

Regeln für Luft- und Kriechstrecken

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 11

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Regeln für Luft- und Kriechstrecken ¹⁾

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden einen Entwurf zu Regeln für Luft- und Kriechstrecken. Der Entwurf wurde durch die von Obering. A. Käser, Zug, präsi- dierte Expertenkommission für Kriechwege und Luftdistan- zen, ausgearbeitet ²⁾. Diese Expertenkommission war 1958 vom CES aus Mitgliedern der interessierten Fachkollegien gebildet worden mit der Aufgabe, die Publ. 177 des SEV, Vorschriften für nichtkeramische Isolierpreßstoffe, zu revi- dieren und die vorliegenden Regeln auszuarbeiten. Die erste Aufgabe wurde 1965 durch das Erscheinen der Publ. 3010 des SEV, Regeln für die Prüfung von Isolierteilen an elek- trischem Material für Betriebsspannungen bis 1000 V, abge- schlossen. Die als zweite Aufgabe zu schaffenden Regeln lie-

¹⁾ siehe auch die «Einführung in die Regeln», Seite 469 des vorlie- genden Heftes des Bulletins.

²⁾ Die Arbeiten wurden von 1958 bis 1962 unter dem Vorsitz des verstorbenen Direktionsassistenten H. Thommen, Baden, und von 1963 bis heute unter dem Präsidium von Obering. A. Käser durchgeführt. Umfangreiche Vorarbeiten verdankt die EK-KL Obering. J. Schwyn, Schaffhausen. Besonderer Dank gebührt auch dem Protokollführer K. Leuthold, Horgen. Die Zusammensetzung der EK-KL bei der Ausarbeitung der Regeln war in den letzten Jahren die folgende:
K. von Angern, Ingenieur, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich
O. Büchler, Ingenieur, Starkstrominspektorat, Zürich
W. Druet, Professor, Winterthur
E. Ganz, Elektrotechniker, AG Brown, Boveri & Cie., Baden

gen nun vor. Sie wurden von den interessierten und in der Expertenkommission vertretenen Fachkollegien bereits vor- geprüft und ihren Wünschen entsprechend bereinigt und er- gänzt. Das CES hat sie in der Folge genehmigt.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Text der Re- geln zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spä- testens *Samstag, den 20. Juni 1970, in doppelter Aus- führung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich, zu unterbreiten. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der 77. Generalversammlung 1961 er- teilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

Th. Gerber, Dr. phil., Adjunkt, Generaldirektion PTT, Bern
A. Gugg, Ingenieur, Vizedirektor, Therma AG, Schwanden
W. Huber, Ingenieur, Carl Maier & Cie., Schaffhausen
A. Käser, Oberingenieur, Landis & Gyr AG, Zug (Präsident)
A. Klein, Oberingenieur, Albiswerk Zürich AG, Zürich
K. Leuthold, Chef der Entwicklung, Adolf Feller AG, Horgen (Protokollführer)
K. Michel, Dr. phil., AG Brown, Boveri & Cie., Baden
E. Richi, Direktor, Adolf Feller AG, Horgen
H. Vogler, Prokurist, Sprecher & Schuh AG, Aarau
H. Lütolf, Sekretariat des SEV, Zürich (Sachbearbeiter)
G. Tron, Ingenieur, Sekretariat des SEV, Zürich
A. Tschalär, Ingenieur, Sekretariat des SEV, Zürich

Regeln für Luft- und Kriechstrecken

Entwurf

Vorwort

Die vorliegenden Regeln für Luft- und Kriechstrecken sind in mehrjähriger Arbeit in der Expertenkommission für Kriechwege und Luftdistanzen (EK-KL) des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) entstanden. Die Exper- tenkommission wurde vom CES zu diesem Zweck gebildet und setzt sich aus Vertretern von sämtlichen an der Materie interessierten Fachkollegien zusammen.

Die Regeln sind als «Basispublikation» für alle Fachkollegien gedacht, die sich mit der Bemessung und Beurteilung von Luft- und Kriechstrecken befassen. Sie bezwecken nicht nur ein einheitliches Vorgehen bei der Ausarbeitung von Schwei- zerischen Vorschriften, Regeln und Leitsätzen, sondern sie dienen ebenso als Grundlage zur Förderung der internationalen Koordination auf diesem Gebiete. Um über die Anwendungen der Regeln Klarheit zu schaffen, wurde im Bulletin SEV 61(1970)11, Seite 469 ein entsprechender Einführungstext veröffentlicht.

Zürich 1970

Sekretariat des SEV

9 Beispiele für die Anwendung vorliegender Regeln

9.1 Einführung

9.2 Material für Haushalt, Gewerbe und ähnliche Anwendungen

9.2.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

9.2.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

9.3 Material für industrielle und ähnliche Anwendungen

9.3.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

9.3.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

9.4 Apparate der Elektronik und Nachrichtentechnik

9.4.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

9.4.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

1 Einführung

2 Geltungsbereich

3 Begriffsbestimmungen

4 Kriterien für die Bemessung von Luft- und Kriechstrecken

4.1 Grundsätzliches

4.2 Betriebsspannung

4.3 Schadenwirkung

4.4 Verschmutzung

4.5 Kriechwegfestigkeit

5 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luft- und Kriechstrecken

5.1 Grundsätzliches

5.2 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luftstrecken

5.3 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Kriechstrecken ..

6 Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken

6.1 Grundsätzliches

6.2 Mindestlängen

6.3 Anwendung

6.4 Konstruktionsbedingungen

7 Vereinfachte Zusammenfassung der Ziffern 5 und 6

8 Ausmessung von Luft- und Kriechstrecken

8.1 Grundsätzliches

8.2 Mindestmass *s*

8.3 Rippen

8.4 Stege

8.5 Nuten

8.6 Kehlen

8.7 Unterbrochene Luft- und Kriechstrecken

8.8 Kriechstrecken im Bereich von Befestigungsschrauben

1

Einführung

Vorliegende Regeln enthalten grundlegende Bestimmungen für die Bemessung und Beurteilung der Luft- und Kriechstrecken an elektrischem Material. Sie wurden aufgestellt, um eine Einheitlichkeit der diesbezüglichen Anforderungen zu erreichen.

Diese Regeln können im allgemeinen nicht allein, sondern nur im Zusammenhang mit anderen Bestimmungen für das betreffende Material angewendet werden. Bei der Aufstellung von Vorschriften, Regeln und Leitsätzen des SEV darf von diesen Regeln nur dann abgewichen werden, wenn zwingende Gründe vorliegen.

Bemerkung:

Als zwingender Grund für eine Abweichung kann die Anpassung nationaler Vorschriften, Regeln und Leitsätze an internationale Empfehlungen gelten.

2

Geltungsbereich

Die vorliegenden Regeln gelten für die Bemessung und Beurteilung von Luft- und Kriechstrecken an elektrischem Material mit normaler Betriebsisolation für Nennspannungen bis 1000 V und Nennfrequenzen von 0...10⁴ Hz und Gleichspannungen bis 1400 V, das für den Einsatz bis zu Höhen von 1000 m ü. M. (siehe auch Bemerkung zu Ziff. 6.2) vorgesehen ist. Die Mindestwerte, welche aus diesen Regeln ermittelt werden können, genügen jedoch nicht für die Bemessung von Luft- und Kriechstrecken, die besonders hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind, wie z. B. durch Lichtbogen, Hitze, ionisierende Strahlung und unvorhergesehene Überspannung.

Die Regeln enthalten keine Bestimmungen für die Bemessung und Beurteilung von Luft- und Kriechstrecken an sonderisoliertem Material, für welches erhöhte Anforderungen gelten.

Diese Regeln gelten nicht:

- a) wenn aus zwingenden Gründen abweichende Bestimmungen in SEV-Vorschriften, -Regeln und -Leitsätzen für das betreffende Material festgelegt sind,
- b) für die wirksamen Teile im abgeschlossenen Innern von Material, soweit die Einhaltung die gewünschte physikalische Wirkung wesentlich beeinträchtigen würde (z. B. Messwerke, Kondensatoren),
- c) für Teile von Material, bei denen aus Funktionsgründen geringere Strecken erforderlich sind (z. B. Kommutatoren).

3 **Begriffsbestimmungen**

3.1 **Einschlägig** sind jene Vorschriften, Regeln oder Leitsätze des SEV, welche für ein bestimmtes Material ausgearbeitet sind.

3.2 **Material** bedeutet elektrisches Installationsmaterial und elektrische Apparate.

5

3.3

Luftstrecke ist die kürzeste Strecke in Luft zwischen leitfähigen Teilen, über die ein Überschlag auftreten kann.

3.4

Kriechstrecke ist die kürzeste Strecke längs der Oberfläche von Isolierkörpern zwischen leitfähigen Teilen, auf der ein Strom übertreten kann.

3.5

Kriechweg ist der Weg auf der Oberfläche von Isolierkörpern, auf dem ein Strom zwischen leitfähigen Teilen übertritt und allenfalls eine Verkohlungs- oder Erosionsspur hinterlässt.

4 **Kriterien für die Bemessung von Luft- und Kriechstrecken**

4.1 **Grundsätzliches**

Luft- und Kriechstrecken müssen so dimensioniert sein, dass sie bei den verschiedenen vorkommenden Beanspruchungen ausreichende Spannungsfestigkeit gewährleisten. Für die Bemessung und Beurteilung dieser Strecken sind mindestens folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Betriebsspannung
- Schadenwirkung
- Verschmutzung
- Kriechwegfestigkeit

Bemerkung:

Einige typische Anwendungsbeispiele sind in Ziff. 9, Beispiele für die Anwendung vorliegender Regeln, aufgeführt.

4.2

Betriebsspannung

Unter Betriebsspannung wird in diesen Regeln die an einer Luft- oder Kriechstrecke anliegende Spannung verstanden, wenn das Material an Nennspannung angeschlossen ist.

Die Betriebsspannungen sind abgestuft (siehe Tabelle I). Die angegebenen Werte der Betriebs-Wechselspannungen sind Effektivwerte sinusförmiger Wechselspannungen. Bei nicht sinusförmiger Wechselspannung ist vom Spitzenwert dividiert durch $\sqrt{2}$ auszugehen, bei nicht konstanter Gleichspannung vom Höchstwert.

Abstufung der Betriebsspannung an Luft- und Kriechstrecken Tabelle I

Wechselspannung V (Effektivwerte)	32	63	125	250	380 ¹⁾	500	750 ¹⁾	1000
Gleichspannung V	45	90	175	355	500	710	1000	1400

¹⁾ Die der Normzahlenreihe R 20/3 entsprechenden Wechselspannungen 355 V und 710 V sind auf gerundete Werte aufgerundet.

Bemerkung:

Die Werte bis 250 V ~ folgen der dezimal-geometrischen Norm-Zahlenreihe R 20/6 und über 250 V ~ der Reihe R 20/3.

4.3

Schadenwirkung

Unter Schadenwirkung werden sicherheitstechnische Folgen (Gefährdung von Personen, Beschädigung von Material, und eventuell entstehende Sachschäden)

verstanden, die durch Versagen von Luft- oder Kriechstrecken (Stromübertritt) entstehen, z. B.

- a) bleibende Überschreitung des zulässigen Ableit- oder Berührungstromes,
- b) Stichflammen, Brand, Explosion,
- c) Versagen von Material, das Sicherheitsaufgaben erfüllen muss.

Es wird unterschieden zwischen vernachlässigbarer, mittlerer, grosser und sehr grosser Schadenwirkung.

Vernachlässigbar ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt keine sicherheitstechnisch unzulässigen Folgen nach sich zieht. Dies gilt in folgenden Fällen, insofern in den einschlägigen Materialvorschriften nicht zusätzliche Einschränkungen festgelegt sind:

- a) Stromkreise von Schwachstromanlagen, abgesichert gemäss Hausinstallationsvorschriften (Hausinstallationsvorschriften, Publ. 1000.1961 des SEV, Ziffer 9 12),
- b) Stromkreise mit Spannungen bis 50 V, gespeist von kurzschlussisolierten Kleintransformatoren bis 30 VA Nennleistung (Hausinstallationsvorschriften, Publikation 1000.1961 des SEV, Ziff. 47 922.3),
- c) Stromkreise mit Spannungen über 50 V in Apparaten, in denen besondere Massnahmen getroffen sind, um sicherheitstechnisch unzulässige Folgen eines Kurzschlusses unter allen Umständen zu verhüten. Die Bedingungen, unter denen die Schadenwirkung eines Kurzschlusses als vernachlässigbar gelten, sind in den einschlägigen Materialvorschriften festgelegt.

Mittel ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken keine schweren sicherheitstechnischen Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken eine Beschädigung des Materials hervorrufen kann, wobei aber Folgeschäden für Personen oder für die Umgebung des Materials durch geeignete Schutzmassnahmen verhindert werden (Beschränkung der Kurzschlussleistung, z. B. durch Absicherung auf 25 A).

Gross ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken schwere sicherheitstechnische Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn durch Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken gefährliche Lichtbögen auftreten können oder das Material derart beschädigt wird, dass eine dauernde Gefahr für Personen oder die Umgebung entsteht. Dies gilt im allgemeinen für Stromkreise hoher Leistung, sowie für Material, das sicherheitstechnische Funktionen ausüben muss.

Sehr gross ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken katastrophale sicherheitstechnische Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken ausserhalb der Druckkapselung an explosionsicherem Material zu einer Explosion führen kann.

4.4

Verschmutzung

Unter Verschmutzung werden die bei normaler Verwendung des Materials an Luft- oder Kriechstrecken zu erwartenden Ansammlungen von Feststoffen, (Späne, Stäube usw.) oder Flüssigkeiten (Niederschläge, Ausscheidungen usw.), sowie deren Vermischung verstanden.

Der Grad der Verschmutzung hängt von den Umgebungsverhältnissen, der Art der Schmutzstoffe, sowie von allfälligen Massnahmen wie Abdeckung und Kapselung ab. Es wird unterschieden zwischen vernachlässigbarer, mittlerer, starker und sehr starker Verschmutzung.

Vernachlässigbar ist die Verschmutzung im Innern von staubdichten, wasserdichten oder druckwasserdichten Gehäusen, sofern nicht mit einer Eigenverschmutzung der Luft- und Kriechstrecken gerechnet werden muss (z. B. Ablagerungen infolge Abnutzung von Kontakten oder von mechanisch bewegten Teilen).

Mittel ist die Verschmutzung, wenn Luft- und Kriechstrecken nur lockeren Ablagerungen nicht leitfähiger Schmutzstoffe ausgesetzt sind.

Stark ist die Verschmutzung, wenn Luft- und Kriechstrecken einer wesentlichen Ablagerung von Schmutzstoffen ausgesetzt sind, welche leitfähige Komponenten enthalten, wobei jedoch keine zusammenhängende leitfähige Schicht besteht.

Sehr stark ist die Verschmutzung, wenn Luft- und Kriechstrecken einer wesentlichen Ablagerung vorwiegend leitfähiger Schmutzstoffe ausgesetzt sind (z. B. Metallstaub oder Kohlestaub), wobei in verhältnismässig kurzer Zeit zusammenhängende leitfähige Schichten entstehen.

4.5 Kriechwegfestigkeit

Unter Kriechwegfestigkeit wird die Widerstandsfähigkeit eines Isolierstoffes gegen die Bildung eines Kriechweges verstanden.

Es wird unterschieden zwischen sehr guter, guter, mittlerer und geringer Kriechwegfestigkeit. Die Bestimmung der Kriechwegfestigkeit erfolgt gemäss Publ. 3010 des SEV, Regeln für die Prüfung von Isolierteilen an elektrischem Material für Betriebsspannungen bis 1000 V.

Bemerkung:

Die Einteilung erfolgt gemäss Publ. 3010 auf Grund folgender Kriterien:

- sehr gut: > 50 Tropfen, Prüfspannung 500 V
- gut: > 50 Tropfen, Prüfspannung 250 V
- mittel: > 50 Tropfen, Prüfspannung 140 V
- gering: ≤ 50 Tropfen, Prüfspannung 140 V

5 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luft- und Kriechstrecken

5.1 Grundsätzliches

Für die Ermittlung der Länge von Luft- und Kriechstrecken werden *Bewertungsziffern* verwendet. Sie erfassen die in Ziff. 4 aufgeführten Kriterien, nämlich Schadenwirkung, Verschmutzung und Kriechwegfestigkeit. Die Bewertungsziffern und die Höhe der Betriebsspannung sind massgebend für die Mindestwerte der Luft- und Kriechstrecken (siehe Ziff. 6.2).

5.2 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luftstrecken

Für die Ermittlung der Länge einer Luftstrecke sind ausser der Betriebsspannung die Schadenwirkung und die zu erwartende Verschmutzung massgebend. Die entsprechenden Bewertungsziffern sind in Tab. II angegeben.

Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luftstrecken Tabelle II

Verschmutzung	Schadenwirkung				
	vernachlässigbar ¹⁾	mittel	gross	sehr gross	sehr gross
vernachlässigbar	0	1	2	3	3
mittel	0	2	3	4	4
stark	0	3	4	5	5
sehr stark	0	4	5	6	6

¹⁾ Bei vernachlässigbarer Schadenwirkung ist der Einfluss der Verschmutzung sicherheitstechnisch bedeutungslos.

entstehen, z. B.

- a) bleibende Überschreitung des zulässigen Ableit- oder Berührungstromes,
- b) Stichflammen, Brand, Explosion,
- c) Versagen von Material, das Sicherheitsaufgaben erfüllen muss.

Es wird unterschieden zwischen vernachlässigbarer, mittlerer, grosser und sehr grosser Schadenwirkung.

Vernachlässigbar ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt keine sicherheitstechnisch unzulässigen Folgen nach sich zieht. Dies gilt in folgenden Fällen, insofern in den einschlägigen Materialvorschriften nicht zusätzliche Einschränkungen festgelegt sind:

- a) Stromkreise von Schwachstromanlagen, abgesichert gemäss Hausinstallationsvorschriften (Hausinstallationsvorschriften, Publ. 1000.1961 des SEV, Ziffer 9 12),
- b) Stromkreise mit Spannungen bis 50 V, gespeist von kurzschlussisolierten Kleintransformatoren bis 30 VA Nennleistung (Hausinstallationsvorschriften, Publikation 1000.1961 des SEV, Ziff. 47 922.3),
- c) Stromkreise mit Spannungen über 50 V in Apparaten, in denen besondere Massnahmen getroffen sind, um sicherheitstechnisch unzulässige Folgen eines Kurzschlusses unter allen Umständen zu verhüten. Die Bedingungen, unter denen die Schadenwirkung eines Kurzschlusses als vernachlässigbar gelten, sind in den einschlägigen Materialvorschriften festgelegt.

Mittel ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken keine schweren sicherheitstechnischen Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken eine Beschädigung des Materials hervorrufen kann, wobei aber Folgeschäden für Personen oder für die Umgebung des Materials durch geeignete Schutzmassnahmen verhindert werden (Beschränkung der Kurzschlussleistung, z. B. durch Absicherung auf 25 A).

Gross ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken schwere sicherheitstechnische Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn durch Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken gefährliche Lichtbögen auftreten können oder das Material derart beschädigt wird, dass eine dauernde Gefahr für Personen oder die Umgebung entsteht. Dies gilt im allgemeinen für Stromkreise hoher Leistung, sowie für Material, das sicherheitstechnische Funktionen ausüben muss.

Sehr gross ist die Schadenwirkung, wenn ein allfälliger Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken katastrophale sicherheitstechnische Folgen nach sich ziehen kann.

Erläuterung: Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Stromübertritt an Luft- und Kriechstrecken ausserhalb der Druckkapselung an explosionsicherem Material zu einer Explosion führen kann.

4.4

Verschmutzung

Unter Verschmutzung werden die bei normaler Verwendung des Materials an Luft- oder Kriechstrecken zu erwartenden Ansammlungen von Feststoffen, (Späne, Stäube usw.) oder Flüssigkeiten (Niederschläge, Ausscheidungen usw.), sowie deren Vermischung verstanden.

Der Grad der Verschmutzung hängt von den Umgebungsverhältnissen, der Art der Schmutzstoffe, sowie von allfälligen Massnahmen wie Abdeckung und Kapselung ab. Es wird unterschieden zwischen vernachlässigbarer, mittlerer, starker und sehr starker Verschmutzung.

5.3 Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Kriechstrecken

Für die Ermittlung der Länge einer Kriechstrecke sind ausser der Betriebsspannung die Schadenwirkung und die Verschmutzung sowie die Kriechwegfestigkeit des Isolierstoffes massgebend. Die entsprechenden Bewertungsziffern sind in Tab. III angegeben.

Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Kriechstrecken Tabelle III

Kriechwegfestigkeit	Verschmutzung	vernachlässigbar ¹⁾	Schadenwirkung		
			mittel	gross	sehr gross ²⁾
sehr gut ²⁾	vernachlässigbar	0	1	2	3
	mittel	0	2	3	4
	stark	0	3	4	5
	sehr stark	0	4	5	6
gut	vernachlässigbar	0	1	2	4
	mittel	0	2	3	5
	stark	0	3	4	6
mittel	vernachlässigbar	0	4	5	7
	mittel	0	2	3	5
	stark	0	3	4	6
gering	vernachlässigbar	0	2	3	7
	mittel	0	3	4	8
	stark	0	4	5	9
sehr stark	vernachlässigbar	0	5	6	(8)
	mittel	0	2	4	6
	stark	0	3	5	7
sehr stark	0	4	6	7	

¹⁾ Bei vernachlässigbarer Schadenwirkung ist der Einfluss der Kriechwegfestigkeit sicherheitstechnisch bedeutungslos.

²⁾ Kriechstrecken aus Isolierteilen sehr guter Kriechwegfestigkeit werden als gleichwertig betrachtet wie die entsprechenden Luftstrecken.

³⁾ Die in Klammern gesetzten Bewertungsziffern kommen im allgemeinen nicht vor.

6 Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken

6.1 Grundsätzliches

In diesen Regeln sind die Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken in Stufen festgelegt, wobei der Stufensprung $\sqrt{2}$ beträgt. Diese Mindestlängen bieten keine Gewähr für die Erfüllung von allenfalls in den Materialvorschriften festgelegten verschärften Spannungsprüfungen (z. B. Stoßspannungsprüfung).

6.2 Mindestlängen

Die Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken ergeben sich aus Tab. IV auf Grund der Betriebsspannung (siehe Ziff. 4.2) und der ermittelten Bewertungsziffer (siehe Ziff. 5); sie dürfen im allgemeinen nicht unterschritten werden (siehe jedoch Fussnote 2 zu Tab. IV). Zwischenwerte, durch lineare Interpolation auf 0,1 mm gerundet, sind nur dort zulässig, wo Materialvorschriften dies ausdrücklich gestatten.

Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken in mm Tabelle IV

Betriebswechselspannung ¹⁾ (Effektivwerte) V	0 ²⁾	Bewertungsziffern							
		1	2	3	4	5	6	7 ³⁾	
0... 32	(0,35)	0,5	0,7	1	1,4	1,4	2	2,8	4
> 32... 63	(0,5)	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
> 63... 125	(0,7)	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11
> 125... 250	(1)	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16
> 250... 380	(1,4)	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
> 380... 500	(2)	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32
> 500... 750	(2,8)	4	5,6	8	11	16	22	32	45
> 750... 1000	(4)	5,6	8	11	16	22	32	45	

¹⁾ Für Gleichspannungen siehe Ziff. 4.2.

²⁾ Die in dieser Spalte aufgeführten Mindestlängen für die Bewertungsziffer 0 sind nur zur Information angegeben; sicherheitstechnisch genügt es, kleinere, rein physikalisch notwendige Werte einzuhalten.

³⁾ Bewertungsziffern grösser als 7 kommen im allgemeinen nicht vor.

Bemerkung:

Die Tabellenwerte basieren bei allen Strecken auf einem Aufstellungsort von 1000 m Höhe ü. M. Da sie einen gewissen Sicherheitsfaktor aufweisen, genügen sie praktisch bis zu einem Aufstellungsort von 2000 m Höhe ü. M. Für Höhen über 1000 m wird jedoch empfohlen, für je 500 m Höhenzunahme einen Streckenzuschlag von 7 % vorzunehmen; dies ergibt für 4000 m ü. M. eine Erhöhung der Bewertungsziffer um 1 Einheit.

6.3 Anwendung

Die Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken müssen eingehalten werden.

a) zwischen gegeneinander unter Spannung stehenden nackten leitfähigen Teilen, mit Ausnahme von Luftstrecken zwischen Kontaktgliedern (z. B. Öffnungsweg von Schaltern), sofern dies die einschlägigen Vorschriften ausdrücklich zulassen;

b) zwischen unter Spannung stehenden nackten leitenden Teilen und leitfähigen Teilen, die mit dem Schutzleiter oder der Erde verbunden sind;

c) zwischen unter Spannung stehenden nackten leitfähigen Teilen und solchen Stellen oder leitfähigen Teilen, deren Berührung eine Gefahr bedeuten kann.

Bei Material mit Sonderisolierung müssen Luft- und Kriechstrecken entsprechend den Festlegungen in den einschlägigen Vorschriften gewählt werden.

Bemerkung:

Berühmbare leitfähige Teile, die an der Oberfläche nur lackiert, oxydiert oder ähnlich behandelt sind, gelten als nackt.

Überzüge aus Isolierstoffen gelten als Isolierung, sofern sie den durch die einschlägigen Vorschriften verlangten elektrischen, thermischen und mechanischen Anforderungen, sowie jenen bezüglich Alterungsbeständigkeit genügen.

Die Zulässigkeit von Abdeckungen aus Vergussmasse ist in den einschlägigen Vorschriften zu regeln.

6.4 Konstruktionsbedingungen

Die Mindestlängen von Luft- und Kriechstrecken dürfen infolge von Fabrikationsstreuungen, Verschiebungsmöglichkeiten beim Auswechseln oder Nachstellen von Teilen (z. B. Schrauben) und ganz allgemein infolge von Einflüssen, die beim Betrieb oder bei der Prüfung auftreten können, nicht unterschritten werden. Dasselbe gilt auch nach erfolgter Montage von Anschlussleitern, Installationsrohren usw., wobei vorausgesetzt ist, dass diese fachgerecht montiert sind.

Bemerkungen:

Rippen sollen werkstoffgerecht ausgeführt sein, d. h. sie sind so zu dimensionieren, dass sie bei sachgemässer Verwendung des Materials nicht zerstört werden.

An Isolierteilen mit organischen Füllstoffen (z. B. Holzmehl, Textilfasern) soll die Presshaut im Bereich von Kriechstreifen möglichst unversehrt sein.

7 Vereinfachte Zusammenfassung der Ziffern 5 und 6

Die Ziffern 1...6 stellen ein vollständiges, in sich abgeschlossenes System zur Ermittlung der Längen von Luft- und Kriechstreifen dar und berücksichtigen angenähert alle in der Praxis vorkommenden Möglichkeiten, wie auch extreme Verhältnisse. Für den Grossteil der Anwendungen genügt eine den meist vorkommenden Verhältnissen angepasste, vereinfachte Zusammenfassung, in der die extremsten Beanspruchungen wie «sehr starke Verschmutzung» und «sehr grosse Schadenwirkung» weggelassen sind. Dabei ergeben sich die Tabellen V und VI (Seite 11).

8 Ausmessung von Luft- und Kriechstreifen

8.1 Grundsätzliches

Luftstreifen werden grundsätzlich als kürzeste, in Luft verlaufende Strecken (Fadenstreifen) ausgemessen. Bei unterbrochenen Luftstreifen gilt zudem Ziff. 8.7.

Kriechstreifen werden grundsätzlich als kürzeste Strecken längs der Oberfläche von Isolierkörpern ausgemessen. Bei Strecken mit Rippen, Stegen, Nuten oder Kehlen, bei Strecken die durch leitfähige Teile unterbrochen sind, sowie bei Strecken im Bereich von Befestigungsschrauben, sind zusätzlich die in den Ziff. 8.3 bis 8.8 festgelegten Bestimmungen zu berücksichtigen.

8.2 Mindestmass s

Für die Berücksichtigung von Rippen, Stegen, Nuten, Kehlen, von durch leitfähige Teile unterbrochenen Strecken, sowie von Strecken im Bereich von Befestigungsschrauben, ist ein von Schadenwirkung und Verschmutzung abhängiges Mindestmass *s* (Tab. VII) massgebend.

Bemerkung:

Für das Kriterium «vernachlässigbare Schadenwirkung» und für das Kriterium «vernachlässigbare Verschmutzung» bestehen keine Bedingungen für das Mindestmass *s*.

Mindestmass *s* Tabelle VII

Schadenwirkung	Verschmutzung	
	mittel	stark oder sehr stark
mittel gross sehr gross	<i>s</i> mm	<i>s</i> mm
	0,5	1
	1	1,5
	2	2

8.3 Rippen

Rippen werden bei mittlerer, grosser oder sehr grosser Schadenwirkung und bei nicht vernachlässigbarer Verschmutzung nur dann berücksichtigt, wenn ihre Höhe gleich oder grösser ist, als das in Tab. VII festgelegte Mindestmass *s*.

Bewertungsziffern für die Ermittlung der Länge von Luft- und Kriechstreifen

Tabelle V

Verschmutzung	Schadenwirkung		
	vernachlässigbar	mittel	gross
vernachlässigbar	0	1	2
mittel	0	2	3
stark	0	3	4

Mindestlängen von Luft- und Kriechstreifen in mm

bei Weglassung der Kriterien «sehr starke Verschmutzung» und «sehr grosse Schadenwirkung»

Tabelle VI

Betriebs-Wechselspannung V	Bewertungsziffern																
	0 ¹⁾		1			2			3			4					
	Luftstreifen	Kriechstreifen	Luftstreifen	Kriechstreifen		Luftstreifen	Kriechstreifen		Luftstreifen	Kriechstreifen		Luftstreifen	Kriechstreifen				
				a	b		a	b ²⁾	c		a	b ²⁾	c		a	b ²⁾	c
0... 32	(0,35)	(0,35)	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1	1,4	1	1	1,4	2	1,4	1,4	2	2,8
> 32... 63	(0,5)	(0,5)	0,7	0,7	1	1	1	1,4	2	1,4	1,4	2	2,8	2	2	2,8	4
> 63... 125	(0,7)	(0,7)	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2,8	2	2	2,8	4	2,8	2,8	4	5,6
> 125... 250	(1)	(1)	1,4	1,4	2	2	2	2,8	4	2,8	2,8	4	5,6	4	4	5,6	8
> 250... 380	(1,4)	(1,4)	2	2	2,8	2,8	2,8	4	5,6	4	4	5,6	8	5,6	5,6	8	11
> 380... 500	(2)	(2)	2,8	2,8	4	4	4	5,6	8	5,6	5,6	8	11	8	8	11	16
> 500... 750	(2,8)	(2,8)	4	4	5,6	5,6	5,6	8	11	8	8	11	16	11	11	16	22
> 750... 1000	(4)	(4)	5,6	5,6	8	8	8	11	16	11	11	16	22	16	16	22	32

¹⁾ Die Mindestlängen für die Bewertungsziffer 0 sind in dieser Kolonne nur zur Orientierung angegeben; im Hinblick auf die Sicherheit genügen die kleinen Distanzen, die aus physikalischen Gründen nötig sind.

²⁾ Bei Schadenwirkung «gross» und *geringer* Kriechwegfestigkeit gilt Kolonne «c».

a: Kriechwegfestigkeit sehr gut oder gut.

b: Kriechwegfestigkeit mittel oder gering.

c: Kriechwegfestigkeit gering und gleichzeitig Schadenwirkung gross.

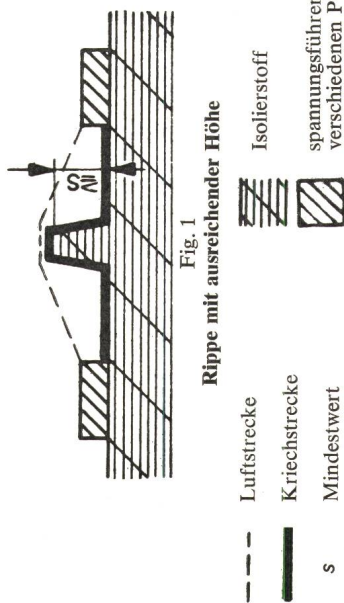


Fig. 1

Rippe mit ausreichender Höhe

- Luftstrecke
- Kriechstrecke
- s Mindestwert
- Isolierstoff
- spannungsführende Teile verschiedenen Potentials

Falls die Mindesthöhe nicht eingehalten wird, sind Kriechstrecken so auszumessen, als ob keine Rippe vorhanden wäre (siehe Fig. 2).

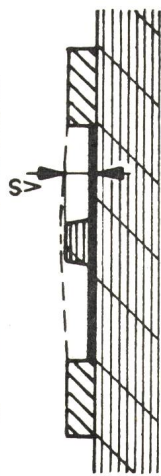


Fig. 2

Rippe ohne ausreichende Höhe

(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

Falls Rippen deutlich ausgeprägt und doppelt so hoch sind als das in Tab. VII angegebene Mindestmass s , darf bei starker (nicht aber bei sehr starker) Verschmutzung für die Kriechstrecken in Tab. IV der nächst kleinere Wert gewählt werden.

8.4

Stege

Stege, die fugenlos eingelassen oder aufgesetzt sind, werden gemäss Ziff. 8.3, also wie Rippen, berücksichtigt (siehe Fig. 3).

Bemerkung:

Eine fugenlose Befestigung eines Steges besteht z. B. bei verschweissten oder mit härtbarem Giessharz verklebten Stegen.

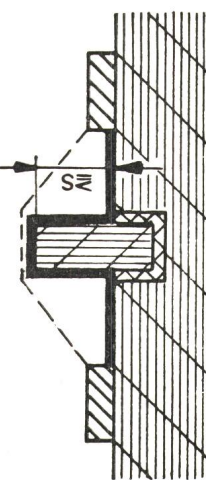


Fig. 3

Fugenlos befestigter Steg

- Isolierstoff
 - fugenlos verklebt
- (Weitere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

Sind Stege nicht fugenlos befestigt, dann wird die kürzeste Kriechstrecke ausgemessen (siehe Fig. 4).

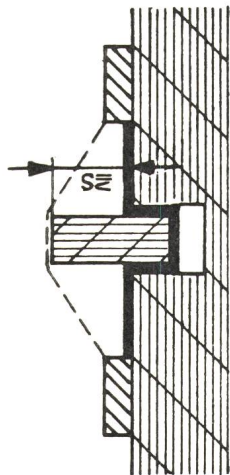


Fig. 4

Nicht fugenlos befestigter Steg

Die kürzere Kriechstrecke führt unter dem Steg durch (Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

8.5

Nuten

Nuten werden bei mittlerer, grosser oder sehr grosser Schadenwirkung und bei nicht vernachlässigbarer Verschmutzung nur dann berücksichtigt, wenn sowohl ihre Breite als auch ihre Tiefe gleich oder grösser sind als das in Tab. VII festgelegte Mindestmass s (siehe Fig. 5).

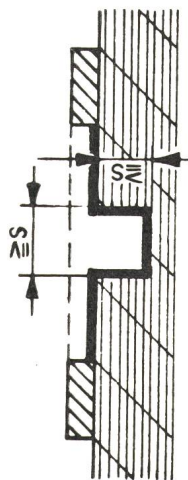


Fig. 5

Nute mit ausreichender Breite und Tiefe

(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

Falls die Mindestbreite und/oder Mindesttiefe nicht eingehalten werden, sind die Kriechstrecken so auszumessen, als ob keine Nute vorhanden wäre (siehe Fig. 6).

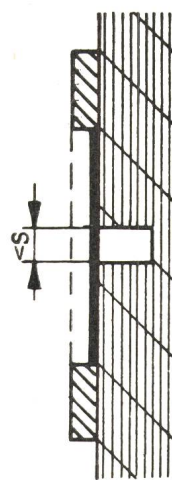


Fig. 6

Nute ohne ausreichende Breite

(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

8.6

Kehlen

Kehlen mit einem Öffnungswinkel $\geq 90^\circ$ werden voll berücksichtigt. Falls der Öffnungswinkel $< 90^\circ$ ist, werden Kehlen bei mittlerer, grosser oder sehr grosser Schadenwirkung und bei nicht vernachlässigbarer Verschmutzung nur bis zu einer dem Mindestmass s (Tab. VII) entsprechenden Breite ausgemessen (siehe Fig. 7).

Falls der Abstand kleiner ist als das Mindestmass s , wird die Kriechstrecke gemäss Fig. 10 ausgemessen.



Fig. 10

Nur teilweise ausgemessene Kriechstrecke im Bereich einer Befestigungsschraube ohne ausreichenden Abstand
(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

9 Beispiele für die Anwendung vorliegender Regeln

9.1 Einführung

Die in den Ziffern 9.2, 9.3 und 9.4 gegebenen Beispiele für die Anwendung der vorliegenden Regeln betreffen drei typische Materialgruppen

- Material für Haushalt, Gewerbe und ähnliche Anwendungen
- Material für industrielle und ähnliche Anwendungen
- Material der Elektronik und Nachrichtentechnik

In den Beispielen ist gezeigt, wie bei bekannter Beanspruchung der Luft- und Kriechstrecken vorzugehen ist, um aus den Regeln auf Grund der Kriterien Betriebsspannung, Schadenwirkung, Verschmutzung und Kriechwegfestigkeit die in den einschlägigen Materialvorschriften festzulegenden Mindestlängen zu ermitteln.

Jedes der Beispiele berücksichtigt nur Material einer der oben angeführten typischen Materialgruppen. Es ist aber zu bedenken, dass Kombinationen verschiedener Gruppen in einem Apparat vorkommen können, d. h. dass für die Luft- und Kriechstrecken je nach Art der Baueinheit in einem Apparat verschiedene Beanspruchungen möglich sind, die entsprechend bemessene Längen der Luft- und Kriechstrecken erfordern.

9.2 Material für Haushalt, Gewerbe und ähnliche Anwendungen

9.2.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

In Räumen für Haushalt und Gewerbe sind die Installationen üblicherweise so unterteilt und abgesichert, dass in den einzelnen Verbraucherstromkreisen nur mit einer mittleren Schadenwirkung gerechnet werden muss (siehe Ziff. 4.3).

Entsprechend den in solchen Räumen herrschenden Umgebungsverhältnissen muss nur eine mittlere Verschmutzung berücksichtigt werden (siehe Ziff. 4.4).

Da die im ersten Alinea der Ziff. 7 gegebenen Bedingungen erfüllt sind, kann die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken nach der vereinfachten Zusammenfassung (Ziff. 7) erfolgen. Aus Tab. V ergibt sich für die Ermittlung der Luft- und Kriechstrecken die Bewertungsziffer 2.

9.2.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

Auf Grund der gemäss Ziff. 9.2.1 ermittelten Bewertungsziffer und unter Berücksichtigung der Nennspannung ergeben sich aus Tab. VI die Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken (siehe Tab. VIII).

Erläuterung: Bei Material für Haushalt, Gewerbe und ähnliche Anwendungen werden Luft- und Kriechstrecken üblicherweise für genormte Nennspannungen ausgelegt und nicht für die verschiedenen in Wirklichkeit auftretenden Betriebsspannungen.

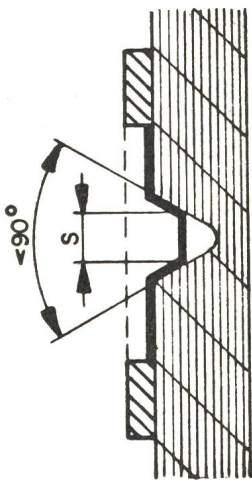


Fig. 7

Nicht voll zu berücksichtigende Kühle mit einem Öffnungswinkel $< 90^\circ$
(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

8.7 Unterbrochene Luft- und Kriechstrecken

Durch leitfähige Teile unterbrochene Luft- und Kriechstrecken werden bei mittlerer, grosser oder sehr grosser Schadenwirkung und bei nicht vernachlässigbarer Verschmutzung nur dann voll ausgemessen, wenn ihre Teilstrecken gleich oder grösser sind als das Mindestmass s (Tab. VII). Falls eine Teilstrecke kleiner ist als das Mindestmass s , gilt sie als nicht vorhanden (siehe Fig. 8).

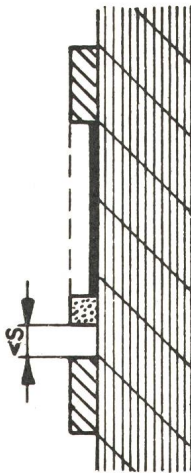


Fig. 8

Unterbrochene Luft- und Kriechstrecke mit nicht ausreichender Teilstrecke



leitender spannungsloser Teil
(Weitere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

8.8 Kriechstrecken im Bereich von Befestigungsschrauben

Strecken im Bereich von Befestigungsschrauben, z. B. zwischen einer Isolierwand und dem Kopf einer versenkten Schraube, werden bei mittlerer, grosser oder sehr grosser Schadenwirkung und bei nicht vernachlässigbarer Verschmutzung nur dann voll berücksichtigt, wenn der kleinste Abstand zwischen Isolierwand und Schraubenkopf gleich oder grösser ist als das in Tabelle VII festgelegte Mindestmass s (siehe Fig. 9).

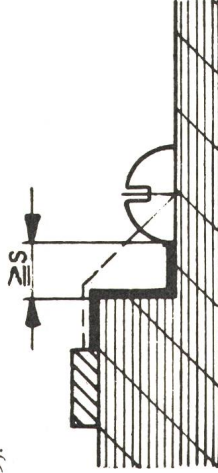


Fig. 9

Voll ausgemessene Kriechstrecke im Bereich einer Befestigungsschraube mit ausreichendem Abstand
(Nähere Angaben siehe in der Legende zu Fig. 1)

Nennwechselspannung (Effektivwerte) V	Luftstrecken		Kriechstrecken	
	mm	Kriechwegfestigkeit sehr gut oder gut mm	Kriechwegfestigkeit mittel oder gering mm	
250	2	2	2,8	
380	2,8	2,8	4	
500	4	4	5,6	

Bemerkung:

In Dreiphasen-Netzen mit einer verketteten Spannung von 380 V gelten für Strecken zwischen unter Spannung stehenden nackten leitfähigen Teilen und solchen Stellen oder leitfähigen Teilen, deren Berührung eine Gefahr bedeuten kann, die in den einschlägigen Materialvorschriften festgelegten Bestimmungen.

9.3 Material für industrielle und ähnliche Anwendungen

9.3.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

In industriell benutzten Räumen sind die Hauptverbraucher-Stromkreise üblicherweise mit Überstromunterbrechern für hohe Nennströme ausgerüstet, so dass mit grosser Schadenwirkung gerechnet werden muss (siehe Ziff. 4.3).

Entsprechend den Umgebungsverhältnissen in industriell benutzten Räumen, die gemäss den Hausinstallationsvorschriften, Publ. 1000.1961 des SEV, nicht als staubig gelten, muss nur eine mittlere Verschmutzung berücksichtigt werden (siehe Ziff. 4.4).

An Material in staubdichten, wasserdichten oder druckwasserdichten Gehäusen darf die Verschmutzung als vernachlässigbar betrachtet werden. Dies gilt nur unter der Voraussetzung, dass keine Eigenverschmutzung der Luft- und Kriechstrecken (z. B. Ablagerungen infolge Abnutzung von Kontakten oder von mechanisch bewegten Teilen) auftritt.

Da die im ersten Alinea der Ziff. 7 gegebenen Bedingungen erfüllt sind, kann die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken wie im Beispiel Ziff. 9.2 nach der vereinfachten Zusammenfassung (Ziff. 7) erfolgen. Aus Tab. V ergeben sich für die Ermittlung der Luft- und Kriechstrecken folgende Bewertungsziffern:

für gewöhnliches oder nur staubgeschütztes Material die Bewertungsziffer 3, für staubdichtes, wasserdichtes oder druckwasserdichtes Material die Bewertungsziffer 2.

9.3.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

Auf Grund der gemäss Ziff. 9.3.1 ermittelten Bewertungsziffer und unter Berücksichtigung der Nennspannung ergeben sich aus Tab. VI die Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken (siehe Tab. IX).

Erklärung: Bei Material für industriell benützte Räume werden die Luft- und Kriechstrecken üblicherweise für genommene Nennspannungen ausgelegt und nicht für die verschiedenen in Wirklichkeit auftretenden Betriebsspannungen.

Bemerkung:

In Dreiphasen-Netzen mit einer verketteten Spannung von 380 V gelten für Strecken zwischen unter Spannung stehenden nackten leitfähigen Teilen und solchen Stellen oder leitfähigen Teilen, deren Berührung eine Gefahr bedeuten kann, die in den einschlägigen Materialvorschriften festgelegten Bestimmungen.

Falls innerhalb der Kriechstrecken deutlich ausgeprägte Rippen angebracht sind und diese gemäss Ziff. 8.3 eine Mindesthöhe von 2 s, also 2 mm, aufweisen,

Bauart des Materials	Nennwechselspannung (Effektivwerte) V	Luftstrecken		Kriechstrecken	
		mm	Kriechwegfestigkeit sehr gut oder gut mm	Kriechwegfestigkeit mittel mm	Kriechwegfestigkeit gering mm
gewöhnlich oder staubgeschützt ¹⁾	250	2,8	2,8	4	5,6
	380	4	4	5,6	8
	500	5,6	5,6	8	11
	750	8	8	11	16
1000	11	11	16	22	
staubdicht oder wasserdicht ¹⁾	250	2	2	2,8	4
	380	2,8	2,8	4	5,6
	500	4	4	5,6	8
	750	5,6	5,6	8	11
1000	8	8	11	16	

¹⁾ nur gültig, wenn mit keiner Eigenverschmutzung der Luft- und Kriechstrecken zu rechnen ist.

darf die nächst kleinere Kriechstrecke gemäss Tab. IX gewählt werden. Zum Beispiel darf eine ermittelte Kriechstrecke von 11 mm auf 8 mm reduziert werden.

9.4 Material der Elektronik und Nachrichtentechnik

9.4.1 Kriterien für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

Apparate der Elektronik und Nachrichtentechnik, die vom Netz gespeist werden, besitzen einen sogenannten Netzteil (Stromkreise, die mit dem Netz leitend verbunden sind) und üblicherweise einen vom Netz durch geeignete Mittel abgetrennten Teil (z. B. Stromkreise sekundärseitig des Netztransformators). Die Bestimmungen, unter welchen Voraussetzungen ein Stromkreis als vom Netz getrennt betrachtet werden kann, sind in den einschlägigen Vorschriften festgelegt.

Im Netzteil gelten für Luft- und Kriechstrecken keine Erleichterungen. Sie sind zu bemessen wie solche an Material gemäss Ziff. 9.2 und 9.3.

In vom Netz getrennten Stromkreisen, die der gefährlichen zufälligen Berührung entzogen sind und bei denen ein allfälliger Kurzschluss, Überschlag oder Kriechstrom keine sicherheitstechnischen Folgen nach sich ziehen kann (Schadwirkung vernachlässigbar), können Luft- und Kriechstrecken beliebig klein gewählt werden (Bewertungsziffer 0, siehe Fussnote¹⁾ zu Tab. VI). Falls jedoch bei solchen Stromkreisen gefährliche Berührungsströme auftreten können oder die Schadenwirkung gemäss Ziff. 4.3 nicht mehr als vernachlässigbar bezeichnet werden kann, müssen die Luft- und Kriechstrecken entsprechend bemessen werden (siehe Ziff. 9.4.2.3).

9.4.2 Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken

9.4.2.1

Auf Grund der gemäss Tab. V ermittelten Bewertungsziffern und unter Berücksichtigung der Nennspannung des Apparates ergeben sich aus Tab. VI die Mindestlängen der Luft- und Kriechstrecken im Netzteil. Sie müssen gleich bemessen sein wie solche an Material gemäss Ziff. 9.2 und 9.3.

9.4.2.2

Luft- und Kriechstrecken in vom Netz getrennten Stromkreisen, die der gefährlichen Berührung entzogen sind und für welche die Bedingung der vernach-

lässigbaren Schadenwirkung gilt (siehe Ziff. 4.3), können vom sicherheitstechnischen Gesichtspunkt aus beliebig klein sein. Es wird jedoch die Einhaltung der in Tab. X zusammengestellten Mindestwerte empfohlen.

Empfohlene Mindestwerte für Luft- und Kriechstrecken in sicherheitstechnisch ungefährlichen Stromkreisen an Apparaten der Elektronik und Nachrichtentechnik

Tabelle X

Betriebswechselspannung		Spitzenwerte V	Empfohlene Mindestwerte mm
Effektivwerte V			
0... 32	0... 45	0,35	
> 32... 63	45... 90	0,5	
> 63... 125	90... 175	0,7	
> 125... 250	175... 355	1	
> 250... 380	355... 500	1,4	
> 380... 500	500... 710	2	
> 500... 750	710... 1000	2,8	
> 750... 1000	1000... 1400	4	

9.4.2.3

Für Luft- und Kriechstrecken in vom Netz getrennten Stromkreisen, deren zufällige Berührung gefährlich sein kann, oder für welche die Bedingung der vernachlässigbaren Schadenwirkung nicht gilt, sind keine Erleichterungen zugelassen. Sie müssen grundsätzlich die gleichen Mindestlängen aufweisen wie solche an Material gemäss Ziff. 9.2 und 9.3. Die Mindestlängen sind jedoch nicht auf die Nennspannung des Materials zu beziehen, sondern müssen der Betriebsspannung entsprechen, welche an den Luft- und Kriechstrecken anliegt, wenn der Apparat gemäss den einschlägigen Materialvorschriften betrieben wird. Im allgemeinen werden die Materialvorschriften lineare Interpolation der Werte, auf 0,1 mm gerundet, zu lassen.

Beispiel:

Über einer Luft- und Kriechstrecke in einem Stromkreis sekundärseitig des Netztransformators liegt bei Betrieb gemäss den einschlägigen Materialvorschriften eine Gleichspannung von 742 V. Beim Kurzschliessen der Luft- und Kriechstrecke tritt eine unzulässige Erwärmung des Transformators auf, ohne dass die vorgeschaltete Sicherung innert nützlicher Zeit anspricht, so dass die Schadenwirkung nicht mehr als vernachlässigbar bezeichnet werden kann. Da der Kurzschlussstrom jedoch auf einige Ampère beschränkt wird und mit keiner besonderen Brandgefahr gerechnet werden muss, kann die Schadenwirkung gemäss Ziff. 4.3 als mittel angenommen werden. Das Gehäuse des Apparates weist Lüftungslöcher auf und kann somit nicht als gegen Staub schützend bezeichnet werden; es ist deshalb mit mittlerer Verschmutzung zu rechnen.

Daraus ergibt sich für die Ermittlung der Luftstrecke gemäss Tab. V die Bewertungsziffer 2. Aus Tab. VI kann für die ermittelte Bewertungsziffer nach vorgenommener Umrechnung auf den Effektivwert der Betriebs-Wechselspannung (siehe Ziff. 4.2) und nach Interpolation (siehe Ziff. 6.2) der Mindestwert bestimmt werden.

Für die Luftstrecke ergibt sich auf 0,1 mm gerundet 4,2 mm.

Für die Kriechstrecke ergeben sich je nach der Kriechwegfestigkeit des Isolierstoffes folgende Werte (auf 0,1 mm gerundet):

Kriechwegfestigkeit sehr gut oder gut: 4,2 mm
Kriechwegfestigkeit mittel oder gering: 5,8 mm.

Herausgeber:

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.
Telephon (051) 53 20 20.

Redaktion:

Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.
Telephon (051) 53 20 20.

Redaktoren:

Chefredaktor: **H. Marti**, Ingenieur, Sekretär des SEV.
Redaktor: **E. Schiessl**, Ingenieur des Sekretariates.

Inseratenannahme:

Administration des Bulletin des SEV, Postfach 229, 8021 Zürich.
Telephon (051) 23 77 44.

Erscheinungsweise:

14täglich in einer deutschen und einer französischen Ausgabe.
Am Anfang des Jahres wird ein Jahresheft herausgegeben.

Bezugsbedingungen:

Für jedes Mitglied des SEV 1 Ex. gratis. Abonnemente im Inland: pro Jahr Fr. 73.—, im Ausland pro Jahr Fr. 85.—. Einzelnummern im Inland: Fr. 5.—, im Ausland: Fr. 6.—. (Sondernummern: Fr. 10.—)

Nachdruck:

Nur mit Zustimmung der Redaktion.

Nicht verlangte Manuskripte werden nicht zurückgesandt.