

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
4 Symbole und Abkürzungen.....	13
4.1 Symbole.....	13
4.2 Koordinatensystem.....	17
5 Grundsätze.....	18
5.1 Allgemeines.....	18
5.2 Bemessungsverfahren.....	19
5.3 Qualitätssicherung.....	19
6 Umgebungsbedingungen.....	21
6.1 Allgemeines.....	21
6.2 KWEA-Klassen.....	21
6.3 Windbedingungen.....	22
6.4 Sonstige Umweltbedingungen.....	28
6.5 Elektrische Lastbedingungen.....	29
7 Strukturbemessung.....	30
7.1 Allgemeines.....	30
7.2 Methodologie der Bemessung.....	30
7.3 Lasten und Lastfälle.....	30
7.4 Vereinfachtes Lastmodell.....	32
7.5 Aeroelastische Modellierung.....	38
7.6 Lastmessungen.....	41
7.7 Spannungsberechnung.....	42
7.8 Sicherheitsbeiwerte.....	42
7.9 Grenzzustandsanalyse.....	43
8 Sicherheits- und Abschaltssystem.....	44
8.1 Allgemeines.....	44
8.2 Funktionsanforderungen an das Sicherheitssystem.....	45
8.3 Abschalten von Hand.....	45
8.4 Abschalten zur Instandhaltung.....	45
9 Messungen.....	45
9.1 Allgemeines.....	45
9.2 Validierung der Bemessungslasten.....	46
9.3 Messung von mechanischen Lasten.....	47
9.4 Dauerprüfung.....	47
9.5 Prüfung mechanischer Bauteile.....	50

	Seite
9.6	Sicherheit und Funktion ..... 51
9.7	Umweltprüfungen..... 51
9.8	Elektrische Prüfungen..... 52
10	Elektrische Anlage ..... 52
10.1	Allgemeines ..... 52
10.2	Schutzeinrichtungen ..... 52
10.3	Trenneinrichtungen..... 52
10.4	Erdungssysteme ..... 52
10.5	Blitzschutz..... 53
10.6	Elektrische Leiter und Kabel ..... 53
10.7	Elektrische Lasten..... 53
11	Tragende Struktur..... 54
11.1	Allgemeines ..... 54
11.2	Dynamische Anforderungen ..... 54
11.3	Umweltfaktoren ..... 54
11.4	Erdung ..... 55
11.5	Fundament..... 55
11.6	Bemessungslasten bei Zugang zur Anlage ..... 55
12	Anforderungen an die Dokumentation..... 55
12.1	Allgemeines ..... 55
12.2	Installation..... 55
12.3	Betrieb..... 56
12.4	Instandhaltung und Routineinspektion..... 56
13	Kennzeichnung der Windenergieanlage..... 58
Anhang A (informativ) Typzertifizierung kleiner Windenergieanlagen..... 59	
Anhang B (normativ) Auslegungsparameter zur Beschreibung der KWEA-Klasse S ..... 62	
Anhang C (informativ) Stochastische Turbulenzmodelle ..... 63	
Anhang D (informativ) Deterministische Turbulenzbeschreibung..... 65	
Anhang E (informativ) Teilsicherheitsbeiwerte für Materialien..... 67	
Anhang F (informativ) Herleitung der einfachen Bemessungsgleichungen..... 77	
Literaturhinweise ..... 87	
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen..... 88	
Bild 1 – Definition der Koordinatensysteme für HAWT ..... 18	
Bild 2 – Entscheidungspfad nach IEC 61400-2 ..... 20	
Bild 3 – Charakteristische Windturbulenz ..... 23	
Bild 4 – Beispiel für eine extreme Betriebsbö ( $N = 1$ , $V_{hub} = 25$ m/s) ..... 25	
Bild 5 – Beispiel für den Betrag einer extremen Richtungsänderung ( $N = 50$ , $D = 5$ m, $z_{hub} = 20$ m) ..... 26	
Bild 6 – Beispiel für eine extreme Windrichtungsänderung ( $N = 50$ , $V_{hub} = 25$ m/s) ..... 26	

	Seite
Bild 7 – Extreme kohärente Bö ( $V_{hub} = 25$ m/s) (ECG) .....	27
Bild 8 – Richtungsänderung für ECD .....	27
Bild 9 – Zeitlicher Verlauf der Richtungsänderung für $V_{hub} = 25$ m/s .....	27
Bild A.1 – Module der Typzertifizierung (nach IEC WT01 und IEC 61400-2).....	59
Bild A.2 – Elemente der Bewertung der Konstruktion (Empfehlung nach IEC 61400-2) .....	60
Bild A.3 – Elemente der Prototypmessungen (nach IEC WT01 und IEC 61400-2) .....	61
Bild E.1 – Normal- und Weibullverteilung .....	68
Bild E.2 – Typisches Wöhler-Diagramm für die Ermüdung von Glasfaser-Verbundmaterialien .....	70
Bild E.3 – Typische Umwelteffekte auf Glasfaser-Verbundmaterialien .....	70
Bild E.4 – Ermüdungsdehnungsdiagramm für „large-tow“ unidirektionale 0°-Kohlefaser/Vinylester- Verbundwerkstoffe, $R = 0,1$ und $R = 10$ .....	71
Bild E.5 – Wöhler-Kurven für die Ermüdung typischer Metalle.....	71
Bild E.6 – Ermüdungsdauerdaten für verleimtes Weichholz .....	72
Bild E.7 – Typische Wöhler-Kurve für Holz.....	73
Bild E.8 – Effekte des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Druckfestigkeit des Holzes parallel zur Faser .....	73
Bild E.9 – Effekte des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes.....	74
Bild E.10 – Effekte des Faserwinkels auf die mechanischen Eigenschaften von astfreiem Holz nach der Hankinson-Formel .....	74
Tabelle 1 – Grundparameter für KWEA-Klassen.....	21
Tabelle 2 – Bemessungslastfälle für das vereinfachte Lastberechnungsverfahren .....	33
Tabelle 3 – Kraftbeiwerte $C_f$ .....	38
Tabelle 4 – Mindestumfang an Bemessungslastfällen für aeroelastische Modelle .....	39
Tabelle 5 – Vergleichspannungen .....	42
Tabelle 6 – Teilsicherheitsbeiwerte für Materialien .....	43
Tabelle 7 – Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten .....	43
Tabelle C.1 – Spektralparameter der Turbulenz für das Modell nach Kaimal.....	63
Tabelle E.1 – Faktoren für verschiedene Wahrscheinlichkeiten und Variationen .....	68
Tabelle E.2 – Unregelmäßigkeiten der Form.....	75