

6 Nachweis der elektrischen Eigenschaften

6.1 Allgemeines

Für jede Erzeugungseinheit ist ein typspezifisches Einheiten-Zertifikat erforderlich. In diesem Einheiten-Zertifikat werden die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit ausgewiesen, um die Konformität der Erzeugungseinheit mit den Anforderungen der vorliegenden Richtlinie nachzuweisen.

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

Darüber hinaus sind dem Netzbetreiber für dessen Netzanschlussprüfung die elektrischen Eigenschaften der gesamten Erzeugungsanlage am Netzanschlusspunkt durch ein Anlagen-Zertifikat nachzuweisen. Hierin sind die projektspezifischen elektrischen Eigenschaften und das richtlinien-konforme Verhalten der Summe aller am Netzanschlusspunkt angeschlossenen Erzeugungseinheiten einschließlich der Anschlussleitungen zum Netzanschlusspunkt (also der kompletten Anschlussanlage) vom Zertifizierer zu bestätigen. Der Netzbetreiber stellt zur Erarbeitung des Anlagen-Zertifikates die Netzdaten Netzkurzschlussleistung S_{KV} und Netzimpedanzwinkel ψ_k des zunächst ermittelten Netzanschlusspunktes zur Verfügung (siehe Anhang E Workflow für die Anschlussbearbeitung).

Anmerkung: Diese Daten sind Grundlage für den Nachweis des richtlinienkonformen Verhaltens der Erzeugungsanlage. Für die Dimensionierung der Anlagenteile hinsichtlich Kurzschlussfestigkeit gelten höhere Anforderungen gemäß den Technischen Anschlussbedingungen des Netzbetreibers.

Bis zu einer Anschlussscheinleistung S_A der Erzeugungsanlage von maximal 1 MVA und einer Länge der Leitung vom Netzanschlusspunkt bis zu der/den Erzeugungseinheit(en) von ≤ 2 Kilometern reicht ein Einheiten-Zertifikat für jeden Erzeugungseinheiten-Typ aus. Sofern nicht alle Anforderungen der Richtlinie mit dem Einheiten-Zertifikat nachgewiesen wurden, ist das richtlinien-konforme Verhalten mit einem Anlagen-Zertifikat nachzuweisen.

Die Zertifizierung erfolgt durch eine nach EN 45011¹⁵ durch den Deutschen Akkreditierungs-Rat (DAR) hierfür akkreditierte und beim BDEW zugelassene Zertifizierungsstelle, die die Konformität der Anlageneigenschaften mit den Anforderungen dieser Richtlinie bestätigt.

¹⁵ DIN EN 45011 „Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Produktzertifizierungssysteme betreiben“, März 1998

Soweit internationale Normen (IEC- oder EN-Normen), nationale VDE-Vorschriften oder Vereinbarungen wie die der FGW e.V. vorliegen, sind durch das Zertifikat auch die hierin festgelegten Anforderungen und Prüfbestimmungen erfüllt. Die Zertifizierungsstelle hat zu prüfen, dass der Hersteller ein Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001 eingeführt hat.

Anlagen- und Einheiten-Zertifikate müssen die Konformität der Erzeugungsanlagen bzw. -einheiten mit den Forderungen dieser Richtlinie mindestens hinsichtlich der in Kapitel 6.2 bis 6.6 beschriebenen Eigenschaften bestätigen. In diesen Kapiteln wird aus Vereinfachungsgründen nur der Begriff „Erzeugungsanlage“ verwendet. Die Anforderungen gelten sinngemäß auch für die Erzeugungseinheiten, wobei die Tests aus FGW TR3 zur Modellvalidierung an einer Erzeugungseinheit in der Regel im Freifeldtest durchzuführen sind. Der Nachweis für Erzeugungsanlagen erfolgt durch validierte Rechenmodelle oder durch Freifeldtests.

Der in Anhang E dargestellte Workflow ist ab dem 1. Januar 2010 umzusetzen. Einheiten- und Anlagen-Zertifikate für Erzeugungsanlagen, die in dem Zeitraum zwischen dem 1. Januar 2009 und dem 1. Januar 2010 beim Netzbetreiber angemeldet werden, müssen vom Anlagenbetreiber bis zum 30. Juni 2010 beim Netzbetreiber nachgereicht werden.

Anmerkung: Prototypen, die zum Zwecke der Vermessung an ein Mittelspannungsnetz angeschlossen werden müssen, sind in Absprache mit dem Netzbetreiber auch ohne Zertifikate vorläufig anschließbar.

6.2 Nachweis der Einspeise-Wirkleistung

Für Erzeugungsanlagen, bei denen die erzeugte Wirkleistung nicht vom Angebot der Primärenergie abhängt, z.B. BHKW, genügt die Angabe der maximalen Wirkleistungseinspeisung und die Angabe der geplanten Betriebsweise der Anlage, wie wärme- oder stromgeführt.

Für Erzeugungsanlagen, bei denen die erzeugte Wirkleistung vom Angebot der Primärenergie abhängt, z.B. Windenergieanlagen oder Photovoltaik, ist die Angabe der Wirkleistungseinspeisung abhängig vom Primärenergieangebot erforderlich.

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

6.3 Nachweis der Netzurückwirkungen

Zur Überprüfung der in Kapitel 2.4 festgelegten zulässigen Netzurückwirkungen sind Nachweise für die von der Erzeugungsanlage erzeugten Störaussendungen vorzulegen.

Die Nachweise müssen mindestens die Angaben zu Netzurückwirkungen aus der FGW-Richtlinie FGW TR 3¹⁶, Revision 19, enthalten. Auch für die Erzeugungsanlagen, die nicht den Primärenergieträger Wind nutzen, sind die in vorgenannter Richtlinie geforderten Angaben vorzulegen.

6.4 Nachweis des Verhaltens der Erzeugungsanlage am Netz

Nachfolgende Anforderungen sind durch Versuche an der Erzeugungsanlage oder an einem validierten Rechenmodell der Erzeugungsanlage nachzuweisen.

6.4.1 Nachweis der dynamischen Netzstützung

6.4.1.1 Nachweis der Anforderungen

Es ist durch Versuche an der Erzeugungsanlage oder an einem validierten Rechenmodell der Erzeugungsanlage nachzuweisen, dass die zur Steuerung der Erzeugungsanlage eingesetzte Regelung die Anforderungen des Kapitel 2.5.1.2 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 (ausschließlich im Falle von Erzeugungseinheiten) und dreiphasige Fehler im Netz nachzuweisen:

Für Erzeugungsanlagen vom Typ 1 und 2:

- Bei Absinken des Halbschwingungs-Effektivwertes unter 85 % der vereinbarten Versorgungsspannung U_c am Netzanschlusspunkt mit einer Dauer von ≤ 150 ms darf sich die Erzeugungsanlage entsprechend 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.

Für Erzeugungsanlagen vom Typ 1:

¹⁶ Anhang B der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ Teil 3: Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften – Netzverträglichkeit (EMV) -

- Zusätzlich ist das korrekte Verhalten der Erzeugungsanlage für ein Absinken der verketteten Netzspannung auf einen Wert zwischen 70 % und 80 % U_c für eine Dauer von 700 ms nachzuweisen.

Für Erzeugungsanlagen vom Typ 2:

- 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.

6.4.1.2 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 von 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 dreipolige Fehler jeweils mindestens zwei Fehlerfälle des Netzes mit unterschiedlichen Spannungseinbrüchen zu simulieren.

6.4.2 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)

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.

6.4.3 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.

6.4.4 Nachweis der Blindleistungs-Fahrweise im Normalbetrieb des Netzes

6.4.4.1 Nachweis der Blindleistungswerte

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).

6.4.4.2 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.

6.5 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 Entkupplungsschutz nach Wiederschaltung die Wirkleistung mit einem Gradienten von maximal 10 % der Nennleistung pro Minute steigert (gilt nur für Erzeugungsanlagen > 1 MVA).

6.6 Nachweis der Eigenschaften der Entkupplungsschutzeinrichtungen

Die Einhaltung der in Kapitel 3.2.3 geforderten Anforderungen an die Entkupplungsschutzeinrichtungen 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.