

Windenergieanlagen
Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)

Wind turbines – Part 1: Design requirements
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)

Eoliennes – Partie 1: Exigences de conception
(CEI 61400-1:2005 + A1:2010)

Medieninhaber und Hersteller:

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Austrian Standards Institute

Copyright © OVE/Austrian Standards Institute – 2011.

Alle Rechte vorbehalten! Nachdruck oder
Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien
oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!

**Verkauf von in- und ausländischen Normen und
technischen Regelwerken durch**

Austrian Standards Institute
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@as-plus.at
Internet: <http://www.as-plus.at>
24-Stunden-Webshop: www.as-plus.at/shop
Tel.: +43 1 213 00-444
Fax: +43 1 213 00-818

Alle Regelwerke für die Elektrotechnik auch erhältlich bei

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien

E-Mail: verkauf@ove.at
Internet: <http://www.ove.at>
Webshop: <https://www.ove.at/webshop>
Tel.: +43 1 587 63 73
Fax: +43 1 586 74 08

ICS 27.180

Ident (IDT) mit IEC 61400-1:2005 + A1:2010 (Übersetzung)
Ident (IDT) mit EN 61400-1:2005 + A1:2010

Ersatz für siehe nationales Vorwort

zuständig OVE/Komitee
TK GMT
Generatoren, Motoren, Transformatoren

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 61400-1:2005 + A1:2010 hat sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971. Bei ihrer Anwendung ist dieses Nationale Vorwort zu berücksichtigen.

Für den Fall einer undatierten normativen Verweisung (Verweisung auf einen Standard ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste Ausgabe dieses Standards.

Für den Fall einer datierten normativen Verweisung bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Standards.

Der Rechtsstatus dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN ist zu beachten:

- Hinweise auf Veröffentlichungen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist der durch die Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz oder gegebenenfalls auf andere Weise festgelegte aktuelle Stand zu berücksichtigen.
- Informative Anhänge und Fußnoten sowie normative Verweise und Hinweise auf Fundstellen in anderen, nicht verbindlichen Texten werden von der Verbindlicherklärung nicht erfasst.

Europäische Normen (EN) werden gemäß den „Gemeinsamen Regeln“ von CEN/CENELEC durch Veröffentlichung eines identen Titels und Textes in das Gesamtwerk der ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN übernommen, wobei der Nummerierung der Zusatz ÖVE/ÖNORM bzw. ÖNORM vorangestellt wird.

Erläuterung zum Ersatzvermerk

Gemäß Vorwort zur EN wird das späteste Datum, zu dem nationale Normen, die der vorliegenden Norm entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen, mit dow (date of withdrawal) festgelegt. Bis zum Zurückziehungsdatum (dow) 2013-11-01 ist somit die Anwendung folgender Norm(en) noch erlaubt:

ÖVE/ÖNORM EN 61400-1:2006-09-01.

Deutsche Fassung

Windenergieanlagen –
Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)

Wind turbines –
Part 1: Design requirements
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)

Eoliennes –
Partie 1: Exigences de conception
(CEI 61400-1:2005 + A1:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2005-10-01 und die A1 am 2010-11-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 88/228/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 61400-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 88 „Wind turbines“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2005-10-01 als EN 61400-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61400-1:2004.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber EN 61400-1:2004 sind im Folgenden aufgeführt:

- Der Titel wurde in „Auslegungsanforderungen“ geändert, um darzulegen, dass die Norm Sicherheitsanforderungen und nicht Anforderungen für die Sicherheit oder den Schutz von Personen enthält;
- die Bezeichnungen der WEA-Klassen wurden angepasst und beziehen sich jetzt nur noch auf die Referenzwindgeschwindigkeit und den Erwartungswert der Turbulenzintensität;
- die Turbulenzmodelle wurden erweitert und enthalten ein extremes Turbulenzmodell;
- die Böenmodelle wurden angepasst und vereinfacht;
- die Auslegungslastfälle wurden neu geordnet und ergänzt;
- die Anwendung turbulenter Simulationen wird hervorgehoben und ein Verfahren für die Extrapolation von Extremlasten wird angegeben;
- die Teilsicherheitsbeiwerte wurden angepasst und vereinfacht;
- die Teilsicherheitsbeiwerte für Materialien wurden ergänzt und wurden in Abhängigkeit von Materialtyp und Komponentenklasse angegeben;
- die Anforderungen an das Betriebsführungs- und Sicherheitssystem wurden ergänzt und im Hinblick auf funktionale Daten erläutert;
- ein neuer Abschnitt über die strukturelle und elektrische Verträglichkeit wurde hinzugefügt mit ausführlichen Anforderungen für die Bewertung (Assessment) einschließlich von Angaben zu strukturiertem (komplexem) Gelände, Erdbeben und Windparkeffekten.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2008-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61400-1:2005 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60034 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60034 (nicht modifiziert).
IEC 60038	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 472 S1:1989 (modifiziert).
IEC 60146 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60146 (nicht modifiziert).
IEC 60173	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 27 S1:1978 (nicht modifiziert).

IEC 60227 (alle Teile)	ANMERKUNG	Die Reihe HD 21 steht in Beziehung zu der Reihe IEC 60227, ist aber nicht identisch.
IEC 60245 (alle Teile)	ANMERKUNG	Die Reihe HD 22 steht in Beziehung zu der Reihe IEC 60245, ist aber nicht identisch.
IEC 60269 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN/HD 60269 (modifiziert).
IEC 60439 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60439 (nicht modifiziert).
IEC 60446	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60446:1999 (nicht modifiziert).
IEC 60529	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60529:1991 (nicht modifiziert).
IEC 60898	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60898 (modifiziert).
IEC 61310-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61310-1:1995 (nicht modifiziert).
IEC 61310-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61310-2:1995 (nicht modifiziert).

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 88/374/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 61400-1:2005, ausgearbeitet von dem IEC TC 88 „Wind turbines“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-11-01 als Änderung A1 zu EN 61400-1:2005 angenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2011-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-11-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2010 zur Internationalen Norm IEC 61400-1:2005 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60034 Reihe	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60034 (teilweise modifiziert).
IEC 60146 Reihe	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60146 (nicht modifiziert).
IEC 60269 Reihe	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60269 (teilweise modifiziert).
IEC 60439 Reihe	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60439 (teilweise modifiziert).

EN 61400-1:2005 + A1:2010

IEC 60446:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60446:2007 (nicht modifiziert).
IEC 60529:1989	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60529:1991 (nicht modifiziert).
IEC 60617	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60617 (nicht modifiziert).
IEC 60898	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60898.
IEC 61310-1:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61310-1:2008 (nicht modifiziert).
IEC 61310-2:2008	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61310-2:2008 (nicht modifiziert).
ISO 9001	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9001.

Copyright OVER

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Vorwort zu A1	3
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Formelzeichen und Abkürzungen	19
4.1 Formelzeichen und Einheiten	19
4.2 Abkürzungen	21
5 Grundsätze	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Auslegungsmethoden	22
5.3 Sicherheitsklassen	22
5.4 Qualitätssicherung	22
5.5 Typschild der WEA	23
6 Externe Bedingungen	23
6.1 Allgemeines	23
6.2 WEA-Klassen	23
6.3 Windbedingungen	24
6.4 Sonstige Umweltbedingungen	32
6.5 Elektrische Netzbedingungen	34
7 Strukturauslegung	34
7.1 Allgemeines	34
7.2 Methodologie der Strukturauslegung	34
7.3 Lasten	34
7.4 Betriebsbedingungen und Auslegungslastfälle	35
7.5 Lastberechnungen	41
7.6 Teilsicherheitsbeiwerte	42
8 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	49
8.1 Allgemeines	49
8.2 Betriebsführungsfunktionen	49
8.3 Sicherheitsfunktionen	49
8.4 Bremssystem	50
9 Mechanische Systeme	51
9.1 Allgemeines	51
9.2 Montagefehler	51
9.3 Hydraulische oder pneumatische Systeme	51
9.4 Getriebe	52

	Seite
9.5 Giersystem	52
9.6 Blattverstellsystem.....	52
9.7 Mechanische Bremsen im Sicherheitssystem.....	52
9.8 Wälzlager.....	53
10 Elektrische Anlage.....	53
10.1 Allgemeines	53
10.2 Allgemeine Anforderungen an die elektrische Anlage	53
10.3 Schutzeinrichtungen.....	54
10.4 Trenneinrichtungen	54
10.5 Erdungssystem.....	54
10.6 Blitzschutz	54
10.7 Elektrische Leiter	54
10.8 Selbsterregung	54
10.9 Schutz vor elektromagnetischem Impuls durch Blitz	55
10.10 Netzverträglichkeit.....	55
10.11 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	55
11 Nachweis der strukturellen und elektrischen Eignung einer WEA für standortspezifische Bedingungen	55
11.1 Allgemeines	55
11.2 Nachweis der topographischen Komplexität des Standortes	56
11.3 Für den Nachweis benötigte Windbedingungen	56
11.4 Bewertung der Einflüsse vom Nachlauf benachbarter WEA.....	57
11.5 Bewertung sonstiger Umweltbedingungen.....	57
11.6 Bewertung der Erdbebenbedingungen	58
11.7 Bewertung der elektrischen Netzbedingungen	58
11.8 Bewertung der Bodenverhältnisse	59
11.9 Nachweis der Integrität der Konstruktion mit Bezug auf Winddaten.....	59
11.10 Nachweis der Integrität der Konstruktion durch Lastberechnungen mit Bezug auf standortspezifische Bedingungen	60
12 Installation, Endmontage und Errichtung	61
12.1 Allgemeines	61
12.2 Planung	62
12.3 Installationsbedingungen.....	62
12.4 Zugang zum Standort.....	62
12.5 Umweltbedingungen.....	62
12.6 Dokumentation	62
12.7 Annahme, Handhabung und Lagerung	63
12.8 Fundament/Verankerungssysteme	63
12.9 Endmontage der WEA.....	63
12.10 Errichtung der WEA.....	63

	Seite
12.11 Befestigungselemente und Halterungen.....	63
12.12 Krane, Hebezeuge und Hebevorrichtungen	63
13 Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung	64
13.1 Allgemeines.....	64
13.2 Anforderung an die Konstruktion für sicheren Betrieb, Inspektionen und Wartung.....	64
13.3 Anweisungen für die Inbetriebnahme	65
13.4 Handbuch für den Betreiber	65
13.5 Wartungshandbuch	67
Anhang A (normativ) Auslegungsparameter zur Beschreibung der WEA-Klasse S.....	68
Anhang B (informativ) Turbulenzmodelle	69
Anhang C (informativ) Nachweis der Erdbebenbelastung	74
Anhang D (informativ) Nachlauf und Windparkturbulenz.....	75
Anhang E (informativ) Vorhersage der Windverteilung für WEA-Standorte mit Messung-Korrelation-Vorhersage(Measure-Correlate-Predict – MCP)-Verfahren	78
Anhang F (informativ) Statistische Extrapolation von Lasten für den Tragfähigkeitsnachweis	80
Anhang G (informativ) Betriebsfestigkeitsberechnung mit der Miner-Regel mit Lastenextrapolation	88
Anhang H (informativ) Gleichzeitig auftretende Lasten	93
Literaturhinweise	96
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	98
Bild 1a – Standardabweichung der Turbulenz für das normale Turbulenzmodell (NTM).....	27
Bild 1b – Turbulenzintensität des normalen Turbulenzmodells (NTM)	27
Bild 2 – Beispiel einer extremen Betriebsbö	29
Bild 3 – Beispiel des Verlaufes der extremen Windrichtungsänderung	30
Bild 4 – Beispiel des Zeitverlaufes der extremen Windrichtungsänderung.....	30
Bild 5 – Beispiel der Amplitude einer extremen kohärenten Bö für ECD	30
Bild 6 – Richtungsänderung für ECD	31
Bild 7 – Beispiel des Zeitverlaufes der Richtungsänderung.....	31
Bild 8 – Beispiel eines extremen positiven und negativen vertikalen Windgradienten, Windprofil vor Beginn ($t = 0$, gestrichelt) und bei maximalem Gradienten ($t = 6$ s, durchgezogen)	32
Bild 9 – Beispiel des Zeitverlaufes der Windgeschwindigkeit am oberen und unteren Punkt des Rotors zur Darstellung des transienten positiven Windgradienten.....	32
Bild D.1 – Anordnung innerhalb eines Windparks mit mehr als zwei Reihen	77
Tabelle 1 – Grundparameter für WEA-Klassen.....	24
Tabelle 2 – Auslegungslastfälle.....	37
Tabelle 3 – Teilsicherheitsbeiwerte für die Lasten γ_f	45
Tabelle 5 – Geforderte Mindest-Sicherheitsbeiwerte S_H und S_F für das Giersystem	52
Tabelle 4 – Bewertung von komplexem Gelände	56
Tabelle B.1 – Spektrale Parameter der Turbulenz für das Kaimal-Modell.....	73

	Seite
Tabelle D.1 – Anzahl zu berücksichtigender nächster WEA.....	76
Tabelle F.1 – Parameter, die zur Ermittlung von Vertrauensbereichen auf der Basis der Binominalverteilung notwendig sind	85
Tabelle F.2 – Überschreitenswahrscheinlichkeiten der Kurzzeitbelastung als Funktion der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe für verschiedene WEA-Klassen zur Anwendung mit dem IFORM-Verfahren.....	87
Tabelle H.1 – Matrix der extremen Belastung	93

Copyright OVER

Einleitung

Dieser Teil der IEC 61400 zeigt die Mindestanforderungen für die Sicherheit von Windenergieanlagen auf und ist nicht als vollständige Entwurfsgrundlage oder als Bedienungsanleitung gedacht.

Jede Forderung der Norm kann unerfüllt bleiben, wenn in geeigneter Form nachgewiesen werden kann, dass die Sicherheit der Anlage nicht gefährdet ist. Dieser Verzicht gilt jedoch nicht für die Klassifizierung und die dazugehörigen Definitionen der externen Bedingungen in Abschnitt 6. Konformität mit dieser Norm entbindet keine Person, Organisation oder Firma von der Verantwortung, andere anzuwendende Regularien zu beachten.

Es ist nicht beabsichtigt, in dieser Internationalen Norm Anforderungen für Offshore-Windenergieanlagen, speziell nicht für die Tragstruktur anzugeben. Es wird ein Dokument für Offshore-Installationen erstellt.

Copyright OVER

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der EN 61400 behandelt die wesentlichen Auslegungsanforderungen zur Sicherstellung der technischen Integrität von Windenergieanlagen (WEA). Der Zweck der Norm besteht darin, für ein angemessenes Schutzniveau gegen Schäden aus Risiken während der geplanten Lebensdauer zu sorgen.

Die Norm gilt für alle WEA-Komponenten wie Betriebsführungs- und Sicherheitssysteme, interne elektrische Systeme, mechanische Systeme und tragende Strukturen.

Die Norm gilt für WEA jeder Größe. Für kleine Windenergieanlagen kann EN 61400-2 angewendet werden.

Die vorliegende Norm sollte in Verbindung mit den entsprechenden IEC/ISO-Normen, die in Abschnitt 2 angegeben sind, angewandt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60204-11, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60364-5-54, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60721-2-1, *Classification of environmental conditions – Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature – Temperature and humidity*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61400-2, *Wind turbines – Part 2: Design requirements for small wind turbines*

IEC 61400-21, *Wind turbines – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines*

IEC 61400-24, *Wind turbines – Part 24: Lightning protection*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

IEC 62305-4, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

ISO 76:2006, *Rolling bearings – Static load ratings*

ISO 281, *Rolling bearings – Dynamic load ratings and rating life*