

	Windenergieanlagen Teil 21: Messung und Bewertung der Netzverträglichkeit von netzgekoppelten Windenergieanlagen (IEC 61400-21:2001) Deutsche Fassung EN 61400-21:2002	DIN EN 61400-21
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0127 Teil 21
ICS 27.180 Wind turbine generator systems Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines (IEC 61400-21:2001); German version EN 61400-21:2002 Aérogénérateurs Partie 21: Mesurage et évaluation des caractéristiques de qualité de puissance des éoliennes connectées au réseau (CEI 61400-21:2001); Version allemande EN 61400-21:2002 Die Europäische Norm EN 61400-21:2002 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61400-21 wurde am 2002-02-01 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 383 „Windenergieanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 88/101/CD (VDE 0127 Teil 21):1999-09. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 88 „Wind turbine systems“ erarbeitet. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 45 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60034-1:1998 + A1:1998 + A2: 1999	IEC 60034-1:1996, mod. + A1:1997 + A2: 1999	DIN EN 60034-1 (VDE 0530 Teil 1):2000-09	VDE 0530 Teil 1
EN 60044-1:1999 + A1:2000	IEC 60044-1:1996 + A1:2000	DIN EN 60044-1 (VDE 0414 Teil 1):2001-11	VDE 0414 Teil 1
–	IEC 60050-161:1990 + A1:1997 + A2:1998	IEV Kapitel 161:2000-08	–
–	IEC 60050-393:1996	IEV Kapitel 393:2001-03	–
–	IEC 60050-415:1999	IEV Kapitel 415:2000-02	–
–	IEC 60186:1987 + A1:1988 + A2: 1995 IEC 60185:1987	DIN 42600-1:1973-08	–
EN 60688:1992 + A1:1999 + A2:2001	IEC 60688:1992 + A1:1997 + A2:2001	DIN EN 60688:2002-04	–
EN 61000-4-7:1993	IEC 61000-4-7:1991	DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847 Teil 4-7):1994-08	VDE 0847 Teil 4-7
EN 61000-4-15:1998	IEC 61000-4-15:1997	DIN EN 61000-4-15 (VDE 0847 Teil 4-15):1998-11	VDE 0847 Teil 4-15
EN 61800-3:1996 + A11:2000	IEC 61800-3:1996	DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100):2001-02	VDE 0160 Teil 100

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN EN 60034-1 (VDE 0530 Teil 1), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1:1996, modifiziert + A1:1997 + A2:1999); Deutsche Fassung EN 60034-1:1998 + A1:1998 + A2:1999.*

DIN EN 60044-1 (VDE 0414 Teil 1), *Messwandler – Teil 1: Stromwandler (IEC 60044-1:1999 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 60044-1:1999 + A1:2000 (daneben gilt DIN EN 60044-1 (2000-04) noch bis 2003-09-01).*

IEV Teil 161, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, Änderung 1:1997-10 und Änderung 2: 1998-04.*

IEV Teil 393, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 393: Nukleare Instrumentierung: Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe; Teil 1: Ionisierende Strahlung und Radioaktivität; Hauptabschnitt 393-01: Teilchen; Identisch mit IEC 60050-393:1996-10.*

IEV Teil 415, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 415: Windenergieanlagen; Identisch mit IEC 60050-415:1999-04.*

DIN 42600-1, *Messwandler für 50 Hz, Reihen 0,5 bis 45 N, U(index)m von 0,6 bis 52 kV, Allgemeine Richtlinien.*

DIN EN 60688, *Elektrische Messumformer für die Umwandlung von Wechselstromgrößen in analoge oder digitale Signale (IEC 60688:1992 + A1:1997, modifiziert + A2:2001); Deutsche Fassung EN 60688:1992 + A1:1999 + A2:2001.*

DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847 Teil 4-7), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 7: Allgemeiner Leitfadens für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten (IEC 61000-4-7:1991); Deutsche Fassung EN 61000-4-7:1993.*

DIN EN 61000-4-15 (VDE 0847 Teil 4-15), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 15: Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation (IEC 61000-4-15:1997); Deutsche Fassung EN 61000-4-15:1998.*

DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100), *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 3: EMV-Produktnorm einschließlich spezieller Prüfverfahren (IEC 61800-3:1996); Deutsche Fassung EN 61800-3:1996 + A11:2000.*

– Leerseite –

Windenergieanlagen
Teil 21: Messung und Bewertung der Netzverträglichkeit von netzgekoppelten
Windenergieanlagen
(IEC 61400-21:2001)

Wind turbine generator systems
Part 21: Measurement and assessment of
power quality characteristics of grid connected
wind turbines
(IEC 61400-21:2001)

Aérogénérateurs
Partie 21: Mesurage et évaluation des
caractéristiques de qualité de puissance des
éoliennes connectées au réseau
(CEI 61400-21:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-02-01 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 80/144/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61400-21, ausgearbeitet von dem IEC TC 88 „Wind turbine systems“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-02-01 als EN 61400-21 angenommen.

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): 2002-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-02-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61400-21:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Kurzzeichen und Einheiten	9
5 Abkürzungen	11
6 Charakteristische Parameter für die Netzverträglichkeit einer WEA.....	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Bemessungsdaten	12
6.3 Größte zulässige Leistung	12
6.4 Größte gemessene Leistung	12
6.5 Blindleistung	12
6.6 Spannungsschwankungen	12
6.7 Oberschwingungen.....	13
7 Messverfahren	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Bemessungsdaten	17
7.3 Größte zulässige Leistung	17
7.4 Größte gemessene Leistung	17
7.5 Blindleistung	17
7.6 Spannungsschwankungen	18
7.7 Oberschwingungen.....	24
8 Bewertung der Netzverträglichkeit	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Dauerspannung	25
8.3 Spannungsschwankungen	25
8.4 Oberschwingungen.....	28
Anhang A (informativ) Beispielformat für einen Prüfbericht	29
Anhang B (informativ) Spannungsschwankungen und Flicker	34
Literaturhinweise	43
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	44
Bild 1 – Angenommene Elemente des Messsystems	16
Bild 2 – Fiktives Verbundnetz zur Simulation der fiktiven Spannung	18
Bild B.1 – Mess- und Bewertungsverfahren für den Flicker bei Dauerbetrieb der WEA	34
Bild B.2 – Mess- und Bewertungsverfahren für Spannungsänderungen und Flicker bei Schaltvorgängen der WEA	35
Bild B.3 – Flickerbeiwert als Funktion der Windgeschwindigkeit.....	36

Tabelle 1 – Festlegung von Anforderungen für das Messsystem	16
Tabelle 2 – Spezifikation der Exponenten nach IEC 61000-3-6	28
Tabelle B.1 – Anzahl der Messungen $N_{m,i}$ und Häufigkeit des Auftretens von $f_{m,i}$ und $f_{y,i}$ für jedes Windgeschwindigkeitsbin im Bereich zwischen der Einschaltwindgeschwindigkeit bis 15 m/s	37
Tabelle B.2 – Wichtungsfaktor w_i für jedes Windgeschwindigkeitsbin	37
Tabelle B.3 – Gesamtsumme des Wichtungsfaktors multipliziert mit der Anzahl der Messungen für alle Windgeschwindigkeitsbins	38
Tabelle B.4 – Gewichtete akkumulierte Verteilung der Flickerbeiwerte $Pr(c < x)$ für jede Windgeschwindigkeitsverteilung	39
Tabelle B.5 – Resultierender Flickerbeiwert im Dauerbetrieb	40
Tabelle B.6 – Wahrscheinlichkeiten und Quantile für unterschiedliche Windgeschwindigkeiten	40

Einleitung

Der Zweck dieses Teils der IEC 61400 ist die Bereitstellung einer einheitlichen Methodik, die die Übereinstimmung und Genauigkeit bei der Messung und Bewertung der Kennwerte der Netzverträglichkeit von Windenergieanlagen (WEAs) sicherstellt, die an ein Verbundnetz angeschlossen sind. In dieser Beziehung umfasst der Begriff „Netzverträglichkeit“ diejenigen elektrischen Kennwerte der WEA, die die Qualität der Spannung des Verbundnetzes beeinflussen, an das die WEA angeschlossen ist. Die Norm wurde mit der Erwartung erstellt, dass sie angewendet wird von:

- WEA-Herstellern, die eine Erfüllung wohldefinierter Kennwerte der Netzverträglichkeit anstreben;
- WEA-Käufern bei der genauen Festlegung dieser Kennwerte der Netzverträglichkeit;
- WEA-Betreibern, von denen eine Überprüfung verlangt werden kann, ob diese angegebenen oder geforderten Kennwerte der Netzverträglichkeit erfüllt werden;
- WEA-Planern oder -Einrichtern, die in der Lage sein müssen, die Auswirkung einer WEA auf die Spannungsqualität genau und angemessen zu bestimmen, um sicherzustellen, dass die Einrichtung so ausgelegt ist, dass die Anforderungen an die Spannungsqualität beachtet wurden;
- WEA-Zertifizierungsstellen oder Bauteilprüforganisationen bei der Bewertung der Kennwerte der Netzverträglichkeit der WEA;
- Planern oder Einrichtern des elektrischen Netzes, die in der Lage sein müssen, den geforderten Verbundnetzanschluss einer WEA festzusetzen.

Die vorliegende Norm gibt Empfehlungen für die Vorbereitung der Messungen und die Bewertung der Kennwerte der Netzverträglichkeit von an ein Verbundnetz angeschlossenen WEAs. Die Norm unterstützt die Gruppen, die an der Herstellung, Installationsplanung, Beschaffung von Genehmigungen, am Betrieb, an der Nutzung, der Prüfung von WEAs und der Erstellung von Vorschriften für WEAs beteiligt sind. Die in der vorliegenden Norm empfohlenen Mess- und Auswertungstechniken sollten von allen Gruppen angewendet werden, um sicherzustellen, dass die fortlaufende Entwicklung und der Betrieb von WEAs in einer Atmosphäre einer beständigen und genauen Kommunikation stattfindet.

Diese Norm unterbreitet Mess- und Auswertungsverfahren, von denen angenommen wird, dass sie beständige Ergebnisse liefern, die von anderen nachvollzogen werden können.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61400 beinhaltet:

- die Festlegung von Größen, die für die Charakterisierung der Netzverträglichkeit einer an ein Verbundnetz angeschlossenen WEA zu bestimmen sind;
- Messverfahren für die zahlenmäßige Festlegung der Kennwerte;
- Verfahren für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Netzverträglichkeit einschließlich der Bewertung der Netzverträglichkeit, die von WEAs erwartet wird, wenn sie an einem bestimmten Standort möglicherweise in Gruppen errichtet werden.

Die Messverfahren gelten für einzelne WEAs mit einem Dreiphasenanschluss an ein Verbundnetz und solange die WEA nicht so betrieben wird, dass sie die Frequenz oder Spannung an einer Stelle im Netz aktiv regelt. Die Messverfahren gelten für WEAs jeder Größe, obwohl die vorliegende Norm nur die Prüfung und Charakterisierung von WEAs mit Verknüpfungspunkt im öffentlichen Netz mit Mittelspannung oder Hochspannung fordert.

Die gemessenen Kennwerte sind nur für die spezielle Konfiguration der bewerteten WEA gültig. Andere Konfigurationen einschließlich veränderter Betriebsführungsparameter, die verursachen, dass sich die WEA bezüglich der Netzverträglichkeit anders verhält, erfordern eine eigene Bewertung.

Die Messverfahren sind so unabhängig vom Errichtungsort wie möglich angelegt, so dass die Kennwerte der Netzverträglichkeit, die beispielsweise am Prüfstandort gemessen wurden, auch an anderen Standorten als gültig betrachtet werden können.

Die Verfahren für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Netzverträglichkeit sind für WEAs mit einem Verknüpfungspunkt im öffentlichen Netz mit Mittelspannung oder Hochspannung gültig in Energiesystemen mit einer feststehenden Frequenz innerhalb von ± 1 Hz, ausreichenden Möglichkeiten der Wirk- und Blindleistungsregelung und ausreichender Last zur Aufnahme der erzeugten Windenergie. In anderen Fällen dürfen die Prinzipien für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Netzverträglichkeit trotzdem noch als Leitfaden benutzt werden.

ANMERKUNG 1 In dieser Norm werden folgende Definitionen für Systemspannungen verwendet:

- Niederspannung (LV) bezieht sich auf $U_n \leq 1$ kV;
- Mittelspannung (MV) bezieht sich auf $1 \text{ kV} < U_n \leq 35$ kV;
- Hochspannung (HV) bezieht sich auf $U_n > 35$ kV.

ANMERKUNG 2 Das Thema der Zwischenharmonischen wird in dieser Norm nicht behandelt, es ist jedoch in Beratung und es wird erwartet, dass vom betreffenden IEC-Komitee geeignete Mess- und Bewertungsverfahren aufgestellt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil von IEC 61400 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender von IEC 61400 werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*.

IEC 60044-1, *Instrument transformers – Part 1: Current transformers*.

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*.

IEC 60050(393), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*.

IEC 60050(415), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 415: Wind turbine generator systems*.

IEC 60186, *Voltage transformers. Amendment 1 (1988), Amendment 2 (1995)*.

IEC 60688, *Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals*.

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*.

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*.

IEC 61800-3, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 61400 gelten folgende Begriffe.

3.1**Dauerbetrieb (einer WEA)**

normaler Betrieb der WEA mit Ausnahme von Einschalt- und Abschaltvorgängen

3.2**Einschaltwindgeschwindigkeit (einer WEA)**

kleinste Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, bei der die WEA beginnt, Leistung zu erzeugen

[IEV 415-03-05]

3.3**Flickerbeiwert für den Dauerbetrieb (einer WEA)**

normiertes Maß der Flickeremission beim Dauerbetrieb der WEA:

$$c(\psi_k) = P_{st, fic} \cdot \frac{S_{k, fic}}{S_n}$$

Dabei ist

- $P_{st, fic}$ die Flickeremission der WEA am fiktiven Verbundnetz;
 S_n die Bemessungsscheinleistung der WEA;
 $S_{k, fic}$ die Kurzschlusscheinleistung des fiktiven Verbundnetzes.

ANMERKUNG Der Flickerbeiwert für den Dauerbetrieb ist für kurze Zeitabschnitte (10 min) und lange Zeitabschnitte (2 h) gleich.

3.4**Flickerformfaktor (einer WEA)**

normiertes Maß der Flickeremission aufgrund eines einzelnen Schaltvorganges der WEA

$$k_f(\psi_k) = \frac{1}{130} \cdot \frac{S_{k, fic}}{S_n} \cdot P_{st, fic} \cdot T_p^{0,31}$$

Dabei ist

- T_p die Messdauer, die lange genug sein muss, um das Abklingen der Transienten des Schaltvorganges sicherzustellen, jedoch auch begrenzt werden muss, um mögliche Leistungsschwankungen aufgrund von Turbulenzen auszuschließen;
 $P_{st, fic}$ die Flickeremission der WEA am fiktiven Verbundnetz;
 S_n die Bemessungsscheinleistung der WEA;
 $S_{k, fic}$ die Kurzschlusscheinleistung des fiktiven Verbundnetzes.

3.5**größte zulässige Leistung (einer WEA)**

mittlere 10-Minuten-Leistung der WEA, die unabhängig von der Wetterlage und vom Zustand des Verbundnetzes nicht überschritten werden darf

3.6**größte gemessene Leistung (einer WEA)**

Leistung (mit einer festgelegten Zeit, über der der Mittelwert gebildet wird), die beim Dauerbetrieb der WEA beobachtet wird

3.7**Phasenwinkel der Netzimpedanz**

Phasenwinkel der Netzkurzschlussimpedanz:

$$\psi_k = \arctan(X_k / R_k)$$

Dabei ist

- X_k der Kurzschlussblindwiderstand des Netzes;

R_k der Kurzschlusswirkwiderstand des Netzes.

3.8

Normalbetrieb (einer WEA)

fehlerfreier Betrieb, der der Beschreibung im WEA-Handbuch entspricht

[IEV 393-08-12, modifiziert]

3.9

Ausgangsleistung (einer WEA)

elektrische Wirkleistung, die an den Anschlüssen der WEA abgegeben wird

[IEV 415-04-02, modifiziert]

3.10

Verknüpfungspunkt PCC

Punkt in einem Elektrizitätsversorgungsnetz, der elektrisch einem speziellen Verbraucher am nächsten liegt und an den andere Verbraucher angeschlossen sind oder sein können

ANMERKUNG 1 Diese Verbraucher können entweder Geräte, Einrichtungen oder Systeme oder bestimmte Anlagen beim Kunden sein.

ANMERKUNG 2 In einigen Anwendungen ist die Benennung „Verknüpfungspunkt“ auf öffentliche Netze beschränkt.

[IEV 161-07-15, modifiziert]

3.11

elektrisches Kraftwerksnetz (einer WEA)

elektrisches Netz, das die Ausgangsleistung einer WEA aufnimmt und in ein Stromversorgungsnetz speist

[IEV 415-04-06, modifiziert]

3.12

Bemessungsscheinleistung (einer WEA)

Scheinleistung einer WEA, wenn diese bei Bemessungsleistung und Nennspannung und -frequenz betrieben wird

$$S_n = \sqrt{P_n^2 + Q_n^2}$$

Dabei ist

P_n die Bemessungsleistung;

Q_n die entsprechende Blindleistung.

3.13

Bemessungsstrom (einer WEA)

Strom einer WEA, wenn diese bei Bemessungsleistung und Nennspannung und -frequenz betrieben wird

3.14

Bemessungsleistung (einer WEA)

maximale Dauerausgangsleistung unter normalen Betriebsbedingungen, für die eine WEA ausgelegt ist

[IEV 415-04-03, modifiziert]

3.15

Bemessungswindgeschwindigkeit (einer WEA)

Windgeschwindigkeit, bei der die Bemessungsleistung einer WEA erreicht wird

[IEV 415-03-04, modifiziert]

3.16

Bemessungsblindleistung (einer WEA)

Blindleistung einer WEA, wenn diese bei Bemessungsleistung und Nennspannung und -frequenz betrieben wird

3.17**Stillstand (einer WEA)**

Zustand einer WEA, die stillgesetzt wurde

[IEV 415-01-15, modifiziert]

3.18**Einschalten (einer WEA)**

Übergangszustand einer WEA zwischen Stillstand und Leistungserzeugung

3.19**Schaltvorgang (einer WEA)**

Einschalten oder Schalten zwischen Generatoren

3.20**Turbulenzintensität**

Verhältnis der Standardabweichung der Windgeschwindigkeit zur mittleren Windgeschwindigkeit, beide aus denselben Windgeschwindigkeits-Messdaten bestimmt, die über eine festgelegte Dauer ermittelt wurden

[IEV 415-03-25]

3.21**Spannungsänderungsfaktor (einer WEA)**

normiertes Maß der Spannungsänderung aufgrund eines Schaltvorganges der WEA:

$$k_u(\psi_k) = \sqrt{3} \times \frac{U_{\text{fic,max}} - U_{\text{fic,min}}}{U_n} \cdot \frac{S_{k,\text{fic}}}{S_n}$$

Dabei sind

$U_{\text{fic,min}}$ und $U_{\text{fic,max}}$ die kleinsten und größten Effektivwerte einer Periode der Spannung zwischen Phase und Nulleiter am fiktiven Verbundnetz während des Schaltvorganges;

U_n die Nennspannung zwischen den Phasen;

S_n die Bemessungsscheinleistung der WEA;

$S_{k,\text{fic}}$ die Kurzschlusscheinleistung des fiktiven Verbundnetzes.

ANMERKUNG Der Spannungsänderungsfaktor k_u ähnelt k_i , dem Verhältnis zwischen dem größten Einschaltstrom und dem Bemessungsstrom, jedoch ist k_u eine Funktion des Phasenwinkels der Netzimpedanz. Der höchste Wert von k_u liegt zahlenmäßig nahe k_i .

3.22**Windenergieanlage WEA**

System, das kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandelt

3.23**Anschlussklemmen der Windenergieanlage**

Punkt, der ein Teil der WEA ist und vom Lieferanten der WEA gekennzeichnet wird, an dem die WEA an das elektrische Kraftwerksnetz angeschlossen werden kann

4 Kurzzeichen und Einheiten

In der vorliegenden Norm werden folgende Kurzzeichen und Einheiten verwendet.

$\frac{\Delta U_{\text{dyn}}}{U_n}$ maximale zulässige Spannungsänderung (%)

ψ_k Phasenwinkel der Netzimpedanz (Grad)

$\alpha_m(t)$ Phasenwinkel der Grundschiwingung der gemessenen Spannung (Grad)

β	Exponent in Verbindung mit der Addition der Oberschwingungen
$c(\psi_k)$	Flickerbeiwert für den Dauerbetrieb
d	relative Spannungsänderung (%)
E_{pli}	Grenzwert für eine Langzeit-Flickeremission
E_{psti}	Grenzwert für eine Kurzzeit-Flickeremission
f_g	Grundfrequenz des Verbundnetzes (Hz)
$f_{m,i}$	Häufigkeit des Auftretens von Werten des Flickerbeiwertes innerhalb des i-ten Bins der Windgeschwindigkeit
$f_{y,i}$	Häufigkeit des Auftretens der Windgeschwindigkeiten innerhalb des i-ten Bins der Windgeschwindigkeit
h	Ordnungszahl der Oberschwingung
$I_{h,i}$	Oberschwingungsstromverzerrung h-ter Ordnung der i-ten WEA (A)
$i_m(t)$	gemessener Momentanstrom (A)
I_n	Bemessungsstrom (A)
$k_f(\psi_k)$	Flickerformfaktor
k_i	Verhältnis des maximalen Einschaltstromes zum Bemessungsstrom
$k_u(\psi_k)$	Spannungsänderungsfaktor
L_{fic}	Induktivität eines fiktiven Verbundnetzes (H)
N_{10}	maximale Anzahl einer Art von Schaltvorgängen innerhalb eines Zeitabschnittes von 10 min
N_{120}	maximale Anzahl einer Art von Schaltvorgängen innerhalb eines Zeitabschnittes von 120 min
N_{bin}	Gesamtanzahl von Bins der Windgeschwindigkeit zwischen v_{cut-in} und 15 m/s
n_i	Übersetzungsverhältnis des Transformators an der i-ten WEA
N_m	Gesamtanzahl gemessener Werte für den Flickerbeiwert
$N_{m,i}$	Anzahl gemessener Werte für den Flickerbeiwert innerhalb des i-ten Bins der Windgeschwindigkeit
$N_{m,i,c < x}$	Anzahl von Werten für den Flickerbeiwert, die innerhalb des i-ten Bins der Windgeschwindigkeit kleiner als x sind
N_{wt}	Anzahl von WEAs
$P_{0,2}$	größte gemessene Leistung (0,2-Sekunden-Mittelwert) (W)
P_{60}	größte gemessene Leistung (60-Sekunden-Mittelwert) (W)
P_{lt}	Langzeit-Flickerstörfaktor
P_{mc}	größte zulässige Leistung (W)
P_n	Bemessungsleistung einer WEA (W)

$Pr(c < x)$	akkumulierte Verteilung von c
P_{st}	Kurzzeit-Flickerstörfaktor
$P_{st, fic}$	Kurzzeit-Flickerstörfaktor im fiktiven Verbundnetz
$Q_{0,2}$	Blindleistung (0,2-Sekunden-Mittelwert) bei $P_{0,2}$ (var)
Q_{60}	Blindleistung (60-Sekunden-Mittelwert) bei P_{60} (var)
Q_{mc}	Blindleistung bei P_{mc} (var)
Q_n	Bemessungsblindleistung einer WEA (var)
R_{fic}	Widerstand des fiktiven Verbundnetzes (Ω)
$S_{0,2}$	Scheinleistung (0,2-Sekunden-Mittelwert) bei $P_{0,2}$ (VA)
S_{60}	Scheinleistung (60-Sekunden-Mittelwert) bei P_{60} (VA)
S_k	Kurzschlusscheinleistung des Verbundnetzes (VA)
$S_{k, fic}$	Kurzschlusscheinleistung des fiktiven Verbundnetzes (VA)
S_{mc}	Scheinleistung bei P_{mc} (VA)
S_n	Bemessungsscheinleistung einer WEA (VA)
T_p	Übergangszeit für einen Schaltvorgang (s)
$u_0(t)$	Phasen-Nullleiter-Momentanspannung einer idealen Spannungsquelle (V)
$u_{fic}(t)$	simulierte Phasen-Nullleiter-Momentanspannung am fiktiven Verbundnetz (V)
$U_{fic, max}$	größte Phasen-Nullleiter-Spannung am fiktiven Verbundnetz (V)
$U_{fic, min}$	kleinste Phasen-Nullleiter-Spannung am fiktiven Verbundnetz (V)
U_n	Nennspannung zwischen den Phasen (V)
v_a	mittlere jährliche Windgeschwindigkeit (m/s)
v_{cut-in}	Einschaltwindgeschwindigkeit (m/s)
v_i	Mittelpunkt des i-ten Bins der Windgeschwindigkeit
w_i	Wichtungsfaktor für das i-te Bin der Windgeschwindigkeit
X_{fic}	Blindwiderstand des fiktiven Verbundnetzes (Ω)

5 Abkürzungen

In der vorliegenden Norm werden folgende Abkürzungen benutzt.

A/D-Wandler	Analog-Digital-Wandler
HV	Hochspannung
LV	Niederspannung