

# Verordnung zu Systemdienstleistungen durch Windenergieanlagen (Systemdienstleistungsverordnung - SDLWindV)

SDLWindV

Ausfertigungsdatum: 03.07.2009

Vollzitat:

"Systemdienstleistungsverordnung vom 3. Juli 2009 (BGBl. I S. 1734), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1634) geändert worden ist"

**Stand:** Zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 28.7.2011 I 1634

## Fußnote

(+++ Testnachweis ab: 11.10.2009 +++)

## Eingangsformel

Auf Grund des § 64 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) verordnet die Bundesregierung:

## Teil 1 Allgemeine Vorschriften

### § 1 Anwendungsbereich

Diese Verordnung regelt

1. die technischen und betrieblichen Vorgaben nach § 6 Absatz 5 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und
2. die Anforderungen an den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 66 Absatz 1 Nummer 8 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und wie der Nachweis zu führen ist.

## Teil 2 Neue Windenergieanlagen

### § 2 Anschluss an das Mittelspannungsnetz

(1) Betreiberinnen und Betreiber von Windenergieanlagen nach § 29 und § 30 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Anlagen oder durch zusätzliche technische oder betriebliche Einrichtungen die Anforderungen der technischen Richtlinie des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“, Ausgabe Juni 2008 (Mittelspannungsrichtlinie 2008) (BAnz. Nr. 67a vom 6. Mai 2009) in Verbindung mit „Regelungen und Übergangsfristen für bestimmte Anforderungen in Ergänzung zur technischen Richtlinie: Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“, Stand 15. Februar 2011 (Ergänzung vom 15. Februar 2011) (BAnz. Nr. 51 vom 31. März 2011, S. 1189) erfüllen, soweit in dieser Verordnung nichts Abweichendes geregelt ist.

(2) Abschnitt 2.5.1.2 der Mittelspannungsrichtlinie 2008 in Verbindung mit der Ergänzung vom 15. Februar 2011 gilt mit der Maßgabe, dass während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines Blindstroms in das Netz gemäß Nummer II.12.d und Nummer II.12.e der Anlage 1 sichergestellt werden muss.

### **§ 3 Anschluss an das Hoch- und Höchstspannungsnetz**

Betreiberinnen und Betreiber von Windenergieanlagen nach § 29 und § 30 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die an das Hoch- und Höchstspannungsnetz angeschlossen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Anlagen oder durch zusätzliche technische oder betriebliche Einrichtungen die Anforderungen des „TransmissionCodes 2007 – Netz- und Systemregeln der deutschen Übertragungsnetzbetreiber“, Ausgabe Version 1.1 August 2007 (TransmissionCode 2007) (BAnz. Nr. 67a vom 6. Mai 2009) nach Maßgabe der Anlage 1 erfüllen.

### **§ 4 Anschluss verschiedener Anlagen an einem Netzverknüpfungspunkt**

Die technischen und betrieblichen Vorgaben nach § 6 Absatz 5 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes gelten als erfüllt, wenn mehrere Windenergieanlagen an einen Netzverknüpfungspunkt angeschlossen werden, von denen mindestens eine bis zum 31. März 2011 in Betrieb genommen wurde, und die Anforderungen nach § 2 oder § 3 mit Maßgabe der folgenden Anforderungen erfüllt werden:

1. die Anforderungen an die verfügbare Blindleistungsbereitstellung auch nach Maßgabe der Anlage 2 und
2. die Anforderungen an die Blindstrombereitstellung zur dynamischen Netzstützung nach Maßgabe des TransmissionCodes 2007 auch an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators oder einem in der Wirkung vergleichbaren Bezugspunkt.

## **Teil 3 Alte Windenergieanlagen**

### **§ 5 Voraussetzungen für den Systemdienstleistungs-Bonus**

Betreiberinnen und Betreiber derjenigen Windenergieanlagen, die nach dem 31. Dezember 2001 und vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen worden sind, haben Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus nach § 66 Absatz 1 Nummer 8 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, wenn sie nach dem 31. Dezember 2011 und vor dem 1. Januar 2016 erstmals die in Anlage 3 festgelegten Anforderungen am Netzverknüpfungspunkt oder an einem anderen zwischen Netzverknüpfungspunkt und Windenergieanlage gelegenen Punkt erfüllen.

## **Teil 4 Nachweis und Schlussbestimmungen**

### **§ 6 Zertifikate, Sachverständigengutachten und Prototypen**

(1) Der Nachweis, dass die Voraussetzungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, ist durch die Vorlage von Einheitenzertifikaten nach dem Verfahren des Kapitels 6.1 der Mittelspannungsrichtlinie 2008 in Verbindung mit der Ergänzung vom 15. Februar 2011 und durch das Gutachten einer oder eines Sachverständigen zu erbringen. Treten bei der Berechnung nach Nummer 2.3 der Ergänzung vom 15. Februar 2011 mehr als sechs Überschreitungen auf, gelten die Anforderungen dieser Verordnung solange als erfüllt, wie die für diesen Fall dort vorgesehenen Anforderungen eingehalten und dies nach dem dort beschriebenen Verfahren nachgewiesen wird. Für Anlagen im Sinne der Übergangsbestimmung des § 8 Absatz 1 gilt Nummer 2.3 der Ergänzung vom 15. Februar 2011 mit der Maßgabe, dass die Fristen nicht mit der Inbetriebsetzung der Anlage, sondern dem 1. April 2012 zu Laufen beginnen. Die Erstellung der Zertifikate und die Begutachtung müssen nach dem Stand der Technik durchgeführt werden. Zertifizierer müssen nach DIN EN 45011:1998<sup>\*)</sup> akkreditiert sein.

(2) Der Nachweis, dass die Voraussetzungen des § 5 in Verbindung mit Anlage 3 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, kann durch Einheitenzertifikate und durch das Gutachten einer oder eines Sachverständigen erbracht werden. Absatz 1 Satz 2 und 3 gelten entsprechend.

(3) Ist eine Windenergieanlage ein Prototyp, so gelten die Anforderungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 in einem Zeitraum von zwei Jahren ab der Inbetriebnahme der Anlage für den Vergütungsanspruch nach § 16 Absatz 6 in Verbindung mit § 6 Nummer 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes als erfüllt. Abweichend von Absatz 1 muss für den Prototyp der Nachweis, dass die Voraussetzungen der §§ 2 bis 4 in Verbindung mit den Anlagen 1 und 2 am Netzverknüpfungspunkt eingehalten werden, binnen

zwei Jahren nach der Inbetriebnahme erbracht werden. Wird der Nachweis nach Satz 2 erbracht, gelten die Anforderungen dieser Verordnung als seit der Inbetriebnahme der Anlage erfüllt. Prototypen sind die erste Windenergieanlage eines Typs, der wesentliche technische Weiterentwicklungen oder Neuerungen aufweist, und alle weiteren Windenergieanlagen dieses Typs, die innerhalb von zwei Jahren nach der Inbetriebnahme der ersten Windenergieanlage dieses Typs in Betrieb genommen werden. Dass eine wesentliche technische Weiterentwicklung oder Neuerung vorliegt, muss durch einen Zertifizierer bestätigt werden.

\*) Zu beziehen bei der Beuth Verlag GmbH, Berlin, und beim Deutschen Patent- und Markenamt in München archiviert.

## § 7 Mehrere Windenergieanlagen

Bei einem Anschluss mehrerer Windenergieanlagen an einen Netzverknüpfungspunkt gilt für die Zuordnung des Systemdienstleistungs-Bonus § 19 Absatz 3 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes entsprechend.

## § 8 Übergangsbestimmungen

(1) Für Strom aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 2012 in Betrieb genommen worden sind, ist die Systemdienstleistungsverordnung vom 3. Juli 2009 (BGBl. I S. 1734) in der am 31. Dezember 2011 geltenden Fassung anzuwenden.

(2) Absatz 1 ist nicht auf Anlagen im Sinne des § 66 Absatz 1 Nummer 8 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes anzuwenden.

## § 9 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am Tag nach der Verkündung in Kraft.

## Anlage 1

(Fundstelle: BGBl I 2009, 1736 - 1744; bzgl. einzelner Änderungen vgl. Fußnote)

- I) Der TransmissionCode 2007 muss am Netzverknüpfungspunkt mit folgenden Maßgaben eingehalten werden:
  1. Die Wörter „Erzeugungseinheit“ und „Erzeugungseinheit mit regenerativen Energiequellen“ sind durch das Wort „Windenergie-Erzeugungsanlage“ zu ersetzen.
  2. Die Wörter „Energieerzeugungseinheiten“ und „EEG-Erzeugungseinheiten“ sind durch das Wort „Windenergie-Erzeugungsanlagen“ zu ersetzen.
  3. Die Wörter „des Generators“ sind durch die Wörter „der Windenergie-Erzeugungseinheit“ zu ersetzen.
  4. Die Wörter „Erzeugungseinheiten vom Typ 1“ sind durch die Wörter „Windenergie-Erzeugungsanlagen, die Windenergie-Erzeugungseinheiten vom Typ 1 enthalten,“ zu ersetzen.
  5. Die Wörter „Erzeugungseinheiten vom Typ 2“ sind durch die Wörter „Windenergie-Erzeugungsanlagen, die Windenergie-Erzeugungseinheiten vom Typ 2 enthalten,“ zu ersetzen.
  6. Das Wort „Netzanschlusspunkt“ ist durch das Wort „Netzverknüpfungspunkt“ zu ersetzen.
- II) Kapitel 3 des TransmissionCodes 2007 gilt mit folgenden Maßgaben:
  1. In Abschnitt 3.3.6 werden in Bild 3.2 die Wörter „oberhalb der Kurve Anforderungen  $P = P_n$ “ durch die Wörter „oberhalb der Kurve Anforderungen  $P = P_{vb}$ “ ersetzt.
  2. Abschnitt 3.3.7.1 ist nicht anzuwenden.
  3. Vor dem Abschnitt 3.3.8.1 werden folgende Absätze eingefügt:
    - (1) Die Blindleistung bezieht sich auf die Mitsystemkomponente der Strom-/Spannungs-Grundschiwingung gemäß IEC 61400-21 Ed. 2<sup>\*)</sup> Annex C.
    - (2) Die Anforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung entspricht einer langsamen Blindleistungsregelung im Minutenbereich.
  4. Abschnitt 3.3.8.1 wird wie folgt gefasst:

### 3.3.8.1. Blindleistungsbereitstellung bei Nennwirkleistung

(1) Jede anzuschließende neue *Windenergie-Erzeugungsanlage* muss im *Nennbetriebspunkt* ( $P_{mom} = P_{bb\ inst}$ ) die Anforderungen am *Netzverknüpfungspunkt* nach einer Variante von Bild 3.3 (3.3a, 3.3b oder 3.3c) erfüllen.

(2) Der Übertragungsnetzbetreiber wählt auf Grund der jeweiligen Netzanforderungen eine der möglichen Varianten aus. Der vereinbarte Blindleistungsbereich muss innerhalb von maximal vier Minuten vollständig durchfahren werden können und ist im Betriebspunkt  $P_{mom} = P_{bb\ inst}$  zu erbringen. Änderungen der Blindleistungsvorgaben innerhalb des vereinbarten Blindleistungsbereiches müssen jederzeit möglich sein.

(3) Der Netzbetreiber muss sich zum Zeitpunkt des Netzanschlusses der *Windenergie-Erzeugungsanlage* auf Grund der jeweiligen Netzanforderungen auf eine der drei Varianten nach den Bildern 3.3a bis 3.3c festlegen. Falls der Netzbetreiber zu einem späteren Zeitpunkt eine andere als die vereinbarte Variante fordert, bleibt der Anspruch auf den Systemdienstleistungs-Bonus davon unberührt.

#### **Bild 3.3a: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 1)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

#### **Bild 3.3b: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 2)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

#### **Bild 3.3c: Mindestanforderung an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz (Variante 3)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

### 5. Abschnitt 3.3.8.2 wird wie folgt gefasst:

#### Abschnitt 3.3.8.2. Blindleistungsbereitstellung im Teillastbetrieb

(1) Neben den Anforderungen für die Blindleistungsbereitstellung im *Nennbetriebspunkt der Windenergie-Erzeugungsanlage* ( $P_{mom} = P_{bb\ inst}$ ) bestehen auch Anforderungen an den Betrieb mit einer *Momentanen Wirkleistung*  $P_{mom}$ , die kleiner als die *Betriebsbereite installierte Wirkleistung*  $P_{bb\ inst}$  ( $P_{vb} < P_{bb\ inst}$ ) ist.

(2) Dabei muss die *Windenergie-Erzeugungsanlage* in jedem möglichen Arbeitspunkt gemäß *Leistungsdiagramm* betrieben werden können. Die Bilder 3.3d bis 3.3f zeigen die Mindestanforderung an die Blindleistungsbereitstellung im Teillastbetrieb ( $10\% \leq P_{mom} / |P_{bb\ inst}| < 100\%$ ) am *Netzverknüpfungspunkt*. Die PQ-Diagramme sind den Bildern 3.3a bis 3.3c zugeordnet. In diesen Bildern sind jeweils der größte abzudeckende Blindleistungsbereich und das zugehörige Spannungsband angegeben. Die Abszisse gibt die zur Verfügung zu stellende *Blindleistung*  $Q_{vb}$ , bezogen auf den Betrag der *Betriebsbereiten installierten Wirkleistung*  $P_{bb\ inst}$  in Prozent, an. Die Ordinate gibt die *Momentane Wirkleistung*  $P_{mom}$  (im *Verbraucherzählpfeilsystem* negativ) bezogen auf den Betrag der *Betriebsbereiten installierten Wirkleistung*  $P_{bb\ inst}$  in Prozent an.

(3) Jeder Punkt innerhalb der umrandeten Bereiche in den Bildern 3.3d, 3.3e oder 3.3f muss innerhalb von vier Minuten angefahren werden können. Die Anforderung dazu kann sich je nach der Situation im Netz ergeben und eine vorrangige Bereitstellung von Blindleistung vor der Wirkleistungsabgabe bedeuten. Die Fahrweise wird zwischen den Betreiberinnen und Betreibern der *Windenergie-Erzeugungsanlage* und dem Betreiber des Übertragungsnetzes abgestimmt. In dem Bereich  $0\% < P_{mom} / |P_{bb\ inst}| < 10\%$  darf die *Windenergie-Erzeugungsanlage* nicht mehr Blindleistung als 10 % des Betrags der *vereinbarten Anschlusswirkleistung*  $P_{AV}$  aufnehmen (untererregter Betrieb) oder abgeben (übererregter Betrieb). Sofern die *Windenergie-Erzeugungsanlage* über diese Mindestanforderung

hinaus im Bereich  $0\% < P_{\text{mom}} / |P_{\text{bb inst}}| < 10\%$  mit einer Regelung der zur Verfügung stehenden Blindleistung betrieben werden kann, wird die Fahrweise zwischen den Betreiberinnen und Betreibern der *Windenergie-Erzeugungsanlage* und dem Betreiber des Übertragungsnetzes abgestimmt.

**Bild 3.3d: PQ-Diagramm der Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpeilsystem (VZS) für Bild 3.3a (Variante 1)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

**Bild 3.3e: PQ-Diagramm der Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpeilsystem (VZS) für Bild 3.3b (Variante 2)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

**Bild 3.3f: PQ-Diagramm der Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzverknüpfungspunkt im Verbraucherzählpeilsystem (VZS) für Bild 3.3c (Variante 3)**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

6. Abschnitt 3.3.9 wird wie folgt gefasst:

3.3.9 Überspannungskonzept der Maschinentransformatoren

(1) Das Überspannungskonzept des Maschinentransformators ist mit dem Übertragungsnetzbetreiber abzustimmen.

7. Abschnitt 3.3.10 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.

8. Abschnitt 3.3.12 gilt mit folgenden Maßgaben:

- a. Absatz 1 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.
- b. Abschnitt 3.3.12.1 gilt mit der Maßgabe, dass die Vorschrift für symmetrische und unsymmetrische (1,2- und 3-polige) Netzkurzschlüsse anwendbar ist und dass die Wirkstromeinspeisung während des Fehlers zugunsten der Blindstromeinspeisung sowie zur Sicherung der Stabilität der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* abgesenkt werden muss.
- c. Abschnitt 3.3.12.2 gilt nur für *Windenergie-Erzeugungsanlagen*, die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Typ 1 enthalten.

9. Abschnitt 3.3.13.1 ist auf *Windenergie-Erzeugungsanlagen* nicht anzuwenden.

10. Abschnitt 3.3.13.3 gilt mit folgenden Maßgaben:

- a. In Bild 3.4 entsprechen die Wörter „ $P_m$  Momentane verfügbare Leistung“ den Wörtern „*Momentane Wirkleistung  $P_{\text{mom}}$  ohne Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz*“.
- b. In Absatz 3 wird der Satz „Diese Regelung wird dezentral (an jedem einzelnen Generator) ausgeführt“ gestrichen.
- c. Absatz 4 wird durch die folgenden Absätze 4 und 5 ersetzt:

(4) Die Regelung nach Bild 3.4 und die Regelung zur Wiederkehr von Wirkleistung nach Rückkehr der Frequenz auf einen Wert  $f \leq 50,05$  Hz können im *ungestörten Betrieb* wahlweise dezentral oder zentral ausgeführt werden. Für den Fall von Störungen innerhalb der übergeordneten Regelung der *Windenergie-Erzeugungsanlage* sind bei Überfrequenz geeignete Maßnahmen zur Wirkleistungsreduktion von *Windenergie-Erzeugungseinheiten* dezentral bereitzuhalten.

(5) Auf Anforderung des Netzbetreibers (zum Beispiel per Funkrundsteuerung oder Ähnlichem) ist die Funktion zum automatischen Wiederankoppeln an das Netz zu blockieren.

11. Abschnitt 3.3.13.4 gilt mit folgenden Maßgaben:

- a. Die Vorgaben gelten für alle *Windenergie-Erzeugungsanlagen*.
- b. Die Blindleistungsabgabe muss innerhalb von vier Minuten dem vom Netzbetreiber vorgegebenen Sollwert entsprechen.

- c. Im Fall einer Online-Sollwertvorgabe sind die jeweils neuen Vorgaben für den Arbeitspunkt des Blindleistungsaustausches spätestens nach vier Minuten am *Netzverknüpfungspunkt* zu realisieren.
12. Der Abschnitt 3.3.13.5 gilt mit folgenden Maßgaben:
- a. Vor Absatz 1 werden folgende Absätze eingefügt:
- (i) Die Blindleistung bezieht sich auf die Mitsystemkomponente der Strom-/Spannungs-Grundschiwingung gemäß IEC 61400-21 Ed. 2\*) Annex C.
- (ii) Die Mindestanforderung entspricht der Erfüllung der nach den Absätzen 2, 7, 8, 11 und 17 festgelegten Anforderungen an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators.
- (iii) Es ist zulässig, diese Anforderungen unter Verwendung eines anderen Bezugspunkts (zum Beispiel der Oberspannungsseite des Maschinentransformators) zu erfüllen, wenn das gleiche Betriebsverhalten am *Netzanschlusspunkt* nachgewiesen wird.
- b. Absatz 8 wird Absatz 8a. Nach Absatz 8a wird folgender Absatz 8b eingefügt:
- (8b) Die Bildunterschrift zu Bild 3.1, nach der Spannungsgradienten von kleiner/gleich 5 Prozent pro Minute innerhalb der im Bild 3.1 angegebenen Spannungsbänder zulässig sind und nicht zur Trennung der *Windenergie-Erzeugungsanlagen* führen dürfen, gilt auch hier.
- c. Absatz 13 wird wie folgt gefasst:
- (13) Einpolige, zweipolige und dreipolige Kurzschlüsse (jeweils mit und ohne Erdberührung) oder störungsbedingte symmetrische und unsymmetrische Spannungseinbrüche dürfen oberhalb der Grenzlinie 1 in Bild 3.5 nicht zur Instabilität der *Windenergie-Erzeugungsanlage* oder zu ihrer Trennung vom Netz führen. Der Spannungswert bezieht sich, wie in Bild 3.5 dargestellt, auf den größten Wert der drei verketteten Netzspannungen.
- d. Absatz 17 wird wie folgt gefasst:
- (17) Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung
- a) Geltungsbereich
- i) Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen oberhalb der Grenzlinie 1 in Bild 3.5 müssen von allen *Windenergie-Erzeugungseinheiten* die Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung nach den folgenden Buchstaben b und c erbracht werden.
- ii) Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen unterhalb der Grenzlinie 1 und oberhalb der Grenzlinie 2 in Bild 3.5 darf von den Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern nach den folgenden Buchstaben b und c in folgender Weise abgewichen werden:
- Die folgenden Anforderungen an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung müssen nur so weit erfüllt werden, wie es das Netzanschlusskonzept der *Windenergie-Erzeugungseinheit* ermöglicht.
  - Sollte beim Durchfahren des Fehlers die einzelne *Windenergie-Erzeugungseinheit* instabil werden oder der Generatorschutz ansprechen, ist in Abstimmung mit dem jeweiligen Netzbetreiber eine kurzzeitige Trennung der *Windenergie-Erzeugungsanlage* (KTE) vom Netz erlaubt.
- iii) Bei einem Verlauf des größten Wertes der drei verketteten Netzspannungen unterhalb der Grenzlinie 2 in Bild 3.5 ist eine KTE vom Netz immer erlaubt. Die Anforderungen nach den folgenden Buchstaben b und c an die Spannungsstützung bei Netzfehlern durch Blindstromeinspeisung müssen nur so weit erfüllt werden, wie es das Netzanschlusskonzept der *Windenergie-Erzeugungseinheit* ermöglicht.
- b) Grundsätzliches Verhalten:
- i) Bei Auftreten einer *Signifikanten Spannungsabweichung* müssen die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* die Spannung durch Anpassung (Erhöhung oder Absenkung) des *Blindstroms*  $I_B$  stützen.

- ii) Die *Blindstromabweichung* ( $\Delta I_B$ ) der *Windenergie-Erzeugungseinheit* muss dabei proportional zur *Relevanten Spannungsabweichung*  $\Delta U_r$  ( $\Delta I_B / I_N = K * \Delta U_r / U_N$ ) sein und in dem Bereich (definiert durch  $0 \leq K \leq 10$ ) liegen, der in Bild 3.6 gezeigt wird.
  - iii) Die Konstante K muss zwischen 0 und 10 einstellbar sein.
  - iv) Die Schwankungsbreite des eingespeisten Blindstroms, der sich aus der eingestellten Blindstrom-Spannungscharakteristik ergibt, muss zwischen -10 Prozent und +20 Prozent des Nennstroms liegen.
  - v) An die Höhe des *Blindstroms*  $I_B$  werden folgende Anforderungen gestellt:
    - a. 3-polige Fehler: *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen technisch in der Lage sein, einen *Blindstrom*  $I_B$  von mindestens 100 Prozent des Nennstroms einzuspeisen.
    - b. 1,2-polige Fehler: *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen technisch in der Lage sein, einen *Blindstrom*  $I_B$  von mindestens 40 Prozent des Nennstroms einzuspeisen. Die Einspeisung des Blindstroms darf die Anforderungen an das Durchfahren von Netzfehlern nicht gefährden.
  - vi) Während *Signifikanter Spannungsabweichungen*  $U_S$  kann der *Wirkstrom*  $I_W$  zugunsten der Blindstromeinspeisung und zur Sicherung der Anlagenstabilität ausreichend abgesenkt werden.
- c) Zeitverlauf:
- i) Das dynamische Verhalten der Blindstromstützung wird durch die *Sprungantwort des Blindstroms* charakterisiert, wie sie näherungsweise infolge von Netzkurzschlüssen auftreten kann.
  - ii) Im Fall einer *Signifikanten Spannungsabweichung* muss die *Sprungantwort des Blindstroms* folgende Werte einhalten:
    - a) *Anschwingzeit*: 30 ms
    - b) *Einschwingzeit*: 60 ms
  - iii) Bei stetigem Spannungsverlauf darf der Blindstrom keine Unstetigkeiten aufweisen, die nicht durch die Blindstrom-Spannungscharakteristik nach Bild 3.6 vorgesehen sind und die die Netzqualität in negativer Weise beeinflussen können. Dies gilt insbesondere auch für den Übergang zwischen dem Betrieb bei *Spannungsabweichungen*  $\Delta U$  innerhalb des *Spannungstotbands*  $U_t$  und dem Betrieb bei *Signifikanter Spannungsabweichung*  $U_S$ .

### **Bild 3.6: Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern bei Windenergie-Erzeugungseinheiten**

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

- e. Absatz 18 ist nicht anzuwenden.
- f. Absatz 19 ist nicht anzuwenden.
- g. Absatz 20 wird wie folgt gefasst:

„Bei Entfernungen zwischen den *Windenergie-Erzeugungseinheiten* der *Windenergie-Erzeugungsanlage* und dem *Netzverknüpfungspunkt*, die zu einer Unwirksamkeit der Spannungsregelung führen, kann der Netzbetreiber von den Betreiberinnen und Betreibern der *Windenergie-Erzeugungsanlage* fordern, dass der Spannungseinbruch am *Netzverknüpfungspunkt* gemessen und die Spannung an demselben Punkt abhängig von diesem Messwert geregelt wird. Die *Windenergie-Erzeugungseinheiten* müssen daher in der Lage sein, statt der Spannung an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators eine Bezugsspannung zu verwenden, die außerhalb der *Windenergie-Erzeugungseinheit* liegt. Diese kann messtechnisch oder in geeigneter Weise in Abstimmung mit dem Netzbetreiber rechnerisch ermittelt werden.“
- h. Abschnitt 3.3.13.6 ist nicht anzuwenden.
- i. Abschnitt 3.3.13.7 ist nicht anzuwenden.

III) An Kapitel 9.2 werden folgende Definitionen angefügt:

1. „Anschwingzeit“ ist die charakteristische Größe der Sprungantwort. Es handelt sich um die Zeit zwischen sprunghaftem Eintritt einer *Signifikanten Spannungsabweichung*  $U_s$  und erstmaligem Erreichen des Toleranzbandes um den *Stationären Endwert des Blindstroms*  $I_B$ . Die *Anschwingzeit* umfasst die Zeit des Erkennens einer *Signifikanten Spannungsabweichung* sowie die Anregelzeit der Blindstrom-Regelung.
2. „*Betriebsbereite installierte Wirkleistung*  $P_{bb\ inst}$ “, auch als „Nennwirkleistung“ bezeichnet, ist die Summe der Nennwirkleistungen der betriebsbereiten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* innerhalb einer *Windenergie-Erzeugungsanlage*. Ausgenommen sind *Windenergie-Erzeugungseinheiten*, die sich in Revision befinden oder defekt sind.
3. „*Blindstrom*  $I_B$ “ ist der gesamte Blindstrom, der aus den Mitsystemkomponenten (Indizierung mit „1“) des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung auf der Niederspannungsseite des Maschinentransformators ermittelt wird:  
PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt  
mit  
PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt  
unterstrichen: komplexe Größe; „\*“: konjugiert komplexe Größe.
4. „*Blindstromabweichung*  $\Delta I_B$ “ ist die Abweichung des *Blindstroms*  $I_B$  vom 1-Minuten-Mittelwert.
5. „*Einschwingzeit*“ ist die charakteristische Größe der Sprungantwort. Es handelt sich um die Zeit zwischen dem sprunghaften Eintritt einer *Signifikanten Spannungsabweichung*  $U_s$  bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Einschwingvorgänge so weit abgeklungen sind, dass der *Blindstrom*  $I_B$  im Toleranzband um den *Stationären Endwert* liegt und dort verbleibt.
6. „*Gestörter Betrieb*“ ist ein Betriebszustand der *Windenergie-Erzeugungsanlage*, bei dem ein oder mehrere ihrer Systeme nicht konzeptgemäß arbeiten.
7. „*Installierte Wirkleistung*  $P_{inst}$ “ ist die Summe der Nennwirkleistungen der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* innerhalb einer *Windenergie-Erzeugungsanlage*.
8. „*Leistungsdiagramm*“ ist das Wirkleistungs-Blindleistungs-Diagramm (PQ-Diagramm) der *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzverknüpfungspunkt*.
9. „*Momentane Blindleistung*  $Q_{mom}$ “ ist der momentane Wert der Blindleistung einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* am *Netzverknüpfungspunkt* im *Verbraucherzählpeilsystem*.
10. „*Momentane Wirkleistung*  $P_{mom}$ “ ist der momentane Wert der am *Netzverknüpfungspunkt* eingespeisten Wirkleistung.
11. „*Nennbetriebspunkt einer Windenergie-Erzeugungsanlage*“ ist der Betrieb einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* unter Abgabe von *Betriebsbereiter installierter Wirkleistung*  $P_{bb\ inst}$  bei Nennspannung und Nennfrequenz im *Ungestörten Betrieb*.
12. „*Netzverknüpfungspunkt*“ ist der Netzpunkt, an dem die *Windenergie-Anschlussanlage* an das Netz des Netzbetreibers angeschlossen ist.
13. „*Relevante Spannungsabweichung*  $\Delta U_r$ “ ist der Anteil der *Spannungsabweichung*  $\Delta U$ , mit dem die *Spannung*  $U_1$  über die Grenzen des *Spannungstotbands*  $U_t$  hinaus abweicht. Innerhalb des *Spannungstotbands*  $U_t$  ist die *Relevante Spannungsabweichung* ( $\Delta U_r$ ) gleich null:
  - Wenn:  $\Delta U > U_t$  :  $\Delta U_r = \Delta U - U_t$
  - Wenn:  $\Delta U < -U_t$  :  $\Delta U_r = \Delta U + U_t$
  - Sonst:  $\Delta U_r = 0$
14. „*Signifikante Spannungsabweichung*  $\Delta U_s$ “ ist eine *Spannungsabweichung*  $\Delta U$  mit einem Betrag, der größer als das *Spannungstotband*  $U_t$  ist.
15. „*Spannung*  $U_1$ “ ist die Spannung, die aus den Mitsystemkomponenten des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung auf der Niederspannungsseite des Maschinentransformators ermittelt wird.
16. „*Spannungsabweichung*  $\Delta U$ “ ist die Abweichung der *Spannung*  $U_1$  vom 1-Minuten-Mittelwert. Eine Spannungsabweichung mit negativem Vorzeichen entspricht einem Spannungseinbruch. Eine Spannungsabweichung mit positivem Vorzeichen entspricht einer Spannungserhöhung.



17. „Spannungstotband  $U_t$ “ entspricht 10 % der Nennspannung, kann aber mit Einverständnis des Netzbetreibers, zum Beispiel bei Anwendung einer kontinuierlichen Spannungsregelung, auch reduziert beziehungsweise gleich null gesetzt werden.
18. „Sprungantwort des Blindstroms  $I_B$ “ ist der zeitliche Verlauf des Blindstroms  $I_B$  infolge einer sprunghaften Änderung der Spannung  $U_1$ .
19. „Stationärer Endwert“ des Blindstroms  $I_B$  ist der Wert des Blindstroms  $I_B$  in Abhängigkeit der Spannung  $U_1$  im eingeschwungenen Zustand.
20. „Statische Blindleistungskompensation“ ist eine nicht rotierende Einrichtung, die als geregelte Blindleistungsquelle oder Blindleistungssenke eingesetzt werden kann.
21. „Strom  $I_1$ “ ist eine Mitsystemkomponente des Strangstroms an der Niederspannungsseite des Maschinentransformators.
22. „Ungestörter Betrieb“ ist ein Betriebszustand der Windenergie-Erzeugungsanlage, bei dem alle Systeme der Windenergie-Erzeugungsanlage konzeptgemäß arbeiten.
23. „Verbraucherzählpeilsystem (VZS)“ ist ein einheitliches Zählpeilsystem für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Erzeugerinnen und Erzeuger.
24. „Vereinbarte Anschlusswirkleistung  $P_{AV}$ “ ist die zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte Wirkleistung.
25. „Verfügbare Blindleistung  $Q_{vb}$ “ ist der maximal mögliche Wert der Blindleistung, den eine Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzverknüpfungspunkt sowohl übererregt als auch untererregt zur Verfügung stellen kann; sie ist abhängig vom Betriebspunkt (Momentane Wirkleistung  $P_{mom}$  und Spannung am Netzverknüpfungspunkt ).
26. „Verfügbare Wirkleistung  $P_{vb}$ “ ist der maximal mögliche Wert der Wirkleistungseinspeisung der Windenergie-Erzeugungsanlage am Netzanschlusspunkt.
27. „Windenergie-Anschlussanlage“ ist die Gesamtheit aller Betriebsmittel, die erforderlich sind, um eine oder mehrere Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie an das Netz eines Netzbetreibers anzuschließen.
28. „Windenergie-Erzeugungsanlage“ ist eine Anlage, in der sich eine oder mehrere Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie (Windenergie-Erzeugungseinheit ) befinden. Dies umfasst auch die Anschlussanlage und alle zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen. Windenergie-Erzeugungsanlagen sind Einheiten zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie. Diese können entweder einzeln oder über eine interne Windparkverkabelung verbunden an ein Netz angeschlossen werden. Eine Windenergie-Erzeugungsanlage kann aus unterschiedlichen Typen von Windenergie-Erzeugungseinheiten bestehen.
29. „Windenergie-Erzeugungseinheit “ ist eine einzelne Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie aus Windenergie. Eine Windenergie-Erzeugungseinheit vom Typ 1 liegt vor, wenn ein Synchrongenerator direkt mit dem Netz gekoppelt ist. Eine Windenergie-Erzeugungseinheit vom Typ 2 liegt vor, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist.
30. „Wirkstrom  $I_W$ “ ist der gesamte Wirkstrom, der aus den Mitsystemkomponenten (Indizierung mit „1“) des Grundschwingungsanteils von Strom und Spannung ermittelt wird:  
PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt  
mit  
PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt  
unterstrichen: komplexe Größe; „\*“: konjugiert komplexe Größe.

\*) Amtlicher Hinweis: Zu beziehen bei IEC International Electrotechnical Commission, ISBN 2-8318-9938-9, www.iec.ch.

## Anlage 2

(Fundstelle: BGBl. I 2009, 1745)

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

mit  $N_{neu}$  = Anzahl aller neu errichteten oder repowerten Windenergie-Erzeugungseinheiten und der gesamten Betriebsbereiten installierten Wirkleistung.

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

mit  $N_{WEA}$  = Anzahl aller alten und neuen *Windenergie-Erzeugungseinheiten* in der erweiterten *Windenergie-Erzeugungsanlage*.

$Q_{vb, gefordert}$  ist die gemäß §§ 2 und 3 geforderte *Verfügbare Blindleistung*  $Q_{vb}$ , wenn eine *Windenergie-Erzeugungsanlage* ausschließlich aus neu errichteten oder repowerten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* bestehen würde.

$Q_{vb, anteilig, NAP}$  ist die anteilig am *Netzverknüpfungspunkt* geforderte *Verfügbare Blindleistung*  $Q_{vb}$ , wenn eine erweiterte *Windenergie-Erzeugungsanlage* sowohl aus neu errichteten als auch aus alten *Windenergie-Erzeugungseinheiten* besteht:

PDF-Dokument wird in eigenem Fenster angezeigt

### **Anlage 3**

(Fundstelle: BGBl. I 2009, 1746)

1. Die Definitionen der Anlage 1 Nummer III sind auch im Rahmen der Anlage 3 anzuwenden.
2. Symmetrische und unsymmetrische Fehler mit einem Spannungseinbruch oberhalb der Grenzlinie 1, die nach Bild 3.5 im Abschnitt 3.3.13.5 des TransmissionCodes 2007 (für Anlagen des Typs 2) beschrieben sind, müssen ohne Netztrennung durchfahren werden.  
Der Blindleistungsbezug darf nicht zur Auslösung des Blindleistungs-Unterspannungsschutzes führen. Nicht eingehalten werden muss die Anforderung im Abschnitt 3.3.13.5 Absatz 2 des TransmissionCodes 2007, dass von den Aus-Hilfskontakten der Leistungsschalter auf der Ober- oder der Unterspannungsseite des Netztransformators ein Abfahr- und Ausschaltbefehl auf alle einzelnen Generatoren der Anlage gegeben wird, so dass der Inselbetrieb spätestens nach drei Sekunden beendet ist.
3. Ein Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q \rightarrow \& U <$ ) muss vorhanden sein. Seine Einstellwerte werden gemäß Mittelspannungsrichtlinie 2008 in Verbindung mit der Ergänzung vom 15. Februar 2011 festgelegt.
4. Eine Trennung vom Netz bei Frequenzen zwischen 47,5 Hz und 51,0 Hz ist nicht erlaubt.
5. Bei einer *Verfügbaren Wirkleistung*  $P_{vb}$  von größer oder gleich der Hälfte der *Verfügbaren installierten Wirkleistung* ( $P_{vb} \geq 50 \% P_{bb inst}$ ), bei einer Frequenz von mehr als 50,2 Hz und weniger als 51,0 Hz muss die *Momentane Wirkleistung*  $P_{mom}$  jeder einzelnen *Windenergie-Erzeugungseinheit* mit einem Gradienten von 40 % der *Verfügbaren Wirkleistung*  $P_{vb}$  der *Windenergie-Erzeugungseinheiten* je Hz abgesenkt werden können.  
Zwischen 51,0 Hz und 51,5 Hz sind die Überfrequenzschutzrichtungen der einzelnen *Einheiten* einer *Windenergie-Erzeugungsanlage* unter Ausnutzung des ganzen Bereichs gestaffelt so einzustellen, dass bei einer Frequenz von 51,5 Hz alle *Windenergie-Erzeugungseinheiten* vom Netz getrennt worden sind.
6. Auf Anforderung des Netzbetreibers (zum Beispiel per Funkrundsteuerung oder Ähnlichem) ist die Funktion zum automatischen Wiederankoppeln an das Netz zu blockieren.
7. Die zu ändernden Einstellungen des Entkopplungsschutzes werden vom Netzbetreiber vorgegeben.