

TECHNISCHE ANSCHLUSSBEDINGUNGEN DER 50HERTZ TRANSMISSION GMBH

Teil A: Ergänzungen zur VDE-AR-N 4130

A. INHALTSVERZEICHNIS

A. INHALTSVERZEICHNIS.....	2
B. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
C. LITERATURVERZEICHNIS	4
E. VORWORT	6
1 ANWENDUNGSBEREICH	7
4 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE	8
4.2 Anschlussprozess und anschlussrelevante Unterlagen.....	8
4.2.1 Allgemeines	8
4.2.2 Prozess und Anschlusszusage	8
5 NETZANSCHLUSS	9
5.4 Netzurückwirkungen.....	9
5.4.1 Allgemeines	9
5.4.4 Harmonische, Zwischenharmonische und höherfrequente Emission	9
5.4.6 Unsymmetrien.....	9
6 PLANUNG UND AUSFÜHRUNG DES NETZANSCHLUSSES.....	10
6.1 Baulicher Teil.....	10
6.1.1 Allgemeines	10
6.2 Elektrischer Teil.....	11
6.2.1 Schaltanlagen.....	11
6.2.3 Sternpunktbehandlung	11
6.3 Sekundärtechnik.....	11
6.3.2 Eigenbedarfsenergieversorgung.....	11
6.3.3 Schutzeinrichtungen	11
6.3.3.1 Allgemeines	11
6.3.3.2 Automatische Frequenzentlastung	12
6.3.3.3 Gesteuertes Schalten	12
6.3.4 Sprachkommunikation	12
6.3.5 Datenkommunikation	12
7 ABRECHNUNGSMESSUNG.....	14
7.1 Allgemeines.....	14
7.2 Gerätetechnik.....	14
7.2.1 Messeinrichtungen.....	14
7.2.2 Power-Quality-Geräte	14
7.2.3 Online-Messwerte.....	14
7.3 Messwandler	14
7.3.1 Allgemeines	14
7.3.2 Nieder- und Mittelspannung.....	16
7.3.3 Hoch- und Höchstspannung.....	16

7.3.4 Datenübertragung	17
8 BETRIEB DER KUNDENANLAGE	18
8.1 Allgemeines.....	18
8.10 Zukünftige Anforderungen	18
9 ÄNDERUNGEN, AUßERBETRIEBNAHMEN UND DEMONTAGE.....	20
10 ERZEUGUNGSANLAGEN	21
10.2 Verhalten der Erzeugungsanlagen am Netz	21
10.2.1 Allgemeines	21
10.2.1.2 Quasistationärer Betrieb	21
10.2.1.3 Polrad- bzw. Netzpendelungen	21
10.2.1.7 Netzwiederaufbau	21
10.2.2 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung.....	21
10.2.2.2 Blindleistungsbereitstellung bei $P_{b \text{ inst}}$	21
10.2.2.3 Blindleistungsbereitstellung Unterhalb von $P_{b \text{ inst}}$	21
10.2.2.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung für Typ 2 Anlagen	22
10.2.3 Dynamische Netzstützung	24
10.2.3.1 Allgemeines	24
10.2.3.3 Dynamische Netzstützung für Typ 2 Anlagen	24
10.2.4 Wirkleistungsabgabe	25
10.2.4.1 Allgemeines	25
10.2.4.3 Wirkleistungsanpassung bei Über- und Unterfrequenz	25
10.3 Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen.....	25
10.3.1 Netzschutzeinrichtungen	25
10.3.4 Entkupplungsschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers	25
10.3.4.1 Allgemeines	25
10.3.7 Schnittstellen für Schutzfunktions-Prüfungen.....	25
10.4 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung.....	25
10.4.2 Zuschalten nach Auslösung durch Schutzeinrichtungen.....	25
10.4.3 Zuschaltung von Erzeugungseinheiten und -anlagen	25
10.5 Weitere Anforderungen an Erzeugungsanlagen	25
10.5.1 Abfangen auf Eigenbedarf	25
10.5.5 Zukünftige Anforderungen an Erzeugungsanlagen und Speicher.....	26
10.6 Modelle.....	26
10.6.1 Allgemeines	26
10.7 Gesonderte Anforderungen an Erzeugungsanlagen mit Offshore-Netzanschlusspunkt	26
10.7.2 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich der Spannungshaltung	26
10.7.3 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich der Robustheit.....	27
10.7.4 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich des Netzsicherheitsmanagements	27
11 NACHWEISVERFAHREN	28
11.4 Anlagenzertifikat	28
11.4.1 Allgemeines	28
11.6 Einzelnachweisverfahren	28
11.6.1 Allgemeines	28

12 PROTOTYPEN-REGELUNG	29
ANHANG E.....	30
Anhang E.6	30

B. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 6-1	Grundsätzliches Beispiel für einen Kundenanschluss an einer Freileitung.....	10
Abbildung 7-1:	Grundsätzliches Anschlussschema einer Wandlermessung.....	15
Abbildung 7-2:	Reihenprüfklemmen für den Wandleranschluss.....	16
Abbildung 10-1:	Prinzipdarstellung der Blindleistungsbereiche in Abhängigkeit von der Wirkleistungseinspeisung am Beispiel der Variante 3.....	22
Abbildung 10-3:	Beispiel für Verfahren d) basierend auf Variante 3.....	24

C. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] EnWG, Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG), 07.07.2005.
- [2] VDE|FNN, Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung) des VDE|FNN, Berlin: VDE VERLAG GmbH, 2018.
- [3] NC RfG, Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger der Europäischen Kommission, Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union, 14. August 2016.
- [4] NC DCC, Netzkodex für den Lastanschluss der Europäischen Kommission, Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union, 17. August 2016.
- [5] VDE|FNN, Technische Regeln für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen - Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze, Berlin: VDE VERLAG GMBH, 2019.
- [6] VDE|FNN, Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), Berlin: VDE Verlag GmbH, 2018.
- [7] VDE|FNN-Hinweis, Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen, Berlin, 2009.
- [8] VDE|FNN, Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen, Berlin: VDE Verlag GmbH, 2015.
- [9] VDE|FNN, Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen (Entwurf), Berlin: VDE Verlag GmbH, 2018.
- [10] NC ER, Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes, Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union, 24. November 2017.
- [11] SO GL, Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb, Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union, 2. August 2017.
- [12] VDN, Richtlinie für digitale Schutzsysteme, Berlin, 2003.

- [13] V. (Hinweis), Spannungseinprägendes Verhalten von HGÜ-Systemen und nichtsynchronen Erzeugungsanlagen mit Gleichstromanbindung, Berlin: VDE Verlag GmbH, 2020.
- [14] VDE|FNN, Technische Regeln für den Anschluss von HGÜ-Systemen und über HGÜ-Systeme angeschlossene Erzeugungsanlagen (TAR HGÜ), Berlin: VDE Verlag GmbH, 2019.
- [15] FGW e.V. - Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinie für Erzeugungseinheiten und -anlagen Teil 8 (TR8), Berlin.
- [16] 50Hertz, „Betriebserlaubnisverfahren der 50Hertz Transmission GmbH (Unternehmensrichtlinie),“ Berlin, 2018.
- [17] 50Hertz, Amprion, TenneT, Transnet BW, Modalitäten für Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau, Berlin, Dortmund, Bayreuth, Stuttgart, 28. April 2020.
- [18] FGW e.V. Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Technische Richtlinien für Erzeugungsanlagen und -einheiten Teil 3 (TR3), Berlin, 2019.

D. WERKNORMEN

Nummer der Werknorm	Titel
TRN 02.06.01	Sternpunktbehandlung im 400/220-kV-Netz
TRN 05.05.01	Technische Forderungen an Wandler ab 123 kV
TRN 10.03	Aufbau von Sekundärschränken für Innenraumaufstellung
TRN 14.01	Technische Forderungen an Zählstellen
TRN 14.10	Kommunikationsanbindung der Gerätetechnik in der Zählung

E. VORWORT

Gemäß § 19 Abs. 1 des Gesetzes über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG) vom 7. Juli 2005 (EnWG) [1] sind Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen verpflichtet, „... unter Berücksichtigung der nach § 17 festgelegten Bedingungen und der allgemeinen technischen Mindestanforderungen nach Absatz 4 für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen, Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie, Elektrizitätsverteilernetzen, Anlagen direkt angeschlossener Kunden, Verbindungsleitungen und Direktleitungen technische Mindestanforderungen an deren Auslegung und deren Betrieb festzulegen und im Internet zu veröffentlichen.“

Die vom VDE|FNN erstellte Anwendungsregel VDE-AR-N 4130 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung)“ [2] stellt die „... allgemein anerkannten Regeln der Technik ...“ im Sinne des § 49 EnWG dar. Mit den Technischen Anschlussbedingungen werden die TAR Höchstspannung, als nationale Umsetzung der Anforderungen an Erzeugungsanlagen des Typ D¹ aus der Verordnung (EU) 2016/631 der Kommission vom 14. April 2016 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger [3] (NC RfG) und die Anforderungen an Verbrauchsanlagen aus der Verordnung (EU) 2016/1388 der Kommission vom 17. August 2016 zur Festlegung eines Netzkodex für den Lastanschluss [4] (NC DCC), für das Netz der 50Hertz spezifiziert. Für den Netzanschluss von Kundenanlagen an Verteilungsnetze findet die VDE-AR-N 4120 Anwendung.

In Wahrnehmung dieser Pflichten veröffentlicht die 50Hertz Transmission GmbH (50Hertz) das vorliegende Dokument „Technische Anschlussbedingungen der 50Hertz Transmission GmbH (TAB 50Hertz Teil A).

Das vorliegende Dokument ersetzt die Version vom 11. Juni 2019.

Alle Teile der TAB 50Hertz sind in Analogie zur jeweiligen VDE-Anwendungsregel strukturiert. Dabei sind in den TAB 50Hertz nur die Abschnitte aufgeführt, in denen ergänzende oder erläuternde Regelungen enthalten sind. Alle in der VDE-AR-N 4130 enthaltenen Bestimmungen bleiben dadurch unberührt und sind einzuhalten.

¹ Anlagen vom Typ D sind nach NC RfG alle diejenigen definiert, die an ein Netz mit einer Nennspannung von 110 kV oder größer angeschlossen sind.

1 ANWENDUNGSBEREICH

Die TAB 50Hertz Teil A gelten für an das Netz der 50Hertz neu anzuschließende Kundenanlagen in den Spannungsebenen mit den Nennspannungen U_n von 380 kV, 220 kV und 150 kV.

Für den Anschluss von Erzeugungsanlagen mit Offshore-Netzanschlusspunkt gelten die vorliegenden Anforderungen mit den für die 220-kV-Ebene angegebenen pu-Werten bezogen auf die Nennspannung des Netzanschlusses (vgl. Abschnitt 10.7.1 [2]). Für den Anschluss von Kundenanlagen an Anlagen von 50Hertz, die nicht unter die VDE-AR-N 4130 fallen, gelten die entsprechenden Technischen Anschlussregeln des VDE|FNN und die dazugehörigen Technischen Anschlussbedingungen von 50Hertz. Für den Anschluss von öffentlichen Verteilungsnetzen gelten die „Technischen Regeln für den Betrieb und die Planung von Netzbetreibern – Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilungsnetze“ VDE-AR-N 4141-1 des VDE|FNN [5].

50Hertz prüft eine Änderung an der Kundenanlage dahingehend, ob diese wesentlich ist. Bei Vorliegen einer wesentlichen Änderung (siehe Abschnitt 9) gilt die jeweils aktuelle Fassung der TAB 50Hertz für die zu ändernden Anlagen. Für diese ist ein entsprechender Konformitätsnachweis neu zu erbringen.

Dabei gilt, dass ein einfacher Ersatz durch typgleiche oder technisch gleichwertige Erzeugungseinheiten oder Komponenten neueren Baujahres (zum Beispiel der Ersatz einer Windenergieanlage durch einen gleichwertigen Typ), beispielsweise aufgrund eines Defektes, keine wesentliche Änderung darstellt, solange sichergestellt ist, dass sich das elektrische Verhalten der Kundenanlage nicht verschlechtert. Dies gilt nicht, wenn hierbei mehr als 25 MW oder 20 % der insgesamt für den Netzanschlusspunkt vereinbarten Anschlusswirkleistung $P_{AV, B/E}$ bzw. Anschlusscheinleistung $S_{AV, B/E}$ ersetzt werden (bezogen auf alle Komponenten oder Anlagenteile zum Zeitpunkt des letztmaligen Konformitätsnachweises). Beim Tausch sind vorzugsweise Komponenten zu verwenden, für die die Nachweisführung bereits erbracht wurde. Jedes modernisierte Betriebsmittel muss für sich dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und in der Lage sein, als Teil der Kundenanlage die vorliegenden technischen Anforderungen zu erfüllen [6].

Wird eine Anlage erweitert, gilt die in Abschnitt 11.4.1 angegebene Grenze ab der grundsätzlich ein erneuter Konformitätsnachweis notwendig wird.

4 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE

4.2 ANSCHLUSSPROZESS UND ANSCHLUSSRELEVANTE UNTERLAGEN

4.2.1 ALLGEMEINES

Grundsätzlich basiert ein Netzanschlussverfahren auf dem Prinzip der Gegenseitigkeit, beginnend mit schriftlichen Netzanschlussantrag und der ausgefüllten Anhänge E.1 sowie sofern zutreffend E.2 (Verbrauchsanlagen) und E.6 (Erzeugungsanlagen) der VDE-AR-N 4130 [2] bei 50Hertz. 50Hertz regelt das Betriebserlaubnisverfahren in einer Unternehmensrichtlinie. Das grundsätzliche Verfahren und durch den Ordnungsgeber vorgegebene Abläufe werden auf der 50Hertz-Homepage veröffentlicht. Die für den Netzanschlussprozess erforderlichen Unterlagen werden veröffentlicht.

4.2.2 PROZESS UND ANSCHLUSSZUSAGE

Der Austausch weiterer relevanter Unterlagen kann bei Bedarf im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens erfolgen.

5 NETZANSCHLUSS

5.4 NETZRÜCKWIRKUNGEN

5.4.1 ALLGEMEINES

Die maximal anschließbare Scheinleistung $S_{t\ H\&S}$ wird projektspezifisch von 50Hertz vorgegeben.

5.4.4 HARMONISCHE, ZWISCHENHARMONISCHE UND HÖHERFREQUENTE EMISSION

Der Resonanzfaktor k_v bildet die frequenzabhängige Netzimpedanz bei der Ermittlung der zulässigen Oberschwingungsströme ab. 50Hertz ermittelt die Resonanzfaktoren k_v projektspezifisch.

5.4.6 UNSYMMETRIEN

Die Kundenanlage muss für auftretende Spannungsunsymmetrien im Gegensystem $U_{(2)}/U_{(1)}$ von bis zu 3 % ausgelegt sein. Daraus resultiert, dass im normalen Betrieb mit auftretender Spannungsunsymmetrie von typischerweise $U_{(2)}/U_{(1)} < 1\%$ thermische Reserven in der Kundenanlage vorhanden sind. Treten größere Spannungsunsymmetrien auf, muss die Kundenanlage so lange am Netz bleiben, bis diese thermischen Reserven aufgebraucht sind.

6 PLANUNG UND AUSFÜHRUNG DES NETZANSCHLUSSES

6.1 BAULICHER TEIL

6.1.1 ALLGEMEINES

50Hertz gibt die Variante für den Netzanschluss grundsätzlich vor. Der Höchstspannungs-Leistungsschalter befindet sich i. Allg. im Eigentum des Anschlussnehmers.

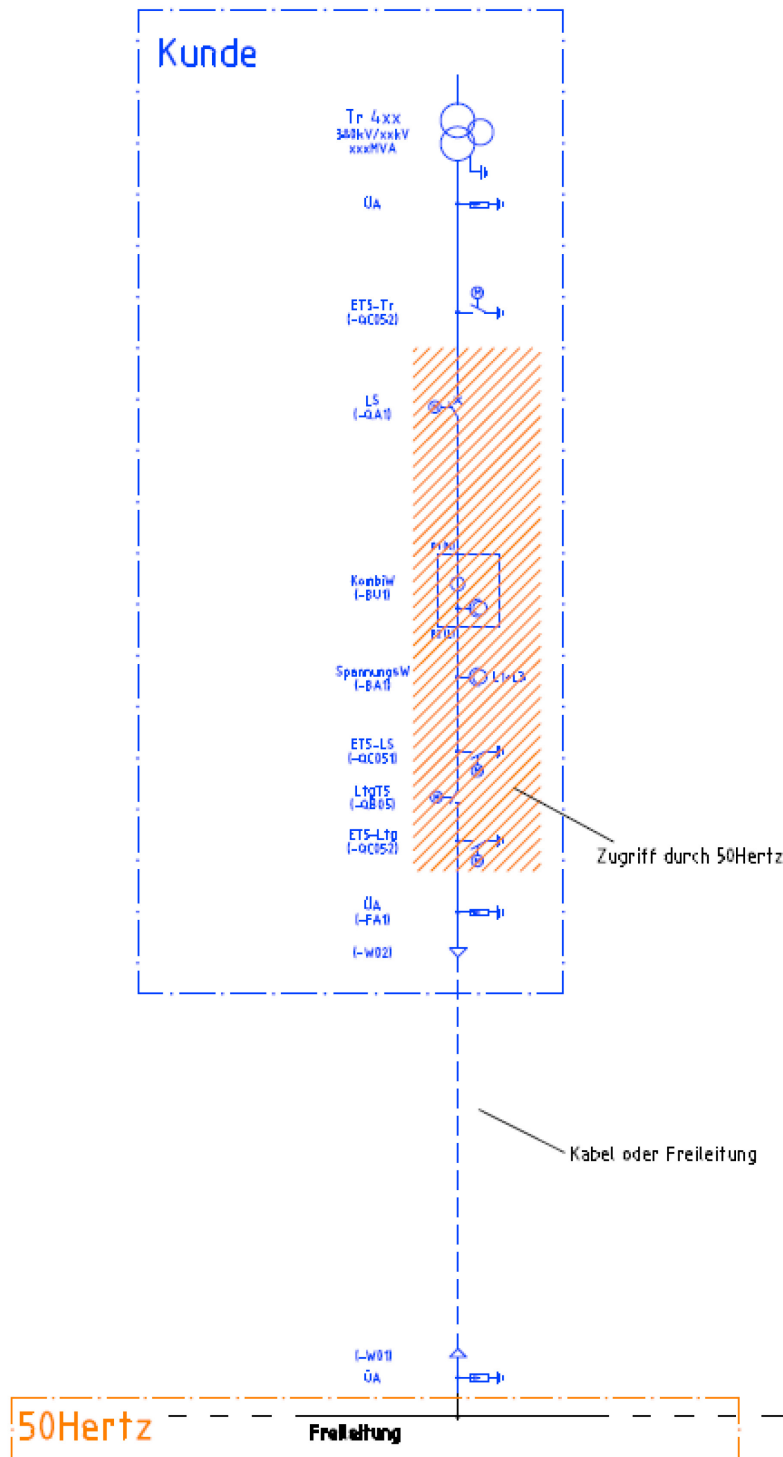


Abbildung 6-1 Grundsätzliches Beispiel für einen Kundenanschluss an einer Freileitung

6.2 ELEKTRISCHER TEIL

6.2.1 SCHALTANLAGEN

Die Ausführung der Wandler wird in der Werknorm TRN 05.05.01 „Technische Forderungen an Wandler ab 123 kV“ von 50Hertz festgelegt.

6.2.3 STERNPUNKTBEHANDLUNG

Der überspannungsseitige Sternpunkt von Netztransformatoren wird nach der Werknorm TRN 02.06.01 „Sternpunktbehandlung im 400/220-kV-Netz“ niederohmig geerdet.

Für Blocktransformatoren von Kraftwerken ist die Erdung des primärseitigen Sternpunktes mittels einer Sternpunktrossel entsprechend der Nullimpedanz des Transformators herzustellen und mit einem Überspannungsableiter auszurüsten und zu betreiben.

6.3 SEKUNDÄRTECHNIK

6.3.2 EIGENBEDARFSENERGIEVERSORGUNG

Der Anschlussnehmer stellt eine Eigenbedarfs- und Notenergieversorgung zur Verfügung. Bei Einsatz von 50Hertz-Technik beim Anschlussnehmer, ist der Energiebedarf von 50Hertz separat zu erfassen.

Das Eigenbedarfssystem der Kundenanlage muss über ein 400/230-V-Drehstromsystem für die Eigenbedarfsversorgung sowie über eine Notenergieversorgung verfügen. Für das Notenergiesystem ist z. B. eine Batterie einsetzbar. Die Sicherungselemente der Notenergieversorgung müssen selektiv zueinander auslösen.

Der Anlagenbetreiber ist für die Überwachung und Instandhaltung des Eigenbedarfs und der Hilfsenergieversorgung verantwortlich. Die Funktionsfähigkeit der Hilfsenergieversorgung ist durch entsprechende Maßnahmen dauerhaft zu sichern. Dies muss in bestimmten Zeitabständen nachgewiesen, entsprechend dokumentiert und dem Netzbetreiber auf Nachfrage vorgelegt werden.

Für die Spannungsversorgung der Kommunikations-, Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen ist eine Gleichspannung aus einer netzunabhängigen Quelle zur Verfügung zu stellen. Die Dimensionierung des DC-Systems hat derart zu erfolgen, dass bei Ausfall der Netzspannung alle Kommunikations-, Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen für den Betrieb der Übergabestation inklusive der Zähl- und Messeinrichtungen mindestens 72 h weiterbetrieben werden können. Die Gleichspannung beträgt vorzugsweise 220 V DC $\pm$ 10%.

Der Betrieb der Kundenanlage ohne funktionstüchtige Notenergieversorgung ist unzulässig.

Es wird der Einsatz einer Netzersatzanlage empfohlen, die über einen Gleichrichter direkt auf die 220-V-DC einspeist und eine Schädigung einer eingesetzten Batterie verhindert sowie die Überbrückungszeit entsprechend verlängert. Die technische Realisierung der 72-h-Überbrückungszeit kann auch anderweitig realisiert werden, muss aber in jedem Falle in Absprache mit dem Netzbetreiber erfolgen.

6.3.3 SCHUTZEINRICHTUNGEN

6.3.3.1 ALLGEMEINES

Für die Konzepte von Haupt- und Reserveschutzeinrichtungen sind die folgenden Dokumente mit zu beachten.

- VDE|FNN-Hinweis: Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen [7]
- VDE|FNN-Richtlinie: Anforderungen an digitale Schutzsysteme [8]

Die Schutzprüfung ist mindestens alle vier Jahre vorzunehmen. Der Anschlussnehmer beurteilt die Abstände zwischen den Schutzprüfungen selbst und legt gegebenenfalls kürzere Intervalle fest.

Der Anschlussnehmer hat an der Netzschnittstelle einen Distanzschutz vorzusehen dessen Reservestufe in Richtung 50Hertz nach Vorgabe von 50Hertz parametrisiert wird.

6.3.3.2 AUTOMATISCHE FREQUENZENTLASTUNG

Der Anschlussnehmer stellt sicher, dass die Kundenanlage die Anforderungen aus der VDE-AR-N 4142 „Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen“ [9] erfüllt.

6.3.3.3 GESTEUERTES SCHALTEN

Der überspannungsseitige Leistungsschalter des Block- oder Netztransformators des Anschlussnehmers ist mit gesteuertem Schalten auszurüsten, um den Inrush-Strom des Transformators und die resultierenden Überspannungen beim Einschalten zu reduzieren. Alternative Konzepte sind zulässig und mit 50Hertz abzustimmen.

6.3.4 SPRACHKOMMUNIKATION

Die Anforderungen für das Sprachkommunikationssystem sind in der „Verordnung (EU) vom 24. November 2017 zur Festlegung eines Netzkodes über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“ (NC ER) [10] sowie der „Verordnung (EU) 2017/1485 vom 2. August 2017 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb“ (SO GL) [11] festgelegt. Die sich daraus ergebenden grundsätzlichen Anforderungen sind im „Maßnahmenkatalog der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber zum Netzwiederaufbauplan gemäß Verordnung (EU) 2017/2196“ festgeschrieben.

Energieerzeugungsanlagen stellen die für den Netz- und den sich anschließenden Versorgungswiederaufbau benötigte Systemdienstleistungen und Energie bereit und spielen daher dabei eine zentrale Rolle. Insbesondere Energieerzeugungsanlagen mit direkter Anbindung an das Höchstspannungsnetz sind in der Lage, bereits zu Beginn des Netzwiederaufbaus notwendige Systemdienstleistungen und die erforderliche Energie zur Verfügung zu stellen, was maßgeblich zur Beschleunigung der Wiederversorgung beiträgt.

Die Leitstellen von Erzeugungsanlagen am Höchstspannungsnetz müssen mindestens 72 h nach einem Schwarzfall über Sprachkommunikation erreichbar bleiben. Es ist im Konzept der Sprachkommunikation sicherzustellen, dass die Anforderungen an Redundanz, Verfügbarkeit und Unabhängigkeit erfüllt werden. Dazu sind allein nicht-öffentliche Kommunikationswege, die für mindestens 72 Stunden schwarzfallfest sind, zu verwenden. Das Konzept ist mit 50Hertz abzustimmen.

6.3.5 DATENKOMMUNIKATION

Die Anforderungen für das Sprachkommunikationssystem sind in der „Verordnung (EU) vom 24. November 2017 zur Festlegung eines Netzkodes über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“ (NC ER) [10] sowie der „Verordnung (EU) 2017/1485 vom 2. August 2017 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb“ (SO GL) [11] festgelegt. Die Anforderungen an die Datenkommunikation im Schwarzfall sind im „Maßnahmenkatalog der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber zum Netzwiederaufbauplan gemäß Verordnung (EU) 2017/2196“ festgeschrieben.

50Hertz stellt eine schwarzfallfeste Schnittstelle zur Datenkommunikation zur Verfügung. Der Anlagenbetreiber stellt sicher, dass seine zur Steuerung der Anlage über diese Schnittstelle erreichten notwendigen Datenverarbeitungssysteme ebenfalls für einen Zeitraum von mindestens 72 h schwarzfallfest sind. Unter diese Anforderung fällt ebenfalls die Verbindung zwischen der Leitstelle des Anschlussnehmers und der Kundenanlage, für die eine Nutzung öffentlicher Kommunikationswege nicht zulässig sind. Das Konzept ist mit 50Hertz abzustimmen.

Die örtliche und technische Ausgestaltung der Kommunikationsverbindungen, der Schnittstellen sowie der Datenumfang werden zwischen ÜNB und Anlagenbetreiber vereinbart.

7 ABRECHNUNGSMESSUNG

7.1 ALLGEMEINES

Die Messungen haben stets eichrechtlichen und gesetzlichen Vorschriften und den Mindestanforderungen der VDE-AR-N 4400 Messwesen Strom (MeteringCode) zu entsprechen. Die Ausführung der Zählstellen wird in der Werksnorm TRN 14.01 „Technische Forderungen an Zählstellen“ von 50Hertz festgelegt.

Den Einbauort für die Übergabezähleinrichtung legt 50Hertz fest. Das Messkonzept muss frühzeitig mit 50Hertz abgestimmt werden. Der Anschlussnehmer stellt eine Hilfsenergieversorgung zur Verfügung. Bei Einsatz von 50Hertz-Technik beim Anschlussnehmer, ist der Energiebedarf von 50Hertz separat zu erfassen. 50Hertz gibt die grundsätzliche Konfiguration der Zähleinrichtung vor.

In der Höchstspannung besteht die Übergabezählung aus einer Abrechnungs- und Vergleichsmesseinrichtung. Diese sind technisch gleichwertig auszuführen. Für die Abrechnungs- und Vergleichsmesseinrichtung stellt der Anschlussnehmer einen Zählerschrank inkl. Stellfläche kostenfrei zur Verfügung. Der Zählerplatz in der Höchstspannung ist in einem Schrank gemäß der Werksnorm TRN 10.03 „Aufbau von Sekundärschränken für Innenraumaufstellung“ auszuführen und mit 50Hertz abzustimmen. 50Hertz bietet dem Anschlussnehmer an bei Bedarf einen entsprechend konfigurierten Schrank beizustellen.

Der Zählerplatz in der Nieder- und Mittelspannung ist nach den Vorgaben der DIN VDE 0603-Reihe herzurichten. Dazu ist ein schutzisolierter Zählerschrank zu nutzen. Es sind Zählerplätze für Dreipunktbefestigung vorzubereiten. Ein Platz für die Kommunikationseinheit ist vorzusehen. Der Anbringungsort des Zählerplatzes muss vor Verschmutzung, Erschütterung und Beschädigung geschützt sein.

7.2 GERÄTETECHNIK

7.2.1 MESSEINRICHTUNGEN

Die technischen Mindestanforderungen an die Messeinrichtungen sind dem Dokument „Mindestanforderungen an Messeinrichtungen im Netz der 50Hertz Transmission GmbH“ zu entnehmen.

Sollte 50Hertz in seiner Rolle als Messstellenbetreiber den Messstellenbetrieb übernehmen, setzt 50Hertz, sofern vom Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) nicht anders gefordert, standardmäßig Lastgangzähler ein.

7.2.2 POWER-QUALITY-GERÄTE

Durch den Anschlussnehmer sind anfallende Messwerte aus Power-Quality-Messgeräten sowie Phasor-Measurement-Units (PMU) an 50Hertz zu übergeben. Es besteht der Anspruch, dass diese der Genauigkeit der Abrechnungszählung entsprechen. 50Hertz bietet dem Anschlussnehmer an, bei Bedarf eine entsprechende Gerätekonfiguration beizustellen.

7.2.3 ONLINE-MESSWERTE

Durch den Anschlussnehmer sind zyklische Messwerte aus dem Leitsystem an 50Hertz zu übergeben. Es besteht der Anspruch, dass diese Werte den Werten der Abrechnungszählung entsprechen. 50Hertz bietet dem Anschlussnehmer an, bei Bedarf eine entsprechende Gerätekonfiguration beizustellen.

7.3 MESSWANDLER

7.3.1 ALLGEMEINES

Nachfolgend werden die Anforderungen für die Messwandler festgehalten. Das Anschlussschema einer Wandlermessung ist der Abbildung zu entnehmen.

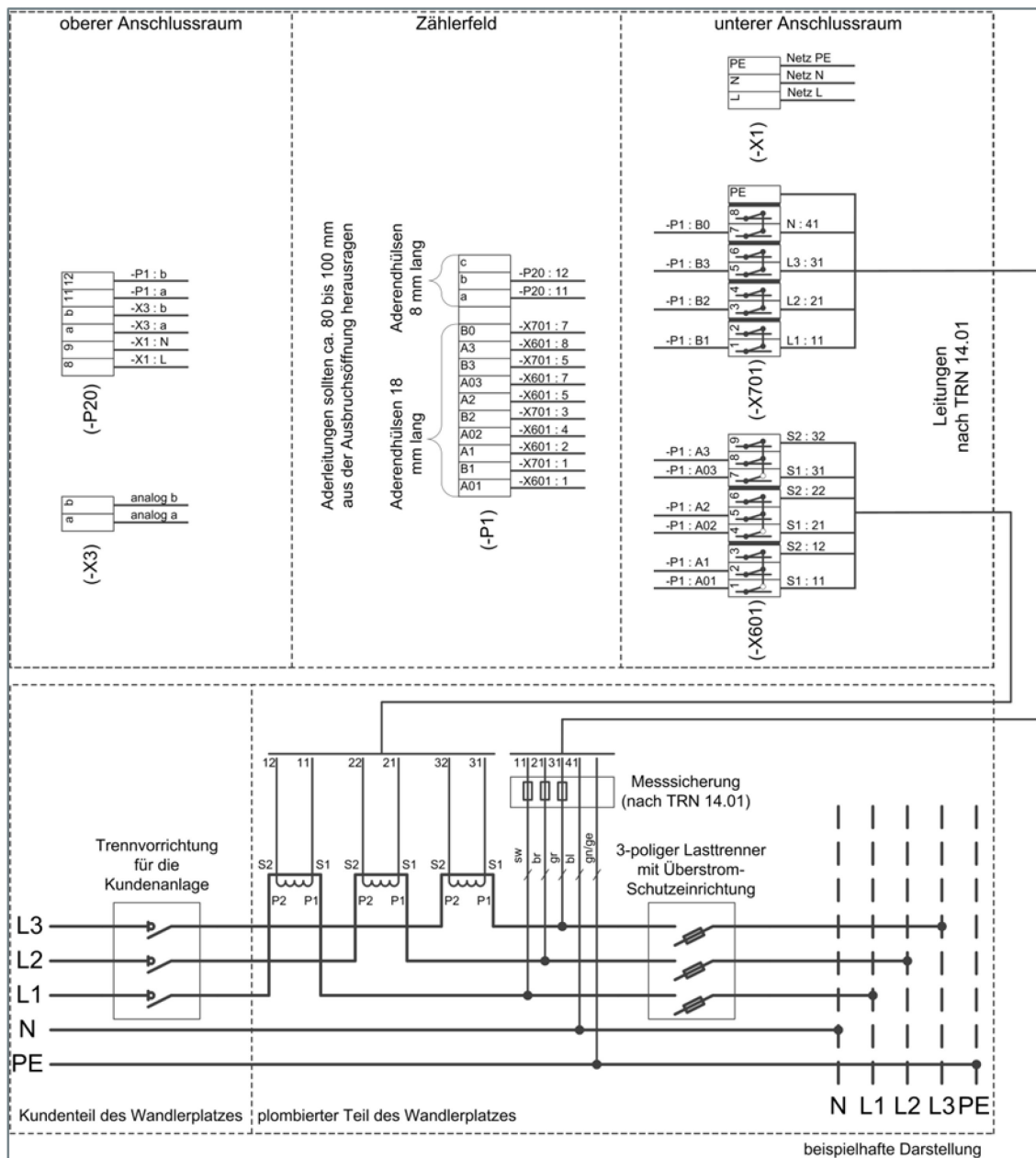


Abbildung 7-1: Grundsätzliches Anschlussschema einer Wandlermessung

Legende:

- X1 Hilfsspannung
- X3 TAE-Dose
- P1 Zähler
- P20 Modem
- X601 Reihenprüfklemme Strom
- X701 Reihenprüfklemme Spannung
- X601 & X 701 Prüfbuchsen vgl. PSBJ GSK/S (sw, br, gr, bl)

Die Messleitungen sind in den unteren Anschlussraum des Zählerplatzes einzuführen und an den Reihenprüfklemmen (-X601 und -X701) anzuschließen. Die nachfolgende Tabelle ist zu beachten.

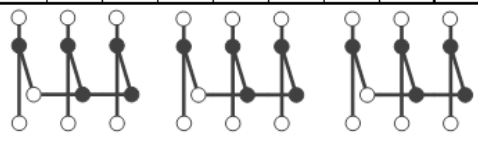
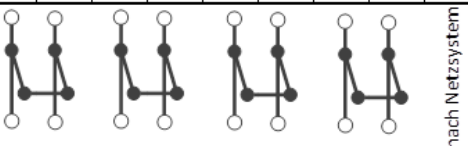
Reihenprüfklemmen für Strom und Spannung																			
	Reihenprüfklemme (-X601)									Reihenprüfklemme (-X701)									
	oben = Zähleranschluss									oben = Zähleranschluss									
Klemmen- bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	PE	
Klemmen- schaltbild																			nach Netzsystem
	unten = Wandleranschluss									unten = Wandleranschluss									
Klemmen- eigenschaften	nach TRN 10.02 Klemmenrichtlinie																		
mindestens klemmbarer Querschnitts- bereich	2,5 mm ²																		
Anschluss- eigenschaften	nach TRN 10.02 Klemmenrichtlinie																		
Buchse für Sicherheits- prüfstecker	nach TRN 10.02 Klemmenrichtlinie																		
Farbkenn- zeichnung	L1 - Gelb (ge)			L2 - Grün (gn)			L3 - Violett (vio)			L1 - Gelb (ge)			L2 - Grün (gn)			L3 - Violett (vio)		N - Schwarz (sw)	PE - gn/

Abbildung 7-2: Reihenprüfklemmen für den Wandleranschluss

7.3.2 NIEDER- UND MITTELSPANNUNG

Der sekundäre Bemessungsstrom der Stromwandlerkerne muss 1 A betragen. In Ausnahmefällen sind auch 5 A zulässig, dies muss jedoch vorab mit 50Hertz abgestimmt werden. Kommen Spannungswandler zum Einsatz, so muss die sekundäre Bemessungsspannung der Spannungswandlerwicklungen für die Zählung $100 \text{ V}/\sqrt{3}$ betragen.

7.3.3 HOCH- UND HÖCHSTSPANNUNG

Für die Ausführung der Wandler ist die jeweils aktuell gültige Ausführung der Werknorm TRN 05.05.01 „Technische Forderungen an Wandler ab 123 kV“ maßgebend.

Alle Messstellen sind mit Wandlern der nachfolgenden Genauigkeitsklassen auszuführen:

- Spannungswandler 0,2
- Stromwandler 0,2S

Es erfolgt eine Trennung der Stromwandlerkerne und der Spannungswandlerwicklungen nach Abrechnungs- und Vergleichsmesseinrichtungen. Die Spannungswandlerkreise sind getrennt abzusi-
chern.

Der sekundäre Bemessungsstrom der Stromwandlerkerne muss 1 A betragen.

In den Spannungsebenen *bis 220 kV* muss die sekundäre Bemessungsspannung der Spannungswandlerwicklungen für die Zählung $100 \text{ V}/\sqrt{3}$ betragen.

In den Spannungsebenen *ab 380 kV* muss die sekundäre Bemessungsspannung der Spannungswandlerwicklungen für die Zählung $200 \text{ V}/\sqrt{3}$ betragen.

Induktive Messwandler sind vorrangig einzusetzen. Für EE-Anschlüsse ist grundsätzlich ein 8-Kern-Wandler einzusetzen. Abweichungen sind nur nach vorheriger Abstimmung mit 50Hertz zulässig.

7.3.4 DATENÜBERTRAGUNG

Zur zeitnahen, täglichen Plausibilisierung der Messwerte ist der Übertragungsweg zur Messwertübermittlung mit 50Hertz abzustimmen. Sollte der Einsatz von Mobilfunkverbindungen erforderlich sein, so sind die Empfangseigenschaften vorab mittels geeigneter Messgeräte festzustellen.

Es sind redundante Wege für die Datenübermittlung von Zähler, Power Quality und Online-Messwertfassung erforderlich. Die Umsetzung hat sich an der Werksnorm TRN 14.10 „Kommunikationsanbindung der Gerätetechnik in der Zählung“ zu orientieren. Eine Meldungsentsorgung ist vorzusehen und sollte über Leitstellenkopplung realisiert werden.

8 BETRIEB DER KUNDENANLAGE

8.1 ALLGEMEINES

Beim Netzwiederaufbau nach einem Schwarzfall können elektrische Lasten zur Stabilisierung des aufzubauenden Teilnetzes beitragen. Dazu zählen auch die Eigenbedarfsanlagen von Erzeugungseinheiten in der Kundenanlage. Die Lasten einer Kundenanlage müssen auf Anforderung von 50Hertz im Netzwiederaufbau zuschaltbar sein. Der Anschlussnehmer stimmt sich zur Ausgestaltung des Konzepts hinsichtlich dieser Anforderung mit 50Hertz ab.

8.10 ZUKÜNFTIGE ANFORDERUNGEN

Der Abschnitt 8.10 stellt keine Mindestanforderung dar. Er soll vielmehr für die zukünftig notwendigen Fähigkeiten von Kundenanlagen sensibilisieren. 50Hertz ist an einem konstruktiven Dialog zu den nachfolgenden „Soll“-Anforderungen interessiert.

Der abnehmende Anteil von Generatoren und damit rotierender Massen im elektrischen System macht zukünftig Anforderungen auch an Kundenanlagen für den Bezug elektrischer Energie, die über geeignete Technologien an Erzeugungsanlagen und Speicher notwendig, die heute noch nicht in den VDE-Anwendungsregeln aufgeführt sind. Es ist ebenfalls noch nicht absehbar, in welcher Weise diese zusätzlichen Investitionen und Aufwände finanziert werden.

Für Bezugsanlagen sollen unter Berücksichtigung der technologischen Restriktionen folgende Punkte beachtet werden:

a) Fault Ride-Through-Fähigkeit

Bezugsanlagen sollen in Zukunft dafür ausgelegt werden, Spannungseinbrüche nach dem Grenzprofil für Typ 2-Anlagen Bild 12 [2] in Abschnitt 10.2.3 ohne Netztrennung durchfahren zu können. Sofern es technologisch möglich ist, soll während des Spannungseinbruchs ein Blindstrom eingespeist werden, der die Spannung stützt. Der vorübergehende Wirkleistungsbezug, zur Deckung von höheren Wirkleistungsverlusten während der Erbringung von spannungsstützenden Strömen, ist zulässig.

b) Statische Spannungshaltung (relevant für zukünftige nf-SDL „Blindleistung“)

Die Bezugsanlage soll sich bei der Blindleistungsbereitstellung zur Spannungshaltung beteiligen. Hier sind prinzipiell die Anforderungen aus Abschnitt 10.2.2 der vorliegenden TAB und der VDE-AR-N 4130 [2] zu berücksichtigen.

c) Unterfrequenzleistungsabsenkung (LFSM-U)

Als bessere Alternative zur Beteiligung am Lastabwurf ist eine geregelte, schnelle und kontinuierliche Leistungsreduktion bei Unterfrequenz anzustreben (analog zu LFSM-O für Erzeugungsanlagen entsprechend VDE-AR-N 4130 [2]).

d) Überfrequenzleistungssteigerung (LFSM-O)

Tritt im Netz Überfrequenz auf, dann liegt ein Leistungsüberschuss vor. Die Erzeugungsanlagen reagieren dann mit einer Absenkung der Wirkleistung (LFSM-O). Verbrauchsanlagen können sich durch Steigerung des Wirkleistungsbezugs an der Stabilisierung des Leistungsgleichgewichts beteiligen, wenn die technologische Möglichkeit besteht.

e) Unsymmetrische Momentanreserve (ggf. relevant für zukünftige nf-SDL „Trägheit der lokalen Netzstabilität“)

Die Bezugsanlage soll bei plötzlicher Reduktion der Spannungswinkeldifferenz (zwischen NAP und Anlagen) sowie bei negativen Frequenzgradienten einen entgegenwirkenden Wirkstrom einspeisen (Reduktion des Wirkstroms) und diesen bei Klärung der Ursache analog wieder zurücknehmen (Zurückführung in Richtung des Ausgangszustandes). Die Erbringungsdauer liegt im unteren einstelligen Sekundenbereich. Diese sollte durch eine schnelle

Leistungsreduktion erreicht werden, falls erforderlich können aber auch geeignete Kurzzeitspeicher (bspw. Supercaps) berücksichtigt werden.

- f) Reglerstabilität (ggf. relevant für zukünftige nf-SDL „Trägheit der lokalen Netzstabilität“)

Im Rahmen von Simulationen zur Teilnetzbetriebsfähigkeit kann die Groß- und Kleinsignalstabilität der eingesetzten Regler getestet werden. Die Anforderungen aus Abschnitt 10.2.1.4 der VDE-AR-N 4130 [2] sind modifiziert anwendbar.

9 ÄNDERUNGEN, AUßERBETRIEBNAHMEN UND DEMONTAGE

Der Anschlussnehmer informiert 50Hertz rechtzeitig schriftlich über geplante Revisionen.

Für den Fall, dass der Anschlussnehmer Änderungen an seiner Kundenanlage plant, prüft 50Hertz die vom Anschlussnehmer übermittelten Angaben dahingehend, ob eine wesentliche Änderung vorliegt. Beispiele für wesentliche Änderungen sind:

- Änderung der vereinbarten Anschlusswirkleistung $P_{AV,B/E}$ oder Anschlussscheinleistung $S_{AV,B/E}$
- Veränderung des möglichen Stellbereiches für die Blindleistungsbereitstellung
- Austausch von bzw. Änderungen an Erzeugungseinheiten (z. B. Windenergieanlagen) bzw. Komponenten (z.B. Parkregler, Regelung Erregersystem, etc.), sofern diese nicht typgleich sind.
- Softwareänderungen, die einen wesentlichen Einfluss auf die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheiten haben.
- Änderungen der elektrischen Infrastruktur (wie z. B. Netztransformatoren oder Kabelverbindungen).

50Hertz wird die an der Kundenanlage vorgenommenen Änderungen nach den Bestimmungen des NC RfG erfassen und im Rahmen gesetzlicher Bestimmungen in entsprechende Register weitergeben.

Die Stilllegung von Erzeugungsanlagen und Lasten bzw. deren Netzanschlüssen ist 50Hertz vom Anschlussnehmer anzuzeigen. Der Anschlussnehmer hat mitzuteilen, wie lange der der Netzanschluss nach vorliegendem Kenntnisstand noch benötigt wird.

10 ERZEUGUNGSANLAGEN

10.2 VERHALTEN DER ERZEUGUNGSANLAGEN AM NETZ

10.2.1 ALLGEMEINES

10.2.1.2 QUASISTATIONÄRER BETRIEB

Die Erzeugungsanlage soll unterhalb einer Netzspannung U_b von 340 kV (0,85 p.u.) nach Können und Vermögen am Netz bleiben. Die Erzeugungsanlage muss sich vom Netz trennen, wenn die Netzspannung U_b kleiner als 320 kV (0,8 p.u.) ist.

Bei Auslegung der Erzeugungsanlage (vor allem Transformatoren, Maschinen, Stufensteller des Netztransformators sowie der Spannungsreglung im internen Netz der Erzeugungsanlage) ist der Betrieb bei hohem U/f -Verhältnis zu berücksichtigen. Unter Einhaltung der Anforderungen an die Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung (Abschnitt 10.2.2) ist keine Auslösung des Eigenschutzes zulässig.

10.2.1.3 POLRAD- BZW. NETZPENDELUNGEN

Sieht der Anschlussnehmer für seine Erzeugungsanlage ein Pendeldämpfungsgerät, Power-System-Stabilizer (PSS) vor, so sind die Einstellungen mit 50Hertz abzustimmen. Hat die Erzeugungsanlage eine Endgültige Betriebserlaubnis (EBE) erhalten, dann sind Änderungen an den Parametern oder die zeitweilige Außerbetriebnahme des PSS 50Hertz anzuzeigen. 50Hertz wird dann über die Erteilung einer Beschränkten Betriebserlaubnis (BBE) entscheiden.

10.2.1.7 NETZWIEDERAUFBAU

50Hertz koordiniert nach einem Schwarzfall von Teilen oder der gesamten Regelzone den Netzwiederaufbau. Neben den schwarzstartfähigen Erzeugungsanlagen müssen alle Erzeugungsanlagen für eine Beteiligung am Netzwiederaufbau geeignet und konzeptionell vorgesehen sein. Alle Erzeugungsanlagen müssen sich nach Können und Vermögen auf Anforderung von 50Hertz am Netzwiederaufbau beteiligen.

Die Bestimmungen des „Maßnahmenkatalog der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber zum Netzwiederaufbauplan gemäß EU-VO 2017/2196 (NC ER)“ sind zu beachten, um die Erreichbarkeit aller Partner hinsichtlich Sprache und Daten über schwarzfallfeste Kommunikationswege zu gewährleisten (siehe Abschnitte 6.3.4 und 6.3.5).

Der Anschlussnehmer hat ein Konzept vorzulegen, das eine technische Beschreibung der Beteiligung seiner Erzeugungsanlage am Netzwiederaufbau enthält. Der Anschlussnehmer und 50Hertz stimmen sich zu dem Konzept ab.

10.2.2 STATISCHE SPANNUNGSHALTUNG/BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG

10.2.2.2 BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG BEI $P_{b \text{ INST}}$

50Hertz verwendet grundsätzlich die Variante 3 der Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt mit einem $\cos\varphi$ von 0,925 untererregt bis 0,95 übererregt.

10.2.2.3 BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG UNTERHALB VON $P_{b \text{ INST}}$

Der Anschlussnehmer hat den tatsächlich am Netzanschlusspunkt verfügbaren Bereich der Blindleistungsbereitstellung (vgl. Bild 7 in der TAR Höchstspannung) anzugeben. In der Abbildung 10-1 ist der Bereich beispielhaft rot gestrichelt umrandet dargestellt.

Der Anschlussnehmer muss 50Hertz ein Angebot hinsichtlich der Blindleistungsbereitstellung im Bereich $< 0 \% \dots 20 \% P_{\text{mom}}/P_{b \text{ inst}}$ (STATCOM-Fähigkeit) der Erzeugungsanlage vorlegen, insofern es sich um eine Typ-2-Erzeugungsanlage, ein Wasserkraftwerk (Pumpspeicher oder Laufwasser) oder einen

Synchrongenerator mit im Betrieb lösbarer Kupplung im Wellenstrang handelt. In der Abbildung 10-1 ist der Bereich beispielhaft gelb gestrichelt umrandet dargestellt. Wenn die Auslegung der Erzeugungsanlage es notwendig macht, ist eine Einschränkung des STATCOM-Bereichs zulässig.

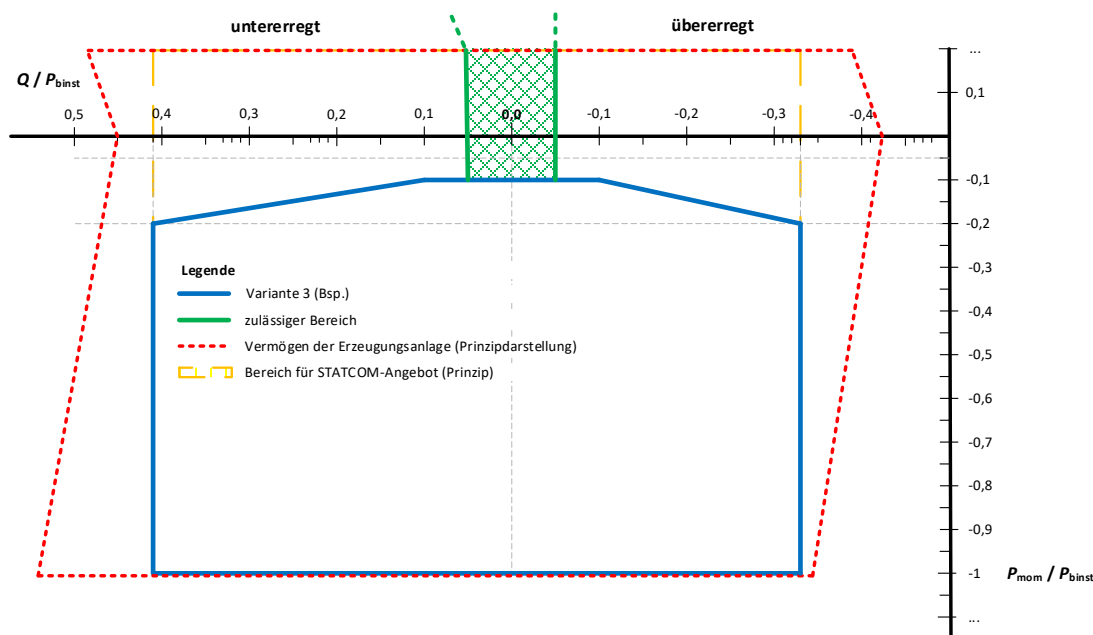


Abbildung 10-1: Prinzipdarstellung der Blindleistungsbereiche in Abhängigkeit von der Wirkleistungseinspeisung am Beispiel der Variante 3

10.2.2.4 VERFAHREN ZUR BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG FÜR TYP 2 ANLAGEN

Im Höchstspannungsnetz der 50Hertz kommen grundsätzlich die Verfahren

- „Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ “ und
- „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“

oder

- Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ mit Vorgabe Q_{ref} bei U_{Q0}

mit via Fernwirktechnik variabel einstellbaren Sollwerten für Spannung U_{Q0} bzw. Blindleistung Q_{ref}/P_{binst} um Einsatz.

Zwischen beiden Verfahren „Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ “ und „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“ muss per Fernwirktechnik gewechselt werden können. Für den resultierenden Wechsel des Arbeitspunktes muss eine Einschwingzeit zwischen 1 min und 10 min parametrierbar sein. Ohne Angabe von 50Hertz gelten 4 min. Ein Überschwingen ist zu vermeiden.

Wenn sich (z. B. in Folge einer Störung im Netz) aus der per Fernwirktechnik übermittelten Referenzspannung U_{Q0} oder/und dem Blindleistungssollwert und der Spannung im Netz U eine Überschreitung der Mindestanforderungen an die Blindleistungsbereitstellung nach Abschnitt 10.2.2.4 ergibt, kann in Abhängigkeit vom Arbeitspunkt der Erzeugungsanlage eine Überschreitung der stationären Blindleistungsbereitstellung bis zum technischen Vermögen der Erzeugungsanlage vorgenommen werden. Diese zeitlich begrenzte Überschreitung unterstützt die Beherrschung eines Störereignisses im Netz.

zu a)

Das Spannungstotband ist 0 %.

Die Einschwingzeit für die Blindleistung beträgt 5 s. An die Anschwingzeit besteht keine Anforderung. Die Regelung soll ein möglichst asymptotisches und wenig überschwingendes Verhalten der Blindleistung ermöglichen. Begründete Abweichungen sind mit Zustimmung von 50Hertz projektspezifisch möglich.

Die Referenzspannung U_{ref} im Höchstspannungsnetz von 50Hertz sind 400 kV, 220 kV bzw. 150 kV. Für Erzeugungsanlagen mit Offshore-Netzanschlusspunkt, der nicht in der Höchstspannung liegt, gilt die Nennspannung als Referenzspannung (vgl. Abschnitt 10.7.1 [2]).

Fällt die Fernwirkverbindung aus, dann ist der zuletzt gültige Wert der übermittelten Spannung U_{Q0} beizubehalten.

Ergibt sich nach einer Spannungsänderung im Netz ein Sollwert für die Blindleistung der außerhalb der in Bild 7 festgelegten Mindestanforderung liegt, dann beträgt die Einschwingtoleranz $\Delta Q = \pm 10\%$ des nach Bild 7 in Abschnitt 10.2.2.3 von 50Hertz gewählten PQ-Bereichs.

zu b)

Nach einer Änderung des vorgegebenen Blindleistungswertes $Q_{\text{ref}}/P_{\text{b inst}}$ ist die entsprechende Blindleistung innerhalb von 4 min anzufahren.

Stellt sich aufgrund der Spannung am Netzanschlusspunkt ein Blindleistungssollwert im Bereich der Spannungsbegrenzung ein, dann gilt eine Einschwingzeit von 5 s. An die Anschwingzeit besteht keine Anforderung. Die Regelung soll ein möglichst asymptotisches und wenig überschwingendes Verhalten der Blindleistung ermöglichen. Begründete Abweichungen sind mit Zustimmung von 50Hertz projektspezifisch möglich.

zu d)

Das Verfahren „Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ mit Vorgabe Q_{ref} bei U_{Q0} “ kann alternativ zu den Verfahren a) und b) umgesetzt werden.

Von 50Hertz werden mittels leittechnischer Anbindung der Erzeugungsanlage die einzuhaltende Spannung U_{Q0} und der Abruf der Blindleistung Q_{ref} als Online-Werte übermittelt.

Die Steigungen der Kennlinien müssen zwischen 6 und 24 und separat einstellbar sein. Für den über- und untererregten Bereich gibt 50Hertz jeweils die Steigungen vor.

Die Regelung ist ohne Totband auszuführen. 50Hertz gibt projektspezifisch einen zulässigen Toleranzbereich (ΔU_{Q0}) im Bereich 0 ... 10 kV vor, der die Toleranz für den Beginn der spannungsabhängigen Reaktion nach Über- bzw. Unterschreiten der einzuhaltenden Spannung U_{Q0} darstellt. Der Toleranzbereich gilt nur dann, wenn sich die Spannung am Netzanschlusspunkt im Bereich von $U_{Q0} \pm \Delta U_{Q0}/2$ befindet.

Das Beispiel in Abbildung 2 zeigt das Prinzip für eine Erzeugungsanlage, die eine Spannung von 410 kV einhalten soll (U_{Q0}) und zugleich angewiesen ist, eine Blindleistung von $0,2 Q_{\text{ref}}/P_{\text{b inst}}$ bereitzustellen. Beim Verlassen des Spannungsbandes 410 ± 2 kV würde die Erzeugungsanlage zudem die Blindleistung spannungsabhängig anpassen.

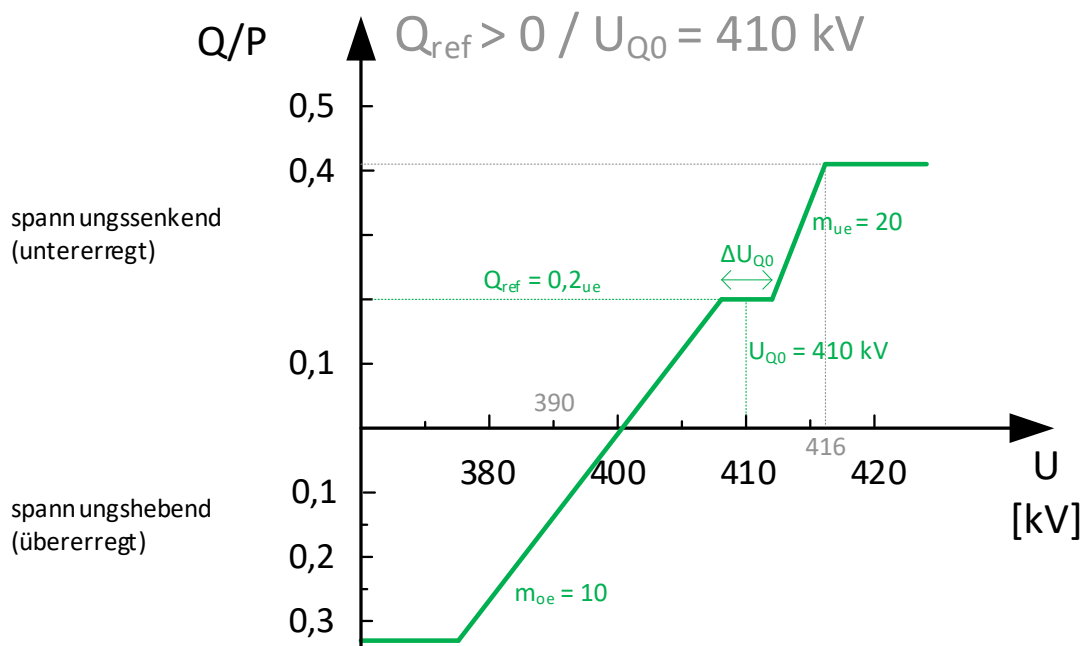


Abbildung 10-2: Beispiel für Verfahren d) basierend auf Variante 3

10.2.3 DYNAMISCHE NETZSTÜTZUNG

10.2.3.1 ALLGEMEINES

Für die Erfüllung der Anforderung aus Abschnitt 10.2.3.1 der TAR Höchstspannung ist zu beachten, dass durch die Auslegung aller relevanten Komponenten (z. B. auch im Eigenbedarf) der Erzeugungsanlage sichergestellt sein muss, dass Unter- bzw. Überspannungsereignisse innerhalb der vorgegebenen Grenzen zu keiner Beschädigung ebendieser Komponenten führt.

Während der Bereitstellung des zusätzlichen Blindstroms im Fall eines Spannungsereignisses ist eine kontinuierliche Regelung des Blindstroms gewünscht. Der Einsatz von Schwellwerten zur Deaktivierung des zusätzlichen Blindstroms ist nicht zulässig.

Der vorübergehende Wirkleistungsbezug aus dem Netz, zur Deckung von höheren Wirkleistungsverlusten während der Erbringung von spannungsstützenden Strömen, ist zulässig.

10.2.3.3 DYNAMISCHE NETZSTÜTZUNG FÜR TYP 2 ANLAGEN

Eine kontinuierliche dynamische Netzstützung im Sinne der Anforderungen aus Abschnitt 10.2.3.1 der TAR Höchstspannung, die permanent und parallel zur stationären Spannungshaltung wirkt (grid-forming-control), wird von 50Hertz bevorzugt und ist in gemeinsamen Untersuchungen abzustimmen.

Wenn die Einspeisung der Erzeugungsanlage kleiner als 15 % $P_{E_{max}}$ ist, dann ist die Einspeisung eines spannungsstützenden Blindstroms im Fehlerfall gewünscht. Der zum Ausgleich der Verluste notwendige Wirkleistungsbezug aus dem Netz ist bis zum Fehlerende zulässig. Eine Anforderung an die Genauigkeit der Kennlinie (k -Faktor) in Bild 13 nach [2] besteht nicht. Die Erzeugungsanlage sollte die Zeitanforderungen an die Regelung der Blindstromstützung priorisieren.

Wird der Verstärkungsfaktor k für die Erzeugungseinheit vorgegeben, dann bezieht sich dieser auf die netzseitigen Klemmen des Maschinentransformators der Erzeugungseinheit.

10.2.4 WIRKLEISTUNGSABGABE

10.2.4.1 ALLGEMEINES

Müssen Erzeugungsanlagen technologiebedingt aufgrund weiter steigenden Primärenergiedargebots ihre Einspeisung reduzieren, so ist eine möglichst kontinuierliche Reduzierung der Wirkleistung umzusetzen.

10.2.4.3 WIRKLEISTUNGSANPASSUNG BEI ÜBER- UND UNTERFREQUENZ

Erreicht die Erzeugungsanlage bei der Reduzierung der Wirkleistungsabgabe ihre technische Mindestleistung, dann darf sie entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 10.2.4.3 der TAR Höchstspannung [2] mit ihrer technischen Mindestleistung am Netz bleiben. Eine weitere Reduktion der Wirkleistungsabgabe ist gewünscht und zulässig, wenn damit keine Gefährdung der Anlagenstabilität einhergeht.

10.3 SCHUTZEINRICHTUNGEN UND SCHUTZEINSTELLUNGEN

10.3.1 NETZSCHUTZEINRICHTUNGEN

Der Anschlussnehmer hat an der Netzschnittstelle einen Distanzschutz vorzusehen, dessen Reservestufe in Richtung 50Hertz nach Vorgabe von 50Hertz zu parametrieren ist.

Die Zuschaltung nach Abschnitt 10.4.2 gilt nur für Erzeugungsanlagen.

10.3.4 ENTKUPPLUNGSSCHUTZEINRICHTUNGEN DES ANSCHLUSSNEHMERS

10.3.4.1 ALLGEMEINES

Die im FNN-Hinweis „Anforderungen an digitale Schutzsysteme“ [12] definierten Standards sind einzuhalten.

10.3.7 SCHNITTSTELLEN FÜR SCHUTZFUNKTIONS-PRÜFUNGEN

Für die Schutzfunktionsprüfungen sind entsprechend der Werknorm TRN 13.11.02 spezifizierte Prüfsteckvorrichtungen vorzusehen.

10.4 ZUSCHALTBEDINGUNGEN UND SYNCHRONISIERUNG

10.4.2 ZUSCHALTEN NACH AUSLÖSUNG DURCH SCHUTZEINRICHTUNGEN

Im Falle von Großstörungen sendet die netzführende Stelle von 50Hertz gegebenenfalls einen Wirkleistungssollwert an die Erzeugungsanlage. Auch nach Trennung von Erzeugungseinheiten aufgrund einer Großstörung ist sicherzustellen, dass die Erzeugungsanlage diesen Wirkleistungssollwert nach der Wiedereinschaltung von Erzeugungseinheiten nicht überschreitet.

10.4.3 ZUSCHALTUNG VON ERZEUGUNGSEINHEITEN UND -ANLAGEN

Erzeugungsanlagen sind mit einer Synchronisierungs- oder Parallelschalteinrichtung auszurüsten, die auf den Leistungsschalter am Netzanschlusspunkt der Erzeugungsanlage wirkt. Abweichende Konzepte sind zulässig und mit 50Hertz abzustimmen.

10.5 WEITERE ANFORDERUNGEN AN ERZEUGUNGSANLAGEN

10.5.1 ABFANGEN AUF EIGENBEDARF

Nach dem Abfangen auf Eigenbedarf müssen Erzeugungsanlagen am Netz der 50Hertz für insgesamt 4 h netzunabhängig (Variante a)) oder mindestens 72 h lang auf Zuschaltung wartend (Variante b)) betrieben werden können.

Der Anschlussnehmer stimmt sich zur Ausgestaltung des Konzepts hinsichtlich dieser Anforderung mit 50Hertz ab.

10.5.5 ZUKÜNFTIGE ANFORDERUNGEN AN ERZEUGUNGSANLAGEN UND SPEICHER

Der folgende Abschnitt stellt keine Mindestanforderung dar. Er soll vielmehr für die zukünftig notwendigen Fähigkeiten von Kundenanlagen sensibilisieren. 50Hertz ist an einem konstruktiven Dialog zu den „Soll“-Anforderungen interessiert.

Der abnehmende Anteil von Generatoren und damit rotierender Massen im elektrischen System macht zukünftig Anforderungen an Erzeugungsanlagen und Speicher notwendig, die heute noch nicht in den VDE-Anwendungsregeln aufgeführt sind. Es ist ebenfalls noch nicht absehbar, in welcher Weise zusätzliche Investitionen und Aufwände finanziert werden (z.B. als nf-SDL und/oder indirekt über allgemeine technische Mindestanforderung).

Eine wesentliche Anforderung wird aus Sicht von 50Hertz sein, an den Umrichtern das spannungseinprägende/netzbildende (Regel-)Verhalten umzusetzen.

Dabei ist eine vollständige Momentanreserve (Spannungseinprägung und Bereitstellung einer Anlaufzeitkonstanten mit entsprechender Leistungsreaktion und Energiebereitstellung) zu berücksichtigen. Die Energiereserven in den Kondensatoren der Stromrichtermodule reichen nicht für diese Momentanreserve aus und müssen daher um schnelle Regelungskonzepte für die Energiezufuhr oder den Einsatz von Choppern ergänzt werden. Des Weiteren sind Erweiterungen bspw. um Supercaps denkbar. Die Wirkleistung soll innerhalb eines zu definierenden Leistungshubs (in Abhängigkeit der realisierten Anlaufzeitkonstante) für eine Dauer im unteren einstelligen Sekundenbereich bereitgestellt werden können.

Für Erzeugungsanlagen wären unsymmetrische Fähigkeiten in Richtung einer ausgeprägten Leistungsreduktion und anschließenden Leistungsrückführung in Richtung des ursprünglichen Arbeitspunktes anzustreben.

Die grundlegende Herangehensweise ist im FNN-Hinweis „Spannungseinprägendes Verhalten von HGÜ-Systemen und nichtsynchrone Erzeugungsanlagen mit Gleichstromanbindung“ erläutert [13].

10.6 MODELLE

10.6.1 ALLGEMEINES

50Hertz sind für dynamische Simulationen (RMS) sowohl das aggregierte als auch das detaillierte Modell der Erzeugungsanlage zur Verfügung zu stellen. Die Genauigkeit des aggregierten Modells ist für die Testfälle im Rahmen der Erlangung der Endgültigen Betriebserlaubnis (EBE) darzustellen.

Sind Beeinflussungsuntersuchungen notwendig, wird 50Hertz ein Momentanwert-Simulations-Modell (EMT) anfordern. Die Verschlüsselung der EMT-Modelle sollte auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Die Verschlüsselung von Modellen zur Abbildung von Primärtechnik ist unzulässig. Hinsichtlich des Umfangs zur Simulation elektromagnetisch transients Vorgänge müssen die Modelle die Anforderungen der VDE-AR-N 4131 Abschnitt 10.4.6.3 [14] erfüllen.

10.7 GESONDERTE ANFORDERUNGEN AN ERZEUGUNGSANLAGEN MIT OFFSHORE-NETZANSCHLUSSPUNKT

10.7.2 GESONDERTE ANFORDERUNGEN HINSICHTLICH DER SPANNUNGSHALTUNG

Für die Spannungsregelung von Offshore-Windparks gilt Abschnitt 10.2.2.4 dieser TAB. Für die Anforderungen hinsichtlich der Variante a) „Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ “ gilt folgendes:

Der Anstieg der $Q(U)$ -Kennlinien m muss getrennt für U größer U_{Q0} (untererregter Betrieb) bzw. U kleiner U_{Q0} (übererregter Betrieb) in einem Bereich von 6 ... 20 in 0,1-Schritten einstellbar sein.

Nach einer sprunghaften Spannungsänderung dürfen höchstens 1 s für die Anschwingzeit und 5 s für die Einschwingzeit benötigt werden.

Alternativ ist die Realisierung einer kontinuierlichen Spannungsregelung möglich, die zugleich auch die Fault-Ride-Through-Anforderung erfüllt.

10.7.3 GESONDERTE ANFORDERUNGEN HINSICHTLICH DER ROBUSTHEIT

Während der dynamischen Netzstützung sind hinsichtlich der Sprungantwort des Blindstroms folgende zeitliche Anforderungen einzuhalten:

- Anschwingzeit: < 30 ms
- Einschwingzeit: < 60 ms

Wird der zusätzliche Blindstrom nach Fehlerende deaktiviert, darf das nicht mit diesem schnellen Zeitverhalten, sondern nur mit dem Zeitverhalten der stationären Blindleistungsregelung erfolgen.

10.7.4 GESONDERTE ANFORDERUNGEN HINSICHTLICH DES NETZSICHERHEITSMANAGEMENTS

Ist die Bereitstellung von Regelleistung aus dem Offshore-Windpark vorgesehen, dann sind die Auswirkungen auf alle anderen Anforderungen und auf die Netzanbindungssysteme gemeinsam zu untersuchen.

11 NACHWEISVERFAHREN

11.4 ANLAGENZERTIFIKAT

11.4.1 ALLGEMEINES

Überschreiten die Leistungserhöhungen in der Erzeugungsanlage 5 % $P_{A \max}$ der bisher im Anlagenzertifikat ausgewiesenen installierten Wirkleistung ist ein neues Anlagenzertifikat erforderlich.

Das Anlagenzertifikat ist von einer akkreditierten Zertifizierungsstelle zu erstellen.

11.6 EINZELNACHWEISVERFAHREN

11.6.1 ALLGEMEINES

Wählt der Anschlussnehmer das Einzelnachweisverfahren (Anlagenzertifikat C), dann kommt der Bewertungsumfang aus der Technischen Richtlinie Teil 8 der FGW e. V. - Fördergesellschaft Windenergie und anderen Dezentralen Energien (FGW TR8) [15] zur Anwendung.

12 PROTOTYPEN-REGELUNG

Für Prototypen ist der Nachweis der elektrischen Eigenschaften nach dem Einzelnachweisverfahren (Abschnitt 11.6) möglich.

ANHANG E

ANHANG E.6

Die im Rahmen des Netzanschlussverfahrens erforderlichen technischen Daten von Erzeugungsanlagen/Speichern werden von 50Hertz in einem separaten Datenblatt veröffentlicht.



50Hertz Transmission GmbH

Heidestraße 2

10557 Berlin

T +49 (0) 30 5150-0

info@50hertz.com