

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	2
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Begriffe und Formelzeichen .....	6
2.1 Begriffe .....	6
2.2 Im normativen Teil verwendete Formelzeichen .....	8
3 Verfahrensweise .....	9
4 Faktoren mit Einfluss auf die Berechnung .....	10
4.1 Statistische Überspannung .....	10
4.2 Festigkeit der Isolierstrecke .....	10
4.3 Berechnung des elektrischen Abstandes $D_U$ .....	11
4.3.1 Allgemeine Gleichung .....	11
4.3.2 Faktoren mit Einfluss auf die Festigkeit der Luftstrecke .....	11
5 Risikobeurteilung .....	16
6 Berechnung des Mindest-Arbeitsabstandes $D_A$ .....	17
Anhang A (informativ) Ergonomischer Abstand .....	18
A.1 Überblick .....	18
A.2 Training, Kenntnisse und Ausbildung .....	18
A.3 Schutzplatten .....	18
A.4 Möglichkeit des Irrtums .....	18
A.5 Arbeitsverfahren .....	18
A.6 Personeneigenschaften .....	19
A.7 Umgebungsfaktoren .....	19
A.8 Überwachung .....	19
Anhang B (informativ) Überspannungen .....	20
B.1 Die verschiedenen Überspannungsarten .....	20
B.2 Langsam ansteigende transiente Überspannungen .....	21
B.2.1 Ursprung und typische Werte .....	21
B.2.1.1 Leiter-Erde-Überspannungen .....	21
B.2.1.2 Leiter-Leiter-Überspannungen .....	22
B.2.2 Überspannungen unter außergewöhnlichen Bedingungen .....	23
B.3 Begrenzung von Überspannungen für Arbeiten unter Spannung .....	23
Anhang C (informativ) Durchschlagfestigkeit der Luft .....	24
Anhang D (informativ) Funkenstrecken-Faktor $k_g$ .....	25
Anhang E (informativ) Berücksichtigung der atmosphärischen Bedingungen .....	27
E.1 Überblick .....	27
E.2 Luftdichte .....	27
E.3 Feuchte .....	28

	Seite
E.4	Höhe ..... 28
E.5	Atmosphärischer Gesamtkorrekturfaktor..... 29
E.6	Berechnungsverfahren für die Werte in Tabelle E.1 ..... 30
Anhang F (informativ) Beeinflussung der Durchschlagfestigkeit durch Zwischenelektroden..... 31	
F.1	Auswirkung der Ausrüstungen und Geräte auf das Arbeiten unter Spannung ..... 31
F.2	Kleine leitfähige Teile ..... 31
F.3	Große leitfähige Gegenstände ..... 31
F.3.1	Allgemeine Berücksichtigung des elektrischen Feldes ..... 31
F.3.2	Analyse von experimentellen Daten..... 32
F.3.2.1	Allgemeines ..... 32
F.3.2.2	Der Einfluss der Position des Gegenstandes in der Luftstrecke ..... 33
F.3.2.3	Der Einfluss der Länge von Zwischenelektroden..... 33
F.3.2.4	Der Einfluss der verbleibenden Luftstreckenlänge ( <i>D</i> oder <i>P</i> ) ..... 35
F.3.2.5	Der Einfluss von Form und Anzahl der Gegenstände in der Luftstrecke ..... 37
F.3.2.6	Der Einfluss des Abstandes von der Luftstreckenachse..... 37
F.3.2.7	Der Einfluss des Funkenstrecken-Faktors $k_g$ ..... 37
F.3.3	Bewertung des Einflusses von Zwischenelektroden auf die Schaltstoß-Durchschlagfestigkeit ..... 37
F.3.4	Besondere Beachtung großer Zwischenelektroden ..... 37
Anhang G (informativ) Arbeiten unter Spannung in der Nähe verunreinigter, beschädigter oder betauter Isolierung..... 39	
G.1	Verunreinigte Isolierung..... 39
G.2	Beschädigte Kappenisolatoren..... 39
G.3	Beschädigte Verbundisolatoren ..... 41
G.4	Isolierender Leiter-Erde-Übergang für Lichtwellenleiterkabel ..... 43
Literaturhinweise..... 44	
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Abbildung von zwei Zwischenelektroden mit verschiedenen Maßen und mit verschiedenen Abständen von der Achse der Luftstrecke ..... 13	
Bild 2 – Typische Situationen beim Arbeiten unter Spannung ..... 15	
Bild B.1 – Bereiche von $u_{e2}$ einer Leitung mit offenem Ende aufgrund von Einschalt- und Wiedereinschaltvorgängen entsprechend der Netzart (vermascht oder verzweigt) mit und ohne Einschaltwiderständen und Nebenschlussdrosseln ..... 22	
Bild F.1 – Einfluss der Länge von Zwischenelektroden – Leiter-Erde/Stab-Stab-Anordnung – 250 $\mu$ s/2 500 $\mu$ s Impulse ..... 34	
Bild F.2 – Einfluss der Länge von Zwischenelektroden – Leiter-Leiter-Anordnung – 250 $\mu$ s/2 500 $\mu$ s Impulse ..... 35	
Bild F.3 – Verringerung der Durchschlagfestigkeit als Funktion der Länge <i>D</i> für konstante $\beta$ -Werte bei einer Leiter-Erde/Stab-Stab-Anordnung ..... 36	
Bild F.4 – Verringerung der Durchschlagfestigkeit als Funktion der Länge <i>P</i> für konstante $\beta$ -Werte bei einer Leiter-Leiter-Anordnung..... 36	
Bild G.1 – Elektrische Festigkeit von Verbundisolatoren mit leitenden und halbleitenden Fehlstellen ..... 42	

	Seite
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Mittelwerte für $k_a$ .....	12
Tabelle 2 – Zwischenelektroden-Faktor $k_f$ .....	14
Tabelle B.1 – Einteilung von Überspannungen nach IEC 60071-1.....	20
Tabelle D.1 – Funkenstrecken-Faktoren für einige Leiter-Erde-Konfigurationen.....	26
Tabelle E.1 – Atmosphärischer Korrekturfaktor $k_a$ für verschiedene Referenzhöhen und Werte von $U_{90}$ .....	29
Tabelle G.1 – Beispiel für die Berechnung der maximalen Anzahl beschädigter Isolatorelemente (Funkenstrecken-Faktor 1,4).....	40
Tabelle G.2 – Beispiel für die Berechnung der maximalen Anzahl beschädigter Isolatorelemente (Funkenstrecken-Faktor 1,2).....	41