssen aufgrund der betrieblichen Belastungsannahmen dimensioniert werden. Die auch zu berücksichtigenden theoretischen Belastungsannahmen können auf die für Tragmasten vorgeschriebenen Werte beschränkt werden, wenn die Leiter nicht mehr als 80 cm Abstand zur Mastachse haben.
- 5 Endmaste sind den Abspannmasten bezüglich Begrenzung der Abspannstrecken gleichgestellt. Stütz-, Trag- oder Sondertragmaste können hingegen nie, auch wenn sie mit Abspannketten ausgerüstet sind, Abspannstrecken begrenzen.

Art. 56 Tragfähigkeit und Standfestigkeit von Tragwerken, Fundamenten, Verstreben und Verankerungen**Rechnerischer Nachweis** (Anhang 13 LeV)

Für den rechnerischen Nachweis der Tragfähigkeit von Tragwerken sind soweit die LeV keine abweichende Vorschrift enthält, die folgenden Schweizernormen (SN) massgebend:

- Stahl SN 555 161
- Stahlbeton SN 562 162
- Holz SN 553 164

Die anzunehmenden Belastungen sind in Art. 54 sowie in den Anhängen 14 und 15 festgelegt, die minimalen Sicherheitsfaktoren im Anhang 13 vorgeschrieben.

Der rechnerische Nachweis umfasst in der Regel den Nachweis ausreichender Querschnittswiderstände sowie Festigkeitsnachweise für Verbindungen und Nachweise der Stabilität von Tragwerken und Tragwerkteilen. Die Bemessungswerte der Beanspruchung der elastisch gedachten Systeme sind nach den Regeln der Baustatik zu ermitteln. Die Tragfähigkeit gilt als nachgewiesen, wenn die Bedingung $S \cdot \gamma \leq R$ erfüllt ist.

Es bedeuten:

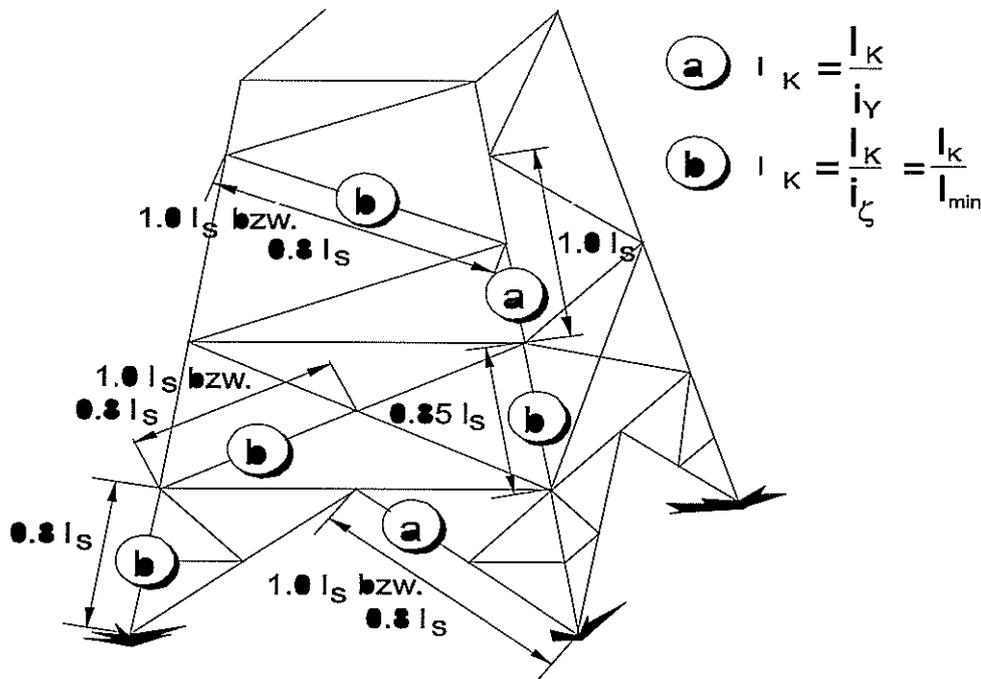
- S : Bemessungswert der Beanspruchung wie z.B. Schnittkräfte, Momente, usw.
- γ : Sicherheitsfaktor bezogen auf die Grenzspannungen
- R : Tragwiderstand bezogen auf die Grenzspannung

Für Belastungsannahmen und Sicherheitsfaktoren sind die Angaben in Anhang 13 LeV massgebend.

Stahl

Zu Anhang 13, 1.1

Knicklängen $l_K \leq 200$ für Hauptstäbe wie Gurten und Diagonalen
 $l_K \leq 250$ für sekundäre Stäbe; Hilfskonstruktionen



1.0 gilt für 1 Anschlussschraube
 0.8 gilt für 2 und mehr Anschlussschrauben

Zu Anhang 13 LeV Ziffer 2

Stahlbeton

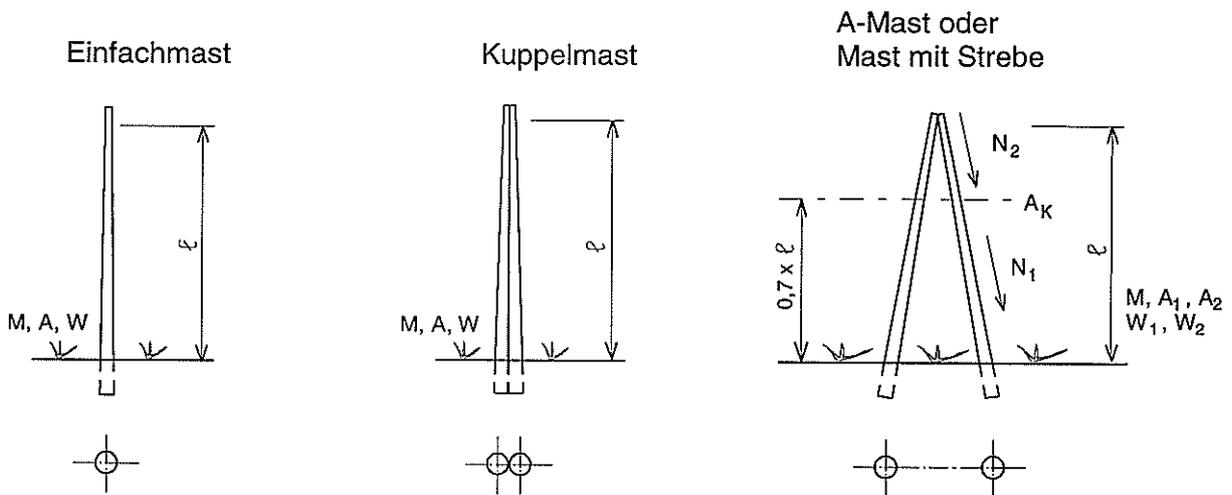
Die schlaife Armierung in vorgespannten Stahlbetonteilen verkleinert die auftretenden Risse und verhindert den unmittelbaren Bruch bei vorgespannten Betonkonstruktionen.

Für Masten aus Schleuderbeton, ist für den Herstellungsprozess eine minimale Betonqualität erforderlich, und die Qualität ist in engen Grenzen konstant. Für Stahlbeton, der auf irgend eine andere Weise konventionell hergestellt ist, können hingegen grosse Qualitätsunterschiede in den einzelnen Teilen entstehen. Falls ein Hersteller ein Verfahren zur Herstellung von Stahlbetonmasten mit derselben Konstanz in der Qualität wie bei Schleuderbetonmasten erreicht und dies belegen kann, so kann die Kontrollstelle gemäss Art. 56.3 LeV die gleichen durch Sicherheitsfaktoren bewilligen wie sie für Schleuderbetonmasten gelten.

Holz

Nachweis der Tragsicherheit und Stabilität von Tragwerken aus Holz

Wo die nachfolgenden Berechnungsgrundlagen nicht genügen, muss die SN 553164 beigezogen werden.



l : Mastlänge zwischen der Einspannung und dem Schwerpunkt des Lastangriffes oder der Mast-
 verbindung bei A-Masten oder Masten mit Streben.

Für den allgemeinen Nachweis der Tragsicherheit gilt:

a) für Einfachmasten

$$\gamma \cdot M_b \leq W \cdot \left(\sigma_b - \frac{\sigma_b}{\sigma_{d//}} \cdot \frac{\gamma \cdot N}{A} \right)$$

b) für Kuppelmaste

- Belastung in der Ebene beider Mastachsen:

$$\gamma \cdot M_{tb} \leq nW \cdot \left(\sigma_b - \frac{\sigma_b}{\sigma_{d//}} \cdot \frac{\gamma \cdot N}{2A} \right)$$

- Belastung senkrecht zur Ebene beider Mastachsen:

$$\gamma \cdot M_{2b} \leq 2W \cdot \left(\sigma_b - \frac{\sigma_b}{\sigma_{d//}} \cdot \frac{\gamma \cdot N}{2A} \right)$$

c) für A-Maste bzw. Maste mit Streben

- Belastung senkrecht zur Ebene beider Mastachsen:

$$\gamma \cdot M_{2b} \leq (W_1 + W_2) \cdot \left(\sigma_b - \frac{\sigma_{d//}}{\sigma_b} \cdot \frac{\gamma \cdot N_1}{A} \right)$$

- für den Stabilitätsnachweis gilt:

allgemein $\gamma \cdot N \leq A \cdot \sigma_K$

für A-Maste bzw. Masten mit Streben:

Belastung in der Ebene beider Mastachsen $\gamma \cdot N_2 \leq A_K \cdot \sigma_K$

Belastung senkrecht zur Ebene beider Mastachsen

$$\frac{\sigma_{d//}}{\sigma_K} \cdot \gamma \cdot N_2 \leq A_K \cdot \left(\sigma_{d//} - \frac{\sigma_{d//}}{\sigma_b} \cdot \frac{0.3 \cdot \gamma \cdot M_{2b}}{2W_K} \right)$$

d) Legende:

- γ : Sicherheitsfaktor bezogen auf die Grenzspannung
- N : Vertikallast oberhalb der Einspannung
- N_1 : Druckkraft bei A-Mast wegen Belastung in der Ebene beider Mastachsen und Vertikallasten
- N_2 : Druckkraft bei A-Mast wegen Belastung in der Ebene beider Mastachsen und Vertikallasten oberhalb A_K
- M_b : Biegemoment bei Einspannung
- M_{1b} : Biegemoment bei der Einspannung wegen Belastung in der Ebene beider Mastachsen
- M_{2b} : Biegemoment bei der Einspannung wegen Belastung senkrecht zur Ebene beider Mastachsen
- W : Widerstandsmoment eines Mastes an der Einspannstelle
- W_K : Widerstandsmoment eines Mastes auf der Höhe von $0.7 \cdot l$ über der Einspannung
- W_1 : Widerstandsmoment des Mastes 1 an der Einspannstelle
- W_2 : Widerstandsmoment des Mastes 2 an der Einspannstelle
- A : Querschnitt eines Mastes an der Einspannstelle
- A_K : Querschnitt eines Mastes auf der Höhe $0.7 \cdot l$
- n : Faktor für Kuppelmasten (Vervielfachung der Einzelmasten-Widerstandsmomente)
- σ_b : Grenzspannung Biegung
- $\sigma_{d//}$: Grenzspannung Druck parallel zur Faserrichtung
- σ_K : Grenzspannung Knickung

Bei der Konstruktion von Holztragwerken ist zu beachten:

- Als geeignete Verbindungsmittel für die Übertragung von Schubkräften, insbesondere bei Kuppelmasten und bei Masten mit Streben, gelten z.B. Schraubenbolzen mit oder ohne Einpressdübel und angepassten Unterlagscheiben sowie Laschenverbindungen, die nach den anerkannten Regeln der Technik berechnet und ausgeführt sind.
- Für die Verbindung von A-Masten oder Masten mit Streben sind mindestens zwei Schraubenbolzen vorzusehen.
- Schraubenbolzen sollten einen Durchmesser von mindestens 20 mm aufweisen.
- Zwischen Holz, Bolzenkopf und Schraubenmutter sind Unterlagsplatten anzubringen
- Das Vorholz, der in Faserrichtung gemessene Abstand vom Holzrand zum nächstliegenden Schraubenloch, darf nicht kleiner sein als das 7.5-fache des Bolzendurchmessers.

Art. 57 Holztragwerke für Regelleitungen

- 1 Selbstverständlich gilt für Streben mindestens dieselbe Eingrabetiefe wie für Holzmasten.

Art. 58 Verankerungen, Dachständer

- 4 Der Innendurchmesser des Dachständerrohres ist den Erfordernissen der Hauszu-
leitung anzupassen. Aus praktischen Gründen sollte aber der Innendurchmesser
mindestens 50 mm betragen.

Art. 60 Kennzeichnung der Tragwerke

- 1,3 Die Hinweistafel sowie das Warnzeichen müssen der SN-Norm Nr. 055000 (SUVA-
Heft Nr. 44007 d.) entsprechen.

Bei Masten müssen Warnzeichen aus mindestens 4 m Entfernung sichtbar sein. Bei-
spiele:

	Seitenlänge (cm)	Distanz (m)
für gleichseitiges Dreieck	13,6	4,0
	15,0	4,4
	17,0	5,0

Bei Dachständer- und Fassadeneinführungen müssen Warnzeichen eine Seitenlänge
von mindestens 8 cm aufweisen. (Beilage 8)

- 2 Nebst den verlangten Kennzeichnungen empfiehlt es sich, bei Holzmasten die
Mastlänge anzugeben. Diese Zahl ist aber bei einer allfälligen Kürzung des Tragwer-
kes unbedingt zu korrigieren.

Art. 61 Tragwerkfundamente

- 1 Es sollte grundsätzlich sowohl ein Verdrehungs- als auch ein Bruchnachweis durchgeführt werden. Nur bei Fundamenten, deren Standsicherheit vorwiegend auf der seitlichen Einspannung beruht (tiefgründige Einblockfundamente) kann in folgenden Fällen auf einen Bruchnachweis verzichtet werden:

In ebenem oder höchstens ca. 8-12° geneigtem Gelände, sofern ein mit elastischer Theorie geführter Verdrehungsnachweis bereits eine genügende Sicherheit gegenüber plastischer Verformung ergibt.

Wenn beim Bettungsziffernverfahren (z.B. nach Sulzberger) keine Kantenlänge (Länge, Breite oder Tiefe) grösser als ca. 3,00 m ist.
- 2 In stark geneigtem oder Rutsch gefährdetem Gelände sollte immer auch die Gesamtstabilität des Geländes nachgewiesen werden.
- 3 Für örtliche Bodenuntersuchungen und die Festlegung der jeweiligen Kennwerte sollten grundsätzlich Fachleute beigezogen werden.
- 4 Das spezifische Gewicht der Fundamente aus Beton oder Stahlbeton soll auf Grund seines Allgemein niedrigen Armierungsgehaltes mit 24 kN/m^3 in Rechnung gesetzt werden. Ein allfälliger Wasserauftrieb soll mit einer Reduktion um 10 kN/m^3 in den Berechnungen berücksichtigt werden.
- 5 Aus der Beilage 4, Tabellen 1 und 2 können einige unverbindliche Angaben zur Baugrundbeurteilung und Festlegung der Bodenkennwerte entnommen werden. Das effektive Zusammendrückungsmodul (ME-Werte) sollte jeweils von Fall zu Fall bestimmt werden. Die aufgeführten Scherwerte gelten nur für Fundamente, die satt ans Erdreich betoniert sind.

2. Kapitel: Kabelleitungen

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Für Leitungsinhaber, die nur vereinzelte Niederspannungsleitungen auf öffentlichen und/oder privaten Grundstücken betreiben, gilt dieses Kapitel ebenfalls vollumfänglich.

Art. 62 Werkpläne

- 1 Die Lage kann z.B. in einem Werkplan oder in einer Datenbank festgehalten werden. Abweichungen sollen nicht mehr als $\pm 30\text{cm}$ betragen. Längenprofile sind im Allgemeinen nicht erforderlich. Mit nachträglichen Veränderungen der Kabelüberdeckungshöhe muss gerechnet werden. Die Verlegungsart wird z.B. mit einem Querprofil und einer zugehörigen Kabelidentifikation festgehalten.
- 3 Die Auskunftsunterlagen sollten immer mit dem Ausgabedatum und dem Hinweis versehen werden, dass diese Unterlagen unmittelbar vor Beginn der Tiefbauarbeiten nochmals auf ihre Richtigkeit überprüft werden müssen. Empfänger, Datum und betroffenes Gebiet sollten in der Auskunftsstelle notiert werden.

Art. 64 Sicherung freigelegter Leitungsabschnitte

- 2 Schutzmassnahmen sind z.B. Bauabschränkungen, Abdeckungen oder Verschaltungen.

Art. 65 Allgemeine technische Anforderungen

- 3 Besonders zu beachten sind die Anforderungen an die dynamische Festigkeit bei der Beanspruchung im Kurzschlussfalle. Als Kabelträger gelten auch die Kabelbefestigungen.

Art. 66 Kennzeichnung

Dies gilt insbesondere, wenn Leitungen verschiedener Spannungsebenen und/oder Betriebshaber zusammentreffen und die Kabelidentifikation nicht eindeutig möglich ist.

Art. 68 Verlegung im Erdreich

- 3 Zusätzliche Schutzmassnahmen können z.B. einbetonierte oder besonders widerstandsfähige Rohre, gemäss Artikel 69, und Platten (Stahl usw.) sein

Art. 69 Verlegung in Kabelschutzrohren

- 1 z.B. Güteanforderung des Verbandes Kunststoffrohre und Rohrleitungsteile (VKR).
- 2 Metallene Futterrohre an Kunstbauten können grundsätzlich nicht als Kabelschutzrohre betrachtet werden. Siehe auch Erläuterung zu Artikel 8.3

Art. 70 Verlegung in Tunnels und Stollen

- 1 Gilt für begehbare Tunnels und Stollen, welche hauptsächlich für Starkstromkabel verwendet werden.
- 3,5 Bei kürzeren Abschnitten wie z.B. Unterquerungen von Verkehrswegen kann selbstverständlich auf den zweiten Ausgang und/oder die Fluchtwegmarkierung verzichtet werden.

Art. 72 Erdung

- 1 Bei NS-Leitungen kann auf Warn- und Hinweistafeln verzichtet werden.

2. Abschnitt: Besondere Bestimmungen für Starkstromkabelleitungen

Art. 73 Kabelart

- 1 Ausnahmen kommen selbstverständlich nur für Niederspannungskabel in Frage.

Art. 74 Netzkabel

- 2 Gilt verständlicherweise auch für die leitende Umhüllung von Hochspannungskabeln mit nur einseitiger Erdung. (Siehe auch Art. 72.1 LeV)

Art. 77 Markierung

Als Markierung ist z.B. in offenem Gelände und in Waldpartien auch das Setzen von Kabelkennsteinen zweckmässig. Zum Schutz bei Grabarbeiten soll im Erdreich über dem Kabel ein Warnband eingelegt werden.

3. Kapitel: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen unter sich

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 78 Zulässigkeit und Leitungsführung (Anhang 17 LeV)

Mit der Änderung der SchV wurde Absatz 1 allgemeiner formuliert (Freileitungen unter sich) und Abs. 2 aufgehoben.

- 1 Bei Parallelführungen oder Kreuzungen von Freileitungen unter sich auf gemeinsamen Tragwerken erhöht sich die Gefahr für Personen bei Instandhaltungsarbeiten, weil die Leitungen oft völlig verschiedene Funktionen erfüllen und damit eine Ausschaltung aller Leitungen nur begrenzt möglich ist. Bei längeren Parallelführungen können zudem Leitungen mit hohen Spannungen andere Leitungen nachteilig beeinflussen. Solche Anordnungen sind deshalb nur zulässig, wenn alle Leitungen dem gleichen Betriebsinhaber unterstellt sind oder zwischen den beteiligten Betriebsinhabern Erstellung, Betrieb und Instandhaltung schriftlich vereinbart wurden.

Art. 79 Anordnung von Freileitungen

- 2 Unterschiedliche Bestimmungen über die mechanische Sicherheit bestehen nur zwischen Schwach- und Starkstromleitungen (vgl. Art. 18 und Art. 46). Im Gegensatz dazu gelten für Hoch- und Niederspannungsleitungen die gleichen Bestimmungen. Als „starre Befestigung“ der Leiter, im Unterschied zum Begriff „bedingt gleitende Leiterbefestigung“, wird die Befestigung des Leiters oder Tragelementes eines Luftpfeils bezeichnet, das 85 % der Nenn-Bruchkraft des Leiters oder Tragelementes ohne Schlupf halten kann.

Art. 80 Mechanischer Schutz für herabführende Leiter

Ein Schutz von 2 m Höhe ist im Normalfall genügend.

Art. 81 Abstände (Anhang 17 LeV)

Dieser Artikel schreibt die erforderlichen Abstände im Grundsatz und der Anhang 17 in der Grösse vor. Die zulässigen Direktabstände zwischen Leitern verschiedener Leitungen (Stromsysteme, Stränge) unter sich sowie zwischen Leitern und benachbarten Tragwerken sind nach Anhang 6 zu bestimmen, und zwar einerseits für den Ruhezustand und andererseits für kurzzeitige Annäherungen, wie sie unter anderem durch den Wind verursacht werden. (Beilagen 5.1 und 5.2)

Bei Parallelführungen oder Kreuzungen auf gemeinsamen Tragwerken darf der kleinste Abstand zwischen den Leitern verschiedener Leitungen nicht kleiner sein als die im Anhang 6 für den Ruhezustand und für eine kurzzeitige Annäherung festgelegten Direktabstände. Damit wird einmal gewährleistet, dass bei solchen Leitungsanordnungen keine Spannungsübertritte auftreten können. Zusätzlich wird noch ein minimaler Vertikal- oder Direktabstand von 1.5 m zwischen zwei Leitungen auf demselben Tragwerk verlangt, damit gegebenenfalls an der unteren Leitung gewisse Arbeiten gefahrlos ausgeführt werden können, ohne dass die obere Leitung ausgeschaltet werden muss. Auf diesen bei Regelleitungen oft massgebenden Direktabstand von 1.5 m zwischen zwei Starkstromleitungen kann allenfalls verzichtet werden, wenn:

- beide Leitungen die gleiche Nennspannung und gleichartige Funktionen haben **und**
- beide Leitungen dem gleichen Betriebsinhaber unterstellt sind **und**
- immer gewährleistet ist, dass sich vor jedem Besteigen solcher Tragwerke beide Leitungen - ohne schwerwiegende Nachteile für Dritte - ausschalten lassen.

Für Kreuzungen bei getrennten Tragwerken ist zu beachten, dass der kleinste zulässige Direktabstand nach Anhang 17 nicht für alle Anordnungen identisch oder annähernd gleich gross ist wie der Vertikalabstand. (Beilage 5.3)

Hat die überführte Leitung bewegliche Leiteraufhängungen und stark unterschiedliche Spannweiten, sind für die Berechnung der Kreuzungsabstände allfällig nachteilige Auslenkungen der Hängeisolatoren zu berücksichtigen.

Bei bedingt gleitender Leiterbefestigung ist zu beachten, dass eine Durchgangsvergrösserung infolge Schlupf oft erst im Laufe der Zeit eintreten oder durch unvorhergesehene Gewalteinwirkung entstehen kann. Dieser Tatsache ist bei den Leitungskontrollen Rechnung zu tragen. Unzulässige Durchgangsvergrösserungen sind umgehend zu beheben.

2. Abschnitt: Annäherung, Parallelführungen und Kreuzungen von Schwachstrom- und Starkstromleitungen**Art. 83** Schwachstrom- und Niederspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken

- ² Der Schutz gegen mechanische Beschädigung ist erforderlich, weil bei dieser Leitungsanordnung Instandhaltungsarbeiten an der Schwachstromleitung oft durch Personal ausgeführt wird, das über die Belange von Starkstromanlagen nicht genügend instruiert ist.

Art. 85 Parallelführungen von Schwachstrom- und Hochspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken

- ¹ Abs. 1 wurde mit der Änderung der SchV aufgehoben.
- ² Parallelführungen von Schwachstromleitungen und HS-Luftkabeln sind auf gemeinsamen Tragwerken ohne besondere Einschränkungen zulässig.

Art. 86 Kreuzungen von Schwachstrom- und Hochspannungsleitungen auf gemeinsamen Tragwerken

- ¹ Abs. 1 wurde mit der Änderung der SchV aufgehoben.
- ² Parallelführungen von Schwachstromleitungen und HS-Luftkabeln sind auf gemeinsamen Tragwerken ohne besondere Einschränkungen möglich.

Art. 87 Kreuzungen von Schwachstrom- und Starkstromleitungen bei getrennten Tragwerken

Als geeignete Schutzmassnahme erweist sich in solchen Fällen meistens ein mit Fangrahmen ausgerüstetes Tragwerk für die Schwachstromleitung, das so nahe wie möglich unter die Starkstromleitung zu stellen ist. Der früher übliche Schutzdraht ist, besonders bei übergeführten Starkstrom- Weitspannleitungen, eine ungeeignete Schutzmassnahme.

3. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen von Starkstromleitungen unter sich**Art. 88** Mehrere parallele Starkstromfreileitungen

Werden mehr als zwei Leitungen auf getrennten Tragwerken parallel geführt, ist durch geeignete und den örtlichen Verhältnissen angepasste Vorkehren, wie z.B. Abstände, Leiterhöhen, Abschaltungen, die Sicherheit bei der Erstellung und bei Instandhaltungsarbeiten an jeder dieser Leitungen zu gewährleisten. Die erforderlichen Vorkehren und Gewährleistungen sind zwischen den Betriebsinhabern schriftlich zu vereinbaren.

4. Abschnitt: Parallelführungen und Kreuzungen von Kabelleitungen**Art. 92**

- ¹ Siehe auch Art. 8

Art. 93 Wärmestau und Brandschutz

- ¹ Die bei ober- oder unterirdischer Energieübertragung auch von Einzelsträngen produzierte Verlustwärme sollte auf geeignete Weise abgeführt, oder die übertragbare Leistung angepasst werden.
- ² z.B. Brandabschottungen, flammwidrige Umhüllungen etc.

Art. 94 Kabelleitungen für Anlagen mit Schutzfunktionen

Gefährdungen bei Lichtbogenwirkung oder Kabelbränden können z.B. durch distanzierte Anordnung bzw. hitzebeständige oder thermisch schlecht leitende Kabelschutzmaterialien weitgehend vermieden werden. Siehe auch Art. 24 der Starkstromverordnung.

Art. 95 Hochspannungskabelleitungen grosser Leistung

So sind z.B. Parallelführungen bei Verlegung im Betonrohrblock zulässig. Als Schutzmassnahmen gelten distanzierte Anordnung, hitzebeständige oder thermisch schlecht leitende Kabelschutzmaterialien usw.

Art. 96 Abstände und Abdeckungen

- 3 Die Beteiligten können auch generell gültige schriftliche Vereinbarungen treffen.
- 4 Dieser Abstand ist nach Möglichkeit auch für PE-Rohre mit mindestens 6 mm Wandstärke, die in nichtbindiges Material mit Korngrösse 0-16 mm eingebettet sind, einzuhalten. (Richtlinien VSE Form 2.10d-93).

4. Kapitel: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit anderen Anlagen**1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen****2. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Eisenbahn-, Standseilbahn- und Trolleybusanlagen (Bahnen)****Art. 98** Leitungstragwerke

- 1 Als Schutzmassnahmen gegen eine allfällige Tangierung des Lichtraumprofils der Bahn können z.B. Ankerseile oder Streben bei Tragwerken von Regelleitungen angebracht werden.

Art. 99 Abstand bei Annäherungen und Parallelführungen

- 1 lit. a: Dieser Abstand ("mindestens 3 m plus ...") ist gegenüber Fahrleitungskonstruktionen erforderlich, bei denen Joche oder Ausleger bei Montage- und Instandhaltungsarbeiten begehbar sind. Sofern durch Konstruktionen gewährleistet ist, dass bei solchen Arbeiten keine Personengefährdungen auftreten können, darf der 3-m-Grundabstand auf 1.5 m reduziert werden.
- 2 Dieser Abstand ist gegenüber Fahrleitungskonstruktionen erforderlich, bei denen Joche oder Ausleger bei Montage- und Instandhaltungsarbeiten begehbar sind. Sofern durch Konstruktionen gewährleistet ist, dass bei solchen Arbeiten keine Personengefährdungen auftreten können, darf der 3-m-Grundabstand auf 1.5 m reduziert werden.

- 4 Der Abstand von 1.3 m zur äusseren Schiene entspricht dem in Art. 103.2 LeV vorgeschriebenen Abstand.

Dieser Abstand von 1.3 m gilt deshalb auch "zum Fundamentkörper bahngeerdeter Leitungstragwerke".
- 5 In städtischen Verhältnissen können die Betriebsinhaber eine generelle Bewilligung für Tram- und Trolleybusanlagen einholen. Anschliessend genügt das Einholen des Einverständnisses beim Bahnbetreiber. In städtischen Verhältnissen können auch beim Verlegen der Kabelleitungen z.B. in Betonrohranlagen gegenseitige Beeinflussungen ausgeschlossen werden.

Art. 100 Kreuzungen von Bahnen mit Freileitungen

- 3 Falls Beleuchtungskörper nicht verstärkt isoliert sind, können bei der Aufhängung z.B. beidseitig und ausserhalb der Fahrleitung Isolierteile eingebaut werden. Diese gelten als verstärkte Isolation des Tragseiles. Der Schutzleiter wird in der Leuchte nicht angeschlossen. (Beilage 6)

Art. 101 Abstand bei Kreuzungen

- 1 Bahnübertragungsleitungen und Traktionsstromleitungen ausserhalb des Bahnkörpers gehören nicht zur Fahrleitungsanlage. Kreuzungsabstände zu ihnen sind nach Art. 81 zu beurteilen.
- 1 Dieser Abstand ist gegenüber Fahrleitungsstrukturen erforderlich, bei denen Joche oder Ausleger bei Montage- und Instandhaltungsarbeiten begehbar sind. Sofern durch Konstruktionen gewährleistet ist, dass bei solchen Arbeiten keine Personengefährdungen auftreten können, dürfen die Kreuzungsabstände nach Art. 81 beurteilt werden..
- 4 Bei Stangenstromabnehmern (z.B. von Trolleybussen) muss stets damit gerechnet werden, dass der Gleitschuh den Fahrdraht verlassen kann.

Art. 103 Kabelunterführungen

- 2 Mit den verlangten Abständen ist jeweils die kleinste Distanz zwischen dem Kabelschutzrohr bzw. Kabel (wenn kein Schutzrohr vorhanden ist) und der Schienenunterkante gemeint.

Art. 104 Unterführung von Hochspannungsfreileitungen unter Bahnbrücken

- 1 Als Betriebseinrichtungen gelten mobile und stationäre Kontrolleinrichtungen.

3. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Luftseilbahnen und Skiliften

Art. 105 - 113

Siehe Beilage 9

4. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Nationalstrassen und anderen Verkehrswegen (Beilage 10)

Art. 114 - 119

Diese Artikel gelten nur für Nationalstrassen.

Art. 120 - 122

Diese Artikel gelten für alle Verkehrswege.

5. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Rohrleitungsanlagen (Beilage 11)

Art. 124 Abstand

- ² Kunststoffkabelschutzrohre gelten z.B. als zusätzliche Isolation der Kabelleitung gemäss Anhang 19, 3.2.

6. Abschnitt: Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Tankanlagen (Beilage 12)

Art. 133 Abstand von Kabelleitungen

- ² Dazu genügen Abdichtungen, die den Regeln der Technik entsprechen.

Art. 134 Erdungsanlagen

- ⁵ Kunststoffkabelschutzrohre gelten z.B. als zusätzliche Isolation der Kabelleitung.

3. Titel: Betrieb, Instandhaltung und Kontrolle elektrischer Leitungen

Art. 135 Instandhaltung und Kontrollen

Für die Kontrolle der Erdungsanlage ist Art. 61 der Starkstromverordnung massgebend.

Art. 137 Instruktion der Feuerwehr

Die zeitlichen Abstände der periodischen Orientierungen und Instruktionen richten sich nach den ausgeführten Änderungen oder Erweiterungen in den elektrischen Verteilnetzen sowie dem Wechsel und dem Ausbildungsstand des Feuerwehrkaders. Diese Orientierungen und Instruktionen sollten ungefähr alle 4 Jahre durchgeführt werden und in Anlehnung an das Reglement für den Elektrodienst des Schweizerischen Feuerwehrverbandes folgendes beinhalten:

- Gefahren der Elektrizität
- Unterscheidungsmerkmale Schwachstrom / Starkstrom und Niederspannung / Hochspannung
- Verhalten gegenüber elektrischen Anlagen
- Arten und Orte von zulässigen Ausschaltmöglichkeiten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Absperrung von elektrischen Gefahrenzonen
- Gefahr von Rückspannungen (Energieerzeugungsanlagen, Parallelschaltungen usw.)
- Kurzschliessen und Erden im Niederspannungsnetz
- Rettung und Hilfeleistung bei elektrischen Unfällen
- Telefonnummern des zuständigen Werk-Pikettdienstes
- Hilfsmassnahmen zur Verhinderung von Schiefstellungen oder Umstürzen der Tragwerke, Dachständer usw.
- Einwirkungen des Feuers auf Freileitungen
- Spezielle Gefahrenherde bei der Brandbekämpfung
- Eignung der Löschmittel und zulässige Löschabstände in bzw. in der Nähe von elektrischen Anlagen und Freileitungen
- Beratung bei der Anschaffung von Spezialausrüstungen
- Art und Umfang des elektrischen Verteilnetzes
- Ausgeführte Änderungen und Erweiterungen im Verteilnetz
- Strassenbeleuchtungen und Gefahren bei Dämmerungsschaltern

Art. 140 Arbeiten an Kabelleitungen

² Bei einer allfälligen Auftrennung von leitenden Umhüllungen und Leitern sind die Verbindungen und Erdungen selbstverständlich schon vorgängig anzubringen. Siehe dazu Art. 72 und 73 Starkstromverordnung.

Falls eine eindeutige Identifikation zweifelhaft ist (z.B. bei Kabelansammlungen), Kabelschiessapparat oder ähnliches verwenden.

Beilage 1

Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 36 und 38

Direktabstände für Gebäude- Annäherungen und -Überführungen

Gebäude		Direktabstand 6 m + 0.01 m/kV			
A	Nutzungsart	Einstell- bzw. Kleingarage	Gewächshaus	Bienenhaus, Kleintierstall Umbauter Raum $\leq 40 \text{ m}^3$	Traglufthalle Ohne Tragkonstruktion und ohne brennbaren Inhalt
	Dach und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Metall, Glas	Keine Vorschrift	
	Aussenwände	Nicht brennbar	Nicht brennbar	Keine Vorschrift	

Gebäude		Direktabstand 7 m + 0.01 m/kV		Direktabstand 9 m + 0.01 m/kV	
		Allzweck-Gebäude	Estrich nicht zugänglich		
A	Nutzungsart	Beliebig	Beliebig	Herstellung, Verarbeitung und Lagerung nicht brennbarer Materialien. Nur nicht brennbare Gebäudeteile und nicht brennbare Betriebseinrichtungen vorhanden	Campingplatz ohne permanente Wohnwagen (Bodenabstand 12 m + 0.01 m/kV)
	Dach und Tragkonstruktion	Feuerbeständig	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Estrich	Feuerbeständig	Nicht zugänglich		
	Decke und Tragkonstruktion	Feuerbeständig*	Feuerbeständig		
	Aussenwände	Feuerbeständig*	Feuerbeständig	Nicht brennbar	
B	Nutzungsart	Beliebig	Beliebig	Herstellung, Verarbeitung und Lagerung nicht brennbarer Materialien. Nur nicht brennbare Gebäudeteile und nicht brennbare Betriebseinrichtungen vorhanden	
	Dach und Tragkonstruktion	Feuerbeständig*	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Estrich	Zugänglich	Nicht zugänglich		
	Decke und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Feuerbeständig	Nicht brennbar	
	Aussenwände	Feuerbeständig*	Feuerbeständig*	Nicht brennbar	
C	Nutzungsart	Beliebig	Beliebig		
	Dach und Tragkonstruktion	Feuerbeständig*	Keine Vorschrift		
	Estrich	Zugänglich	Nicht zugänglich		
	Oberste Decke und Tragkonstr.	Keine Vorschrift	Feuerbeständig*		
	Übrige Decken und Tragkonstr.	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift		
	Aussenwände	Feuerbeständig*	Feuerbeständig*		

A Eingeschossiges Gebäude

B Zweigeschossiges Gebäude

C Mehrgeschossiges Gebäude

Direktabstand für Gebäude-Annäherungen und -Überführungen

Gebäude		Direktabstand 12 m + 0.01 m/kV			
A	Nutzungsart	Wohnhaus	Wohnhaus Umbauter Raum $\leq 300 \text{ m}^3$	Viehstall Ohne Heu und Stroh	Campingplatz mit permanenten Wohnwagen (Bodenabstand 15 m + 0.01 m/kV)
	Dach und Trag- konstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Estrich	Zugänglich			
	Decke und Trag- konstruktion	Keine Vorschrift			
	Aussenwände	Nicht brennbar	Keine Vorschrift	Nicht brennbar	
B	Nutzungsart	Wohnhaus	Wohnhaus Umbauter Raum $\leq 300 \text{ m}^3$		
	Dach und Trag- konstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift		
	Estrich	Zugänglich	Zugänglich		
	Decke und Trag- konstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift		
	Aussenwände	Nicht brennbar	Keine Vorschrift		
C	Nutzungsart	Wohnhaus			
	Dach und Trag- konstruktion	Keine Vorschrift			
	Estrich	Zugänglich			
	Oberste Decke und Tragkonstr.	Feuerbeständig*			
	Übrige Decken und Tragkonstr.	Keine Vorschrift			
	Aussenwände	Feuerbeständig*			

A Eingeschossiges Gebäude

B Zweigeschossiges Gebäude

C Mehrgeschossiges Gebäude

Direktabstand für Gebäude-Annäherungen und -Überführungen

Gebäude		Direktabstand 15 m + 0.01 m/kV		Direktabstand 20 m + 0.01 m/kV	
A	Nutzungsart	Wohnhaus Umbauter Raum > 300 m ³	Stall, Scheune Umbauter Raum ≤ 600 m ³	Stall, Scheune Umbauter Raum > 600 m ³	
	Dach und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Estrich	Zugänglich			
	Decke und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift			
	Aussenwände	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
B	Nutzungsart	Wohnhaus Umbauter Raum >300 m ³	Bauernhaus, Stall, Scheune Umbauter Raum ≤ 600 m ³	Bauernhaus, Stall, Scheune Umbauter Raum >600 m ³	
	Dach und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Estrich	Zugänglich	Zugänglich	Zugänglich	
	Decke und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
	Aussenwände	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	
C	Nutzungsart	Wohnhaus	Bauernhaus, Stall, Scheune Umbauter Raum ≤ 600 m ³	Bauernhaus, Stall, Scheune Umbauter Raum >600 m ³	Hotel Mehr als 2 Geschosse
	Dach und Tragkonstruktion	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift
	Estrich	Zugänglich	Zugänglich	Zugänglich	Zugänglich
	Oberste Decke und Tragkonstr.	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift
	Übrige Decken und Tragkonstr.	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift
	Aussenwände	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift	Keine Vorschrift

A Eingeschossiges Gebäude

B Zweigeschossiges Gebäude

C Mehrgeschossiges Gebäude

- * Feuerbeständige Bauteile sind Bauteile mit Feuerwiderstand F 90. Für eine kleinere Feuerwiderstandsklasse muss vom zuständigen kantonalen Feuerpolizeiorgan eine Bestätigung vorliegen, dass ein eventueller Brand innert kürzerer Zeit gelöscht werden kann und die elektrischen Anlagen nicht beschädigt werden.

Erklärungen zur Tabelle" Direktabstände für Gebäude-Annäherungen und -Überführungen"

1. Als "umbauter Raum" ist nur der Gebäudeteil über dem Erdboden zu berücksichtigen, wobei die Gebäudehöhe ab dem tiefsten Geländepunkt (OK Fussboden des Erdgeschosses) zu messen ist. Es ist das ganze Gebäude (nicht nur der innerhalb des 5 m-Abstandes liegende Teil) bzw. der Gebäudeteil bis zu einer allfälligen Brandmauer zu berücksichtigen.
2. "Nichtbrennbare Aussenwände" sind aus nichtbrennbaren Baustoffen BKZ 6q.3 und BKZ 6.3 zu erstellen.
3. "Feuerbeständige Bauteile " (Wände, Decken, Stützen und Träger) sind Bauteile mit Feuerwiderstand, eingeteilt in die Klassen F 60, F 90, usw., bestehend aus nichtbrennbaren Baustoffen (BKZ 6q.3, und 6.3).

Tragende Bauteile dürfen nicht entflammen und unter ihrer Gebrauchslast nicht versagen. Raumabschliessende Bauteile dürfen nicht entflammen und ihre mechanische Widerstandsfähigkeit nicht verlieren; sie müssen den Durchgang von Feuer, Wärme und Rauch während der geforderten Zeit, z.B. 60 Min. bei F 60, verhindern. Deckenöffnungen (Treppenaufgänge, usw.) müssen mit feuerhemmenden Abschlüssen, T 30 gesichert sein. Oberlichter und Dachfenster sind nur in feuerbeständiger Ausführung (min. F 60) zulässig.

Entsprechende Bauteile lassen sich im Schweizerischen Brandschutzregister*, dem Baustoff- und Bauteilverzeichnis für den schweizerischen Brandschutz, u.a. im Kapitel 11, "Bauteile ohne Prüfnachweis" finden.

4. Zu den einzelnen Abständen

6 m + 0.01 m/kV

Die hier aufgeführten Gebäude besitzen vom Inhalt und/oder Volumen her nur eine begrenzte Brandbelastung und bilden daher sicherheitstechnisch kein Problem. Der Abstand kann auf ein Minimum beschränkt werden und zusätzliche Schutzmassnahmen erübrigen sich.

7 m + 0.01 m/kV

Die feuerbeständigen Konstruktionen dieser Gebäude verhindern bei Bränden während der geforderten Feuerwiderstandszeit (F 60, F 90, usw.) eine gefährliche Hitzeeinwirkung auf die elektrischen Leiter. Der Brand wie auch die Löscharbeiten bleiben auf das Innere des Brandabschnittes beschränkt, so dass nur ein relativ kleiner Abstand eingehalten werden muss. Sollte die Brandbelastung derart hoch sein, dass die Feuerwehr den Brand nicht innert nützlicher Zeit unter Kontrolle bringen kann, gewährleistet die feuerbeständige Gebäudekonstruktion eine ausreichende Zeitspanne zum Ausschalten der Freileitung.

9 m + 0.01 m/kV

Bei diesen Gebäuden, Wohnzelten und mobilen Wohnwagen muss gelegentlich mit Brandausbrüchen gerechnet werden; die Brandbelastung ist jedoch relativ gering

12 m + 0.01 m/kV

Die hier aufgeführten Gebäude stellen aufgrund der Randbedingungen (Konstruktion und Volumina) eine mittlere Brandbelastung dar.

Auf Campingplätzen mit permanenten Wohnwagen entspricht die Brandbelastung eines Wohnwagens meistens derjenigen eines Ferienhauses. Die Abstände sind daher entsprechend gross zu wählen.

Bei Campingplätzen mit permanenten Wohnwagen genügt aber ein Bodenabstand von mindestens $15 \text{ m} + 0.01 \text{ m/kV}$.

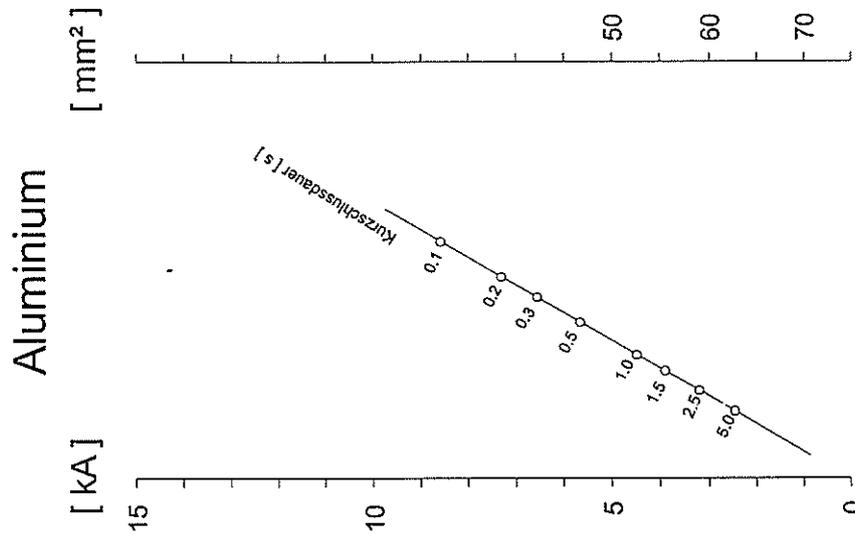
In Hotels muss, im Gegensatz zu Mehrfamilienhäusern, mit einem bedeutend grösseren Brandrisiko gerechnet werden. Da zudem in Hotels die Personenrettung und Brandbekämpfung schwieriger ist, sind die zulässigen Abstände bei Hotelbauten grösser als bei entsprechenden Wohnhäusern festzulegen.

5. Gebäude mit sehr grossen Brandbelastungen und Brandrisiken sowie andere Grenzfälle konnten nicht in die Tabelle aufgenommen werden. Für solche Fälle werden die Zulässigkeit und die erforderlichen Abstände von der Kontrollstelle in Absprache mit Vertretern der zuständigen kantonalen Brandschutzbehörden, des Schweizerischen Feuerwehrverbandes (SFV) und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke (VSE) festgelegt.

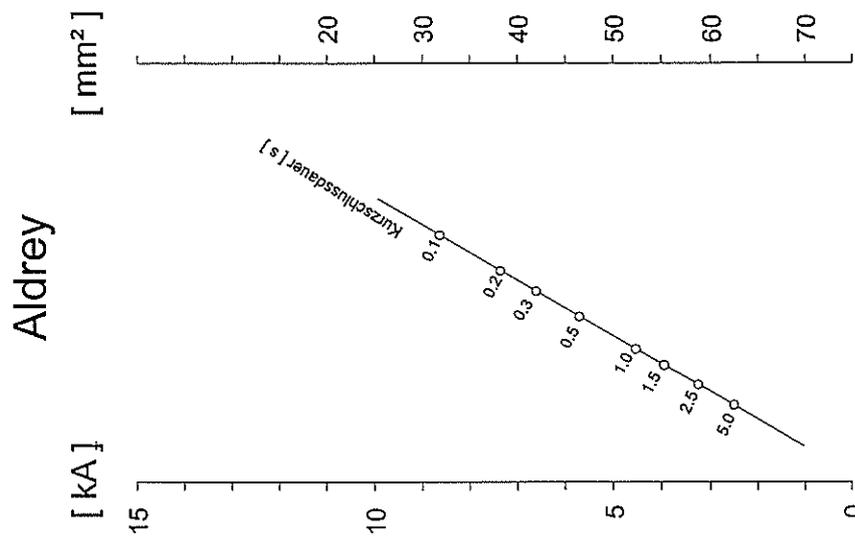
* Bezugsquelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF
Koordinationsstelle Brandschutz Schweiz
Bundesgasse 20
Postfach
3000 Bern
Tel. 031 320 22 22 Fax 031 320 22 99

Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 45

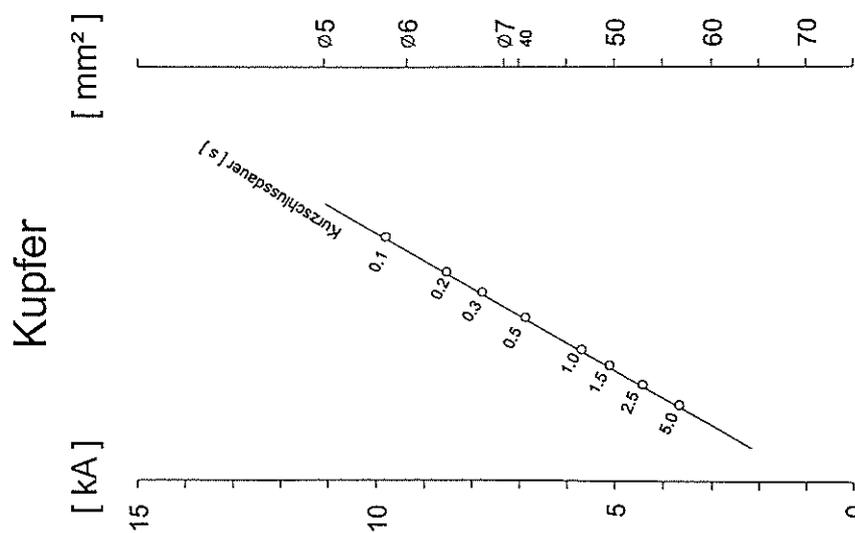
Kurzschlussfestigkeit



Ausgangstemperatur	40 °C
Endtemperatur	130 °C



Ausgangstemperatur	40 °C
Endtemperatur	150 °C



Ausgangstemperatur	40 °C
Endtemperatur	165 °C

*Beilage 3***Darstellung der Lastannahmen**

Legende zu den nachfolgenden Skizzen (Lastannahmen)

E	Erdleiterzug
L	Leiterzug
WE	Windkraft auf Erdleiter
WL	Windkraft auf Leiter
WM	Windkraft auf Tragwerk und Isolatoren
RE	Resultierender Horizontalzug Erdleiter
RL	Resultierender Horizontalzug Leiter
Z	Zusatzlast (Schnee, Raureif oder Eis)
α	Leitungswinkel

In den Lastannahmen 2.2.2, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 und 2.5.1 ist für die Horizontalzüge die Anwendung des Reduktionsfaktors nicht zulässig.

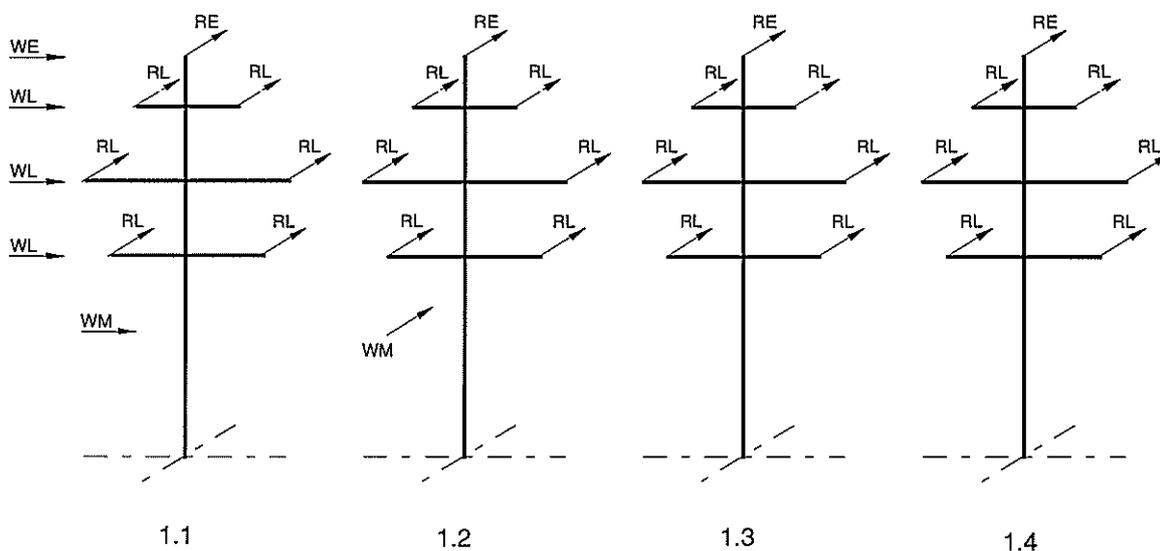
In den Skizzen der nachfolgenden Darstellungen sind der besseren Übersicht halber die Vertikalkräfte nicht eingetragen.

Für die Vertikalkräfte sind grundsätzlich alle angrenzenden virtuellen Spannweiten aller Leiter, Luftkabel und Erdleiter massgebend.

Bei den theoretischen Belastungsannahmen 2.2.2, 2.3.4, 2.4.3, 2.5.1 sind die einseitigen Horizontalkräfte rechtwinklig zur Winkelhalbierenden anzunehmen.

1. Betriebliche Belastungsannahmen

1.1 Alle Tragwerke



Horizontal:

- Resultierende Horizontaltzüge bei 0 °C ohne Z
- Windkräfte senkrecht zur Leitungsrichtung bzw. in Richtung der Winkelhalbierenden

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

Horizontal:

- Resultierende Horizontaltzüge bei 0 °C ohne Z bei $\alpha = 200 \text{ gon}$
- Windkraft auf Tragwerk in Leitungsrichtung bzw. senkrecht zur Winkelhalbierenden

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

Horizontal:

- Resultierende Horizontaltzüge bei -20 °C ohne Z

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

Horizontal:

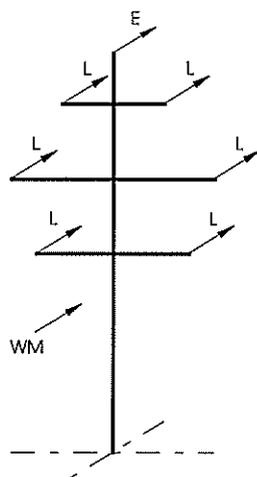
- Resultierende Horizontaltzüge bei 0 °C mit Z

Vertikal:

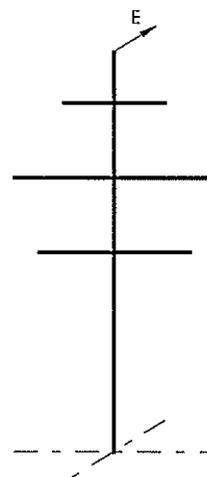
- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

2. Theoretische Belastungsannahmen

2.1 Stützmaste



2.1.1



2.1.2

Horizontal:

- 5 Prozent einseitige Horizontalzüge bei -20 °C ohne Z
- Windkraft auf Tragwerk in Leitungsrichtung

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

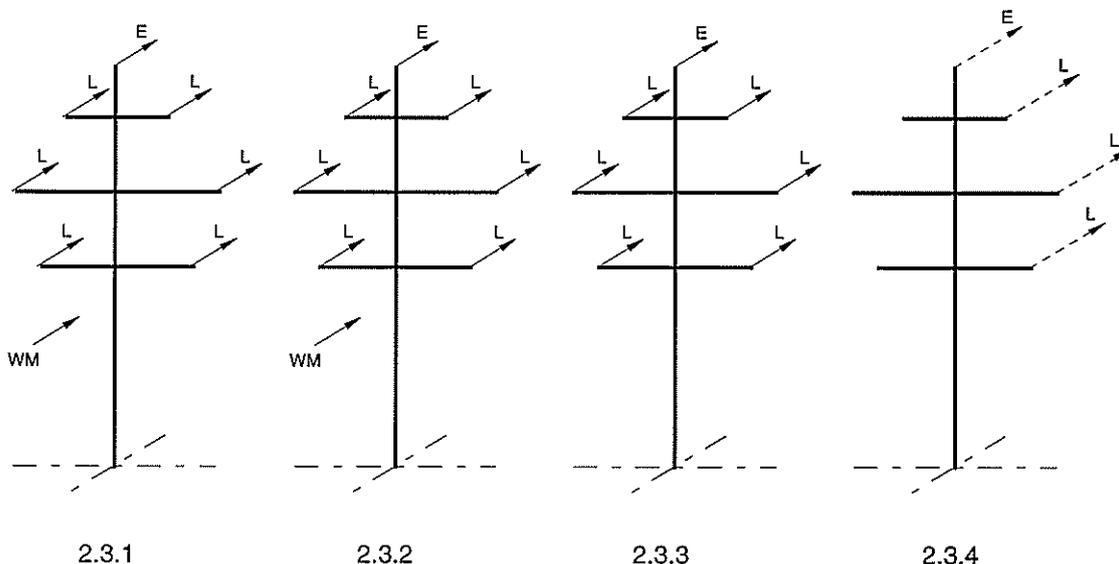
Horizontal:

- 30 Prozent einseitiger Horizontalzug bei 0 °C mit Z

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

2.3 Sondertragmaste



Horizontal:

- 5 Prozent einseitige Horizontalzüge bei - 20 °C ohne Z
- Windkraft auf Tragwerk in Leitungsrichtung

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

Horizontal:

- 15 Prozent einseitige Horizontalzüge bei 0 °C ohne Z
- Windkraft auf Tragwerk in Leitungsrichtung

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter ohne Z

Horizontal:

- 15 Prozent einseitige Horizontalzüge bei 0 °C mit Z

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

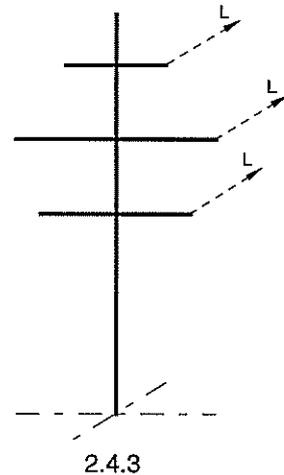
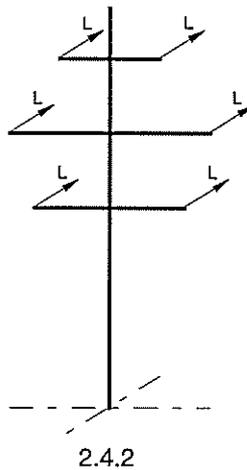
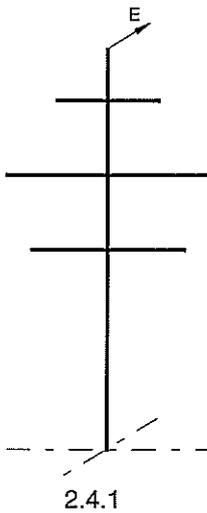
Horizontal:

- 80 Prozent einseitiger Horizontalzug eines Erdleiters, Leiters oder Teilleiters bei 0 °C mit Z für ungünstigste Beanspruchung (ohne Reduktionsfaktor)

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

2.4 Abspannmaste



Horizontal:

- 100 Prozent einseitiger Horizontalzug des Erdleiters bei 0 °C mit Z (ohne Reduktionsfaktor)

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

Horizontal:

- x-Prozent einseitiger Horizontalzug aller Leiter bei 0 °C mit Z
- x=100 bei 1 Leiter
- 80 bei 2 Leiter oder
- Teilleiter
- 65 bei 3 L. o. Teil-L.
- 55 bei 4 L. o. Teil-L.
- 50 bei 5 L. o. Teil-L.
- 45 bei 6 L. o. Teil-L.
- 40 bei 7 und mehr Leiter oder Teil
- lei ter
- (ohne Reduk
- tions faktor)

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

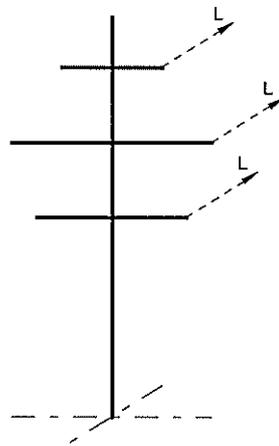
Horizontal:

- Einfachleiter: einseitiger Zug zweier benachbarter Leiter
- Bündelleiter: einseitiger Zug eines Bündelleiters
- Beide Fälle bei 0 °C mit Z für ungünstigste Beanspruchung (ohne Reduktionsfaktor)

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

2.5 Endmaste



2.5.1

Horizontal:

- Einfachleiter:
einseitiger Zug zweier benachbarter Leiter
- Bündelleiter:
einseitiger Zug eines Bündelleiters
- Beide Fälle bei 0 °C mit Z, für ungünstigste Beanspruchung (ohne Reduktionsfaktor)

Vertikal:

- Gewicht Tragwerk und Isolatoren
- Vertikalkräfte aller Leiter und Erdleiter mit Z

Beilage 4

Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 61

Tabelle 2

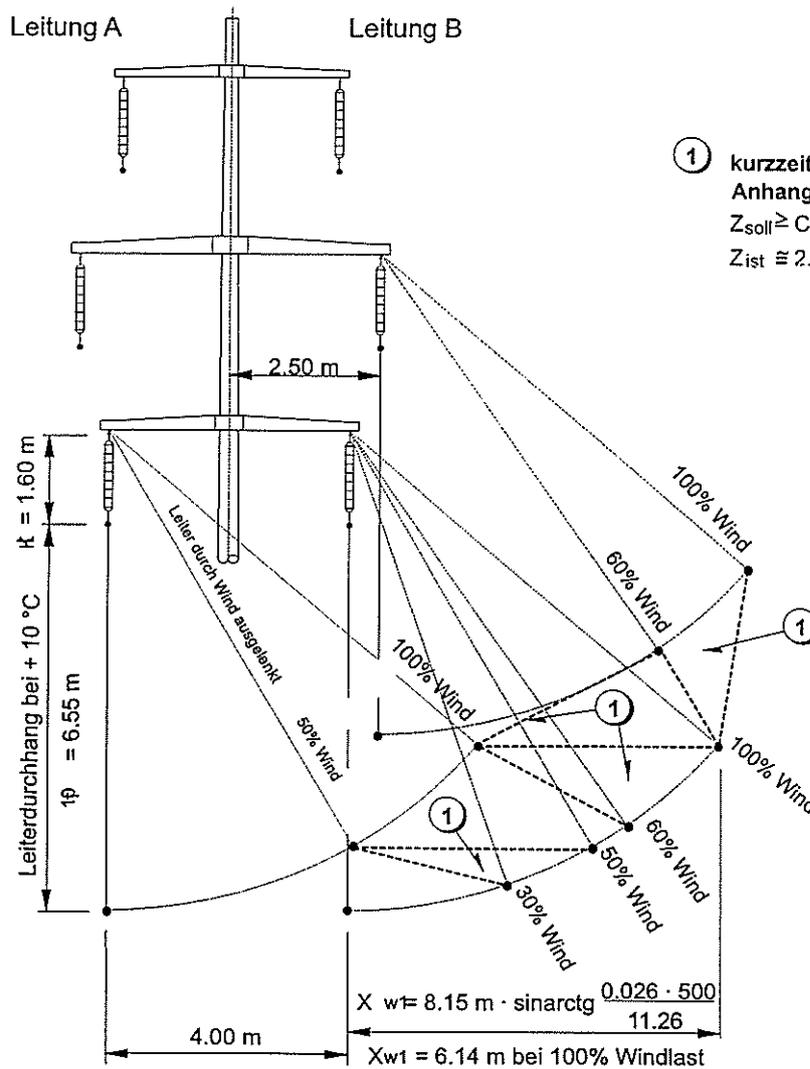
Bodenkennwerte für Fundamentberechnungen												
Kurzbezeichnung nach USCS	Bodenart	γ_f Raumlast erdfeucht (kN/m ³)	γ_a Raumlast unter Auftrieb (kN/m ³)	ϕ' Effektiver Winkel der inneren Reibung in °	c' Effektive Kohäsion (kN/m ²)	ME Zusammen-drückungs-Modul (MN/m ²)	Zulässige Boden- pressung in 2.0m Tiefe (MN/m ²)	Bettungsziffer in 2.0m Tiefe (MN/m ³)	Erdauflastwinkel β Fundament an gewachsenen Boden anbetoniert in °	nicht anbetoniert in °	Schwerere bei Fundamentsohle in 2.0m Tiefe (kN/m ²) erdfeucht mit Wsp.	
	Mässig zerklüfteter bis gesunder Fels	25.0	---	---	---	---	≤ 2.5	---	60	40	200 ... 400	
	Stark zerklüfteter verwitterter Fels	23.0	---	---	---	---	≤ 1.0	---	45	35	40 ... 100	
GW	Sauberer Kies, dicht gelagert	20.0	12.0	38 ± 5	0.0	40 ... 80	0.5 ... 0.7	160 ... 200	25	20	15 ... 25	
GP	Siltiger Kies, locker gelagert	19.0	11.0	36 ± 4	0.0	20 ... 50	0.4 ... 0.6	80 ... 120	20	15	14 ... 16	
GM-ML	Siltiger bis toniger Kies	20.0	12.0	33 ± 3	0 ... 2.0	20 ... 40	0.3 ... 0.4	60 ... 90	19	12	10 ... 15	
GM-GC	Toniger Kies mit wenig Feinanteilen	20.0	12.0	34 ± 4	0.0	15 ... 40	≤ 0.6	40 ... 100	25	20	10 ... 40	
GC	Toniger Kies mit viel Feinanteilen	19.0	11.0	29 ± 4	0 ... 3.0	10 ... 30	≤ 0.6	40 ... 100	25	20	10 ... 40	
GC-CL	Feinanteilen plastisch	19.0	11.0	36 ± 6	0.0	40 ... 60	0.3 ... 0.4	80 ... 100	17	14	8 ... 12	
GC-CH	Sauberer Sand, dicht	19.0	11.0	34 ± 3	0.0	10 ... 20	≤ 0.2	10 ... 15	10	8	5 ... 10	
SW	Siltiger Sand mit wenig Feinanteilen, locker	20.0	12.0	31 ± 3	0 ... 5.0	5 ... 15	≤ 0.3	40 ... 60	20	15	10 ... 12	
SP	Siltiger bis toniger Sand	19.0	11.0	30 ± 4	5.0 ... 15.0	4 ... 20	0.3	40 ... 80	18	15	7 ... 8	
SM	Siltiger Sand mit wenig Feinanteilen, locker	20.0	12.0	27 ± 4	10.0 ... 20.0	2 ... 20	0.3	40 ... 80	18	15	7 ... 8	
SM-ML	Siltiger bis toniger Sand	19.0	11.0	22 ± 4	15.0 ... 25.0	1 ... 10	≤ 0.2	40 ... 50	15	12	4 ... 5	
SM-SC	Silt bis toniger Silt	20.0	12.0	24 ± 4	0 ... 5.0	1 ... 5	≤ 0.1	10 ... 20	5	3	2 ... 3	
CL-ML	Silt bis toniger Silt	19.0	11.0	---	---	0.5 ... 3	≤ 0.05	5 ... 10	---	---	1 ... 2	
CL	Toniger Silt	19.0	11.0	---	---	---	---	---	---	---	0 ... 1	
CH	Tone plastisch, steif	18.0	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	
MH	Seekreide	15.0	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	
PT	Torf	5.0	1.0	---	---	---	---	---	---	---	---	

Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 81 und Anhang 6 und 17

5.1. Abstände bei Parallelführungen

AUF GEMEINSAMEN TRAGWERKEN

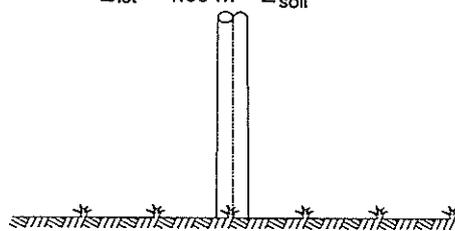
Anhang 17, Tabelle 1



ruhendes System Anhang 6, Ziff. 2.2.1

$$Z_{soll} \geq k \sqrt{f_{10} + K} + C2 = 0.65 \sqrt{6.55 + 1.60} + 1.38 = 3.23 \text{ m}$$

$$Z_{ist} = 4.00 \text{ m} > Z_{soll}$$



110/110-kV-WEITSPANNLEITUNG

a = 200 m, Ad 400 mm², Ø = 26 mm

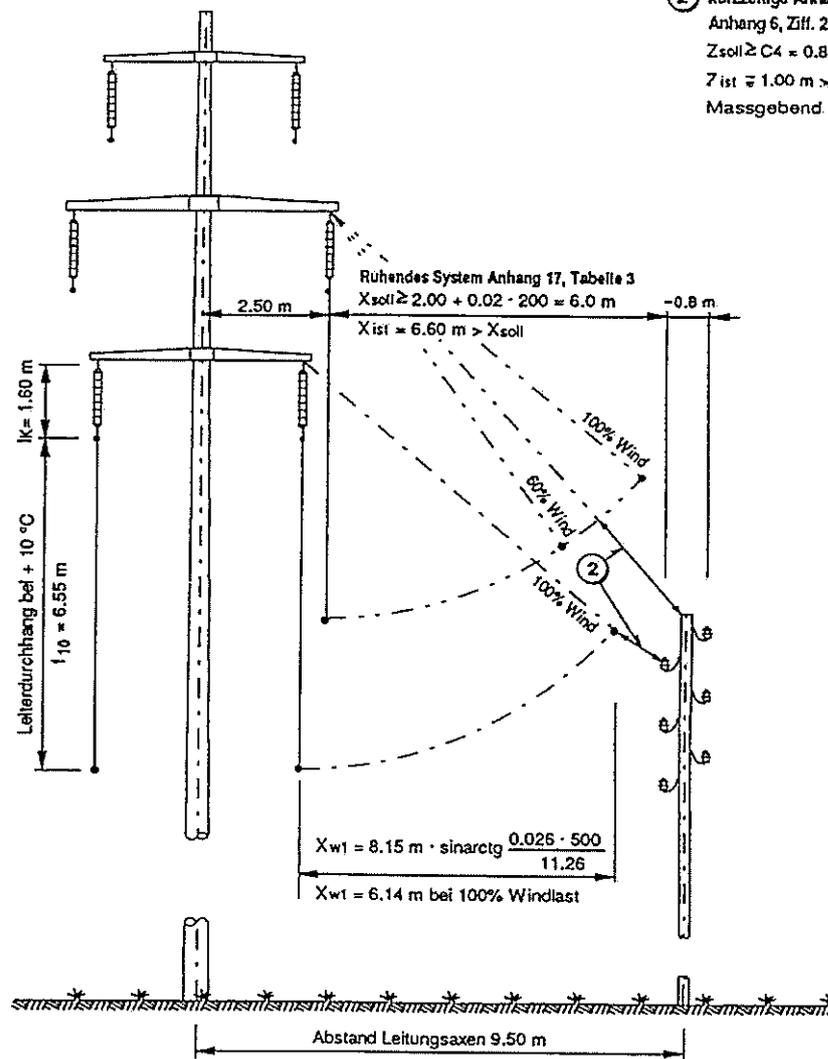
Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 81 und Anhang 6 und 17

5.2 Abstände bei Parallelführungen

BEI GETRENNTEN TRAGWERKEN

Anhang 17, Tabelle 3
Annahme : 16-kV-Tragwerk steht in halber Spannweite der 110-kV-Leitung

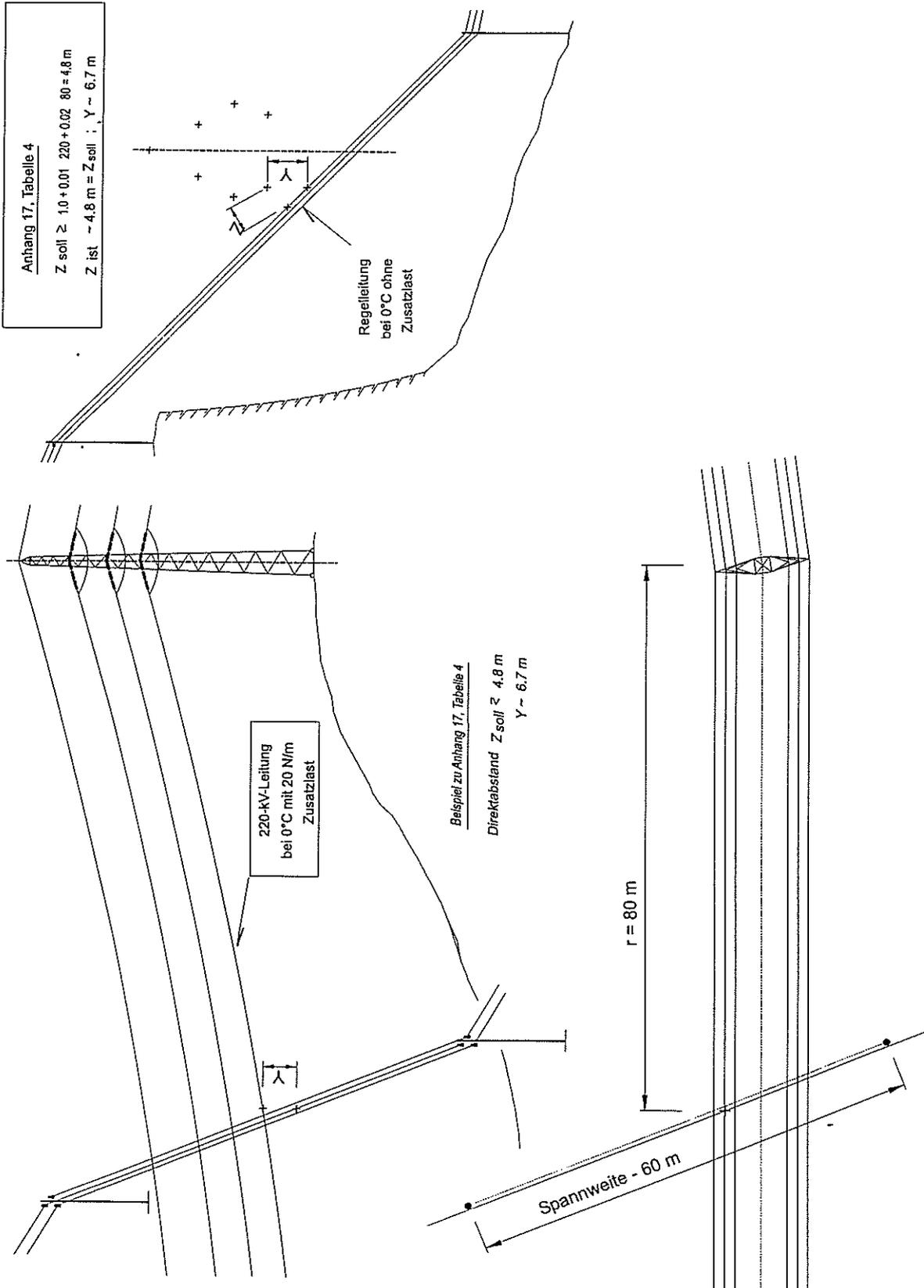
② kurzzeitige Annäherung
Anhang 6, Ziff. 2.2.2
 $Z_{soll} \geq C4 = 0.89 \text{ m}$
 $Z_{ist} = 1.00 \text{ m} > Z_{soll}$
Massgebend.



110/110-kV-WEITSPANNLEITUNG
a = 200 m, Ad 400 mm², Ø = 26 mm

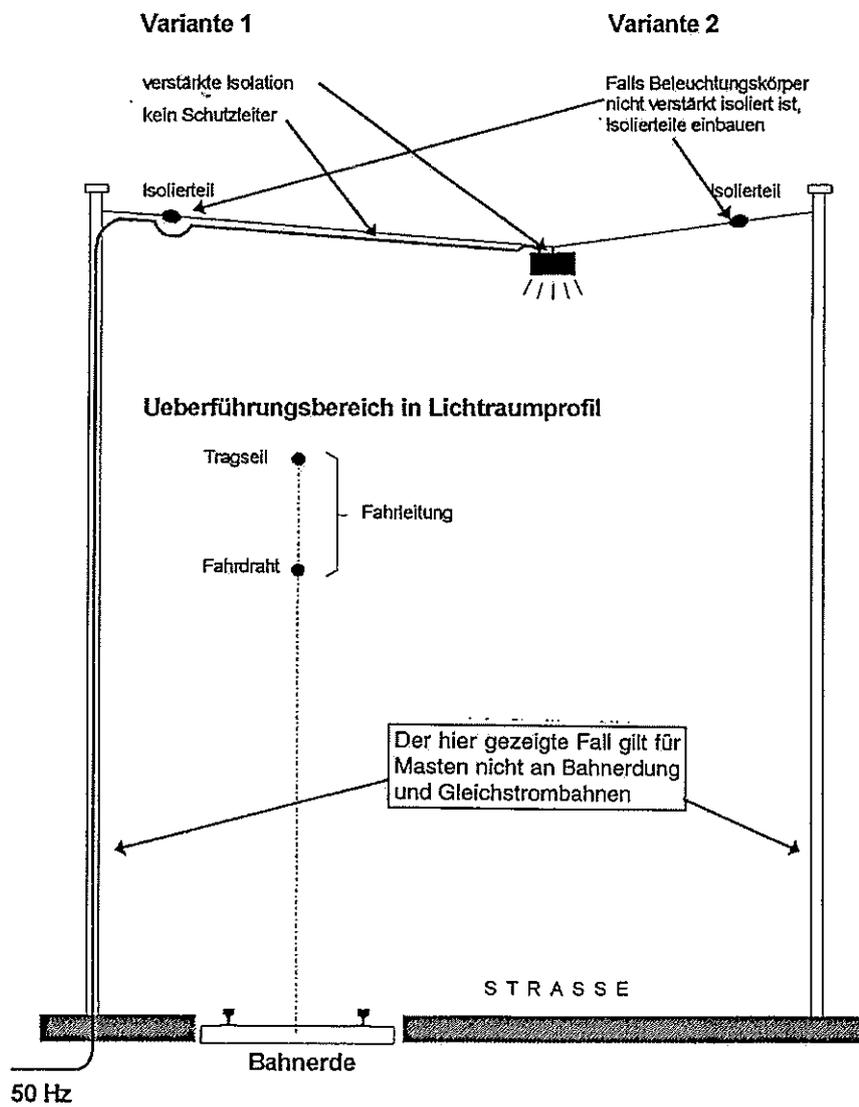
16/16-kV-REGELLEITUNG
a = 60 m, Cu 50 mm², Ø = 8.5 mm

5.3 Abstände bei Kreuzungen



Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 100

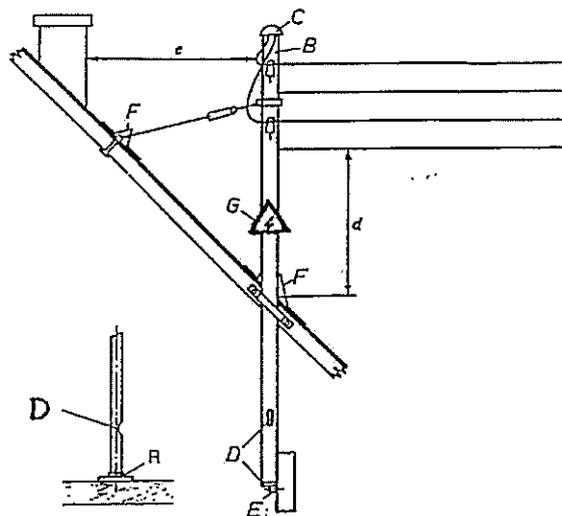
Anordnung für Gleichstrombahnen



Beilage 8

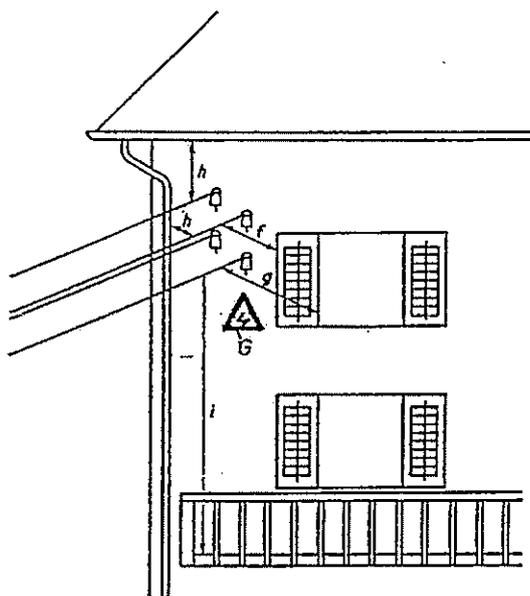
Erläuterungen zur Leitungsverordnung Art. 37

8.1 Dachständereinführung (siehe auch Beilage 8.3)



- B Dauerhaft gegen Witterungseinflüsse geschütztes Rohr von mindestens 50 mm lichter Weite
- C Kappe, die ein Aufliegen der Leiter am Rohrende verhindert und gleichzeitig als Abschluss gegen das Eindringen von Regenwasser dient
- D Tülle, die ein Aufliegen der herausgeführten Leiter an scharfen Kanten verhindert
- E Stütze gegen Abgleiten des Rohres
- F Einrichtung, die das Eindringen von Regenwasser ins Gebäude verhindert
- G Warnzeichen gem. Art. 60
- R Flansch zu Rohr
- d Lotrechter Abstand des untersten Leiters von nicht allgemein zugänglichen Dächern: mindestens 1,8 m (Gemäss LeV Anhang 7).
- e Abstand der Leiter von Dachaufbauten: mindestens 1,2 m

8.2 Fassadeneinführung (siehe auch Beilage 8.3)



- G Warnzeichen gemäss Art. 60
- f Abstand nackter Leiter von beweglichen bedienbaren Gebäudeteilen, mindestens 0,6 m
- g Abstand nackter Leiter von allgemein zugänglichen Gebäudeteilen, mindestens 1,2 m
- h Abstand nackter Leiter von geerdeten leitenden Gebäudeteilen, mindestens 1 m
- i Abstand nackter Leiter von begehbaren Gebäudeteilen (z.B. Terrassen) mindestens 3,5 m (Gemäss LeV Anhang 7).

STI

Nr. 239.1295 d

8.3. Anschlussleitungen zu Niederspannungs-Installationen



Eidgenössisches Starkstrominspektorat
Inspection fédérale des installations à courant fort
Ispettorato federale degli impianti a corrente forte

Weisung des ESTI

Anschlussleitungen zu Niederspannungs-Installationen

Autor : J. Keller
Gültig ab : 5. Mai 1997
Ersetzt : - Kapitel 45 der Hausinstallationsvorschriften
SEV-1.1985
- STI Nr. 239.1295 d vom 1. August 1996

zu beziehen bei :

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
Normen- und Drucksachenverkauf
Luppenstrasse 1, CH-8320 Fehraltorf
Tel. 01 956 11 65/66, Fax 01 956 12 68

1. Vorwort

Gemäss Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV), Art. 2, Abs. 2, sind Anschlussleitungen Bestandteil des speisenden Netzes. Bezüglich Sicherheit haben sie den Anforderungen der LeV und der StV zu entsprechen.

2. Grundlagen, Geltungsbereich, Inkraftsetzung

2.1 Die vorliegende Weisung stützt sich auf folgende Gesetze und Verordnungen:

- Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EIG, SR 734.0)
- Verordnung über elektrischer Satrkstromanlagen (Starkstromverordnung StV, SR 734.2)
- Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung LeV, SR 734.31)
- Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung NIV, SR 734.27)

2.2 Die vorliegende Weisung gilt für alle Anschlussleitungen zu Niederspannungs-Installationen.

2.3 Die vorliegende Weisung tritt am 1. Juli 1996 in Kraft.

3. Begriffe

3.1 *Anschlussleitung* ist eine Leitung des Energielieferanten bis zu den Eingangsklemmen des Anschlussüberstromunterbrechers.

3.2 *Freileitung* ist eine elektrische Leitung, die oberirdisch im Freien verlegt ist und deren Leiter zwischen den Stützpunkten frei hängen.

3.3 *Kabelleitung* ist eine elektrische Leitung, die aus Kabeln oder Netzkabeln, Kabelarmaturen und Kabelzubehör besteht.

3.4 *Luftkabel* ist ein selbsttragendes oder von Tragelementen gehaltenes Kabeln das zwischen den Stützpunkten frei hängt.

3.5 *Netzkabel* ist ein Starkstromkabel, das von einer metallenen Hülle umgeben ist, welche die im normalen Betrieb und bei voraussehbaren Störfällen auftretenden Ströme ableitet.

4. Allgemeines

- 4.1 Für Anschlussleitungen im Bereich von Gebäuden gelten grundsätzlich die Bestimmungen über ortsfest verlegte Leitungen der Technischen Norm SN SEV 1000-1, -2, -3 (NIN). Die folgenden Anforderungen ergänzen diese Bestimmungen.
- 4.2 Anschlussleitungen sind im Bereich von Gebäuden so kurz wie möglich zu halten.
- 4.3 Anschlussleitungen sind nicht zulässig in korrosionsgefährlichen, feuer- oder explosionsgefährdeten Bereichen und Räumen.
- 4.4 Es werden folgende Arten von Anschlussleitungen unterschieden:
 - Kabel
 - Freileitungen

5. Kabel

- 5.1 Es sind Niederspannungs-Netzkabel zu verwenden.
- 5.2 Anschlussleitungen, die keine schwere Armierung aufweisen (-F oder -R), sind zusätzlich gegen mechanische Beanspruchungen entsprechend NIN - Mechanischer Schutz - zu schützen.
- 5.3 Anschlussleitungen mit äusserem, leitendem Schutzmantel sind von brennbaren Gebäudeteilen um mindestens 1cm zu distanzieren.
- 5.4 Kabel sind so einzuführen, dass kein Wasser und womöglich kein Gas in das Gebäudeinnere eindringen kann.
- 5.5 Im Erdreich sind Kabel entsprechend LeV zu verlegen.
- 5.6 Für Luftkabel gelten die Bestimmungen über Freileitungen.

6. Freileitungen

- 6.1 Gemäss LeV gelten folgende Abstände:
 - Abstand zum Boden: Art. 34 mit Anhang 3
 - Abstand zu Gebäuden: Art. 37 mit Anhang 7
 - Abstand zu Schwachstromleitungen: Art. 81 und 84 mit Anhang 17
- 6.2 In Freileitungseinführungen dürfen keine Verbindungs- oder Abzweigstellen und keine Steckdosen eingebaut werden.
- 6.3 Freileitungseinführungen sind so zu erstellen, dass kein Wasser in das Gebäude eindringen kann.

- 6.4 Dachständer sind so auszuführen, dass sich in ihnen kein Kondenswasser ansammeln kann.
- 6.5 Rohre für Dachständer müssen eine lichte Weite von mindestens 50 mm aufweisen und haben im weiteren der LeV, Art. 58 zu entsprechen.
- 6.6 Rohre für Dachständer sind so abzustützen, dass ein Abrutschen auch bei schwingender Freileitung ausgeschlossen ist.
- 6.7 Dachständer sind beim Austritt der Leiter so auszurüsten, dass die Leiter nicht an scharfen Metallkanten aufliegen können.
- 6.8 Dachständer sind immer zu nullen. Falls eine Blitzschutzanlage besteht, ist diese ebenfalls mit dem Dachständer und anderen mit Erde in Verbindung stehenden Gebäudeteilen zu verbinden.
Allfällige Überspannungsschutzvorrichtungen sind unmittelbar bei der Einführung auf dem Dachständer einzubauen. Sie sind bei blitzschutzpflichtigen Gebäuden zu empfehlen. Dies bestimmt aber die Gebäudeversicherung!

- 6.9 Leiter und Leitungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

Dachständereinführungen:

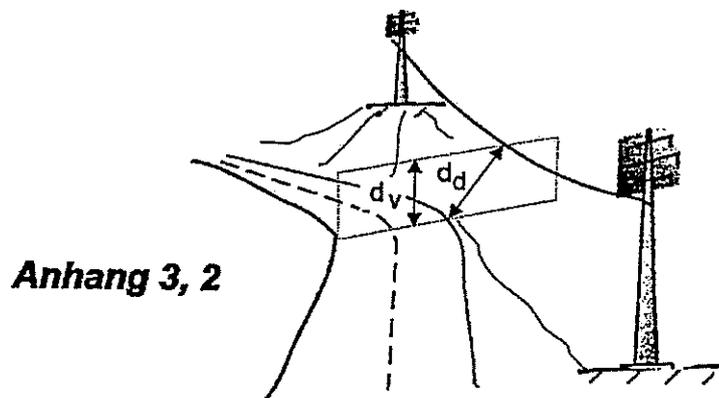
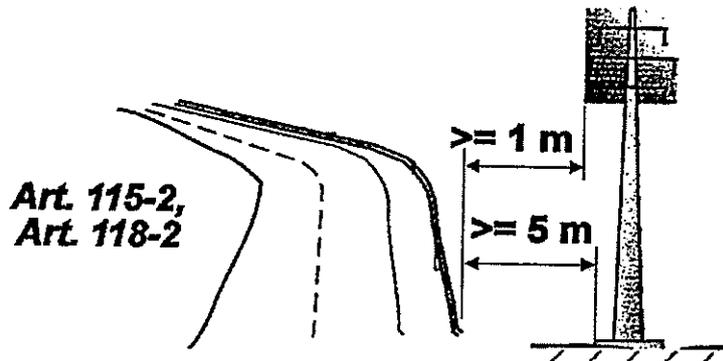
- Isolierte Einzelleiter Prüfspannung 7kV, 50Hz, 1 Min
- Isolierte Einzelleiter, welche im Rohr des Dachständers durch geeignete Distanzstücke voneinander, von Erde und vom Rohr genügend distanziert sind Prüfspannung 3,5kV, 50Hz, 1 Min
- Mehrleiterkabel dürfen verwendet werden, wenn sie den vorstehenden Bedingungen genügen (Aderprüfspannung 3,5kV)

Fassadeneinführungen:

- Isolierte Einzelleiter, die gemeinsam in ein nichtleitendes, schwerbrennbares Rohr eingezogen sind Prüfspannung 7kV , 50Hz, 1Min
- Isolierte Einzelleiter, die einzeln in nichtleitende, schwerbrennbare Rohre eingezogen sind Prüfspannung 3,5kV, 50Hz, 1 Min
- Mehrleiterkabel mit isolierendem Schutzmantel, die in ein nichtleitendes, schwerbrennbares Rohr eingezogen sind Prüfspannung 3,5kV, 50Hz, 1 Min

- 6.10 Rohre von Dachständern oder für Fassadendurchführungen dürfen Leiter beliebiger Stromkreise eingezogen sein, sofern diese Stromkreise von der gleichen Anschlussleitung gespeist und die Leiter entsprechend der höchstverkommenden Nennspannung isoliert sind.
- 6.11 Ausserhalb des Dachständers oder der Fassadendurchführung sind die Leiter der Anschlussleitung wie folgt zu verlegen:
- Isolierte Einzelleiter, gemeinsam in nichtleitende, normal mechanisch widerstandsfähige Rohre Prüfspannung 7kV, 50Hz, 1 Min
 - Isolierte Einzelleiter, einzeln in nichtleitende, normal mechanisch widerstandsfähige Rohre Prüfspannung 3,5kV, 50Hz, 1 Min
 - Mehrleiterkabel, in nichtleitende, normal mechanisch widerstandsfähige Rohre Prüfspannung 3,5kV, 50Hz, 1 Min

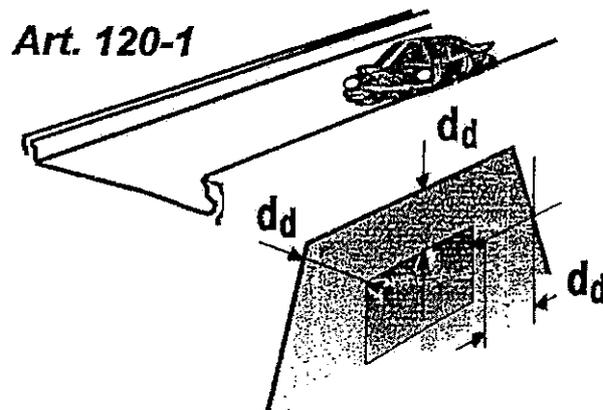
10.1 Annäherungen und Parallelführungen mit Nationalstrassen und anderen Verkehrswegen



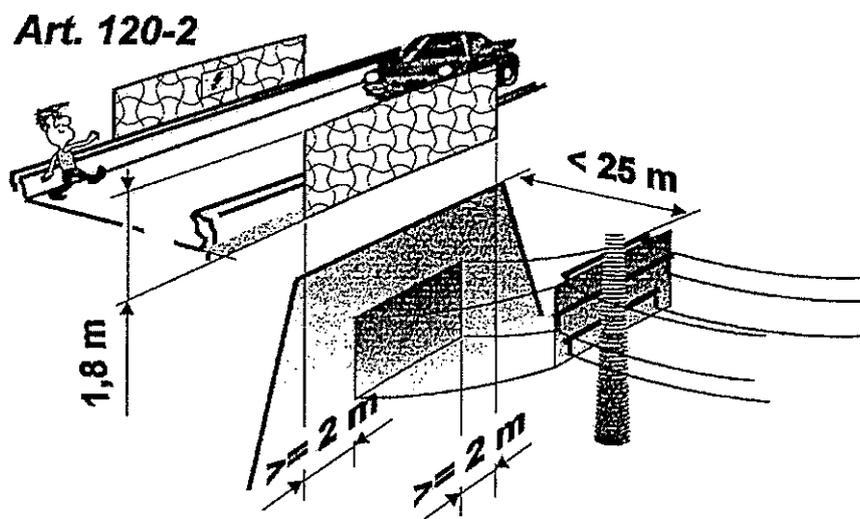
Starkstrom Freileitungen	Leiter		Luftkabel Erdleiter		Un
	d _v [m]	d _d	d _v [m]	d _d	
	6	5	6	5	≤ 1 kV
Regelleitungen	7 + s	5 + s	7	5	> 1 kV
Weitspannleitungen	7,5 + s	5 + s	7,5	5	

s: 0,01 m pro kV Nennspannung

10.2 Freileitungsunterführungen bei Brücken

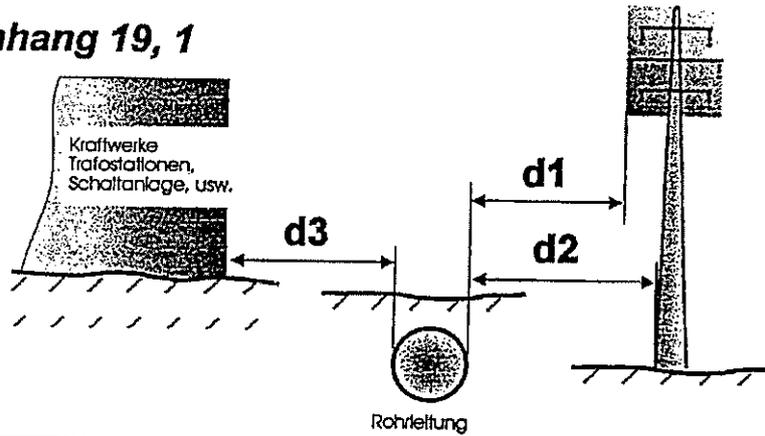


$$d_d \text{ [m]} \geq 2,5 \text{ m} + 0,01 \text{ m pro kV Nennspannung}$$



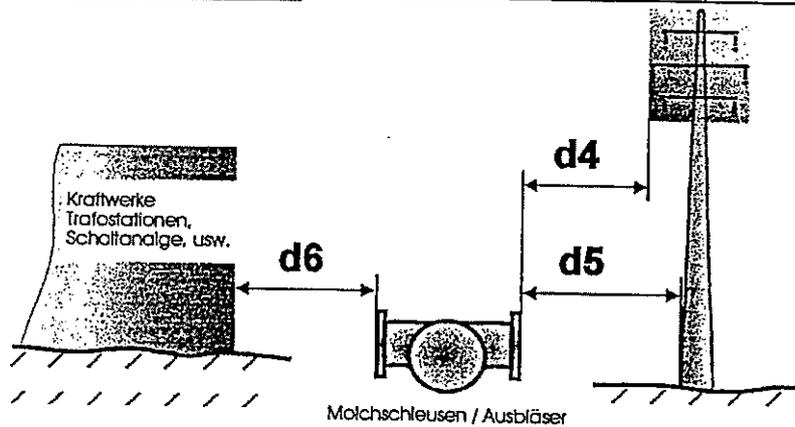
11.1 Annäherungen und Parallelführungen elektrischer Leitungen mit Rohrleitungsanlagen

Anhang 19, 1



Un [kV]	d3 [m]
≤ 100	10 m + 0,5 m/kA
> 100	30

	d1 [m]
Freileitung < 50 kV	3
Freileitung ≥ 50 kV	10
	d2 [m]
Tragwerk elektrisch nicht leitend	3
Tragwerk elektrisch leitend	3 + 0,5 m/kA

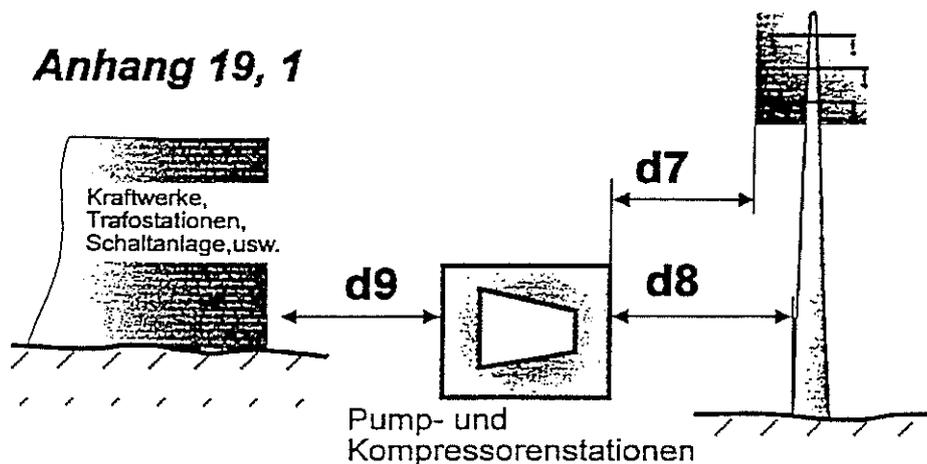


Un [kV]	d6 [m]
≤ 100	30
> 100	30

Un [kV]	d4 [m]	d5 [m]
≤ 1	10	10
> 1	30	30

11.2 Annäherung und Parallelführungen elektrischer Leitungen mit Rohrleitungsanlagen

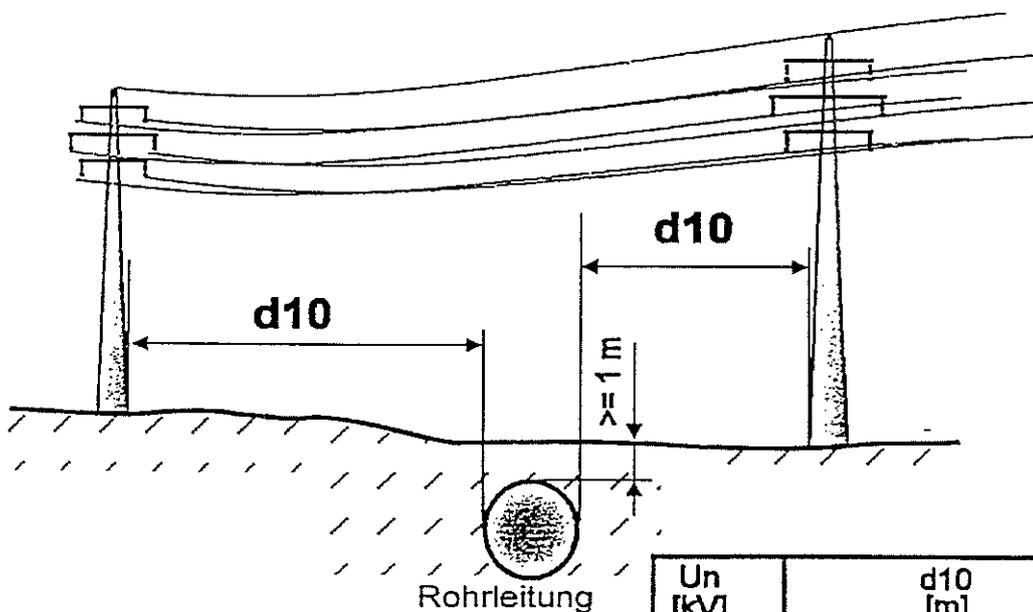
Anhang 19, 1



Un [kV]	d9 [m]
≤ 100	50
> 100	50

Un [kV]	d7 [m]	d8 [m]
≤ 1	30	30
> 1	30	30

KREUZUNGEN VON STARKSTROM FREILEITUNGEN UND ROHRLEITUNGEN

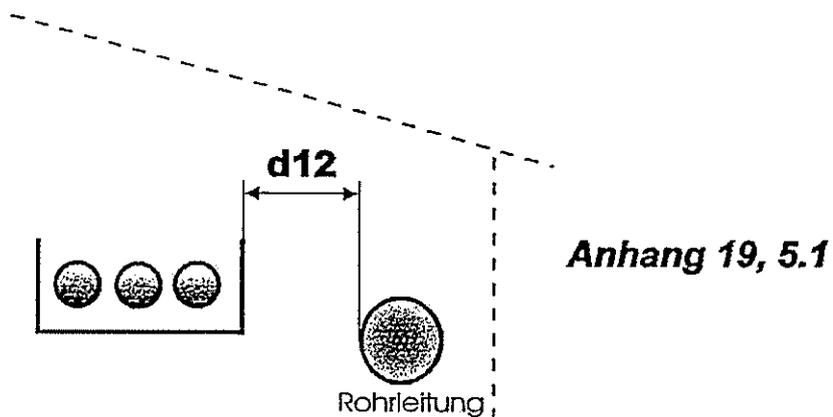
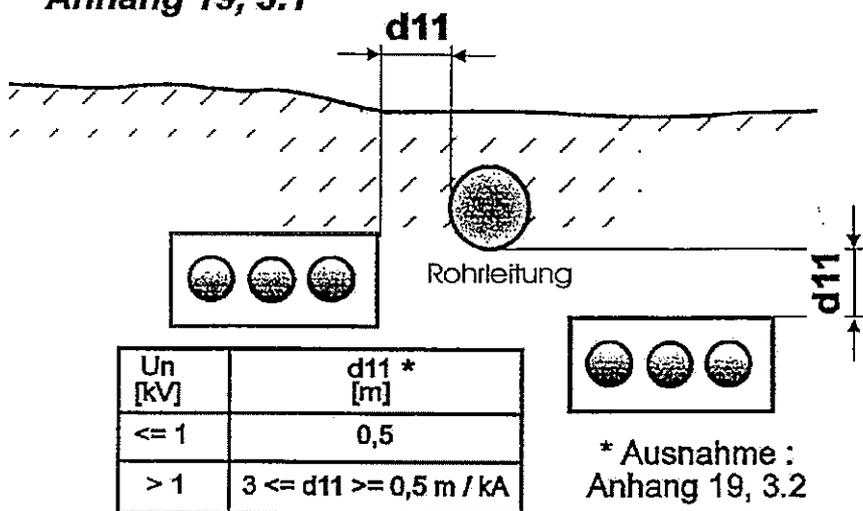


**Anhang 19, 2.1
Art. 127**

Un [kV]	d10 [m]
≤ 1	3
> 1	3 ≤ d10 ≤ 0,5 m / kA

11.3 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen von Starkstromkabelleitungen und Rohrleitungen

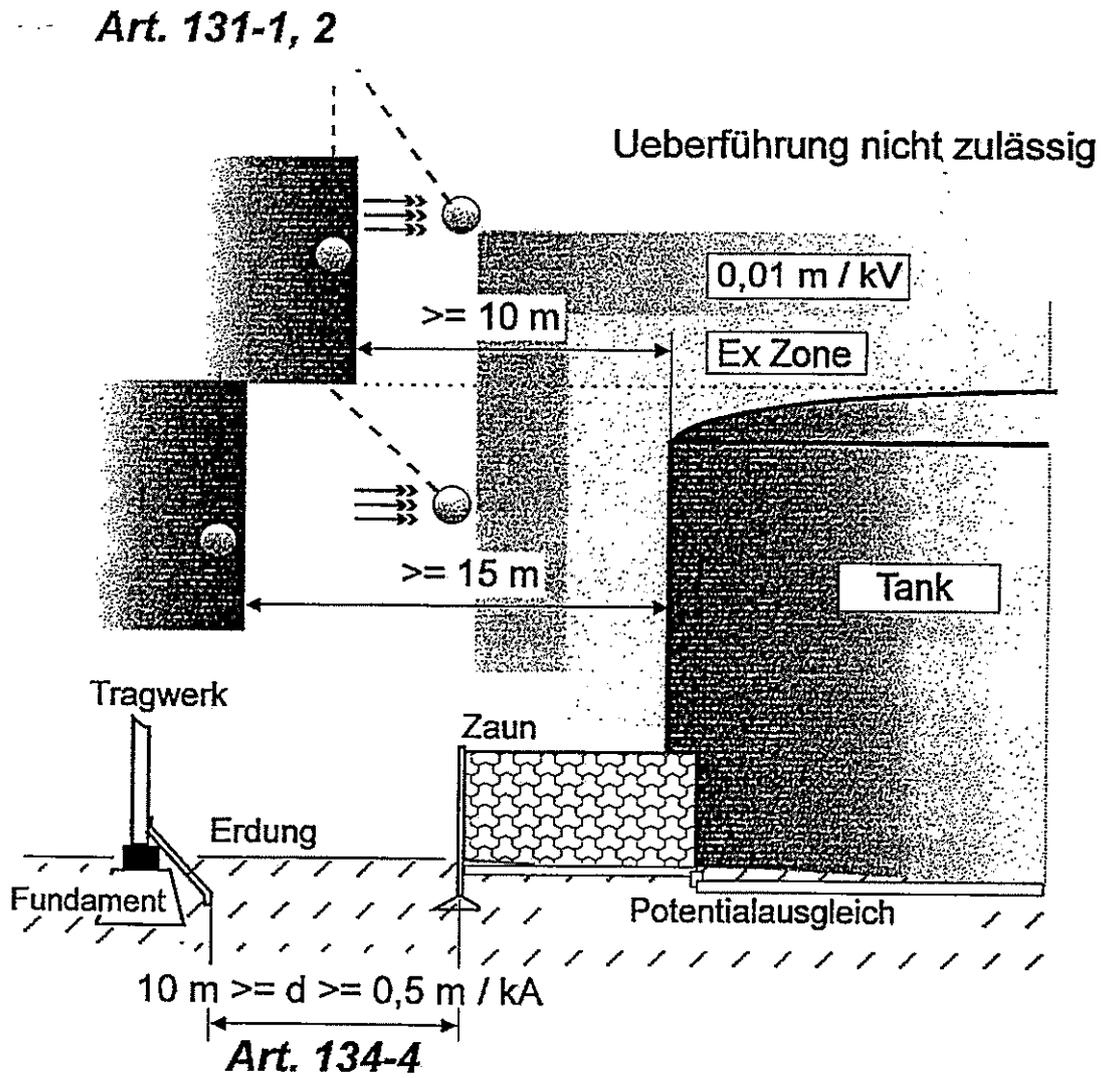
Anhang 19, 3.1



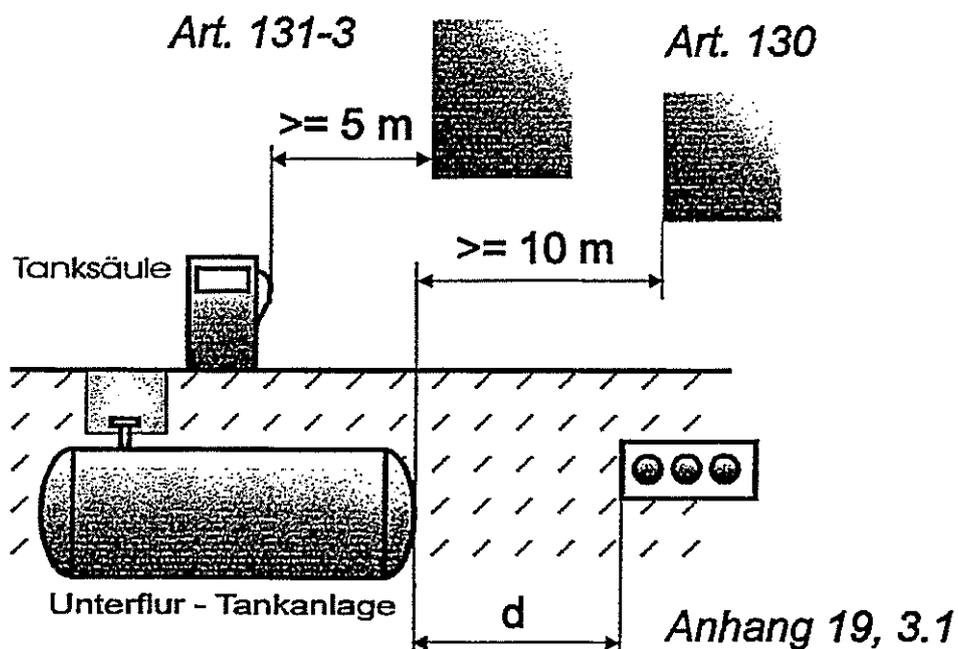
	d12 * [m]
in Bauten	0,015 ≤ d12 ≥ 0,001 m / kV de Un
im Freien	0,1 ≤ d12 ≥ 0,005 m / kV de Un

* Zusätzliche Abdeckungen : Anhang 19, 5.2

12.1 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Tankanlagen



12.2. Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen mit Tankanlagen



U_n [kV]	d [m]
≤ 1	0,5
> 1	$10 \leq d \leq 0,5 \text{ m / kA}$

Korrigenda zur Leitungsverordnung

Anhang 1, Ziffer 6

... unter Spannung stehende Teile mit $U \leq 2 U_{\text{Fahrdraht}}$ (nicht $U \geq 2 U_{\text{Fahrdraht}}$)

Anhang 6, Diagramm 2.4.3

Die Angaben zu den Kurven 2 und 3 sind verwechselt-
Richtig ist:

..... $12,9 < w \leq 22,0$

----- $22,0 < w \leq 33,0$

Anhang 17, Tabelle 3.1, 15. Zeile

Nach fehlt die Anhang „6“

Anhang 19

Unter 1 sind teilweise neue Abstände

Anhang 19