

**Windenergieanlagen –
Teil 24: Blitzschutz**

Inhalt

1	Anwendungsbereich.....	10
2	Normative Verweisungen	10
3	Begriffe	12
4	Symbole und Einheiten	18
5	Abkürzungen	22
6	Blitzumgebung von Windenergieanlagen	22
6.1	Allgemeines.....	22
6.2	Blitzstromparameter und Gefährdungspegel	23
7	Bewertung der Blitzeinwirkung.....	24
7.1	Allgemeines.....	24
7.2	Bewertung der Blitzhäufigkeit, die eine einzelne WEA oder eine Gruppe von WEA trifft.....	25
7.3	Bewertung des Schadensrisikos	31
8	Blitzschutz von Teilkomponenten.....	34
8.1	Allgemeines.....	34
8.2	Rotorblätter.....	34
8.3	Gondel und andere Konstruktionsteile.....	39
8.4	Mechanischer Antriebsstrang und Giersystem	41
8.5	Elektrische Niederspannungssysteme und elektronische Systeme und Anlagen.....	43
8.6	Elektrische Hochspannungsversorgungsnetze.....	55
9	Erdung von Windenergieanlagen und Windparks.....	57
9.1	Allgemeines.....	57
9.2	Potentialausgleichsverbinding	58
9.3	Konstruktionsteile	58
9.4	Maße des Erders.....	61
9.5	Windparks	62
9.6	Errichtung und Wartung der Erdungsanlage.....	62
10	Sicherheit von Personen	63
11	Dokumentation der Blitzschutzanlage.....	64
11.1	Allgemeines.....	64
11.2	Für die Bewertung der Konstruktion erforderliche Dokumentation	64
11.3	Standortspezifische Informationen.....	66
11.4	Für die Inspektion der BSA im Handbuch vorzulegende Dokumentation.....	66
11.5	Handbücher.....	66
12	Inspektion der Blitzschutzanlage.....	67
12.1	Umfang der Inspektion	67
12.2	Reihenfolge der Inspektionen	67

12.3	Wartung	69
	Anhang A (informativ) Blitzerscheinungen im Zusammenhang mit WEA	70
A.1	Blitzumgebung für WEA	70
A.1.1	Allgemeines	70
A.1.2	Eigenschaften von Blitzen	70
A.1.3	Entstehung der Blitzentladung und elektrische Parameter	70
A.1.4	Wolke-Erde-Blitze	71
A.1.5	Aufwärts gerichtete Blitze	76
A.2	Blitzstromparameter in Abhängigkeit vom Einschlagpunkt	79
A.3	Blitzkanalstrom ohne Rückentladung	81
A.4	Auswirkungen elektromagnetischer Blitzimpulse	81
	Anhang B (informativ) Bewertung der Blitzeinwirkung	82
B.1	Allgemeines	82
B.2	Schätzmethode für die mittlere jährliche Anzahl von Blitzeinschlägen in WEA eines Windparks und Einschläge aufwärts gerichteter Blitze in WEA	82
B.2.1	Ermittlungsmethode für die mittlere jährliche Anzahl von Blitzeinschlägen in WEA eines Windparks und Schätzung durch Anhebung des Standortfaktors zur Berücksichtigung von Einschlägen aufwärts gerichteter Blitze in WEA	82
B.2.2	Prozentualer Anteil von Aufwärtsblitzen in Windparks	86
B.3	Erläuterung der Begriffe	86
B.3.1	Schaden und Verlust	86
B.3.2	Schadensrisiko und Risikokomponenten	88
B.3.3	Zusammensetzung von Risikokomponenten für eine WEA	89
B.3.4	Zusammensetzung von Risikokomponenten für eine Versorgungsleitung	90
B.4	Abschätzung der Schadenswahrscheinlichkeiten für WEA	91
B.4.1	Wahrscheinlichkeit P_A , dass ein Blitzeinschlag in die WEA Verletzungen von Lebewesen verursacht	91
B.4.2	Wahrscheinlichkeit P_B , dass ein Blitzeinschlag in die WEA physische Schäden verursacht	91
B.4.3	Wahrscheinlichkeit P_C , dass ein Blitzeinschlag in die WEA den Ausfall innerer Systeme verursacht	91
B.4.4	Wahrscheinlichkeit P_M , dass ein Blitzeinschlag neben der WEA den Ausfall innerer Systeme verursacht	92
B.4.5	Wahrscheinlichkeit P_U , dass ein Blitzeinschlag in eine Versorgungsleitung die Verletzung von Lebewesen verursacht	92
B.4.6	Wahrscheinlichkeit P_V , dass ein Blitzeinschlag in eine Versorgungsleitung einen physischen Schaden verursacht	93
B.4.7	Wahrscheinlichkeit P_W , dass ein Blitzeinschlag in eine Versorgungsleitung einen Ausfall innerer Systeme verursacht	93
B.4.8	Wahrscheinlichkeit P_Z , dass ein Blitzeinschlag neben einer eingeführten Versorgungsleitung den Ausfall innerer Systeme verursacht	94
B.5	Abschätzung des Wertes des Verlustes L_X in einer WEA	94

B.5.1	Allgemeines.....	94
B.5.2	Mittlere relative jährliche Verluste	94
B.5.3	Verlust von Menschenleben.....	95
B.5.4	Wirtschaftliche Verluste.....	97
B.6	Abschätzung der Wahrscheinlichkeit P'_{χ} des Schadens an einer Versorgungsleitung.....	98
B.6.1	Versorgungsleitung mit metallischen Leitern	98
B.7	Abschätzung des Verlustes L'_{χ} für eine Versorgungsleitung	101
B.7.1	Allgemeines.....	101
B.7.2	Wirtschaftlicher Verlust	102
B.8	Abschätzung der Kosten von Verlusten.....	102
Anhang C (informativ) Schutzverfahren für Rotorblätter		104
C.1	Allgemeines.....	104
C.1.1	Arten von Rotorblättern und Schutzverfahren für Rotorblätter	104
C.1.2	Beschädigungsmechanismen an Rotorblättern	106
C.2	Schutzverfahren	106
C.2.1	Allgemeines.....	106
C.2.2	Blitzfangeinrichtungen an der Blattoberfläche oder in die Oberfläche eingebettet.....	107
C.2.3	Aufgeklebte Metallbänder und segmentierte Ableitstreifen	107
C.2.4	Innere Ableitungssysteme.....	108
C.2.5	Leitende Oberflächenwerkstoffe	108
C.3	Konstruktionsteile aus CFK.....	109
C.4	Besondere Aspekte leitender Bauteile.....	110
C.5	Auffangwirksamkeit	111
C.6	Auslegung von Blitzschutzanlagen	111
C.7	Übergang Rotorblatt – Nabe	114
C.8	Betriebseinsatz von WEA-Rotorblättern	114
C.8.1	Allgemeines.....	114
C.8.2	Anwendung	115
C.8.3	Betriebseinsatz.....	115
Anhang D (normativ) Prüfspezifikationen.....		116
D.1	Allgemeines.....	116
D.2	Hochspannungs-Einschlagprüfungen	116
D.2.1	Überprüfung der Wirksamkeit von Fangeinrichtungen.....	116
D.2.2	Erstblitz-Einschlagprüfung	116
D.2.3	Prüfung nachfolgender Blitzeinschläge.....	126
D.3	Hochstrom-Zerstörungsprüfungen	130
D.3.1	Allgemeines.....	130
D.3.2	Lichtbogen-Eintrittsprüfung	130
D.3.3	Prüfung des leitungsgeführten Stromes.....	135

Anhang E (informativ) Anwendung der Blitzumgebung und von Blitzschutzzonen (LPZ).....	140
E.1 Blitzumgebung für Rotorblätter.....	140
E.1.1 Anwendung.....	140
E.1.2 Beispiele für vereinfachte Bereiche der Blitzumgebung.....	140
E.1.3 Übergänge zwischen den Bereichen.....	142
E.2 Definition der Blitzschutzzonen für WEA (nicht für Rotorblätter).....	142
E.2.1 LPZ 0.....	143
E.2.2 Weitere Zonen.....	144
E.2.3 Zonengrenzen.....	145
E.2.4 Anforderungen an Schutzzonen.....	146
Anhang F (informativ) Auswahl und Installation eines koordinierten Überspannungsschutzes in Windenergieanlagen.....	148
F.1 Anordnung von SPDs.....	148
F.2 Auswahl von SPDs.....	148
F.3 Installation von SPDs.....	148
F.4 Beanspruchung von SPDs durch die Umgebung.....	149
F.5 SPD-Zustandsanzeige und SPD-Überwachung bei einem SPD-Ausfall.....	150
F.6 Auswahl von SPDs unter Berücksichtigung des Schutzpegels (U_p) und der Störfestigkeit des Systems.....	150
F.7 Auswahl von SPDs unter Berücksichtigung von innerhalb der WEA erzeugten Überspannungen.....	150
F.8 Auswahl von SPDs unter Berücksichtigung von Entladungsstrom (I_n) und Stoßstrom (I_{imp}).....	150
Anhang G (informativ) Weitere Informationen zu Potentialausgleich, Schirmung und Installationsverfahren.....	152
G.1 Weitere Informationen zum Potentialausgleich.....	152
G.2 Weitere Informationen zu Schirmung und Installationsverfahren.....	153
Anhang H (informativ) Prüfverfahren für Störfestigkeitsprüfungen auf der Systemebene.....	156
Anhang I (informativ) Erdungsanlage.....	158
I.1 Allgemeines.....	158
I.1.1 Arten von Erdungsanlagen.....	158
I.1.2 Aufbau.....	158
I.2 Maße des Erders.....	160
I.2.1 Art der Anordnung.....	160
I.2.2 Frequenzabhängigkeit der Erdungsimpedanz.....	162
I.3 Gleichungen für den Erdungswiderstand für verschiedene Erderanordnungen.....	162
Anhang J (informativ) Beispiel für definierte Messpunkte.....	165
Anhang K (informativ) Klassifizierung von Blitzschäden auf der Basis des Risikomanagements.....	167
K.1 Allgemeines.....	167
K.2 Blitzschäden im Rotorblatt.....	167
K.2.1 Klassifizierung von Rotorblattschäden durch Blitzeinschläge.....	167

K.2.2	Mögliche Gründe für Rotorblattschäden durch Blitzeinschläge	169
K.2.3	Gegenmaßnahmen gegen Rotorblattschäden durch Blitze	169
K.3	Blitzschäden anderer Bauteile	171
K.3.1	Klassifizierung von Schäden durch Blitze an anderen Bauteilen.....	171
K.3.2	Gegenmaßnahmen gegen Blitzschäden an anderen Bauteilen	172
K.4	Typischer Fragebogen für Blitzschäden	172
K.4.1	Allgemeines.....	172
K.4.2	Beispiel für einen Fragebogen	172
Anhang L (informativ) Überwachungssysteme.....		175
Anhang M (informativ) Leitfaden für kleine WEA – Mikroerzeugung		178
Anhang N (informativ) Leitfaden für den Nachweis der Ähnlichkeit von Rotorblättern		179
N.1	Einleitung.....	179
N.2	Grenzen der Ähnlichkeit.....	179
Anhang O (informativ) Leitfaden für die Überprüfung numerischer Auswertungsmethoden		181
O.1	Einleitung.....	181
O.2	Spannungs- und Stromverteilung im Rotorblatt	181
O.3	Analyse indirekter Auswirkungen	182
Literaturhinweise		183
Bilder		
Bild 1 – Einfangfläche der WEA		28
Bild 2 – Beispiel für die Einfangfläche eines Windparks (A_{DWF}) mit 10 WEA (schwarze Punkte) unter Berücksichtigung von Überlappungen		28
Bild 3 – Einfangfläche einer WEA der Höhe H_a und eines weiteren Bauwerkes der Höhe H_b , die durch ein Erdkabel der Länge L_C verbunden sind		31
Bild 4 – Beispiele für mögliche Schutzmaßnahmen gegen LEMP (nach IEC 62305-4)		46
Bild 5 – Verbindung von zwei LPZ 1 mit SPDs		47
Bild 6 – Verbindung von zwei LPZ 1 mit geschirmten Kabeln oder geschirmten Kabelkanälen.....		47
Bild 7 – Darstellung eines magnetischen Feldes innerhalb eines Gehäuses durch ein langes Verbindungskabel vom Gehäuseeintritt zur SPD.....		51
Bild 8 – Darstellung zusätzlicher Schutzmaßnahmen.....		52
Bild 9 – Beispiele für die Anordnung von Überspannungsableitern für Hochspannung in zwei typischen elektrischen Hauptstromkreisen von WEA		56
Bild A.1 – Vorgänge bei der Ausbildung eines nach unten gerichteten Wolke-Erde-Blitzes		72
Bild A.2 – Typischer Verlauf eines negativen Wolke-Erde-Blitzes (nicht maßstabsgerecht).....		73
Bild A.3 – Definition von Kurzentladungsparametern (gewöhnlich ist $T_2 < 2$ ms).....		73
Bild A.4 – Definition von Langentladungsparametern (gewöhnlich 2 ms $< T_{long} < 1$ s) (nach IEC 62305-1).....		74
Bild A.5 – Typische Komponenten von Abwärtsblitzen (typisch für ebenes Gelände und niedrige Bauwerke) (nach IEC 62305-1).....		75
Bild A.6 – Typischer Verlauf eines positiven Wolke-Erde-Blitzes		76

Bild A.7 – Vorgänge bei der Ausbildung eines nach oben gerichteten Wolke-Erde-Blitzes im Sommer und im Winter.....	76
Bild A.8 – Typischer Verlauf eines negativen, aufwärts gerichteten Blitzes.....	77
Bild A.9 – Mögliche Komponenten von Aufwärtsblitzen (typisch für exponierte und/oder hohe Bauwerke) (nach IEC 62305-1).....	79
Bild B.1 – Weltweite Winterblitzkarte auf der Basis von LLS-Daten und der Witterung. Die Farbskala beschreibt das Aktivitätsniveau mit hoch (rot), mittel (gelb), gering (grün) und keine Winterblitze (weiß).....	84
Bild B.2 – Detaillierte Winterblitzkarte auf der Basis von LLS-Daten und der Witterung. Die Farbskala beschreibt das Aktivitätsniveau mit hoch (rot), mittel (gelb), gering (grün) und keine Winterblitze (weiß).....	85
Bild B.3 – Beschreibung des Verhältnisses h/d ; „ d “ kann einen Wert zwischen 300 m und 1 000 m annehmen.....	85
Bild C.1 – Bauarten von Rotorblättern.....	105
Bild C.2 – Blitzschutzkonzeptionen für große moderne WEA-Rotorblätter.....	107
Bild C.3 – Spannungen zwischen Blitzstrompfad und Messfühlerleitung durch gegenseitige Kopplung und die Impedanz des Strompfades.....	110
Bild D.1 – Beispiel für Prüfaufbau A für die Erstblitz-Einschlagprüfung.....	118
Bild D.2 – Mögliche Ausrichtungen für Prüfaufbau A für Erstblitz-Einschlagprüfungen.....	119
Bild D.3 – Festlegung der Längsachse des Rotorblattes bei Blitzeinschlagprüfungen.....	120
Bild D.4 – Beispiel für die Anwendung von Winkeln bei der HV-Prüfung.....	120
Bild D.5 – Beispiel für einen Blitzkanal-Verbindungspunkt entfernt vom Prüfling.....	121
Bild D.6 – Prüfaufbau B für die Erstblitz-Einschlagprüfung.....	122
Bild D.7 – Typischer Schaltstoßspannungsanstieg bis zum Überschlag ($100 \mu\text{s}$ je Teilstrich).....	124
Bild D.8 – Anordnung für eine Prüfung nachfolgender Blitzeinschläge.....	127
Bild D.9 – Kurvenform der Blitzstoßspannung (nach IEC 60060-1).....	128
Bild D.10 – Kurvenform der Blitzstoßspannung mit Darstellung eines Überschlages an der Wellenfront (nach IEC 60060-1).....	128
Bild D.11 – Positionen der Hochspannungselektrode für die Prüfung nachfolgender Blitzeinschläge.....	130
Bild D.12 – Hochstrom-Prüfanordnung für die Lichtbogen-Eintrittsprüfung. Eine seitliche Verschiebung der Elektrode gegenüber der Fangeinrichtung ermöglicht die Überprüfung der Schockwellenwirkung vom Blitzkanal.....	132
Bild D.13 – Typische Strahlableitungselektroden.....	133
Bild D.14 – Beispiel für eine Prüfanordnung für Prüfungen des leitungsgeführten Stromes.....	137
Bild E.1 – Beispiele für eine allgemeingültige Definition der Blitzumgebung für Rotorblätter.....	141
Bild E.2 – Anwendung der Blitzkugelmethode für WEA.....	144
Bild E.3 – Geflecht mit großer Maschenweite für Gondeln mit GFK-Verkleidung.....	145
Bild E.4 – Geflecht mit kleiner Maschenweite für Gondeln mit GFK-Verkleidung.....	145
Bild E.5 – Zwei Schränke, die beide als LPZ 2 festgelegt sind und über die Schirmung eines geschirmten Kabels miteinander verbunden sind.....	146
Bild E.6 – Beispiel: Unterteilung von WEA in verschiedene LPZ.....	147
Bild E.7 – Beispiel dafür, wie die SPM-Unterteilung des elektrischen Systems in Schutzzonen zu dokumentieren ist, mit der Angabe, wo die Stromkreise die LPZ-Grenzen überqueren, und mit der Darstellung langer Kabel, die zwischen Turmfuß und Gondel verlaufen.....	147

Bild F.1 – Punkt-zu-Punkt-Installationsplan (nach IEC 60364-5-53).....	149
Bild F.2 – Installationsplan der Erdungsverbindungen (nach IEC 60364-5-53).....	149
Bild G.1 – Zwei Steuerschränke, die auf unterschiedlichen metallischen Ebenen in einer Gondel angeordnet sind.....	152
Bild G.2 – Mechanismus der magnetischen Kopplung	153
Bild G.3 – Messung der Transferimpedanz.....	155
Bild H.1 – Beispielstromkreis für die SPD-Entladungsstromprüfung unter Betriebsbedingungen	157
Bild H.2 – Beispielstromkreis für die Induktionsprüfung für Blitzströme.....	157
Bild I.1 – Mindestlänge (l_1) jedes Erders nach der BSA-Schutzklasse (nach IEC 62305-3).....	161
Bild I.2 – Frequenzabhängigkeit der Erdungsimpedanz (nach CIGRE WG C.4.4.02, Juli 2005 [3])	162
Bild J.1 – Beispiel für Messpunkte	165
Bild K.1 – Übersicht über die empfohlenen Gegenmaßnahmen nach der Klassifizierung der Vorfälle.....	170
Bild K.2 – Rotorblattumrisse für die Markierung der Schadensstellen.....	174
Bild O.1 – Beispiel für die Nachbildung einer Geometrie für die Spannungs- und Stromverteilung in Rotorblättern; die Blatthaut wird in der Zeichnung dargestellt, um das Verständnis zu erleichtern.....	181
Bild O.2 – Beispielgeometrie für Simulationen indirekter Auswirkungen auf die Gondel.....	182
Tabellen	
Tabelle 1 – Größtwerte von Blitzparametern nach dem Gefährdungspegel LPL (nach IEC 62305-1).....	23
Tabelle 2 – Kleinstwerte von Blitzparametern und Bemessungswert des Blitzkugelradius nach dem Gefährdungspegel LPL (nach IEC 62305-1).....	24
Tabelle 3 – Einfangflächen A_L und A_I der Versorgungsleitung in Abhängigkeit von der Verlegungsart (Freileitung oder Erdverlegung) (nach IEC 62305-2).....	30
Tabelle 4 – Parameter für die Bewertung von Risikokomponenten für WEA (nach IEC 62305-2).....	33
Tabelle 5 – Nachweisprüfung für das Entwurfskonzept von Lagern und des Schutzes von Lagern	42
Tabelle 6 – Allgemeine Inspektionsabstände der BSA	68
Tabelle A.1 – Parameter eines Wolke-Erde-Blitzes (nach IEC 62305-1)	74
Tabelle A.2 – Parameter von aufwärts gerichteten Blitzen	78
Tabelle A.3 – Zusammenfassung der nachzubildenden Blitzgefährdungsparameter, die für die Berechnung der Prüfwerte für die verschiedenen Komponenten der BSA und für die verschiedenen LPL zu berücksichtigen sind (nach IEC 62305-1) (1 von 2).....	80
Tabelle A.3 (2 von 2)	81
Tabelle B.1 – Empfohlene Werte für einzelne Standortfaktoren	83
Tabelle B.2 – Bereich der Aufwärtsblitzaktivität als Funktion der Winterblitzaktivität für Windparks in einem flachen Gelände	86
Tabelle B.3 – Schadensquellen, Schadensarten und Schadensursachen nach dem Einschlagpunkt (nach IEC 62305-2).....	87
Tabelle B.4 – Risiko für jede Schadensart und Verlustart in einer WEA (nach IEC 62305-2).....	87
Tabelle B.5 – Werte der Wahrscheinlichkeit P_A , dass ein Blitzeinschlag in eine WEA dazu führt, dass ein Lebewesen einen elektrischen Schlag durch gefährliche Berührungs- und Schrittspannungen erleidet (nach IEC 62305-2).....	91
Tabelle B.6 – Werte der Wahrscheinlichkeit P_B in Abhängigkeit von den Schutzmaßnahmen zur	

Verringerung physischer Schäden (nach IEC 62305-2).....	91
Tabelle B.7 – Werte der Wahrscheinlichkeit P_{SPD} in Abhängigkeit vom LPL, für den die SPDs ausgelegt sind (nach IEC 62305-2).....	92
Tabelle B.8 – Werte der Wahrscheinlichkeit P_{LD} in Abhängigkeit vom Widerstand R_S des Kabelschirmes und von der Steh-Stoßspannung U_W der Einrichtung (nach IEC 62305-2).....	93
Tabelle B.9 – Werte der Wahrscheinlichkeit P_{LI} in Abhängigkeit vom Widerstand R_S des Kabelschirmes und von der Steh-Stoßspannung U_W der Einrichtung (nach IEC 62305-2).....	94
Tabelle B.10 – Werte der Reduktionsfaktoren r_t und r_u in Abhängigkeit von der Art der Oberfläche des Erdbodens oder Fußbodens (nach IEC 62305-2).....	96
Tabelle B.11 – Werte der Reduktionsfaktoren r_p in Abhängigkeit von vorgesehenen Maßnahmen zur Verringerung der Folgen eines Brandes (nach IEC 62305-2).....	96
Tabelle B.12 – Werte der Reduktionsfaktoren r_f in Abhängigkeit vom Brandrisiko einer WEA (nach IEC 62305-2).....	96
Tabelle B.13 – Werte des Faktors h_Z , die den relativen Wert eines Verlustes bei Vorhandensein einer besonderen Gefährdung erhöhen (nach IEC 62305-2).....	97
Tabelle B.14 – Typische Mittelwerte für L_t , L_f und L_o (nach IEC 62305-2).....	97
Tabelle B.15 – Werte des Faktors K_d in Abhängigkeit von den Kennwerten der geschirmten Versorgungsleitung (nach IEC 62305-2).....	99
Tabelle B.16 – Werte des Faktors K_p in Abhängigkeit von den Schutzmaßnahmen (nach IEC 62305-2).....	99
Tabelle B.17 – Steh-Stoßspannung U_W in Abhängigkeit vom Kabeltyp (nach IEC 62305-2).....	99
Tabelle B.18 – Steh-Stoßspannung U_W in Abhängigkeit von der Art der Einrichtungen.....	100
Tabelle B.19 – Werte der Wahrscheinlichkeiten P'_B , P'_C , P'_V und P'_W in Abhängigkeit vom Ableitstrom I_a (nach IEC 62305-2).....	100
Tabelle C.1 – Werkstoff, Form und kleinster Nennquerschnitt von Fangleitungen, Erdeinführungen, Fangstangen und Ableitungen (nach IEC 62305-3).....	112
Tabelle C.2 – Physikalische Eigenschaften üblicher Werkstoffe für den Einsatz in BSA (nach IEC 62350-1).....	113
Tabelle C.3 – Erwärmung [K] von unterschiedlichen Leitern in Abhängigkeit von W/R (nach IEC 62305-1).....	114
Tabelle C.4 – Bereich der Verteilung direkter Blitzeinschläge bei Einsatzaktionen, bei denen Daten über die Verteilung von Einschlägen in Abhängigkeit vom Abstand von der Blattspitze bei 39 m bis 45 m langen WEA-Rotorblättern mit und ohne CFK erfasst wurden.....	115
Tabelle D.1 – Prüfstromparameter für LPL I.....	134
Tabelle D.2 – Prüfstromparameter für die Prüfung der Einwirkung von Winterblitzen.....	134
Tabelle D.3 – Prüfstromparameter für LPL I.....	138
Tabelle D.4 – Prüfstromparameter für LPL I (für flexible Pfade).....	138
Tabelle D.5 – Prüfstromparameter für die Prüfung der Einwirkung von Winterblitzen.....	139
Tabelle E.1 – Definition der Rotorblattbereiche für das Beispiel in Konzeption A.....	142
Tabelle E.2 – Definition der Rotorblattbereiche für das Beispiel in Konzeption B.....	142
Tabelle E.3 – Definition der Blitzschutzzone nach IEC 62305-1.....	143
Tabelle F.1 – Entladungs- und Stoßstrompegel für TN-Systeme nach in IEC 60364-5-53.....	151

Tabelle F.2 – Beispiele für erhöhte Entladungs- und Stoßstrompegel für TN-Systeme	151
Tabelle I.1 – Impulswirkungsgrad für verschiedene Anordnungen von Tiefenerdern bezogen auf einen senkrechten Tiefenerder mit 12 m Länge (100 %).....	162
Tabelle I.2 – In den Tabellen I.3 bis I.6 verwendete Symbole	163
Tabelle I.3 – Gleichungen für verschiedene Erderanordnungen.....	163
Tabelle I.4 – Gleichungen für erdverlegte Ringerder in Kombination mit Vertikalerdern.....	163
Tabelle I.5 – Gleichungen für erdverlegte Ringerder in Kombination mit Strahlenerdern	164
Tabelle I.6 – Gleichungen für erdverlegte gerade Horizontalerder in Kombination mit Vertikalerdern.....	164
Tabelle J.1 – Messpunkte und aufzuzeichnende Widerstände.....	166
Tabelle K.1 – Klassifizierung von Rotorblattschäden durch Blitze	168
Tabelle K.2 – Matrix der Rotorblattschäden durch Blitze unter Berücksichtigung des Risikomanagements.....	171
Tabelle K.3 – Klassifizierung von Schäden an anderen Bauteilen durch Blitze.....	172
Tabelle L.1 – Merkmale für Weitbereichs-Blitzortungssysteme	175
Tabelle L.2 – Merkmale für aktive örtliche Blitzortungssysteme	176
Tabelle N.1 – Zur Beurteilung der Ähnlichkeit zu prüfende und nachzuweisende Aussagen	180