



**Technische und organisatorische Regeln  
für Betreiber und Benutzer  
von Netzen**

**TOR Erzeuger:  
Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsan-  
lagen des Typs C**

(Maximalkapazität  $\geq 35$  MW und  $< 50$  MW und  
Nennspannung  $< 110$  kV)

## Dokumenten-Historie

Version	Veröffentlichung	Inkrafttreten	verantwortlich	Anmerkungen
1.0	1.7.2019	1.7.2019	E-Control	Ersatz von TOR D4 V2.3 sowie von TOR B V2.0 Kapitel 6 durch die nationale Umsetzung der Verordnung (EU) 2016/631 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger (Requirements for Generators, RfG-VO)

Die anzuwendenden technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) stehen auf der Website der E-Control ([www.e-control.at](http://www.e-control.at)) zur allgemeinen Verfügung. Verweise auf die TOR verstehen sich somit immer auf die jeweils aktuell geltende Version. Jede Anwendung, Verwendung und jedes Zitieren der TOR hat unter diesen Prämissen zu erfolgen. Die sich auf der Website der E-Control befindliche Version gilt als authentische Fassung der TOR.

Für den Inhalt verantwortlich:

Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft (E-Control)  
Rudolfplatz 13a  
1010 Wien

Tel: +43 1 24724-0

E-Mail: [tor@e-control.at](mailto:tor@e-control.at)

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Einleitung	6
1 Begriffe und Abkürzungen	7
2 Anwendungsbereich	8
2.1 Wesentliche Änderung bestehender Stromerzeugungsanlagen	8
2.2 Anwendung auf in Industrieanlagen integrierte KWK-Anlagen	9
2.3 Anwendung auf Speicher	10
2.4 Freistellung von Bestimmungen der RfG-VO bzw. der RfG Anforderungs-V	10
3 Bestimmungen, Vorschriften und Verweise	11
3.1 Bestimmungen und Vorschriften	11
3.2 Verweise auf andere Netzwirkkodizes	11
3.3 Normative Verweise	11
4 Netzanschlussverfahren und relevante Unterlagen	12
4.1 Bestimmung der Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage	12
4.2 Netzanschlussantrag	12
4.3 Anschlussbeurteilung und -konzept	13
4.4 Netzanschlussvertrag	14
5 Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz	15
5.1 Anforderungen an die Frequenzhaltung	15
5.1.1 Frequenzbereiche	15
5.1.2 Frequenzgradienten	15
5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)	16
5.1.4 Wirkleistungsabgabe gemäß Sollwert	17
5.1.5 Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz	17
5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)	18
5.1.7 Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)	20
5.1.8 Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse	24
5.2 Anforderungen hinsichtlich Robustheit und dynamischer Netzstützung	24
5.2.1 FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen	24
5.2.2 Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern	25
5.2.3 Stabilität bei Netzpendelungen	26
5.3 Anforderungen hinsichtlich statischer Spannungshaltung	27
5.3.1 Spannungsbereiche	27
5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz	27
5.3.3 Blindleistungskapazität	27

---

5.3.4	Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	30
5.3.5	Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen	31
5.3.6	Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung	31
5.4	Anforderungen hinsichtlich Netzmanagement und Systemschutz	31
5.4.1	Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber	32
5.4.2	Simulationsmodelle und Simulationsparameter	33
5.4.3	Systemschutz	34
5.5	Anforderungen hinsichtlich Synchronisierung und Netzwiederaufbau	34
5.5.1	Synchronisierungsvorrichtungen	34
5.5.2	Zuschaltbedingungen	34
5.5.3	Schwarzstartfähigkeit	35
5.5.4	Inselbetriebsfähigkeit	36
5.5.5	Schnelle Neusynchronisierung	36
5.6	Anforderungen hinsichtlich Datenaustausch	37
6	Ausführung der Anlage und Schutz	38
6.1	Primärtechnik	38
6.1.1	Anschlussanlage und Symmetrie	38
6.1.2	Schaltstelle	38
6.1.3	Entkupplungsstelle	38
6.1.4	Sternpunktbehandlung	38
6.2	Sekundärtechnik	39
6.2.1	Fernsteuerung bzw. fernwirktechnische Schnittstelle	39
6.2.2	Backup-Systeme für Kommunikation	39
6.2.3	Regelsysteme und -einstellungen	39
6.2.4	Messinstrumente	39
6.3	Schutzeinrichtungen/Netzentkupplungsschutz	40
6.3.1	Allgemeines zum Netzentkupplungsschutz	41
6.3.2	Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung für die Entkupplungsstelle	42
6.3.3	Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz	43
6.3.4	Prüfklemmleiste	44
7	Betriebserlaubnisverfahren	46
8	Konformität	47
8.1	Konformitätsnachweis	47
8.2	Konformitätstests und Konformitätssimulationen	47
8.3	Konformitätsüberwachung	49
8.3.1	Verantwortung des Netzbenutzers	49
8.3.2	Aufgaben des relevanten Netzbetreibers	50

---

9	Betrieb	51
9.1	Allgemeines	51
9.2	Zugang zur Anschlussanlage	51
9.3	Bedienung vor Ort	51
9.4	Instandhaltung	52
9.5	Betrieb bei Instandhaltungen oder Störungen im Netz	52
10	Zählung	52
10.1	Allgemeines	52
10.2	Einrichtungen für Zählung und Messung	52
Anhang		53
A1.	Anwendbarkeit und Umfang des Datenaustauschs	53
A2.	Funktionsbeispiele Netzentkupplungsschutz	53
A3.	Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens	54
A4.	Vorlagen für Installations- bzw. Nachweisdokumente	55
A5.	Beschreibung der Konformitätstests und -simulationen	58
	Konformitätstests für synchrone Stromerzeugungsanlagen	58
	Konformitätstests für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen	60
	Konformitätssimulationen für synchrone Stromerzeugungsanlagen	64
	Konformitätssimulationen für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen	66
A6.	Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle	69
A7.	Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung	75

## Einleitung

Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen („TOR“) werden gemäß § 22 Abs 2 E-ControlG von E-Control in Zusammenarbeit mit den Betreibern von Stromnetzen erarbeitet, von E-Control veröffentlicht und als technisches Regelwerk im Netzanschlussvertrag<sup>1</sup> im Rahmen von Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Betreiber von Verteiler- oder Übertragungsnetzen zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer<sup>2</sup> vereinbart.

Dieses Dokument enthält technische und organisatorische Mindestanforderungen an Stromerzeugungsanlagen aus folgenden europäischen und nationalen Rechtsquellen:

- abschließend festgelegte Anforderungen aus der Verordnung (EU) 2016/631 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger, ABI L 112 vom 27.4.2016 Seite 1 (Requirements for Generators, RfG-VO);
- nicht abschließend festgelegte Anforderungen aus der RfG-VO, welche mit der Verordnung des Vorstands der E-Control betreffend die Festlegung von allgemeinen technischen Anforderungen für den Netzanschluss von Stromerzeugungsanlagen (RfG Anforderungs-V, BGBl. II Nr. 56/2019) festgesetzt wurden;
- Verordnung des Vorstands der E-Control betreffend die Festlegung von Schwellenwerten für Stromerzeugungsanlagen des Typs B, C und D gemäß Artikel 5 Abs. 3 der Verordnung (EU) 2016/631 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger (RfG Schwellenwert-V, BGBl. II Nr. 55/2019) bestimmt wurden;
- Verordnung des Vorstands der E-Control betreffend Umfang und Inhalt des Datenaustauschs für signifikante Netznutzer gemäß Artikel 40 Abs. 5 der Verordnung (EU) 2017/1485 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb, ABI L 220 vom 25.8.2016 Seite 1 (System Operation Guideline, SOGL) (SOGL Datenaustausch-V, BGBl. [noch offen]);
- zusätzliche nationale Anforderungen auf Grundlage des § 22 Abs. 2 E-ControlG (TOR), welche auch einvernehmlich zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer abgeändert werden können.

Technische Besonderheiten des Netzbetriebes können in Einzelfällen jedoch zusätzliche Anforderungen und Maßnahmen erforderlich machen, welche vom Netzbetreiber festzulegen und nachvollziehbar und schlüssig zu begründen sind. Dabei sind die aufsichtsrechtlichen Aspekte gemäß Art. 7 Abs. 3 RfG-VO zu berücksichtigen.

Alle in diesem Dokument **grau hervorgehobenen Absätze und Textpassagen** sind keine TOR iSv § 22 Abs. 2 E-ControlG, sondern rechtsunverbindliche Wiedergaben aus den oben genannten, übergeordneten und direkt anwendbaren europäischen und nationalen Rechtsquellen. Die Wiedergabe dieser Rechtsquellen dient ausschließlich der besseren Lesbarkeit und Transparenz und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit! Die authentischen Rechtstexte können unter <https://eur-lex.europa.eu> für europäische Rechtsquellen und <https://www.ris.bka.gv.at/> für österreichische Rechtsquellen abgerufen werden.

<sup>1</sup> Netzzugangsverträge gemäß EIWOG 2010 entsprechen dem Netzanschlussvertrag in diesem Teil der TOR

<sup>2</sup> Der Netzbenutzer übernimmt die Verpflichtungen des Eigentümers der Gesamtanlage zur Stromerzeugung aus der RfG-VO und der RfG Anforderungs-V sowie die Verpflichtungen des Anlagenbetreibers aus diesem Teil der TOR. Sollte er die Verpflichtungen des Anlagenbetreibers gem. ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 delegieren, so ist dies dem Netzbetreiber bekannt zu geben.

## 1 Begriffe und Abkürzungen

Die in diesem Teil der TOR verwendeten Begriffsbestimmungen und -erklärungen sind in den **TOR Begriffen** gesammelt enthalten.

Die Basisspannung für die *p.u.*-Werte (Referenzspannung bzw. Spannung für den Referenzwert 1 p.u.) ist für Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt<sup>3</sup> auf der

- NS-Ebene die Nennspannung  $U_n$ ;
- MS- u. HS-Ebene die Nennspannung  $U_n$  bzw. die vereinbarte Versorgungsspannung  $U_c$ , falls im Netzanschlussvertrag vereinbart.

In diesem Teil der TOR werden folgende Abkürzungen verwendet:

AVR	Automatic Voltage Regulator
BBE	Beschränkte Betriebserlaubnis
EBE	Endgültige Betriebserlaubnis
EIWOOG	Elektrizitätswirtschafts- u. -organisationsgesetz
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ER-VO	Emergency and Restoration-Verordnung
EZZ	Erlaubnis zur Zuschaltung
FRT	Fault Ride Through
FSM	Frequency Sensitive Mode
HS	Hochspannung
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LFSM-O	Limited Frequency Sensitive Mode – Overfrequency
LFSM-U	Limited Frequency Sensitive Mode – Underfrequency
MS	Mittelspannung
NS	Niederspannung
ÖVE	Österreichischer Verband für Elektrotechnik
PSS	Power System Stabilizer
RfG-VO	Requirements for Generators-Verordnung
SNN	Signifikanter Netznutzer
SOGL	System Operation Guideline
TOR	Technische und organisatorische Regeln
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VBE	Vorübergehende Betriebserlaubnis
VNB	Verteilernetzbetreiber

<sup>3</sup> Der Netzanschlusspunkt, wie in Art 2 Z 15 RfG-VO definiert und in diesem Teil der TOR verwendet, entspricht der Schnittstelle nach Errichtung der Anschlussanlage (vgl. Übergabestelle). In den Allgemeinen Bedingungen der Netzbetreiber wird dieser sinngemäß als technisch geeigneter Anschlusspunkt zum Zeitpunkt des Anschlusskonzepts oder Netzzutrittsvertrags verwendet.

## 2 Anwendungsbereich

Dieser Teil der TOR ist allen Netzanschlussverträgen, die nach dem Inkrafttreten der aktuell geltenden Version abgeschlossen wurden, zu Grunde zu legen. Ausgenommen davon sind jene Netzanschlussanträge, für die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der aktuell geltenden Version bereits ein Anschlusskonzept vom relevanten Netzbetreiber vorliegt.

Dieser Teil der TOR gilt für den Anschluss und Parallelbetrieb von neuen oder wesentlich geänderten Stromerzeugungsanlagen vom Typ C an Verteilernetzen. Stromerzeugungsanlagen mit einer Maximalkapazität  $P_{max}$  ab 35 MW und weniger als 50 MW und einem Netzanschlusspunkt mit einer Nennspannung unter 110 kV sind gemäß RfG Schwellenwert-V als Typ C eingestuft.

Beim Anschluss von Stromerzeugungsanlagen an ein im Eigentum des Netzbenutzers stehendes Netz (z.B. internes Netz eines Industrieunternehmens) oder an eine eigene Transformatorstation gelten die Bestimmungen dieses Teils der TOR sinngemäß.

Der relevante Netzbetreiber erteilt keine Genehmigung für den Anschluss von Stromerzeugungsanlagen, die die in der RfG-VO bzw. RfG Anforderungs-V beschriebenen Anforderungen nicht erfüllen und keiner von E-Control gewährten Freistellung unterliegen. Im Falle einer Ablehnung übermittelt der relevante Netzbetreiber dem Netzbenutzer<sup>4</sup> eine begründete schriftliche Erklärung.

Die Bestimmungen dieses Teils der TOR, ausgenommen Kapitel 6.1.3 „Entkupplungsstelle“, Kapitel 6.3.2 „Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung für die Entkupplungsstelle“ und Kapitel 6.3.3 „Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz“ gelten nicht für:

- Stromerzeugungsanlagen, die als Notstromsysteme installiert wurden und weniger als fünf Minuten je Kalendermonat parallel zum Netz betrieben werden, wenn sich das Netz im Normalzustand befindet. Ein Netzparallelbetrieb dieser Stromerzeugungsanlage während der Wartung oder bei Inbetriebnahmeprüfungen wird nicht auf diese fünf Minuten angerechnet;
- Stromerzeugungsanlagen, die nicht über einen ständigen Netzanschlusspunkt verfügen und von den Netzbetreibern verwendet werden, um vorübergehend Strom zu liefern, wenn die normale Netzkapazität nicht oder nicht vollständig zur Verfügung steht;

### 2.1 Wesentliche Änderung bestehender Stromerzeugungsanlagen

Bestehende Stromerzeugungsanlagen unterliegen nur dann den Anforderungen der RfG-VO und dieses Teils der TOR, wenn eine Stromerzeugungsanlage in einem solchen Umfang geändert wurde, dass ihr Netzanschlussvertrag nach dem folgenden Verfahren wesentlich überarbeitet werden muss:

- i. Netzbenutzer, die beabsichtigen, eine Anlage zu modernisieren oder Betriebsmittel auszutauschen, legen ihre Pläne vorab dem relevanten Netzbetreiber vor, wenn sich die Modernisierung oder der Austausch auf die technischen Fähigkeiten der Stromerzeugungsanlage auswirkt;
- ii. ist der relevante Netzbetreiber der Ansicht, dass aufgrund des Umfangs der Modernisierung oder des Austauschs von Betriebsmitteln ein neuer Netzanschlussvertrag erforderlich ist, unterrichtet er die E-Control; und
- iii. E-Control entscheidet, ob der bestehende Netzanschlussvertrag überarbeitet werden muss oder ein neuer Netzanschlussvertrag erforderlich ist und welche Anforderungen der RfG-VO und dieses Teils der TOR anzuwenden sind.

---

<sup>4</sup> Der Eigentümer der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung aus der RfG-VO und der RfG Anforderungs-V wurde in diesem Dokument zur besseren Lesbarkeit durch Netzbenutzer ersetzt.

Wesentliche Änderungen können z.B. sein:

- Erhöhung der Maximalkapazität  $P_{max}$  einer Stromerzeugungseinheit um mehr als 15 %, wobei der Netzbenutzer einen abweichenden Wert akzeptiert, sofern der relevante Netzbetreiber dies nachvollziehbar und schlüssig begründet;
- Gemeinsamer Tausch von Generator und Erregungseinrichtung bei synchronen Stromerzeugungseinheiten;
- Ersatz eines Wechselrichters bei nichtsynchrone Stromerzeugungseinheiten durch einen Wechselrichter, der erweiterte elektrische Eigenschaften besitzt;
- Zubau einer neuen Stromerzeugungseinheit in einer bestehenden Stromerzeugungsanlage;
- Änderung der Spannungsebene auf Betreiben des Netzbenutzers.

Grundsätzlich sind im Fall von wesentlichen Änderungen die Bestimmungen dieses Teils der TOR nur auf die erneuerten, verstärkten oder zugebauten Stromerzeugungseinheiten anwendbar.

Für diese muss der Anlagenregler ebenfalls die Anforderungen dieses Teils der TOR erfüllen.

Führt eine wesentliche Änderung zum Überschreiten des für die Kategorisierung der Stromerzeugungsanlage maßgeblichen Leistungsschwellenwerts gem. RfG Schwellenwert-V, so sind die Anforderungen für den nächsthöheren Typ zu erfüllen.

Keine wesentlichen Änderungen im Sinne dieses Teils der TOR sind z.B.:

- die Erneuerung von Maschinentransformatoren durch den Netzbetreiber auf Grund der Anpassung der Spannungsebene am Netzanschlusspunkt;
- ein Tausch von Hauptbetriebsmitteln durch typgleiche oder elektrotechnisch gleichwertige Betriebsmittel in einer bestehenden Stromerzeugungseinheit, solange sichergestellt ist, dass das elektrische Verhalten der Stromerzeugungsanlage nicht verschlechtert wird, wobei die Parametrierung der getauschten Hauptbetriebsmittel und Steuerungen – sofern technisch möglich – so zu erfolgen hat, dass die Anforderungen dieses Teils der TOR bestmöglich erfüllt werden.

## 2.2 Anwendung auf in Industrieanlagen integrierte KWK-Anlagen

Hinsichtlich Stromerzeugungsanlagen, die in die Netze von Industrieanlagen integriert sind, können die Netzbenutzer, die Netzbetreiber von Industrieanlagen und die relevanten Netzbetreiber, deren Netz mit dem Netz einer Industrieanlage verbunden ist die Bedingungen für eine Trennung dieser Stromerzeugungsanlagen zusammen mit den kritischen Lasten, die für die Sicherung der Produktionsprozesse erforderlich sind, vom Netz des relevanten Netzbetreibers vereinbaren. Die Ausübung dieses Rechts wird mit dem relevanten ÜNB abgestimmt.

Mit Ausnahme der Anforderungen aus Kapitel 5.1.3 „Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFMS-O)“ und 5.1.5 „Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz“ oder soweit in nationalem Recht nichts anderes bestimmt ist, gelten die Anforderungen dieses Teils der TOR hinsichtlich der Fähigkeit, eine konstante Wirkleistungsabgabe aufrechtzuerhalten oder die Wirkleistungsabgabe anzupassen, nicht für Stromerzeugungsanlagen von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die in die Netze von Industrieanlagen integriert sind, wenn sämtliche der folgenden Kriterien erfüllt sind:

- a) Der Hauptzweck dieser Anlagen ist die Erzeugung von Wärme für Produktionsverfahren der betreffenden Industrieanlage;

- b) Wärme- und Stromerzeugung sind untrennbar miteinander verbunden, d. h., jede Änderung der Wärmeerzeugung führt unweigerlich zu einer Änderung der Wirkleistungserzeugung und umgekehrt;

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden auf der Grundlage ihrer elektrischen Maximalkapazität bewertet.

### **2.3 Anwendung auf Speicher**

Pumpspeicher-Stromerzeugungsanlagen (Pumpspeicherkraftwerke) müssen sowohl im Stromerzeugungsbetrieb als auch im Pumpbetrieb alle relevanten Anforderungen erfüllen. Der Phasenschieberbetrieb von Pumpspeicher-Stromerzeugungsanlagen darf durch die technische Auslegung der Stromerzeugungsanlagen nicht zeitlich begrenzt werden.

Pumpspeicher-Stromerzeugungsanlagen mit variabler Drehzahl müssen die für synchrone Stromerzeugungsanlagen geltenden Anforderungen sowie die in Kapitel 5.2.2.1 „Verhalten im Fehlerfall“ beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Elektrische Energiespeicher sind in ihrer Wirkung auf das Netz grundsätzlich wie Stromerzeugungsanlagen oder Verbraucheranlagen zu werten. Sofern nicht ausdrücklich anders bestimmt, gelten für sie die Bestimmungen der TOR gleichermaßen.

### **2.4 Freistellung von Bestimmungen der RfG-VO bzw. der RfG Anforderungs-V**

E-Control kann auf Ersuchen des (möglichen) Netzbenutzers, eines relevanten Netzbetreibers oder eines relevanten ÜNB (möglichen) Netzbenutzern, relevanten Netzbetreibern oder relevanten ÜNB im Einklang mit den Art 61 bis 63 RfG-VO für neue und bestehende Stromerzeugungsanlagen Freistellungen von einer oder mehreren Bestimmungen gewähren.

Nähere Informationen zum Freistellungsverfahren sind in den „Kriterien für die Gewährung von Freistellungen“ der E-Control auf [www.e-control.at/rfg-network-code](http://www.e-control.at/rfg-network-code) veröffentlicht.

## 3 Bestimmungen, Vorschriften und Verweise

### 3.1 Bestimmungen und Vorschriften

Alle technischen Einrichtungen der Stromerzeugungsanlage müssen den zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Die Betriebsweise der Stromerzeugungsanlage muss so konzipiert sein, dass sowohl die Sicherheit von Personen und Sachen, die Aufgaben des Netzbetreibers gegenüber Netzbenutzern als auch die Sicherheit des Betriebes der Stromerzeugungsanlage und des vorgelagerten Netzes gewährleistet ist und bleibt.

### 3.2 Verweise auf andere Netzwerkkodizes

Für (auch bestehende) Stromerzeugungsanlagen, die als Signifikante Netznutzer (SNN) nach Art 2 Abs 1 der Verordnung (EU) 2017/1485 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb (System Operation Guideline, SO GL) gelten, können besondere Verpflichtungen - insbesondere zur Informationsübermittlung – bestehen.

Für ausgewählte (auch bestehende) Stromerzeugungsanlagen, die als Signifikante Netznutzer (SNN) nach Art 2 Abs 2 der Verordnung (EU) 2017/2196 zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes (Emergency and Restoration, ER-VO) eingestuft werden, sind die TOR Systemschutzplan „Technische Maßnahmen zur Vermeidung von Großstörungen und Begrenzung ihrer Auswirkungen“ sowie die von E-Control genehmigten Modalitäten gem. Art. 4 Abs 2 ER-VO zu beachten.

### 3.3 Normative Verweise

Die folgenden Normen, geltend zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser TOR, sind für die Anwendung dieses Teils der TOR zu beachten:

- ÖVE/ÖNORM EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“
- ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 „Betrieb von elektrischen Anlagen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“
- ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17065 „Konformitätsbewertung - Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren“
- ÖVE/ÖNORM EN 61000-4-7 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren - Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten“
- ÖVE/ÖNORM EN 61000-4-30 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) -- Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität“

## 4 Netzanschlussverfahren und relevante Unterlagen

### 4.1 Bestimmung der Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage

Basis für die an eine Stromerzeugungsanlage gestellten Anforderungen im Rahmen dieses Teils der TOR ist u.a. ihre Maximalkapazität  $P_{max}$  am Netzanschlusspunkt. Diese wird zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer vereinbart und entspricht im Normalfall der Netto-Engpassleistung bzw. der Bemessungsleistung (Nennleistung)<sup>5</sup> der Stromerzeugungsanlage.

Mehrere verteilte Stromerzeugungseinheiten eines Netzbenutzers, die über einen gemeinsamen Netzanschlusspunkt an das Netz angeschlossen werden, gelten als eine Stromerzeugungsanlage.

Bei Kombination von Stromerzeugungseinheiten bzw. elektrischen Energiespeichern und entsprechender Regelungstechnik sind diese immer in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten: Es wird die maximale Bemessungsleistung der Gesamtanordnung angesetzt, wie sie gemäß dem vom Netzbenutzer vorgesehenen Betriebskonzept am Netzanschlusspunkt wirksam werden kann (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung).<sup>6</sup>

### 4.2 Netzanschlussantrag

Der Anschluss und Parallelbetrieb einer Stromerzeugungsanlage erfordert den Abschluss eines Netzanschlussvertrages mit dem relevanten Netzbetreiber entsprechend dem Verfahren in dessen Allgemeinen Bedingungen.

Dazu stellt der (zukünftige) Netzbenutzer vor Beginn einer detaillierten Projektierung einen Netzanschlussantrag beim relevanten Netzbetreiber mit folgenden Informationen (z.B. über ein Formular von der Homepage des Netzbetreibers):

- Name und Anschrift des Antragstellers bzw. des Netzzugangsberechtigten und Anschrift des anzuschließenden Objekts;
- Gewünschter Beginn der Einspeisung;
- Höchstleistung in kW, die den tatsächlichen Kapazitätsbedürfnissen des Netzbenutzers entspricht (z.B. Engpassleistung, Peakleistung);
- Anlagen- und Betriebsart (z.B. Photovoltaikanlage, Kleinwasserkraftwerk, Erdgas-BHKW, Voll- oder Überschusseinspeisung)
- Prognostizierte Jahresenergiemenge in kWh
- bei gemeinschaftlichen Erzeugungsanlagen sind die Informationen gem. EIWOG 2010 (§ 16a etc.) zu übermitteln;
- Lageplan, aus dem die Bezeichnungen und die Grenzen des Grundstückes sowie der Aufstellort hervorgehen (falls für Planung des Verteilernetzbetreibers notwendig);
- Projektpläne und technische Unterlagen, je nach Anforderung des Verteilernetzbetreibers
- einpolige Darstellung der elektrischen Einrichtungen und Angaben über die technischen Daten der eingesetzten Betriebsmittel;
- Nennstrom der Stromerzeugungsanlage oder Nennscheinleistung;
- Maximalstrom im Kurzschlussfall (Kurzschlussstrombeitrag<sup>7</sup>);
- geplante Betriebsweise der Stromerzeugungsanlage;

<sup>5</sup> Ist nur die Nennscheinleistung  $S_n$  gegeben, so ist über  $P_n = S_n \cos \varphi_{max}$  umzurechnen, wobei  $\cos \varphi_{max}$  der gemäß Betriebskonzept maximal mögliche Verschiebungsfaktor (in der Regel 1) ist.

<sup>6</sup> Wird z.B. ein elektrischer Energiespeicher zwecks Eigenverbrauchsmaximierung so gesteuert, dass dieser nicht ins Netz einspeist, so bestimmt die maximale Bemessungsleistung der vorhandenen Stromerzeugungseinheiten die Maximalkapazität und die Leistung des elektrischen Energiespeichers ist nicht zu addieren.

<sup>7</sup> durch den Betrieb einer Stromerzeugungsanlage wird der Netzkurzschlussstrom, insbesondere in der Umgebung des Netzanschlusspunktes, um den Kurzschlussstrom der Stromerzeugungsanlage erhöht

- Beschreibung des vorgesehenen Schutzkonzeptes mit Angaben über Schutzfunktionen und Einstellwerte.

Überschlägig können zur Ermittlung des Kurzschlussstrombeitrages einer Stromerzeugungsanlage folgende Werte angenommen werden:

- bei Synchrongeneratoren das 8-fache des Bemessungsstroms;
- bei Asynchrongeneratoren und doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren das 6-fache des Bemessungsstromes;
- bei Stromerzeugungsanlagen mit Wechselrichtern der Umrichter-Nennstrom.

### 4.3 Anschlussbeurteilung und -konzept

Der relevante Netzbetreiber erstellt und übermittelt auf der Grundlage des vorgelegten und vollständigen Netzanschlussantrags und nach seiner Anschlussbeurteilung (siehe auch TOR Teil D2 „Richtlinie zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“) ein Anschlusskonzept als Basis einer Anschlusszusage oder eines Angebots für Netzanschluss.

Das Anschlusskonzept enthält beispielsweise

- Art, Zahl und Lage der Teile der Anschlussanlage;
- den technisch geeigneten Netzanschlusspunkt (Netzebene) und die Zählpunktsbezeichnung<sup>8</sup>;
- die Maximalkapazität  $P_{max}$  am Netzanschlusspunkt;
- den Verknüpfungspunkt und die zulässigen Netzurückwirkungen der Stromerzeugungsanlage;
- die Nennspannung  $U_n$  bzw. die vereinbarte Versorgungsspannung  $U_C$ ;
- in Mittel- und Hochspannungsnetzen die zu erwartende minimale und maximale dreipolige (Netz)Kurzschlussleistung;
- ggf. den alternativen Blindleistungsbereich;
- das Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung.

Alternative Anschlusskonzepte können im Rahmen eines Planungsauftrages gesondert analysiert werden.

Der Netzanschlusspunkt und der Verknüpfungspunkt werden unter Berücksichtigung der gegebenen und zukünftigen Netzverhältnisse, der Maximalkapazität und der mit dem zukünftigen Netzbetreiber abgestimmten Betriebsweise der Stromerzeugungsanlage vom Netzbetreiber festgelegt. Damit soll unter anderem sichergestellt werden, dass die Stromerzeugungsanlage keine unzulässigen Netzurückwirkungen verursacht.

Die maximale Leistung, bis zu der ein Anschluss an eine bestimmte Netzebene erfolgen kann und ab der ein Anschluss an die nächsthöhere Netzebene erforderlich ist, hängen von den Netzverhältnissen (z.B. Netz-Kurzschlussleistung, Betriebskonzept) ab.

Kann die beantragte Höchstleistung in kW nicht zur Gänze über den vorgesehenen oder vorhandenen Netzanschlusspunkt in das Netz eingespeist werden, so schlägt der Netzbetreiber die mögliche Maximalkapazität sowie technische Alternativen für die Einspeisung der beantragten Höchstleistung in kW vor. Diese können z.B. sein:

- Netzanschlusspunkt mit höherer (Netz-)Kurzschlussleistung  $S_{kV}$ ;
- Spannungsregelung durch netztechnische Betriebsmittel;

---

<sup>8</sup> diese kann nach dem Netzanschlussantrag des (zukünftigen) Netzbetreibers vom Netzbetreiber auch vorab mitgeteilt werden

- Erhöhung der (Netz-)Kurzschlussleistung  $S_{kV}$  durch netztechnische Maßnahmen.

Wird durch die Stromerzeugungsanlage der Kurzschlussstrom im Netz über den definierten Bemessungswert der Betriebsmittel erhöht, so sind zwischen Netzbetreiber und Netzbenutzer geeignete Maßnahmen (z.B. Kurzschlussstrombegrenzung, Anlagenverstärkung) festzulegen.

#### 4.4 Netzanschlussvertrag

Das Anschlusskonzept unterliegt hinsichtlich der Gültigkeit grundsätzlich einer zu vereinbarenden zeitlichen Frist, beginnend ab dem Zeitpunkt der Übermittlung durch den Netzbetreiber (z.B. 6 Monate).

- Angaben zur Sternpunktbehandlung;
- Leistungsvorgabe durch den Netzbetreiber und Angaben zur Schnittstelle;
- Einbindung in das Konzept der Spannungsregelung;
- Beteiligung an der Erbringung von Netzdienstleistungen;
- Beteiligung an frequenz- und spannungsabhängigen Maßnahmen zur Vermeidung oder Begrenzung von Großstörungen bzw. zur Verminderung ihrer Auswirkungen;

Die im Netzanschlussvertrag vereinbarte Maximalkapazität  $P_{max}$  am Netzanschlusspunkt ist immer einzuhalten.

## 5 Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz

### 5.1 Anforderungen an die Frequenzhaltung

Stromerzeugungsanlagen müssen die folgenden Anforderungen an die Frequenzhaltung erfüllen:

#### 5.1.1 Frequenzbereiche

- a) Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Frequenzbereiche und Zeiträume die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb aufrechtzuerhalten;
- b) der relevante Netzbetreiber kann in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB mit dem Netzbenutzer breitere Frequenzbereiche, längere Mindestzeiträume für den Betrieb oder spezifische Anforderungen hinsichtlich kombinierter Frequenz- und Spannungsabweichungen vereinbaren, um eine bestmögliche Nutzung der technischen Fähigkeiten einer Stromerzeugungsanlage sicherzustellen, wenn dies erforderlich ist, um die Systemsicherheit zu erhalten oder wiederherzustellen;
- c) der Netzbenutzer darf seine Zustimmung zur Anwendung breiterer Frequenzbereiche oder längerer Mindestzeiträume für den Betrieb unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit nicht ohne triftigen Grund verweigern.

Frequenzbereich	Mindestzeitraum
47,5 Hz – 48,5 Hz	60 Minuten
48,5 Hz – 49,0 Hz	90 Minuten <sup>9</sup>
49,0 Hz – 51,0 Hz	unbegrenzt
51,0 Hz – 51,5 Hz	30 Minuten

*Tabelle 1: Mindestzeiträume, in deren eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein muss, bei Abweichungen von der Nennfrequenz ohne Trennung vom Netz zu arbeiten*

Ausnahmen sind nur im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber zulässig. Die Frequenz, mit der sich eine Stromerzeugungseinheit vom Netz zu trennen hat, ist mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren. Unbeschadet des Kapitels 5.1.5 „Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz“ müssen Stromerzeugungsanlagen in der Lage sein, die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb ohne Leistungsverringerung aufrechtzuerhalten, solange Frequenz und Spannung innerhalb der gemäß Kapitel 5.1.1 und 5.3.1 festgelegten Bereiche liegen.

#### 5.1.2 Frequenzgradienten

Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, bei Frequenzgradienten bis zu 2 Hz/s die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb aufrechtzuerhalten, soweit die Trennung vom Netz nicht von einer Auslösung des Netzausfallschutzes in Folge des Frequenzgradienten verursacht wurde.

Eine Frequenzgradienten-getriggerte Schutzfunktion ist in Kapitel 6.3

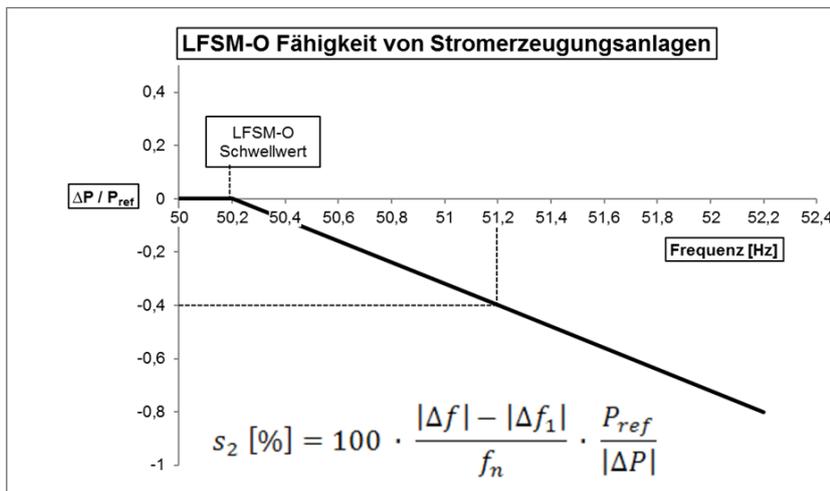
„Schutzeinrichtungen/Netzentkupplungsschutz“ grundsätzlich nicht vorgesehen. Der relevante Netzbetreiber kann unter bestimmten Umständen verlangen, dass eine Frequenzgradienten-getriggerte Schutzfunktion vorzusehen ist.

Die Parametrierung des Netzausfallschutzes (**Generatorschutz**) mit dem Frequenzgradienten wird vom relevanten Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB bestimmt.

<sup>9</sup> sollte dieser Zeitraum unter Berücksichtigung der Merkmale der Hauptantriebstechnologie der Stromerzeugungsanlage nicht möglich sein, der längstmögliche Zeitraum, zumindest jedoch 60 Minuten

### 5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)

Für den beschränkt frequenzabhängigen Modus – Überfrequenz (limited frequency sensitive mode – overfrequency, LFSM-O) gelten folgende Bestimmungen:



$$\Delta f = f_{Messung, t+1} - f_n$$

$$\Delta f_1 = f_{Messung, t} - f_n$$

Abbildung 1: Fähigkeit von Stromerzeugungsanlagen zur frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistung im LFSM-O-Modus

$P_{ref}$  ist die Referenzwirkleistung und entspricht bei synchronen Stromerzeugungsanlagen der Maximalkapazität  $P_{max}$  und bei nicht-synchronen Stromerzeugungsanlagen der tatsächlichen Wirkleistungsabgabe zum Zeitpunkt  $t$  der Erreichung des Frequenzschwellenwerts;  $\Delta P$  ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage zum Zeitpunkt  $t+1$  gegenüber  $t$ ;  $f_n$  ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes;  $\Delta f$  ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt  $t+1$  in Hz;  $\Delta f_1$  ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt  $t$  in Hz und  $s_2$  ist die Statik des LFSM-O-Modus in %.

Bei Überfrequenzen, bei denen  $\Delta f$  über  $\Delta f_1$  liegt, muss die Stromerzeugungsanlage in Abhängigkeit von der Statik  $s_2$  die abgegebene Wirkleistung verringern.

Der Frequenzschwellenwert für den Beginn des LFSM-O-Modus muss von 50,2 Hz bis 50,5 Hz frei einstellbar sein. Die Statik  $s_2$  für den LFSM-O-Modus muss von 2 % bis 12 % frei einstellbar sein. Sofern der Netzbetreiber keine anderweitige Vorgabe für den LFSM-O-Modus macht, sind ein Frequenzschwellenwert von 50,2 Hz und eine Statik von 5 % zu verwenden - siehe Abbildung 1.

**Die Auflösung der Frequenzmessung muss  $\leq 10$  mHz sein.**

Die Stromerzeugungsanlage muss die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe nach einer möglichst kurzen anfänglichen Zeitverzögerung aktivieren können. Beträgt diese Zeitverzögerung mehr als zwei Sekunden, muss der Netzbetreiber die Verzögerung unter Vorlage technischer Nachweise gegenüber dem relevanten ÜNB begründen.

Die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, bei Erreichen der Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb weiterhin bei diesem Mindestregelwert zu arbeiten.

Die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, während des LFSM-O-Betriebs stabil zu arbeiten. Ist der LFSM-O-Betrieb aktiviert, hat der LFSM-O-Sollwert Vorrang vor allen anderen Sollwerten für die Wirkleistungsabgabe.

Die Regelzeiten (An- und Einschwingzeit) im LFSM-O-Modus für synchrone Stromerzeugungsanlagen (inklusive Pumpspeicherkraftwerke) sind projektspezifisch mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Folgende Regelzeiten (An- und Einschwingzeit) im LFSM-O-Modus werden unter Berücksichtigung des momentan erreichbaren Standes der Technik für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen empfohlen:

$T_A \leq 2$  s für eine Wirkleistungsverringerung von 50 % von  $P_{max}$

$T_E \leq 20$  s

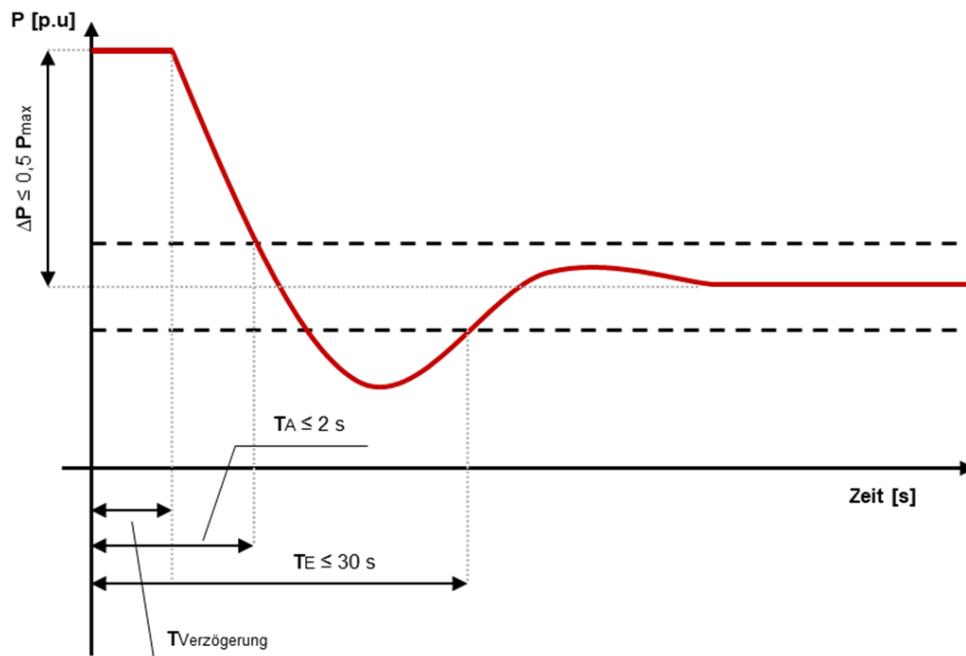


Abbildung 2: Beispiel für Anschwing- und Einschwingzeiten nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen im LFSM-O-Modus

$T_A$  ist die Anschwingzeit zwischen dem sprunghaften Eintritt einer Regelabweichung und dem erstmaligen Erreichen des Toleranzbandes um den stationären Endwert der Regelgröße in s;  $T_E$  ist die Einschwingzeit in s, die benötigt wird, bis die Regelgröße dauerhaft im Toleranzband um den stationären Endwert verbleibt.

#### 5.1.4 Wirkleistungsabgabe gemäß Sollwert

Die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, unabhängig von Frequenzänderungen eine konstante Wirkleistungsabgabe gemäß ihrem Sollwert abzugeben, außer wenn sich die Leistungsabgabe aufgrund eines der in Kapitel 5.1 „Anforderungen an die Frequenzhaltung“ beschriebenen Modi oder aufgrund nicht ausreichend verfügbarer Primärenergie ändert.

#### 5.1.5 Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz

Die zulässige Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe  $\Delta P/P_{max}$  bei abnehmender Frequenz beträgt bei synchronen Stromerzeugungsanlagen:

- bis 49,5 Hz: 0 %;
- unterhalb von 49,5 Hz: Verringerung um je 10 % der Maximalkapazität bei 50 Hz je Hz Frequenzabfall.

Die zulässige Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe  $\Delta P/P_{max}$  bei abnehmender Frequenz beträgt bei nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen:

- bis 49,0 Hz: 0 %;
- unterhalb von 49,0 Hz: Verringerung um je 2 % der Maximalkapazität bei 50 Hz je Hz Frequenzabfall.

Technologieabhängige Abweichungen von den geforderten Werten sind mit dem relevanten Netzbetreiber im Netzanschlussvertrag abzustimmen.

Beim Nachweis der zulässigen Wirkleistungsreduktion bei Unterfrequenz werden die herrschenden Umgebungsbedingungen vom Netzbetreiber in Abstimmung mit dem Netzbenutzer festgelegt. Sofern der relevante Netzbetreiber keine anderweitige Vorgabe macht, sollen sich die festzulegenden Umgebungsbedingungen nach DIN ISO 2533 „Normatmosphäre“ richten.

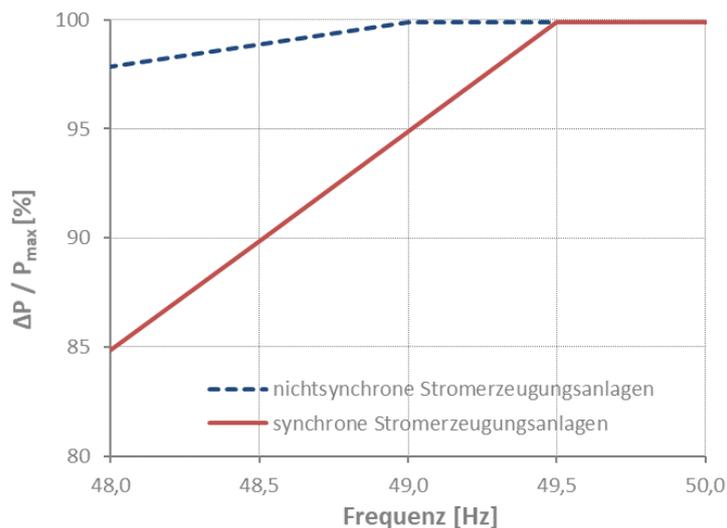


Abbildung 3: Zulässige Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz

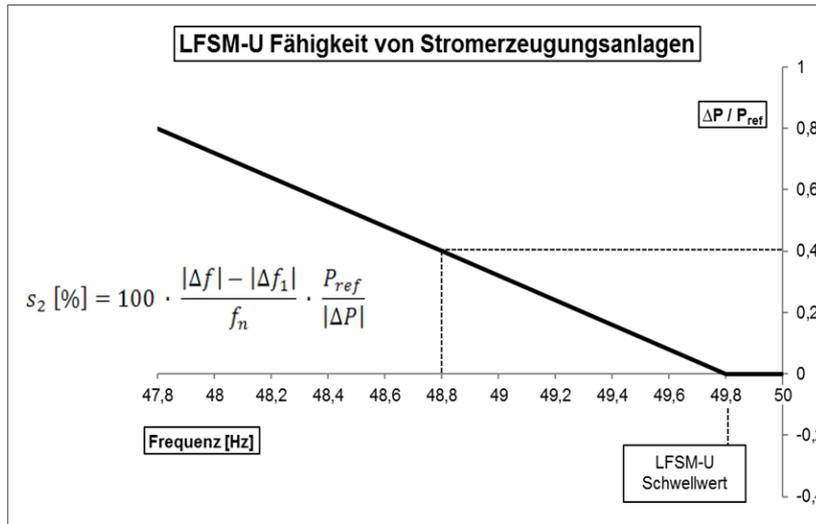
$\Delta P/P_{max}$  ist das dimensionslose Verhältnis der Änderung der Wirkleistungsabgabe  $\Delta P$  zur Maximalleistung  $P_{max}$ .

### 5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)

Für den beschränkt frequenzabhängigen Modus – Unterfrequenz (limited frequency sensitive mode – underfrequency, LFSM-U) gelten folgende Bestimmungen:

- i. Bei Stromerzeugungsanlagen muss der LFSM-U Frequenzschwellenwert - der Frequenzwert für den Beginn des LFSM-U-Modus - von 49,8 Hz bis 49,5 Hz frei einstellbar sein. Die Statik  $s_2$  für den LFSM-U-Modus muss von 2 % bis 12 % frei einstellbar sein. Sofern der Netzbetreiber keine anderweitige Vorgabe für den LFSM-U-Modus macht, sind ein LFSM-U-Frequenzschwellenwert von 49,8 Hz und eine Statik  $s_2$  von 5 % zu verwenden – siehe Abbildung 4;
- ii. bei der tatsächlichen Durchführung der Wirkleistungsanpassung im LFSM-U-Modus ist Folgendes zu berücksichtigen:
  - die Umgebungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anpassung;
  - die Betriebsbedingungen der Stromerzeugungsanlage, insbesondere Beschränkungen für den Betrieb nahe der Maximalleistung bei Unterfrequenzen und der jeweilige Einfluss der Umgebungsbedingungen; sowie
  - die Verfügbarkeit der Primärenergiequellen;
- iii. die Aktivierung der Wirkleistungsanpassung durch die Stromerzeugungsanlage darf nicht unangemessen verzögert werden. Beträgt die Zeitverzögerung mehr als zwei Sekunden, muss der Netzbenutzer dies gegenüber dem relevanten ÜNB begründen;
- iv. im LFSM-U-Modus muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, ihre Leistung bis zur Maximalleistung zu erhöhen;

- v. im LFSM-U-Modus muss ein stabiler Betrieb der Stromerzeugungsanlage sichergestellt sein;



$$\Delta f = f_{\text{Messung, } t+1} - f_n$$

$$\Delta f_1 = f_{\text{Messung, } t} - f_n$$

Abbildung 4: Fähigkeit der Stromerzeugungsanlage zur frequenzabhängigen Anpassung ihrer Wirkleistungsabgabe im LFSM-U-Modus

$P_{ref}$  ist die Referenzwirkleistung und entspricht bei synchronen Stromerzeugungsanlagen der Maximalkapazität  $P_{max}$  und bei nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen der tatsächlichen Wirkleistungsabgabe zum Zeitpunkt  $t$  der Erreichung des Frequenzschwellenwerts;  $\Delta P$  ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage zum Zeitpunkt  $t+1$  gegenüber  $t$ ;  $f_n$  ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes;  $\Delta f$  ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt  $t+1$  in Hz (bei Unterfrequenzen, bei denen  $\Delta f$  unter  $\Delta f_1$  liegt, muss die Stromerzeugungsanlage in Abhängigkeit von der Statik  $s_2$  ihre Wirkleistungsabgabe erhöhen);  $\Delta f_1$  ist die Frequenzabweichung im Netz zum Zeitpunkt  $t$  in Hz und  $s_2$  ist die Statik des LFSM-U-Modus in %.

Stromerzeugungsanlagen müssen bei der Erhöhung der Wirkleistungsabgabe im LFSM-U Modus auf Änderungen der Netzfrequenz schnellstmöglich entsprechend ihrer technischen Fähigkeit reagieren.

Für synchrone Stromerzeugungsanlagen (inklusive Pumpspeicherkraftwerke) sind die Regelzeiten im LFSM-U-Modus (Anschwingzeit  $T_A$ , Einschwingzeit  $T_E$ ) projektspezifisch mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen sind die Regelzeiten im LFSM-U-Modus nach dem Stand der Technik einzuhalten. Folgende Regelzeiten werden (mit Ausnahme von Windenergieanlagen) empfohlen:

- $T_A \leq 10$  s für eine Wirkleistungserhöhung von 50 %  $P_{max}$ ;
- $T_E$  wird projektspezifisch mit dem relevanten Netzbetreiber abgestimmt;

Folgende Regelzeiten werden für Windenergieanlagen empfohlen:

- $T_A \leq 5$  s für eine Wirkleistungserhöhung von 20 %  $P_{max}$ , sofern sich die Momentanleistung bei Aktivierung des LFSM-U Modus  $\geq 50$  %  $P_{max}$  ist; falls die Momentanleistung bei Aktivierung des LFSM-U Modus weniger als 50 %  $P_{max}$  beträgt, soll die Stromerzeugungsanlage eine Wirkleistungserhöhung so schnell wie technisch möglich umsetzen;
- $T_E$  wird projektspezifisch mit dem relevanten Netzbetreiber abgestimmt.

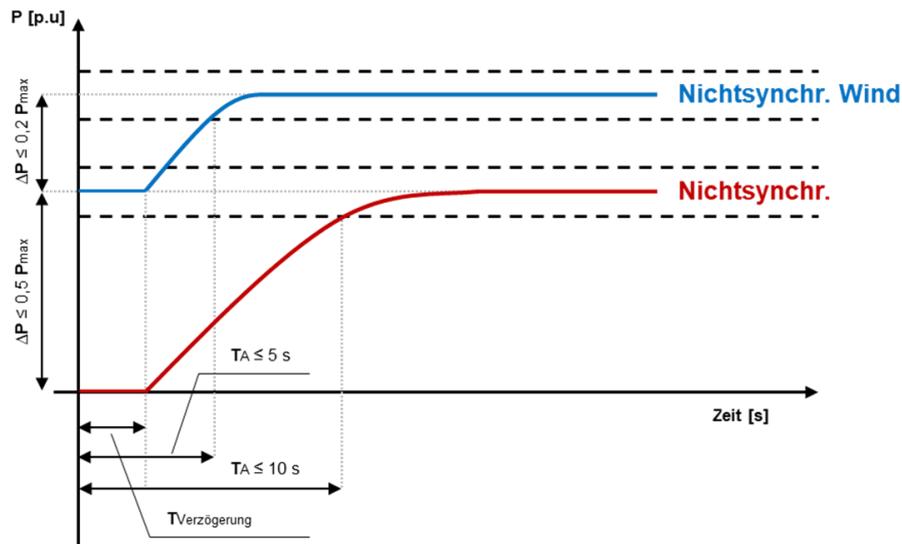


Abbildung 5: Beispiel für Anschlagzeiten nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen im LFSM-U Modus

$T_A$  ist die Zeit zwischen dem sprunghaften Eintritt einer Regelabweichung und dem erstmaligen Erreichen des Toleranzbandes um den stationären Endwert der Regelgröße in s;  $T_E$  ist die Zeit in s, die benötigt wird, bis die Regelgröße dauerhaft im Toleranzband um den stationären Endwert verbleibt.

### 5.1.7 Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)

Die Fähigkeit frequenzabhängiger Modus (FSM) ist nicht zwingend erforderlich, kann aber zwischen relevantem ÜNB in Abstimmung mit dem relevanten VNB und Netzbenutzer vereinbart werden.

Es gelten folgende Anforderungen kumulativ bei Betrieb im frequenzabhängigen Modus<sup>10</sup>:

- i. die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, im Einklang mit den Parametern, deren Werte in Tabelle 2 festgelegt sind, die Wirkleistungsabgabe frequenzabhängig anzupassen. Bei der frequenzabhängigen Wirkleistungsabgabe ist folgendes zu berücksichtigen:
  - bei Überfrequenzen wird die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe durch die Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb begrenzt;
  - bei Unterfrequenzen wird die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe durch die Maximalkapazität begrenzt;
  - die tatsächliche Durchführung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe hängt von den Betriebs- und Umgebungsbedingungen der Stromerzeugungsanlage zum Zeitpunkt der Anpassung ab, insbesondere von Beschränkungen für den Betrieb nahe der Maximalkapazität bei Unterfrequenzen gemäß Kapitel 5.1.5 "Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz" und den verfügbaren Primärenergiequellen;

<sup>10</sup> Die Einhaltung der in diesem Kapitel beschriebenen Anforderungen berechtigt nicht zur Teilnahme am Regelreservemarkt. Hierfür sind zusätzlich die aktuell gültigen Präqualifikationsbedingungen für Primärregelreserve des relevanten ÜNB zu erfüllen.

Parameter für die frequenzabhängige Wirkleistungsanpassung	Bereich bzw. Wert
Wirkleistungsbereich, bezogen auf die Maximalkapazität $\frac{ \Delta P_1 }{P_{max}}$	mind. 1,5 %
Unempfindlichkeit der frequenzabhängigen Reaktion $\frac{ \Delta f_i }{f_n}$	10 mHz 0,02 %
Totband der frequenzabhängigen Reaktion	einstellbar zwischen 0 und 200 mHz; bei der Erbringung von Primärregelreserve ist das Totband der frequenzabhängigen Reaktion zu deaktivieren oder mit 0 mHz zu parametrieren; bei nicht für die Primärregelreserve präqualifizierten Stromerzeugungsanlagen ist das Totband mit $\pm 200$ mHz um den Nennwert 50 Hz einzustellen
Statik $s_1$	einstellbar ab 2 %

Tabelle 2: Parameter für die frequenzabhängige Wirkleistungsanpassung

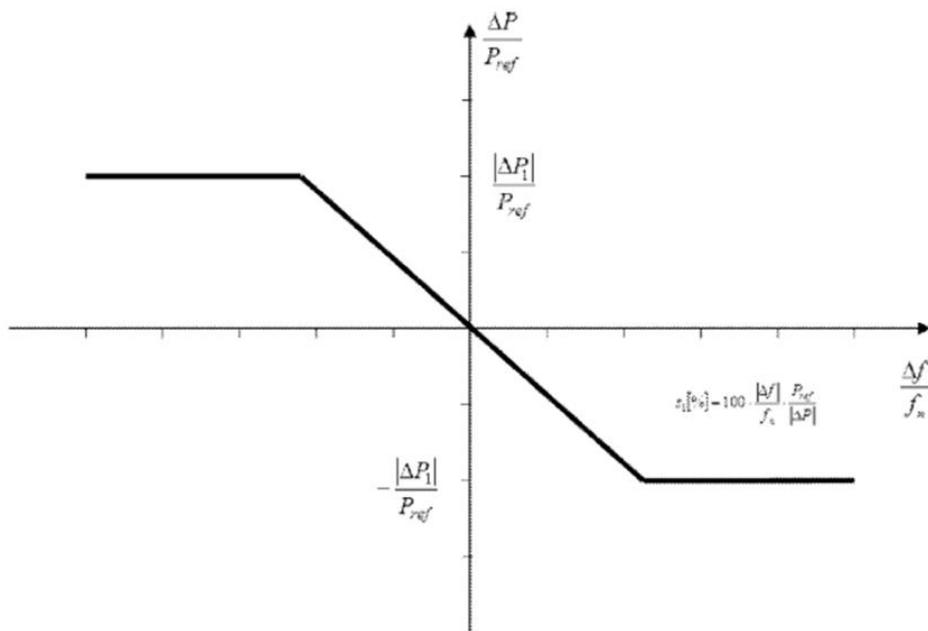


Abbildung 6: Fähigkeit der Stromerzeugungsanlage zur frequenzabhängigen Anpassung ihrer Wirkleistungsabgabe im FSM (ohne Totband und Unempfindlichkeit der frequenzabhängigen Reaktion)

$P_{ref}$  ist die Referenzwirkleistung und entspricht der Maximalkapazität  $P_{max}$ ;  $s_1$  ist die Statik der frequenzabhängigen Reaktion;  $\Delta P$  ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage;  $f_n$  ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes und  $\Delta f$  ist die Frequenzabweichung im Netz.

- ii. das Totband der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe und die Statik  $s_1$  müssen wiederholt neu gewählt werden können;
- iii. im Falle eines Frequenzsprungs muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, die volle frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe auf oder oberhalb der in Ab-

- bildung 7 dargestellten durchgehenden Linie vorzunehmen und dabei die Parameter einzuhalten, deren Werte in Tabelle 3 angegeben sind;
- iv. die anfängliche Aktivierung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe darf nicht unangemessen verzögert werden.

Beträgt die anfängliche Verzögerung bei der Aktivierung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe mehr als 2 Sekunden, muss der Netzbenutzer technische Nachweise für die Notwendigkeit dieses längeren Zeitraums vorlegen.

Für Stromerzeugungsanlagen ohne Schwungmasse darf die anfängliche Verzögerung bei der Aktivierung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe nicht mehr als der in Tabelle 3 angegebene Wert betragen. Kann der Netzbenutzer diese Anforderung nicht erfüllen, so muss er technische Nachweise für die Notwendigkeit eines längeren Zeitraums für die anfängliche Aktivierung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe vorlegen;

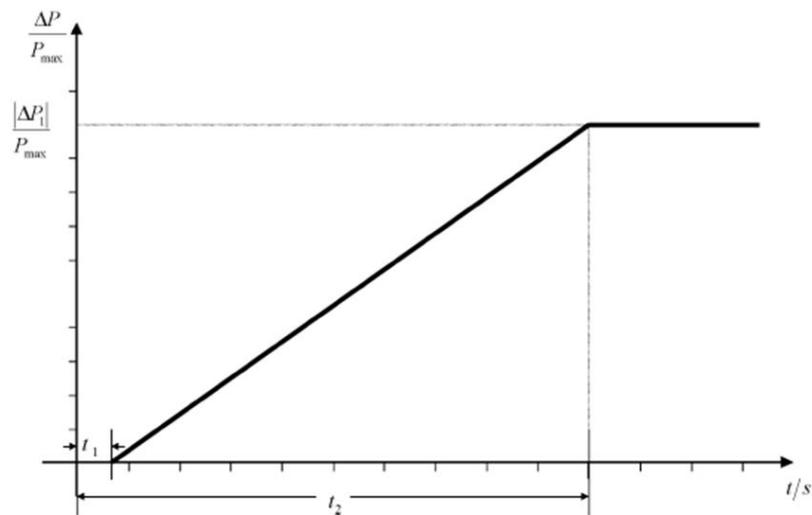


Abbildung 7: Fähigkeit zur frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe

$P_{\max}$  ist die Maximalkapazität, auf die sich  $\Delta P$  bezieht;  $\Delta P$  ist die Änderung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage; die Stromerzeugungsanlage muss zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  die Wirkleistungsänderung  $\Delta P$  bis zum Punkt  $\Delta P_1$  herbeiführen, wobei die Werte gemäß Tabelle 3 festgelegt sind;  $t_1$  ist die anfängliche Verzögerung in s und  $t_2$  ist der Zeitraum bis zur vollständigen Aktivierung in s.

Parameter	Bereich bzw. Wert
Wirkleistungsbereich, bezogen auf die Maximalkapazität (Bereich der frequenzabhängigen Anpassung)	mind. 1,5 %
$\frac{ \Delta P_1 }{P_{max}}$	
Bei Stromerzeugungsanlagen mit Schwungmasse maximal zulässige anfängliche Verzögerung $t_1$ , soweit nicht gemäß Ziffer iv ein anderer Wert gerechtfertigt ist	2 Sekunden
Bei Stromerzeugungsanlagen ohne Schwungmasse maximal zulässige anfängliche Verzögerung $t_1$ , soweit nicht gemäß Ziffer iv ein anderer Wert gerechtfertigt ist	<b>0,5 Sekunden</b>
Maximaler Zeitraum bis zur vollständigen Aktivierung $t_2$ , soweit der relevante ÜNB nicht aus Gründen der Systemstabilität einen längeren Aktivierungszeitraum gestattet	<b>30 Sekunden</b>

Tabelle 3: Parameter für die vollständige Aktivierung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe aufgrund eines Frequenzsprungs

- v. die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, die vollständige frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe gemäß den Vorgaben des relevanten ÜNB für einen Zeitraum **von mindestens 30 Minuten** vorzunehmen. Bei der Festlegung des Zeitraums berücksichtigt der ÜNB den Spielraum der Wirkleistungsabgabe sowie die Primärenergiequelle der Stromerzeugungsanlage;
- vi. innerhalb des o.g. Zeitraums darf die Wirkleistungsregelung keine negativen Auswirkungen auf die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe der Stromerzeugungsanlage haben;

Hinsichtlich der Frequenzwiederherstellung (frequency restoration reserve, FRR) muss die Stromerzeugungsanlage Funktionen bieten, die den Vorgaben des relevanten ÜNB entsprechen und dazu dienen, den Frequenznenwert erneut zu erreichen oder die geplanten Werte der Stromausflüsse zwischen Regelzonen aufrechtzuerhalten.

Gesamteinrichtungen zur Stromerzeugung, die auch als Last wirken können, wie z. B. Pump-Speicher-Kraftwerke, müssen in der Lage sein, diese Last bei Unterfrequenzen vom Netz zu trennen. Diese Anforderung gilt nicht für Hilfsversorgungssysteme.

#### 5.1.7.1 Echtzeitüberwachung des frequenzabhängigen Modus:

- i. zur Überwachung des Betriebs der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe muss die Kommunikationsschnittstelle über Betriebsmittel verfügen, die es ermöglichen, auf Aufforderung des relevanten Netzbetreibers oder des relevanten ÜNB mindestens die folgenden Signale in Echtzeit gesichert von der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung an das Netzkontrollzentrum des relevanten Netzbetreibers oder des relevanten ÜNB zu übertragen:  
 Status des frequenzabhängigen Modus FSM (ein/aus);
  - geplante Wirkleistungsabgabe;
  - tatsächlicher Wert der Wirkleistungsabgabe;
  - tatsächliche Parametereinstellungen für die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe;
  - Statik und Totband;
- ii. der relevante Netzbetreiber und der relevante ÜNB legen fest, welche weiteren Signale die Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung mithilfe von Überwachungseinrichtungen und Auf-

zeichnungsgeräten bereitstellen muss, um die Durchführung der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe der teilnehmenden Stromerzeugungsanlagen prüfen zu können.

### **5.1.8 Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse**

Die Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse durch nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen kann zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten ÜNB vereinbart werden, wobei insbesondere das Funktionsprinzip der für die Bereitstellung der synthetischen Schwungmasse installierten Regelungssysteme und die zugehörigen Leistungsparameter festgelegt werden.

## **5.2 Anforderungen hinsichtlich Robustheit und dynamischer Netzstützung**

### **5.2.1 FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen**

Die Anforderungen an FRT-Fähigkeit gelten sowohl für symmetrische als auch für asymmetrische Fehler im Netz.

Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, die Verbindung mit dem Netz und einen stabilen Betrieb aufrechtzuerhalten, wenn im Stromnetz Störungen in Form von konzeptgemäß zu beherrschenden Fehlern im Übertragungsnetz aufgetreten sind. Diese Fähigkeit entspricht einem Spannungs-Zeit-Profil am Netzanschlusspunkt, das für Fehlerbedingungen festlegt ist. Das Spannungs-Zeit-Profil gibt den unteren Grenzwert des tatsächlichen Verlaufs der Außenleiterspannungen auf Netzspannungsebene am Netzanschlusspunkt während eines Fehlers als Funktion der Zeit vor dem Fehler, während des Fehlers und nach dem Fehler wieder.

Stromerzeugungsanlagen müssen für das Durchfahren von mehreren aufeinanderfolgenden Fehlern ausgelegt sein. Wenn durch mehrere aufeinanderfolgende durchgefahrene Fehler die thermischen Auslegungsgrenzen überschritten werden, darf sich die Stromerzeugungsanlage vom Netz entkuppeln.

Die Schutzsysteme und -einstellungen für interne elektrische Fehler dürfen die FRT-Fähigkeit nicht gefährden; unbeschadet dessen ist der Unterspannungsschutz (entweder FRT-Fähigkeit oder festgelegte Mindestspannung am Netzanschlusspunkt) vom Netzbenutzer unter Berücksichtigung der Fähigkeiten der Stromerzeugungsanlage so breit wie möglich festzulegen, soweit der relevante Netzbetreiber gemäß Kapitel 6.3 „Schutzsysteme und -einstellungen“ keine engeren Grenzen für die Einstellungen vorschreibt. Der Netzbenutzer muss die Einstellungen nach diesem Grundsatz begründen.

Auf Ersuchen des Netzbenutzers stellt der relevante Netzbetreiber folgende Ergebnisse der Berechnungen für die hinsichtlich der FRT-Fähigkeit zu berücksichtigenden Bedingungen am Netzanschlusspunkt vor und nach einem Fehler bereit:

- Mindestkurzschlussleistung vor dem Fehler an jedem Netzanschlusspunkt in MVA;
- Betriebspunkt der Stromerzeugungsanlage vor dem Fehler (abgegebene Wirk- und Blindleistung am Netzanschlusspunkt und Spannung am Netzanschlusspunkt); und
- Mindestkurzschlussleistung nach dem Fehler an jedem Netzanschlusspunkt in MVA.

Alternativ kann der relevante Netzbetreiber aus typischen Fällen abgeleitete generische Werte angeben.

Sofern der relevante Netzbetreiber keine anderwärtigen Vorgaben macht, sind die Standardbedingungen gemäß Tabelle 8 in Kapitel 8.2 „Konformitätstests und Konformitätssimulationen“ zu berücksichtigen.

Die folgenden Diagramme zeigen auf der y-Achse den unteren Grenzwert eines Spannungs-Zeit-Profiles der Spannung  $U$  am Netzanschlusspunkt als Verhältnis ihres tatsächlichen Werts zu ihrem Referenzwert 1 p.u. vor einem Fehler, während eines Fehlers und nach einem Fehler. Auf der x-Achse ist die Zeit  $t$  nach Fehlerbeginn in Sekunden aufgetragen.

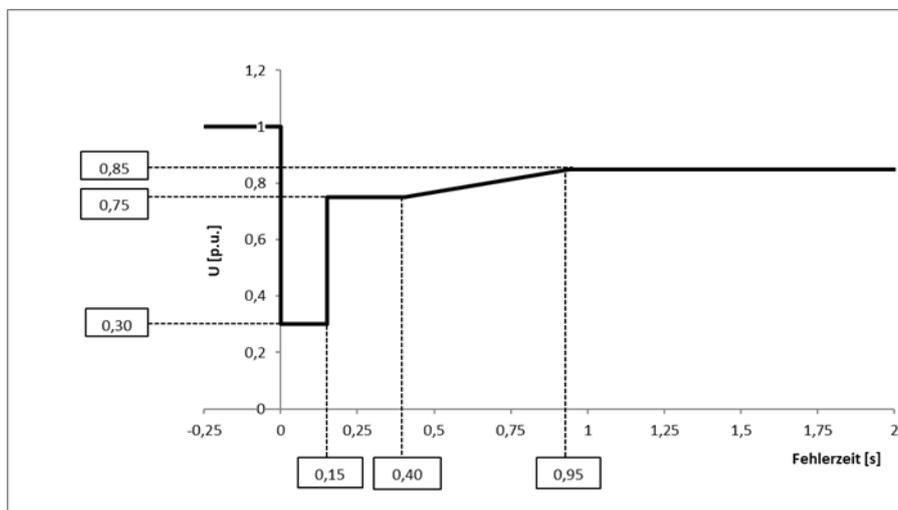


Abbildung 8: FRT-Profil synchroner Stromerzeugungsanlagen

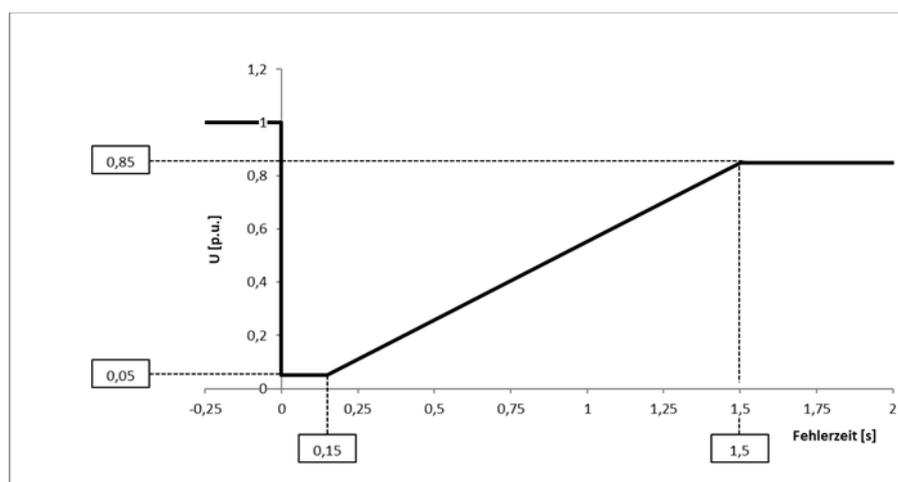


Abbildung 9: FRT-Profil nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, die Verbindung mit dem Netz während einer ein- oder dreiphasigen automatischen Wiedereinschaltung (AWE) auf Leitungen des vermaschten Netzes aufrechtzuerhalten, wenn dies für das Netz, an das sie angeschlossen sind, relevant ist. Die Einzelheiten dieser Fähigkeit werden gemäß Kapitel 6.3 „Schutzeinrichtungen/Netzentspannungsschutz“ abgestimmt und in Vereinbarungen über Schutzsysteme und Einstellungen festgelegt.

## 5.2.2 Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern

### 5.2.2.1 Verhalten im Fehlerfall

Bei Fehlern, die eine FRT-Fähigkeit erfordern, müssen nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen mit Anschluss an das Mittelspannungsnetz oder einer höheren Spannungsebene dem Blindleistungsbeitrag gegenüber dem Wirkleistungsbeitrag Vorrang geben. Der relevante Netzbetreiber kann in begründeten Fällen im Netzanschlussvertrag eine Abweichung von dieser Priorisierung vorsehen.

Nichtsynchroner Stromerzeugungsanlagen mit Anschluss an das Mittelspannungsnetz oder einer höheren Spannungsebene müssen bei symmetrischen und asymmetrischen Fehlern unter den folgenden Bedingungen eine dynamische Blindstromstützung bereitstellen:

- Beim Auftreten einer sprunghaften Spannungsänderung<sup>11</sup> bzw. bei einer Spannung am Netzanschlusspunkt von  $> 1,1$  p.u. oder  $< 0,9$  p.u. müssen nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen die Spannung durch Erhöhung oder Absenkung eines zusätzlichen Blindstromes  $\Delta i_{B1,2}$  im Mit- und Gegensystem stützen;
- Der zusätzliche Blindstrom  $\Delta i_{B1,2}$  ist proportional zur Spannungsabweichung  $\Delta u_{1,2}$  und einem Verstärkungsfaktor  $k$ , welcher vom relevanten Netzbetreiber unter Berücksichtigung der wesentlichen Impedanzen zwischen der oder den Stromerzeugungseinheit(en) der nicht-synchronen Stromerzeugungsanlage und dem Netzanschlusspunkt vorgegeben wird. Sofern der relevante Netzbetreiber keine anderwärtige Vorgabe für den Verstärkungsfaktor  $k$  macht, ist ein Wert  $k = 2$  zu wählen.

$$\Delta i_{B1} = k * \Delta u_1$$

$$\Delta i_{B2} = k * \Delta u_2$$

$\Delta i_{B1}$ ...zusätzlicher Blindstrom im Mitsystem

$\Delta i_{B2}$ ...zusätzlicher Blindstrom im Gegensystem

$\Delta u_1$ ... Änderung der Mitsystemspannung

$\Delta u_2$ ... Änderung der Gegensystemspannung

$k$ ...Verstärkungsfaktor ( $2 \leq k \leq 6$ ), einstellbar in Schritten von 0,5 (ausgenommen Stromerzeugungsanlagen mit direkt gekoppelten Asynchrongeneratoren bei asymmetrischen Fehlern);

Nach Fehlerende<sup>12</sup> erfolgt der Übergang von der dynamischen Blindstromstützung zur statischen Spannungshaltung. Der Übergang sollte kontinuierlich und nicht sprunghaft erfolgen. Nichtsynchroner Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, einen Blindstrom von mindestens der Höhe des Bemessungsstromes einzuspeisen.

Ebenfalls zulässig ist eine kontinuierliche dynamische Netzstützung im Sinne der vorgenannten Anforderungen, die unabhängig von der Erfüllung der Kriterien für Fehlerbeginn und Fehlerende permanent und parallel zur stationären Spannungshaltung im Eingriff ist.

### 5.2.2.2 Wiederaufnahme der Wirkleistungsabgabe nach Fehlerklärung

Falls sich die Netzspannung nach Fehlerklärung wieder innerhalb des zulässigen Spannungsbandes befindet und die Wirkleistungsabgabe während des Netzfehlers reduziert wurde, müssen Stromerzeugungsanlagen in der Lage sein, die Wirkleistungsabgabe so schnell wie technisch möglich wieder auf den Vorfehlerwert zu steigern. Die Blindleistungsbereitstellung erfolgt schnellstmöglich.

### 5.2.3 Stabilität bei Netzpendelungen

Netzpendelungen (Leistungs- und/oder Netzfrequenzschwankungen) treten im kontinentaleuropäischen Synchrongebiet derzeit erfahrungsgemäß mit Eigenfrequenzen von 0,15 Hz bis 1,5 Hz auf.

<sup>11</sup> Abweichung des gemessenen Momentanwerts einer Spannung um einen Betrag von mindestens 5 % des Momentanwerts der theoretisch fortgeführten Vorfehlerspannung (kann sich sowohl auf Leiter-Leiter als auch Leiter-Erde Spannungen beziehen); Vektorsprünge werden damit ebenso wie Kurzschlüsse als sprunghafte Spannungsänderung betrachtet

<sup>12</sup> Zeitpunkt des Wiedereintritts der Netzspannung nach Fehlerklärung in das zulässige Spannungsband gem. Ö-VE/ÖNORM EN 50160

Diese dürfen nicht zu einer Auslösung des Schutzes der Stromerzeugungseinheit führen. Auch darf die Wirkleistung der Stromerzeugungseinheit bei einer Netzpendelung nicht reduziert werden, es sei denn,

- diese trägt gewollt zur Dämpfung der Netzpendelungen bei;
- eine Überlastung von Betriebsmitteln wird dadurch vermieden.

Bei Netzpendelungen müssen die Stromerzeugungsanlagen die statische Stabilität aufrechterhalten können, wenn sie in einem beliebigen Betriebspunkt des P-Q-Diagramms arbeiten.

Nichtsynchroner Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, zur Dämpfung von Netzpendelungen beizutragen, wenn der relevante ÜNB dies verlangt. Die Merkmale der Spannungs- und Blindleistungsregelung von nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen dürfen die Dämpfung von Netzpendelungen nicht beeinträchtigen.

### 5.3 Anforderungen hinsichtlich statischer Spannungshaltung

#### 5.3.1 Spannungsbereiche

Unbeschadet der FRT-Fähigkeit muss eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, während der in folgenden Tabellen angegebenen Zeiträume und innerhalb der in diesen Tabellen aufgeführten Netzspannungsbereiche, die als Spannung in Bezug auf den Referenzwert 1 p.u. angegeben sind, die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb aufrechtzuerhalten:

Spannungsbereich	Mindestzeitraum
0,85 p.u. – 0,9 p.u.	60 Minuten
0,9 p.u. – 1,1 p.u.	unbegrenzt

*Tabelle 4: Mindestzeiträume, in denen eine Stromerzeugungsanlage mit Netzanschlusspunkt auf MS-Ebene in der Lage sein muss, bei Abweichungen der Spannung vom Referenzwert 1 p.u. ohne Trennung vom Netz zu arbeiten*

Für den Fall einer gleichzeitigen Überspannung und Unterfrequenz oder einer gleichzeitigen Unterspannung und Überfrequenz kann der relevante Netzbetreiber in Abstimmung mit dem ÜNB kürzere Zeiträume festlegen, in denen Stromerzeugungsanlagen die Verbindung mit dem Netz aufrechterhalten müssen.

#### 5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz

Hinsichtlich der Spannungshaltung müssen Stromerzeugungsanlagen in der Lage sein, sich automatisch vom Netz zu trennen, wenn die Spannung am Netzanschlusspunkt Werte erreicht, die der relevante Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB festgelegt hat, siehe Kapitel 6.3.3 „Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz“.

#### 5.3.3 Blindleistungskapazität

Die Anforderungen an die Blindleistungskapazität gelten für den Netzanschlusspunkt.

Die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, in einem angemessenen Zeitraum jeden vom relevanten Netzbetreiber als Zielwert festgelegten Betriebspunkt innerhalb des geforderten Blindleistungsbereichs zu erreichen.

Die Blindleistung der Stromerzeugungsanlage muss innerhalb der geforderten Blindleistungsbereiche einem vom relevanten Netzbetreiber vorgegebenen Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung gemäß Kapitel 5.3.4 folgen können.

Für nachfolgende Grafiken wird das Erzeugerzählpeilsystem EZS<sup>13</sup> verwendet.

**5.3.3.1 Blindleistungskapazität bei Nennscheinleistung bzw. Maximalkapazität**

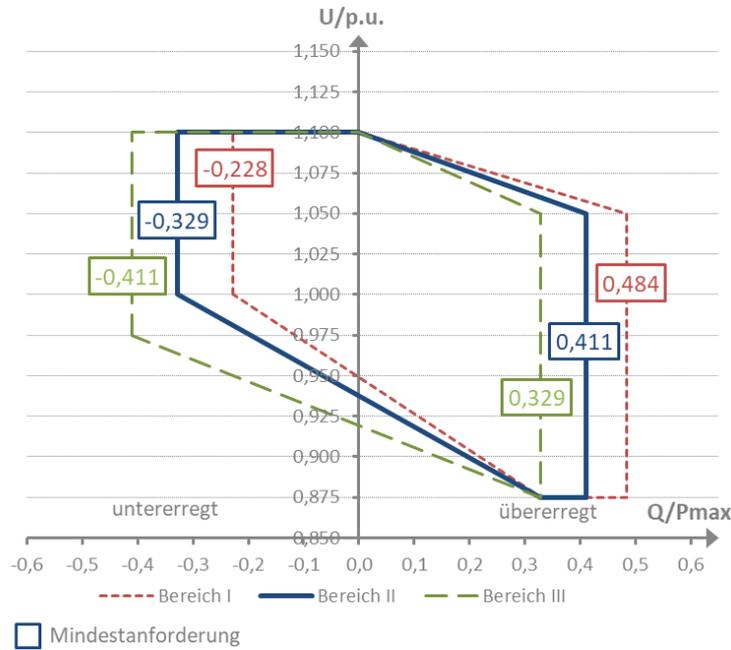


Abbildung 10: Blindleistungsbereiche synchroner und nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen bei Maximalkapazität

U ist die Betriebsspannung; 1 p.u. ist ihr Referenzwert; Q ist die Blindleistung der Stromerzeugungsanlage in var und P<sub>max</sub> ist die Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage in W.

Blindleistungsbereich	Q/P <sub>max</sub> (bei 1 p.u.)	Verschiebungsfaktor cos φ
Bereich I	- 0,228 bis + 0,484	0,975 untererregt bis 0,9 übererregt
<b>Bereich II</b>	<b>- 0,329 bis + 0,411</b>	<b>0,95 untererregt bis 0,925 übererregt</b>
Bereich III	-0,411 bis + 0,329	0,925 untererregt bis 0,95 übererregt

Tabelle 5: Blindleistungsbereiche synchroner und nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen bei Maximalkapazität

Es gilt grundsätzlich der Blindleistungsbereich II. In lokal begrenzten Ausnahmefällen kann vom relevanten Netzbetreiber alternativ im Netzanschlussvertrag der Blindleistungsbereich I oder III gefordert werden. Dies ist gegenüber dem Netzbenutzer nachvollziehbar und schlüssig zu begründen.

In den Arbeitsbereichen Q/P<sub>max</sub> > 0 und U/p.u. < 0,875 (übererregter Betrieb und Unterspannung) sowie Q/P<sub>max</sub> < 0 und U/p.u. > 1,1 (untererregter Betrieb und Überspannung) soll die Stromerzeugungsanlage nach Können und Vermögen weiterhin spannungsstützend wirken und erforderlichenfalls ihre Betriebsweise gemäß den Vorgaben der TOR Systemschutzplan anpassen.

**5.3.3.2 Blindleistungskapazität unterhalb der Nennscheinleistung bzw. Maximalkapazität**

Synchrone Stromerzeugungsanlagen, die mit einer Wirkleistungsabgabe unterhalb der Maximalkapazität (P < P<sub>max</sub>) arbeiten, müssen in der Lage sein, in jedem möglichen Betriebspunkt inner-

<sup>13</sup> Im EZS ist die von der Stromerzeugungsanlage abgegebene Wirk- und induktive Blindleistung positiv, es gilt Q > 0 für übererregten (spannungserhöhenden) Betrieb, Q < 0 für untererregten (spannungsabsenkenden) Betrieb

halb des  $P$ - $Q$ -Diagramms ihres Generators und mindestens bis zur Mindestleistung für den stabilen Betrieb zu arbeiten. Auch bei verringerter Wirkleistungsabgabe muss die Blindleistungsabgabe am Netzanschlusspunkt dem  $P$ - $Q$ -Diagramm des Generators dieser synchronen Stromerzeugungsanlage vollständig entsprechen, wobei der Eigenbedarf sowie die Wirk- und Blindleistungsverluste eines etwaigen Netztransformators zu berücksichtigen sind. Die Grundausslegung soll dabei nach Abbildung 11 wie bei nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen erfolgen.

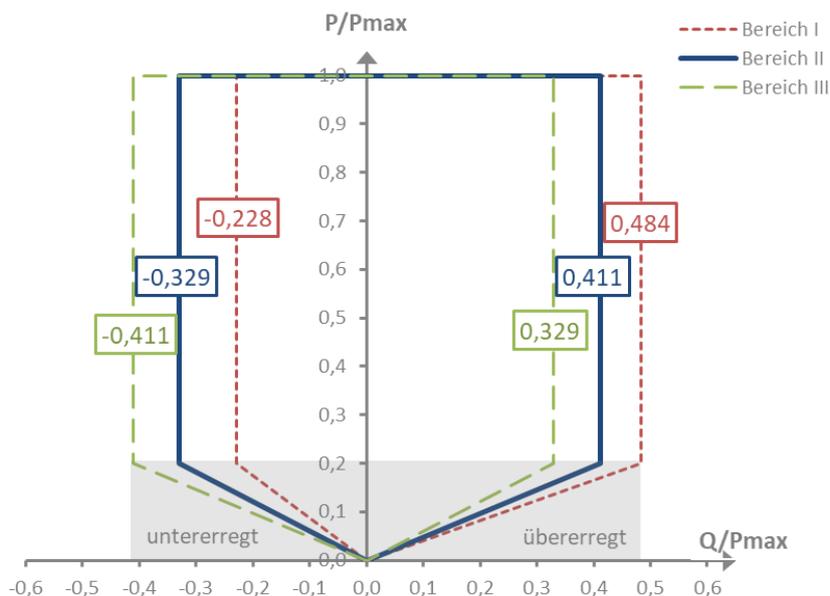


Abbildung 11: Blindleistungsbereiche nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen unterhalb der Maximalkapazität

$P$  ist die Wirkleistung der Stromerzeugungsanlage in W;  $Q$  ist die Blindleistung der Stromerzeugungsanlage in var und  $P_{max}$  ist die Maximalkapazität der Stromerzeugungsanlage in VA.

Im Arbeitsbereich  $P < 0,2 P_{max}$  darf sich das Blindleistungsverhalten der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage nicht sprunghaft ändern; eine exakte Einhaltung der Vorgabe wird in diesem Arbeitsbereich nicht gefordert (grauer Bereich in der Abbildung).

Während des Betriebs unterhalb der Maximalkapazität ( $P < P_{max}$ ) muss die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, Blindleistung auf jedem Betriebspunkt innerhalb ihres  $P$ - $Q/P_{max}$ -Profils bereitzustellen, wenn alle Stromerzeugungseinheiten dieser nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch zur Verfügung stehen, d. h. nicht wegen Wartungsarbeiten oder eines Ausfalls außer Betrieb sind; anderenfalls können unter Berücksichtigung der technischen Verfügbarkeit geringere Blindleistungskapazitäten zur Verfügung stehen.

### 5.3.3.3 Blindleistungskompensation

Der relevante Netzbetreiber kann verlangen, dass eine zusätzliche Blindleistung bereitzustellen ist, wenn sich der Netzanschlusspunkt einer Stromerzeugungsanlage weder an den Klemmen des Netztransformators der Spannungsebene des Netzanschlusspunktes noch an den Klemmen des Umrichters (Generators) befindet, falls kein Netztransformator vorhanden ist. Diese zusätzliche Blindleistung muss den Blindleistungsbedarf der Leitung oder des Kabels zwischen den Klemmen des Netztransformators der Stromerzeugungsanlage oder, falls kein Netztransformator vorhanden ist, zwischen den Klemmen des Umrichters (Generators) und dem Netzanschlusspunkt decken und ist vom zuständigen Eigentümer dieser Leitung bzw. dieses Kabels bereitzustellen.

### 5.3.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

Innerhalb ihrer Blindleistungsbereiche gem. Kapitel 5.3.3 muss sich die Blindleistung der Stromerzeugungsanlage automatisch auf den im Rahmen des vom relevanten Netzbetreiber vorgegebenen Verfahrens zur Blindleistungsbereitstellung bestimmten fixen Wert oder auf die bestimmte Kennlinie einstellen.

Für Stromerzeugungsanlagen wird eines der nachstehenden Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung vom Netzbetreiber vorgegeben:

- fester Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi$  fix;
- Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie  $\cos \varphi (P)$ ;
- Blindleistungs-/Spannungskennlinie  $Q (U)$ ;
- feste Blindleistung  $Q$  fix<sup>14</sup>.

Der Netzbetreiber kann fixe Werte im Rahmen eines Fahrplans vorschreiben.

Der Netzbetreiber kann auch fixe Werte als Online-Sollwertvorgabe sowie eine Umschaltung zwischen den vorgesehenen Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung über eine fernwirktechnische Schnittstelle vorschreiben. Die Sollwerte sind spätestens nach einer Minute an der Messstelle zu realisieren.

Der Standardeinstellwert ohne Vorgabe des Netzbetreibers ist ein fester Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi = 1$ .

Ein abweichendes Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung, z.B.  $\cos \varphi (U)$ , kann mit dem Netzbetreiber vereinbart werden.

Um bei schwankender Wirkleistungseinspeisung Spannungssprünge zu vermeiden, sollte eine Kennlinie mit kontinuierlichem Verlauf und begrenzter Steilheit gewählt werden.

#### 5.3.4.1 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

- i. die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, entweder über die Spannungsregelung, die Blindleistungsregelung oder die Regelung des Leistungsfaktors<sup>15</sup> automatisch Blindleistung bereitzustellen;
- ii. im Modus der Spannungsregelung muss die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, durch Blindleistungsaustausch mit dem Netz zur Spannungsregelung am Netzanschlusspunkt beizutragen, wobei der Spannungssollwert 0,95 bis 1,05 pu in Schritten von höchstens 0,01 p.u. umfasst und einen Gradienten von mindestens 2 % bis 7 % in Schritten von höchstens 0,5 % aufweist. Die Blindleistungsabgabe muss null betragen, wenn die Netzspannung am Netzanschlusspunkt dem Spannungssollwert entspricht;
- iii. der Sollwert kann mit oder ohne Totband in einem wählbaren Bereich von null bis  $\pm 5$  % des Referenzwerts 1 p.u. der Netzspannung in Schritten von höchstens 0,5 % eingestellt werden;
- iv. nach einem Spannungssprung muss die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, 90 % der Änderung der Blindleistungsabgabe innerhalb einer Zeit  $t_1$  zu erreichen und sich auf dem durch den Gradienten bestimmten Wert innerhalb einer Zeit  $t_2$  ein-

<sup>14</sup> Ist nur in regional begründeten Fällen und in vollem Ausmaß unterhalb der Maximalkapazität zeitlich eingeschränkt vorgesehen.

<sup>15</sup> Der Betrag des Verschiebungsfaktors  $\cos \varphi$  entspricht dann dem Leistungsfaktor, wenn nur eine sinusförmige Grundschwingung vorliegt

zustellen, wobei die Toleranz für die Blindleistung im statischen Zustand höchstens 5 % der maximalen Blindleistung beträgt;

Die Werte für  $t_1$  und  $t_2$  werden zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten Netzbetreiber vereinbart. Folgende Werte werden empfohlen:

$$t_1 = 1 \text{ Sekunde}$$

$$t_2 = 10 \text{ Sekunden}$$

- v. im Modus der Blindleistungsregelung muss die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, die Blindleistung auf jeden Punkt innerhalb des in Kapitel 5.3.3 „Blindleistungskapazität“ festgelegten Blindleistungsbereichs einzustellen, wobei die Einstellungsschrittweite höchstens 5 MVar bzw. 5 % der vollen Blindleistung betragen darf (wobei der jeweils niedrigere Wert anzuwenden ist);
- vi. im Modus der Leistungsfaktorregelung muss die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, den Leistungsfaktor am Netzanschlusspunkt innerhalb des vom relevanten Netzbetreiber gemäß Kapitel 5.3.3.1 festgelegten Bereichs in Schritten von höchstens 0,01 auf einen Zielleistungsfaktor zu regeln. Der Toleranzbereich des Zielleistungsfaktors wird durch den Toleranzbereich der entsprechenden Blindleistung angegeben. Diese Blindleistungstoleranz wird entweder durch einen absoluten Wert oder durch einen prozentualen Anteil an der maximalen Blindleistung der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage angegeben;

Der Zielwert des Leistungsfaktors, der Toleranzbereich und der Zeitraum, in dem der Zielleistungsfaktor nach einer plötzlichen Änderung der Wirkleistungsabgabe erreicht werden muss, werden zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten Netzbetreiber vereinbart. Folgende Werte werden empfohlen:

- Toleranzbereich des Zielleistungsfaktors: 1 % der maximalen Blindleistung der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage
  - Zeitraum, in dem der Zielleistungsfaktor nach einer plötzlichen Änderung der Wirkleistungsabgabe erreicht werden muss: 10 Sekunden
- vii. der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB und dem Netzbenutzer fest, welche der vorstehend beschriebenen Fähigkeiten für die Blindleistungsregelung und die entsprechenden Sollwerte anzuwenden ist und welches weitere Betriebsmittel erforderlich ist, um den jeweiligen Sollwert per Fernbedienung anpassen zu können;

### 5.3.5 Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen

Synchrone Stromerzeugungsanlagen müssen über ein permanentes automatisches Erregersystem verfügen, das eine konstante Generatorklemmenspannung mit einem wählbaren Sollwert sicherstellt, ohne dass im Arbeitsbereich der synchronen Stromerzeugungsanlage instabile Zustände auftreten.

### 5.3.6 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung

Diesbezüglich sind keine Anforderungen an Stromerzeugungsanlagen vorgesehen.

## 5.4 Anforderungen hinsichtlich Netzmanagement und Systemschutz

Stromerzeugungsanlagen müssen die folgenden allgemeinen Anforderungen hinsichtlich des Netzmanagements erfüllen:

#### 5.4.1 Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber

Die Stromerzeugungsanlage muss in der Lage sein, den Sollwert der Wirkleistungsabgabe entsprechend den Anweisungen anzupassen, die der relevante Netzbetreiber oder der relevante ÜNB dem Netzbenutzer erteilt.

Der Netzbenutzer hat diese Anpassung nur innerhalb des Betriebsbereichs der Stromerzeugungsanlage zwischen Mindestleistung und Maximalkapazität und je nach Verfügbarkeit der Primärenergie durchzuführen.

Manuelle Maßnahmen vor Ort sind zulässig, wenn automatische Fernbedienungseinrichtungen außer Betrieb sind, beispielsweise nach telefonischer Anweisung durch den relevanten Netzbetreiber.

Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, folgende Leistungsgradienten für die Änderung der Wirkleistungsabgabe innerhalb ihres Betriebsbereiches zwischen Mindestlast und Maximallast in beide Richtungen einzuhalten:

- Obergrenze (Maximalgradient): 40 % von  $P_{max}$  pro Minute
- Untergrenze (Mindestgradient): 1,66 % von  $P_{max}$  pro Minute

Damit ergeben sich für eine vollständige Änderung der Wirkleistungsabgabe im Bereich 0 bis 100 % von  $P_{max}$  folgende Zeiträume (vorbehaltlich der Verfügbarkeit des Primärenergieträgers):

- Mindestzeitraum: 2,5 Minuten
- Maximalzeitraum: 60 Minuten

Abhängig vom eingesetzten Primärenergieträger, von der Stromerzeugungstechnologie und der Systemrelevanz der Stromerzeugungsanlage können zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer abweichende Werte für die Zeiträume zur Erreichung des Sollwerts der Wirkleistungsabgabe vereinbart werden.

Der Toleranzbereich für die Einhaltung der vorgegebenen Sollwerte beträgt  $\pm 5$  % der Maximalkapazität  $P_{max}$ .

Wenn technisch nicht anders möglich, kann die Wirkleistungsreduktion auch durch Abschaltung von Stromerzeugungseinheiten realisiert werden. Unterhalb der Mindestleistung dürfen sich die Stromerzeugungseinheiten vom Netz trennen.

Der Netzbetreiber greift nicht in die Steuerung der Stromerzeugungsanlage ein. Er ist lediglich für die Signalgebung verantwortlich - siehe auch Kapitel 6.2.1 „Fernsteuerung bzw. fernwirktechnische Schnittstelle“. Die Änderung der Wirkleistungseinspeisung erfolgt nach den technischen Möglichkeiten der Stromerzeugungsanlage in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers.

In folgenden Fällen ist der relevante Netzbetreiber berechtigt, eine vorübergehende Vorgabe bzw. Einschränkung der Wirkleistung vorzunehmen:

- betriebsnotwendige Arbeiten bzw. Gefahr von Überlastungen im Verteilernetz;
- potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb;
- Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität;
- systemgefährdender Frequenzanstieg;
- Instandsetzungen bzw. Durchführung von Baumaßnahmen im Verteilernetz.

Diese Maßnahmen werden einschließlich des Anlasses vom Netzbetreiber in geeigneter Form dokumentiert (z.B. Eintrag ins Betriebsbuch) und betroffenen Anlagenbetreibern auf Anfrage Auskunft erteilt.

#### 5.4.2 Simulationsmodelle und Simulationsparameter

- i. Auf Aufforderung des relevanten Netzbetreibers oder des relevanten ÜNB legt der Netzbenutzer **im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens** Simulationsmodelle vor, die das Verhalten der Stromerzeugungsanlage sowohl durch statische als auch dynamische Simulationen (50-Hz-Komponente) oder durch Simulation transienter elektromagnetischer Vorgänge widerspiegeln; der Netzbenutzer stellt sicher, dass die vorgelegten Simulationsmodelle auf Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Konformitätstests gemäß Kapitel 8.2 überprüft wurden, und übermittelt die Ergebnisse dieser Überprüfung dem relevanten Netzbetreiber oder dem relevanten ÜNB;
- ii. die vom Netzbenutzer vorgelegten Simulationsmodelle müssen in Abhängigkeit von den vorhandenen Komponenten **und Vorgaben des relevanten Netzbetreibers** folgende Teile umfassen:
  - Generator und Antriebsmaschine;
  - Drehzahl- und Leistungsregelung;
  - Spannungsregelung, einschließlich eines ggf. vorhandenen Pendeldämpfungsgeräts (PSS) und Erregersystems;
  - Simulationsmodelle für den Schutz der Stromerzeugungsanlage gemäß den Vereinbarungen zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer; und
  - Umrichtermodelle für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen;
- iii. die unter Ziffer i genannte Aufforderung des relevanten Netzbetreibers ist mit dem relevanten ÜNB abzustimmen. Sie muss Folgendes umfassen:
  - das Format, in dem die Simulationsmodelle vorzulegen sind;
  - die Bereitstellung von Unterlagen zur Struktur des Simulationsmodells und zu seinen Blockdiagrammen;
  - eine Schätzung der minimalen und maximalen Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt in MVA als Netzäquivalent;
- iv. der Netzbenutzer stellt dem relevanten Netzbetreiber oder dem relevanten ÜNB auf Aufforderung Aufzeichnungen über das Verhalten der Stromerzeugungsanlage zur Verfügung. Der relevante Netzbetreiber oder der relevante ÜNB kann diese Aufzeichnungen anfordern, um die Reaktion der Simulationsmodelle mit diesen Aufzeichnungen vergleichen zu können.

Der Netzbenutzer legt dem relevanten Netzbetreiber auf Aufforderung alle erforderlichen Simulationsparameter (z.B. technische Kennwerte) für die in Punkt ii angeführten Teile vor, damit dieser die in Punkt i genannten Simulationen erforderlichenfalls selbst durchführen kann. Dazu stellt der relevante Netzbetreiber dem Netzbenutzer ein geeignetes Formular zur Verfügung (beispielhaft siehe Anhang 0 „

Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle“) oder veröffentlicht dieses auf seiner Homepage.

### 5.4.3 Systemschutz

Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt auf MS- oder HS-Ebene müssen die Vorgaben des nationalen Systemschutzplans gem. Art. 11 ER-VO bzw. TOR Systemschutzplan einhalten.

Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, eine automatische Umschaltung des Verfahrens der Blindleistungsbereitstellung auf ein spannungsstützendes Verfahren zu ermöglichen:

- Verfahren einer Blindleistungs-/Spannungskennlinie  $Q(U)$  gem. Kapitel 5.3.4.
- unter Berücksichtigung des Modus der Spannungsregelung nach Sollwert gemäß Kapitel 5.3.4.1 für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

Die entsprechenden Einstellparameter sowie die betrieblichen Anforderungen sind in den TOR Systemschutzplan definiert bzw. mit dem relevanten Netzbetreiber abzustimmen.

## 5.5 Anforderungen hinsichtlich Synchronisierung und Netzwiederaufbau

### 5.5.1 Synchronisierungsvorrichtungen

Stromerzeugungsanlagen müssen mit einer Synchronisationsvorrichtung ausgestattet sein.

Stromerzeugungsanlagen müssen innerhalb der in Tabelle 1 „Mindestzeiträume, in deren eine Stromerzeugungsanlage in der Lage sein muss, bei Abweichungen von der Nennfrequenz ohne Trennung vom Netz zu arbeiten“ angegebenen Frequenzbereiche synchronisiert werden können.

Stromerzeugungsanlagen (mit Ausnahme von Asynchrongeneratoren) oder inselbetriebsfähige Netze mit Anlagen von Netzbenutzern mit integrierten Stromerzeugungsanlagen dürfen nur über Synchronisationsvorrichtungen bzw. erst nach Durchführung einer Kontrolle von Frequenzsynchronität und Spannungsgleichheit zwischen Netz und Anlagen von Netzbenutzern an das Netz geschaltet werden.

Wenn Netzentkupplungsschutz und Synchronisationsvorrichtungen in einem gemeinsamen Gerät realisiert werden, ist zu verhindern (z.B. mittels Prüfschalter), dass beim Einspeisen von analogen Prüfgrößen für die Schutzprüfung eine Fehlsynchronisierung möglich ist.

Bei Wechselrichtern mit eingebauter Netzsynchronisation ersetzt die eingebaute Frequenz- und Spannungsangleichung eine in einem getrennten Gerät realisierte Synchronisationsvorrichtung.

Die Einstellungen der Synchronisationsvorrichtungen müssen auf die Betriebsbedingungen des Netzes abgestimmt sein und werden vom Netzbetreiber vorgegeben.

### 5.5.2 Zuschaltbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die (automatische) Netzzuschaltung nach einer unbeabsichtigten Trennung, sowohl aufgrund eines gestörten Betriebs der Stromerzeugungsanlage, als auch aufgrund einer Netzstörung.

Eine automatische Netzzuschaltung von Stromerzeugungsanlagen muss möglich sein. Die Netzzuschaltung darf nur bei Erfüllung der folgenden Bedingungen erfolgen:

- $U/p.u. \geq 0,85$  sowie  $U/p.u. \leq 1,09$ ; und
- Netzfrequenz zwischen 47,5 Hz und 50,10 Hz; und
- es steht kein Auslösekriterium des Netzentkupplungsschutzes an.

Die Wartezeit muss grundsätzlich zwischen 0 und 300 Sekunden einstellbar sein. Sofern der Netzbetreiber keine anderweitige Vorgabe für die Wartezeit macht, wird eine Wartezeit von 60 Sekunden empfohlen.

Nach einer automatischen Netzzuschaltung im Falle eines gestörten Betriebs darf die an das Netz abgegebene Wirkleistung den Gradienten von 10 %  $P_{max}$  pro Minute nicht überschreiten. Für das Erreichen der Mindestleistung für einen stabilen Betrieb können der Netzbenutzer und der relevante Netzbetreiber abweichende Gradienten im Einklang mit Kapitel 5.4.1 „Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber“ vereinbaren.

Bei der Netzzuschaltung einer Stromerzeugungsanlage bzw. bei Zu- oder Abschaltungen von Kompensationseinrichtungen darf das Netz des relevanten Netzbetreibers nicht unzulässig beeinflusst werden (siehe TOR Teil D2).

Bei inselbetriebsfähigen Stromerzeugungsanlagen mit Wechselrichtern, die nicht spannungslos zugeschaltet werden, sind die Zuschaltbedingungen für Synchrongeneratoren einzuhalten.

Nicht selbsterregte Asynchrongeneratoren dürfen in der Regel nur im Bereich von 95 % bis 105 % ihrer Synchrondrehzahl zugeschaltet werden. Wird beim Zuschalten der maximal zulässige Spannungseinbruch überschritten, sind entsprechende Maßnahmen zur Strombegrenzung vorzusehen (siehe TOR Teil D2).

### 5.5.3 Schwarzstartfähigkeit

- i. eine Schwarzstartfähigkeit ist nicht zwingend erforderlich;
- ii. auf Aufforderung des relevanten ÜNB müssen die Netzbenutzer jedoch ein Angebot für die Schwarzstartfähigkeit vorlegen. Der relevante ÜNB kann ein solches Angebot einholen, wenn er der Ansicht ist, dass die Systemsicherheit in seiner Regelzone aufgrund mangelnder Schwarzstartfähigkeit gefährdet ist;
- iii. Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit müssen in der Lage sein, aus abgeschaltetem Zustand ohne Zufuhr elektrischer Energie von außen innerhalb eines vom relevanten Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB festgelegten Zeitraums wieder hochzufahren;

Der festgelegte Zeitraum muss kompatibel mit den Vorgaben der vertraglichen Modalitäten für Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau gemäß der ER-VO sein.

- iv. Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit müssen in der Lage sein, sich im inneren der in Kapitel 5.5.1 „Synchronisierungsvorrichtungen“ genannten Frequenzbereiche sowie ggf. innerhalb der in Kapitel 5.3.1 genannten Spannungsbereiche zu synchronisieren;
- v. Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit müssen in der Lage sein, Spannungseinbrüche aufgrund von Lastzuschaltungen automatisch auszuregulieren;
- vi. Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit müssen
  - in der Lage sein, sprunghafte Lastzuschaltungen auszuregulieren;
  - in der Lage sein, gemäß Kapitel 5.1.3 und Kapitel 5.1.6 im LFSM-O- und LFSM-U-Modus zu arbeiten;
  - die Frequenz im Falle einer Über- oder Unterfrequenz innerhalb des gesamten Wirkleistungsbereichs zwischen der Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb und der Maximalkapazität sowie auf Höhe des Eigenbedarfs regeln;
  - mit einigen Stromerzeugungsanlagen innerhalb einer Insel parallel betrieben werden können; und
  - die Spannung während der Wiederherstellung des Netzes automatisch regeln.

#### 5.5.4 Inselbetriebsfähigkeit

Inselbetriebsfähigkeit ist nicht zwingend erforderlich. Anlagen von Netzbenutzern mit Stromerzeugungsanlagen können bei Störungen im vorgelagerten Netz zur Deckung des Eigenverbrauchs in den Inselbetrieb gehen. Ein vom Netzbenutzer vorgesehener Inselbetrieb ist mit dem relevanten Netzbetreiber zu vereinbaren.

- i. Für Stromerzeugungsanlagen mit Inselbetriebsfähigkeit gilt:
  - die Frequenzgrenzwerte für den Inselbetrieb müssen den gemäß Kapitel 5.1.1 „Frequenzbereiche“ festgelegten Grenzwerten entsprechen;
  - die Spannungsgrenzwerte für den Inselbetrieb müssen den gemäß Kapitel 5.3.1 „Spannungsbereiche“ und Kapitel 5.3.2 „Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz“ festgelegten Grenzwerten entsprechen;
- ii. Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, während des Inselbetriebs gemäß Kapitel 5.1.7 im frequenzabhängigen Modus zu arbeiten.

Dies muss speziell im Parallelbetrieb mit anderen Stromerzeugungsanlagen in diesem Inselnetz sichergestellt sein (siehe auch TOR Systemschutzplan).

Bei Leistungsüberschüssen müssen Stromerzeugungsanlagen in der Lage sein, die Wirkleistungsabgabe von einem bisherigen Betriebspunkt auf einen neuen Betriebspunkt des  $P$ - $Q$ -Diagramms zu verringern. Dabei muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, die abgegebene Wirkleistung so weit zu verringern, wie dies angesichts ihrer inhärenten Eigenschaften technisch möglich ist, mindestens jedoch auf 55 % ihrer Maximalkapazität;

- iii. die Methode zur Feststellung des Wechsels vom Verbundnetzbetrieb zum Inselbetrieb wird zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB vereinbart.

Die Feststellung des Wechsels vom Verbundnetzbetrieb zum Inselbetrieb wird typischerweise über die Frequenzabweichung detektiert.

- iv. Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, während des Inselbetriebs im LFSM-O-Modus gemäß Kapitel 5.1.3 und im LFSM-U-Modus gemäß Kapitel 5.1.6 zu arbeiten.

Bei Betrieb einer inselbetriebsfähigen Stromerzeugungsanlage mit Teillast im Inselbetriebsfall muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, stoßartige Lastzuschaltungen bis 10 % der Maximalkapazität  $P_{max}$  auszuregeln.

#### 5.5.5 Schnelle Neusynchronisierung

- i. Bei einer Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz muss diese in der Lage sein, sich im Einklang mit der Schutzstrategie, die der relevante Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB und dem Netzbenutzer vereinbart hat, schnell neu zu synchronisieren;
- ii. eine Stromerzeugungsanlage mit einer Mindestneusynchronisationszeit von mehr als 15 Minuten nach der Trennung von einer externen Stromversorgung muss darauf ausgelegt sein, sich von jedem Betriebspunkt ihres  $P$ - $Q$ -Diagramms auf Eigenbedarfsbetrieb abzufangen. In diesem Fall darf sich die Feststellung des Eigenbedarfsbetriebs nicht nur auf die Schalterstellungssignale des Netzbetreibers stützen;
- iii. Stromerzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, nach einem Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb unabhängig von einem Eigenbedarfsanschluss an das externe Netz weiter zu arbeiten.

Stromerzeugungsanlagen müssen nach Abfangen in den Eigenbedarfsbetrieb in der Lage sein, die Eigenbedarfsleistung für den mit dem relevanten Netzbetreiber unter Berücksichtigung der Merkmale der Hauptantriebstechnologie vereinbarten Zeitraum, mindestens aber für 2 Stunden, sollte dieser Zeitraum aus technischen Gründen nicht möglich sein für den längsten möglichen Zeitraum, sicherzustellen.

## 5.6 Anforderungen hinsichtlich Datenaustausch

- i. Gesamteinrichtungen zur Stromerzeugung müssen in der Lage sein, mit dem relevanten Netzbetreiber oder dem relevanten ÜNB in Echtzeit oder periodisch mit Erfassung des Zeitpunkts Informationen auszutauschen, wobei die Vorgaben des relevanten Netzbetreibers oder des relevanten ÜNB einzuhalten sind;
- ii. der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB den Inhalt des Informationsaustauschs einschließlich einer genauen Liste der von der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung zu übermittelnden Daten fest.

Anwendbarkeit und Umfang des Datenaustauschs (Stammdaten, Echtzeitdaten, Nichtverfügbarkeiten, Fahrpläne) für signifikante Netznutzer gemäß Art 2 Abs 1 SOGL werden in der SOGL Datenaustausch-V festgelegt und sind in Anhang A1 angegeben. Damit verbundene weitere organisatorische und technische Anforderungen (z.B. Änderungsmitteilungen, Übermittlungsfrequenz, Zeitstempel, Formate, Protokolle, Sicherheitsvorschriften etc.) für den Datenaustausch werden nach den wichtigsten organisatorischen Anforderungen, Aufgaben und Zuständigkeiten im Zusammenhang mit dem Datenaustausch gemäß Art 40 Abs 6 SOGL (Key Organisational Requirements, Roles and Responsibilities – KORRR) vom relevanten ÜNB bzw. VNB spezifiziert und veröffentlicht.

## 6 Ausführung der Anlage und Schutz

### 6.1 Primärtechnik

#### 6.1.1 Anschlussanlage und Symmetrie

Die Anschlussanlage ist die physische Verbindung der Anlage eines Netzbenutzers mit dem Netzsystem. Sie beginnt am Netzanschlusspunkt und endet an der im Netzanschlussvertrag vereinbarten Eigentumsgrenze. Der Netzbetreiber ist für die betriebsbereite Erstellung, Änderung und Erweiterung der Anschlussanlage, der Netzbenutzer für die nach der Eigentumsgrenze befindlichen Anlagenteile verantwortlich.

Für die Errichtung der Anschlussanlage sind die TAEV einzuhalten. Die Anforderungen hinsichtlich der Ausführung der Anschlussanlage sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Stromerzeugungsanlagen einschließlich allfälliger elektrischer Energiespeicher sind als symmetrische dreiphasige Drehstromanlagen auszulegen, fest an das Netz anzuschließen und mit einer entsprechenden Schalt- und Entkopplungsstelle auszurüsten.

Die elektrischen Anlagen müssen so ausgelegt, konstruiert und errichtet werden, dass sie den mechanischen und thermischen Auswirkungen eines Kurzschlussstromes sicher standhalten können.

#### 6.1.2 Schaltstelle

Aus Gründen der Betriebsführung und Personensicherheit muss eine für den Netzbetreiber jederzeit zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion und Lastschaltvermögen vorhanden sein. Sie dient der Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 und kann mit der Entkopplungsstelle identisch sein.

#### 6.1.3 Entkopplungsstelle

Die Entkopplungsstelle sichert eine Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz und von der übrigen Anlage des Netzbenutzers. Die Schalteinrichtung der Entkopplungsstelle (Entkopplungsschalter) wird von der Schutzeinrichtung (Entkopplungsschutz) angesteuert und löst automatisch aus, wenn eine der Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung anspricht.

Sofern kein Inselbetrieb vorgesehen ist, können die dezentralen Schalteinrichtungen der einzelnen Stromerzeugungseinheiten (Generatorschalter, integrierte Schalteinrichtungen der selbsttätig wirkenden Freischaltstelle) als Entkopplungsstelle verwendet werden.

Werden Stromerzeugungsanlagen und/oder elektrische Energiespeicher auch zur Ersatzstromversorgung einer Anlage des Netzbenutzers eingesetzt, so ist eine zentrale Entkopplungsstelle vorzusehen.

Die Schalteinrichtung der Entkopplungsstelle muss mindestens Lastschaltvermögen haben und für die maximal abzuschaltende Kurzschlussleistung<sup>16</sup> ausgelegt sein.

Die Funktion der Schaltgeräte der Entkopplungsstelle muss überprüfbar sein. Diese Überprüfung kann bei selbsttätig wirkenden Freischaltstellen gem. Kapitel 6.3.1 entfallen.

#### 6.1.4 Sternpunktbehandlung

##### 6.1.4.1 Netzanschluss im Mittelspannungsnetz

Die Vorrichtungen zur Erdung des Sternpunkts auf der Netzseite von Netztransformatoren müssen den Vorgaben des relevanten Netzbetreibers entsprechen.

---

<sup>16</sup> Die maximal zu erwartende Kurzschlussleistung hängt vom Netz und der Stromerzeugungsanlage ab.

## 6.2 Sekundärtechnik

### 6.2.1 Fernsteuerung bzw. fernwirktechnische Schnittstelle

Die fernwirktechnische Schnittstelle zur Wirkleistungsvorgabe nach Kapitel 5.4.1, zur Blindleistungsvorgabe nach Kapitel 5.3.4 (Online-Sollwertvorgaben) und zur Übermittlung von Echtzeitdaten nach Kapitel 5.6 ist mit einem gängigen Kommunikationsstandard (z.B. IEC 61850) nach Wahl des relevanten Netzbetreibers im Netzanschlussvertrag, auszustatten.

### 6.2.2 Backup-Systeme für Kommunikation

Stromerzeugungsanlagen mit Online-Sollwertvorgabe nach Kapitel 6.2.1 müssen Kommunikationssysteme mit Backup-Stromversorgungsquellen aufweisen, um mindestens 8 Stunden lang erforderliche Informationen austauschen zu können, falls die externe Stromversorgung vollständig ausfällt.

Stromerzeugungsanlagen, die signifikante Netznutzer gem. Art. 23 (4) ER-VO sind, müssen Kommunikationssysteme mit ausreichender Redundanz und Backup-Stromversorgungsquellen aufweisen, um mindestens 24 Stunden lang für den Netzwiederaufbauplan erforderliche Informationen austauschen zu können, falls die externe Stromversorgung vollständig ausfällt oder einzelne Kommunikationsanlagen nicht zur Verfügung stehen.

### 6.2.3 Regelsysteme und -einstellungen

- i. die Systeme und Einstellungen der verschiedenen Regeleinrichtungen der Stromerzeugungsanlage, die für die Stabilität des Übertragungsnetzes und für Notfallmaßnahmen erforderlich sind, werden zwischen dem relevanten ÜNB, dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer abgestimmt und vereinbart;
- ii. alle Änderungen an den unter Ziffer i genannten Systemen und Einstellungen der verschiedenen Regelungseinrichtungen der Stromerzeugungsanlage werden zwischen dem relevanten ÜNB, dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer abgestimmt und vereinbart, insbesondere wenn sie in den in Ziffer i genannten Umständen angewandt werden.

### 6.2.4 Messinstrumente

- i. Gesamteinrichtungen zur Stromerzeugung müssen über Vorrichtungen zur Aufzeichnung von Fehlern und zur Überwachung des dynamischen Systemverhaltens verfügen. Diese Vorrichtungen zeichnen die folgenden Parameter auf:
  - Spannung;
  - Wirkleistung;
  - Blindleistung; und
  - Frequenz.

Der relevante Netzbetreiber kann mit angemessener Vorankündigung Parameter für die Versorgungsqualität festlegen;

- ii. die Einstellungen der Vorrichtungen zur Fehleraufzeichnung, einschließlich der Auslösekriterien und der Aufzeichnungsraten, werden zwischen dem Netzbenutzer und dem relevanten Netzbetreiber in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB vereinbart;
- iii. die Vorrichtungen zur Überwachung des dynamischen Systemverhaltens müssen entsprechend den Vorgaben des relevanten Netzbetreibers, die dieser mit dem relevanten ÜNB abstimmt, ein Auslösekriterium zur Feststellung schlecht gedämpfter Leistungspendelungen umfassen;

- iv. die Vorrichtungen hinsichtlich der Versorgungsqualität und der Überwachung des dynamischen Systemverhaltens müssen Möglichkeiten für den Netzbenutzer, den relevanten Netzbetreiber und den relevanten ÜNB umfassen, auf die Informationen zuzugreifen. Die Kommunikationsprotokolle für Datenaufzeichnungen werden zwischen dem Netzbenutzer, dem relevanten Netzbetreiber und dem relevanten ÜNB vereinbart.

Ist der relevante Netzbetreiber oder der relevante ÜNB der Ansicht, dass in einer Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung zusätzliche Geräte installiert werden sollten, um den Netzbetrieb oder die Systemsicherheit wiederherzustellen oder aufrechtzuerhalten, so prüfen der relevante Netzbetreiber oder der relevante ÜNB und der Netzbenutzer dies und vereinbaren eine geeignete Lösung.

### 6.3 Schutzeinrichtungen/Netzentkupplungsschutz

Der relevante Netzbetreiber legt unter Berücksichtigung der Merkmale der Stromerzeugungsanlage die für den Schutz des Netzes erforderlichen Systeme und Einstellungen fest. Die für die Stromerzeugungsanlage und das Netz erforderlichen Schutzsysteme sowie die für die Stromerzeugungsanlage relevanten Einstellungen werden zwischen dem relevanten Netzbetreiber und dem Netzbenutzer abgestimmt und vereinbart. Die Schutzsysteme und -einstellungen für interne elektrische Fehler dürfen die geforderte Leistungsfähigkeit einer Stromerzeugungsanlage nicht gefährden.

Der elektrische Schutz der Stromerzeugungsanlage hat Vorrang vor betrieblichen Regelungen, wobei die Sicherheit des Netzes, die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter und der Öffentlichkeit sowie die Begrenzung etwaiger Schäden an der Stromerzeugungsanlage zu berücksichtigen sind.

Unter Berücksichtigung des vorhergehenden Absatzes müssen die Einstellungen der Schutzeinrichtungen so gewählt werden, dass sie den Netzbetrieb unterstützen und sicherstellen, dass Netzfehler immer zuerst von den Netzschutzeinrichtungen im kleinstmöglichen Umfang, selektiv abgeschaltet werden müssen. Stromerzeugungseinheiten dürfen bei Netzfehlern als letzte Objekte nur bei Gefahr abgeschaltet werden (Endzeitstaffelplan).

Grundsätzlich liegen Auswahl, Umfang und Funktionen der elektrischen Schutzeinrichtungen von Stromerzeugungseinheiten (Generatorschutz) allein im Ermessen und im Verantwortungsbereich des Anlagenbetreibers. Bei der Auswahl sind die Selektivität und Kompatibilität zu den Netzschutzeinrichtungen zu beachten.

Schutzsysteme können die folgenden Aspekte umfassen:

- externe und interne Kurzschlüsse
- unsymmetrische Lasten (negative Phasenfolge)
- Stator- und Rotor-Überlast
- Über-/Unterregung
- Über-/Unterspannung am Netzanschlusspunkt
- Über-/Unterspannung an den Klemmen des Umrichters (Generators)
- Verbundnetzpendelungen
- Einschaltströme
- asynchroner Betrieb (Polschlupf)
- Schutz vor unzulässiger Wellentorsion (z. B. subsynchrone Resonanzen)
- Leitungsschutz der Stromerzeugungsanlage
- Transformatorschutz
- Back-up-Systeme für Schutz- und Schaltfehler

- Übererregung (U/f)
- Rückleistung
- Frequenzgradient und
- Verlagerungsspannung.

Der Netzbenutzer organisiert seine Schutz- und Regelvorrichtungen gemäß der folgenden (absteigend geordneten) Prioritätsliste:

- 1) Schutz des Netzes und der Stromerzeugungsanlage;
- 2) ggf. synthetische Schwungmasse;
- 3) Frequenzregelung (Anpassung der Wirkleistungsabgabe);
- 4) Leistungsbegrenzung; und
- 5) Begrenzung des Leistungsgradienten.

Bei einem Verlust der Winkelstabilität oder der Steuerbarkeit muss die Stromerzeugungsanlage in der Lage sein, sich automatisch vom Netz zu trennen, um zur Aufrechterhaltung der Systemicherheit beizutragen oder Schäden an der Stromerzeugungsanlage zu verhindern. Der Netzbenutzer und der relevante Netzbetreiber vereinbaren in Abstimmung mit dem relevanten ÜNB die Kriterien für die Feststellung eines Verlusts der Winkelstabilität oder der Steuerbarkeit.

Die Schutzeinrichtungen müssen so ausgelegt werden, dass es bei Versagen von Steuerungs- und/oder Reglereinrichtungen der Stromerzeugungseinheit (z. B. Spannungsregler, Erregereinrichtung, Turbinenregler) zu einer unverzüglichen Trennung der Stromerzeugungseinheit kommt, sobald ein unzulässiger Betriebszustand auftritt.

Zum Schutz anderer Netzbenutzer und Kunden vor unzulässigen Frequenz- und Spannungswerten bei Inselbetrieb müssen Frequenz- und Spannungsschutzfunktionen vorgesehen werden.

Signifikante Änderungen in den Betriebsverhältnissen ist durch eine rechtzeitige Überprüfung und Anpassung des Schutzkonzeptes zu entsprechen.

Erforderliche Änderungen an den Schutzsystemen der Stromerzeugungsanlage und des Netzes und an den für die Stromerzeugungsanlage relevanten Einstellungen werden vorab zwischen dem Netzbetreiber und dem Netzbenutzer vereinbart.

### **6.3.1 Allgemeines zum Netzentkupplungsschutz**

Die Festlegungen dieses Kapitels beziehen sich nicht auf die Schutzmaßnahmen für die Stromerzeugungsanlage oder Stromerzeugungseinheiten (Generatorschutz), sondern ausschließlich auf die Schutzfunktionen des Netzentkupplungsschutzes.

Die Schutzeinrichtung steuert den zentralen oder die dezentralen Entkupplungsschalter an, wenn bei gestörten Betriebszuständen eine der Schutzfunktionen in der Schutzeinrichtung anspricht.

Grundsätzlich ist eine zentrale Schutzeinrichtung als eigenes elektrisches Betriebsmittel vorzusehen.

Die grundsätzliche Wirkungsweise der Schutzeinrichtungen und der Zuschaltverriegelungen ist in den Funktionsbeispielen in Anhang A2 wiedergegeben.

Eine Auslösung der Entkupplungsstelle durch die Schutzeinrichtungen braucht nur wirksam zu sein, wenn die Stromerzeugungsanlage parallel mit dem Netz betrieben wird.

Die einzelnen Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung können in Einzelgeräten oder in einem gemeinsamen Gerät realisiert werden.

Die Schutzfunktionen können sowohl in einer von der Anlagensteuerung getrennten als auch in einer gemeinsamen Hardware realisiert werden. Dieses gilt auch für Einrichtungen zur Zuschalt-

kontrolle und Zuschaltfreigabe. Wenn die Schutzfunktionen von der Anlagensteuerung getrennt ausgeführt werden, sind die Auslösekontakte der Schutzeinrichtungen direkt fest verdrahtet auf die Schalteinrichtung der Entkopplungsstelle zu führen.

Eine Arbeitsstromauslösung des Schaltgerätes der Entkopplungsstelle darf weder mit der Netzspannung noch mit der Generatorspannung betrieben werden oder davon abhängig sein. Unterspannungsauslöser in Ruhestromschaltung, die mit der Netzspannung oder der Generatorspannung betrieben werden, dürfen eingesetzt werden. Der Ausfall der Hilfsspannung oder das Ansprechen der Selbstüberwachung der Schutzeinrichtung muss zum Auslösen des Entkopplungsschalters führen. Diese Forderung gilt gleichermaßen für eigenständige Schutzeinrichtungen und für kombinierte Geräte, in welchen Schutzfunktionen und Steuerungsfunktionen in einer gemeinsamen Hardware realisiert sind.

Der Netzbetreiber kann die Schutzeinrichtungen plombieren oder sie auf andere Weise gegen ungewollte Veränderungen schützen bzw. schützen lassen (z.B. Codewortschutz).

Zusätzliche Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für Stromerzeugungsanlagen, welche eine umschaltbare Versorgungsalternative zur allgemeinen Stromversorgung darstellen, sind etwa in ÖVE-EN 1 Teil 4 § 53 und OVE Richtlinie R 20 enthalten. Die Einhaltung der Kriterien hinsichtlich der Versorgungsqualität für den Inselbetrieb in der Anlage des Netzbenutzers liegt in der Verantwortung des Anlagenbetreibers.

Bei inselbetriebsfähigen Stromerzeugungsanlagen (einschließlich elektrischer Energiespeicher) ist nach Netzausfall und Spannungswiederkehr ein asynchrones Wiedereinschalten zu verhindern.

Ersatzstromversorgungsanlagen, die in eine netzgespeiste Verbraucheranlage einspeisen können und nicht für Netzparallelbetrieb ausgerüstet sind, sind mit einer verriegelten Umschalteinrichtung (Umschaltung mit Unterbrechung) auszurüsten.

Stromerzeugungsanlagen für den reinen Inselbetrieb (z.B. Stromerzeugungsanlagen in den Anlagen des Netzbenutzers ohne Netzanschluss oder Ersatzstromversorgungsanlagen) unterliegen diesen Bedingungen nicht.

### 6.3.2 Schutzfunktionen der Schutzeinrichtung für die Entkopplungsstelle

#### 6.3.2.1 Spannungsschutzfunktionen

Die Spannungsschutzfunktionen müssen im Bereich von 45 Hz bis 55 Hz die Genauigkeit von  $\leq 1\%$  erfüllen und dreiphasig mit einstellbarer Auslöseverzögerung ausgeführt werden.

In Mittelspannungsnetzen mit isoliertem oder induktiv geerdetem Sternpunkt werden die Spannungen zwischen den Außenleitern, in Niederspannungsnetzen die Spannungen der Außenleiter gegen den Neutralleiter überwacht.

Die Ansprechwerte müssen mit einer Stufung von  $\leq 0,5\% U_n$  einstellbar sein. Die Zeitverzögerung muss mindestens im Bereich von 0 s bis ca. 180 s mit einer Stufung von 0,05 s einstellbar sein.

Der Einsatz von mehrstufigen Relais bietet den Vorteil einer besseren Anpassung der Auslösewerte an die Netzgegebenheiten.

- Unterspannungsschutz  $U_{<}$  bzw.  $U_{<<}$

Der Unterspannungsschutz regt an, wenn eines der drei Messglieder das Unterschreiten des eingestellten Schwellwertes erkennt, d.h. die Messglieder sind logisch ODER-verknüpft. Das Rückfallverhältnis muss im Bereich von  $1,01 U_n$  bis  $1,05 U_n$  einstellbar sein.

- Überspannungsschutz  $U_{>}$  bzw.  $U_{>>}$

Der Überspannungsschutz regt an, wenn eines der drei Messglieder das Überschreiten des

eingestellten Schwellwertes erkennt, d.h. die Messglieder sind logisch ODER-verknüpft. Das Rückfallverhältnis muss im Bereich von  $0,95 U_n$  bis  $0,99 U_n$  einstellbar sein

### 6.3.2.2 Frequenzschutzfunktionen

Der Frequenzschutz muss mindestens im Bereich von  $0,7 U_n$  bis  $1,3 U_n$  spannungsunabhängig sein. Die Messzeit muss kürzer als 100 ms sein, eine etwaige Zeitverzögerung muss auf "unverzögert" eingestellt werden können. Die Ansprechwerte müssen mit einer Stufung von  $\leq 0,2$  Hz einstellbar sein und die Messgenauigkeit muss  $\leq 50$  mHz betragen. Die Frequenzschutzfunktionen können ein- oder dreiphasig ausgeführt sein. In isolierten und gelöschten Netzen sind ausschließlich verkettete Spannungen auszuwerten.

- Unterfrequenzschutz  $f <$
- Überfrequenzschutz  $f >$

### 6.3.2.3 Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q+$ & $U <$ )

Der Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q+$  &  $U <$ ) trennt die Stromerzeugungsanlage nach 0,5 s vom Netz, wenn die Spannung am Netzanschlusspunkt  $< 0,85 U_n$  bzw.  $U_c$  ist und wenn die Stromerzeugungsanlage gleichzeitig induktive Blindleistung aus dem Netz des Netzbetreibers aufnimmt. Für die Spannungsmessung sind immer die verketteten Spannungen heranzuziehen. Die Auslösungen der drei Messglieder werden logisch UND-verknüpft.

Der Schutz überwacht das systemgerechte Verhalten der Stromerzeugungsanlage nach einem Fehler im Netz. Stromerzeugungsanlagen, die den Wiederaufbau der Netzspannung durch Aufnahme von induktiver Blindleistung aus dem Verteilernetz oder durch mangelnde Spannungsstützung behindern, werden vor Erreichen der Endzeit der Netzschutzeinrichtungen vom Netz getrennt.

### 6.3.2.4 Erdschlussschutz ( $U_{e>}$ )

Der Netzbetreiber kann eine Erdschlusserfassung fordern, um im Erdschlussfall die Stromerzeugungsanlage vom Netz trennen zu können bzw. eine Zuschaltung zu verhindern.

Einstellbereiche: 0 bis 70 % Spannungsverlagerung in einem und Zeitbereich von 0 bis 180 s.

### 6.3.2.5 Weitere Schutzfunktionen

Fallweise kann der Einsatz weiterer Schutzfunktionen (z. B. Vektorsprung- oder Lastsprung-Schutzfunktion) zur Sicherstellung der Entkuppungsfunktion oder für einen gesicherten Netzbetrieb notwendig sein.

Ein Vektorsprungsrelais ist nur in Kombination mit einer weiteren Schutzfunktion (UND-Verknüpfung) zulässig (z.B. darf ein Vektorsprung in Kombination mit einem Unterspannungskriterium zu keiner Auslösung führen, hingegen ist bei einem Vektorsprung ohne Unterspannungskriterium (dies deutet auf eine Schalthandlung im Netz) eine Entkuppung zulässig).

## 6.3.3 Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz

Der Netzbetreiber legt im Rahmen des Gesamtschutzkonzeptes die Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz fest und kann zur Erreichung der Schutzziele gegebenenfalls Abänderungen verlangen. Dies erfolgt grundsätzlich in Abstimmung mit dem Betreiber der Stromerzeugungsanlage und unter Berücksichtigung ihrer technischen Möglichkeiten.

Die Einstellwerte der Spannungsschutzfunktionen müssen auf die Nennspannung  $U_n$  (bei Niederspannung) bzw. auf die vereinbarte Versorgungsspannung  $U_C$  (bei Mittel- und Hochspannung) bezogen werden.

Wenn eine Stromerzeugungsanlage an ein Netz angeschlossen ist, welches mit einer automatischen Wiedereinschaltung (AWE) in einem vorgelagerten Netz betrieben wird, müssen Auslöseschwelle und Auslösezeit des Netzentkupplungsschutzes so bemessen sein, dass bei einem Lichtbogenfehler auf dieser Leitung der Lichtbogen in der verbleibenden spannungslosen Pause erlöschen kann und eine genügend lange Entionisationszeit gegeben ist.

Eine Gesamtauslösezeit der einzelnen Schutzfunktionen einschließlich Eigenzeit des Schaltgerätes in der Entkupplungsstelle von maximal 0,2 s muss erreichbar sein.

### 6.3.3.1 Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz im Mittelspannungsnetz

Als Grundeinstellung des Netzentkupplungsschutzes werden folgende Einstellwerte empfohlen:

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Empfohlene Schutzeinstellwerte	
Überspannungsschutz $U_{>>}$	$1,00 - 1,30 U_n$	$1,05 - 1,15 U_C^{17}$	$\leq 0,10 \text{ s}$
Überspannungsschutz $U_{>}$	$1,00 - 1,30 U_n$	$1,02 - 1,05 U_C^{17}$	$\leq 60 \text{ s}^{17}$
Unterspannungsschutz $U_{<}$	$0,10 - 1,00 U_n$	$0,7 U_C$	$0 - 2,7 \text{ s}^{17}$
Unterspannungsschutz $U_{<<}$	$0,10 - 1,00 U_n$	$0,3 U_C^{18}$	$\leq 0,15 \text{ s}$
Überfrequenzschutz $f_{>}$	50 – 55 Hz	51,5 Hz	$\leq 0,10 \text{ s}$
Unterfrequenzschutz $f_{<}$	45 – 50 Hz	47,5 Hz	$\leq 0,10 \text{ s}$
Blindleistungs- /Unterspannungsschutz $Q_{+}&U_{<}$	$0,70 - 1,00 U_n$	$0,85 U_C$	$t_I = 0,5 \text{ s}$

Tabelle 6: Einstellwerte für den Netzentkupplungsschutz im Mittelspannungsnetz

Anmerkungen: Die Einstellwerte beziehen sich auf die vereinbarte Spannung  $U_C$  im Mittelspannungsnetz. Diese sind entsprechend der Wandlerübersetzung auf die Sekundärspannung umzurechnen.  $U_n$  ist die sekundäre Wandlernennspannung und damit die Bezugsspannung der Schutzeinrichtung. Zu beachten ist, dass sich die Abschaltzeiten aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz ergeben.

### 6.3.4 Prüfklemmleiste

Zur Durchführung der Funktionsprüfung der Schutzeinrichtungen ist als Schnittstelle eine Klemmenleiste mit Längstrennung und Prüfbuchsen vorzusehen, die an gut zugänglicher Stelle anzubringen ist. Über diese Klemmenleiste sind die Messeingänge der Schutzeinrichtungen, die Hilfspennungen und die Auslösungen für den Kuppelschalter zu führen (siehe Abbildung 12).

<sup>17</sup> Die Einstellwerte und die Einstellzeiten werden vom Netzbetreiber vorgegeben, abhängig vom Schutzkonzept des Netzbetreibers, von der Betriebsweise (AWE), dem Verknüpfungspunkt (Einspeisung UW-Sammelschiene oder im Verteilernetz) und der Einspeiseleistung der Stromerzeugungsanlage.

<sup>18</sup> Diese Spannungsstufe bewirkt eine schnelle Netztrennung bei kraftwerksnahen Kurzschlüssen (siehe Kapitel 6.3.2.1 „Spannungsschutzfunktionen“).

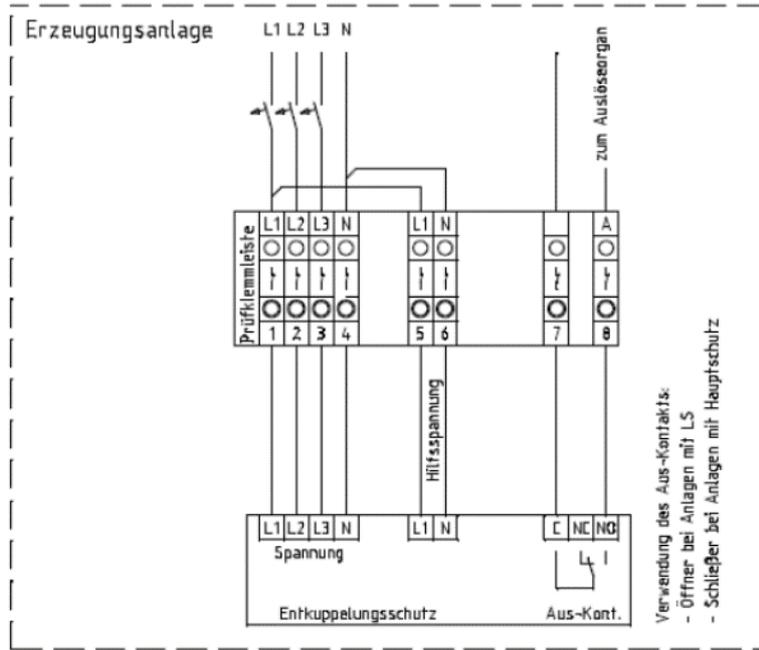


Abbildung 12: Typischer Aufbau einer Prüfklemmleiste

## 7 Betriebserlaubnisverfahren

Der (zukünftige) Netzbenutzer weist dem relevanten Netzbetreiber nach, dass er die Anforderungen gemäß Kapitel 5 „Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz“ und Kapitel 6 „Ausführung der Anlage und Schutz“ sowie die projektspezifisch vereinbarten Anforderungen aus dem Netzan-schlussvertrag erfüllt und durchläuft dazu das für jede Stromerzeugungsanlage beschriebene Be-triebserlaubnisverfahren für den Anschluss.

Der erstmalige Parallelbetrieb der Stromerzeugungsanlage im Rahmen des Betriebserlaubnisver-fahrens darf nur in Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber erfolgen.

Der grundsätzliche Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens ist in Anhang A3 dargestellt. Der rele-vante Netzbetreiber erklärt und veröffentlicht die Einzelheiten des Betriebserlaubnisverfahrens.

Für die Zwecke der Betriebserlaubnis für den Anschluss jeder neuen Stromerzeugungsanlage legt der Netzbenutzer dem relevanten Netzbetreiber ein Nachweisdokument für Stromerzeugungsanla-gen vor, das eine Konformitätserklärung enthält. Für jede Stromerzeugungsanlage innerhalb der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung wird ein gesondertes, unabhängiges Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen vorgelegt.

Die Nachweisdokumente enthalten allgemeine Daten, ausführliche technische Daten sowie Nach-weise der Konformität der Stromerzeugungsanlage gemäß Kapitel 8.1. Die Vorlagen für Nach-weisdokumente sind in Anhang A4 enthalten.

Nach der Annahme des vollständigen, angemessenen Nachweisdokuments für Stromerzeugungs-anlagen erteilt der relevante Netzbetreiber dem Netzbenutzer eine endgültige Betriebserlaubnis.

Bei Bedarf kann der relevante Netzbetreiber dem Netzbenutzer bei Erfüllung der Anforderungen gemäß Anhang A4 eine vorübergehende Betriebserlaubnis (VBE) erteilen. Die vorübergehende Betriebserlaubnis ist grundsätzlich für 12 Monate befristet und kann erforderlichenfalls vom rele-vanten Netzbetreiber verlängert werden.

Der Netzbenutzer teilt dem relevanten Netzbetreiber die dauerhafte Außerbetriebnahme einer Stromerzeugungsanlage mit. Der relevante Netzbetreiber stellt gegebenenfalls sicher, dass die Inbetriebnahme und die Außerbetriebnahme von Stromerzeugungsanlagen elektronisch mitgeteilt werden können.

## 8 Konformität

### 8.1 Konformitätsnachweis

Der Netzbenutzer erbringt den Nachweis der Konformität der Stromerzeugungsanlage im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens durch Vorlage folgender Unterlagen:

- Prüfbericht des Netzentkupplungsschutzes bzw. der Schutzeinrichtung einer/s dazu befähigten Person/Unternehmens<sup>19</sup>;
- eine nach den einzelnen Bestandteilen aufgeschlüsselte Konformitätserklärung durch den Anlagengerichter und den Netzbenutzer.

Auf Anforderung des relevanten Netzbetreibers sind vom Netzbenutzer im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens noch folgende Unterlagen bereitzustellen:

- Ergebnisse und Berichte zu Konformitätstests und Konformitätssimulationen gemäß Kapitel 8.2 einer/s dazu befähigten Person/Unternehmens für Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt auf MS- oder HS-Ebene<sup>20</sup>;
- Simulationsparameter (z.B. technische Kennwerte) der Stromerzeugungsanlage gemäß Kapitel 5.4.2 für Studien des statischen und dynamischen Betriebsverhaltens;
- Simulationsmodelle der Stromerzeugungsanlage gemäß Kapitel 5.4.2 für Studien des statischen und dynamischen Betriebsverhaltens;

Anstatt die entsprechenden Prüfungen, Tests und Simulationen (ganz oder zum Teil) durchzuführen, können Netzbenutzer die Erfüllung der betreffenden Anforderung anhand der von einer ermächtigten Zertifizierungsstelle<sup>21</sup> ausgestellten Betriebsmittelbescheinigungen nachweisen. In diesem Fall sind die Betriebsmittelbescheinigungen dem relevanten Netzbetreiber vorzulegen.

### 8.2 Konformitätstests und Konformitätssimulationen

Konformitätstests zur Prüfung des Betriebsverhaltens sowie die Simulation des netzkonformen Verhaltens einzelner Stromerzeugungsanlagen in einer Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung dienen dem Nachweis, dass die Anforderungen aus Kapitel 5 „Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz“ und Kapitel 6 „Ausführung der Anlage und Schutz“ erfüllt werden.

Der relevante Netzbetreiber gibt öffentlich bekannt, wie die Verantwortlichkeiten für Konformitätstests, -simulationen und -überwachung zwischen dem Netzbenutzer und dem Netzbetreiber aufgeteilt sind.

Der Netzbetreiber vereinbart mit dem Netzbenutzer die Durchführung nur eines bestimmten Nachweisverfahrens (Konformitätstest oder Konformitätssimulation), wenn dieses effizienter ist und ausreicht, um nachzuweisen, dass die Stromerzeugungsanlage die Anforderungen erfüllt. Insbesondere wenn Konformitätstests nicht verhältnismäßig oder anwendbar oder vollständig durchführbar sind oder das Risiko besteht, Schäden an den Anlagen oder unzulässige Netzurückwirkungen zu verursachen, kann dieser Nachweis auch mittels Konformitätssimulationen erfolgen.

---

<sup>19</sup> z.B. akkreditierte Prüfstelle, Ziviltechniker, Universitätsinstitut oder Inhaber eines Gewerbes mit entsprechender Befähigung (Elektrotechnik)

<sup>20</sup> entsprechende Prüfnormen/Prüfverfahren/Bewertungskriterien sind in Erarbeitung; bis zum 31.12.2020 sind anstelle der Test- oder Simulationsberichte auch Herstellererklärungen ausreichend

<sup>21</sup> bezeichnet gemäß Art 2 Z 46 RfG-VO eine Stelle, die Betriebsmittelbescheinigungen und das Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen ausstellt und nach ÖVE/ÖNORM EN ISO 17065 akkreditiert ist.

Anforderung	Kapitel	Test	Simulation	Anm.
LFSM-O	5.1.3	S, NS	S, NS	
FRT-Fähigkeit	5.2.1		S, NS	
Dynamische Blindstromstützung	5.2.2		NS	
Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler	5.2.2		S, NS	
LFSM-U	5.1.6	S, NS	S, NS	
FSM	5.1.7	S, NS	S, NS	optional
Regelung zur Frequenzwiederherstellung	5.1.7	S, NS		optional
Synthetische Schwungmasse	5.1.8		NS	optional
Regelung der Dämpfung von Leistungspendelungen	5.2.3		N	
Blindleistungskapazität	5.3.3	S, NS	S, NS	
Test Spannungsregelmodus	5.3.4.1	NS		
Test Blindleistungsregelmodus	5.3.4.1	NS		
Test Leistungsfaktorregelung	5.3.4.1	NS		
Regelbarkeit und Regelbereich der Wirkleistungsabgabe	5.4.1	NS		
Schwarzstartfähigkeit	5.5.3	S		optional
Inselbetrieb	5.5.4		S, NS	optional
Nachweis Neusynchronisationszeit < 15 min, sonst: Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb	5.5.5	S		

*Tabelle 7: Checkliste für Konformitätstests u. -simulationen von synchronen (S) und nichtsynchrone (NS) Stromerzeugungsanlagen*

Unbeschadet der Mindestanforderungen dieses Teils der TOR an Konformitätstests und Konformitätssimulation (siehe Tabelle 7, Kapitel 5.4.2 und Anhang A5) kann der relevante Netzbetreiber

- dem Netzbetreiber gestatten, alternative Testreihen oder Konformitätssimulationen durchzuführen, sofern diese Tests oder Konformitätssimulationen effizient sind und ausreichen, um nachzuweisen, dass die Stromerzeugungsanlage die Anforderungen dieses Teils der TOR erfüllt;
- vom Netzbetreiber verlangen, in den Fällen, in denen die dem relevanten Netzbetreiber übermittelten Angaben zu Konformitätstests oder Konformitätssimulationen nicht ausreichen, um die Erfüllung der Anforderung dieses Teils der TOR nachzuweisen, zusätzliche oder alternative Testreihen oder Konformitätssimulationen durchzuführen; und
- vom Netzbetreiber verlangen, geeignete Tests durchzuführen, um die Leistung einer Stromerzeugungsanlage nachzuweisen, wenn diese mit alternativen Brennstoffen oder Brennstoffgemischen betrieben wird. Der relevante Netzbetreiber und der Netzbetreiber vereinbaren, für welche Brennstoffarten Tests durchzuführen sind, und

Der Netzbetreiber ist dafür verantwortlich, dass die Tests im Einklang mit den Bedingungen gemäß Anhang A5 durchgeführt werden. Der relevante Netzbetreiber kooperiert und verzögert die Durchführung der Tests nicht ohne triftigen Grund.

Der relevante Netzbetreiber kann an den Konformitätstests entweder vor Ort oder von seinem Kontrollzentrum aus teilnehmen. Zu diesem Zweck stellt der Netzbetreiber die Überwachungseinrichtungen bereit, die notwendig sind, um alle relevanten Testsignale und -messwerte aufzuzeichnen, und stellt sicher, dass die erforderlichen Vertreter des Netzbetreibers während der gesamten Testlaufzeit vor Ort verfügbar sind. Die vom relevanten Netzbetreiber spezifizierten Signale werden übermittelt, wenn dieser bei ausgewählten Tests die Leistung mit seinen eigenen Betriebsmitteln aufzeichnen möchte. Die Teilnahme des relevanten Netzbetreibers liegt in seinem alleinigen Ermessen.

Als Nachweis, dass die Anforderungen dieses Teils der TOR erfüllt sind, legt der Netzbenutzer einen Bericht mit den Simulationsergebnissen für jede einzelne Stromerzeugungsanlage in der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung vor. Der Netzbenutzer erstellt auf Aufforderung des relevanten Netzbetreibers für eine bestimmte Stromerzeugungsanlage ein validiertes Simulationsmodell und legt dieses vor.

Der Anwendungsbereich der Simulationsmodelle ist in Kapitel 5.4.2 „Simulationsmodelle und Simulationsparameter“ festgelegt.

Der relevante Netzbetreiber kann sich vergewissern, dass eine Stromerzeugungsanlage die Anforderungen dieses Teils der TOR erfüllt, indem er seine eigenen Konformitätssimulationen auf Basis der vorgelegten Simulationsparameter gemäß Kapitel 5.4.2 bzw. der Simulationsberichte, Simulationsmodelle und Konformitätstestmessungen durchführt.

Der relevante Netzbetreiber stellt dem Netzbenutzer technische Daten und ein Netzsimulationsmodell zur Verfügung, soweit dies erforderlich ist, um die verlangten Konformitätssimulationen durchzuführen.

Der relevante Netzbetreiber stellt dem Netzbenutzer die für die Konformitätssimulationen erforderlichen Daten grundsätzlich auf Basis eines reduzierten Netzmodells (in der Regel bestehend aus einem Knoten, welcher dem geplanten Netzanschlusspunkt entspricht) zur Verfügung. Bei der Erstellung des reduzierten Netzmodells berücksichtigt der relevante Netzbetreiber geeignete Betriebsszenarien (Istzustand und zukünftige Ausbauszenarien).

In begründeten Fällen können darauf aufbauend Daten für weiterführende Konformitätssimulationen vom relevanten Netzbetreiber zur Verfügung gestellt werden.

Für die Durchführung von Konformitätssimulationen zum Nachweis der FRT-Fähigkeit gemäß Kapitel 5.2.1 sind, sofern der relevante Netzbetreiber keine anderwärtigen Vorgaben macht, folgende Standardbedingungen zu berücksichtigen:

Beschreibung	Bedingung
Betriebspunkt der Stromerzeugungsanlage vor dem Fehler	$P_{vor\_Fehler} = P_{max}, \cos \varphi_{vor\_Fehler} = 1$
Mindestkurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt vor und nach dem Fehler	$S_{k,min,vor\_Fehler} = S_{k,min,nach\_Fehler}$
Vorfehlerspannung	$U_{vor\_Fehler} = 1$ p.u. gemäß FRT-Kurve

Tabelle 8: Standardbedingungen für die Durchführung von Konformitätssimulationen zum Nachweis der FRT-Fähigkeit

Können aus Gründen, die der relevante Netzbetreiber zu vertreten hat, die Konformitätstests oder -simulationen nicht so durchgeführt werden, wie der relevante Netzbetreiber und der Netzbenutzer dies vereinbart haben, so darf der relevante Netzbetreiber die Betriebserlaubnis gemäß Kapitel 0 nicht ohne triftigen Grund verweigern.

## 8.3 Konformitätsüberwachung

### 8.3.1 Verantwortung des Netzbenutzers

Der Netzbenutzer stellt sicher, dass jede Stromerzeugungsanlage während der gesamten Lebensdauer der Anlage die nach diesem Teil der TOR geltenden Anforderungen erfüllt.

Dazu erstellt der Netzbenutzer regelmäßig (in Arbeitsstätten entsprechend der geforderten Zeitabstände von wiederkehrenden Prüfungen gemäß ESV 2010, sonst jedoch zumindest alle 5 Jahre)

die in Anhang A7 angeführten Informationen und Unterlagen und übermittelt diese auf Verlangen dem relevanten Netzbetreiber.

Der Netzbenutzer unterrichtet den relevanten Netzbetreiber über jede geplante Änderung an den technischen Fähigkeiten einer Stromerzeugungsanlage, die die Erfüllung der nach **diesem Teil der TOR** geltenden Anforderungen beeinträchtigen könnte, bevor er diese Änderung in die Wege leitet.

Der Netzbenutzer unterrichtet den relevanten Netzbetreiber über alle Störungen oder Ausfälle einer Stromerzeugungsanlage, die die Erfüllung der Anforderungen **dieses Teils der TOR** beeinträchtigen, unverzüglich nach deren Eintreten.

Der Netzbenutzer unterrichtet den relevanten Netzbetreiber rechtzeitig über die geplanten Testprogramme und -verfahren, die bei der Prüfung der Erfüllung der Anforderungen **dieses Teils der TOR** durch eine Stromerzeugungsanlage durchzuführen sind, bevor er sie einleitet. Die geplanten Testprogramme und -verfahren bedürfen der vorherigen Erlaubnis des relevanten Netzbetreibers. Der Netzbetreiber muss die Erlaubnis zügig erteilen und darf sie nicht ohne triftigen Grund versagen.

Der relevante Netzbetreiber kann an solchen Tests teilnehmen und das Betriebsverhalten der Stromerzeugungsanlagen aufzeichnen.

### **8.3.2 Aufgaben des relevanten Netzbetreibers**

Der relevante Netzbetreiber prüft während der gesamten Lebensdauer der Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung, ob eine Stromerzeugungsanlage die nach **diesem Teil der TOR** geltenden Anforderungen erfüllt. Der Netzbenutzer wird über das Ergebnis dieser Prüfung unterrichtet.

Wenn der Netzbenutzer die in Kapitel 8.3.1 angeführten Informationen und Unterlagen regelmäßig erstellt und auf Verlangen dem Netzbetreiber vorlegt, so wird davon ausgegangen, dass die Verpflichtung gemäß Art. 41 Abs. 1 RfG-VO erfüllt ist.

Der relevante Netzbetreiber kann vom Netzbenutzer verlangen, gemäß einem Wiederholungsplan oder allgemeinen Schema oder nach einem Ausfall, einer Änderung oder dem Austausch von Betriebsmitteln, die bzw. der die Erfüllung der Anforderungen **dieses Teils der TOR** durch die Stromerzeugungsanlage beeinflussen kann, Konformitätstests und -simulationen durchzuführen.

Der relevante Netzbetreiber kann die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften ganz oder teilweise auf Dritte übertragen. In solchen Fällen sorgt der relevante Netzbetreiber weiterhin für die Erfüllung der Vertraulichkeitsverpflichtungen gemäß RfG-VO, einschließlich des Abschlusses von Vertraulichkeitsverpflichtungen mit dem beauftragten Dritten.

## 9 Betrieb

### 9.1 Allgemeines

Der Betrieb von elektrischen Anlagen gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 umfasst alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit die elektrische Anlage funktionieren kann. Dies umfasst Schalten, Regeln, Überwachen und Instandhalten sowie elektrotechnische und nichtelektrotechnische Arbeiten. Bei dem Betrieb der Anschlussanlage sind zusätzlich zu den jeweils gültigen gesetzlichen und behördlichen Vorschriften, insbesondere bei Schalthandlungen und Arbeiten am Netzanschlusspunkt, die Bestimmungen und Richtlinien des Netzbetreibers einzuhalten.

In einem zwischen dem Betreiber der Stromerzeugungsanlage und dem Netzbetreiber abzuschließenden Vertrag sollten u. a. folgende Punkte enthalten sein:

- Eigentumsgrenze und gegebenenfalls Grenze des Zuständigkeitsbereiches (z.B. Verfügungsbereich, Betriebsführungsbereich, Zugangsberechtigungen) zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber sind zu definieren,
- Benennung eines Anlagenbetreibers mit der Gesamtverantwortung für den sicheren Betrieb der elektrischen Anlage gem. ÖVE/ÖNORM EN 50110-1,
- Der Betreiber einer Stromerzeugungsanlage muss mindestens einen jederzeit erreichbaren Schaltberechtigten für Schalthandlungen an der Schaltstelle namhaft machen,
- Art und Weise der Sicherstellung der Funktionalität des Netzentkupplungsschutzes und der Entkupplungsschaltanrichtungen (z.B. Wiederholungsprüfungen), Art und Weise der Dokumentation von Prüfungen,
- Ergänzende Vereinbarungen zum Informationsaustausch,
- Vorgangsweise bei betriebsnotwendigen Arbeiten und geplanten Abschaltungen im Netz,

### 9.2 Zugang zur Anschlussanlage

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-44 bzw. OVE E 8101 Teil 7-729 müssen stets verschlossen gehalten werden. Sie dürfen nur von Elektrofachkräften und elektrotechnisch unterwiesenen Personen, bzw. von anderen Personen nur unter Aufsicht von Elektrofachkräften und elektrotechnisch unterwiesenen Personen, betreten werden.

Dem Netzbetreiber ist jederzeit ein gefahrloser Zugang zu seinen Einrichtungen und den in seinem Verfügungsbereich liegenden Anlagenteilen in der Anschlussanlage zu ermöglichen (z.B. durch ein Doppelschließsystem). Das gleiche gilt für – wenn vorhanden - separate Räume für die Mess-, Schutz- und Steuereinrichtungen. Den Fahrzeugen des Netzbetreibers muss die Zufahrt zur Anschlussanlage jederzeit möglich sein.

Bei einer Änderung am Zugang zur Anschlussanlage, z.B. am Schließsystem, ist der Netzbetreiber unverzüglich darüber in Kenntnis zu setzen und der ungehinderte Zugang sicherzustellen. Der Netzbetreiber kann dem Anlagenbetreiber und dessen Fachpersonal Zutritt zu den Anlagen des Netzbetreibers gewähren.

### 9.3 Bedienung vor Ort

Für Stromerzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt auf MS-Ebene gilt:

Der Netzbetreiber ordnet für die in seinem ausschließlichen Verfügungsbereich stehenden Anlagenteile die Schalthandlungen an (Schaltanweisung). Sofern sich Schaltgeräte im gemeinsamen Verfügungsbereich von Netzbetreiber und Anlagenbetreiber befinden, stimmen sich Netzbetreiber und Anlagenbetreiber bzw. deren Beauftragte über die Schalthandlungen in diesen Schaltfeldern

ab und legen jeweils im konkreten Fall fest, wer die Schalthandlung anordnet. Die Schalthandlungen für die übrigen Anlagenteile werden durch den Anlagenbetreiber oder dessen Beauftragte angeordnet. Bedienhandlungen werden nur nach Anordnung des Verfügungsbereichs-Berechtigten (Netzbetreiber und/oder Anlagenbetreiber) durchgeführt. Bedienhandlungen dürfen nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen vorgenommen werden.

## 9.4 Instandhaltung

Für die ordnungsgemäße Instandhaltung der Stromerzeugungsanlage und deren Betriebsmittel ist der **Netzbenutzer** verantwortlich.

Der Anlagenbetreiber hat in periodischen Abständen die entsprechenden Anlagenüberprüfungen gemäß den gesetzlichen Vorgaben und Vorschriften vorzunehmen. Insbesondere hat der Anlagenbetreiber die Schutz- und Entkopplungseinrichtungen von einer hierzu befugten Person prüfen zu lassen und auf Verlangen dem Netzbetreiber die entsprechenden Prüfbefunde unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

Freischaltungen im Verfügungsbereich des Netzbetreibers vereinbart der Anlagenbetreiber rechtzeitig mit dem Netzbetreiber.

## 9.5 Betrieb bei Instandhaltungen oder Störungen im Netz

Der Netzbetreiber ist bei unmittelbarer Gefahr und im Störfall berechtigt, die Stromerzeugungsanlage vom Netz zu trennen. Wegen der jederzeit möglichen Rückkehr der Spannung im Falle einer Unterbrechung der Netzversorgung ist das Netz als dauernd unter Spannung stehend zu betrachten. Eine Verständigung vor Wiedereinschaltung durch den Netzbetreiber erfolgt üblicherweise nicht.

# 10 Zählung

## 10.1 Allgemeines

Alle Aufgaben im Zusammenhang mit der Zählung und Datenbereitstellung müssen vom Netzbetreiber unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere des EIWOG 2010 und des Maß- und Eichgesetzes 1950 (MEG) in der jeweils geltenden Fassung, der Allgemeinen Bedingungen des relevanten Netzbetreibers, den TOR Teil F „Zählwerterfassung und Zählwertübertragung“ und der Sonstigen Marktregeln, insbesondere Kapitel 6 „Zählwerte, Datenformate und standardisierte Lastprofile“, nach transparenten, objektiven und diskriminierungsfreien Kriterien durchgeführt werden.

## 10.2 Einrichtungen für Zählung und Messung

Die Einrichtungen für Zählung und Messung sind nach den Anforderungen des relevanten Netzbetreibers auszuführen.

Die Klassengenauigkeit der Wandlerkerne bzw. Wandlerwicklungen für die Zählung muss der im TOR Teil F geforderten Klassengenauigkeit der Zähleinrichtungen entsprechen. An jeder Zähl-/Messstelle werden durch die Netzbetreiber in der Regel Wirk- und Blindenergie in jeder Richtung (Lieferung und Bezug) sowie Wirk- und Blindleistung gemessen. Für die Ausführung der Einrichtungen für Zählung/Messung und Transfer der diesbezüglichen Daten ist der vom Netzbetreiber angewandte Standard zu beachten.

## Anhang

### A1. Anwendbarkeit und Umfang des Datenaustauschs

Dieser Anhang wird nach Kundmachung der SOGL Datenaustausch-V ergänzt.

### A2. Funktionsbeispiele Netzentkupplungsschutz

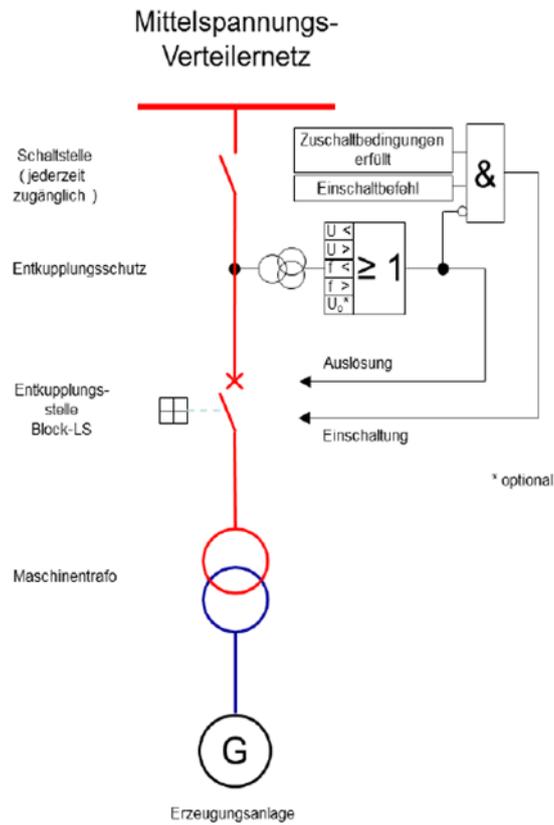


Abbildung 13: Netzanschluss an das Mittelspannungsnetz mit Netzentkupplungsschutz

### A3. Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens

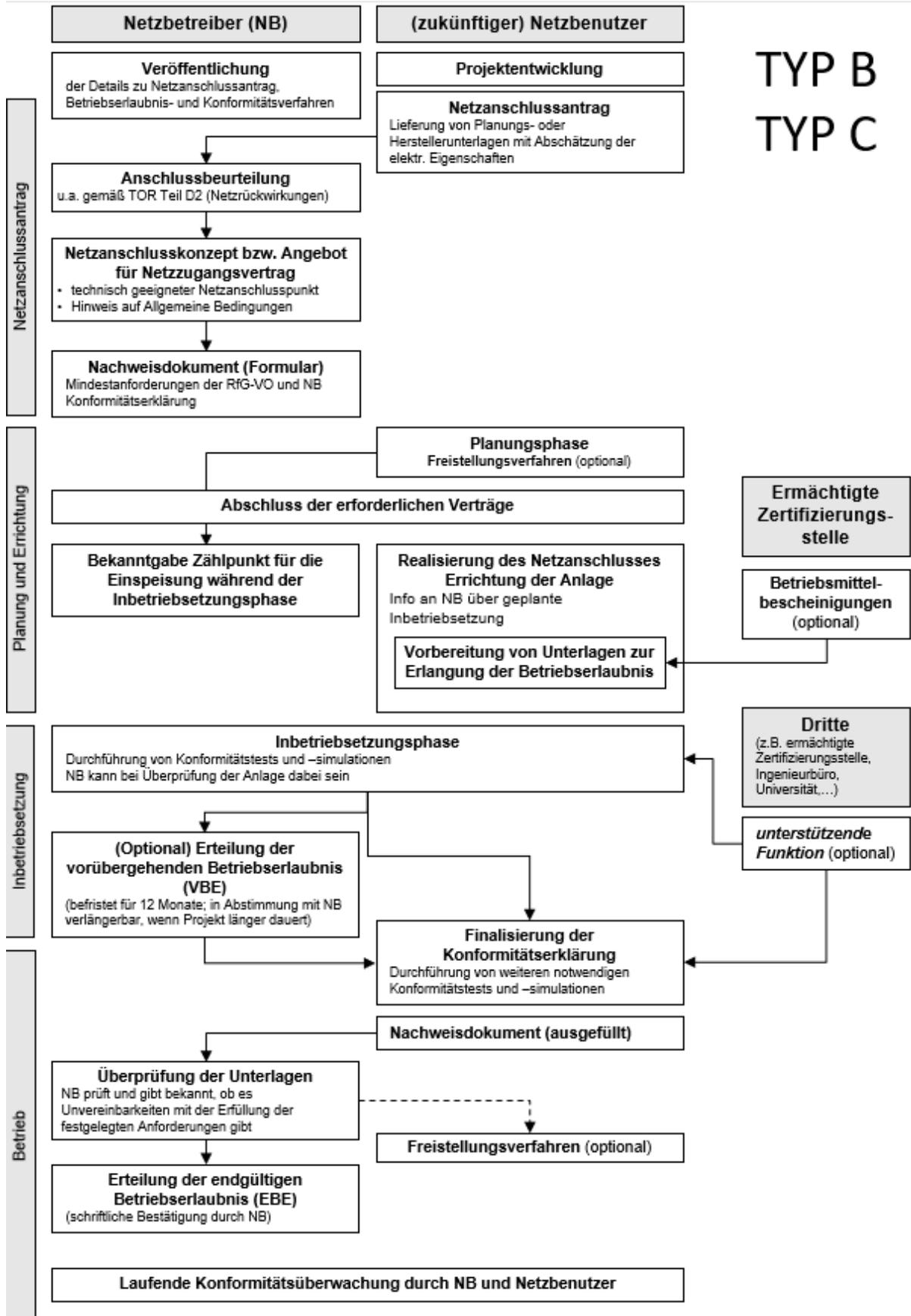


Abbildung 14: Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens

## A4. Vorlagen für Installations- bzw. Nachweisdokumente

Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs C zur Erlangung der vorübergehenden Betriebserlaubnis (VBE)			
<p>Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber sowie die erforderlichen Nachweise (inkl. Konformitätserklärung) zur Erlangung der VBE für Stromerzeugungsanlagen des Typs C. Jeder Netzbetreiber veröffentlicht auf Basis dieser Vorlage eine detaillierte Liste der vom Netzbetreiber im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens zu übermittelnden Informationen und Unterlagen sowie der von ihm zu erfüllenden Anforderungen.</p> <p>Der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem Netzbetreiber fest, welche zusätzlich erforderlichen (projektspezifischen) Unterlagen zur Erlangung der VBE erforderlich sind.</p> <p><b>Hinweis: Der Netzbetreiber kann in Abstimmung mit dem relevanten Netzbetreiber bestimmte Konformitätstests- und Simulationen bereits im Zuge der Erlangung der VBE vorziehen.</b></p>			
Unterlagen zur Erlangung der VBE			
Mindestanforderungen	Beschreibung	Netzbetreiber	Netzbetreiber
		Erfledigt	Sachlich geprüft und in Ordnung
Angaben zu wesentlichen Änderungen gegenüber der Vorplanung	Wesentliche Änderungen gegenüber der Vorplanung umfassen beispielsweise: - Erhöhung der Einspeiseleistung - Änderungen der wesentlichen elektrischen Parameter der Stromerzeugungsanlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detaillierte technische Daten der Stromerzeugungsanlage Datenblätter und Typenbezeichnungen (Generator, Transformator, Spannungsregler, Turbinenregler,...) Angaben hinsichtlich Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung	Für die Vorlage der anlagenspezifischen Kennwerte und Informationen stellt der relevante Netzbetreiber dem Netzbetreiber ein geeignetes Formular für Stromerzeugungsanlagen zur Verfügung oder veröffentlicht dieses auf seiner Homepage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schnittstelle für Informationsaustausch und Regelbarkeit	Vorlage von Mess- und Prüfprotokollen (z.B. Prüfung des Datenumfanges gemäß Kommunikationskonzept)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Angaben zur Wirkleistungsreduzierung	Funktionsprüfung der Umsetzung der Vorgabewerte durch den relevanten Netzbetreiber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Angaben zum Schutzkonzept und zu Schutzeinstellungen inkl. Sternpunktbehandlung	Funktionsprüfung der netzseitigen Schutzeinrichtungen (Netztenkupplungsschutz) Prüfung der Strom- und Spannungswandler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funktionsprüfung der Hilfsenergieversorgung	Funktionsprüfung der Hilfsenergieversorgung für Schutz-, Steuer- und Regelsysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Angaben hinsichtlich Zuschaltbedingungen und Synchronisierung	Detaillierte Angaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der VBE	Beschreibung	Netzbetreiber	Netzbetreiber
		Erfledigt	Sachlich geprüft und in Ordnung
Projektspezifische Unterlagen zur Erlangung der VBE	Der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem Netzbetreiber fest, welche projektspezifischen Unterlagen zusätzlich zu den Mindestanforderungen zur Erlangung der VBE erforderlich sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung von projektspezifisch vereinbarten Einstellparametern (gemäß den Vorgaben des relevanten Netzbetreibers)	Vorlage von Mess- und Prüfprotokollen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Optionale Unterlagen	Beschreibung	Netzbetreiber	Netzbetreiber
		Erfledigt	Sachlich geprüft und in Ordnung
Angaben zu relevanten Betriebsmittelbescheinigungen (Einheiten- oder Komponentenzertifikate)	Für das Betriebserlaubnisverfahren für den Anschluss jeder neuen Stromerzeugungsanlage dürfen von einer ermächtigten Zertifizierungsstelle ausgestellte Betriebsmittelbescheinigungen verwendet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anmerkungen:			

Tabelle 9: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs C zur Erlangung der vorübergehenden Betriebserlaubnis (VBE)

**Vorlage für Netzbetreiber - Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs C für die Erlangung der Betriebserlaubnis inkl. Konformitätserklärung**

Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber sowie die erforderlichen Nachweise zur Erlangung der Betriebserlaubnis. Jeder Netzbetreiber veröffentlicht auf Basis dieser Vorlage eine detaillierte Liste der vom Netzbetreiber im Rahmen des Betriebserlaubnisverfahrens zu übermittelnden Informationen und Unterlagen sowie der von ihm zu erfüllenden Anforderungen.

Der relevante Netzbetreiber legt in Abstimmung mit dem Netzbetreiber fest, welche zusätzlich erforderlichen (projektspezifischen) Unterlagen zur Erlangung der Betriebserlaubnis erforderlich sind.

... Angaben durch Anschlusswerber				
... Angaben durch Netzbetreiber				

Allgemeine Daten der Stromerzeugungsanlage		Angaben		Anmerkungen
Name und Anschrift des Netzbetreibers				
Auflistung der Einzelerzeugungsanlagen samt Anschrift				
	Anlage 01			Hersteller, Artikel-, Chargen-, Typen- oder Seriennummer
	Anlage 02			KG-Name
	Anlage X			Grst.Nr
Art der Primärenergiequelle				
Beschreibung Netzanschlusspunkt/Übergabepunkt/Eigentumsgrenze				

Technische Daten		Technische Werte aus der Vorplanung		Tatsächliche Werte nach IBN	Abweichung nach IBN zu Vorgaben [%]
<b>Netzanschlusspunkt</b>					
maximale Scheinleistung am Netzanschlusspunkt		MVA		MVA	
maximale Wirkleistung am Netzanschlusspunkt		MW		MW	
cos Phi am Netzanschlusspunkt					
Nennspannung am Netzanschlusspunkt		kV		kV	
<b>Leitungen / Kabel zwischen Stromerzeugungsanlagen und Netzanschlusspunkt</b>					
Kabel-/Leitungstyp					
Leitmaterial					
Kabel-/Leitungsquerschnitt		mm²		mm²	
Kabel-/Leitungslänge		m		m	
<b>Erzeugungsanlage</b>					
maximale Scheinleistung der Erzeugungsanlage(n)		MVA		MVA	
maximale Wirkleistung der Erzeugungsanlage(n)		MW		MW	
cos Phi der Erzeugungsanlage(n)					
Generatormennspannung		kV		kV	
Xd'' (bei Synchronmaschine)					
maximale Kurzschlussleistung Sk''		MVA		MVA	
Generatoranlaufstrom (bei Asynchronmaschine)		A		A	
Anlauf der Asynchronmaschine über Netz					
Anlauf der Asynchronmaschine über Turbine					
Blindstromkompensation für Asynchronmaschine		MVA <sub>r</sub>		MVA <sub>r</sub>	
<b>Schutzkonzept</b>					
Betriebsweise					
<b>Transformator</b>					
Transformatormennleistung		MVA		MVA	
Transformatorspannung OS		kV		kV	
Transformatorspannung US		kV		kV	
Schallgruppe					
Kurzschlussleistung u <sub>k</sub>		%		%	
<b>Netz</b>					
Nennspannung des Netzes		kV		kV	
max. +/- Abw. der Spannung		%		%	
Sternpunktbehandlung					
Max. Netzkurzschlussleistung		MVA		MVA	
Min. Netzkurzschlussleistung		MVA		MVA	
<b>Anforderungen an die Erzeugungsanlage</b>					
Schnittstelle zu Netzleitsystem für Informationsaustausch und Regelbarkeit	Fernwirkprotokoll (Art, Norm)				
	Datenverbindung (Technologie)				
	Übergabepunkt der Datenanbindung				
	Eigentumsgrenze der Datenanbindung				
	Mindestverfügbarkeit		% p.a.		% p.a.
Zeitraum in dem die Backup-Stromversorgung das Kommunikationssystem nach Ausfall der Netzspannung versorgen muss		Stunden		Stunden	
<b>Parameter die durch Sollwertvorgabe vom Netzleitsystem gesteuert werden können müssen</b>					
Wirkleistungsabgabe	Blindleistung/Leistungsfaktor				
Zeitraum innerhalb dessen der Sollwert der Wirkleistungsabgabe erreicht werden muss (vorbehaltlich der Verfügbarkeit des Primärenergieerzeugers)	Zeitraum in dem der vorgegebene Sollwert erreicht wird	5	Sekunden	Sekunden	
	Zeittoleranz für Erreichung des Sollwertes	+1	Sekunden	Sekunden	
Informationen die gesichert an das Netzleitsystem zu übertragen sind	tatsächlicher Wert der Wirkleistungsabgabe		MVA	MVA	
	tatsächlicher Wert der Blindleistungsabgabe		MVA <sub>r</sub>	MVA <sub>r</sub>	
	Leistungsfaktor	0-1			
	Spannung		kV	kV	
	Schalterstellungsmeldung				
Signale die bei Aufforderung durch den Netzbetreiber in Echtzeit an das Netzleitsystem zu übertragen sind (Echtzeitüberwachung des frequenzabhängigen Modus)	Status des frequenzabhängigen Modus FSM (ein/aus)				
	geplante Wirkleistungsabgabe		MW	MW	
	tatsächlicher Wert der Wirkleistungsabgabe		MW	MW	
	tatsächliche Parametereinstellung für die frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe				
	Statik		%	%	
Totband					
Gradienten der Wirkleistungsabgabe (Rampengrenzwerte) bei Änderung der Wirkleistungsabgabe	Leistungsanstieg				
	Leistungsabfall				
Blindleistungsbereich	Blindleistungsprofil bei Maximalkapazität am Netzanschlusspunkt (U-Q/Pmax-Profil)				
	Blindleistungsprofil unterhalb der Maximalkapazität am Netzanschlusspunkt (P-Q/Pmax-Profil) - nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen				
	Zeitraum für die Erreichung des festgelegten Betriebspunktes				

Blindleistungsregelkonzept (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Vorgabe, welche nachstehende Fähigkeit für die Blindleistungsregelung und die Sollwerte anzuwenden ist (Spannungsregelung, Blindleistungsregelung oder Regelung des Leistungsfaktors)					
Parameter für Blindleistungsregelung durch Leistungsfaktorregelung, wenn Leistungsfaktorregelung gefordert ist (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Zielwert des Leistungsfaktors		%		%	
	Toleranzbereich					
Blindleistungsabgabe nach Spannungsprung (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Zeitraum in dem der Zeilleistungsfaktor nach einer Änderung der Wirkleistungsabgabe erreicht werden muss		Sekunden		Sekunden	
	Zeit in der die Erzeugungsanlage 90% der Blindleistungsabgabe nach einem Spannungsprung ändern muss können (T1)	1-5	Sekunden		Sekunden	
Angaben zur Erfüllung der FRT-Fähigkeit	Zeit in der die Erzeugungsanlage nach einem Spannungsprung den durch den Gradienten bestimmten Wert einzustellen hat (T2)	5-60	Sekunden		Sekunden	
	FRT-Grenzkurve (Spannungs-Zeit-Profil)	laut RIG-Anforderung V				
Priorisierung des Wirkleistungsbeitrags oder des Blindleistungsbeitrags nach Fehlern die eine FRT-Fähigkeit erfordern (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Mindestkurzschlussleistung vor dem Fehler		MVA		MVA	
	Betriebspunkt der Stromerzeugungsanlage vor dem Fehler		MW		MW	
	Mindestkurzschlussleistung nach dem Fehler		MVA		MVA	
Frequenzgradienten-getriggerte Schutzfunktion:	Priorität Wirkleistungsbeitrag					
	Priorität Blindleistungsbeitrag					
Einstellwerte für den LFSM-O-Modus (frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe bei Überfrequenz)	Frequenzgradient bis zu dem die Verbindung mit dem Netz und der Betrieb aufrechterhalten ist		Hz/s		Hz/s	
	Frequenzschwellwert für Beginn des LFSM-O Modus		Hz		Hz	
	Einzustellende Statik		%		%	
	Maximale Zeitverzögerung zur Aktivierung des LFSM-O Modus		sec.		sec.	
	Anschwingzeit IA für eine Wirkleistungsreduktion von 50% Pmax		sec.		sec.	
Einstellwerte zum LFSM-U (frequenzabhängige Anpassung der Wirkleistungsabgabe bei Unterfrequenz)	Einschwingzeit IE		sec.		sec.	
	Frequenzschwellwert für Beginn des LFSM-U Modus		Hz		Hz	
	Einzustellende Statik		%		%	
	Maximale Zeitverzögerung zur Aktivierung des LFSM-U Modus		Sekunden		Sekunden	
	Maximaler Zeitraum bis zur vollständigen Aktivierung		Sekunden		Sekunden	
Dynamische Blindstromstützung bei symmetrischen (dreiphasigen) Fehler - (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Funktion dynamische Blindstromstützung gefordert					
	Art, Zeitpunkt und Zeitbereich der Feststellung der Spannungsabweichung					
	tatsächlicher Wert der Blindstromstützung					
	Zeitpunkt der Bereitstellung nach Fehlereintritt					
	Genauigkeit der Blindstromstützung					
	Dauer der Blindstromstützung					
Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler (nur nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen)	Zeitpunkt des Beginnes der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe auf Grundlage des Spannungskriteriums					
	maximale zulässiger Zeitraum für die Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe					
	Höhe der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe					
	Genauigkeit der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe					
Einstellungen der Messinstrumente zur Fehleraufzeichnung	Spannung: Auslösekriterien, Aufzeichnungsraten					
	Wirkleistung: Auslösekriterien, Aufzeichnungsraten					
	Blindleistung: Auslösekriterien, Aufzeichnungsraten					
	Frequenz: Auslösekriterien, Aufzeichnungsraten					
	Leistungspegelungen: Auslösekriterien					
	Art des Zugriffs auf Informationen der Messinstrumente durch Netzbetreiber (Protokoll)					
	Kommunikationsprotokoll für Datenaufzeichnung					
Vorgabe der Schutzsysteme und Schutzinstellungen bei der sich die Erzeugungsanlage vom Netz trennen muss (Werte gelten am Übergabepunkt)	Einstellwert Unterspannung		%UN		%UN	
	Einstellwert Unterspannungs-Verzögerungszeit		Sekunden		Sekunden	
	Einstellwert Überspannung		%UN		%UN	
	Einstellwert Überspannung - Verzögerungszeit		Sekunden		Sekunden	
	Einstellwert Unterfrequenz		Hz		Hz	
	Einstellwert Unterfrequenz - Auslösezeit		Sekunden		Sekunden	
	Einstellwert Überfrequenz		Hz		Hz	
Einstellwert Überfrequenz- Verzögerungszeit		Sekunden		Sekunden		

**Konformitätserklärung**

Die Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung erfüllt am Netzanschlusspunkt die Anforderungen der Verordnung EU 2016/631 der Kommission vom 14. April 2016 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger und den in diesem Zusammenhang verordneten nationalen Festlegungen für Stromerzeugungsanlagen des Typs C.

**Beilagen:**

Vorzulegende Nachweise zu nachfolgenden Funktionen	bei synchronen Stromerzeugungsanlagen	bei nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen	Anmerkung
LFSM-O	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	
LFSM-U	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	
FSM	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	sofern gefordert
Regelung zur Frequenzwiederherstellung	Ergebnisse des Konformitätstests	Ergebnisse des Konformitätstests	sofern gefordert
Synthetische Schwingmasse		Ergebnisse der Konformitätssimulation	sofern gefordert
FRT-Fähigkeit	Ergebnisse der Konformitätssimulation	Ergebnisse der Konformitätssimulation	
Dynamische Blindstromstützung	Ergebnisse der Konformitätssimulation	Ergebnisse der Konformitätssimulation	
Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler	Ergebnisse der Konformitätssimulation	Ergebnisse der Konformitätssimulation	
Regelung der Dämpfung von Leistungspegelungen		Ergebnisse der Konformitätssimulation	
Blindleistungskapazität	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	Ergebnisse des Konformitätstests oder der Konformitätssimulation	
Test Spannungsregelmodus		Ergebnisse des Konformitätstests	
Test Blindleistungsregelmodus		Ergebnisse des Konformitätstests	
Test Leistungsfaktorregelung		Ergebnisse des Konformitätstests	
Regelbarkeit und Regelbereich der Wirkleistungsabgabe		Ergebnisse des Konformitätstests	
Schwarzstartfähigkeit	Ergebnisse des Konformitätstests		sofern gefordert
Inselbetrieb	Ergebnisse der Konformitätssimulation	Ergebnisse der Konformitätssimulation	sofern gefordert
Nachweis Neusynchronisationszeit < 15 min / Sonst: Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb	Ergebnisse des Konformitätstests		sofern gefordert

Alternativ dazu können auch Betriebsmittelbescheinigungen vorgelegt werden.

Tabelle 10: Nachweisdokument für Stromerzeugungsanlagen des Typs C zur Erlangung der Betriebserlaubnis

## A5. Beschreibung der Konformitätstests und -simulationen

### Konformitätstests für synchrone Stromerzeugungsanlagen

#### **Test des LFSM-O-Betriebes**

(Zukünftige) Netzbenutzer testen die Konformität der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb von synchronen Stromerzeugungsanlagen.

Für den Test der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um im Fall eines starken Frequenzanstiegs im Netz zur Frequenzregelung beizutragen. Die Regelparameter für das statische Betriebsverhalten, wie Statik und Totband, und die dynamischen Parameter, einschließlich der Reaktion auf einen Frequenzsprung, sind zu überprüfen;
- b) für den Test werden unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um eine Änderung der Wirkleistungsabgabe um mindestens 10 % der Maximalkapazität auszulösen. Erforderlichenfalls werden unter Beachtung des Schemas der Regelungssysteme simulierte Frequenzabweichungssignale gleichzeitig auf den Drehzahl- und den Lastregler der Regelungssysteme aufgeschaltet.
- c) Der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. die Testergebnisse erfüllen sowohl für die dynamischen als auch für die statischen Parameter die Anforderungen des Kapitels 5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O) und
  - ii. nach der Anpassung an den Frequenzsprung treten keine ungedämpften Leistungspendelungen auf.

#### **Test des LFSM-U-Betriebes**

Für den Test des LFSM-U-Betriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, bei Betriebspunkten unterhalb der Maximalkapazität die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um im Fall eines starken Frequenzabfalls im Netz zur Frequenzregelung beizutragen;
- b) für den Test werden geeignete Lastpunkte für die Wirkleistungsabgabe mit Sprüngen und Rampen bei Unterfrequenz simuliert, die groß genug sind, um unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband eine Änderung der Wirkleistungsabgabe um mindestens 10 % der Maximalkapazität auszulösen. Erforderlichenfalls werden simulierte Frequenzabweichungssignale gleichzeitig auf die Sollwerte des Drehzahl- und Lastregelungssystems aufgeschaltet;
- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. die Testergebnisse erfüllen sowohl für die dynamischen als auch für die statischen Parameter die Anforderungen aus Kapitel 5.1.6 „Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)“ und
  - ii. nach der Anpassung an den Frequenzsprung treten keine ungedämpften Leistungspendelungen auf.

#### **Test des FSM-Betriebes (optional)**

Für den Test des FSM-Betriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, im gesamten Betriebsbereich zwischen Maximalkapazität und Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um zur Frequenzregelung beizutragen. Die Regelparameter für das statische Betriebsverhalten wie Statik und Totband, und die dynamischen Parameter, einschließlich des Erhalts der Stabilität während der Leistungsanpassung bei einem Frequenzsprung und bei starken, schnellen Frequenzabweichungen, sind zu überprüfen;
- b) der Test wird durchgeführt, indem Frequenzsprünge und -rampen simuliert werden, die groß genug sind, um unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband sowie der Fähigkeiten zur tatsächlichen Wirkleistungssteigerung oder -absenkung im jeweiligen Betriebspunkt den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe zu aktivieren. Erforderlichenfalls werden simulierte Frequenzabweichungssignale gleichzeitig auf die Sollwerte des Drehzahl- und Lastregelungssystems aufgeschaltet;
- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen gemäß Kapitel 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“ erfüllt sind:
  - i. die Aktivierungszeit für den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe infolge des Frequenzsprungs überschreitet nicht den in Kapitel 5.1.7 genannten Zeitraum;
  - ii. nach der Anpassung an den Frequenzsprung treten keine ungedämpften Leistungspendelungen auf;
  - iii. die anfängliche Verzögerung entspricht den Bedingungen in Kapitel 5.1.7;
  - iv. die Statik ist innerhalb des in Kapitel 5.1.7 genannten Bereichs einstellbar, und das Totband (Schwelle) überschreitet nicht den in dem Artikel genannten Wert;
  - v. die Unempfindlichkeit der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe in jedem relevanten Betriebspunkt überschreitet nicht den in Kapitel 5.1.7 festgelegten Bereich.

### **Test der Regelung zur Frequenzwiederherstellung (optional)**

Für den Test der Regelung zur Frequenzwiederherstellung gelten folgende Anforderungen gemäß Kapitel 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, sich an der Regelung zur Frequenzwiederherstellung zu beteiligen, und es wird das Zusammenspiel von FSM-Modus und Regelung der Frequenzwiederherstellung geprüft;
- b) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn die Ergebnisse sowohl für die dynamischen als auch für die statischen Parameter die Anforderungen des Kapitels 5.1.7 erfüllen.

### **Test der Schwarzstartfähigkeit (optional)**

Verfügt eine Stromerzeugungsanlage über Schwarzstartfähigkeit, so müssen (zukünftige) Netzbenutzer außerdem die unter diesem Punkt genannten Tests durchführen.

Für den Test der Schwarzstartfähigkeit gelten folgende Anforderungen:

- a) Bei Stromerzeugungsanlagen mit Schwarzstartfähigkeit wird nachgewiesen, dass sie technisch in der Lage sind, nach dem Abschalten ohne externe elektrische Energieversorgung zu starten;
- b) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn die Startzeit innerhalb des Zeitrahmens gemäß Kapitel 5.5.3 „Schwarzstartfähigkeit“ liegt.

### **Test des Abfangens auf Eigenbedarfsbetrieb**

Für den Test des Abfangens auf Eigenbedarfsbetrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlagen technisch in der Lage sind, sich auf Eigenbedarfsbetrieb abzufangen und im Eigenbedarfsbetrieb stabil zu arbeiten;
- b) die Tests werden bei der Maximalkapazität und der Nennblindleistung der Stromerzeugungsanlage vor dem Lastabwurf durchgeführt;
- c) der relevante Netzbetreiber kann unter Berücksichtigung des Kapitels 5.5.5 „Schnelle Neusynchronisierung“ weitere Bedingungen festlegen;
- d) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn erfolgreich in den Eigenbedarfsbetrieb abgefangen wurde, ein stabiler Eigenbedarfsbetrieb für den in Kapitel 5.5.5 genannten Zeitraum nachgewiesen wurde und die Neusynchronisation mit dem Netz gelungen ist.

### **Test der Blindleistungskapazität**

Für den Test der Blindleistungskapazität gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.3.3 „Blindleistungskapazität“ kapazitive und induktive Blindleistung zu erzeugen;
- b) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. die Stromerzeugungsanlage wird unter folgenden Bedingungen mindestens eine Stunde lang jeweils bei maximaler kapazitiver und maximaler induktiver Blindleistung betrieben:
    - bei Mindestleistung für den stabilen Betrieb,
    - bei der Maximalkapazität und
    - bei einem Wirkleistungsbetriebspunkt zwischen diesen Maximal- und Minimalwerten;
  - ii. es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, jeden Zielwert der Blindleistung innerhalb des vereinbarten oder festgelegten Blindleistungsbereichs zu erreichen.

## **Konformitätstests für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen**

### **Test des LFSM-O-Betriebes**

(Zukünftige) Netzbenutzer testen die Konformität der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb von nicht-synchronen Stromerzeugungsanlagen. Tests des LFSM-O-Betriebs für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen berücksichtigen das vom relevanten Netzbetreiber gewählte Regelungssystem.

Für den Test der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um im Falle eines Frequenzanstiegs im Netz zur Frequenzregelung beizutragen. Die Regelparameter für das statische Betriebsverhalten, wie Statik und Totband, sowie die dynamischen Parameter sind zu überprüfen;
- b) für den Test werden unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um eine Änderung der Wirkleistungsabgabe um mindestens 10 % der Maximalkapazität auszulösen. Zur Durchführung dieses Tests werden simulierte Frequenzabweichungssignale gleichzeitig auf die Sollwerte der Regelungssysteme aufgeschaltet;

- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn die Testergebnisse sowohl für die dynamischen als auch für die statischen Parameter die Anforderungen des Kapitels 5.1.3 „Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)“ erfüllen.

### **Test in Bezug auf die Regelbarkeit und den Regelbereich der Wirkleistungsabgabe**

Für den Test in Bezug auf die Regelbarkeit und den Regelbereich der Wirkleistungsabgabe gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage bei einer Last unterhalb des vom relevanten Netzbetreiber oder dem relevanten ÜNB festgelegten Sollwerts betrieben werden kann;
- b) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. die Last der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage wird unterhalb des Sollwerts gehalten;
  - ii. die Einstellung erfolgt gemäß den Anforderungen in Kapitel 5.4.1 „Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber“ und
  - iii. die Genauigkeit der Regelung entspricht dem in Kapitel 5.4.1 durch den Netzbetreiber spezifizierten Wert.

### **Test des LFSM-U-Betriebes**

Für den Test der Reaktionen im LFSM-U-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um im Fall eines starken Frequenzabfalls im Netz zur Frequenzregelung beizutragen;
- b) für den Test werden unter Berücksichtigung der Einstellungen von Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um bei einem Startpunkt von höchstens 80 % der Maximalkapazität eine Änderung der Wirkleistungsabgabe um mindestens 10 % der Maximalkapazität auszulösen;
- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. die Testergebnisse erfüllen sowohl für die dynamischen als auch die statischen Parameter die Anforderungen des Kapitels 5.1.6 „Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)“, und
  - ii. nach der Anpassung an den Frequenzsprung treten keine ungedämpften Leistungspendelungen auf.

### **Test des FSM-Betriebes (optional)**

Für den Test der Reaktionen im FSM-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, im gesamten Betriebsbereich zwischen Maximalkapazität und Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb die Wirkleistungsabgabe kontinuierlich anzupassen, um zur Frequenzregelung beizutragen. Die Regelparameter für das statische Betriebsverhalten, wie Unempfindlichkeit, Statik, Totband und Regelbereich, sowie die dynamischen Parameter, einschließlich die Reaktion auf einen Frequenzsprung, werden überprüft;
- b) für den Test werden unter Berücksichtigung der Einstellungen von Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe abzudecken. Zur Durchführung des Tests werden simulierte Frequenzabweichungssignale aufgeschaltet.

- c) Der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen gemäß Kapitel 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“ erfüllt sind:
- i. die Aktivierungszeit für den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe infolge des Frequenzsprungs überschreitet nicht den in Kapitel 5.1.7 genannten Zeitraum;
  - ii. nach der Anpassung an den Frequenzsprung treten keine ungedämpften Leistungspendelungen auf;
  - iii. die anfängliche Verzögerung steht mit Kapitel 5.1.7 im Einklang;
  - iv. die Statik ist innerhalb der in Kapitel 5.1.7 genannten Bereiche einstellbar, und das Totband (Schwelle) überschreitet nicht den vom relevanten ÜNB gewählten Wert;
  - v. die Unempfindlichkeit der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe auf einem relevanten Betriebspunkt entspricht den Anforderungen in Kapitel 5.1.7.

### **Test der Regelung zur Frequenzwiederherstellung (optional)**

Für den Test der Regelung zur Frequenzwiederherstellung gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, sich an der Regelung der Frequenzwiederherstellung zu beteiligen. Das Zusammenspiel von FSM-Modus und Regelung der Frequenzwiederherstellung wird geprüft;
- b) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn die Anforderungen des Kapitels 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“ sowohl für die dynamischen als auch für die statischen Parameter erfüllt sind.

### **Test der Blindleistungskapazität**

Für den Test der Blindleistungskapazität gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage technisch in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.3.3 „Blindleistungskapazität“ kapazitive und induktive Blindleistung bereitzustellen;
- b) der Test wird jeweils bei maximaler kapazitiver und maximaler induktiver Blindleistung durchgeführt und betrifft folgende Parameter:
  - i. Betrieb bei mehr als 60 % der Maximalkapazität während 30 Minuten;
  - ii. Betrieb im Bereich von 30-50 % der Maximalkapazität während 30 Minuten;
  - iii. Betrieb im Bereich von 10-20 % der Maximalkapazität während 60 Minuten;
- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:
  - i. die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage wird jeweils bei maximaler kapazitiver und maximaler induktiver Blindleistung während eines Zeitraums betrieben, der mindestens dem in Buchstabe b) für jeden Parameter geforderten Zeitraum entspricht;
  - ii. es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, innerhalb des vereinbarten oder festgelegten Blindleistungsbereichs jeden Zielwert der Blindleistung zu erreichen;
  - iii. innerhalb der im Blindleistungskapazitätsdiagramm definierten Betriebsbereichsgrenzen finden keine Schutzauslösungen statt.

Der relevante Netzbetreiber kann eine der drei nachfolgenden Regelungsoptionen zur Prüfung auswählen:

- Test des Spannungsregelungsmodus;
- Test des Blindleistungsregelungsmodus;

- Test des Modus der Leistungsfaktorregelung.

### **Test des Spannungsregelungsmodus**

Für den Test des Spannungsregelungsmodus gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage unter den in Kapitel 5.3.4.1 „Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen“ genannten Bedingungen im Spannungsregelungsmodus betrieben werden kann;
- b) beim Test des Spannungsregelungsmodus werden folgende Parameter überprüft:
  - i. der eingestellte Gradient und das Totband gemäß Kapitel 5.3.4.1
  - ii. die Genauigkeit der Regelung;
  - iii. die Unempfindlichkeit der Regelung;
  - iv. das Zeitverhalten der Blindleistungsaktivierung.
- c) Der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. der Bereich der Regelung sowie der Einstellungen von Statik und Totband entspricht den vereinbarten oder festgelegten Parametern gemäß Kapitel 5.3.4.1
  - ii. im Einklang mit Kapitel 5.3.4.1 beträgt die Unempfindlichkeit der Spannungsregelung höchstens 0,01 pu;
  - iii. nach einem Spannungssprung müssen 90 % der Änderung der Blindleistungsabgabe innerhalb der in Kapitel 5.3.4.1 spezifizierten Zeiten und Toleranzen erreicht werden.

### **Test des Blindleistungsregelungsmodus**

Für den Test des Blindleistungsregelungsmodus gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage im Einklang mit Kapitel 5.3.4.1 „Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen“ im Blindleistungsregelungsmodus betrieben werden kann;
- b) der Test des Blindleistungsregelungsmodus ergänzt den Test der Blindleistungskapazität;
- c) beim Test des Blindleistungsregelungsmodus werden folgende Parameter überprüft:
  - i. der Bereich und die Schrittweite der Blindleistungseinstellung;
  - ii. die Genauigkeit der Regelung;
  - iii. der für die Blindleistungsaktivierung erforderliche Zeitraum.
- d) Der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. der Bereich und die Schrittweite der Blindleistungseinstellung stehen mit Kapitel 5.3.4.1 im Einklang;
  - ii. die Genauigkeit der Regelung entspricht den in Kapitel 5.3.4.1 festgelegten Bedingungen.

### **Test des Modus der Leistungsfaktorregelung**

Für den Test des Modus der Leistungsfaktorregelung gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage im Einklang mit Kapitel 5.3.4.1 „Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen“ im Modus der Leistungsfaktorregelung betrieben werden kann;
- b) beim Test des Modus der Leistungsfaktorregelung werden folgende Parameter überprüft:
  - i. der Einstellungsbereich des Leistungsfaktors;
  - ii. die Genauigkeit der Regelung;

- iii. die Anpassung der Blindleistung aufgrund einer sprunghaften Änderung der Wirkleistungsabgabe;
- c) der Test wird als erfolgreich erachtet, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:
  - i. der Bereich und die Schrittweite der Leistungsfaktoreinstellung stehen mit Kapitel 5.3.4.1 im Einklang;
  - ii. der für die Blindleistungsaktivierung infolge einer sprunghaften Änderung der Wirkleistungsabgabe erforderliche Zeitraum überschreitet nicht den in Kapitel 5.3.4.1 genannten Zeitraum;
  - iii. die Genauigkeit der Regelung entspricht dem in Kapitel 5.3.4.1 festgelegten Wert.

## **Konformitätssimulationen für synchrone Stromerzeugungsanlagen**

### ***Simulation der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb***

Für die Simulation der Reaktionen im LFSM-O-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Durch Simulation wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.3 „Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)“ die Wirkleistungsabgabe bei Überfrequenzen anzupassen;
- b) die Simulation wird unter Berücksichtigung der Einstellungen von Statik und Totband anhand von Frequenzsprüngen und -rampen bei Überfrequenzen durchgeführt, bis die Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb erreicht ist;
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den LFSM-O-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.3 nachgewiesen wird.

### ***Simulation der FRT-Fähigkeit***

Für die Simulation der FRT-Fähigkeit von synchronen Stromerzeugungsanlagen gelten folgende Anforderungen:

- a) Durch Simulation wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage unter den in Kapitel 5.2.1 FRT-Fähigkeit von Stromerzeugungsanlagen und Kapitel 8.2 „Allgemeine Bestimmungen für Konformitätstests und Konformitätssimulationen genannten Bedingungen in der Lage ist, einen Fehler zu durchfahren;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Erfüllung der Anforderung in Kapitel 5.2.1 FRT-Fähigkeit von Stromerzeugungsanlagen nachgewiesen wird.

### ***Simulation der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler***

Für die Simulation der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, die Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler unter den in Kapitel 5.2.2 „Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern“ genannten Bedingungen wiederherzustellen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Erfüllung der Anforderung in Kapitel 5.2.2 nachgewiesen wird.

### ***Simulation der Reaktionen im LFSM-U-Betrieb***

Für die Simulation der Reaktionen im LFSM-U-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.6 „Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)“ die Wirkleistungsabgabe bei Unterfrequenz anzupassen;
- b) die Simulation wird unter Berücksichtigung der Einstellungen von Statik und Totbands anhand von Frequenzsprüngen und -rampen bei Unterfrequenz durchgeführt, bis die Maximalkapazität erreicht ist;
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den LFSM-U-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.6 nachgewiesen wird.

### **Simulation der Reaktionen im FSM-Betrieb (optional)**

Für die Simulation der Reaktionen im FSM-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“ im gesamten Frequenzbereich die Wirkleistungsabgabe anzupassen;
- b) für die Simulation werden unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe abzudecken.
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den FSM-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.7 nachgewiesen wird.

### **Simulation des Inselbetriebs**

Für die Simulation des Inselbetriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird die Leistung der Stromerzeugungsanlage im Inselbetrieb unter den in Kapitel 5.5.4 „Inselbetriebsfähigkeit“ genannten Bedingungen nachgewiesen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Stromerzeugungsanlage die abgegebene Wirkleistung vom bisherigen Betriebspunkt auf einen neuen Betriebspunkt des P-Q-Diagramms innerhalb der in Kapitel 5.5.4 genannten Grenzen verringert oder erhöht, ohne dass sich die Stromerzeugungsanlage wegen einer Über- oder Unterfrequenz von der Insel trennt.

### **Simulation der Blindleistungskapazität**

Für die Simulation der Blindleistungskapazität gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit den Bedingungen von Kapitel 5.3.3 „Blindleistungskapazität“ kapazitive und induktive Blindleistung bereitzustellen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. das Simulationsmodell der Stromerzeugungsanlage wurde auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für die Blindleistungskapazität geprüft;
  - ii. die Einhaltung der Anforderungen in Kapitel 5.3.3 wird nachgewiesen.

## Konformitätssimulationen für nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen

### **Simulation des LFSM-O-Betriebs**

Für die Simulation des LFSM-O-Betriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.3 „Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)“ bei Überfrequenzen die Wirkleistungsabgabe anzupassen;
- b) die Simulation wird unter Berücksichtigung der Einstellungen von Statik und Totband anhand von Frequenzsprüngen und -rampen bei Überfrequenzen durchgeführt, bis die Mindestleistung für den regelfähigen Betrieb erreicht ist;
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den LFSM-O-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.3 nachgewiesen wird.

### **Simulation der dynamischen Blindstromstützung**

Für die Simulation der dynamischen Blindstromstützung gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit den in Kapitel 5.2.2 „Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern“ genannten Bedingungen eine dynamische Blindstromstützung einzuspeisen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Erfüllung der Anforderung in Kapitel 5.2.2 nachgewiesen wird.

Für die Simulation der FRT-Fähigkeit von nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen des Typs B gelten folgende Anforderungen:

- a) Durch Simulation wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage unter den in Kapitel 5.2.1 „FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen“ genannten Bedingungen in der Lage ist, einen Fehler zu durchfahren;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Erfüllung der Anforderung in Kapitel 5.2.1 und Kapitel 8.2 „Konformitätstests und Konformitätssimulationen“ nachgewiesen wird.

Für die Simulation der Wiederkehr der Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, die Wirkleistungsabgabe nach einem Fehler unter den in Kapitel 5.2.2 „Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern“ genannten Bedingungen wiederherzustellen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Erfüllung der Anforderung in Kapitel 5.2.2 nachgewiesen wird.

### **Simulation des LFSM-U-Betriebs**

Für die Simulation des LFSM-U-Betriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.6 „Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)“ die Wirkleistungsabgabe bei Unterfrequenz anzupassen;

- b) die Simulation wird unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband durch die Simulation von Frequenzsprüngen und -rampen bei Unterfrequenz durchgeführt, bis die Maximalkapazität erreicht ist;
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den LFSM-U-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.6 nachgewiesen wird.

### **Simulation der Reaktionen im FSM-Betrieb (optional)**

Für die Simulation der Reaktionen im FSM-Betrieb gelten folgende Anforderungen:

- a) Durch Simulation wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit Kapitel 5.1.7 „Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)“ die Wirkleistungsabgabe über den gesamten Frequenzbereich anzupassen;
- b) für die Simulation werden unter Berücksichtigung der Einstellungen für Statik und Totband Frequenzsprünge und -rampen simuliert, die groß genug sind, um den gesamten Bereich der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe abzudecken;
- c) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn
  - i. das Simulationsmodell der nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für den FSM-Betrieb geprüft wurde;
  - ii. die Einhaltung der Anforderung in Kapitel 5.1.7 nachgewiesen wird.

### **Simulation des Inselbetriebs**

Für die Simulation des Inselbetriebs gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird die Leistung der Stromerzeugungsanlage im Inselbetrieb unter den in Kapitel 5.5.4 „Inselbetriebsfähigkeit“ genannten Bedingungen nachgewiesen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn die Stromerzeugungsanlage die abgegebene Wirkleistung vom bisherigen Betriebspunkt auf einen neuen Betriebspunkt des P-Q-Diagramms innerhalb der in Kapitel 5.5.4 genannten Grenzen verringert oder erhöht, ohne dass sich die Stromerzeugungsanlage wegen einer Über- oder Unterfrequenz von der Insel trennt.

### **Simulation der Fähigkeit zur Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse (optional)**

Für die Simulation der Fähigkeit zur Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse gelten folgende Anforderungen:

- a) Mithilfe des Modells wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage unter den in Kapitel 5.1.8 „Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse“ genannten Bedingungen in der Lage ist, bei Unterfrequenzen synthetische Schwungmasse bereitzustellen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn mithilfe des Modells nachgewiesen wird, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage die Bedingungen des Kapitels 5.1.8 erfüllt.

### **Simulation der Blindleistungskapazität**

Für die Simulation der Blindleistungskapazität gelten folgende Anforderungen:

- a) Es wird nachgewiesen, dass die Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, im Einklang mit den Bedingungen von Kapitel 5.3.3 „Blindleistungskapazität“ kapazitive und induktive Blindleistung bereitzustellen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - i. das Simulationsmodell der Stromerzeugungsanlage wurde auf Übereinstimmung mit dem Konformitätstest für die Blindleistungskapazität geprüft;
  - ii. die Einhaltung der Anforderungen in Kapitel 5.3.3 wird nachgewiesen.

### ***Simulation der Regelung zur Dämpfung von Leistungspendelungen***

Für die Simulation der Regelung zur Dämpfung von Leistungspendelungen gelten folgende Anforderungen:

- a) Mithilfe des Modells wird nachgewiesen, dass die nichtsynchrone Stromerzeugungsanlage in der Lage ist, die Wirkleistungspendelungen gemäß Kapitel 5.2.3 „Stabilität bei Netzpendelungen“ zu dämpfen;
- b) die Simulation wird als erfolgreich erachtet, wenn mithilfe des Modells nachgewiesen wird, dass die in Kapitel 5.2.3 beschriebenen Bedingungen erfüllt sind.

**A6. Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle**

	Einheit	Erklärung	Anmerkungen	Wert (Summe)
Blockanzahl				
Generatoranzahl				
Transformatoranzahl				
Kraftwerkstyp				
Scheinleistung	MVA			
Engpassleistung	MVA			
Eigenbedarf	MW			
Pumpleistung	MW			
Turbinenleistung	MW	Bemessungsleistung		
OS-Blindleistung	Mvar		SS-Blindleistung mit Berücksichtigung der Kraftwerksleitung (fiktives $u_k$ )	
Betreiber				
Fremdeinspeisung	MVA		$S_k$ " (Kurzschlussleistung aus Mittelspannung)	
Blindleistungsdigramm		U-cos $\phi$ - Diagramm		

Tabelle 11: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Gesamteinrichtung zur Stromerzeugung (Kraftwerk)

1	Kurzbezeichnung	Einheit	Erklärung	Anmerkungen	Wert
2	Generator				
3	Generatortyp		Schenkelpol/Vollpol		
4	$S_{rG}$	MVA	Bemessungsscheinleistung		
5	$\cos\phi_{rG}$		Bemessungsleistungsfaktor		
6	$P_{rG}$	MW	Bemessungswirkleistung		
7	$Q_{rG}$	Mvar	Bemessungsblindleistung		
8	$U_{rG}$	kV	Bemessungsspannung		
9	$p_G$	%	Generatorstellbereich		
10	Leistungsdiagramm		Generatorleistungsdiagramm		
11	Leerlauf-Kurzschluss-Kennlinien				
12	SG10	pu	Hauptfeldsättigung	Alternativ zu der Zeile 10	
13	SG12	pu			
14	n	$\text{min}^{-1}$	Nenn Drehzahl		
15	$GD^2$ Turbine	$\text{tm}^2$	Schwungmoment der Turbine		
16	$GD^2$ Generator	$\text{tm}^2$	Schwungmoment der Generator		
17	$GD^2$ Turbine+Generator	$\text{tm}^2$	Schwungmoment gemeinsam		
18	J Turbine	$\text{tm}^2$	Trägheitsmoment der Turbine	Alternativ zu den Zeilen 15-17	
19	J Generator	$\text{tm}^2$	Trägheitsmoment der Generator		
20	J Turbine+Generator	$\text{tm}^2$	Trägheitsmoment gemeinsam		
21	$T_m, T_J$	s	Anlaufzeitkonstante (Turbunde+Generator)	Alternativ zu den Zeilen 15-17, 18-20, mit Angabe der Bezugsgröße (Wirk- oder Scheinleistung)	
22	$X_d$	%	synchrone Längsreaktanzen ungesättigt		
23	$X_d'_{\text{sat}}$	%	transiente Längsreaktanzen gesättigt		
24	$X_d'$	%	transiente Längsreaktanzen ungesättigt		
25	$X_d''_{\text{sat}}$	%	subtransiente Längsreaktanzen		

			gesättigt		
26	$X_d''$	%	subtransiente Längsreaktanz ungesättigt		
27	$X_{qsat}$	%	synchrone Querreaktanz gesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
28	$X_q$	%	synchrone Querreaktanz ungesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
29	$X_{q' sat}$	%	transiente Querreaktanz gesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
30	$X_{q'}$	%	transiente Querreaktanz ungesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
31	$X_{q'' sat}$	%	subtransiente Querreaktanz gesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
32	$X_{q''}$	%	subtransiente Querreaktanz ungesättigt	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
33	$T_a$	s	(Anker-) Gleichstromzeitkonstante		
34	$T_d'$	s	transiente Kurzschlusszeitkonstante Längsachse		
35	$T_d''$	s	subtransiente Kurzschlusszeitkonstante Längsachse		
36	$T_{q'}$	s	transiente Kurzschlusszeitkonstante Querachse	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
37	$T_{q''}$	s	subtransiente Kurzschlusszeitkonstante Querachse	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
38	$T_{d0}'$	s	transiente Leerlaufzeitkonstante Längsachse		
39	$T_{d0}''$	s	subtransiente Leerlaufzeitkonstante Längsachse		
40	$T_{q0}'$	s	transiente Leerlaufzeitkonstante Querachse	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
41	$T_{q0}''$	s	subtransiente Leerlaufzeitkonstante Querachse	Bei Turbo- bzw. Vollpolgeneratoren nicht nötig	
42	$r_G, r_a$	pu	bezogener Ständer/Ankerwiderstand		
43	$X_{\sigma a}$	pu	bezogene Ständer/Anker-Streufeldreaktanz		
44	Turbinenregler				
45	$\sigma$	%	Statik		
46	$\sigma_t$	%	temporäre Statik		
47	$K_p$	pu	Proportionalanteil		
48	$K_i$	pu	Integralanteil		
49	$K_d$	pu	Differenzialanteil	Wenn vorhanden	
50	$T_w$	s	Anlaufzeitkonstante der Druckrohrleitung	Bei Kaplan- oder Pelton turbinen	
51	L	m	Länge der Druckrohrleitung	Alternativ zu Zeile 50	
52	H	m	Fallhöhe bei Bemessungsleistung		
53	U	m/s	Geschwindigkeit des Wassers in der Druckrohrleitung bei Bemessungsleistung		
54	$v_s$	pu/s	Düsen/Ventil-Stellgeschwindigkeit		
55	$t_{\text{öffnen}}$	s	Düsen/Ventil Öffnungszeit (0-100%)	Alternativ zu Zeile 54	
56	$t_{\text{schließen}}$	s	Düsen/Ventil Schließzeit (100-0%)		
57	vollst. IEC-Reglermodell			Alternativ zu den obigen Zeilen 45-58	
58					
59	Erregung und Spannungsregler				

60	Erregerspannungsquelle		Erregermaschine, statische Nebenschlusserregung, zusätzlicher Strombooster		
61	$U_{fmax}$	pu	Deckenspannung (im ungestörten Betrieb, Nennspannung)	Bei Generatornennspannung; angeben, ob auf Nennerregerspannung oder Leerlauferregerspannung (IEC) bezogen	
62	$U_{fmin}$	pu	minimale Erregerspannung	Angabe, ob auf Nennerregerspannung oder Leerlauferregerspannung (IEC) bezogen	
63	$I_{fmax}$	pu	maximaler Erregerstrom (Kurzzeit)	Angabe, ob auf Nennerergerstrom oder Leerlauferergerstrom (IEC) bezogen	
64	$I_{fmin}$	pu	minimaler Erregerstrom	Angabe, ob auf Nennerergerstrom oder Leerlauferergerstrom (IEC) bezogen	
65	$T_E$	s	äquivalente Erregerzeitkonstante	Äquivalente Zeitkonstante (Verzögerungsglied 1. Ordnung) für Erregermaschine	
66	$K_p$	pu	Proportionalanteil	Allg. Modell, gegebenenfalls Schaltbild mit Reglerstruktur angeben	
67	$K_i$	pu	Integralanteil	Allg. Modell, gegebenenfalls Schaltbild mit Reglerstruktur angeben	
68	$K_d$	pu	Differenzialanteil	Allg. Modell, gegebenenfalls Schaltbild mit Reglerstruktur angeben	
69	$V_{PU}$	pu	Verstärkung Spannungsregler	Elin-Bezeichnungen; alternativ zu Zeilen 61-69	
70	$K_{DU}$	pu	Verstärkung Differenzanteil	Elin-Bezeichnungen; alternativ zu Zeilen 61-69	
71	$T_{VU}$	s	Dämpfungszeitkonstante	Elin-Bezeichnungen; alternativ zu Zeilen 61-69	
72	$T_{NU}$	s	Nachstellzeit	Elin-Bezeichnungen; alternativ zu Zeilen 61-69	
73	vollst. IEC-Reglermodell			Alternativ zu den obigen Zeilen 60-73	
74	Vermeidung von Großstörungen, Netzwiederaufbau				
75	Nennspannung	kV			
76	Nennleistung	MVA			
77	Frequenz	Hz	Überfrequenzauslösung	Pumpe / Generator	/
78	Verzögerungszeit	s		Pumpe / Generator	/
79	Frequenz	Hz	Unterfrequenzauslösung	Pumpe / Generator	/
80	Verzögerungszeit	s		Pumpe / Generator	/
81	Spannung	kV	Überspannungsauslösung	Pumpe / Generator	/
82	Verzögerungszeit	s		Pumpe / Generator	/
83	Spannung	kV	Unterspannungsauslösung	Pumpe / Generator	/
84	Verzögerungszeit	s		Pumpe / Generator	/
85	% der Bemessungsspannung	%	Überstrom-, Überlastauslösung		
86	Verzögerungszeit	s			
87	Frequenz <	Hz	Funktionsgrenzen der Synchronisierereinrichtung		
88	Frequenz >	Hz			
89	Spannung <	kV			
90	Spannung >	kV			
91	Abstellen von Pumpen bei Unterfrequenz	Hz			
92	Umschalten von Pumpe zum Generatorbetrieb bei Unterfrequenz	Hz			
93	Anfahren der Generatoren bei Unterfrequenz	Hz			
94	Starten von Pumpen bei Überfrequenz	Hz			
95	Eiegenbedarfsversor-	min	Netzwiederaufbau		

	gung - Dauer			
96	Schwarzstartfähigkeit			
97	Inselbetriebsfähigkeit (mit höherer Reglerdämpfung)			
98	Inselaufbaufähigkeit			
99	Anfahrtszeit bis Nennleistung	s		
100	Schiefelastschutz + Zeitverzögerung			

Tabelle 12: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Generator

Kurzbezeichnung	Einheit	Erklärung	Anmerkungen	Wert
$S_{rT}$	MVA	Bemessungsscheinleistung		
$U_{rTUS}$	kV	Bemessungsspannung Unterspannungsseite(n)	Angabe aller Bemessungsspannungen	
$U_{rTOS}$	kV	Bemessungsspannung Oberspannungsseite		
$u_k$	%	bezogene Kurzschlussspannung zwischen den einzelnen Wicklungen	Angabe aller Kurzschlussspannungen	
$V_{Cu}$	kW	Kupferverluste	Angabe aller Kupferverluste	
$V_{Fe}$	kW	Eisenverluste	Falls bekannt	
Verstelltyp		Stufenschalter oder Umsteller		
$p_T$	%	Gesamstellbereich	Bereich der Trafostufenstellung	
Stufenanzahl				
aktuelle Stufe			Für Blocktransformatoren die mit (mehr oder weniger) fixer Stufenstellung betrieben werden	
Schaltgruppe				
Sternpunktterdung			Mit Angabe ob schaltbar, händisch entfernbar oder fix	
$R_0$	$\Omega$	Leerlaufnullreaktanz	Falls bekannt	
$X_0$	$\Omega$	Leerlaufnullimpedanz	Falls bekannt	
$R_{0K}$	$\Omega$	Kurzschlussnullreaktanz	Falls bekannt	
$X_{0K}$	$\Omega$	Kurzschlussnullimpedanz	Falls bekannt	
$i_{lr}$	%	Leerlaufstrom	Falls bekannt	
$P_{lr}$	kW	Leerlaufleistung	Falls bekannt	

Tabelle 13: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Transformator

Pflicht	Kurzbezeichnung	Einheit	Erklärung	Anmerkungen
Windkraftpark allgemein (gesamt)				
x	Kraftwerkstyp			
x	Scheinleistung	MVA		
x	Engpassleistung	MW		
	Eigenbedarf	MW		
x	Betreiber			
x	Fremdeinspeisung	MVA		$S_k$ " (Kurzschlussleistung aus Mittelspannung)
Gesamter Windkraftpark (Summenwerte)				
x	Generatoranzahl			
x	$S_{rG}$	MVA	Bemessungsscheinleistung	inkl. Kabelnetz!
x	$\cos\phi_{rG}$	MW/MVA	Bemessungsleistungsfaktor	inkl. Kabelnetz!

x	$P_{rG}$	MW	Bemessungswirkleistung	inkl. Kabelnetz!
x	$Q_{rG}$	MVar	Bemessungsblindleistung	inkl. Kabelnetz!
x	$U_{rG}$	kV	Bemessungsspannung	inkl. Kabelnetz!
x	$Q_{min}$	MVA	untere Blindleistungsgrenze	inkl. Kabelnetz!
x	$Q_{max}$	MVA	obere Blindleistungsgrenze	inkl. Kabelnetz!
x	$S_k^{min}$	MVA	minimale subtransiente Kurzschlussleistung	inkl. Kabelnetz!
x	$S_k^{max}$	MVA	maximale subtransiente Kurzschlussleistung	inkl. Kabelnetz!
x	Spannungs-/Blindleistungsregelungskonzept			Diagramm in Abhängigkeit der Spannung am Übergabepunkt
x	Nachbildungsmodell			vom Hersteller empfohlen
x	Einliniens Schaltplan des Windparks			
Generator (für jeden einzelnen Generatortyp im Windpark)				
x	Generatortyp		Doppelt gespeiste Asynchronmaschine, Synchronmaschine mit Umrichter, usw.	
x	Generatoranzahl			
x			Hersteller	
x			Typenbezeichnung des Herstellers	
x	$S_{rG}$	MVA	Bemessungsscheinleistung	
x	$\cos\phi_{rG}$	MW/MVA	Bemessungsleistungsfaktor	
x	$P_{rG}$	MW	Bemessungswirkleistung	
x	$Q_{rG}$	MVar	Bemessungsblindleistung	
x	$U_{rG}$	kV	Bemessungsspannung	
x	$Q_{min}$	MVA	untere Blindleistungsgrenze	
x	$Q_{max}$	MVA	obere Blindleistungsgrenze	
x	$S_k^{min}$	MVA	minimale subtransiente Kurzschlussleistung	
x	$S_k^{max}$	MVA	maximale subtransiente Kurzschlussleistung	
x	$U_{min}$	pu	minimale Betriebsspannung	
x	Spannungsregelung			Ja/Nein, Wenn ja, genaue Beschreibung
x	Blindleistungsregelung			Ja/Nein, Wenn ja, genaue Beschreibung
x	Nachbildungsmodell			vom Hersteller empfohlen
Blocktrafo				
x	$S_{rT}$	MVA	Bemessungsscheinleistung	
x	$U_{rTUS}$	kV	Bemessungsspannung Unterspannungsseite	
x	$U_{rTOS}$	kV	Bemessungsspannung Oberspannungsseite	
x	$U_k$	%	bezogene Kurzschlussspannung	
x	$V_{Cu}$	kW	Kupferverluste	
	$V_{Fe}$	kW	Eisenverluste	falls bekannt
x	Verstelltyp		Stufenschalter oder Umsteller	
x	$p_T$	%	Gesamstellbereich	Bereich der Transformatorstufenstellung ( $U_{zusatz}/U_{nenn}$ )
x	Stufenanzahl			
x	Schaltgruppe			

x	Sternpunktterdung			mit Angabe ob schaltbar, händisch entfernbar oder fix
	$R_0$	$\Omega$	Nullimpedanz (Leerlaufnullreak- tanz)	falls bekannt
	$X_0$	$\Omega$	Nullimpedanz (Leerlaufnullimpe- danz)	falls bekannt
	$R_{0K}$	$\Omega$	Nullimpedanz (Kurzschlussnull- reaktanz)	falls bekannt
x	$X_{0K}$	$\Omega$	Nullimpedanz (Kurzschlussnul- limpedanz)	
	$i_{lr}$	%	Leerlaufstrom	falls bekannt
	$P_{lr}$	kW	Leerlaufleistung	falls bekannt
<b>Stromregler des Generators (Parameter für DigSILENT)</b>				
	$K_d$		Proportionalanteil der Längsach- se	falls bekannt
	$T_d$	s	Integrationszeitkonstante der Längsachse	falls bekannt
	$K_q$		Proportionalanteil der Querachse	falls bekannt
	$T_q$	s	Integrationszeitkonstante der Querachse	falls bekannt

Tabelle 14: Technische Kennwerte und Parameter für Simulationsmodelle - Windpark

## A7. Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung

Vorlage für Netzbetreiber - Checkliste für Stromerzeugungsanlagen des Typs C zur Konformitätsüberwachung				
<p>Diese Vorlage enthält die harmonisierten Mindestanforderungen der österreichischen Netzbetreiber der vom Netzbetreiber im Rahmen der Konformitätsüberwachung zu übermittelnden Informationen und Unterlagen sowie der von ihm zu erfüllenden Anforderungen für Stromerzeugungsanlagen des Typs C. Jeder Netzbetreiber veröffentlicht auf Basis dieser Vorlage eine detaillierte Liste und kann in Abstimmung mit dem Netzbetreiber festlegen, welche zusätzlich erforderlichen Unterlagen zur Konformitätsüberwachung erforderlich sind.</p> <p>Der relevante Netzbetreiber prüft auf Basis dieser Vorlage, ob eine Stromerzeugungsanlage die (im Netzanschlussvertrag vereinbarten) Anforderungen erfüllt. Der Netzbetreiber wird über das Ergebnis dieser Prüfung unterrichtet. Bei Verstößen gegen die (im Netzanschlussvertrag vereinbarten) Anforderungen ist der relevante Netzbetreiber berechtigt, die Stromerzeugungsanlage des Netzbetreibers vom Netz zu trennen.</p>				
Informationen und Unterlagen				
Regelmäßig zu übermittelnde Informationen und Unterlagen	Beschreibung	Zeitvorgabe	Netzbetreiber	Netzbetreiber
			Geprüft und in Ordnung	Informationen und Unterlagen erhalten
Funktionsprüfung der netzseitigen Schutzrichtungen	Optionale Angaben: Schutzprüfprotokolle	Alle 5 Jahre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funktionsprüfung der Backup-Systeme für die Kommunikation		xxx gemäß Testplan gemäß NC E&R (bis 12/2019 einzureichen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funktionsprüfung der Anforderungen gemäß TOR Systemschutzplan	Überprüfung der Anforderung gemäß TOR Systemschutzplan in Verbindung mit dem Testplan gemäß NC E&R	xxx gemäß Testplan gemäß NC E&R (bis 12/2019 einzureichen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fallbezogen (vom Netzbetreiber) zu übermittelnde Informationen und Unterlagen	Beschreibung	Zeitvorgabe	Netzbetreiber	Netzbetreiber
			Mitteilung erforderlich ?	Informationen und Unterlagen erhalten
Wesentliche Änderungen der Stromerzeugungsanlage	Angabe von geplanten Änderungen der Stromerzeugungsanlage, die die elektrischen Eigenschaften der Stromerzeugungsanlage oder des Netzanschlusses betreffen und vom im Netzanschlussvertrag vereinbarten Stand abweichen.	Geplante Änderungen einer Stromerzeugungsanlage, die die elektrischen Eigenschaften der Stromerzeugungsanlage oder des Netzanschlusses betreffen und vom im Netzanschlussvertrag vereinbarten Stand abweichen, sind dem relevanten Netzbetreiber <b>ehestmöglich mitzuteilen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Angabe von vorübergehenden, beträchtlichen Änderungen, welche die Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlage wesentlich beeinträchtigen.	Ungeplante Änderungen einer Stromerzeugungsanlage, welche die Leistungsfähigkeit wesentlich beeinträchtigen, sind dem relevanten Netzbetreiber <b>unverzüglich mitzuteilen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Angabe von ausgefallenen Betriebsmitteln, deren Ausfall dazu führte, dass einige wesentliche Anforderungen nicht erfüllt sind.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Optional:</b> Gültigkeit von Betriebsmittelbescheinigungen	Verliert eine Betriebsmittelbescheinigung ihre Gültigkeit, so muss dies durch die akkreditierte Zertifizierungsstelle öffentlich bekannt gemacht werden. Der Inhaber der Betriebsmittelbescheinigung ist in diesem Fall verpflichtet, die betroffenen Netzbetreiber zu informieren. Der Netzbetreiber unterrichtet hierüber den relevanten Netzbetreiber.	Der Verlust der Gültigkeit von Betriebsmittelbescheinigungen ist dem relevanten Netzbetreiber <b>ehestmöglich mitzuteilen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nach Ankündigung durch den relevanten Netzbetreiber zu übermittelnde Informationen und Unterlagen	Beschreibung	Zeitvorgabe	Netzbetreiber	Netzbetreiber
Aufzeichnungen über das Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz	Aufzeichnungen über das Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz während kritischen Netzsituationen  (z.B. bei Spannungseinbrüchen, Über-/Unterfrequenz,...)	Nach Ankündigung durch den relevanten Netzbetreiber sind vom Netzbetreiber Aufzeichnungen über das Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz <b>ehestmöglich bereitzustellen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Die Funktionsweise der Wirkleistungsvorgabe und Blindleistungsbereitstellung sollte in Abstimmung und Zusammenarbeit mit dem relevanten Netzbetreiber überprüft werden, sofern diese nicht im Rahmen des Netzbetriebes erfolgte.	Alle <b>XXX</b> Jahre, sofern die Funktionsprüfung nicht im Rahmen des Netzbetriebes erfolgte. Die Überprüfung erfolgt nach Ankündigung in Abstimmung und Zusammenarbeit mit dem relevanten Netzbetreiber.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einhaltung der zulässigen Grenzwerte bezüglich Netzrückwirkungen	Die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte bezüglich Netzrückwirkungen ist in begründeten Fällen durch den Netzbetreiber nachzuweisen, wenn Netzrückwirkungen auftreten, die andere Netzbetreiber unzulässig beeinflussen.	In begründeten Fällen und nach Ankündigung durch den relevanten Netzbetreiber.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anmerkungen:				

Tabelle 15: Informationen und Unterlagen zur Konformitätsüberwachung