



## *Handlungsempfehlung zur Umsetzung der SDLWindV*

*(Systemdienstleistungsverordnung für Windenergieanlagen) Stand 06.01 2010*

# Inhalt

1	Vorbemerkung .....	1
2	Gesetzliche Grundlagen und technische Regeln.....	2
3	Grundsätzliche Anforderungen .....	4
4	Altanlagen .....	8
4.1	Technische Anforderungen an Altanlagen und deren Nachweis .....	8
4.2	Inhalte des Sachverständigengutachtens bei Altanlagen .....	13
5	Neuanlagen.....	15
5.1	Technische Anforderungen an Neuanlagen und deren Nachweis.....	15
5.2	Inhalte zum Sachverständigengutachten bei Neuanlagen.....	21
6	Verzeichnisse.....	24
6.1	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	24
6.2	Abkürzungsverzeichnis .....	24
6.3	Glossar.....	25
7	Anhang.....	A

## **1 Vorbemerkung**

Ziel dieser Handlungsempfehlung ist es, auf Basis der gesetzlichen Rahmenbedingungen und technischen Anforderungen gemäß den einschlägigen Regeln der Technik aufzuzeigen, welche Anforderungen mindestens durch Netzbetreiber (NB) an ein Sachverständigengutachten im Sinne der SDLWindV gestellt werden. Eine Gültigkeit besteht für die MS-, HS und HöS-Ebene.

## 2 Gesetzliche Grundlagen und technische Regeln

Das Bundeskabinett hat am 27. Mai 2009 die Verordnung zu Systemdienstleistungen durch Windenergieanlagen (Systemdienstleistungsverordnung - SDLWindV) beschlossen. Diese Verordnung ist am 11. Juli 2009 einen Tag nach der Verkündung im Bundesgesetzblatt in Kraft getreten.

Die Verordnung zu Systemdienstleistungen durch Onshore-Windenergieanlagen (SDLWindV) stellt technische Anforderungen an die Stromeinspeisung von Onshore-Windenergieanlagen und soll so lt. Gesetzgeber die Netzstabilität und Netzsicherheit auch bei steigenden Windstromanteilen sicherstellen.

Halten die Windenergieanlagen (WEA) die Anforderungen gemäß SDLWindV ein, so wird dies mit einem Vergütungsanreiz/ -bonus je gelieferte Kilowattstunde zusätzlich belohnt.

Hinsichtlich der technischen Anforderungen als auch für die Vergütungshöhe wird grundsätzlich zwischen Alt- und Neuanlagen unterschieden. In der Verordnung werden auch entsprechende Anforderungen bezüglich des Nachweises mittels Zertifikaten und Sachverständigengutachten definiert.

In der Begründung zur SDLWindV, wird im Teil 4 „Nachweis“ unter Absatz 1 beschrieben, „dass die Methodik, wie sie zwischen der Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW e.V.) und dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) abgestimmten Richtlinien beschreiben, dem Stand der Technik entspricht.“

Folgende Unterlagen sind somit für die Erstellung der Zertifikate und Sachverständigengutachten als Voraussetzung für die Gewährung eines Systemdienstleistungsbonus zu berücksichtigen:

- EEG 2009 §6 (2), §29 (2) Satz 4 [Neuanlagen], §64 (1), §66 (1 u. 6) [Altanlagen]
- SDLWindV
- Technische Richtlinie BDEW -Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz- Ausgabe Juni 2008
- TransmissionCode 2007
- FGW TR3: Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von

---

Erzeugungseinheiten (EZE) am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz

- FGW TR4: Anforderungen an die Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen
- FGW TR8: Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz
- Einheitenzertifikate als Nachweis der geforderten Eigenschaften für die einzelne Erzeugungseinheit auf Basis der FGW TR3, TR4 und TR8
- die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Netzbetreibers
- die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich der Definition bestimmter gemäß der SDLWindV zu präzisierender Parameter (zum Beispiel konkrete Anforderungen / Einstellvorgaben für die Schutzeinrichtungen; Steilheit der Kennlinie für die Blindleistungseinspeisung im Fehlerfall; Vorgabe eines  $\cos \phi$ -Bereiches)

### 3 Grundsätzliche Anforderungen

Gemäß SDLWindV §6 Absatz 1 ist für den Nachweis der Anforderungen bei **Neuanlagen** die Vorlage von Einheitenzertifikaten nach dem Verfahren der BDEW-MS-Richtlinie und die Vorlage eines Sachverständigengutachtens notwendig. Die Anforderungen sind unter Berücksichtigung der Anlagen 1 und 2 der SDLWindV am Netzverknüpfungspunkt (NVKP) einzuhalten.

Gemäß SDLWindV §6 Absatz 2 sind für den Nachweis der entsprechenden Anforderungen bei **Altanlagen** gleichfalls Einheitenzertifikate und ein Sachverständigengutachten notwendig. Die Anforderungen sind unter Berücksichtigung der Anlage 3 der SDLWindV am Netzverknüpfungspunkt einzuhalten. „Die Vorlage eines Einheitenzertifikats für den Nachweis ist notwendig, insbesondere um sicherzustellen, dass die notwendigen Messungen nach dem Stand der Technik durchgeführt wurden und so eine plausible Grundlage für das Sachverständigengutachten vorliegt“, so der Gesetzgeber in seiner Begründung.

Für **Neuanlagen und Altanlagen** gelten insofern folgendes:

Für jede Erzeugungseinheit ist ein typspezifisches Einheitenzertifikat erforderlich. In diesem Einheitenzertifikat sind die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit auszuweisen, um die Konformität der Erzeugungseinheit mit den Anforderungen der gesetzlichen und technischen Vorgaben nachzuweisen.

Ein Einheitenzertifikat kann dabei auch für Erzeugungseinheiten ausgestellt werden, die die Anforderungen nicht in allen Punkten erfüllen, wenn die von den Anforderungen abweichenden elektrischen Eigenschaften im Einheitenzertifikat angegeben werden. Die Vermessung der Erzeugungseinheit erfolgt dabei nach FGW TR3.

Die Einheitenzertifikate sind dabei integraler Bestandteil des Sachverständigengutachtens. Bei Neuanlagen ersetzt das Sachverständigengutachten derzeit ein Anlagenzertifikat. Sobald Anlagenzertifikate verfügbar sind, können anstelle der Sachverständigengutachten auch Anlagenzertifikate ausgestellt werden.

Ein Sachverständigengutachten muss technisch nachvollziehbar und transparent gestaltet sein.

Durch ein Sachverständigengutachten sind dem Netzbetreiber die elektrischen Eigenschaften der gesamten Erzeugungsanlage (EZA) am Netzverknüpfungspunkt

nachzuweisen. Hierin sind die projektspezifischen elektrischen Eigenschaften und das richtlinien-konforme Verhalten der Summe aller am Netzanschlusspunkt (NAP) angeschlossenen Erzeugungseinheiten einschließlich der Anschlussleitungen zum NAP (also der kompletten Anschlussanlage) vom Sachverständigen zu bestätigen. Der Netzbetreiber stellt zur Erarbeitung des Sachverständigengutachtens die Netzdaten Netzkurzschlussleistung  $S_{kV}$  und Netzimpedanzwinkel  $\psi_{kV}$  des ermittelten Netzanschlusspunktes zur Verfügung.

Die im Sachverständigengutachten zu beschreibende Einhaltung der technischen Anforderungen der Erzeugungsanlage referenziert somit immer auf den Netzverknüpfungspunkt / Netzanschlusspunkt.

Grundlage für das Sachverständigengutachten sind insbesondere die in der BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am MS-Netz“ im Punkt 6 zum Anlagenzertifikat gemachten Aussagen sowie die in der TR 8 aufgeführten Anforderungen.

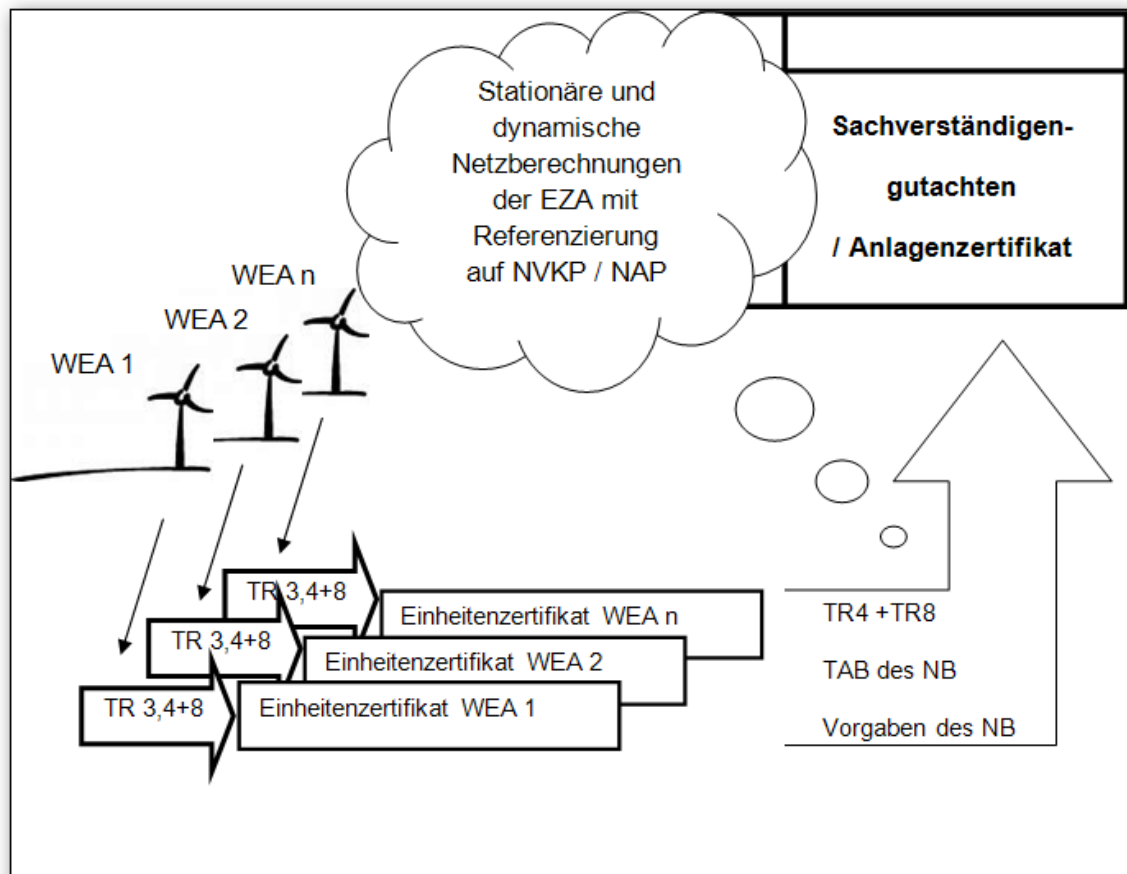


Abbildung 1 Ablaufschema

In der MS-Richtlinie wird auf ein Anlagenzertifikat verzichtet, wenn die Anschlusscheinleistung der Erzeugungsanlage maximal 1 MVA und die Länge der Leitung vom Netzanschlusspunkt bis zu der/den Erzeugungseinheit(en) kleiner  $\leq 2$  Kilometern ist. In der SDLWindV ist eine solche Ausnahme nicht enthalten. Insofern ist auch für diese Anlagen ein Sachverständigengutachten einzuholen.

**Zertifizierer** müssen nach DIN EN 45011:1998 akkreditiert sein.

Ein **Sachverständiger** ist eine Person mit einer besonderen Sachkunde und einer überdurchschnittlichen fachlichen Expertise auf dem entsprechenden Fachgebiet. Die Fachkompetenz ist nachzuweisen. Darüber hinaus zeichnet sich ein Sachverständiger durch Objektivität, Unparteilichkeit und Weisungsfreiheit aus. Insofern gelten für **Sachverständige** grundsätzlich die gleichen Anforderungen wie an einen Zertifizierer.

Der Begriff Sachverständiger ist kein geschützter Begriff. Es gibt verschiedene Gruppen von Sachverständigen. Um die vom Gesetzgeber und auch den Netzbetreibern gestellten Anforderungen an ein Sachverständigengutachten zu gewährleisten, wird unterstellt, dass folgende Sachverständigengruppen v. g. Anforderungen insbesondere hinsichtlich Fachkompetenz, Objektivität, Unparteilichkeit und Weisungsfreiheit erfüllen. Insofern sind Gutachten ausschließlich von diesen Sachverständigen anzuerkennen.

- zertifizierte Sachverständige gemäß DIN EN ISO/IEC 17024
- öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige
- staatlich anerkannte Sachverständige
- durch den VDE FNN und FGW anerkannte Sachverständige

Unabhängig davon ist die Fachkompetenz auf dem Gebiet der Netzintegration von Erzeugungsanlagen zu belegen. Insofern werden folgende Zusatzanforderungen an einen Sachverständigen gestellt:

- höherqualifizierte elektrotechnische Ausbildung, z. B. Studium der Elektrotechnik
- Nachweis über Grundlagenwissen zu Windenergieanlagen und elektrischen Netzen
- Benennung des Netzberechnungsprogrammes bzw. der Netzberechnungsprogramme, mit welchem der Sachverständige auf Basis der in den Einheitenzertifikaten enthaltenen validierten rechnerlauffähigen Modellen entsprechende Netzberechnungen für das Verhalten der Gesamtanlage am Netzanschlusspunkt durchführt

- Vorlage aussagefähiger Referenzen, z. B. zum Umgang mit den Netzberechnungsprogrammen
- Nachweis der Kenntnisse der SDLWindV, des TC2007, der BDEW-MS-Richtlinie, der TR3, TR4 und TR8

Der Nachweis der Fachkompetenz sollte gegenüber dem VDE FNN bzw. FGW erbracht werden. Eine Liste mit den durch VDE FNN und FGW anerkannten Sachverständigen wird im Internet durch den FGW veröffentlicht.

## 4 Altanlagen

### 4.1 Technische Anforderungen an Altanlagen und deren Nachweis

Onshore-Windkraftanlagen, die nach dem 31.12.2001 und vor dem 01.01.2009 in Betrieb genommen wurden, haben Anspruch auf einen Systemdienstleistungs-Bonus, wenn Sie bis zum 31.12.2010 erstmals die in Anlage 3 der SDLWindV festgelegten Anforderungen erfüllen.

Die Einhaltung der in Anlage 3 der SDLWindV gestellten Anforderungen ist durch Einheitszertifikate und Sachverständigengutachten zu erbringen.

Hierzu sind folgende Nachweise zu erbringen (Nummerierung entspricht Anlage 3 der SDLWindV):

- 2) a) Nachweis des Durchfahrens von symmetrischen und unsymmetrischen Fehlern gemäß Spannungsverlauf aus dem TransmissionCode 2007 (Bild 3.5) oberhalb der Grenzlinie 1

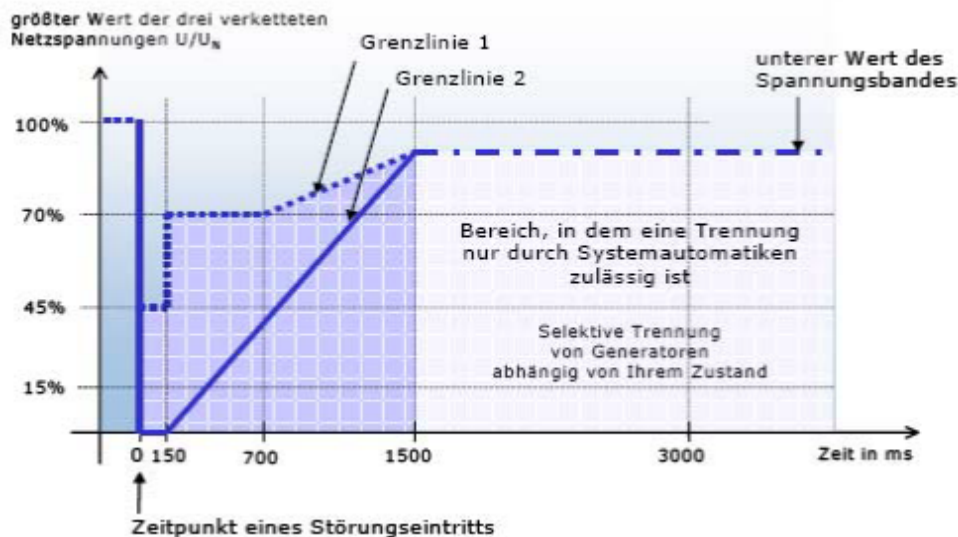


Abbildung 2 Grenzlinien für den Spannungsverlauf

*Anforderungen:*

- *Einheitenzertifikate müssen vorliegen. Darin muss bestätigt sein, dass die Erzeugungseinheiten einen Spannungseinbruch durchfahren können. Grundlage sind entsprechende Vermessungen der Erzeugungseinheiten auf Basis der TR 3. Die Messungen müssen für symmetrische und unsymmetrische Fehler erfolgen.*
  - *Das Sachverständigengutachten muss u. a. Einheitenzertifikate enthalten und einen Nachweis, dass die Anforderungen am Netzverknüpfungspunkt (Anforderung aus Bild 3.5, auf welches die SDLWindV verweist) eingehalten werden. Sofern kein Wirk- und Blindleistungsaustausch mit dem Netz im Fehlerfall erfolgt, wird näherungsweise unterstellt, dass die Spannung am Netzanschlusspunkt der Spannung an den Erzeugungseinheiten entspricht. Wenn die Erzeugungseinheit im Fehlerfall einen Kurzschlussstrom in das Netz einspeist, der nicht nach spätestens 50 ms abgeklungen ist, ist der Nachweis durch entsprechende Netzberechnungen zu erbringen. Insofern sind entsprechende Berechnungen durchzuführen, womit nachgewiesen wird, dass bei einem Verlauf der Spannung am Netzverknüpfungspunkt gemäß Grenzzinie 1 die EZE am Netz verbleibt.*
  - *Darüber hinaus sind im Sachverständigengutachten die Höhe und Dauer des Kurzschlussstromes der Erzeugungsanlage im Fehlerfall am Netzverknüpfungspunkt anzugeben*
  - *Die Nachweise müssen für symmetrische und unsymmetrische Fehler gesondert erfolgen.*
- b) Nachweis, dass der Blindleistungsunterspannungsschutz dabei nicht zur Auslösung führt

*Anforderung:*

*Da der Blindleistungsunterspannungsschutz am Netzanschlusspunkt zu errichten ist, ist ein rechnerischer Nachweis notwendig. Hierzu sind verschiedene Betriebszustände zu untersuchen.*

*Hinweis:*

*Spannungswächter 1 (Q/U-Schutz) soll einem Spannungskollaps entgegenwirken, wie er z.B. durch Auseinanderfall des Übertragungsnetzes und gestörte Blindleistungsbilanzierung im Verteilnetz entstehen könnte. Auf lokale*

*Kurzschlüsse soll er nicht reagieren, dazu die zeitliche Verzögerung von 0,5 s. Im Übrigen sollen die EZE im Fehlerfall die Spannung durch Blindstromspeisung stützen.*

*Wenn die EZA bei Spannungseinbruch auf 70% nicht zur Spannungsstützung beiträgt sollte sie auch durch den Spannungswächter vom Netz getrennt werden. Spannungseinbruch auf 70%, verursacht z.B. durch Kurzschlüsse im Übertragungsnetz die nicht korrekt ausgeschaltet werden, sind auch aus Sicht des Übertragungsnetzes als systemrelevante Spannungseinbrüche einzuordnen.*

3) Nachweis des Vorhandenseins eines Blindleistungs- Unterspannungsschutzes

*Anforderungen:*

- *Am Netzanschlusspunkt ist ein QU-Schutz zu errichten.*

*Hinweis:*

*Bei Altanlagen kann der VNB/ ÜNB gemäß §5 SDL WindV auf einen vom NVKP abweichenden Standort referenzieren.*

- *Einstellwerte und Funktionalität sind gemäß BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ auszuführen.*

*Anmerkung: Bei Anschluss nachgerüsteter und nicht nachgerüsteter Erzeugungseinheiten an einem Netzanschlusspunkt wirkt das AUS-Kommando gleichfalls auf den Übergabeschalter am Netzanschlusspunkt. Da die nicht nachgerüsteten Erzeugungseinheiten nach den bisherigen Richtlinien im Fehlerfall sich unverzüglich vom Netz trennen (Anschluss MS-Netz) bzw. einen Blindstrom einspeisen (Anschluss im HS-Netz), kann ein systemkonformes Verhalten dieser Einheiten nicht zur Auslösung des QU-Schutzes führen..*

- *Die Realisierung des Blindleistungsunterspannungsschutzes ist zu beschreiben. Zudem muss im Sachverständigengutachten ein Prüfprotokoll enthalten sein.*

4) Nachweis, dass bei Frequenzen zwischen 47,5 Hz und 51,0 Hz keine Netztrennung erfolgt

*Anforderung:*

*Der Nachweis erfolgt mittels der Einheitenzertifikate.*

- 5) a) Nachweis der Wirkleistungsreduktion bei Frequenzen von 50,2 Hz bis 51,0 Hz mit einem Gradienten von 40%

*Anforderung:*

*Der Nachweis erfolgt mittels der Einheitenzertifikate.*

- b) Nachweis, dass zwischen 51,0 Hz und 51,5 Hz die Überfrequenzschutzeinrichtungen der einzelnen EZE gestaffelt eingestellt werden und dass alle EZE bei 51,5 Hz vom Netz getrennt sind

*Anforderung:*

- *Der Nachweis soll durch Übergabe entsprechender Protokolle erfolgen.*
- *Gemäß Punkt 7 der Anlage 3 der SDLWindV sind die Einstellungen des Entkupplungsschutzes vom Netzbetreiber vorzugeben. Insofern sind diese Vorgaben hierbei entsprechend zu berücksichtigen.*

*Hinweis:*

*Grundsätzlich werden hierzu Aussagen in den NAR getätigt. Im Netzgebiet der E.ON-Netz GmbH gilt beispielsweise folgende Umsetzung. Die Wirkleistungsreduzierung erfolgt wie in den NAR beschrieben und bei 51,5 Hz wird unverzüglich ausgeschaltet durch den Frequenzschutz.*

- *Alternativ ist das Verfahren für Neuanlagen zulässig*

- 6) Nachweis der Möglichkeit, dass die Funktion des automatischen Wiederankoppelns blockiert werden kann

*Anforderung:*

*Ein entsprechendes Signal wird bei Bedarf vom NB am Netzanschlusspunkt für die gesamte Erzeugungsanlage übergeben (potentialfreier Kontakt). Die Realisierung*

der Vorgabesignale durch den NB ist projektabhängig und erfolgt ggf. zu einem späteren Zeitpunkt.

Unabhängig davon muss in jedem Falle eine Einrichtung in der EZA installiert sein, die dieses Signal entsprechend verarbeitet (u. a. bei Notwendigkeit Vervielfachung für die einzelnen EZE sowie Weiterleitung an die einzelnen EZE). Die Funktion muss im Gutachten beschrieben werden. Der Sachverständige muss die Realisierung der entsprechenden Einrichtung bestätigen.

7) Nachweis der Realisierung der Einstellvorgaben des Netzbetreibers bezüglich der Entkopplungsschutzeinrichtungen

Anforderungen:

- Da die EZE im Fehlerfall am Netz verbleiben, müssen auch die Schutzkonzepte entsprechend angepasst werden. Dies erfordert ggf. auch die Nachrüstung von Entkopplungsschutzeinrichtungen am Netzanschlusspunkt (zum Beispiel Spannungsschutzeinrichtungen), sofern diese noch nicht vorhanden sind.
- Im Falle einer Blindstromeinspeisung im Fehlerfall sind darüber hinaus ggf. auch Anpassungen hinsichtlich der Kurzschlussstromschutzeinrichtungen erforderlich.
- Die Vorgaben zur Schutzkonzeption bezüglich der Entkopplungs- und Kurzschlusschutzschutzeinrichtungen und zu den Einstellwerten erfolgen projektspezifisch durch den Netzbetreiber. Die Vorgaben sind durch den Sachverständigen mit den Belangen des Eigenschutzes der Erzeugungsanlage abzugleichen. Ggf. sind die Schutzkonzepte der EZA (Anschlussanlage des Kunden und die einzelnen EZE) zu ergänzen. Die Einstellwerte weiterer Schutzkomponenten dürfen aber zu einem, den Anforderungen der SDLWindV widersprechenden Verhalten der Anlage, bei Spannungseinbrüchen bzw. Überfrequenzen führen. Die Prüfungen sind im Sachverständigengutachten zu bestätigen.
- Der Nachweis der Realisierung und Umsetzung der Vorgaben soll durch Übergabe entsprechender Schutzprüfprotokolle erfolgen.

Folgende Überprüfungen sind durch den Sachverständigen **vor Ort** durchzuführen und im Sachverständigengutachten mittels eines entsprechenden Prüfprotokolls / Begehungsprotokolls nachzuweisen:

- Die vorgelegten Einheitenzertifikate sind für die in der Anlage vorhandenen Einheiten zutreffend (u. a. Typ der leistungselektronischen Komponenten).

- 
- Die Erzeugungseinheiten sind entsprechend den in den Zertifikaten angegebenen Spezifikationen umgerüstet (u. a. Vergleich mit Softwareversion des Einheitszertifikates).
  - visuelle Kontrolle der eingestellten und im Prüfprotokoll der einzelnen Schutzrichtungen aufgeführten Einstellwerte für alle Entkupplungs- und Kurzschlusschutzrichtungen; Vergleich mit Vorgaben des Netzbetreibers
  - Überprüfung der Umsetzung und der Einstellung des Blindleistungsunterspannungsschutzes
  - Überprüfung der Umsetzung der Einrichtung zur Blockierung des automatischen Widerankoppelns.
  - Überprüfung, dass sich aus der Gesamtkonfiguration der Anlage (Anbindung leistungselektronische Komponenten etc.) keine elektrischen Eigenschaften ergeben, die nicht im Einklang mit den Anforderungen der Verordnung stehen

## **4.2 Inhalte des Sachverständigengutachtens bei Altanlagen**

Das Sachverständigengutachten muss mindestens nachfolgend benannte Angaben zum Inhalt haben:

### **Deckblatt gemäß Anlage 1**

#### **Beschreibung der Erzeugungsanlage**

- Kurzschlussleistung, Betriebsspannung am Netzverknüpfungspunkt
- Übersichtsplan zum Aufbau der gesamten EZA (von EZE bis zum Netzanschlusspunkt)
- Angabe und Definition der Leistungskennlinien der Gesamtheit aller WEA
- Angabe des Leistungsmaximums des Windparks am NVKP

#### **Angaben zu den Erzeugungseinheiten**

- Typbezeichnung der EZE mit den hauptsächlichen technischen Daten und Angabe der zertifizierten Softwareversion

- Auflistung der nachgerüsteten Komponenten
- Name und Anschrift des Herstellers
- Einheitenzertifikat(e); Ausführung gemäß TR 8

**Beschreibung der Anschlussanlage**

- Einpolige Darstellung des Kabelnetzes mit Angabe der Längen und technischen Daten
- Beschreibung des Umspannwerkes/ der Anschlussstation etc.
- Beschreibung weiterer Anlagenkomponenten wie z.B. Regeleinrichtungen und Blindstromkompensationsanlagen, falls vorhanden.

**Beschreibung des Schutz- und Regelkonzeptes am Netzverknüpfungspunkt.**

- Leistungsmaximum Windpark
- Leistungsreduktion ( Sollwert )
- Leistungsreduktion ( Frequenz )
- Leistungssteigerung beim Hochfahren des Windparks
- Netzentkupplungsschutz
- Beschreibung und Funktion
- Prüfungen der Prüfberichte auf Konformität zu den Netzanschlussbedingungen

**Nachweise gemäß Punkt 4.1**

## 5 Neuanlagen

### 5.1 Technische Anforderungen an Neuanlagen und deren Nachweis

Windenergieanlagen, die nach dem 30.06.2010 in Betrieb genommen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt bei Anschluss an das Mittelspannungsnetz die Anforderungen der BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am MS-Netz“ (Ausgabe Juni 2008) und bei Anschluss an das Hoch- und Höchstspannungsnetz die Anforderungen des „Transmission Codes 2007- Netz und Systemregeln der deutschen Übertragungsnetzbetreiber“ nach Maßgabe der Anlage 1 der SDLWindV erfüllen.

Windenergieanlagen, die zwischen dem 01.01.2009 und 30.06.2010 in Betrieb genommen werden bzw. in Betrieb genommen wurden, haben nur dann Anspruch auf einen Systemdienstleistungs-Bonus, wenn am Netzverknüpfungspunkt die Anforderungen nach SDLWindV § 2 bis 4 in Verbindung mit Anlage 1 und 2 erfüllt werden.

Windenergieanlagen, welche zwischen dem 01. 01. 2009 und dem 30.06.2010 errichtet wurden bzw. werden und die an einem bestehenden Windpark angeschlossen werden (Mischpark aus Alt- und Neuanlagen) müssen als Voraussetzung für den Bonus grundsätzlich die Anforderungen für Neuanlagen erfüllen. Folgende Präzisierung gilt hierbei:

- Die Anforderungen an die verfügbare Blindleistungsbereitstellung im Rahmen der statischen Spannungshaltung ist anteilig für diese Anlagen am Netzverknüpfungspunkt zu realisieren.
- Die Anforderungen an die verfügbare Blindleistungsbereitstellung zur dynamischen Netzstützung erfolgt nach Maßgabe des TC2007 an der Unterspannungsseite des Maschinentransformators.

Die Einhaltung der in der SDLWindV gestellten Anforderungen ist durch Einheitenzertifikate nach dem Verfahren des Kapitels 6.1 der BDEW-MS-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ und Sachverständigengutachten zu erbringen.

Auf das Sachverständigengutachten bezogen ergeben sich die Anforderungen der BDEW-Richtlinie wie folgt:

### **Nachweis der Einspeise-Wirkleistung**

Für die gesamte Erzeugungsanlage ist die Angabe der Wirkleistungseinspeisung abhängig vom Primärenergieangebot erforderlich.

Basis hierfür sind die Einheitenzertifikate der einzelnen EZE. Das Einheitenzertifikat muss den Nachweis der Wirkleistung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit, gemessen entsprechend FGW TR3, für die entsprechende EZE ausweisen. Zudem muss das Einheitenzertifikat entsprechend validierte, rechnerlauffähige Modelle enthalten.

Auf Grundlage der Modelle der einzelnen EZE und unter Beachtung der gesamten Anschlussanlage des Windparks ermittelt der Sachverständige dann das entsprechende Verhalten am Netzverknüpfungspunkt.

### **Nachweis der Netzurückwirkungen**

Zur Überprüfung der festgelegten zulässigen Netzurückwirkungen sind Nachweise für die von der Erzeugungsanlage erzeugten Störaussendungen vorzulegen.

Basis hierfür sind die Einheitenzertifikate der einzelnen EZE. Das Einheitenzertifikat muss den Nachweis der Netzurückwirkungen, gemessen entsprechend FGW TR3, für die entsprechende EZE ausweisen. Zudem muss das Einheitenzertifikat entsprechend validierte, rechnerlauffähige Modelle enthalten.

Auf Grundlage der Modelle der einzelnen EZE und unter Beachtung der gesamten Anschlussanlage des Windparks ermittelt der Sachverständige dann das entsprechende Verhalten am Netzverknüpfungspunkt.

---

## **Nachweis der dynamischen Netzstützung**

### **Nachweis der Anforderungen**

Es ist an einem validierten Rechenmodell oder durch Versuche an der Erzeugungsanlage nachzuweisen, dass die zur Steuerung der Erzeugungsanlage eingesetzte Regelung die Anforderungen erfüllt. Hierzu ist jeweils der Halbschwingungs-Effektivwert der drei verketteten Spannungen am Netzanschlusspunkt zu Grunde zu legen. Wird die Netzspannung nicht am Netzanschlusspunkt erfasst, ist sie durch Berechnungen unter Berücksichtigung der im Netz der Erzeugungsanlage vorhandenen Impedanzen zu ermitteln. Die folgenden Eigenschaften sind für Spannungseinbrüche durch zweiphasige und dreiphasige Fehler im Netz nachzuweisen.

Erzeugungseinheiten vom Typ 1 und Typ 2 werden hier nachfolgend nur Erzeugungseinheiten genannt, da es nach derzeitigem Stand der Praxis keine Typ 1 Anlagen geben wird.

- Bei Absinken des Halbschwingungs-Effektivwertes unter 85 % der vereinbarten Versorgungsspannung  $U_c$  am Netzanschlusspunkt mit einer Dauer von  $\leq 150$  ms darf sich die Erzeugungsanlage entsprechend der BDEW Richtlinie Kapitel 2.5.1.2 nicht vom Netz trennen. Das korrekte Verhalten der Erzeugungsanlage ist für ein Absinken der Netzspannung auf jeweils einen Wert zwischen 70 % und 80 %  $U_c$ , 45 % und 60 %  $U_c$ , 20 % und 30 %  $U_c$  und auf einen Wert  $< 5$  %  $U_c$  nachzuweisen.
- Das korrekte Verhalten der Erzeugungsanlage ist für ein Absinken der verketteten Netzspannung auf einen Wert zwischen 30 % und 40 %  $U_c$  mit einer Dauer von 700 ms und zwischen 70 % und 80 %  $U_c$  mit einer Dauer von 1,4 s nachzuweisen.

Für alle Versuche sind die Zeitverläufe der Halbschwingungs-Effektivwerte der Spannungen und Ströme sowie der daraus ermittelten Wirk- und Blindleistungen zu ermitteln und zu dokumentieren.

### **Nachweis der Blindstromeinspeisung während des Fehlers**

Es ist die Einhaltung der Vorgabe aus dem TransmissionCode 2007 zur Spannungsstützung bei Netzfehlern nachzuweisen.

Die während des Verbleibens der Erzeugungseinheit am Netz im Fehlerfall eingespeisten Wirk- und Blindströme sind während der Versuche gemäß den Anforderungen der BDEW RL Kapitel 6.4.1.1 nach FGW TR 3 zu messen. Aus den Messergebnissen ist ein validiertes Berechnungsmodell des Verhaltens der Erzeugungseinheit bei Fehlern im Netz zu erstellen. Die Zeitverläufe der erforderlichen Größen sind als Halbschwingungs-Effektivwerte anzugeben.

Der Nachweis des Verhaltens der Erzeugungsanlage erfolgt durch Berechnung, anhand der validierten Modelle. Hierbei sind für symmetrische und unsymmetrische Fehler entsprechende Netzberechnungen durchzuführen um für dreipolige Fehler jeweils mindestens zwei Fehlerfälle des Netzes mit unterschiedlichen Spannungseinbrüchen zu simulieren.

### Nachweis des Kurzschlussstrombeitrages

Aus den Zeitverläufen der Halbschwingungs-Effektivwerte der Ströme bei dreipoligen Fehlern entsprechend Kapitel 6.4.1.1 ist die Höhe des Kurzschlussstrombeitrages der Erzeugungseinheit wie folgt anzugeben:

$I''_k / I_{rE1}$	$U = 0$	$U = 30 \% U_c$	$U = 80 \% U_c$
$t = 0s$			
$t = 150ms$	1)	1)	1)
$t = 1000ms$	1)	1)	1)

**Tabelle 1 Kurzschlussstrombeitrag**

1) Es ist dabei auch anzugeben, ob der Kurzschlussstrom ohmsch oder induktiv in das Netz eingespeist wird.

Aus diesen Werten ist der Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage zu berechnen.

Der Nachweis des Verhaltens der Erzeugungsanlage erfolgt durch Berechnung anhand der validierten Modelle. Hierbei sind für symmetrische und unsymmetrische Fehler entsprechende Netzberechnungen durchzuführen.

Für die Fehlerfälle (Spannungseinbruch auf Null, 30 % und 80 %  $U_c$ ) ist jeweils der zeitliche Verlauf des Kurzschlussstromes der gesamten Erzeugungsanlage am

Netzanschlusspunkt darzustellen. Betrag und Phasenlage des Stromes sind dabei anzugeben.

### **Nachweis der Eigenschaften zur Wirkleistungsabgabe**

Folgende Anforderungen sind, gemessen entsprechend FGW TR 3, nachzuweisen:

- Wirkleistungsreduktion in Stufen von 10 % der Nennleistung bis auf 0 %; Erreichung des größten Sollwertsprunges innerhalb von maximal einer Minute,
- Wirkleistungsreduzierung auf den Wert 10 % - Leistung ohne Trennung vom Netz,
- Leistungsreduktion bei einer Netzfrequenz von  $> 50,2$  Hz mit einem Gradienten von 40 % der Wirkleistung je Hertz.

### **Nachweis der Blindleistungs-Fahrweise im Normalbetrieb des Netzes**

#### **Nachweis der Blindleistungswerte**

Für die Festlegung der Mindestanforderungen die an die netzseitige Blindleistungsbereitstellung von Windenergie-Erzeugungsanlagen für das Netz gelten, ist die jeweils für den Anschlusspunkt zutreffende Variante (1, 2, oder 3) mit dem zuständigen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) abzustimmen.

*Für Erzeugungsanlagen, deren Blindleistungswerte unabhängig von der erzeugten Wirkleistung sind, genügt die Angabe der maximalen Blindleistungen für induktiven (untererregten) und kapazitiven (übererregten) Blindleistungsbezug.*

*Für Erzeugungsanlagen, deren Blindleistungswerte abhängig von der erzeugten Wirkleistung sind, ist die Angabe der maximalen Blindleistungen für induktiven (untererregten) und kapazitiven (übererregten) Blindleistungsbezug in Abhängigkeit von der Einspeise-Wirkleistung gefordert.*

Für Windenergieanlagen ist der Nachweis der maximalen Blindleistungen in Abhängigkeit von der Wirkleistung, gemessen entsprechend FGW TR3, erforderlich.

---

Es ist weiterhin durch Messung nachzuweisen, dass die Vorgabe eines Verschiebungsfaktors in der Anlagensteuerung an den Klemmen der Erzeugungseinheit auch tatsächlich eingehalten wird (zulässiger Fehler für  $\cos \varphi$ : 0,005).

### **Nachweis der Blindleistungs-Übergangsfunktion**

Die zeitliche Änderung der Blindleistung nach Änderung eines vorgegebenen Sollwertes ist durch Messungen oder gleichwertige Modellberechnungen anzugeben.

Als Sollwertsprung ist ein Blindleistungssprung von maximaler induktiver auf maximale kapazitive Blindleistungseinspeisung und umgekehrt vorzugeben. Die zeitliche Änderung ist für volle Wirkleistungseinspeisung und eine Einspeisung zwischen 40 % und 60 % der Nennleistung anzugeben und darf maximal eine Minute betragen.

Der Nachweis der Blindleistungsregelung entsprechend einer vorgegebenen Q(U)-Kennlinie einschließlich der Gradientenbegrenzung erfolgt durch die Vorgabe eines Spannungssprunges vom kleinsten auf den größten Spannungswert der Kennlinie und umgekehrt. Dabei wird die Übergangsfunktion der Blindleistung für die kürzeste und die längste Einstellzeit gemessen. Die möglichen Einstellwerte sind anzugeben.

### **Nachweis der Zuschaltbedingungen**

Es ist nachzuweisen, dass die Erzeugungsanlage

- erst bei einer Netzspannung von mindestens 95 %  $U_c$  und einer Netzfrequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz zuschaltet oder wiederzuschaltet,
- im Falle einer Auslösung durch den Entkopplungsschutz nach Wiederschaltung die Wirkleistung mit einem Gradienten von maximal 10 % der Nennleistung pro Minute steigert (gilt nur für Erzeugungsanlagen > 1 MVA).

### **Nachweis der Eigenschaften der Entkopplungsschutzeinrichtungen**

Die Einhaltung der in der BDEW RL Kapitel 3.2.3 geforderten Anforderungen an die Entkopplungsschutzeinrichtungen ist nachzuweisen. Dies gilt auch für den Fall, dass die Schutzeinrichtungen in die Anlagensteuerung integriert sind. So sind u. a. die geforderten Einstellbereiche für die Einstellwerte, die Abschaltzeiten, das Rückfallverhältnis und die

Gesamtausschaltzeit (Prüfung der Gesamtwirkungskette) anhand von Messungen nachzuweisen.

## **5.2 Inhalte zum Sachverständigengutachten bei Neuanlagen**

Das Sachverständigengutachten muss mindestens nachfolgend benannte Angaben zum Inhalt haben:

### **Beschreibung des NVKP**

- Kurzschlussleistung, Betriebsspannung am NVKP
- Klärung mit dem VNB und Ausweisung welcher Blindleistungsaustausch am NVKP gilt: Version 1,2 oder 3
- Festlegung der Rahmenbedingungen in Abhängigkeit der Spannungsebene (BDEW oder Transmission Code)

### **Beschreibung der Windenergieanlage oder des Windparks**

- Angaben zu den Erzeugungseinheiten (Einheitenzertifikat)
- Angabe und Definition der Leistungskennlinien der Gesamtheit aller WEA
- Angabe des Leistungsmaximums des Windparks am NVKP
- Blindleistungsaustausch am NAP gemäß SDLWindV (für 50Hertz Transmission gilt für den Blindleistungsaustausch prinzipiell das Bild 3.3c, für andere Regelzonen sind die Werte vom ÜNB festzulegen)

### **Beschreibung der Anschlussanlage**

- Einpoliger Plan des Kabelnetzes mit Angaben der Längen und technischen Daten
- Beschreibung des Umspannwerkes/ der Anschlussstation, Art der Sternpunktbehandlung etc.

- Beschreibung weiterer Anlagenkomponenten wie z.B. Regeleinrichtungen ( EP-GRID) und Blindstromkompensationsanlagen, falls vorhanden.

### **Beschreibung des Schutz- und Regelkonzeptes am Netzverknüpfungspunkt.**

- Leistungsmaximum Windpark
  - Leistungsreduktion (Sollwert)
  - Leistungsreduktion (Frequenz)
  - Leistungssteigerung beim Hochfahren des Windparks
  - Netzentkopplungsschutz:
    - a) Beschreibung und Funktion
    - b) Prüfungen der Prüfberichte auf Konformität zu den Netzanschlussbedingungen
- Systemautomatik: Spannungswächter 1 (Q/U-Schutz) am NAP und Spannungswächter 2 an den EZE

### **Prüfung der EZE**

- Vom Sachverständigen ist zu prüfen, in wie weit die EZE mit den tatsächlich verbauten oder geplanten WEA`s übereinstimmt.
- Vom Sachverständigen ist zu prüfen, in wie weit das validierte WEA Modell mit den tatsächlich verbauten oder geplanten WEA`s übereinstimmt.

### **Prüfung von Zertifikaten zur Netzverträglichkeit**

- Vom Sachverständigen ist zu prüfen, in wie weit die Zertifikate zum Nachweis der Netzverträglichkeit mit den tatsächlich verbauten oder geplanten WEA`s übereinstimmt.
- Prüfung der Zertifikate auf Konformität mit den Netzanschlussbedingungen

**Zuschaltbedingungen**

- Vom Sachverständigen ist zu beschreiben, wie und unter welchen Bedingungen die Windenergieanlage bzw. der Windpark sich auf den NVKP zuschaltet bzw. synchronisiert.

## 6 Verzeichnisse

### 6.1 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1 Ablaufschema.....	5
Abbildung 2 Grenzlinien für den Spannungsverlauf.....	8
Tabelle 1 Kurzschlussstrombeitrag .....	18

### 6.2 Abkürzungsverzeichnis

BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
EZA	Erzeugungsanlage
EZE	Erzeugungseinheit
FGW	Fördergesellschaft Wind (e.V.)
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb
MS	Mittelspannung
NB	Netzbetreiber
NS	Niederspannung
NAP	Netzanschlusspunkt
NAR	Netzanschlussregeln
NVKP	Netzverknüpfungspunkt
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VNB	Verteilungsnetzbetreiber
WEA	Windenergieanlage

### **6.3 Glossar**

Die Begriffe Erzeugungsanlage und Erzeugungseinheit entsprechen der Begriffsdefinition der BDEW-Richtlinie „EZA am MS-Netz“.

Laut Gesetzestext erfolgt der Anschluss der Erzeugungsanlage am Verknüpfungspunkt. Der Begriff „Verknüpfungspunkt“ wurde jedoch aus Gründen der Beurteilung von Netzurückwirkungen eingeführt. Der Netzanschlusspunkt bezeichnet dagegen die Stelle im öffentlichen Netz, an dem die Erzeugungsanlage an das Netz des Netzbetreibers angeschlossen ist und wird. In vielen Fällen sind Anschluss- und Verknüpfungspunkt identisch. Im Folgenden wird die genauere Bezeichnung „Netzanschlusspunkt“ (für den gesetzlichen „Verknüpfungspunkt“) angewandt.

## 7 Anhang MUSTER

Name und Anschrift des Sachverständigen		<b>LOGO</b>	
<b>Sachverständigengutachten</b>		<b>Nr: 2009-n</b> Unterzeichnete Kopie No. 1	
<b>Projektbezeichnung</b>	_____		
<b>Anschlussnehmer</b>	_____		
<b>Leistungsangaben der Erzeugungsanlage</b>	Anschlussscheinleistung $S_A$		
	Maximale Scheinleistung $S_{Amax}$		
	vereinbarte Anschlusswirkleistung $P_{AV}$		
	vereinbarte Anschlussscheinleistung $S_{AV}$		
	Anschlusswirkleistung $P_A$		
<b>Vereinbarter <math>\cos \varphi</math> Bereich</b>	COS $\varphi = 0,xx_{\text{untererregt}}$ bis $0,xx_{\text{übererregt}}$		
<b>Technische Vorgaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“, Ausgabe Juni 2008</li> <li>- TC2007</li> <li>- Technischen Anforderungen der SDLWindV</li> <li>- TAB des NB</li> <li>- Vorgaben des NB vom ..... z. B. Kurzschlussleistung</li> </ul>		
Die oben bezeichnete Erzeugungsanlage erfüllt die Anforderungen der v. g. technischen Vorgaben. Somit sind die Anforderungen gemäß der SDLWindV erfüllt, so dass ab dem .....ein entsprechender Bonus zu gewähren ist			
<b>Das Sachverständigengutachten beinhaltet folgende Angaben:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den schematischen Aufbau der gesamten Erzeugungsanlage mit Angabe der Erzeugungseinheiten;</li> <li>• zusammen gefasste Angaben zu den Eigenschaften der Erzeugungsanlage.</li> <li>• .....</li> </ul>			
.....			
Ort, Datum (TT.MM.JJJJ)		Sachverständige	
_____			